

Systematische Untersuchung sicherheitsrelevanten Fußgängerverhaltens

**Berichte der
Bundesanstalt für Straßenwesen**

Mensch und Sicherheit Heft M 299



bast

Systematische Untersuchung sicherheitsrelevanten Fußgängerverhaltens

von

Hagen Schüller
Miriam Niestegge
Matthias Roßmerkel

PTV Transport Consult GmbH, Stuttgart

Jens Schade
Lars Rößger
Katharina Rehberg

IAPA Research, Dresden

Reinhold Maier

**Berichte der
Bundesanstalt für Straßenwesen**

Mensch und Sicherheit Heft M 299

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 Kommunikation.

Die Hefte der Schriftenreihe **Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen** können direkt bei der Carl Ed. Schünemann KG, Zweite Schlachtpforte 7, D-28195 Bremen, Telefon: (04 21) 3 69 03 - 53, bezogen werden.

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

Die **Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt)** stehen zum Teil als kostenfreier Download im elektronischen BASt-Archiv ELBA zur Verfügung.
<https://bast.opus.hbz-nrw.de>

Impressum

Bericht zum Forschungsprojekt 82.0689
Systematische Untersuchung sicherheitsrelevanten Fußgängerverhaltens

Fachbetreuung
Ariane von Below
Benjamin Schreck-von Below

Referat
Grundlagen des Verkehrs- und Mobilitätsverhaltens

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

Redaktion
Stabsstelle Presse und Kommunikation

Druck und Verlag
Fachverlag NW in der
Carl Ed. Schünemann KG
Zweite Schlachtpforte 7, D-28195 Bremen
Telefon: (04 21) 3 69 03 - 53
Telefax: (04 21) 3 69 03 - 48
www.schuenemann-verlag.de

ISSN 0943-9315
ISBN 978-3-95606-533-0

Bergisch Gladbach, Oktober 2020



Erratum

Im Heft **M299** der „Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen“ mit dem Titel:

Systematische Untersuchung sicherheitsrelevanten Fußgängerverhaltens

müssen nachfolgende Änderungen vorgenommen werden:

Summary: Seite 6, rechte Spalte vorletzte Zeile; S. 7, linke Spalte, 3. Zeile

Alt: The average percentage of mobile phone usage (this mobile device was primarily analyzed) considering all sites was 4.2%. The percentages do spread substantially of a range of less than 2% up to 12%. Crossing pedestrians are using mobile phones less frequently than pedestrians in longitudinal traffic (2.2% vs. 4.2 %).

NEU: The average percentage of mobile phone usage (this mobile device was primarily analyzed) considering all sites was **3.7%**. The percentages do spread substantially of a range of less than 2% up to 12%. Crossing pedestrians are using mobile phones less frequently than pedestrians in longitudinal traffic (**average 3.1%** vs. 4.2%).

Kapitel 4.3.4 Ablenkung: S. 78, linke Spalte, letzter Absatz, Zeile 1-4

Alt: Der Anteil der Handynutzung bei Fußgängern im Längsverkehr beträgt über alle Städte und alle Zählstellen ohne Anschlussknoten hinweg rund 4,2 % (n = 100.304 Fußgänger, ohne externe Daten).

NEU: Der Anteil der Handynutzung **bei allen Fußgängern** beträgt über alle Städte und alle Zählstellen **3,7 % (n = 137.371)**. Fußgänger, ohne externe Daten).

Kapitel 4.3.4 Ablenkung: S. 78, rechte Spalte, zweiter Spiegelstrich

Alt: - Querende Fußgänger nutzen – unabhängig von der Stadt – seltener das Handy als Fußgänger, die sich im Längsverkehr bewegen (2,2 % gegenüber 4,2 %).

NEU: - Querende Fußgänger nutzen – unabhängig von der Stadt – seltener das Handy als Fußgänger, die sich im Längsverkehr bewegen (**Median 2,2 % gegenüber 4,8 % siehe Bild 4-59, Mittelwert der Fußgänger im Querverkehr über alle Städte und Stellen 3,1 % im Vergleich zu 4,2 % im Längsverkehr**).

Kapitel 6.3 Erkenntnisse: S. 135, rechte Spalte, zweiter Absatz

Alt: Der Anteil der Handynutzung beträgt über alle Erhebungsstellen hinweg rund 4,2 %. Die Nutzungsquoten von Handys bei Fußgängern streuen teilweise erheblich zwischen weniger als 2 % und mehr als 12 %. Querende Fußgänger nutzen seltener das Handy im Vergleich zu Fußgängern im Längsverkehr (2,4 % bzw. 3,5 %).

NEU: Der Anteil der Handynutzung **aller Fußgänger** beträgt über alle Erhebungsstellen hinweg **im Mittel 3,7 %**. Die Nutzungsquoten von Handys bei Fußgängern streuen teilweise erheblich zwischen weniger als 2 % und mehr als 12 %. Querende Fußgänger nutzen **im Mittel** seltener das Handy im Vergleich zu Fußgängern im Längsverkehr (3,1 % bzw. 4,2 %).

Wir bitten um Beachtung.

Fachverlag NW in der
Carl Ed. Schünemann KG, Bremen

November 2020

Kurzfassung – Abstract

Systematische Untersuchung sicherheitsrelevanten Fußgängerverhaltens

Fußgänger sind in Unfallsituationen durch erhöhte Verletzlichkeiten gekennzeichnet. Der erhöhte Anteil von Kindern (0-14 Jahre) und Senioren (≥ 65 Jahre) bei dieser Verkehrsteilnehmergruppe und deren besonderen Verhaltensweisen verschärft diese Problematik. Es werden unterschiedliche Verhaltensweisen bei Fußgängern vermutet, die in der Altersgruppe oder der Ablenkung durch z. B. Handynutzung begründet sind. Die Sicherheitsrelevanz der Ablenkung und weitere unfallbegünstigende und mitwirkende Faktoren wurden untersucht. Fußgängerverhalten und Fußgängersicherheit wurden gemeinsam in einer Grundlagenanalyse behandelt, unter Berücksichtigung der Infrastruktur, des Umfelds, der Personencharakteristika und der Konfliktgegner.

Im Fokus stand das Querungsverhalten auf Hauptverkehrsstraßen innerorts mit einer zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 50 km/h entlang der freien Strecke außerhalb von Hauptverkehrsknotenpunkten. Die Untersuchungsmethoden umfassten eine makroskopische Unfallanalyse der amtlichen Straßenverkehrsunfallstatistik, eine Netzanalyse der Verteilung von Fußgängerunfällen, eine Analyse des Verkehrsaufkommens der Fußgänger differenziert nach Quer- und Längsverkehr in Zusammenhang mit dem Unfallgeschehen, Einzelstellenanalysen von Unfällen, Verhaltensbeobachtungen, quantitative Analyse von Konfliktparametern und Verfolgungsläufe.

Für eine Stichprobe von 82 Untersuchungsstellen ergänzt um 24 Stellen aus externen Erhebungen wurden Merkmale des Straßenraums, der Lage im Netz sowie verschiedener Expositionsgrößen des Fuß-, Rad- und motorisierten Fahrzeugverkehrs gegenübergestellt und ausgewertet. An acht Untersuchungsstellen wurden detaillierte Verhaltensbeobachtungen zum Sicherungsverhalten vor und während der Fahrbahnquerung durchgeführt.

Im Ergebnis wurden Auffälligkeiten im Unfallgeschehen und den Verhaltensweisen der Fußgänger herausgearbeitet. Das beinhaltet auch eine Priorisierung von Konfliktsituationen und unfallbegünstigender Merkmalen.

Abschließend wurden Maßnahmen der Bereiche Infrastruktur und Erziehung diskutiert.

Systematic study of safety-related behavior of pedestrians

Pedestrians show an increased vulnerability in crash situations. The higher shares of children (0-14 years) and elders (≥ 65 years) in this road user group and their particular behaviors intensify this issue. There is an assumption that different age groups and the distraction e. g. by electronic devices lead to different behaviors. The safety relevance of distraction and other crash contributing factors were analyzed. Traffic safety and behavior of pedestrians were analyzed together in a more fundamental analysis, with a specific focus on infrastructure, street environment, person characteristics and conflict opponent.

The study is focused on crossing situations on urban main roads with speed limits of 50 km/h along links outside of main intersections. The research topic was covered with numerous different methods like macroscopic crash analysis of accident statistics, network analysis on spatial distribution of pedestrian crashes, analysis of pedestrian volumes detailed by crossing and longitudinal traffic also in combination with pedestrian crashes, single site analysis of crashes, behavioral observations as well as pilot studies on quantitative analysis of conflict parameters and tracking of single pedestrian routes.

For a sample of 82 sites complemented by 24 sites from external publications features regarding street space, position in the network and expositions parameters for pedestrian, cyclist and motorized traffic volumes were combined and analyzed. For 8 sites a detailed behavioral observation of the safeguarding that pedestrians show before and during the crossing situation was conducted.

Conspicuous in crash situations and traffic behavior of pedestrians were identified. This included a prioritization of conflict situations as well as crash supporting factors.

The research project documentation closes with a compact discussion about recommendations for road infrastructure design as well as education and information for pedestrians.

Short report

Systematic study of safety-related behavior of pedestrians

1 Project definition

Pedestrians show an increased vulnerability in crash situations. The higher shares of children and elders in this road user group and their particular behaviors intensify this issue. There is an assumption that different age groups and the distraction e. g. by mobile phones lead to different and/or unexpected behaviors. Safety issues of distraction and other crash-supporting factors needed to be specified. In that respect, the design of road infrastructure is of high importance. Safety and behavior of pedestrians were analyzed together in a more fundamental analysis. Different areas of influence like road space, environment, characteristics of different people, and conflict opponents were considered.

Because of the character of this research project as a fundamental analysis the focus was on crossing situations of pedestrians on urban main roads with a speed limit of 50 km/h along links outside of main intersections.

One main objective was an improved categorization of crash situations considering pedestrian involvement in regard to age groups (children 0-14 years, adults and elders (65 years and older), the spatial localization of crashes in the road network and the influence of further factors like type of conflict opponent environmental aspects, and roadside characteristics.

Additionally, other aspects of pedestrian crossing behaviors were specified regarding the following aspects:

- differentiated assessment of behaviors before and during the crossing of a roadway,
- relationships with age groups and different types of distractions,
- quantification of crossing behavior regarding conflict parameters as well as
- aspects of local route choice or rather preparation of the crossing event in longitudinal traffic.

2 Research method

Numerous methods were applied in order to analyze the behavior and safety situation of pedestrians. This includes the following:

- A comprehensive preparation of the existing results from national and international literature.
- A macroscopic crash analysis of the federal crash statistics of Germany, supplemented with a sample analysis of certain federal states that have more detailed information on the conflict type of the crash.
- A network analysis of the distribution of pedestrian crashes in the cities surveyed, regarding main intersections, links of the main road network, minor intersections that connect residential to main road network and areas of the residential network.
- The analysis of the pedestrian traffic volumes on urban main roads detailed after volumes in crossing and longitudinal traffic in relation to traffic volumes of the motorized traffic, age groups, distraction by using mobile phones, different road side environments, existence of crossing islands as well as restrictions by using strollers or walking aids.
- A consideration of the crash situation in relation to traffic volumes in crossing and longitudinal traffic as well as further potential influence factors.
- An analysis of single sites with pedestrian crashes considering specific conflict situations.
- An observational study of pedestrian behavior regarding safeguarding of pedestrians before and during the crossing event, again taking into account age groups and distraction issues.
- A conflict analysis of selected crossing situations based on quantifiable conflict parameters like "time-to-collision" or "post-encroachment-time".
- Tracking of single pedestrians in a limited urban area in order to analyze local route choice (regarding position of crossing) and safe guarding behavior.

3 Results

Literature study on pedestrian crossing behavior

Especially children and older pedestrians have problems in estimating sufficient gaps in the motorized traffic streams. In particular, the assessment of approaching speeds is difficult for them. The assessment relies solely on the spatial gap, while the necessary time for crossing and the approaching speeds are neglected (OXLEY et al., 2005; SIMPSON et al., 2003). This leads to the fact that e.g. older pedestrians underestimate a slow approaching vehicle and do not cross. On the other side, they are willing to cross with safety deficits when vehicles approach with higher speeds (LOBJOIS & CAVALLO, 2007, 2009). Studies on behavior of five- and six-year-old children show significant deficits during the crossing regarding stopping, looking, line of sight, and crossing (ZEEDYK et al., 2002). The relevant skills for participating in road traffic like the correct estimation of speeds and distance as well as the recognition and assessment of risks are not fully developed until the age of 10 to 12 years (SCHLAG et al., 2006).

In addition, there is an increased use of mobile devices. There is little empirical investigation on the influence of distraction by the use of mobile phones on road safety so far. Observational studies in the US show that 20 to 30% of all pedestrians perform activities that can be categorized as distraction during the crossing (BASCH et al. 2014, THOMPSON et al. 2013). The existing research (especially experimental) has shown that the use of mobile devices has a significant impact on crossing performance. This information suggests that in analogy to vehicle drivers there is a relation between distraction by secondary activities and crash frequency.

Crash analysis (results from literature and macroscopic analysis)

95 % of crashes in which pedestrians are involved occur on urban roads. Conflicts during roadway crossing dominate the crash situation followed by other (undefined) and turning off crashes. With the exception of fatality crashes the conflicts during crossings are more frequent with vehicles from the left or rather on the enclosed vehicle lane. The turning-off crashes are dominated by the conflicts with left-turning vehicles. Regarding the other

crashes reversing or backwards driving vehicles versus pedestrians show a higher importance.

Following passenger cars, cyclists are the second most important crash opponents for pedestrians. Here, crashes in longitudinal traffic and during crossings are most important. In comparison to other environmental aspects pedestrian crashes are conspicuous during darkness as well as during morning and evening peak hours. Adult pedestrians are most frequently involved in crashes, but children and elderly people have increased risks for crash involvement. Children are more frequently involved in crossing crashes; elderly people are more involved in turning and other conflicts (like with reversing vehicles). Misbehavior is more frequent within children, they more often step up from sight obstructions (like parking vehicles). Older people show problems in complex traffic situations at intersections, which can be seen in the crash situations there.

With respect to the cities surveyed pedestrian crashes are distributed as shown in the following figures:

- 20-40% in residential areas ($0,12 A_{ped}/(km*a)$)
- 15-30% on main intersections ($0,33 A_{ped}/(km*a)$)
- 20 % at minor intersections ($0,07 A_{ped}/(intersection*a)$)
- 25-35% along links of the main urban road network ($0,23 A_{ped}/(km*a)$)

Pedestrian crashes with involvement of children are especially conspicuous in residential areas.

Pedestrian traffic volumes

For 82 sites more than 100.000 pedestrians in two 4-hour-periods during morning and afternoon peak hours were counted and analyzed. This resulted in the following ranges for crossing and longitudinal traffic during peak-hour (sum for both directions):

- Longitudinal traffic: 90 to 340 ped/h (25-75% percentile) with a maximum of 760 ped/h
- Crossing traffic: 35 to 130 ped/h (25-75% percentile) with a maximum of 380 ped/h

The average percentage of mobile phone usage (this mobile device was primarily analyzed) considering all sites was 4.2%. The percentages do spread substantially of a range of less than 2% up

to 12%. Crossing pedestrians are using mobile phones less frequently than pedestrians in longitudinal traffic (2.2 % vs. 4.2%).

The pedestrian traffic volume for crossing correlates positively with pedestrian traffic volume in longitudinal traffic and negatively with the traffic volumes of motorized traffic. An increased traffic volume of pedestrians was found on minor junctions along main urban roads as well as in the closer area of crossing islands. Children, older people, and pedestrians with mobile phones cross more frequently at crossing aids or directly on crossing islands. Based on the survey ranges for pedestrian volumes were documented for different design situations along urban roads (according to the German design guideline for urban roads RAS_t) as well as the categorization of road after the Germany manual for pedestrian crossing aids (EFA).

Observational studies

Based on the results on crossings with observed safeguarding or only safeguarding to one side (safeguarding = looking for conflicting traffic streams) it is presumed that pedestrians are conducting safeguarding activities during their approach to the crossing locations (searching for a sufficient gap in the traffic stream). Especially children and older people as well as people talking to each other show an increased safeguarding behavior. Pedestrians that use mobile phones during crossings wait longer on the side of the road before crossing. This is interpreted as a compensation for the distraction during the crossing. Older people cross more directly (shorter crossing path) and walk more slowly during the crossing. Slower crossing speeds are also detected within pedestrians using mobile phones. Children less frequently show an additional safeguarding behavior during the process of crossing on the roadway. This exemplifies that children execute a trained crossing behavior („First look, then go“) but are not able to react on changed boundary conditions, because they are missing sufficient experience in road traffic. Older people on the other side, compensate their experience with poorer performance by a more adjusted behavior (shorter crossing path, more intensified safeguarding behavior).

Crash occurrence and exposition (traffic volume)

The analysis has shown that pedestrian crashes correlate with traffic volume of crossing pedestrians. This relationship is degressively increasing of

pedestrian traffic volume and is quite weak ($R^2 = 0.22$). An even weaker relationship was found for pedestrian traffic volume in longitudinal traffic. No significant relationship was found for AADT and pedestrian crash frequency. Because of the small crash sample, other factors only show slight tendencies regarding their influence on crash occurrence. The analysis suggests that with increasing pedestrians in longitudinal traffic the crash risk for pedestrian crossings is decreasing. Increased crash frequencies were also found at minor intersections, public transport stops, wide sidewalks, and bigger roadway widths.

The single site analysis gave a more detailed insight into certain crash situations. The increased crash frequency for crossings on roads with parking vehicles is also due to parking vehicles that drive backwards (reversing) and get into conflict with waiting pedestrians between parking vehicles. Tailbacks in the vehicle streams or rather stopping vehicles on the roadway are another important crash supporting factor. It is presumed that pedestrians assess these situations (stopping traffic) as safe, but then get into conflicts, if vehicles only stop in one direction. Turning crashes at minor and non-signalized intersections are also due to the unobservant behavior of both pedestrians and drivers. When walking parallel to the main roads, pedestrians tend to look less for turning traffic when crossing the minor approaches at intersections. This is especially explicit for children, who do not react in a correct manner to the oncoming left-turning traffic (and/or maybe are not able to), what becomes obvious in the crash figures. Regarding right-turning movements of drivers into major traffic streams it was conspicuous that drivers probably only look to the left (to oncoming vehicles with priority) and fail to look or see crossing pedestrian on the opposite/right side.

Conflict parameters

Pedestrians show higher risks for crashes during darkness. It was shown that some pedestrians choose smaller time gaps during nighttime than during daylight (comparison between two distributions of chosen time gaps during darkness and daylight at the same spot). Similar results (but with lower significance) were shown for the difference between crossing the first and the second lane of a roadway. The conflict parameters for the crossing of the enclosed (first) lane were more critical than the ones of the second lane. Also, there

were more critical time gaps when cyclists were conflict opponents of crossing pedestrians.

4 Practical implications

The known infrastructural countermeasures for improving the safety of pedestrians are already documented in the existing design guidelines. But there is a problem with the optimal¹ and comprehensive implementation. For this reason, the main focus should be on raising the acceptance for the already known measures by a proper road safety management.

The first and most important issue refers to improving visual contact between pedestrians and their potential conflict opponents (motorized and non-motorized vehicles). This can be supported by more intensified regulation in the design guidelines regarding constructional measures. The placement of crossing aids as well as the removing curbs to the roadway (between parking vehicles) should be more adjusted to main destinations and routes of pedestrians. The organization of parking traffic supported with constructional measures is highly important, also for the safety issues raised by reversing vehicles. The installation of crossing islands and medians should be intensified at public transport stops (at the beginning and at the end) as well as in areas with tailbacks / stopping traffic.

Non-signalized minor intersections should be included into safety considerations more often. Conflicts during crossings or with turning vehicle traffic should be supported by constructional measures (e.g. signalization, raised sidewalks, narrow turning radii, compact junction layouts).

The before mentioned measures need to be considered more intensively by road safety audits. Because of the much higher improvement potential the realization of the recommendations in the existing road network needs to be addressed with the following procedures:

- Network safety management (NSM) with the identification of areas with safety improvement potential
- Road safety audit for existing roads regarding detailed suggestions on deficits in areas that were prioritized by the NSM

- Road safety inspection with a stronger focus on visual contact between pedestrians and vehicles at potential crossing locations

Children are sometimes missing an adequate awareness for certain crossing situations. Here, measures like hazard anticipation trainings. This includes (among other things) change of perspective, commented presentation of situational progress or „what happens next“ questions to discuss the outcome of critical situations. More innovative approaches include the use of virtual surroundings in order to train gaze strategies or crossing behavior. Also, the estimation of approaching speeds is of high importance there. The traffic education of children should be intensified. They gain less experience in real traffic nowadays, because of spending more time in the cars of their parents, e. g. on the way to school.

Older pedestrians develop compensational strategies in order to balance their loss of performance regarding sensory, cognitive and motor resources. It is suspected that at a certain point (e.g. higher complexity of the traffic situation) these strategies do reach their limits. Here, measures could start that improve and/or maintain physical abilities for crossing situations (especially prevention of falling). An important side effect is that these people achieve a better perception of their physical abilities, that helps them in planning and executing their compensational strategies.

¹ e. g. regarding localization of the crossing aid

Inhalt

Abkürzungen	11	3.1.4 Verkehrs- und Verhaltensdaten (Stufe 1 und 2)	48
1 Einführung	13	3.1.5 Konfliktdaten (Stufe 3)	50
1.1 Problemstellung	13	3.1.6 Verfolgungsläufe (Stufe 3)	53
1.2 Zielsetzung und Abgrenzung	13	3.2 Analysemethodik	54
1.3 Forschungsfragen	14	3.2.1 Netzanalyse Untersuchungsstädte (Stufe 1)	54
2 Literaturanalyse	15	3.2.2 Verkehrsaufkommen Erhebungsstellen (Stufe 1)	54
2.1 Unfallgeschehen mit Fußgängerbeteiligung	15	3.2.3 Unfallgeschehen Erhebungsstellen (Stufe 1)	55
2.1.1 Konfliktsituation	15	3.2.4 Einzelstellenanalyse (Stufe 1)	56
2.1.2 Unfallgegner	16	3.2.5 Verhaltensanalysen (Stufe 2)	56
2.1.3 Umstände	16	3.2.6 Konfliktanalysen (Stufe 3)	57
2.1.4 Verhaltens- und Personenbezogene Unfallmerkmale	17	3.2.7 Verfolgungsläufe (Stufe 3)	57
2.1.5 Sonstige Auffälligkeiten	19	4 Ergebnisse	57
2.1.6 Infrastruktur und Randnutzung	20	4.1 Makroskopische Unfallanalyse (Stufe 1)	57
2.1.7 Ergänzende Themen	24	4.1.1 Zeitliche Entwicklung	57
2.1.8 Fazit	28	4.1.2 Ortslage	58
2.2 Sicherheitsrelevantes Verkehrsverhalten von Fußgängern	29	4.1.3 Konfliktsituation	59
2.2.1 Einleitung Querungsverhalten Fußgänger ..	29	4.1.4 Konfliktgegner	62
2.2.2 Verhalten vor der Querung	29	4.1.5 Unfallzeit, Witterung und Lichtverhältnisse	63
2.2.3 Verhalten während der Querung	31	4.1.6 Personenscharakteristik	65
2.2.4 Typische Verhaltensunterschiede relevanter Personengruppen	34	4.1.7 Polizeiliche Unfallursachen	68
2.2.5 Ablenkung	40	4.2 Unfallanalyse auf Netzebene (Stufe 1)	69
2.2.6 Verhaltensmodelle Fußgänger- Querungsverhalten	41	4.3 Verkehrsaufkommen (Stufe 1)	72
2.2.7 Maßnahmenansätze zur Beeinflussung des Querungsverhaltens	43	4.3.1 Charakterisierung des Untersuchungskollektivs	72
2.2.8 Fazit	45	4.3.2 Einflüsse des Umfelds	75
3 Methodik	45	4.3.3 Querungen an Mittelinseln	77
3.1 Datengrundlagen und Erhebungskonzept ..	45	4.3.4 Ablenkung	78
3.1.1 Untersuchungsraum (Stufe 1-3)	45	4.3.5 Einschränkungen (Gehhilfen, Kinderwagen)	79
3.1.2 Unfalldaten (Stufe 1)	46	4.3.6 Multikriterielle Analyse	80
3.1.3 Infrastrukturdaten (Stufe 1 und 2)	46		

4.4	Unfallanalyse Erhebungsstellen (Stufe 1)...	81	Tabellen	160	
4.4.1	Charakterisierung des Untersuchungskollektivs.....	81			
4.4.2	Unfallkennzahlen	81			
4.4.3	Multikriterielle Unfallanalyse	83	Anhang	163	
4.4.4	Einzelstellenanalysen	84	A.1	Ergänzungen Auswertung Bundesunfallstatistik.....	163
4.5	Verhaltensbeobachtung (Stufe 2)	101	A.2	Ergänzungen Analysen Stufe 1.....	167
4.5.1	Stichprobenbeschreibung und Prävalenz potenziell ablenkender Nebentätigkeiten..	101	A.3	Ergänzende Einzelstellenanalysen	176
4.5.2	Sicherungsverhalten vor der Querung	102	A.4	Beschreibung Beobachtungsstandorte für Stufe 2	190
4.5.3	Sicherungsverhalten während der Querung	104	A.5	Ergänzende Analysen Stufe 2.....	198
4.5.4	Warten vor der Querung.....	106	A.6	Ergänzende Analysen für Stufe 3	200
4.5.5	Querungsvollzug.....	108	A.7	Ergänzende Erläuterungen	201
4.6	Konfliktanalysen (Stufe 3)	109			
4.7	Verfolgungsläufe (Stufe 3).....	114			
5	Diskussion und Empfehlungen	118			
5.1	Stufe 1	118			
5.2	Stufe 2.....	123			
5.3	Stufe 3.....	123			
5.4	Zukünftige Entwicklungen	124			
5.5	Empfehlungen	125			
5.5.1	Infrastruktur.....	125			
5.5.2	Verhalten der Verkehrsteilnehmer.....	128			
5.6	Methodenbewertung.....	131			
5.6.1	Stufe 1	131			
5.6.2	Stufe 2.....	131			
5.6.3	Stufe 3.....	132			
6	Zusammenfassung	133			
6.1	Hintergrund und Ziele	133			
6.2	Methodik	134			
6.3	Erkenntnisse	134			
6.4	Empfehlungen	136			
6.5	Offener Forschungsbedarf	138			
	Literatur	139			
	Bilder	154			

Abkürzungen

AB	Abbiege-Unfall (Unfalltyp 2)	RASt	Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen
AKP	Anschlussknotenpunkt	Rf	Radfahrer
BAB	Bundesautobahn	RP	Rheinland-Pfalz
DT	Dual Task	RV	Unfall des ruhenden Verkehrs (Unfalltyp 5)
DTV	Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke	SG	Siedlungsgebiet
EFA	Empfehlungen für Fußgängerverkehrsanlagen	SL	Saarland
EK	Einbiegen/Kreuzen-Unfall (Unfalltyp 3)	SO	Sonstiger Unfall (Unfalltyp 7)
ES	Erschließungsstraßen	SP	Schwerer Personenschaden
EW	Einwohner	SS	Schwerwiegender Sachschaden
F	Fahrerunfall (Unfalltyp 1)	ST	Sachsen-Anhalt
Fg	Fußgänger	StVO	Straßenverkehrs-Ordnung
FG-LSA	Fußgänger-Lichtsignalanlage	T ₂	Zeit des Konfliktgegners 2 bis zur Konfliktfläche
FGÜ	Fußgängerüberweg	T _{adv}	Time Advantage
Fz	Fahrzeug	TTC	Time-to-Collision
HVKP	Hauptverkehrsknotenpunkt	ÜS	Überschreiten-Unfall (Unfalltyp 4)
HVStr	Hauptverkehrsstraßen	VwV	Allgemeine Verwaltungsvorschrift (zur StVO)
Kfz	Kraftfahrzeug	v _{zul}	Zulässige Höchstgeschwindigkeit
KG	Konfliktgegner		
KP	Knotenpunkt		
LV	Unfall im Längsverkehr (Unfalltyp 6) / Leichtverletzt (Unfallfolge) / Längsverkehr		
LSA	Lichtsignalanlage		
MI	Mittelinsel		
MIV	Motorisierter Individualverkehr		
NI	Niedersachsen		
NMIV	Nicht-motorisierter Individualverkehr		
NW	Nordrhein-Westfalen		
ÖV	Öffentlicher Verkehr		
PET	Post-Encroachment-Time		
QV	Querverkehr		

1 Einführung

1.1 Problemstellung

Fußgänger sind neben Radfahrern¹ die verletzlichsten Personen, welche am Straßenverkehr teilnehmen. Dieser Sachverhalt wird dadurch verschärft, dass insbesondere Kinder² und Senioren³ als Fußgänger unterwegs und u. U. aufgrund bestimmter Verhaltensweisen in besonderem Maße gefährdet bzw. häufig an Unfällen beteiligt sind.

Aufgrund aktueller Trends, wie der zunehmenden Alterung der Gesellschaft oder eine (vermutlich) erhöhte Ablenkung durch mobile elektronische Geräte, erscheint eine Aktualisierung der Erkenntnisse zum Fußgängerverhalten zielführend. Vor allem die Sicherheitsrelevanz spezifischer Verhaltensweisen der Fußgänger ist in diesem Zusammenhang zu präzisieren. Die Aktualität des Themas zeigt sich auch in einer Vielzahl an Forschungsaktivitäten mit Fokus auf passive und aktive Fahrzeugsicherheit.

Die Gestaltung der Verkehrsinfrastruktur kann den sicheren Verkehrsablauf im Fußgängerverkehr unterstützen. Untersuchungen zum Infrastruktureinfluss – vor allem zu Lage und Art von Querungshilfen auf der Fahrbahn – zeigen aber teils widersprüchliche Ergebnisse (siehe hierzu Kapitel 2.1.6).

Fußgängerverhalten und Fußgängersicherheit sind daher gemeinsam in einer Grundlagenanalyse zu behandeln, wobei verschiedene Einflussbereiche wie u. a. Straßenraum, Umfeld, Personencharakteristik und Konfliktgegner zu berücksichtigen sind.

1.2 Zielsetzung und Abgrenzung

Im Fokus stehen Querungsvorgänge von Fußgängern auf Hauptverkehrsstraßen innerorts⁴.

Es werden insbesondere diejenigen Querungen betrachtet, deren Sicherheit maßgeblich durch die Querungsentscheidung und/oder Verhaltensweisen des Fußgängers beeinflusst sind.

Ausgangspunkt ist die detaillierte Beschreibung des grundsätzlichen Querungsvorgangs an einer typischen Stadtstraße. Die Referenzsituation für die Beschreibung eines „Basis“-Querungsverhaltens von Fußgängern wird folgendermaßen definiert:

- zweistreifig-einbahnige, innerörtliche Hauptverkehrsstraßen ohne Querungshilfen oder ruhenden Verkehr mit $v_{zul}=50$ km/h
- verkehrszeichengeregelte Anschlussknoten⁵ entlang dieser Straßen
- einzeln auftretende erwachsene Personen ohne Mobilitätseinschränkung oder Ablenkung vom Verkehrsgeschehen
- Hauptverkehrszeit an einem Werktag bei Tageslicht ohne Niederschlag oder Schnee- und Eisglätte

Darauf aufbauend werden folgende Einflussbereiche des Fußgängerunfallgeschehens sowie vorausgehende Verhaltenssituationen näher untersucht:

- Personencharakteristik: vorrangig Alter und damit zusammenhängende Begleiterscheinungen
- Fußgängerverhalten: Querungsverhalten inkl. Ort, Art und Geschwindigkeit sowie Ablenkungserscheinungen
- Straßenraum: Art und Intensität der Randnutzung, Entwurfssituation mit relevanten Gestaltungselementen, Verkehrsregelungen, Vorhandensein und Art von Querungshilfen
- Umfeld: Uhrzeit, Lichtverhältnisse
- Konfliktgegner: Pkw, Schwerverkehr, Radverkehr, öffentlicher Verkehr

Ergänzend aber nicht im Detail werden folgende Aspekte berücksichtigt:

- Unterschiede im Querungsverhalten an Straßen mit und ohne Mittelinseln/Mittelstreifen

¹ In diesem Bericht erfolgt der besseren Lesbarkeit wegen keine geschlechtsneutrale Schreibweise. Die in dieser Arbeit gewählten Begriffe schließen jeweils alle Genderformen mit ein.

² definiert über die Altersgruppe 0-14 Jahre

³ definiert über die Altersgruppe ≥ 65 Jahre

⁴ Wer zu Fuß geht, hat Fahrbahnen unter Beachtung des Fahrzeugverkehrs zügig auf dem kürzesten Weg quer zur Fahrtrichtung zu überschreiten. Wenn die Verkehrsdichte, Fahrgeschwindigkeit, Sichtverhältnisse oder der Verkehrsablauf es erfordern, ist eine Fahrbahn nur an Kreuzungen oder Einmündungen, an Lichtzeichenanlagen innerhalb von Markierungen, an Fußgängerquerungshilfen oder auf Fußgängerüberwegen (Zeichen 293) zu überschreiten. Wird die Fahrbahn an Kreuzungen oder Einmündungen überschritten, sind dort vorhandene Fußgängerüberwege oder Markierungen an Lichtzeichenanlagen stets zu benutzen (§ 25 Absatz 3 StVO).

⁵ Anschlussknoten sind Knotenpunkte zwischen Hauptverkehrs- und Erschließungsstraßen

- Konflikte querender Fußgänger mit abbiegenden Fahrzeugen
- Einfluss unterschiedlicher Führungsformen des Radverkehrs auf das Unfallgeschehen zwischen Fußgängern und Radfahrern
- Querungen im Bereich von Haltestellen des ÖV

Keine Berücksichtigung erfahren folgende Aspekte des Fußgängerverhaltens:

- Sicherheitsrelevante Signalisierungsbedingungen an Lichtsignalanlagen (LSA)
- Querungen auf und im Umfeld von Fußgängerüberwegen (FGÜ)
- Fußgänger in Erschließungsstraßen
- Querungen auf Außerortsstraßen

1.3 Forschungsfragen

Auf Grundlage der bisherigen Ausführungen werden folgende Untersuchungsfragen abgeleitet. Diese werden in einem dreistufigen Verfahren bearbeitet, wie in Bild 11 dargestellt.

Im Einzelnen handelt es sich um folgende Fragestellungen, welche teilweise in verschiedenen Analysestufen bearbeitet werden:

- Was sind zentrale Charakteristika des Fußgängerunfallgeschehens?
- Welche Infrastruktur- und Umfeldparameter weisen einen Zusammenhang mit bestimmten Verhaltensweisen bei der Fußgängerquerung und ggf. daraus resultierenden Fußgängerunfällen auf?
- Wie kann das Fußgängeraufkommen in Längs- und Querverkehr über Parameter des Straßenraums und/oder der Lage im Netz quantitativ abgeschätzt werden?
- In welchem Zusammenhang stehen unterschiedliche Konfliktpunktbelastungen (Verkehrsstärken Fußgänger und Unfallgegner) mit dem Unfallgeschehen?
- Wie können bestehende Unfallmodelle zur Verkehrssicherheit von Stadtstraßen über die Auswertungen des Fußgängerverhaltens und -unfallgeschehens weiterentwickelt werden?

- Welche Erkenntnisse können aus Einzelfallanalysen des Unfallgeschehens mit Fußgängerbeteiligung gezogen werden? Lassen sich daraus Hinweise zum Einfluss der Ablenkung/Unaufmerksamkeit ableiten?

- Welche spezifischen Probleme und Problemsituationen gibt es für die verschiedenen Fußgängergruppen (Kinder, Senioren)?

- Welche Tätigkeiten (z. B. Handynutzung) beeinflussen wie häufig die Umsetzung des Querungsvorgangs von Fußgängern?

- Prävalenz

- Wie hoch ist der Anteil der Fußgänger, die während des Gehens andere Tätigkeiten durchführen?

- Wie hoch ist der Anteil der Fußgänger, die während des Gehens das Smartphone/Telefon nutzen?

- Wie hoch ist der Anteil der Fußgänger, die während des Gehens Musikhören?

- Treten bestimmte Nebentätigkeiten vermehrt bei bestimmten Gruppen auf (männlich vs. weiblich, Kinder vs. Senioren)?

- Wie wirken sich diese (ablenkenden) Tätigkeiten auf die Querungsperformanz aus (u. a. Sicherungsverhalten, Wartezeit, Gehgeschwindigkeit, Gehrichtung, Lückenakzeptanz)?

- Führen ablenkende Tätigkeiten häufiger zu Konflikten mit anderen Verkehrsteilnehmern?

- Anhand welcher Indikatoren lässt sich die Sicherheit eines Querungsvorgangs beschreiben und vorhersagen?

- Wie lässt sich das Querungsverhalten spezifischer Fußgängergruppen (Kinder, Senioren) oder Umfeldbedingungen anhand sicherheitsrelevanter Kriterien beschreiben (u. a. Sicherungsverhalten, Wartezeit, Lückenakzeptanz, Gehgeschwindigkeit) und worin unterscheiden sie sich zu erwachsenen Fußgängern?

- Lassen sich – zumindest qualitativ – Entscheidungskriterien für die lokale Querung der Fahrbahn durch den Fußgänger anhand örtlicher und situativer Merkmale ableiten und wenn ja, welche sind das?

Bild 1-1 gibt einen Überblick über den Aufbau des Forschungsberichtes. Neben den Randbedingungen sind sowohl die Forschungsziele, als auch die zur Erreichung gewählten Methoden dargestellt.

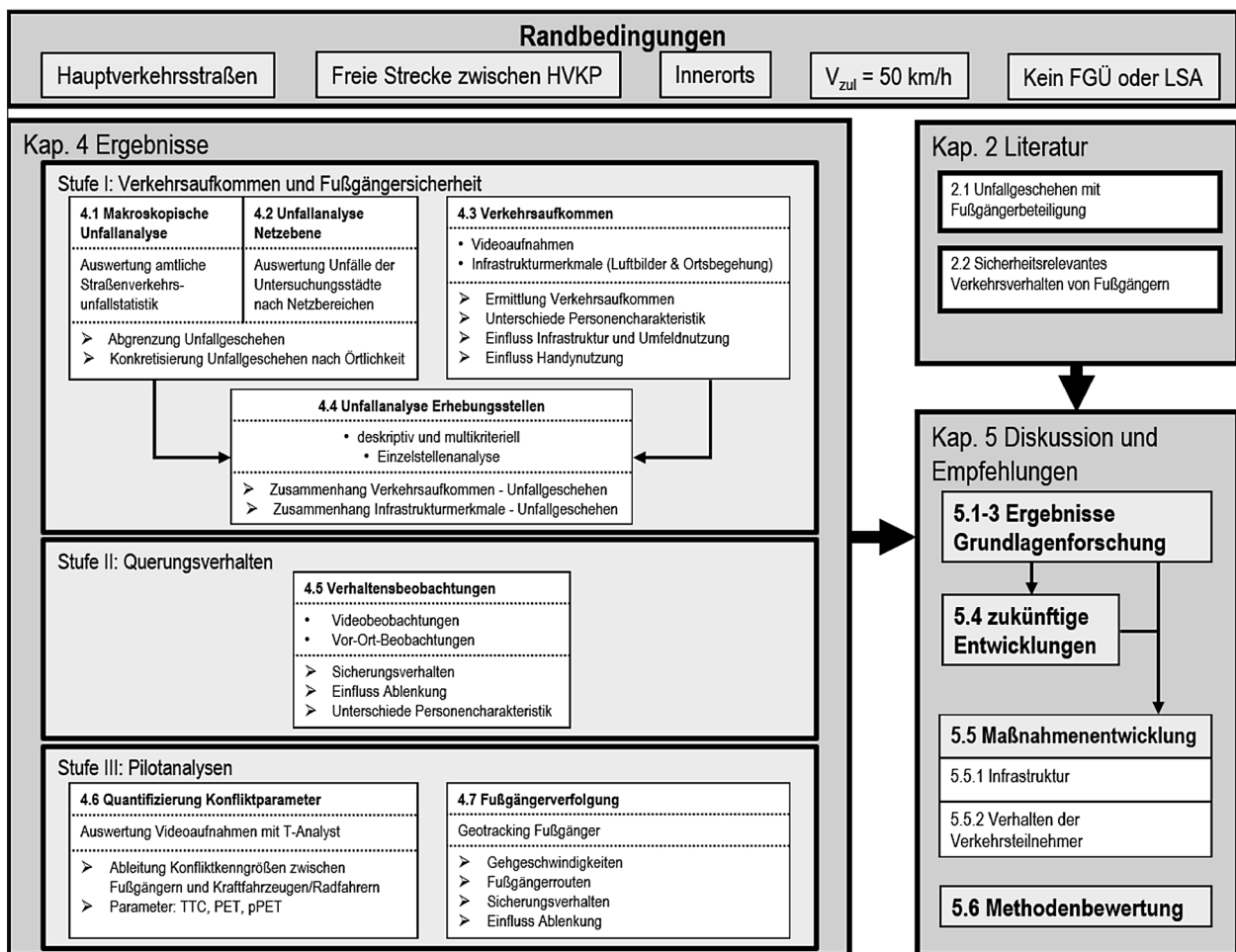


Bild 1-1: Aufbau, Methoden und Ziele des Forschungsprojektes

2 Literaturanalyse

2.1 Unfallgeschehen mit Fußgängerbeteiligung

2.1.1 Konfliktsituation

Unfälle mit Fußgängerbeteiligung lassen sich im Wesentlichen auf die drei folgenden Unfalltypen aufteilen (u. a. ZEGER, SEIDERMAN, LAGERWAY, CYNECKI, RONKIN, SCHNEIDER, 2002; SCHWEIZER, BRUCKS, POUCHON & THOMAS, 2012; HAGEN, SCHULZE & SCHLAG, 2012; TIEMANN 2012; BARTELS & LIERS, 2014; GERLACH, SEIPEL, POSCHADEL & BOENKE, 2014):

- Unfalltyp 4 – Überschreiten-Unfall
- Unfalltyp 2 – Abbiege-Unfall
- Unfalltyp 7 – Sonstiger Unfall (u. a. beim Rückwärtsfahren)

An erster Stelle steht die Konfliktsituation eines von rechts querenden Fußgängers gegen ein Fahrzeug

auf dem anliegenden Fahrstreifen. Je nach Untersuchung folgen dann die Konfliktsituationen mit querendem Fußgänger von links sowie querenden Fußgänger von beiden Seiten hinter Sichthinderern⁶.

Diese Überschreiten-Unfälle ereignen sich auch in Knotenpunktz- und -ausfahrten, allerdings mit einer geringeren Häufigkeit.

Gefolgt werden die Überschreiten-Unfälle von den Abbiege-Unfällen an Knotenpunkt- oder Grundstückszufahrten. Dabei ist der Konflikt mit linksabbiegenden Fahrzeugen (sowohl mit in gleicher Richtung gehenden als auch mit entgegenkommenden Fußgängern) leicht häufiger als derjenige mit rechtsabbiegenden Fahrzeugen.

⁶ Hier wird eine nicht unerhebliche Unterschätzung vermutet, da entsprechende Informationen zu (häufig auch temporären) Sichtbehinderungen von den aufnehmenden Polizeibeamten nur unzureichend festgehalten werden.

Zumindest bei BARTELS et al. (2014) stellen auch die Konfliktsituationen mit rückwärtsfahrenden Fahrzeugen eine relevante Unfallsituation dar. Dies kann sowohl auf der freien Strecke z. B. an Querungshilfen bei hoher Verkehrsdichte (siehe SCHWEIZER et al., 2012) als auch im Bereich von Park- und Einzelstellplätzen sein.

An Querungshilfen – vor allem an Mittelinseln – spielen laut ALRUTZ, BOHLE, MÜLLER, BUSCHE, MAIER & OTTE (2006) Unfälle im Längsverkehr des Unfalltyps 6 (meist Auffahrunfälle) eine Rolle. Hierbei werden vor allem fehlerhafte Klassifizierungen von Überschreiten-Unfällen vermutet, bei denen der Fußgänger nicht an der Kollision beteiligt war.

Vereinzelt wurden bspw. von ALRUTZ, BOHLE, MÜLLER & PRAHLOW (2009) auch Überschreiten-Unfälle im Seitenraum mit Radfahrern identifiziert. In diesem Zusammenhang sind vor allem Haltestellenbereiche zu nennen (BÖTTCHER & OTTA, 2006; SCHÜLLER & SCHÄFER, 2007).

Unfälle im Längsverkehr mit Fußgängerbeteiligung werden bei ZEGER et al. (2002), TIEMANN (2012) sowie SEECK (2014) erwähnt. Laut SEECK (2014) macht dieses Konfliktszenario rund 19 % der Unfälle mit getöteten Fußgängern auf Basis einer deutsch/britischen Studie aus. Bei TIEMANN (2006) sind es 2,6 % aller ausgewerteten GIDAS-Unfälle. Hier werden vor allem Bereiche ohne Gehwege bzw. Außerortsstraßen als Unfallörtlichkeiten vermutet.

2.1.2 Unfallgegner

Dominierender Konfliktgegner bei Fußgängerunfällen sind die Pkw mit Anteilen zwischen 66 % und 75 % (u. a. OECD, 1998; SCHILDE, 2007; WOLF 2007; UDV, 2013; WALTER, ACHERMANN STUERMER, SCARAMUZZA, NIEMANN & CAVEGN, 2013). Mit Anteilen von jeweils meist weniger als 10 % an allen Fußgängerunfällen folgen der Schwerverkehr, Bus und Bahn sowie die Radfahrer und Motorräder.

Der Schwerverkehr sowie Bus und Straßenbahn weisen dabei jeweils tendenziell schwerere Unfallfolgen auf. Außerdem sind diese Verkehrsmittel vorrangig an Überschreiten-Unfällen, weniger an Abbiege-Unfällen beteiligt (SCHILDE, 2007).

Bei Unfällen zwischen rechtsabbiegenden Fahrzeugen des Schwerverkehrs und Fußgängern traten für das Jahr 2012 rund 55 Abbiege-Unfälle mit Personenschaden innerorts mit einer möglichen Toten Winkel-Situation auf. Bei diesen Unfällen wurden vier Fußgänger getötet und weitere 16 Fußgänger schwerverletzt (SCHRECK & PÖPPEL-DECKER, 2014). Auch die Konstellation der Konfliktgegner Fußgänger vs. Radfahrer besitzt eine zahlenmäßige Relevanz, wobei hier eine erhebliche Dunkelziffer vermutet wird (UDV, 2013).

Beim Vergleich von Kfz-Fußgänger-Konflikten und Radfahrer-Fußgänger-Konflikten weisen nur erstere relevante Anteile an Abbiege-Unfällen auf (UDV, 2013).

2.1.3 Umstände

Zeit

Unfälle mit Fußgängern weisen eine deutliche Auffälligkeit in den Wintermonaten auf (WOLF, 2007; ORTLEPP, 2014). Dies lässt sich auf die Überlagerung von Spitzenstunden und Dunkelheit zurückführen (u. a. SCHWEIZER et al., 2012; WALTER et al., 2013).

Daraus resultiert ein deutlich erhöhtes Unfallrisiko für Fußgänger, wenn von der Annahme ausgegangen wird, dass im Winter ein tendenziell geringeres Fußgängeraufkommen vorherrscht (siehe z. B. BOHLE 1995).

Diese Auffälligkeit bzw. dieses Risiko ist bei schwereren Unfallfolgen noch stärker ausgeprägt (u. a. ORTLEPP, 2014; SEECK, 2014).

Das Fußgängerunfallgeschehen konzentriert sich an den Wochentagen mit einer ansteigenden Häufigkeit zum Wochenende (u. a. TURNER, FRANCIS & ROOZENBURG, 2006; WOLF, 2007; MONSE, 2008).

Ein erhöhtes Auftreten von Unfällen mit Fußgängerbeteiligung zeigt sich in der Nachmittags-/Abendspitzenstunde (u. a. WOLF, 2007; MONSE, 2008; SCHWEIZER et al., 2012). Es ist dabei ab der Morgenspitzenstunde ein kontinuierlicher Anstieg zum Nachmittag hin zu verzeichnen.

Witterung und Lichtverhältnisse

Bereits erwähnt wurde die deutliche Auffälligkeit von Fußgängerunfällen bei Dämmerung und Dunkelheit (siehe auch BASILE, PERSIA & USAMI, 2010; ZEGER & BUSHELL, 2012). BÄUMLER

(2003) sieht dafür längere Reaktionszeiten der Kraftfahrzeuglenker als eine Ursache. Laut seinen Angaben lassen sich längere Reaktionszeiten bei ungünstigeren Erkennbarkeitsbedingungen für Fußgänger ableiten.

Ebenfalls auffällig sind Regenereignisse, welche laut HEUEL, STRAUMANN, SCHÜLLER & KELLER (2014) bei den Fußgängern im Zusammenhang mit erhöhten Unfallhäufigkeiten stehen. Auch für Schneefall und Glätte finden sich Auffälligkeiten im Fußgängerunfallgeschehen laut SEECK (2014). Inwieweit hier verlängerte Bremswege aufgrund von Nässe, eingeschränkter Sicht durch den Regen oder die Überlagerung mit den dunklen Spitzenzeiten im Herbst (erhöhte Niederschlagshäufigkeit) verantwortlich sind, kann nicht abschließend aus der Literatur abgeleitet werden. LI & FERNIE (2010) konnten durch Beobachtungen an signalgeregelten Fußgängerquerungen ein Nachlassen des Sicherungsverhaltens sowie eine zunehmende Rotlichtmissachtung bei schlechten Witterungsbedingungen nachweisen. Dies deutet auf einen weiteren unfallbegünstigenden, fußgängerseitigen Umstand hin.

Ort

Fußgängerunfälle konzentrieren sich auf die freie Strecke, wie die Aussagen zu den Unfalltypen zeigen. Laut HAGEN et al. (2012) verteilen sich dabei freie Strecke und Knotenpunkt-/ Grundstückszufahrten in einem Verhältnis von rund 60 zu 40. MAIER (1984) beziffert für Strecken ein fast dreimal höheres Fußgängerunfallrisiko im Vergleich zu Knotenpunkten. Als Exposition wurde die Anzahl Fußgängerquerungen verwendet.

Laut BELOPITOV, OSTERMAYR, SCARAMUZZA; NIEMANN & LAUBE (2011) erhöht sich der Anteil der Fußgängerunfälle auf der freien Strecke außerhalb von Querungshilfen bei Dunkelheit im Vergleich zum Tageslicht (im Fall dieser Untersuchung an FGÜ).

Bei der Querung mehrstreifiger Fahrbahnen kommt es häufiger zu Kollisionen auf dem zweiten Fahrstreifen bzw. Überholfahrstreifen (HAGEN et al., 2012; SCHWEIZER et al., 2012).

ÖV-Haltestellen stellen wesentliche Ziele für Fußgänger dar und weisen somit auch vermehrt Fußgängerunfälle – vorrangig Überschreiten-Unfälle – auf (SCHÜLLER et al., 2007). Der Anteil an Unfällen des Typs 4 ist im engeren Haltestellenbereich

mehr als doppelt so hoch im Vergleich zum gesamtstädtischen Unfallgeschehen.

2.1.4 Verhaltens- und Personenbezogene Unfallmerkmale

Fehlverhalten bei Unfällen

Das Fehlverhalten von Verkehrsteilnehmern bei Unfällen wird üblicherweise über die Unfallursachen beschrieben, die durch die Polizei bei der Unfallaufnahme festgestellt werden. Diese sind mit gewissen Vorbehalten zu interpretieren, da sich das Verhalten im Nachhinein bei der Unfallaufnahme nur bedingt rekonstruieren lässt und zusätzlich durch Falschaussagen der Unfallbeteiligten verzerrt werden kann.

In einer Studie der Unfallforscher der Versicherer (UDV, 2013) werden zentrale Fehlverhalten der Fußgänger dokumentiert (vorrangig aus Unfallanalysen abgeleitet):

- Queren außerhalb von Querungstellen ohne auf den Verkehr zu achten (häufigste Nennung),
- Rotlichtmissachtung,
- Verkehrsteilnahme unter Alkoholeinfluss,
- Hervortreten hinter Sichthindernissen⁷, welche die Sicht der Konfliktgegner (Fahrzeugführer) auf die Fußgänger verdecken.

Es lassen sich somit Fehlverhaltenskategorien sowohl auf bewusste als auch unbewusste Verhaltensweisen zurückführen. Das Queren ohne auf den Fahrzeugverkehr zu achten ist bspw. eher eine (unbewusste) Fehleinschätzung von Zeitlücken im Verkehrsstrom.

Das Thema Ablenkung ist aktuell nicht über Unfallursachenkategorien beschrieben, wird aber z. B. mit der Nichtbeachtung des Fahrzeugverkehrs in Zusammenhang gebracht. In einer Untersuchung der UDV (2013) wird dazu die Ablenkung durch andere Fußgänger vor allem bei jüngeren Verkehrsteilnehmern und/oder an Haltestellen genannt. In der Schweiz erfolgt bereits eine stark differenzierte Beschreibung von Unaufmerksamkeit und Ablenkung in den Unfallursachen, allerdings nur für die Fahrzeuglenker (ASTRA, 2010).

⁷ Sichthindernisse sind bei Fußgängern häufig „parkende“ Fahrzeuge am Straßenrand. Es können aber auch Einbauten im Seitenraum wie z. B. ein Fahrgastunterstand sein.

In internationalen Studien kommen weitere Unfallursachen/Fehlverhalten von Fußgängern hinzu. So werden bei TURNER, SIGNH, QUINN & ALLATT (2011) noch das Tragen dunkler Kleidung, das Sitzen oder Liegen auf der Straße sowie fehlende Beaufsichtigung von Kindern genannt. Laut ZEGEER et al. (2012) spielt der Alkohol bei den Fußgängern eine größere Rolle als bei den Fahrzeuglenkern im Zusammenhang mit Unfällen.

Bei den motorisierten Konfliktgegnern der Fußgänger werden folgende zentrale Fehlverhaltensweisen von der UDV (2013) genannt:

- Nichtbeachten des Vortritts von Fußgängern beim Abbiegen,
- Falsches Verhalten gegenüber Fußgängern an Fußgängerfurten und anderen Stellen,
- Fehler beim Wenden oder Rückwärtsfahren.

In WALTER et al. (2013) (Schweiz) dominieren die Unfallursachen „Missachten der Anhaltepflicht v. d. Fußgängerstreifen“ (FGÜ) sowie „Unaufmerksamkeit und Ablenkung“.

Bei BAIER, ENGELEN, KLEMP-S-KOHN & REINARZT (2015) wurde im Rahmen von Einzelunfallanalysen in Shared-Space-Bereichen vereinzelt der Hinweis auf abgelenkte Fahrzeugführer bei Fußgängerunfällen in den Unfalltexten ermittelt.

LUOMA & PELTOLA (2013) konnten das Fehlverhalten von parallel zum Fahrzeugverkehr (rechte Fahrbahnseite in Gehrichtung) laufenden Fußgängern auf Außerortsstraßen mit einem (expositionsbereinigten) Anstieg von 77 % der Fußgängerunfälle mit Personenschaden beziffern. Dies ist im Vergleich zur gegenläufigen Benutzung der Fahrbahn zu verstehen (Fußgänger kommt Fahrzeug auf anliegendem Fahrstreifen entgegen).

Alterseinflüsse

Erwachsene (18-64 Jahre) stellen den Hauptteil der Fußgänger dar. Kinder, Jugendliche und Senioren (65+ Jahre⁸) werden aber als Hauptrisikogruppen eingeordnet (u. a. EWERT, 2012; WALTER et al., 2013; BARTELS et al., 2014; ORTLEPP, 2014; SEECK, 2014; OECD, 2014).

⁸ Diese Altersdefinition für Senioren soll aufgrund der Vergleichbarkeit mit anderen Studien hier übernommen werden, obwohl Erkenntnisse bestehen, dass z. B. die Beeinträchtigung des Hörens und Sehens schon vor dem 65. Lebensjahr einsetzt (ADAC, 2013).

Bei verunglückten Senioren über 65 Jahren zeigt sich eine Tendenz zu schweren und tödlichen Unfallfolgen. Bei den Kindern und Jugendlichen ist es umgekehrt mit einer Tendenz zu leichteren Unfallfolgen (Leichtverletzte).

Risikobetrachtungen – d. h. Bezug der Unfallhäufigkeit auf die Einwohnerzahl, Wegehäufigkeiten und/oder Personenkilometer – führen zu teilweise unterschiedlichen Ergebnissen:

- Exposition Einwohner: ansteigende Risiken bei Getöteten und Schwerverletzten ab 65 Jahren, Risikospitzen der Schwer- und Leichtverletzten bei den 6- bis 15-Jährigen (ORTLEPP, 2014)
- Exposition Wegehäufigkeit: ab einem Lebensalter von 40 Jahren ergibt sich eine Zunahme des Risikos als Fußgänger zu verunglücken, welche sprunghaft bei Senioren über 80 Jahren nochmals ansteigt (TURNER et al., 2006)
- Exposition Personenkilometer bzw. durchschnittliche Wegelängen:
 - U-Kurve, d. h. erhöhte Risiken für junge und ältere Fußgänger mit einem im Vergleich höheren Risiko für Senioren (WALTER et al., 2013)
 - Risikospitze bei den 11- bis 14-Jährigen mit davor und dahinter abflachendem Risiko (ORTLEPP, 2014 für MID 2008 Daten in Deutschland)

Es besteht eine Tendenz, dass Kinder/Jugendliche im Vergleich häufiger auf der freien Strecke verunglücken als Senioren (erwachsene Fußgänger liegen dazwischen; siehe SCHILDE, 2007 sowie HAGEN et al., 2012). Senioren spielen bei den Abbiegeunfällen eine zentrale Rolle bzw. sind bei diesen Unfallsituationen im Vergleich häufiger beteiligt (SCHILDE, 2007).

Fehlverhalten – beschrieben über die Zuweisung polizeilicher Unfallursachen bzw. Einordnung als Hauptverursacher – wurde tendenziell eher bei Kindern festgestellt. Im Vergleich wird Senioren ein tendenziell stärker regelkonformes Verhalten attestiert (siehe WALTER et al., 2013 oder GERLACH et al., 2014).

Kinder fallen vor allem durch Fehlverhalten im Zusammenhang mit Hervortreten hinter Sichthindernissen, unachtsamem Queren der Fahrbahn oder

Rennen über die Fahrbahn auf. Erwachsene und Senioren fallen eher im Zusammenhang mit Alkohol auf (TURNER et al., 2006). Rotlichtmissachtungen (bei Unfällen) sind vorrangig ein Phänomen bei Jugendlichen (WOLF, 2007; ORTLEPP, 2014).

Die Bewegungsgeschwindigkeit der Fußgänger (Abschätzung in GIDAS-Daten) kurz vor einem Unfall weist ebenfalls einen klaren Zusammenhang mit dem Alter auf. Kinder und Jugendliche rennen/laufen/gehen schneller als andere Altersgruppen. Erwachsene bewegen sich langsam bis schnell, wobei nur wenige rennen. Senioren gehen mit langsamer oder normaler Geschwindigkeit (BARTELS et al., 2014).

Kinderunfälle zeigen – zumindest an Knotenpunkten – zwei klare Unfallsitzen am Morgen und am Nachmittag (beginnend nach Schulschluss). Bei Senioren verteilt sich das Unfallgeschehen (beginnend ab 9:00 Uhr) gleichmäßig über den Tag (GERLACH et al., 2014).

Fußgängerunfälle mit Beteiligung von Kinder/Jugendlichen sind weiterhin gekennzeichnet durch:

- Sichtbehinderungen wie parkende Fahrzeuge (u. a. OECD, 1998; GERLACH et al., 2014)
- Querungen abseits von Querungshilfen und an ÖV-Haltestellen (OECD, 1998; HAGEN et al., 2012; ORTLEPP, 2014)
- Anliegerstraßen bzw. untergeordnete Straßen (MAIER, 1984; OECD, 1998)
- Tendenz zur Kollision mit Fahrzeug auf anliegendem Fahrstreifen (OECD, 1998)
- Erhöhte Auffälligkeit der Beteiligung von Kindern bei Unfällen mit dem Radverkehr (40 % laut KIEPSCH, 2010)

Fußgängerunfälle mit Beteiligung von Senioren sind hingegen gekennzeichnet durch:

- Mischverkehr und verkehrsberuhigte Zonen (HAGEN et al., 2012)
- Hauptstraßen (SCARAMUZZA & EWERT, 1997)
- Tendenz zur Kollision mit Fahrzeug auf gegenüberliegendem Fahrstreifen (OECD, 1998; OXLEY, FILDES, IHSEN, CHARLTON & DAY, 1997; SEECK, 2014)
- Alkohol (SCHICK et al. 2012)

- mehrstreifige Fahrbahnen (ZEGEER et al., 2005)
- Rückwärtsfahren (HAGEN et al., 2012)

2.1.5 Sonstige Auffälligkeiten

Häufigster Wegezweck verunglückter Fußgänger sind Freizeitaktivitäten sowie Einkaufen (u. a. TURNER et al., 2006; BARTELS et al., 2014).

Bei 80 % der Fußgängerunfälle sind die Fußgänger mit der Unfallstelle vertraut und nutzen diese regelmäßig. Dies trifft insbesondere auf Kinder und Senioren zu (HAGEN et al., 2012).

Laut HAMDAME, SERRE, ANDERSON & YERPEZ (2015) erfolgt in 65 % der Fußgängerunfälle keinerlei Reaktion von Seiten des motorisierten Unfallgegners. So unterscheiden sich auch die Verteilungen der Fahrgeschwindigkeiten und Kollisionsgeschwindigkeiten nur geringfügig voneinander.

In SCHWEIZER et al. (2012) wurde ermittelt, dass bei jedem fünften verunglückten Fußgänger die zum Unfall führende Konfliktsituation im Straßenraum bzw. auf der Fahrbahn (also im Sichtfeld des Kraftfahrers) begann. Das bedeutet, dass der wartende Fußgänger auf der Fahrbahn (z. B. auf einer Mittelinsel) seinen Querungsvorgang beginnt.

HAGEN et al. (2012) untersuchten das Unfallgeschehen von Fußgängern mit sensorischen Einschränkungen auf Basis des GIDAS-Datensatzes. Beim Vergleich der Charakteristik der Unfallstelle für Fußgänger mit sensorischen Einschränkungen und allen Fußgängern traten Knotenpunkte häufiger als Unfallstelle auf (komplexe Situation), auch wenn der Unfall auf der freien Strecke bei beiden Fußgängergruppen überwog. Beim Queren verunfallten sehbehinderte Fußgänger vor allem beim Betreten der Fahrbahn (Vermutung: nicht Beachten oder nicht Bemerkten des Fahrzeugs). Fußgänger mit Einschränkungen beim Hören verunfallten eher beim Queren des zweiten Teils der Fahrbahn (Vermutung: fehlerhafte Lückeneinschätzung).

HALDEMANN & WEBER (1994) konkretisierten Schulwegunfälle dahingehend, dass bis zum Alter von zehn Jahren die Fußgängerquerungen als Unfallsituationen dominieren und ab zehn Jahren die Radfahrunfälle am Knotenpunkt in den Vordergrund rücken.

Der Kinderunfallatlas zeigt regionale Unterschiede in Bezug auf die Häufigkeit von verunglückten Kindern (0-14 Jahre) als Fußgänger auf (NEUMANN-OPITZ, BARTZ & LEIPNITZ, 2012). Die Analyse der gemeindegerechten Unfalldaten in Deutschland zeigte, dass Kinder je nach Region und Größe der Stadt als Fußgänger unterschiedlich stark gefährdet sind. Demnach verunglücken Kinder als Fußgänger häufiger in Nordrhein-Westfalen als in anderen Bundesländern. Außerdem verunglücken sie eher in Großstädten.

2.1.6 Infrastruktur und Randnutzung⁹

Untersuchungen zur Fußgängersicherheit in Wohngebieten fanden vor allem im Rahmen der Umsetzung von Verkehrsberuhigungsmaßnahmen in den 80er Jahren statt (siehe u. a. PFUNDT et al., 1979; BERATUNGSSTELLE FÜR SCHADENVERHÜTUNG, 1981; MAIER, 1984). Maßnahmen zur Verbesserung der Fußgängersicherheit in Wohnstraßen sind bekannt und abgesichert, wenn auch nicht immer in befriedigendem Maße in die Praxis umgesetzt.

Straßenraum generell

In Bezug auf den Infrastruktureinfluss existieren sowohl eindeutige als auch widersprüchliche Aussagen in der Literatur.

Folgende aus der Gestaltung und dem Betrieb des Straßenraums resultierende unfallbegünstigende Umstände finden sich in der nationalen und internationalen Literatur:

- mehr als ein Fahrstreifen je Fahrtrichtung (AASHTO, 2010; AURICH, HANTSCHHEL, KOLLMUS & SCHÜLLER, 2015; hier wird auch eine starke Korrelation mit den meist einhergehenden höheren Geschwindigkeiten vermutet)
- überbreite Fahrstreifen (AURICH et al., 2015)
- Sichtweitereinschränkungen (u. a. GERLACH et al., 2014)
- keine Fahrbahnanhebung¹⁰ (MENNICKEN, 1999) zur Geschwindigkeitsdämpfung oder keine Fahrbahneinengung (Wartefläche im Sichtfeld des motorisierten Individualverkehrs (MIV); NZTA, 2014)

⁹ Eine Trennung nach Hauptverkehrs- und Erschließungsstraßen ist aus wissenschaftlicher Sicht nicht möglich, da die notwendigen Informationen teilweise nicht zur Verfügung stehen.

¹⁰ Beispiele vorrangig im Erschließungsstraßennetz

- beidseits ruhender Verkehr interpretiert als Sichthindernis (BAIER, MAIER, AURICH & KLEMPES, 2007; MAIER & ENKE, 2009)
- Parken am Fahrbahnrand und in Fahrbahnmitte im Zusammenhang mit dem Rückwärtsfahren (AURICH et al., 2015)
- Dreiecksinseln, großzügige Abbiegeradien und mehrstreifiges Abbiegen (ORTLEPP, 2014)
- Ausfahrten an Kreisverkehrsplätzen (BONDZIO, ORTLEPP, SCHEIT, VOß & WEINERT, 2012)
- weit abgesetzte Fußgängerfurten (UDV, 2013)
- bedingt verträgliche Signalisierung (UDV, 2013) bzw. vor allem fehlende separate Linksabbiegephasen (AURICH et al., 2015, bei Linksabbiegeverboten finden sich dementsprechend auch weniger Fußgängerunfälle)
- Straßenbahnen im Querschnitt (BAIER et al., 2007)
- Straßenbahnführung im Mischverkehr mit dem MIV (AURICH et al., 2015)
- im Vergleich zu alternativen Haltestellenausführungen schneiden Busbuchten und Straßenbahnhaltestellen in Mittellage ungünstig ab (SCHÜLLER et al., 2007; AURICH et al., 2015)
- Radwege im Bereich der Ein-/Ausstiegsflächen an ÖV-Haltestellen (SCHÜLLER et al., 2007)
- fehlende bauliche Querungshilfen in Form von Mittelinseln oder Mittelstreifen (u. a. SCARAMUZZA et al., 1997; BAIER et al., 2007; MAIER et al., 2009)
- ungenügende Erkennbarkeit von Querungshilfen (UDV, 2013)

Randnutzung

Da häufig keine Verkehrsmengen zum Fußgängeraufkommen zur Verfügung stehen, werden Stellvertreter-Kenngrößen verwendet, um in Sicherheitsanalysen eine Exposition zum Fußgängeraufkommen zu generieren.

JONSSON (2005) wies – selbst bei Berücksichtigung des Fußgängerlängs- und Fußgängerquerverkehrs – einen unfallbegünstigenden Einfluss von kommerzieller Radnutzung (Commercial → interpretiert als Geschäftsstraße) nach.

WEDEGAMA, BIRD & METCALF (2006) konnten Zusammenhänge zwischen verunglückten Fußgän-

gern und dem Flächenanteil von Einzelhandelsnutzungen sowie der Bevölkerungsdichte nachweisen (erst genanntes wies den stärksten Zusammenhang auf).

MONSE (2008) konnte für gemischte Randnutzungen aus Wohnen/Einzelhandel/Büros mit einem hohen Anteil an Arbeitsstätten die höchsten Risiken für den Fußgängerverkehr (Unfallkostenraten Fußgängerunfälle) feststellen. Eindeutige Korrelationen zeigten sich beim Fußgängerunfallgeschehen nur für die Arbeitsplatzdichte und die Verkaufsfläche. Es wurde eine Umfeldziffer aus Anteil Einzelhandelsdichte an Grundstückslänge gewichtet über die Geschoszahl entwickelt, welche vergleichsweise große Varianzanteile des Fußgängerunfallgeschehens erklärt. MONSE (2008) konnte aber auch nachweisen, dass sich der Fußgängerquerverkehr weniger gut über Stellvertretergrößen der Randnutzung abbilden lässt, als dies für den Längsverkehr der Fall ist.

AURICH (2012) untersuchte für verschiedene Netzelemente zahlreiche Umfeld-Kenngrößen u. a. auf das Fußgängerunfallgeschehen. Vor allem die Hauptkomponenten (hier: aus verschiedenen Einzelvariablen des Umfelds zusammengesetzte Kenngröße) zur soziodemografischen¹¹ und wirtschaftlichen¹² Randnutzung und die Dichte werktäglicher ÖPNV-Halte sind signifikant unfallbegünstigend für das Fußgängerunfallgeschehen auf der Strecke. An den lichtsignalgeregelten Knoten ist nur die Hauptkomponente zur soziodemografischen Randnutzung signifikant unfallbegünstigend auf das Fußgängerunfallgeschehen.

Querungshilfen

Querungshilfen lassen sich nach baulichen, verkehrstechnischen und verkehrsrechtlichen Kriterien unterscheiden:

- ohne Vorrang:
 - Mitteltrennung (Mittelinsel, Mittelstreifen)
 - bauliche Unterstützung der Querung (z. B. Plateau- oder Teilaufpflasterung, vorgezogener Seitenraum, Mittelstreifen)
 - Querungshilfen an besonderen Bahnkörpern (z. B. Z-Querung)

- mit Vorrang:
 - Fußgängerüberweg (FGÜ)
 - FGÜ mit baulichen Maßnahmen
 - Fußgänger-Lichtsignalanlagen (FG-LSA)
- Planfreie Querung
 - Unter- oder Überführung

Eine ausführliche Diskussion der Randbedingungen verschiedener Querungshilfen findet sich in den RAS 06 (FGSV, 2007) sowie den EFA, siehe Bild 2-1 (FSGV, 2002).

Planfreie Querungen sind aufwändig und selten (u. a. auch wegen Akzeptanzproblemen), dafür aber weitestgehend konfliktfrei. Plangleiche Querungen können unabhängig von der Vorrangregelung punktuell durch Mittelinseln oder linienhaft durch Mittelstreifen vereinfacht werden.

Ein Vorrang der Fußgänger kann durch FGÜ angezeigt oder anhand einer FG-LSA gesichert werden. Beide Lösungen sind aber nur eine von mehreren Möglichkeiten zur Sicherung des Fußgängers beim Queren der Fahrbahn, die bei bestimmten Randbedingungen in Betracht kommen.

Es stehen häufig Untersuchungen zu Einsatzgrenzen von FGÜ als Querungshilfe auf der Strecke im Zentrum der Analysen. An lichtsignalgeregelten Knotenpunkten sind Signalisierungsbedingungen (Restrotanzeige, Grünpfeil etc.) oder das Thema Rotlichtmissachtung Gegenstände der Analysen.

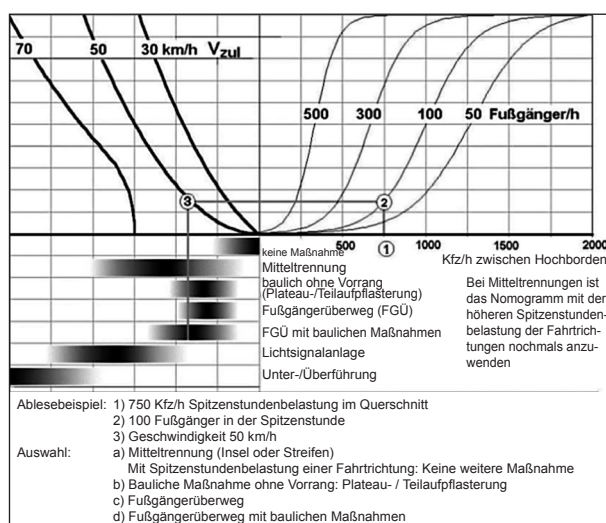


Bild 2-1: Einsatzbereiche von Querungsanlagen auf der Strecke von 2-streifigen Innerortsstraßen < 8,50 m Fahrbahnbreite (FGSV, 2002)

¹¹ u. a. Bevölkerungs- und Erwerbstätigendichte

¹² u. a. Arbeitsplatz- und Verkaufsflächendichte

Die Untersuchungen lassen sich danach unterscheiden, ob die Sicherheit direkt auf Basis des Unfallgeschehens oder indirekt auf Basis der Verhaltensparameter von Fußgängern und des MIV bewertet wird. Eine wesentliche Einflussgröße bildet die Verkehrsstärke der querenden Fußgänger (z. B. MENNICKEN 1999, ZEGER, STEWART, HUANG, LAGERWEY, FEAGANES & CAMPBELL, 2005; DIOGENES & LINDAU, 2010; ELVIK, SORENSEN & NAEVESTAD, 2013). Aufgrund des hohen Erhebungsaufwandes konnte diese Einflussgröße aber häufig nicht berücksichtigt werden (SCARAMUZZA et al., 1997; ALRUTZ et al., 2006; SWOV, 2010, SCHWEIZER et al., 2012).

Der räumlichen Verteilung der querenden Fußgänger wird ein Zusammenhang mit der Unfallhäufigkeit attestiert. ELVIK et al. (2013) wiesen ein erhöhtes Unfallrisiko an FGÜ mit hohem Anteil außerhalb des FGÜ querender Fußgänger nach. In UDV (2013) bzw. ALRUTZ et al. (2006) deutet sich ein ähnlicher Einfluss zumindest an, da teilweise unterschiedliche Ergebnisse je nach Ausdehnung des Untersuchungsbereichs (± 25 m vs. ± 100 m) festgestellt wurden. JONSSON (2005) fand keinen sicherheitsrelevanten Unterschied zwischen Querungen auf oder neben einer Querungshilfe. Die Bündelung der querenden Fußgängerströme oder die linienhafte Sicherung (bspw. im Schatten des Rotlichts an LSA) durch Querungshilfen sind somit potenzielle sicherheitsrelevante Aspekte, deren Einfluss noch nicht eindeutig geklärt ist.

Die Verkehrsstärken des MIV zeigen teilweise keine signifikanten Zusammenhänge mit der Unfallhäufigkeit (z. B. UDV, 2013). Tatsächlich sind die Ergebnisse zum Verkehrsstärkeinfluss unterschiedlich. In ZEGER et al. (2005) konnten sicherheitsrelevante Einsatzgrenzen nur bei mehrstreifigen Fahrbahnquerschnitten nachgewiesen werden, bei nicht markierten Querungsstellen ergab sich kein signifikanter Einfluss des DTV_{MIV} . MENNICKEN (1999) wies ab einer Verkehrsstärke von 900 Kfz/h in der Spitzenstunde einen Anstieg des Unfallrisikos nach. Bei ELVIK et al. (2013) finden sich nichtlineare degressive Zusammenhänge zwischen DTV_{MIV} und der Unfallhäufigkeit an FGÜ, was die Notwendigkeit von statistischen Methoden zur Berücksichtigung nichtlinearer Zusammenhänge unterstreicht. FÜSSER, JACOBS & STEINBRECHER (1993) fanden bzw. interpretierten ein risikobehaftetes Fußgängerverhalten bei mittleren Verkehrsstärken des MIV zwischen 800 und 1000 Kfz/h. Bei höheren Belastungen begünstigte ein klar autoorientiertes Umfeld

Trennwirkung und Aufmerksamkeit/Sicherungsverhalten der Fußgänger beim Queren. Bei geringeren Belastungen im fußgängerorientierten Umfeld war das Sicherungsverhalten beim Queren zwar nachlässig, aber aufgrund bspw. geringer MIV-Geschwindigkeiten waren auch kaum risikohafte Situationen vorhanden.

Vergleiche zwischen unterschiedlichen Querungshilfen ergaben teilweise widersprüchliche Ergebnisse. Ein wesentlicher Grund ist auch hier die fehlende Berücksichtigung der Verkehrsstärke querender Fußgänger (z. B. bei UDV, 2013). Die zahlreichen Kombinationsmöglichkeiten (z. B. FGÜ mit Mittelinsel) erschweren zusätzlich den Vergleich. Die sicherheitserhöhende Wirkung von Mittelinseln und Mittelstreifen an FGÜ ist nachgewiesen worden (u. a. SCARAMUZZA et al., 1997; ZEGER et al., 2005; ELVIK et al., 2013). Deren Einsatz wird daher auch häufig als Ausstattungselement in den Entwurfsregelwerken empfohlen (FGSV, 2001; FGSV, 2002; FGSV, 2006). In den USA zeigten zahlreiche Studien einen negativen Sicherheitseffekt für die Einrichtung von markierten Querungshilfen mit Bevorrechtigung für Fußgänger – vor allem an nicht signalisierten Knotenpunkten – im Vergleich zu nicht markierten Querungshilfen (z. B. JONES & TOMCHECK, 2000; KOEPEL et al., 2002). Erst die umfangreiche Studie von ZEGER et al. (2005) an 2000 Querungsstellen ergab bei Berücksichtigung weiterer Einflussfaktoren (anhand eines multi-kriteriellen Modellansatzes) einen Sicherheitsnachteil von FGÜ (nur noch) bei hohen Verkehrsstärken an mehrstreifigen Fahrbahnquerschnitten. Deutlich ist dazu auch die Aussage von ZEGER et al. (2005): „Eine Verbesserung der Verkehrssicherheit für Fußgänger kann nicht durch die alleinige Markierung von Querungsstellen – egal bei welchen Randbedingungen – erreicht werden.“¹³ Eine höhere Unfallschwere an FGÜ wurde in der Untersuchung von ZEGER et al. (2005) u. a. darauf zurückgeführt, dass FGÜ bevorzugt von Senioren benutzt werden bzw. diese Personengruppe in besonderem Maße anziehen. Weiterhin wurden in dieser Untersuchung zeitliche Sicherheitsunterschiede zwischen markierten FGÜ und nicht-markierten Querungshilfen gefunden. FGÜ sind eher in den Spitzenzeiten, nicht-markierte Querungshilfen sind eher in den Nachtzeiten auffällig hinsichtlich des Unfallgeschehens.

¹³ deutsche Übersetzung

Eine der wenigen Vorher-Nachher-Analysen zum Einfluss von FGÜ (marked crosswalks) haben JONES et al. (2000) durchgeführt. Die Wegnahme von „Zebramarkierungen“ durch Fahrbahnoberflächen-sanierung wurde genutzt, um den Sicherheitseinfluss von FGÜ an Knotenpunkten zu analysieren. Im Ergebnis wurden erhebliche Unfallrückgänge bei Wegnahme des FGÜ nachgewiesen (-61 % bis -73 % Rückgang der Fußgängerunfälle). Gleichzeitig gab es keine Veränderungen bei Knoten, welche weiterhin einen FGÜ aufwiesen.

Auch in anderen Untersuchungen werden FGÜ ohne weitere Ausstattungselemente tendenziell als eher unsichere Querungshilfen beschrieben (z. B. JONSSON, 2005; LEDEN, WIKSTRÖM, GÅRDER & ROSANDER, 2006; GITELMAN, BALASHA, CARMEL, HENDEL & PESAHOV, 2012; ELVIK et al., 2013). Allerdings ist die Vergleichbarkeit nicht in vollem Umfang gegeben, da teilweise unterschiedliche Einsatzbedingungen und rechtliche Festlegungen in den Ländern bestehen. Sicherheitsuntersuchungen zu Gestaltungsmöglichkeiten von Querungshilfen in Deutschland (ALRUTZ et al., 2006) zeigten keine belastbaren Unterschiede im Unfallgeschehen. Allerdings wurde das Aufkommen querender Fußgänger über eine qualitative, dreistufige Kenngröße substituiert. In MENNICKEN (1999) und in UDV (2013) wird in diesem Zusammenhang häufig auf die Einzelfallbetrachtung verwiesen, d. h. die Einsatzbeurteilung von FGÜ in Abhängigkeit von den Randbedingungen und einer darauf angepassten Ausstattung.

Ein weiterer Grund für die unklaren Ergebnisse kann aber auch in den verschiedenen Konfliktsituationen/Unfalltypen gesehen werden. So schnitt bei ALRUTZ et al. (2006) die Mittelinsel ohne Bevorrechtigung der Fußgänger schlechter ab, was aber vor allem auf andere Unfalltypen ohne Fußgängerbeteiligung zurückgeführt wurde (z. B. Fahrnfälle aufgrund von Verschwenkungen oder beim Auffahren auf die Fahrbahneinbauten).

In zahlreichen Untersuchungen wird die Bedeutung eines niedrigen Geschwindigkeitsniveaus an FGÜ hervorgehoben (u. a. MENNICKEN, 1999; FITZPATRICK, TURNER, BREWER, CARLSON & ULLMAN, 2006; LEDEN et al., 2006; ELVIK et al., 2013). Als verträglich werden dabei vor allem Geschwindigkeiten $V \leq 30$ km/h (SWOV 2010), $v_{85} \leq 40$ km/h (MENNICKE, 1999) oder $v_{zul} \leq 40$ km/h (NTZA, 2014) angesehen, wie sie bspw. an Kreisverkehrszufahrten vorkommen. Andererseits sehen bspw.

GHIEMMETTI, HEBENSTREIT & JÖRI (2006) diese Geschwindigkeitsniveaus auch als Grund auf FGÜ zu verzichten und das linienhafte Queren zu fördern (z. B. in Begegnungszonen). Niedrige Geschwindigkeitsniveaus werden wirkungsvoll mit Teilaufpflasterungen durchgesetzt, weswegen so ausgestattete FGÜ als sicher eingeordnet werden (MENNICKE, 1999), wobei die Untersuchung der Teilaufpflasterung sich vorrangig auf das Erschließungsstraßennetz bezieht. Nicht oder nur in sehr geringem Maße wirksam auf das Geschwindigkeitsniveau der Kraftfahrzeuge sind Verschärfungen der Vorrangregeln für Fußgänger an FGÜ (u. a. VARHELY, 1998; KNOBLAUCH, NITZBURG & SEIFERT, 2001; JOHANSSON & LEDEN, 2007). VARHELY (1998) beobachtete sogar Beschleunigungsvorgänge bei Kraftfahrern, um noch vor dem Betreten des FGÜ durch den Fußgänger die Konfliktstelle zu queren. Abzulehnen sind in diesem Zusammenhang (rechtswidrige) Empfehlungen den FGÜ für die Geschwindigkeitsdämpfung einzusetzen – siehe bei ORTLEPP & ZIEGLER (2002): „Je höher das Geschwindigkeitsniveau vor Einrichtung der FGÜ ist, umso größer ist die Reduktionswirkung.“

Einschränkungen der Sichtweiten (Erkennbarkeit Querungshilfe + Sichtachsen zwischen Fußgänger und Kraftfahrer) stellen eines der zentralen Sicherheitsdefizite nicht nur an FGÜ in Deutschland dar (UDV, 2013). Die häufigste Ursache eingeschränkter Sichtweiten sind parkende Fahrzeuge. SCARAMUZZA et al. (1997) beurteilen Sichtweiten von weniger als 100 m als kritisch. In diesem Zusammenhang ist erwähnenswert, dass in der Schweiz ausdrücklich ein 10 m langes Haltverbot vor dem FGÜ anzuordnen ist (SCARAMUZZA et al., 2009). Dies stellt zumindest für einen Teilbereich des Sichtdreiecks eine wesentlich direktere und einfache verständliche Regelung dar, als die Vorgabe von „freizuhaltenen“ Sichträumen in den R-FGÜ (FGSV, 2001). Allerdings resultiert diese auch aus den unterschiedlichen Anforderungen bei vorgezogenem Seitenraum und Unterbrechung in einer Parkreihe. Unerwartet sind die Ergebnisse von SCHWEIZER et al. (2012), welche zeigen, dass ca. 50 % der Querungsunfälle bei Fußgängern von der Mittelinsel oder der Mitte der Fahrbahn ausgehen. Dort müsste in der Regel im Vergleich zum Querungsbeginn am Fahrbahnrand die Sichtbeziehung zwischen Fußgänger und Kraftfahrer besser sein. Nach HAMED (2001) ist diese Phase der Querung mit einem höheren Risiko behaftet (erhöhte Wahrscheinlichkeit für Unfälle aufgrund kürzerer Wartezeiten

bei Querungen von der Mittelinsel zum Fahrbahnrand, welche auf eine eingeschränkte Absicherung des Querungsvorgangs hindeuten). Im Zusammenhang mit der Erkennbarkeit sind auch die dokumentierten Auffälligkeiten im Unfallgeschehen an FGÜ bei Dämmerung und Dunkelheit zu sehen (z. B. SCARAMUZZA et al., 1997; ZEGEER et al., 2005). ALRUTZ et al. (2006) konnten einen positiven Effekt von ausreichend beleuchteten FGÜ nachweisen.

Knotenpunkte

Das Fußgängerunfallgeschehen an Knotenpunkten wurde erst in jüngerer Vergangenheit intensiv untersucht. GERLACH et al. (2014) widmeten sich vor allem dem Verhalten von Senioren und Kindern als Fußgänger an Knotenpunkten. Es waren vor allem Vorfahrtnoten ohne entsprechende Querungshilfen im Unfallgeschehen auffällig. Alle Fußgänger, aber insbesondere Kinder, waren durch Sicht Einschränkungen – häufig ausgelöst durch den ruhenden Verkehr – gefährdet. Weiterhin wurde der Vorrang der Fußgänger gegenüber einbiegenden Fahrzeugen häufig verletzt. Rotläufer fielen insbesondere bei hohen Wartezeiten, an ÖV-Haltestellen sowie auf Schulwegen auf. Reduzierte Erkennbarkeit/Sichtweiten auf Querungsstellen wurden mit höheren Geschwindigkeiten im Fahrzeugverkehr in Verbindung gebracht. Es wurden qualitativ typische Unfallsituationen und unfallbegünstigende Umstände an Knoten überblicksmäßig dargestellt. Daraus wurden Hinweise zur Gestaltung und dem Betrieb abgeleitet.

STRAUSS, MIRANDA-MORENO & MORNECY (2014) untersuchten Knotenpunkte in Montreal unter Berücksichtigung von Fußgängeraufkommensdaten. Dabei wurde für signalisierte Knotenpunkte ein erheblich höheres Unfallrisiko für Fußgänger festgestellt als für nicht-signalisierte Knotenpunkte.

ALRUTZ, BACHMANN & RUDERT (2012) thematisierten das Fußgängerverhalten an LSA mit dem Ziel alternative Signalisierungen zu untersuchen. Im Ergebnis wurden aber vor allem Verbesserungen bei der bisher flächendeckend angewendeten Grün-Rot-Signalisierung empfohlen. CELIKKAN, HOFFMAN & SCHLABBACH (2008) untersuchten den Einfluss von Restrotanzeigen auf Verhalten und Sicherheit von Fußgängern. In welchem Maße sich die Rotlichtakzeptanz auf die Sicherheit der Fußgänger auswirkt, konnte nur bedingt nachgewiesen werden, allerdings zeigte sich bei ausreichenden Zeitlücken im Fahrzeugstrom sowie bei

„guter“ Einschätzung der Verkehrslage (z. B. ausreichende Sicht, kurze Querungswege) eine Tendenz zur Missachtung der Verkehrsregeln (Wolf 2007). Bei einer Untersuchung zum Einfluss von Grünpfeilregelungen an LSA-Knotenpunkten durch MAIER, HANTSCHEL, ORTLEPP & BUTTERWEGE (2016) zeigten sich vor allem an Kreuzungen mit Grünpfeil (Blechpfeil) erhöhte Anteile von Fußgängerunfällen.

BAIER, LEU, KLEMP-S-KOHLEN, REINARTZ, MAIER & SCHMOTZ (2014) analysierten das Unfallgeschehen an ca. 100 Minikreisverkehren, konnten aber wenig abgesicherte Ergebnisse zur Fußgängersicherheit liefern. BONDZIO et al. (2012) untersuchten das Unfallgeschehen an innerörtlichen Kreisverkehren, wobei die Beteiligung von Fußgängern nur eine untergeordnete Rolle im Unfallgeschehen spielte. Es wird damit deutlich, dass im Gegensatz zum Radverkehr die Benutzung von Kreisverkehren durch Fußgänger als vergleichsweise sicher einzuordnen ist. Die Installation von Grünpfeilen (Blechpfeil) an LSA-Knoten (UDV, 2015) sowie Rechtsabbiegefahrbahnen neben Dreiecksinseln (SCHUBERT, 2006) wurden vor allem für den Fußgängerverkehr als sicherheitskritisch eingestuft.

2.1.7 Ergänzende Themen

Verkehrsmittel-spezifisches Unfallrisiko

Zu Fuß gehen rangiert in Norwegen an dritter Stelle der Verkehrsmittel mit dem größten Risiko nach Moped/Motorradfahren und Radfahren (Bild 2-2)

Das relative Risiko¹⁴ als Fußgänger zu verunglücken ist fast siebenmal höher als das von Pkw-In-sassen (Bild 2-3).

In einer vergleichenden Untersuchung des Unfallrisikos des MIV, Rad- und Fußgängerverkehrs an signalisierten und nicht-signalisierten Knoten zeigten STRAUSS et al. (2014), dass Fußgänger ein bis zu 14-fach höheres Risiko¹⁵ als der MIV aufweisen bei Unfällen an Knotenpunkten beteiligt zu sein.

„Safety in Numbers“ - Effekt

Aus den zuvor beschriebenen Ergebnissen lässt sich schlussfolgern, dass eine Veränderung des Modal Split hin zu höheren Anteilen des nichtmotorisierten Individualverkehrs (NMIV) in der Folge zu mehr Unfällen führt. Diese Interpretation wird allerdings nicht uneingeschränkt geteilt. Hintergrund ist

¹⁴ je eine Millionen Personenkilometer

¹⁵ modellbasiertes Risiko (Exposition: Personenkilometer)

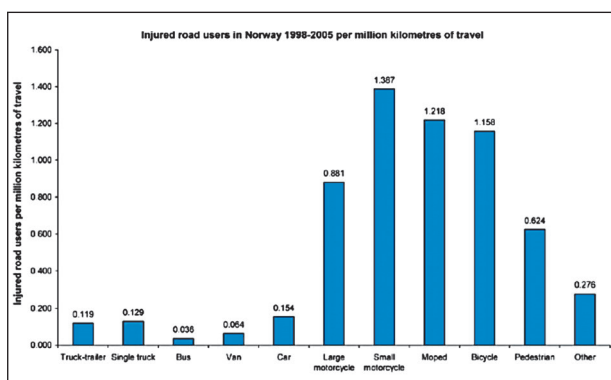


Bild 2-2: verkehrsmittel-spezifische Unfallrisiken in Norwegen (Quelle: Elvik, 2009)

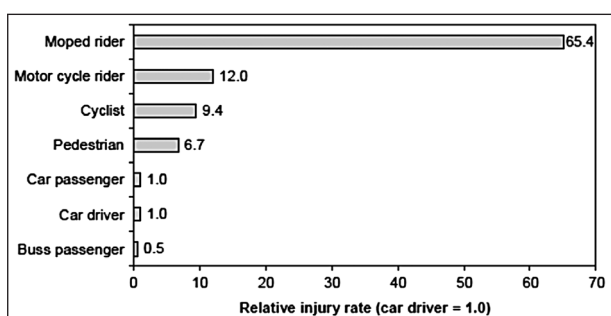


Bild 2-3: Indexwert für die Gefährdung verschiedener Verkehrsbeteiligungen in Relation zu Pkw-Insassen als Durchschnittswert aus fünf Ländern (Quelle: ELVIK, VAA, HOYE & SORENSEN, 2009)

vor allem eine vermutete Abhängigkeit zwischen dem gleichzeitigen Aufkommen des MIV und der Fußgänger oder Radfahrer im Straßenraum. Es wird vermehrt die Vermutung geäußert, dass mit steigendem Aufkommen des NMIV letztendlich das verkehrsmittel-spezifische Risiko von Fußgängern und Radfahrern sinkt¹⁶.

ELVIK (2009) hat diese auf Basis verschiedener internationaler Untersuchungen zum Einfluss des Aufkommens auf die Unfallhäufigkeit anhand einer Simulation theoretisch untersucht.

Ausgangspunkt sind die Regressionskoeffizienten der üblicherweise als Potenzfunktion beschriebenen Zusammenhänge zwischen Unfallhäufigkeit und Verkehrsstärke. (Bild 2-4)

Bei linearem Einfluss der Verkehrsstärke wären die Regressionskoeffizienten $\beta=1$. Tatsächlich zeigen aber zahlreiche Untersuchungen Regressionskoeffizienten von kleiner 1 (sowohl für Fußgänger als

$$\text{Unfallhäufigkeit} = \alpha Q_{MIV}^{\beta_1} Q_{Fußgänger}^{\beta_2}$$

Bild 2-4: vereinfachtes Unfallmodell zur Beschreibung der Unfallhäufigkeit von MIV vs. Fußgänger-Unfällen anhand der jeweiligen Verkehrsstärke Q

auch den MIV). Das bedeutet, dass das Risiko mit steigender Verkehrsstärke sinkt.

ELVIK (2009) leitete folgende Schlussfolgerungen daraus ab:

- Unfallrisiko (Kfz vs. Fg.) des einzelnen Fußgängers sinkt mit steigendem Aufkommen der Fußgänger
- Unfallrisiko (Kfz vs. Fg.) des einzelnen Kfz sinkt mit steigendem Aufkommen der Kfz
- Unfallrisiko (Kfz vs. Fg.) des Fußgängers steigt mit steigendem Aufkommen der Kfz

Mittels Simulation wurde die folgende Forschungsfrage analysiert: Unter welchen Bedingungen – vorrangig bei welcher Verlagerung von MIV-Wegen zu Fußgänger-/Radfahrerwegen – tritt ein Safety in Numbers-Effekt ein? Das ist dann der Fall, wenn aufgrund der Verlagerung die Absolutzahl an Unfällen sinkt.

ELVIK (2009) konnte diesen Effekt tatsächlich nur bei sehr hohen Veränderungen des Modal Split (z. B. 50 % Rückgang des MIV) sowie dann feststellen, wenn der Regressionskoeffizient des NMIV niedriger als derjenige des MIV war.

Diese eher modelltheoretischen Überlegungen haben aber auch einen sehr praktischen Sinn. Wäre bspw. der Safety in Numbers-Effekt vorhanden, dann ist aus Sicherheitsgründen eine stärkere lokale Konzentration bspw. des Fußgängerquerverkehrs zu fördern. Bei nur geringen Verlagerungen von Verkehrsmittelwegeanteilen von MIV zu NMIV oder bei fehlendem Safety in Numbers-Effekt muss – bei ausbleibenden flankierenden Maßnahmen – mit ansteigenden Unfallzahlen gerechnet werden. Auch der Einfluss unterschiedlicher Geschwindigkeitsniveaus bei verschiedenen Verkehrsbelastungen ist in diesem Zusammenhang zu berücksichtigen.

Dunkelziffer

Es ist grundsätzlich davon auszugehen, dass es bei der polizeilichen Erfassung der Straßenverkehrsunfälle zu einer systematischen Untererfassung von Unfällen und damit auch von Verunglückten kommt.

¹⁶ siehe u. a. <https://nationaler-radverkehrsplan.de/de/aktuell/nachrichten/safety-numbers-unfallrisiko-nimmt-bei-zunehmendem-oder>
http://www.cyclinguk.org/sites/default/files/ctc_safety_in_numbers_0.pdf

	Fatality	Serious injury	Slight injury	Average injury	Damage only
Average	1,02	1,50	3,00	2,25	6,00
Car	1,02	1,25	2,00	1,63	3,50
Motorbike/Moped	1,02	1,55	3,20	2,38	6,50
Bicycle	1,02	2,75	8,00	5,38	18,50
Pedestrian	1,02	1,35	2,40	1,88	4,50

Tab. 2-1: Empfehlungen für durchschnittliche europäische Korrekturfaktoren zur Berücksichtigung der Dunkelziffer (Quelle: HEATCO, 2006)

Der Anteil der nicht durch die amtliche Unfallstatistik erfassten Unfälle an der tatsächlichen Zahl der Unfälle wird als Dunkelziffer bezeichnet. Dunkelziffern variieren in Abhängigkeit von der Unfallschwere und der Verkehrsbeteiligung sowie der Kollisionsart bzw. der Zahl der Unfallbeteiligten.

Laut HAUZINGER, DÜRHOLOT, HÖRNSTEIN & TASSAUX-BECKER (1993) ist für Deutschland auf Basis einer älteren Erhebung (ca. 25 Jahre alt) von folgenden Dunkelziffern auszugehen:

- Rund 50% der schwerverletzten Fußgänger sind nicht in der amtlichen Straßenverkehrsunfallstatistik nicht erfasst sind (Korrekturfaktor 2).
- Rund 65% der leichtverletzten und im Krankenhaus ambulant behandelten Fußgänger sind ebenfalls nicht erfasst (Korrekturfaktor 2,86).

Einschränkend ist zu erwähnen, dass sich diese Ergebnisse auf eine regional begrenzte Stichprobe von Schülern bezieht. Dieser Personengruppe wird von den Autoren der Untersuchung eine besonders hohe Dunkelziffer attestiert.

Im Rahmen eines europäischen Forschungsprojektes (HEATCO, 2006) wurden Dunkelziffern als Mittelwerte auf Basis verschiedener nationaler Untersuchungen ermittelt (siehe Tabelle 2-1). Es wird deutlich, dass:

- mit sinkender Unfallschwere die Dunkelziffer wächst und Fußgänger hinsichtlich des polizeilichen Erfassungsgrades zwischen den Pkw und den motorisierten Zweirädern rangieren,
- Unfälle mit Radfahrerbeteiligung insgesamt die höchsten Dunkelziffern aufweisen.

Subjektive vs. objektive Fußgängersicherheit

Beispielhaft sollen zwei Sachverhalte diskutiert werden, bei denen jeweils ein günstiger und ein ungünstiger Zusammenhang bzw. Überlagerung zwischen subjektiver (Wahrnehmung) und objektiver (Unfallzahlen) Fußgängersicherheit vermutet wird.

- SHARPLES & FLETCHER (2001) sowie TURNER et al. (2011) wiesen durch Befragungen nach, dass das wichtigste Kriterium für Fußgänger zur Nutzung einer Querungshilfe das subjektive Sicherheitsempfinden ist. In ELVIK et al. (2013) und ALRUTZ et al. (2006) deutet sich an, dass das Queren neben bzw. außerhalb einer Querungshilfe mit erhöhten objektiven Unfallrisiken verknüpft ist. Damit fördert die subjektive Wahrnehmung das objektive Sicherheitsniveau.
- In SCHÜLLER et al. (2007) schnitten Mittellage-Haltestellen der Straßenbahn am ungünstigsten hinsichtlich der Verkehrssicherheit ab. Dafür wurden u. a. vermehrte Unfälle zwischen Fußgängern und der Straßenbahn auf dem Gleiskörper zwischen den Wartflächen in Mittellage verantwortlich gemacht. Im Vergleich zur Fahrbahnquerung wurde die Gleisquerung – auch in Bezug zur Fahrleistung des zu querenden Längsverkehrs – als objektiv unsicherer eingeordnet. Ursachen für diesen Sachverhalt wurden in einer unterschiedlichen Einordnung der subjektiven Sicherheit von Gleis- und Fahrbahnquerung vermutet. Gleiskörper wurden aufgrund der im Vergleich seltenen Einfahrt von Straßenbahnen als subjektiv sicherer durch den Fußgänger eingeordnet, was zu einem „nachlässigen“ Sicherungsverhalten führt (so die begründete Vermutung). Im Gegensatz zum erst genannten Beispiel wirkte sich hier die subjektive Wahrnehmung kontraproduktiv auf die objektive Sicherheit aus.

Sicherheitsgrade von Stadtstraßen und Unfallmodelle für Fußgänger

Für die Beurteilung der Fußgängersicherheit bedarf es auch detaillierter Erkenntnisse zum generellen Unfall- bzw. Sicherheitsniveau von Stadtstraßen. Solche Niveaus werden laut BARK, KUTSCHERA, BAIER & KLEMP-S-KOHNEN (2008) als Sicherheitsgrade bezeichnet und anhand von Unfallkostenraten beschrieben. Hieraus können Erkenntnisse abgeleitet werden, in welchen Entwurfs-situatio-

nen Fußgänger besonders gefährdet sind. Ergänzend ist aber auch der Beitrag der Fußgängerunfälle zum Sicherheitsgrad von Interesse.

Aktuelle Arbeiten zu Sicherheitsgraden von Stadtstraßen stammen von AURICH et al. (2015) für Berlin sowie von AURICH (2012) für Dresden. In beiden Arbeiten finden sich unfalltyp- und beteiligungsfeine Unfallmodelle u. a. auch für Fußgängerunfälle.

In AURICH (2012) wurde das Fußgängerunfallgeschehen anhand der DTV und von Strukturdaten (u. a. Einwohner und Beschäftigte) als Expositionsgrößen für das Kfz- und Fußgängeraufkommen an Strecken und LSA-Knoten modelliert. Weitere signifikante und unfallbegünstigende Einflussgrößen waren dabei:

- Dichte der ÖV-Halte,
- Straßenbahnführung in Mittellage,
- Kreuzungen (Knoten mit >3 Knotenarmen).

In AURICH et al. (2015) erfolgte die Modellierung auf Basis der DTV und einer Kenngröße zur Beschreibung der Intensität der Umfeldnutzung als Expositionsgrößen. Es wurden fußgängerspezifische Streckenmodelle für die Unfalltypen 4 (Überschreiten) und 7 (Sonstige) sowie fußgängerspezifische LSA-Knotenmodelle für die Unfalltypen 2 (Abbiegen), 3 (Einbiegen/Kreuzen) und 4 (Überschreiten) entwickelt. Weitere signifikante und unfallbegünstigende Einflussgrößen waren dabei:

- Strecke / Unfalltyp 4:
 - mehr als 2 Fahrstreifen am Querschnitt
 - überbreite Fahrstreifen
 - Längsparken
 - Straßenbahn im Mischverkehr
 - Bushaltestellen
 - Busbuchten
 - FG-LSA
 - FGÜ
 - Mittelinsel
- Strecke / Unfalltyp 7:
 - mehr als 2 Fahrstreifen am Querschnitt
 - Parken am Fahrbahnrand und in Mittellage
 - Straßenbahn im Mischverkehr

- LSA-Knoten / Unfalltyp 2:
 - Hauptverkehrsknotenpunkt
 - Kreuzung (Knoten mit >3 Knotenarmen)
 - Parken in den Zufahrten der Hauptrichtung
 - ÖV-Haltestellen am Knotenpunkt
 - bedingt verträglich signalisierte Linksabbieger
 - keine Abbiegeverbote
- LSA-Knoten / Unfalltyp 3:
 - Hauptverkehrsknotenpunkt
 - Kreuzung (Knoten mit >3 Knotenarmen)
- LSA-Knoten / Unfalltyp 4:
 - Kreuzung (Knoten mit >3 Knotenarmen)
 - ÖV-Haltestelle am Knotenpunkt
 - Straßenbahn in mindestens einer Zufahrt

In AURICH et al. (2015) finden sich Fußgängerunfälle auch bei anderen Unfalltypen, allerdings wurden sie dann gemeinsam mit den Radverkehrsunfällen modelliert.

In einer älteren – unveröffentlichten – Arbeit der UDV von BAIER et al. (2007) zum Vergleich von Stadtstraßentypen mit und ohne Straßenbahn wurden Sicherheitsgrade nur für das Gesamtunfallgeschehen ermittelt. Querschnitte mit Straßenbahn schnitten in Bezug auf die Verkehrssicherheit fast durchweg ungünstiger ab als Querschnitte ohne Straßenbahn. Hierfür wurde u. a. auch das Fußgängerunfallgeschehen verantwortlich gemacht. Ähnliches gilt für Knoten mit und ohne Straßenbahn. Allerdings wurde in dieser Arbeit das Fußgängeraufkommen nicht einmal über Stellvertreterkenngrößen berücksichtigt. Ergänzend wurde der unfallbegünstigende Einfluss des beidseitig auftretenden ruhenden Verkehrs auf das Fußgängerunfallgeschehen beschrieben.

MAIER et al. (2009) untersuchten verschiedene Typen von Ortsdurchfahrten und ermittelten Sicherheitsgrade für ein Verfahren zur Bewertung von Ortsumgehungen. Die Beteiligung von Fußgängern wurde nicht explizit herausgearbeitet. Einzig über Anteile des Unfalltyps 4 konnten Aussagen zum Einfluss der Fußgänger auf das Sicherheitsniveau gemacht werden. Generell waren die Anteile der Überschreiten-Unfälle sehr gering. Die größten Anteile wurden bei intensiver Randnutzung (beschrieben über Entwurfsituation), Parken am Fahrbahn-

rand sowie fehlenden Querungshilfen bzw. fehlender baulicher Mitteltrennung festgestellt.

Im internationalen Umfeld existieren zahlreiche Unfallmodelle für Innerortsstraßen, welche Hinweise zum Fußgängerunfallgeschehen geben:

- GREIBE (2003) entwickelte Unfallmodelle für belgische Innerortsstraßen und -knotenpunkte. LSA-Knoten wiesen ein geringeres Risiko für Überqueren-Unfälle auf als nicht-signalisierte Knoten. An den Strecken wirkte sich vor allem das Längsparken auf die Überschreiten-Unfälle aus. Weitere Aussagen wurden nicht zum Fußgängerunfallgeschehen getroffen.
- JONSSON (2005) ermittelte für schwedische Straßen Unfallmodelle auf Basis von Verkehrsstärken des MIV sowie des Fußgängerlängs- und Fußgängerquerverkehrs. Das Fußgängerquerverkehrsaufkommen hatte erwartungsgemäß einen höheren Einfluss als die Anzahl an Fußgängern im Längsverkehr. Stellvertreterkenngrößen für das Fußgängeraufkommen wurde ein schlechtes Erklärungspotenzial für das Unfallgeschehen attestiert. Für Querungen außerhalb von Querungshilfen konnte kein Effekt auf die Verkehrssicherheit nachgewiesen werden.
- Im amerikanischen Highway Safety Manual HSM (AASHTO, 2010) finden sich zahlreiche Unfallmodelle für Innerorts- und Außerortsstraßen. Die höchsten Anteile des Fußgängerunfallgeschehens sind in den Modellen zu Stadtstraßen mit vier Fahrstreifen ohne Mitteltrennung, zwei Fahrstreifen mit wechselseitigem Linksabbiegerfahrstreifen sowie zwei Fahrstreifen ohne Mitteltrennung enthalten (in dieser Reihenfolge). Das Parken – vor allem das Schrägparken – verschlechtert die Fußgängersicherheit bei den Strecken. Für zunehmende Mittelstreifenbreiten wird eine erhöhte Häufigkeit von Fußgängerunfällen festgestellt. An den LSA-Knoten werden für das Fußgängeraufkommen höhere Regressionskoeffizienten im Vergleich zu dem Aufkommen des MIV in Haupt- und Nebenrichtung angegeben (kein Safety in Numbers-Effekt). Die Anzahl an Fahrstreifen an LSA-Knoten erhöht ebenfalls die Häufigkeit von Fußgängerunfällen. Weitere signifikante unfallbegünstigende Einflussfaktoren des Fußgängerunfallgeschehens sind ÖV-Haltestellen, Schulen und Verkaufsstellen von alkoholischen Getränken.

- In STRAUSS et al. (2014) wurden getrennte Unfallmodelle für signalisierte und nicht-signalisierte Knoten differenziert nach Unfällen mit Fußgänger-, Radfahrer- und alleiniger MIV-Beteiligung entwickelt (Stadt Montreal in Kanada). Dabei wurde das Aufkommen aller drei Verkehrsbeteiligungsarten mit berücksichtigt. Fußgänger wiesen ein wesentlich erhöhtes Risiko an signalisierten Knoten auf. Dort wirkten sich separate Phasen für Fußgänger (All-red, half-red) positiv auf das Fußgängerunfallgeschehen aus. Negative Auswirkungen konnten für Zugänge von Einkaufszentren in der Nähe des Knotenpunkts festgestellt werden.
- In TURNER et al. (2006) finden sich für Neuseeland Fußgängerunfallmodelle für LSA-Knoten und Strecken, welche Aufkommensdaten sowohl des MIV als auch des Fußgängerquerverkehrs berücksichtigen (reine Expositionsmodelle).
- Die US-amerikanischen Unfallmodelle von ZEEGER et al. (2005) für Querungsstellen mit und ohne FGÜ berücksichtigen ebenfalls Verkehrsstärken des MIV sowie des Fußgängerquerverkehrs. Die Ergebnisse wurden bereits in den Kapiteln zuvor ausgewertet.

Nicht berücksichtigte Themen

Die Fahrzeugtechnik hat ebenfalls einen Einfluss auf die Verkehrssicherheit von Fußgängern. Aufgrund der Komplexität der Technik und der sich stetig verändernden Automobilbranche kann eine umfangreiche Analyse der verschiedenen Maßnahmen an dieser Stelle nicht erfolgen.

2.1.8 Fazit

Das Unfallgeschehen mit Fußgängerbeteiligung ist im Wesentlichen definiert über die Konfliktsituationen beim Überschreiten der Fahrbahn auf der freien Strecke, im Konflikt mit abbiegenden Fahrzeugen sowie zahlreichen weiteren Situationen wie Konflikten mit Radfahrern oder rückwärtsfahrenden Kfz.

Fußgänger weisen ein höheres verkehrsmittel-spezifisches Unfallrisiko als bspw. Pkw-Fahrer und -Insassen auf.

Zentraler Unfallgegner für Fußgänger sind Kfz, wobei Auffälligkeiten auch bei der Straßenbahn und den Radfahrern bestehen. Das Fußgängerunfallgeschehen zeigt weiterhin Auffälligkeiten in den Spit-

zenstunden, bei Dunkelheit und vereinzelt bei Nässe. Die Unfälle konzentrieren sich auf die freie Strecke, wobei Unfälle am Knotenpunkt nicht zu vernachlässigen sind.

Aufgrund ihrer stärkeren Exposition im Verkehr im Vergleich zu anderen Altersgruppen verunglücken Fußgänger im Erwachsenenalter absolut am häufigsten. Erhöhte Risiken (expositionsbereinigt) bestehen für Kinder/Jugendliche und Senioren. Fehlverhalten wird vor allem bei Kindern und Jugendlichen festgestellt. Kinder treten im Vergleich häufiger hinter Sichthindernissen hervor. Senioren haben tendenziell eher Probleme an Knotenpunkten, was sich auch im Unfallgeschehen dort niederschlägt.

Zahlreiche Risikofaktoren der Infrastruktur in Bezug auf die Fußgängersicherheit sind bekannt. Hierzu zählen Sichteinschränkungen, mehrstreifige Fahrbahnen, Straßenbahnführungen im Querschnitt oder fehlende Querungshilfen wie Mittelinseln und Mittelstreifen. Widersprüche und Unklarheiten bestehen dagegen bei dem Einfluss der Art von Querungshilfen und deren Annäherungsbereiche (vor allem bei FGÜ) auf die Fußgängersicherheit, u. a. auch in Bezug auf die jeweils vorherrschende Verkehrssituation. Hintergrund dieser Problematik sind u. a. fehlende Expositionsgrößen bzgl. des Fußgängerverkehrsaufkommens.

2.2 Sicherheitsrelevantes Verkehrsverhalten von Fußgängern

2.2.1 Einleitung Querungsverhalten Fußgänger

Fußgänger, die eine Querung beabsichtigen, wählen zunächst eine geeignete Querungsstelle aus, beobachten den Verkehr an dieser Stelle und überqueren diese schließlich. Dabei nutzen sie Verkehrsanlagen, die primär anderen Verkehrsteilnehmern zugeordnet sind, wie Fahrbahnen oder Radwege (EFA, 2002). Generell dient das Queren dem Erreichen des Wegezweckes oder bspw. dem Wechseln auf einen qualitativ besseren Gehweg. Die zwei wesentlichen Unterscheidungen bilden das Queren auf freier Strecke und die Nutzung einer vorhandenen Querungshilfe bzw. einer baulichen Unterstützung. Letztere reichen von FGÜ, vorgezogenen Seitenräumen, Mittelstreifen bis hin zu LSA und weisen somit auch andere Verkehrsteilnehmer auf möglichen Fußgängerquerverkehr hin.

Die Besonderheit beim Queren auf freier Strecke besteht in einem erhöhten kognitiven Aufwand, da neben der Wegstrecke auch die Lücken im Fahrzeugstrom richtig eingeschätzt werden müssen (vgl. NASAR & TROYER, 2013). DOMMES, CAVALLO, DUBUISSON, TOURNIER & VIENNE (2014) stellen in ihrer Studie sechs Kriterien für eine sichere Querung heraus (vgl. folgenden Abschnitt):

- Blickverhalten vor der Querung (Sicherungsverhalten)
- Akzeptierte Lücken im Fahrzeugstrom (Lückenakzeptanz)
- Querungszeit und Sicherungszuschlag
- Time-To-Collision und Safety Margin

Andere Autoren beziehen u. a. auch die Wartezeit (ASHMEAD, GUTH, WALL, LONG, & PONCHILLIA., 2005; BARTELS & LIERS, 2014), Gehgeschwindigkeiten (AVINERI, SHINAR, & SUSILO, 2012; EWERT, 2012), das Sicherungsverhalten während der Querung und in Abhängigkeit von der Position auf der Fahrbahn (HASSAN, GERUSCHAT, & TURANO, 2005, ZHUANG & WU, 2011), die Interaktion mit anderen Verkehrsteilnehmern (VARHELYI, 1998) und den Verlauf der Bewegungsrichtung (ZHUANG & WU, 2011) als beobachtbare Verhaltensweisen in die Querungsbeschreibung mit ein.

2.2.2 Verhalten vor der Querung

Dieser erste Abschnitt umfasst sowohl die Annäherung an die Querungsstelle als auch das Verhalten am Bord, bevor mit der Querung begonnen wird. Wesentliche Punkte bilden dabei die Wartezeit und die visuelle Sicherung, welche auch der Auswahl ausreichend großer Lücken im Fahrzeugstrom gilt. Die genannten Größen bedingen sich gegenseitig und sind letztlich auch abhängig von der aktuellen Verkehrsstärke vom Kraftfahrzeugverkehr.

Sicherungsverhalten

Zum visuellen Sichern gehören neben dem bekannten Schauen „links-rechts-links“, welches vor allem Kinder stereotypisch anwenden, auch die Zahl der Blickzuwendungen in jede Fahrtrichtung und die Fixationsdauer auf sich nähernde Fahrzeuge. Hierbei ist entscheidend, dass auch der hintere Fahrstreifen mit beachtet wird (DOMMES et al., 2014). DOMMES et al. (2014) ermittelten in diesem Zusammenhang, dass vor allem ältere Personen ihre Querungsentscheidung in Abhängigkeit von der Situati-

on auf dem vorderen Fahrstreifen treffen. Jüngere Fußgänger beachten hingegen den Verkehr auf der gesamten Fahrbahn. Von außen beobachtbar sind Blickzuwendungen nur bedingt, wenn sie bspw. mit Kopfbewegungen oder gar dem Drehen des Körpers hin zum Fokussieren einhergehen. In diesem Fall wäre die Querungsabsicht auch für andere Verkehrsteilnehmer und evtl. schon vor Erreichen der Querungsstelle erkennbar. AVINERI et al. (2012) diskutieren jedoch, dass – auch wenn Blickbewegung und Kopfhaltung miteinander korrelieren – die Kopfhaltung allein kein zuverlässiger Indikator dafür ist, worauf die visuelle und kognitive Aufmerksamkeit gerichtet ist. Im Zusammenhang mit Aufmerksamkeit stellt sich auch die Frage, ob Fußgänger eventuelle Nebentätigkeiten unterbrechen, um sich auf die Querung vorzubereiten. Zusätzlich können auch andere Reize aus der Umgebung – gerade auf Kinder – eine ablenkende Wirkung haben und ihr Sicherungsverhalten negativ beeinflussen.

Wartezeit

Aus vergleichenden Untersuchungen zwischen blinden und sehenden Probanden ermittelten ASHMEAD et al. (2005) deutlich unterschiedlich lange Wartezeiten. Sehenden Probanden fällt es leichter, eine akzeptable Lücke im Fahrzeugstrom zu entdecken und zu nutzen. Sie warteten somit im Schnitt nur 8,2 s, während blinde Probanden zum Detektieren einer ausreichenden Lücke 26,2 s benötigten. Als Erhebungsort diente eine 9,5 m breite Kreisverkehrsein- bzw. -ausfahrt. ZHUANG & WU (2011) beobachteten Fußgänger bei der Querung eines wesentlich breiteren, zweibahnig, sechsstreifigen Querschnittes. Überraschenderweise lag die durchschnittliche Wartezeit hier nur bei 3 s, trotz eines größeren Verkehrsaufkommens als bei ASHMEAD et al. (2005). Allerdings könnte hier auch ein Mittelstreifen oder erhöhte Pulkbildung aufgrund angrenzender LSA-Knoten für die geringen Wartezeiten verantwortlich sein. BARTELS & LIERS (2014) ermittelten an einem einbahnig, zweistreifigen Querschnitt eine durchschnittliche Wartezeit von 5,2 s. Hier wird die Vermutung angestellt, dass mit sinkender Wahrscheinlichkeit akzeptabler Lücken im Fahrzeugstrom die individuelle Risikobereitschaft steigt und Bewegungsanpassungen – in Form von Richtungsänderung oder Erhöhung der Gehgeschwindigkeit während des Querens – mit in die Wahl einer Querungsmöglichkeit einfließen. Jeder Fahrstreifen wird dabei als eigenständige Querungsaufgabe betrachtet.

In gleiche Richtung argumentieren ZHUANG & WU, EBD., (2011), indem sie feststellen, dass beim Queren die Option besteht, in Fahrbahnmitte – wenn nötig – stehen zu bleiben, neue Entscheidungen zu treffen bzw. anzupassen und zu warten. So können insgesamt kleinere Zeitlücken angenommen werden, was gleichzeitig die Wartezeit verkürzt.

ZHUANG & WU (2011) führen außerdem an, dass gerade bei Querungen auf freier Strecke 70 % der Querungszeit zum Sichern genutzt wird. Eine Vergleichsstudie von HASSAN et al. (2005) ergab hingegen, dass Fußgänger an signalisierten Querungshilfen bereits 49 % der Wartezeit und nur weniger als 13 % der Querungszeit zum Sichern nutzen. Wie es scheint, wird die geringe Wartezeit bei Querungen auf freier Strecke durch das nachträgliche Sicherungsverhalten kompensiert. Von ZHUANG & WU (2011) wurde außerdem ebenso wie bereits von MAIER (1984) beobachtet, dass Fußgänger zunächst am Straßenrand entlanglaufen, um eine größere Lücke zu finden. Zum einen sind sie am Rand keiner Gefährdung ausgesetzt und zum anderen treffen sie eventuell mit anderen Fußgängern zusammen, die ebenfalls queren wollen. Die Autoren äußerten die Vermutung, dass dieses Verhalten auch darin begründet ist, dass es Fußgängern dann in größerer Gruppe besser gelänge, den Fahrzeugstrom zu unterbrechen und die Straße sicher zu überqueren (ZHUANG & WU, 2011).

FÜSSER, JACOBS, & STEINBRECHER (1993) ermittelten für Straßenzüge mit Querungshilfen mittlere Wartezeiten von 6,7 s. 38 % der Fußgänger, die vor Fahrzeugen querten, wiesen keine Wartezeit auf. Dies ist auf eine Verzögerung oder Beschleunigung des Fußgängers oder auf die günstige Wahl des Querungsortes und Zeitpunktes zurückzuführen. Länger als 30 s warteten nur 3 % der Fußgänger. Nur 5 % der von FÜSSER et al. beobachteten Fußgänger querten ohne zu sichern oder nach nur flüchtigem Sichern.

Lückenakzeptanz

Generell wird unterschieden zwischen Zeitlücken (Schätzen von Entfernung und Fahrzeuggeschwindigkeit; Vorgang sehr komplex) und Weglücken (grobe Entfernungsschätzung des Fahrzeuges als Entscheidungsgrundlage) (vgl. HAGEN et al., 2012). Untersuchungen haben ergeben, dass Erwachsene „[...] unabhängig von der Geschwindigkeit des sich annähernden Fahrzeuges praktisch keine Weglücken unterhalb von 40 m akzeptieren“ (HAGEN, SCHULZE, & SCHLAG, 2012, S. 35). All-

gemein gilt, je größer die Entfernung, desto eher wird eine positive Querungsentscheidung getroffen. Analog dazu kamen CAVALLO, LOBJOIS, DOMMES & VIENNE (2009) zu dem Ergebnis, dass Zeitlücken unterhalb von 1 s nie und ab 7 s immer angenommen werden. Je nach gefahrener Geschwindigkeit liegen angenommene Lücken bei 2,98 s (50 km/h; Petzoldt, 2014), 3,74 s (40 km/h; CAVALLO et al., 2009) und 3,88 s (20 km/h; KADALI & VEDAGIRI, 2012). Auch LOBJOIS & CAVALLO (2007) ermittelten bei höheren Geschwindigkeiten zwar größere Weg-, jedoch geringere Zeitlücken. Hier liegt die Vermutung nahe, dass Querungsentscheidungen in Abhängigkeit der Entfernung vom Fahrzeug zum Querschnitt getroffen werden, ohne diese in Relation zur gefahrenen Geschwindigkeit und somit zum zeitlichen Abstand zu stellen.

FÜSSER et al. (1993) unterschieden zwischen Fußgängerquerungen, bei denen eine Begegnung mit einem Fahrzeug stattfand und unbeeinflusste Querungen. Nach eigenen Voruntersuchungen setzten sie 10 s als maximalen Grenzwert für eine Zeitlücke bei einer Begegnung mit einem Fahrzeug an. Die mittlere angenommene Zeitlücke bei Querungen an Querungshilfen lag bei 6,3 s. Zeitlücken von 2 bzw. 3 s. wurden nur in 9 % der Fälle beobachtet und wurden als sehr klein eingestuft.

Auch die Breite der zu querenden Fahrbahn wird nicht berücksichtigt (MAIER, 1984), obwohl dafür größere Lücken erforderlich wären. Insbesondere bei den 70- bis 80-jährigen Teilnehmern konnte beobachtet werden, dass sie bei einem bestimmten, großen Abstand zum Fahrzeug unabhängig von dessen Geschwindigkeit queren würden. Die Autoren führen ein solches Verhalten darauf zurück, dass es gerade älteren Fußgängern schwerfällt, Annäherungsgeschwindigkeiten richtig einzuschätzen – vor allem, wenn diese noch weit entfernt sind. PETZOLDT (2014) konnte ebenso nachweisen, dass größere Geschwindigkeiten zur Annahme geringerer Zeitlücken führen. Im Gegensatz dazu schätzten die älteren Probanden die Time-To-Arrival (TTA), also den zeitlichen Abstand zwischen Fahrzeug und Fußgänger bei höheren Geschwindigkeiten geringer und somit realistischer ein als die jüngere Vergleichsgruppe. Damit widerspricht er den Schlussfolgerungen von LOBJOIS & CAVALLO (2007). Zusammengefasst diskutiert PETZOLDT (2014), dass es noch immer unklar sei, ob die Entscheidung zur Annahme einer Querungsmöglichkeit auf Grundlage der Entfernung zum Fahrzeug

oder des geschätzten zeitlichen Abstands geschieht.

Interaktion

Die Interaktion zwischen Fußgängern und anderen Verkehrsteilnehmern – vornehmlich Pkw-Fahrern – kann einen wesentlichen Einfluss auf die Querungsentscheidung und vor allem auf die Sicherheit beim Queren haben. VARHELYI (1998) untersuchte die Interaktion zwischen Fahrern und Fußgängern an FGÜ in Schweden: "In encounters, three out of four drivers maintain the same speed or accelerate and only one out of four slows down or brakes." (VARHELYI, ebd., S. 741). Die durchschnittliche Geschwindigkeit war im Abstand von 40 bis 50 m zum FGÜ sogar noch höher als zuvor. Der Autor sieht dahinter die Absicht des Fahrers, dem Fußgänger anhand der Geschwindigkeit zu vermitteln, nicht anzuhalten. In den meisten Fällen ist es also dem Fußgänger überlassen, einer möglichen Kollision durch Ausweichen oder Warten vorzubeugen. Kritisch wird es dann, wenn sich der Fußgänger der nahenden Gefahr nicht bewusst ist. Situationen, in welchen die Fußgänger vor dem Fahrzeug querten, waren die folgenden (VARHELYI, ebd., S. 741):

- „crossing before the arrival of the car without influencing its speed
- situations when the approaching car is provoked to brake by the pedestrian who does not stop before crossing
- ideal situations, when the approaching car brakes on the driver's own initiative in order to give way to the pedestrian“

Einen durchaus positiven Einfluss auf die Fahrer-Fußgänger Interaktion kann das Blickverhalten des Fußgängers haben. GUÉGUEN, MEINER, & EYS-SARTIER (2015) unterstreichen mit ihrer Studie die Bedeutsamkeit direkter Blickkontakt für die soziale Kommunikation (Land: Frankreich). Demnach halten Pkw-Fahrer signifikant häufiger, wenn sie direkt vom wartenden Fußgänger angesehen werden. Die Autoren vermuten, dass sich Fahrer zu einer positiven Handlungsinitiative ermutigt fühlen, anhalten und den Fußgänger queren lassen.

2.2.3 Verhalten während der Querung

Der Querungsvorgang beginnt mit dem Betreten der Fahrbahn und endet, wenn die gegenüberliegende Gehwegseite erreicht ist. Da das Queren auf freier Strecke nicht durch bspw. eine eigene Phase

gesichert ist, spielen die Faktoren Gehgeschwindigkeit, Querungsweg, Sicherungsverhalten und Interaktion mit anderen Verkehrsteilnehmern eine große Rolle. Das eigene Verhalten wird dabei stets reflektiert und neu an die sich ändernde Verkehrssituation angepasst (ZHUANG & WU, 2011). Entscheidend ist zunächst, unter welchen Bedingungen die Fahrbahn betreten wurde: Ist die gewählte Lücke im Fahrzeugstrom ausreichend groß, sodass mit konstanter Geschwindigkeit gequert werden kann, reicht sie nur zur Querung des ersten Fahrstreifens und muss folglich in Fahrbahnmitte noch einmal angehalten werden oder kann man die Lücke durch Verhaltensanpassung für sich vergrößern?

Gehgeschwindigkeit

Die Geschwindigkeit eines Fußgängers ist eine wichtige Schlüsselgröße. Sie bestimmt zum einen den Querungszeitbedarf und damit, wie lange die Querenden dem Verkehr ausgesetzt sind. Zum anderen ist sie relevant für die Verkehrsplanung und dient bspw. der Berechnung von Freigabezeiten oder der Bedarfsermittlung von Mittelstreifen oder Mittelinseln (SHINAR, 2007). „Der Regelwert für die Räumgeschwindigkeit von Fußgängern ist $v_r = 1,2$ m/s. Variationen von $v_r = 1,0$ m/s bis $v_r = 1,5$ m/s sind möglich.“ (RILSA, 2010, S. 25). Im aktuellen HBS wird hingegen eine mittlere Gehgeschwindigkeit bei niedrigen Verkehrsstärken von 1,4 m/s angegeben (FGSV, 2015). Nach BRÖG & ERL (1999) lässt sich aus mittleren Wegelängen und Wegezeiten aus Haushaltsbefragungen eine durchschnittliche Gehgeschwindigkeit von 1,04 m/s berechnen. In ALRUTZ, FRIEDRICH, BOHLE, BUSCHE, IRZIK, MENNICKEN & ROSE (2000) werden Gehgeschwindigkeiten in Abhängigkeit verschiedener Fußgängerdichten gemessen. Dabei ergab sich eine Bandbreite von 1,05 bis 1,35 m/s. Generell bestimmt sich die Gehgeschwindigkeit eines Fußgängers aus dessen motorischen Fähigkeiten, weshalb eine Einteilung der mittleren Gehgeschwindigkeit nach Altersklassen sinnvoll ist. AVINERI ET AL. (2012) und EWERT (2012) ermittelten, dass Senioren im Bereich des normalen Gehens bei 0,7 bis 1,1 m/s liegen, während die 20- bis 64-Jährigen zwischen 1,4 und 1,5 m/s schnell sind. BARTELS & ERBSMEHL (2014) haben weiterhin die Ergebnisse früherer Studien in den Kategorien „Gehen“, „Schnell Gehen“, „Laufen“ und „Rennen“ zusammengefasst, wobei Personen mit Einschränkungen im Bewegungsapparat separat berücksichtigt wurden. Deren normale Gehgeschwindigkeit ist zwar abhängig vom Grad der Einschränkung, liegt je-

doch bei max. 1 m/s und damit im Bereich der über 75-Jährigen. Die Unterschiede zwischen Männern und Frauen sind im Alter von 20 bis 50 Jahren mit einer Geschwindigkeitsdifferenz von 0,2 m/s am größten. Frauen bewegen sich dabei im Vergleich zu gleichaltrigen Männern bis zum Alter von 30 Jahren mit 1,4 m/s schneller (Männer 1,2 m/s) und danach mit 1,3 m/s langsamer (Männer 1,5 m/s; BURG & MOSER, 2009 in BARTELS & ERBSMEHL, 2014). Wie unter 2.2.1 bereits erwähnt wurde, queren Personengruppen langsamer als Individuen. BARTELS & LIERS (2014) halten in diesem Zusammenhang fest, dass Geschwindigkeitsdifferenzen von 0,12 bis 0,18 m/s bestehen.

Während der Querung begünstigt die Veränderung der Geschwindigkeit eine Anpassung an die Verkehrssituation. Durch eine Erhöhung der Geschwindigkeit können kleinere Lücken im Fahrzeugstrom angenommen werden. Dies führt jedoch gleichzeitig dazu, dass riskantere Querungsentscheidungen getroffen werden (KADALI et al., 2012; 2013a; 2013b). ZHUANG & WU (2011) erklären außerdem, dass Rennen, Zurückgehen und Anhalten einen wesentlichen Teil der Fahrer – Fußgänger Interaktion ausmachen. Gerade wenn es dem Fußgänger schwerfällt, die Verkehrssituation richtig einzuschätzen, wird eine vorsichtigerer Querungstaktik angewandt. Zögernde Schritte, sowie ein genaues Beobachten und Achten auf unerwartete Veränderungen münden in schnelles Gehen oder gar Rennen, sobald sich die Möglichkeit dazu bietet. Die Autoren konnten außerdem beobachten, dass vor allem im hinteren Bereich der Fahrbahn mit Laufen oder Rennen begonnen wurde. Gerade bei älteren Personen oder größeren Fahrbahnbreiten steht dieses Phänomen im Zusammenhang mit dem unzureichenden Sicherungsverhalten. So wird oft die Straße betreten, wenn nur der vordere Fahrstreifen frei ist. Ab der Mitte der Fahrbahn muss dann das eigene Verhalten angepasst werden, um eine Kollision mit anderen Verkehrsteilnehmern zu vermeiden. Hier fällt vor allem das im Alter verminderte Beschleunigungsvermögen der Fußgänger ins Gewicht, weshalb es häufig erst auf dem hinteren Fahrstreifen zu Unfällen oder Konflikten kommt (DOMMES et al., 2014).

Querungsweg

Der Querungsweg steht ebenfalls im Zusammenhang mit dem Querungszeitbedarf und kann danach unterschieden werden, ob die Bewegungsrichtung während der Querung konstant bleibt oder angepasst wird. Im ersten Fall dient z. B. der Que-

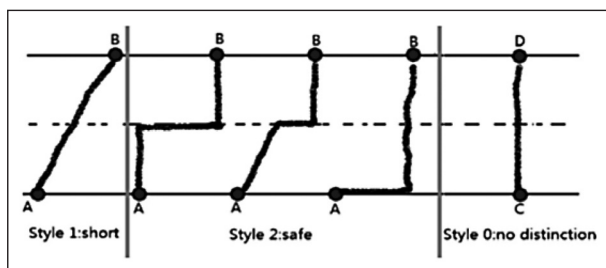


Bild 2-5: Typisierte Querungswege von Fußgängern (Quelle: ZHUANG & WU, 2011)

rungswinkel zur näheren Beschreibung. Reaktionen auf veränderte Verkehrsbedingungen erfolgen dann vorrangig durch die Anpassung der Geschwindigkeit. Ungeachtet der gesetzlichen Verordnungen, die verlangen Fahrbahnen unter Beachtung des Fahrzeugverkehrs zügig auf dem kürzesten Weg quer zur Fahrtrichtung zu überschreiten (StVO) haben ZHUANG & WU (2011) definiert drei Querungspfade (siehe Bild 2-5): Liegen sich Ausgangspunkt und Ziel direkt gegenüber und erlaubt es die Wahl der Zeitlücke, kann rechtwinklig zur Straße und damit auf kürzestem Wege gequert werden (Style 0). Dies entspricht auch den Vorgaben der StVO. Style 1 und 2 ermöglichen wiederum eine Anpassung des eigenen Pfades an die sich verändernde Fahrzeugposition. Dazu gehört ebenfalls, dass Fußgänger zunächst am Straßenrand oder auch in Fahrbahnmitte entlanglaufen, um eine größere Lücke zu finden.

Werden die beiden Größen – veränderte Geschwindigkeit und Bewegungsrichtung – miteinander kombiniert, sind Querungsstrategien wie „rolling gaps“ in der Literatur zu finden (KADALI et al, 2012, S.6): „It is observed that pedestrians [...] use rolling gap to continuously attempts available gaps and roll over small vehicular gaps“. Durch die Anpassung der Bewegungsrichtung entsprechend der Fahrzeugbewegung, kann die gewählte Lücke zwischen den Fahrzeugen vergrößert werden. Auf diese Weise ist es Fußgängern möglich, Lücken zu akzeptieren, welche mit 3,05 s unterhalb des Mittelwertes von 5,38 s liegen (KADALI & VEDAGIRI, 2013a). Nötig ist dies zudem, da zu Beginn der Querung oftmals nur auf den vorderen Fahrstreifen geachtet wird.

Für den Punkt „Sicherheit beim Queren“ werden die Time-To-Collision (TTC) und der Safety Margin (SM) eingeführt. Die TTC definiert den zeitlichen Abstand bis zur Kollision zwischen Fahrzeug und Fußgänger, sollten sich die Beteiligten bei unveränderter Richtung und Geschwindigkeit zur selben

Zeit an derselben Stelle befinden. Der SM beschreibt, wie viel Zeit bis zur Kollision noch vergangen wäre. Er wird ab dem Punkt gemessen, an dem der Fußgänger den Kreuzungspunkt seiner Bewegungslinie mit der des kommenden Fahrzeuges überschritten hat und endet, wenn das Fahrzeug diesen erreicht (DOMMES et al., 2014). Beide Größen sind abhängig von den bereits aufgeführten Verhaltensweisen. Bei der Nutzung von bspw. rolling gaps schlängeln sich Fußgänger von einer kleinen Lücke zur nächsten, queren dadurch wesentlich langsamer und zwingen gleichzeitig auch andere Verkehrsteilnehmer, ihre Geschwindigkeit zu reduzieren. Insgesamt erhöht sich damit der Querungszeitbedarf des Fußgängers bei einem unerwünscht kleinen Wert für den Safety Margin (KADALI & VEDAGIRI, 2013b). Für Personen, die ihre Entscheidung noch einmal überdenken und wieder von der Fahrbahn zurücktreten, erhöht sich hingegen der Safety Margin. Das liegt zum einen daran, dass sie bei Unsicherheit die Situation neu bewerten und nur weiter gehen, wenn sie sich in Bezug auf die Querung sicher sind. Zum anderen nehmen Verkehrsteilnehmer die Beinbewegung der Fußgänger als Zeichen der Querungsabsicht wahr und können entsprechend reagieren (vgl. SCHMIDT & FÄRBER, 2009). Im Zusammenhang mit anderen Faktoren ergibt sich eine positive Korrelation des SM mit der Wahrscheinlichkeit annehmbarer Lücken im Fahrzeugstrom, sowie mit dem Alter des Querenden, wobei jüngere Fußgänger mit einem höheren SM queren als ältere (KADALI & VEDAGIRI, 2013b). Als Grenzwert zwischen „sicher“ und „unsicher“ sind in der Literatur 1,5 s zu finden (CAVALLO et al., 2009; ZHUANG & WU, 2011; DOMMES et al., 2012). DOMMES et al. (2012) definieren zusätzlich einen negativen SM als unsicher. In einem solchen Fall passiert das Fahrzeug den Kreuzungspunkt, bevor der Fußgänger den Gehweg erreicht hat. Für die TTC gilt ein Bereich von drei bis sechs Sekunden als sicher. Je nach Autor wird dabei unterhalb von drei bzw. vier Sekunden nie und ab sechs bzw. sieben Sekunden immer gequert (SCHMIDT & FÄRBER, 2009; BARTELS & LIERS, 2014). Die TTC und der SM können somit auch als Indikator für kritische Situationen bzw. Beinahe-Unfälle gesehen werden.

Interaktion

Auch während der Querung finden Interaktionen mit anderen Verkehrsteilnehmern statt. Gerade Fußgänger, welche sich bereits zwischen zwei Fahrstreifen befinden und auf eine nächste Lücke war-

ten, sind auf Rücksichtnahme von Seiten der Pkw-Fahrer angewiesen (KADALI & VEDAGIRI, 2013A). Dabei fiel KADALI & VEDAGIRI (2013a) auf, dass sich vor allem Verhalten von Fußgängern positiv auf die Reaktion des Fahrzeugführers auswirkt: „While pedestrians are commendably crossing the road, drivers may effectively reduce vehicular speeds or may change their vehicular paths to yield to the pedestrians“ (KADALI & VEDAGIRI, EBD., S. 12). Im Ergebnis stellte sich heraus, dass daraufhin akzeptierte Lücken im Mittel signifikant kleiner waren (2,84 s statt 4,05 s) und sich Fußgänger scheinbar – trotz objektiv kleinem SM – sicherer fühlten.

Körpersprache

Sowohl Körper- als auch Kopfhaltung können Aufschluss darüber geben, wie sicher sich Fußgänger beim Überqueren der Straße fühlen. Ständiges Umschauen dient dem Sicherungsverhalten, ein zu Boden gerichteter Blick legt nahe, dass diese Person sehr auf die eigenen Schritte konzentriert ist oder die Angst besteht, zu fallen (Fear of Falling, FOF). Des Weiteren kann die eigene Körpersprache auch für andere Verkehrsteilnehmer aufschlussreich sein. Kopfbewegungen zum Fahrzeug vermitteln dem Fahrer, dass dieser vom Fußgänger bemerkt wurde.

2.2.4 Typische Verhaltensunterschiede relevanter Personengruppen

Zahlreiche Studien zur Untersuchung des Verhaltens von Fußgängern u. a. von ASHMEAD et al. (2005), KADALI & VEDAGIRI (2012; 2013a; 2013b) und DOMMES et al. (2014) zeigen, wie stark individuell, gewohnheits- und situationsbedingt sich Fußgänger im Straßenverkehr bewegen.

Tatsächlich können sich Fußgänger mit einem hohen Maß an Freizügigkeit bewegen, da sie kaum äußeren Zwängen unterliegen, sich nicht an anderen, vorausbewegenden Verkehrsteilnehmern orientieren müssen und in der Lage sind, spontan Richtung sowie Geschwindigkeit zu ändern (vgl. WOLF, 2007; HÄRTELT, 2013). HÄRTELT stellt im gleichen Zug heraus, dass sie sich ihrer Freiheit durchaus bewusst sind und ihr Verhalten nur ungern ändern. So weisen zu Fuß Gehende bspw. eine geringe Regelakzeptanz auf und reagieren sehr empfindlich auf Umwege, Steigungen und Einschränkungen durch Querungshilfen, was sowohl deren Lage als auch mit ihnen verbundene Wartezeiten betrifft (vgl. HÄRTELT, EBD.; WOLF, EBD.; MAIER, 2010).

Fußgänger unterscheiden sich jedoch nicht nur in Verhalten und Anspruch von anderen Verkehrsteilnehmern, sondern vor allem auch untereinander. Neben altersabhängigen Merkmalen sind ebenso Unterschiede zwischen Einzelpersonen und Gruppen beobachtbar (vgl. HAGEN et al., 2012). Gruppen bewegen sich langsamer als einzelne Individuen (siehe 4.1.2). Allen gemein ist das Bedürfnis, „[...] an nahezu beliebiger Stelle eine Fahrbahn überqueren [...]“ zu können (MAIER, 2010, S. 43). Für die Verkehrsplanung besteht hier die größte Herausforderung darin, dieser Eigenart durch sicher gestaltete und annehmbare Querungsstellen gerecht zu werden. Dazu gehören gewisse Kriterien der Querschnittsgestaltung, welche auf die Bedürfnisse des Fußgängerverkehrs abgestimmt sein müssen, ohne jedoch andere Verkehrsteilnehmer zu stark zu beschränken.

Die Heterogenität in der Gruppe der Fußgänger ist u. a. darauf zurückzuführen, dass es für die Teilnahme am Verkehr als Fußgänger keine rechtliche Erlaubnis bedarf. SHINAR (2007, S. 616) formuliert es folgendermaßen: „[...] in fact, we are all pedestrians from the moment we were able to walk independently“. Trotzdem – so betont er – denken wir in erster Linie von uns als Pkw-Fahrer und betrachten Fußgänger als Menschen, die entweder noch zu jung oder bereits zu alt sind, um eigenständig und sicher fahren zu können. Die Gruppe der Fußgänger jedoch wird von Menschen jeder Altersgruppe gebildet, wobei die größten Besonderheiten bei Kindern und Senioren liegen.

Kinder

Obwohl die Zahl der verunglückten Kinder in den letzten drei Jahrzehnten deutlich geringer geworden ist, war im Jahr 2013 jedes vierte verunglückte Kind zu Fuß unterwegs, als der Unfall passierte. Mehr als jedes dritte getötete Kind (37,9 %) kam als Fußgänger ums Leben (Statistisches Bundesamt, 2014). Das Unfallrisiko für Kinder im Straßenverkehr ist in Abhängigkeit von Alter und Fortbewegungsart unterschiedlich. Bei der aktiven Verkehrsteilnahme ist das Zufußgehen für Kinder bis 9 Jahre am risikoreichsten, bei den radfahrenden Kindern ist es die Altersgruppe von 6 bis 14 Jahren, jeweils expositionsbezogen auf die zurückgelegten Wegstrecken. Durchgängig ist das Risiko von Jungen, einen Unfall zu erleiden, höher als das von Mädchen (POSCHADEL, 2006).

Kinder befinden sich je nach Alter in einer besonderen Entwicklungssituation. Ihre motorischen, per-

zeptuellen und kognitiven Fähigkeiten entwickeln sich in einem langfristigen Veränderungsprozess. Eine große Rolle für das Verkehrsverhalten von Kindern spielen zum einen das soziale Umfeld bzw. das Verhalten von Erwachsenen und zum anderen deren entwicklungspsychologische Besonderheiten. Für die Verkehrsteilnahme wichtige Fähigkeiten wie die Schätzung von Geschwindigkeiten und Entfernungen (time-to-arrival) und das Erkennen und Bewerten von Gefahren sind erst ab einem Alter von zehn bis zwölf Jahren ausreichend entwickelt (z. B. HOFFMANN et al., 1980, SCHLAG, ROESNER, ZWIPP & RICHTER, 2006). CONNELLY, CONAGLEN, PARSONSON & ISLER (1998) beobachteten, dass zwei Drittel in einer Stichprobe von fünf bis zwölfjährigen Kindern ausschließlich Entfernungen benutzten, um Lücken zu bewerten. Beobachtungsstudien zum Verhalten von Fünf bis Sechsjährigen beim Überqueren einer Straße zeigten deutliche Defizite dieser Altersgruppe beim Stoppen, Schauen, Überqueren sowie bei der Blickrichtung (ZEEDYK, WALLACE & SPRY, 2002). 60 % der Kinder stoppten nicht, nur 41 % (bei Ablenkung nur bei 7 %) schauten nach herannahendem Verkehr. Die, die schauten, taten dies oft nicht in die richtige Richtung.

LIMBOURG (2010) betrachtete das Querungsverhalten von Kindern im Alter von vier bis neun Jahren. Ihren Betrachtungen zufolge befolgten Kinder – im Vergleich zu Erwachsenen – häufiger die geltenden Verkehrsregeln, warteten vor dem Betreten der Fahrbahn auf sehr große Lücken oder gingen erst, wenn die Straße frei war und nutzten zum Queren meist den kürzesten Weg. Dennoch zeichneten sie sich – im Vergleich zu Jugendlichen und Erwachsenen – ebenfalls durch instabiles und gleichzeitig wenig verkehrssicheres Verhalten aus. Auf dem Gehweg zeigten sie entsprechend ihrer frühen Entwicklungsstufe einen hohen Grad motorischer Unruhe. Sie wechselten zwischen laufen, gehen, hüpfen, rennen und springen und führten häufig spielerische Nebentätigkeiten aus. Folglich wird der Verkehr zum Großteil außer Acht gelassen, was ebenso eine Vororientierung für die nächste Straßenquerung ausschließt.

LIMBOURG (1997) hat sowohl die altersabhängige Entwicklung von Kindern im Straßenverkehr als auch den Einfluss ablenkender Reize (LIMBOURG & GERBER, 1978) und die Wahl der Querungsstelle von Kindern (LIMBOURG & GÜNTHER, 1976) untersucht. Ergänzend kommen die Befunde von MICHALIK (1976) zum Einfluss von Begleitperso-

nen auf ihr Verhalten hinzu: Von den beobachteten Kindern querten die Vier- bis Fünfjährigen schnell und ohne vorherige Orientierung die Straße. Die Sechs- bis Siebenjährigen zeigten an der Bordsteinkante, dass sie sich vor dem Betreten der Straße umschaue – an der Sichtlinie blieben sie jedoch nicht stehen. Nur die Acht- bis Neunjährigen querten in einem angemessenen Tempo die Straße, wobei sie sich sowohl an der Bordsteinkante als auch an der Sichtlinie vergewisserten. Das Überquerungsverhalten von Erwachsenen und Kindern unterscheidet sich auch weiterhin: Erwachsene orientieren sich meist bereits bei Annäherung auditiv über den herannahenden Verkehr. Sie vollziehen visuell nur einen kurzen Sicherheitsblick, um dann auch quer und diagonal die Fahrbahn zu überschreiten. Die auditive Orientierung findet bei Kindern kaum statt. Die visuelle Sicherung unterliegt bewusster Kontrolle mit manchmal ritualisiertem Ablauf und die Querung erfolgt rechtwinklig. Anscheinend wird den Kindern meist nicht das Querungsverhalten vermittelt, das sie täglich bei Erwachsenen beobachten können und welches sie dann irgendwann selbst übernehmen (RICHTER et al., 2006).

Der Einfluss ablenkender Reize macht sich bei allen Kindern bemerkbar und führt zu unangemessenem und riskantem Verhalten. Beispiele hierfür sind der Eiswagen oder auch Freunde auf der gegenüberliegenden Straßenseite. Selbst die Sechs- bis Siebenjährigen, welche bei einer zweiten Querung ohne Ablenkung ein verkehrssicheres Verhalten zeigten, konnten sich nicht mehr auf die Verkehrssituation konzentrieren. RIVARA, BERGMANN & DRAKE (2010) stellen in diesem Zusammenhang heraus, dass Eltern das verkehrssichere Verhalten ihrer Kinder oftmals überschätzen, vor allem, wenn diese durch andere Reize abgelenkt sind. Tatsächlich stimmt das Verhalten der Kinder erst bei Neun- oder Zehnjährigen mit der Einschätzung der Eltern überein.

Die Wahl der Querungsstelle wurde von LIMBOURG & GÜNTHER (1976) mithilfe eines Modells untersucht, anhand dessen die Kinder kleine Spielfiguren zu einer zweiten Figur auf der anderen Straßenseite führen sollten. Hier konnten – im Zusammenhang mit der Studie von MICHALIK (1976) – zweierlei Entdeckungen gemacht werden. Zum einen zeigte sich wieder, wie stark altersabhängig das Verkehrsverhalten der Kinder ist: Während die Vier- bis Fünfjährigen den kürzesten Weg wählten, nahmen die zwei Jahre älteren Kinder eher den län-

geren und sichereren Weg. Zum anderen konnte MICHALIK (1976) feststellen, dass Kinder in fremden Situationen und Umgebungen schnell überfordert sind. So gelingt es ihnen zwar, den gewohnten Weg zum Kindergarten oder zur Schule sicher zu gehen und die zuvor gezeigten Querungsstellen zu wählen, in unbekannter Umgebung oder auch im Modell sind sie jedoch nicht in der Lage, eine sichere Querungsstelle auszumachen. Zudem gilt auch wieder, dass sie unter dem Einfluss ablenkender Reize – selbst in gewohntem Umfeld – diesen nachgehen, den sicheren Weg verlassen und ungeachtet auf die Fahrbahn laufen. Einen weiteren, wesentlichen Einfluss auf das Verhalten von Kindern im Straßenverkehr haben Begleitpersonen. So konnte MICHALIK in seiner Studie beobachten, dass sich Kinder – wenn sie alleine unterwegs sind – sehr konzentriert und zielstrebig verhalten, wobei sie nah an der Häuserwand und somit im größtmöglichen Abstand zur Straße gehen. Außerdem zeigt sich, dass sie erlernte Abläufe stereotypisch anwenden. Dazu gehört bspw. das Warten an der Bordsteinkante, selbst wenn kein Fahrzeug in Sicht ist. In einer Gruppe mit mehreren Kindern wird die eigentliche Verkehrssituation zusehends vernachlässigt. So haben diese Studien auch gezeigt, dass die gleichen Kinder auf dem Schulweg sich – wie gelernt – „richtig“ verhalten und nachmittags beim Spielen an den gleichen Stellen spontan die Straße queren. Der Fokus ist hierbei aufeinander gerichtet und nicht auf den Straßenverkehr. Sind Erwachsene als Begleitperson dabei, agieren Kinder sehr passiv und sind weitestgehend unaufmerksam. In diesen Situationen folgen sie einfach ihrer Begleitperson.

BÖTTCHER (2005) beschreibt, dass das Verhalten von Kindern im Straßenverkehr stark von der frühen Entwicklungsstufe ihrer kognitiven Leistungsfähigkeit und Wahrnehmung bestimmt wird. So haben Kinder bspw. ein viel feineres Gehör, was ihnen ermöglicht, ein breites Spektrum an Tönen und Lautstärke zu hören. Was sie jedoch noch nicht können, ist, die aufgenommenen Informationen richtig und schnell zu verarbeiten. Dazu gehört sowohl das Differenzieren zwischen bedeutenden und unwichtigen Geräuschen, deren Interpretation im Zusammenhang mit einer möglichen Gefährdung (leise Fahrzeuggerausche bereiten weniger Angst, obwohl das auf eine geringere Entfernung zum Fahrzeug hinweist) und der folgerichtigen Reaktion auf das Gehörte. Hinzu kommt, dass visuelle Reize stärker wahrgenommen werden und die Aufmerk-

samkeit des Kindes schneller und leichter in Anspruch nehmen. Akustische Warnsignale wie Hu-pen oder Rufe werden darüber nicht gehört. Kindern bereitet es Probleme, sich auf mehrere Dinge gleichzeitig – und das über eine längere Zeit – zu konzentrieren. Erst mit 14 Jahren ist diese Fähigkeit voll ausgeprägt. Eine weitere, entwicklungsbedingte Besonderheit besteht in der Gefahren- und Situationswahrnehmung von Kindern. Bis zu einem Alter von fünf bis sechs Jahren sind sich Kinder einer Gefahr erst bewusst, wenn sie sich bereits in einer solchen Situation befinden. Vorausschauendes Bewusstsein kann erst ab einem Alter von acht Jahren, Präventionsbewusstsein ab neun oder zehn Jahren erwartet werden.

Senioren

Alte bzw. ältere Erwachsene haben vor allem bei der Teilnahme am Straßenverkehr merklich mit ihren altersbedingten Veränderungen zu kämpfen (SHINAR, 2008). Aufgrund abnehmender Knochendichte und nachlassender Muskelkraft können bereits kleine Stürze zu ernsthaften Frakturen und anderen Verletzungen führen. Gleichgewichtsprobleme begünstigen dabei die Wahrscheinlichkeit von Strauchlern oder Stürzen. Ein langsames Reaktionsvermögen und eingeschränkte Beweglichkeit verhindern das nötige Abstützen oder Abfangen. Auch Ausweichen oder das Reagieren auf andere Verkehrsteilnehmer wird durch die körperlichen Einschränkungen erschwert. Weiterhin führen altersbezogene Veränderungen in den sensorischen, kognitiven und motorischen Ressourcen zu Performanzeinbußen, die insbesondere bei Querungen ein erhöhtes Unfallrisiko bedingen (DUNBAR et al., 2004; DOMMES & CAVALLO, 2011; DOMMES et al. 2013).

OXLEY et al. (1997) weisen eine höhere Anzahl unsicherer Querungsentscheidungen bei Fußgängern über 65 Jahren nach, vor allem in komplexeren Verkehrssituationen wie sie z. B. bei Beachtung von zwei entgegengesetzten Fahrtrichtungen auftreten. Die Anzahl sicherer Querungsentscheidungen steigt dagegen signifikant bei weniger komplexen Situationen an (z. B. in Einbahnstraßen). Darüber hinaus stellen sie fest, dass das Urteilsvermögen bzw. die Einschätzung der Verkehrssituation durch ältere Personen – aufgrund der Veränderungen in Wahrnehmung und Kognition – stark von denen jüngerer Personen abweicht.

In experimentellen Studien finden LOBJOIS & CAVALLO (2007, 2009), dass ältere Fußgänger im Un-

terschied zu jüngeren nicht nur länger brauchen um zu queren, sondern ihre Querungsentscheidungen v. a. distanzbasiert und nicht geschwindigkeitsbasiert treffen. Ältere Fußgänger sind daher eher bereit kleinere Zeitlücken bei höheren Geschwindigkeiten zu wählen. Darüber hinaus wurde festgestellt, dass Senioren bei ihrer Querungsentscheidung bei zwei entgegengesetzten Fahrtrichtungen die Informationen zu konfligierenden Fahrzeugen auf dem näheren Fahrstreifen bevorzugen, während jüngere Fußgänger ebenfalls den zweiten (dahinter liegenden) Fahrstreifen berücksichtigen (DOMMES et al., 2014). Senioren beachten öfter und länger die verfügbaren Lücken der näheren Fahrbahn. Querungsentscheidungen basieren v. a. auf den verfügbaren Lücken der näheren Fahrbahn wie Regressionsanalysen zeigen. Lücken der dahinterliegenden Fahrbahn werden kaum berücksichtigt. Senioren tendieren dazu, die Straße/Fahrbahn zu betreten, wenn lediglich die naheliegende Fahrtrichtung sicher ist. Wenn sie dann den zweiten Fahrstreifen erreichen und sich auf diesem Fahrzeuge nähern, können sie diese falsche Entscheidung nicht durch eine Erhöhung der Gehgeschwindigkeit kompensieren. Die Autoren führen die beobachtete visuelle Suchstrategie und die daraus folgenden Querungsentscheidungen auf altersbedingte Veränderungen in der Wahrnehmung, Aufmerksamkeit, Motorik und Kognition zurück. Ältere Fußgänger sind demnach nicht mehr in der Lage, alle relevanten visuellen Informationen zu verarbeiten und berücksichtigen v. a. die nahe vor ihnen liegende Umgebung.

DOMMES et al. (2013) untersuchten getroffene Querungsentscheidungen von 60- bis 84-Jährigen Erwachsenen in einem Simulatorexperiment. Sie stellten dabei fest, dass vor allem die visuelle Wahrnehmung im Alter leidet. Davon betroffen ist – neben Sehschärfe und Kontrastempfindlichkeit – auch die Bewegungswahrnehmung. Die Folge davon ist vor allem bei der Einschätzung ausreichender Lücken im Fahrzeugstrom zu sehen. Im Rahmen ihrer Studie wurden die teilnehmenden Probanden gebeten, die Zeit bis zur Ankunft des sich nähernden Fahrzeuges (entsprechend TTA) zu schätzen. Dabei traten vor allem Probleme bei der Einschätzung der Fahrzeuggeschwindigkeit auf. Bewegte sich das Fahrzeug relativ langsam, wurde die TTA meist unterschätzt und anders herum. Ein weiteres Indiz dafür ist, dass die Lückenakzeptanz auf Grundlage der Fahrzeugentfernung, nicht aber in Abhängigkeit

der gefahrenen Geschwindigkeit getroffen wird (vgl. DOMMES et al., 2013).

Ein vor allem altersabhängiges Phänomen ist die Angst vor dem Fallen (SCHEFFER, SCHUURMANS, VAN DIJK, VAN DER HOOFT & DE ROOIJ, 2008). Diese steht sowohl mit dem körperlichen Zustand (nachlassende Beweglichkeit, Gleichgewichtstörung) als auch mit der Psyche (Ängste, Depressionen) im Zusammenhang. AVINERI, SHINAR & SUSILO (2012) untersuchten, welchen Einfluss die FOF auf die Gehgeschwindigkeit und die Sicherheit beim Queren hat. In einer kurzen Befragung der Fußgänger nach der Querung (Videoaufzeichnung) wurden u. a. Alter, Geschlecht, Unfallbeteiligung und die Angst zu fallen auf einer fünfstufigen Skala erfasst. Bei der anschließenden Auswertung ergab sich zwar kein signifikanter Effekt der FOF auf die Gehgeschwindigkeit, es konnte aber beobachtet werden, dass Betroffene häufiger zu Boden schauten als andere. Angesichts ihrer „Angst zu fallen“ und der Notwendigkeit, das Gleichgewicht beim Gehen zu halten (WOOLLACOTT & TANG, 1997), weisen sie offenbar mehr Aufmerksamkeitsressourcen beim Queren dem Gehen zu. Dadurch wird zumindest teilweise der sich annähernde Verkehr ignoriert (AVINERI et al., 2012).

Was alten bzw. älteren Menschen ebenfalls erhöhte Probleme bei der Teilnahme am Straßenverkehr bereitet, ist deren kognitive Leistungsfähigkeit. Insgesamt können pro Zeiteinheit weniger Informationen verarbeitet werden als in jüngeren Jahren, was auch die Multitasking-Fähigkeit beeinträchtigt (BIERMANN & WEISSMANTEL, 1998). WELLER & GEERTSEMA (2008) stellen außerdem heraus, dass die Fähigkeit zu selektiver und geteilter Aufmerksamkeit nachlässt, was eine schnellere Überforderung älterer Verkehrsteilnehmer begünstigt. Nach SCHLAG (2008) und DOMMES et al. (2013) wirken sich die altersbedingten kognitiven Beeinträchtigungen vorrangig auf unbekannte bzw. sehr komplexe Situationen aus. Alte bzw. ältere Fußgänger haben – bei Straßen mit mehr als zwei Fahrstreifen – bspw. Schwierigkeiten, die Aufmerksamkeit auf ankommende Fahrzeuge aus beiden Richtungen zu verteilen und bereits getroffene Entscheidungen mit möglichen Veränderungen im Fahrzeugstrom zu koppeln. Im gewohnten Umfeld führen vielfach verinnerlichte und ausgeführte Abläufe, sowie ein hohes Maß an Erfahrung jedoch ebenso zu einer sicheren Verkehrsteilnahme wie bei jüngeren Erwachsenen. Wahrnehmungseinschränkungen gehen u. a. auf ein vermindertes Hörvermögen

im Alter als auch auf ein verkleinertes funktionales Sehfeld (useful field of view, UFOV) zurück.

Personen mit Einschränkungen oder Behinderung

Als sensorische Defizite werden weitestgehend alle die Funktion der Sinnesorgane betreffenden Störungen bezeichnet. Für den hiesigen Kontext betrifft das vor allem die visuelle und auditive Wahrnehmung. Geistige Behinderungen gehen auf eine unterdurchschnittliche intellektuelle Leistungsfähigkeit zurück und führen zu starken Anpassungsschwierigkeiten in lebenspraktischen, individuellen und gesellschaftlichen Bereichen (vgl. STÖPPLER, 2002). Sie umfassen zerebrale Störungen, welche sich bspw. hirnorganisch (neurologische Ausfälle, Hirnleistungsschwäche) oder in Störungen der geistigen Entwicklung (Lernbehinderung) äußern (Statistisches Bundesamt, 2014). Körperliche Behinderungen umfassen zum einen die bereits angesprochenen Wahrnehmungseinschränkungen (Sinnesbehinderung) und zum anderen Schäden an Stütz- und Bewegungsapparat oder an Organen. Auch Folgen chronischer Krankheiten zählen zu körperlichen Behinderungen. An dieser Stelle werden Behinderungen berücksichtigt, welche sich auf die Fortbewegung zu Fuß und damit auch auf die Gehgeschwindigkeit auswirken.

Sehbehinderung/Blindheit

Nach einem Bericht des Statistischen Bundesamtes zur Statistik schwerbehinderter Menschen (Statistisches Bundesamt, 2014; Menschen mit Schwerbehindertenausweis) leiden 357.018 unter einer Sehbehinderung (rund 0,44 % bei 81 Mio. Einwohnern). Dabei wird zwischen korrigierbaren (z. B. Weit- und Kurzsichtigkeit) und nicht korrigierbaren (angeboren oder Unfallfolge) Sehbehinderungen unterschieden. Letztere umschließen u. a. Störungen im Bereich des Sehnervs, der Netzhaut, Linse und Hornhaut. Als sehbehindert gilt, wer einen Visus von unter 0,3 besitzt. Für andere Verkehrsteilnehmer sind jedoch nur Personen explizit als Blinde oder Sehbehinderte erkennbar, welche z. B. eine Blindenbinde, den weißen Langstock oder einen Blindenhund mit sich führen.

Für Menschen mit Sehbehinderung besteht bei der Orientierung im Straßenverkehr ein großer Unterschied zwischen bekannten und unbekanntem Wegen. In gewohnter Umgebung können sie die aktuelle Situation mit der Erinnerung aus ihrem Gedächtnis abgleichen und haben somit mehr Kapazität, um sich bspw. auf plötzlich auftauchende Hin-

dernisse zu konzentrieren. Auf unbekanntem Strecken muss sich zunächst neu zurechtgefunden werden, was sowohl den weiteren Wegeverlauf, Verkehrsanlagen, Hindernisse und die derzeitige Verkehrssituation umfasst. Hier ist also eine weit- aus komplexere und anspruchsvollere Leistung gefordert (HAGEN, SCHULZE & SCHLAG, 2012).

Beim Überqueren der Straße kommen weitere Probleme hinzu. Zunächst gilt es, den Übergang zur Straße richtig zu erkennen und die Straßenkante zu erreichen. Hier können Blindenleitsysteme eine enorme Hilfestellung sein. Die fehlende visuelle Informationsaufnahme wird weitestgehend über die auditive Wahrnehmung kompensiert. Zum Überqueren der Straße auf freier Strecke erfolgt die Entscheidung für die Annahme von Lücken im Fahrzeugstrom somit auf Grundlage des Gehörten (HAGEN, SCHULZE & SCHLAG, EBD.). Studien von u. a. EMERSON et al. (2011, 2008) belegen, dass Fahrzeuggeräusche – gerade für sehbehinderte und blinde Fußgänger – eine sehr wichtige Orientierungsquelle sind. Sie helfen bei der Fahrzeuglokalisierung und dienen somit auch der Vororientierung beim Überqueren der Straße. EMERSON et al. (2008) fanden jedoch auch heraus, dass allein anhand der Lautstärke – theoretisch – keine sichere Entfernungsschätzung zum herannahenden Fahrzeug möglich ist. Da in der Praxis jedoch erfolgreich darauf vertraut wurde, „[...] ist es ein Hinweis auf die Nutzung weiterer akustischer Qualitäten der emittierten Fahrzeuggeräusche über die Lautstärke hinaus.“ (HAGEN et al., 2012).

Vor allem Forscher aus dem angloamerikanischen Raum haben Experimente mit Probanden durchgeführt, welche unter einer Art sensorischer Einschränkung leiden. Zum Großteil handelte es sich dabei um Vergleichsstudien zwischen sehenden und sehbehinderten bzw. blinden Personen, wobei ihre Querungseinschätzung im Fokus stand. Dabei konnte herausgefunden werden, dass sowohl die sehbehinderten als auch die blinden Probanden insgesamt mehr Querungsmöglichkeiten verstreichen ließen und gleichzeitig riskantere Querungsentscheidungen trafen als Probanden ohne Wahrnehmungseinschränkungen (ASHMEAD et al., 2005; GUTH et al., 2005). Als Indikator galten dabei die Größe der angenommenen sowie die Zahl der ausreichend großen, aber abgelehnten Zeitlücken im Fahrzeugstrom. ASHMEAD et al. (2005) untersuchten außerdem, welchen Einfluss das Verkehrsaufkommen auf die Querungsentscheidung hat. Dazu wurde der Versuch zunächst bei einer Ver-

kehrsstärke von 1.019 Kfz/h und anschließend mit 2.309 Kfz/h durchgeführt. Im Ergebnis ähnelten sich die Querungsentscheidungen der sehenden und blinden Probanden beim niedrigeren Verkehrsaufkommen. Im zweiten Durchgang wurde jedoch deutlich, dass die blinden Versuchsteilnehmer erhebliche Probleme beim Einschätzen der Situation hatten. Sie warteten länger, ließen sichere Möglichkeiten verstreichen und wählten wesentlich riskantere Lücken. Eine weitere Entdeckung der Autoren betrifft das Verhalten der Fahrer blinden Probanden gegenüber. Diese bremsen und warteten bereitwilliger bei Personen mit Blindenstock oder Blindenhund als sie es bei anderen Fußgängern taten. Unglücklicherweise war es den meisten von ihnen nicht möglich, das vorfahrtgewährende Verhalten der Fahrer richtig zu deuten. Aufgrund der fehlenden Möglichkeit, sich visuell abzusichern, bleibt nur die Orientierung anhand der Fahrzeuggeräusche. Daraus wurde größtenteils geschlussfolgert, dass es sich um ein zuvor unentdecktes Fahrzeug handelt, weshalb viele der Probanden daraufhin ihre Querungsentscheidung überdachten und lieber noch warteten. Die Studie zeigt, dass blinde bzw. sehbehinderte Personen im Straßenverkehr mehr Probleme haben und folglich einem größeren Risiko ausgesetzt sind (wobei dabei nochmals Unterschiede zwischen blinden und sehbehinderten Personen bestehen).

Hörschädigung/Gehörlosigkeit

Das Statistische Bundesamt listete im Jahr 2013 315.799 (rund 0,38 % bei 81 Mio. Einwohnern) Menschen mit Taubheit, Schwerhörigkeit und/oder Gleichgewichtsstörungen (Statistisches Bundesamt, 2014). Der geringste Grad der Hörschädigung beginnt ab einem nicht mehr wahrnehmbaren Pegel von 25 dB. Ein Erkennungszeichen für Außenstehende ist bspw. die Gebärdensprache.

Bei hörgeschädigten Menschen wird davon ausgegangen, dass die fehlenden akustischen Informationen über die visuelle Wahrnehmung kompensiert werden. Dies ist bspw. anhand von ausschwenkenden Kopf- und Blickbewegungen und auch in einem vermehrten Blickkontakt zu anderen Verkehrsteilnehmern (Pkw-Fahrern) zu beobachten. In Fokusgruppeninterviews hörgeschädigter Personen (HAGEN et al., 2012) ergab sich neben den soeben genannten Verhaltensweisen auch, dass sie bspw. Konversationen unterbrechen, um die Verkehrssituation visuell zu erfassen. Dazu gehört ebenso das Beobachten von anderen Verkehrsteilnehmern, um aus ihren Reaktionen – auf bspw. sich nähernde

Einsatzfahrzeuge – Hinweise für das eigene Verhalten abzuleiten. Insgesamt nehmen sie mit einer bewusst höheren Aufmerksamkeit am Straßenverkehr teil, was eine dementsprechende, kognitive Leistungsfähigkeit voraussetzt. Weiterhin berichteten die Befragten von häufigen Schreckreaktionen auf Fahrzeuge, welche sich von hinten nähern. Hier bestehen deutliche Probleme in der rechtzeitigen Wahrnehmung, da diese visuell schlecht zu erfassen sind (HAGEN et al., 2012).

Versuche mit hörgeschädigten Personen konnten im Rahmen der Recherche nicht gefunden werden. Studien zur Wirkung von Fahrzeugaußengeräuschen oder auch zum Tragen von Kopfhörern können jedoch als Anhaltspunkt dafür dienen, wie wichtig dieser Sinneskanal zur Informationsaufnahme im Straßenverkehr ist und welche Auswirkungen infolge eingeschränkter auditiver Wahrnehmung entstehen.

KERBER (2006) hat bspw. Fahrzeugaußengeräusche als Interaktionsmittel zwischen Fußgängern und Fahrzeugführern untersucht. Dabei stellt er heraus, dass Fahrzeugaußengeräusche – gerade bei schlechter Sicht – eine wichtige Wahrnehmungsquelle darstellen und sie deshalb eine untere 2 dB(A) - Grenze nicht unterschreiten sollten. Von Fußgängern muss das Fahrzeug mindestens im Abstand seines Anhalteweges gehört werden, damit durch entsprechende Reaktionen Kollisionen vermieden werden können. Er plädiert für die Überführung des Schallpegels in einen Wahrnehmungsabstand. EMERSON et al. (2008) fanden im Rahmen ihrer Studie zur Fahrzeuglokalisierung an Querungsstellen auf freier Strecke heraus, dass diese erst ab einem Pegel von 43 dB(A) gehört werden. In der realen Umwelt konkurrieren Fahrzeuggeräusche jedoch mit anderen Umgebungsgeräuschen. Die Auswertung ergab, dass bei einem Geräuschpegel von 66 dB(A) – gemessen am Untersuchungsort, Innenstadt von Atlanta, USA – Fahrzeuge erst wahrgenommen wurden, wenn sie nur noch eine Sekunde entfernt waren. Für Menschen ab einer mittleren Schwerhörigkeit (Hörschwelle bei 41 bis 60 dB) ist eine rechtzeitige auditive Fahrzeugwahrnehmung demnach nicht mehr möglich.

In einer Studie des Instituts für Arbeit und Gesundheit der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IAG, 2013) wurden Reaktionszeiten von Probanden, welche Kopfhörer trugen, auf Verkehrsgereusche untersucht. In einer vergleichenden Messung konnte so festgestellt werden, dass sich schon

bei leiser Musik die Reaktionszeit signifikant verlängert. 30 von 40 Probanden konnten beim Hören lauter Musik keine Fahrzeuggeräusche detektieren.

2.2.5 Ablenkung

Die Wirkung von Ablenkung u. a. durch die zunehmende Nutzung mobiler Geräte auf die Sicherheit von Fußgängern ist bisher kaum untersucht.

Ablenkung beschreibt in seiner einfachsten Form die Verlagerung der Aufmerksamkeit weg von der primären Aufgabe hin zu konkurrierenden Tätigkeiten (LEE et al., 2008). HEDLUND et al. (2006, S. 2) beschreiben den Begriff Fahrerablenkung als "a diversion of attention from driving, because the driver is temporarily focusing on an object, person, task, or event not related to driving, which reduces the driver's awareness, decision-making, and / or performance, leading to an increased risk of corrective actions, near-crashes, or crashes." Das Modell multipler Ressourcen (WICKENS, 2002) postuliert für duale Aufgabeninterferenzen, dass die Performanz in einer Primäraufgabe abfällt, wenn eine simultane Sekundäraufgabe auf gleiche kognitive Ressourcen zurückgreift wie die Primäraufgabe. In diesem Kontext stellt sich die Frage, ob z. B. die Nutzung von mobilen Geräten einen Einfluss auf die Querungsperformanz von Fußgängern hat, und darüber hinaus, ob sich analog zu Pkw-Fahrern ein Zusammenhang zwischen Ablenkung durch Nebentätigkeiten und Unfallwahrscheinlichkeit beschreiben lässt.

Nach Wickens' Modell sind verschiedene Formen von Ablenkung zu unterscheiden, wobei für Fußgängerverhalten insbesondere die kognitive bzw. mentale Ablenkung wie z. B. das Telefonieren und die visuelle Ablenkung, also die Blickabwendung von der Primäraufgabe (z. B. auf das Telefon schauen) relevant erscheinen. Weiterhin legen verschiedene Studien (u. a. KERBER, 2008; HAGEN et al., 2012) nahe, dass Informationen für Querungsentscheidungen nicht ausschließlich auf visuellem Input beruhen. Es werden vielmehr Informationen verschiedener Sinneskanäle innerhalb eines aktiven Wahrnehmungsprozesses integriert. Dabei spielen akustische Informationen eine wesentliche Rolle. Damit scheint für Fußgänger auditive Ablenkung, z. B. durch Musikhören, ebenfalls ein relevanter Faktor in der Betrachtung des (un-) sicheren Querungsverhaltens zu sein (PARIDON & SPRINGER, 2012). Generell wirkt sich Ablenkung in einem geringeren Situationsbewusstsein („situational aware-

ness“) aus, verbunden u. a. mit einer verlangsamten Signalerkennung im peripheren Gesichtsfeld und der Erhöhung der Reaktionszeit. Dementsprechend kann angenommen werden, dass die Fehlerwahrscheinlichkeit in der Primäraufgabe steigt.

Bezogen auf Fußgänger lassen sich basierend v. a. auf experimentellen und Beobachtungsstudien folgende Verhaltenskonsequenzen beschreiben. Fußgänger, die mobile Geräte nutzen,

- gehen und queren langsamer (NASAR et al., 2008; NASAR & TROYER, 2013);
- nehmen mit größerer Wahrscheinlichkeit weniger Objekte in ihrer Umgebung wahr, selbst wenn sie sehr auffällig sind (Inattentional blindness-Phänomen, HYMAN et al., 2010; NASAR & TROYER, 2013);
- akzeptieren kleinere Lücken beim Queren (HATFIELD & MURPHY, 2007)
- warten mit geringerer Wahrscheinlichkeit, dass herannahender Verkehr stehenbleibt (HATFIELD & MURPHY, 2007);
- weisen häufigere Richtungswechsel während des Gehens auf (NASAR & TROYER, 2013);
- schauen mit geringerer Wahrscheinlichkeit nach Verkehr, während sie queren (HATFIELD & MURPHY, 2007);
- weichen stärker vom idealen Gang ab (LAMBERG & MURATORI, 2012) und
- warten mit größerer Wahrscheinlichkeit länger, um eine Straße zu queren (insbesondere Senioren, NEIDER et al., 2011).

Durch ein Mobiltelefon abgelenkte Kinder nutzten in Experimenten geringere Zeitlücken beim Queren, wodurch es zu mehr Konflikten und Kollisionen mit heranfahrenden Fahrzeugen kam (STAVRINOS et al., 2009).

In einer aktuellen Beobachtungsstudie zum Einfluss der Nutzung von Mobiltelefonen auf das Querungsverhalten von Fußgängern (N = 1194) finden PESIC et al. (2016), dass mobiles Telefonieren am stärksten mit unsicherem Querungsverhalten assoziiert ist (operationalisiert u. a. am Sicherungsverhalten vor und während der Querung). Einen geringeren negativen Einfluss hat Musik hören. SCHWEBEL, STAVRINOS, BYINGTON, DAVIS, O'NEAL & DE JONG (2012) finden in einem Experiment in virtuellen Umgebungen, dass durch Musik hören oder Be-

dienung des Telefons abgelenkte Fußgänger häufiger Konflikte mit querendem Verkehr zeigen und führen dies u. a. auf ein reduziertes (Blick-)Sicherungsverhalten zurück.

In 2015 gab es knapp 65 Millionen Handybesitzer in Deutschland. Davon haben über 40 % ein Smartphone. Bei den über 14-Jährigen haben inzwischen 90 % ein Mobiltelefon und bei den über 65-Jährigen zwei Drittel (www.bitkom.org).

Ablenkung insbesondere durch Mobiltelefonnutzung und deren sicherheitsrelevanten Folgen sind v. a. beim Autofahren umfangreich untersucht. Unfallstatistiken für das Jahr 2011 aus den USA belegen, dass ca. 10 % aller Fahrzeugunfälle mit Todesfolge und 17 % aller Unfälle mit Verletzten unter dem Mitwirken von Ablenkung entstehen (NHTSA, 2013). Das amerikanische NATIONAL SAFETY COUNCIL (2013) schätzt, dass einer von vier Autounfällen im Zusammenhang mit der Nutzung von Mobiltelefonen steht. In einer Naturalistic Driving Study (KLAUER, DINGUS, NEALE, SUDWEEKS & RAMSEY, 2006) wurde herausgefunden, dass bei knapp 80 % aller Unfälle und bei etwa 65 % von Beinahe-Unfällen Unaufmerksamkeit in irgendeiner Form vorhanden war. Besonders gefährdet durch Ablenkung sind junge Fahrer. Metaanalysen zu den Auswirkungen des Telefonierens und des Verfassens von Textnachrichten auf die Fahrperformanz zeigen übereinstimmend deren hohes Ablenkungs- und Unfallpotenzial (z. B. CHISHOLM, CAIRD & LOCKHART, 2008, CAIRD et al., 2008, CAIRD et al., 2014). DINGUS, GUO, LEE, ANTIN, PEREZ, BUCHANAN-KING & HANKEY (2016) finden in einer aktuellen sehr umfassenden Naturalistic Driving Study, dass die Nutzung eines Mobiltelefons das Unfallrisiko um das 3,6-Fache erhöht.

Verschiedene Beobachtungsstudien v. a. aus den USA berichten, dass 20 – 30 % aller beobachteten Fußgänger ablenkende Tätigkeiten beim Queren durchführten (THOMPSON et al., 2013; BASCH et al., 2014). Eine repräsentative Befragung in Deutschland, die im Auftrag des Deutschen Verkehrssicherheitsrates (DVR) im Mai 2015 vom Marktforschungsinstitut Ipsos bei 2.000 Personen über 14 Jahren durchgeführt wurde, ergab, dass jeder fünfte Fußgänger (22 %) regelmäßig bzw. gelegentlich mit Kopfhörern im Straßenverkehr unterwegs ist. Betrachtet man nur die jüngere Altersgruppe bis 34 Jahre, liegen die Anteile noch weit höher. Jeder zweite junge Fußgänger (54 %) trägt im Straßenverkehr regelmäßig oder gelegentlich Kopfhö-

rer. NASAR & TROYER (2013) berichten für die USA, dass im Jahr 2005 256 Fußgänger im Krankenhaus behandelt wurden aufgrund von Verletzungen infolge der Nutzung von Mobiltelefonen. Diese Zahl hat seitdem ständig zugenommen und war in 2010 sechs Mal größer als im Jahr 2005 (PESIC et al., 2016).

2.2.6 Verhaltensmodelle Fußgänger-Querungsverhalten

Generell lassen sich zwei grundlegende Modellzüge zur Beschreibung von Fußgängerverhalten identifizieren (PAPADIMITRIOU, YANNIS & GOLIAS, 2009): Routenwahlmodelle und Querungsmodelle. Dabei betrachten Routenwahlmodelle in der Regel Prozesse, die Entscheidungen für eine bestimmte Route (unter verschiedenen Routenoptionen) zwischen einem Ausgangspunkt und einem Zielpunkt unter zu definierenden Bedingungen beschreiben. Der Fokus von Querungsmodellen ist hingegen auf die Bildung von Entscheidungen und Verhalten der Fußgänger beim Queren von Straßen gerichtet. Damit unterscheiden sich beide Modellzüge in ihrer Betonung differenzierbarer hierarchischer Handlungsebenen. Während Routenwahlmodelle insbesondere Entscheidungs- und Handlungsprozesse auf der taktischen Handlungsebene abbilden, beschreiben Querungsmodelle Aspekte der operationalen Handlungsebene. PAPADIMITRIOU, YANNIS & GOLIAS (2009) verweisen auf die Interdependenz zwischen beiden Ebenen. So bestimmt einerseits die Wahl einer Route den Ort (und die Anzahl) notwendiger Querungen, andererseits können Wissen und Erwartungen über Querungsstellen und deren Charakteristika die Routenwahl wesentlich beeinflussen.

In Verhaltensmodellen des Querungsverhaltens von Fußgängern trägt die Lückenakzeptanz essenzielle Bedeutung (u. a. HUNT, HARPER & LIE, 2011). Dabei verlangt eine adäquate Lückenbewertung die Fähigkeit, simultan die Distanz und die Annäherungsgeschwindigkeit von Fahrzeugen zu berücksichtigen und basierend darauf eine Schätzung über das Ankommen des Fahrzeuges zu treffen. Insbesondere die Schätzung von Annäherungsgeschwindigkeiten bereitet Fußgängern Schwierigkeiten, so dass die Lückenbewertung häufig allein auf der wahrgenommenen Distanz des Fahrzeuges beruht (Weglücke) und die Annäherungsgeschwindigkeit dabei vernachlässigt wird (OXLEY, FILDES, IHSEN, CHARLTON & DAY, 2005; SIMPSON,

JOHNSTON & RICHARDSON, 2003). Ein Grund hierfür kann in der generellen Schwierigkeit für Geschwindigkeitsschätzungen gesehen werden. Hierbei wird der relativen Änderung der retinalen Größe eines Objektes bezogen auf den zeitlichen Verlauf eine wesentliche Bedeutung zugeschrieben (subjektive Time-to-Arrival). Allerdings lassen sich eine Vielzahl von Verzerrungen beschreiben, die u. a. auf weitere kognitive Einflüsse (z. B. TTA für große, bedrohliche Objekte wird unterschätzt, TTA für als langsam bekannte Fahrzeuge wird überschätzt) bzw. Schwellenphänomene (z. B. die Änderung der retinalen Größe liegt unterhalb einer Unterschiedsschwelle) deuten. So beschreibt der sogenannte Size-Arrival-Effekt, dass die TTA für kleinere Objekte, wie Motorräder aufgrund ihrer geringeren retinalen Größe systematisch überschätzt wird verglichen mit der TTA für größere Objekte (DELUCIA & WARREN, 1994; HORSWILL, HELMAN, ARDILLES & WANN, 2005; GOULD et al., 2012A; GOULD et al., 2012b). Weitere verzerrende Einflüsse sind anzunehmen, wenn die Annäherungszeiten simultan für multiple Objekte mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten bewertet werden müssen, wie etwa beim Querens einer mehrspurigen Richtungsfahrbahn mit mehreren Fahrzeugen. So konnten experimentelle Studien Verzerrungen in der TTA-Schätzung nachweisen, die auftreten, wenn gleichzeitig ein Objekt auf einer parallelen Trajektorie zum bewertenden Objekt dargeboten wird (BAURES, OBERFELD & HECHT, 2010; OBERFELD & HECHT, 2008). Im praktischen Vollzug von Querungsentscheidungen kann insgesamt davon ausgegangen werden, dass die Lückenbewertung in vielen Fällen nicht im Sinne einer Zeitlückenabschätzung vollzogen wird, sondern vielmehr basierend auf einer Weglücke (distanzbasiert), allenfalls unter heuristischer Berücksichtigung der Fahrzeuggeschwindigkeit.

Neben der vorrangig perceptiven Komponente der Lückenschätzung spielt für die Lückenakzeptanz weiterhin die Einschätzung der eigenen Querungsperformanz eine entscheidende Rolle. Dies bedeutet, dass der Fußgänger eine Abschätzung darüber treffen muss, ob die wahrgenommene Zeitlücke ausreichend ist, um eine Querung in der von ihm präferierten und/oder in der von ihm durchführbaren Weise sicher zu bewerkstelligen ist. Somit lassen sich für die Lückenakzeptanz in Übertragung zu Task-Capability-Ansätzen in der Fahrermodellierung (FULLER, 2005, 2011) grundlegend drei Komponenten identifizieren:

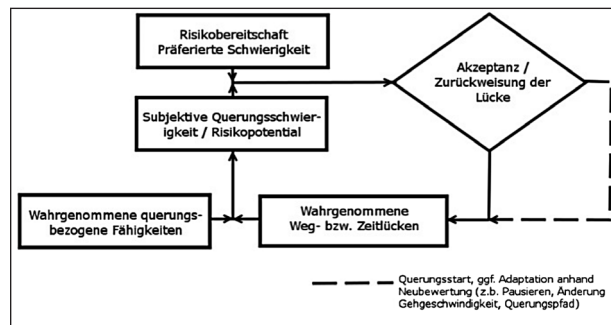


Bild 2-6: Regulationsmodell des Querungsverhaltens von Fußgängern

- a.) die Einschätzung der Weg- bzw. Zeitlücken,
- b.) die Einschätzung eigener querungsbezogener Fähigkeiten und Präferenzen und
- c.) die persönliche Risikoakzeptanz.

Dabei wird eine gegebene Lücke in Beziehung zur eigenen Fähigkeit und/oder Präferenz für den Querungsvollzug gesetzt. Hieraus leitet sich der Schwierigkeitsgrad für die Querungsaufgabe bzw. ein subjektives Risikopotential ab, das in niedriger Ausprägung subjektiv eine sichere Querung impliziert und bei hoher Ausprägung die Querung als gefährlich erscheinen lässt. Übersteigt das Risikopotential das persönlich akzeptierte Risiko, wird die Lücke nicht akzeptiert. Da dieser Regulationsprozess einer ständigen dynamischen Änderung durch die veränderliche Verkehrssituation unterliegt, treten mitunter (auch während des Querens) Anpassungen auf. Weiterhin kann angenommen werden, dass bei wiederholten Zurückweisungen von Lücken die Risikobereitschaft zunimmt – insbesondere dann, wenn keine alternativen Querungsstellen wahrgenommen werden.

Diese Übertragung des Task-Capability-Ansatzes lässt sich in weitere Modellansätze, die den Prozessverlauf des Querens beschreiben, integrieren. So unterscheiden OXLEY et al. (1995) anhand von Beobachtungsstudien drei Phasen der Querungsaufgabe beim Querens auf freier Strecke:

- 1.) Die Querungsabsicht ist definiert als die Zeit, ab der der Fußgänger entschieden hat, die Straße zu queren bis zum Zeitpunkt, an dem er stehen bleibt, um die Verkehrssituation abzuschätzen.
- 2.) Die Querungsvorbereitung beschreibt die Phase, in der der Fußgänger am Bordstein oder auf der Straße zwischen Fahrzeugen steht bis zum ersten Schritt über die Fahrbahn.

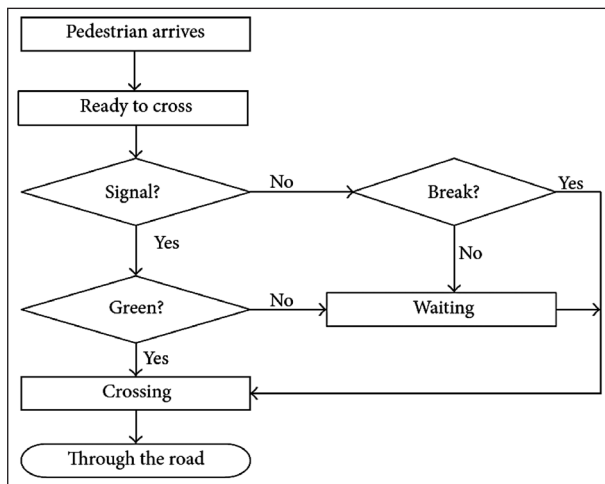


Bild 2-7: Pedestrian Crossing Process Model (DING et al., 2014, S. 2)

3.) Die Querungsphase bezeichnet die Phase vom ersten Schritt auf die Fahrbahn bis zum Vollzug der Querung bzw. bis zur Fahrbahnmitte.

Ein ähnlicher Bezug zu Handlungsphasen zeigt sich im Fußgängerquerungsmodell (pedestrian crossing model, DING et al., 2014). Dabei erweitern die Autoren die Handlungsphasen um ein Entscheidungsschema, das sowohl freie Querung als auch Querungen an LSA berücksichtigt.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass sich anhand von Prozessmodellen für Fußgängerquerungen verschiedene Handlungssequenzen differenzieren lassen. Grob können sequenziell vier Handlungsphasen unterschieden werden:

- die Phase der Querungsabsichtsbildung, die zum Teil predeterminiert ist durch die Routenwahl,
- die Phase der Querungsvorbereitung, die eine erste Orientierung an lokale Gegebenheiten und Abschätzungen und Selektion möglicher günstiger Querungsstellen beinhaltet,
- die Phase der Querungssicherung, in der eine Querungsstelle als vorgelagerte Entscheidung ausgewählt wurde und in der die konkrete Beobachtung und Abschätzung von Querungsmöglichkeiten stattfindet,
- die Phase der Querungsausführung, in der Lücken im konfligierenden Verkehrsstrom akzeptiert wurden und Querungsvollzug stattfindet

Diese Differenzierung nach Handlungssequenzen bietet zunächst wichtige Implikationen für den methodischen Zugang bei der Betrachtung des Fuß-

gängerquerungsverhaltens. Während die Phase der Absichtsbildung und Querungsvorbereitung im Zuge von Ortsveränderungen des Fußgängers stattfinden (können) und damit für stationäre Beobachtungen weniger zugänglich sind, können insbesondere die Phasen der Querungssicherung und des Querungsvollzugs im Rahmen von stationären Verhaltensbeobachtungen betrachtet werden. Darüber hinaus sind diese Unterscheidungen wertvoll, da sie die unterschiedlichen Entscheidungsgrundlagen und -prozesse hervorheben. So scheint es plausibel, dass die Entscheidung für eine Querungsstelle zunächst auf globaleren Attributen beruht als die Entscheidung eine Weg- oder Zeitlücke im Verkehr zu nutzen. Allerdings bleiben beschreibende Modellansätze eine Betrachtung der Determinanten und Einflussgrößen der Entscheidungsprozesse schuldig. Die Integration von Ansätzen aus der Fahrermodellierung (FULLER, 2005, 2011) und aus den Gefahrenkognition-Modellen (DEERY, 1999; SCHLAG, 2009) bieten interessante Möglichkeiten bisherige Prozessmodelle zum Querungsverhalten zu erweitern, Handlungssequenzen in Bezug auf bestimmende Variablen zu spezifizieren und damit eine Lücke in der theoretischen Auseinandersetzung mit Fußgängerquerungsverhalten zu schließen.

2.2.7 Maßnahmenansätze zur Beeinflussung des Querungsverhaltens

Auf einer allgemeinen Ebene lassen sich Maßnahmen zur Veränderung des Verhaltens (Verhaltensprävention) von Maßnahmen zur Veränderung der infrastrukturellen Bedingungen (Verhältnisprävention) unterscheiden. Je nach Problemlage (z. B. Ablenkung vs. Sichtbarkeit) eignen sich eher verhaltens- oder verhältnispräventive Maßnahmen oder eine Kombination aus beiden dazu, die Fußgängersicherheit zu erhöhen. Fußgänger stellen eine sehr heterogene Verkehrsteilnehmergruppe dar. Zu Fuß gehende Kinder oder Senioren zum Beispiel haben sehr verschiedene sensorische, motorische und kognitive Eigenschaften und Bewältigungsfähigkeiten. Damit Maßnahmen zur Verbesserung der Fußgängersicherheit effektiv sind, müssen sie die verschiedenen Probleme der unterschiedlichen Verkehrsteilnehmergruppen adäquat adressieren (vgl. Kapitel 2.2.4).

Verhaltensmodifizierende Maßnahmen stützen sich v. a. auf die drei E's: Education, Enforcement und Economy, wobei in der Verkehrssicherheitsarbeit

traditionell ein Fokus auf Maßnahmen der Ausbildung, Aufklärung und Information liegt (Education).

Verkehrssicherheitsprogramme, die Aspekte des Verhaltens von Fußgängern thematisieren, existieren in Deutschland u. a. für Kinder wie z. B. „Kind und Verkehr“, in den USA u. a. das „WalkSafe Programm“ (HOTZ et al., 2004) sind aber noch nicht hinreichend auf ihre Wirksamkeit untersucht. ACKERMANN STÜRMER (2014) gibt einen Überblick über Ansätze der Verkehrserziehung bei Kindern mit dem Schwerpunkt Fußverkehr. Basierend auf THOMSON et al. (1996) identifiziert sie die Beherrschung folgender Aufgaben für ein sicheres Überqueren der Straße von Kindern:

1. Identifikation von sicheren Querungsstellen
2. Aufmerksames visuelles Suchen nach relevanten Objekten vor dem Queren
3. Identifikation von sicheren Lücken und rasches Handeln

Je nach Entwicklungsstand der Kinder gibt es dabei unterschiedliche Ansätze. Je jünger die Kinder sind, desto stärker sollte die Verkehrserziehung auf praktische Übungen angelegt werden (vgl. ZEEDYK et al., 2001). Mit fortschreitendem Alter können sie dann immer besser auch mit Konzepten und Theorie umgehen. Zunehmend werden dabei neben praktischen Übungen im Verkehr Computer- oder Virtual Reality-Simulationen eingesetzt. So belegen THOMSON et al. (1996), dass die Identifikation von sicheren Querungsstellen mit Kindern schon ab einem Alter von fünf Jahren erfolgreich geübt werden kann. Darüber hinaus existieren einige Programme, die spezifische Kompetenzen wie das Identifizieren von sicherheitsrelevanten Objekten oder das Schätzen von Entfernung und Geschwindigkeit herannahender Fahrzeuge mit verschiedenen Methoden schulen und trainieren (YOUNG & LEE, 1987; THOMSON et al., 2005; BARTON et al., 2007; SCHWEBEL et al., 2008; HUNT, HARPER & LIE, 2011; MEIR et al., 2015) und deren Wirksamkeit zumindest in Teilen erfolgreich evaluiert worden ist. Wichtig ist insbesondere bei jüngeren Kindern die Einbeziehung der Eltern. ACKERMANN STÜRMER (2014) schlussfolgert, dass Verkehrserziehung, kombiniert mit der Sensibilisierung der Eltern, als sehr empfehlenswerte Maßnahme zu bezeichnen ist. PERCER (2009) findet in ihrem Review von Verkehrserziehungsmaßnahmen für Fußgänger im Kindesalter, dass v. a. jene Programme wirksam sind, die die lerntheoretischen und entwicklungs-

spezifischen Besonderheiten von Kindern unterschiedlicher Altersstufen berücksichtigen. In Flandern wurde im Jahr 2013 eine große Fußgängerprüfung für alle Viertklässler eingeführt - ein praktischer Test von Fußgängergrundkenntnissen im Straßenverkehr (zum Beispiel Überqueren der Straße auf einem FGÜ) (DEKRA, 2015). Festzuhalten ist, dass bisher der Hauptzugang zur Fußgängersicherheit bei Kindern über die Verkehrserziehung in Kindergärten und Schulen erfolgt.

Verkehrssicherheitsprogramme für Senioren (z. B. „Mobil bleiben - aber sicher!“ der DVW oder „sicher mobil“ des DVR) setzen ihre Schwerpunkte v. a. auf das Autofahren und thematisieren Fußgängersicherheit nur am Rand. Spezielle Fitnessprogramme für Senioren, die v. a. die physischen Voraussetzungen für eine sichere Verkehrsteilnahme als Fußgänger herstellen wollen, existieren v. a. zur Sturzprävention (SCHEFFER et al., 2008). DOMMES & CAVALLLO (2012) untersuchten, ob Querungsentscheidungen und Verhalten von älteren Fußgängern durch ein Simulator-basiertes Querungstraining verbessert werden können. Dabei fanden sie signifikante Verbesserungen in der Querungsperformance bei der Experimentalgruppe, die allerdings nach sechs Monaten nicht mehr messbar waren. Für ältere Autofahrer konnten POSCHADEL et al. (2012) nachweisen, dass ein 15-stündiges Fahrtraining schwieriger Fahraufgaben die individuelle Fahrkompetenz über 70-jähriger Autofahrer im Realverkehr überzufällig und nachhaltig erhöhen kann.

Informations- und Aufklärungskampagnen haben das Problem der Ablenkung durch moderne Kommunikationstechniken beim zu Fuß gehen bisher nur vereinzelt thematisiert. Bislang liegen keine Wirksamkeitsüberprüfungen vor.

Maßnahmen der Überwachung und Ahndung von Regelvergehen (Enforcement) wie anreizbezogene Belohnungs- und Bestrafungsstrategien (Economy) spielen in der Fußgängersicherheit eine eher untergeordnete Rolle. Ob ein Nutzungsverbot während der Teilnahme als Fußgänger Einzug in die StVO halten sollte, wird diskutiert (TERNIG, 2015). Offen bleibt dabei, wie dieses Verbot überwacht und ggf. geahndet werden sollte.

[Einen umfassenden Überblick über angebotsseitige Maßnahmen zur Verbesserung der Fußgängersicherheit geben u. a. WHO (2009) und ELVIK et al. (2009).]

2.2.8 Fazit

In dieser Arbeit wird die Querungsaufgabe analog zu Task-Capability-Ansätzen in der Fahrermodellierung (FULLER, 2005, 2011) als ein regulativer Abgleich zwischen der Einschätzung der Weg- bzw. Zeitlücken einerseits und der Einschätzung eigener Querungsbezogener Fähigkeiten unter Berücksichtigung der persönlichen Risikoakzeptanz andererseits verstanden. D. h., eine gegebene Lücke wird in Beziehung gesetzt zur eigenen Fähigkeit für den Querungsvollzug. Hieraus leitet sich der Schwierigkeitsgrad für die Querungsaufgabe bzw. ein subjektives Risikopotential ab, das in niedriger Ausprägung subjektiv eine sichere Querung impliziert und bei hoher Ausprägung die Querung als gefährlich erscheinen lässt.

Es zeigt sich, dass insbesondere Kinder und ältere Fußgänger aus unterschiedlichen Gründen Schwierigkeiten bei der adäquaten Lückenbewertung haben. Insbesondere die Schätzung von Annäherungsgeschwindigkeiten bereitet ihnen Schwierigkeiten, so dass die Lückenbewertung häufig allein auf der wahrgenommenen Distanz des Fahrzeuges beruht (Weglücke) und sowohl die erforderliche Zeit für das sichere Queren (Fahrbahnbreite und eigene Geschwindigkeit) als auch die Annäherungsgeschwindigkeit der Fahrzeuge dabei vernachlässigt werden (OXLEY et al., 2005; SIMPSON et al., 2003). Dies führt dazu, dass z. B. ältere Fußgänger die Ankunft eines sich langsam nähernden Fahrzeuges (TTA) häufig unterschätzen und nicht queren. Im Gegenzug sind sie bei höheren Annäherungsgeschwindigkeiten eher dazu bereit, sicherheitsabträgliche kleinere Zeitlücken zu wählen (LOBJOIS & CAVALLO, 2007, 2009). Beobachtungsstudien zum Verhalten von Fünf- bis Sechsjährigen beim Überqueren einer Straße zeigten deutliche Defizite dieser Altersgruppe beim Stoppen, Schauen, Überqueren sowie bei der Blickrichtung (ZEEDYK et al., 2002). Für die Verkehrsteilnahme wichtige Fähigkeiten wie die Schätzung von Geschwindigkeiten und Entfernungen (TTA) und das Erkennen und Bewerten von Gefahren (Gefahrenkognition) sind erst ab einem Alter von zehn bis zwölf Jahren ausreichend entwickelt (SCHLAG et al., 2006).

Hinzu kommt, dass die Nutzung mobiler Geräte sich immer weiter verbreitet. Die Wirkung von Ablenkung durch die zunehmende Nutzung mobiler Geräte auf die Sicherheit von Fußgängern ist bisher jedoch nur wenig untersucht. Beobachtungsstudien v. a. aus

den USA zeigen, dass 20 – 30 % aller beobachteten Fußgänger ablenkende Tätigkeiten beim Queren durchführten (THOMPSON et al., 2013; BASCH et al., 2014). Vergleichbare Studien liegen für Deutschland nach vorliegender Auswertung bisher nicht vor. Dabei hat die bisherige (v. a. experimentelle) Forschung deutlich gezeigt, dass die Nutzung von mobilen Geräten einen Einfluss auf die Querungsperformance von Fußgängern hat. Dies legt den Schluss nahe, dass sich analog zu Kfz-Fahrern auch für Fußgänger ein Zusammenhang zwischen Ablenkung durch Nebentätigkeiten und Unfallwahrscheinlichkeit beschreiben lässt.

3 Methodik

3.1 Datengrundlagen und Erhebungskonzept

3.1.1 Untersuchungsraum (Stufe 1-3)

Es wurden vier deutsche Großstädte für die Erhebungen und Analysen ausgewählt. Diese werden im Folgenden als die Städte A bis D bezeichnet. Die Auswahl der Städte orientierte sich an Verfügbarkeit und Qualität der dort vorgehaltenen Unfalldaten¹⁷. Außerdem spielte die Entfernung des Erhebungsbüros in Köln ebenfalls eine Rolle, da mit steigender Entfernung an weniger Stellen Erhebungen durchgeführt werden konnten.

Die im Rahmen dieses Projektes durchgeführten Erhebungen wurden durch Daten aus folgenden Veröffentlichungen ergänzt:

- BAIER, R.; MAIER, R.; AURICH, A. & KLEMP, A. (2007). Sicherheitsgrad von Stadtstraßen mit und ohne schienengebundenen ÖPNV. Unveröffentlichter Schlussbericht zum Forschungsprojekt des GDV. Aachen/Dresden: BSV Büro für Stadt- und Verkehrsplanung / Lehrstuhl Straßenverkehrstechnik der TU Dresden
- JAKOB, S.-A. (2016). Einflussfaktoren des Fußgängerverhaltens bei Fahrbahnquerungen auf der freien Strecke. Dresden: Diplomarbeit am Lehrstuhl IVST der TU Dresden

¹⁷ Verfügbarkeit digitaler Unfalldaten, x-y-Koordinaten, ergänzende Informationen über den Standarddatensatz hinaus (u. a. anonymisierte Unfalltexte, dreistelliger Unfalltyp); Bereitschaft zur Weitergabe der Unfalldaten

- MONSE, A. (2008). Untersuchung der Zusammenhänge zwischen Randnutzung, Sicherheit und nichtmotorisierten Verkehr im städtischen Hauptverkehrsstraßennetz. Dresden: Studienarbeit am Lehrstuhl Straßenverkehrstechnik der TU Dresden

3.1.2 Unfalldaten (Stufe 1)

Die makroskopische Unfallanalyse wurde aus den Daten der amtlichen Straßenverkehrsunfallstatistik abgeleitet. Hierbei wurde auf zwei unterschiedliche Quellen zurückgegriffen:

- Veröffentlichungen auf www.destatis.de
- Auswertungen der BASt auf Basis der Einzeldaten der amtlichen Unfallstatistik (in Bezug auf den dreistelligen Unfalltyp mit einer Teilauswertung von Bundesländern, welche diese Daten bereitstellen).

Den Auswertungen liegen jeweils unterschiedliche Betrachtungszeiträume zugrunde, welche jeweils in den Diagrammunterschriften aufgeführt sind.

Grundlage der Auswahl an Untersuchungsabschnitten sowie für die Unfallanalyse waren die gesamtstädtischen Einzelunfalldaten aus vier Großstädten in Deutschland. Der Basisunfalldatensatz umfasst folgende Attribute:

- Geokoordinate
- Datum
- Unfall-Uhrzeit
- Unfallkategorie und Anzahl Verletzte (Gt / SV / LV)
- Unfalltyp
- Unfallart
- Lichtverhältnisse
- Straßenzustand
- Lichtzeichenanlage
- Besonderheiten der Unfallstelle
- Unfallursache
- Aufprall auf Hindernis neben der Fahrbahn
- Informationen zu Beteiligten 01 und 02:
 - Art der Verkehrsbeteiligung
 - Alter
 - Unfallursache.

In ausgewählten Städten wurden ergänzende Daten zum Unfallhergang beschafft:

- standardisierte Kollisionssymbole inklusive Ausrichtung nach Fahrtrichtung der Beteiligten
- anonymisierte Unfallhergangstexte
- dreistelliger Unfalltyp.

Die Unfalldaten beziehen sich alle auf einen fünfjährigen Betrachtungszeitraum vom 01.01.2011 bis 31.12.2015. Es wurden Daten zu allen Unfallkategorien 1 bis 6 geliefert, sofern diese bei der Polizei vorhanden waren (z. B. stehen nicht überall Unfälle der Kategorie 5 zur Verfügung). In einer Stadt wurden aus Aufwandsgründen nur die Unfälle mit Fußgängerbeteiligung zur Verfügung gestellt.

3.1.3 Infrastrukturdaten (Stufe 1 und 2)

Stufe 1 – Analyse Verkehrsaufkommen

Im Rahmen einer Vorerhebung wurden unter Berücksichtigung von Luftbildern und den Unfalldaten potenzielle Erhebungsstellen identifiziert. Dabei spielte die Zielsetzung dieser Arbeit sowie die festgelegten Abgrenzungen eine wesentliche Rolle (siehe hierzu Kapitel 1.2). Letztendlich wurden Netzbereiche mit folgenden Eigenschaften identifiziert:

- Hauptverkehrsstraßen
- Straßenzüge zwischen Hauptverkehrsknotenpunkten bzw. Knotenpunkten mit LSA
- zulässige Höchstgeschwindigkeit $v_{zul}=50$ km/h
- Straßenzüge außerhalb von Fußgänger-LSA oder FGÜ
- ein Fahrstreifen je Fahrtrichtung (überbreite Fahrstreifen möglich)
- potenziell relevantes Fußgängeraufkommen
- möglichst keine Straßenbahn

Durch Vor-Ort-Besichtigung wurden dann aus den potenziellen Erhebungsstellen (>150 Stellen) die finalen Bereiche für Erhebung und Analyse ausgewählt. Eine Übersicht der finalen Erhebungsstellen mit ausgewählten wesentlichen Merkmalen findet sich im Anhang A.2.

Ein weiteres Ziel bei der Auswahl der Erhebungsstellen war die Gewährleistung einer Gleichverteilung möglichst vieler, potenziell relevanter Einflüsse des Fußgängerunfallgeschehens sowie der Fuß-

gängerunfalldichte (z. B. 50 % der Netzbereiche mit und 50 % der Netzbereiche ohne parkende Fahrzeuge am Fahrbahnrand). Praktisch war dies kaum zu gewährleisten. Folgende qualitative Aspekte waren u. a. bei der Auswahl der Erhebungsstellen auffällig:

- Netzbereiche mit potenziell hohem Fußgänger-aufkommen und gleichzeitig auftretenden Unfällen weisen tendenziell häufig auch parkende Fahrzeuge am Straßenrand und/oder eine ÖV-Haltestelle auf
- Netzbereiche mit auffälligen Fußgängerunfallgeschehen weisen tendenziell häufig auch eine Straßenbahn, mehr als einen Fahrstreifen je Fahrtrichtung oder eine LSA auf (Fußgängerfurten oder signalisierter Anschlussknoten)
- Netzbereiche mit auffälligem Fußgängerunfallgeschehen liegen tendenziell häufig auch im Bereich von Anschlussknotenpunkten¹⁸

Auch im Vergleich der Städte wurden Unterschiede deutlich. Stadt D weist eine hohe Dichte an mit LSA gesicherten Querungsstellen oder Tempo-30-Bereichen auf. Es deutet sich an, dass aufgrund der kommunalen Sicherheitsarbeit der Stadt, eine zeitnahe Reaktion auf bspw. Häufungen von Fußgängerunfällen erfolgt. Dementsprechend schwierig war es, unbeeinflusste Netzbereiche entlang der freien Strecke mit auffälligen Fußgängerunfallgeschehen zu finden.

Diese Problematik ist von hoher Relevanz für die spätere Analyse. Die Schwierigkeit geeignete und dem Untersuchungsansatz entsprechende Erhebungsstellen zu finden, schränkte die ursprünglich vorgesehene Auswahlmethodik anhand einer auffälligen Fußgängerunfalldichte erheblich ein. Damit ist mit einem Auswahlfehler in Bezug auf die Analytestichprobe zu rechnen, welcher bei den weiteren Analysen bzw. deren Interpretation zu berücksichtigen ist.

Letztendlich steht folgendes Erhebungskollektiv differenziert nach den Städten zur Verfügung:

Dieses Kollektiv wird ergänzt um drei Netzbereiche mit Verkehrserhebungen in Zeiträumen mit frühzeitigem Sonnenuntergang (Verhalten bei Dunkelheit). Diese finden an zwei bereits während des Som-

Stadt	Strecke	Kreuzung (Anschlussknoten ohne LSA)
A	26	6
B	4	-
C	25	4
D	17	-
Gesamt	72 + 24 extern	10

Tab. 3-1: Erhebungskollektiv differenziert nach Städten

mers betrachteten Erhebungsstellen sowie einer zusätzlichen Erhebungsstelle in Stadt C statt.

Folgende Merkmale wurden für alle Erhebungsstellen erhoben:

- Querschnitt:
 - Anzahl Fahrstreifen je Fahrtrichtung
 - nutzbare Fahrbahnbreite MIV
 - Art und Breiten von Radverkehrsanlagen
 - Art und Breiten Anlagen des ruhenden Verkehrs
 - Gehwegbreiten
 - Querungshilfen (Mittelstreifen, Mittelinsel)
 - Straßenbahnführung
 - Sonderfahrstreifen Bus
 - Haltestellentyp (Fahrbahnrand, Kap, Mittellage, Fahrbahn)
- Verkehrsregelung
 - zulässige Höchstgeschwindigkeit (auch temporär)
 - relevante Beschilderung (u. a. Gefahrenzeichen)
- Umfeld
 - Entwurfssituation nach den RASt 06
 - Länge und Art der Bebauungsnutzung getrennt nach Fahrbahnseite (Wohnen, Geschäftlich, kombiniert Wohnen/Geschäfte, Gewerbe/Arbeitsstätten)
 - Zentrale Ziele in der näheren Umgebung (u. a. Kita, Schulen, Zugänge S- und U-Bahn)
- sonstiges
 - Länge und Grund für räumliche Abgrenzung

¹⁸ Es gilt zu berücksichtigen, dass wenn von einer Häufung von Fußgängerunfällen auf der freien Strecke gesprochen wird, Anschlussknotenpunkte der freien Strecke zugeordnet sind.

- Anzahl Zufahrten an Anschlussknotenpunkten
- Abstand Erhebungsstelle bis zum nächsten Hauptverkehrsknotenpunkt, Knotenpunkt mit LSA, FGÜ oder Fußgänger-LSA

Als digitale Netzgrundlage werden frei verfügbare OSM-Daten verwendet (Quelle: openstreetmap.org).

Stufe 2 – Analyse Verhaltensbeobachtungen

Zur Beantwortung der Forschungsfragen aus Stufe 2 wurde eine strukturierte, nicht-teilnehmende Beobachtung des Fußgängerquerungsverhaltens an acht verschiedenen Orten in zwei der vier Untersuchungsstädte durchgeführt.

Die aufgestellten Forschungsfragen legen ihren Schwerpunkt auf Querungen auf freier Strecke mit geradem Straßenverlauf. Verkehrstechnische Kriterien für die Standortwahl sind:

- ein Fahrstreifen je Fahrtrichtung
- ausreichender Abstand (mindestens 50 m) zur nächsten gesicherten Quermöglichkeit (keine FGÜ, FG-LSA)
- ausreichender Fußgängerquerverkehr v. a. Kinder und Senioren
- Straßen mit zulässiger Höchstgeschwindigkeit von 50 km/h
- nicht im Einflussbereich eines Hauptverkehrsknotens (mind. 50 m Entfernung)
- möglichst keine Straßenbahn
- möglichst kein Rad- / Schutzstreifen und parkenden Kfz
- keine Mittelinseln

Hinsichtlich der Durchführbarkeit der Vor-Ort-Beobachtungen musste grundsätzlich die freie Sicht des Beobachters auf den Beobachtungsraum gewährleistet sein. Deswegen sollte möglichst kein ruhender Verkehr vorhanden sein, was allerdings nicht immer eingehalten werden konnte. Die Beobachter dürften den Verkehr nicht behindern, das galt insbesondere für den herannahenden Fußgängerverkehr. Darüber hinaus musste gewährleistet sein, dass die per Video aufgezeichnete Fläche der beobachteten Fläche entspricht.

Die Auswahl der Beobachtungsstandorte erfolgt auf Basis der potenziellen Erhebungsstellen für Stufe 1 (siehe Erläuterungen am Beginn dieses Kapitels).

Es fanden protokollierte Vor-Ort-Besichtigungen anhand eines umfassenden Kriterienkatalogs in den beiden Untersuchungsstädten für Stufe 2 statt, die zu acht Beobachtungsstandorten führten.

Im Anhang in Kapitel A.3 sind die Beobachtungsstandorte anhand von Steckbriefen im Detail beschrieben. Dabei werden folgende Merkmale erläutert:

- Lage
- Querschnitt
- Straßenbeschaffenheit
- zulässige Höchstgeschwindigkeit
- DTV (Kfz/24 h)
- Vorhandensein von ruhendem Verkehr
- Straßennutzung durch andere Verkehrsarten
- Entfernung von Verkehrseinrichtungen (Haltestellen, LSA)

3.1.4 Verkehrs- und Verhaltensdaten (Stufe 1 und 2)

Stufe 1 – Analyse Verkehrsaufkommen

An allen (nicht externen) Erhebungsstellen mit Ausnahme von Stadt B wurden Videoerhebungen (mindestens) im Zeitraum von 06:00 bis 19:00 Uhr durchgeführt. Dieser beinhaltet die beiden potenziellen Spitzenstundenzeiträume von 06:00 bis 10:00 Uhr und von 15:00 bis 19:00 Uhr.

Die Erhebungen – mit Ausnahme der Dunkelerhebungen – fanden in den Sommermonaten, an einem Werktag und außerhalb von Ferienzeiten statt.

Die Erhebungen wurden mit Kameras durchgeführt, welche aufgrund ihrer Größe und der Art der Anbringung kaum von den Verkehrsteilnehmern wahrgenommen werden. Die Anforderungen des Datenschutzes und die zur Verfügung stehenden Speicherkapazitäten erforderten, dass die Videoaufnahmen in verminderter Qualität aufgenommen wurden.

Anhand der Videoaufnahmen wurden im Nachgang verschiedene Kennzahlen zum Aufkommen des MIV sowie des Fußgänger- und Radverkehrs im Längs- und Querverkehr erhoben.

Für einen oder mehrere Bildausschnitte wurden manuell Verkehrszählungen durchgeführt. Bei Ab-

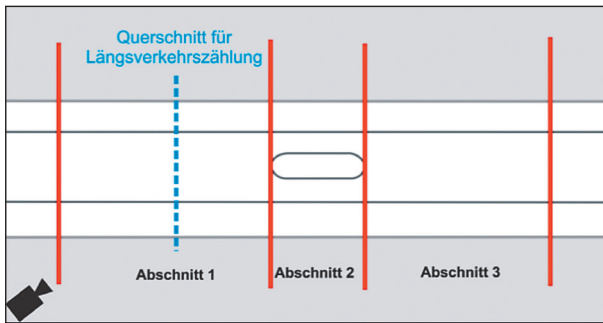


Bild 3-1: Räumliche Einteilung einer Erhebungsstelle am Beispiel einer Mittelinsel (mit Kamera erfasster Bereich)

schnitten mit Mittelinseln als Querungshilfen wurde der Bereich vor, auf und hinter der Mittelinsel separat ausgewertet (siehe Bild 3-1).

Insgesamt wurden zwei Vierstundenzeiträume jeweils von 06:00-10:00 Uhr sowie 15:00-19:00 Uhr ausgewertet. Die kleinste Erhebungseinheit beträgt 15 Minuten, d. h. ein Vierstundenzeitraum weist 16 Erhebungszeiträume auf.

In der Stadt B wurden die Verkehrserhebungen zwischen 9-10 Uhr sowie 17-18 Uhr ausgewertet.

Folgende Kennzahlen wurden differenziert nach den Verkehrsteilnehmergruppen erhoben:

- MIV
 - Fahrzeuge im Längsverkehr getrennt nach Fahrtrichtung
 - Fahrzeugklassen: Motorrad, Pkw, Lieferwagen, Lkw, Lastzug/Sattelzug, Bus, Straßenbahn
- Radverkehr
 - Fahrzeuge im Längsverkehr getrennt nach Fahrtrichtung
 - Fahrzeuge getrennt nach Fahrbahn- und Gehwegnutzung
 - Fahrzeuge mit Gehwegnutzung getrennt nach Erwachsenen und Kindern
- Fußgänger getrennt nach Quer- und Längsverkehr sowie differenziert nach Fahrbahnseite (Nutzung im Längsverkehr, Start der Querung im Querverkehr)
 - Kinder, Erwachsene, Senioren
 - Handynutzung (ja/nein)
 - Fußgänger mit Kinderwagen
 - Fußgänger mit Gehhilfen (u. a. Stock, Rollator)

- Kinder mit Tretroller
- Fußgänger schiebt Rad

Der Begriff Handynutzung wird für diese Untersuchung definiert als die erkennbare Nutzung eines mobilen Endgerätes (Handys und Smartphone). Die erkennbare Nutzung beinhaltet das Telefonieren mit Gerät am Ohr sowie die Bedienung und Betrachtung des Displays.

Es gilt zu berücksichtigen, dass die Genauigkeit der Kategorisierung nach Altersklasse sowie der Handynutzung mit Ungenauigkeiten behaftet ist. Es ist von folgenden Sachverhalten auszugehen:

- Der Anteil an Kindern und Senioren tendenziell unterschätzt wird, da aufgrund der äußerlichen Erscheinung vereinzelt Kinder oder Senioren den Erwachsenen zugeordnet werden.
- Inwiefern eine Über- oder Unterschätzung der Handynutzung stattfindet, bleibt unklar. Standardmäßig kann die Nutzung eines mobilen Endgeräts durch die Armposition des Fußgängers bestimmt werden. Entweder befindet sich die Hand am Ohr oder vor dem Oberkörper. In stichprobenhaften Auswertungen im Nachgang wurden aber auch solche Armpositionen ohne Nutzung eines mobilen Endgeräts festgestellt, als auch Handynutzungen ohne solche Armpositionen beobachtet (allerdings in kleiner Anzahl).

Aufgrund der Qualität der Videoaufnahmen ist eine Differenzierung der Fußgänger mit und ohne Behinderung nicht möglich. Um dennoch den Einfluss körperlicher Einschränkungen auf das Querungsverhalten herauszustellen, werden Personen mit offensichtlichen Gehhilfen, z. B. Stock, Rollator und Rollstuhl separat erhoben.

Stufe 2 – Analyse Verhaltensbeobachtungen

Im Rahmen der Verhaltensbeobachtung werden folgende Merkmale erhoben:

Als erklärende und Kontrollvariablen werden die in der Literatur beschriebenen Personenmerkmale (Alter, Geschlecht) und die Begleitung während einer Querung erhoben. Als potenziell ablenkende Tätigkeiten wurden in der Literatur (vgl. Kapitel 2.2.5) die Nutzung von mobilen Telefonen (d. h. telefonieren, Musik hören, SMS schreiben) sowie die direkte Interaktion mit anderen Verkehrsteilnehmern identifiziert. (Tabelle 3-1)

Zur Beschreibung der Ablenkung wurden:

- Nebentätigkeiten wie Gespräche, Kopfhörer tragen, telefonieren oder Smartphone-Benutzung sowie
- Interaktionen zwischen Fußgängern und anderem Verkehrsteilnehmern (MIV, Rad, Krad etc.) erhoben.

Abhängige Variable

Zur Beschreibung des Querungsprozesses (vgl. Kapitel 2.2.2 und 2.2.3) wird einerseits das Sicherungsverhalten der Fußgänger während der Phase der Querungsvorbereitung, die Länge der Querungsvorbereitung (Wartezeit), der Querungspfad und die Querungszeit erhoben. (Tabelle 3-2)

Das Fußgängerbeobachtungstool produziert Textdateien mit allen notierten Events, die über ein Konvertierungsprogramm in Excel und SPSS für die statistischen Auswertungen eingelesen werden können.

Variable	Daten-niveau	Ausprägung
Alter	Ordinal	3 Kategorien Kind 0-15 Jahre, Jugendliche/ Erwachsene 16-65 Jahre und Senioren 65+ Jahre
Geschlecht	Alternativ	2 Kategorien (weiblich, männlich)
Einschränkung	Alternativ	ja/nein (z. B. Kinderwagen, Fahrrad, schweres Gepäck)
Ablenkung	Modal	verschiedene Ablenkungsformen (siehe unten)
Begleitung	Alternativ	Einzel-Personen oder Gruppen

Tab. 3-2: Überblick über Beobungskategorien unabhängige Variablen

Variable	Daten-niveau	Ausprägung
Sicherung	Modal	3 Kategorien (Kopfbewegung nach rechts/ links; beide Seiten)
Wartezeit	Metrisch	Sekunden (erfolgt über „Pause-Button“ des Tablets)
Querungspfad	Metrisch	genaue Wegstrecke (gegeben durch Startpunkt und weitere Punkte bis Zielerreichung der gegenüberliegenden Seite)
Querungszeit	Metrisch	Sekunden
kritische Situation	Modal	lag eine kritische Situation während des Querens vor?

Tab. 3-3: Überblick über Beobungskategorien abhängige Variablen

3.1.5 Konfliktkosten (Stufe 3)

Als Konflikt wird in dieser Studie die Interaktion zwischen zwei Verkehrsteilnehmern, hier einem Fußgänger und einem anderen Fahrzeug, beim Queren der Fahrbahn durch den Fußgänger verstanden. Ein Konflikt entsteht dabei aus dem Interesse, denselben Raum zur gleichen oder fast gleichen Zeit zu nutzen. Ein Konflikt entspricht demnach nicht einem Unfall, sondern vielmehr einer Interaktion, in der ein Unfall vermieden werden soll.

Grundlage für die Analyse von Konflikten sind objektive und quantifizierbare Kenngrößen. Eine Berücksichtigung von subjektiven Konfliktparametern, die weder reproduzierbar noch vergleichbar sind, wird als nicht zielführend erachtet.

Die Konfliktparameter wurden mit dem Softwaretool T-Analyst der Lund University in Schweden ermittelt. Ausgewählte Videoaufnahmen wurden dazu:

- hinsichtlich eines 2-D-Koordinatensystems kalibriert,
- Trajektorien von potenziellen Konfliktgegnern manuell im Tool definiert,
- daraus entsprechende Konfliktparameter parametrisiert und
- statistische Unterschiede zwischen verschiedenen Teilkollektiven von Konfliktgegnerkonstellationen ermittelt.

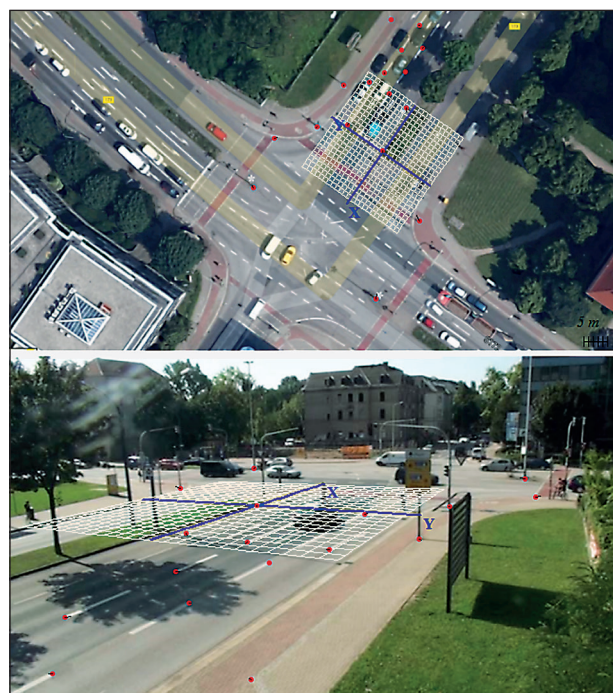


Bild 3-2: Skalierung Videobild im T-Analyst (methodisches Vorgehen)

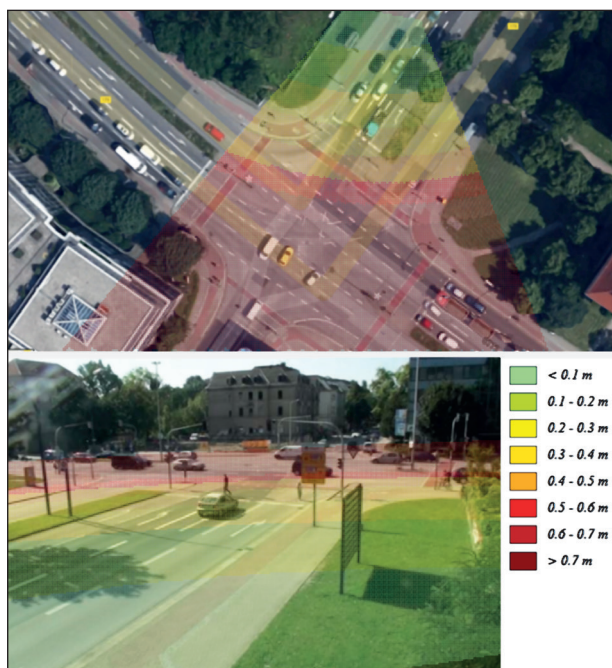


Bild 3-3: Potenzieller Fehler bei Koordinatenverortung mit zunehmendem Abstand vom Kamerastandort (methodisches Vorgehen)

Mithilfe des T-Analyst wurde den Videos ein Koordinatensystem zugeordnet, anhand dessen Personen und Fahrzeuge lokalisiert werden können (siehe Bild 3-2). Die Auswertung der Konflikte mit dem T-Analyst war sehr zeitaufwendig, da jeder Konfliktgegner händisch registriert und verfolgt werden muss. Aus den registrierten Koordinaten der Verkehrsteilnehmer lassen sich die Trajektorien bzw. Bewegungslinien ableiten und die jeweiligen Geschwindigkeiten, Beschleunigungen und auch Konfliktparameter zwischen zwei registrierten Objekten berechnen.

Nicht bei jedem querenden Fußgänger entsteht ein Konflikt mit einem anderen Verkehrsteilnehmer. Durch das regelmäßige Beobachten der Fahrbahn durch den Fußgänger werden viele Konflikte vermieden und die Querung erfolgt nur bei Lücken im fließenden Verkehr.

Nicht alle (theoretischen) Konflikte sind für die Analyse geeignet. Queren bspw. Fußgänger durch wegen Rückstau haltende, oder sich im Schritttempo bewegendes Fahrzeuge, sind die Rahmenbedingungen anders im Vergleich zur Querung durch den fließenden Verkehr. Daher werden nur Konflikte beim Queren des fließenden, aber nicht stockenden oder haltenden, Verkehrs ausgewertet.

Eine weitere Einschränkung ergab sich durch die räumliche Abgrenzung des erhobenen Videobilds.

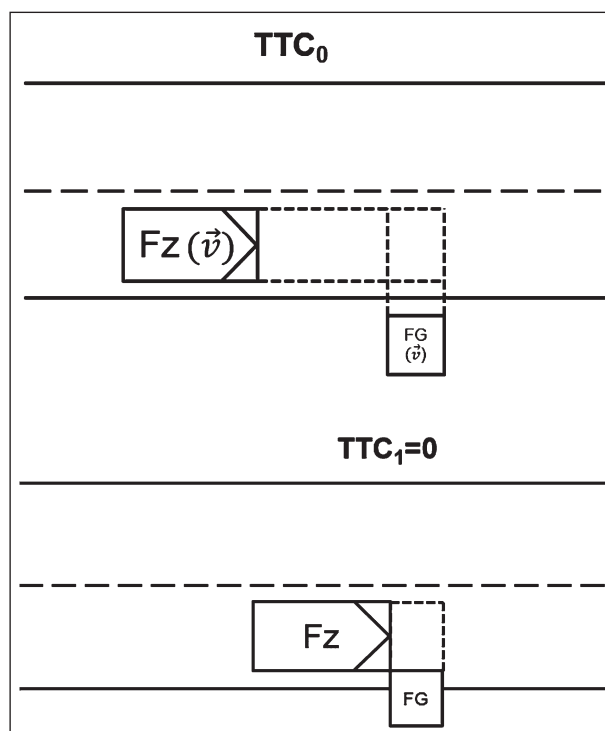


Bild 3-4: Definition Time-to-Collision

Für Konfliktgegner der Fußgänger, welche beim Querungsstart noch nicht im Video erschienen sind, lassen sich keine Zeitlücken ermitteln.

Die Genauigkeit der Verortung von Koordinaten der Bewegung im Video nimmt mit zunehmendem Abstand vom Kamerastandort ab (siehe Bild 3-3). Dadurch streuen die Geschwindigkeiten der Fahrzeuge (bei der relevanten Annäherung an die Konflikfläche) in Richtung Kamera stärker als diejenigen, welche sich von der Kamera wegbewegen.

Für die Konflikte, die erhoben und ausgewertet werden konnten, wurden folgende Daten ermittelt:

- v_1 – Geschwindigkeit des ersten Konfliktgegners (KG1), in diesem Fall immer des Fußgängers
- v_2 – Geschwindigkeit des zweiten Konfliktgegners (KG2), in diesem Fall immer des Fahrzeugs

TTC – die Time-to-Collision

- Entspricht der Zeit, nach der die Konfliktgegner zusammenstoßen werden (siehe Bild 4-32). Bei der Berechnung werden eine gleichbleibende Geschwindigkeit und eine gleichbleibende Bewegungsrichtung beider Konfliktgegner zu einem Zeitpunkt vorausgesetzt. Sie kann zu jedem Zeitpunkt berechnet werden, T-Analyst liefert jedoch nur dann ein Ergebnis, wenn sich die Konfliktgegner tatsächlich auf Konfliktkurs befinden.

den. Die genaue Berechnungsmethode unter Berücksichtigung verschiedener Annäherungswinkel ist in LAURESHYN, SVENSSON & HYDEB (2012) zu finden. Für die im Folgenden analysierten Konflikte mit Angaben zur TTC wurde – wie in den meisten Untersuchungen üblich – vorrangig das Minimum aus dem Verlauf der TTC verwendet.

In LU et al. (2004) wird eine Einteilung in folgende Gefährdungsklassen vorgeschlagen:

- $TTC < 1,0$ s erhöhtes Gefährdungspotenzial
- $1,0$ s $< TTC < 1,5$ s mittleres Gefährdungspotenzial
- $TTC > 1,5$ s kaum oder kleines Gefährdungspotenzial

Allerdings sind solche Einteilungen mit Vorsicht zu interpretieren, da ein empirischer Nachweis des Einflusses auf Unfälle häufig fehlt.

T_2

Gibt die Zeit wieder, die Konfliktgegner 2 braucht, um (bei gleichbleibender Geschwindigkeit und Bewegungsrichtung) die prognostizierte Konfliktfläche zu erreichen (siehe Bild 3-5). Für die vorliegenden Konflikte wurde das T_{Fz} berechnet, das der Zeit entspricht, die das Fahrzeug zum Zeitpunkt des Betretens der Fahrbahn durch den Fußgänger benötigt, um die Konfliktfläche zu erreichen. Diese Zeit ist unabhängig von der Geschwindigkeit des Fußgängers und somit dem Betreten oder Verlassen der Konfliktfläche durch den Fußgänger (also dem Entschärfen des Konflikts im Nachgang zur Querungsentscheidung).

PET – die Post-Encroachment-Time

Ist die Zeitlücke zwischen dem Verlassen einer Kollisionsfläche durch den Konfliktgegner 1 und dem Erreichen der Fläche durch den Konfliktgegner 2 (siehe Bild 3-6). Sie wird als Einzelwert berechnet. Die PET wird an den in dieser Studie analysierten Konflikten als prognostizierte PET zum Zeitpunkt des Verlassens der Konfliktfläche durch Konfliktgegner 1 berechnet und entspricht der Zeit, die Konfliktgegner 2 noch benötigt, um die Konfliktfläche zu erreichen.

Basierend auf empirischen Studien kategorisiert VAN DER HORST (1990) Situationen mit:

- einer $PET < 1,0$ s als kritisch und
- einer $PET > 2,0$ s als normale Verkehrssituation.

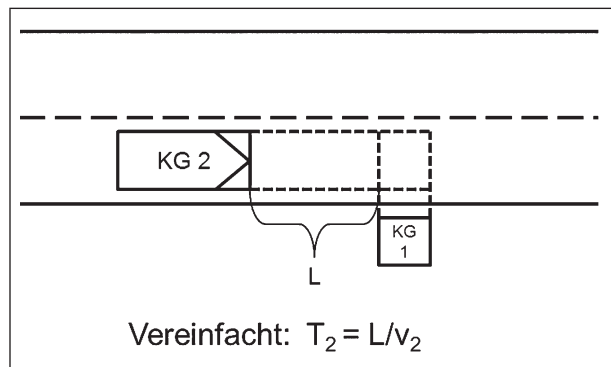


Bild 3-5: Definition T_2 bzw. T_{Fz}

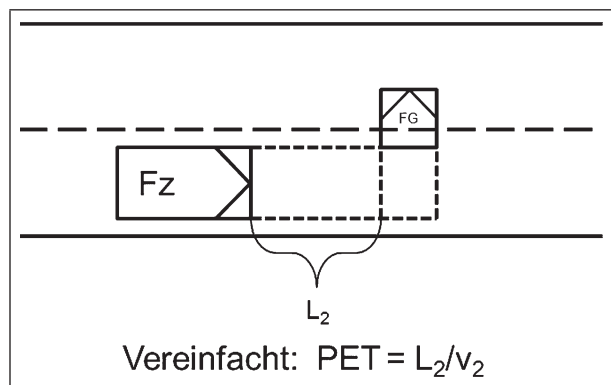


Bild 3-6: Definition Post-Encroachment-Time PET

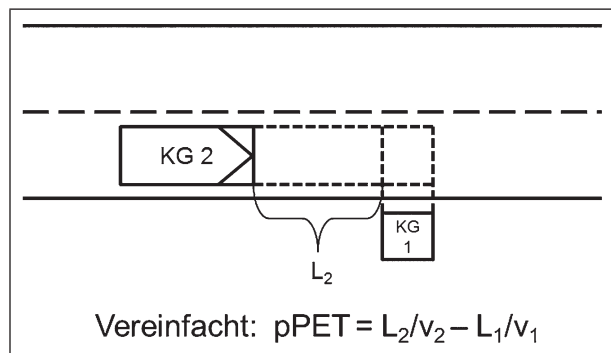


Bild 3-7: Definition Time Advantage T_{Adv} bzw. prognostizierte PET

T_{Adv} – Time Advantage

Entspricht einem prognostizierten PET ($pPET$) und wird im Gegensatz zur PET für jedes Zeitintervall berechnet. Dabei wird die PET anhand der jeweils aktuellen Geschwindigkeiten und Bewegungsrichtungen prognostiziert (siehe Bild 3-7).

Für die Analyse wurden drei Untersuchungsstellen ausgewählt und insgesamt 24 Stunden Videomaterial analysiert. Dabei lag der Schwerpunkt auf Fußgängerquerungen vor Fahrzeugen. Es wird der Zeitpunkt des Betretens der Fahrbahn durch den Fußgänger als Querungsstart definiert. Zusätzlich wurde eine geringere Anzahl an Fußgängerquerungen nach Fahrzeugen erhoben. Die Interpretation

der Konfliktparameter ist für diese Konflikte deutlich schwieriger und weniger aufschlussreich. Interessant sind vor allem die abgelehnten Zeitlücken, die aus Sicht des Fußgängers nicht ausgereicht haben, um die Fahrbahn vor dem Fahrzeug zu queren. Zur Ermittlung dieser Zeitlücke ist allerdings die Definition eines Ablehnungszeitpunktes notwendig. Die Entscheidung gegen eine Querung macht sich jedoch zu unterschiedlichen Zeitpunkten und durch unterschiedliche Verhaltensweisen bemerkbar. Dazu zählen unter anderem das Anhalten am Fahrbahnrand, das Anhalten nach vorheriger Verringerung der Gehgeschwindigkeit, die Verringerung der Gehgeschwindigkeit ohne Warten bis sich eine freie Zeitlücke ergibt, sowie eine örtliche Verschiebung der Querungsstelle. Aufgrund dieses Definitionsproblems können von den Fußgängerquerungen nach Fahrzeugen letztendlich – objektiv vergleichbar – nur die Geschwindigkeiten der Konfliktgegner analysiert werden.

Ergänzend wurde auf Basis der Videos zur Verhaltensbeobachtung auf Stufe 2 die Fußgängerkollektive mit Handynutzung hinsichtlich der PET analysiert, um Unterschiede im Sicherungsverhalten zu identifizieren. Für Fälle, in denen die Querungen nicht in akzeptabler Genauigkeit mittels T-Analyst berechnet werden konnten, wurden die Szenen in einem manuellen Verfahren (Rasterverfahren) frame per frame ausgewertet (VIEHWEGER, 2016).

3.1.6 Verfolgungsläufe (Stufe 3)

An einem Werktag wurden in einer Untersuchungsstadt Verfolgungsläufe zwischen 10:00 und 18:00 Uhr durchgeführt.

Bei der Wahl der Örtlichkeit wurden folgende Kriterien berücksichtigt:

- zu erwartendes hohes Fußgängeraufkommen durch angrenzende Geschäfte, Bürogebäude, Haltestellen des öffentlichen Verkehrs
- Streckenabschnitte ohne LSA oder Fußgängerüberweg
- zu erwartende Fußgängerquerungen (Fahrzeugverkehr nicht zu stark und Ziele auf beiden Straßenseiten)
- Auswahl eines Gebietes anstatt einer Strecke, um längere Wege und eventuell mehrere Querungen aufzeichnen zu können

Die Wahl fiel auf ein innenstadtnahes Gebiet, das durch Straßen des Hauptverkehrsnetzes umschlossen ist. Die Verfolgungen sollten an den Hauptverkehrsstraßen, aber auch an den im Gebiet liegenden Erschließungsstraßen erfolgen. Da an den Hauptverkehrsstraßen eine Vielzahl von gesicherten Fußgängerquerungsstellen vorliegt, sollte durch den Einbezug der Erschließungsstraßen die Anzahl der beobachtbaren ungesicherten Querungen erhöht werden. Trotz geringerem Verkehrsaufkommen wird erwartet, dass auch in diesen Bereichen ein Sicherungsverhalten der Fußgänger zu beobachten ist. Außerdem muss der Fußgänger durch eine Person verfolgt werden. Durch dichteren und schnelleren Verkehr wird es schwieriger eine Person im gleichen Tempo zu verfolgen, ohne dass die Sicherheit des Erhebungspersonals eingeschränkt wird.

Die ausgewählten Straßen besitzen unterschiedliche Charakteristika. Im Norden wird das Gebiet durch eine Hauptgeschäftsstraße (Definition nach RAST 2006) begrenzt. Durch eine im Westen angrenzende Baustelle und die dahinter folgende Fußgängerzone ist der Fahrzeugverkehr dort gering. Im Osten begrenzt eine Hauptgeschäftsstraße mit hohem Kfz-Aufkommen und breitem, undefiniertem Straßenraum das Untersuchungsgebiet. Südlich wird das Gebiet durch eine Verbindungsstraße mit geschlossener Bebauung begrenzt, die Straße führt ins Stadtzentrum und hat ebenfalls ein hohes Aufkommen an Kfz.

Die Straßen innerhalb des Untersuchungsgebietes sind Erschließungsstraßen und können als Quartiersstraßen eingruppiert werden. Durch die dichte Bebauung mit Wohn-, Geschäfts- und Dienstleistungsnutzung entsteht vor allem Parksuchverkehr durch Zulieferer, Anwohner und Kunden. Die zulässige Höchstgeschwindigkeit von 50 km/h wird aufgrund des Parksuchverkehrs und auch durch die Straßenführung selten erreicht oder überschritten. Insgesamt ist das Verkehrsaufkommen gering.

Für die Verfolgungsläufe wurde die App „Geo Tracker“ verwendet, die mittels GPS die Koordinaten aufzeichnet und anhand der ebenfalls aufgezeichneten Zeiten die minimale, maximale und mittlere Geschwindigkeit berechnet. Die Daten können im Format *.gpx exportiert und weiter ausgewertet werden.

Problematisch während der Aufzeichnungen waren der Empfang eines GPS-Signals sowie dessen Ge-

naugigkeit. Bei kurzen Verfolgungen in Kombination mit den eng stehenden bzw. hohen Gebäuden zeigte sich, dass die Zeit nicht ausreichte, um ausreichende Koordinateninformationen aus dem GPS-Signal zu erhalten. Außerdem war die Zuordnung zu einer Straßenseite anhand der Daten kaum möglich. Daher wurden die Verfolgungsläufe durch das Erhebungspersonal lokal in einen Kartenausschnitt eingezeichnet. Durch die erhobene Dauer der einzelnen Verfolgungsläufe ist zumindest eine durchschnittliche Geschwindigkeit ermittelbar, wenn auch kein Geschwindigkeitsprofil.

Weiterhin wurden folgende Charakteristika der Verfolgungsläufe und der verfolgten Personen erhoben:

- Startort und -zeit
- Zielort und -zeit
- Geschlecht
- geschätztes Alter und Altersgruppe (Jugendliche, Erwachsene, Senioren)
- Handynutzung
- Kopfhörernutzung
- Kinderwagen
- Gehhilfe
- sonstiges größeres Gepäck, z. B. Rollkoffer
- Querungsort
- Querungsrichtung aus Sicht des Fußgängers (u. a. gerade, schräg links, schräg rechts)
- vorhandene infrastrukturelle Sicherung, z. B. Mittelinsel
- Sicherungsverhalten jeder Person
 - im Vorlauf zur Querung
 - direkt vor der Querung
 - während der Querung

3.2 Analysemethodik

3.2.1 Netzanalyse Untersuchungsstädte (Stufe 1)

Auswertungen der Unfallstatistik können nur bedingt aussagekräftige Erkenntnisse zur Örtlichkeit liefern. Daher werden im Rahmen der Netzanalyse strukturelle Unterschiede des Unfallgeschehens mit

Fußgängerbeteiligung nach Netzbereichen von Innerortstraßen herausgearbeitet:

- Knotenpunkte (Kreuzungen, Einmündungen, Kreisverkehre) zwischen Hauptverkehrsstraßen (Unfallzuordnung Radius = 50 m)
- Abschnitte der freien Strecke von Hauptverkehrsstraßen
- Anschlussknotenpunkte des Hauptverkehrs an das Erschließungsstraßennetz (Unfallzuordnung Radius = 20 m)
- Gebiete von Erschließungsstraßen

Die Netzeinteilung – vor allem die Abgrenzung in Hauptverkehrs- und Erschließungsstraße – erfolgte auf Basis der Informationen aus den Open-Street-Map Daten. Es können sich daher leichte Unterschiede zur offiziellen Einteilung des Netzes durch die Verwaltung ergeben.

Ergänzend wurde – aufgrund des hohen Aufwands der Erhebung – nur für eine Stadt aus den Luftbildern Querungshilfen für den Fußgängerverkehr abgeleitet, um die Zuordnung von Fußgängerunfällen weiter zu detaillieren. Es wurden dazu Mittelinseln, FG-LSA und FGÜ identifiziert. Die Unfallzuordnung erfolgte mit einem Radius von 15 m.

Die Auswertungen orientierten sich an den Analysen in Kapitel 4.1, sofern sich Unterschiede nachweisen lassen.

3.2.2 Verkehrsaufkommen Erhebungsstellen (Stufe 1)

Die Auswertung der Zählzeiten des Fuß-, Rad- und Fahrzeugverkehrs stellt den Kern der vorliegenden Untersuchung dar. Der Großteil der Daten wurde auf 1-Stunden-Intervalle aggregiert, wobei sowohl:

- eine mittlere Stunde über alle acht oder jeweils vier Erhebungsstunden (6-10 Uhr, 15-19 Uhr) sowie
- die Spitzenstunden (Stunde mit der höchsten Belastung)

berechnet wurden.

Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt anhand von Box-Whisker-Plots, wobei die mittlere Box jeweils die 25 %- und 75 %-Perzentile (Quartile) begrenzt. Die daran anschließenden Fühler (Whisker) reichen bis zu den Minimal- und Maximalwerten.

Sofern zielführend werden die weiteren Merkmale des Fußgängerverkehrsaufkommens ausgewertet, wie Altersgruppe, Handynutzung und Benutzung von Gehhilfe oder Kinderwagen. Zur weiteren lokalen Unterscheidung werden verschiedene straßenseitige Merkmale ausgewertet. Hierzu gehören die Entwurfssituationen der RASt 06 (FGSV 2007), die Einordnung von Straßen nach den EFA (FGSV 2002), der Umfeldfaktor von Schüller 2010 sowie das Parken und das Vorhandensein einer/-s Mittelinsel/Mittelstreifens. Auch die bivariate Analyse der Verkehrsstärken des MIV und des Fußgängerverkehrs sowie das Verhältnis aus Fußgängerlängs- zu Fußgängerquerverkehr werden berücksichtigt.

Weitestgehend werden alle aufgenommenen und erhobenen Attribute in einer Korrelationsmatrix ausgewertet, um Zusammenhänge zwischen potenziellen Einflussvariablen untereinander (unabhängige Variablen), aber auch mit den zu erklärenden Variablen (abhängige Variablen, z. B. Verkehrsstärke im Fußgängerquerverkehr) zu prüfen. Die Korrelationskoeffizienten wurden auf Basis der Spearman-Korrelation berechnet. Dieses Berechnungsverfahren ist robuster gegenüber nicht normalverteilten Variablen. Neben den Unfällen liegen auch andere Variablen nicht normalverteilt vor, daher bedarf es eines nichtparametrischen Testverfahrens. Die Spearman- oder Rangkorrelation nach Spearman stellt einen solchen nichtparametrischen Test dar.

Im letzten Schritt werden anhand eines multikriteriellen Regressionsmodells potenzielle Einflussfaktoren auf den Fußgängerquerverkehr analysiert. Ziel ist es, noch stärker den isolierten Einfluss einzelner Variablen herauszuarbeiten. Auf dieser Analysestufe handelt es sich um ein lineares Regressionsmodell nach der Methode der kleinsten Quadrate. Die Berechnungen erfolgten in dem Statistikprogramm R (Version 3.3.1) mit der Funktion `lm()`.

3.2.3 Unfallgeschehen Erhebungsstellen (Stufe 1)

Aufgrund der im Vergleich seltenen Auftretenshäufigkeit von – vor allem – Fußgängerunfällen wird die Stichprobe vergrößert. Zum einen werden auch externe Erhebungsstellen, inklusive der dort dokumentierten Daten, aus veröffentlichten Untersuchungen mit berücksichtigt. Zum anderen wird eine zweistufige Abgrenzung der Untersuchungsbereiche vorgenommen:

- KURZ: eng abgegrenzter Bereich um die Erhebungsstelle mit einer konstanten Länge von 150 m
- LANG: weiträumig abgegrenzter Bereich um die Erhebungsstellen mit weitestgehend homogener Charakteristik mit variabler Länge (in jedem Fall begrenzt durch Hauptverkehrsknotenpunkt, LSA oder FGÜ)

Hintergrund der zweistufigen räumlichen Abgrenzung ist einerseits die Notwendigkeit möglichst umfangreicher Unfalldaten (möglichst weiträumige Abgrenzung) und andererseits die Genauigkeit der erhobenen Fußgängerquerungen (möglichst kleinräumige Abgrenzung des Erhebungsbereichs). Durch die parallele Analyse der kurzen und langen Betrachtungsbereiche soll einerseits das Unfallkollektiv maximiert und andererseits die Genauigkeit der Verkehrszählung optimiert werden.

Das Unfallgeschehen mit Fußgängerbeteiligung wird in Relation zu den Verkehrsstärken des Fußgänger- und Fahrzeugverkehrs ausgewertet. Vorrangiges Ziel ist neben der Analyse eines grundsätzlichen Zusammenhangs, vor allem auch die Form bzw. der Verlauf des Zusammenhangs. Eine mögliche Forschungshypothese könnte lauten, dass die Wahrscheinlichkeit für Querungsunfälle bei zunehmendem Fußgängeraufkommen abnimmt, weil es zu Kompensationsleistungen bei den Konfliktgegnern kommt.

Im Rahmen einer multikriteriellen Analyse werden potenzielle Einflussfaktoren in Bezug auf ihren Zusammenhang mit dem Unfallgeschehen überprüft. Auf dieser Analysestufe handelt es sich um ein generalisiertes Regressionsmodell nach der maximum-likelihood-Methode. Grund hierfür ist, dass Unfälle nicht normal- sondern Poisson-verteilt auftreten. Weitere und vertiefende Informationen dazu finden sich bei SCHÜLLER (2010). Die Berechnungen erfolgten in R (Version 3.3.1) mit der Funktion `glm()` des MASS-Funktionspakets.

Der quadrierte Korrelationskoeffizient R^2 wurde auf Basis der Spearman-Korrelation berechnet und ist vergleichbar mit dem aus Excel bekannten Bestimmtheitsmaß. Aufgrund der Unfälle, welche nicht normalverteilt vorliegen, bedarf es eines nichtparametrischen Testverfahrens. Die Spearman- oder Rangkorrelation nach Spearman stellt einen solchen nichtparametrischen Test dar.

3.2.4 Einzelstellenanalyse (Stufe 1)

Aus den Erhebungsstellen wurden 20 Bereiche ausgewählt, für die eine Einzelunfallanalyse durchgeführt wird. Hierzu werden Kollisionsdiagramme für den Bereich der ausgewählten Erhebungsstellen erstellt. Die Symbolik richtet sich nach dem „Merkblatt zur örtlichen Unfalluntersuchung in den Unfallkommissionen (M UKO)“ (FGSV, 2012). Ergänzend werden die wesentlichen Infrastrukturparameter sowie Erkenntnisse aus qualitativen Videobeobachtungen dokumentiert. Es wurden weitestgehend exemplarische Unfallsituationen beschrieben, um die Sicherheitsrelevanz bestimmter Einflüsse und Verhaltensweisen greifbar zu machen. So können Erkenntnisse aus anderen Kapiteln aufgegriffen und an Einzelbeispielen verdeutlicht werden.

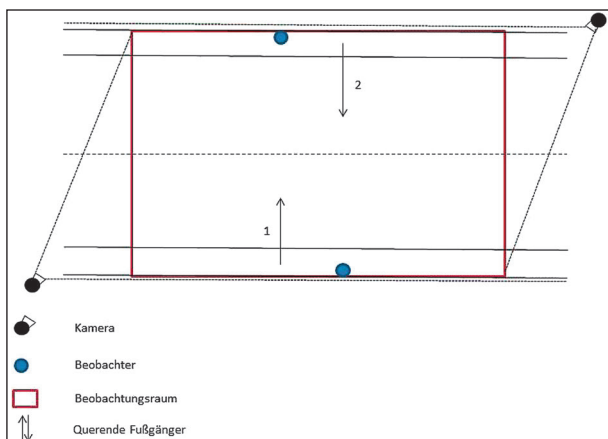


Bild 3-8: Schematischer Aufbau des Beobachtungssettings

3.2.5 Verhaltensanalysen (Stufe 2)

Der Grundaufbau der Beobachtung ist in Bild 38 dargestellt. An der Beobachtung nahmen je zwei geschulte Beobachter, die jeweils die entgegengesetzten Fußgänger notieren, teil. Dabei wurden nur diejenigen Fußgänger berücksichtigt, die im Beobachtungsraum die Querung beginnen und beenden. Zusätzlich wurden zwei Videokameras längs zur Fahrbahn aufgestellt.

Die Beobachter waren Studenten des Verkehrsingenieurwesens und der Psychologie der Technischen Universität Dresden. Am 01.07.2016 fand eine Beobachterschulung statt, die vom Auftragnehmer durchgeführt wurde. Im Anschluss erfolgten Probebeobachtungen. Die Beobachtungen selbst fanden am 12.-13.07.2016 in Stadt A und am 08.-11.08.2016 in Stadt B statt. Der Erhebungszeitraum wurde auf werktags und außerhalb etwaiger Feiertage und Ferienzeiten festgelegt. Das Erhebungszeitfenster umfasste sechs Stunden, die sich wie folgt verteilen: 09:00 Uhr - 11:00 Uhr, 13:00 Uhr - 15:00 Uhr, 17:00 Uhr - 19:00 Uhr.

Jeder Beobachter vermerkte seine Beobachtungen über ein Tablet, die Benutzeroberfläche ist in Bild 39 dargestellt. Die Kodierung durch ein Tablet hat den Vorteil, dass sie eine zeitliche Zuordnung der Informationen ermöglicht. Die Videoaufzeichnungen können somit durch Zeitsynchronisation mit den Erhebungsdaten der Beobachtung abgeglichen werden, was die Auswertung erleichtert.

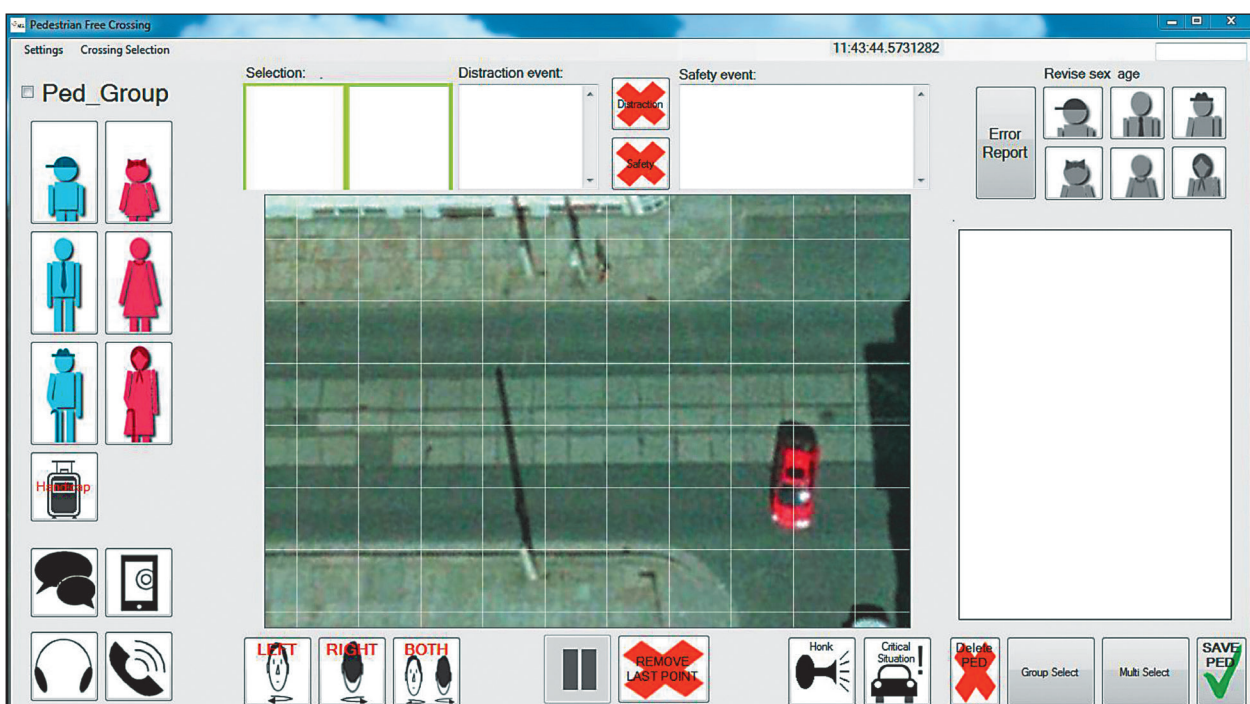


Bild 3-9: Bedienoberfläche des Tablet-Beobachtungstools

3.2.6 Konfliktanalysen (Stufe 3)

Mit den Konfliktanalysen werden für folgende Fragestellungen die in Kapitel 3.1.5 beschriebenen Parameter ausgewertet:

- Sind Unterschiede im Querungsverhalten von Fußgängern im Vergleich von Tageslicht und Dunkelheit nachweisbar (Auffälligkeit des Fußgängerunfallgeschehens bei Dunkelheit, siehe Kapitel 4.1.5)?
- Lassen sich Unterschiede in den Konfliktparametern zwischen Fußgängern und Fahrzeugen auf dem anliegenden sowie dem gegenüberliegenden Fahrstreifen feststellen?
- Wie lassen sich Fußgängerquerungen mit Ablenkung oder Einschränkung durch bspw. das Mitführen eines Kinderwagens in Bezug auf die Konfliktparameter einordnen?

Die Konfliktparameter TTC, PET sowie T_2 und T_{adv} werden:

- als stetige Verteilung grafisch gegenübergestellt und
- in Klassen eingeteilt, tabellarisch gegenübergestellt.

Mittelwertvergleiche sind hier wenig aussagekräftig, da die Verteilung der Konfliktparameter nach oben nicht begrenzt ist (also keine bspw. Normalverteilung darstellt) und durch einzelne Ausreißer nach oben, die Mittelwerte stark verzerrt werden.

Es werden relative Vergleiche der Konfliktkenngrößen für verschiedene Kollektive ausgewertet (z. B. Dunkelheit vs. Tageslicht). Vorschläge zu absoluten Grenzwerten für die Konfliktparameter existieren zwar (im Sinne eines sicherheitskritischen Schwellwerts), sind aber weit davon entfernt empirisch abgesichert einen Zusammenhang mit dem Unfallgeschehen zu repräsentieren (siehe hierzu u. a. auch Diskussion in FHWA 2008). Aufgrund des Pilotcharakters dieser Methodik werden sich Erkenntnisse zur Anwendbarkeit erwartet.

3.2.7 Verfolgungsläufe (Stufe 3)

Die Verfolgungsläufe werden folgendermaßen dokumentiert:

- deskriptive und quantitative Beschreibung der Untersuchungsstichprobe

- qualitative Beschreibung der durch das Erhebungspersonal festgestellten Verhaltensweisen
- grafische Darstellung der Wege der verfolgten Einzelpersonen

Mit den Verfolgungsläufen wird das mikroskopischen Routenwahlverhalten in Bezug auf den Quersort sowie das Absicherungsverhalten im Vorlauf zur Querung ausgewertet.

Aufgrund des Pilotcharakters dieser Methodik steht auch die Anwendbarkeit im Fokus der Betrachtungen.

4 Ergebnisse

4.1 Makroskopische Unfallanalyse (Stufe 1)

4.1.1 Zeitliche Entwicklung

Seit 1991 hat sich die Anzahl an verunglückten Fußgängern im Straßenverkehr am stärksten verringert (Bild 4-1). Bis 2010 gab es einen kontinuierlichen Rückgang, seitdem stagnieren die Verunglücktenzahlen. Für Insassen des MIV zeigt sich ein ähnlicher Rückgang, auch wenn dieser erst zur Jahrtausendwende eingesetzt hat.

Bei der Differenzierung der Entwicklung der verunglückten Fußgänger nach der Unfallschwere wird deutlich, dass sowohl ein genereller Rückgang der Anzahlen aber auch eine Verschiebung hin zu leichteren Unfallfolgen stattgefunden hat (Bild 4-2).

Unterscheidet man die verunglückten Fußgänger weiter nach den Altersgruppen 0-14-jähriger Kinder sowie Senioren ab 65 Jahren, zeigt sich ein wesentlich stärkerer – und über alle Unfallfolgen gleichmäßiger – Rückgang bei den Kindern (siehe Bild 4-3). Bei den Senioren hingegen können leichte Anstiege bei den leichtverletzten Fußgängern seit Ende der 1990er Jahre festgestellt werden. Hier werden neben dem demografischen Wandel (relative und absolute Zunahme an Senioren) veränderte gesellschaftliche Verhaltensweisen (weniger Kinder ohne elterliche Aufsicht im Straßenraum), aber auch der (bisher) stärkere Fokus auf Kinder- und Schulwegunfällen vermutet. Die Entwicklung der Bevölkerung nach Altersgruppen ist im Anhang im Bild-A 6 dargestellt. Berücksichtigt man diese Entwicklung, fallen die expositionsbereinigten Rückgänge bei den Kindern etwas geringer aus. Andererseits ist bei den Senioren expositionsbereinigt von stärkeren Rückgängen auszugehen.

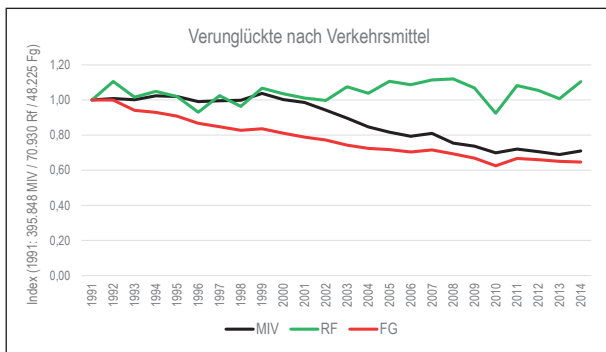


Bild 4-1: Entwicklung Verunglücktenzahlen verschiedener Verkehrsmittel seit 1991 (Quelle: Statistisches Bundesamt, 2014, eigene Darstellung)

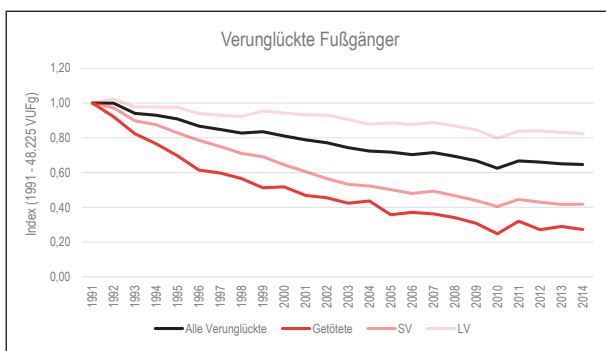


Bild 4-2: Entwicklung Verunglücktenzahlen der Fußgänger nach Unfallschwere seit 1991 (Quelle: Statistisches Bundesamt 2014, eigene Darstellung)

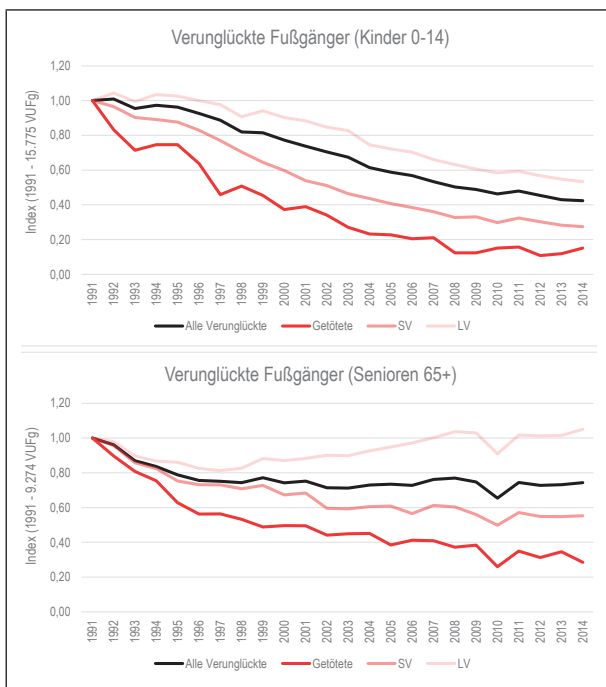


Bild 4-3: Entwicklung der Verunglücktenzahlen der Fußgänger nach Unfallschwere für Kinder und Senioren seit 1991 (Quelle: Statistisches Bundesamt, 2014, eigene Darstellung)

Weitere Auswertungen zu zeitlichen Entwicklungen aus den Destatis-Veröffentlichungen finden sich im Anhang:

- Die Rückgänge von verunglückten Kindern als Fußgänger verlaufen ähnlich für Mädchen und Jungen, wobei Jungen häufiger als Fußgänger verunglücken (siehe Bild-A 7 und Bild-A 8 im Anhang)
- Die Rückgänge der Verunglücktenzahlen an FGÜ sind weniger stark im Vergleich zu allen verunglückten Fußgängern (siehe Bild-A 9 im Anhang). Inwiefern eine verstärkte Aufnahme dieses Unfallattributs durch die Polizeibeamten oder durch eine zunehmende Verbreitung von FGÜ beeinflusst ist, bleibt unklar.

4.1.2 Ortslage

Rund 95 % der Unfälle mit Fußgängerbeteiligung ereignen sich auf Straßen innerhalb geschlossener Ortschaften (Innerortsstraßen). Das waren im Durchschnitt 30.670 Unfälle mit Personenschaden jährlich zwischen den Jahren 2012 und 2014.

Von den Fußgängerunfällen sind ca. 0,69 % Unfälle ohne Personenschaden. Diese werden nicht weiter berücksichtigt.

Bei verunglückten Fußgängern außerorts oder auf der Autobahn ist die Unfallschwere erwartungsgemäß höher (Bild 4-21).

Das Fußgängerunfallgeschehen auf Außerortsstraßen und auf Autobahnen kann weiterhin über folgende Merkmale zum Innerortsunfallgeschehen abgegrenzt werden:

- Auf Autobahnen werden Fußgängerunfälle am häufigsten dem Typ 7, auf Außerortsstraßen am häufigsten entweder den Typen 2, 4 oder 7 zugeordnet (eine ausführlichere Auswertung des dreistelligen Unfalltyps für Fußgängerunfälle auf Außerortsstraßen findet sich im Anhang A.1 in Bild-A 12 bis Bild-A 15).
- Außerhalb geschlossener Ortschaften ereignen sich Fußgängerunfälle häufiger bei Dämmerung oder Dunkelheit (rund 50 %).
- Außerhalb geschlossener Ortschaften spielen Kinder/Jugendliche und Senioren eine geringere Rolle als verunglückte Fußgänger. Bei der Altersstruktur der Unfallgegner lassen sich keine klaren Unterschiede erkennen. Auf Außerortsstraßen sind die 18-24-Jährigen sowohl als verunglückte Fußgänger als auch als Unfallgegner auffällig im Vergleich zu Innerortsstraßen und Autobahnen.

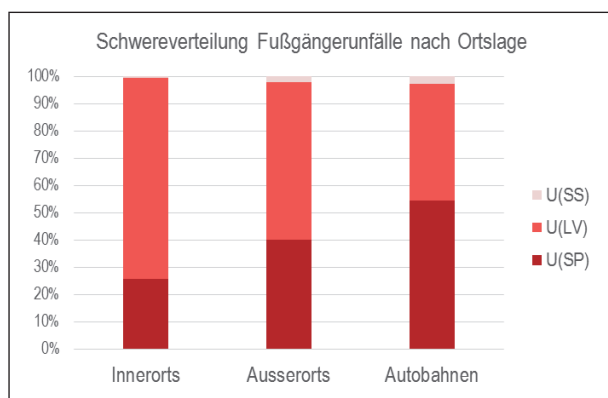


Bild 4-4: Schwereverteilung der Fußgängerunfälle nach Ortslage (Quelle: BASt 2012-2014, eigene Darstellung)

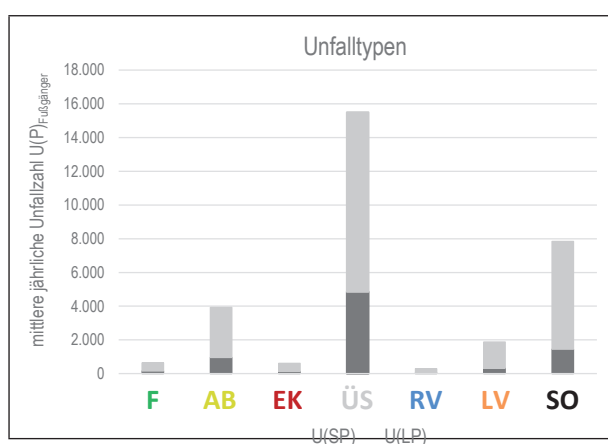


Bild 4-5: Mittlere jährliche Anzahl an Unfällen mit Personenschaden und Fußgängerbeteiligung auf Innerortsstraßen differenziert nach Unfalltypen (Quelle: BASt 2012-2014, eigene Darstellung)

Alle folgenden Auswertungen beziehen sich nun auf Unfälle mit Personenschaden auf Innerortsstraßen, bei denen der Beteiligte 01 oder 02 ein Fußgänger war. Grund hierfür ist eine einfachere Nutzung der Unfalldaten bei der Aufbereitung auf den verschiedenen Datenebenen (Unfall- und Beteiligtebene). Außerdem handelt es sich bei Unfällen mit unfallbeteiligten Fußgängern mit der Ordnungsnummer 03 und höher häufig um Konfliktsituationen zwischen zwei Fahrzeugen, in dem der Fußgänger lediglich am Rande oder in der Folge beteiligt wird. Es entfallen somit ca. 1.500 Unfälle pro Jahr (rund 4,6 %), bei denen mehr als 2 Beteiligte auftreten und der Fußgänger weder Beteiligter 01 noch 02 ist.

4.1.3 Konfliktsituation¹⁹

Die häufigste Konfliktsituation – beschrieben über den Unfalltyp – für Fußgängerunfälle auf Innerortsstraßen ist der Überschreiten-Unfall (Bild 4-5). Die-

ser wird gefolgt vom Sonstigen Unfall sowie Unfällen beim Abbiegen. Auch Längsverkehrsunfälle mit Fußgängerbeteiligung stellen – zumindest in Bezug auf die leichten Personenschäden – eine nicht zu vernachlässigende Konfliktsituation dar.

Hinsichtlich der Verteilung nach schwerem und leichtem Personenschaden lassen sich keine deutlichen generellen Unterschiede zwischen den Unfalltypen erkennen (siehe Bild-A 1). Allerdings weisen Überschreiten-Unfälle (ÜS) die schwersten und Unfälle im ruhenden Verkehr (RV) die – im Vergleich – leichtesten Folgen auf.

Für einzelne Bundesländer (Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz, Saarland, Sachsen-Anhalt) finden sich in der Unfallstatistik auch Angaben zum dreistelligen Unfalltyp. Ein Vergleich dieser Bundesländer mit den restlichen Bundesländern (ohne Angaben zum dreistelligen Unfalltyp) findet sich im Anhang A.1 in Bild-A 16. Es wird deutlich, dass in den Bundesländern mit Angaben zum dreistelligen Unfalltyp Abbiege-Unfälle und Unfälle im Längsverkehr mit Fußgängerbeteiligung leicht häufiger auftreten als in den restlichen Bundesländern. Bei den Überschreiten-Unfällen und den Sonstigen Unfällen ist es umgekehrt. Dies gilt es bei der Interpretation und Verallgemeinerung der Ergebnisse zur Auswertung des dreistelligen Unfalltyps zu berücksichtigen.

In Bild 4-6 sind die sechs häufigsten Konfliktsituationen der Überschreiten-Unfälle aufgeführt, welche zusammen knapp 70 % der Überschreiten-Unfälle in diesen Bundesländern ausmachen. Am häufigsten finden Unfälle beim Queren von rechts ohne Sichthindernis statt, gefolgt von der Querung von links. An dritter Stelle finden sich Überschreiten-Unfälle, welche keinem der standardisierten Unfalltypen zugewiesen werden konnten oder wurden. Auf den weiteren Rangfolgenplätzen finden sich zusätzliche ÜS-Unfälle am Knoten sowie ÜS-Unfälle auf der Strecke mit Sichthindernis im Seitenraum. Neben der Unfallhäufigkeit ist auch die Unfallschwere als Anteil der Getöteten und Schwerverletzten einer Konfliktsituation an allen Schwerverunglückten eines Unfalltyps dargestellt (Balken ohne Füllung). Auffällig ist, dass sonstige Überschreiten-Unfälle und Überschreiten-Unfälle vor Knotenpunkten tendenziell eine geringere Schwere aufweisen.

In Bild 4-7 sind die sechs häufigsten Konfliktsituationen der Sonstigen Unfälle (SO) mit Fußgängerbeteiligung aufgeführt, welche zusammen fast 95 %

¹⁹ Eine ausführliche Erläuterung der sieben Unfalltypen findet sich im Anhang A.2 in Bild-A 45.

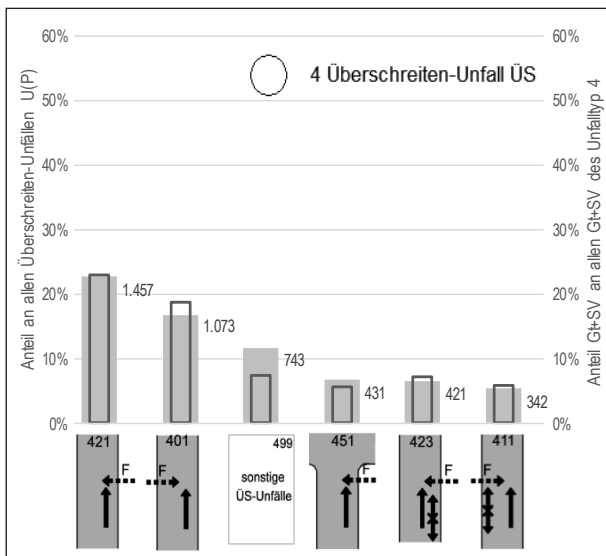


Bild 4-6: Rangfolge der sechs häufigsten dreistelligen Unfalltypen an Typ4-Unfällen mit Personenschaden und Fußgängerbeteiligung auf Innerortsstraßen (ausgefüllte Balken = Anteil an allen Unfällen des Unfalltyps 4, mittlere jährliche Anzahl neben den Balken) und Angaben zur Unfallschwere (Balken ohne Füllung = Anteil Getötete und Schwerverletzte an allen Verunglückten der Überschreiten-Unfälle mit Fußgängerbeteiligung); (Quelle: BAST 2009-2014, Bundesländer NI/NW/RP/SL/ST, eigene Darstellung)

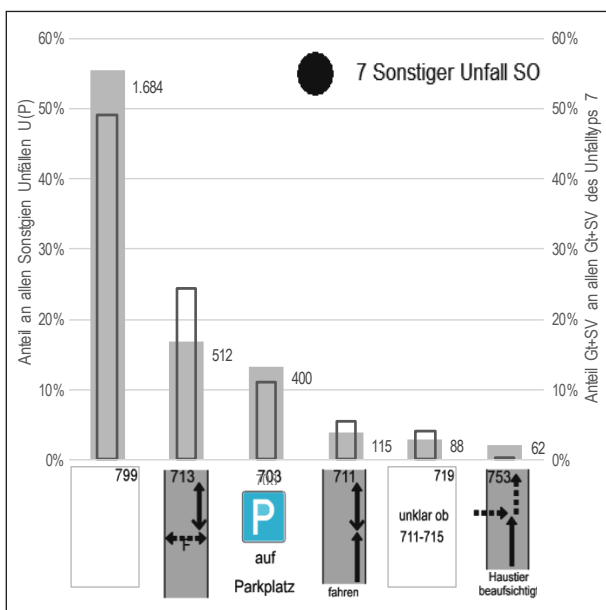


Bild 4-7: Rangfolge der sechs häufigsten dreistelligen Unfalltypen an Typ7-Unfällen mit Personenschaden und Fußgängerbeteiligung auf Innerortsstraßen (ausgefüllte Balken = Anteil an allen Unfällen des Unfalltyps 7, mittlere jährliche Anzahl neben den Balken) und Angaben zur Unfallschwere (Balken ohne Füllung = Anteil Getötete und Schwerverletzte an allen Verunglückten der Sonstigen Unfälle mit Fußgängerbeteiligung); (Quelle: BAST 2009-2014, Bundesländer NI/NW/RP/SL/ST, eigene Darstellung)

der Sonstigen Unfälle mit Fußgängerbeteiligung in den betrachteten Bundesländern ausmachen. Mit großem Abstand der häufigste Unfalltyp – auch ins-

gesamt über alle Fußgängerunfälle – umfasst Konfliktsituationen, welche durch die Polizei nicht eingeordnet wurden. An zweiter Stelle folgen Konflikte von Fußgängern mit rückwärtsfahrenden Fahrzeugen. Auf dem dritten Platz rangieren Unfälle auf (separaten) Parkplätzen außerhalb des öffentlichen Straßenraums. Die Unfallschwere ist bei Konflikten mit rückwärtsfahrenden Fahrzeugen im Vergleich höher.

In Bild 4-8 sind die sechs häufigsten Konfliktsituationen der Abbiege-Unfälle aufgeführt, welche zusammen fast 94 % der Abbiege-Unfälle mit Fußgängerbeteiligung in den betrachteten Bundesländern ausmachen. Die meisten Abbiegeunfälle mit Fußgängerbeteiligung sind auf Konfliktsituationen zwischen linksabbiegenden Fahrzeugen und den Knotenarm querenden Fußgängern zurückzuführen. Nur ca. halb so häufig treten Fußgängerunfälle mit rechtsabbiegenden Fahrzeugen auf. Im Gegensatz zu den Linksabbiege-Unfällen findet sich bei den Rechtsabbiegern ein deutlicher Unterschied zwischen entgegenkommenden und parallel laufenden Fußgängern als Konfliktgegner. Auch die Unfallschwere ist bei Fußgängerunfällen mit linksabbiegenden Fahrzeugen leicht höher als bei Unfällen mit rechtsabbiegenden Fahrzeugen.

Auffällig sind Abbiegeunfälle die sich trotz separater Signalisierung ereignen (Typ 282). Dies kann zum einen an der Unfallaufnahme liegen, bei der auch bedingt verträglich geführte Linksabbieger diesem Typ zugeordnet wurden. Zum anderen können Rotlichtmissachtungen durch Fußgänger, die den Linksabbieger nicht mitberücksichtigt haben, den Unfall verursacht haben. Es könnten aber auch die vorliegenden Zwischenzeiten vor der Freigabe des gesicherten Linksabbiegers zu kurz sein.

In Bild 4-9 sind die sechs häufigsten Konfliktsituationen der Unfälle im Längsverkehr mit Fußgängerbeteiligung dargestellt, welche zusammen rund 94 % der Längsverkehrsunfälle mit Fußgängerbeteiligung in den betrachteten Bundesländern ausmachen. Mit Abstand der häufigste Unfalltyp umfasst die Konfliktsituation, bei der sich Fußgänger und Fahrzeuge parallel entlang des rechten Fahrbahnrandes bewegen. Auch wenn keine Informationen zur Verteilung der Bewegungsrichtungen der Fußgänger auf der Fahrbahn vorliegen, deutet sich ein höheres Risiko für die Benutzung der Fahrbahn auf der rechten Seite durch Fußgänger an. Aufgrund der im Vergleich zu den anderen Unfalltypen geringeren Unfallschwere wird der

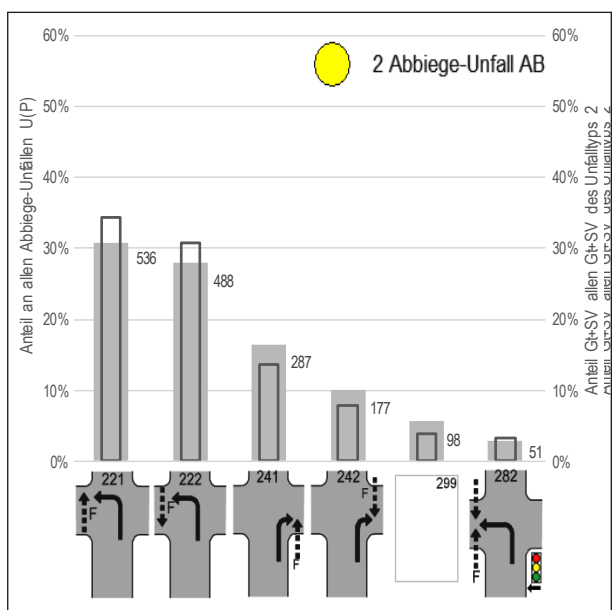


Bild 4-8: Rangfolge der sechs häufigsten dreistelligen Unfalltypen an Typ2-Unfällen mit Personenschaden und Fußgärgbeteiligung auf Innerortsstraßen (ausgefüllte Balken = Anteil an allen Unfällen des Unfalltyps 2, mittlere jährliche Anzahl neben den Balken) und Angaben zur Unfallschwere (Balken ohne Füllung = Anteil Getötete und Schwerverletzte an allen Verunglückten der Abbiege-Unfälle mit Fußgärgbeteiligung); (Quelle: BASt 2009-2014, Bundesländer NI/NW/RP/SL/ST, eigene Darstellung)

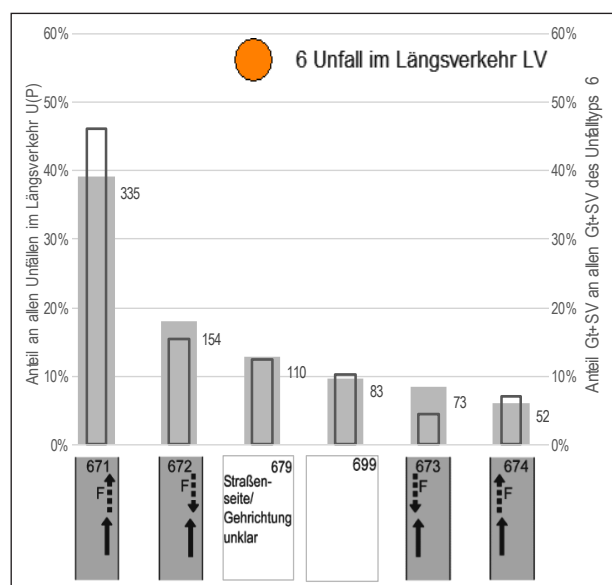


Bild 4-9: Rangfolge der sechs häufigsten dreistelligen Unfalltypen an Typ6-Unfällen mit Personenschaden und Fußgärgbeteiligung auf Innerortsstraßen (ausgefüllte Balken = Anteil an allen Unfällen des Unfalltyps 6, mittlere jährliche Anzahl neben den Balken) und Angaben zur Unfallschwere (Balken ohne Füllung = Anteil Getötete und Schwerverletzte an allen Verunglückten der Unfälle im Längsverkehr mit Fußgärgbeteiligung); (Quelle: BASt 2009-2014, Bundesländer NI/NW/RP/SL/ST, eigene Darstellung)

Schwerpunkt dieser Unfallsituationen im Erschließungsstraßennetz oder im Seitenraum (Unfallgegner: Radfahrer) vermutet. Mit einem Anteil von fast 5 % der Unfalltypen 671 - 674 an allen Fußgängerunfällen mit Personenschaden (rund 614 Unfälle jährlich) ist dieser Konflikt, welcher das Fehlen von Gehwegen oder Probleme bei der gemeinsamen Seitenraumnutzung durch Fußgänger und Radfahrer vermuten lässt, keine zu vernachlässigende Unfallsituation.

Bei einem Großteil der Fußgängerunfälle kommt es zu einer Kollision des Fahrzeugs mit dem Fußgänger. Durch Fußgänger ausgelöste Unfälle, welche eine Kollision zwischen zwei Fahrzeugen zur Folge haben, sind vergleichsweise selten (siehe Bild-A 11 im Anhang). Vor allem bei den Sonstigen Unfällen sind Fußgängerunfälle ohne Kollisionen mit Fußgängern zu beobachten. Unter Umständen erfolgt eine Kollision mit Fußgängern auch erst in der weiteren Folge nach einer reinen Fahrzeugkollision.

In Bild 4-10 sind als Fazit die zehn häufigsten Konfliktsituationen verunglückter Fußgänger nach Verletzungsschwere aufgetragen. Auffällig ist dabei, dass bei den getöteten Fußgängern der Konflikt mit Fahrzeugen auf dem gegenüberliegenden Fahrstreifen und bei den Schwer- und Leichtverletzten der Konflikt mit Fahrzeugen auf dem anliegenden Fahrstreifen an erster Stelle steht. Auch spielen Unfälle mit parkenden Fahrzeugen bei Unfällen mit Getöteten oder Leichtverletzten keine nennenswerte Rolle, während bei Unfällen mit Schwerverletzten fast jeder 11. Unfall damit zusammenhängt.

Die Verteilung der Konfliktsituationen von Fußgängerunfällen auf Außerortsstraßen ohne Autobahnen ist dem Fußgängerunfallgeschehen auf Innerortsstraßen sehr ähnlich (siehe Anhang A.1 Bild-A 12 bis Bild-A 15). Unterschiede lassen sich vor allem in Bezug auf die folgenden Punkte feststellen:

- Sichtverdeckungen spielen bei den Überschreiten-Unfällen (Typ 4) eine stärker untergeordnete Rolle.
- Das Rückwärtsfahren weist eine geringere Relevanz und die Unfälle mit Haustieren weisen eine leicht höhere Relevanz bei den Sonstigen Unfällen (Typ 7) auf.

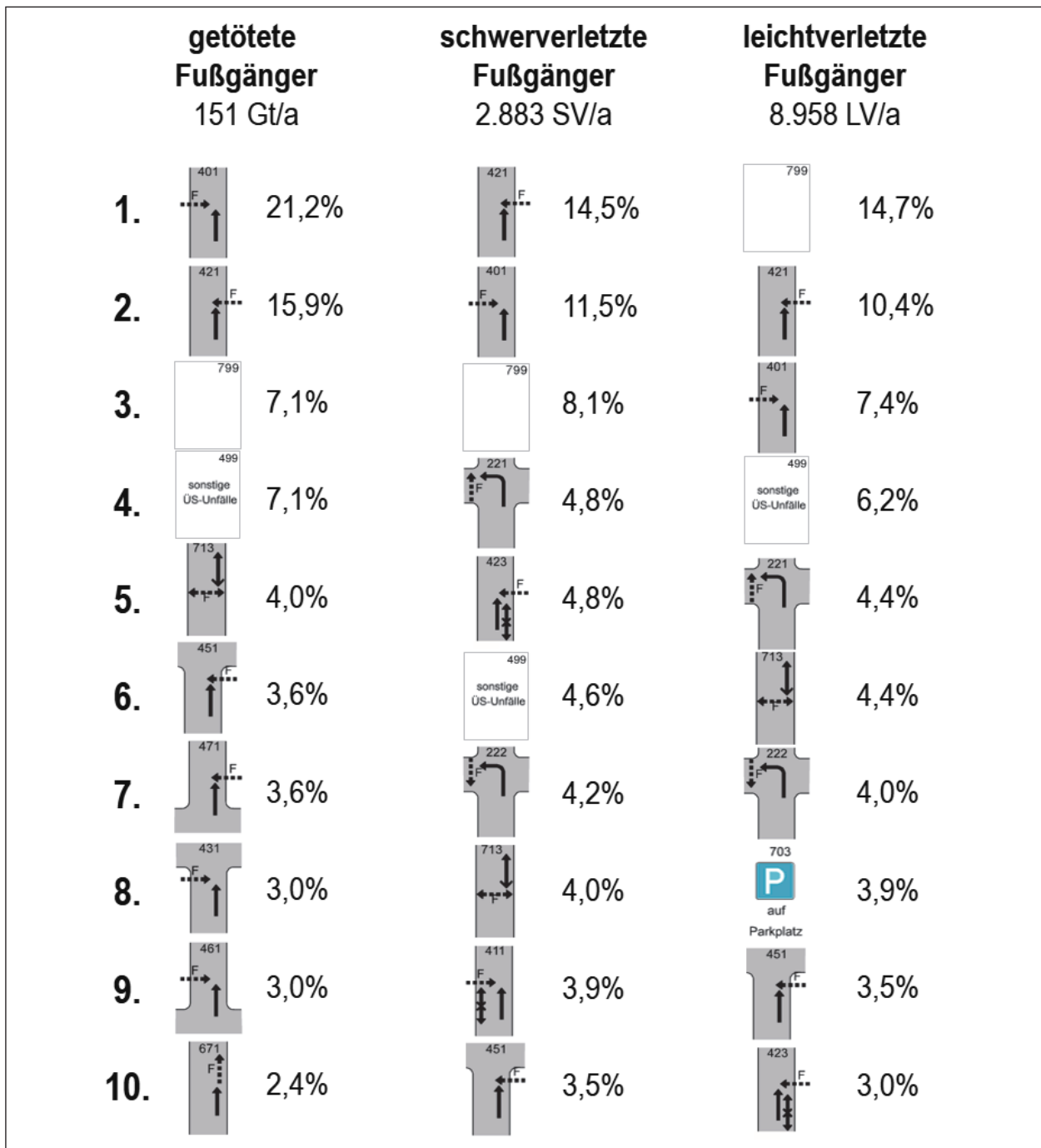


Bild 4-10: Rangfolge der mittleren jährlichen Anzahl an verunglückten Fußgängern auf Innerortsstraßen differenziert nach dreistelligem Unfalltyp und Schwere der Verletzung (Quelle: BASt 2009-2014, Bundesländer NI/NW/RP/SL/ST, eigene Darstellung)

4.1.4 Konfliktgegner

In Bild 4-11 sind die Fußgängerunfälle nach den wesentlichen Unfalltypen sowie der Verkehrsbeteiligung des Konfliktgegners aufgetragen. Die Größe der Kreise entspricht dem Anteil der Konstellation an allen Fußgängerunfällen. Die Zahl beschreibt die mittlere jährliche Anzahl der Unfälle mit Personenschaden.

Das Fußgängerunfallgeschehen wird klar dominiert durch den Konfliktgegner Pkw. Dieser ist bei rund 73 % der Unfälle als Verkehrsbeteiligung genannt.

An zweiter Stelle der Konfliktgegner rangieren die Radfahrer. Im Vergleich zu den Pkw spielen anteilmäßig die Sonstigen Unfälle sowie die restlichen Unfalltypen eine wesentlich größere Rolle. Es wird vermutet, dass ein Großteil des häufigsten dreistelligen Unfalltyps 799 auf Unfälle zwischen Radfahrern und Fußgängern zurückgeführt werden kann.

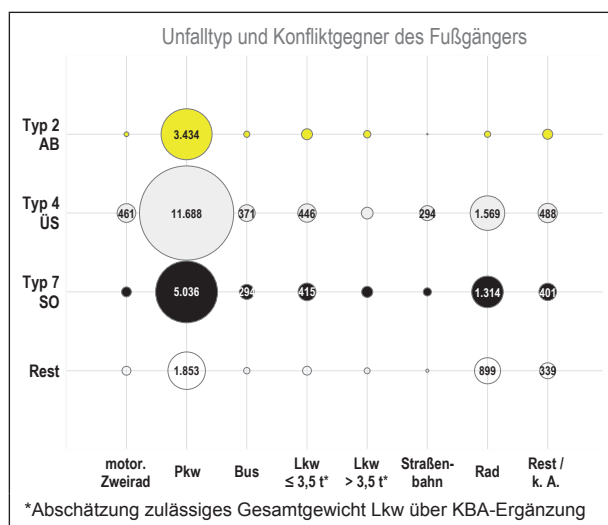


Bild 4-11: Mittlere jährliche Anzahl an Unfällen mit Personenschaden und Fußgängerbeteiligung auf Innerortsstraßen differenziert nach Unfalltyp und Konfliktgegner (Quelle: BASt 2012-2014, eigene Darstellung, Stichproben kleiner 200 U_{FG}(P) werden nicht als Anzahl angezeigt)

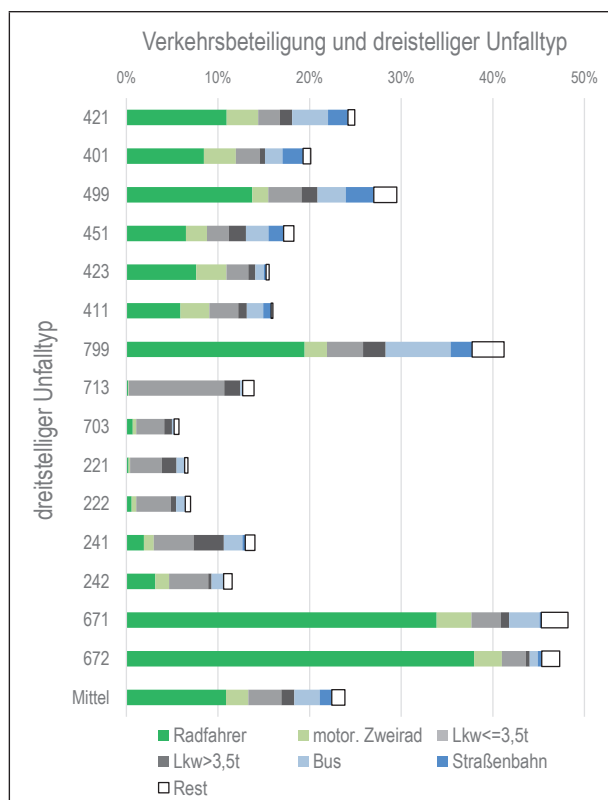


Bild 4-12: Verkehrsbeteiligung Unfallgegner bei Fußgängerunfällen mit Personenschaden Innerorts differenziert nach dreistelligem Unfalltyp (Quelle: BASt 2012-2014, Bundesländer NI/NW/RP/SL/ST, eigene Darstellung, restliche Prozentsätze zu 100 sind durch die Pkw besetzt)

Busse und Lkw zeigen ähnliche Verteilungen in Bezug auf die Unfalltypen. Bei den Lkw dominieren vor allem die kleineren Fahrzeuge, was auf die Abgrenzung der Innerortsunfälle zurückgeführt wird (höheres Verkehrsaufkommen innerorts).

Bei den Straßenbahnen dominiert der Überschreiten-Unfall. Vergleicht man die Zahlen mit denen der Bus-Unfälle und geht von der Annahme aus, dass deutschlandweit wesentlich mehr Busse als Straßenbahnen unterwegs sind, besteht mit hoher Wahrscheinlichkeit ein höheres Risiko für Fußgänger in Unfälle mit Straßenbahnen verwickelt zu werden.

Auf einem ähnlichen Level wie die leichten Lkw rangieren die motorisierten Zweiräder als Konfliktgegner für die Fußgänger.

In Bild 4-12 sind für die häufigsten dreistelligen Unfalltypen die Anteile der Verkehrsbeteiligungen der Unfallgegner der Fußgänger dargestellt. Folgendes kann daraus abgeleitet werden:

- Der Pkw als Unfallgegner dominiert in besonderem Maße die Abbiege-Unfälle sowie die Sonstigen Unfälle beim Rückwärtsfahren und auf Parkplätzen (713 & 703).
- Die höchsten Anteile der Radfahrer als Unfallgegner finden sich bei den Unfällen im Längsverkehr (vermutlich im Seitenraum). Auch in der heterogenen Gruppe der Sonstigen Unfälle (799) weisen Radfahrer einen im Vergleich hohen Anteil auf.
- Der Schwerverkehr ist auffällig bei den Rechtsabbiege-Unfällen (241) und in besonderem Maße bei den Sonstigen Unfällen beim Rückwärtsfahren (713).
- ÖV-Fahrzeuge als Unfallgegner spielen vor allem bei den Überschreiten-Unfällen ohne Sichthindernisse eine Rolle. Auch bei den heterogenen Rest-Unfalltypengruppen der Überschreiten-Unfälle (499) sowie der Sonstigen Unfälle (799) sind ÖV-Fahrzeuge auffällig.
- Motorisierte Zweiräder als Unfallgegner verteilen sich relativ gleichmäßig auf die Überschreiten- und Längsverkehr-Unfälle.

4.1.5 Unfallzeit, Witterung und Lichtverhältnisse

In Bild 4-13 sind die Fußgängerunfälle inklusive einer Differenzierung nach den wichtigsten Unfalltypen über das Jahr aufgetragen. Es wird deutlich, dass eine Spitze in den Wintermonaten vorhanden ist. Diese resultiert maßgeblich aus den Abbiege-Unfällen, in kleinerem Umfang auch aus den Überschreiten-Unfällen. Bei den Sonstigen Unfällen und den restlichen Unfalltypen ist ein umgekehrter Trend sichtbar, so finden sich dort Spitzen in den Sommermonaten.

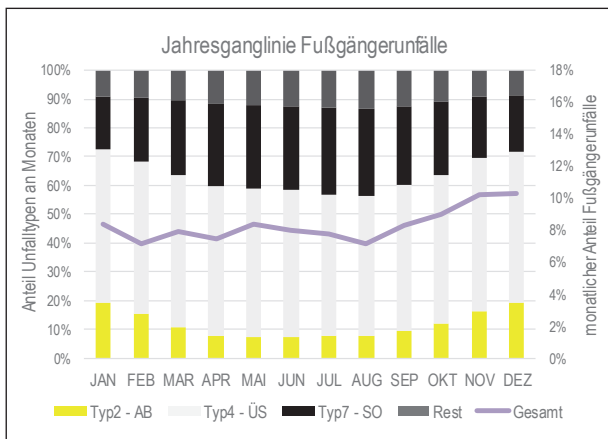


Bild 4-13: Jahresganglinie der Fußgängerunfälle mit Personenschaden Innerorts differenziert nach Unfalltypen (Quelle: BAST 2009-2014, eigene Darstellung)

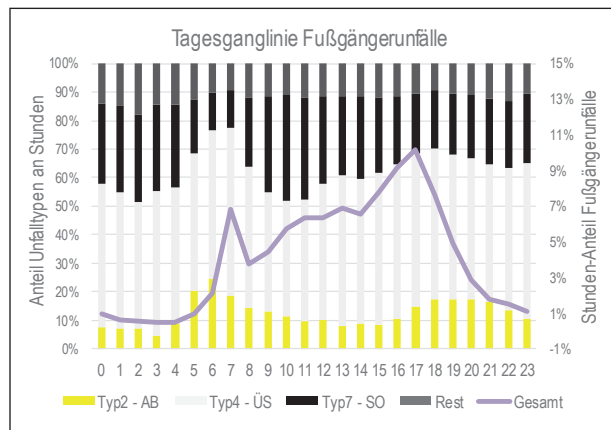


Bild 4-15: Tagesganglinie der Fußgängerunfälle mit Personenschaden Innerorts differenziert nach Unfalltypen (Quelle: BAST 2012-2014, eigene Darstellung)

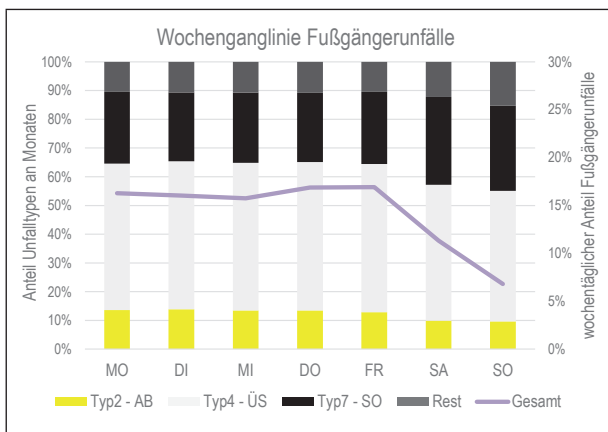


Bild 4-14: Wochenganglinie der Fußgängerunfälle mit Personenschaden Innerorts differenziert nach Unfalltypen (Quelle: BAST 2012-2014, eigene Darstellung)

In Bild 4-14 sind die Fußgängerunfälle inklusive einer Differenzierung nach den wichtigsten Unfalltypen über die Wochentage aufgetragen. Fußgängerunfälle treten vor allem während der Arbeitswoche auf und nehmen zum Sonntag hin ab. Dies resultiert maßgeblich aus den Typ2- und Typ4-Unfällen. Die anderen Unfalltypen weisen am Wochenende einen höheren Anteil auf.

In Bild 4-15 sind die Fußgängerunfälle einschließlich einer Differenzierung nach den häufigsten Unfalltypen über die Stunden aufgetragen. Es lässt sich sowohl eine deutliche Frühspitze zwischen 7 und 8 Uhr als auch eine (im Vergleich höhere) Abendspitze zwischen 17 und 18 Uhr feststellen. Überschreiten- und Abbiege-Unfälle weisen die höchsten Anteile in den verkehrstarken Zeiten auf. Dabei ist die Frühspitze bei den Abbiege-Unfällen besonders deutlich ausgeprägt. Die Anteile der Sonstigen Unfälle sind in den verkehrsschwachen Zeiten höher.

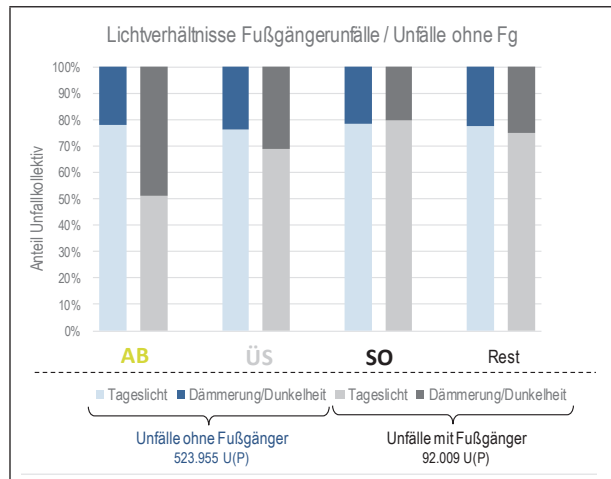


Bild 4-16: Lichtverhältnisse bei Fußgängerunfällen mit Personenschaden Innerorts inkl. Differenzierung nach maßgeblichen Unfalltypen im Vergleich zu den Unfällen ohne Fußgängerbeteiligung (Quelle: BAST 2012-2014, eigene Darstellung)

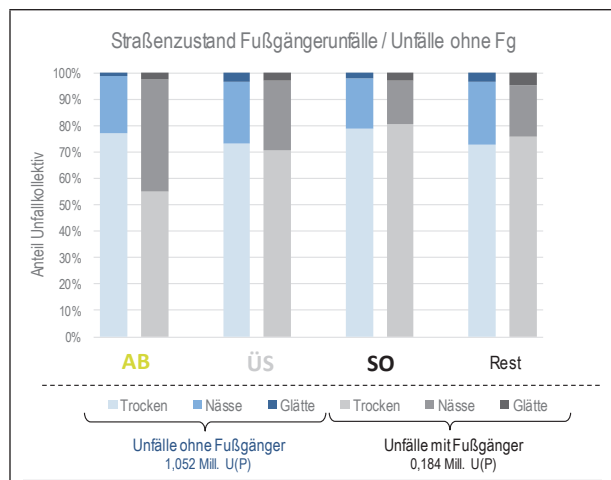


Bild 4-17: Straßenzustand bei Fußgängerunfällen mit Personenschaden Innerorts inkl. Differenzierung nach maßgeblichen Unfalltypen im Vergleich zu den Unfällen ohne Fußgängerbeteiligung (Quelle: BAST 2009-2014, eigene Darstellung, Nässe = Nässe & Schlüpfrigkeit)

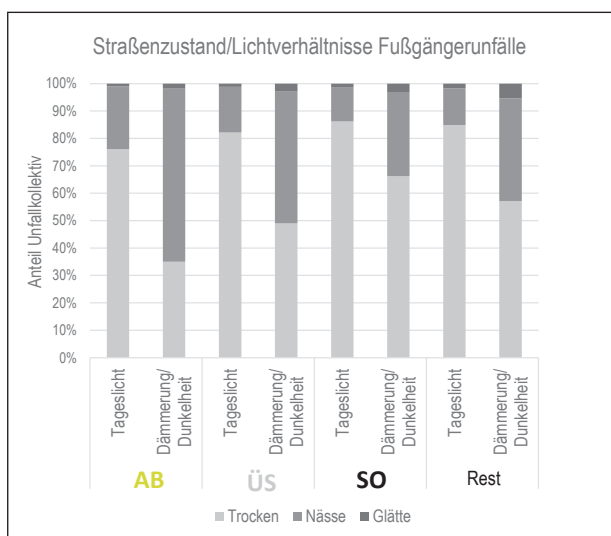


Bild 4-18: Straßenzustand bei Fußgängerunfällen mit Personenschaden Innerorts inkl. Differenzierung nach Lichtverhältnissen und maßgeblichen Unfalltypen im Vergleich zu den Unfällen ohne Fußgängerbeteiligung (Quelle: BASt 2012-2014, eigene Darstellung, Nässe = Nässe & Schlüpfrigkeit)

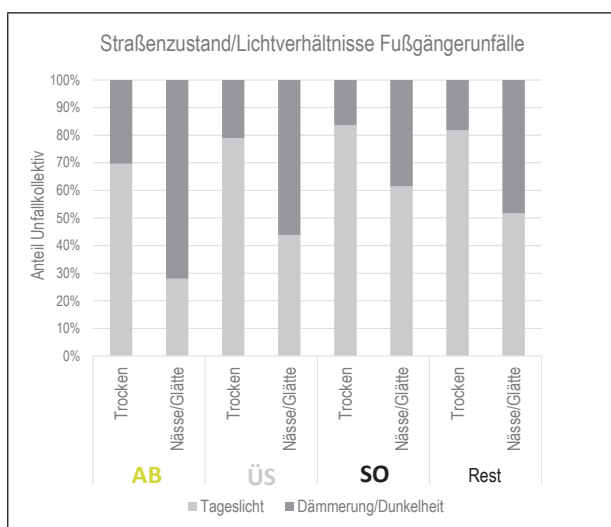


Bild 4-19: Lichtverhältnisse bei Fußgängerunfällen mit Personenschaden Innerorts inkl. Differenzierung nach Straßenzustand und maßgeblichen Unfalltypen im Vergleich zu den Unfällen ohne Fußgängerbeteiligung (Quelle: BASt 2012-2014, eigene Darstellung, Nässe = Nässe & Schlüpfrigkeit)

In Bild 4-16 sind die Fußgängerunfälle nach den Lichtverhältnissen inklusive der Differenzierung nach den wichtigsten Unfalltypen aufgetragen. Fußgängerunfälle des Typs Abbiegen- und Überschreiten-Unfälle weisen eine Auffälligkeit hinsichtlich Dämmerung/Dunkelheit gegenüber den anderen Unfalltypen aber auch gegenüber den Unfällen ohne Fußgängerbeteiligung auf.

In Bild 4-17 wird analog zu den Lichtverhältnissen der Straßenzustand ausgewertet. Es zeigt sich ein sehr ähnliches Bild, auch was die Unfälle ohne Fuß-

gängerbeteiligung angeht. Die Abbiege-Unfälle weisen eine Auffälligkeit hinsichtlich einer nassen Fahrbahn auf. Glätte spielt nur eine untergeordnete Rolle. Es stellt sich die Frage, inwieweit Dunkelheit oder die – z. B. in den Herbst- und Wintermonaten – gleichzeitig vermehrt auftretenden Niederschlagsereignisse für diese Auffälligkeit verantwortlich sind.

Aus dem Vergleich in Bild 4-18 und Bild 4-19 wird deutlich, dass Dämmerung/Dunkelheit und Nässe/Glätte vor allem in Kombination das Fußgängerunfallgeschehen beeinflussen. Besonders auffällig ist diese Umfeld-Kombination bei den Abbiege-Unfällen und den Überschreiten-Unfällen.

Isoliert betrachtet sind die Auswirkungen von Nässe oder Dunkelheit auf Fußgängerunfälle im Vergleich zu Unfällen ohne Fußgängerbeteiligung nur gering. Nässe bei Tageslicht oder trockener Straßenzustand bei Dunkelheit hat nur bedingt Auswirkungen auf die Entstehung von Fußgängerunfällen.

4.1.6 Personenscharakteristik

In Bild 4-20 sind die Altersklassen der verunglückten Fußgänger nach den wesentlichen Unfalltypen aufgetragen. Eine Verteilung der Absolutzahlen findet sich im Anhang in Bild-A 4. Es werden die Ergebnisse der Literaturanalyse bestätigt: Überschreiten-Unfälle weisen eine Auffälligkeit hinsichtlich der Beteiligung von Kindern und Jugendlichen auf, wohingegen die restlichen Unfalltypen eine leichte Tendenz zu älteren Personen (z. B. bei typischen Knotenpunktunfällen des Typs 2) aufweisen. Auffällig ist auch der vergleichsweise hohe Anteil der Senioren im Alter 80+ bei den sonstigen Unfällen.

Im Vergleich der Unfallschwere nach Altersgruppen werden ebenfalls die Ergebnisse der Literaturanalyse bestätigt (Bild 4-21). Während bei den leichtverletzten Verunglückten eine deutliche (sicherlich auch expositionsbedingte) Spitze bei den Erwachsenen (18-64 Jahre) existiert, ergibt sich eine gleichmäßigere Verteilung bei getöteten und schwerverletzten Fußgängern. Vor allem die Senioren weisen eine starke Tendenz zu schweren Unfallfolgen auf.

An dieser Auswertung wird auch eine wichtige Differenzierung der Beurteilung der Unfallstatistik auffällig. Den absolut größten Anteil der verunglückten Fußgänger stellen Erwachsene zwischen 18 und 64 Jahren dar. Das relative Risiko eine schwere Verletzung davon zu tragen, ist aber bei den anderen Altersklassen – vor allem den Senioren – stärker ausgeprägt. Diese Differenzierung nach Absolutzahl

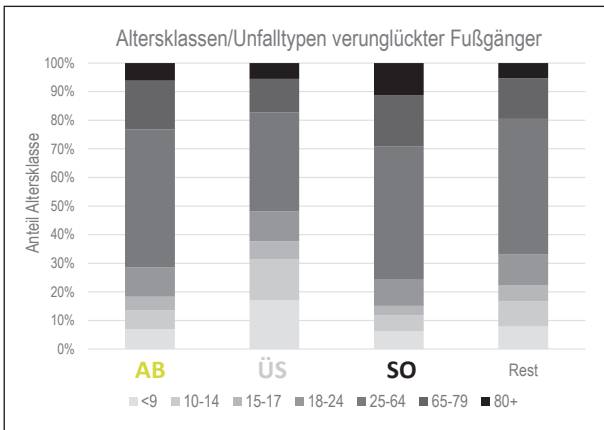


Bild 4-20: Altersklassen verunglückter Fußgänger bei Unfällen mit Personenschaden Innerorts inkl. Differenzierung nach maßgeblichen Unfalltypen (Quelle: BAST 2012-2014, eigene Darstellung)

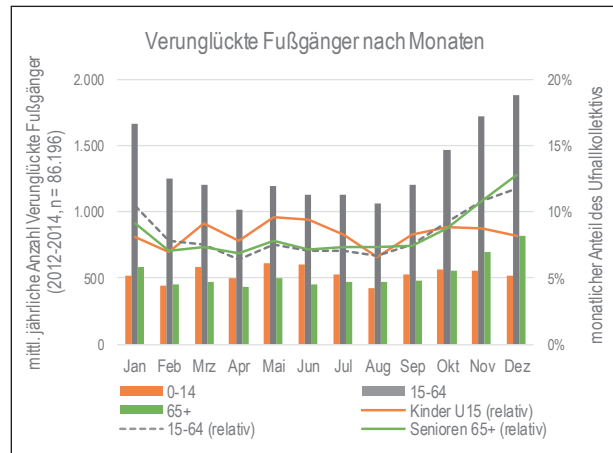


Bild 4-23: Verunglücktenzahlen und Verteilung nach Monaten und Altersklassen (Quelle: Statistisches Bundesamt 2012-2014, eigene Darstellung)

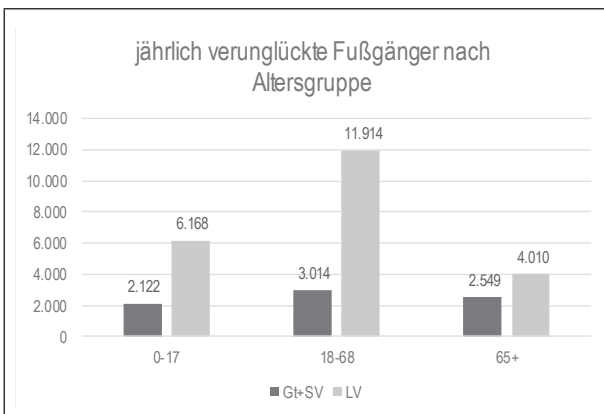


Bild 4-21: Verteilung Schwere der Unfallfolgen für Verunglückte nach Altersklassen (Quelle: Statistisches Bundesamt 2012-2014, eigene Darstellung)

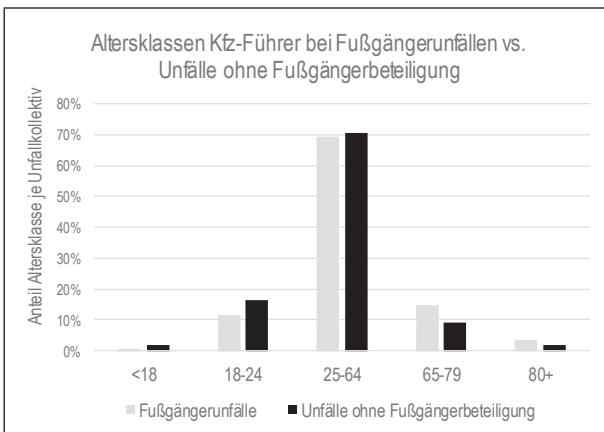


Bild 4-22: Altersklassen Fahrzeugführer bei Unfällen mit Personenschaden Innerorts inkl. Differenzierung nach maßgeblichen Unfalltypen (Quelle: BAST 2012-2014, eigene Darstellung)

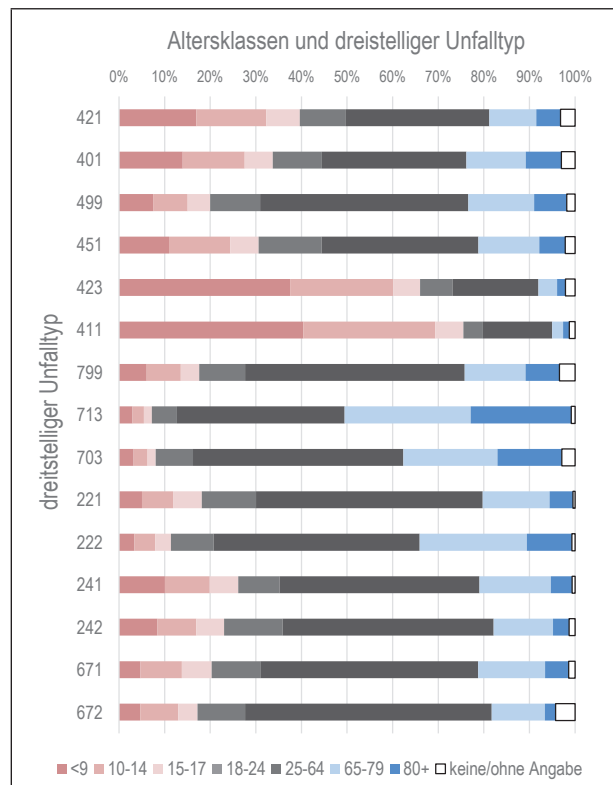


Bild 4-24: Altersklassen verunglückter Fußgänger bei Unfällen mit Personenschaden Innerorts differenziert nach dreistelligem Unfalltyp (Quelle: BAST 2012-2014, Bundesländer NI/NW/RP/SL/ST, eigene Darstellung)

(Potenzial) und Auffälligkeit (erhöhtes Risiko) sollte grundsätzlich bei der Interpretation berücksichtigt werden.

In Bild-A 5 im Anhang sind die Altersklassen der Unfallgegner von Fußgängern, welche in einem Kfz

unterwegs sind aufgetragen. Es zeigen sich keine Unterschiede zwischen den Unfalltypen. Beim Vergleich der Altersklassen der Kfz-Führer zwischen Unfällen mit und ohne Fußgängerbeteiligung wird folgende leichte Tendenz deutlich: Senioren sind anteilmäßig im Vergleich zu anderen Altersklassen häufiger als Fahrzeugführer an Fußgängerunfällen beteiligt als an Unfällen ohne Fußgängerbeteiligung (Bild 4-22). Dies bestätigt die Ergebnisse der Literatur und deutet auf die erhöhte Komplexität im Umgang mit querenden Fußgängern hin.

Die Verteilung der Altersklassen nach Monaten zeigt eine deutliche Spitze in den Wintermonaten (Bild 4-23). Hiervon sind allerdings vorrangig erwachsene Fußgänger und Senioren betroffen. Bei

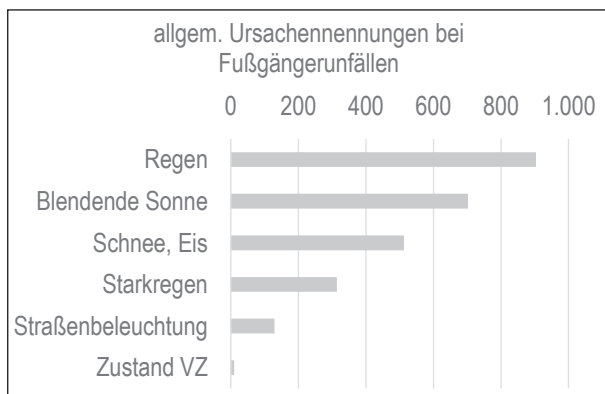


Bild 4-25: allgemeine Ursachennennung bei Fußgängerunfällen mit Personenschaden Innerorts (Quelle: BAST 2012-2014, eigene Darstellung)

den Kindern kann eine derartige Spitze nicht festgestellt werden, allerdings wird bei dieser Altersklasse auch ein noch stärkerer Rückgang in der Exposition in den Wintermonaten vermutet.

In Bild 4-24 sind die häufigsten dreistelligen Unfalltypen aus den vorhergehenden Auswertungen nach Altersklassen differenziert dargestellt. Es zeigen sich deutliche Schwerpunkte für die einzelnen Altersklassen:

- Kinder sind vermehrt bei Überschreiten-Unfällen und Senioren tendenziell stärker an Sonstigen und Abbiege-Unfällen beteiligt.
- Überschreiten-Unfälle mit Sichtbehinderung werden von Kindern bis 14 Jahre dominiert.
- Die höchsten Anteile der Senioren finden sich bei den Sonstigen Unfällen (713 und 703). Das

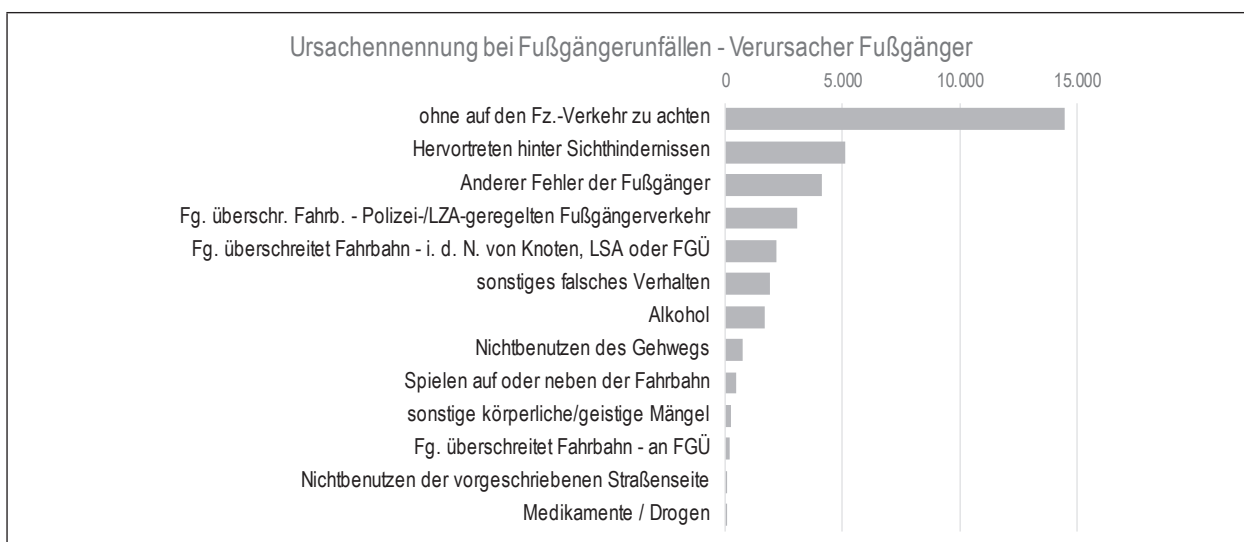


Bild 4-26: Ursachennennung bei Fußgängerunfällen mit Personenschaden Innerorts – Verursacher Fußgänger (Quelle: BAST 2012-2014, eigene Darstellung)

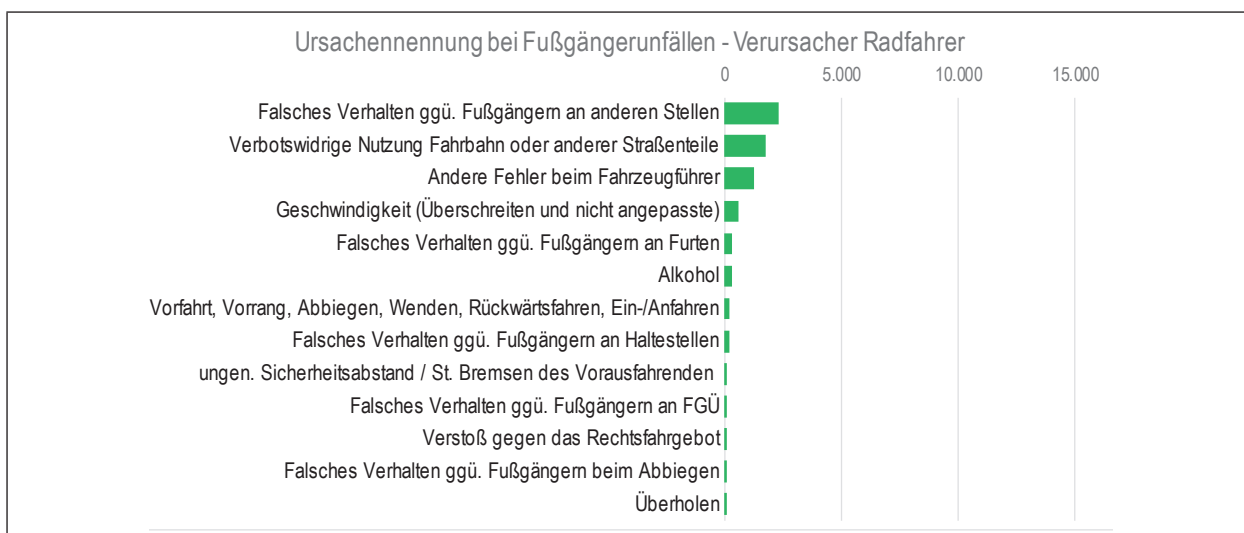


Bild 4-27: Ursachennennung bei Fußgängerunfällen mit Personenschaden Innerorts – Verursacher Radfahrer (Quelle: BAST 2012-2014, eigene Darstellung)

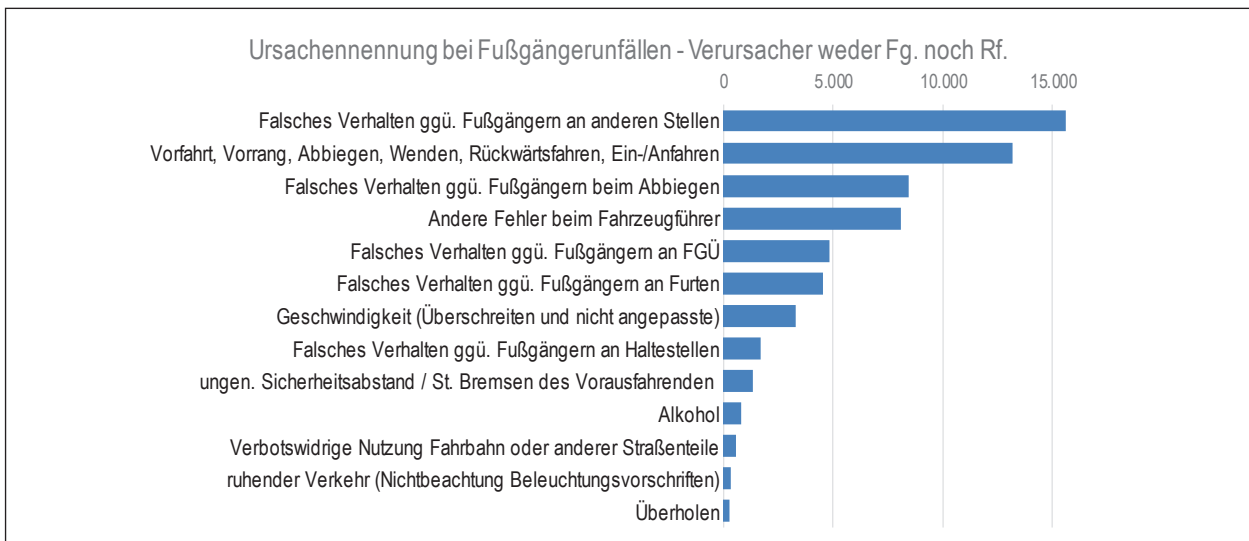


Bild 4-28: Ursachennennung bei Fußgängerunfällen mit Personenschaden Innerorts – Verursacher weder Fußgänger noch Radfahrer (Quelle: BASt 2012-2014, eigene Darstellung)

sind Fußgängerunfälle beim Rückwärtsfahren sowie auf Parkplätzen.

- Unfälle mit Rechtsabbiegern spielen im Vergleich eine größere Rolle für Kinder als Unfälle mit Linksabbiegern.

Im Anhang sind die Tagesganglinien als Fußgänger verunglückter Kinder (siehe Bild-A 17) und Senioren (alle Unfälle, siehe Bild-A 18) abgebildet. Darin wird deutlich, dass:

- Kinder (0-14 Jahre) als Fußgänger in der Frühspitze (deutliche Spitze von 7-8 Uhr) und am Nachmittag (13-18 Uhr) verunglücken. Der frühe Beginn des Nachmittagsplateaus ist wahrscheinlich durch den Schulschluss bedingt.
- Senioren (65+ Jahre) weisen eine sehr deutliche Vormittagsspitze von 10-12 Uhr sowie eine Nachmittagsspitze von 14-18 Uhr auf.

4.1.7 Polizeiliche Unfallursachen

In Bild 4-26 bis Bild 4-28 sind die personenbezogenen Ursachen bei Fußgängerunfällen innerorts (Rangfolge 1 bis 13) nach Verursacher aufgeführt:

- Verursacher Fußgänger: Die polizeiliche Unfallursache Queren „ohne auf den Verkehr zu achten“ (wahrscheinlich auf der freien Strecke) dominiert die Verteilung. An zweiter Stelle steht das Überqueren der Fahrbahn mit „Hervortreten hinter Sicht Hindernissen“. An vierter und fünfter Stelle²⁰ rangiert fehlerhaftes Verhalten an LSA

bzw. in der Nähe von LSA, FGÜ oder Knoten. Alkohol spielt eine größere Rolle im Vergleich zu Führern von Kraftfahrzeugen.

- Verursacher weder Fußgänger noch Radfahrer: Es dominiert das falsche Verhalten gegenüber Fußgängern auf der freien Strecke. An zweiter und dritter Stelle rangiert das Fehlverhalten beim Abbiegen. Fehlerhaftes Verhalten gegenüber Fußgängern an FGÜ rangiert an fünfter Stelle.
- Verursacher Radfahrer: Im Vergleich zu den bereits genannten Verkehrsteilnehmergruppen spielt hier die Benutzung der falschen Fahrbahn oder die verbotswidrige Benutzung anderer Straßenteile aber auch die Geschwindigkeit eine größere Rolle.

In Bild 4-25 sind ausgewählte allgemeine Unfallursachen aufgeführt. Regen und Starkregen sowie die Sonnenblendung stehen an der Spitze der Rangfolge, mit aber insgesamt wenigen Nennungen im Vergleich zu den personenbezogenen Ursachen.

Eine Aufteilung von Ursachengruppen nach Altersklassen auf Basis der Destatis-Veröffentlichungen findet sich in Bild-A 10 im Anhang. Diese bestätigen die bereits in der Literaturanalyse beschriebenen Auffälligkeiten und liefern wenig zusätzliche Erkenntnisse.

²⁰ Die polizeiliche Unfallursache „Andere Fehler der Fußgänger“ an dritter Stelle wird hier nicht weiter thematisiert.

4.2 Unfallanalyse auf Netzebene (Stufe 1)

In Bild 4-29 findet sich die Verteilung der Unfälle mit Fußgängerbeteiligung über die Netzbereiche:

- Hauptknoten (Knotenpunkte zwischen Hauptverkehrsstraßen)
- Hauptverkehrsstraßen (freie Strecke)
- Anschlussknotenpunkte entlang der Hauptverkehrsstraßen
- Erschließungsstraßen

Im Mittel entfallen zwischen rund 60 % (Stadt D) und 80 % (Stadt A) des Fußgängerunfallgeschehens auf das Hauptverkehrsstraßennetz. Davon ereignen sich zwischen 20 % und 30 % an Hauptverkehrsknotenpunkten. Entlang der Streckenzüge von Hauptverkehrsstraßen entfallen konstant 20 % auf die Anschlussknotenpunkte und – je nach Stadt – zwischen 25 % und 35 % auf die freie Strecke zwischen den Anschlussknotenpunkten.

Da die Unterschiede zwischen den Städten nicht unerheblich sind, werden nun die Expositionsdaten hinzugezogen und die mittleren Unfalldichten der Fußgängerunfälle berechnet (siehe Tabelle 4-1). Dabei wird deutlich, dass einzelne stadtspezifische Ergebnisse durch die Netzstruktur bedingt sind (z. B. erhöhter Anteil Fußgängerunfälle an Anschlussknotenpunkten in Stadt A ist nicht allein über erhöhte Auffälligkeit erklärbar). Andere Effekte werden eher in der Infrastruktur bzw. der Verkehrsregelung aber auch im Verkehrsaufkommen vermutet (z. B. geringe Unfalldichte der Fußgängerunfälle in Stadt D).

Für Stadt C erfolgte zusätzlich eine Auswertung des Unfallgeschehens unter Berücksichtigung von Querungshilfen für Fußgänger (Bild 4-30). Von den Unfällen an Hauptverkehrsstraßen entfallen 91 % auf Bereiche ohne Querungshilfe, 7 % auf FG-LSA und je 1 % auf Mittelinseln und FGÜ. An den Anschlussknoten ereigneten sich hingegen 43 % der Unfälle an Knotenpunkten ohne Querungshilfe. 51 % der Unfälle ereigneten sich an Anschlussknoten mit einer FG-LSA und je 3 % an Mittelinseln und FGÜ.

Es liegen Unterschiede in der Häufigkeit von Fußgängerunfällen im Jahresverlauf je nach Lage im Netz vor (Bild 4-31). An den Knotenpunkten ereignen sich in den Wintermonaten anteilmäßig mehr Fußgängerunfälle. Hier zeigt sich der Einfluss der

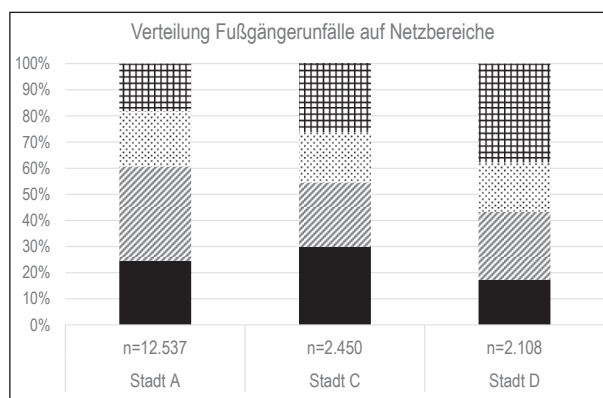


Bild 4-29: Verteilung der Unfälle mit Fußgängerbeteiligung im Netz für die Städte A, C, und D (Zeitraum 2011-2015), n=Anzahl der Fußgängerunfälle je Stadt

		Stadt A	Stadt C	Stadt D	Ø
HVKP	UFG/(KP*a)	0,43	0,37	0,21	0,33
HVStr	UFG/(km*a)	0,23	0,16	0,2	0,23
AKP	UFG/(KP*a)	0,07	0,07	0,06	0,07
ES	UFG/(km*a)	0,12	0,13	0,14	0,12
Gesamt	Anzahl EW	> 1 Mio.	500T-1 Mio.	500T-1 Mio.	
	UFG/100.000 EW	358	415	306	360

Tab. 4-1: Unfalldichten der Fußgängerunfälle differenziert nach Stadt und Netzbereich

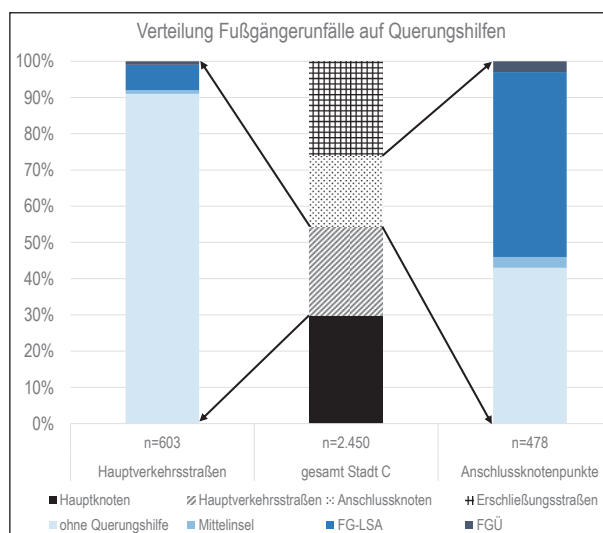


Bild 4-30: Verteilung der Unfälle mit Fußgängerbeteiligung der Stadt C differenziert nach Art der Querungshilfe für Hauptverkehrsstraßen und Anschlussknoten (Zeitraum 2011-2015), n=Anzahl der Fußgängerunfälle je Stadt

eingeschränkten Lichtverhältnisse bei den Abbiegeunfällen. Die Erschließungsstraßennetze sind eher im Sommer auffällig. Hier wird ein verstärkter Effekt der Aufenthaltsfunktion vermutet.

Hauptverkehrsknotenpunkte und Anschlussknotenpunkte zeigen sich auffällig bei der Betrachtung der Lichtverhältnisse (Bild 4-32). Diese Auffälligkeit ist

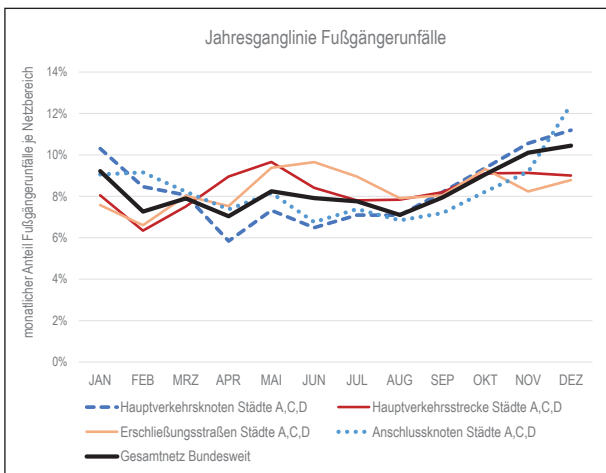


Bild 4-31: Jahresganglinie der Fußgängerunfälle differenziert nach Netzbereich für die Städte A, C und D (Zeitraum 2011-2015)

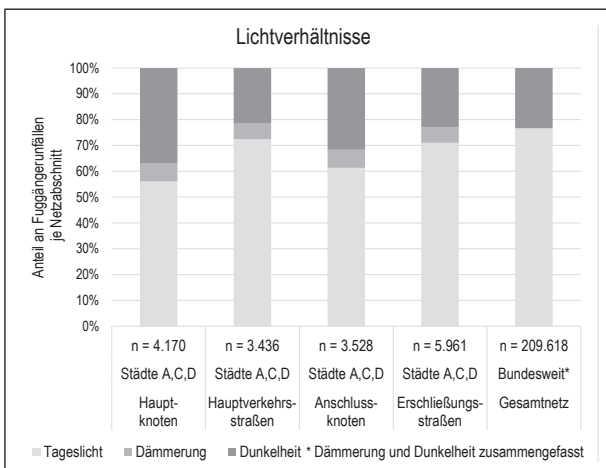


Bild 4-32: Verteilung Fußgängerunfälle nach Lichtverhältnissen differenziert nach Netzbereich für die Städte A, C und D (Zeitraum 2011-2015)

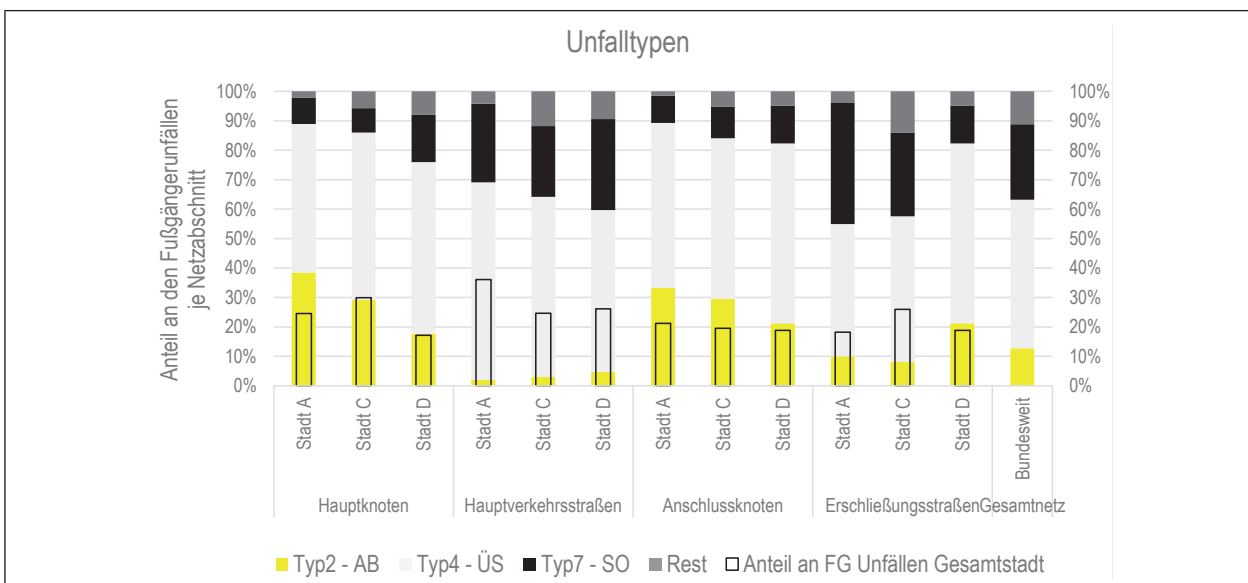


Bild 4-33: Verteilung Fußgängerunfälle nach den wichtigsten Unfalltypen differenziert nach Netzbereich für die Städte A, C und D (Zeitraum 2011-2015)

an Hauptverkehrsknotenpunkten am stärksten in Stadt A und Stadt C ausgeprägt (nicht in Abbildung dargestellt). Im Vergleich zu den Anteilen der bundesweiten Statistik wird deutlich, dass Großstädte jeweils auffälliger in Bezug auf die Dunkelheitsproblematik sind (die bundesweiten Daten beinhalten auch kleine und mittlere Städte/Ortschaften).

Die Verteilung der Unfalltypen unterscheidet sich zwischen den einzelnen Netzbereichen (Bild 4-33). An Knotenpunkten ist der Unfalltyp 2 auffälliger als auf den Hauptverkehrsstraßen und Erschließungsstraßen, da es dort vermehrt zu Abbiegevorgängen kommt. Hauptverkehrsstrecken und Erschließungsstraßen unterscheiden sich lediglich gering. In Erschließungsstraßen ist der Anteil der Sonstigen Unfälle vom Typ 7 höher als auf Hauptverkehrsstraßen, wohingegen dort der Unfalltyp 4 (Überschreiten-Unfälle) am auffälligsten ist.

Die stadt-spezifischen Unterschiede treten vor allem bei den Abbiege-Unfällen hervor. Die Ursache für das günstige Abschneiden von Stadt D wird im Umgang mit Lichtsignalregelungen an Knotenpunkten vermutet. In Stadt D fiel bereits bei der Auswahl der Erhebungsstellen auf, dass die Sicherung von Fußgängern durch LSA eine wesentlich größere Rolle spielt im Vergleich zu den anderen Städten. Da die Abbiegeunfälle vor allem beim bedingt verträglichem bzw. ungesicherten Linksabbiegen auftreten (siehe Kapitel 4.1.3), wird vermutet, dass diese Art der Signalisierung in Stadt D weniger häufig auftritt. Es wäre aber auch möglich, dass ein höheres Fahrzeug- und Fußgänger-aufkommen in Stadt A (im

Vergleich zu Stadt D) ursächlich für diesen Effekt ist.

Für die Stadt C liegt neben dem einstelligen Unfalltyp auch der dreistellige Unfalltyp vor. Daher erfolgt eine vertiefende Auswertung der Unfalltypen 2, 4 und 7 (siehe Bild 4-34 bis Bild 4-36).

Es wird vor allem Folgendes deutlich:

- An den Hauptverkehrsknoten dominieren die Abbiegeunfälle mit parallel laufenden bzw. aus Sicht des Fahrzeugführers von hinten kommenden Fußgängern. Außerdem sind vor allem Überschreiten-Unfälle in den Knotenpunktausfahrten auffällig.
- Auf den Hauptverkehrsstraßen (freie Strecke) sind alle Typen von Überschreiten-Unfällen und Sonstigen Unfällen vertreten. Abbiegeunfälle an Grundstückszufahrten spielen keine relevante Rolle.
- An den Anschlussknotenpunkten entlang der Hauptverkehrsstraßen finden sich alle Typen von Überschreiten- und Abbiege-Unfällen. Es wird deutlich, dass eine Vielzahl von Überschreiten-Unfällen der Strecke (entsprechend dem dreistelligen Unfalltypencode) tatsächlich im räumlichen Bereich eines Anschlussknotenpunkts stattgefunden hat.
- Die Erschließungsstraßen werden dominiert von Sonstigen Unfällen mit Fußgängerbeteiligung, wobei auch Überschreiten-Unfälle eine relevante Rolle spielen. Unfälle beim Rückwärtsfahren aber auch das Hervortreten hinter Sichthindernissen sind auffällig in Erschließungsstraßen.

In der Unfallschwere zeigt sich lediglich eine leichte Tendenz. Hauptverkehrsknoten und -straßen sowie Anschlussknoten weisen eine ähnliche Schwerestruktur auf. Erschließungsstraßen weisen leicht weniger Unfälle mit schwerem Personenschaden auf (siehe Bild-A 19 im Anhang in Kapitel A.2).

Bei der Auswertung des Alters der verunglückten Fußgänger zeigt sich deutlich, dass Kinder bis zu einem Alter von 14 Jahren vor allem in Erschließungsstraßen an Unfällen beteiligt sind (Bild 4-37). Erwachsene weisen die höchsten Anteile an den Hauptverkehrsknotenpunkten auf. Senioren im Alter von 65-79 Jahren weisen die höchsten Anteile bei den Anschlussknotenpunkten auf. Die beiden zuletzt genannten Auffälligkeiten sind aber nur sehr gering ausgeprägt.

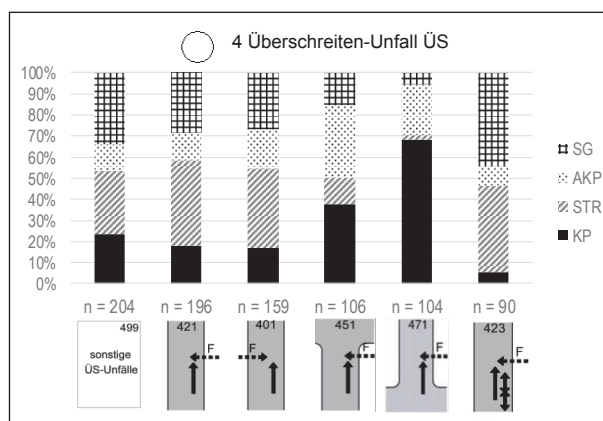


Bild 4-34: Verteilung Fußgängerunfälle des Unfalltyps 4 nach den wichtigsten dreistelligen Unfalltypen differenziert nach Netzbereich für Stadt C (Zeitraum 2011-2015)

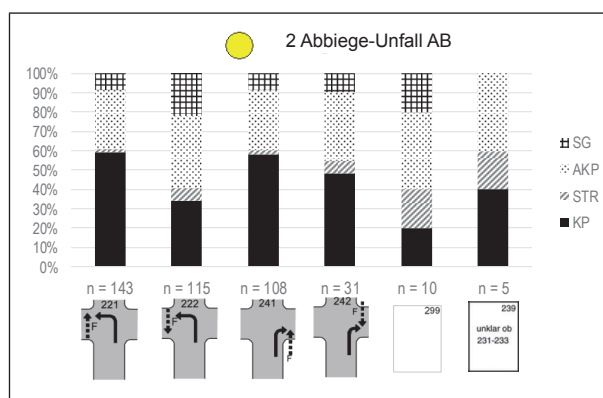


Bild 4-35: Verteilung Fußgängerunfälle des Unfalltyps 2 nach den wichtigsten dreistelligen Unfalltypen differenziert nach Netzbereich für Stadt C (Zeitraum 2011-2015)

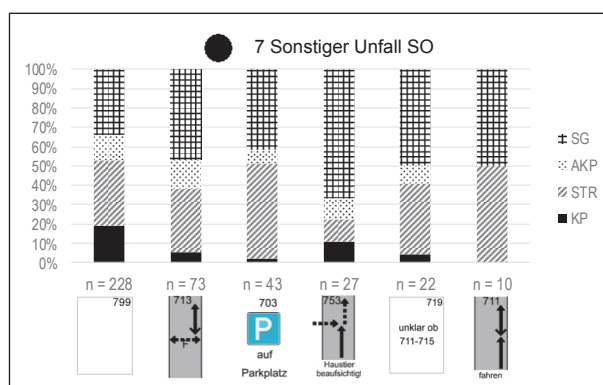


Bild 4-36: Verteilung Fußgängerunfälle des Unfalltyps 7 nach den wichtigsten dreistelligen Unfalltypen differenziert nach Netzbereich für Stadt C (Zeitraum 2011-2015)

Pkw und Fahrräder sind in allen Netzbereichen die häufigsten Unfallgegner von Fußgängern (siehe Bild-A 20 im Anhang). Unterschiede treten allerdings zwischen Knotenpunkten und Streckenabschnitten auf. Der Anteil von Radfahrern als Unfallgegner liegt an Strecken bei 17 bzw. 19 %, wohingegen er bei Knotenpunkten nur bei 11 bzw. 12 % liegt. Der Anteil

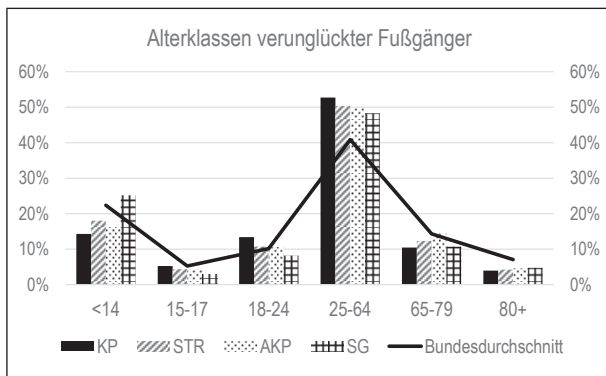


Bild 4-37: Verteilung verunglückter Fußgänger Altersklassen differenziert nach Netzbereich für die Städte A, C, und D (Zeitraum 2011-2015)

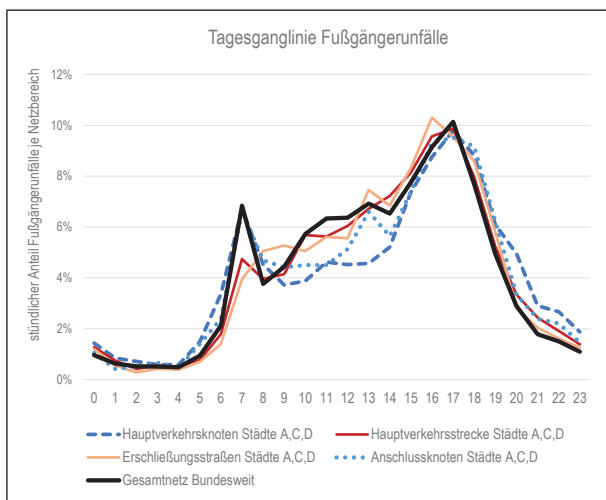


Bild 4-38: Tagesganglinien der Fußgängerunfälle differenziert nach Netzbereichen für die Städte A, C und D (Zeitraum 2011-2015)

der Pkw-Fahrer als Unfallgegner verhält sich entgegengesetzt. An Knotenpunkten sind 71 bzw. 72 % der Unfallgegner Pkw-Fahrer während der Anteil an Strecken nur bei 66 bis 67 % liegt.

Hinsichtlich der Altersklassen der Unfallgegner lassen sich keine Netzbereich-spezifischen Unterschiede feststellen, allerdings sind in den Untersuchungsstädten die Senioren leicht unterrepräsentiert (siehe Bild-A 21 im Kapitel A.2 im Anhang).

In Bild 4-38 sind die Tagesganglinien der Fußgängerunfälle nach Netzbereichen differenziert dargestellt. Auffällig ist die Frühspitze bei den Fußgängerunfällen an Knotenpunkten, welche auf Strecken und in Erschließungsstraßennetzen nicht auftaucht. Dies wird dahingehend interpretiert, dass Abbiegeunfälle – welche das Fußgängerunfallgeschehen an Knotenpunkten dominieren – in stärkerem Maße von dem Verkehrsaufkommen (vor allem des MIV) abhängig sind. Gerade beim ungesicherten Linksabbiegen wird die Aufmerksamkeit der Fahrzeug-

fürer bei hohem Verkehrsaufkommen (des Gegenverkehrs) stärker beansprucht.

Eine Analyse der Unfallursachen kann für die Städte A und C durchgeführt werden. Für Stadt D liegen nur sehr wenige Angaben zu den polizeilichen Unfallursachen vor, weswegen diese Stadt hier außen vorgelassen wird. Die Auswertungen finden sich im Kapitel A.2 im Anhang in Bild-A 23 bis Bild-A 26. Die Ergebnisse sind wenig aufschlussreich. Die höchsten Anteile der polizeilichen Unfallursachen, welche dem Fußgänger zugeteilt sind, finden sich auf Erschließungsstraßen gefolgt von den Anschlussknotenpunkten. Leicht höher liegt die Unfallursache „Hervortreten hinter Sichthindernissen“ mit 10 % auf der freien Strecke von Hauptverkehrsstraßen im Vergleich zu 7 % in Erschließungsstraßen.

4.3 Verkehrsaufkommen (Stufe 1)

4.3.1 Charakterisierung des Untersuchungskollektivs

Infrastruktur

Für die weitere Untersuchung wurden 106 Erhebungsstellen bzw. Straßenabschnitte aus den vier Städten analysiert. Die zugrunde liegenden Daten stammen aus der Datenerhebung im Rahmen dieses Projektes sowie für 24 Straßenabschnitte aus externen Quellen.

Aufgrund des Untersuchungsdesigns beschränken sich die ausgewählten Stellen auf Querschnitte mit einem Fahrstreifen je Fahrtrichtung mit einzelnen Ausnahmen bei den externen Daten.

An rund der Hälfte der untersuchten Stellen sind Haltestellen des öffentlichen Verkehrs vorhanden, hiervon wiederum zwei Drittel Straßenbahnhaltestellen. In nur vier Fällen handelt es sich dabei um besondere Bahnkörper in Seiten- oder Mittellage, an 33 Stellen wird die Straßenbahn im Mischverkehr geführt.

Hinsichtlich des ruhenden Verkehrs dominieren Stellen mit (meist beidseitigem) Längsparken. Bei rund einem Viertel aller Stellen existieren keine Stellplätze im Straßenraum. An 20 Stellen sind Stellplätze in Schräg- oder Senkrechtaufstellung vorhanden.

20 Stellen weisen eine Mittelinsel als Querungshilfe auf (~19 %), wobei diese alle zu den in diesem Pro-

jekt erhobenen Stellen gehören. An vier Stellen findet sich ein baulicher Mittelstreifen.

An 27 Stellen ist ein Radweg vorhanden. An 14 Stellen findet sich ein Radfahrstreifen. Zehn Stellen weisen einen Schutzstreifen im Querschnitt auf. Jeweils zweimal findet sich ein für den Radverkehr freigegebener Gehweg sowie ein gemeinsamer Geh-/Radweg im Querschnitt.

Verkehr

Im ersten Analyseschritt werden Strecken und Anschlussknotenpunkte gemeinsam betrachtet. Eine separate Analyse der Anschlussknotenpunkte (zehn Kreuzungen ohne LSA) erfolgt zu einem späteren Zeitpunkt.

Im Folgenden werden die Erhebungsstellen dieses Projektes getrennt von den externen Erhebungen ausgewertet. Die Ergebnisse der externen Erhebungen sind weniger umfangreich (es fehlen teilweise Kennzahlen zum Fußgängerlängsverkehr) und werden im Anhang separat betrachtet.

Bei der Analyse der Daten wird unterschieden nach Verkehrsaufkommen auf der Fahrbahn und im Seitenraum. Im Seitenraum wird nach Längsverkehr und Querverkehr unterschieden. Bei beiden Kollektiven zeigt sich ein deutlich höheres Verkehrsaufkommen in der Nachmittagsspitze (siehe Bild 4-39). Die Verteilung der Altersgruppen in der Stichprobe zeigt kaum Unterschiede zwischen Quer- und Längsverkehr oder der Früh- und Spätspitze. Der Anteil der Senioren liegt jeweils bei 1-2 % und der Anteil der Kinder am Fußgängerlängsverkehr liegt mit 7-8 % leicht über dem Anteil am Querverkehr mit 5-6 %.

In Bild 4-40 ist die Bandbreite des Fußgängeraufkommens im Untersuchungskollektiv aufgetragen. Die Aussagen zu den Gesamtzahlen werden bestätigt, wobei, auch aufgrund der höheren Anzahl, das Fußgängeraufkommen im Längsverkehr breiter streut.

Eine Darstellung des Fußgängerverkehrsaufkommens für die externen Stellen findet sich im Anhang Kapitel A.2 in Bild-A 28.

Für den Abgleich mit den sonst üblichen Kennzahlen des Fußgängerverkehrs z. B. in den EFA 2002 (FGSV, 2002) sind im Bild 4-41 die Verteilungen der Spitzenstunden im Fußgängerlängs- und Fußgängerquerverkehr dargestellt.

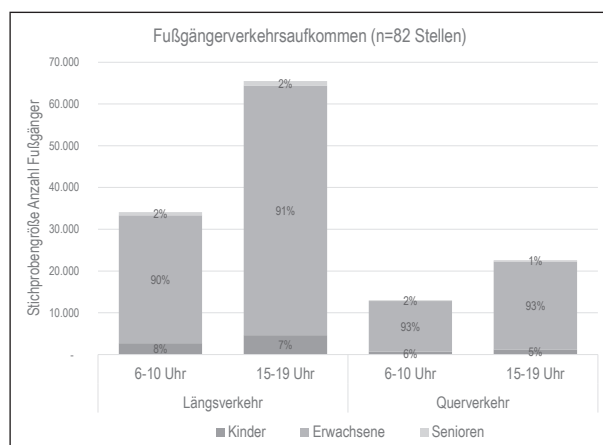


Bild 4-39: Stichprobengröße Anzahl Fußgänger im Längs- und Querverkehr

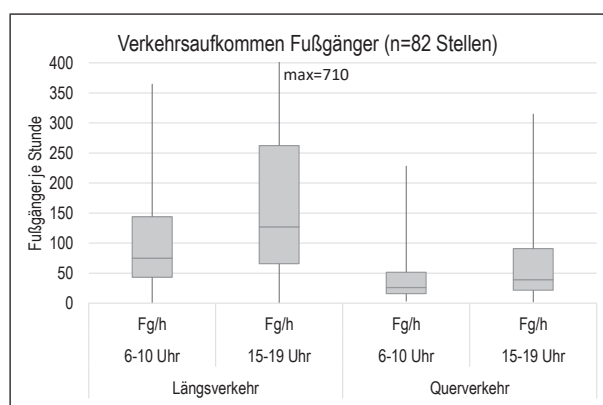


Bild 4-40: Verteilung der mittleren stündlichen Anzahl an Fußgängern im Quer- und Längsverkehr je Erhebungsstelle (Maximum der Fußgänger im Längsverkehr am Nachmittag liegt bei 710 Fg/h; Diagramm für verbesserte Lesbarkeit oben abgeschnitten)

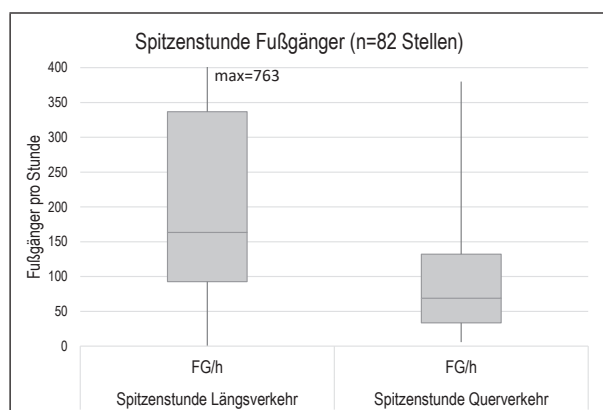


Bild 4-41: Verteilung der Spitzenstunden der Fußgänger im Quer- und Längsverkehr je Erhebungsstelle (Maximum der Fußgänger im Längsverkehr liegt bei 763 Fg/h; Diagramm für verbesserte Lesbarkeit oben abgeschnitten)

Bei der Auswertung der Videoaufnahmen stellte sich die Unterscheidung der Altersgruppen als besondere Schwierigkeit heraus. Die verminderte Qualität der Videoaufnahmen schränkt die Erkennbarkeit der Fußgänger ein. Weiterhin ist eine Einschätzung des Alters der Fußgänger subjektiv, so-

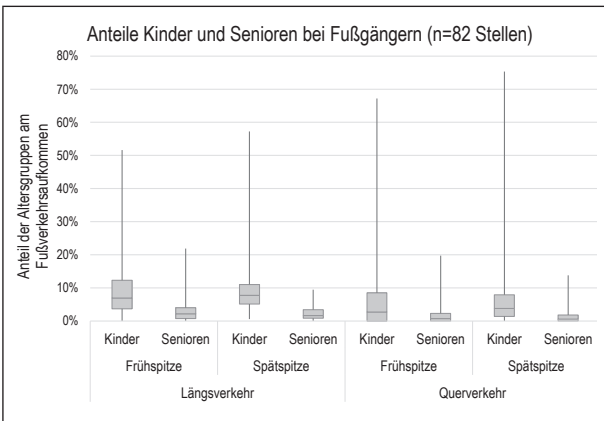


Bild 4-42: Boxplot-Diagramme der Anteile von Kindern und Senioren an den erhobenen Fußgängern

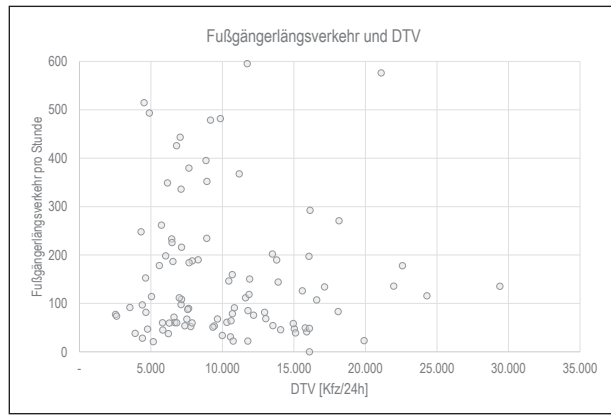


Bild 4-45: Fußgängerlängsverkehr in Abhängigkeit des DTV im MIV (n=97)

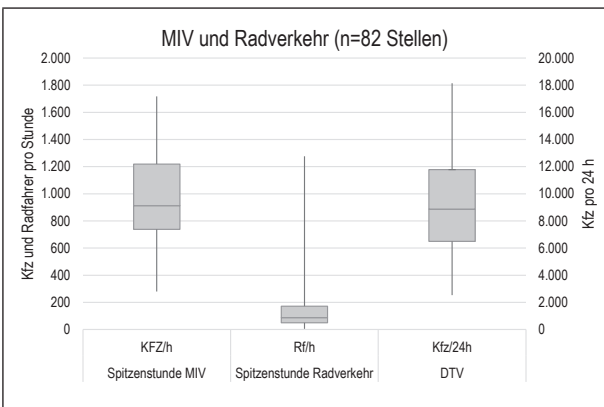


Bild 4-43: Boxplot-Diagramme der Spitzenstunden im MIV und Radverkehr sowie zum DTV über die Erhebungsstellen

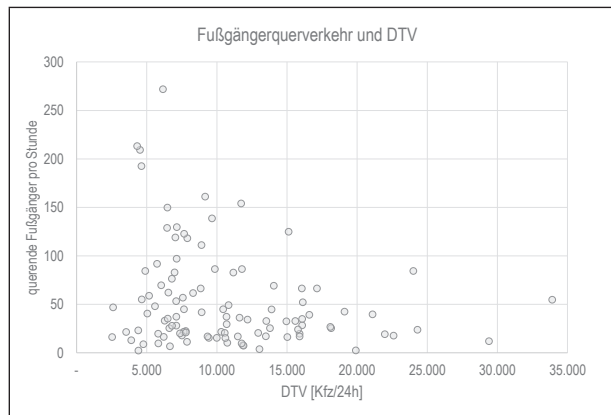


Bild 4-46: Fußgängerquerverkehr in Abhängigkeit des DTV im MIV (n=105; eine Erhebungsstelle mit >600 Fg-Querungen ist hier nicht dargestellt)

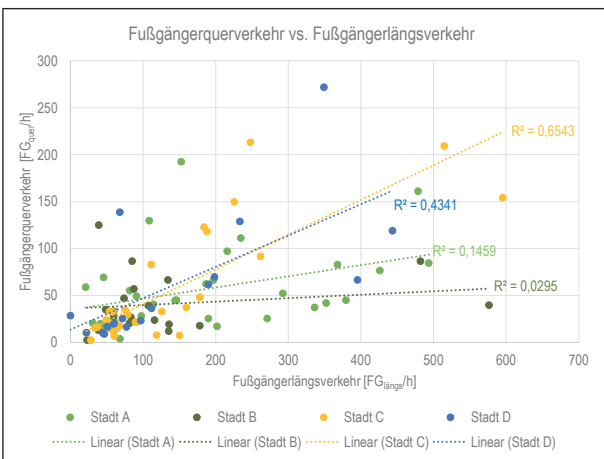


Bild 4-44: Fußgängerquerverkehr in Abhängigkeit des Fußgängerlängsverkehrs differenziert nach den Untersuchungsstädten (n=97)

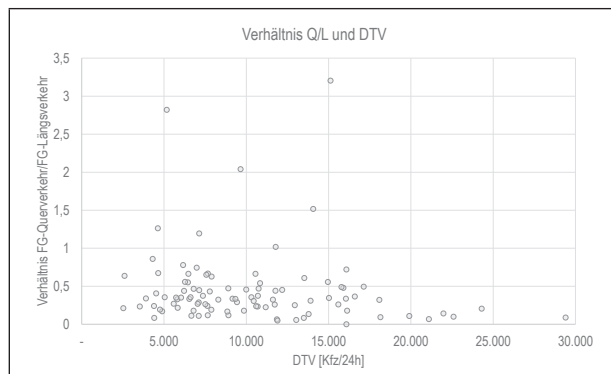


Bild 4-47: Fußgängerquerverkehr in Abhängigkeit des DTV im MIV (n = 97)

dass besonders in den Grenzbereichen der Altersgruppe Fehler bei der Zuordnung entstehen. Fußgänger sind je nach Entfernung zum Kamerastandort unterschiedlich gut zu erkennen und zu charakterisieren. Besonders schwierig ist die Abgrenzung der Senioren, welche nur sehr geringe Anteile auch im Vergleich zu den Kindern aufweisen (siehe Bild

4-42). Die Unterschätzung dieser Altersgruppe wird auch im Vergleich zu den vor Ort erhobenen Daten bei Stufe 2 deutlich (siehe Kapitel 4.5.1). Dort wurden im Mittel 15,1 % der Fußgänger als Senioren kategorisiert.

Die Ausreißer bei den Anteilen der Fußgänger als Kinder resultieren aus einer Erhebungsstelle in Stadt C im Umfeld einer Schule. Dort finden sich ansonsten nur sehr wenige, angrenzende andere Nutzungen im Seitenraum.

In Bild 4-43 sind die Verteilungen der Spitzenstunden im MIV und Radverkehr sowie der DTV im MIV dargestellt. Die Stellen decken somit – unter Berücksichtigung des Fußgängerquerverkehrs – den typischen Anwendungsbereich für Mittelinseln und Mittelstreifen entsprechend der EFA 2002 (FGSV, 2002) ab.

Eine Darstellung des Verkehrsaufkommens des MIV und Radverkehrs für die externen Stellen findet sich im Anhang Kapitel A.2 in Bild-A 29.

Einflüsse des Verkehrsaufkommens

Die Analyse der Zähldaten und der externen Daten zeigt, dass das Verkehrsaufkommen des Fußgängerquerverkehrs mit dem Fußgängerlängsaufkommen leicht korreliert (siehe Bild 4-44). Dieser Zusammenhang ergibt sich deutlicher für die Städte C und D als für A und B. Bei steigendem Fußgängerlängsverkehr steigt auch der Fußgängerquerverkehr. Allerdings sind die angezeigten Regressionsgeraden mit Vorsicht zu interpretieren, da die Werte letztendlich sehr stark streuen.

Bei der Betrachtung des Fußgängerlängsverkehrs in Abhängigkeit vom DTV der Untersuchungsstellen lässt sich insgesamt kein Zusammenhang erkennen (Bild 4-45).

Etwas eindeutiger ist der Zusammenhang zwischen dem Fußgängerquerverkehr und dem DTV (Bild 4-46). Die Fußgängerquerungen gehen bei steigendem DTV zurück.

MONSE (2008) hatte in seiner Arbeit einen Zusammenhang zwischen dem Verhältnis von Fußgängerquerverkehr zu Fußgängerlängsverkehr (Q/L) und dem DTV herausgestellt. Dabei sank das Querungsverhältnis Q/L bei steigendem DTV. Dieser Zusammenhang liegt in der vorliegenden Stichprobe nicht so deutlich vor wie in der Arbeit von MONSE (2008) (Bild 4-47). Die vier Ausreißer mit sehr hohen Verhältnissen des Quer- zum Längsverkehr stammen aus unterschiedlichen Städten.

4.3.2 Einflüsse des Umfelds

Die Höhe des Verkehrsaufkommens der Fußgänger im Querschnitt unterscheidet sich deutlich in Abhängigkeit der Entwurfssituationen aus den RASt 06 (FGSV, 2006).

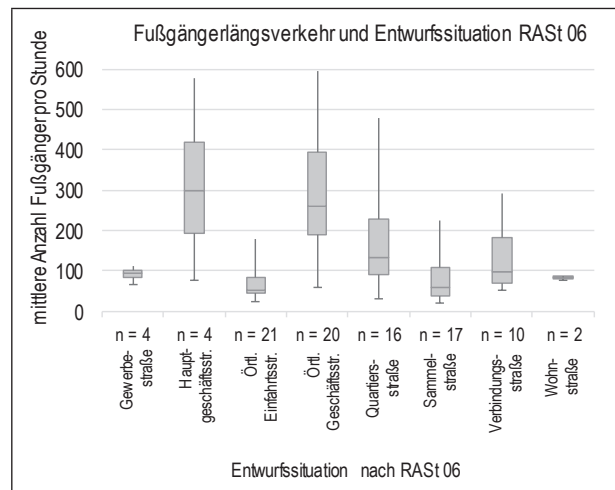


Bild 4-48: Fußgängerlängsverkehr für verschiedene Entwurfssituationen der RASt 06

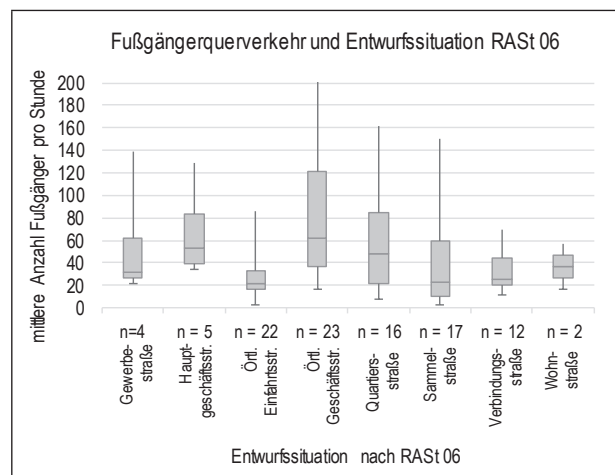


Bild 4-49: Fußgängerquerverkehr für verschiedene Entwurfssituationen der RASt 06 (Maximum des Fußgängerquerverkehrs liegt bei 272 Fg/h; Diagramm für verbesserte Lesbarkeit oben abgeschnitten)

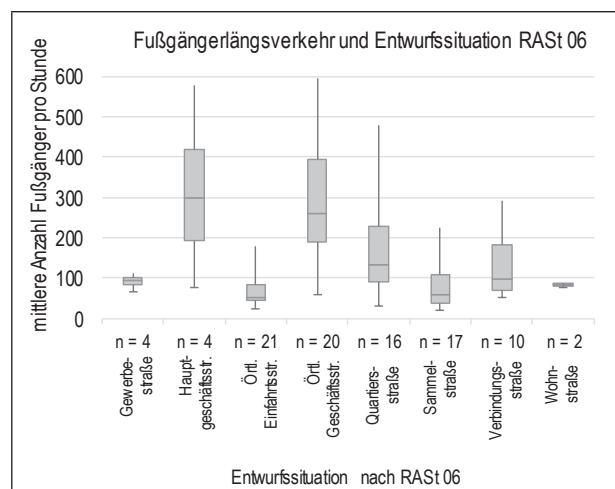


Bild 4-50: Fußgängerlängsverkehr für verschiedene Straßenklassen der EFA 2002

Das Verkehrsaufkommen des Fußgängerlängsverkehrs ist in Haupt- und Örtlichen Geschäftsstraßen am höchsten, auch wenn für diese Entwurfssituatio-

nen die größten Spannweiten vorliegen (Bild 4-48). Deutlich geringer ist der Fußgängerlängsverkehr in örtlichen Einfahrtsstraßen, Quartiersstraßen, Sammelstraßen und Verbindungsstraßen. Über die Straßentypen Einfahrtsstraße, Erschließungsstraße und Wohnstraße kann aufgrund der geringen Stichprobengrößen für das gesamte Verkehrsaufkommen keine Aussage gemacht werden.

Das Verkehrsaufkommen des Fußgängerquerverkehrs ist insgesamt niedriger als das des Fußgängerlängsverkehrs, jedoch sind auch hier die Mediane der Entwurfstypen Hauptgeschäftsstraße und Örtliche Geschäftsstraße am größten (Bild 4-49). Der Unterschied zu den übrigen Entwurfstypen ist jedoch geringer.

Die Verteilung des Radverkehrsaufkommens sowie des DTV auf die Entwurfstypen nach RAST 06 (FGSV, 2006) sind für die Einordnung (z. B. Angaben zu Randbedingungen) im Anhang dargestellt.

Eine Einordnung der untersuchten Straßenabschnitte nach den Straßenklassen der EFA (FGSV, 2002) ergibt einen deutlichen Zusammenhang zwischen den Straßenklassen und dem Fußverkehrsaufkommen im Längsverkehr (Bild 4-50).

Auch beim Querverkehr nimmt das Fußverkehrsaufkommen mit der EFA-Kategorie tendenziell zu, wobei Stufe 7 ein geringeres Querverkehrsaufkommen verzeichnet als Stufe 6 (Bild 4-51). Beim DTV des Kfz-Verkehrs findet sich kein Zusammenhang zwischen EFA-Kategorie und Aufkommen.

Zur Berücksichtigung der Umfeldnutzung der einzelnen Untersuchungsstellen wurde für jede Stelle und Straßenseite für einen Abschnitt von 150 m ein Umfeldfaktor ermittelt. Nach dem Verfahren von SCHÜLLER (2010) wird die Länge der Bebauung nach Wohnen, Wohnen und Einzelhandel, Einzelhandel und Gewerbe ermittelt und unterschiedlich gewichtet (siehe Bild-A 47 in Anhang A.7).

In Bild 4-52 ist der Zusammenhang zwischen dem mittleren Umfeldfaktor der Untersuchungsstelle und dem Fußgängerlängsverkehr auf beiden Straßenseiten dargestellt. Es zeigt sich, dass der Fußgängerlängsverkehr mit steigendem Umfeldfaktor ebenfalls ansteigt. Eine Differenzierung nach Straßenseite hinsichtlich Fußgängerlängsverkehr und Umfeldfaktor ergibt einen weniger stark ausgeprägten Zusammenhang (hier nicht dargestellt).

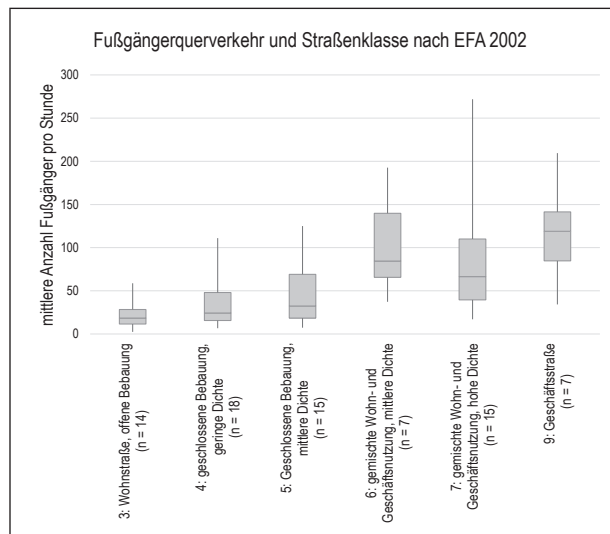


Bild 4-51: Fußgängerquerverkehr für verschiedene Straßenklassen der EFA 2002

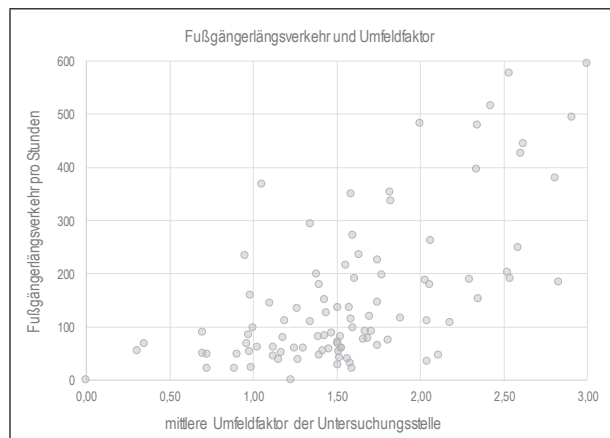


Bild 4-52: Fußgängerlängsverkehr in Abhängigkeit des Umfeldfaktors nach SCHÜLLER (2010) (n=97)

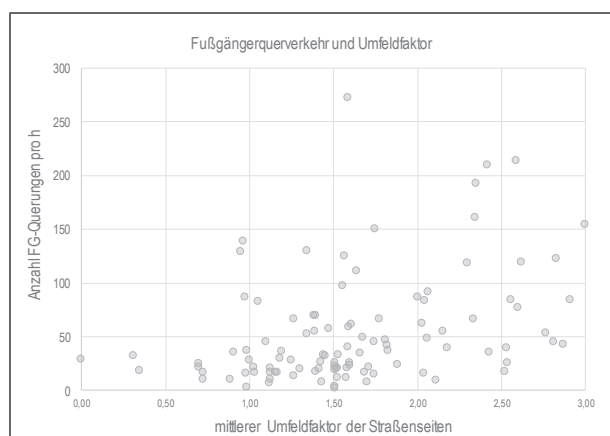


Bild 4-53: Fußgängerquerverkehr in Abhängigkeit des Umfeldfaktors nach SCHÜLLER (2010) (n=105; ein Ausreißer mit >600 Fg-Querungen ist hier nicht dargestellt)

Für den Fußgängerquerverkehr ist dieser Zusammenhang wesentlich schwächer ausgeprägt (Bild 4-53). Das Querungsaufkommen ist somit nur bedingt abhängig von der Umfeldnutzung, wie sie durch den Umfeldfaktor beschrieben wird.

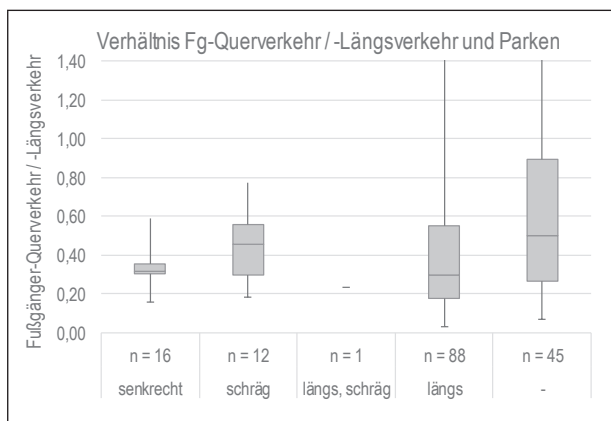


Bild 4-54: Fußgängerquerverkehr im Verhältnis zum Fußgängerlängsverkehr in Abhängigkeit der Art des ruhenden Verkehrs am Querungsbeginn (Maximum des Verhältnisses bei Längsparken bzw. ohne Parken liegt bei 2,99 bzw. 3,08; Diagramm für verbesserte Lesbarkeit oben abgeschnitten)

Unterschiede bei Kindern und Senioren als auch Fußgängern mit Gehhilfen oder einem Kinderwagen in Bezug auf die Abhängigkeit des Verkehrsaufkommens vom Umfeldfaktor lassen sich nicht feststellen. Dies gilt sowohl für die relativen Anteile im Längs- und Querverkehr, wie auch für die absolute Anzahl der gezählten Personen. Insbesondere beim Anteil der Personen mit Kinderwagen streuen die Werte der einzelnen Zählstellen stark.

In Bild 4-54 sind die Verhältnisse zwischen Fußgängerquer- zu Fußgängerlängsverkehr (Normierung auf Fußgängeraufkommen am Querschnitt) getrennt nach Fahrbahnseite und differenziert nach der Art des ruhenden Verkehrs am Querungsbeginn dargestellt. Es zeigt sich eine leichte Tendenz, dass Fahrbahnseiten ohne parkende Fahrzeuge von den Fußgängern als Querungsbeginn bevorzugt werden.

4.3.3 Querungen an Mittelinseln

An 15 Untersuchungsstellen der freien Strecke befindet sich eine Mittelinsel. Bei der Erhebung des FG-Querverkehrs wurden solche Untersuchungsstellen in drei Abschnitte unterteilt (vom Kamerastrandort aus: vor der Mittelinsel, auf der Mittelinsel, nach der Mittelinsel). Dadurch ist eine Auswertung der Querungen getrennt nach Querungen auf der Mittelinsel und neben der Mittelinsel möglich. Der Bereich auf der Mittelinsel umfasst die gesamte Mittelinsel, also neben den vorgesehenen Warteflächen auch die meist abgerundeten Inselköpfe. Der Bereich neben den Mittelinseln umfasst je nach Messstelle einen Bereich zwischen 20 bis 40 m. Diese Bandbreite resultiert aus den Kamerastand-

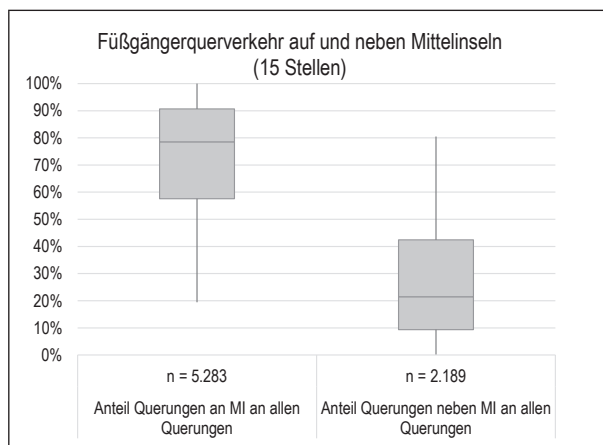


Bild 4-55: Fußgängerquerverkehr an Untersuchungsstellen mit Mittelinseln

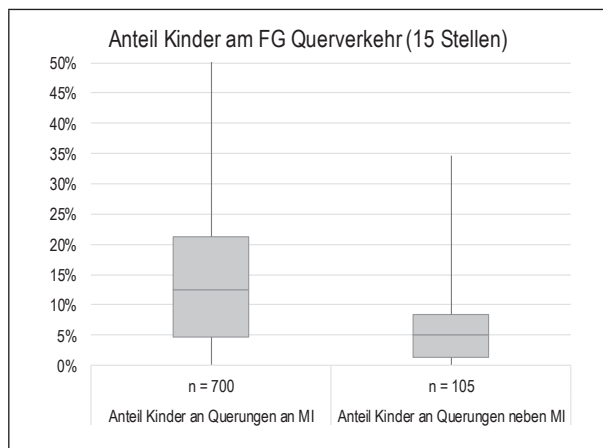


Bild 4-56: Anteil Kinder bei querenden Fußgängern an Untersuchungsstellen mit Mittelinseln

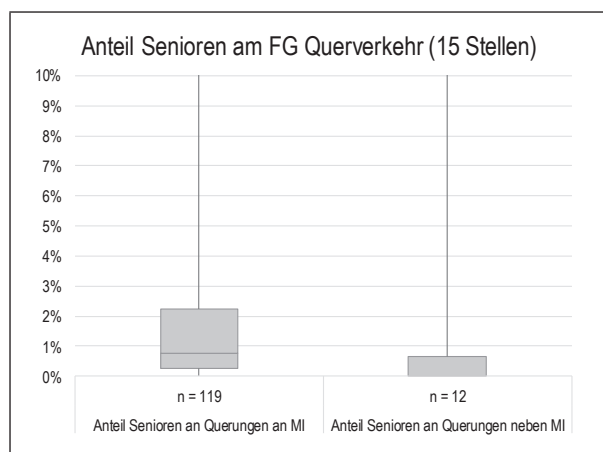


Bild 4-57: Anteil Senioren an Untersuchungsstellen mit Mittelinseln

orten und gilt es bei der Interpretation der Ergebnisse zu berücksichtigen.

Durchschnittlich 79 % der Fußgänger queren direkt an der Mittelinsel wohingegen 21 % der Fußgänger Bereiche neben der Mittelinsel nutzen (Bild 4-55). An manchen Untersuchungsstellen dreht sich dieses Verhältnis um, so dass mehr Fußgänger neben

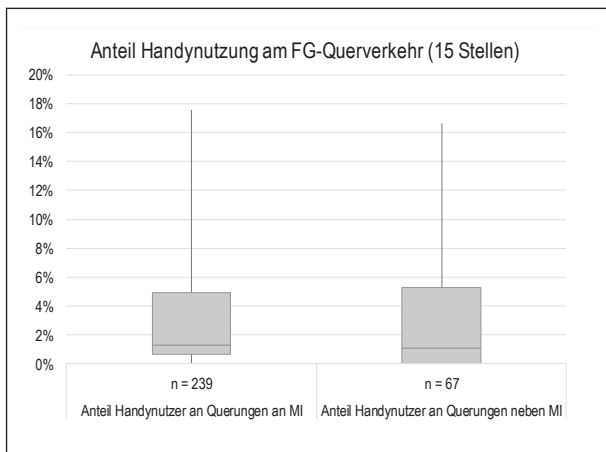


Bild 4-58: Anteil Handynutzer an Untersuchungsstellen mit Mittelinseln

als auf der Mittelinsel queren. Dies wird dahingehend interpretiert, dass die Örtlichkeit der Mittelinsel nicht zum räumlichen Querungsbedarf passt.

Bild 4-56 zeigt, dass Kinder häufiger an Mittelinseln queren als neben Mittelinseln. Der Median des Anteils der Kinder am FG-Querverkehr liegt an Mittelinseln bei 12 % und neben Mittelinseln bei 5 %. Im Vergleich dazu liegt bei allen 82 Untersuchungsstellen der Anteil der Kinder am Querverkehr bei unter 5 %. Insgesamt querten durchschnittlich 13 % der Kinder neben Mittelinseln und 87 % der Kinder auf Mittelinseln.

Der Anteil der Senioren an den Querungen an Mittelinseln und neben Mittelinseln ist aufgrund der geringen Anzahl der Senioren mit Vorsicht zu interpretieren (Bild 4-57). Senioren queren wie Kinder häufiger an Mittelinseln (91 % der Querungen) als neben Mittelinseln (9 % der Querungen).

Handynutzer unterscheiden sich bei der Wahl des Querungsortes kaum von Fußgängern ohne Handy. Die Handyquote ist bei Querungen neben Mittelinseln ähnlich hoch wie bei Querungen an Mittelinseln und streut auch in ähnlichem Maße (Bild 4-58).

4.3.4 Ablenkung

Die Ablenkung wird auf Stufe 1 allein über die Handynutzung beschrieben.

Der Anteil der Handynutzung bei Fußgängern im Längsverkehr beträgt über alle Städte und alle Zählstellen ohne Anschlussknoten hinweg rund 4,2 % (n = 100.304 Fußgänger, ohne externe Daten). Unterschiede in der Handynutzung gibt es sowohl zwischen den Städten, als auch zwischen den Altersgruppen und der Bewegungsrelation (siehe Bild 4-59):

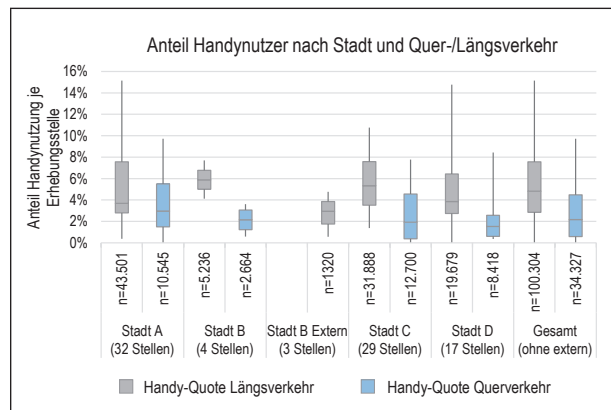


Bild 4-59: Anteil der Handynutzung bei beobachteten Fußgängern differenziert nach Städten

- Die Bandbreite der mittleren Handynutzungsquoten im Längsverkehr reichte von 3,7 % in Stadt D bis 5,5 % beobachtet in Stadt B (vgl. Bild 4-59). In Stadt B ergibt sich beim Vergleich der Auszählungen aus den Videofilmen (Anteil Handynutzung = 3,7 %) mit den Vor-Ort-Beobachtungen in Stadt B im Querverkehr eine Unterschätzung. Allerdings wurde auch nur jeweils eine Stunde am Vormittag und am Nachmittag aus den Videofilmen ausgewertet.
- Querende Fußgänger nutzen – unabhängig von der Stadt – seltener das Handy als Fußgänger, die sich im Längsverkehr bewegen (2,2 % gegenüber 4,2 %).
- Senioren und Kinder nutzen seltener ein Handy als Erwachsene (1,2 % und 2,2 % gegenüber 4,5 %). In Stadt C ist der Anteil der Handynutzer unter den Kindern mit 2,9 % fast doppelt so hoch wie in den anderen Städten.

Die hinzugezogenen externen Daten enthalten nur an drei Zählstellen und nur für querende Fußgänger verwertbare Angaben zur Handynutzung (JAKOB, 2016). An diesen Stellen nutzten insgesamt 10 von 1320 beobachteten Fußgängern ein Mobiltelefon (entspricht 0,8 %). Diese externen Zähldaten werden dominiert von einer Zählstelle in der Nähe von Universitätsgebäuden, womit von einem entsprechend hohen Anteil an Studenten ausgegangen werden kann. Die Qualität der Erfassung der Handynutzung lässt sich aus diesen externen Daten nicht bestimmen.

Zwischen Morgen- und Abendspitze unterscheidet sich die Handynutzung nur gering (4,0 % morgens, 4,4 % abends).

Unklar ist, inwieweit die Differenzen der Handynutzung zwischen den Städten sowie den Beobach-

tungstellen auf Ungenauigkeiten der Erhebung zurückzuführen sind. Die Qualität der Erfassung der Handynutzung hängt stark von der zeitlichen und räumlichen Auflösung der Videoaufnahme sowie der Position des Fußgängers zum Kamerastandort ab. Bei weit entfernten oder sich mit dem Rücken zur Kamera bewegend Personen ist die Handynutzung oftmals nur unzuverlässig zu erkennen. Tendenziell ist die Nutzung bei querenden Fußgängern zuverlässiger zu bestimmen als im Längsverkehr. Im Längsverkehr ist die Bestimmung bei Verkehrsteilnehmern mit Gehrichtung zur Kamera zuverlässiger als bei Personen, die sich von der Kamera entfernen.

Zugleich zeigte sich bei der Auswertung der Videos einer Zählstelle in Stadt B, dass es u. U. auch zu einer Übererfassung der Handynutzung kommen kann. Bei zahlreichen Personen war in größerer Entfernung das Halten eines vermeintlichen Smartphones zu erkennen, das sich bei Annäherung des Fußgängers an den Kamerastandort als sonstiger Gegenstand (z. B. Flaschen, Lebensmittel etc.) herausstellte. Selbiges gilt für Personen, die zunächst nur mit dem Rücken zur Kamera zu sehen waren und deren Arm- und Kopfbewegungen auf die Nutzung eines Smartphones hindeuteten, sich dies nach einer Richtungsänderung des Fußgängers jedoch als nicht-elektronischer Gegenstand herausstellte.

Zu berücksichtigen ist zudem, dass die Werte für Stadt B nur auf vier Erhebungsstellen beruhen und nur jeweils eine Stunde vormittags und nachmittags ausgewertet wurden. Dabei wurden über die Hälfte aller in Stadt B insgesamt beobachteten Fußgänger an der Zählstelle Straße B4 registriert, die zugleich mit 5,5 % einen besonders hohen Anteil an Handynutzern aufweist. Möglicherweise spielt hier das Umfeld der Zählstelle – ein „Szeneviertel“ mit einem hohen Anteil junger Erwachsener unter den Bewohnern – eine Rolle.

Die Anteile der Handynutzung streuen tendenziell stärker, je kleiner die an einer Zählstelle registrierte Zahl an Fußgängern ist (vgl. Bild-A 38 im Anhang). Insgesamt ist die Streuung zwischen den Zählstellen teilweise erheblich.

Es ist weiterhin weder ein Zusammenhang zwischen den Straßentypen der RAS 06 (FGSV, 2006) oder dem Umfeldfaktor von SCHÜLLER (2010) zu erkennen (siehe Bild-A 24 und Bild-A 27 in Kapitel A.2 im Anhang).

Die vorliegenden Ergebnisse zum Anteil der Handynutzung von Fußgängern unterschieden sich von den Ergebnissen einer Studie der DEKRA. Die an 21 Erhebungsstellen in sechs europäischen Großstädten erhobenen Anteile der Handynutzung (Telefonieren, Tippen) liegen durchschnittlich bei 11,8 % (DEKRA, 2016). Dies wird im Wesentlichen auf eine unterschiedliche Methodik, vor allem bei der Auswahl der Erhebungsstellen, zurückgeführt. In der hier vorliegenden Studie wurden Fußgänger an Hauptverkehrsstraßen ohne gesicherte Querungshilfen gezählt und beobachtet. Beides anhand von erhobenem Videomaterial. Die Bildqualität der Videos musste aus Datenschutzgründen herabgesetzt werden, sodass teilweise nicht genau erkannt werden kann, welchen Gegenstand eine Person letztendlich in den Händen hält (siehe hierzu auch Beschreibung zur Auswertung der Handynutzung). Stärker sollte sich allerdings die Auswahl der Erhebungsstellen bemerkbar machen. In der DEKRA-Studie wurden von Fußgängern stark frequentierte Stellen in zentralen Bereichen der Großstädte gewählt. Dabei handelt es sich neben Hauptverkehrsstraßen vor allem auch um zentrale Plätze (teilweise mit touristischen Anziehungspotenzial) und Zugangsbereiche von Bahnhöfen. Außerdem sind einige der Stellen mit LSA ausgestattet. Dadurch entstehen für die Fußgänger Wartezeiten, in denen sie – im Unterschied zu Hauptverkehrsstraßen ohne gesicherte Querungshilfe – den fließenden Fz-Verkehr nicht beobachten müssen. Dadurch ergibt sich mehr Zeit für Nebenaktivitäten.

4.3.5 Einschränkungen (Gehhilfen, Kinderwagen)

Gehhilfen

Über alle Zählstellen nutzen im Durchschnitt 0,73 % der Fußgänger eine Gehhilfe (Rollator, Stock etc.). Der Anteil ist morgens höher als nachmittags (0,85 % zu 0,67 %), wobei nachmittags absolut mehr Personen mit Gehhilfe beobachtet wurden. Im Längsverkehr ist der Anteil der Fußgänger mit Gehhilfe höher als im Querverkehr (0,73 % zu 0,52 %), womöglich ein Hinweis darauf, dass Personen mit Mobilitätseinschränkungen gesicherte Querungsmöglichkeiten der freien Strecke vorziehen.

Anteilig am wenigsten Personen mit Gehhilfe wurden in Stadt A registriert (0,63 %), der höchste Anteil in Stadt B (0,92 %), wobei die für Stadt B nur geringe Fallzahl zu beachten ist (insgesamt 12 ge-

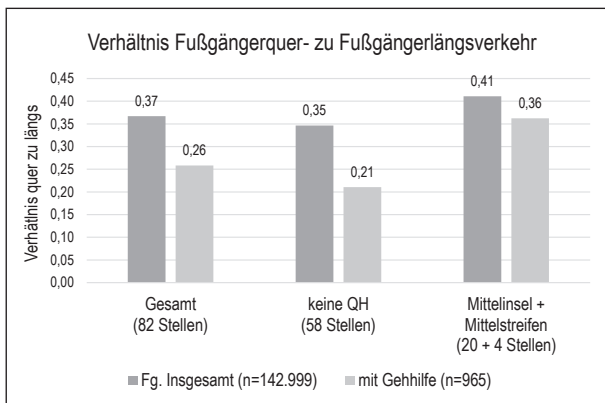


Bild 4-60: Auswertungen zu Fußgängern mit Gehhilfen im Längs- und Querverkehr

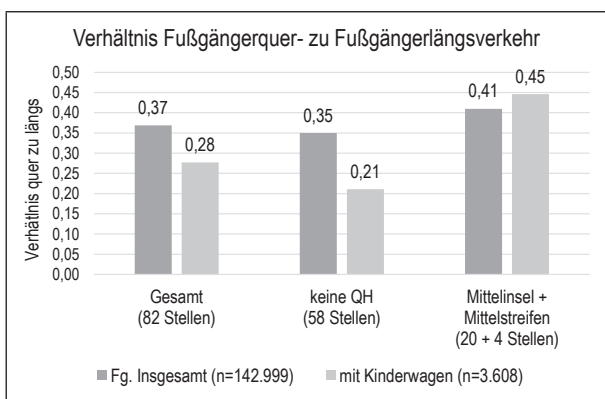


Bild 4-61: Auswertungen zu Fußgängern mit Kinderwagen im Längs- und Querverkehr

zählte Personen mit Gehilfe an vier Messstellen mit je zwei Stunden Auswertung).

Untersucht wurde zudem der Einfluss von Querungshilfen auf die Wahl des Querungsortes von Personen mit Gehhilfen (siehe Bild 4-60). Während das Verhältnis von Quer- zu Längsverkehr bei Fußgängern mit Gehilfe bei der Summation aller Zählstellen deutlich unter dem aller Fußgänger liegt, nimmt es bei Stellen mit Mittelinsel stark zu und nähert sich dem entsprechenden Wert des gesamten Fußverkehrsaufkommens an. Offensichtlich gleicht die Bereitstellung einer Querungshilfe die für mobilitätseingeschränkte Personen zusätzlich bestehenden Schwierigkeiten beim Queren einer Fahrbahn aus.

Denkbar ist allerdings auch, dass dieser Effekt primär auf die Anlage von Querungshilfen an Stellen mit für diese Personengruppe besonders hohem Querungsbedarf zustande kommt. Die hohe Zahl an Querungen wäre dann nicht Wirkung, sondern (Mit-)Ursache der Existenz der Querungshilfe. Dem widerspricht, dass der Anteil an Personen mit Gehilfe im Längsverkehr bei Stellen ohne Querungshilfe höher ist als an Stellen mit Mittelinsel.

Kinderwagen

2,7 % aller beobachteten Fußgänger führten einen Kinderwagen mit sich. Nachmittags ist deren Anteil mit 3,0 % höher als vormittags (2,2 %). In den Städten A, C und D liegen die Anteile auf ähnlichem Niveau, einzig in Stadt B ist der Anteil mit 4,5 % deutlich höher. Wie bereits bei der Nutzung von Mobiltelefonen beruht die Angabe für Stadt B nur auf einer geringen Zahl an Beobachtungsstellen, deren Summe von der Zählstelle Straße B4 dominiert wird.

Ähnlich den Fußgängern mit Gehhilfen queren auch Personen mit Kinderwagen insgesamt seltener als der Durchschnitt der Fußgänger. An Stellen mit Querungshilfe – sowohl Mittelinsel, als auch Mittelstreifen – dreht sich dieses Verhältnis um. Dort liegt der Quotient aus Quer- zu Längsverkehr höher als im gesamten Fußverkehrsaufkommen (vgl. folgende Tabelle und Abbildung). Zwischen Mittelinsel und Mittelstreifen besteht kein relevanter Unterschied.

4.3.6 Multikriterielle Analyse

Für das Aufkommen der Fußgänger im Querverkehr wird im Folgenden eine einfache multikriterielle lineare Regressionsanalyse durchgeführt. Ziel ist es, die Fußgängerquerverkehrsstärke anhand verschiedener Erklärungsvariablen möglichst gut abzubilden. Grundlage für die Modellentwicklung war die Prüfung der in Kapitel 3.1.3 aufgeführten Variablen und die Verkehrsstärken der Kfz, des Radverkehrs sowie querender und parallel zur Fahrbahn laufender Fußgänger.

In Tabelle 4-2 ist ein einfaches lineares Modell für das Fußgängerquerverkehrsaufkommen dokumentiert. Entsprechend der vorhergehenden Analysen steht die Querverkehrsstärke in einem positiven Zusammenhang mit den Fußgängern im Längsverkehr und in einem negativen Zusammenhang mit der DTV des MIV. Findet sich ein Anschlussknoten in Form einer Kreuzung entlang der Erhebungsstelle, ist mit einem erhöhten Querungsaufkommen der Fußgänger zu rechnen. Auch das Vorhandensein einer Querungshilfe (Mittelinsel oder Mittelstreifen) wurde als potenzielle Einflussvariable geprüft. Auch wenn sich dafür eine positive Tendenz ergibt (d. h. mehr Querungen an Querungshilfen), ist der Einfluss nur sehr schwach ausgeprägt bzw. nicht signifikant ($p=0.17$).

Fußgänger im Querverkehr [Fg/h]	Regressionskoeffizient B	Standardfehler	Beta	T	p	VIF
Konstante	42,993	10,500		4,095	***	
Fußgänger im Längsverkehr [Fg/h]	0,194	0,030	0,514	6,512	***	1,01
DTV [Kfz/d]	-0,002	0,001	-0,240	-3,053	**	1,00
Anschlussknoten (Kreuzung)	36,567	10,765	0,268	3,397	**	1,01
*p < ,05 **p<,01 ***p <,001 n= 97 korrigiertes R ² = 0,4139			F-Wert = 23,36 Konditionsindex = 5,45			

Tab. 4-2: Einfaches Regressionsmodell zur Beschreibung des Fußgängerquerverkehrsaufkommens

Anhand der Korrelationsmatrix lassen sich weiterhin leichte bzw. mittlere Zusammenhänge (Korrelationskoeffizienten zwischen 0,3 und 0,5) der Anzahl der Fußgänger im Querverkehr (Fg/h) für folgende Merkmale feststellen:

- negative Korrelation bei erhöhtem Anteil an Wohnnutzung im Seitenraum
- positive Korrelation bei erhöhtem Anteil kombinierter Wohn- und Geschäftsnutzung im Seitenraum sowie mit dem Umfeldfaktor
- das Verkehrsaufkommen querender Kinder ist leicht höher bei Vorhandensein einer Mittelinsel

4.4 Unfallanalyse Erhebungsstellen (Stufe 1)

4.4.1 Charakterisierung des Untersuchungskollektivs

Über alle Untersuchungsstellen hinweg gehen 328 Fußgängerunfälle in die Analyse ein. Davon sind 200 Fußgängerunfälle den kurzen Analyseabschnitten zugeordnet, die je 150 m Strecke um die Erhebungsstellen umfassen. Die Ausprägung der Unfallschwere ist Bild 4-62 zu entnehmen.

Die Unfalltypenverteilung der vorliegenden Untersuchungsstellen ähnelt der bundesweiten Verteilung, wobei die Überschreiten-Unfälle aufgrund der Ausrichtung des Untersuchungsdesigns im Untersuchungskollektiv überrepräsentiert sind (Bild 4-63). Die restlichen Unfalltypen werden in den weiteren Analysen zu einem Unfallkollektiv zusammengefasst.

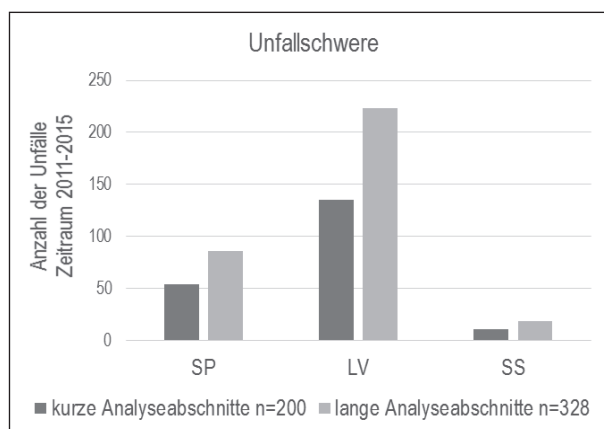


Bild 4-62: Anzahl Unfälle mit Fußgängerbeteiligung in den Analyseabschnitten um die Erhebungsstellen differenziert nach Unfallkategorie

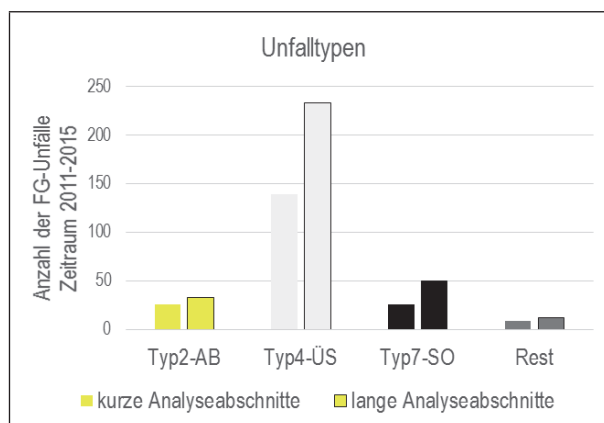


Bild 4-63: Anzahl Unfälle mit Fußgängerbeteiligung in den Analyseabschnitten um die Erhebungsstellen differenziert nach Unfalltyp

Der Unfallgegner des Fußgängers war in den kurzen Untersuchungsabschnitten bei 26 von 200 Unfällen ein Radfahrer, in den langen Abschnitten traf dies auf 39 von 328 Unfällen zu.

15 von 200 Fußgängerunfällen bei den kurzen Abschnitten und 40 von 328 Fußgängerunfällen bei den langen Abschnitten wurden von der Polizei als Haltestellenunfälle klassifiziert.

4.4.2 Unfallkennzahlen

Das Untersuchungskollektiv weist folgende Unfalldichten in Bezug auf das Fußgängerunfallgeschehen auf:

- kurze Abschnitte: $0,25 U_{FG}(P,S)/(100m*a)$
- lange Abschnitte: $0,17 U_{FG}(P,S)/(100m*a)$

Beide Kennzahlen liegen weit oberhalb der mittleren Unfalldichten für Fußgängerunfälle in den Gesamtstädten des Untersuchungskollektivs. Bei einer mittleren Anschlussknotenpunktdichte von 2,33

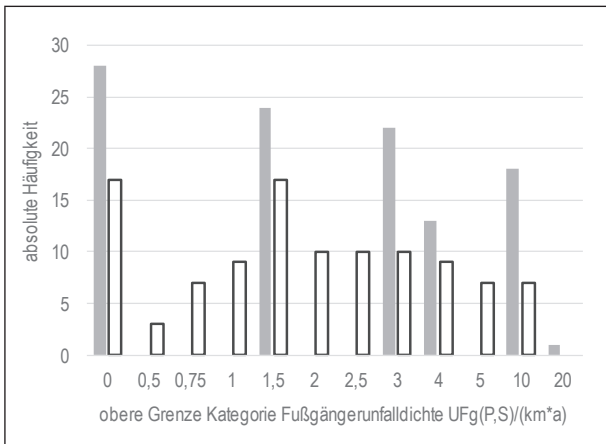


Bild 4-64: Anzahl Unfälle mit Fußgängerbeteiligung in den Analyseabschnitten um die Erhebungsstellen differenziert nach Unfallkategorie

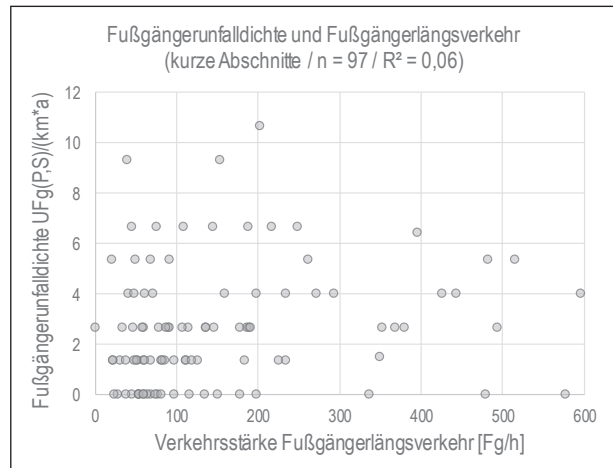


Bild 4-66: Fußgängerunfalldichte in Abhängigkeit des Fußgängerlängsverkehrs für kurze Abschnitte

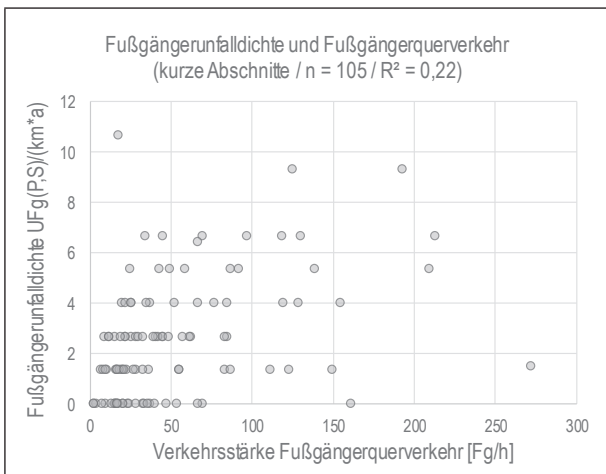


Bild 4-65: Fußgängerunfalldichte in Abhängigkeit des Fußgängerquerverkehrs für kurze Abschnitte

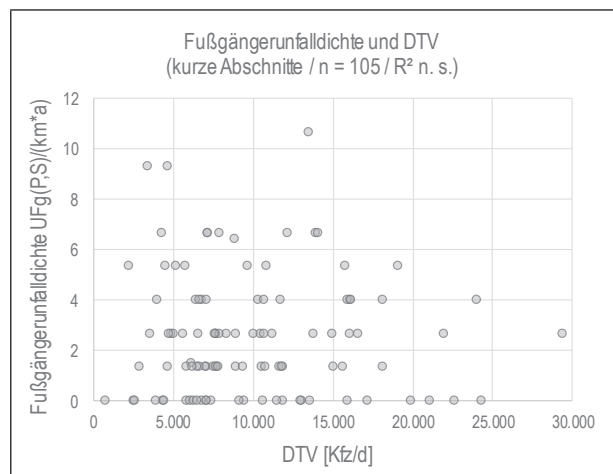


Bild 4-67: Fußgängerunfalldichte in Abhängigkeit des DTW für kurze Abschnitte

AK/km ergibt sich eine mittlere Unfalldichte der Fußgängerunfälle in den Untersuchungsstädten von $0,039 U_{Fg}(P,S)/(100m^2a)$.

Hier wird nochmals der Auswahlfehler bei der Zusammenstellung des Untersuchungskollektivs deutlich. Es wurden somit tendenziell Stellen mit einem erhöhten Fußgängerunfallgeschehen, aber auch mit einem erhöhten Fußgängerverkehrsaufkommen ausgewählt. Beides führt zu den großen Differenzen in den Kennzahlen. Die erhöhte Unfalldichte bei den kurzen Abschnitten ist aber auch durch die geringe Länge der kurzen Abschnitte (150 m) bedingt.

In Bild 4-64 ist die Verteilung der Fußgängerunfalldichte für kurze und lange Analyseabschnitte dargestellt. Daraus wird deutlich, dass das Untersuchungskollektiv durchaus eine Art Gleichverteilung über die Niveaus der Unfalldichten hinweg aufweist. Nur im Vergleich zur Gesamtstadt sind letztendlich die Bereiche mit einer Unfalldichte von 0 (aber auch

kleiner 1) im Untersuchungskollektiv stark unterrepräsentiert.

In Bild 4-65 ist die Fußgängerunfalldichte (alle Unfälle mit Fußgängerbeteiligung im näheren Bereich der Erhebungsstellen) über den mittleren Fußgängerquerverkehr aufgetragen. Es deutet sich ein positiver aber nichtlinearer (degressiv ansteigend) Einfluss der Querverkehrsstärke auf das Fußgängerunfallgeschehen an. Ein $R^2=0,22$ wird als mittlere Einflussstärke kategorisiert. Eine vergleichbare Analyse für die langen Abschnitte findet sich im Anhang in im Bild-A 30. Dort ist der Zusammenhang schwächer ausgeprägt. In Bild 4-66 sind die Fußgängerunfalldichten der kurzen Abschnitte über das Aufkommen der Fußgänger im Längsverkehr aufgetragen. Auch hier besteht ein nichtlinearer aber wesentlich schwächerer Zusammenhang. Der Zusammenhang für lange Abschnitte findet sich im Anhang in Kapitel A.2 in Bild-A 31 und ist ähnlich schwach ausgeprägt.

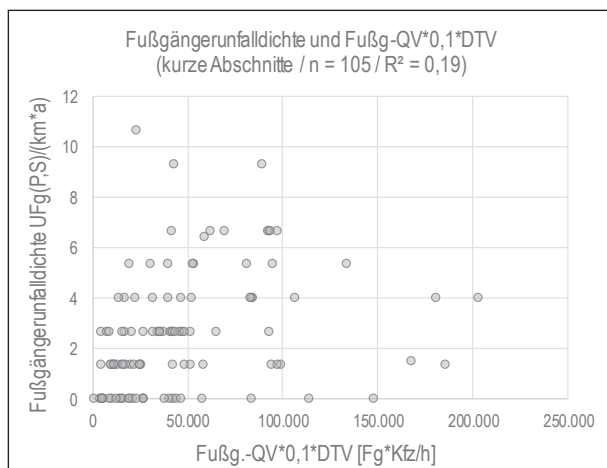


Bild 4-68: Fußgängerunfalldichte in Abhängigkeit des Fußgängerquerverkehrs multipliziert mit dem DTV für kurze Abschnitte

In Bild 4-67 sind die Fußgängerunfalldichten über den DTV des motorisierten Verkehrs aufgetragen. Es ergibt sich kein signifikanter Zusammenhang (Korrelationskoeffizient ist nicht signifikant auf dem 5 % Niveau). Ein ähnliches Bild ergibt sich auch für die langen Abschnitte (siehe Anhang Kapitel A.2 in Bild-A 32)

Grenzt man das Fußgängerunfallkollektiv weiter ein, z. B. Betrachtung von ausschließlich Typ4-Unfällen oder Unfällen ohne Radverkehrsbeteiligung, ergeben sich tendenziell geringere Korrelationskoeffizienten bzw. weniger stark ausgeprägte Zusammenhänge.

In Bild 4-68 werden die relevanten Expositionsgrößen der häufigsten Konfliktgegner (Fußgängerquerverkehr und DTV des motorisierten Verkehrs) miteinander multipliziert (und aus Gründen der Einheiten eine grobe Abschätzung der Spitzenstunden des MIV anhand des DTV vorgenommen → Faktor 0,1). Es ergibt sich keine wesentliche Veränderung des Zusammenhangs, letztendlich sinkt der quadrierte Korrelationsfaktor nochmals etwas ab gegenüber der alleinigen Berücksichtigung der Querverkehrsstärke des Fußgängerverkehrs. Ein ähnliches Bild ergibt sich für die längeren Abschnitte (siehe Bild-A 33 im Anhang).

4.4.3 Multikriterielle Unfallanalyse

Aus den vorhergehenden Analysen zu den Unfallkennzahlen wird deutlich, dass nur ein kleiner Teil des Fußgängerunfallgeschehens durch das Fußgängeraufkommen im Längs- und Querverkehr und/oder die Verkehrsstärke des motorisierten Verkehrs erklärbar ist (→ große Streuung in den Diagrammen im Kapitel 4.4.2).

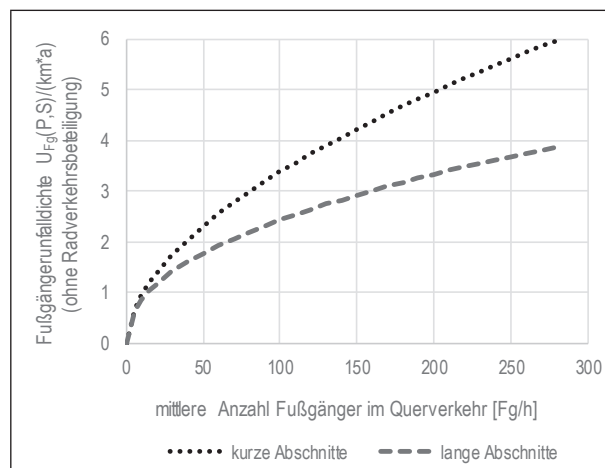


Bild 4-69: Fußgängerunfalldichte in Abhängigkeit des Fußgängerquerverkehrs differenziert nach kurzen und langen Analyseabschnitten (Modellergebnis)

Es bedarf daher eines multikriteriellen Ansatzes, um den parallelen Einfluss verschiedener potenzieller Variablen auf das Fußgängerunfallgeschehen zu analysieren.

Es wurden verschiedene Unfallmodelle entwickelt, welche – aufgrund der Stichprobe – allerdings weniger der Abschätzung des Unfallniveaus, sondern eher in Bezug auf die Analyse potenzieller Zusammenhänge mit erklärenden Variablen verwendet bzw. interpretiert werden. Die Dokumentation der Modelle findet sich im Anhang A.5 in Bild-A 34 bis Bild-A 37.

In Bild 4-69 ist eine einfache Unfalldichtefunktion für Fußgängerunfälle (ohne Unfälle mit Radverkehrsbeteiligung) in Abhängigkeit des Fußgängerquerverkehrs pro Stunden differenziert nach kurzen und langen Abschnitten aufgetragen. Diese Funktionen stellen die Regressionsgeraden der Streudiagramme Bild 4-65 und Bild-A 30 dar. Im Rahmen der Modellierung ist der Zusammenhang hoch signifikant und erklärt – zumindest für die kurzen Abschnitte – einen großen Teil der Varianz. Die Basis stellen die Unfallmodelle in Bild-A 34 dar.

In weiteren Modellen haben sich für folgende Variablen Zusammenhänge mit dem Fußgängerunfallgeschehen (ohne Radverkehrsbeteiligung) ergeben:

- Ist ein Anschlussknoten innerhalb des kurzen Abschnitts vorhanden, ist die Wahrscheinlichkeit für Fußgängerunfälle erhöht.
- An ÖV-Haltestellen lässt sich ebenfalls ein erhöhtes Fußgängerunfallgeschehen feststellen. Dies gilt auch für eine erhöhte Haltestellendichte bei langen Abschnitten.

- Die mittleren Gehwegbreiten und die Fahrbahnbreiten stehen bei langen Abschnitten in einem leicht positiven Zusammenhang mit dem Fußgängerunfallgeschehen. Die Entfernung bis zum nächsten Hauptverkehrsknotenpunkt steht in einem leicht negativen Zusammenhang mit dem Fußgängerunfallgeschehen.
- Weder der ruhende Verkehr noch die Existenz einer Querungshilfe zeigt einen signifikanten Einfluss auf das Fußgängerunfallgeschehen. Dies wird allerdings als direktes Resultat des Auswahlfehlers bei der Zusammenstellung des Untersuchungskollektivs interpretiert.
- Für die DTV ergibt sich kein signifikanter Zusammenhang mit dem Fußgängerunfallgeschehen (unabhängig von der Teilstichprobe, d. h. bspw. nur Typ 4-Unfälle oder nur Unfälle ohne Radverkehrsbeteiligung).

In einem weiteren Modell wurde der Fußgängerlängsverkehr sowie die DTV mit geprüft. Folgende Erkenntnisse ergaben sich dabei:

- Die DTV ergibt wie zuvor keinen signifikanten Zusammenhang mit dem Fußgängerunfallgeschehen.
- Der Fußgängerlängsverkehr korreliert mit dem Fußgängerquerverkehr. Daher wurden beide als Interaktionsterm im Modell berücksichtigt (Wechselwirkungen werden abgebildet). Bei Berücksichtigung aller Fußgänger-Unfälle zeigt sich der positive Zusammenhang zwischen Fußgängerunfallhäufigkeit und Anzahl Fußgänger im Querverkehr. Gleichzeitig ergibt sich ein negativer Interaktionsterm für Quer- und Längsverkehr. Das bedeutet, dass mit steigendem Fußgängerlängsverkehr, der Einfluss des Fußgängerquerverkehrs auf das Fußgängerunfallgeschehen abnimmt. Aufgrund der Stichprobengröße und der Verwendung des Interaktionsterms sollte diese Interpretation nur als Tendenz bzw. Auffälligkeit eingeordnet werden.

4.4.4 Einzelstellenanalysen

Unfallauswertung

Für 20 Untersuchungsstellen werden im Folgenden Unfalldiagramme analysiert, um Besonderheiten bei den Fußgängerunfällen herauszuarbeiten. Dabei werden besonders die Infrastruktur und das Verhalten der einzelnen Verkehrsteilnehmer berücksichtigt. Zusätzlich zu den Informationen aus den

Unfalldatensätzen gehen die Ergebnisse aus gezielten Videobeobachtungen in die Analyse ein. Es wird im Folgenden immer zuerst das Unfalldiagramm sowie die infrastrukturellen und verkehrlichen Merkmale der Einzelstelle gezeigt. Im Anschluss wird die Unfallsituation im Text beschrieben. Es wird im Textteil nur ein Teil der untersuchten Stellen dokumentiert, der Rest findet sich im Anhang A.3. Erläuterungen zur Symbolik der Kollisionsdiagramme finden sich im Anhang A.7 in Bild-A 46.

Die Erhebungsstelle befindet sich „rechts“ von der Fußgänger-LSA im Bereich der Haltestellen (Bild 470).

Aufgrund der Fußgänger-LSA, der Bushaltestellen aber auch der Fahrzeuge, die in Grundstückszufahrten abbiegen, kommt es immer wieder zu Rückstauungen und Pulkbildungen im Verkehrsstrom des motorisierten Verkehrs. Der Querungsweg der Fußgänger ist vergleichsweise lang (11,20 m Fahrbahn inklusive Parkstreifen). Um die Straßenseite außerhalb der Fußgänger-LSA zu wechseln, muss zunächst der Radweg und der Bereich mit parkenden Fahrzeugen am Fahrbahnrand gequert werden. Sichthindernisse ergeben sich durch den ruhenden Verkehr sowohl beim Betreten der Fahrbahn als auch beim Betreten des Radwegs. Aufgrund der Rückstauungen im fließenden Verkehr ergeben sich zusätzlich auch Sichthindernisse durch haltende Fahrzeuge.

Zwei Fußgängerunfälle (Nr. 1 und 6) ereigneten sich im Zulauf zur signalisierten Fußgängerfurt. Der Querungsbeginn liegt dabei auf der Fahrbahnseite, wo das Parken am Fahrbahnrand zugelassen ist. Angaben zu Sichtbehinderungen werden allerdings bei keinem der Unfälle als polizeiliche Unfallursache (#63) angegeben.

Vier Überschreiten-Unfälle (Nr. 4, 5, 7 und 9) ereigneten sich aufgrund von Konflikten mit von links querenden Fußgängern. Hier ist die Sichtbehinderung durch haltende Fahrzeuge im Gegenverkehr als unfallbegünstigender Umstand sehr wahrscheinlich. Bei einem dieser Unfälle war ein elfjähriges Kind beteiligt. Tatsächlich konnte das Queren durch haltende Fahrzeuge hindurch beobachtet werden, auch wenn diese Situation vergleichsweise selten auftrat.

Ein weiterer Überschreiten-Unfall (Nr. 2) mit Beteiligung eines Kindes ereignete sich an der im Bild unten dargestellten Haltestelle. Da bei keinem Unfall

Einzelstellenummer	1		
Einordnung RASt	Örtliche Geschäftsstraße		
Einordnung EFA	7: gemischte Wohn- und Geschäftsnutzung, hohe Dichte		
Infrastruktur	Art	Breite	
Radverkehrsanlage	Radweg	1,1 und 1,3 m	
Ruhender Verkehr	Beidseitig Längsparken	Je 2,3 m	
Fahrbahn	2 Fahrstreifen	6,6 m 11,2 m (zwischen Borden)	
Gehwege	Beidseitig, Fahrbahnbegleitend	3,50 – 6,15 m	
Verkehrsaufkommen	absolut	Im Vergleich aller Stellen	
DTV [Kfz/24h]	13.500	Oberes Viertel	
Mittlere Anzahl FG-Längsverkehr pro h	201	Oberes Viertel	
Mittlere Anzahl FG-Querverkehr pro h	17	Unteres Viertel	
EFA Empfehlung zu Querungshilfen	Keine Maßnahme	Mitteltrennung	Baulich ohne Vorrang
	FGÜ	FGÜ mit baulichen Maßnahmen	LSA Unter-/Überführung

Bild 4-70: Einzelstelle 1 (Erhebungsstelle freie Strecke)

bei Besonderheit der Unfallstelle das Attribut „Haltestelle“ angegeben war, steht auch dieser Unfall vermutlich nicht im Zusammenhang mit einem Fahrgastwechsel bzw. einem an der Haltestelle wartenden Bus. Beide Kinderunfälle ereigneten sich am späten Nachmittag bzw. frühen Abend, d. h. zu Zeiten mit einem tendenziell erhöhten Verkehrsaufkommen des MIV und einer erhöhten Wahrscheinlichkeit für Rückstauungen bzw. hohe Verkehrsdichten.

Ein weiterer Überschreiten-Unfall (Nr. 8) ereignete sich bei einer Querung durch die parkenden Fahrzeuge am Fahrbahnrand. Ein Abbiege-Unfall (Nr. 10) ereignete sich an einer Grundstückszufahrt am Ende der Reihe längsparkender Fahrzeuge.

Ein Überschreiten-Unfall (Nr. 3) zwischen Radfahrer und Fußgänger ereignete sich am Ende des Quervorgangs eines Fußgängers, der zwischen parkenden Fahrzeugen direkt auf den Radweg trat. Auch aufgrund des im Vergleich erhöhten Radverkehrsaufkommens konnten diesbezüglich vermehrt Konflikte zwischen Fußgängern und Radfahrern beobachtet werden.

Fazit

Trotz einer im Vergleich geringen Anzahl an Fußgängerquerungen im Verhältnis zum Fußgänger-Verkehrsaufkommen im Längsverkehr insgesamt sind querende Fußgänger aufgrund von Sichtbehinderungen ganz unterschiedlicher Art besonders gefährdet. Es wird vermutet, dass aufgrund der Rückstau-

Einzelstellenummer	2		
Einordnung RAST	Örtliche Einfahrtsstraße		
Einordnung EFA	4: Geschlossene Bebauung, geringe Dichte		
Infrastruktur	Art	Breite	
Radverkehrsanlage	keine		
Ruhender Verkehr	Beidseitig Längsparken	2,2 und 2,8 m	
Fahrbahn	2 Fahrstreifen	10,5 m 12,7 m (zwischen Borden)	
Gehwege	Beidseitig, Fahrbahnbegleitend	3,1 und 5 m	
Verkehrsaufkommen	absolut	Im Vergleich aller Stellen	
DTV [Kfz/24h]	13.900	Oberes Viertel	
Mittlere Anzahl FG-Längsverkehr pro h	144	Mittelfeld	
Mittlere Anzahl FG-Querkehr pro h	45	Oberes Mittelfeld	
EFA Empfehlung zu Querungshilfen	Keine Maßnahme	Mitteltrennung	Baulich ohne Vorrang
	FGÜ	FGÜ mit baulichen Maßnahmen	LSA Unter-/Überführung

Bild 4-71: Einzelstelle 2 (Erhebungsstelle freie Strecke)

ungen (Verkehr steht oder ist sehr langsam → vom Fußgänger als subjektiv sicherer wahrgenommen) Fußgänger dazu verleitet werden, die Fahrbahn außerhalb und damit ohne den Schutz der LSA (Vermeidung von Wartezeiten) zu queren. Aufgrund der komplexen Verkehrslage mit einer Vielzahl an potenziellen Konflikten führt dies zu einer erhöhten Gefährdungslage für Fußgänger.

Die Straße an der Einzelstelle 2 ist sehr breit und wird bei einer Fahrbahnbreite von 10,50 m teilweise zweistreifig befahren (Bild 4-71). Die Geschwindigkeiten werden aufgrund der geradlinigen Straßenführung und Fahrbahnbreite als erhöht eingeschätzt.

Aus der Analyse der Videos werden sowohl der Kreuzungsbereich als auch der Bereich direkt vor der Post als die relevanten Querungsbereiche für Fußgänger deutlich. Vor der Post werden auf beiden Straßenseiten die Längsparkplätze von Kunden genutzt, die auf dem kürzesten Weg die Straße queren. Bei querenden Kindern kann beobachtet werden, dass sie ihre Gehgeschwindigkeit bei der Querung deutlich erhöhen, auch wenn die erwartete Zeitlücke im Verkehrsstrom groß ist. Vereinzelt konnten Kinder beobachtet werden, die sich aufgrund des hohen Verkehrsaufkommens (bzw. fehlender Zeitlücken) wieder in den Seitenraum oder zwischen parkende Fahrzeuge zurückzogen und nach längerer Beobachtungszeit einen neuen Querungsversuch starteten. In den meisten Fällen wird

die Straße nur gequert, wenn offensichtlich ausreichende Zeitlücken in beiden Fahrtrichtungen dies zulassen. Die nächsten gesicherten Querungsstellen liegen 165 m (nach links) bzw. 220 m (nach rechts) von dem Knotenpunkt entfernt.

An diesem Untersuchungsabschnitt sind die Fußgängerunfälle in Zusammenhang mit dem ruhenden Verkehr auffällig. Zweimal wird ein Fußgänger bei dem Versuch die Straße zu queren durch einen rückwärtsfahrenden Pkw verletzt (als Unfalltyp 7 klassifiziert). Dies sind vermutlich Fußgänger, welche am Fahrbahnrand warten, um die Straße queren zu können. Bei Unfall Nr. 1 handelt es sich vermutlich um einen Ausparkvorgang. In diesem Bereich ist tendenziell häufiger ein Kurzzeitparken zu beobachten, u. U. findet bei diesen Parkvorgängen eine weniger starke Absicherung z. B. nach Hinten statt. Beim Unfall Nr. 2 stößt vermutlich ein Fahrzeug rückwärts in den Straßenraum hinein.

Ein Fußgänger verunglückte tödlich bei der Querung der Straße. Als Unfallursache ist dabei eine Sichtbehinderung angegeben. Bei den Überschreiten-Unfällen sind vor allem ältere Fußgänger beteiligt, wobei einmal die Sichtbehinderungen durch parkende Fahrzeuge am Straßenrand unfallbegünstigend in Erscheinung treten. Beim zweiten Überschreiten-Unfall erfolgte eine Kollision mit einem Radfahrer (Alter = 69 Jahre) am Ende der Fahrbahnquerung.

Der Unfall (Nr. 5) erfolgte zwischen einem Radfahrer und einem Fußgänger im Seitenraum. Der Gehweg ist an dieser Stelle nicht für den Radverkehr freigegeben.

Fazit

Um den Verkehr einsehen zu können, warten Fußgänger nicht nur auf dem Gehweg, sondern auch zwischen parkenden Fahrzeugen. Dadurch entsteht die Gefahr, von rückwärtsfahrenden Fahrzeugen auf dem Parkstreifen übersehen zu werden. Gleichzeitig sind die Fußgänger aufgrund der Sichtbehinderung durch parkende Fahrzeuge für den fließenden Verkehr schlecht bzw. erst zu spät sichtbar, um rechtzeitig ein Bremsmanöver einleiten zu können.

Die Erhebungsstelle 3 (Bild 4-72) ist gekennzeichnet durch einen einbahnig zweistreifigen Querschnitt mit einer vergleichsweise breiten Fahrbahn (9,20 m). Es finden sich beidseits Senkrechtparkstände. Im Seitenraum sind beidseits schmale Rad-

wege angelegt, eine Benutzungspflicht ließ sich nicht erkennen. Die verbleibenden Gehwege sind ebenfalls vergleichsweise schmal mit einer mittleren Breite von 1,65 m. Das Umfeld ist geprägt durch eine kombinierte Wohn- und Geschäftsnutzung. Auf einer Straßenseite befindet sich ein Park. Weiterhin liegt ein Supermarkt im näheren Bereich der Erhebungsstelle.

Morgens sind viele Schulkinder auf diesem Abschnitt unterwegs. Diese sind teilweise begleitet oder queren in Gruppen die Straße. Die Querungen sind vorrangig im Knotenpunktbereich zu beobachten. Teilweise wird aber auch direkt von und zu den Parkständen gequert. In diesen Fällen erfolgen sowohl schräge als auch gerade Querungen. Bei Kindern kann vereinzelt eine höhere Gehgeschwindigkeit bei der Querung beobachtet werden. An der Bushaltestelle ist kein Warnblinklicht nach §16 Absatz 2 StVO angeordnet. Haltende Busse werden häufig überholt, während an der Bushaltestelle Fußgänger warten, um die Straße zu queren. Im Seitenraum ist auch im Bereich der Haltestelle eine Radwegmarkierung vorhanden. Der Radweg wird genutzt, obwohl eine Benutzungspflicht nicht erkennbar ist.

Der Großteil der Unfälle ereignete sich in Zeitbereichen mit vermutlich hohem Verkehrsaufkommen (Früh- und Abendspitze).

Die Unfälle mit Beteiligung von Kindern sind jeweils mit einer Sichtbehinderung verbunden gewesen. Nr. 3 ereignete sich in Höhe der Senkrechtparkstände und Nr. 5 im Haltestellenbereich. Unklar ist, ob bei letzterem der Haltestellenunterstand oder der Bus als Ursache für die Sichtbehinderung verantwortlich gemacht werden kann. Ein weiterer Unfall im Bereich der Haltestelle mit einem älteren Fußgänger ereignete sich bei Dunkelheit und Nässe (obwohl Zeitpunkt des Unfalls eher für Dämmerung spricht).

Zwei Unfälle zwischen Fußgängern und Radfahrern im Seitenraum werden vermutlich durch die geringen Breiten im Seitenraum begünstigt. Nach Polizeiangaben wird auch der Radweg durch die Fußgänger genutzt.

Fazit

Hier ist nicht nachvollziehbar, warum trotz beengter Seitenraumverhältnisse und einer vergleichsweise breiten Fahrbahn eine Führung des Radverkehrs im Seitenraum anstatt auf der Fahrbahn (z. B. Schutz-

Einzelstellenummer	3		
Einordnung RAST	Quartiersstraße		
Einordnung EFA	7: gemischte Wohn- und Geschäftsnutzung, hohe Dichte		
Infrastruktur	Art	Breite	
Radverkehrsanlage	Radweg	Je 0,9 m	
Ruhender Verkehr	Beidseitig Senkrecht	Je 4,8 m	
Fahrbahn	2 Fahrstreifen	9,2 m	
Gehwege	Beidseitig, Fahrbahnbegleitend	1,5 und 1,8 m	
Verkehrsaufkommen	absolut	Im Vergleich aller Stellen	
DTV [Kfz/24h]	7.100	Mittelfeld	
Mittlere Anzahl FG-Längsverkehr pro h	216	Mittelfeld	
Mittlere Anzahl FG-Querkehr pro h	97	Oberes Drittel	
EFA Empfehlung zu Querungshilfen	Keine Maßnahme	Mitteltrennung	Baulich ohne Vorrang
	FGÜ	FGÜ mit baulichen Maßnahmen	LSA Unter-/Überführung

Bild 4-72: Einzelstelle 3 (Erhebungsstelle freie Strecke)

streifen) stattfindet. Auch Radfahrer können ein Risiko für Fußgänger gerade bei beengten Verhältnissen darstellen. Trotz Lücken in den Parkständen queren Kinder auf direktem Weg durch parkende Fahrzeuge hindurch, eine optimierte Platzierung von vorgezogenen Seitenräumen in Abhängigkeit der auftretenden Querungsströme wäre u. U. hilfreich.

Die Erhebungsstelle 4 liegt zwischen von der Straße abgesetzten Wohnbebauung (Bild 4-73).

Durch die haltenden Busse entstehen selten Fahrzeugpuls, da der geringe Verkehr das Überholen der Busse an der Haltestelle zulässt und kein Warnblinklicht nach §16 Absatz 2 StVO angeordnet ist. Viele querende Fußgänger bewegen sich nicht

längs der Straße, sondern kommen über die Parkplätze im Seitenraum. Dadurch und durch den im Seitenraum vorhandenen Baumbestand sind sie für den Fahrzeugverkehr erst spät sichtbar. Durch den geringen Fußgängerlängsverkehr werden eventuell weniger Querungen erwartet und die Aufmerksamkeit der Fahrzeugführer sinkt. Dieser Verdacht wird zumindest grundsätzlich durch die multikriteriellen Analysen in Kapitel 4.4.3 bestätigt.

An dieser Untersuchungsstelle fallen die drei Unfälle mit Beteiligung von Kindern auf. Bei den Unfällen Nr. 2 und 4 ist als Ursache neben der Nichtbeachtung des Fahrzeugverkehrs auch eine Sichtbehinderung angegeben. Da entlang dieser Straße keine Parkstände vorhanden sind, kann es sich dabei um

Einzelstellenummer	4		
Einordnung RAST	Sammelstraße		
Einordnung EFA	3: Wohnstraße, offene Bebauung		
Infrastruktur	Art	Breite	
Radverkehrsanlage	keine		
Ruhender Verkehr	Separate Parkplätze		
Fahrbahn	2 Fahrstreifen	6,7 m	
Gehwege	Beidseitig, Fahrbahnbegleitend	1,8 und 2,1 m	
Verkehrsaufkommen	absolut	Im Vergleich aller Stellen	
DTV [Kfz/24h]	5.200	Unteres Viertel	
Mittl. Anzahl FG-Längsverkehr pro h	21	Unteres Viertel	
Mittl. Anzahl FG-Querverkehr pro h	59	Oberes Mittelfeld	
EFA Empfehlung zu Querungshilfen	Keine Maßnahme	Mitteltrennung	Baulich ohne Vorrang
	FGÜ	FGÜ mit baulichen Maßnahmen	LSA Unter-/Überführung

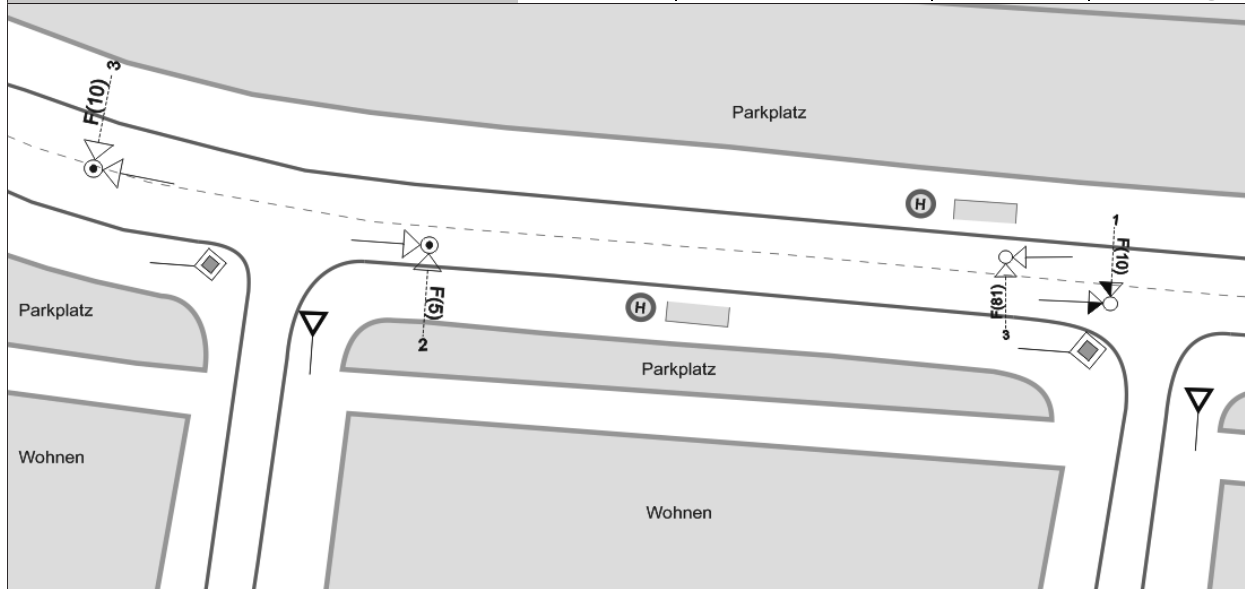


Bild 4-73: Einzelstelle 4 (Erhebungsstelle freie Strecke)

den Baumbestand handeln, der zu beiden Seiten zwischen Fahrbahn und Gehweg vorhanden ist. Beide Unfälle ereigneten sich bei Tageslicht und hatten schwere Verletzungen bei den Fußgängern als Folge. Dies deutet auf überhöhte Geschwindigkeiten in diesem Bereich hin.

Die Unfälle Nr. 1 und 3 ereigneten sich laut Polizei nicht im Haltestellenbereich, sodass ein direkter Zusammenhang mit dem Fahrgastwechsel vermutlich

nicht gegeben ist. Jedoch zeigt sich auch in der Videobeobachtung der Querungsbedarf in diesem Bereich. Selten wird allerdings direkt hinter oder vor einem haltenden Bus gequert.

Alle Unfälle ereigneten sich zwischen 14 und 19 Uhr.

Fazit

Ein hohes Verhältnis von Fußgängerquer- zu Fußgängerlängsverkehr in Kombination mit einer geringen MIV-Belastung sowie einem beidseits durchgehenden Baumbestand einer Sammelstraße in einem Wohngebiet erweisen sich hier als kritisch für die Verkehrssicherheit. Auf beiden Seiten der Unfallgegner wird hier eine geringe Erwartungshaltung hinsichtlich potenzieller Konflikte vermutet. Wenn es dann zum Konflikt kommt, sind die Reaktionszeiten aufgrund von Sichtbehinderungen und höheren Geschwindigkeiten eingeschränkt.

Die Einzelstelle 5 befindet sich in einem von Einzelhandel und Gastronomie geprägten Innenstadtbereich (Bild 4-74). Die Fahrbahn ist zweistreifig und

Einzelstellenummer	5		
Einordnung RASt	Örtliche Geschäftsstraße		
Einordnung EFA	9: Geschäftsstraße		
Infrastruktur	Art	Breite	
Radverkehrsanlage	Keine		
Ruhender Verkehr	Längs auf Fahrbahn	Je 2 m	
Fahrbahn	2 Fahrstreifen	10 m	
Gehwege	Beidseitig, Fahrbahnbegleitend	2,5 und 3,7 m	
Verkehrsaufkommen	absolut	Im Vergleich aller Stellen	
DTV [Kfz/24h]	9.800	Oberes Mittelfeld	
Mittlere Anzahl FG-Längsverkehr pro h	482	Oberes Viertel	
Mittlere Anzahl FG-Querverkehr pro h	86	Oberes Viertel	
EFA Empfehlung zu Querungshilfen	Keine Maßnahme	Mitteltrennung	Baulich ohne Vorrang
	FGÜ	FGÜ mit baulichen Maßnahmen	LSA Unter-/Überführung

Bild 4-74: Einzelstelle 5 (Erhebungsstelle freie Strecke)

die Straßenbahngleise sind straßenbündig. An beiden Fahrbahnrandern wird längs geparkt. Der Radverkehr (148 Rf/h) wird im Mischverkehr geführt. Das Verkehrsaufkommen des MIV gehört mit 9.800 Kfz/24h zum oberen Mittelfeld des Untersuchungskollektivs. Ebenfalls liegt das Verkehrsaufkommen des Fußgängerlängsverkehrs im oberen Viertel der Erhebungsstellen (482 Fg/h). Der Fußgängerquerverkehr liegt mit 86 Fg/h im Mittelfeld.

Aus der Videobeobachtung wird deutlich, dass es im Seitenraum abschnittsweise zu zahlreichen Interaktionen zwischen Radfahrern und Fußgängern kommt. Außerdem gibt es viele Ein- und Abbiegevorgänge durch Radfahrer in die und aus der Nebenstraße.

Aufgrund der langen Umlaufzeit des westlich gelegenen LSA-Knotenpunktes bildet sich zeitweise Rückstau. Dadurch neigen Radfahrer dazu, den stehenden Verkehr und die LSA im Seitenraum zu umfahren.

Der Unfall Nr. 1 wurde von einem Kind verursacht, das hinter einem nah am Knotenpunkt parkenden Lieferwagen auf die Straße trat und diese überquerte. Trotz Gefahrenbremsung kam es zum Zusammenstoß mit einem Pkw, der das Kind mit dem linken Außenspiegel erfasste.

Unfall Nr. 2 ereignete sich am Fahrbahnrand als ein ausparkendes Fahrzeug einen zwischen den Fahrzeugen querenden Fußgänger übersah.

Einzelstellenummer	6		
Einordnung RASt	Örtliche Geschäftsstraße		
Einordnung EFA	7: gemischte Wohn- und Geschäftsnutzung, hohe Dichte		
Infrastruktur	Art	Breite	
Radverkehrsanlage	Keine		
Ruhender Verkehr	Einseitig Längsparken	2,1 m	
Fahrbahn	2 Fahrstreifen	6,3 m	
Gehwege	Beidseitig, Fahrbahnbegleitend	2,4 und 2,9 m	
Verkehrsaufkommen	absolut	Im Vergleich aller Stellen	
DTV [Kfz/24h]	4.300	Unteres Viertel	
Mittlere Anzahl FG-Längsverkehr pro h	247	Oberes Viertel	
Mittlere Anzahl FG-Querverkehr pro h	243	Oberes Viertel	
EFA Empfehlung zu Querungshilfen	Keine Maßnahme	Mitteltrennung	Baulich ohne Vorrang
	FGÜ	FGU mit baulichen Maßnahmen	LSA Unter-/Überführung

Bild 4-75: Einzelstelle 6 (Erhebungsstelle freie Strecke)

Als Ursache für Unfall Nr. 3 wurde bei beiden Unfallbeteiligten Alkohol festgestellt. Dabei wurde der in der Mitte der Fahrbahn wartende Fußgänger bei Dunkelheit nicht vom Fahrzeugführer wahrgenommen.

Unfall Nr. 4 ereignete sich im Bereich des Knotenpunktes. Dabei querte eine Fußgängerin die Fahrbahn und missachtete dabei den von links kommenden vorfahrtberechtigten Pkw.

Fazit

Hier spielen vor allem Rückstaus und die Sichtbehinderungen durch haltende Fahrzeuge eine Rolle. Aus diesem Grund ereignen sich auch zwei Unfälle mit querenden Fußgängern von links.

Die Einzelstelle 6 weist ein hohes Fußgängerverkehrsaufkommen, sowohl im Längs- als auch im Querverkehr auf (Bild 4-75). Das Verkehrsaufkommen des MIV ist vergleichsweise niedrig. Der Querungsbedarf ist aufgrund der Umfeldnutzung mit zahlreichen Geschäften linienhaft und nicht punktuell. Dies bestätigt sich auch anhand der Videoaufnahmen. Daraus wird auch deutlich, dass viele Fußgänger nicht rechtskonform schräg queren. Durch die mehrmalige Beobachtung des fließenden Verkehrs passen einige Fußgänger ihren Laufweg an und queren zu einem späteren Zeitpunkt, wenn sie so ihre Gehbewegung nicht unterbrechen müssen. An dieser Straße sind kaum Personen zu beobachten, die über die Straße rennen. Eher scheint erwart-

tet zu werden, dass ein nachfolgendes Fahrzeug die Geschwindigkeit verringert, denn bei schrägen Querungen wird der Fahrzeugverkehr im Rücken des Fußgängers nicht weiter beobachtet. Auf Basis von subjektiven Eindrücken wird ein eher niedrigeres bzw. angepasstes Geschwindigkeitsniveau der Fahrzeuge abgeleitet. Dies steht vermutlich auch im Zusammenhang mit der vergleichsweise engen Fahrbahn und dem engen Baufluchtastand sowie den – zumindest einseitig – gut beobachtbaren hohen Verkehrsmengen der Fußgänger.

Da am südlichen Fahrbahnrand durchgängig Längsparken erlaubt ist, müssen Fußgänger durch die parkenden Fahrzeuge queren. Die eingeschränkte Sicht vom Gehweg aus führt dazu, dass Fußgänger sich teilweise auch auf der Fahrbahn entlang der parkenden Fahrzeuge bewegen, um die Gehbewegung bei höherem Verkehrsaufkommen vor der Querung nicht unterbrechen zu müssen. An einer Stelle befindet sich jedoch ein selten belegter Behindertenparkplatz. Auf den Videos lassen sich an dieser Stelle vermehrt querende Fußgänger beobachten.

In einer Situation ist zu erkennen, wie schwierig es für Personen mit Kinderwagen, Rollstühlen oder Rollatoren ist, die Fahrbahn an einer beliebigen Stelle zu queren. Da kein abgesenkter Bordstein vorhanden ist, dauert das Verlassen der Fahrbahn deutlich länger als bei Fußgängern ohne Gehhilfe oder Kinderwagen.

An dieser Straße sind alle Fußgängerunfälle auf Sichtbehinderungen zurückzuführen. Die laut §25 StVO notwendige Querung bei eingeschränkten Sichtverhältnissen an z. B. Kreuzungen oder Einmündungen wäre an dieser Stelle mit Umwegen von rund 90 m (eine Richtung) verbunden. Damit liegt ein regelwidriges Verhalten bei den Fußgängern vor. Bei den Unfällen Nr. 2 bis 5 sind die Längsparkplätze und das Überqueren der Straße ohne auf den Fahrzeugverkehr zu achten laut Polizei die vorrangige Unfallursache. Bei Unfall Nr. 1 lag ebenfalls eine Sichtbehinderung vor. Da an dieser Straßenseite nicht geparkt wird, kann es sich dabei um die im Seitenraum befindlichen Blumenkübel oder einen Baum handeln. An zwei der fünf Unfälle waren Kinder beteiligt und an weiteren zwei Unfällen Senioren.

Fazit

Hier liegt ein deutliches Beispiel für den unfallbegünstigenden Einfluss parkender Fahrzeuge als

Sichtbehinderung bei Fußgängerquerungen vor. Trotz Querungen in beiden Richtungen ist nur die Seite mit parkenden Fahrzeugen als Querungsbeginn in Bezug auf Überschreiten-Unfälle auffällig. Bei beiden Konfliktgegnern lässt sich Kompensationsverhalten beobachten. Fußgänger versuchen Lücken in den Längsparkständen (hier: nicht belegter Behindertenparkplatz) zu finden, Fahrzeugführer fahren langsamer (eine mögliche Ursache dafür könnte das sichtbare und vergleichsweise hohe Fußgängeraufkommen auf dem Gehweg ohne davor liegende Längsparkstände sein). Trotz dieses Kompensationsverhaltens ist diese Stelle auffällig in Bezug auf die Überschreiten-Unfälle.

Die Erhebungsstelle 7 liegt an einer zweistreifigen Fahrbahn mit straßenbündigen Straßenbahngleisen in Mittellage und umfasst den Anschlussknotenpunkt (Bild 476). Der Radverkehr wird im Mischverkehr geführt, die Breite der Straße lässt ein Überholen der Radfahrer zu, ohne in den entgegengesetzten Verkehr ausweichen zu müssen. An den Straßenbahnhaltestellen müssen ein- und aussteigende Fahrgäste die Fahrbahn queren, um den Gehweg zu erreichen (Mittellagehaltestelle mit Wartefläche am Fahrbahnrand).

Hinter haltenden Straßenbahnen entstehen teilweise Fahrzeugpuls. Fahrgäste queren die Fahrbahn meist im Bereich zwischen der Haltestelle und dem Knotenpunkt, noch während die Straßenbahn hält. Die Stärke des fließenden Verkehrs lässt nicht immer ein zügiges Ein- und Abbiegen zu. Teilweise lassen sich längere Wartezeiten des einbiegenden Verkehrs beobachten, hier wäre eine fehlende Absicherung gegenüber gleichzeitig querenden Fußgängern möglich bzw. zu vermuten. Links abbiegende Fahrzeuge können sich mittig aufstellen, sodass der fließende Verkehr rechts vorbeifahren kann.

Am späten Nachmittag steigt das Verkehrsaufkommen und es entstehen teilweise lange Wartezeiten für querende Fußgänger. Beobachtet werden kann auch, dass Fußgänger mit Kinderwagen oder geschobenen Fahrrädern länger warten als Fußgänger ohne.

Bei begleiteten Kindern ist festzustellen, dass der Erwachsene zuerst die Fahrbahn betritt, Kinder aber mit einer höheren Gehgeschwindigkeit (teilweise rennend) als erstes den Gegenüberliegenden Seitenraum erreichen.

Einzelstellenummer	7		
Einordnung RASt	Quartiersstraße		
Einordnung EFA	4: geschlossene Bebauung, geringe Dichte		
Infrastruktur	Art	Breite	
Radverkehrsanlage	keine		
Ruhender Verkehr	keiner		
Fahrbahn	2 Fahrstreifen	10,3 m	
Gehwege	Beidseitig, Fahrbahnbegleitend	4,3 und 2,3 m	
Verkehrsaufkommen	absolut	Im Vergleich aller Stellen	
DTV [Kfz/24h]	10.800	Oberes Mittelfeld	
Mittlere Anzahl FG-Längsverkehr pro h	91	Mittelfeld	
Mittlere Anzahl FG-Querverkehr pro h	49	Mittelfeld	
EFA Empfehlung zu Querungshilfen	Keine Maßnahme	Mitteltrennung	Baulich ohne Vorrang
	FGÜ	FGÜ mit baulichen Maßnahmen	LSA Unter-/Überführung

Bild 4-76: Einzelstelle 7 (Erhebungsstelle Anschlussknotenpunkt)

Vielfach wird vor einer Querung die Fahrbahn durch die Fußgänger im Längsverkehr beobachtet, um geeignete Lücken zu nutzen und die Wartezeit am Fahrbahnrand zu minimieren. Teilweise bewegen sich Fußgänger auch auf der Fahrbahn, um nach einem kurzen Weg in Längsrichtung in der Mitte der Fahrbahn die Querung zu vollenden. Bei Querungen im Anschlussknotenpunktbereich ist dies nicht zu beobachten. Bei vielen Querungen fällt auf, dass aufgrund des hohen Radverkehrsaufkommens erneute Wartezeiten am Querungsende auf der Fahrbahn entstehen. Ein weiterer Grund könnte sein, dass Radfahrer auf der gegenüberliegenden Seite aufgrund der Verdeckung durch den Fahrzeugverkehr beim Querungsbeginn nicht wahrgenommen werden. Auch könnte auf-

grund der Komplexität der unterschiedlichen Fahrzeugströme (Kfz und Radfahrer mit je zwei Fahrrichtungen) die Querung nur abschnittsweise geplant und durchgeführt werden.

Die Unfälle Nr. 1 und 2 ereigneten sich bei Dunkelheit, weitere Sichtbehinderungen sind nicht angegeben oder aus der Videobeobachtung erkennbar. Der Überschreiten-Unfall (Nr. 2) wurde durch den Fußgänger verursacht, der ohne auf den Fahrzeugverkehr zu achten die Fahrbahn querte. Die Unfälle Nr. 1 und 3 sind Einbiege-Unfälle, bei denen der Pkw-Fahrer (Beteiligter 01) den von links kommenden fließenden Verkehr beobachtet und beim Einbiegen mit einem Fußgänger auf der rechten Seite des Fahrzeugs zusammenstößt (ähnlich

Einzelstellenummer	8		
Einordnung RAS	Sammelstraße		
Einordnung EFA	6: gemischte Wohn- und Geschäftsnutzung, mittlere Dichte		
Infrastruktur	Art	Breite	
Radverkehrsanlage	Radfahrstreifen	Je 1,5 m	
Ruhender Verkehr	Beidseitig Längsparken	Je 2,3 m	
Fahrbahn	2 Fahrbahnen	Je 4 m	
Gehwege	Beidseitig, Fahrbahnbegleitend	2 und 1,6 m	
Verkehrsaufkommen	absolut	Im Vergleich aller Stellen	
DTV [Kfz/24h]	7.100	Unteres Mittelfeld	
Mittlere Anzahl FG-Längsverkehr pro h	108	Mittelfeld	
Mittlere Anzahl FG-Querverkehr pro h	129	Oberes Viertel	
EFA Empfehlung zu Querungshilfen	Keine Maßnahme	Mitteltrennung	Baulich ohne Vorrang
	FGÜ	FGÜ mit baulichen Maßnahmen	LSA Unter-/Überführung

Bild 4-77: Einzelstelle 8 (Erhebungsstelle Anschlussknotenpunkt)

der Problematik mit linksfahrenden Radfahrern beim Einbiegen nach rechts).

Fazit

Es wird vermutet, dass durch längere Wartezeiten für den ein- oder abbiegenden Verkehr eine konsequente Absicherung nach allen Seiten nicht in vollem Umfang aufrechterhalten wird. Dadurch erhöht sich die Gefahr für Zusammenstöße mit Fußgängern, die nicht im direkten Blickfeld queren (Bei den Einbiegern kommen die bevorrechtigten Fahrzeuge von links, der querende Fußgänger befindet sich aber rechts vom Fahrzeug). Begünstigt wird dies durch eine Fokussierung des Blickverhaltens auf den bevorrechtigten MIV im Vergleich zu den eher selten auftretenden querenden Fußgängern bei den Fahrzeugführern.

Eine Hypothese könnte lauten, dass Fußgänger, die an Anschlussknoten von einer zur anderen Zufahrt oder Haltestelle queren, länger warten müssen und damit u. U. kritischere Zeitlücken annehmen, weil im Gegensatz zum linienhaften Queren das Weiterlaufen entlang der Straße (und in der Folge linienhafte Queren) nicht möglich ist. Weiterhin kann im Vergleich zur freien Strecke an Anschlussknoten ein höherer Anteil von Fußgängerquerungen in Relation zum Fußgängerlängsverkehr auftreten (Fußgängerlängsverkehr ist meist auch Querverkehr; Fußgänger kommen aus untergeordneter Zufahrt, ohne vorher im Längsverkehr für die Konfliktgegner sichtbar gewesen zu sein).

Die Einzelstelle 8 umfasst einen Anschlussknotenpunkt (Bild 4-77). Die Hauptverkehrsstraße besteht

aus einem Fahrstreifen je Richtung, die durch eine mit Bäumen und niedrigeren Sträuchern bepflanzte Mittelallee getrennt ist. Zusätzlich sind je Richtung ein Radfahrstreifen und ein Längsparkstreifen angelegt. Im Knotenpunktbereich ist die Mittelallee unterbrochen und es sind gepflasterte Mittelinseln vorhanden. Der Baumbestand der Mittelinsel schränkt die Sicht auf die Mittelinsel nicht ein, lenkt aber eventuell von der Querungshilfe ab.

Aufgrund des Mittelstreifens ergibt sich eine Aufstellfläche für Ein- und Abbieger. Da nach dem Aufstellen nur noch eine Fahrtrichtung berücksichtigt werden muss, werden Fußgänger auf der Mittelinsel eventuell nicht beachtet.

In der Videobeobachtung fällt außerdem auf, dass für das Längsparken teilweise auch die Zugangsbereiche zur Mittelinsel genutzt werden, wodurch Sichtbehinderungen entstehen.

Außerdem wird nicht nur die gepflasterte Mittelinsel, sondern auch die Mittelallee als Querungshilfe genutzt. Vereinzelt ist zu beobachten, dass sich Fußgänger längs auf der Rasenfläche der Mittelallee bewegen, bis sich eine Lücke im fließenden Verkehr ergibt.

Aufgrund der Breite der Fahrbahn und der Längsparkstände treten Fußgänger vor der Querung an einer der Mittelinseln auf die Fahrbahn und teilweise auf den Schutzstreifen, um den fließenden Verkehr beobachten zu können.

Auch die untergeordneten Straßen sind aufgrund der Längsparkstände für Fußgänger nicht direkt einsehbar. Daher unterbrechen Fußgänger bei der Querung der untergeordneten Straßen häufig ihre Gehbewegung, um den Verkehr einsehen zu können.

An dieser Einzelstelle sind die Unfälle mit älteren Fußgängern auffällig. Außerdem ereignen sich zwei Linksabbiegeunfälle (Nr. 2 und 4) im Bereich der Mittelinsel. Unfall Nr. 3 ereignete sich in der Nähe der Längsparkplätze, eine Sichtbehinderung ist nicht dokumentiert, aber wahrscheinlich. Dieser Unfall ist als Überschreiten-Unfall eingeordnet worden, der Kfz-Führer wird als Unfallverursacher geführt.

Auch ein Unfall beim Rückwärtsfahren (Nr. 5) ereignete sich auf der übergeordneten Straße. Gründe für das Rückwärtsfahren können nicht identifiziert werden.

Fazit

Der Längsparkstreifen und der Schutzstreifen führen dazu, dass Fußgänger, um die Fahrstreifen einsehen zu können, schon vor dem eigentlichen Querungsbeginn auf die Fahrbahn treten. Dies kann zu Konflikten mit rechtsabbiegenden Fahrzeugen führen. Fußgänger queren bereits regelkonform zu §25 StVO, finden dann aber am Knotenpunkt keine ausreichenden Sichtbeziehungen vor. Zweistufiges Ein- oder Abbiegen führt dazu, dass nur eine Fahrtrichtung durch den Fahrzeugführer beobachtet wird und Fußgänger außerhalb des Sichtfeldes übersehen werden (hier erneut nur Konzentration auf bevorrechtigten MIV von rechts bei Vernachlässigung konfligierender Ströme von links).

Die Einzelstelle 9 umfasst einen Anschlussknotenpunkt, an dem zwei Mittelinseln für den Fußgängerquerverkehr vorhanden sind (Bild 4-78). Entlang der zweistreifigen Fahrbahn sind sowohl Längs- als auch Schrägparkstände vorhanden. Im Knotenpunktbereich befinden sich außerdem zwei Abgänge zur Stadtbahnstation. Das Verkehrsaufkommen des MIV ist mit 4.500 Kfz/24h unterdurchschnittlich im Vergleich zum Erwartungswert des Untersuchungskollektivs. Das Fußgängerverkehrsaufkommen ist mit 514 Fg/h im Längsverkehr und 209 Fg/h im Querverkehr hingegen überdurchschnittlich hoch. Dies ist zum einen auf die gemischte Umfeldnutzung und zum anderen auf die Nähe zum Bahnhof zurückzuführen.

Aus der Videobeobachtung ist zu erkennen, dass die Mittelinseln rege genutzt werden. Querungen neben den Mittelinseln sind selten zu beobachten. Die Mittelinseln liegen entlang der direkten Wegeverbindung der Fußgänger aus den untergeordneten Straßen.

Anders als an Bushaltestellen sind in Bezug auf die Stadtbahnhaltestelle keine Fußgänger erkennbar, die rennend die Fahrbahn queren, um die Stadtbahn zu erreichen, da eine einfahrende Stadtbahn nicht zu sehen ist.

Fußgänger im Längsverkehr auf der Hauptverkehrsstraße queren die Zufahrt der untergeordneten Straße meist zügig und vermutlich in der sicheren Erwartung, dass ihnen ihr Vorrang vor dem einbiegenden oder kreuzenden Verkehr gewährt wird. Dabei kann auch beobachtet werden, dass Fußgänger zwischen haltenden Fahrzeugen queren.

Einzelstellenummer	9		
Einordnung RAS	Örtliche Geschäftsstraße		
Einordnung EFA	9: Geschäftsstraße		
Infrastruktur	Art	Breite	
Radverkehrsanlage	Keine		
Ruhender Verkehr	Längsparken	2 m	
	Schrägparken	5,40 m	
Fahrbahn	2 Fahrstreifen		10 m
Gehwege	Beidseitig, Fahrbahnbegleitend		3,7 und 3,9 m
Verkehrsaufkommen	absolut	Im Vergleich aller Stellen	
DTV [Kfz/24h]	4.500	Unteres Viertel	
Mittlere Anzahl FG-Längsverkehr pro h	514	Oberes Viertel	
Mittlere Anzahl FG-Querverkehr pro h	209	Oberes Viertel	
EFA Empfehlung zu Querungshilfen	Keine Maßnahme	Mitteltrennung	Baulich ohne Vorrang
	FGÜ	FGÜ mit baulichen Maßnahmen	LSA Unter-/Überführung

Bild 4-78: Einzelstelle 9 (Erhebungsstelle Anschlussknotenpunkt)

An dieser Untersuchungsstelle ereigneten sich drei Unfälle, zwei davon im Bereich des Anschlussknotenpunktes. Dabei waren in zwei Fällen links abbiegende Pkw laut Polizei als Unfallverursacher beteiligt. Zudem ereigneten sich diese Unfälle bei Dunkelheit.

Der Überschreiten-Unfall mit Beteiligung eines Kindes ereignete sich im östlichen Abschnitt im Bereich der Schrägparkplätze. Eine Sichtbehinderung durch parkende Fahrzeuge lag laut Angaben der Polizei aber nicht vor, ist aber nicht auszuschließen.

Fazit

Nach dem zuvor diskutierten kritischen Linkseinbiegen, treten nun ähnliche Zusammenhänge beim Linksabbiegen auf. Auch hier wird vermutet,

dass die abbiegenden Fahrzeugführer ihre Aufmerksamkeit vorrangig auf den entgegenkommenden Fahrzeugverkehr richten. Nachdem hier eine passende Lücke gefunden wurde, erfolgt unter Umständen keine erneute Absicherung in Bezug auf querende Fußgänger (ähnlich auch bei Radfahrern). Gleichzeitig war bei späteren Analysen auffällig (Verfolgungsläufe in Kapitel 4.7), dass Fußgänger beim Queren der untergeordneten Zufahrt an Anschlussknoten ein weniger stark ausgeprägtes Absicherungsverhalten zeigen.

Die Einzelstelle 10 liegt an einer zweistreifigen Straße mit Mittelinsel (Bild 4-79). Das Verkehrsaufkommen liegt im unteren Bereich des Untersuchungskollektivs. Der Fußgängerlängsverkehr und auch der Querverkehr liegen im Mittelfeld.

Einzelstellennummer	10		
Einordnung RAST	Quartiersstraße		
Einordnung EFA	5: Geschlossene Bebauung, mittlere Dichte		
Infrastruktur	Art	Breite	
Radverkehrsanlage	Radweg	Je 0,8 m	
Ruhender Verkehr	Längsparken	2,0-2,2 m	
Fahrbahn	2 Fahrstreifen	9 m	
Gehwege	Beidseitig, Fahrbahnbegleitend	Je 1,8 m	
Verkehrsaufkommen	absolut	Im Vergleich aller Stellen	
DTV [Kfz/24h]	5.700	Unteres Viertel	
Mittlere Anzahl FG-Längsverkehr pro h	261	Oberes Viertel	
Mittlere Anzahl FG-Querverkehr pro h	91	Oberes Viertel	
EFA Empfehlung zu Querungshilfen	Keine Maßnahme	Mitteltrennung	Baulich ohne Vorrang
	FGÜ	FGÜ mit baulichen Maßnahmen	LSA Unter-/Überführung

Bild 4-79: Einzelstelle 10 (Erhebungsstelle freie Strecke)

Die Sicht für und auf wartende Fußgänger ist aufgrund der Längsparkstände eingeschränkt, die nah an den Querungsbereich heranreichen. Fußgänger können den fließenden Verkehr vor der Querung schlechter beobachten und müssen auch daher stehen bleiben bzw. warten.

Bei niedrigem Verkehrsaufkommen wird im Bereich der Haltestelle auch schräg gequert. Die Fußgänger gehen danach auf dem Gehweg weiter längs der Fahrbahn.

Die Mittelsinsel wird von den Fußgängern genutzt, auch wenn einige Fußgänger direkt im Umfeld der Haltestellen die Straße queren. Die Mittelsinsel ist ca. 35 m von der Haltestelle entfernt. Vor allem Kinder erhöhen ihre Querungsgeschwindigkeit deut-

lich, wenn sie nicht an der Mittelsinsel queren. Rückstaus bilden sich nur vereinzelt bei hohem Verkehrsaufkommen, haltende Busse können aufgrund der Breite der Fahrbahn leicht überholt werden

Bei den Überschreiten-Unfällen Nr. 1, 3, 4 und 5 waren laut Polizei Sichtbehinderungen mit ursächlich für den Unfall. Vier der sechs Unfälle ereigneten sich außerdem bei Nässe. Unfall Nr. 1 ist vor einer Schule verortet und geschah am Vormittag. Unfall Nr. 3 ist im Bereich der Bushaltestelle lokalisiert. Da als Unfallursache von der Polizei unter anderem „überhöhte Geschwindigkeit“ und „Überholen trotz unklarer Verkehrslage“ angegeben wurde, ist wahrscheinlich, dass ein haltender Bus überholt wurde und das davor querende Kind erfasst wurde.

Die Unfälle Nr. 2 und 6 können nicht eindeutig analysiert werden, da bei beiden Unfallflucht seitens des Fußgängers vorliegt.

Fazit

Die Unfälle ereignen sich vorrangig außerhalb des direkten Querungsbereichs der Mittelinsel. Trotz der geringen Entfernung zur Mittelinsel wird an anderen Stellen gequert, auch bei der tendenziell unkomfortablen Querung durch parkende Fahrzeuge hindurch. Vermutlich führt der Straßenraumcharakter mit den geringen Verkehrsstärken des MIV dazu, dass weniger stark bei Querungen abgesichert wird bzw. selbst der kurze Weg zur Mittelinsel einen zu großen Umweg darstellt. Für einen durchgehenden Mittelstreifen im Bereich der Haltestelle wären ausreichende Breiten vorhanden gewesen.

Ergänzende qualitative Verhaltensbeobachtung

Das Verhalten von Fußgängern wurde im Verlauf des Forschungsprojektes zusätzlich zu den quantitativen Auswertungen stetig qualitativ beobachtet. Dafür wurde zum einen das erhobene Videomaterial sowohl für Auszählungen als auch für Analysen der Einzelstellen in Stufe 1 mehrfach gesichtet.

- Besonders bei annähernd vierstreifigen Fahrbahnen (überbreite Richtungsfahrstreifen, die zweistreifig befahren werden) entsteht immer wieder die Situation, dass (vor allem, aber nicht nur ältere) Personen nach dem Queren der ersten Fahrbahnhälfte in der Mitte warten (müssen); teilweise dabei auch zwischen fließendem Kfz-Verkehr aus beiden Richtungen verharren
- Bei älteren Fußgängern konnten außerdem folgende Verhaltensweisen beobachtet werden:
 - Teilweise wird vor der Beobachtung des Verkehrs die Fahrbahn betreten, um von dort aus eine geeignete Zeitlücke abzuwarten. Dies tritt vermehrt bei vorhandenen Parkständen/ Radverkehrsanlagen auf der Fahrbahn und Busstreifen sowie Haltestellenbereichen auf.
 - Vereinzelt Fußgänger zeigten sich sehr zurückhaltend bis verängstigt und brachen die Querung mehrmals wieder ab und zogen sich wenige Meter wieder in den Seitenraum zurück, um Fahrzeugpuls abzuwarten.
- Bei Kindern tritt vereinzelt die Situation auf, dass diese ohne jegliche sichtbare Sicherung über Fahrbahnen laufen, wenn sie hinter Erwachsenen herlaufen (z. B. weil diese eine Fahrbahn bereits gequert haben, die Kinder aber einige

Meter zurückgeblieben sind). Dasselbe tritt auch bei spielenden/sich gegenseitig ärgern etc. Kindern auf.

- Gruppen von Kindern konnten vereinzelt beobachtet werden, wie sie sich längere Zeit in Einmündungs- und Kreuzungsbereichen aufhielten und auch einzelne Straßen mehrfach querten. Im innerstädtischen Bereich wird der Gehweg von ihnen nicht nur als Verkehrsweg, sondern auch als Aufenthaltsfläche genutzt.
- Bei Mittelinseln, mehr noch bei Mittelstreifen, lassen viele Fahrzeugführer Fußgängern den Vortritt; bei Mittelstreifen auch außerhalb der explizit für Querungen vorgesehenen Verbreiterungen des Mittelstreifens.
- Wiederholt sind Rollstuhlfahrer (i. d. R. mit Elektro-Rollstuhl) sichtbar, die auf der Fahrbahn (inkl. Bussonderfahrstreifen) fahren. Offensichtlich sind viele Gehwege trotz einer Gehwegoberfläche in gutem Zustand und vorhandenen Bordsteinabsenkungen für Rollstuhlfahrer eine erhebliche Hürde oder gegenüber den (i. d. R. ebeneren) Asphaltflächen weniger attraktiv. Wiederholt nutzen Rollstuhlfahrer an Kreuzungen und Einmündungen die (meist stärkeren) Absenkungen von Radwegen, auch wenn daneben Absenkungen des Gehwegs existieren. Es wurden Querungen neben der Mittelinsel beobachtet.

Zusammenfassung Einzelstellenanalysen

Die Einzelstellen wurden anhand ihres Unfallgeschehens ausgewählt, um eine möglichst große Anzahl an Fußgängerunfällen sowie unterschiedliche Unfalltypen und -kategorien analysieren zu können. Dadurch ergeben sich Stellen der freien Strecke, Anschlussknotenpunkte, freie Strecken mit Haltestellen des öffentlichen Verkehrs und Strecken mit Mittelinseln. Das Unfallgeschehen kann aufgrund der dennoch geringen Fallzahlen nur qualitativ ausgewertet werden. Je nach Einzelstelle ergeben sich

einheitliche unfallbegünstigende Faktoren. Diese werden in der folgenden Tabelle zusammengefasst. Außerdem werden die Auffälligkeiten aus der Verhaltensbeobachtung der Fußgänger dargestellt.

	Konfliktsituation	Auffälligkeiten Verhalten	Auffälligkeiten Infrastruktur und Umfeld
Knotenpunktfreie Strecke (ohne Anschlussknotenpunkte)	Überschreiten einer Straße mit parkenden Fahrzeugen (Sichtbehinderung ²¹)	<ul style="list-style-type: none"> • Fußgänger suchen Lücken in Parkstreifen beim linienhaften Queren (Kompensationsverhalten Sichtbehinderung) • an Anschlussknoten oder vor wichtigen Zielen wird auch direkt durch parkende Fahrzeug hindurch gequert (Umwegeempfindlichkeit) 	<ul style="list-style-type: none"> • durchgehende Parkstreifen • fehlende Unterbrechung oder vorgezogene Seitenräume an Knotenpunkten und im Bereich wichtiger Fußgängerziele • direkte Querungen vor wichtigen Zielen (z. B. Post) betroffen
	Überschreiten einer Straße ohne parkende Fahrzeuge aber mit z. T. Sichtbehinderungen durch feste Einbauten/Bewuchs	<ul style="list-style-type: none"> • plötzliche Querungen entlang der Strecke aus dem Seitenraum, d. h. wenig Fußgängerlängsverkehr • erhöhte Geschwindigkeiten bei langgestreckten und/oder Straßen mit geringer Randnutzung 	<ul style="list-style-type: none"> • Einbauten • Bäume • dichter Bewuchs • geringe Randnutzung (u. U. Außerortscharakter, Wohnen) • eingeschränkte Sicht auf Gehweg
	Überschreiten einer Straße unabhängig von Sichtbehinderungen aber mit breiten oder mehrstreifigen Fahrbahnen	<ul style="list-style-type: none"> • seltenere Nutzung der Sonderstreifen im Vergleich zu Fahrzeugstreifen reduziert vermutlich Absicherungsverhalten in diesen Bereichen • komplexe Verkehrssituationen mit mehreren Konfliktpunkten • erhöhte Geschwindigkeiten des Fahrzeugverkehrs aufgrund breiter Fahrbahnen 	<ul style="list-style-type: none"> • Bussonderfahrstreifen zwischen Gehweg und Fahrstreifen für Fahrzeuge
	Überschreiten eines Radwegs zwischen parkenden Fahrzeugen und dem Gehweg (Sichtbehinderung)	<ul style="list-style-type: none"> • siehe Konfliktsituation oben • Radweg wird vermutlich als weniger risikohaft wahrgenommen (ggf. geringeres Absicherungsverhalten) 	<ul style="list-style-type: none"> • schmaler Radweg (fehlende Ausweichmöglichkeiten)
	Konflikt von die Fahrbahn querenden Fußgängern mit Radfahrern im Mischverkehr bzw. auf dem Radfahrstreifen	<ul style="list-style-type: none"> • Konzentrationsfokus vorrangig auf Fahrzeugverkehr (vor allem bei hohem Aufkommen bzw. langen Wartezeiten) 	<ul style="list-style-type: none"> • keine
	Konflikte zwischen Fußgängern und Radfahrern im Seitenraum	<ul style="list-style-type: none"> • Quer- und Längsverkehr im Seitenraum betroffen • Erhöhtes Fußgängeraufkommen 	<ul style="list-style-type: none"> • schmale Seitenräume mit Radwegen (ebenfalls sehr schmal)
	wartende Fußgänger beim Querungsbeginn zwischen parkenden Fahrzeugen vs. rückwärtsfahrende Fahrzeuge	<ul style="list-style-type: none"> • längere Wartezeiten zwischen parkenden Fahrzeugen • ungenügende Absicherung der rückwärtsfahrenden Fahrzeugführer (u. U. begünstigt durch eingeschränkte Rundumsicht neuerer Fahrzeuge) 	<ul style="list-style-type: none"> • durchgehende Parkstreifen • fehlende Unterbrechung oder vorgezogene Seitenräume an Knotenpunkten und im Bereich wichtiger Fußgängerziele • direkte Querungen vor wichtigen Zielen (z. B. Post) betroffen

Tab. 4-3: Fazit für knotenpunktfreie Strecke ohne Anschlussknotenpunkte (Teil 1)

²¹ Überall dort wo Sichtbehinderungen im Zusammenhang mit Fußgängerquerungen genannt sind, ist zu berücksichtigen, dass dies laut §25 StVO ein regelwidriges Verhalten der Fußgänger darstellt. Inwiefern die Aufforderung des §25 StVO außerhalb von Sichtbehinderungen zu queren wirklich praxisrelevant ist, bleibt offen.

Knotenpunktfreie Strecke (ohne Anschlussknotenpunkte)	Konfliktsituation	Auffälligkeiten Verhalten	Auffälligkeiten Infrastruktur und Umfeld
	Überschreiten einer Straße mit haltenden Fahrzeugen (z. B. Sichtbehinderungen aufgrund von Rückstau)	<ul style="list-style-type: none"> • Fußgänger queren durch Rückstau • Rückstaubildungen zu Spitzenzeiten suggerieren subjektive Sicherheit für querende Fußgänger • Querung durch haltende Fahrzeuge bis Fahrbahnmitte, im Anschluss Absicherung/Beobachtung zweiter Fahrbahnhälfte (vorher keine Absicherung aufgrund von Sichtbehinderung möglich) • Warten in Fahrbahnmitte begünstigt u. U. unsicheres Queren zweiter Fahrbahnhälfte • Sichtbehinderung schränkt Reaktionsmöglichkeiten der Fahrzeugführer ein 	<ul style="list-style-type: none"> • Rückstaus vor Fußgänger- oder Knotenpunkt-LSA • intensive Umfeldnutzung und wichtige Fußgänger-Ziele zu beiden Seiten des Annäherungsbereichs an LSA
Überschreiten der Straße in Bezug auf Querungshilfen (u. a. auffällige Unfallzahl trotz Querungshilfe)	<ul style="list-style-type: none"> • Querung außerhalb Querungshilfe 	<ul style="list-style-type: none"> • fehlende oder nicht adäquate Querungshilfe trotz EFA-Empfehlung für Einsatz einer Querungshilfe • trotz Empfehlung laut EFA kein Einsatz von Mitteltrennung oder FGÜ möglich (z. B. im Bereich von Gleisen) 	

Tab. 4-4: Fazit für knotenpunktfreie Strecke ohne Anschlussknotenpunkte (Teil 2)

Anschlussknotenpunkte	Konfliktsituation	Auffälligkeiten Verhalten	Auffälligkeiten Infrastruktur und Umfeld
	Links- und rechtseinbiegende Fahrzeuge an Knoten vs. querende Fußgänger (sowohl über Haupt- als auch Nebenrichtung) Konfliktsituation häufig als Abbiegeunfall deklariert	<ul style="list-style-type: none"> • Konzentration der einbiegenden Fahrzeugführer auf konfligierenden Fahrzeugstrom • querende Fußgänger außerhalb dieser Blickrichtung sind besonders gefährdet (Rechtseinbieger mit rechts vom Fahrzeug querenden Fußgängern) 	<ul style="list-style-type: none"> • linkseinbiegende Fahrzeuge vor allem bei Möglichkeiten zum Halt in Fahrbahnmitte (z. B. wegen breiten Mittelstreifen) auffällig
abbiegende Fahrzeuge und parallel gehende Fußgänger	<ul style="list-style-type: none"> • reduziertes Absicherungsverhalten bei Fußgängern, die sich entlang der vorfahrtberechtigten Fahrbahn bewegen • erhöhte Geschwindigkeiten beim Abbiegen • Fußgänger nicht in Blickrichtung des abbiegenden Fahrzeugführers 	<ul style="list-style-type: none"> • Sichtbehinderungen durch parkende Fahrzeuge oder an Knotenpunkten und Grundstückszufahrten • Gefährdung trotz adäquater Querungshilfe (Mittelinsel bei Linkseinbiegern) 	
typische Konfliktsituationen der freien Strecke auch im Bereich von Anschlussknoten			

Tab. 4-5: Fazit für Anschlussknotenpunkte

ÖV-Haltestelle auf knotenpunktfreier Strecke (mit Anschlussknotenpunkten)	Konfliktsituation	Auffälligkeiten Verhalten	Auffälligkeiten Infrastruktur und Umfeld
	Unfälle zwischen Fahrgästen und überholenden/vorbeifahrenden Fahrzeugen an Bus oder Straßenbahn	<ul style="list-style-type: none"> • rechts vorbeifahrende Fahrzeuge an Fahrbahnhaltestellen in Mittellage von Straßenbahn • haltenden Bus/Straßenbahn (am Fahrbahnrand) überholende Fahrzeuge • frühzeitig auf die Fahrbahn tretende Fußgänger • vor und hinter dem haltenden Bus querende Fußgänger (Vermutung der Erwartungshaltung, dass kein Fahrzeug überholt) • Laufeinsteiger 	<ul style="list-style-type: none"> • Haltestellen in Mittellage mit Warteflächen am Fahrbahnrand • Haltestellen ohne Querungshilfe im direkten Haltebereich des ÖV-Fahrzeugs
Überschreiten-Unfälle von Fußgängern im Bereich von Haltestellen	<ul style="list-style-type: none"> • erhöhter Querungsbedarf im Haltestellenbereich 	<ul style="list-style-type: none"> • fehlende Querungshilfen • eng angrenzende Sichtbehinderungen durch parkende Fahrzeuge • enge Seitenraumbreiten in Kombination mit Radverkehr (z. B. Radweg vor oder hinter Wartebereich) 	

Tab. 4-6: Fazit für ÖV-Haltestelle auf knotenpunktfreier Strecke mit Anschlussknotenpunkten

	Konfliktsituation	Auffälligkeiten Verhalten	Auffälligkeiten Infrastruktur und Umfeld
Bereiche mit Mittelinsel auf knotenpunktfreier Strecke (mit Anschlussknotenpunkten)	Überschreiten der Fahrbahn außerhalb der Mittelinsel	<ul style="list-style-type: none"> • (vor allem bei Haltestellen wird) Umweg zur Mittelinsel abgelehnt • Rückstauerscheinungen begünstigen die Ablehnung von Umwegen zur Querung im Bereich der Mittelinsel 	<ul style="list-style-type: none"> • ungünstige Position von Mittelinsel (tlw. aufgrund straßenräumlicher Randbedingung) • fehlende ergänzende Mittelinsel oder durchgehender Mittelstreifen • Verschwenkung Fahrstreifen aufgrund von Mittelinsel in Kombination mit anschließenden Parkstreifen kann zu Sichtbehinderungen führen • ungenügende Platzierung oder unzureichende Häufigkeit von Querungshilfen
	Überschreiten der Fahrbahn über die Mittelinsel	<ul style="list-style-type: none"> • Rückstauerscheinungen als Sichtbehinderung • Sichtbehinderung durch Parken in zweiter Reihe im Zulauf der Mittelinsel • Fußgänger fordern Vorrang gegenüber Fahrzeugen ein 	<ul style="list-style-type: none"> • ungenügende Sichtbeziehungen aufgrund parkender oder haltender Fahrzeuge

Tab. 4-7: Fazit für Bereiche mit Mittelinsel auf knotenpunktfreier Strecke mit Anschlussknotenpunkten

4.5 Verhaltensbeobachtung (Stufe 2)

4.5.1 Stichprobenbeschreibung und Prävalenz potenziell ablenkender Nebentätigkeiten

Insgesamt wurden an den acht Beobachtungsstandorten in den Städten A und B insgesamt $N = 1.420$ Fußgänger im Rahmen der Verhaltensbeobachtung registriert. Im Anschluss an die Erhebung wurden die Daten einer Datenbereinigung unterzogen. Dabei wurden die Daten durch Datensichtung anhand von Fehlerprotokollen sowie der Videografie einer Plausibilitätsprüfung zugeführt und fehlerhaft angelegte Dateneinträge (zu Übungszwecken oder versehentliche Eintragungen) entfernt sowie etwaige fehlende Informationen anhand der Videografie vervollständigt und abgebrochene Quervorgänge gelöscht. Im Ergebnis dieser Datenbereinigung wurden $N = 178$ Registrierungen aus dem Rohdatensatz entfernt, so dass nachfolgende Analysen auf einem finalen Datensatz von $N = 1.242$ querenden Fußgängern basieren.

$N = 628$ (50,6 %) Querungen wurden von weiblichen Fußgängern, $N = 614$ (49,4 %) von männlichen Fußgängern vollzogen. Ferner wurden $N = 57$ (4,6 %) der querenden Personen von den Beobachtern der Alterskategorie Kinder zugeordnet, $N = 998$ (80,4 %) wurden als Erwachsene registriert und $N = 187$ (15 %) wurden anhand der Beobachtung als Senioren eingestuft. Die Verteilung der Fußgänger über die Tageszeit wird in Bild 4-80 dargestellt.

Weiterhin wurden bei $N = 137$ (11,0 %) eine mögliche Einschränkung der Querungsperformanz auf-

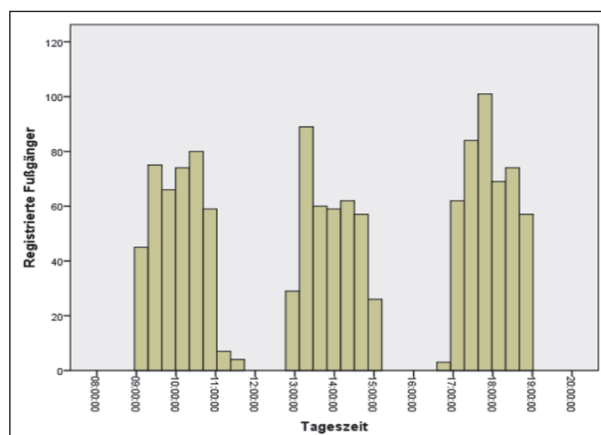


Bild 4-80: Registrierte Fußgänger im Tageszeitverlauf

grund der Mitführung eines schweren Gegenstandes (Koffer, Tasche etc.), einer sichtbaren Behinderung (Gehstock, Rollator etc.) oder durch die Begleitung eines Haustieres (angeleinter Hund) verzeichnet.

Wie in Kapitel 3.1.4 dargestellt, wurden potenziell ablenkende Tätigkeiten anhand beobachtbarer Merkmale für vier Kategorien erhoben: Musik hören (Tragen eines Kopfhörers), Telefonieren, Bedienen eines Smartphones / elektronischen Endgerätes (Displayeingabe) sowie Gespräche mit anderen Personen während des Quervorgangs.

Bei $N = 110$ Personen konnte anhand der äußeren Merkmale mindestens eine der genannten Tätigkeiten festgestellt werden. D. h., dass die überwiegende Mehrzahl der beobachteten Querung ($N = 1.132$, 91,1 %) ohne offensichtliche, potenziell ablenkende Nebentätigkeiten durchgeführt wurde. Als häufigste

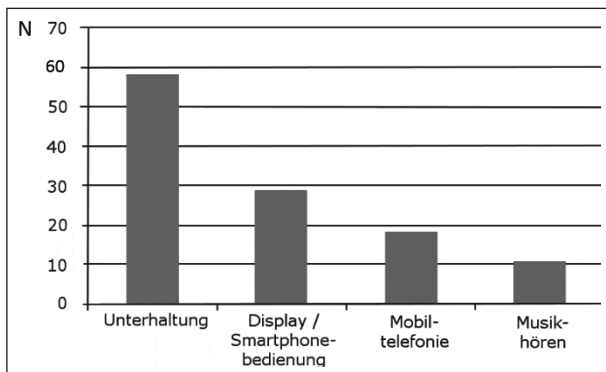


Bild 4-81: Anzahl beobachteter Nebentätigkeiten beim Queren

Nebentätigkeit wurden Gespräche mit begleitenden Personen erfasst (N = 58, 4,6 %), für N = 29 (2,3 %) Fußgänger wurde eine Displayeingabe während des Quervorganges registriert. Das Telefonieren mit einem Mobiltelefon wurde in N = 18 Fällen (1,4 %) beobachtet und N = 11 Fußgänger (0,9 %) trugen sichtbar einen Kopfhörer.

4.5.2 Sicherungsverhalten vor der Querung

Um einen Indikator für das Sicherungsverhalten zu erhalten, wurden beobachtbare Kopfbewegungen der Fußgänger zum Zweck der Abschätzung sich annähernder Fahrzeuge erhoben (Blick nach links, rechts und in beide Richtungen). Diese Beobachtungen wurden in Abhängigkeit von ortsbezogenen Bereichen des gezeigten Sicherungsverhaltens betrachtet. Ursprünglich wurde dabei von drei unterscheidbaren Bereichen ausgegangen, die den Standort des Sicherungsverhaltens näher spezifizieren (auf dem Gehweg, auf der ersten und auf der zweiten Fahrbahn). Nach der Datensichtung zeigte sich, dass sich unter Berücksichtigung eines vierten Bereiches das Querungsverhalten treffender beschreiben lässt (siehe Bild 4-84). So verließen die Fußgänger häufig den Gehweg, zeigten allerdings je nach lokalen Gegebenheiten Sicherungsverhalten im „noch geschützten“ Bereich des Fahrbahnrandes, eines Parkstreifens o. ä., bevor sie die Kernfahrbahn (für fließenden Kfz-Verkehr nutzbaren Bereich der Fahrbahn) betraten. Diese Sicherungsstrategie kann damit verbunden sein, dass sie einen besseren Einblick in die Verkehrssituation verspricht und gleichzeitig den Weg und damit die benötigte Zeit über die Kernfahrbahnen verkürzt.

In diesem Abschnitt (vor der Querung) wird zunächst das Sicherungsverhalten für die Bereiche Gehweg (Bereich 0) und Fahrbahnrandstreifen (Bereich 1) näher beschrieben.

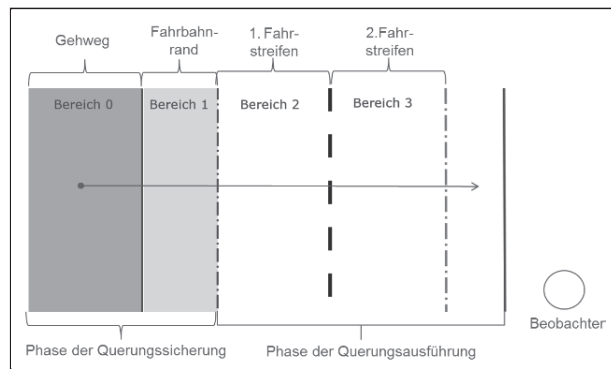


Bild 4-82: -Beschreibung des Querungsverhaltens

Sicherung Bereich 0	Häufigkeit
Beidseitig	564 (45,4 %)
Links (entgegen der Fahrtrichtung)	124 (10,0 %)
Rechts (mit Fahrtrichtung)	39 (3,1 %)
keine aktive Sicherung	515 (41,5 %)
Total	1242 (100 %)

Tab. 4-8: Registriertes Sicherungsverhalten vor der Querung im Bereich 0

N = 564 Personen (45,4 %) zeigten im Bereich 0 mindestens einmal eine Blickbewegung in jeweils beide Richtungen (beidseitiger Blick, links und rechts), N = 124 Personen sicherten mindestens einmal ausschließlich entgegen der Fahrtrichtung ab (links) und N = 39 Personen zeigten mindestens eine Blickbewegung ausschließlich nach rechts. Für N = 515 Personen (41,5 %) wurden keine Kopfbewegungen, die ein Sicherungsverhalten indizierten, registriert (siehe Tabelle 4-8).

Für den Bereich 1 wurden in N = 339 der Fälle mindestens einmal beidseitiges Sicherungsverhalten beobachtet, N = 111 sicherten ausschließlich nach links und N = 50 ausschließlich nach rechts ab. Bei N = 742 Querungsvorgängen konnte im Bereich 1 kein beobachtbares Sicherungsverhalten festgestellt werden (siehe Tabelle 4-9). Betrachtet man das Sicherungsverhalten²² für beide Bereiche gemeinsam zeigt sich, dass ein Großteil der Personen, die für einen Bereich kein beobachtbares Sicherungsverhalten zeigen, sich ein entsprechendes Sicherungsverhalten für den anderen Bereich feststellen lässt. D. h., für N = 327 Fußgänger, die kein beobachtbares Sicherungsverhalten auf dem Geh-

²² -Sicherungsverhalten meint dabei durch die Beobachter beobachtbare Kopfbewegungen, die eine visuelle Sicherung des Verkehrsraumes nach links oder rechts indizieren. Wurde kein Sicherungsverhalten beobachtet, kann nicht ausgeschlossen werden, dass eine Sicherung bereits außerhalb des Beobachtungsradius stattgefunden hat.

Sicherung Bereich 1	Häufigkeit
Beidseitig	339 (27,3 %)
Links (entgegen der Fahrtrichtung)	111 (8,9 %)
Rechts (mit Fahrtrichtung)	50 (4,0 %)
Keine aktive Sicherung	742 (59,7 %)
Total	1242 (100%)

Tab. 4-9: Registriertes Sicherungsverhalten vor der Querung im Bereich 1

		Bereich 0	
		Sicherung	Keine Sicher.
Bereich 1	Sicherung	173	327
	keine aktive Sicherung	554	188

Tab. 4-10: kombiniertes Sicherungsverhalten vor der Querung im Bereich 0 und 1

weg zeigten, wurde ein entsprechendes Verhalten im Bereich 1 registriert. Im umgekehrten Fall sicherten N = 554 im Bereich 0 und zeigten hingegen kein beobachtbares Sicherungsverhalten im Bereich 1. Für 188 Fußgänger wurde weder auf dem Gehweg noch im Bereich des Fahrbahnrandes beobachtbares Sicherungsverhalten festgestellt.

Einfluss des Alters von Fußgängern

Erhoben wurde das ungefähre Alter der querenden Personen anhand von drei Alterskategorien (Kinder, Erwachsene, Senioren). Die Vergleiche zwischen den Altersgruppen zeigen Unterschiede im Sicherungsverhalten (vgl. Tabelle 10-1 bis Tabelle 10-3 im Anhang A.5). Insbesondere zeigt sich, dass Kinder gegenüber Erwachsenen deutlich häufiger beidseitige Blickbewegungen erkennen ließen. Ebenfalls wurden höhere Werte für Senioren verglichen mit Erwachsenen beobachtet. Diese Befunde zeigten sich insbesondere für den Bereich des Gehwegs. Darüber hinaus zeigte sich weiterhin, dass Senioren vor allem im Bereich 0 häufiger nach rechts blickten (Verkehr auf der 2. Fahrbahn).

Einfluss der Art der Nebentätigkeit

Unter der Nebentätigkeit Handynutzung wurden Personen zusammengefasst, die ein mobiles Endgerät bedienen bzw. damit telefonierten (N=45). Die Häufigkeitsverteilungen des registrierten Sicherungsverhaltens für Bereich 0 (Gehweg) und Bereich 1 (Fahrbahnrand) sind in Tabelle 4-11 dargestellt.

	Bereich 0		Bereich 1	
	Ohne DT*	Mit DT	Ohne DT	Mit DT
Beidseitig	546 (45,6%)	18 (40,0%)	323 (27,0%)	16 (35,6%)
Links (entgegen der Fahrtrichtung)	120 (10,0%)	4 (9,0%)	106 (8,9%)	5 (11,1%)
Rechts (mit Fahrtrichtung)	37 (3,1%)	2 (4,4%)	50 (4,2%)	0 (-)
Keine aktive Sicherung	494 (41,3%)	21 (46,7%)	718 (60,0%)	24 (53,3%)
Total	1197 (100%)	45 (100%)	1197 (100%)	45 (100%)

* Dual Task: Handynutzung

Tab. 4-11: Registriertes Sicherungsverhalten separat für Bereich 0 und 1 in Abhängigkeit von der Handynutzung

	Bereich 0 & 1	
	Ohne DT*	Mit DT
Beidseitig	788 (65,8%)	30(66,7%)
Einseitig (links oder rechts)	226 (18,9%)	10 (22,2%)
Keine aktive Sicherung	183(15,3%)	5(11,1%)
Total	1197 (100%)	45 (100%)

* Dual Task: Handynutzung

Tab. 4-12: Registriertes Sicherungsverhalten vor der Querung, kumuliert; Handynutzung

Rein deskriptiv zeigt sich, dass Personen ohne Handynutzung etwas höhere Anteile für Sicherungsverhalten im Bereich 0 aufweisen, hingegen dies für Personen mit Handynutzung auf den Bereich 1 zutrifft. Sowohl für Bereich 0 (Exakter Test nach Fisher, $p = .735$) als auch für den Bereich 1 (Exakter Test nach Fisher, $p = .311$) zeigten diese Unterschiede keine statistische Signifikanz. Werden beide Bereiche gemeinsam betrachtet, so zeigt sich ebenfalls ein annähernd gleiches Sicherungsverhalten (Tabelle 4-12). So wurde eine beidseitige Sicherung entweder in Bereich 0 oder Bereich 1 in 818 Beobachtungen (65,9 %) registriert. Dieser Wert lag für Personen, die ein mobiles Endgerät nutzen mit 66,7 % marginal höher. Allerdings konnte auch hier keine statistische Signifikanz festgestellt werden (Exakter Test nach Fisher, $p = 0.829$).

Als weitere potenziell ablenkende Nebentätigkeit wurde das Tragen eines Kopfhörers erhoben. Dieses Merkmal wurde nur bei einer sehr geringen Anzahl von Beobachtungen registriert. Daher sind im

	Bereich 0	Bereich 1	Bereich 0 & 1
Beidseitig	6 (54,5 %)	3 (27,3 %)	9 (81,8 %)
Links (entgegen der Fahrtrichtung)	0 (-)	1 (9,1 %)	1 (9,1 %)
Rechts (mit Fahrtrichtung)	0 (-)	2 (18,2%)	
Keine aktive Sicherung	5 (45,5 %)	5 (45,5 %)	1 (9,1 %)
Total	11 (100 %)	11 (100 %)	11 (100 %)
Dual Task: Tragen eines Kopfhörers			

Tab. 4-13: Registriertes Sicherungsverhalten vor der Querung, kumuliert; Tragen eines Kopfhörers

	Bereich 0		Bereich 1	
	Ohne DT*	Mit DT	Ohne DT	Mit DT
Beidseitig	525 (44,3 %)	39 (67,2 %)	320 (27,0 %)	19 (32,8 %)
Links (entgegen Fahrtrichtung)	124 (10,5 %)	0 (-)	110 (9,3 %)	1 (1,7 %)
Rechts (mit Fahrtrichtung)	39 (3,3 %)	0 (-)	50 (4,25)	0 (-)
Keine aktive Sicherung	496 (41,9 %)	19 (32,8 %)	704 (59,5 %)	38 (65,5 %)
Total	1184 (100 %)	58 (100 %)	1184 (100 %)	58 (100 %)
* Dual Task: Unterhaltung				

Tab. 4-14: Registriertes Sicherungsverhalten vor der Querung separat für den Bereich 0 und 1, Führen einer Unterhaltung

	Bereich 0 & 1	
	Ohne DT*	Mit DT
Beidseitig	768 (64,9%)	50 (86,2%)
Einseitig	235 (19,8%)	1 (1,7%)
Keine aktive Sicherung	181 (15,3%)	7 (12,1%)
Total	1184 (100%)	58 (100%)
* Dual Task: Unterhaltung		

Tab. 4-15: Registriertes Sicherungsverhalten vor der Querung, kumuliert; Führen einer Unterhaltung

Folgenden die Angaben auf die rein deskriptive Beschreibung beschränkt. Auf eine Gegenüberstellung zu Fußgängerquerungen ohne Kopfhörer wird an dieser Stelle verzichtet. Es ist auch hier festzustellen, dass etwa 2/3 der beobachteten Fußgänger entweder im Bereich 0 oder 1 vor der Querung eine beidseitige Sicherung vollziehen.

Für Personen, die einer Unterhaltung mit anderen Fußgängern nachkamen, wurde festgestellt, dass diese Gruppe signifikant häufiger beidseitiges Sicherungsverhalten im Bereich 0 oder 1 zeigte (Exakter Test nach Fisher, $p < .001$). Dies traf insbesondere auf den Bereich 0 (Gehweg) zu.

Vorhersage der Wahrscheinlichkeit einer beidseitigen Sicherung vor der Querung

Logistische Regressionsanalysen wurden durchgeführt, um das Auftreten einer beidseitigen Sicherung (als Kriterium für eine sichere Querung) unter ganzheitlicher Berücksichtigung der potenziellen Einflussgrößen vorherzusagen. Für eine gemeinsame Betrachtung der Bereiche 0 und 1 zeigten Tests, dass sich ein Modell unter Berücksichtigung der beschriebenen Faktoren im Vergleich zu einem konstanten Modell signifikant unterschied ($\chi^2 = 29.874$, $df = 6$, $p < .001$). D. h., dass das Set berücksichtigter Prädiktoren bedeutsamen Erklärungsbeitrag für die Vorhersage einer beidseitigen Sicherung leistet. Dabei ist weiterführend allerdings festzustellen, dass der Anteil der aufgeklärten Varianz zwischen Prädiktoren und Gruppierung (Sicherungsverhalten vorhanden vs. nicht vorhanden) mit einem Nagelkerkes $R^2=0.033$ sehr gering ausgeprägt ist. Die Regressionskoeffizienten und die Odds-Ratios der einzelnen Prädiktoren sind in Tabelle 4-16 aufgelistet. Demnach hat insbesondere das Alter einen Einfluss auf das Zeigen einer beidseitigen Sicherung. Im Vergleich zu Erwachsenen erhöht sich die Wahrscheinlichkeit einer beidseitigen Sicherung bei Kindern um das 2,5 fache, Senioren zeigen im Vergleich zu Erwachsenen eine 50 % höhere Wahrscheinlichkeit einer beidseitigen Sicherung beim Querenden. Weiterhin zeigt sich, dass offenbar Personen, die sich unterhalten, stärker absichern als andere Personen. Hierbei wurde eine etwa dreifach höhere Wahrscheinlichkeit für beidseitiges Sicherungsverhalten festgestellt. Das Geschlecht, die Handynutzung sowie das Tragen von Kopfhörern zeigten keinen signifikanten Effekt.

4.5.3 Sicherungsverhalten während der Querung

Das Sicherungsverhalten während der Querung wurde ebenfalls zunächst separat betrachtet für den Bereich der ersten Fahrbahn (Bereich 2) und für den Bereich der zweiten Fahrbahn (Bereich 3).

Bezogen auf den Bereich 2 wurde für $N = 817$ Fußgänger (65,8 %) kein beobachtbares Sicherungs-

Prädiktor	Regressionskoeffizient B	Standardfehler	Wald	df	Signifikanz	Exp(B)
Alter Ref: Erwachsene			12,426	2	,002	
Alter: Kinder	,920	,357	6,638	1	,010	2,510
Alter: Senioren	,458	,178	6,624	1	,010	1,581
Geschlecht: männlich	-,142	,121	1,379	1	,240	,867
Handynutzung	,059	,329	,033	1	,856	1,061
Kopfhörer	1,016	,785	1,673	1	,196	2,761
Unterhaltung	1,202	,388	9,588	1	,002	3,325
Konstante	,575	,093	38,613	1	,000	1,777

Tab. 4-16: Vorhersage einer beidseitigen Sicherung vor der Querung; Regressionskoeffizienten

verhalten registriert. 167 Personen (13,4 %) zeigten Kopfbewegungen in beide Fahrrichtungen. Bei 38 Querungen (3,1 %) wurde Sicherungsverhalten entgegen der Fahrtrichtung (links) und für 220 Fälle (17,7 %) ausschließlich mit der Fahrtrichtung (rechts) beobachtet.

Im Bereich 3 des Querungsvollzuges zeigten 1163 Personen (93,6 %) kein beobachtbares Sicherungsverhalten. 8 Personen sicherten in beide Richtungen ab, bei 10 Personen wurden Sicherungsverhalten nach links festgestellt und bei 61 Fußgängern erfolgte eine Sicherung nach rechts.

Einfluss des Alters

Für das Alter der Fußgänger wurde festgestellt, dass Kinder im Vergleich zu Erwachsenen und Senioren weniger Sicherungsverhalten insbesondere

im Bereich 2, also auf der ersten Fahrbahn, zeigen. Auf der 2. Fahrbahn (Bereich 3) ähnelt sich das Bild zwischen den Gruppen stark (Exakter Test nach Fisher, $p = .450$; siehe Tabelle 10-4 und Tabelle 10-5 im Anhang A.5).

Einfluss der Nebentätigkeit

Um Einflüsse von Nebentätigkeiten und Alter der Fußgänger zu prüfen, wurde analog zur Betrachtung vor der Querung das Sicherungsverhalten in Form von erkennbaren Kopfbewegungen der einzelnen Gruppen verglichen.

Personen, die ein Handy nutzen, zeigten im Vergleich zu den übrigen querenden Fußgängern kein auffällig anderes Sicherungsverhalten (Bereich 2: Exakter Test nach Fisher, $p = .870$, Bereich 3: Exakter Test nach Fisher, $p \geq .99$). Für Personen, die einer Unterhaltung nachkamen, zeigte sich für den Bereich 3 ein bedeutsamer Unterschied (Exakter Test nach Fisher, $p = .011$), demzufolge zeigte diese Personengruppe offenbar häufiger als erwartet

	Bereich 2		Bereich 3	
	Ohne DT*	Mit DT	Ohne DT	Mit DT
Beidseitig	162 (13,5 %)	5 (11,1 %)	8 (0,7 %)	0 (-)
Links (entgegen der Fahrtrichtung)	36 (3 %)	2 (4,4 %)	10 (0,8 %)	0 (-)
Rechts (mit Fahrtrichtung)	212 (17,8 %)	8 (17,8)	59 (4,9 %)	2 (4,4 %)
Keine aktive Sicherung	787 (65,7 %)	30 (66,7 %)	1120 (93,6 %)	43 (95,6 %)
Total	1197 (100 %)	45 (100 %)	1197 (100 %)	45 (100 %)

*Dual Task: Unterhaltung

Tab. 4-17: Registriertes Sicherungsverhalten vor der Querung separat für den Bereich 2 und 3, in Abhängigkeit der Handynutzung; während der Querung

	Bereich 2		Bereich 3	
	Ohne DT*	Mit DT	Ohne DT	Mit DT
Beidseitig	155 (13,1 %)	12 (20,7 %)	7 (0,6 %)	1 (1,7 %)
Links (entgegen der Fahrtrichtung)	37 (3,1 %)	1 (1,7 %)	7 (0,6 %)	3 (5,2 %)
Rechts (mit Fahrtrichtung)	214 (18,1 %)	6 (10,4 %)	58 (4,9 %)	3 (5,2 %)
Keine aktive Sicherung	778 (65,7 %)	39 (67,2 %)	1112 (93,9 %)	51 (87,9 %)
Total	1184 (100 %)	58 (100 %)	1184 (100 %)	58 (100 %)

*Dual Task: Unterhaltung

Tab. 4-18: Registriertes Sicherungsverhalten vor der Querung separat für den Bereich 2 und 3, in Abhängigkeit Führen einer Unterhaltung; während der Querung

Sicherungsverhalten nach links, also in Richtung des bereits überquerten Fahrstreifens. Für das Tragen von Kopfhörern sind ausschließlich die be-

obachteten Fälle dargestellt. Eine Prüfung der Unterschiede erfolgte nicht.

Vorhersage des Sicherungsverhaltens während der Querung

Logistische Regressionsanalysen bestätigen die deskriptiven Befunde. Hierbei wurde das Auftreten einer Sicherung unter ganzheitlicher Berücksichtigung der potenziellen Einflussgrößen vorhergesagt. Im Unterschied zur Betrachtung des Verhaltens vor der Querung wurde hierbei sowohl einseitiges als auch zweiseitiges Sicherungsverhalten als Vorhandensein einer Sicherung bewertet. Es zeigt sich, dass Kinder im Vergleich zu Erwachsenen eine um ca. 60 % geringere Wahrscheinlichkeit aufweisen, auf der ersten Fahrbahn ein erkennbares Siche-

	Bereich 2	Bereich 3
Beidseitig	1 (9,1%)	0 (-)
Links (entgegen Fahrtrichtung)	0 (-)	0 (-)
Rechts (mit Fahrtrichtung)	4 (36,4%)	1 (9,1%)
Keine aktive Sicherung	6 (54,5%)	10 (90,9%)
Total	11 (100%)	11 (100%)
Dual Task: Tragen eines Kopfhörers		

Tab. 4-19: Registriertes Sicherungsverhalten separat für Bereich 2 und 3 in Abhängigkeit Tragen eines Kopfhörers; während der Querung

ungsverhalten zu zeigen. Weiterhin zeigen Personen, die sich unterhalten, tendenziell wahrscheinlicher Sicherungsverhalten auf der zweiten Fahrbahn.

4.5.4 Warten vor der Querung

Auftreten von Wartephasen vor der Querung

Innerhalb der 1242 Querungsvorgänge wurden 293 Fußgänger (23,6 %) registriert, die im Bereich 0 für eine Querung erkennbar gewartet haben. Dies spricht dafür, dass im Rahmen des freien Querens eine Orientierung für den Querungsvorgang häufig bereits während der Annäherung getroffen wird, so dass unmittelbar vor dem Querungsvollzug keine Warteepisoden zu registrieren sind.

Einfluss der Handynutzung

Zunächst wird die Auftretenshäufigkeit für dieses Verhalten (Warten ja vs. nein) für Fußgänger mit und ohne Handynutzung gegenübergestellt (siehe Tabelle 4-17). Im Anschluss wird zusätzlich zwischen Personen, die telefonieren, und Personen, bei denen eine Displayeingabe registriert wurde, differenziert. Dabei werden die Bereiche Gehweg (Bereich 0) sowie Fahrbahnrand bzw. Parkstreifen (Bereich 1) betrachtet.

Prädiktor	Regressionskoeffizient B	Standardfehler	Wald	df	Signifikanz	Exp(B)
Alter Ref: Erwachsene			6,839	2	,033	
Alter: Kinder	-,930	,356	6,823	1	,009	,395
Alter: Senioren	-,009	,168	,003	1	,958	,991
Geschlecht: männlich	-,025	,120	,042	1	,837	,976
Handynutzung	,006	,326	,000	1	,986	1,006
Kopfhörer	,441	,610	,524	1	,469	1,555
Unterhaltung	-,007	,290	,001	1	,981	,993
Konstante	-,609	,092	43,622	1	,000	,544

Tab. 4-20: Vorhersage einer Sicherung während der Querung im Bereich 2; Regressionskoeffizienten

Prädiktor	Regressionskoeffizient B	Standardfehler	Wald	df	Signifikanz	Exp(B)
Alter Ref: Erwachsene			1,837	2	,399	
Alter: Kinder	-18,693	5298,159	,000	1	,997	,000
Alter: Senioren	-,520	,383	1,837	1	,175	,595
Geschlecht: männlich	-,070	,234	,089	1	,765	,932
Handynutzung	-,333	,738	,203	1	,652	,717
Kopfhörer	,348	1,058	,108	1	,742	1,416
Unterhaltung	,804	,427	3,544	1	,060	2,234
Konstante	-2,580	,175	218,203	1	,000	,076

Tab. 4-21: Vorhersage einer Sicherung während der Querung im Bereich 3; Regressionskoeffizienten

	Bereich 0		Bereich 1	
	Warten nein	Warten ja	Warten nein	Warten ja
Ohne Handy	922	275	990	207
Mit Handy	27	18	32	13

Tab. 4-22: Auftretenshäufigkeit Warten

Vergleicht man Personen mit und ohne Handynutzung, so zeigt sich, dass der Anteil von wartenden Fußgängern in der Gruppe mit Handynutzung (40 %) deutlich höher war als in der Gruppe ohne Handynutzung (23 %). Das heißt, Personen, die ein Handy nutzten, warteten wahrscheinlicher vor der Querung auf dem Gehweg als Personen, die kein Handy nutzten ($\chi^2(2, N = 1242) = 6.975, p < .01$).

Ein ähnliches Bild lässt sich für das Warteverhalten im Bereich 1 berichten. Auch hier querte der Großteil der Personen ohne erkennbares Warteverhalten ($N = 1022, 82,3\%$). Der Anteil von Personen, für die eine Warteepisode registriert wurde, lag dabei in der Gruppe von Fußgänger mit Handynutzung (28,9 %) signifikant höher als in der Gruppe, die kein mobiles Endgerät nutzten (17,3 %). Demnach warteten Personen, die während der Querung ein mobiles Endgerät nutzen mit höherer Wahrscheinlichkeit vor der Querung am Fahrbahnrand als Personen, die dies nicht nutzen ($\chi^2(2, N = 1242) = 4.001, p < .05$).

Betrachtet man beide Bereiche gemeinsam zeigt sich, dass $N = 171$ Personen, die im Bereich 0 nicht warteten, anschließend im Bereich 1 vor der Querung kurz verweilten. $N = 244$ Personen warteten nicht im Bereich 1, dafür im Bereich 0. $N = 49$ Fußgänger zeigten in beiden Bereichen eine Warteepisode. Für $N = 778$ wurde weder im Bereich 0 noch im Bereich 1 ein Warten vor der Querung registriert. In Einklang mit den oben berichteten Ergebnissen zeigt sich hierbei noch deutlicher (siehe Bild 4-83), dass Personen, die während der Querung ein Handy nutzen, mit höherer Wahrscheinlichkeit entweder auf dem Gehweg oder am Fahrbahnrand warteten (60,0 %) als Personen, die kein Handy nutzen (36,5 %, $\chi^2(2, N = 1242) = 10.228, p < .001$).

Ein differenzierteres Bild offenbart sich, wenn zusätzlich die Art der Handynutzung unterschieden wird. Hierbei zeigt sich, dass insbesondere Personen, die das Display eines mobilen Endgerätes bedienen, eine höhere Wahrscheinlichkeit für Warteepisoden (72,4 %) gegenüber anderen Per-

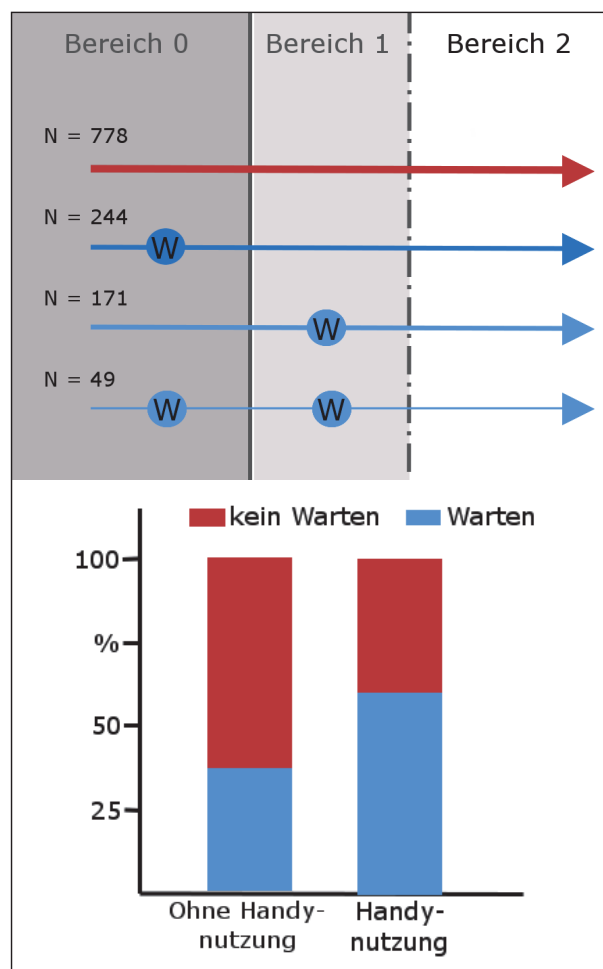


Bild 4-83: Verteilung der Warteperioden in den Bereichen 0 und 1

sonen zeigen ($\chi^2(2, N = 1242) = 15.592, p < .001$). Personen, die unmittelbar vor bzw. während der Querung telefonieren, zeigen hingegen nur eine marginal höhere Auftretenshäufigkeit von Wartephasen (44,4 %, $\chi^2(2, N = 1242) = 0.392, p = .531$).

Logistische Regressionsanalysen betrachteten die Auftretenswahrscheinlichkeit von Wartephasen im Bereich 0 und/oder 1 unter ganzheitlicher Betrachtung aller potenziellen Einflüsse (siehe Tabelle 423). Dabei zeigt sich das Modell unter Einbeziehung der Prädiktoren signifikant verschieden von einem konstanten Modell ($\chi^2 = 47,033, df = 6, p < .001$). Die Gesamterklärungskraft des Modells ist als gering zu bewerten (Nagelkerkes $R^2 = 0.051$). Eine genauere Betrachtung der Prädiktoren zeigt, dass mit Vorliegen einer Nebentätigkeit (Handynutzung, Unterhaltung) die Wahrscheinlichkeit einer Warteepisode um das 3fache höher ist, als ohne diese Nebentätigkeit. Ferner zeigt sich, dass Senioren gegenüber Erwachsenen eine etwa 85 % höhere Wahrscheinlichkeit für eine Wartephase vor der Querung aufweisen.

Prädiktor	Regressionskoeffizient B	Standardfehler	Wald	df	Signifikanz	Exp(B)
Alter Erwachsene			15,846	2	,000	
Alter: Kinder	,411	,283	2,111	1	,146	1,509
Alter: Senioren	,623	,163	14,660	1	,000	1,865
Geschlecht: männlich	-,122	,120	1,026	1	,311	,885
Handynutzung	1,037	,316	10,738	1	,001	2,821
Kopfhörer	1,241	,635	3,814	1	,051	3,458
Unterhaltung	1,172	,284	17,023	1	,000	3,229
Konstante	-,684	,092	54,704	1	,000	,505

Tab. 4-23: Vorhersage Warteperiode vor der Querung, Regressionskoeffizienten

Dauer der Wartephasen

In einem nächsten Schritt wurden die erhobenen Wartezeiten betrachtet. Da für Personen ohne Wartephasen keine Wartezeiten verfügbar sind, wurden diese von den entsprechenden Analysen ausgeschlossen. Weiterhin ist auch hier anzumerken, dass es sich bei den ermittelten Wartezeiten um Näherungswerte handelt, bei dem ein entsprechendes Maß an Unschärfe aufgrund der Eingabelatenz der Beobachter zu berücksichtigen ist.

Personen, die im Bereich 0 (Gehweg) verweilten, warteten im Mittel 12,9 s (SD = 14,41), der Median lag bei MD = 7,6 s. Personen mit registrierten Wartephasen im Bereich 1 (Fahrbahnrand) warteten im Mittel MW = 9,1 s (SD = 9,97) und in zentraler Tendenz MD = 5,4 s.

Einfluss der Handynutzung

Fußgänger, die ein Handy nutzten, verbrachten geringfügig mehr Zeit mit Warten in Bereich 0 (MW=13,6 s, SD=17,17) als Fußgänger, die kein mobiles Endgerät nutzten (MW = 12,9 s, SD = 14,25). Aufgrund der ungleichen Stichprobengröße und dem fehlenden Vorliegen einer Normalverteilung wurde mit dem Mann-Whitney-Test ein nicht-parametrisches Verfahren zur Testung der Unterschiede herangezogen. Die Testung zeigte für Personen ohne Handynutzung einen mittleren Rang von 147,12 und für Personen mit Handynutzung einen mittleren Rang von 145,22. Demnach unterschieden sich beide Gruppen nicht signifikant bezüglich der Dauer ihrer Wartezeit auf dem Gehweg (Mann-Whitney-U = 2443.00, p = 0.927).

Im Bereich 1 lag die Wartezeit für Personen, die ein Handy nutzten, mit MW = 12,6 s (SD = 10,16) im Mittel höher verglichen mit Personen ohne Handynutzung (MW = 8,9 s, SD = 9,94). Die nichtparametrische

Querungsgeschwindigkeit [m/s]		MD	MW	SD
Alter	Kinder	1,47	1,54	,66
	Erwachsene	1,55	1,65	,78
	Senioren	1,26	1,38	,69
Handynutzung	Nein	1,53	1,61	,76
	Ja	1,29	1,39	,76

Tab. 4-24: Median und Mittelwerte der Querungsgeschwindigkeit

Testung auf Unterschiede zeigte für Fußgänger mit Handynutzung einen mittleren Rangplatz von 140,69 und für Fußgänger ohne Handynutzung einen mittleren Rangplatz von 108,60. Demzufolge wiesen Fußgänger, die ein Handy nutzten, tendenziell mehr Wartezeit auf als wartende Fußgänger, die kein Handy nutzten (Mann-Whitney-U = 953.00, p = 0.078).

Betrachtet man wiederum beide Abschnitte gemeinsam und summiert die Dauer der Wartephase für beide Abschnitte, zeigt sich eine mittlere Wartezeit von MW=12,5 (SD = 13,74, MD = 7,6) bei der die Wartezeit für Personen mit Handynutzung (MW = 15,1; SD = 15,5) etwas über dem Mittel für Personen ohne Handynutzung (MW = 12,3, SD = 13,62) liegt. Die Testung auf Unterschiede ermittelte einen mittleren Rang von 230,94 für Personen ohne Handynutzung und von 257,81 für Fußgänger mit Handynutzung und verfehlte damit den statistischen Nachweis eines signifikanten Unterschieds (Mann-Whitney-U = 5216.00, p = 0.312). Eine weiterführende Differenzierung der Nutzungsart erweist sich vor dem Hintergrund der kleiner werdenden Fallzahlen als nicht zielführend.

4.5.5 Querungsvollzug

Zur Beschreibung der Querung dienten einerseits die geschätzte Querungsgeschwindigkeit und an-

Quelle	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
Korrigiertes Modell	13,661*	4	3,415	5,941	0,00
Konstanter Term	154,384	1	154,384	268,555	0,00
Alter	6,523	2	3,262	5,674	0,04
Handynutzung	1,936	1	1,936	3,368	0,067
Alter X Handynutzung	,220	1	,220	,383	0,536
Fehler	641,554	1116	,575		
Gesamt	3532,010	1121			

*R-Quadrat = ,021 (korrigiertes R-Quadrat = ,017)

Tab. 4-25: ANOVA; Effekte von Alter und Handynutzung auf Querungsgeschwindigkeit

Querungswinkel		MW	SD
Alter	Kinder	15,5	13,94
	Erwachsene	17,0	14,79
	Senioren	12,7	10,47
Handynutzung	Nein	16,3	14,27
	Ja	17,4	13,97

Tab. 4-26: Mittelwerte des Abweichungsgrads von einer orthogonalen Querung

dererseits der Querungswinkel. Da die benötigte Querungszeit in starkem Maße von der lokalen Querungsstelle abhängig ist, wird an anderer Stelle auf diese Größe eingegangen.

Querungsgeschwindigkeit

Es ist anzumerken, dass es sich bei der ermittelten Querungsgeschwindigkeit um eine Näherung für den tatsächlichen Geschwindigkeitswert handelt, die basierend auf den erhobenen Wegpunkten und Zeitstempeln nachträglich berechnet wurde. D. h., dass die entsprechenden Werte erhebungsbedingten Verzerrungen unterliegen, die u. a. auf die Latenzzeit zwischen gezeigtem Verhalten und Beobachtereingabe sowie auf dem Abweichungsgrad der Übertragung der Wegpunkte in das digitale Beobachterprotokoll zurückzuführen sind. Aufgrund dieser möglichen Verzerrungen wurden Ausreißer und Extremwerte von den statistischen Analysen ausgeschlossen und ausschließlich Werte innerhalb des 1,5-fachen Interquartilsabstands [$Q1 - 1,5 \times IQR \leq v \leq Q3 + 1,5 \times IQR$] betrachtet.

Die Mittelwerte für den Näherungswert der Querungsgeschwindigkeiten sind in Tabelle 4-24 für die einzelnen Alterskategorien sowie für den Faktor Handynutzung differenziert ausgewiesen. Die Befunde verweisen darauf, dass der gewählte metho-

dische Zugang ein annähernd realistisches Bild der Geschwindigkeit beim Queren zeichnet.

Es zeigte sich weiterhin, dass sowohl das registrierte Alter als auch die registrierte Nebentätigkeit Handynutzung Einfluss auf die Querungsgeschwindigkeit aufweisen (vgl. Tabelle 4-25). Demnach queren Erwachsene schneller die Fahrbahnen als Kinder, Senioren queren die Straße am langsamsten. Ferner queren Personen, die ein Handy nutzen, tendenziell langsamer.

Querungspfad

Der Abweichungsgrad von einer orthogonalen Querung (90°) wurde als weiteres Attribut zur Beschreibung der Querung betrachtet. Im Mittel wichen die beobachteten Fußgänger um $16,3^\circ$ ($SD = 14,26$) von einer rechtwinkligen Fahrbahnüberquerung ab (in beide Richtungen).

Eine Varianzanalyse (Tabelle 4-22) verwies auf einen marginal signifikanten Effekt der festgestellten Alterskategorie auf den Querungswinkel ($F(2,1237) = 2,498$, $p = 0,083$). Demnach querten Senioren die Fahrbahnen tendenziell mit einer geringeren Abweichung von einem 90° -Querungspfad.

4.6 Konfliktanalysen (Stufe 3)

Insgesamt wurden 131 Fußgänger-Fahrzeug-Konflikte erhoben, welche in Tabelle 4-28 charakterisiert sind.

Im Rahmen der Erhebung von Konflikten aus den Videoaufnahmen fallen auch Ergebnisse zu den Geschwindigkeiten als Geschwindigkeitsprofile der Konfliktgegner an. Eine Auswertung der Kenngrößen dieser Geschwindigkeitsprofile der Fußgänger als Konfliktgegner 1 ist in Bild 4-84 dargestellt.

Quelle	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
Korrigiertes Modell	3307,220*	4	826,805	4,107	,003
Konstanter Term	22927,531	1	22927,531	113,892	,000
Alter	1005,656	2	502,828	2,498	,083
Handynutzung	266,770	1	266,770	1,325	,250
Alter X Handynutzung	316,165	1	316,165	1,571	,210
Fehler	249020,323	1237	201,310		
Gesamt					

* R-Quadrat = ,013 (korrigiertes R-Quadrat = ,010)

Tab. 4-27: ANOVA; Effekte von Alter und Handynutzung auf den Abweichungsgrad von einer orthogonalen Querung

		FG quert	
		vor Fz	nach Fz
Anzahl insgesamt		86	45
Lichtverhältnisse	Tageslicht	35	41
	Dunkelheit	51	4
Infrastruktur	k. Mittelinsel	43	16
	Mittelinsel	43	29
Altersgruppe	Kinder	2	0
	Erwachsene	70	34
	Senioren	4	2
	k. A.	10	9
Handy, Gruppe, Kinderwagen, Gehhilfe	beeinflusst	16	7
	unbeeinflusst	70	38

Tab. 4-28 Charakterisierung der erhobenen Konflikte

Die Gehgeschwindigkeiten der Fußgänger wurden jeweils während des Querungsvorgangs ab dem Betreten der Fahrbahn gemessen. Dabei ist kein nennenswerter Mittelwertunterschied in Abhängigkeit der Querungssituation zu erkennen. Lediglich die Streuung der Geschwindigkeiten ist bei Querungen vor Fahrzeugen größer als bei Querungen nach Fahrzeugen.

Die Geschwindigkeitsverteilung der Fahrzeuge (ausschließlich Pkw) als Konfliktgegner 2 ist in Bild 4-85 dargestellt.

Die Fahrzeuggeschwindigkeiten streuen stark, vor allem, wenn Fußgänger vor dem Fahrzeug queren. Sehr niedrige Werte können dadurch zu Stande kommen, dass Fahrzeuge an einer vorgelagerten Mittelinsel gehalten haben oder fast bis zum Stillstand abbremsen müssen, um eine Kollision mit einem Fußgänger zu vermeiden.

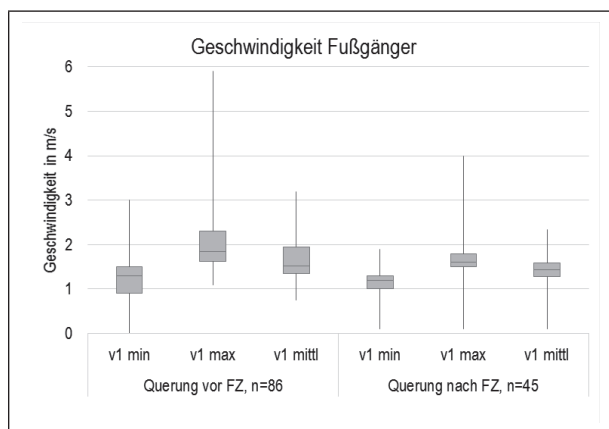


Bild 4-84: Geschwindigkeitsverteilung der Fußgänger als Konfliktgegner 1, jeweils bei Querung vor und hinter einem Fahrzeug

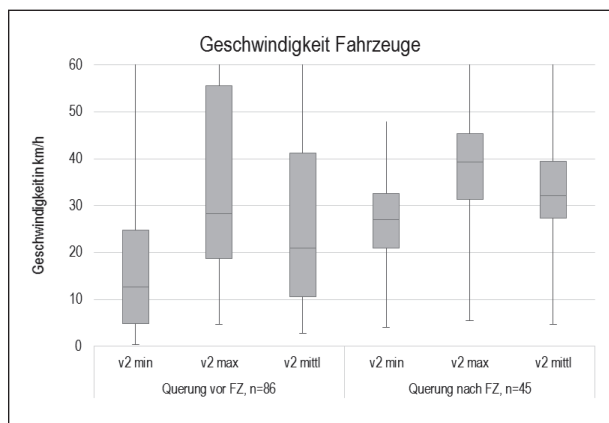


Bild 4-85: Geschwindigkeitsverteilung der Fahrzeuge als Konfliktgegner 2 jeweils bei Querung vor und hinter einem Fahrzeug (für eine bessere Visualisierung wurde das Diagramm nach oben abgeschnitten)

Die sehr hohen Ausreißer sind vermutlich auf die Messungenauigkeit zurückzuführen, da die Genauigkeit der Entfernungsbestimmung mit steigendem Abstand zum Kamerastandort sinkt.

Die mittleren Geschwindigkeiten streuen zwar stärker bei Querungen vor dem Fahrzeug, der Median ist jedoch deutlich geringer als bei Fußgängerque-

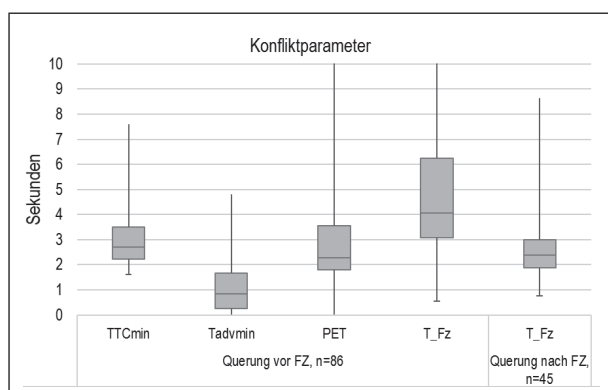


Bild 4-86: Konfliktparameter für die Querung von Fußgängern vor und hinter einem Fahrzeug

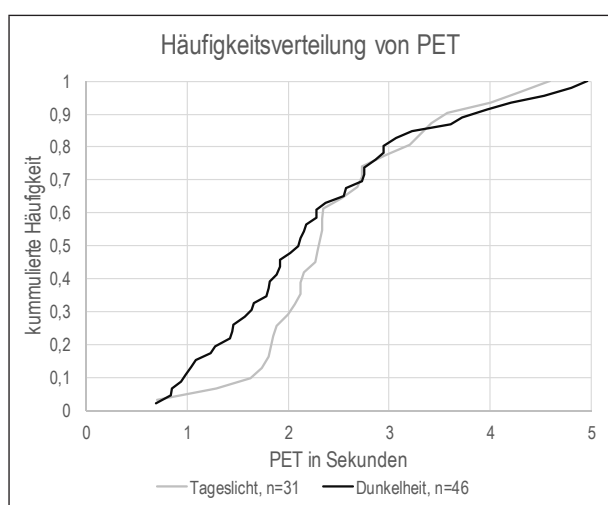


Bild 4-87: Verteilung des PET für Querungen bei Tageslicht und in der Dunkelheit

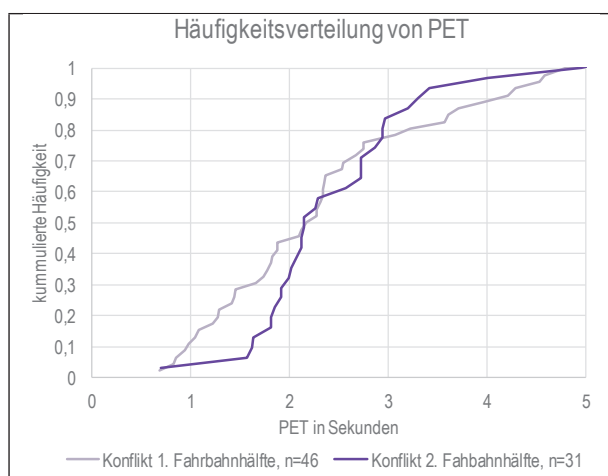


Bild 4-88: Verteilung des PET für Querungen der 1. vs. 2. Fahrbahnhälfte

runger nach dem Fahrzeug. Daher lässt sich annehmen, dass die Fahrzeuge ihre Geschwindigkeit auch aufgrund der Fußgänger verringern. Da auch der Median der maximalen Geschwindigkeit geringer ist als bei Fußgängerquerungen nach Fahrzeugen, wird vermutet, dass nicht nur im Falle einer drohenden Kollision die Geschwindigkeit reduziert

wird, sondern auch, um einen bestimmten Sicherheitsabstand zu gewährleisten und im Falle einer Vollbremsung einen kürzeren Bremsweg zu haben. Weitere vermutete Hintergründe für dieses Ergebnis sind, dass Fußgänger schnellere Fahrzeuge eher vorbeifahren lassen bzw. nach diesen queren oder dass sie vor langsameren Fahrzeugen eher knapp queren.

Zur Überprüfung dieser Hypothese werden die Konfliktparameter T_{advmin} bzw. $pPET_{min}$ (minimaler auftretender Wert im Laufe des Konfliktes) und PET verglichen.

In Bild 4-86 sind die Kennwerte der Konfliktparameter jeweils für die Querung vor und hinter dem Fahrzeug dokumentiert. Es ist zu erkennen, dass der Median für T_{advmin} deutlich unterhalb des Medians der PET liegt. Sehr niedrige T_{advmin} -Werte bedeuten, dass eine potenzielle Kollision bevorsteht, wenn sich das Bewegungsverhalten der Konfliktgegner nicht ändert. Allerdings passen die Konfliktgegner ihre Geschwindigkeit an (Fußgänger beschleunigt und/oder Fahrzeug bremst ab) und entschärfen dadurch die Konfliktsituation.

Aus diesem Grund ist nicht nur die PET interessant, sondern auch die Zeit, die noch bis zum potenziellen Konflikt bleibt. Dafür wird das T_{Fz} berechnet. Generell sind die ermittelten Werte der Konfliktparameter für sich selbst wenig aussagekräftig, erst im relativen Vergleich können Schlussfolgerungen zum sicherheitsrelevanten Verhalten z. B. der Fußgänger daraus abgeleitet werden.

Für Fußgängerquerungen nach Fahrzeugen wird an dieser Stelle lediglich T_{Fz} berechnet. Es handelt sich hier um den maximalen Wert des T_{Fz} , der einer durch den Fußgänger abgelehnten Zeitlücke entspricht. Da der Zeitpunkt der Ablehnung nicht eindeutig identifiziert werden kann, ist es möglich, dass es auch größere Zeitlücken gibt, die der Fußgänger abgelehnt hat. Die als T_{Fz} ermittelten Zeitlücken wurden auf jeden Fall abgelehnt (bei Querung nach Fahrzeug).

Aus der Literaturanalyse wurde deutlich, dass Dunkelheit einen unfallbegünstigenden Zustand für Fußgängerquerungen darstellt. Für eine nähere Analyse dieses Phänomens werden daher die Konfliktparameter an den gleichen Erhebungsstellen bei Tageslicht und bei Dunkelheit erhoben (siehe Tabelle 4-29 und Tabelle 4-30).

	TTC				PET			
	Tageslicht		Dunkelheit		Tageslicht		Dunkelheit	
	n	%	n	%	n	%	n	%
bis 1 s	-	-	-	-	1	3	5	10
1,01-2s	3	33	4	17	7	20	16	31
2,01-3 s	2	22	11	46	16	46	16	31
3,01-4 s	2	22	5	21	5	14	5	10
4,01-5 s	2	22	3	13	3	9	4	8
>5 s	-	-	1	4	3	9	5	10
Gesamt	9		24		35		51	

Tab. 4-29: Verteilung der Konfliktparameter TTC und PET bei Querung Tageslicht vs. Dunkelheit

	T _{Fz}				T _{admin}			
	Tageslicht		Dunkelheit		Tageslicht		Dunkelheit	
	n	%	n	%	n	%	n	%
bis 1 s	1	3	1	2	9	26	19	37
1,01-2 s	1	3	3	6	12	34	20	39
2,01-3 s	3	9	11	22	8	23	16	31
3,01-4 s	7	20	15	29	2	6	9	18
4,01-5 s	5	14	8	16	3	9	2	4
>5 s	18	51	13	25	1	3	1	2
Gesamt	35		51		35		51	

Tab. 4-30: Verteilung der Konfliktparameter T_{Fz} und T_{admin} bei Querung Tageslicht vs. Dunkelheit

	TTC				PET			
	FS 1		FS 2		FS 1		FS 2	
	n	%	n	%	n	%	n	%
bis 1 s	-	-	-	-	5	9	1	3
1,01-2 s	3	12	3	43	15	28	9	28
2,01-3 s	10	40	3	43	15	28	16	50
3,01-4 s	7	28	-	-	6	11	3	9
4,01-5 s	4	16	1	14	5	9	2	6
>5 s	1	4	-	-	8	15	1	3
Gesamt	25		7		54		32	

Tab. 4-31: Verteilung der Konfliktparameter TTC und PET bei Querung 1. vs. 2. Fahrbahnhälfte

	T _{Fz}				T _{admin}			
	FS 1		FS 2		FS 1		FS 2	
	n	%	n	%	n	%	n	%
bis 1 s	2	4	-	-	20	37	8	25
1,01-2 s	3	6	1	3	16	30	16	50
2,01-3 s	8	15	6	19	11	20	5	16
3,01-4 s	14	26	8	25	2	4	1	3
4,01-5 s	8	15	6	19	3	6	2	6
>5 s	19	35	11	34	2	4	-	-
Gesamt	54		32		54		32	

Tab. 4-32: Verteilung der Konfliktparameter T_{Fz} und T_{admin} bei Querung 1. vs. 2. Fahrbahnhälfte

Während die TTC aufgrund der Stichprobengröße nur bedingt interpretierbar ist, deutet sich für die PET eine Tendenz an. Laut PET tendieren die Fußgänger bei Dunkelheit zu kritischeren Verhaltensweisen bei der Querung einer Straße. Ähnliches kann auch für die restlichen Konfliktparameter festgestellt werden. Geringe Werte bzw. Kategorien mit kleinen Werten der Konfliktparameter weisen erhöhte Anteile bei Dunkelheit auf.

Das Ergebnis zu den PET wird auch in der grafischen Verteilung nochmals deutlich (siehe Bild 4-87, nur PET <5s dargestellt). Gerade im sicherheitsrelevanten Bereich von <2s weist die Verteilung der Querungen bei Dunkelheit einen höheren Anteil auf.

Ein weiteres Thema betrifft die Querung der ersten und zweiten Fahrbahnhälfte bzw. des anliegenden (FS 1) oder gegenüberliegenden (FS 2) Fahrstreifens (siehe Tabelle 4-31 und Tabelle 4-32). Das Ergebnis ist hier weitaus weniger deutlich.

In Bild 4-88 sind die Verteilungen der PET dargestellt. Hier deutet sich an, dass kritischere PETs bei Querung der ersten Fahrbahnhälfte auftreten. Dies deckt sich mit den Erkenntnissen aus Kapitel 4.1.3, wonach die Kollision mit Fahrzeugen von links bzw. auf dem anliegenden Fahrstreifen die häufigste Unfallsituation mit Fußgängerbeteiligung in Bezug auf Schwer- und Leichtverletzte darstellt.

Die Konfliktsituationen wurden weiterhin nach Beeinflussung und/oder Ablenkung unterschieden. Darunter fallen die Nutzung von Mobiltelefonen, das Gehen zu zweit oder in Gruppen, das Mitführen eines Kinderwagens, Gehhilfen oder auch großen rollbaren Gepäckstücken. Konflikte mit diesen Kriterien werden unter dem Begriff „Fußgänger beeinflusst“ zusammengefasst.

Diese Zusammenfassung ist nur bedingt zielführend, da bspw. durch Handys abgelenkte Fußgänger sich potenziell anders verhalten könnten, als solche mit einem Kinderwagen oder Gehhilfe. Da die Stichprobe eine genauere Differenzierung nicht zulässt, wird auf dieses aggregierte Teilkollektiv zurückgegriffen.

In Tabelle 4-33 und Tabelle 4-34 sind Kennwerte aller Konfliktparameter aufgeführt. Die Unterschiede zwischen „beeinflussten“ und „unbeeinflussten“ Fußgängern deuten mit sehr leichter Tendenz darauf hin, dass „beeinflusste“ Fußgänger leicht kritischere Querungen vornehmen.

Das Ergebnis könnte als Widerspruch zu den Ergebnissen zum Sicherungsverhalten aus Stufe 2 interpretiert werden, wonach z. B. abgelenkte Personen tendenziell häufiger beidseitiges Sicherungsverhalten zeigten. Daher bleibt die Frage offen, ob sich die vorliegende Stichprobe besonders risikofreudig verhält oder ob durch die Beeinflussung eine falsche Einschätzung der Geschwindigkeiten und Entfernungen erfolgt.

Ergänzende grafische Darstellungen finden sich im Anhang A.6.

Um die Sicherheit der Querung zu bewerten, wurde die Post-Encroachment-Time (PET) für die einzelnen Querungen von Fußgängern mit Mobiltelefonnutzung ermittelt.

Betrachtet wurden potenzielle Konflikte separat auf der anliegenden Fahrbahnhälfte (Fahrbahn 1) und der gegenüberliegenden Fahrbahnhälfte (Fahrbahn 2) ausgehend vom Querungsverlauf. Auf der Fahrbahn 1 wurde in 73,9 % der Fälle kein Konfliktgegner beobachtet, für die Querung der Fahrbahn 2 wurde in 54,3 % der Beobachtungen kein Konfliktgegner festgestellt. Unter Berücksichtigung der gesamten Querung über beide Fahrbahnen (vgl. Tabelle 4-35) bedeutet dies, dass insgesamt 16 Querungen (34,8 %) bei freier Straße (gänzlich ohne Konfliktgegner bzw. in einem Fall durch den stehend Verkehrt Stau) vollzogen wurden, 30 Querungen (65,2 %) erfolgten mit potenziellem Konfliktgegner entweder auf der ersten oder der zweiten Fahrbahn.

Die häufigsten Konfliktgegner waren dabei Fahrradfahrer (N = 15) und Pkw-Fahrer (N = 15), weiterhin wurden ein Bus und zwei Transporter als Konfliktgegner registriert. Es ist anzumerken, dass Fahrradfahrer etwa gleich häufig auf Fahrbahn 1 und Fahrbahn 2 beobachtet wurden, während Pkw fast dreimal häufiger als Konfliktgegner auf der 2. Fahrbahn registriert wurden. Tabelle 4-36 zeigt die Mittelwerte der ermittelten PET in Abhängigkeit vom Konfliktgegner und der Fahrbahn. Es ist zu beachten, dass die ermittelten Werte für Transporter und Bus auf geringen Fallzahlen beruhen.

Unter Berücksichtigung der Fallzahlen wurden die ermittelten Zeitlücken kategorisiert und die absoluten Fallzahlen für Fußgänger-Fahrrad-Interaktionen und Fußgänger-Pkw-Interaktionen betrachtet (Tabelle 4-37).

	TTC				PET			
	Beeinflusst		Unbeeinflusst		Beeinflusst		unbeeinflusst	
	n	%	n	%	n	%	n	%
bis 1 s	-	-	-	-	2	13	3	5
1,01-2 s	2	22	3	14	6	38	17	26
2,01-3 s	3	33	9	41	4	25	25	38
3,01-4 s	3	33	4	18	3	19	6	9
4,01-5 s	1	11	5	23	-	-	7	11
>5 s	-	-	1	5	1	6	8	12
Gesamt	9		22		16		66	

Tab. 4-33: Verteilung der Konfliktparameter TTC und PET bei Querung beeinflusst vs. unbeeinflusst

	T_{Fz}				T_{admin}			
	Beeinflusst		Unbeeinflusst		Beeinflusst		unbeeinflusst	
	n	%	n	%	n	%	n	%
bis 1 s	2	13	-	-	11	69	30	45
1,01-2 s	1	6	3	5	4	25	20	30
2,01-3 s	5	31	8	12	-	-	10	15
3,01-4 s	3	19	19	29	1	6	1	2
4,01-5 s	3	19	9	14	-	-	5	8
>5 s	2	13	27	41	-	-	-	-
Gesamt	16		66		16		66	

Tab. 4-34: Verteilung der Konfliktparameter T_{Fz} und T_{admin} bei Querung beeinflusst vs. unbeeinflusst

		Fahrbahn 1			Gesamt
		Pkw	Fahrrad	Kein KG	
Fahrbahn 2	Pkw	0	0	11	11
	Fahrrad	0	2	5	7
	Bus	0	0	1	1
	Transporter	0	1	1	2
	Kein KG	4	5	16	25
Gesamt		4	8	34	46

Tab. 4-35: Anzahl und Art Konfliktgegner auf Fahrbahn 1 und 2 (N = 46)²³

Es zeigt sich, dass für Querungen auf der ersten Fahrbahn (ausreichend) größere Zeitlücken gewählt werden als auf der zweiten Fahrbahn. Darüber hinaus wird deutlich, dass bei Querungen mit Fahrrad-Interaktion häufiger geringere Zeitlücken akzeptiert werden, als dies für Querungen mit Pkw-Interaktion der Fall ist. Insbesondere auf der zweiten Fahrbahn ist eine Fußgängerquerung mit Interaktion mit einem Radfahrer (Fahrrad) als sicher-

²³ Eine Beobachtung wurde nachträglich kodiert, die Querung ereignete sich vor Beginn der Beobachtung (08:59 Uhr) durch die Beobachter vor Ort, wurde aber bereits durch die Videobeobachtung erfasst.

	Pkw (N=15)	Fahrrad (N=15)	Bus (N=1)	Transporter (N=2)
Fahrbahn 1	6,3 s	4,3 s	-	-
Fahrbahn 2	3,6 s	3,5 s	2,9 s	5,8 s

Tab. 4-36: Mittelwerte der PET in Abhängigkeit vom Konfliktgegner

	Fahrbahn 1		Fahrbahn 2	
	Pkw	Fahrrad	Pkw	Fahrrad
bis 1 s	-	-	-	1
1,10-2 s	-	-	4	2
2,01-3 s	-	1	2	1
3,01-4 s	-	3	2	1
4,01-5 s	2	2	1	-
>5 s	2	2	2	2

Tab. 4-37: Verteilung der Post Encroachment Time (PET) in Abhängigkeit von Fahrbahn und Konfliktgegner

heitskritisch zu bewerten ($PET < 1$ s). Weiterhin sind vier Querungen mit Pkw und zwei Querungen mit Fahrrad als grenzkritisch einzustufen (VAN DER HORST, 1990; SCHOBER, 2015). Die übrigen Beobachtungen weisen auf nicht kritische, normale Interaktionen hin.

Fazit

Im Rahmen der Konfliktanalyse deuten sich Unterschiede zwischen ausgewählten Teilkollektiven an (z. B. Dunkelheit auffälliger als Tageslicht oder Fahrrad als Konfliktgegner auffälliger als Pkw). Der Vergleich kritischer Interaktionen auf dem anliegenden sowie dem gegenüberliegenden Fahrstreifen führt in zwei unterschiedlichen Stichproben (mit vs. ohne Handynutzung) zu entgegengesetzten Ergebnissen. Ohne Handynutzung ergeben sich für den anliegenden Fahrstreifen kritischere Konfliktparameter.

Grundsätzlich ist der Vergleich der Verteilungen der Konfliktparameter eher zielführend, da bisher empirisch abgesicherte Grenzwerte für besonders kritische Konfliktparameter fehlen. Die Time-to-Collision (TTC) lässt teilweise andere Schlussfolgerungen als die restlichen Kennwerte zu, ist aber aufgrund der häufig kleineren Stichprobe auch in der Aussagefähigkeit stärker eingeschränkt. Die Post-Encroachment-Time (PET) ist einerseits nachvollziehbar (d. h. es ist verständlich was die Kenngröße genau beschreibt) und andererseits lassen sich alle Interaktionen damit beschreiben (bei TTC nicht möglich). Die weiterhin untersuchten Kenngrößen (T_{Fz} und T_{advmin}) ergeben ähnlich interpretierbare Ergebnisse wie die PET, weswegen für zukünftige Analysen die Verwendung der PET empfohlen wird.

Insgesamt haben die Ergebnisse nur einen indikativen Charakter, der Nutzen besteht hier eher in der Überprüfung der Machbarkeit und der methodischen Auseinandersetzung mit quantitativen Konfliktparametern. Einschränkungen der Aussagefähigkeit ergeben sich vorrangig aus den eher kleinen Stichproben (bezogen auf die analysierten Konfliktsituationen/Interaktionen nicht auf die Anzahl der querenden Fußgänger) aber auch aus den nicht vollständig vergleichbaren Erhebungsstellen. Damit ist der Einfluss überlagernder Faktoren (in Bezug auf Scheinkorrelationen) nur bedingt zu kontrollieren. Selbst bei der Analyse von Querungen bei Dunkelheit und Tageslicht reicht hier die Stichprobe nicht aus, um bspw. eine gleichmäßige Verteilung über alle Altersgruppen gewährleisten zu können.

4.7 Verfolgungsläufe (Stufe 3)

Insgesamt wurden in einem Zeitraum von sieben Stunden 58 Verfolgungsläufe mit Querungen aufgezeichnet (siehe Tabelle 4-38). Weitere Verfolgungen wurden durchgeführt, mussten jedoch aufgrund von nicht beobachtbaren Querungen oder Sicherheits Einschränkungen der verfolgenden Person verworfen oder abgebrochen werden. Bei den 58 Verfolgungsläufen wurden 70 Fußgänger und 81 Querungen beobachtet. Auch wenn es Ziel war, Unterschiede zwischen den Altersgruppen ausfindig zu machen, wurden keine Kinder unter 15 Jahren verfolgt. Grund dafür ist vor allem, dass ein mögliches Bemerkens der Verfolgung zu stark verändertem Verhalten, Angst und/oder Unsicherheit führen kann. Außerdem wurden somit für die Altersgruppen Erwachsene und Senioren verwertbare Stichprobengrößen erreicht. Aufgrund der genannten technischen Schwierigkeiten erfolgt eine Auswertung der Geschwindigkeiten nur für die Läufe, die über mehr als 100 m und über eine Dauer von mehr als einer Minute aufgezeichnet wurden (siehe Tabelle 4-39). Nach dieser Einschränkung verbleiben 34 auswertbare Verfolgungsläufe mit 41 beobachteten Personen und 58 beobachteten Querungen. Aufgrund dieses kleinen Kollektivs sind die Ergebnisse nur mit Vorsicht zu verallgemeinern.

In Bild 4-89 ist eine Karte des untersuchten Gebiets mit den Wegelinien der Fußgänger dargestellt. Es wird deutlich, dass vor allem die vertikal in der Mitte der Karte verlaufende Straße von Interesse war, da dort keinerlei Querungshilfen vorhanden waren.

		Alle Läufe		Auswertbare Läufe	
Altersgruppen		Anzahl Personen			
Jugendliche	15 - 17 Jahre	2		1	
Erwachsene	18 - 65 Jahre	61		35	
Senioren	Älter als 65 Jahre	7		5	
Merkmale		Absolut	Anteil	Absolut	Anteil
Handynutzung		5	7 %	3	7 %
Kopfhörer		3	4 %	2	5 %
Kinderwagen		1	1 %	0	0 %
Gehilfe		2	3 %	1	2 %
Gepäck /Rollkoffer		1	1 %	0	0 %
Querungsrichtung aus Sicht des Fußgängers		Absolut	Anteil	Absolut	Anteil
geradeaus		56	68 %	43	77 %
schräg links		20	25 %	10	17 %
schräg rechts		4	5 %	2	3 %
links		2	2 %	2	3 %
Infrastrukturelle Sicherung		Absolut	Anteil	Absolut	Anteil
Mittelinsel		11	14 %	10	17 %
Aufpflasterung		4	5 %	4	7 %
Keine		66	81 %	44	76 %

Tab. 4-38: Deskriptive Auswertung der Verfolgungsläufe

Auswertbare Läufe (n=34)	Einheit	Minimum	Maximum	Mittelwert
Streckenlänge	[m]	100	357	197
Verfolgungsdauer	[min:sec]	01:02	06:03	02:23
Geschwindigkeit	[m/s]	0,92	1,94	1,41

Tab. 4-39: Kenngrößen zur durchschnittlichen Geschwindigkeit der verfolgten Fußgänger

Generelle Beobachtungen

Im Folgenden werden die festgestellten Verhaltensweisen qualitativ beschrieben:

- Querungsentscheidungen fielen in einigen beobachteten Fällen sehr spontan. Als auslösender Faktor wird nicht die Zielwahl gesehen, sondern eine Zeitlücke im Verkehr, da die Fahrbahn dann schräg gequert (regelwidrig) und der Weg fortgesetzt wurde. Dies bestätigt die These, dass der entgegenkommende Verkehr über längere Zeit beobachtet wurde.
- Bei spontanen Querungen wird, um die Lücke im Verkehr direkt zu nutzen, auch durch parkende Fahrzeuge gequert. Bei Querungen, die abhängig von der Örtlichkeit bzw. des Zieles sind und nicht vom aktuellen Verkehrsaufkommen, werden oftmals größere Lücken zwischen parkenden Fahrzeugen gewählt. An diesen Stellen kann der fließende Verkehr besser beobachtet und der Fußgänger auch von der Fahrbahn aus gesehen werden.
- Fußgänger mit Kinderwagen oder Gehhilfe suchen Lücken und Absenkungen am Fahrbahnrand, um dort die Fahrbahn gerade zu queren.
- Ziele werden, wenn möglich, direkt angesteuert, sodass teilweise nicht an nahegelegenen Mittelinseln gequert wird, da dadurch der Weg länger wäre (regelwidrig).

Es wurden fünf Personen verfolgt, die in dieser Zeit ihr Handy nutzten:

- Eine Frau im Alter von etwa 25 Jahren blickte, während sie sich entlang der Straße bewegte, für einen kurzen Moment auf ihr Handy, steckte es danach wieder ein. Bei den zwei folgenden Querungen nutzte sie das Handy nicht.
- Eine weitere Frau im Alter von etwa 25 Jahren bewegte sich hauptsächlich entlang einer Einkaufsstraße und querte eine Seitenstraße. Im Laufe der Verfolgung schaute sie mehrfach auf das Gerät und hielt es auch während der Querung in der Hand. Inwiefern sie dabei auch auf

das Handy schaute, konnte durch die Beobachtung von hinten nicht erkannt werden.

- Eine Frau, etwa Anfang 20, hielt während des gesamten Verfolgungslaufs ihr Handy in der Hand. Nach kurzer Zeit fing sie außerdem an zu essen. Sie querte vier Seitenstraßen, wobei bei keiner der Querungen ein Sicherungsverhalten erkennbar war.
- Eine Frau, etwa 40 Jahre alt, bewegte sich telefonierend entlang der Fahrbahn. Kurz vor einem Knotenpunkt mit Straßenbahnhaltestelle unterbricht sie das Telefonat, um die auf der Fahrbahn in Mittellage haltende Straßenbahn zu erreichen. Eine bewusste Beobachtung des auf die Straßenbahn folgenden Verkehrs wurde nicht beobachtet, jedoch konnte dieser auf Grund der Gehrichtung eingesehen werden.
- Ein Mann im Alter von etwa 55 Jahren holte, während er querte, sein Handy heraus und schaute ab etwa der Mitte der Fahrbahn ausschließlich auf das Gerät. Dabei verlangsamte er seine Geschwindigkeit deutlich. Eine Sicherung der Querung fand direkt vor der Querung nach links und rechts statt.

Es wurden zwei Personen mit Gehhilfen beobachtet:

- Eine Frau, etwa 85 Jahre alt, nutzte einen Rollator und brach den ersten Querungsversuch ab, da an dieser Stelle kein abgesenkter Bordstein vorhanden war. Am Ende des Gehweges befand sich zwar ebenfalls kein abgesenkter Bordstein, jedoch war dies für sie der letztmögliche Querungsort. Es wurde beobachtet, dass sie zunächst ihren Rollator auf die Fahrbahn setzte, um dann den Verkehr aus beiden Richtungen zu beobachten und leicht schräg zu queren. Auch während der Querung konnten mehrmals Kopfbewegungen nach links und rechts beobachtet werden.
- Ein Senior mit Gehstock und eine Seniorin, beide etwa 80 Jahre alt, bewegten sich langsam (durchschnittliche Geschwindigkeit bei 0,89 m/s) entlang der Einkaufsstraße. Kurz vor der Querung einer Seitenstraße sicherten beide in Richtung der Seitenstraße ab. Während der Querung erfolgte eine Sicherung nur durch die Seniorin.

Sicherungsverhalten

Allgemein konnten folgende Verhaltensweisen zur Absicherung der Querung beobachtet werden:

- Fußgänger, die sich entlang der Fahrbahn bewegen, können den Gegenverkehr lange Zeit

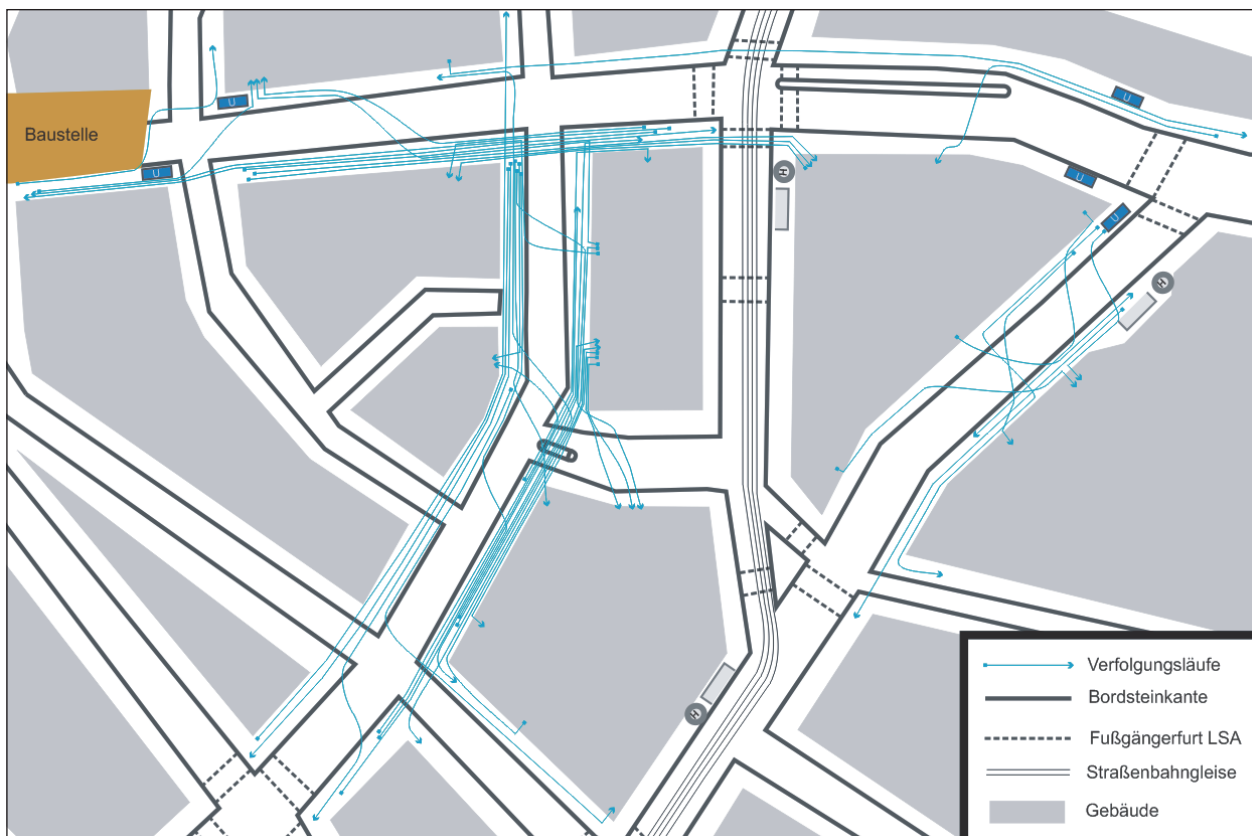


Bild 4-89: Karte mit Wegelinien der verfolgten Fußgänger

beobachten, eine separate Sicherung erfolgt nur entgegen der Gehrichtung

- Bei Fußgängern, die eine untergeordnete Straße queren, ist teilweise keine aktive Sicherung vor abbiegenden Fahrzeugen sichtbar. Eine eventuelle Sicherung aus den Augenwinkeln und durch Gehör kann hier aus Sicht der Fußgänger ausreichend sein (Situationen in denen Rechtsabbiegeunfälle geschehen könnten, werden häufig nicht explizit durch den Fußgänger abgesichert).
- Andererseits sichern sich Fußgänger teilweise auch an Stellen ab, an denen auf Grund einer Einbahnstraße oder Baustelle keine Fahrzeuge aus einer der oder beiden Richtungen zu erwarten sind. Dies kann entweder darauf zurückgeführt werden, dass das Betreten einer Fahrbahnfläche das automatische Absichern nach rechts und links hervorruft, mit Fehlverhalten gerechnet wird (z. B. Einbahnstraße) oder, dass die Örtlichkeit nicht bekannt ist.
- Bei zwei gemeinsam gehenden Personen war mehrfach nur ein Sicherungsverhalten von einer der beiden Personen beobachtbar. Womöglich verlässt sich die zweite Person auf die Sicherung ihres Begleiters.

Bei den Verfolgungsläufen wurde das Sicherungsverhalten der Fußgänger in drei unterschiedlichen Phasen beobachtet:

- Im Vorlauf der Querung: Während sich der Fußgänger entlang der Fahrbahn oder auf die Fahrbahn zu bewegt, eventuell auch ohne, dass eine Querungsabsicht erkennbar ist
- Direkt vor der Querung: Am Fahrbahnrand direkt vor Betreten der Fahrbahn, Querungsabsicht erkennbar durch Blick- oder Laufrichtung
- Während der Querung

Zu berücksichtigen ist, dass die beobachtende Person sich hinter dem Fußgänger aufgehalten hat und somit hauptsächlich die wahrscheinliche Blickrichtung anhand der Kopfbewegung abgeschätzt hat.

Für die erste Phase ergeben sich folgende Ergebnisse bezogen auf die Läufe von mehr als 100 m und länger als eine Minute:

- In 21 von 58 Fällen konnte eine Beobachtung des Verkehrs festgestellt werden.

- Das Ausmaß der Beobachtung variiert zwischen deutlichen Kopfbewegungen nach links und/oder rechts (14 Fälle) und der Einsehbarkeit einer Fahrtrichtung auf Grund der Gehrichtung (7 Fälle).
- In den anderen Fällen wird keine aktive Beobachtung vermutet, da teilweise der Blick Richtung Boden oder der Fahrbahn abgewandten Seite gerichtet war.

In der zweiten Phase direkt vor der Querung wurde in 45 von 58 Fällen ein Sicherungsverhalten beobachtet.

- Vielfach wurden deutliche Kopfbewegungen beobachtet, vor allem entgegen der Gehrichtung.
- In 23 Fällen wurde eine Fahrtrichtung erkennbar abgesichert. Acht dieser Fälle ereigneten sich an einer Mittelinsel vor Betreten der ersten Fahrbahnhälfte
- In 19 Fällen wurden erkennbar beide Fahrtrichtungen abgesichert.

In der dritten Beobachtungsphase wurde folgendes Sicherungsverhalten beobachtet:

- Bei 19 Querungen wurde auch während der Querung ein Sicherungsverhalten beobachtet.
- In nur zwei Fällen erfolgte eine beidseitige Absicherung.
- In fünf Fällen wurde nur die erste Fahrbahnhälfte (Blickrichtung links) abgesichert.
- In den anderen Fällen (12) erfolgte eine Absicherung der 2. Fahrbahnhälfte (Blickrichtung rechts). Davon entfallen sieben auf Querungen an einer Mittelinsel.

Insgesamt war bei 9 von 58 Querungen in keiner der drei Phasen eine Absicherung erkennbar, wobei 4 davon auf die o. g. junge Frau zurückzuführen sind, die während des Laufes auf ihr Handy schaute. Alle diese Querungen führten über untergeordnete Knotenpunktarme.

Im Gegensatz zu dem im Kindesalter gelernten Grundsatz vor einer Querung „Links-Rechts-Links“ abzusichern, wurde in vielen Fällen zuerst oder auch nur nach rechts bzw. die zweite Fahrbahnhälfte abgesichert. Dies lässt vermuten, dass die angrenzende Fahrbahnhälfte entweder auf Grund der Gehrichtung (Blick Richtung Konfliktgegner) oder auch aus den Augenwinkeln heraus eingesehen

werden kann. Bei einer Beobachtung des Verkehrs aus den Augenwinkeln wird vermutet, dass der Verkehr zusätzlich stark über das Gehör eingeschätzt wird.

Fazit

In der Verhaltensbeobachtung zeigte sich, dass ein Fußgänger das Absichern vor der Querung als weniger notwendig erachtet, wenn:

- eine Fahrtrichtung aufgrund der Gehrichtung des Fußgängers ständig einsehbar ist und/oder
- die visuelle und auditive Gesamteinschätzung zu dieser Schlussfolgerung führt.

Unter Berücksichtigung der Beobachtung, dass Personen mit vermutlich geringerer Ortskenntnis auch Fahrtrichtungen, aus denen auf Grund von Einbahnstraßenregelungen kein Verkehr zu erwarten ist, absichern, ist bei einer fehlenden Absicherung direkt vor der Querung nicht zwingend von einem höheren Risiko für den Fußgänger auszugehen. Die Umfeldbeobachtung kann diese Fälle durchaus absichern. Dennoch zeigten sich während der Verfolgungsläufe sehr vereinzelt Querungen von untergeordneten Fahrbahnen (Anschlussknotenpunkte entlang von HVS), bei denen jegliche Absicherung fehlte. Es ist in Bezug auf die Fußgänger zu vermuten, dass diese sich auf anhaltende bzw. wartende Fahrzeuge beim Abbiegen verlassen.

5 Diskussion und Empfehlungen

5.1 Stufe 1

Was sind zentrale Charakteristika des Fußgängerunfallgeschehens?

In Tabelle 5-1 sind die zentralen Charakteristika des Unfallgeschehens mit Fußgängerbeteiligung differenziert nach den wichtigsten Unfalltypen dokumentiert. Diese wurden aus der makroskopischen Unfallanalyse (Kapitel 4.1) abgeleitet.

Weitere Unfalltypen betreffen vor allem Längsverkehrsunfälle, bei denen Fußgänger mit parallel fahrenden Fahrzeugen (gleiche und entgegengerichtete Richtung) im Konflikt stehen.

Auffällig wird das Ergebnis bewertet, wonach Fußgänger häufiger mit Fahrzeugen auf dem anliegen-

den Fahrstreifen im Vergleich zum gegenüberliegenden Fahrstreifen beim Überschreiten in einen Konflikt geraten. Eine Vielzahl von Untersuchungen finden gegenteilige Befunden, zumindest für die Senioren (siehe Kapitel 2.1.4). Dies könnte ein Erklärungsansatz dafür sein, warum bei den Unfällen mit Getöteten die Kollision mit einem Fahrzeug auf dem gegenüberliegenden Fahrstreifen dominiert.

Die vergleichsweise hohe Relevanz der sonstigen Unfälle (Typ 7) verdient ebenfalls besonderer Beachtung. Dabei sind vor allem die nicht weiter definierten Unfälle des Typ 799 auffällig. Unter anderem aufgrund des hohen Anteils von Radfahrern als Konfliktgegner wird vermutet, dass ein relevanter Anteil im Seitenraum stattfindet. Das Rückwärtsfahren, mit einem vermutlich nicht unerheblichen Anteil bei den Parkplatzunfällen (Typ 703), rückt die Rolle des ruhenden Verkehrs für Fußgängerunfälle in den Fokus. Bei den Einzelfallanalysen in Kapitel 4.4.4 wird deutlich, dass dies häufig auch – vor der Querung – wartende Fußgänger am Straßenrand in einer Parkreihe sind.

Welche Infrastruktur- und Umfeldparameter weisen einen Zusammenhang mit Fußgängerunfällen bzw. den mitwirkenden Verhaltensweisen bei der Fußgängerquerung auf?

und

Welche Erkenntnisse können aus Einzelfallanalysen des Unfallgeschehens mit Fußgängerbeteiligung²⁴ gezogen werden? Lassen sich daraus Hinweise zum Einfluss der Ablenkung/Unaufmerksamkeit ableiten?

In Tabelle 5-2 sind die zentralen Netz-, Infrastruktur- und Umfeldmerkmale sowie mitwirkende Verhaltensweisen des Unfallgeschehens mit Fußgängerbeteiligung dokumentiert. Diese wurden aus den makroskopischen Unfallanalysen (Kapitel 4.1), den Unfallanalysen auf Netzebene (Kapitel 4.2) sowie den Unfallanalysen der Erhebungsstellen (Kapitel 4.4) abgeleitet.

Zentrale Problematik für die Fußgängerquerungen stellen Sichthindernisse dar. Das sind sowohl „ständige“ Hindernisse, wie parkende Fahrzeuge oder Bepflanzungen, als auch „temporäre“ Hindernisse, wie aufgrund von Rückstaus haltende Fahrzeuge. In diesem Zusammenhang wird auf §25 StVO hingewiesen, wonach bei Sichtbehinderungen andere Stellen für die Querung aufzusuchen sind. Einer-

²⁴ Knotenpunktfreie Strecke mit Anschlussknotenpunkte

Unfalltyp	Konflikt und Auffälligkeiten	Unfallgegner und Personen
Überschreiten der Fahrbahn	<ol style="list-style-type: none"> 1. Konflikt mit Fahrzeug auf anliegendem Fahrstreifen 2. Konflikt mit Fahrzeug auf gegenüberliegendem Fahrstreifen (häufigste Situation bei Getöteten) 3. sonstige Überschreiten-Unfälle 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pkw 2. Radfahrer 3. ÖV
	<ul style="list-style-type: none"> • hohe Unfallschwere • Wochentags • Spitzenzeiten 	<ul style="list-style-type: none"> • Tendenz zu jüngeren Fußgängern • Auffälligkeiten bei älteren Unfallgegnern (als Fahrzeugführer)
Abbiegen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Konflikt mit linksabbiegender Fahrzeug in gleicher Richtung 2. Konflikt mit linksabbiegender Fahrzeug in entgegengesetzter Richtung 3. Konflikt mit rechtsabbiegender Fahrzeug in gleicher Richtung 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pkw 2. Lkw ≤ 3,5 t 3. ÖV
	<ul style="list-style-type: none"> • Herbst- und Wintermonate • Wochentags • Frühspitze 	<ul style="list-style-type: none"> • leichte Tendenz zu älteren Fußgängern (vorrangig linksabbiegender Fahrzeuge in entgegengesetzter Richtung)
Sonstiger Unfall	<ol style="list-style-type: none"> 1. Übrige Unfälle (Unfalltyp 799) 2. Konflikt mit rückwärtsfahrendem Fahrzeug 3. Konflikt auf Parkplatz (außerhalb Straßenraum) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pkw 2. Radfahrer (vorrangig UT 799) 3. Lkw ≤ 3,5 t (vorrangig Rückwärtsfahren)
	<ul style="list-style-type: none"> • Sommermonate • Wochenende • verkehrsschwache Zeiten 	<ul style="list-style-type: none"> • Auffälligkeit bei Senioren (vor allem beim Rückwärtsfahren und auf Parkplätzen)

Tab. 5-1: Auffälligkeiten Unfallsituationen mit Fußgängerbeteiligung

seits liegt bei einem Querungsbeginn hinter einem Sichthindernis ein regelwidriges Verhalten vor. Jedoch ist diese Regelkenntnis in der Praxis zu verbessern.

Bei breiteren Fahrbahnen, aber auch Fahrbahnen, bei denen keine intensive Randnutzung auf querende Fußgänger hinweist, werden höhere Geschwindigkeiten vermutet (siehe hierzu auch SCHÜLLER, 2010), die sich ungünstig auf das Fußgängerunfallgeschehen auswirken. Auch wenn in der vorliegenden Untersuchung keine Geschwindigkeiten gemessen wurden, so sind die Hinweise auf nicht angepasste Geschwindigkeiten (hohe Verletzungsgrade bspw. bei querenden Kindern) sowie höhere Geschwindigkeiten begünstigende Straßenraumgestaltungen nicht außer Acht zu lassen.

Bei Mittelinseln spielen Standort als auch Häufigkeit eine zentrale Rolle. Aufgrund der Umweegeempfindlichkeit von Fußgängern können nicht optimal platzierte Mittelinseln ihre Wirkung nicht in vollem Umfang entfalten. Das bedeutet aber auch, dass häufig Mittelinseln in nicht ausreichender Anzahl vorhanden sind. Entlang der freien Strecke verlassen bspw. Fußgänger ÖV-Haltestellen in beide Richtungen. Dementsprechend bedarf es also auch Querungshilfen bei Bedarf an beiden Enden einer Haltestelle.

Radfahrer sind vor allem als Unfallgegner im Seitenraum auffällig. Das betrifft vor allem schmale Seitenräume. Weiterhin waren in Einzelfällen Radfahrer als Konfliktgegner am Ende des Querungsvorgangs der Fußgänger (gegenüberliegende Fahrbahn) als auch neben Parkstreifen (Fußgänger tritt von Parkstreifen direkt auf Radweg) auffällig.

An den Anschlussknotenpunkten der knotenpunktfreien Strecke war insbesondere die Auffälligkeit der linkseinbiegenden Fahrzeuge unerwartet. Hier spielt möglicherweise die Problematik eine Rolle, dass einbiegende Fahrzeugführer sich stark auf die Richtung des übergeordneten Verkehrs konzentrieren. Daher waren vor allem Unfälle mit Fußgängern auffällig, welche nicht in diesem Sichtbereich die Straße querten.

In den Einzelfallanalysen fiel insbesondere der Konflikt mit ausparkenden/rangierenden Fahrzeugen und wartenden Fußgängern auf. Rückwärtsfahrende Fahrzeugführer kollidierten dabei mit Fußgängern, welche entweder auf dem Gehweg oder dem Parkstreifen warteten.

Bei der Anlage von Querungshilfen im Bestandsnetz fällt auf, dass

- trotz Empfehlung der EFA 2002 teilweise keine Querungshilfen angeordnet wurden,

Konflikte	Netz-, Infrastruktur und Umfeldparameter	Mitwirkende Verhaltensweisen
alle Fußgängerunfälle	<ul style="list-style-type: none"> • 60-80 % Hauptverkehrsstraßennetz <ul style="list-style-type: none"> - 20-30 % HVKP - 25-35 % freie Strecke der HVStr - 20 % AKP • Radfahrer eher auf der freien Strecke als Unfallgegner der Fußgänger • erhöhte expositionsbereinigte Häufigkeiten von Fußgängerunfällen an Anschlussknoten und ÖV-Haltestellen 	<ul style="list-style-type: none"> • Polizeiliche Unfallursachen: <ul style="list-style-type: none"> - Fußgänger mit Unachtsamkeit und Hervortreten hinter Sichthindernissen - Kfz mit falschem Verhalten und Fehlverhalten beim Abbiegen - Radfahrer mit Benutzung der falschen Fahrbahn oder verbotswidrige Benutzung anderer Straßenteile
Überschreiten der Fahrbahn	<ul style="list-style-type: none"> • höchster Anteil auf allen Netzelementen (HVKP, HVStr, AKP, ES), am häufigsten an Hauptverkehrsstraßen mit bis zu 65 % • Sichthindernisse (vor allem parkende Fahrzeuge, durchgehende Parkreihen) • breitere Fahrbahnen • Mittelinsel nicht in direkten Laufwegen der Fußgänger • generell fehlende Querungshilfen • Dunkelheit und Nässe in Kombination 	<ul style="list-style-type: none"> • Fußgänger suchen Lücken in Parkstreifen, was aber nach oben aufgrund der Umwegeempfindlichkeit begrenzt ist • Querung durch Rückstaus von Kfz auf der Fahrbahn
Abbiegen	<ul style="list-style-type: none"> • Hauptverkehrs- und Anschlussknotenpunkte mit ähnlichen Anteilen • Sichtbehinderungen durch parkende Fahrzeuge an Knoten und Grundstückszufahrten • Dunkelheit und Nässe in Kombination 	<ul style="list-style-type: none"> • Auffälligkeit linkseinbiegender Kfz (tlw. mit Halt in Fahrbahnmitte) • ausschließliche Konzentration ein-/abbiegender Fahrzeugführer auf Kfz-Verkehr (Fußgänger nicht in Blickrichtung des Fahrzeugführers) • Überforderung durch komplexe Knotensituationen (nicht signalisiert) • reduziertes Absicherungsverhalten bei Querung untergeordneter Zufahrten an Anschlussknotenpunkte
Sonstige Unfälle	<ul style="list-style-type: none"> • Hauptverkehrsstraßen und Erschließungsstraßen • Seitenräume (eng, schmale Radwege → Konflikt mit Radfahrern) 	<ul style="list-style-type: none"> • Warten zwischen parkenden Fahrzeugen (vor Querung)

Tab. 5-2: Mitwirkende Infrastrukturcharakteristika und Umstände bei sicherheitsrelevanten Verhaltensweisen und Unfällen der Fußgänger

- vereinzelt die Empfehlungen zu Querungshilfen aufgrund praktischer Randbedingungen nicht greifen können (z. B. Mittelinseln oder FGÜ bei Straßenbahngleisen),
- Querungshilfen fehlerhaft oder in nicht ausreichender Anzahl platziert sind,
- Querungshilfen nicht die gewünschte Wirkung erzielen (bspw. weil Sichtbeziehungen immer noch ungenügend sind) oder
- ggf. auch außerhalb der Empfehlungen (Schwellwerte) der EFA 2002 eine Querungshilfe die Verkehrssicherheit unterstützen könnte.

Wie kann das Fußgängeraufkommen in Längs- und Querverkehr über Parameter des Straßenraums und/oder der Lage im Netz quantitativ abgeschätzt werden?

In Tabelle 5-3 sind potenzielle Faktoren zur Erklärung bzw. Abbildung des Fußgängeraufkommens im Längs- und Querverkehr dokumentiert.

Eine deutliche Korrelation zeigt sich zwischen dem Längs- und Querverkehr, wogegen die Verkehrsstärke des MIV den Querverkehr nur leicht beeinflusst. In der genutzten Stichprobe (Spitzenstunden der stündlichen Verkehrsstärke des MIV von 200 bis 1.700 Kfz/h) geht vom MIV nur eine leichte Trennwirkung auf den Fußgängerquerverkehr aus.

Bei den Entwurfsituationen der RASt 06 zeigen erwartungsgemäß die Geschäftsstraßen das höchste Aufkommen im Fußgängerverkehr. Wobei deren

Verkehrsstärke Fußgänger	Faktoren
Längsverkehr	<ul style="list-style-type: none"> • Zusammenhang mit dem Fußgänger-Querverkehr • kein Zusammenhang mit Verkehrsstärken des MIV • höchsten Werte in Haupt- und Örtlichen Geschäftsstraßen, stärkerer Unterschied zu restlichen typischen Entwurfsituationen (RASt 06) • bildet deutlich die Rangfolge (Nutzungsintensität) der Straßenklassen aus den EFA 2002 ab • korreliert mit Umfeldfaktor nach SCHÜLLER (2010)
Querverkehr	<ul style="list-style-type: none"> • Zusammenhang mit Fußgänger-Längsverkehr • leicht negativer Zusammenhang mit Verkehrsstärken des MIV (FG-Querverkehr sinkt mit steigendem DTV) • höchsten Werte in Haupt- und Örtlichen Geschäftsstraßen, geringere Unterschied zu restlichen Entwurfsituationen im Vergleich zu Längsverkehr (RASt 06) • leichte Tendenz zu Beginn der Querung an Straßenseiten ohne parkende Fahrzeuge • Anschlussknoten entlang von Hauptverkehrsstraßen erhöhen Fußgängerquerverkehr • negative Zusammenhang mit erhöhtem Anteil von Wohnnutzung • Querungen von Kindern und Senioren leicht erhöht im Bereich von Mittelinseln • Querungen von Senioren leicht erhöht im Bereich von ÖV-Haltestellen

Tab. 5-3: Faktoren zur Beschreibung des Fußgängerverkehrsaufkommens im Längs- und Querverkehr

Unterschied beim Längsverkehr stärker als im Querverkehr ausgeprägt ist. Die Straßenklassen der EFA 2002 lassen sich vergleichsweise gut mit dem Fußgängerlängsverkehr abgrenzen, beim Querverkehr ist diese Abgrenzung weniger stark ausgeprägt. Ähnliches zeigt sich auch für den Umfeldfaktor nach SCHÜLLER (2010), welcher vereinfacht die Randnutzung quantifiziert.

Der Fußgängerquerverkehr ist im Bereich von Anschlussknoten im Vergleich zur freien Strecke erhöht, d. h. dort ergibt sich eine besondere Notwendigkeit für Querungshilfen.

Fußgänger beginnen tendenziell eher an Straßenseiten bzw. in Bereichen ohne parkende Fahrzeuge die Straße zu queren, somit erfolgt hier eine Gefahrenkompensation in Bezug auf Sichthindernisse.

In welchem Zusammenhang stehen unterschiedliche Konfliktpunktbelastungen (Verkehrsstärken Fußgänger und Unfallgegner) mit dem Unfallgeschehen?

Das Fußgängerunfallgeschehen (vorrangig mit Beteiligung des MIV) korreliert mit dem Fußgängerquerverkehr. Dieser Zusammenhang ist nicht linear. Mit zunehmender Verkehrsstärke des Fußgängerquerverkehrs nimmt der Anstieg der Häufigkeit der Fußgängerunfälle ab. Für den Einfluss konnte kein Zusammenhang zwischen der Verkehrsstärke des MIV und der expositionsbereinigten Verkehrsstärke im Fußgängerquerverkehr festgestellt werden. Das wird dahingehend interpretiert, dass auch geringe Verkehrsstärken im MIV nicht weniger unfallbe-

günstigend sind als höhere Verkehrsstärken. Damit wird die Relevanz der DTV als Grenzwert für die Einrichtung von Querungshilfen zumindest zur Diskussion gestellt.

Eine erhöhte expositionsbereinigte Häufigkeit von Fußgängerunfällen ergibt sich an Anschlussknotenpunkten und im Bereich von ÖV-Haltestellen. Bei den Anschlussknotenpunkten ersterem wird die komplexere Verkehrssituation mit ein- und abbiegenden Fahrzeugen als unfallbegünstigender Umstand interpretiert. Im Bereich von ÖV-Haltestellen spielen vermutlich Sichtverdeckungen durch das ÖV-Fahrzeug aber auch u. U. eine stärkere Unaufmerksamkeit der Fahrgäste eine Rolle.

Es deutet sich an (nur leichte Tendenz), dass mit einem höheren Aufkommen im Fußgängerlängsverkehr, die expositionsbereinigte Häufigkeit für Fußgängerunfälle beim Queren der Fahrbahn leicht abnimmt. Für praktische Belange bedeutet dies, dass Fußgänger im Seitenraum stärker für den Kraftfahrzeugverkehr sichtbar sein sollten, da diese u. U. die Gefährlichkeit von Querungen verringert.

Wie können bestehende Unfallmodelle zur Verkehrssicherheit von Stadtstraßen über die Auswertungen des Fußgängerverhaltens und -unfallgeschehens weiterentwickelt werden?

Stellvertretergrößen zur Beschreibung des Fußgängerquerverkehrs im Längs- und Querverkehr wurden in dieser Arbeit beschrieben und hinsichtlich Aussagefähigkeit bewertet. Damit können Unfallmodelle – bei fehlenden Daten zum Fußgängerquerverkehr – auch mit Stellvertretergrößen entwickelt

Altersgruppe	Problemsituationen
Kinder	<ul style="list-style-type: none"> • Queren durch parkende Fahrzeuge hindurch (erhöhte Relevanz der Sichtverdeckung aufgrund Körpergröße) • erhöhte Unfallsauffälligkeit vor allem in der Frühspitze von 7-8 Uhr aber auch zwischen 13-18 Uhr • erhöhte Unfallsauffälligkeit in Erschließungsgebieten • leichte Tendenz, dass eher Fahrzeuge auf dem anliegenden Fahrstreifen problematisch sind • Querung der Fahrbahn ohne jegliche Sicherung (tlw. beim Spielen mit anderen Kindern) • Nutzung Gehweg als Aufenthalts- oder Spielfläche
Senioren	<ul style="list-style-type: none"> • erhöhte Auffälligkeit bei Konflikten mit abbiegenden und rückwärtsfahrenden Fahrzeugen • leichte Auffälligkeit als Fahrzeugführer bei Fußgängerunfällen • erhöhte Auffälligkeit in der Vormittagsspitze von 10-12 Uhr aber auch zwischen 14-18 Uhr • leicht erhöhte Auffälligkeit an (meist nicht-signalisierten) Anschlussknotenpunkten • leichte Tendenz, dass eher Fahrzeuge auf gegenüberliegenden Fahrstreifen problematisch sind • Warten in der Mitte der Fahrbahn (ggf. Hinweis auf die Annahme kritischer Zeitlücken)

Tab. 5-4: Spezifische Problemsituationen von Kindern und Senioren

und entsprechend den hier vorliegenden Ergebnissen interpretiert werden.

Signifikante Zusammenhänge zwischen Vorhandensein oder Dichte von Anschlussknoten sowie ÖV-Haltestellen entlang von Hauptverkehrsstraßen sind dabei sowohl auf das dort erhöhte Aufkommen im Fußgängerquerverkehr aber auch die erhöhte Gefährdung aufgrund der örtlichen Verkehrssituationen zurückzuführen.

Ursachen für erhöhte Häufigkeiten von Sonstigen Unfällen (Typ 7; siehe bspw. AURICH et al., 2015) in Straßen mit parkenden Fahrzeugen am Straßenrand sind zu einem nicht unerheblichen Anteil auf Unfallsituationen mit rückwärtsfahrenden Fahrzeugen und zwischen Fahrzeugen wartenden Fußgängern zurückzuführen.

Welche spezifischen Probleme und Problemsituationen gibt es für die verschiedenen Fußgängergruppen (Kinder, Senioren)?

In Tabelle 5-4 sind die zentralen Charakteristika des Unfallgeschehens mit Fußgängerbeteiligung differenziert nach den wichtigsten Unfalltypen dokumentiert. Diese wurden aus den Analyseschritten der Stufe 1 abgeleitet.

Die bisherigen Ergebnisse der Literaturanalyse werden in großen Teilen bestätigt. Kinder sind vorrangig beim Überschreiten, im Zusammenhang mit Sichthindernissen aber auch durch eigenes unachtsames Verhalten gekennzeichnet. Damit ist auch die leichte Auffälligkeit zu begründen, dass Kinder und Jugendliche häufiger als Erwachsene und Senioren beim Überschreiten mit den Fahrzeugen auf dem anliegenden Fahrstreifen kollidieren.

Senioren weisen Auffälligkeiten bei Abbiegeunfällen sowie mit rückwärtsfahrenden Fahrzeugen auf. Bei Letzteren wird vermutet, dass diese von den Senioren nicht als mögliche Gefahr angesehen werden. Die leichte Tendenz zu einer häufigeren Kollision mit Fahrzeugen auf dem gegenüberliegenden Fahrstreifen könnte dadurch erklärt werden, dass Senioren sich am Anfang der Querung vor allem auf den anliegenden Fahrstreifen konzentrieren, bis zur Mitte der Fahrbahn queren und dann erneut warten. Beim Warten in der Mitte der Fahrbahn wird dann die Annahme von kritischeren Zeitlücken vermutet.

Hier sollte nochmals erwähnt werden, dass Kinder eine erhöhte Tendenz zum Queren auf Mittelinseln aufweisen. Somit tritt zumindest ansatzweise ein – wenn auch ggf. unbewusstes – Kompensationsverhalten der eigenen Einschränkungen beim Queren auf (z. B. Sichtbarkeit bei Kindern).

Wie hoch ist der Anteil der Fußgänger, die während des Gehens das Handy²⁵ nutzen?

Außerhalb von gesicherten Querungshilfen (LSA) wurde an Hauptverkehrsstraßen ein mittlerer Anteil der Handynutzung bei Fußgängern von 4,2 % ermittelt (Bandbreite von 3,7 % bis 5,5 %). Fußgänger im Querverkehr nutzen seltener das Handy bei der Querung. Kinder und Senioren nutzen seltener das Handy als Erwachsene. Es gilt zu berücksichtigen, dass

- die Streuung der Anteile der Handynutzung zwischen den Erhebungsstellen zum Teil erheblich war (Maximalwerte bis zu 15 %) und

²⁵ Der Begriff Handynutzung wird für diese Untersuchung definiert als die erkennbare Nutzung eines mobilen Endgerätes (Handys und Smartphone). Die erkennbare Nutzung beinhaltet das Telefonieren mit Gerät am Ohr sowie die Bedienung und Betrachtung des Displays.

- dass sich gewisse Einschränkungen bei der Erhebung der Handynutzung aus Videoaufnahmen ergaben.

5.2 Stufe 2

Welche Tätigkeiten (z. B. Handynutzung) beeinflussen wie häufig die Umsetzung des Querungsvorgangs von Fußgängern?

- **Wie wirken sich diese (ablenkenden) Tätigkeiten auf die Querungsperformanz aus (u. a. Sicherungsverhalten, Wartezeit, Gehgeschwindigkeit, Gehrichtung, Lückenakzeptanz)?**
- **Führen ablenkende Tätigkeiten häufiger zu Konflikten mit anderen Verkehrsteilnehmern?**

Wie lässt sich das Querungsverhalten spezifischer Fußgängergruppen (Kinder, Senioren) oder Umfeldbedingungen anhand sicherheitsrelevanter Kriterien beschreiben (u. a. Sicherungsverhalten, Wartezeit, Lückenakzeptanz, Gehgeschwindigkeit) und worin unterscheiden sie sich zu erwachsenen Fußgängern?

Insgesamt wurde eine niedrige Prävalenz für das Nutzen eines Handys bei der freien Querung beobachtet. Während sich im Sicherungsverhalten keine bedeutsamen Effekte durch eine Handynutzung nachweisen lassen, zeigen die Ergebnisse, dass sich das Verhalten vor der Querung zwischen Personen, die ein Handy nutzen und Personen, die diese Nebentätigkeit nicht ausführen, zum Teil unterscheidet.

Es wurde festgestellt, dass Personen mit Handynutzung eine höhere Wahrscheinlichkeit aufweisen, in den Bereichen des Gehwegs und/oder des Fahrbahnrandes vor Vollzug einer Querung zu warten. Betrachtet man beide Bereiche gemeinsam, werden diese Unterschiede betont und entsprechen etwa umgekehrten Größenverhältnissen (40 % vs. 60 % bzw. 60 % vs. 40 %). Weiterhin lassen sich tendenziell längere Warteperioden für Personen mit Handynutzung berichten. Diese längeren Wartezeiten lassen sich insbesondere für Wartephasen im Bereich des Fahrbahnrandes beobachten.

Die Beobachtung, dass ein Großteil der Fußgänger vor dem Vollzug einer Querung keine Wartephase ausweist, legt die Vermutung nahe, dass eine Orientierung bzw. eine Selektion der Querungsstelle häufig bereits während der Annäherung erfolgt. Da-

mit lassen die Befunde darauf schließen, dass durch die Ausführung der Nebentätigkeit Handynutzung kognitive Ressourcen für diese Orientierung eingeschränkt werden, sodass zusätzliche Warteperioden bzw. tendenziell längere Wartezeiten benötigt werden, um eine Querung vorzubereiten bzw. ein adäquates Situationsbewusstsein für den Quersvollzug zu erlangen.

Damit einhergehend lässt sich der Befund einordnen, wonach insbesondere Fußgänger, die eine Displayeingabe auf ihrem Handy tätigen, eine höhere Auftretenswahrscheinlichkeit von Wartephasen aufweisen. Offenbar wird durch diese Form der Nebentätigkeit der visuelle Wahrnehmungskanal stärker beansprucht, welcher gleichfalls den dominanten Wahrnehmungskanal für die Erlangung eines adäquaten Situationsbewusstseins für das Queren darstellt. Es wird vermutet, dass diese stärkere Ressourcenbindung durch die Nebentätigkeit wiederum durch Warteperioden vor der Querung kompensiert wird. Dies steht im Einklang mit Wickens multiplen Ressourcenmodell der Aufmerksamkeit. Durch den gleichen Modalitätsbezug kann die Querungsorientierung nicht parallel, sondern muss stärker sequenziell erfolgen. Weiterhin liefert der Befund, dass bei Nebentätigkeit der Quersvollzug tendenziell länger dauert, einen unterstützenden Hinweis für diese Annahme.

Dies spricht für eine zusätzliche Beanspruchung kognitiver Ressourcen durch die Nebentätigkeit, die durch die Verhaltensanpassungen (Unterbrechung, längere Zeiten) versucht wird, zu kompensieren. Es kann vermutet werden, dass – anders als beim Pkw-Fahren - weniger zeitkritische externe Handlungsaufforderungen und mehr Möglichkeiten einer erfolgreichen Anpassung des Verhaltens bestehen. Allerdings verweist die Bewertung der Sicherheit anhand von Zeitlückenkennwerte (PET), dass etwa 15 % der Querungen als „auffällig“ bzw. „sehr auffällig einzustufen“ sind (siehe hierzu Kapitel 4.6). Dabei sind diese „auffälligen“ oder „sehr auffälligen“ Begegnungen zwischen den Verkehrsteilnehmern ausnahmslos auf der zweiten Fahrbahn beobachtet worden.

5.3 Stufe 3

Alle Analysen auf Stufe 3 haben einen Pilotcharakter. Aufgrund der Stichprobengröße in Bezug auf die untersuchten Interaktionen sind die Ergebnisse daher mit Vorsicht zu interpretieren, sowie stärker in

der Methodenbewertung zu sehen. Welche Stichprobengrößen hier notwendig wären, kann aus den vorliegenden Analysen nicht abgeleitet werden.

Anhand welcher Indikatoren lässt sich die „Sicherheit“ eines Querungsvorganges beschreiben und vorhersagen?

Quantitative Konfliktparameter wie Time-to-Collision, Post-Encroachment-Time, Zeitlücke nach Betreten der Fahrbahn (T2) sowie Time Advantage stellen Möglichkeiten zur Verhaltensbewertung auf Basis von Videoerhebungen dar. Es hat sich gezeigt, dass diese Methode mit hohem Aufwand verbunden ist, auch weil sich nur bedingt viele auswertbare Interaktionen zwischen den Verkehrsteilnehmern identifizieren lassen. Trotzdem wurden verschiedene Auffälligkeiten wie:

- Querungen Dunkelheit vs. Tageslicht oder
- anliegender vs. gegenüberliegender Fahrstreifen untersucht.

Dabei konnten die Ergebnisse der Unfallanalyse in den Verhaltensparametern bestätigt werden. Bspw. weisen Querungen bei Dunkelheit ungünstigere Konfliktkenngrößen als bei Tageslicht auf. Ähnliches deutet sich für die Querung des anliegenden Fahrstreifens an. Es wird empfohlen vor allem die Post-Encroachment-Time für Analysen heranzuziehen.

Lassen sich – zumindest qualitativ – Entscheidungskriterien für die lokale Querung der Fahrbahn durch den Fußgänger anhand örtlicher und situativer Merkmale ableiten und wenn ja, welche sind das?

Diese Forschungsfrage wurde pilothaft anhand von Verfolgungsläufen analysiert (siehe Kapitel 4.7).

Es wird grundsätzlich der in anderen Untersuchungen beobachtete Verhaltensweise bestätigt, dass Fußgänger im Längsverkehr die Fahrbahn beobachten und bei sich anbietender Zeitlücke diese direkt nutzen und queren. Das tun sie auch dann, wenn sie durch parkende Fahrzeuge hindurch queren müssen. Ein aktives Sicherungsverhalten konnte bei 36 % der Fußgänger im Längsverkehr beobachtet werden.

Ist die Querung stärker vom Ziel bzw. der Örtlichkeit abhängig, so suchen Fußgänger gezielt Lücken in den Parkreihen, um dort besser den fließenden Verkehr in Warteposition beobachten zu können.

Generell werden Ziele möglichst direkt angesteuert, so dass Mittelinseln, welche nur etwas vom direkten Laufweg abseits platziert sind, nicht benutzt werden.

Bei der Querung von untergeordneten Zufahrten an Anschlussknotenpunkten ist häufig keine aktive Sicherung zu beobachten (z. B. gegenüber abbiegenden Fahrzeugen). Im Gegensatz zur Querung von Hauptverkehrsstraßen (freie Strecke und AKP) wird auch die Handynutzung weniger häufig unterbrochen.

Die Befunde der Unfallanalyse bestätigend wurde häufig nur ein aktives Sicherungsverhalten in Richtung der gegenüberliegenden Fahrbahn beobachtet. Inwiefern dabei die anliegende Fahrbahn schon aufgrund der Gehrung bei Annäherung an die Querungsstelle oder durch akustische Wahrnehmung abgesichert wird, lässt sich nicht abschließend beantworten.

5.4 Zukünftige Entwicklungen

Eine expositionsbereinigte Häufigkeit für Fußgängerunfälle unterschiedlicher Altersgruppen war weder in der Literaturanalyse noch auf Basis der eigenen Auswertungen tatsächlich ableitbar. Im Vergleich der zeitlichen Entwicklungen der Fußgängerunfälle von Kindern und Senioren wird aber deutlich, dass im Gegensatz zu den weiter sinkenden Zahlen bei Kindern die Verunglücktenzahlen der Senioren stagnieren (entgegen des generellen Trends).

Die zunehmende Urbanisierung macht einen weiteren Anstieg des Aufkommens bei den Fußgängern wahrscheinlich. Inwiefern der wichtigste Konfliktgegner Pkw im Aufkommen steigt oder sinkt lässt sich nur bedingt abschätzen.

Trotzdem sind zwei Dinge in diesem Zusammenhang zu berücksichtigen:

- Mit ansteigender Verkehrsstärke des Fußgängerquerverkehrs nimmt die expositionsbereinigte Häufigkeit von Fußgängerunfällen ab.
- Auch bei kleinen Verkehrsstärken des MIV ergeben sich unfallbegünstigende Situationen für Fußgänger. Die Feststellung, dass kein signifikanter Zusammenhang zwischen der DTV des MIV und den Fußgängerunfällen festgestellt wurde, unterstützt die zuvor getroffene Aussage.

Aus den zuvor dokumentierten Randbedingungen werden zwei Schlussfolgerungen zur zukünftigen Entwicklung im Fußgängerunfallgeschehen gezogen:

- Eine Zunahme des Fußgängerverkehrs wird diesen auch noch stärker sichtbar für die Fahrzeugführer machen. Diesbezüglich wird eher eine Reduktion der expositionsbereinigten Häufigkeit von Fußgängerunfällen erwartet. Dies kann durch eine entsprechende Straßengestaltung – Schaffung von Sichtachsen durch bessere Organisation des ruhenden Verkehrs – unterstützt werden.
- Beide möglichen Entwicklungen im MIV könnten zu unfallbegünstigenden Umständen im Fußgängerunfallgeschehen beitragen:
 - Ein Anstieg der Verkehrsstärke des MIV im städtischen Verkehrsraum führt zu mehr Rückstauerscheinungen. Diese stellen wiederholt kritische Situationen für Fußgänger dar. Inwiefern sich diese Stauerscheinungen positiv auf die Unfallschwere der Fußgängerunfälle auswirken (geringe Geschwindigkeiten), kann auf Basis der vorliegenden Erkenntnisse nicht beurteilt werden.
 - Ein Rückgang der Verkehrsstärke des MIV muss nicht zwangsläufig zu weniger Fußgängerunfällen führen (kein signifikanter Zusammenhang DTV-Fußgängerunfälle, kritische Situationen bei geringen DTV_{MIV}). Deshalb ist eine Trennung von MIV und Fußverkehr auf Hauptverkehrsstraßen angebracht. Weiterhin könnten bei freiwerdendem Platzbedarf, dieser dem Radverkehr zugeschlagen werden, damit vor allem den Fußgängern eine Fläche allein zur Verfügung steht.

Ob und in welchem Maße sich eine verstärkte Handynutzung im Straßenverkehr auf die objektive Verkehrssicherheit der Fußgänger auswirkt, kann auf Basis der Ergebnisse nicht abschließend beurteilt werden. Mit den bisher zur Verfügung stehenden Datengrundlagen (u. a. keine Berücksichtigung bei Unfallaufnahme) sowie der hier angewendeten Methodik ist dies nicht möglich. Bisher konnte nur eine erhöhte Häufigkeit des Wartens vor der Querung bei Fußgängern mit Handynutzung sowie leicht längere (nicht signifikante) Wartezeiten im Vergleich zu Fußgängern ohne Handynutzung festgestellt werden. Es deutet sich an, dass Fußgänger durch die sequenzielle Integration der Handynutzung in die

Aufgaben der Absicherung im Verkehr eine ausreichende Kompensation ermöglichen (z. B. zusätzliche Wartezeit vor der Querung). Da bisher keine Unfallmerkmale zur Handynutzung vorliegen bzw. erhoben werden und auch aus den wenigen betrachteten Fällen in der Konfliktanalyse und den Verfolgungsläufen keine abschließenden Schlussfolgerungen getroffen werden können, bleibt es weiter unklar, wie sich die oben beschriebenen Kompensationen bei der Handynutzung auf das Unfallgeschehen auswirken. Der Sachverhalt sollte in Zukunft weiter betrachtet und durch alternative Analysemethoden bewertet werden.

5.5 Empfehlungen

5.5.1 Infrastruktur

Auffällig war die hohe bzw. höhere Relevanz der Unfälle von Fußgängern mit Fahrzeugen von links bzw. auf dem anliegenden Fahrstreifen vor allem im Rahmen der makroskopischen Unfallanalyse in Kapitel 4.1.

Als Hintergrund wird hier vermutet, dass beim stufenweisen Absichern (links schauen, dann rechts schauen) vor dem Betreten der Fahrbahn kein erneutes Absichern nach links erfolgt. Müssen Fußgänger aufgrund von fehlenden Zeitlücken im Fahrzeugstrom von rechts länger warten, ergibt sich u. U. eine neue und kritischere Querungssituation auf dem anliegenden Fahrstreifen, die ein erneutes Absichern notwendig macht. In diesem Zusammenhang sollte der Querungsvorgang vereinfacht werden. Durch die Einrichtung von Mittelinseln bzw. Mittelstreifen kann die Absicherung und Querung eines Fahrstreifens in einem Zug erfolgen.

Die hohe Relevanz von Sichtbehinderungen – vor allem durch parkende Fahrzeuge am Fahrbahnrand – als unfallbegünstigender Faktor für Unfälle mit Fußgängerbeteiligung wurde erneut nachgewiesen.

Zusätzlich wurde deutlich, dass das Queren durch parkende Fahrzeuge hindurch auch in Bezug auf Konflikte mit rückwärtsfahrenden bzw. ein- oder ausparkenden Fahrzeuge hoch relevant ist. Es bedarf einer noch intensiveren Organisation und Anlage des ruhenden Verkehrs an oder auf der Fahrbahn, auch unterstützt durch bauliche Maßnahmen. Es bedarf vor allem einer baulichen Ausführung von Straßenräumen, die ein Missachten der vorgesehe-

nen Anordnung möglichst vermeidet: Bauliche Einfassung von Parkständen statt Markierungen sowie keine Mehrbreiten der Fahrstreifen oder Stellplätze, die ein zusätzliches Parken ermöglichen.

Sichtbehinderungen sind in besonderem Maße in Bereichen vor wichtigen Zielen von Fußgängern sowie an Anschlussknotenpunkten kritisch (Fußgänger aus dem untergeordneten Netz). Gerade in diesen Bereichen erfolgt seltener ein linienhaftes Querren, bei dem Fußgänger Lücken im Parkstreifen suchen, um außerhalb von Sichtbehinderungen die Straße zu queren. Eine konsequente Umsetzung von – vor allem baulich ausgebildeten – vorgezogenen Seitenräumen, welche durchgehende Parkstreifen unterbrechen, wird (mit konkreten baulichen Ansätzen) als notwendig erachtet. Unter Umständen lässt sich diese Maßnahme auch noch (expliziter) im Nomogramm der EFA (Bild 6 in FGSV 2002) berücksichtigen. Deren Platzierung lässt sich über eine gründliche Analyse der Seitenraumnutzung sowie des praktizierten Querungsverhaltens ableiten und sollte konsequent durch Sicherheitsauditoren geprüft werden. Die Umsetzung von verbesserten Sichtbeziehungen wird noch wichtiger als die Bereitstellung von Querungsanlagen wie Mittelinseln, FGÜ oder FG-LSA angesehen. Wenn dann unter keinen Umständen entsprechende Sichtbeziehungen zwischen wartenden Fußgängern und den Fahrzeugführern hergestellt werden können, sollten FG-LSA zur Anwendung kommen (allerdings dann mit ausreichender Sicht auf die Signalgeber). Weiterhin sollten Sicherheitstrennstreifen zwischen parkenden Fahrzeugen und der Fahrbahn durch entsprechende bauliche Ausbildung der Parkplätze (ggf. ergänzt durch Markierung) häufiger und konsequenter umgesetzt werden. Damit sind sowohl für wartende Fußgänger am Fahrbahnrand als auch für die Fahrzeugführer bessere Sichtbedingungen herzustellen. Insgesamt kann mit den Maßnahmen das regelkonforme Verhalten nach § 25 StVO weiter unterstützt und damit ein weiterer Beitrag zur Verbesserung der Verkehrssicherheit geleistet werden.

In Bezug auf die besondere Wichtigkeit von Sichtbeziehungen zwischen Fußgängern und potenziellen Konfliktgegnern bei der Fahrbahnquerung wäre auch eine Konkretisierung der bisherigen Regelung zum Halten und Parken in StVO § 12 Absatz 1 denkbar.

Die Sichtbehinderungen durch haltende Fahrzeuge aufgrund von Rückstaus stehen vermehrt

mit Unfällen beim Überqueren und Kollisionen mit Fahrzeugen von rechts bzw. dem gegenüberliegenden Fahrstreifen im Zusammenhang.

In dieser Verkehrssituation fehlt es vor allem an entsprechenden Warteflächen in Fahrbahnmitte, welche gleichzeitig verbesserte Sichtbeziehungen mit den (noch) fahrenden Fahrzeugen gewährleisten. Erneut wären hier Mittelinseln oder Mittelstreifen eine mögliche – allerdings aufgrund der Fahrbahnbreiten – aber nicht immer praktikable Lösung. Unter Umständen könnten schmale und überfahrbare Bereiche in Fahrbahnmitte (z. B. markiert oder anderen Straßenoberfläche) zumindest etwas helfen, diese kritische Situation zu entschärfen.

Es konnte (auf zweistreifigen Hauptverkehrsstraßen) kein Zusammenhang zwischen der Verkehrsstärke des motorisierten Verkehrs und dem Fußgängerunfallgeschehen nachgewiesen werden.

Der Großteil der Untersuchungsstellen weist Spitzstundenverkehrsstärken von 750 bis 1.200 Kfz/h im Querschnitt auf. Laut RASt wird ab 1.000 Kfz/h bei $v_{zul} = 50$ km/h eine „Querungsanlage“ gefordert. Das steht deckungsgleich auch im Text der EFA. Aus dem Nomogramm in den EFA kann zusätzlich (ungefähr) eine Untergrenze nach folgenden Kennwerten abgeleitet werden:

- 50 Fußgängern pro Stunde,
- bei gleichzeitig ca. 700 Kfz/h und
- bei $v_{zul} = 50$ km/h.

Die Ergebnisse der Unfallanalysen in Kapitel 4.4 zeigen, dass das Kriterium Verkehrsstärke Kfz für das Einrichten bzw. die Notwendigkeit einer Querungshilfe u. U. weniger stark gewichtet werden sollte. Kritische Situationen für Fußgänger entstehen auch bei geringen Verkehrsstärken des motorisierten Verkehrs. Von höherer Relevanz werden Aspekte des Straßenumfelds eingeordnet (vor allem Querungswege, Sichtbehinderungen).

Anschlussknotenpunkte sind geprägt durch eine Vielzahl an Unfallsituationen für Fußgänger beim Queren der Haupt- und Nebenzufahrten im Konflikt mit geradeausfahrenden sowie ein- und abbiegenden Fahrzeugen.

Anschlussknotenpunkte weisen i. d. R. höhere Querverkehrsaufkommen auf und stellen gleichzeitig komplexere Querungssituationen dar. Letzteres

bezieht sich darauf, dass im Gegensatz zur freien Strecke zahlreiche interagierende Fahrzeugströme auch außerhalb des Blickfelds zu berücksichtigen sind. Ein sicheres Queren kann durch kompakte Knotenformen der Anschlussknotenpunkte mit kurzen Querungswegen für alle Verkehrsteilnehmer unterstützt werden. Hierzu gehört auch das Vorziehen der Gehwegkanten in allen Knotenpunktarmen mit dem gleichzeitigen Zurücksetzen des ruhenden Verkehrs. Gleichzeitig sind Abbiegeradien auf ein Minimum zu beschränken, um erhöhten bzw. nicht angepassten Abbiegegeschwindigkeiten entgegenzuwirken. Da gerade auch beim Queren der Nebenrichtung zum Teil ein weniger intensives Absichern der Fußgänger beobachtet wurde, stellen Anhebungen der Fahrbahn bzw. die bauliche Ausgestaltung (z. B. Aufpflasterung) des Gehwegs parallel zur Hauptrichtung wichtige bauliche Maßnahmen dar. Dies unterstützt auch das Verständnis der bevorrechtigten Ströme. Bei kompakten Knotenpunktformen bewegen sich Fußgänger außerdem näher an der Fahrbahn und sind damit stärker im Blickfeld der Fahrzeugführer. Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass bei hoch belasteten aber nicht signalregulierten Kreuzungen und Einmündungen ein großer Teil der Aufmerksamkeit ein- und abbiegender Fahrzeugführer durch den Fahrzeugverkehr selber beansprucht wird. Darunter leidet vor allem auch der Fußverkehr. Damit ist die Wahl einer sicheren Knotenform ab bestimmten Knotenpunktbelastungen (LSA oder auch Kreisverkehr) auch in hohem Maße für den Fußverkehr sicherheitsrelevant.

In Bezug auf Anschlussknoten wurde auch deutlich, dass unter gewissen Umständen Mittelinseln nicht uneingeschränkt vorteilhaft für ein sicheres Queren sind. Ergeben sich bspw. durch breite Mittelinseln/-streifen Haltmöglichkeiten für linkseinbiegende Fahrzeuge, werden links vom Fahrzeug querende Fußgänger manchmal nicht berücksichtigt, da die einbiegenden Fahrzeugführer den Blick in die andere Richtung (übergeordnete Fahrzeuge) richten. Bei höheren Verkehrsstärken einbiegender Fahrzeuge sind demnach u. U. häufiger auch signalisierte Lösungen oder Kreisverkehre aus Sicht der Fußgängersicherheit zu bevorzugen.

Fußgänger queren linienhaft. Selbst nur wenige Meter entfernte Querungshilfen wie Mittelinseln, werden nicht genutzt, wenn die eigene Route nicht entlang der Querungshilfen verläuft (insbesondere an Anschlussknoten und Haltestellen).

Der Position von Querungshilfen kommt eine hohe Sicherheitsrelevanz auch im Rahmen eines Audits zu. Häufig ist eine punktuelle Querungshilfe wie z. B. eine Mittelinsel zwischen zwei versetzt gegenüber angeordneten Haltestellen nicht ausreichend. Hier sind eher langgezogene Mittelinseln über den gesamten Haltestellenbereich oder mehrfach angeordnete Mittelinseln das Mittel der Wahl. Auch wenn an Anschlussknoten häufig z. B. aufgrund von Abbiegestreifen eine Platzierung von Mittelinseln aus Platzgründen schwierig ist, so werden sie genau dort in hohem Maße benötigt.

Fehlende Querungshilfen trotz Empfehlung der technischen Regelwerke (z. B. EFA) sowie nicht ausreichende Anzahl und ungenügende Platzierung von Querungshilfen im Bestand.

Die Einzelfallanalysen haben deutlich gezeigt, dass in vielen Fällen trotz Empfehlung der EFA für die Einrichtung einer Querungshilfe, keine solche Unterstützung für querende Fußgänger vorhanden war. Teilweise kann dies auf bestimmte Randbedingungen wie Straßenbahngleise zurückgeführt werden (FGÜ oder Mittelinsel nicht möglich). Die Empfehlungen der EFA gelten grundsätzlich für Neu-, Um- und Ausbauplanungen und werden daher nicht zwangsläufig durchgehend im Bestandsnetz angewendet. Aus diesem Grund bietet das Sicherheitsmanagement mit den Verfahren der Örtliche Unfalluntersuchung, Bestandsaudit, Sicherheitsanalysen von Straßennetzen aber auch den Verkehrsschauen Ansatzpunkte, um bspw. bei auftretenden Unfallauffälligkeiten Änderungen im Bestand vorzunehmen. Diese Verfahren sind somit in Bezug auf die Fußgängersicherheit noch stärker flächendeckend anzuwenden.

Schmale Seitenräume – welche aus unterschiedlichen Gründen auch vom Radverkehr genutzt werden – begünstigen Konflikte zwischen Radfahrern und Fußgängern²⁶.

Es sind Maßnahmen zu finden, welche die Akzeptanz des Radverkehrs zur Benutzung der Fahrbahn fördern, damit der Seitenraum bzw. die Gehwege als Flächen den Fußgängern zur Verfügung stehen. Inwiefern hier farblich abgesetzte aber nicht benutzungspflichtige Radwege eine größere Rolle spielen, kann hier nicht vollends abgeschätzt werden.

²⁶ Hier wird vor allem auf den Unfalltyp 799 mit einem sehr hohen Anteil an Radverkehrsbeteiligung Bezug genommen.

5.5.2 Verhalten der Verkehrsteilnehmer

Die berichteten Ergebnisse zur Spezifika von Querungsvorgängen durch Kinder lassen vermuten, dass es diesen nicht in jeder Situation gelingt, ein adäquates Bewusstsein über die Quersituation zu entwickeln.

Dies wird augenscheinlich dann wahrscheinlicher, wenn einfache (und richtige) Verhaltensregeln (erst sehen, dann gehen) nicht mehr ausreichend sind, um der Komplexität der Verkehrssituation gerecht zu werden. Das Erlangen eines adäquaten Situationsbewusstseins erfolgt nach ENDSLEY (1995, S. 36) auf drei aufeinander aufbauenden Ebenen:

- a) der Wahrnehmung der relevanten Objekte in der umgebenden Umwelt innerhalb eines Zeitrahmens,
- b) der Integration von Objekten und der Entwicklung eines Verständnisses über die Situation und
- c) der Prognose über den unmittelbaren Fortlauf der Situation und den zukünftigen Status der Objekte.

Auf diesen Ebenen lassen sich unterschiedliche Fehlleistungen allozieren; so etwa Aufmerksamkeitsdefizite und die Nicht-Wahrnehmung von relevanter Information auf der Wahrnehmungsebene (auch inattentional-blindness-Phänomene) oder unzureichende mentale Modelle, die bedeutsam zur Entwicklung eines Situationsverständnisses (Ebene 2) beitragen. Dabei können hier kritische Momente einerseits durch einen Mangel an mentalen Modellen und/oder andererseits in der Nutzung inkorrekt mentaler Modelle begründet sein. Polytelemie kann darüber hinaus zu suboptimaler Performanz auf allen Ebenen beitragen.

Maßnahmen, die darauf abzielen, adäquate mentale Modelle zu vermitteln, können daher die Entwicklung des Bewusstseins in konkreten Verkehrssituationen bei Kindern unterstützen. In der Diskussion zur konkreten Umsetzung dieses Maßnahmenansatzes lassen sich auch Querbezüge zu anderen Bereichen der Verkehrssicherheitsarbeit und anderen Verkehrsteilnehmergruppen herstellen. So kann mit Blick auf Gefahrenantizipationstraining für Pkw-Fahrer unterschieden werden in interaktive computerbasierte Ansätze, videobasierte Ansätze und simulatorbasierte Ansätze (MCDONALD et al., 2015). Innerhalb der einzelnen Maßnahmen finden sich verschiedene Techniken wieder, die die Bildung von angemessenem Situationsbewusstsein anstreben.

So werden Perspektivwechsel (bspw. perspektivische Darstellung aus der Sicht beteiligter Akteure, Vogelperspektive) eingesetzt (MEIR et al., 2015), um die Beziehungen der Verkehrsteilnehmer zueinander zu thematisieren und unterschiedliche Blickwinkel zu erfahren. Sicherheitsrelevante und -kritische Abläufe werden durch folgende Maßnahmen deutlich und zugänglich gemacht (u. a. WETTON et al., 2013):

- Kommentierungen präsentierter Situationsverläufe (lautes Denken; Methode des kommentierten Fahrens, Methode des kommentierten Quereins)
- Unterstützung durch Trainer/Sicherheitsexperten (aber auch durch die Zielgruppe selbst)
- Verbalisierung zugrundeliegender kognitiver Prozesse

Sogenannte „WHN“-Fragen (What happens next?) können genutzt werden, um sich gezielt mit der Prognose und dem Fortlauf der Situation auseinanderzusetzen. Innovative Beispiele zum Training von Querungen für Kinder finden sich bei GU & SOSNOVSKY (2014) und SCHWEBEL et al. (2016). Hierbei werden virtuelle Umgebungen gezielt genutzt, um Blickstrategien sowie Querungsverhalten zu üben und um sie für Annäherungsgeschwindigkeiten und Zeitlückenschätzungen zu sensibilisieren. Darüber hinaus kann durch solche Konzeptionen das Training adaptiv in Abhängigkeit des individuellen Fertigungsstatus des Kindes gestaltet werden (intelligente tutorielle Systeme wie z. B. SafeChild vgl. GU et al., 2015). Für den Erfolg dieser Maßnahmenansätze ist wesentlich, dass die jeweiligen lerntheoretischen und entwicklungspezifischen Besonderheiten von Kindern unterschiedlicher Altersstufen berücksichtigt werden (PERCER, 2009), die dabei je nach Entwicklungsstand individuell sehr unterschiedlich ausfallen können (BARTON & SCHWEBEL, 2007).

Zusätzlich kann durch die Herstellung eines starken lokalen Bezuges durch die gezielte Gestaltung der virtuellen Realität an die konkrete Erlebenswelt des Kindes (Schulweg, Nachbarschaft, häufige Gefahrensituation) eine emotionale Nähe hergestellt werden, die als Motivator für das Training dienen kann. Auf diese Weise können weiterhin Umgebungsvariablen systematisch variiert werden, um die Abhängigkeit der Quersicherheit von Faktoren, wie Verkehrsstärke, Wetter und Lichtverhältnisse darzustellen. Ferner können anhand von bekannten

und wiedererkennbaren örtlichen Bezügen relevante Merkmale und Verläufe sicherer bzw. kritischer Querungen erarbeitet werden, um in einem nächsten Schritt einen Transfer zu weniger bekannten Situationen und generalisierbaren Abhängigkeiten anzustreben.

Neben diesen Maßnahmen, die insbesondere auf Verhaltensstrategien unmittelbar vor der Querung und im Querungsvollzug abzielen, kann ein weiterer Ansatzpunkt in vorgelagerten Entscheidungen bezüglich der Querungsstelle bzw. der Routenwahl liegen. Studien (u. a. THOMSON et al., 1996; BARTON et al., 2012) zeigen, dass das Erkennen von sicheren Querungsstellen schon im frühen Alter erfolgreich trainiert werden kann. Auch hierfür existieren verschiedene Ansätze, die helfen können, Kindern die Identifikation von sicheren Querungsstellen zu erleichtern. So können entsprechende Kenntnisse über sichere Routen durch online-basierte Schulwegplaner auf Internetplattformen geteilt und Kindern zur Bewältigung ihrer täglichen Wege vermittelt werden. Weitergehenden Hinweise zur Erstellung von Schulwegplänen finden sich u. a. bei BAST (2013) oder CONTINENTAL AG (2008). Weiterhin kann auch hier das Training in der realen Umgebung mit Unterstützung durch virtuelle Lernumgebungen einen geeigneten Maßnahmenansatz darstellen, um Kinder für sichere Routenwahlentscheidungen zu sensibilisieren und die Identifikation sicherer Querungsstellen zu unterstützen.

Wie in der Literaturrecherche (Kapitel 2.2.7) festgestellt, erfolgt der Zugang zur Fußgängersicherheit bei Kindern bisher vor allem über die Verkehrserziehung in Kindergärten und (Grund-) Schulen. Es erscheint empfehlenswert o. g. Maßnahmen stärker in die Verkehrserziehung zu integrieren, um die Qualität der Verkehrserziehung ggf. weiter zu verbessern. Ein weiterer Schritt wäre dabei, die universitäre Lehrerausbildung in Verkehrspädagogik/Verkehrspsychologie weiter zu etablieren und zu fördern. Dies würde Lehrer besser auf die pädagogische Vermittlung verkehrs- und fußgängerrelevanter Themen im Unterricht vorbereiten. Mittelbar sollte dies dazu beitragen, die Sicherheitsrisiken von Kindern bei der Verkehrsteilnahme als Fußgänger zu verringern (RICHTER, 2016).

Schließlich zeigen aktuelle Untersuchungen (z. B. WITTEWER, 2015), dass Kinder zunehmend weniger zu Fuß gehen (ersetzt u. a. durch Hol- und Bringdienste der Eltern zur Schule etc.). D. h. sie können damit auch weniger Kompetenzen entwi-

ckeln, um angemessen als Fußgänger am Verkehr teilnehmen zu können. Praktische Erfahrungen sind jedoch zentral, um ein adäquates Gefahrenbewusstsein zu entwickeln, geeignete Querungsstellen zu identifizieren und eine adäquate Entfernungs- und Geschwindigkeitsschätzung zu erwerben. Darüber hinaus sind diese Kompetenzen essenziell, wenn Kinder in späteren Phasen verstärkt Rad fahren. Daraus folgt, dass allgemeine Programme zur Förderung des Fußverkehrs, bestenfalls flankiert und erweitert durch o. g. spezifische Maßnahmen einen wichtigen Beitrag leisten können, die Sicherheit von Kindern als Fußgänger zu verbessern.

Ältere Fußgänger queren tendenziell auf kürzeren, geradlinigeren Wegen und weisen verglichen mit Fußgängern in mittleren Altersbereichen niedrigere Querungsgeschwindigkeiten auf.

Es kann angenommen werden, dass die niedrigeren Geschwindigkeiten durch kürzere Wege kompensiert werden. Im Rahmen der vorliegenden Studie wurden im Vergleich zu anderen Gruppen keine Tendenzen in Richtung eines erhöhten Risikos festgestellt. Hierbei ist allerdings zu berücksichtigen, dass insbesondere die durchgeführten Verhaltensbeobachtungen (nur) in der Lage sind, einen sehr begrenzten Ausschnitt von Querungsvorgängen zu beschreiben und eine Generalisierung daher unangebracht ist. Die gefundenen Anzeichen für kompensatorische Strategien sprechen vielmehr dafür, dass altersbezogene Veränderungen in den sensorischen, kognitiven und motorischen Ressourcen in Leistungseinbußen resultieren, die beobachtbar sind und – wenn sie nicht mehr kompensiert werden können – wahrscheinlicher auch zu Sicherheitseinbußen führen. Auch hier kann die Komplexität der Verkehrssituation zu einer kritischen Größe werden, da periphere Aufmerksamkeit und kognitive Verarbeitungsgeschwindigkeit als wichtige Faktoren zur Herstellung eines adäquaten Situationsbewusstseins altersabhängigen Veränderungen unterliegen. Darüber hinaus können zunehmende motorische Leistungseinbußen dazu führen, dass vermehrt Ressourcen auf das Gehen verwendet werden müssen (WOOLLACOTT & TANG, 1997) und auf die Bewältigung von damit verbundenen Anforderungen, die aus spezifischen Merkmalen der unmittelbaren Verkehrsanlage (bspw. hohe Bordsteine, Unebenheiten etc.) resultieren. Dieser Ressourceneinsatz kann zu einer Verknappung kognitiver Ressourcen für Verkehrsraumbeobachtung und

Gefahrenerkennungen führen. In diesem Kontext scheinen daher Maßnahmen geeignet, die darauf abzielen, die physischen Voraussetzungen für sicheres Queren älterer Fußgänger zu trainieren bzw. aufrechtzuerhalten (DOMMES & CAVALLO, 2012). Diese existieren bisher v. a. zur Sturzprävention (SCHEFFER et al., 2008). Allerdings stellen OHNMACHT et al. (2017) fest, dass diese Form von spezifischen Interventionsansätzen bislang sehr spärlich existiert und dass darüber hinaus eine deutliche Forschungslücke mit Blick auf den Wirkungsnachweis derartiger Maßnahmenprogramme vorhanden ist. Dabei könnten Maßnahmen zur Erhaltung physischer Leistungsfähigkeit einen zweiten positiven Wirkmechanismus bedingen: Grundlage für eine erfolgreiche Kompensation ist eine angemessene subjektive Repräsentation/Einschätzung der eigenen Bewältigungskapazität. Die subjektive Beurteilung der eigenen Leistungsfähigkeit mit Blick auf die objektive Leistungsfähigkeit kann zeitlich versetzt und/oder verzerrt sein (bspw. durch selbstwertbedrohende Effekte). Trainingsmaßnahmen und entsprechende Rückmeldungen können auch dazu beitragen, dass die eigenen Fähigkeiten zur Bewältigung von Querungsvorgängen richtig eingeschätzt und bewertet werden können, um darauf aufbauend entsprechende kompensatorische Verhaltensanpassungen entwickeln zu können.

Die konkrete Umsetzung verhaltenspräventiver Maßnahmenansätze und deren Erfolg sind an eine Reihe von kritischen Punkten geknüpft (u. a. Erreichbarkeit der Zielgruppe, Selbstselektion, altersabhängiger Wirkungsbereich – bis wann ist Kompensation möglich?), so dass eine große Bedeutung in verhältnispräventiven Maßnahmenansätzen liegt. Durch die altersgerechte Gestaltung von Verkehrsanlagen („design for all“ vgl. SCHLAG & BECKMANN, 2013; TOPP, 213), bei der auf allgemeiner Ebene u. a. die Komplexität von Entscheidungssituationen reduziert und die Anforderungen an die motorische Leistungsfähigkeit verringert werden, stellt einen wesentlichen Beitrag für die Sicherheit (nicht nur) der älteren Fußgänger dar.

Im Zusammenhang mit dem Querungsverhalten ist auch die Relevanz von §25 StVO zu berücksichtigen. Teilweise versuchen Fußgänger tendenziell sicherere Querungsstellen zu erreichen (u. a. Lücken in Parkreihen). Das ist entweder nicht immer möglich (z. B. auch am Knotenpunkt keine ausreichenden Sichtbeziehungen) oder mit größeren Umwegen verbunden, was die Akzeptanz erheblich mindert.

Die festgestellten Besonderheiten im Querungsverhalten von Fußgängern, die Handys nutzen, lassen ebenfalls auf kompensatorische Verhaltensweisen dieser Personengruppe schließen. Auch hier wurde im Rahmen dieser Studie keine auffällige Risikoerhöhung für diese Teilgruppe festgestellt.

Basierend auf den Ergebnissen scheinen Maßnahmen, die auf ein generelles Unterlassen der Handynutzung als formelle Verhaltensvorschrift abzielen, nicht verhältnismäßig.

Eine geeignete Maßnahme kann in der Sensibilisierung und der Schärfung von Problembewusstsein von Fußgängern liegen und in Form von bewusstmachenden Kampagnen (awareness campaigns) umgesetzt werden. Dabei sollten die verschiedenen Nutzungsformen mobiler Endgeräte berücksichtigt werden wie telefonieren, Musik hören, Textkommunikation etc., die in dieser Studie aufgrund der geringen Auftretensrate nicht weiter differenziert werden konnten. Die Wirksamkeit genereller Verkehrssicherheitskampagnen ist inzwischen gut belegt. PHILIPPS et al. (2011) berichten in einer auf 119 verschiedenen Studien basierenden Metaanalyse eine durchschnittliche Reduktion der Unfälle um 9 % (Range = -12; -6). Spezifische Evaluationsstudien für Verkehrssicherheitskampagnen für Fußgänger sind nicht bekannt. MWAKALONGE et al. (2015) berichten, allerdings ohne Wirksamkeitsnachweis, über einige v. a. nordamerikanische Kampagnen, die u. a. Ablenkung durch mobile Geräte beim Zufußgehen thematisieren. SCHWEBEL et al. (2017) finden in einem Virtual-Reality-Experiment, welches die Auswirkungen von Ablenkung beim Zufußgehen demonstrieren und sensibilisieren sollte, keine Änderungen der Nutzungsraten von mobilen Geräten, obwohl die Versuchsteilnehmer angeben, dies künftig weniger zu tun.

Im Zusammenhang mit Ablenkung wird immer wieder der Einsatz konfrontierender Stilmittel (Fear/Threat Appeals) diskutiert. Konfrontierende Stilmittel werden bei Verkehrssicherheitskampagnen eingesetzt, bei denen angst- bzw. furchtauslösende Botschaften (Darstellung der Konsequenzen von Autounfällen häufig in Form von Bildern) die Wahrscheinlichkeit riskanten Fahrverhaltens und die damit verbundenen Unfälle reduzieren sollen. Allerdings finden CAREY et al. (2013) in einer Metaanalyse, die auf 13 experimentellen Studien beruht, die angstausslösende Stilmittel zur Beeinflussung ris-

kanten Fahrverhaltens einsetzen, keinen Effekt. Am geringsten wirkten solche Stilmittel bei der Hauptadressatengruppe junger Männer (vgl. LEWIS et al., 2007). Einen ähnlichen Bumerang-Effekt berichten LENNON et al. (2010), wonach junge Männer nach dem Einsatz konfrontierender Stilmittel über die Effekte von Ablenkung beim Autofahren höhere Intentionen berichten, dieses unsichere Verhalten beizubehalten. Obwohl wirksame Kampagnen mit furchtauslösenden Stilmitteln auch in anderen Lebensbereichen existieren, ist der Zusammenhang zwischen Furcht und Verhalten komplex und wird wahrscheinlich durch weitere Variablen moderiert. Von daher kann zum jetzigen Zeitpunkt nicht von einem nennenswerten Unfallreduktionspotential konfrontierender Stilmittel ausgegangen werden, obwohl sie häufig hohe Aufmerksamkeit in der Öffentlichkeit erzeugen.

5.6 Methodenbewertung

5.6.1 Stufe 1

Im ersten Schritt wurde im Rahmen der makroskopischen Analyse die amtliche Straßenverkehrsunfallstatistik analysiert und in Bezug auf die Lage im Straßennetz in der Netzanalyse von Unfalldaten vertieft. Da auf die Auswertungen der BAST und nicht nur auf die Veröffentlichungen von Destatis zurückgegriffen werden konnten, war eine wesentlich detailliertere Analyse möglich. Die kontinuierliche Verknüpfung der Auswertung mit den Unfalltypen – vor allem in deren dreistelligen Ausprägung – ermöglichte vertiefte Erkenntnisse, wie sie Auswertungen der Unfallstatistik üblicherweise nicht zulassen. Die Verknüpfung von Daten mit der tatsächlichen Örtlichkeit im Netz – unabhängig von den Angaben der Polizei – ermöglichte zudem eine für die Praxis wichtige lokale Zuordnung von Konfliktsituationen. Ausbaufähig wären die Aufnahmen und räumliche Verknüpfung von Informationen zu Querungshilfen im Straßennetz mit den Unfalldaten.

Die Analysen zum Verkehrsaufkommen basierten auf der Auswertung von Videoaufnahmen. Mit diesem Ansatz war die Realisierung einer umfangreichen Stichprobe bei vertretbarem Aufwand möglich, auch was den Erhebungszeitraum betrifft. Selbst Aufnahmen bei Dunkelheit waren mit entsprechend angepassten Einstellungen der Videokameras möglich. Die Einschränkungen der Videotechnik betreffen die Aufnahmequalität, welche vor allem durch

die Anforderungen des Datenschutzes eingeschränkt sind, und die begrenzte räumliche Abdeckung des Straßenraums mit einer Videokamera. Daraus ergaben sich teilweise ungenaue Beobachtungsdetails, z. B. dem Absicherungsverhalten der Fußgänger während der Annäherung an die Querungsstelle aber auch hinsichtlich der Klassifizierung von Altersgruppen oder die Nutzung von Handys. Dies könnten durch den synchronisierten Einsatz von mehreren Kameras entlang eines Straßenzugs sowie die parallele manuelle Beobachtung durch Messpersonal kompensiert werden. Allerdings wäre dann eine Stichprobe in dem vorliegenden Umfang bei gleichem Aufwand nicht möglich.

Für die multikriterielle Auswertung des Fußgängerunfallgeschehens war die Stichprobe tendenziell eher noch zu klein und ist sehr stark abhängig vom Untersuchungsgegenstand bzw. der Fokussierung auf eine Forschungsfrage (z. B. notwendige Sichtweiten an Mittelinseln). Dabei bedingt insbesondere das Auftreten von heterogenen Merkmalen eine deutliche größere Stichprobe. Hier müsste u. U. zukünftig stärker auf automatisierte Auswertung von Videodaten zurückgegriffen werden, um bei vertretbarem Mitteleinsatz aussagekräftigere Stichprobengrößen zu erreichen. Die Einzelunfallanalysen waren hilfreich für die vertiefte Auswertung von Konfliktsituationen und in der genutzten Stichprobe auch ausreichend. In der Ausweitung der Verhaltensbeobachtung für diese Einzelunfallstellen (siehe auch Stufe 2) liegen u. U. noch Erkenntnispotenziale.

5.6.2 Stufe 2

Um die Prävalenz und den Einfluss von Nebentätigkeiten auf das Queren von Fußgängern im freien Verkehr zu betrachten, wurden nicht-teilnehmende, strukturierte Verhaltensbeobachtungen an stationären lokalen Querungsstellen durchgeführt. Dazu beobachtete jeweils ein Beobachter das Querungsverhalten der Fußgänger für eine Querungsrichtung und kodierte die im Kapitel 3.1.4 beschriebenen Variablen anhand eines Beobachtungsschemas.

Dieses methodische Vorgehen hat sich bewährt, da es auf diese Weise möglich war, die Nutzung von Handys differenziert (Displayeingabe, Telefonieren) und valide zu erfassen und es dahingehend deutliche Vorteile gegenüber einem alternativen Vorgehen, wie etwa der rein videobasierten Beobachtung, aufwies. Der videobasierten Erfassung sind aufgrund datenschutzrechtlicher Belange Grenzen be-

züglich der Auflösung des Videomaterials gesetzt. Zudem schränken Witterungseinflüsse, unterschiedliche Lichtbedingungen, Verdeckung etc. die zuverlässige Erkennbarkeit relevanter Verhaltensparameter ein. Durch die Kombination der Erfassungssysteme konnten hingegen die Vorteile beider Ansätze in der Datenerhebung genutzt werden und die Daten gegeneinander zusätzlich auf Plausibilität geprüft werden. Anhand der videobasierten Analysen war es sehr gut möglich, Trajektorien von Querungsverläufen zu beschreiben und in Beziehung zu Verhaltens- und Personenmerkmalen aus der direkten Beobachtung zusetzen.

Für zukünftige Betrachtungen des Querungsverhaltens im Rahmen von Beobachtungen ist anzumerken, dass die Beobachterkapazität eine entscheidende Rolle für die Zuverlässigkeit der erhobenen Daten spielt. In der hier durchgeführten Untersuchung kann festgehalten werden, dass die Frequenz von Querungsvorgängen durch jeweils einen Beobachter je Richtung gut erfasst werden konnte. Dabei hat sich eine Vortestung als wertvoll erwiesen, um sowohl den Beobachtungsbereich als auch die Anzahl notwendiger Beobachter zu bestimmen. Sollten Verhaltensbeobachtungen an stärker frequentierten Orten durchgeführt werden, ist dieses Vorgehen u.E. dringend geboten. Eine ergänzende Videoaufzeichnung bietet sich ebenfalls an, um bei zeitweiser Auslastung der Beobachterkapazität, z. B. bei simultan stattfindenden Querungen, anhand von Protokolleinträgen eine nachträgliche Analyse der Situation in der nachfolgenden Auswertung durchzuführen.

Bei der nicht teilnehmenden Beobachtung, wie in dieser Studie angewendet, greift der Beobachter nicht in das Geschehen ein und befragt die Testpersonen auch nicht. Dieses Vorgehen hat zur Folge, dass zur Erfassung verschiedener Maße basierend auf äußerlich wahrnehmbaren Eigenschaften Schätzurteile durch die Beobachter genutzt wurden (z. B. Alter der Fußgänger). Dies scheint gerechtfertigt, wenn:

- Der damit verbundene Informationsverlust und das entsprechende kategoriale Datenniveau zur Beantwortung der Fragestellung ausreichend ist.
- Die Vorgehensweisen, mit denen die entsprechenden Merkmale genauer erfasst werden können (bspw. Befragungen), anderen Zielen des

Vorgehens (verdeckte Beobachtung) diametral entgegen sprechen.

Beide Punkte trafen in der vorliegenden Untersuchung zu. Nichtsdestotrotz sind zur Gewährleistung einer ausreichenden Güte der Beobachterurteile verschiedene Maßnahmen zu berücksichtigen:

- ein angemessenes Kategoriensystem innerhalb des Beobachterschemas,
- die Schulung der Beobachter hinsichtlich der zu beobachtenden Merkmale im Feld sowie hinsichtlich des Umgangs mit dem Beobachtungsschema,
- die Überprüfung der Beobachterzuverlässigkeit anhand geeigneter Indikatoren (z. B. Interrater-Reliabilität).

Während die ersten beiden Punkte in der vorliegenden Untersuchung Umsetzung fanden, konnten keine Indizes für die Beobachterübereinstimmungen berechnet werden, da aus untersuchungspraktischen Gründen die dafür notwendigen Referenzbeobachtungen nicht durchgeführt wurden.

Aus umfassender Perspektive ist zu erwähnen, dass eine stationäre Beobachtung nur einen Teilausschnitt des Querungsvorganges abbilden kann und verschiedene Prozesse, die ebenfalls Aspekte des Querungsverhaltens darstellen (bspw. Vororientierung / Annäherung) aufgrund ihrer lokalen Erstreckung nicht beobachtet werden können. Hier ist wie in der vorliegenden Untersuchung ein multimethodaler Ansatz zu wählen.

Abschließend wird empfohlen, bei der Untersuchung von Fußgängerverhalten im Feld in der Regel multimethodal vorzugehen. Jede Methode hat Vor- und Nachteile, allerdings ist keine in der Lage die Ganzheitlichkeit des Fußgängerverhaltens abzubilden. Die Komplexität des Verhaltens, die Interdependenz von Routen- und Querungsentscheidungen und das linienhafte Vorkommen erfordern den Einsatz unterschiedlicher Methoden wie Vorortbeobachtungen ggf. mit videogestützter Aufnahmetechnik, ggf. Verfolgungsläufen, Befragungen. Neuere Ansätze wie luftgestützte Beobachtungen könnten hinsichtlich eines Einsatzes geprüft werden.

5.6.3 Stufe 3

Die Methoden der Stufe 3 hatten pilothaften Charakter. Damit kommt der Methodenbewertung hier eine besondere Wichtigkeit zu.

Im ersten Schritt wurden anhand ausgewählter Videoerhebungen die Trajektorien von querenden Fußgängern und interagierenden Fahrzeugen quantitativ analysiert. Die Bewertung der Interaktionen erfolgte anhand verschiedener Konfliktkenngrößen (Surrogate Safety Measures, wie u. a. TTC oder PET). Folgendes kann festgehalten werden:

- Die Konfliktkenngrößen bieten eine sehr wertvolle Möglichkeit zur Quantifizierung von Sicherheitseffekten auf Basis des Verhaltens der Verkehrsteilnehmer.
- Der Erhebungsaufwand im Tool T-Analyst ist erheblich. Hierbei empfiehlt sich nach den Erfahrungen der Studie die Trajektorienerstellung auf eine begründete Stichprobenauswahl zu begrenzen.
- Auch in längeren Zeiträumen lassen sich nur in begrenztem Umfang auswertbare Interaktionen identifizieren. Dies kann aber in Bereichen mit regelmäßig querenden Fußgängerströmen anders sein.
- Ein Vergleich von Mittelwerten ist nur bedingt hilfreich, als aussagekräftiger werden die Vergleiche der Verteilungen angesehen.
- Die vier untersuchten Konfliktparameter tendieren meist in die gleiche Richtung. Vereinzelt zeigen sich aber auch überhaupt keine Unterschiede.

Auch hier werden in der automatisierten Detektion der Trajektorien erhebliche Reduktionspotenziale bezüglich des Analyseaufwandes gesehen. Auf internationaler Ebene kommen diese teilweise schon zur Anwendung.

Bisher wird vor allem der relative Vergleich von zwei Untersuchungskollektiven als Anwendungsfeld gesehen (z. B. Verhalten bei Dunkelheit vs. Tageslicht). Für eine „absolute“ Bewertung von Sicherheitseffekten fehlen noch die empirisch bestätigten Grundlagen in Bezug auf den Zusammenhang mit dem Unfallgeschehen. Das betrifft Aussagen zu Ausprägungen einer Konfliktkenngröße aber der ein sicherheitskritisches Verhalten beginnt und damit die Wahrscheinlichkeit für Unfälle steigt.

Im zweiten Schritt wurden Verfolgungsläufe durchgeführt, um:

- einerseits das Absicherungsverhalten bei Annäherung an die Querungsstelle, aber auch

- die netzbezogene Routenwahl sowie die Wahl der Querungsstellen

besser analysieren zu können (Nachteile der lokalen Videoerhebung).

Verfolgungsläufe von Fußgängern lassen sich vor allem bei hohem Fußverkehrsaufkommen un bemerkt durchführen. Anhand der Dauer der Verfolgungsläufe und des zurückgelegten Weges kann die Geschwindigkeit der Fußgänger näherungsweise ermittelt werden. Das Sicherungsverhalten kann durch die Beobachtungsposition hinter der Person durch Kopfbewegungen (auch leichte) relativ genau nachvollzogen werden. Beobachtungen aus den Augenwinkeln waren hingegen nicht erkennbar. Eine Beobachtung von vorn wäre bei Verfolgungsläufen in der Praxis kaum umsetzbar, da die Wege vorher nicht bekannt sind. Dennoch zeigten sich vor allem für das Sicherungsverhalten im Vorlauf der Querung ergänzende Ergebnisse zu den Beobachtungen der Stufe 2.

Die Verwendung von GPS zur Aufzeichnung der Wege und Ermittlung der Geschwindigkeitsprofile zeigte sich, im Gegensatz zu dem Versuch von JAKOB (2016), im eng bebauten innerstädtischen Bereich als schlecht umsetzbar. Der Empfang und die Genauigkeit des Signals sind durch die hohe und enge Bebauung stark eingeschränkt.

6 Zusammenfassung

6.1 Hintergrund und Ziele

Fußgänger sind in Unfallsituationen in besonderem Maße durch erhöhte Verletzlichkeiten gekennzeichnet. Der erhöhte Anteil von Kindern und Senioren bei dieser Verkehrsteilnehmergruppe, im Vergleich zu anderen, und deren besondere Verhaltensweisen verschärfen diese Problematik. Es werden abweichende oder unerwartete Verhaltensweisen bei Fußgängern vermutet, die in der Altersgruppe oder der Ablenkung durch z. B. Handynutzung begründet sind. Die Sicherheitsrelevanz der Ablenkung und vor allem weitere unfallbegünstigende und mitwirkende Faktoren sollten präzisiert werden. In diesem Zusammenhang spielte auch die (Gestaltung der) Infrastruktur eine wesentliche Rolle.

Fußgängerverhalten und Fußgängersicherheit sollten daher gemeinsam in einer Grundlagenanalyse behandelt werden. Verschiedene Einflussbereiche

wie u. a. Straßenraum, Umfeld, Personencharakteristik und Konfliktgegner wurden dabei berücksichtigt.

Aufgrund der Charakteristik dieses Forschungsprojekts als Grundlagenanalyse standen das Querungsverhalten auf Hauptverkehrsstraßen innerorts mit einer zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 50 km/h entlang der freien Strecke außerhalb von Hauptverkehrsknotenpunkten im Vordergrund. Methodisch lag der Fokus dabei auf den Verhaltensweisen der Fußgänger.

Ziel war eine verbesserte Kategorisierung von Unfallsituationen mit Fußgängerbeteiligung in Bezug auf:

- die Altersgruppen Kinder, Erwachsene und Senioren,
- das Auftreten der Unfälle im Straßennetz und
- den Einfluss weiterer Faktoren wie Art der Konfliktgegner, Umfeldbedingungen sowie straßenseitige Merkmale.

Zusätzlich sollten Verhaltensweisen der Fußgänger beim Querungsvorgang im Hinblick auf folgende Aspekte präzisiert werden:

- differenzierte Betrachtung des Verhaltens vor und während des Querungsvorgangs,
- Zusammenhang zwischen Altersgruppe und verschiedenen Arten der Ablenkung,
- Quantifizierung des Querungsverhaltens anhand von Konfliktparametern sowie
- Aspekte der lokalen Routenwahl bzw. Vorbereitung des Querungsvorgangs durch Fußgänger im Längsverkehr.

6.2 Methodik

Es wurde eine Reihe unterschiedlicher Methoden angewendet, um das Verhalten und die Verkehrssicherheit von Fußgängern zu analysieren. Hierzu gehören:

- Eine umfassende Aufbereitung der bisherigen Erkenntnisse aus der nationalen und internationalen Literatur.
- Eine makroskopische Unfallanalyse der amtlichen Straßenverkehrsunfallstatistik in Deutsch-

land, ergänzend mit Teilauswertung von Bundesländern mit Angaben zum dreistelligen Unfalltyp.

- Eine Netzanalyse der Verteilung von Fußgängerunfällen in vier Untersuchungsstädten in Bezug auf Kreuzungen und Einmündungen von Hauptverkehrsstraßen, freie Strecke und Anschlussknoten entlang des Hauptverkehrsstraßennetzes sowie die Gebiete der Erschließungsstraßen.
- Eine Analyse des Verkehrsaufkommens der Fußgänger an Hauptverkehrsstraßen differenziert nach Längs- und Querverkehr in Abhängigkeit von den Verkehrsstärken im MIV, nach Altersgruppen, Ablenkung durch Handynutzung, Eigenschaften verschiedener Straßenräume (u. a. typischen Entwurfsituationen der RAST), dem Vorhandensein von besonderen Querungshilfen (Mittelinsele) sowie Einschränkungen u. a. durch Gehhilfen oder Kinderwagen.
- Eine Betrachtung des Unfallgeschehens mit Fußgängerbeteiligung unter Berücksichtigung des Fußgängeraufkommens im Längs- und Querverkehr sowie weiterer potenzieller Einflussfaktoren.
- Eine Einzelstellenanalyse von Unfällen an 20 ausgewählten Bereichen unter Berücksichtigung der konkreten Konfliktsituation.
- Eine Verhaltensbeobachtung von Fußgängern in Bezug auf deren Absicherung vor und während des Querungsvorgangs, auch unter Berücksichtigung der Altersgruppe und verschiedener Arten der Ablenkung.
- Eine Konfliktanalyse ausgewählter Querungsvorgänge auf Basis quantifizierbarer Konfliktparameter wie Time-to-Collision oder Post-Encroachment-Time.
- Verfolgungsläufe von Fußgängern in einem abgegrenzten Gebiet zur Analyse der lokalen Routenwahl (Querungsstellen entlang der Straße) sowie zum Absicherungsverhalten vor der Querung.

6.3 Erkenntnisse

Personenschadensunfälle mit Fußgängerbeteiligung konzentrieren sich zu 95 % auf Innerortsstraßen. Überschreiten-Unfälle dominieren das Unfallgeschehen mit Fußgängerbeteiligung noch vor

den Abbiege-Unfällen. Eine nennenswerte Rolle spielen auch Sonstige Unfälle, die häufig im Zusammenhang mit dem Rückwärtsfahren, Wenden und Rangieren stehen oder einen ungeklärten Verlauf haben und daher nicht weiter zur Erkenntnis beitragen können. Mit Ausnahme der Unfälle mit getöteten Fußgängern treten Konflikte bei Überschreiten-Unfällen häufiger mit Fahrzeugen von links als von rechts bzw. auf dem anliegenden als dem gegenüberliegenden Fahrstreifen auf. Bei den Abbiegeunfällen dominiert der Konflikt mit linksabbiegenden Fahrzeugen.

Nach den Pkw stellen die Radfahrenden die wichtigste Konfliktgegnergruppe der Fußgänger dar. Dabei sind anteilmäßig vor allem die Längsverkehrsunfälle (ohne Fahrbahnquerung der Fußgänger) und die Überschreiten-Unfälle relevant. Ein im Vergleich erhöhtes Fußgängerunfallgeschehen ergibt sich vor allem bei Dämmerung und Dunkelheit (im Vergleich mit den restlichen Unfällen). Kinder und Jugendliche sind stärker bei Überschreiten-Unfällen und Senioren stärker bei Abbiege- und Sonstigen Unfällen repräsentiert.

In den vier Untersuchungsstädten verteilt sich das Fußgängerunfallgeschehen zu:

- 20-40 % im Erschließungsstraßennetz ($0,12 U_{Fg}/(km \cdot a)$)
- 15-30 % an Hauptverkehrsstraßenknoten ($0,33 U_{Fg}/(KP \cdot a)$)
- 20 % an Anschlussknoten ($0,07 U_{Fg}/(KP \cdot a)$)
- 25-35 % auf der freien Strecke auf Hauptverkehrsstraßen ($0,23 U_{Fg}/(km \cdot a)$)

Es wird darauf hingewiesen, dass Fußgängerunfälle mit der Beteiligung von Kindern insbesondere in Erschließungsstraßennetzen auffällig sind.

An 82 Erhebungsstellen wurden insgesamt über 100.000 Fußgänger in jeweils einem 4-Stunden-Zeitraum im Bereich der Früh- und Abendspitze gezählt und für weitere Analysen aufbereitet. An den Erhebungsstellen wurden folgende Bandbreiten der Spitzenstunden-Verkehrsstärken des Fußgängerverkehrs erhoben (Summe beider Richtungen):

- Längsverkehr: ca. 90 bis ca. 340 Fg/h (25-75 % Perzentil) mit Maximum von 760 Fg/h
- Querverkehr: 35 bis ca. 130 Fg/h (25-75 % Perzentil) mit Maximum von 380 Fg/h

Das Aufkommen im Fußgängerquerverkehr korreliert positiv mit dem Aufkommen im Fußgängerlängsverkehr und negativ mit dem DTV der motorisierten Fahrzeuge. Ein erhöhtes Querungsaufkommen von Fußgängern wird zudem an Anschlussknoten sowie im Bereich von Mittelinseln festgestellt. Vor allem Kinder, mit leichterer Tendenz auch Senioren sowie Fußgänger, die ein Handy nutzen, queren eher an als direkt auf Mittelinseln. Anhand der Erhebungen konnten Bandbreiten des Fußgängerquerverkehrs für verschiedene Entwurfsituationen der RAST sowie der Einordnung nach den EFA bereitgestellt werden.

Der Anteil der Handynutzung beträgt über alle Erhebungsstellen hinweg rund 4,2 %. Die Nutzungsquoten von Handys bei Fußgängern streuen teilweise erheblich zwischen weniger als 2 % und mehr als 12 %. Querende Fußgänger nutzen seltener das Handy im Vergleich zu Fußgängern im Längsverkehr (2,4 % bzw. 3,5 %).

Anhand der Ergebnisse (Querungen ohne beobachtete Absicherung oder nur einseitig beobachtete Absicherung) wird darauf geschlossen, dass Fußgänger sich bereits bei Annäherung an die Querungsstelle absichern, d. h. passende Lücken im Verkehrsstrom suchen. Insbesondere Kinder und Senioren sowie sich unterhaltende Personen zeigen verstärkt ein Absicherungsverhalten. Fußgänger, die während der Querung ein Handy nutzen, warten signifikant häufiger und tendenziell länger, bevor sie eine Querung beginnen. Dies wird als Kompensationsleistung für die Ablenkung beim Querungsvorgang interpretiert. Senioren nutzen kürzere Querungswege und queren langsamer. Niedrigere Querungsgeschwindigkeiten werden auch bei Fußgängern mit Handynutzung festgestellt. Kinder zeigen weniger häufig ein erneutes Absicherungsverhalten auf der Straße bzw. während der Querung. Das lässt darauf schließen, dass Kinder schematisch eingeübtes Verhalten (Erst Sehen, dann Gehen) reproduzieren können, aber nicht auf veränderliche Bedingungen flexibel reagieren können, da ihnen dafür die Erfahrungen fehlen. Senioren dagegen kompensieren zumindest teilweise ihre Leistungseinbußen durch ein entsprechend angepasstes Verhalten (direkte Querungswege, intensivere Absicherung).

Aus Einzelfallanalysen sowie Verfolgungsläufen konnten weitere qualitative Erkenntnisse zu den Querungsvorgängen abgeleitet werden. So wird vermutet, dass tatsächlich eher eine plötzlich auf-

tauchende Zeitlücke im Verkehrsstrom zum Queren animiert als die direkte Nähe des letztendlichen Querungsziels. Obwohl eine Tendenz besteht, nicht zwischen parkenden Fahrzeugen hindurch zu queren, ist dies nicht mehr der Fall, wenn passende Zeitlücken für eine Querung im Verkehrsstrom auftreten. Es ist eine Tendenz zu beobachten, dass bei Querung von untergeordneten Zufahrten an Knotenpunkten weniger häufig eine Absicherung erfolgt. Bei Kindern wurde vermehrt das völlige Fehlen einer Absicherung beobachtet, wenn sie bspw. (auch mit größeren Abstand) hinter ihren Eltern oder im Spiel mit anderen Kindern die Straße querten. Diese Auffälligkeit tritt nicht nur in ruhigen Straßen auf, auch Gehwege von Hauptverkehrsstraßen werden vereinzelt von Kindergruppen zum Spielen benutzt. An Mittelinseln und vor allem Mittelstreifen wurde vermehrt beobachtet, dass Fahrzeugführer querenden Fußgängern den Vortritt einräumten.

Die Modellanalyse hat gezeigt, dass das Unfallgeschehen mit Fußgängerbeteiligung im Zusammenhang mit dem Fußgängeraufkommen im Querverkehr steht. Dieser Zusammenhang verläuft degressiv ansteigend und ist vergleichsweise schwach ausgeprägt ($R^2 = 0,22$). Ein deutlich schwächerer Zusammenhang ergibt sich für den Fußgängerlängsverkehr. Kein Zusammenhang lässt sich für die DTV des motorisierten Verkehrs nachweisen. Aufgrund der genutzten Stichprobe lassen sich für weitere potenzielle Einflussmerkmale nur Tendenzen beschreiben²⁷. Es deutet sich bspw. an, dass bei erhöhtem Aufkommen der Fußgänger im Längsverkehr, eine Tendenz zu einer geringeren Unfallwahrscheinlichkeit bei einer Straßenquerung besteht. Erhöhte Unfallwahrscheinlichkeiten ergeben sich an Anschlussknotenpunkten, an ÖV-Haltestellen, bei breiteren Gehwegen und größeren Fahrbahnbreiten.

Aus detaillierten Einzelfallanalysen konnten bestimmte Unfallsituationen weiter konkretisiert werden. Die erhöhte Unfallhäufigkeit beim Queren von Fahrbahnen mit parkenden Fahrzeugen kann zu einem kleineren Teil auch auf rückwärtsfahrende und/oder ausparkende Fahrzeuge und zwischen den parkenden Fahrzeugen wartende Fußgänger zurückgeführt werden. Rückstaus bzw. haltende Fahrzeuge auf der Fahrbahn sind ebenfalls unfallbegünstigende Faktoren, was noch durch die Vermutung verstärkt wird, dass Fußgänger solche Situationen als vermeintlich sichere Querungsmöglichkeiten einschätzen (Verkehr steht, aber nur einseitig). Abbiegevorgänge und daraus resultierende Unfälle

an nicht-signalisierten Anschlussknoten werden durch unachtsames Verhalten bei Fußgängern und Fahrzeugführern begünstigt. Beim Gehen entlang der bevorrechtigten Fahrtrichtung im Bereich von Anschlussknotenpunkten tendieren Fußgänger dazu, weniger stark auf den parallel fahrenden Verkehr zu achten. Auffällig wird dies wieder bei Kindern, die gegenüber Linksabbiegern offensichtlich seltener auf die komplexe Situation eingehen (können) und daher häufiger als andere (erfahrene) Fußgänger Opfer von Unfällen mit linksabbiegenden Fahrzeugen werden. Beim Rechtseinbiegen wird aufgrund des bevorrechtigten Stroms von links tendenziell zu wenig auf links vom Fahrzeug die Hauptfahrbahn querende Fußgänger geachtet.

Der unfallbegünstigende Umstand von Fußgängerunfällen bei Dunkelheit konnte dahingehend näher analysiert werden, dass ein Teil der Fußgänger bei Dunkelheit tendenziell häufiger kleinere Zeitlücken zur Querung wählte (z. B. höherer Anteil kürzerer PETs). Ähnliches, aber in geringerer Deutlichkeit ließ sich für den Vergleich zwischen Querung der ersten und zweiten Fahrbahnhälfte feststellen. So wurde das zuvor genannte Ergebnis der häufigeren Kollision von Fußgängern mit Fahrzeugen auf dem anliegenden Fahrstreifen, durch die dort tendenziell häufiger zu beobachtenden kritischeren Zeitlücken unterstrichen. Weiterhin wurde vor Radfahrenden mit kritischeren Zeitlücken gequert als dies für motorisierte Fahrzeuge der Fall war.

6.4 Empfehlungen

Grundsätzlich sind die relevanten Maßnahmenansätze im Bereich der Infrastruktur bekannt und in den technischen Richtlinien enthalten. Einzelne Maßnahmen wie z. B. die Anordnung von Mittelinseln werden aber nicht optimal²⁸ im bestehenden Straßennetz angewendet bzw. fehlen trotz anders lautender Vorgaben aus den EFA (FGSV, 2002). Daher muss die Umsetzung der Maßnahmen in den Regelwerken, welche in den EFA und den RASt aufgeführt sind, in der Praxis intensiviert werden.

An erster Stelle steht hier die Gewährleistung ausreichender Sichtbeziehungen zwischen Fußgän-

²⁷ Signifikanz ist von der Größe der Stichprobe abhängig. Es ist daher nicht auszuschließen, dass bei größerer Stichprobe nicht nur eine Tendenz, sondern auch ein signifikanter Zusammenhang vorliegen würde.

²⁸ In Bezug auf die Lage zu den bevorzugten Querungsstellen des Fußgängerquerverkehrs.

gern und potenziellen Konfliktgegnern (motorisierte und nicht-motorisierte Fahrzeuge). Deshalb müssen entwurfstechnische Maßnahmen flächendeckender umgesetzt werden. Die Platzierung von Querungshilfen und vorgezogenen Seitenräumen bei Längsparkständen ist noch wesentlich stärker an Fußgängerzielen und -routen auszurichten, wobei die DTV des motorisierten Verkehrs eher eine untergeordnete Rolle spielt. Die – vor allem auch baulich unterstützte – Ordnung des ruhenden Verkehrs spielt ebenfalls eine zentrale Rolle, welche auch hinsichtlich des Problems mit rückwärtsfahrenden Fahrzeugen einen Beitrag zur Verbesserung der Verkehrssicherheit leisten könnte. Der Einbau von Mittelinseln und Mittelstreifen ist vor allem in Haltestellensituationen (am Beginn und Ende) sowie in Bereichen mit häufigen Rückstauungen des Fahrzeugverkehrs stärker zu fördern und voranzutreiben. Mit diesen Maßnahmen soll auch für querende Fußgänger ein stärker regelkonformes Verhalten entsprechend §25 StVO unterstützt werden.

Nicht signalisierte Anschlussknotenpunkte entlang von Hauptverkehrsstraßen sind, auch aufgrund des erhöhten Querungsaufkommens der Fußgänger in diesen Bereichen, ebenfalls stärker in Sicherheitsüberlegungen einzubeziehen. Sowohl Konflikte beim Überschreiten als auch beim Abbiegen sind auffällig im Unfallgeschehen und sollten durch infrastrukturelle Maßnahmen (u. a. Signalisierung, Gehweganhebung, enge Abbiegeradien, kompakte Knotenpunktgestaltungen) stärker abgesichert werden. Allerdings sind hier die Einsatzmöglichkeiten, vor allem in der Fläche, stärker eingeschränkt.

Alle die zuvor genannten Punkte sind einerseits im Rahmen von Neu- und Umbauplanung durch eine stärkere Anwendung von Sicherheitsaudits zu fördern. Andererseits sind – mit wesentlich größerem Potenzial – die Umsetzung der Empfehlungen im Bestandsnetz durch folgende Instrumente stärker zu adressieren:

- Sicherheitsanalyse von Straßennetzen (ESN) zur Identifizierung von Bereiche mit Sicherheitsverbesserungspotenzial
- Bestandsaudit für detaillierte Hinweise zur Defiziten in den durch das ESN-Verfahren gefundene Bereichen
- Verkehrsschau mit stärkerem Fokus auf den Sichtbeziehungen an potenziellen Querungstellen von Fußgängern

Die gefundenen Ergebnisse zur Spezifika von Querungsvorgängen durch Kinder weisen darauf hin, dass es diesen nicht in jeder Situation gelingt, ein adäquates Bewusstsein über die Querungssituation zu entwickeln. Hier können Gefahrenantizipationstrainings wie Perspektivwechsel (Sicht verschiedener Verkehrsteilnehmer verdeutlichen), kommentierte Präsentation von Situationsverläufen mit der Verbalisierung von zugrundeliegenden kognitiven Prozessen oder „WHN“-Fragen (Was passiert als nächstes?) zur Auseinandersetzung mit dem Fortlauf von Situationen zur Anwendung kommen. Innovativere Ansätze betreffen die Nutzung von virtuellen Umgebungen um bspw. Blickstrategien und das Querungsverhalten zu üben oder auch um für die Schätzung von Annäherungsgeschwindigkeiten zu sensibilisieren. Wichtig ist dabei, dass unterschiedliche Randbedingungen der Altersgruppe sowie ein starker lokaler Bezug gewährleistet sind. Das Training des Erkennens von sicheren Querungshilfen wurde bereits mit Erfolg angewendet. Dies spielt vor allem in die Schulwegplanung und -umsetzung mit hinein. Darüber hinaus sollten diese Maßnahmen stärker in die allgemeine Verkehrserziehung bei Kindern zu intensivieren. Vor dem Hintergrund verstärkter Hol- und Bringdienste im Auto durch die Eltern sollte darauf geachtet werden, dass Kinder die Möglichkeit haben, durch praktische Erfahrungen, entsprechende Kompetenzen für eine sichere Teilnahme am Straßenverkehr zu entwickeln.

Die gefundenen Anzeichen für kompensatorische Strategien bei älteren Fußgängern weisen darauf hin, dass altersbezogene Veränderungen in den sensorischen, kognitiven und motorischen Ressourcen in Leistungseinbußen resultieren können, die beobachtbar sind und – wenn sie nicht mehr kompensiert werden können (z. B. bei höherer Komplexität der Verkehrssituation) – wahrscheinlicher auch zu Sicherheitseinbußen führen. Hier können Maßnahmen ansetzen, die vor allem physische Voraussetzungen für sicheres Queren trainieren bzw. aufrechterhalten (vorrangig Sturzprävention). Hierzu bestehen allerdings noch deutliche Forschungslücken hinsichtlich deren Wirksamkeit. Ein Nebeneffekt solcher Trainings wird aber in einer verbesserten Einschätzung der eigenen Leistungsfähigkeit gesehen, was die Ausführung von Kompensationsstrategien unterstützt. Wichtiger wird aber die Reduzierung der Komplexität von Verkehrssituationen eingeschätzt, was dann vorrangig der Infrastrukturgestaltung zufällt.

Basierend auf den Ergebnissen mit Bezug auf die Handynutzung beim freien Queren empfehlen sich Maßnahmen zur Sensibilisierung und Schärfung des Problembewusstseins von Fußgängern, welche in Form bewusstseinsbildender Kampagnen (awareness campaigns) umgesetzt werden sollten.

6.5 Offener Forschungsbedarf

In dieser Forschungsarbeit wurden einzig Querungen entlang der freien Strecke und an Anschlussknotenpunkten, teilweise im Bereiche von Mittelinseln untersucht. Es fehlt die Einordnung der Ergebnisse in Untersuchungen zu anderen bzw. alternativen Querungshilfen. Hier gilt es auch Antworten darauf zu finden, wie in Situationen, in denen Mittelinseln oder FGÜ nicht zur Anwendung kommen können (bspw. aufgrund Fahrbahnbreite oder Straßenbahngleisen), die sichere Querung von Fußgängern unterstützt werden kann.

Das Thema „Safety in Numbers“ wurde und konnte hier nur am Rande betrachtet werden. Die Rolle der besseren Wahrnehmung von Fußgängern am Straßenrand von Kraftfahrzeugführern (ggf. auch Radfahrern) erscheint auch von erhöhter praktischer Relevanz. Hier spielt das Thema Sichtbarkeit, Sichtbeziehungen aber auch Geschwindigkeiten der Kfz²⁹ eine Rolle. Wichtig ist in diesen Zusammenhang auch, dass hier unfallbegünstigende Situationen bei nur geringen Verkehrsstärken des MIV identifiziert wurden, welche bisher von den Empfehlungen der EFA nur bedingt abgedeckt sind.

In der Straßenverkehrsordnung sind auch Verkehrsregeln für Fußgänger enthalten (u. a. §25 StVO). Die Praxisrelevanz bzw. die Kenntnis dieser Vorgaben bei den Fußgängern unterschiedlicher Altersgruppen wäre ein weiteres Forschungsthema. In diesem Zusammenhang sind Maßnahmen zur Verbesserung des Kenntnisstandes aber auch Möglichkeiten der Überwachung dieser Regeln zu überprüfen.

Bezüglich der Prävalenz der Handynutzung ergibt sich in dieser Studie insgesamt eine deutlich niedrigere Nutzungsrate als in anderen Beobachtungsstudien. Wie in Kapitel 5.2.2 diskutiert kann dies an der Auswahl der Erhebungsstellen liegen. Letztlich bleibt aber unklar, ob unterschiedliche Orte, verschiedene Aktivitäten, unterschiedliche Wartezeiten

und/oder eine unterschiedliche Risikowahrnehmung der Fußgänger (mit-) ursächlich für die unterschiedlichen Nutzungsraten sind. Es besteht demnach Forschungsbedarf, in welchen Situationen Fußgänger sich für die Handynutzung entscheiden und wie sicherheitsrelevant dies in der jeweiligen Situation ist.

Die geringe Handynutzungsrate hat zur Folge, dass die Untersuchung der Auswirkungen der Ablenkung durch Handynutzung nur an einer kleinen Stichprobe durchgeführt werden konnte (Stufe 2). Dies bedeutet u. a., dass der Einfluss unterschiedlicher Arten der Handynutzung (z. B. telefonieren, tippen, lesen etc.) auf die Gehperformanz in Realsituationen nicht ausreichend untersucht werden konnte. Um dies zu erreichen, müssen zukünftig größere Stichproben angestrebt werden, damit eine zuverlässige Abschätzung der unterschiedlichen Nutzungsarten erfolgen kann.

Sowohl in Stufe 1 als auch in Stufe 2 ist das Alter innerhalb der Gruppe der Kinder nicht weiter differenziert worden. Dies lag v. a. am gewählten Vorgehen und der Methode (nicht-teilnehmende Beobachtung) und hat zu einigen wertvollen Erkenntnissen über generelle Verhaltensweisen von Kindern als Fußgängern geführt. Insgesamt erscheint es aber angemessener, das jeweilige Alter und den Entwicklungsstand der Kinder differenzierter zu betrachten, was sich aber in Beobachtungsstudien nur schwer realisieren lässt. Forschungsfragen z. B. nach dem Einfluss des sozialen Umfelds auf das Verkehrsverhalten von Kindern oder der Entwicklung von Fähigkeiten wie der Schätzung von Geschwindigkeiten und Entfernungen und dem Erkennen und Bewerten von Gefahren, lassen sich mit Beobachtungsstudien kaum hinreichend untersuchen. Für diese wichtigen aber bisher noch offenen Fragen bieten sich eher experimentelle (Labor-) Studien an.

Schließlich zeigen die Analysen einen deutlichen Risikoanstieg für Querungen bei Dunkelheit. Generell ist das Verhalten von Fußgängern bei Dunkelheit bisher kaum untersucht. So ist völlig unklar, ob sich beispielsweise das Verhalten, die Geschwindigkeitsschätzung und die Risikoakzeptanz von Fußgängern je nach Beleuchtungssituation unterscheiden. Aufgrund der Relevanz der Dunkelheit – auch in Kombination mit Nässe – für Fußgängerunfälle erscheint die Untersuchung dieses Problems vorrangig zu sein.

²⁹ Als mögliche Folge eines angepassten Fahrverhaltens aufgrund der Wahrnehmung von Fußgängern am Straßenrand

Generell hat die Methode zur Bewertung des Verkehrsverhaltens auf Basis von quantitativen Konfliktkenngrößen vielversprechende Ansätze in Bezug auf die Wissenschaft aufgezeigt. Gerade das Thema der Kollision von Fahrzeugen auf dem anliegenden und gegenüberliegenden Fahrstreifen, mit Differenzen in den Altersgruppen, erscheint hierfür prädestiniert. Für eine effektivere Analyse sind aber Stellen mit einem gleichzeitig höheren Fuß- und Kfz-Aufkommen notwendig, damit eine entsprechend große Anzahl an auswertbaren Interaktionen analysiert werden kann.

Literatur

- AASHTO (2010). Highway Safety Manual HSM. 1st Edition. Washington DC: American Association of State Highway and Transportation Officials.
- ACHERMANN STÜRMER, Y. (2014). Verkehrserziehung bei Kindern und Sensibilisierung der Eltern mit Schwerpunkt Fussverkehr. Bern: bfu – Beratungsstelle für Unfallverhütung.
- ADAC (2013). Älter werden. Sicher Fahren. München: ADAC (Broschüre Verkehrsexperten informieren).
- AFGHARIE, A. P., ISMAIL, K., SAUNIER, N., SHARMA, A., MIRANDA-MORENO, L. (2014) Pedestrian-cyclist interactions at bus stops along segregated bike paths: Case study of Montreal, Canada. Transportation Research Board Annual Meeting Compendium of Papers, 2014. 12-16.
- ALRUTZ, D., BOHLE, W., MÜLLER, H., PRAHLOW H. (2009). Unfallrisiko und Regelakzeptanz von Fahrradfahrern. Bergisch Gladbach: Bundesanstalt für Straßenwesen (Reihe Verkehrstechnik Heft V184).
- ALRUTZ, D., BACHMANN, C., RUDERT, J. (2012). Verbesserungen der Bedingungen für Fußgänger an Lichtsignalanlagen. Bergisch Gladbach: Bundesanstalt für Straßenwesen (Reihe Verkehrstechnik Heft V217).
- ALRUTZ, D., BOHLE, W., MÜLLER, H., BUSCHE, K., MAIER, C., OTTE, S. (2006). Sicherheitsbewertung von Überquerungshilfen. Schlussbericht zum Forschungsvorhaben im Auftrag des Verkehrstechnischen Instituts der Deutschen Versicherer, Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft. Berlin/Hannover.
- ALRUTZ, D., BOHLE, W., GRADEMANN J., MAIER, C., PRAHLOW, H. (2005). Chancen und Optimierungspotentiale des nichtmotorisierten Verkehrs. Schlussbericht zum Forschungsvorhaben FE 70.0712/2003 des BMVBW. Berlin/Hannover.
- ALRUTZ, D., FRIEDRICH, B., BOHLE, W., BUSCHE, K., IRZIK, M., MENNICKEN, C., ROSE, M. (2000). Bemessungsgrundlagen für Fußgängerverkehrsanlagen. Bonn: Bundesministerium für Verkehr-, Bau- und Wohnungswesen
- ASHMEAD, D. H., GUTH, D., WALL, R. S., LONG, R. G., PONCHILLIA, P. E. (2005). Street Crossing by Sighted and Blind Pedestrians at a Modern Roundabout. Journal of Transportation Engineering, 131(11), 812-821.
- AURICH, A., HANTSCHHEL, S., KOLLMUS, B., SCHÜLLER, H. (2015). Prognose für die Verkehrssicherheit in Städten. ZVS (2). S. 83-90
- AURICH, A. (2012). Modelle zur Beschreibung der Verkehrssicherheit innerörtlicher Hauptverkehrsstraßennetze unter besonderer Berücksichtigung der Umfeldnutzung. Dresden: Lehrstuhl für Straßenverkehrstechnik (Dissertationsschrift).
- AVINERI, E., SHINAR, D., SUSILO, Y. (2012). Pedestrians' behaviour in cross walks: The effects of fear of falling and age. Accident Analysis and Prevention, 44(1), 30–34.
- BAIER, R., LEU, P., KLEMPES-KOHNEN, A., REINARTZ, A., MAIER, R., SCHMOTZ, M. (2014). Minikreisverkehre – Ableitung ihrer Einsatzbereiche und Einsatzgrenzen. Bergisch Gladbach: Bundesanstalt für Straßenwesen (Verkehrstechnik Heft V240).
- BAIER, R., MAIER, R., AURICH, A., KLEMPES, A. (2007). Sicherheitsgrad von Stadtstraßen mit und ohne schienengebundenen ÖPNV. Unveröffentlichter Schlussbericht zum Forschungsprojekt des GDV. Aachen/Dresden: BSV Büro für Stadt- und Verkehrsplanung /

Lehrstuhl Straßenverkehrstechnik der TU
Dresden

- BAIER, R., ENGELEN, K., KLEMP-S-KOHNEN, A., REINARTZ, A. (2015). Einsatzbereiche und Einsatzgrenzen von Straßenumgestaltungen nach dem „Shared Space“-Gedanken. Bergisch Gladbach: Bundesanstalt für Straßenwesen (Heft V251)
- BARK, A., KUTSCHERA, R., BAIER, R., KLEMP-S-KOHNEN, A. (2008). Handbuch der Verkehrssicherheit von Straßen - Entwurf eines Handbuches für die Bewertung der Verkehrssicherheit von Straßen (HVS). Unveröffentlicht: Bundesanstalt für Straßenwesen FE 03.389/2005/FGB.
- BARTELS, B., LIERS, H. (2014). Bewegungsverhalten von Fußgängern im Straßenverkehr – Teil 2, Forschungsvereinigung Automobiltechnik e. V., FAT-Schriftenreihe 268, VDA.
- BARTELS, B., ERBSMEHL, C. T. (2014). Bewegungsverhalten von Fußgängern im Straßenverkehr - Teil 1. Forschungsvereinigung Automobiltechnik e. V., FAT Schriftenreihe 267.
- BARTON, B. K., SCHWEBEL, D. C., MORRONGIELLO, B. A. (2007). Brief Report: Increasing Children's Safe Pedestrian Behaviors through Simple Skills Training. *J. Pediatr. Psychol.*, 32 (4), 475-480.
- BARTON, B. K., SCHWEBEL, D. C. (2007). The Roles of Age, Gender, Inhibitory Control, and Parental Supervision in Children's Pedestrian Safety. *Journal of Pediatric Psychology*, 32 (5), 517-517.
- BARTON, B. K., ULRICH, T., LYDAY, B. (2012). The roles of gender, age and cognitive development in children's pedestrian route selection. *Child: Care Health Dev.* 38 (2), 280-286.
- BASCH C. H., ETHAN, D., RAJAN, S., BASCH, C. E. (2014). Technology-related distracted walking behaviours in Manhattan's most dangerous intersections. *Injury Prevention*, 20, 343-346.
- BASILE, O., PERSIA, L., USAMI, D. S. (2010). A methodology to assess pedestrian crossing safety. *European transport research review*, 2(3), 129-137.
- BÄUMLER, H. (2003). Vergleichende Untersuchung von Fußgängerunfällen bei Tag und Nacht unter Berücksichtigung der Reaktionszeitproblematik bei Dunkelheit. Dresden: Technische Universität Dresden (Dissertationsschrift).
- BAURÈS, R., OBERFELD, D., HECHT, H. (2010). Judging the contact-times of multiple objects: Evidence for asymmetric interference. *Acta Psychologica*, 134, 363-371.
- BELOPITOV, I., OSTERMAYR, L., SCARAMUZZA, G., NIEMANN, S., LAUBE M. (2011). Fussgängerstreifen (Grundlagen). Zürich/Bern/Zollikon: Forschungsauftrag VSS 2008/302.
- Beratungsstelle für Schadenverhütung (HRSG.) (1981). Erfahrungen mit „Verkehrsberuhigten Bereichen“ (Zeichen 325/326 StVO). Köln: Verband der Haftpflichtversicherer, Unfallversicherer, Autoversicherer und Rechtsschutzversicherer e.V. Beratungsstelle für Schadenverhütung (Informationen der Beratungsstelle für Schadenverhütung).
- BIERMANN, H., WEISSMANTEL, H. (1998). Kapitel 4: Altersbedingte Beeinträchtigungen. In Regelkatalog SENSI-Geräte, Bedienungs-freundlich und barrierefrei durch das richtige Design. Darmstadt: Institut für Elektromechanische Konstruktionen.
- BODE, W., DEUTLER, S., WESSLING, F., FENNHOFF, K., GROTTENDIECK, C. (2009). Verkehrsuntersuchung in der Gemeinde Bohmte unter besonderer Berücksichtigung der Wirkungen des Shared Space Bereiches. Bohmte: Abschlusspräsentation 11.09.2009.
- BOHLE, W. (1995). Grundlagen zur Berücksichtigung des „Aufenthaltes nichtmotorisierter Verkehrsteilnehmer“ bei Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen. Bonn-Bad Godesberg: Bundesministerium für Verkehr, Abteilung Straßenbau (Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 716)
- BONDZIO, L., ORTLEPP, J., SCHEIT, M., VOSS, H., WEINERT, R. (2012). Verkehrssicherheit innerörtliche Kreisverkehre. Berlin: UDV des GDV.

- BÖTTCHER, A. (2005). Einflüsse von entwicklungspsychologischen Aspekten und der Risikowahrnehmung auf das Verkehrsverhalten von Kindern. Projektbericht, Hochschule Magdeburg - Stendal (FH), Fachbereich Sozial- und Gesundheitswesen, Studiengang Gesundheitsförderung und -management.
- BÖTTCHER, M., OTTA, K. (2006). Untersuchung der Konflikte zwischen Fahrgästen und Radfahrern an Haltestellen des ÖPNV auf der Basis von Unfalldaten. Dresden: Unveröffentlichte Studienarbeit am Lehrstuhl Straßenverkehrstechnik der TU Dresden.
- BRÖG, W., ERL, E. (1999). Kenngrößen für den Fußgänger- und Fahrradverkehr. Bergisch Gladbach: Bundesanstalt für Straßenwesen BASt (Berichte der BASt, Heft M109).
- Bundesamt für Strassen ASTRA. (2010). Instruktionen zum Unfallaufnahmeprotokoll (UAP), Anhang 2: Ursachen und Hauptursache. Bern: ASTRA.
- Bundesanstalt für Straßenwesen. (2015). Fachthemen, Fußgängerschutz. Von: <http://www.bast.de/DE/Fahrzeugtechnik/Fachthemen/f2-fussgaengerschutz>.
- Bundesanstalt für Straßenwesen BASt (2013). Schulwegpläne leichtgemacht – Der Leitfaden. Bergisch Gladbach: Bundesanstalt für Straßenwesen – URL: https://www.bast.de/BASt_2017/DE/Publikationen/Medien/U-Schulweg/Schulweg-hidden_node.html
- BURG, H., MOSER, A. (HRSG.) (2009). Handbuch Verkehrsunfallrekonstruktion: Unfallaufnahme, Fahrdynamik, Simulation. Vieweg Verlag.
- CAIRD, J. K., JOHNSTON, K. A., WILLNESS, C. R., ASBRIDGE, M., STEEL, P. (2014). A meta-analysis of the effects of texting on driving. *Accident Analysis and Prevention* 71, 311–318.
- CAIRD, J. K., WILLNESS, C. R., STEEL, P., SCIALFA, C. (2008). A meta-analysis of the effects of cell phones on driver performance. *Accident Analysis & Prevention* 40 (4), 1282–1293.
- CAREY, R. N., MCDERMOTT, D. T., SARMA, K. M. (2013). The impact of threat appeals on fear arousal and driver behavior: A meta-analysis of experimental research 1990 – 2011. *PLOS One*, 8(5), e62821.
- CAVALLO, V., LOBJOIS, R., DOMMES, A., VIENNE, F. (2009). Elderly pedestrians' visual timing strategies in a simulated street-crossing situation. Proceedings of the fifth international driving symposium on human factor in driver assessment, training and vehicle design, (499-505). Frankreich.
- CELIKKAN, Y., HOFFMAN, A., SCHLABBACH, K. (2008). Restrotanzeige für Fußgänger. *Straßenverkehrstechnik* 1, 20-25.
- CONNELLY, M. L., CONAGLEN, H. M., PARSONSON, B. S., ISLER, R. B. (1998). Child pedestrians' crossing gap thresholds. *Accident Analysis and Prevention*, 30(4), 443-453.
- CONTINENTAL AG (2008). Mehr Sicherheit auf dem Weg zum Unterricht: Bundesweiter Start für Internet-SchulwegPlaner. Erreichbar unter http://www.schulwegplaner.de/presse/PM_SchulwegPlaner_22_05_08_de.pdf, Letzter Abruf: 19.05.2017.
- CHISHOLM, S. L., CAIRD, J. K., LOCKHART, L. (2008). The effects of practice with MP3 players on driving performance. *Accident Analysis and Prevention*, 40, 704–713.
- DEERY, H. A. (1999). Hazard and Risk Perception among Young Drivers. *Journal of Safety Research*, 30 (4), 225-236.
- DEKRA (2015). Verkehrssicherheitsreport 2015. Strategien zur Unfallvermeidung auf den Straßen Europas. DEKRA Automobil GmbH.
- DEKRA (2016). Fußgänger und ihr Nutzungsverhalten mit dem Handy/Smartphone in europäischen Hauptstädten. Stuttgart: DEKRA Automobil GmbH, Abteilung Unfallforschung.
- DELUCIA, P. R., WARREN, R. (1994). Pictorial and motion-based depth information during active control of self-motion: Size-arrival effects on collision avoidance. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 20 (4), 783-798.

- DINGUS, T. A., GUO, F., LEE, S., ANTIN, J. F., PEREZ, M., BUCHANAN-KING, M., HANKEY, J. (2016). Driver crash risk factors and prevalence evaluation using naturalistic driving data. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 113 (10) 2636-2641.
- DING, T., WANG, S., XI, J., ZHENG, L., WANG, Q. (2015). Psychology-Based Research on Unsafe Behavior by Pedestrians When Crossing the Street. *Advances in Mechanical Engineering*. 7 (1), 1-6.
- DIODENES, M., LINDAU, L. (2010). Evaluation of pedestrian safety at midblock crossings, Porto Alegre, Brazil. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, (2193), 37-43.
- DOMMES, A., CAVALLO, V. (2011). The role of perceptual, cognitive, and motor abilities in street-crossing decisions of young and older pedestrians. *Ophthalmic & Physiological Optics*, 31, 292-301.
- DOMMES, A., CAVALLO, V., DUBUISSON, J. B., TOURNIER, I., VIENNE, F. (2014). Crossing a two-way street: comparison of young and old pedestrians, *Journal of Safety Research*, 50, 27-34.
- DOMMES, A., CAVALLO, V., OXLEY, J. (2013). Functional declines as predictors of risky street-crossing decision in older pedestrian. *Accident Analysis and Prevention*, 59, 135-143.
- DUNBAR, G., HOLLAND, C. A., MAYLOR, E. A. (2004). *Older pedestrians: A review*. London: Department for Transport.
- EKMAN, L., HYDEN, C. (1999). *Pedestrian safety in Sweden (No. FHWA-RD-99-091)*.
- ELVIK, R., SORENSEN, M. W. J., NAEVESTAD, T. O. (2013). Factors influencing safety in a sample of marked pedestrian crossings selected for safety inspections in the city of Oslo. *Accident Analysis and Prevention*, 59, 64-70.
- ELVIK, R. (2009). The non-linearity of risk and the promotion of environmentally sustainable transport. *Accident Analysis and Prevention*, 41, 849-855.
- ELVIK, R., VAA, T., HOYE, A., SORENSEN, M. (2009). *The Handbook of Road Safety Measures*. Emerald Group Publishing Limited.
- EMERSON, R. W., SAUERBURGER, D. (2008). Detecting Approaching Vehicles at Streets with No Traffic Control. *Journal of Visual Impairment & Blindness* 102 (12), 747-760.
- EMERSON, R., NAGHSHINEH, K., HAPEMAN, J., WIENER, W. (2011). A pilot study of pedestrian with visual impairment detecting traffic gaps and surges containing hybrid vehicles. *Transportation Research Part F*, 14(2), 117-127.
- ENDSLEY, M. R. (1995). Toward a Theory of Situation Awareness in Dynamic Systems. *Human Factors*, 37(1), 32-64.
- EWERT, U. (2012). *Senioren als Fussgänger. Faktenblatt Nr. 08*. Bern: bfu - Beratungsstelle für Unfallverhütung.
- GSV (2002). *Empfehlungen für Fußgängerverkehrsanlagen / EFA*. Köln: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe „Straßenentwurf“, FGSV Verlag.
- Federal Highway Administration FHWA (2008). *Surrogate Safety Assessment Model and Validation: Final Report*. McLean, VA: Turner-Fairbank Highway Research Center.
- Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen (2001). *Richtlinien für die Anlage und Ausstattung von Fußgängerüberwegen / R-FGÜ 2001*. Köln: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, FGSV Verlag.
- Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen (2002). *Empfehlungen für Fußgängerverkehrsanlagen / EFA 2002*. Köln: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, FGSV Verlag.
- Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen (2007). *Richtlinie für die Anlage von Stadtstraßen / RAST 06*. Köln: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe „Straßenentwurf“, FGSV Verlag.

- Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen (2012). Merkblatt für die örtliche Unfalluntersuchung in Unfallkommissionen M Uko. Köln: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, FGSV Verlag.
- Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen (2015). Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen HBS. Köln: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, FGSV Verlag.
- FITZPATRICK, K., TURNER, S., BREWER, M., CARLSON, P., ULLMAN, B. (2006). Improving Pedestrian Safety at Unsignalized Crossings. Transportation Research Board, TRCP Report 112/NCHRP Report 562.
- FULLER, R. (2011). Driver Control Theory. From Task Difficulty Homeostasis to Risk Allostasis. In B. Porter (Hrsg.) Handbook of Traffic Psychology, 13-26. Amsterdam: Elsevier.
- FULLER, R. (2005). Towards general theory of driver behavior. *Accident Analysis & Prevention*, 37, 461-472.
- FÜSSER, K., JACOBS, A., STEINBRECHER, J. (1993). Sicherheitsbewertung von Querungshilfen für den Fußgängerverkehr. Bergisch Gladbach: Bundesanstalt für Straßenwesen BAST (Heft V4).
- GERLACH, J., SEIPEL, S., POSCHADEL, S., BOENKE, D. (2014). Sichere Knotenpunkte für schwächere Verkehrsteilnehmer. Berlin: UDV des GDV.
- GHIEMMETTI, M., HEBENSTREIT, B., JÖRI, H. (2006). Fussgängerstreifenlose Ortszentren. Winterthur/Zürich: Forschung SVI 2002/001.
- GITELMAN, V., BALASHA, D., CARMEL, R., HENDEL, L., PESAHOV, F. (2012). Characterization of pedestrian accidents and an examination of infrastructure measures to improve pedestrian safety in Israel. *Accident Analysis & Prevention*, 44(1), 63-73.
- GOULD, M., POULTER, D. R., HELMAN, S., WANN, J.P. (2012A). Errors in judging the approach rate of motorcycles in nighttime conditions and the effect of an improved lighting configuration. *Accident Analysis & Prevention*, 45, 432-437.
- GOULD, M., POULTER, D. R., HELMAN, S., WANN, J. P. (2012B). Judgments of approach speed for motorcycles across different lighting levels and the effect of an improved tri-headlight configuration. *Accident Analysis & Prevention*, 48, 341-345.
- GREIBE, P. (2003). Accident prediction models for urban roads. *Accident Analysis & Prevention*, 35, 273-285.
- GU, Y., SOSNOVSKY, S. (2014). Recognition of Student Intentions in a Virtual Reality Training Environment. 14 Proceedings of the companion publication of the 19th international conference on Intelligent User Interfaces, Haifa, Israel — February 24 - 27, 2014, 69-72.
- GU, Y., SOSNOVSKY, S., ULLRICH, C. (2015) SafeChild: An Intelligent Virtual Reality Environment for Training Pedestrian Safety Skills. In: Conole G., Klobučar T., Rensing C., Konert J., Lavoué É. (Hrg.) Design for Teaching and Learning in a Networked World. Lecture Notes in Computer Science, vol 9307. Springer.
- LENNON, R., RENTFRO, R., O'LEARY, B. (2010). Social marketing and distracted driving behaviors among young adults: The effectiveness of fear appeals. *Academy of Marketing Studies Journal*, 14 (2), 95-113.
- GUÉGUEN, N., MEINERI, S., EYSSARTIER, C. (2015). A pedestrian's stare and drivers' stopping behavior: A field experiment at the pedestrian crossing. *Safety Science*, 75, 87-89.
- GUTH, D., ASHMEAD, D., LONG, R., WALL, R., PONCHILLIA, P. (2005). Blind and sighted pedestrians' judgements of gaps in traffic at roundabouts. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 47(2), 314-331.
- HAGEN, K., SCHULZE, C., SCHLAG, B. (2012). Verkehrssicherheit von schwächeren Verkehrsteilnehmern im Zusammenhang mit dem geringen Geräuschniveau von alternativen Antrieben. FAT-Schriftenreihe 245.

- HALDEMANN, R., WEBER, W. (1994). Verkehrssicherheit auf Schulwegen. Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung, Bern.
- HAMDANE, H., SERRE, T., ANDERSON, R., YERPEZ, J. (2014). Accident simulation and reconstruction for enhancing pedestrian safety: issues and challenges. In ESAR 2014-6th International Conference: Expert Symposium on Accident Research.
- HAMED, M. M. (2001). Analysis of pedestrians' behavior at pedestrian crossings. *Safety Science*, 38(1), 63-82.
- HÄRTELT, P. (2013). Simulation der Verkehrssituation an Fußgängerlichtsignalanlagen. Unveröffentlichte Diplomarbeit, Technische Universität Dresden, Fakultät für Verkehrswissenschaften „Friedrich List“, Institut für Verkehrsplanung und Straßenverkehr.
- HASSAN, S. E., GERUSCHAT, D. R., TURANO, K. A. (2005). Head Movements While Crossing Streets: Effect of Vision Impairment. *Optometry and Vision Science*, 82 (1), 18-26.
- HAUTZINGER, H., DÜRHOFT, H., HÖRNSTEIN, E., TASSAUX-BECKER B. (1993). Dunkelziffer bei Unfällen mit Personenschaden. Bergisch Gladbach: Bundesanstalt für Straßenwesen (Berichte der BAST, Heft M13)
- HEUEL, E., STRAUMANN, R., SCHÜLLER, H., KELLER, U. (2014). Forschungspaket VeSPA Teilprojekt 4: Einflüsse des Wetters auf das Strassenunfallgeschehen.
- HOFFMANN, E. R., PAYNE, A., PRESCOTT, S. (1980). Childrens's estimates of vehicle approach times. *Human Factors*, 22(2), 235-240.
- HORSWILL, M., HELMAN, S., ARDILES, P., WANN, J. (2005). Motorcycle accident risk could be inflated by a time to arrival illusion. *Optometry and Vision Science*, 82 (8), 740-746.
- HOTZ, G. A., COHN, S. M., CASTELBLANCO, A., COLSTON, S., THOMAS, M., WEISS, A. (2004). WalkSafe: A school-based pedestrian safety intervention program. *Traffic Injury Prevention*, 5, 382-389.
- HUNT, M., HARPER, D. N., LIE, C. (2011). Mind the gap: Training road users to use speed and distance when making gap-acceptance decisions. *Accident Analysis and Prevention*, 43, 2015-2023.
- IAG – Institut für Arbeit und Gesundheit der Deutschen (2013). Kopfhörer tragen im Straßenverkehr. Aus der Arbeit der IAG. Ausgabe 3060.
- ISMAIL, K., SAYED, T., SAUNIER, N. (2010). Automated analysis of pedestrian-vehicle: conflicts context for before-and-after studies. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, (2198), 52-64.
- JAKOB, S.-A. (2016). Einflussfaktoren des Fußgängerverhaltens bei Fahrbahnquerungen auf der freien Strecke. Dresden: Diplomarbeit IVST der TU Dresden.
- JOHANSSON, C., LEDEN, L. (2007). Short-term effects of countermeasures for improved safety and mobility at marked pedestrian crosswalks in Borås, Sweden. *Accident Analysis & Prevention*, 39(3), 500-509.
- JONES, T. L., TOMCHECK, P. (2000). Pedestrian accidents in marked and unmarked crosswalks: A quantitative study. *Institute of Transportation Engineers. ITE Journal*, 70(9), 42.
- JONSSON, T. (2005). Predictive Models for accidents on urban links: A focus on vulnerable road users. Lund: Department of Technology and Society, Lund Institute of Technology (Dissertationsschrift, Bulletin 226).
- JUNGBLUTH, C. (2016). Fahrzeugtechnische Konzepte zum Fußgängerschutz bei Verkehrsunfällen, Promotionsvortrag, Aachen.
- KADALI, B., VEDAGIRI, P. (2012). Pedestrians' gap acceptance behaviour at un-controlled mid block location. 13th International Conference on Mobility and Transport for Elderly and Disabled Persons (TRANSED) 17-21.
- KADALI, B., VEDAGIRI, P. (2013a). Modelling pedestrian road crossing behaviour under mixed traffic condition. *European Transport \ Trasporti Europei*, 55 (3), 1-17.

- KADALI, B., VEDAGIRI, P. (2013b). Pedestrians' Safety Margin (PSM) for Unprotected Road Crossing. 13th World Conference on Transportation Research (WCTR). Rio de Janeiro, Brazil.
- KERBER, S. (2006). Das Fahrzeugaußengeräusch im urbanen Verkehr und seine Bedeutung für die Interaktion Fußgänger - Fahrzeug. *ATZ - Automobiltechnische Zeitschrift*, 07-08, 108, 602-609.
- KIEPSCH, M. (2010). Fußgänger und Radverkehr im Mischverkehr – Entwicklung eines Verfahrensansatzes zur Bestimmung der Verkehrsqualität. Dresden: Unveröffentlichte Studienarbeit am Lehrstuhl Straßenverkehrstechnik, TU Dresden.
- KLAUER, S. G., DINGUS, T. A., NEALE, V. L., SUDWEEKS, J., RAMSEY, (2006) The Impact of Driver Inattention on Near-Crash/Crash Risk: An Analysis Using the 100-Car Naturalistic Driving Study Data DOT HS 810 594
- KNOBLAUCH, R. L., NITZBURG, M., SEIFERT, R. F. (2001). Pedestrian Crosswalk Case Studies: Sacramento, California, Richmond, Virginia, Buffalo, New York, (No. FHWA-RD-00-103).
- KOEPSSELL, T., MCCLOSKEY, L., WOLF, M., MOUNDON, A. V., BUCHNER, D., KRAUS, J., PATTERSON, M. (2002). Crosswalk markings and the risk of pedestrian–motor vehicle collisions in older pedestrians. *JAMA*, 288(17), 2136-2143.
- KÜNG, M. (2016). Von wegen mehr Sicherheit: Der blinkende Fussgängerstreifen in Küttigen fällt durch. Aarau: AZ Zeitungen AG (Artikel vom 12.03.2016).
- LAURESHYN, A., SVENSSON, A., HYDEN, C. (2010). Evaluation of traffic safety, based on micro-level behavioural data: Theoretical framework and first implementation. *Accident Analysis and Prevention* 42, 1637-1646.
- LEDEN, L., WIKSTRÖM, P. E., GÄRDER, P., ROSANDER, P. (2006). Safety and accessibility effects of code modifications and traffic calming of an arterial road. *Accident Analysis & Prevention*, 38(3), 455-461.
- LEWIS, I. M., WATSON, B. C., TAY, R. S., WHITE, K.M. (2007). The role of fear appeals in improving driver safety: a review of the effectiveness of fear-arousing (threat) appeals in road safety advertising. *International Journal of Behavioral and Consultation Therapy*, 3, 203–222.
- LI, Y., FERNIE, G. (2010). Pedestrian behavior and safety on a two-stage crossing with a center refuge island and the effect of winter weather on pedestrian compliance rate. *Accident Analysis and Prevention* 42, 1156-1163.
- LIMBOURG, M. (1997). Das Verhalten von 4- bis 9-jährigen Kindern bei der Straßenüberquerung. *Zeitschrift für experimentelle und angewandte Psychologie*, 23, 666-677.
- LIMBOURG, M. (2010). Prävention in NRW. Kinder unterwegs im Straßenverkehr. Düsseldorf: Unfallkasse Nordrhein-Westfalen.
- LIMBOURG, M., GERBER, W. (1978). Das Verhalten von 3- bis 7jährigen Kindern bei der Straßenüberquerung unter Ablenkungsbedingungen. *Zeitschrift für Verkehrserziehung*, 28 (2), 10-13.
- LIMBOURG, M., GÜNTHER, R. (1976). Teil A - Dimensionen der Verkehrswelt von Kindern. In *Erlebnis- und Verhaltensformen von Kindern im Straßenverkehr*, Heft 4 (7-8). Köln: BAST - Bundesanstalt für Straßenwesen.
- LOBJOIS, R., CAVALLO, V. (2007). Age-related differences in street-crossing decisions: the effects of vehicle speed and time constraints on gap selection in an estimation task. *Accident Analysis and Prevention*, 39 (5), 934–943.
- LOBJOIS, R., CAVALLO, V. (2009). The effects of aging on street-crossing behavior: from estimation to actual crossing. *Accident Analysis & Prevention* 41 (2), 259–267.
- LU, J., PIRINCCIOGLU, F., PERNIA, J. (2004). Safety Evaluation of Right - Turns followed by U-Turns at Signalized Intersection (six or more lanes) as an Alternative to Direct Left Turns: Conflict Data Analysis. Florida Department of Transportation, Tallahassee.

- LUOMA, J., PELTOLA, H. (2013). Does facing traffic improve pedestrian safety? *Accident Analysis & Prevention*, 50, 1207-1210.
- MAIER, R., HANTSCH, S., ORTLEPP, J., BUTTERWEGGE, P. (2016). Aktuelle Erkenntnisse zum Grünpfad. In: *Straßenverkehrstechnik* (60), 26-32.
- MAIER, R. (2010). Grundlagen der Straßenverkehrstechnik. Unterlagen zur Vorlesung und Materialien zum Fernstudium. Unveröffentlichte Vorlesungsunterlagen, Technische Universität Dresden, Fakultät für Verkehrswissenschaften „Friedrich List“, Institut für Verkehrsplanung und Straßenverkehr: Professur Straßenverkehrstechnik mit Fachbereich Theorie der Verkehrsplanung.
- MAIER, R., ENKE, M. (2009). Ergänzungsauftrag zum FE 82.278/2004: „Bewertung von Ortsumgehungen aus Verkehrssicherheitssicht“. Bergisch Gladbach: Bundesanstalt für Straßenwesen.
- MAIER, R. (1984). Fußgängersicherheit in Städten: Untersuchungen zu Unfallzahl, Verkehrsmenge u. Verhalten von Fußgängern innerorts. Köln: Beratungsstelle für Schadenverhütung des HuK-Verbandes (Band 24 Schriftenreihe der Mitteilungen der Beratungsstelle).
- MCDONALD, C. C., GOODWIN, A. H., PRADHAN, A. K., ROMOSER, M. R. E., WILLIAMS, A. F. (2015). A Review of Hazard Anticipation Training Programs for Young Drivers, *Journal of Adolescent Health*, 57 (1), 15–S23.
- MEIR, A., ORON-GILAD, T., PARMET, Y. (2015). Can child-pedestrians' hazard perception skills be enhanced? *Accident Analysis and Prevention*, 83, 101–110.
- MENNICKEN, C. (1999). Sicherheits- und Einsatzkriterien für Fußgängerüberwege. Hannover: Institut für Verkehrswirtschaft, Straßenwesen und Städtebau der Universität Hannover (Heft 24 der Schriftenreihe des Instituts).
- MICHALIK, C. (1976). Verhaltensbeobachtung fünf- bis sechsjähriger Kinder im Straßenverkehr. Wien: unveröffentlichter Forschungsbericht.
- MONSE, A. (2008). Untersuchung der Zusammenhänge zwischen Randnutzung, Sicherheit und nichtmotorisierten Verkehr im Städtischen Hauptverkehrsstraßennetz. Dresden: Unveröffentlichte Studienarbeit am Lehrstuhl Straßenverkehrstechnik der TU Dresden.
- MWAKALONGE, J., SIUHI, S., WHITE, J. (2015). Distracted walking: Examining the extent to pedestrian safety problems. *Journal of Traffic and Transportation Engineering*, 2 (5), 327–337.
- NASAR, J. L., TROYER, D. (2013). Pedestrian injuries due to mobile phone use in public places. *Accident Analysis and Prevention* 57, 91– 95.
- National Highway Traffic Safety Administration NHTSA (2013): *Distracted Driving 2011*. Washington, D.C.: NHTSA.
- NEUMANN-OPITZ, J., BARTZ, R., LEIPNITZ, C. (2012). *Kinderunfallatlas*. Bergisch Gladbach: Bundesanstalt für Straßenwesen BAST (Heft M232).
- New Zealand Transport Agency NZTA (2014). *Guidelines for the Selection of Pedestrian Facilities*. Wellington.
- OBERFELD, D., HECHT, H. (2008). Effects of a moving distractor object on time-to-contact judgments. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 34, 605–623.
- OECD (1998). *Safety of Vulnerable Road Users*. Paris: Scientific Expert Group on the Safety of Vulnerable Road Users (RS7).
- ORTLEPP, J. (2014). Fußgänger im Unfallgeschehen. Wuppertal: 1. Deutscher Fußverkehrskongress (Unfallforscher der Versicherer des GDV).
- ORTLEPP, J., ZIEGLER, U. (2002). Empfehlungen zum Einsatz und zur Gestaltung von Fußgängerwegen: Erfahrungen aus dem Modellversuch in Nordrhein-Westfalen. MOBIL: NRW.
- OXLEY, J., FILDES, B. (1995). An investigation of road crossing behaviour of older pedestrians. Monash University, Accident Research Centre, Report No. 81.
- OXLEY, J., FILDES, B., IHSEN, E., CHARLTON, J., DAY, R. (1997). Differences in traffic judgments between young and old adult pede-

- strians. *Accident Analysis and Prevention* 29 (6), 839–847.
- OXLEY, J., FILDES, B., IHSEN, E., CHARLTON, J., DAYS, R. (2005). Crossing roads safely: An experimental study of age differences in gap selection by pedestrians. *Accident Analysis and Prevention*, 37, 962–971.
- PAPADIMITRIOU, E., YANNIS, G., GOLIAS, J., (2009). A critical assessment of pedestrian behavior models. *Transportation Research – Part F*, 12, 232–255.
- PAPADIMITRIOU, E. (2012). Theory and models of pedestrian crossing behaviour along urban trips. In: *Transportation Research Part F*, 15, 75-94.
- PERCER, J. (2009). Child Pedestrian Safety Education. Applying Learning and Developmental Theories to Develop Safe Street-Crossing Behaviours. Washington DC: U. S. Department of Transportation. National Highway Traffic Safety Administration. DOT HS 811 190.
- PEŠIĆ, D., ANTIC, B., GLAVIĆ, D., MILENKOVIĆ, M. (2016). The effects of mobile phone use on pedestrian crossing behaviour at unsignalized intersections – Models for predicting unsafe pedes
- PETZOLDT, T. (2014). On the relationship between pedestrian gap acceptance and time to arrival estimates. *Accident Analysis and Prevention*, 72, 127–133.
- PFUNDT, K., MEEWES, V., MAIER, R., HEUSCH, H., LUTTER, W., MÄCKE, P. A. ET AL. (1979). Großversuch „Verkehrsberuhigung in Wohngebieten“ Schlussbericht der Beratergruppe. Bonn: Kirschbaum Verlag.
- PHILLIPS, R. O., ULLEBERG, P., VAA, T. (2011). Meta-analysis of the effect of road safety campaigns on accidents. *Accident Analysis and Prevention* 43, 1204–1218.
- POSCHADEL, S., BOENKE, D., BLÖBAUM, A., RABCZINSKI, S. (2012). Ältere Autofahrer: Erhalt, Verbesserung und Verlängerung der Fahrkompetenz durch Training. Köln: TÜV Media GmbH.
- POSCHADEL, S. (2006). Prototypische Kinderunfälle im innerstädtischen Straßenverkehr – Von Unfallanalysen über Präventionsmöglichkeiten zur Entwicklung eines Unfallmodells. Bochum: Ruhr Universität Bochum (Dissertationschrift).
- RICHTER, S., SCHLAG, B., SCHUPP, A. (2006). Zum Einfluss entwicklungspsychologischer Besonderheiten des Kinder- und Jugendalters auf die Unfallgefährdung. In: B. SCHLAG, D. ROESNER, H. ZWIPP & S. RICHTER (Hrsg.). *Kinderunfälle. Ursachen und Prävention*. VS Verlag für Sozialwissenschaften. 25-35.
- RICHTER, S. (2016). *Verkehrspsychologie – Verkehrspädagogik: Eine Einführung für Lehramtsstudierende*.
- RIVARA, F. P., BERGMAN, A. B., DRAKE, C. (1989). Parental attitudes and practices toward children as pedestrians. *Pediatrics*, 84, 1017-21.
- SCARAMUZZA, G., EWERT, U. (2009). Querungstellen für den Fußgängerverkehr. Bern: Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung (bfu-Faktenblatt 02).
- SCARAMUZZA, G., EWERT, U. (1997). Sicherheits-technische Analyse von Fußgängerstreifen. Bern: Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung (bfu-Report 33).
- SCHEFFER, A. C., SCHUURMANS, M. J., VAN DIJK, N., VAN DER HOOFT, T., DE ROOIJ, S. E. (2008). Fear of falling: Measurement strategy, prevalence, risk factors and consequences among older persons. *Age and Ageing*, 37, 19–24.
- SCHICK, S., BAUMGARTNER C., DINGES, C., HORION, S. ET AL. (2012) In-Depth Human Functional Failure Analysis of Fatal Pedestrian Accidents in Bavaria. München: LMU.
- SCHILDE, M. (2007). Erfassung des Querungsverhaltens von mobilitätseingeschränkten, nicht motorisierten Verkehrsteilnehmern. Dresden: Lehrstuhl für Straßenverkehrstechnik, TU Dresden.
- SCHLAG, B., ROESNER, D., ZWIPP, H., RICHTER, S. (Hrsg.). (2006). *Kinderunfälle. Ursachen*

- und Prävention. VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- SCHLAG, B. (2008). Wie sicher sind die Älteren im Straßenverkehr? In *Leistungsfähigkeit und Mobilität im Alter*, Band 3 (S. 19-36). Köln: TÜV Media.
- SCHLAG, B. (2009). Visuelle Wahrnehmung und Informationsaufnahme im Straßenverkehr. In: SCHLAG, B., PETERMANN, I., WELLER, G., SCHULZE, C. (Hrsg.). *Mehr Licht – mehr Sicht – mehr Sicherheit?* Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- SCHMIDT, S., FÄRBER, B. (2009). Pedestrians at the kerb - Recognising the action intentions of humans. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 12 (4), 300-310.
- SCHUBERT, T. (2006). Verkehrsablauf und Verkehrssicherheit an Dreiecksinseln neben lichtsignalgeregelten und vorfahrtgeregelten Knotenpunkten. Dresden: Diplomarbeit am Lehrstuhl für Straßenverkehrstechnik, TU Dresden.
- SCHÜLLER, H.: Modelle zur Beschreibung des Geschwindigkeitsverhaltens auf Stadtstraßen und dessen Auswirkungen auf die Verkehrssicherheit auf Grundlage der Straßengestaltung. Dresden: Technische Universität Dresden, Fakultät Verkehrswissenschaften „Friedrich List“, 2010 (Dissertationsschrift am Lehrstuhl Straßenverkehrstechnik mit Fachbereich Theorie der Verkehrsplanung).
- SCHÜLLER, H., SCHÄFER, K. H. (2007). Sicherheitspotenziale von unterschiedlichen Haltestellenformen in Stadtstraßen Teil 1 und 2. In: *Straßenverkehrstechnik*, 51 (9/10), 468-473 und 528-534.
- SCHWEBEL, D., GAINES, J., SEVERSON, J. (2008). Validation of virtual reality as a tool to understand and prevent child pedestrian injury. *Accident Analysis & Prevention*, 40 (4), 1394–1400.
- SCHWEBEL, D. C., COMBS, T., RODRIGUEZ, D., SEVERSON, J., SISIOPIKU, V. (2016). Community-based pedestrian safety training in virtual reality: A pragmatic trial. *Accident Analysis & Prevention*, 86, 9–15.
- SCHWEBEL, D. C., STAVRINOS, D., BYINGTON, K. W., DAVIS, T., O'NEAL, E. E., DE JONG, D. (2012). Distraction and pedestrian safety: how talking on the phone texting, and listening to music impact crossing the street. *Accident Analysis & Prevention* 45, 266–271.
- SCHWEIZER, T., BRUCKS, W., POCHON, M., THOMAS, C. (2012) Unfälle auf Fussgängerstreifen in der Stadt Zürich. Zürich: Dienstabteilung Verkehr.
- SEECK, A. (2014). Was kann das Auto zum Fußgängerschutz beitragen? Wuppertal: 1. Deutscher Fußverkehrskongress (Bundesanstalt für Straßenwesen).
- SHARPLES, J. M., FLETCHER J. P. (2001). Pedestrian perception of road crossing facilities. Edinburgh: The Scottish Executive Central Research Unit.
- SHINAR, D. (2007). Pedestrians. In D. SHINAR, *Traffic Safety and Human Behavior* (S. 613-656). Amsterdam, Oxford: Elsevier.
- SHINAR, D. (2008). *Traffic Safety and Human Behavior*. Emerald Group Publishing Limited.
- SIMPSON, G., JOHNSTON, L., RICHARDSON, M., (2003). An investigation of road crossing in a virtual environment. *Accid. Anal. Prev.* 35, 787–796.
- Statistisches Bundesamt (2014). *Verkehrsunfälle - Zeitreihen 2013*. Wiesbaden.
- STÖPPLER, R. (2002). *Mobilitäts- und Verkehrserziehung bei Menschen mit geistiger Behinderung*. Bad Heilbrunn/Obb.: Klinkhardt.
- STRAUSS, J., MIRANDA-MORENO, L. F., MORNECY, P. (2014). Multimodal injury risk analysis of road users at signalized and non-signalized intersections. In: *Accident Analysis and Prevention* 71, 201-209.
- StVO (2015). *Straßenverkehrs-Ordnung (StVO) mit Anlagen*. Von <http://www.stvo.de/>
- SWOV (2010). *Crossing facilities for cyclists and pedestrians*. SWOV Fact sheet March 2010.
- TAPIRO, H., ORON-GILAD, T., PARMET, Y. (2016). Cell phone conversations and child

- pedestrian's crossing behavior, a simulator study. *Safety Science*, 89, 36–44.
- TERNIG, E. (2015). Ablenkung durch moderne Kommunikationsmittel. Ursache für Verkehrsunfälle, Kontrollmöglichkeiten. 53. Deutscher Verkehrsgerichtstag 2015: Veröffentlichung der auf dem 53. Deutschen Verkehrsgerichtstag vom 28. bis 30. Januar 2015 in Goslar gehaltenen Vorträge, Referate und erarbeiteten Empfehlungen, 211-27, Verlag: Köln : Luchterhand.
- THOMPSON, L. L., RIVARA, F. P., AYYAGARI, R. C., EBEL, B. E. (2013). Impact of social and technological distraction on pedestrian crossing behaviour: an observational study. *Injury Prevention*, 19, 232–237.
- THOMSON, J. A., TOLMIE, A., FOOT, H. C., MCLAREN, B. (1996). Child development and the aims of road safety education: A review and Analysis. University of Strathclyde Glasgow. Road Safety Research Report No. 1.
- THOMSON, J. A., TOLMIE, A. K., FOOT, H. C., SARVARY, P. A., WHELAN, K. M., MORRISON, S. (2005). Influence of virtual reality training on the roadside crossing judgements of child pedestrians. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 11 (3), 175-186.
- TIEMANN, N. (2012). Ein Beitrag zur Situationsanalyse im vorausschauenden Fußgängerschutz (Doktorale Dissertation, Universität Duisburg-Essen).
- TURNER, S., FRANCIS, T., ROOZENBURG, A. (2006). Predicting accident rates for cyclists and pedestrians. Land Transport New Zealand.
- TURNER, S., SIGNH, R., QUINN, P., ALLATT, T. (2011). Benefits of new and improved pedestrian facilities – before and after studies. Wellington: NZ Transport Agency.
- Unfallforscher der Versicherer (2011). Intelligente Fahrzeugbewertung zum Fußgängerschutz. Berlin: UDV des GDV (Unfallforschung Kompakt).
- Unfallforscher der Versicherer (2012). Bewertung von Fußgängerschutzmaßnahmen. Berlin: UDV des GDV (Unfallforschung Kompakt).
- Unfallforscher der Versicherer (2015). Sicherheit von Knotenpunkten mit Grünpfeil. Berlin: UDV des GDV (Unfallforschung Kompakt).
- Unfallforscher der Versicherer (2013A). Untersuchungen zur Sicherheit von Zebrastreifen. Berlin: UDV des GDV (Unfallforschung Kompakt).
- Unfallforscher der Versicherer des GDV (2013b). Innerörtliche Unfälle mit Fußgängern und Radfahrern. Berlin: Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V. - Unfallforschung der Versicherer.
- VAN DER HORST, A. R. A. (1990). A time-based analysis of road user behaviour in normal and critical encounters. Delft: Dissertation, Technische Universität Delft, 1990.
- VARHELYI, A. (1998). Drivers' speed behaviour at a zebra crossing: a case study. *Accident Analysis & Prevention*, 30(6), 731-743.
- WEDAGAMA, D.N., BIRD, R.N., METCALF, A.V. (2006). The influence of urban land-use on non-motorised transport casualties. *Accident Analysis & Prevention*, 38 (6), 1049-1057.
- WALTER, E., ACHERMANN STUERMER, Y., SCARAMUZZA, G., NIEMANN, S., CAVEGN, M. (2013). Fussverkehr (bfu-Sicherheitsdossier 11).
- WELLER, G., GEERTSEMA, K. (2008). Werden ältere Fahrer durch die Fahraufgabe stärker beansprucht als Jüngere? In: B. SCHLAG (Hrsg.), *Leistungsfähigkeit und Mobilität im Alter*. Band 3 (S. 85-112). Köln: TÜV Media GmbH.
- WETTON, M.A., HILL, A., HORSWILL, M.S. (2013). Are what happens next exercises and self-generated commentaries useful additions to hazard perception training for novice drivers? *Accident Analysis & Prevention*, 54, 57–66.
- WHO (2013). *Pedestrian safety: a road safety manual for decision-makers and practitioners*. WHO Press, World Health Organization.

- WITTWER, R. (2015). Changing mobility patterns in urban mobility? Vortrag gehalten am 28. Mai 2015 auf dem TIDE and SOLUTION Workshop "Cutting-edge solutions for advanced cities". Annual Summit of the International Transport Forum (ITF), Leipzig.
- WOLF, S. (2007). Untersuchung des Querungsverhaltens und der Rotlichtakzeptanz von Fußgängern. Dresden: Lehrstuhl für Straßenverkehrstechnik, TU Dresden
- WOOLLACOTT, M. H., TANG, P. F. (1997). Balance control during walking in the older adult: research and its implications. *Phys Ther*, 77, 646–60.
- YOUNG, D. S., & LEE, D. N. (1987). Training children in road crossing skills using a roadside simulation. *Accident Analysis and Prevention*, 19, 327–341.
- ZEEDYK, M. S., WALLACE, L., CARCARY, B., JONES, K., LARTER, K. (2001). Children and road safety: Increasing knowledge does not improve behavior. *British Journal of Educational Psychology*, 71, 573-594.
- ZEEDYK, M. S., WALLACE, L., SPRY, L. (2002). Stop. Look, listen, and think? What young children really do when crossing the road. *Accident Analysis and Prevention*, 34(1), 43-50.
- ZEGEER, C. V., SEIDERMAN, C., LANGERWEY, P., CYNECKI, M., RONKIN, M., SCHNEIDER, R. (2002). *Pedestrian Facility User Guide – Providing Safety and Mobility*. McLean: FHWA
- ZEGEER, C. V., BUSHELL, M. (2012). Pedestrian crash trends and potential countermeasures from around the world. *Accident Analysis and Prevention* 44, 3-11.
- ZEGEER, C. V., STEWART, J. R., HUANG, H. H., LANGERWEY, P. A., CAMPBELL, B. J. (2005). Safety Effects of Marked Versus Unmarked Crosswalks at Uncontrolled Locations: Final Report and Recommended Guidelines. Washington D.C.: Federal Highway Administration, Office of Safety Research and Development
- ZHUANG, X., WU, C. (2011). Pedestrians' crossing behaviors and safety at unmarked roadway in China. *Accident Analysis & Prevention*, 43(6), 1927-1936.
- Bisher nicht zitierte aber ggf. relevante Untersuchungen:**
- ALRUTZ, D.; BOHLE, W. (1999). Flächenansprüche von Fußgängern. Bergisch Gladbach: Bundesanstalt für Straßenwesen (Reihe Verkehrstechnik, V71)
- ANGENENDT, W.; WILKEN, M. (1997). Gehwege mit Benutzungsmöglichkeiten für Radfahrer. Bonn-Bad Godesberg: Bundesministerium für Verkehr, Abteilung Straßenbau (Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 737)
- BACHMANN, C. (2008). Methoden der Verkehrssicherheitsforschung im Straßenwesen – Anwendungen und Erkenntnisse. Hannover: Institut für Verkehrswirtschaft, Straßenwesen und Städtebau der Universität Hannover
- BOCK, O. (2008). Dual-task costs while walking increase in old age for some, but not for other tasks: an experimental study of healthy young and elderly persons. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 5 (27), 1-9.
- BOHLE, W.; IRZIK, M.; MENNICKEN, C. (2004). Ablauf und Qualität des Fußgängerverkehrs. *Straßenverkehrstechnik* 48 (11) S. 585-594
- BRÖG, W.; ERL, E. (1999). Kenngrößen für den Fußgänger- und Fahrradverkehr. Bergisch Gladbach: Bundesanstalt für Straßenwesen BAST (Berichte der BAST, Heft M109)
- BROSSEAU, M.; ZANGENEHPOUR, S.; SAUNIER, N.; MIRANDA-MORENO, L. (2013). The impact of waiting time and other factors on dangerous pedestrian crossings and violations at signalized intersections: A case study in Montreal. In: *Transportation Research Part F* 21 (2013) p. 159-172
- CAIRD, J. K.; JOHNSTON, K. A.; WILLNESS, C. R.; ASBRIDGE, M.; STEEL, P. (2014). A meta-analysis of the effects of texting on driving. *Accident Analysis and Prevention* 71, 311–318.

- CAIRD, J. K.; WILLNESS, C. R.; STEEL, P.; SCIALFA, C. (2008). A meta-analysis of the effects of cell phones on driver performance. *Accident Analysis & Prevention* 40 (4), 1282–1293.
- CHISHOLM, S. L.; CAIRD, J. K.; LOCKHART, L. (2008). The effects of practice with MP3 players on driving performance. *Accident Analysis and Prevention*, 40, 704–713.
- CHU, X.; GUTTENPLAN, M.; BALTES, M. (2004) Why People Cross Where They Do – The role of street environment.
- DERRIKS, H. M.; MAK, P. M. (2007). Underreporting of road traffic casualties. Ministry of Transport, Public Works and Water management, Niederlande (IRTAD Special Report)
- EGELER C.; ERZINGER, F.; WÄLTI, M.; BLUMENSTEIN, A.; KAUFFMANN, V.; SCHADE, J.; RÖSSGER, L.; SCHLAG, B. (2015). Langsamverkehrsfreundliche Lichtsignalanlagen. Bericht für das Bundesamt für Strassen, Schweiz. Forschungsauftrag SVI 2011/024 auf Antrag der Schweizerischen Vereinigung der Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten (SVI).
- FITZPATRICK, K.; ULLMAN, BR.; TROUT, N. (2004). On-Street Pedestrian Surveys of Pedestrian Crossing Treatments. TRB 2004 Annual Meeting
- Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen (2011). Hinweise zu Straßenräumen mit besonderem Überquerungsbedarf – Anwendungsmöglichkeiten des „Shared Space“-Gedankens. Köln: FGSV-Verlag
- GERLACH, J.; ORTLEPP, J.; VOSS, H. (2009). Shared Space – Eine neue Gestaltungsphilosophie für Innenstädte? Beispiele und Empfehlungen für die Praxis. Berlin: Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V.; Unfallforschung der Versicherer
- GERLACH, J.; BOENKE, D.; LEVEN, J.; METHORST, R. (2008). Sinn und Unsinn von Shared Space – Zur Versachlichung einer populären Gestaltungsphilosophie Teil 1 und 2. In: *Straßenverkehrstechnik*, 52 (2/3), S. 61-65 und S. 140-149
- Global Road Safety Facility, The World Bank; Institute for Health Metrics and Evaluation (2014). *Transport for health: The Global Burden of Disease from Motorized Road Transport*. Seattle, WA: IHME; Washington, DC.: The World Bank
- HATFIELD, J.; MURPHY, S. (2007). The effects of mobile phone use on pedestrian crossing behaviour at signalised and unsignalised intersections. *Accident Analysis & Prevention* 39 (1), 197–205.
- HAVARD, C.; WILLIS, A. (2012). Effects of installing a marked crosswalk on road crossing behaviour and perceptions of the environment. *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour*, 15(3), 249-260.
- HEDLUND, J.; SIMPSON, H. M.; MAYHEW, D. R. (2006). *International Conference on Distracted Driving: Summary of Proceeding and Recommendations*. Ottawa: TIRF and CAA.
- HIMANEN, V.; KULMALA, R. (1988). An application of logit models in analysing the behaviour of pedestrians and car drivers on pedestrian crossings. *Accident Analysis & Prevention*, 20(3), 187-197.
- HYMAN, I. E.; BOSS, S. M.; WISE, B. M.; MCKENZIE, K. E.; CAGGIANO, J. M. (2010). Did you see the unicycling clown? Inattention blindness while walking and talking on a cell phone. *Applied Cognitive Psychology* 24 (5), 597–607.
- JOHANSSON, C.; GÄRDER, P.; LEDEN, L. (2002). Towards Vision Zero at zebra crossings. A case study in Malmö, Sweden on traffic safety and mobility for children and elderly. Division of Traffic Engineering, Luleå University of Technology, Luleå, Sweden.
- KERBER, S. (2008). Wahrnehmbarkeit von Fahrzeugaußengeräuschen in Hintergrundgeräuschen: Psychoakustische Beurteilung und modellbasierte Prognosen. München: Dr. Hut Verlag.
- KLAUER, S. G.; DINGUS, T. A.; NEALE, V. L.; SUDWEEKS, J.; RAMSEY, (2006) The Impact of Driver Inattention on Near-Crash/Crash Risk: An Analysis Using the 100-Car Naturalistic Driving Study Data DOT HS 810 594

- KOH, P. P.; WONG, Y. D.; CHANDRASEKAR, P. (2014). Safety evaluation of pedestrian behaviour and violations at signalized pedestrian crossings In: *Safety Science* 70 (2014) p. 143-152
- KÖRNER, M. (2007). Ansätze für ein differenziertes Berechnungsverfahren zur Knotenpunktsicherheit. Dresden: Diplomarbeit am Lehrstuhl für Straßenverkehrstechnik, TU Dresden
- LAMBERG, E. M.; MURATORI, L. M. (2012). Cell phones change the way we walk. *Gait & Posture*, 35, 688–690.
- LASSARRE, S. et al. (2012). A GIS-based methodology for identifying pedestrians' crossing patterns. In: *Computers, Environment and Urban Systems* 36 (2012) p. 321-330
- LEE, J. D, YOUNG, K. L.; REGAN, M. A. (2008). Defining Driver Distraction. In Regan, M. A.; Lee, J. D.; Young, K. (Eds) (2008). *Driver distraction: Theory, Effects and Mitigation*. Florida, USA: CRC Press.
- LINDENMANN, H. P.; LAUBE, M. (2003). Auswirkungen passiv beleuchteter Fußgängerstreifen auf die Verkehrssicherheit. Zürich: ETH, Institut für Verkehrsplanung, Transporttechnik, Strassen- und Eisenbahnbau
- MAIER, R.; AURICH, A.; DAHNERT, T.; HANTSCH, S. K.; KLINGHAMMER, S.; KOLLMUS, B.; SCHÜLLER, H. (2012a). „Städtische Sicherheitsprognose – Übergreifende Wirkungszusammenhänge und zeitnahe Prognose des Unfallgeschehens in städtischen Straßennetzen“. Schlussbericht zum Forschungsvorhaben im Auftrag des BMWi. Berlin/Dresden.
- MAIER, R.; AHRENS G. A.; AURICH, A.; BARTZ, CHR. ; SCHILLER, CHR.; WINKLER, CHR.; WITTWER, R. (2012b). Entwicklung der Verkehrssicherheit und ihrer Rahmenbedingungen bis 2015/2020. Bergisch Gladbach: Bundesanstalt für Straßenwesen (Reihe M: Mensch und Sicherheit, Heft 224)
- MAIER, R. (2007). Mehr Sicherheit beim Stadtstraßenentwurf nach den neuen RSt 2006. In: *Straßenverkehrstechnik* 51 (7) S. 566-572
- MAIER, R. (2002). Neufassung der „Richtlinien für die Anlage und Ausstattung von Fußgängerüberwegen“ (R-FGÜ 2001). Institut für Straßenverkehr Köln
- MILLIGAN, C.; POAPST, R.; MONTUFAR, J. (2013). Performance measures and input uncertainty for pedestrian crossing exposure estimates. In: *Accident Analysis and Prevention* 50 (2013), p. 490-498
- NASAR, J.; HECHT, P.; WENER, R. (2008). Mobile telephones, distracted attention, and pedestrian safety. In: *Accident Analysis and Prevention* 40 (2008)
- NASAR, J.L.; HECHT, P.; WENER, R. (2007). Call if you have trouble? Mobile phones and safety among college students. *International Journal of Urban and Regional Research* 31 (4), 863–873.
- National Highway Traffic Safety Administration NHTSA (2013): *Distracted Driving 2011*. Washington, D.C.: NHTSA.
- NEE, J.; HALLENBECK, M. E.; MATLICK, J. (2003). A motorist and pedestrian behavioral analysis relating to pedestrian safety improvements (No. WA-RD 560.1.). Washington State Department of Transportation.
- NEIDER, M. B.; CASPAR, J. G.; MCCARLEY, J. S.; CROWELL, J. A.; KACZMARSKI, H.; KRAMER, A F. (2011). Walking & Talking: Dual-Task Effects on Street Crossing Behavior in Older Adults. *Psychol Aging*, 26 (2), 260–268.
- NEIDER, M. B.; MCCARLEY, J. S.; CROWELL, J. A.; KACZMARSKI, H.; KRAMER, A F. (2010). Pedestrians, vehicles, and cell phones. *Accident Analysis and Prevention* 42, 589–594.
- NIEWÖHNER, E.; BERG, F. A. (2004). Gefährdung von Fußgängern und Radfahrern an Kreuzungen durch rechts abbiegende Lkw. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen. Unterreihe Fahrzeugtechnik, (54).
- PU, L.; JOSHI, R. (2008). *Surrogate Safety Assessment Model and Validation: Final Report*. U.S. Department of Transport, Federal Highway Administration
- RAGLAND, D. R.; MITMAN, M. F. (2007). Driver/Pedestrian Understanding and Behavior at Mar-

- ked and Unmarked Crosswalks. Institute of Transportation Studies, UC Berkeley.
- REGAN, M. A.; HALLETT, C.; GORDON, C. (2011). Driver Distraction and Driver Inattention: Definition, Relationship, and Taxonomy. *Accident Analysis and Prevention*, 43, S. 1771-1781, 2011
- RÜEDE, F.; SCHÜTZ, P.; MÜRI, W.; BELLOLI, T. (2007). Konzept Strassenverkehrssicherheit Infrastruktur Kanton Aargau. Departement Bau, Verkehr und Umwelt. Abteilungen Verkehr und Tiefbau.
- SafetyNet (2009) Pedestrians & Cyclists, retrieved 01.12.2014
- SCHERER, CH. (1984). Unfälle zwischen Fussgängern und Fahrzeugen. Bern: Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung (bfu-Report 7)
- SCHWEBEL, D. C.; STAVRINOS, D.; BYINGTON, K. W.; DAVIS, T.; O'NEAL, E. E.; DE JONG, D. (2012). Distraction and pedestrian safety: how talking on the phone texting, and listening to music impact crossing the street. *Accident Analysis & Prevention* 45, 266–271.
- SISIOPIKU, V. P.; AKIN, D. (2003). Pedestrian behaviors at and perceptions towards various pedestrian facilities: an examination based on observation and survey data. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 6(4), 249-274.
- STAVRINOS, D.; BYINGTON, K. W.; SCHWEBEL, D. C. (2009). Effect of cell phone distraction on pediatric pedestrian injury risk. *Pediatrics* 123 (2), 179–185.
- STAVRINOS, D.; BYINGTON, K. W.; SCHWEBEL, D. C. (2011). Distracted walking: cell phones increase injury risk for college pedestrians. *Journal of Safety Research* 42 (2), 101–107.
- STRAYER, D. L.; JOHNSTON, W. A. (2001). Driven to distraction: dual-task studies of simulated driving and conversing on a cellular phone. *Psychological Science* 12, 462–466.
- SUEUR, C.; CLASS, B.; HAMM, C.; MEYER, X.; PELÉ, M. (2013). Different risk thresholds in pedestrian road crossing behaviour: A comparison of French and Japanese approaches. *Accident Analysis & Prevention*, 58, 59-63.
- TATE, F. (2007). Guidelines for the selection of pedestrian facilities.
- THOMAS, C. (2005). Behaviour at Pedestrian Crossings. In *Proceedings of the Road Safety on Four Continents Conference* (Vol. 13, pp. 21p-21p). Conference Sponsor.
- WALL, R.; ASHMEAD, D.; BENTZEN, B.; BARLOW, J. (2004). Directional guidance from audible pedestrian signals for street crossing. *Ergonomics*, 47(12), S. 1318-38.
- WICKENS, C. D. (2002). Multiple resources and performance prediction. *Theoretical Issues in Ergonomic Science*, Vol. 3(2), 159-177.
- WIENER, W.; LAWSON, G. (1997). The use of traffic sounds to make street crossings by persons who are visually impaired. *Journal of visual impairment and blindness*, 91(5).
- WOODCOCK J.; EDWARDS, P.; TONNE, C. et al. (2009) Public health benefits of strategies to reduce greenhouse-gas emissions: urban land transport. In: *Lancet*. 2009; 374(9705):1930–1943
- WOOLLACOTT, M. H.; & SHUMWAY-COOK, A. (2002). Attention and the control of posture and gait: A review of an emerging area of research. *Gait and Posture*, 16, 1–14.
- ZHAO, Y.; TIAN, Z. Z.; HERNANDEZ, A. (2013). A Multi-Criteria-Based Guideline for Marked and Unmarked Pedestrian Crosswalks at Unsignalized Intersections. In *Transportation Research Board 92nd Annual Meeting* (No. 13-1282).
- ZHUANG, X.; WU, C. (2011). Pedestrians' crossing behaviors and safety at unmarked roadway in China. *Accident Analysis & Prevention*, Vol. 43, 1927-1936.
- ZWEIBRÜCKEN, K. et al. (2005). Erhebung des Fuss- und Veloverkehrs. Rapperswil: SVI-Forschung 2001/503 (Schlussbericht)

Bilder

- Bild 1-1: Aufbau, Methoden und Ziele des Forschungsprojektes
- Bild 2-1: Einsatzbereiche von Querungsanlagen auf der Strecke von 2-streifigen Innerortsstraßen < 8,50m Fahrbahnbreite (FGSV, 2002)
- Bild 2-2: verkehrsmittel-spezifische Unfallrisiken in Norwegen (Quelle: Elvik, 2009)
- Bild 2-3: Indexwert für die Gefährdung verschiedener Verkehrsbeteiligungen in Relation zu Pkw-Insassen als Durchschnittswert aus fünf Ländern (Quelle: ELVIK, VAA, HOYE & SORENSEN, 2009)
- Bild 2-4: vereinfachtes Unfallmodell zur Beschreibung der Unfallohäufigkeit von MIV vs. Fußgänger-Unfällen anhand der jeweiligen Verkehrsstärke Q
- Bild 2-5: Typisierte Querungswege von Fußgängern (Quelle: Zhuang & Wu, 2011)
- Bild 2-6: Regulationsmodell des Querungsverhaltens von Fußgängern
- Bild 2-7: Pedestrian Crossing Process Model (DING et al., 2014, S. 2)
- Bild 3-1: räumliche Einteilung einer Erhebungsstelle am Beispiel einer Mittelinsel (mit Kamera erfasster Bereich)
- Bild 3-2: Skalierung Videobild im T-Analyst (methodisches Vorgehen)
- Bild 3-3: Potenzieller Fehler bei Koordinatenverortung mit zunehmendem Abstand vom Kamerastandort (methodisches Vorgehen)
- Bild 3-4: Definition Time-to-Collision
- Bild 3-5: Definition T_2 bzw. T_{Fz}
- Bild 3-6: Definition Post-Encroachment-Time PET
- Bild 3-7: Definition Time Advantage T_{Adv} bzw. prognostizierte PET
- Bild 3-8: Schematischer Aufbau des Beobachtungssettings
- Bild 3-9: Bedienoberfläche des Tablet-Beobachtungstools
- Bild 4-1: Entwicklung Verunglücktenzahlen verschiedener Verkehrsmittel seit 1991 (Quelle: Statistisches Bundesamt, 2014, eigene Darstellung)
- Bild 4-2: Entwicklung Verunglücktenzahlen der Fußgänger nach Unfallschwere seit 1991 (Quelle: Statistisches Bundesamt 2014, eigene Darstellung)
- Bild 4-3: Entwicklung der Verunglücktenzahlen der Fußgänger nach Unfallschwere für Kinder und Senioren seit 1991 (Quelle: Statistisches Bundesamt, 2014, eigene Darstellung)
- Bild 4-4: Schwereverteilung der Fußgängerunfälle nach Ortslage (Quelle: BAST 2012-2014, eigene Darstellung)
- Bild 4-5: Mittlere jährliche Anzahl an Unfällen mit Personenschaden und Fußgängerbeteiligung auf Innerortsstraßen differenziert nach Unfalltypen (Quelle: BAST 2012-2014, eigene Darstellung)
- Bild 4-6: Rangfolge der sechs häufigsten dreistelligen Unfalltypen an Typ4-Unfällen mit Personenschaden und Fußgängerbeteiligung auf Innerortsstraßen (ausgefüllte Balken = Anteil an allen Unfällen des Unfalltyps 4, mittlere jährliche Anzahl neben den Balken) und Angaben zur Unfallschwere (Balken ohne Füllung = Anteil Getötete und Schwerverletzte an allen Verunglückten der Überschreiten-Unfälle mit Fußgängerbeteiligung); (Quelle: BAST 2009-2014, Bundesländer NI/NW/RP/SL/ST, eigene Darstellung)
- Bild 4-7: Rangfolge der sechs häufigsten dreistelligen Unfalltypen an Typ7-Unfällen mit Personenschaden und Fußgängerbeteiligung auf Innerortsstraßen (ausgefüllte Balken = Anteil an allen Unfällen des Unfalltyps 7, mittlere jährliche Anzahl neben den Balken) und Angaben zur Unfallschwere (Balken ohne Füllung = Anteil Getötete und Schwerverletzte an allen Verunglückten der Sonstigen Unfälle mit Fußgängerbeteiligung); (Quelle: BAST 2009-2014, Bundesländer NI/NW/RP/SL/ST, eigene Darstellung)

- Bild 4-8: Rangfolge der sechs häufigsten dreistelligen Unfalltypen an Typ2-Unfällen mit Personenschaden und Fußgängerbeteiligung auf Innerortsstraßen (ausgefüllte Balken = Anteil an allen Unfällen des Unfalltyps 2, mittlere jährliche Anzahl neben den Balken) und Angaben zur Unfallschwere (Balken ohne Füllung = Anteil Getötete und Schwerverletzte an allen Verunglückten der Abbiege-Unfälle mit Fußgängerbeteiligung); (Quelle: BAST 2009-2014, Bundesländer NI/NW/RP/SL/ST, eigene Darstellung)
- Bild 4-9: Rangfolge der sechs häufigsten dreistelligen Unfalltypen an Typ6-Unfällen mit Personenschaden und Fußgängerbeteiligung auf Innerortsstraßen (ausgefüllte Balken = Anteil an allen Unfällen des Unfalltyps 6, mittlere jährliche Anzahl neben den Balken) und Angaben zur Unfallschwere (Balken ohne Füllung = Anteil Getötete und Schwerverletzte an allen Verunglückten der Unfälle im Längsverkehr mit Fußgängerbeteiligung); (Quelle: BAST 2009-2014, Bundesländer NI/NW/RP/SL/ST, eigene Darstellung)
- Bild 4-10: Rangfolge der mittleren jährlichen Anzahl an verunglückten Fußgängern auf Innerortsstraßen differenziert nach dreistelligem Unfalltyp und Schwere der Verletzung (Quelle: BAST 2009-2014, Bundesländer NI/NW/RP/SL/ST, eigene Darstellung)
- Bild 4-11: Mittlere jährliche Anzahl an Unfällen mit Personenschaden und Fußgängerbeteiligung auf Innerortsstraßen differenziert nach Unfalltyp und Konfliktgegner (Quelle: BAST 2012-2014, eigene Darstellung, Stichproben kleiner 200 UFG(P) werden nicht als Anzahl angezeigt)
- Bild 4-12: Verkehrsbeteiligung Unfallgegner bei Fußgängerunfällen mit Personenschaden Innerorts differenziert nach dreistelligem Unfalltyp (Quelle: BAST 2012-2014, Bundesländer NI/NW/RP/SL/ST, eigene Darstellung, restliche Prozentsätze zu 100 sind durch die Pkw besetzt)
- Bild 4-13: Jahresganglinie der Fußgängerunfälle mit Personenschaden Innerorts differenziert nach Unfalltypen (Quelle: BAST 2009-2014, eigene Darstellung)
- Bild 4-14: Wochenganglinie der Fußgängerunfälle mit Personenschaden Innerorts differenziert nach Unfalltypen (Quelle: BAST 2012-2014, eigene Darstellung)
- Bild 4-15: Tagesganglinie der Fußgängerunfälle mit Personenschaden Innerorts differenziert nach Unfalltypen (Quelle: BAST 2012-2014, eigene Darstellung)
- Bild 4-16: Lichtverhältnisse bei Fußgängerunfällen mit Personenschaden Innerorts inkl. Differenzierung nach maßgeblichen Unfalltypen im Vergleich zu den Unfällen ohne Fußgängerbeteiligung (Quelle: BAST 2012-2014, eigene Darstellung)
- Bild 4-17: Straßenzustand bei Fußgängerunfällen mit Personenschaden Innerorts inkl. Differenzierung nach maßgeblichen Unfalltypen im Vergleich zu den Unfällen ohne Fußgängerbeteiligung (Quelle: BAST 2009-2014, eigene Darstellung, Nässe = Nässe & Schlüpfrigkeit)
- Bild 4-18: Straßenzustand bei Fußgängerunfällen mit Personenschaden Innerorts inkl. Differenzierung nach Lichtverhältnissen und maßgeblichen Unfalltypen im Vergleich zu den Unfällen ohne Fußgängerbeteiligung (Quelle: BAST 2012-2014, eigene Darstellung, Nässe = Nässe & Schlüpfrigkeit)
- Bild 4-19: Lichtverhältnisse bei Fußgängerunfällen mit Personenschaden Innerorts inkl. Differenzierung nach Straßenzustand und maßgeblichen Unfalltypen im Vergleich zu den Unfällen ohne Fußgängerbeteiligung (Quelle: BAST 2012-2014, eigene Darstellung, Nässe = Nässe & Schlüpfrigkeit)
- Bild 4-20: Altersklassen verunglückter Fußgänger bei Unfällen mit Personenschaden Innerorts inkl. Differenzierung nach maßgeblichen Unfalltypen (Quelle: BAST 2012-2014, eigene Darstellung)

- Bild 4-21: Verteilung Schwere der Unfallfolgen für Verunglückte nach Altersklassen (Quelle: Statistisches Bundesamt 2012-2014, eigene Darstellung)
- Bild 4-22: Altersklassen Fahrzeugführer bei Unfällen mit Personenschaden Innerorts inkl. Differenzierung nach maßgeblichen Unfalltypen (Quelle: BAST 2012-2014, eigene Darstellung)
- Bild 4-23: Verunglücktenzahlen und Verteilung nach Monaten und Altersklassen (Quelle: Statistisches Bundesamt 2012-2014, eigene Darstellung)
- Bild 4-24: Altersklassen verunglückter Fußgänger bei Unfällen mit Personenschaden Innerorts differenziert nach dreistelligem Unfalltyp (Quelle: BAST 2012-2014, Bundesländer NI/NW/RP/SL/ST, eigene Darstellung)
- Bild 4-25: Allgemeine Ursachennennung bei Fußgängerunfällen mit Personenschaden Innerorts (Quelle: BAST 2012-2014, eigene Darstellung)
- Bild 4-26: Ursachennennung bei Fußgängerunfällen mit Personenschaden Innerorts – Verursacher Fußgänger (Quelle: BAST 2012-2014, eigene Darstellung)
- Bild 4-27: Ursachennennung bei Fußgängerunfällen mit Personenschaden Innerorts – Verursacher Radfahrer (Quelle: BAST 2012-2014, eigene Darstellung)
- Bild 4-28: Ursachennennung bei Fußgängerunfällen mit Personenschaden Innerorts – Verursacher weder Fußgänger noch Radfahrer (Quelle: BAST 2012-2014, eigene Darstellung)
- Bild 4-29: Verteilung der Unfälle mit Fußgängerbeteiligung im Netz für die Städte A, C, und D (Zeitraum 2011-2015), n=Anzahl der Fußgängerunfälle je Stadt
- Bild 4-30: Verteilung der Unfälle mit Fußgängerbeteiligung der Stadt C differenziert nach Art der Querungshilfe für Hauptverkehrsstraßen und Anschlussknoten (Zeitraum 2011-2015), n=Anzahl der Fußgängerunfälle je Stadt
- Bild 4-31: Jahresganglinie der Fußgängerunfälle differenziert nach Netzbereich für die Städte A, C und D (Zeitraum 2011-2015)
- Bild 4-32: Verteilung Fußgängerunfälle nach Lichtverhältnissen differenziert nach Netzbereich für die Städte A, C und D (Zeitraum 2011-2015)
- Bild 4-33: Verteilung Fußgängerunfälle nach den wichtigsten Unfalltypen differenziert nach Netzbereich für die Städte A, C und D (Zeitraum 2011-2015)
- Bild 4-34: Verteilung Fußgängerunfälle des Unfalltyps 4 nach den wichtigsten dreistelligen Unfalltypen differenziert nach Netzbereich für Stadt C (Zeitraum 2011-2015)
- Bild 4-35: Verteilung Fußgängerunfälle des Unfalltyps 2 nach den wichtigsten dreistelligen Unfalltypen differenziert nach Netzbereich für Stadt C (Zeitraum 2011-2015)
- Bild 4-36: Verteilung Fußgängerunfälle des Unfalltyps 7 nach den wichtigsten dreistelligen Unfalltypen differenziert nach Netzbereich für Stadt C (Zeitraum 2011-2015)
- Bild 4-37: Verteilung verunglückter Fußgänger Altersklassen differenziert nach Netzbereich für die Städte A, C, und D (Zeitraum 2011-2015)
- Bild 4-38: Tagesganglinien der Fußgängerunfälle differenziert nach Netzbereichen für die Städte A, C und D (Zeitraum 2011-2015)
- Bild 4-39: Stichprobengröße Anzahl Fußgänger im Längs- und Querverkehr
- Bild 4-40: Verteilung der mittleren stündlichen Anzahl an Fußgängern im Quer- und Längsverkehr je Erhebungsstelle (Maximum der Fußgänger im Längsverkehr am Nachmittag liegt bei 710 Fg/h; Diagramm für verbesserte Lesbarkeit oben abgeschnitten)
- Bild 4-41: Verteilung der Spitzenstunden der Fußgänger im Quer- und Längsverkehr je Erhebungsstelle (Maximum der Fußgänger im Längsverkehr liegt bei 763 Fg/h; Diagramm für verbesserte Lesbarkeit oben abgeschnitten)

- Bild 4-42: Boxplot-Diagramme der Anteile von Kindern und Senioren an den erhobenen Fußgängern
- Bild 4-43: Boxplot-Diagramme der Spitzenstunden im MIV und Radverkehr sowie zum DTV über die Erhebungsstellen
- Bild 4-44: Fußgängerquerverkehr in Abhängigkeit des Fußgängerlängsverkehrs differenziert nach den Untersuchungsstädten (n=97)
- Bild 4-45: Fußgängerlängsverkehr in Abhängigkeit des DTV im MIV (n=97)
- Bild 4-46: Fußgängerquerverkehr in Abhängigkeit des DTV im MIV (n=105; eine Erhebungsstelle mit >600 Fg-Querungen ist hier nicht dargestellt)
- Bild 4-47: Fußgängerquerverkehr in Abhängigkeit des DTV im MIV (n = 97)
- Bild 4-48: Fußgängerlängsverkehr für verschiedene Entwurfssituationen der RASSt 06
- Bild 4-49: Fußgängerquerverkehr für verschiedene Entwurfssituationen der RASSt 06 (Maximum des Fußgängerquerverkehrs liegt bei 272 Fg/h; Diagramm für verbesserte Lesbarkeit oben abgeschnitten)
- Bild 4-50: Fußgängerlängsverkehr für verschiedene Straßenklassen der EFA 2002
- Bild 4-51: Fußgängerquerverkehr für verschiedene Straßenklassen der EFA 2002
- Bild 4-52: Fußgängerlängsverkehr in Abhängigkeit des Umfeldfaktors nach SCHÜLLER (2010) (n=97)
- Bild 4-53: Fußgängerquerverkehr in Abhängigkeit des Umfeldfaktors nach SCHÜLLER (2010) (n=105; ein Ausreißer mit >600 Fg-Querungen ist hier nicht dargestellt)
- Bild 4-54: Fußgängerquerverkehr im Verhältnis zum Fußgängerlängsverkehr in Abhängigkeit der Art des ruhenden Verkehrs am Querungsbeginn (Maximum des Verhältnisses bei Längsparken bzw. ohne Parken liegt bei 2,99 bzw. 3,08; Diagramm für verbesserte Lesbarkeit oben abgeschnitten)
- Bild 4-55: Fußgängerquerverkehr an Untersuchungsstellen mit Mittelinseln
- Bild 4-56: Anteil Kinder bei querenden Fußgängern an Untersuchungsstellen mit Mittelinseln
- Bild 4-57: Anteil Senioren an Untersuchungsstellen mit Mittelinseln
- Bild 4-58: Anteil Handynutzer an Untersuchungsstellen mit Mittelinseln
- Bild 4-59: Anteil der Handynutzung bei beobachteten Fußgängern differenziert nach Städten
- Bild 4-60: Auswertungen zu Fußgängern mit Gehhilfen im Längs- und Querverkehr
- Bild 4-61: Auswertungen zu Fußgängern mit Kinderwagen im Längs- und Querverkehr
- Bild 4-62: Anzahl Unfälle mit Fußgängerbeteiligung in den Analyseabschnitten um die Erhebungsstellen differenziert nach Unfallkategorie
- Bild 4-63: Anzahl Unfälle mit Fußgängerbeteiligung in den Analyseabschnitten um die Erhebungsstellen differenziert nach Unfalltyp
- Bild 4-64: Anzahl Unfälle mit Fußgängerbeteiligung in den Analyseabschnitten um die Erhebungsstellen differenziert nach Unfallkategorie
- Bild 4-65: Fußgängerunfalldichte in Abhängigkeit des Fußgängerquerverkehrs für kurze Abschnitte
- Bild 4-66: Fußgängerunfalldichte in Abhängigkeit des Fußgängerlängsverkehrs für kurze Abschnitte
- Bild 4-67: Fußgängerunfalldichte in Abhängigkeit des DTV für kurze Abschnitte
- Bild 4-68: Fußgängerunfalldichte in Abhängigkeit des Fußgängerquerverkehrs multipliziert mit dem DTV für kurze Abschnitte
- Bild 4-69: Fußgängerunfalldichte in Abhängigkeit des Fußgängerquerverkehrs differenziert nach kurzen und langen Analyseabschnitten (Modellergebnis)

- Bild 4-70: Einzelstelle 1 (Erhebungsstelle freie Strecke)
- Bild 4-71: Einzelstelle 2 (Erhebungsstelle freie Strecke)
- Bild 4-72: Einzelstelle 3 (Erhebungsstelle freie Strecke)
- Bild 4-73: Einzelstelle 4 (Erhebungsstelle freie Strecke)
- Bild 4-74: Einzelstelle 5 (Erhebungsstelle freie Strecke)
- Bild 4-75: Einzelstelle 6 (Erhebungsstelle freie Strecke)
- Bild 4-76: Einzelstelle 7 (Erhebungsstelle Anschlussknotenpunkt)
- Bild 4-77: Einzelstelle 8 (Erhebungsstelle Anschlussknotenpunkt)
- Bild 4-78: Einzelstelle 9 (Erhebungsstelle Anschlussknotenpunkt)
- Bild 4-79: Einzelstelle 10 (Erhebungsstelle freie Strecke)
- Bild 4-80: Registrierte Fußgänger im Tageszeitverlauf
- Bild 4-81: Anzahl beobachteter Nebentätigkeiten beim Queren
- Bild 4-82: Beschreibung des Querungsverhaltens
- Bild 4-83: Verteilung der Warteperioden in den Bereichen 0 und 1
- Bild 4-84: Geschwindigkeitsverteilung der Fußgänger als Konfliktgegner 1, jeweils bei Querung vor und hinter einem Fahrzeug
- Bild 4-85: Geschwindigkeitsverteilung der Fahrzeuge als Konfliktgegner 2 jeweils bei Querung vor und hinter einem Fahrzeug (für eine bessere Visualisierung wurde das Diagramm nach oben abgeschnitten)
- Bild 4-86: Konfliktparameter für die Querung von Fußgängern vor und hinter einem Fahrzeug
- Bild 4-87: Verteilung des PET für Querungen bei Tageslicht und in der Dunkelheit
- Bild 4-88: Verteilung des PET für Querungen der 1. vs. 2. Fahrbahnhälfte
- Bild 4-89: Karte mit Wegelinien der verfolgten Fußgänger
- Bild A-1: Verteilung nach Unfallkategorien der Unfälle mit Personenschaden und Fußgängerbeteiligung auf Innerortsstraßen differenziert nach Unfalltypen (Quelle: BAST2012-2014, eigene Darstellung)
- Bild A-2: Verteilung nach Lichtverhältnissen der Unfälle mit Personenschaden ohne Fußgängerbeteiligung auf Innerortsstraßen differenziert nach Unfalltypen (Quelle: BAST2012-2014, eigene Darstellung)
- Bild A-3: Verteilung nach Straßenzustand der Unfälle mit Personenschaden ohne Fußgängerbeteiligung auf Innerortsstraßen differenziert nach Unfalltypen (Quelle: BAST2012-2014, eigene Darstellung)
- Bild A-4: Altersklassen verunglückter Fußgänger bei Unfällen mit Personenschaden auf Innerortsstraßen differenziert nach Unfalltypen (Absolutzahlen, Quelle: BAST 2012-2014, eigene Darstellung)
- Bild A-5: Altersklassen Unfallgegner Kfz bei Unfällen mit Personenschaden und Fußgängerbeteiligung auf Innerortsstraßen differenziert nach Unfalltypen (Quelle: BAST 2012-2014, eigene Darstellung)
- Bild A-6: Bevölkerungsentwicklung Deutschland (Quelle: Statistisches Bundesamt 2014, eigene Darstellung)
- Bild A-7: Entwicklung verunglückter Kinder 0-14 Jahre differenziert nach Geschlecht -Unfallzahlen (Quelle: Statistisches Bundesamt 2014, eigene Darstellung)
- Bild A-8: Entwicklung verunglückter Kinder 0-14 Jahre differenziert nach Geschlecht -Indexdarstellung (Quelle: Statistisches Bundesamt 2014, eigene Darstellung)
- Bild A-9: Entwicklung Verunglückter an FGÜ-Indexdarstellung (Quelle: Statistisches Bundesamt 2014, eigene Darstellung)
- Bild A-10: Verteilung Altersklassen differenziert nach Unfallursachengruppen der Fußgänger (Quelle: Statistisches Bundesamt 2014, eigene Darstellung)

- Bild A-11: Verteilung Unfallarten bei Fußgängerunfällen differenziert nach den zentralen Unfalltypen (Quelle: BASt 2012-2014, eigene Darstellung)
- Bild A-12: mittlere jährliche Anzahl an Typ4-Unfällen mit Personenschaden und Fußgängerbeteiligung auf Außerortsstraßen (ausgefüllte Balken, Anzahl über den Balken) differenziert nach dreistelligem Unfalltyp (Quelle: BASt 2009-2014, Bundesländer Ni/NW/RP/SL/ST, eigene Darstellung)
- Bild A-13: mittlere jährliche Anzahl an Typ7-Unfällen mit Personenschaden und Fußgängerbeteiligung auf Außerortsstraßen (ausgefüllte Balken, Anzahl über den Balken) differenziert nach dreistelligem Unfalltyp (Quelle: BASt 2009-2014, Bundesländer Ni/NW/RP/SL/ST, eigene Darstellung)
- Bild A-14: mittlere jährliche Anzahl an Typ2-Unfällen mit Personenschaden und Fußgängerbeteiligung auf Außerortsstraßen (ausgefüllte Balken, Anzahl über den Balken) differenziert nach dreistelligem Unfalltyp (Quelle: BASt 2009-2014, Bundesländer Ni/NW/RP/SL/ST, eigene Darstellung)
- Bild A-15: mittlere jährliche Anzahl an Typ6-Unfällen mit Personenschaden und Fußgängerbeteiligung auf Außerortsstraßen (ausgefüllte Balken, Anzahl über den Balken) differenziert nach dreistelligem Unfalltyp (Quelle: BASt 2009-2014, Bundesländer Ni/NW/RP/SL/ST, eigene Darstellung)
- Bild A-16: mittlere jährliche Anzahl an Unfällen mit Personenschaden und Fußgängerbeteiligung auf Innerortsstraßen differenziert nach Unfalltypen im Vergleich der Bundesländer mit (NI, NW, RP, SL, ST) und ohne (restliche) Angaben zum dreistelligen Unfalltyp (Quelle: BASt 2012-2014, eigene Darstellung)
- Bild A-17: Tagesganglinie der verunglückten Kinder (0-14 Jahre) im Straßenverkehr differenziert nach Fußgängern und Radfahrern (Quelle: Destatis 2014, Darstellung Destatis)
- Bild A-18: Tagesganglinie der verunglückten Senioren 65+ im Straßenverkehr (Quelle: Destatis 2014, Darstellung Destatis)
- Bild A-19: Verteilung nach Unfallkategorien der Unfälle mit Fußgängerbeteiligung auf Innerortsstraßen differenziert nach den Netzbereichen für die Städte A, C und D
- Bild A-20: Verteilung nach Unfallgegner der Fußgänger auf Innerortsstraßen differenziert nach Netzbereichen für die Städte A, C und D
- Bild A-21: Verteilung nach Altersklassen der Unfallgegner bei Fußgängerunfällen auf Innerortsstraßen differenziert nach den Netzbereichen für die Städte A, C und D
- Bild A-22: Anteile der Handynutzung im Fußgängerverkehr differenziert nach den Straßentypen der RASt06
- Bild A-23: Verteilung nach Ursachennennungen bei Unfällen mit Fußgängerbeteiligung für Hauptverkehrsknotenpunkte für die Städte A und C
- Bild A-24: Verteilung nach Ursachennennungen bei Unfällen mit Fußgängerbeteiligung für Hauptverkehrsstraßen (freie Strecke) für die Städte A und C
- Bild A-25: Verteilung nach Ursachennennungen bei Unfällen mit Fußgängerbeteiligung für Anschlussknotenpunkte für die Städte A und C
- Bild A-26: Verteilung nach Ursachennennungen bei Unfällen mit Fußgängerbeteiligung für Erschließungsstraßen (freie Strecke) für die Städte A und C
- Bild A-27: Anteile der Handynutzung im Fußgängerverkehr differenziert nach dem Umfeldfaktor aus Schüller 2010 (die Größe der Punkte repräsentiert die Zahl der beobachteten Fußgänger an der jeweiligen Zählstelle; Farben repräsentieren die Untersuchungsstädte)
- Bild A-28: Verteilung der mittleren stündlichen Anzahl an Fußgängern im Quer- und Längsverkehr je Erhebungsstelle (externe Daten)

- Bild A-29: Verteilung des Verkehrsaufkommens im MIV und Radverkehr je Erhebungsstelle (externe Daten)
- Bild A-30: Fußgängerunfalldichte in Abhängigkeit des Fußgängerquerverkehrs für lange Abschnitte
- Bild A-31: Fußgängerunfalldichte in Abhängigkeit des Fußgängerlängsverkehrs für lange Abschnitte
- Bild A-32: Fußgängerunfalldichte in Abhängigkeit des DTV für lange Abschnitte
- Bild A-33: Fußgängerunfalldichte in Abhängigkeit des Fußgängerquerverkehrs multipliziert mit dem DTV für lange Abschnitte
- Bild A-34: einfaches Unfallmodell für Fußgängerunfälle ohne Radverkehrsbeteiligung für kurze Abschnitte (links) und lange Abschnitte (rechts)
- Bild A-35: Unfallmodell für Fußgängerunfälle ohne Radverkehrsbeteiligung für kurze Abschnitte inklusive weiterer Einflussvariablen
- Bild A-36: einfaches Unfallmodell für Fußgängerunfälle ohne Radverkehrsbeteiligung für lange Abschnitte inklusive weiterer Einflussvariablen
- Bild A-37: Unfallmodelle für Fußgängerunfälle für kurze Abschnitte (links) und lange Abschnitte (rechts) mit Berücksichtigung weiterer Expositionsgrößen
- Bild A-38: Anteile der Handynutzung im Fußgängerlängsverkehr differenziert nach dem Längsverkehrsaufkommen
- Bild A-39: Einzelstelle 11 (Erhebungsstelle freie Strecke)
- Bild A-40: Einzelstelle 12 (Erhebungsstelle freie Strecke)
- Bild A-41: Verteilungen der TTC bei Fußgängerquerungen in Dunkelheit vs. Tageslicht
- Bild A-42: Verteilungen der TTC bei Fußgängerquerungen 1. vs. 2. Fahrbahnhälfte
- Bild A-43: Verteilungen der TTC bei Fußgängerquerungen „beeinflusst“ vs. „unbeeinflusst“
- Bild A-44: Verteilungen der PET bei Fußgängerquerungen „beeinflusst“ vs. „unbeeinflusst“

- Bild A-45: Kurzbeschreibung Unfalltypen (Quelle: FGSV (2003). Merkblatt für die Auswertung von Straßenverkehrsunfällen – Teil 1)
- Bild A-46: Symbolik Kollisionsdiagramme (Quelle: M UKO (FGSV, 2012))
- Bild A-47: Berechnung der Kenngröße der Umfeldnutzung nach SCHÜLLER (2010)
- Bild 10-1: Einzelstelle 13 (Erhebungsstelle freie Strecke)
- Bild 10-2: Einzelstelle 14 (Erhebungsstelle freie Strecke)
- Bild 10-3: Einzelstelle 15 (Erhebungsstelle Anschlussknotenpunkt)
- Bild 10-4: Einzelstelle 16 (Erhebungsstelle Anschlussknotenpunkt)
- Bild 10-5: Einzelstelle 17 (Erhebungsstelle freie Strecke)
- Bild 10-6: Einzelstelle 18 (Erhebungsstelle freie Strecke)
- Bild 10-7: Einzelstelle 19 (Erhebungsstelle freie Strecke)
- Bild 10-8: Einzelstelle 20 (Erhebungsstelle freie Strecke)

Tabellen

- Tab. 2-1: Empfehlungen für durchschnittliche europäische Korrekturfaktoren zur Berücksichtigung der Dunkelziffer (Quelle: HEATCO, 2006)
- Tab. 3-1: Erhebungskollektiv differenziert nach Städten
- Tab. 3-2: Überblick über Beobachtungskategorien unabhängige Variablen
- Tab. 3-3: Überblick über Beobachtungskategorien abhängige Variablen
- Tab. 4-1: Unfalldichten der Fußgängerunfälle differenziert nach Stadt und Netzbereich
- Tab. 4-2: Einfaches Regressionsmodell zur Beschreibung des Fußgängerquerverkehrsaufkommens
- Tab. 4-3: Fazit für knotenpunktfreie Strecke ohne Anschlussknotenpunkte (Teil 1)

- Tab. 4-4: Fazit für knotenpunktfreie Strecke ohne Anschlussknotenpunkte (Teil 2)
- Tab. 4-5: Fazit für Anschlussknotenpunkte
- Tab. 4-6: Fazit für ÖV-Haltestelle auf knotenpunktfreier Strecke mit Anschlussknotenpunkten
- Tab. 4-7: Fazit für Bereiche mit Mittelinsel auf knotenpunktfreier Strecke mit Anschlussknotenpunkten
- Tab. 4-8: Registriertes Sicherungsverhalten vor der Querung im Bereich 0
- Tab. 4-9: Registriertes Sicherungsverhalten vor der Querung im Bereich 1
- Tab. 4-10: Kombiniertes Sicherungsverhalten vor der Querung im Bereich 0 und 1
- Tab. 4-11: Registriertes Sicherungsverhalten separat für Bereich 0 und 1 in Abhängigkeit von der Handynutzung
- Tab. 4-12: Registriertes Sicherungsverhalten vor der Querung, kumuliert; Handynutzung
- Tab. 4-13: Registriertes Sicherungsverhalten vor der Querung, kumuliert; Tragen eines Kopfhörers
- Tab. 4-14: Registriertes Sicherungsverhalten vor der Querung separat für den Bereich 0 und 1, Führen einer Unterhaltung
- Tab. 4-15: Registriertes Sicherungsverhalten vor der Querung, kumuliert; Führen einer Unterhaltung
- Tab. 4-16: Vorhersage einer beidseitigen Sicherung vor der Querung; Regressionskoeffizienten
- Tab. 4-17: Registriertes Sicherungsverhalten vor der Querung separat für den Bereich 2 und 3, in Abhängigkeit der Handynutzung; während der Querung
- Tab. 4-18: Registriertes Sicherungsverhalten vor der Querung separat für den Bereich 2 und 3, in Abhängigkeit Führen einer Unterhaltung; während der Querung
- Tab. 4-19: Registriertes Sicherungsverhalten separat für Bereich 2 und 3 in Abhängigkeit Tragen eines Kopfhörers; während der Querung
- Tab. 4-20: Vorhersage einer Sicherung während der Querung im Bereich 2; Regressionskoeffizienten
- Tab. 4-21: Vorhersage einer Sicherung während der Querung im Bereich 3; Regressionskoeffizienten
- Tab. 4-22: Auftretenshäufigkeit Warten
- Tab. 4-23: Vorhersage Warteperiode vor der Querung, Regressionskoeffizienten
- Tab. 4-24: Median und Mittelwerte der Querungsgeschwindigkeit
- Tab. 4-25: ANOVA; Effekte von Alter und Handynutzung auf Querungsgeschwindigkeit
- Tab. 4-26: Mittelwerte des Abweichungsgrads von einer orthogonalen Querung
- Tab. 4-27: ANOVA; Effekte von Alter und Handynutzung auf den Abweichungsgrad von einer orthogonalen Querung
- Tab. 4-28: Charakterisierung der erhobenen Konflikte
- Tab. 4-29: Verteilung der Konfliktparameter TTC und PET bei Querung Tageslicht vs. Dunkelheit
- Tab. 4-30: Verteilung der Konfliktparameter T_{Fz} und T_{advmin} bei Querung Tageslicht vs. Dunkelheit
- Tab. 4-31: Verteilung der Konfliktparameter TTC und PET bei Querung 1. vs. 2. Fahrbahnhälfte
- Tab. 4-32: Verteilung der Konfliktparameter T_{Fz} und T_{advmin} bei Querung 1. vs. 2. Fahrbahnhälfte
- Tab. 4-33: Verteilung der Konfliktparameter TTC und PET bei Querung beeinflusst vs. unbeeinflusst
- Tab. 4-34: Verteilung der Konfliktparameter T_{Fz} und T_{advmin} bei Querung beeinflusst vs. unbeeinflusst
- Tab. 4-35: Anzahl und Art Konfliktgegner auf Fahrbahn 1 und 2 (N = 46)
- Tab. 4-36: Mittelwerte der PET in Abhängigkeit vom Konfliktgegner
- Tab. 4-37: Verteilung der Post Encroachment Time (PET) in Abhängigkeit von Fahrbahn und Konfliktgegner

- Tab. 4-38: Deskriptive Auswertung der Verfolgungsläufe
- Tab. 4-39: Kenngrößen zur durchschnittlichen Geschwindigkeit der verfolgten Fußgänger
- Tab. 5-1: Auffälligkeiten Unfallsituationen mit Fußgängerbeteiligung
- Tab. 5-2: Mitwirkende Infrastrukturcharakteristika und Umstände bei sicherheitsrelevanten Verhaltensweisen und Unfällen der Fußgänger
- Tab. 5-3: Faktoren zur Beschreibung des Fußgängerverkehrsaufkommens im Längs- und Querverkehr
- Tab. 5-4: Spezifische Problemsituationen von Kindern und Senioren
- Tab. A-1: Auflistung Untersuchungsstellen der eigenen Erhebung sowie externe Untersuchungsstellen (Teil 1)
- Tab. A-2: Auflistung Untersuchungsstellen der eigenen Erhebung sowie externe Untersuchungsstellen (Teil 2)
- Tab. A-3: Auflistung Untersuchungsstellen der eigenen Erhebung sowie externe Untersuchungsstellen (Teil 3)
- Tab. A-4: Erläuterungen zu den Tabellen Tab. A-1, Tab. A-2 und Tab. A-3
- Tab. 10-1: Registriertes Sicherungsverhalten in Abhängigkeit zur Alterskategorie; Bereich 0
- Tab. 10-2: Registriertes Sicherungsverhalten in Abhängigkeit zur Alterskategorie; Bereich 1
- Tab. 10-3: Registriertes Sicherungsverhalten in Abhängigkeit zur Alterskategorie; vor der Querung gesamt
- Tab. 10-4: Registriertes Sicherungsverhalten für den Bereich 3 in Abhängigkeit der Alterskategorie
- Tab. 10-5: Registriertes Sicherungsverhalten für den Bereich 3 in Abhängigkeit der Alterskategorie

Anhang

A.1 Ergänzungen Auswertung Bundesunfallstatistik

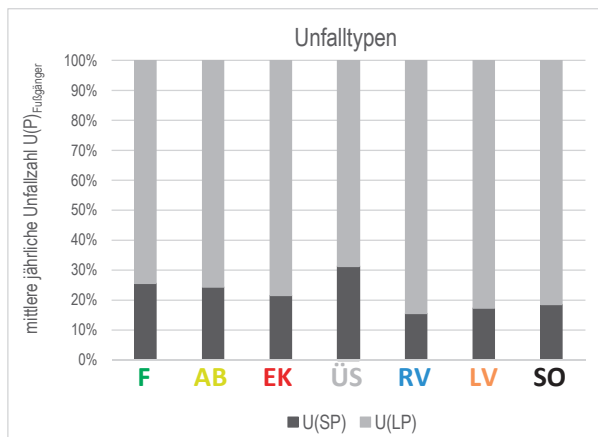


Bild-A 1: Verteilung nach Unfallkategorien der Unfälle mit Personenschaden und Fußgängerbeteiligung auf Innerortsstraßen differenziert nach Unfalltypen (Quelle: BAST 2012-2014, eigene Darstellung)

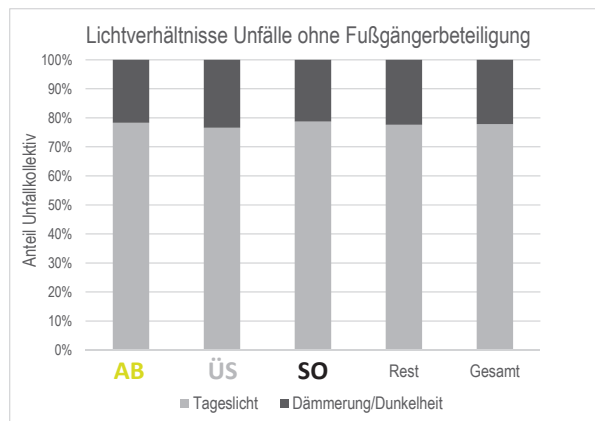


Bild-A 2: Verteilung nach Lichtverhältnissen der Unfälle mit Personenschaden ohne Fußgängerbeteiligung auf Innerortsstraßen differenziert nach Unfalltypen (Quelle: BAST 2012-2014, eigene Darstellung)

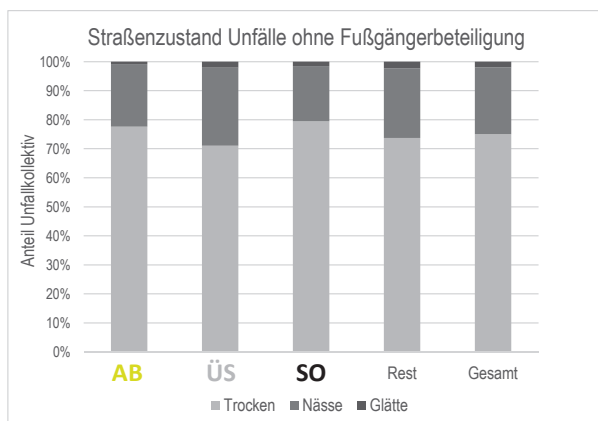


Bild-A 3: Verteilung nach Straßenzustand der Unfälle mit Personenschaden ohne Fußgängerbeteiligung auf Innerortsstraßen differenziert nach Unfalltypen (Quelle: BAST 2012-2014, eigene Darstellung)

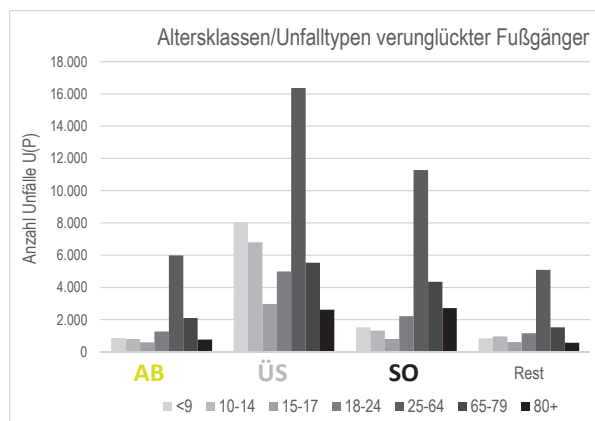


Bild-A 4: Altersklassen verunglückter Fußgänger bei Unfällen mit Personenschaden auf Innerortsstraßen differenziert nach Unfalltypen (Absolutzahlen, Quelle: BAST 2012-2014, eigene Darstellung)

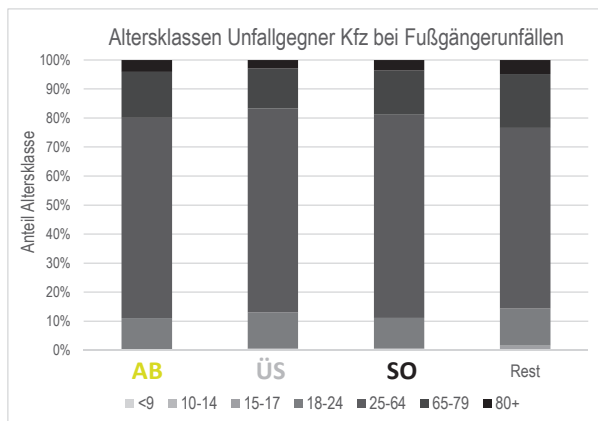


Bild-A 5: Altersklassen Unfallgegner Kfz bei Unfällen mit Personenschaden und Fußgängerbeteiligung auf Innerortsstraßen differenziert nach Unfalltypen (Quelle: BAST 2012-2014, eigene Darstellung)

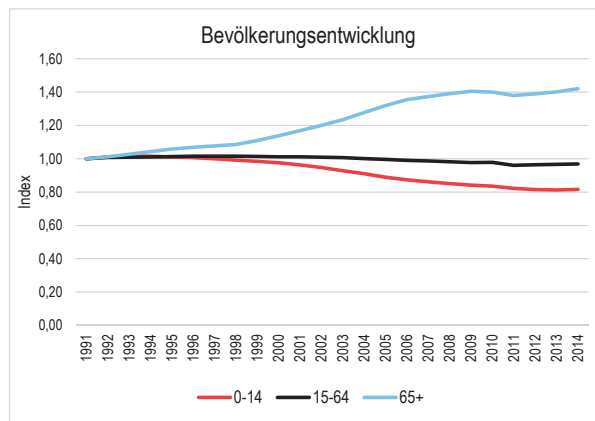


Bild-A 6: Bevölkerungsentwicklung Deutschland (Quelle: STATISTISCHES BUNDESAMT 2014, eigene Darstellung)

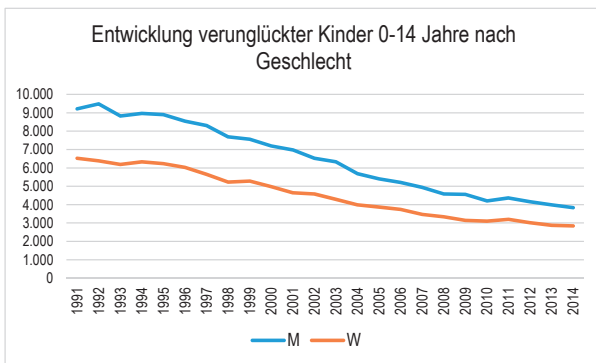


Bild-A 7: Entwicklung verunglückter Kinder 0-14 Jahre differenziert nach Geschlecht - Unfallzahlen (Quelle: STATISTISCHES BUNDESAMT 2014, eigene Darstellung)

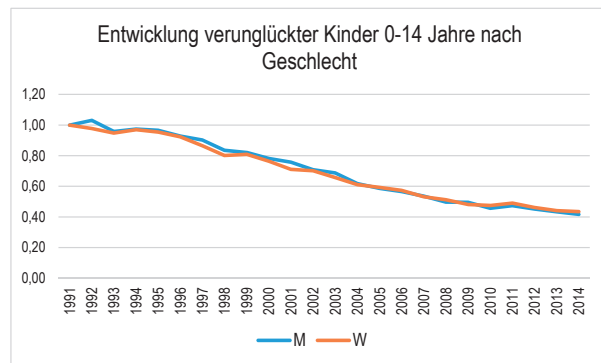


Bild-A 8: Entwicklung verunglückter Kinder 0-14 Jahre differenziert nach Geschlecht - Indexdarstellung (Quelle: STATISTISCHES BUNDESAMT 2014, eigene Darstellung)

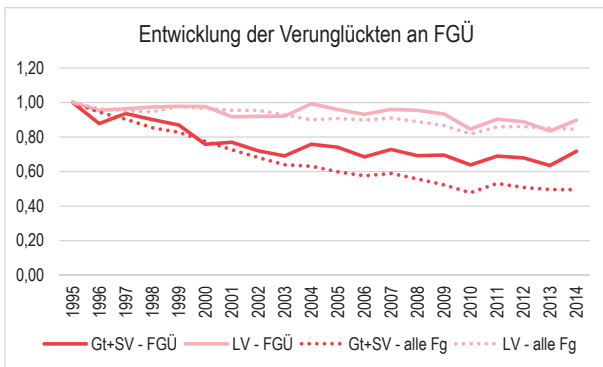


Bild-A 9: Entwicklung Verunglückter an FGÜ - Indexdarstellung (Quelle: STATISTISCHES BUNDESAMT 2014, eigene Darstellung)

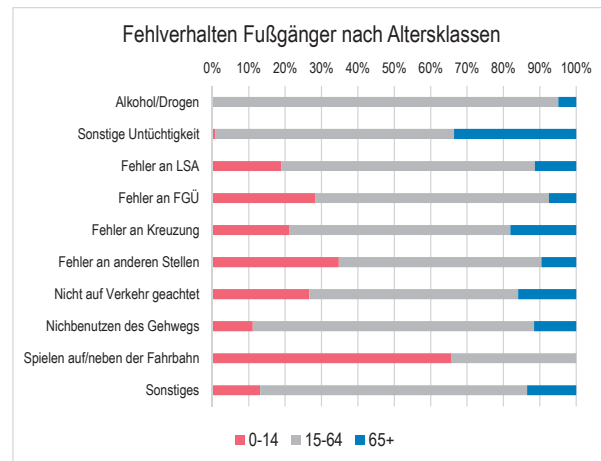


Bild-A 10: Verteilung Altersklassen differenziert nach Unfallursachengruppen der Fußgänger (Quelle: STATISTISCHES BUNDESAMT 2014, eigene Darstellung)

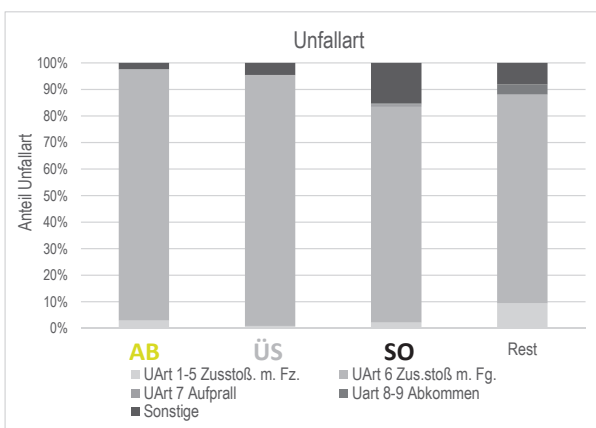


Bild-A 11: Verteilung Unfallarten bei Fußgängerunfällen differenziert nach den zentralen Unfalltypen (Quelle: BAST 2012-2014, eigene Darstellung)

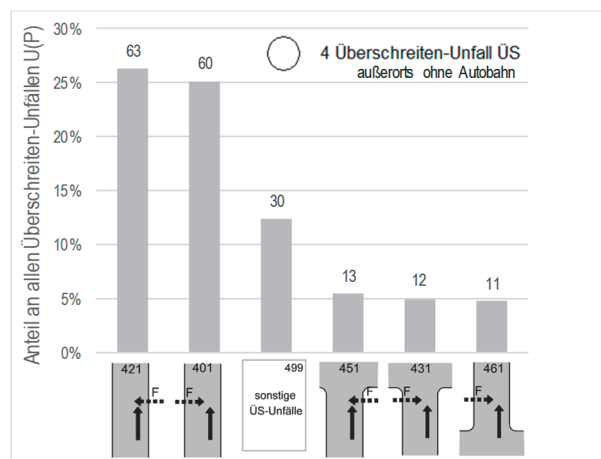


Bild-A 12: mittlere jährliche Anzahl an Typ4-Unfällen mit Personenschaden und Fußgängerbeteiligung auf Außerortsstraßen (ausgefüllte Balken, Anzahl über den Balken) differenziert nach dreistelligem Unfalltyp (Quelle: BAST 2009-2014, Bundesländer Ni/NW/RP/SL/ST, eigene Darstellung)

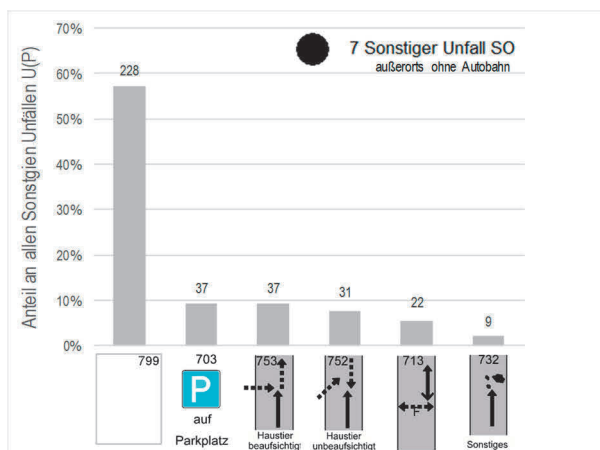


Bild-A 13: mittlere jährliche Anzahl an Typ7-Unfällen mit Personenschaden und Fußgängerbeteiligung auf Außerortsstraßen (ausgefüllte Balken, Anzahl über den Balken) differenziert nach dreistelligem Unfalltyp (Quelle: BASt 2009-2014, Bundesländer Ni/NW/RP/SL/ST, eigene Darstellung)

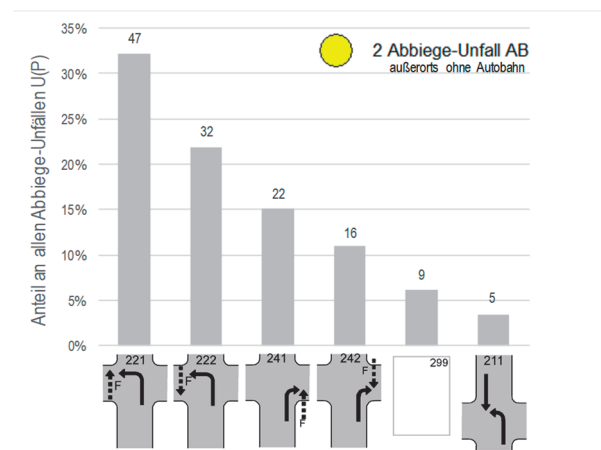


Bild-A 14: mittlere jährliche Anzahl an Typ2-Unfällen mit Personenschaden und Fußgängerbeteiligung auf Außerortsstraßen (ausgefüllte Balken, Anzahl über den Balken) differenziert nach dreistelligem Unfalltyp (Quelle: BASt 2009-2014, Bundesländer Ni/NW/RP/SL/ST, eigene Darstellung)

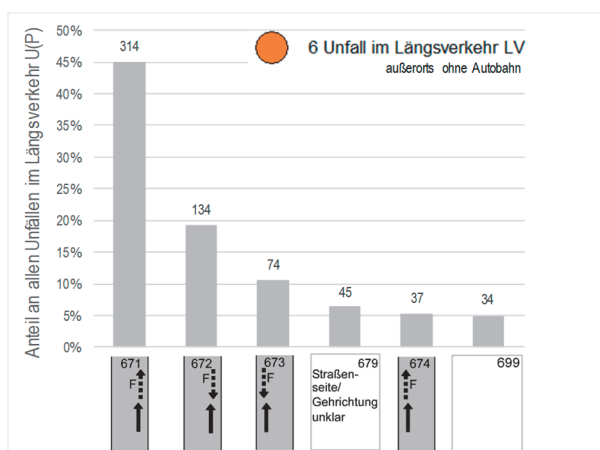


Bild-A 15: mittlere jährliche Anzahl an Typ6-Unfällen mit Personenschaden und Fußgängerbeteiligung auf Außerortsstraßen (ausgefüllte Balken, Anzahl über den Balken) differenziert nach dreistelligem Unfalltyp (Quelle: BASt 2009-2014, Bundesländer Ni/NW/RP/SL/ST, eigene Darstellung)

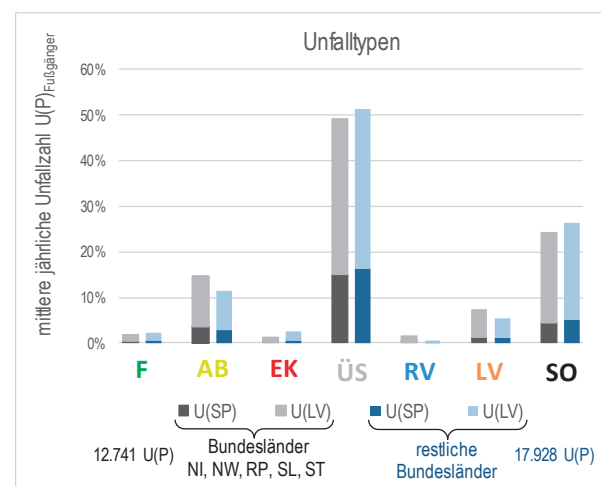


Bild-A 16: mittlere jährliche Anzahl an Unfällen mit Personenschaden und Fußgängerbeteiligung auf Innerortsstraßen differenziert nach Unfalltypen im Vergleich der Bundesländer mit (NI, NW, RP, SL, ST) und ohne (restliche) Angaben zum dreistelligen Unfalltyp (Quelle: BASt 2012-2014, eigene Darstellung)

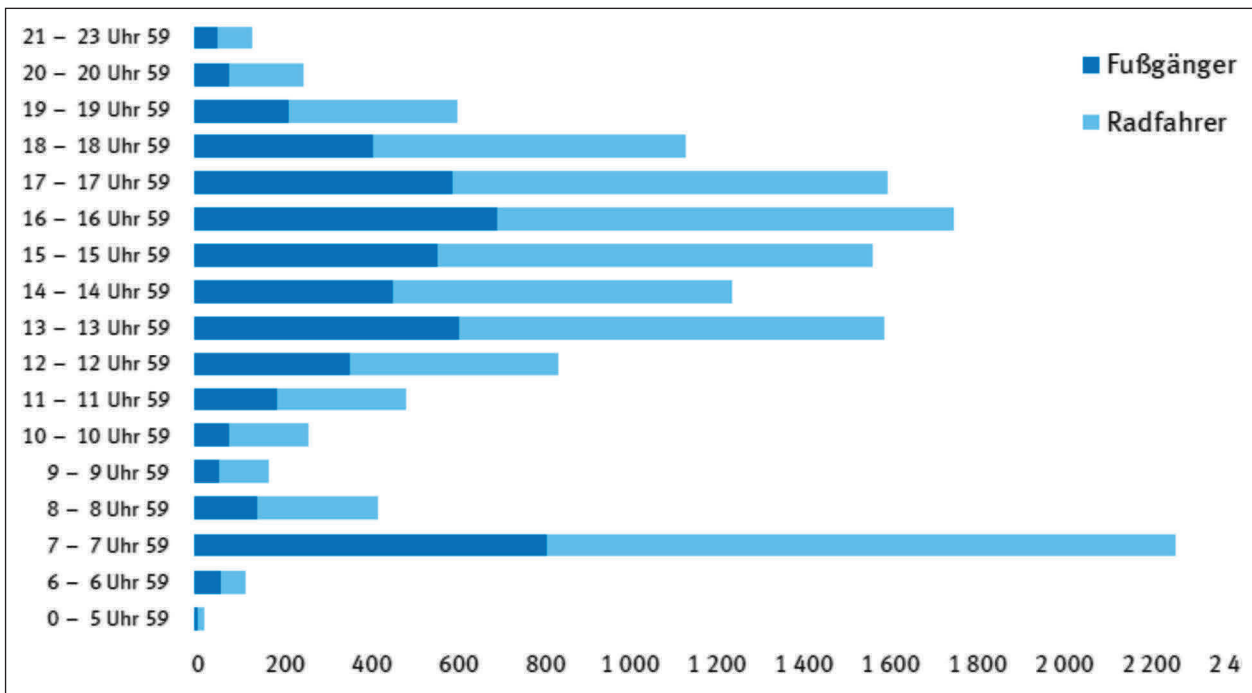


Bild-A 17: Tagesganglinie der verunglückten Kinder (0-14 Jahre) im Straßenverkehr differenziert nach Fußgängern und Radfahrern (Quelle: DESTATIS 2014, Darstellung DESTATIS)

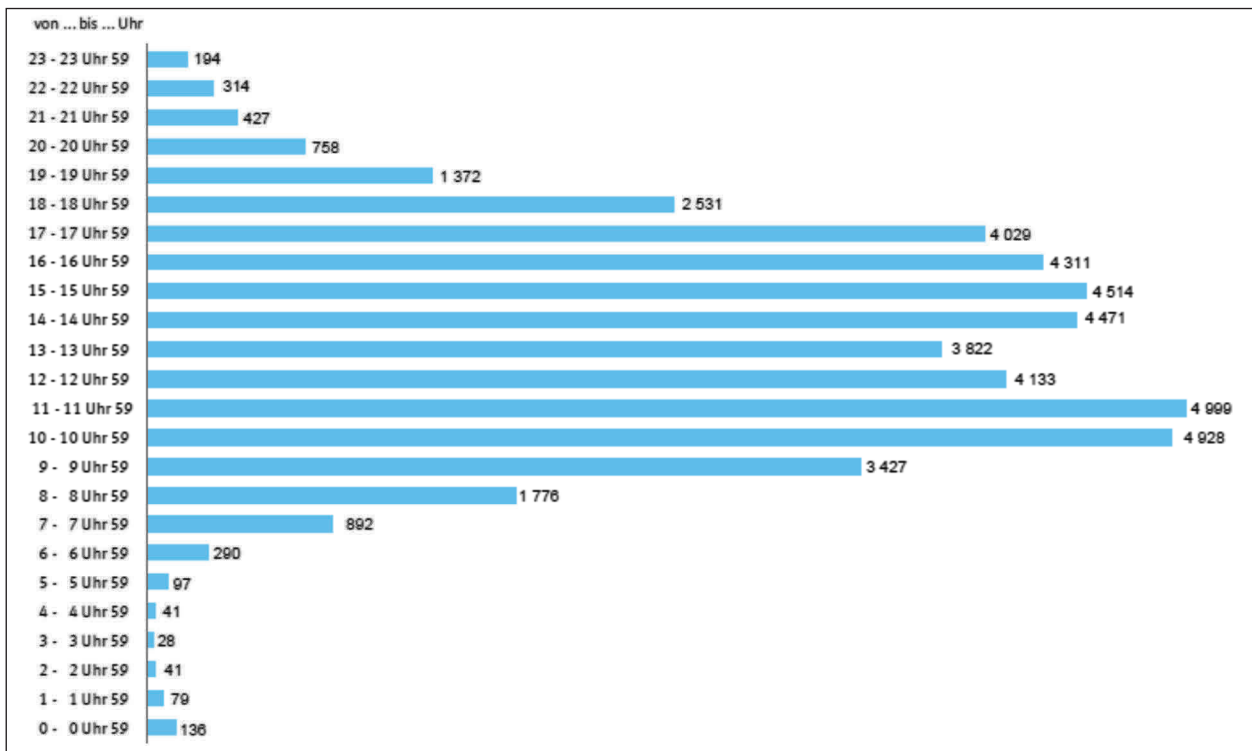


Bild-A 18: Tagesganglinie der verunglückten Senioren 65+ im Straßenverkehr (Quelle: DESTATIS 2014, Darstellung DESTATIS)

A.2 Ergänzungen Analysen Stufe 1

Stadt	Straße	extern	Netz- bereich	QH	RASt	Anz. FS	Strab	RVA	ruhender Verkehr	ÖV Hst	Längsver. [FG/h]	DTV
A	Straße A1	x	STR		ÖGS	4	MV	RW	längs/längs	x	–	24.000
A	Straße A2		STR		QS	2		RW	senkrecht/senkrecht	x	216	7.100
A	Straße A3		STR		ÖGS	2	MV		senkrecht/senkrecht	x	494	4.900
A	Straße A4		AK		ÖGS	2	MV		längs/längs	x	153	4.600
A	Straße A5		STR		ÖGS	2	MV		längs/längs	x	352	8.900
A	Straße A6		STR		ÖES	2		RFS	senkrecht/ –	x	61	10.300
A	Straße A7		STR	MI	ÖES	2		RFS	– / –	x	47	15.000
A	Straße A8		AK		QS	2	MV		– / –	x	91	10.800
A	Straße A9		STR	MI	VS	3			– / –		293	16.100
A	Straße A10		STR		SS	2			längs/längs	x	68	13.000
A	Straße A11		STR		SS	2			– / –	x	21	5.200
A	Straße A12		STR		VS	2	MV	GW	– / –		52	7.800
A	Straße A13		STR		QS	2		RFS	senkrecht/senkrecht		146	10.400
A	Straße A14		AK		QS	2		RW	längs/ –		31	10.600
A	Straße A15		AK	MI	SS	2		RFS	– / –	x	114	5.000
A	Straße A16		STR	MI	VS	2		RFS	längs/längs		197	16.100
A	Straße A17		STR		GS	2		RFS	schräg/senkrecht		98	7.100
A	Straße A18		STR	MI	QS	2		RFS	senkrecht/senkrecht		479	9.200
A	Straße A19		STR		ÖGS	2		RW	längs/längs		235	8.900
A	Straße A20		STR		VS	2		RW	längs/längs	x	53	9.400
A	Straße A21		STR		SS	2			längs/längs		82	4.600
A	Straße A22		STR		ÖGS	4		RW	– / –	x	271	18.200
A	Straße A23		STR		ÖES	2			längs/längs		144	13.900
A	Straße A24		STR		QS	2			längs/längs		426	6.800
A	Straße A25		AK	MS	ÖES	2		RW	– / –	x	46	14.100
A	Straße A26		STR		ÖES	2	BK(S)	SS	– / –	x	41	15.900
A	Straße A27		STR		ÖGS	2			längs/längs		380	7.700
A	Straße A28		STR		ÖGS	2			längs/längs	x	336	7.100
A	Straße A29		STR	MI	HGS	3			– /längs		368	11.200
A	Straße A30		STR		SS	2		RFS	– /schräg		187	6.500
A	Straße A31	x	STR		ÖGS	4	AK(M)		– / –	x	–	33.900
A	Straße A32		AK	MS	SS	2		RFS	längs/längs	x	109	7.100
A	Straße A33		STR		ÖGS	2		RW	längs/längs	x	202	13.500
A	Straße A34		STR		ÖGS	2		RW	längs/längs	x	190	13.800

Tab.-A 1: Auflistung Untersuchungsstellen der eigenen Erhebung sowie externe Untersuchungsstellen (Teil 1)

Stadt	Straße	extern	Netz- bereich	QH	RASt	Anz. FS	Strab	RVA	ruhender Verkehr	ÖV Hst	Längsver. [FG/h]	DTV
B	Straße B1	x	STR		ÖES	2	MV		- / -	x	23	19.900
B	Straße B2	x	STR		HGS	2	MV		schräg/ -	x	577	21.100
B	Straße B3	x	STR		VS	2			längs/längs		82	12.900
B	Straße B4		STR		ÖGS	2	MV		längs/längs		482	9.800
B	Straße B5	x	STR		ÖGS	2			schräg/längs		-	7.800
B	Straße B6	x	STR		ES	2			längs/längs		38	3.900
B	Straße B7	x	STR		SS	2			längs/längs		60	6.300
B	Straße B8	x	STR		QS	2	MV		längs/längs		107	16.600
B	Straße B9	x	STR		ÖES	4	MV	RW	- / -		136	22.000
B	Straße B10	x	STR		ÖES	2	MV	RFS	längs/längs	x	134	17.100
B	Straße B11	x	STR		VS	2	MV	RFS/RW	- / -	x	83	18.100
B	Straße B12		STR		ÖES	2		SS	längs/längs	x	85	11.800
B	Straße B13	x	STR		DHS	2	MV		- / -	x	-	11.500
B	Straße B14	x	STR		ÖES	4		GW	längs/längs		178	22.600
B	Straße B15	x	STR		VS	2	MV		längs/längs		116	24.300
B	Straße B16	x	STR		VS	2	MV		längs/ -	x	136	29.400
B	Straße B17	x	STR		WS	2	MV	GW	- / -	x	88	7.600
B	Straße B18		STR		ÖES	2		RFS	- / -	x	49	16.000
B	Straße B19	x	STR		ÖES	4	MV	RW	- / -	x	-	15.900
B	Straße B20	x	STR		ÖGS	2	MV		- / längs		60	6.800
B	Straße B21		STR		SS	2	MV		- / -	x	39	15.100
B	Straße B22	x	STR		GS	2			längs/längs		-	700
B	Straße B23	x	STR		ÖGS	2	MV		- / längs		74	2.600
C	Straße C1		STR	MI	SS	2		SS	längs/längs		60	6.700
C	Straße C2		STR	MI	SS	2		SS/RW	- / längs	x	226	6.500
C	Straße C3		STR		ÖGS	4	MV		längs/längs	x	160	10.700
C	Straße C4	x	STR		HGS	4	MV		längs/längs		-	7.100
C	Straße C5		AK	MI	QS	2			schräg/schräg		112	7.000
C	Straße C6	x	STR		VS	2	MV		längs/längs		-	6.500
C	Straße C7		STR	MI	QS	2		RW	längs/längs	x	262	5.700
C	Straße C8		STR	MI	QS	2			längs/längs	x	188	7.900
C	Straße C9		AK	MI	ÖGS	2			längs/schräg		515	4.500
C	Straße C10		STR	MI	SS	2		RW	- / -		28	4.400
C	Straße C11		STR		ÖES	2			- / -	x	126	15.600
C	Straße C12		STR	MI	ÖES	3		RW	- / längs		79	10.700
C	Straße C13		STR		SS	2			längs/längs		60	7.900
C	Straße C14		STR	MI	ÖGS	2		RFS	längs/längs		184	7.700

Tab.-A 2: Auflistung Untersuchungsstellen der eigenen Erhebung sowie externe Untersuchungsstellen (Teil 2)

Stadt	Straße	extern	Netzbereich	QH	RASt	Anz. FS	Strab	RVA	ruhender Verkehr	ÖV Hst	Längsver. [FG/h]	DTV
C	Straße C 15		STR		ÖGS	2	MV		- / längs	x	248	4.300
C	Straße C 16		STR	MI	VS	2		RW	- / -		68	7.500
C	Straße C 17		STR	MS	ÖGS	2			längs/längs	x	596	11.700
C	Straße C 18	x	STR		VS	4	AK(M)		längs/längs		-	19.100
C	Straße C 19		STR	MI	ÖES	2		SS	senkrecht/längs	x	38	6.200
C	Straße C 20		STR		ÖES	2		RW	schräg/schräg	x	54	7.400
C	Straße C 21		STR		SS	2	MV	RW	längs/längs	x	151	11.900
C	Straße C 22		STR		QS	2		RW	längs/längs		118	11.900
C	Straße C 23		STR		SS	2		RW	längs/schräg	x	34	10.000
C	Straße C 24		STR		QS	2			- / längs		64	10.600
C	Straße C 25		AK	MS	SS	2		RW	längs/längs	x	22	11.800
C	Straße C 26		STR	MI	ÖES	2		RW	längs/-		58	15.000
C	Straße C 27		STR	MI	ÖES	2		SS/RW	- / längs		54	13.500
C	Straße C 28		AK		GS	2		SS	längs/längs	x	90	7.600
C	Straße C 29		STR		QS	2	MV		längs/längs	x	92	3.500
C	Straße C 30		STR		HGS	2		div .	senkrecht/längs	x	76	12.200
C	Straße C 31		STR	MI	ÖES	2			- / -	x	49	15.800
C	Straße C 32		STR		QS	2	MV		längs/längs		178	5.600
D	Straße D 1		STR		ÖGS	2	MV		längs/längs	x	349	6.200
D	Straße D 2		STR		ÖES	2		RFS	schräg/längs	x	51	9.300
D	Straße D 3		STR		ÖGS	2	MV	SS	längs, schräg/längs		190	8.300
D	Straße D 4		STR		GS	3			längs/senkrecht		68	9.700
D	Straße D 5		STR		SS	2		RW	schräg/längs		97	4.400
D	Straße D 6		STR		HGS	2		SS	längs/längs		233	6.500
D	Straße D 7		STR		ÖES	2		RW	längs/längs		45	5.800
D	Straße D 8		STR		ÖES	2		RW	längs/längs	x	72	6.600
D	Straße D 9		STR		GS	2			längs/senkrecht	x	112	11.600
D	Straße D 10		STR		QS	2		GW	längs/längs	x	395	8.800
D	Straße D 11		STR		SS	2		RFS	- / -	x	60	5.800
D	Straße D 12		STR		ÖES	4	MV	RW	schräg/schräg		22	10.700
D	Straße D 13		STR		ÖGS	2	MV		längs/längs	x	444	7.000
D	Straße D 14		STR		QS	2			- / längs		47	4.800
D	Straße D 15		STR		WS	2		RW	senkrecht/senkrecht	x	77	2.500
D	Straße D 16		STR		AFS	2	BK(S)	RW	- / -		0	16.100
D	Straße D 17		STR		VS	2		RW	- / -		198	6.000

Tab.-A 3: Auflistung Untersuchungsstellen der eigenen Erhebung sowie externe Untersuchungsstellen (Teil 3)

Merkmal	Beschreibung
Stadt	Erhebungsort
Straße	Straßenname der Erhebungsstelle
extern	Erhebungsort aus externer Veröffentlichung
AK	Anschlussknoten (AK) oder Strecke (STR)
QH	Querungshilfe an der Erhebungsstelle (MI = Mittelinsel; MS = Mittelstreifen)
RASt	Entwurfssituation nach RAST AFS = Anbaufreie Straße DHS = Dörfliche Hauptstraße ES = Erschließungsstraße GS = Gewerbestraße HGS = Hauptgeschäftsstraße ÖES = Örtliche Einfahrtsstraße ÖGS = Örtliche Geschäftsstraße QS = Quartiersstraße SS = Sammelstraße VS = Verbindungsstraße WS = Wohnstraße
Anz. FS	Anzahl Fahrstreifen
Strab	Führung Straßenbahn (MV = Mischverkehr; BK(S) = besonderer Bahnkörper in Seitenlage; BK(M) = besonderer Bahnkörper in Mittellage)
RVA	Art der Radverkehrsanlage (RW = Radweg, RFS = Radfahrstreifen, SS = Schutzstreifen; div. = gemischt bzw. wechselnd)
ruhender Verkehr	Aufstellart ruhender Verkehr auf nördlicher oder östlicher bzw. südlicher oder westlicher Straßenseite
ÖV-Hst	Haltestelle an der Erhebungsstelle
Längsverkehr [Fg/h]	Gezählte Fußgänger im Längsverkehr pro Stunde während des Erhebungszeitraums
DTV	Durchschnittlicher täglicher KFZ-Verkehr in KFZ/24 h, aus eigenen Zähldaten berechnet oder aus externer Quelle

Tab.-A 4: Erläuterungen zu den Tabellen Tab.-A 1, Tab.-A 2 und Tab.-A 3

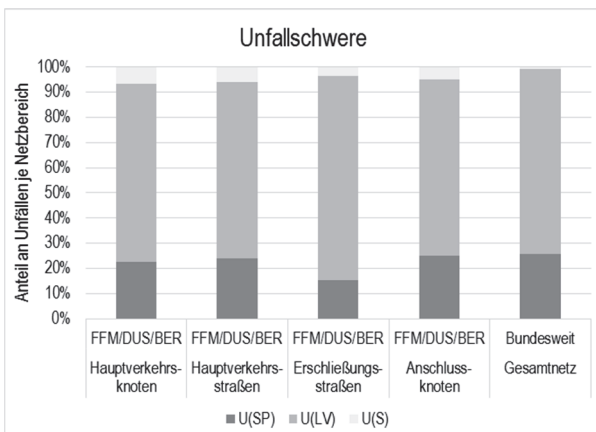


Bild-A 19: Verteilung nach Unfallkategorien der Unfälle mit Fußgängerbeteiligung auf Innerortsstraßen differenziert nach den Netzbereichen für die Städte A, C und D

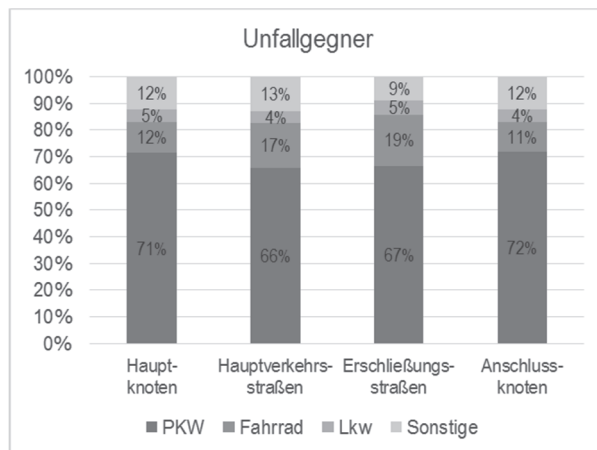


Bild-A 20: Verteilung nach Unfallgegner der Fußgänger auf Innerortsstraßen differenziert nach Netzbereichen für die Städte A, C und D

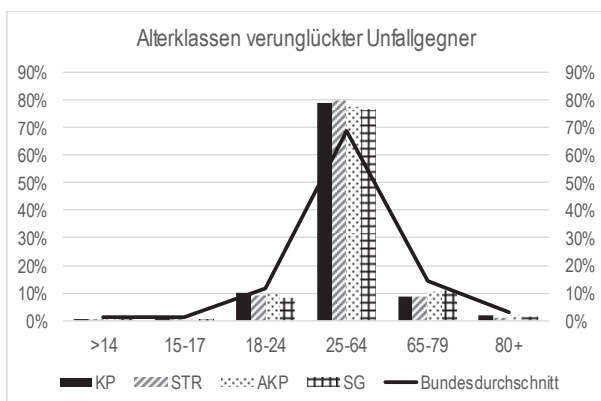


Bild-A 21: Verteilung nach Altersklassen der Unfallgegner bei Fußgängerunfällen auf Innerortsstraßen differenziert nach den Netzbereichen für die Städte A, C und D

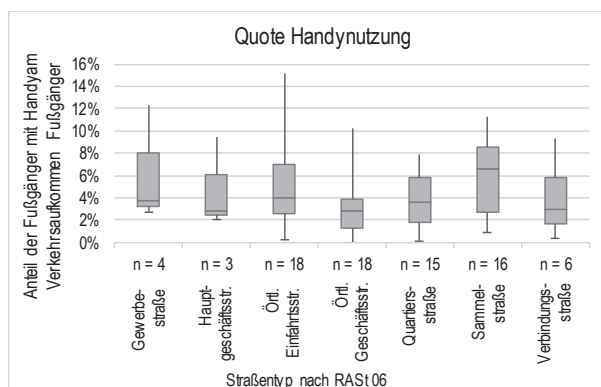


Bild-A 22: Anteile der Handynutzung im Fußgängerverkehr differenziert nach den Straßentypen der RAST 06

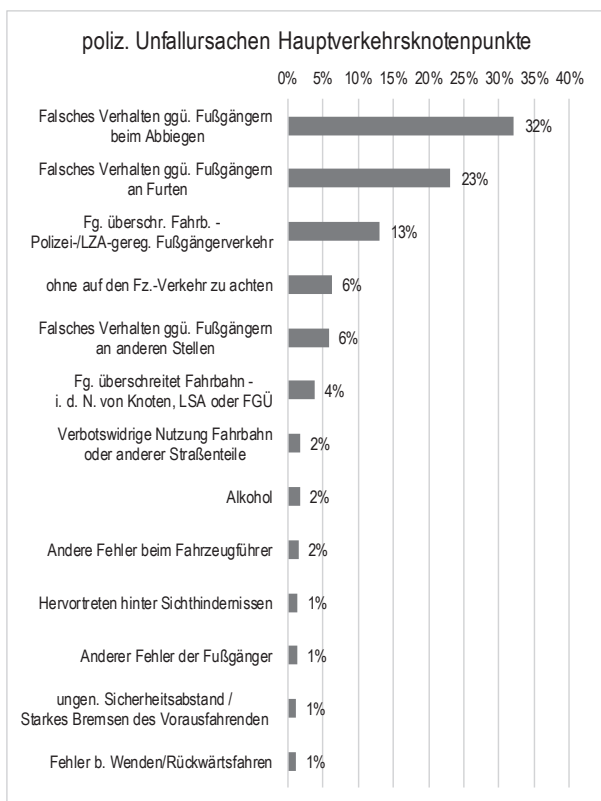


Bild-A 23: Verteilung nach Ursachennennungen bei Unfällen mit Fußgängerbeteiligung für Hauptverkehrsknotenpunkte für die Städte A und C

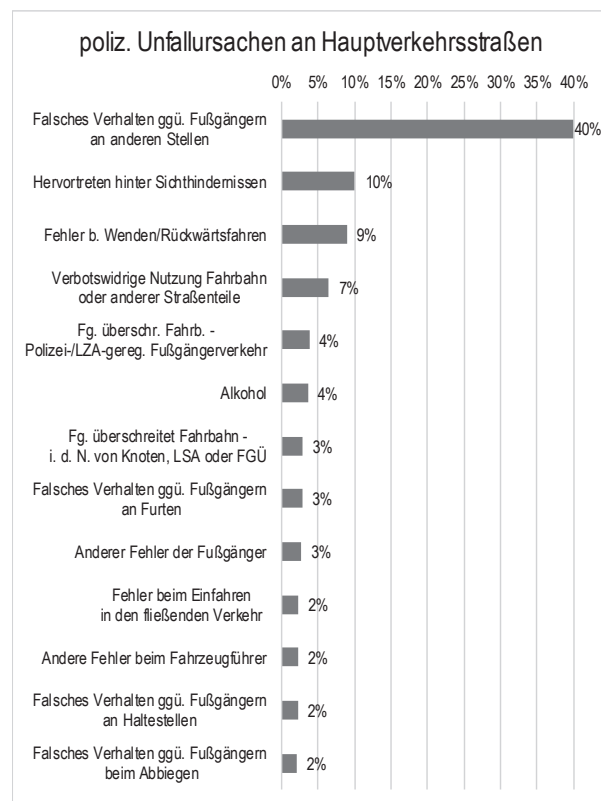


Bild-A 24: Verteilung nach Ursachennennungen bei Unfällen mit Fußgängerbeteiligung für Hauptverkehrsstraßen (freie Strecke) für die Städte A und C

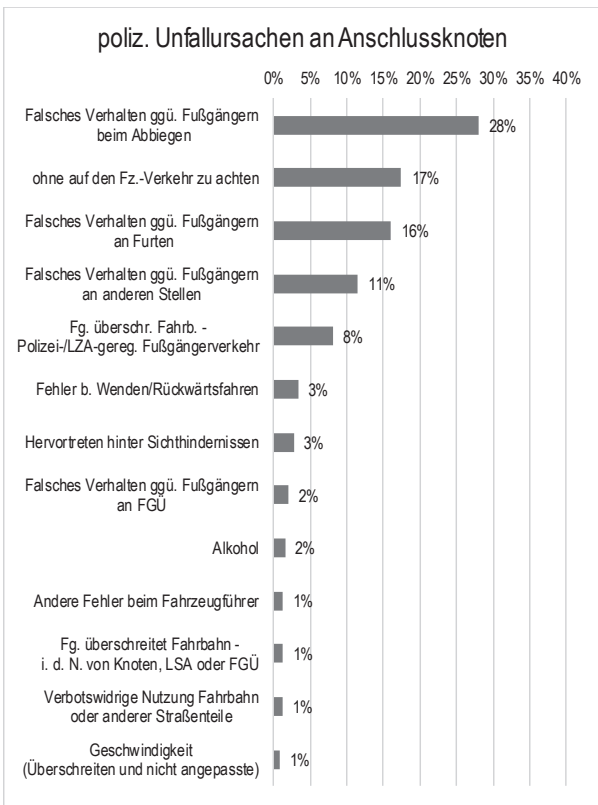


Bild-A 25: Verteilung nach Ursachennennungen bei Unfällen mit Fußgängerbeteiligung für Anschlussknotenpunkte für die Städte A und C

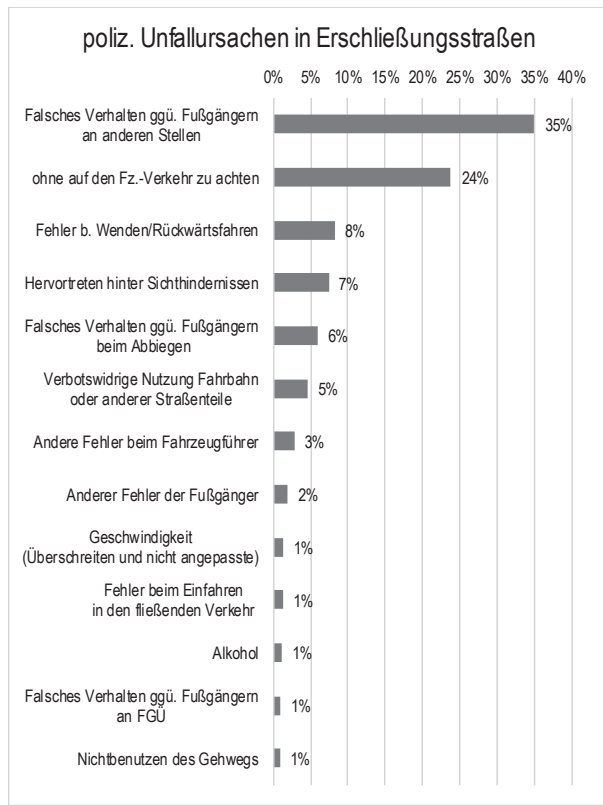


Bild-A 26: Verteilung nach Ursachennennungen bei Unfällen mit Fußgängerbeteiligung für Erschließungsstraßen (freie Strecke) für die Städte A und C

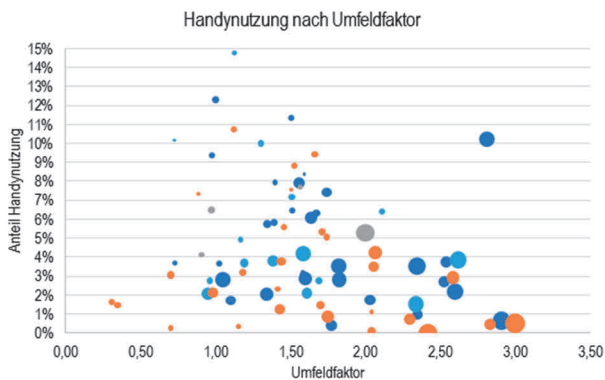


Bild-A 27: Anteile der Handynutzung im Fußgängerverkehr differenziert nach dem Umfeldfaktor aus Schüller 2010 (die Größe der Punkte repräsentiert die Zahl der beobachteten Fußgänger an der jeweiligen Zählstelle; Farben repräsentieren die Untersuchungsstädte)

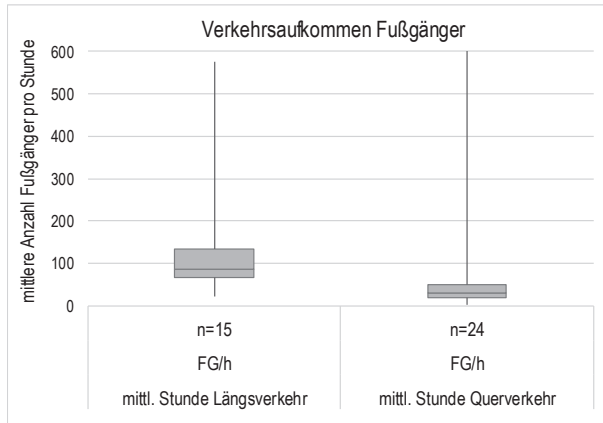


Bild-A 28: Verteilung der mittleren stündlichen Anzahl an Fußgängern im Quer- und Längsverkehr je Erhebungsstelle (externe Daten)

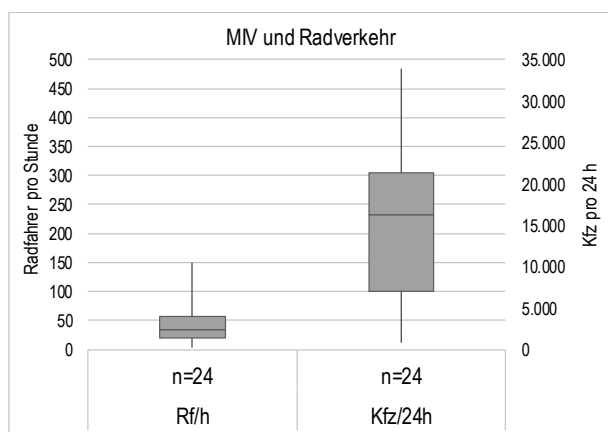


Bild-A 29: Verteilung des Verkehrsaufkommens im MIV und Radverkehr je Erhebungsstelle (externe Daten)

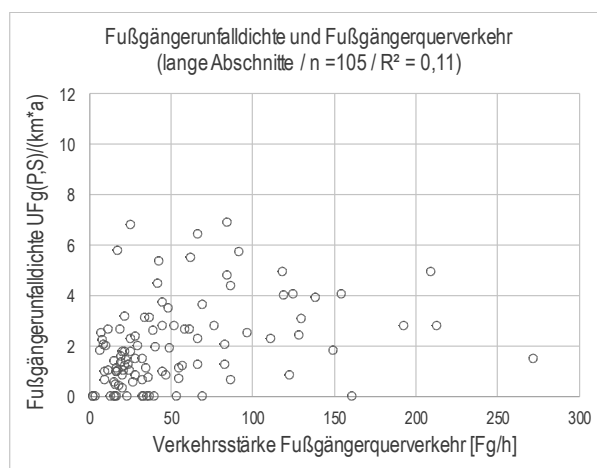


Bild-A 30: Fußgängerunfalldichte in Abhängigkeit des Fußgängerquerverkehrs für lange Abschnitte

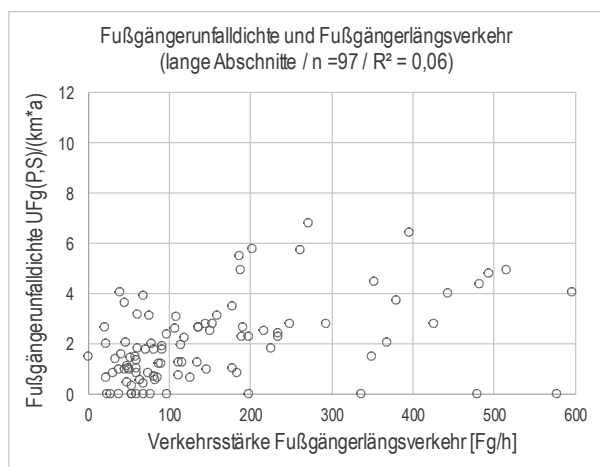


Bild-A 31: Fußgängerunfalldichte in Abhängigkeit des Fußgängerlängsverkehrs für lange Abschnitte

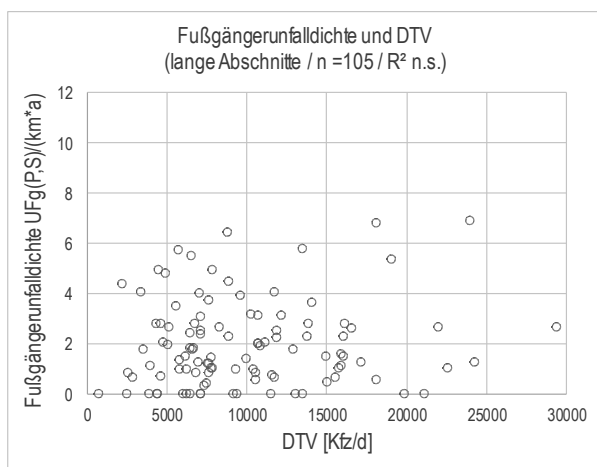


Bild-A 32: Fußgängerunfalldichte in Abhängigkeit des DTV für lange Abschnitte

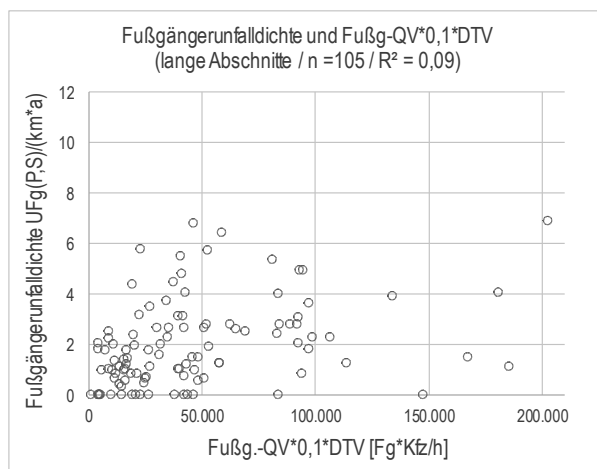


Bild-A 33: Fußgängerunfalldichte in Abhängigkeit des Fußgängerquerverkehrs multipliziert mit dem DTV für lange Abschnitte

Parameter	U(P+S) / (150m*a) ohne Radfahrerbeteiligung		U(P+S) / (km*a) ohne Radfahrerbeteiligung	
	Koeffizienten*	Standardfehler	Koeffizienten*	Standardfehler
Konstante	-0,200 ***	0,401	-1,209 ***	0,333
Fußgänger im Querverkehr (logarithmiert) [Fg/h]	0,554 ***	0,099	0,455 ***	0,087
erklärte Varianz	72%		45%	
Anpassungs-güte**	Nullmodell	1,602	2,422	
	Modell	1,166	1,779	

* Schätzung auf Basis der angepassten negativen Binomialverteilung
 * < 0.05, ** < 0.01, *** < 0.001
 Länge und Zeitraum (5 Jahre) sind als Offsetgröße im Modell enthalten
 ** Schätzung auf Basis der Poissonverteilung

Bild-A 34: einfaches Unfallmodell für Fußgängerunfälle ohne Radverkehrsbeteiligung für kurze Abschnitte (links) und lange Abschnitte (rechts)

Unfälle mit FG-Beteiligung		U(P+S) / (150m*a) ohne Radfahrerbeteiligung	
Parameter	Koeffizienten*	Standardfehler	
Konstante	-0,209 ***	0,365	
Fußgänger im Querverkehr (logarithmiert) [Fg/h]	0,481 ***	0,088	
ÖV-Haltestelle	0,489 **	0,164	
Anschlussknoten	0,430 *	0,204	
erklärte Varianz		89%	
Anpassungs- güte**	Nullmodell	1,602	
	Modell	1,065	
* Schätzung auf Basis der angepassten negativen Binomialverteilung * < 0,05, ** < 0,01, *** < 0,001 Länge (meist 0,150 km) und Zeitraum (5 Jahre) sind als Offsetgröße im Modell enthalten			
** Schätzung auf Basis der Poissonverteilung			

Bild-A 35: Unfallmodell für Fußgängerunfälle ohne Radverkehrsbeteiligung für kurze Abschnitte inklusive weiterer Einflussvariablen

Unfälle mit FG-Beteiligung		U(P+S) / (km*a) ohne Radfahrerbeteiligung	
Parameter	Koeffizienten*	Standardfehler	
Konstante	-1,908 ***	0,472	
Fußgänger im Querverkehr (logarithmiert) [Fg/h]	0,372 ***	0,079	
ÖV-Haltestellen-Dichte [HST/km]	0,050 **	0,019	
Abstand zum nächsten Hauptknoten [km]	-0,660 *	0,292	
Gehwegbreite [m]	0,182 **	0,061	
Fahrbahnbreite [m]	0,075 **	0,028	
erklärte Varianz		76%	
Anpassungs- güte**	Nullmodell	2,331	
	Modell	1,318	
* Schätzung auf Basis der angepassten negativen Binomialverteilung * < 0,05, ** < 0,01, *** < 0,001 Länge und Zeitraum (5 Jahre) sind als Offsetgröße im Modell enthalten			
** Schätzung auf Basis der Poissonverteilung			

Bild-A 36: einfaches Unfallmodell für Fußgängerunfälle ohne Radverkehrsbeteiligung für lange Abschnitte inklusive weiterer Einflussvariablen

Unfälle mit FG-Beteiligung		U(P+S) / (150m*a)		U(P+S) / (km*a)	
Parameter	Koeffizienten*	Standardfehler	Koeffizienten*	Standardfehler	
Konstante	-0,648 *	1,685	-2,895 *	1,465	
Fußgänger im Querverkehr (logarithmiert)	0,694 ***	0,111	0,336 **	0,103	
Interaktionsterm (Fußg.-QV / Fußg.-LV)	-0,0003 *	0,0001	0,0003 *	0,0001	
DTV (logarithmiert) [Kfz/h]	0,307 .	0,167	0,226 n.s.	0,149	
erklärte Varianz		***		64%	
Anpassungs- güte**	Nullmodell	1,542		2,422	
	Modell	0,967		1,507	
* Schätzung auf Basis der angepassten negativen Binomialverteilung * < 0,05, ** < 0,01, *** < 0,001 Länge und Zeitraum (5 Jahre) sind als Offsetgröße im Modell enthalten					
** Schätzung auf Basis der Poissonverteilung					
*** überbestimmt					

Bild-A 37: Unfallmodelle für Fußgängerunfälle für kurze Abschnitte (links) und lange Abschnitte (rechts) mit Berücksichtigung weiterer Expositionsgrößen

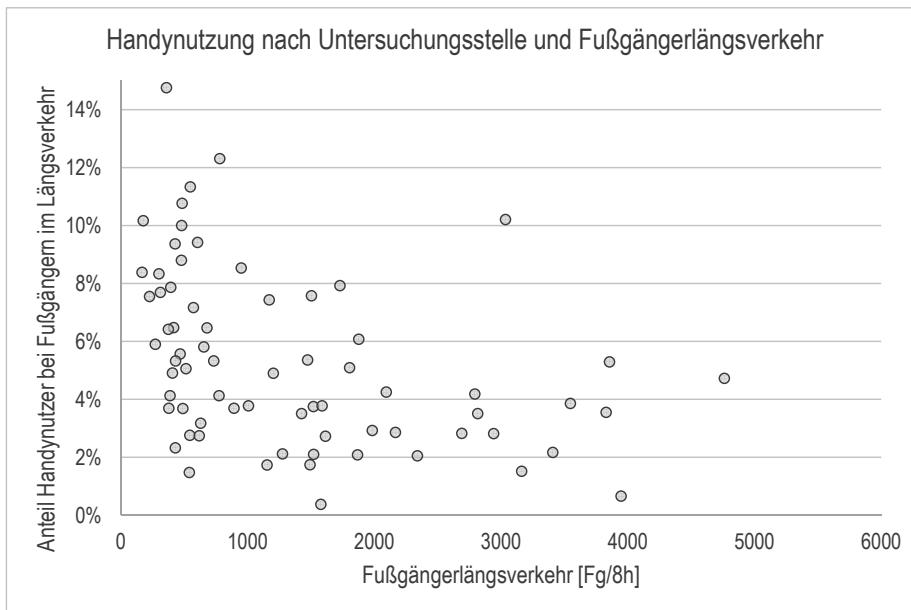


Bild-A 38: Anteile der Handynutzung im Fußgängerlängsverkehr differenziert nach dem Längsverkehrsaufkommen

A.3 Ergänzende Einzelstellenanalysen

Einzelstellennummer	11		
Einordnung RASt	Quartierstraße		
Einordnung EFA	7: gemischte Wohn- und Geschäftsnutzung, hohe Dichte		
Infrastruktur	Art	Breite	
Radverkehrsanlage	Keine		
Ruhender Verkehr	Beidseitig Längsparken	2,1 m breit	
Fahrbahn	2 Fahrstreifen	7,1 m	11,3 m (zwischen Borden)
Gehwege	Beidseitig, Fahrbahnbegleitend	2,8 und 3,8 m	
Verkehrsaufkommen	absolut	Im Vergleich aller Stellen	
DTV [Kfz/24h]	6.800	Unteres Drittel	
Mittlere Anzahl FG-Längsverkehr pro h	426	Oberes Viertel	
Mittlere Anzahl FG-Querverkehr pro h	76	Oberes Mittelfeld	
EFA Empfehlung zu Querungshilfen	Keine Maßnahme	Mitteltrennung	Baulich ohne Vorrang
	FGÜ	FGÜ mit baulichen Maßnahmen	LSA Unter-/Überführung

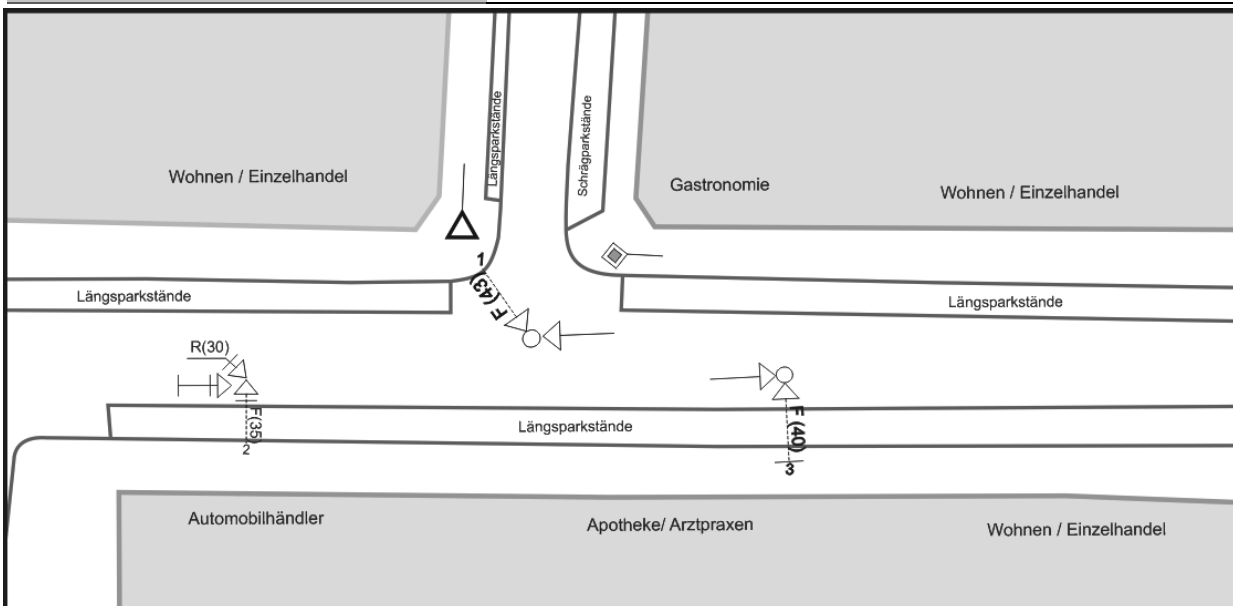


Bild-A 39: Einzelstelle 11 (Erhebungsstelle freie Strecke)

Im Bereich der Einzelstelle 11 wird an beiden Straßenseiten am Fahrbahnrand geparkt (Bild-A 39). Im gesamten Abschnitt ist keine Mittelmarkierung vorhanden und auch die Parkstände sind nicht markiert. Dadurch wird vielfach der Verkehrsraum der entgegengesetzten Fahrtrichtung von Kraftfahrern mitgenutzt, um Radfahrer zu überholen oder halten den Fahrzeugen auszuweichen.

Fußgänger queren in diesem Untersuchungsabschnitt gerade und schräg, wobei der fließende Verkehr erst nach dem Passieren der parkenden Fahrzeuge eingesehen werden kann. Häufiger ist zu erkennen, dass die Fußgänger ihre Gehgeschwindigkeit erhöhen, um die vielfach nur kurzen Zeitlücken zwischen den Fahrzeugen zu nutzen. Der Querungsbedarf ergibt sich durch die Art und Dichte der Randnutzung, nicht nur im Kreuzungsbereich, sondern ebenfalls auf der Strecke. Aus der Videobeobachtung lässt sich ein hoher Parkdruck erkennen, der durch haltende Fahrzeuge in zweiter Reihe und im Kreuzungsbereich zu unübersichtlichen Verkehrssituationen führt. Zu Spitzenzeiten kommt es vereinzelt zu Rückstauerscheinungen an beiden Knotenpunkten, welche den Untersuchungsabschnitt begrenzen (somit beide Fahrtrichtungen betroffen). Bei Rückstau wird durch die haltenden

Fahrzeuge gequert und danach der Verkehr der zweiten Fahrbahnhälfte beobachtet. Zumindest bei älteren Personen wurde in diesen Situationen ein mehrfaches beidseitiges Absichern beobachtet. Dies wird dahingehend interpretiert, dass Fußgänger sich der Gefährlichkeit der Situation bewusst sind.

Die Unfälle ereigneten sich alle bei Tageslicht und im Zeitbereich der Spitzenstunden am Morgen und am späten Nachmittag. Bei den Unfällen Nr. 1 und 2 wird der Fußgänger als Unfallverursacher geführt. Bei Unfall Nr. 3 wird dem Führer des Kraftfahrzeugs als Hauptverursacher falsches Verhalten gegenüber dem Fußgänger attestiert.

Zwei Überschreiten-Unfälle ereigneten sich im Bereich der parkenden Fahrzeuge. Eine Sichtbehinderung ist nur bei Unfall Nr. 2 als Ursache vermerkt. Dabei querte der Fußgänger durch haltende Fahrzeuge hindurch und kollidierte mit einem Radfahrer, welcher die haltenden Fahrzeuge links überholte.

Fazit: Sichtbehinderungen durch parkende Fahrzeuge am Fahrbahnrand sowie durch haltende Fahrzeuge auf der Fahrbahn werden als wesentliche unfallbegünstigende Umstände vermutet.

Einzelstellenummer	12		
Einordnung RAS	Örtliche Geschäftsstraße		
Einordnung EFA	7: gemischte Wohn- und Geschäftsnutzung, hohe Dichte		
Infrastruktur	Art	Breite	
Radverkehrsanlage	Radweg	Je 1,1 m	
Ruhender Verkehr	keiner		
Fahrbahn	2 Fahrstreifen + 2 Bussonderfahrstreifen	13 m	
Gehwege	Beidseitig, Fahrbahnbegleitend	Je 3 m	
Verkehrsaufkommen	absolut	Im Vergleich aller Stellen	
DTV [Kfz/24h]	18.100	Höchster DTV	
Mittlere Anzahl FG-Längsverkehr pro h	270	Oberes Viertel	
Mittlere Anzahl FG-Querverkehr pro h	25	Unteres Mittelfeld	
EFA Empfehlung zu Querungshilfen	Keine Maßnahme	Mitteltrennung	Baulich ohne Vorrang
	FGÜ	FGÜ mit baulichen Maßnahmen	LSA Unter-/Überführung

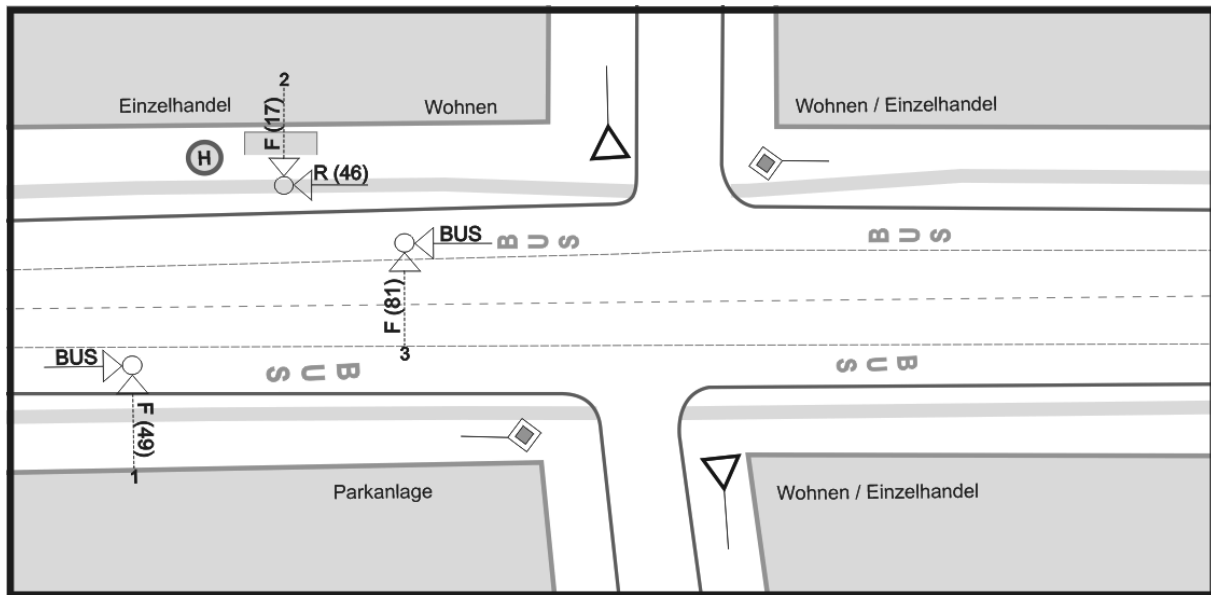


Bild-A 40: Einzelstelle 12 (Erhebungsstelle freie Strecke)

Die Einzelstelle 12 weist zwei Fahrstreifen und je einen Bussonderfahrstreifen pro Richtung auf (Bild-A 40). Dieser Sonderfahrstreifen ist nur zwischen 9 und 19 Uhr freizuhalten, in den Randzeiten wird der Fahrstreifen zum Parken genutzt. Tagsüber wird der Bussonderfahrstreifen auch zum Be- und Entladen genutzt. Das Umfeld ist geprägt durch Wohnbebauung mit Einzelhandel und Dienstleistung in den Erdgeschossen sowie einer Parkanlage.

Von den angrenzenden Knotenpunkten aus bildet sich teilweise Rückstau, sodass Fußgänger zwischen stehenden Fahrzeugen die Fahrbahn queren. Teilweise müssen sie dadurch in der Mitte der Fahrbahn den entgegengesetzten Verkehr, oder zwischen Fahrstreifen und Busfahrstreifen den Busverkehr abwarten. Durch den Radweg und die Breite der Fahrbahn müssen querende Fußgänger weite Wege zurücklegen. Daher warten Fußgänger zu Querungsbeginn vereinzelt auch auf dem Bussonderfahrstreifen, bis sich eine Lücke im fließenden Verkehr ergibt. Andere Fußgänger queren bis zur Fahrbahnmitte und warten dort den Verkehr der zweiten Fahrbahnhälfte ab.

Die drei Unfälle ereigneten sich im Zusammenhang mit dem öffentlichen Verkehr. Unfall Nr. 1 und 3 sind Zusammenstöße zwischen einem Fußgänger und einem Linienbus auf der Busspur. Unfall Nr. 3 ereignete sich in der hochbelasteten Nachmittagszeit, sodass vermutlich die Fahrbahn schrittweise zwischen haltenden/langsam fahrenden Fahrzeugen gequert wurde. Unfall Nr. 2 ist ein Zusammenstoß zwischen einem Fußgänger und einem Radfahrer auf dem baulich angelegten Radweg, der vor dem Haltestellenunterstand entlangführt. Bei keinem der

Unfälle ist eine Sichtbehinderung registriert, aber bei Unfall Nr. 3 wegen Rückstau/hoher Dichte zu vermuten.

Fazit: Die zwei Bussonderfahrstreifen führen zu längeren Querungswegen und zu einer erhöhten Komplexität der Verkehrssituation. Aufgrund des hohen Verkehrsaufkommens auf den Hauptfahrstreifen wird vermutet, dass nicht alle vier Fahrstreifen gleichzeitig beobachtet werden können und die Zeitlücken richtig eingeschätzt werden können. Es wird vermutet, dass der Bussonderfahrstreifen weniger stark beobachtet wird im Gegensatz zu den MIV-Fahrstreifen (ein ähnliches Phänomen wird auch bei Straßenbahngleisen beobachtet). Weiterhin stellen Fahrzeuge bei Rückstau auf den inneren MIV-Fahrstreifen auch Sichthindernisse für den Busverkehr auf den Sonderfahrstreifen dar, hinter denen querende Fußgänger plötzlich auftauchen können.

Einzelstellennummer	13		
Einordnung RAST	Örtliche Einfahrtsstraße		
Einordnung EFA	4: geschlossene Bebauung, geringe Dichte		
Infrastruktur	Art	Breite	
Radverkehrsanlage	Radfahrstreifen	Je 1,6 m	
Ruhender Verkehr	keiner		
Fahrbahn	2 Fahrstreifen	6,5 m	
Gehwege	Beidseitig, Fahrbahnbegleitend	1,8 und 2,2 m	
Verkehrsaufkommen	absolut	Im Vergleich aller Stellen	
DTV [Kfz/24h]	16.000	Oberes Viertel	
Mittlere Anzahl FG-Längsverkehr pro h	48	Unteres Viertel	
Mittlere Anzahl FG-Querverkehr pro h	35	Mittelfeld	
EFA Empfehlung zu Querungshilfen	Keine Maßnahme	Mitteltrennung	Baulich ohne Vorrang
	FGÜ	FGÜ mit baulichen Maßnahmen	LSA Unter-/Überführung

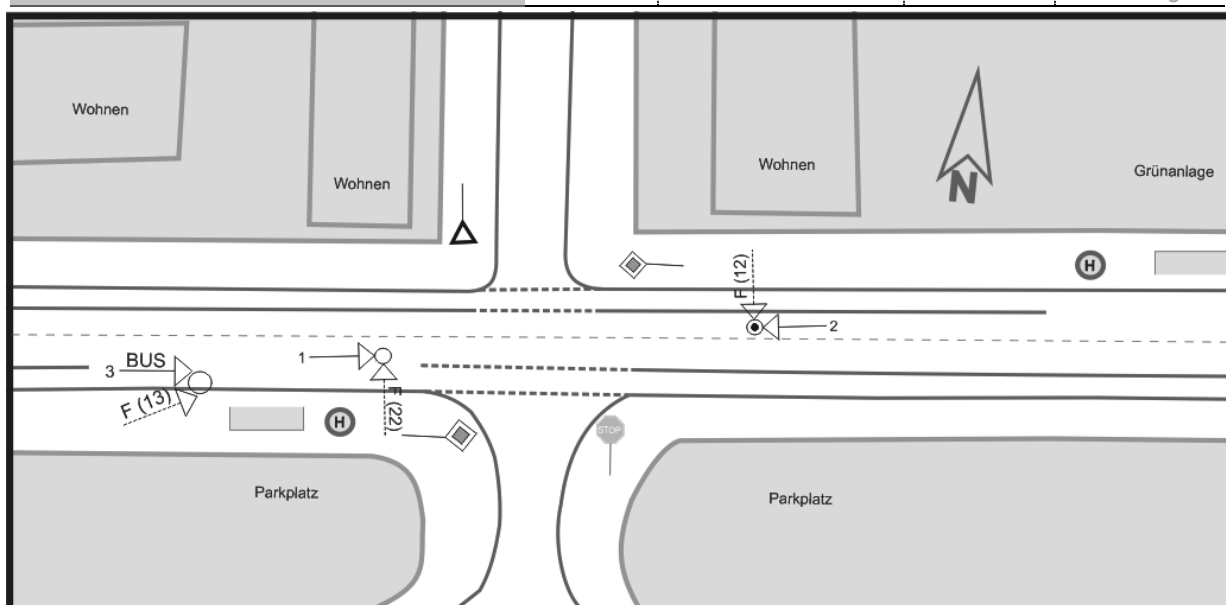


Bild 10-1: Einzelstelle 13 (Erhebungsstelle freie Strecke)

Diese zweistreifige Hauptverkehrsstraße mit Radfahrstreifen der Einzelstelle 13 grenzt an Wohngebiete und im weiteren Verlauf an eine Schule (Bild 10-1)

Nachmittags bildet sich aufgrund der westlich gelegenen LSA teilweise ein Rückstau in Fahrtrichtung Westen. Dabei kommt es vereinzelt zu Fußgängerquerungen durch haltende Kfz. Ausgestiegene Fahrgäste queren in der Regel erst nach Abfahrt des Busses die Fahrbahn.

Unfall Nr. 1 ereignete sich, während der Bus an der Bushaltestelle stand. Der Fußgänger überquerte die Fahrbahn schnell und direkt vor dem Bus, während ein Fahrzeug den haltenden Bus überholte. Durch das plötzliche Hervortreten kam es zum Zusammenstoß.

Bei Unfall Nr. 2 überquerte ein Kind, ohne auf den Fahrzeugverkehr zu achten, die Fahrbahn und wurde von einem Fahrzeug erfasst. Eine Sichtbehinderung ist nicht vermerkt.

Bei Unfall Nr. 3 stieß ein Kind gegen einen an die Bushaltestelle fahrenden Bus, da es von einem anderen Kind angespuckt wurde und auf die Fahrbahn auswich.

Fazit: Das Unfallgeschehen an dieser von Fußgängern weniger frequentierten Einzelstelle steht im Zusammenhang mit den Haltestellen und mit Kindern. Das spontane und unaufmerksame Verhalten der Kinder ist dabei ein zentraler unfallbegünstigender Faktor. Einen weiteren begünstigenden Faktor stellt das aufgrund der Geradlinigkeit und Breite der Straße hohe Geschwindigkeitsniveau dar. Laut Literatur haben insbesondere Kinder Probleme (höhere) Geschwindigkeiten zutreffend einzuschätzen.

Einzelstellenummer	14		
Einordnung RASt	Hauptgeschäftsstraße		
Einordnung EFA	9: Geschäftsstraße		
Infrastruktur	Art	Breite	
Radverkehrsanlage	Radweg	1,6 m	
	Schutzstreifen	1,6 m	
Ruhender Verkehr	Längs- und Senkrechtparken	1,85 m 5,3 m	
Fahrbahn	2 Fahrstreifen	5,8 m	
Gehwege	Beidseitig, Fahrbahnbegleitend	1,5 und 1,8 m	
Verkehrsaufkommen	absolut	Im Vergleich aller Stellen	
DTV [Kfz/24h]	12.100	Oberes Mittelfeld	
Mittlere Anzahl FG-Längsverkehr pro h	75	Unteres Mittelfeld	
Mittlere Anzahl FG-Querverkehr pro h	34	Mittelfeld	
EFA Empfehlung zu Querungshilfen	Keine Maßnahme	Mitteltrennung	Baulich ohne Vorrang
	FGÜ	FGÜ mit baulichen Maßnahmen	LSA Unter-/ Überführung

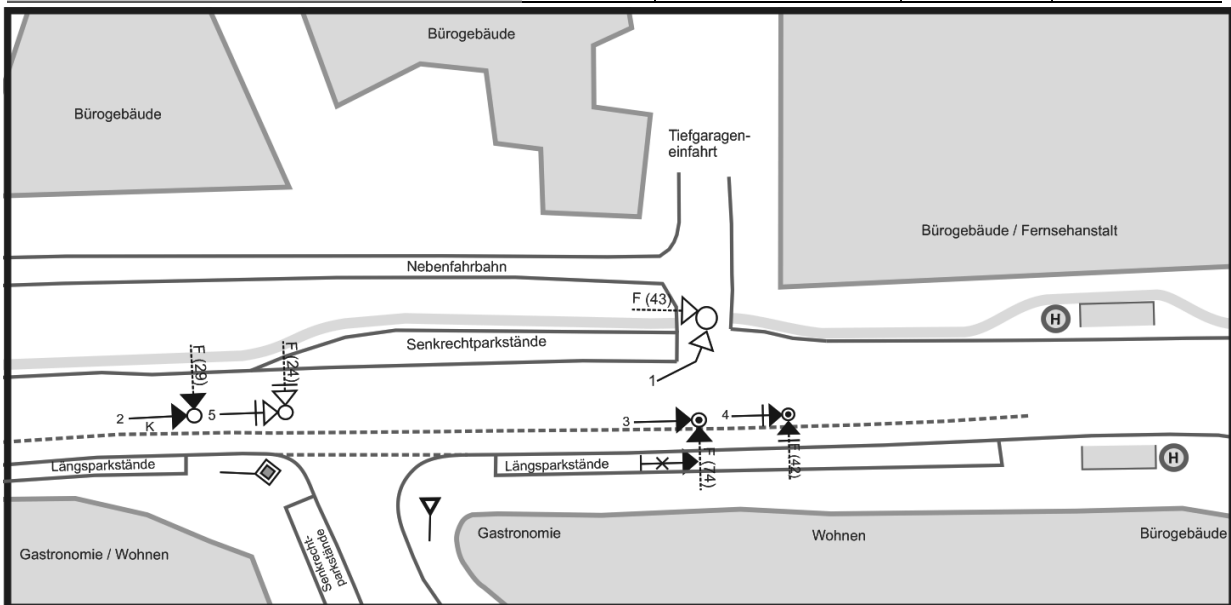


Bild 10-2: Einzelstelle 14 (Erhebungsstelle freie Strecke)

Die Einzelstelle 14 weist eine einbahnig zweistreifigen Querschnitt mit einem Schutzstreifen auf der einen Fahrbahnseite und einem Radweg im gegenüberliegenden Seitenraum auf (Bild 10-2). Das Umfeld der Straße ist durch Bürogebäude und Wohnbebauung mit Gastronomie im Erdgeschoss geprägt.

Das Verkehrsaufkommen des MIV liegt mit 12.100 Kfz/24h im oberen Mittelfeld des Untersuchungskollektivs. Die mittlere Anzahl an querenden Fußgängern mit 34 Fg/h liegt eher im unteren Mittelfeld.

Anhand der Videobeobachtungen ist sowohl der Einfahrtsbereich zur Tiefgarage als auch der Knotenpunktbereich als bevorzugte Querungsstelle erkennbar. Hier werden die Ziele der Fußgänger direkt gegenüber vermutet, da keine

Ausweichbewegung zu Stellen mit besseren Sichtverhältnissen stattfand. Vereinzelt wird auch durch die Senkrecht- und Längsparkstände gequert. Dabei wird der Schutzstreifen teilweise als Wartefläche genutzt oder auch als Gehweg, wenn der fließende Verkehr eine direkte Querung nicht zulässt. Rückstaus im motorisierten Verkehr sind vor allem in Fahrtrichtung „rechts“ (in Bezug auf das Bild) aufgrund eines im weiteren Verlauf liegenden LSA-Knotenpunktes festzustellen.

Drei der vier Überschreiten-Unfälle ereigneten sich bei Dunkelheit. Bei den Unfällen Nr. 1,3 und 4 sind Sichtbehinderungen durch parkende Fahrzeuge als unfallbegünstigender Umstand sehr wahrscheinlich. Lediglich bei Unfall Nr. 3 ist jedoch eine Sichtbehinderung als polizeiliche Unfallursache angegeben. Die Unfälle Nr. 2 und 5 wurden laut Polizei von Fußgängern verursacht, die ohne auf den Fahrzeugverkehr zu achten die Straßen querten. Die Unfälle Nr. 3 und 4 wurden laut Polizei von den Pkw-Fahrern verursacht, wobei bei Unfall Nr. 4

überhöhte Geschwindigkeit als zusätzliche polizeiliche Unfallursache angegeben wurde.

Fazit: Fußgänger queren auch durch Parkstände, wobei Sichtbehinderungen durch parkende Fahrzeuge unfallbegünstigend sind. Durch Parkstände gegenüber von Einmündungen oder höher frequentierten Ein- und Ausfahrten wird häufiger gequert. Der Schutzstreifen (ggf. im Gegensatz zum Radfahrstreifen) hat hier nicht als zusätzlicher Sicherheitstrennstreifen für die Fußgängerquerung funktioniert.

Einzelstellenummer	15		
Einordnung RAS	Örtliche Geschäftsstraße		
Einordnung EFA	6: gemischte Wohn- und Geschäftsnutzung, mittlere Dichte		
Infrastruktur	Art	Breite	
Radverkehrsanlage	keine		
Ruhender Verkehr	Beidseitig Längsparken	Je 2,2 m	
Fahrbahn	2 Fahrstreifen	7 m	
Gehwege	Beidseitig, Fahrbahnbegleitend	2,8 und 3 m	
Verkehrsaufkommen	absolut	Im Vergleich aller Stellen	
DTV [Kfz/24h]	4.600	Unteres Viertel	
Mittlere Anzahl FG-Längsverkehr pro h	152	Oberes Mittelfeld	
Mittlere Anzahl FG-Querverkehr pro h	192	Oberes Viertel	
EFA Empfehlung zu Querungshilfen	Keine Maßnahme	Mitteltrennung	Baulich ohne Vorrang
	FGÜ	FGÜ mit baulichen Maßnahmen	LSA Unter-/Überführung

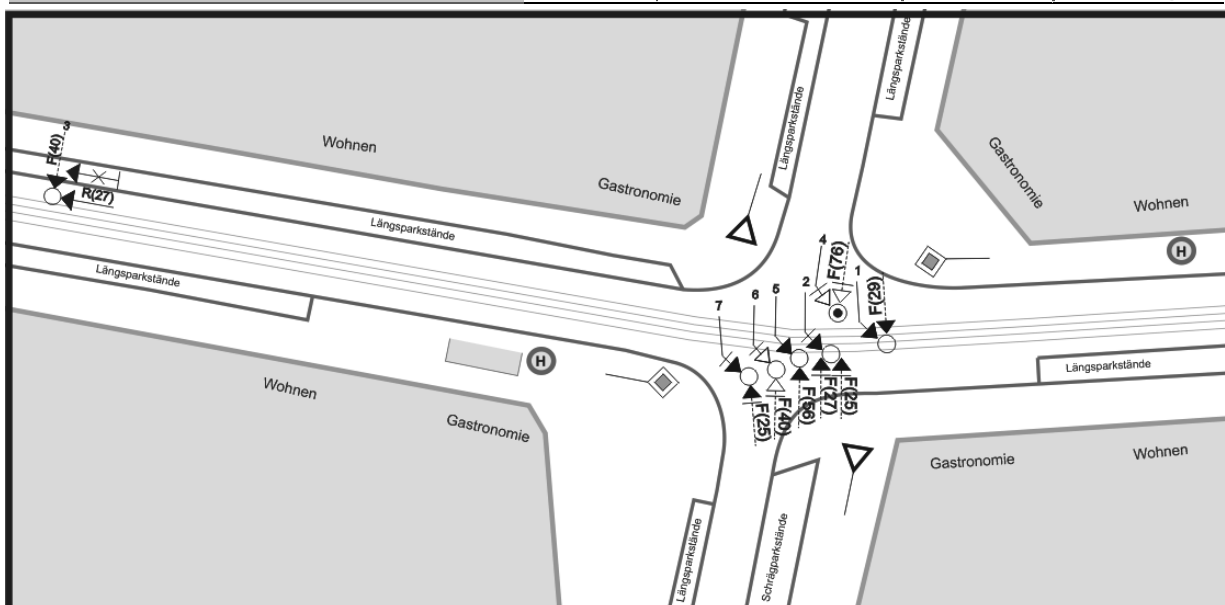


Bild 10-3: Einzelstelle 15 (Erhebungsstelle Anschlussknotenpunkt)

Die Einzelstelle 15 umfasst den Anschlussknotenpunkt an dieser zweistreifigen Fahrbahn mit straßenbündigem Gleiskörper in Mittellage (Bild 10-3). Abgesehen von den Haltstellenbereichen wird am Fahrbahnrand oder in Parkbuchten längs geparkt. Im Laufe des Jahres 2015 wurde der Knotenpunkt

umgebaut und der im Bild nord-westliche und süd-westliche Seitenraum vorgezogen. Dadurch verkürzt sich die Querungsstrecke der Fußgänger und die Sichtverhältnisse zwischen wartenden Fußgängern und Fahrzeugführern wurden verbessert.

Die Hauptverkehrsstraße weist mit 4.600 Kfz/24h einen relativ geringen DTV auf. In der Videobeobachtung ist jedoch erkennbar, dass das Verkehrsaufkommen auf der untergeordneten Straße, sowohl was den Kraftfahrzeugverkehr als auch den Rad- und Fußverkehr betrifft, hoch ist.

Radfahrer nutzen sowohl die Fahrbahn als auch den Seitenraum. In vielen Fällen konnte auch ein Wechsel zwischen Fahrbahn und Gehweg im Kreuzungsbereich beobachtet werden. Im Bereich der Haltestelle betreten Fahrgäste teilweise schon vor der Einfahrt der Straßenbahn die Fahrbahn. In den Abendstunden werden die Seitenräume im Kreuzungsbereich aufgrund der angrenzenden Gastronomie als Aufenthaltsflächen genutzt, wodurch es schwieriger wird, querende Fußgänger zu erkennen. Fußgänger sind häufig in Gruppen unterwegs. Die Querungen sind vorrangig im Knotenpunktbereich an der Stelle des vorgezogenen Seitenraumes, vereinzelt auch auf Höhe der Haltestellen.

Die Unfälle an dieser Untersuchungsstelle wurden laut Polizei vorrangig bei Dunkelheit durch linkseinbiegende Fahrzeuge verursacht (als Hauptverursacher wurde immer der einbiegende Fahrzeugführer aufgeführt). Linkseinbieger aus der nördlichen Zufahrt warten bis der von Westen kommende Verkehr (z. B. durch die haltende Straßenbahn) blockiert ist.

Damit schauen sie tendenziell nicht in Richtung der auffälligen Konfliktgegner (über den östlichen Knotenarm querende Fußgänger). Weiterhin ist bei vier von sieben Unfällen Nässe als Witterungsumstand vermerkt. Drei der sechs Abbiegeunfälle ereigneten sich im Jahr 2014. Die Fußgänger waren meist mittleren Alters.

Unfall Nr. 3 wurde laut Polizei durch den hinter einer Sichtbehinderung (vermutlich parkendes Fahrzeug) hervortretenden Fußgänger verursacht.

Fazit: Beim Linkseinbiegen wird eine starke Konzentration der Fahrzeugführer, auf die von rechts kommenden Fahrzeuge im Bereich der zweiten Fahrbahnhälfte vermutet. Die wird im vorliegenden Beispiel u. U. noch durch das Blocken des von links kommenden Verkehrs durch die haltende Straßenbahn verstärkt. Bei Dunkelheit wird eine verringerte Wahrnehmung des gesamten Knotenpunktbereiches vermutet, trotzdem müssten die entgegenkommenden Fußgänger direkt angestrahlt werden. Inwiefern die bauliche Maßnahme der vorgezogenen Seitenräume mit verkürzten Querungswegen und ggf. verbesserten Sichtbeziehungen die Situation verbessert hat, kann hier nicht gesagt werden.

Einzelstellennummer	16		
Einordnung RASt	Örtliche Einfahrtsstraße		
Einordnung EFA	4: geschlossene Bebauung, geringe Dichte		
Infrastruktur	Art	Breite	
Radverkehrsanlage	Radweg	Je 1 m	
Ruhender Verkehr	Beidseitig Längsparken	Je 2 m	
Fahrbahn	2 Fahrbahnen	Je 6 m	
Gehwege	Beidseitig, Fahrbahnbegleitend	Je 2,5 m	
Verkehrsaufkommen	absolut	Im Vergleich aller Stellen	
DTV [Kfz/24h]	14.000	Oberes Viertel	
Mittlere Anzahl FG-Längsverkehr pro h	45	Unteres Viertel	
Mittlere Anzahl FG-Querverkehr pro h	69	Oberes Mittelfeld	
EFA Empfehlung zu Querungshilfen	Keine Maßnahme	Mitteltrennung	Baulich ohne Vorrang
	FGÜ	FGÜ mit baulichen Maßnahmen	LSA Unter-/Überführung

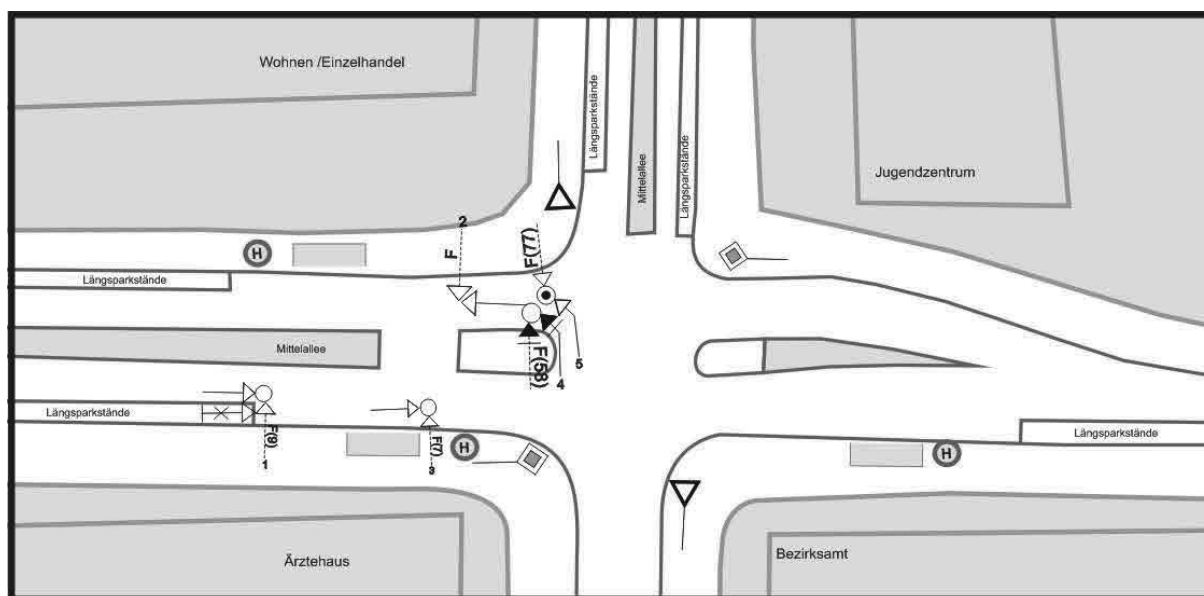


Bild 10-4: Einzelstelle 16 (Erhebungsstelle Anschlussknotenpunkt)

Diese Einzelstelle 16 umfasst einen Anschlussknotenpunkt an einer Hauptverkehrsstraße mit zwei breiten Fahrstreifen und Mittelallee (Bild 10-4). Die breite Fahrbahn wird bei einer Breite von 6 m meistens zweistreifig je Richtung befahren, die einzelnen Fahrstreifen sind nicht markiert. Ab- oder einbiegende Fahrzeuge nutzen die Fläche zwischen den Mittelinseln als Aufstellfläche. Außerdem wird der Bereich zwischen Mittelallee und Mittelinsel für das Wenden oder zum Erreichen einer Hauszufahrt auf der nördlichen Straßenseite genutzt.

Anhand der Videobeobachtung ist erkennbar, dass die Fußgänger nicht nur die gepflasterten Mittelinseln nutzen, sondern vor allem im westlichen Bereich auch die Mittelallee als Querungshilfe nutzen. Letzteres insbesondere um die Bushaltestellen zu erreichen oder um diese zu verlassen. Die Haltestellen des westlichen Knotenarms sind stärker frequentiert als diejenigen des östlichen Knotenarms. Mehrfach können Fußgänger beobachtet werden, die rennend die Fahrbahn über die Mittelinsel oder die Mittelallee queren, um einen haltenden Bus zu erreichen. In zwei Fällen konnte ein Rollstuhlfahrer beobachtet werden, der neben der Mittelinsel auf der Fahrbahn querte. Dies konnte auch an anderen Erhebungsstellen beobachtet werden (in Bezug auf Rollstuhlfahrer und Fußgänger mit Rollatoren). Gründe könnten das Vermeiden der Bordsteinkanten der Mittelinseln sein, wenn diese keine Nullabsenkung aufweisen, oder die Bevorzugung kürzerer Querungswege.

Als Ursache ist bei den Kinderunfällen Nr. 1 und 3 eine Sichtbehinderung angegeben. Nr. 1 ereignete sich im Bereich der Längsparkstände, wodurch die Sichtbehinderung durch ein parkendes Fahrzeug wahrscheinlich ist. Nr. 3 ereignete sich im Bereich

der Haltestellen, was eine Sichtbehinderung durch den Haltestellenunterstand oder andere Haltestelleneinrichtungen vermuten lässt. Die Unfälle Nr. 4 und 5 ereigneten sich im Bereich der Mittelinsel. Dabei wurden die Fußgänger durch die abbiegenden Fahrzeugführer nicht berücksichtigt, da der Fahrzeugverkehr in Fahrtrichtung Westen beobachtet wurde (siehe Ausführungen bei den Einzelstellen zuvor). Eine Sichtbehinderung durch Bäume kann in diesem Fall ausgeschlossen werden. Im Gegensatz zu manchen Stellen mit Mittelinseln auf der freien Strecke wurde hier kein „Einfordern“ des Querungsvorrangs durch die Fußgänger beobachtet.

Fazit: Sowohl Sichtbehinderungen als auch das schrittweise Einbiegen beeinflussen vermutlich die Sicherheit der querenden Fußgänger. Die Linkseinbiegeproblematik für Fußgänger kann hier nicht durch die Mittelinsel gelöst werden. Beide Verkehrsteilnehmer – wartepflichtige Fußgänger und Einbieger – konkurrieren um die gleiche Zeitlücke im bevorrechtigten Strom. Bei Auftreten der Lücke steuern beide die gleiche Konfliktfläche an, vermutlich ohne auf den anderen zu achten oder eine Erwartungshaltung dahingehend zu haben. Offen bleibt auch die Frage, inwiefern die verkehrsrechtlichen Verhältnisse von beiden Konfliktgegnern beurteilt bzw. interpretiert werden.

Einzelstellenummer	17		
Einordnung RASt	Sammelstraße		
Einordnung EFA	5: Geschlossene Bebauung, mittlere Dichte		
Infrastruktur	Art	Breite	
Radverkehrsanlage	Keine		
Ruhender Verkehr	keiner		
Fahrbahn	2 Fahrstreifen	11,25 m	
Gehwege	Beidseitig	3,25 und 4 m	
Verkehrsaufkommen	absolut	Im Vergleich aller Stellen	
DTV [Kfz/24h]	15.100	Oberes Viertel	
Mittlere Anzahl FG-Längsverkehr pro h	39	Unteres Viertel	
Mittlere Anzahl FG-Querverkehr pro h	125	Oberes Viertel	
EFA Empfehlung zu Querungshilfen	Keine Maßnahme	Mitteltrennung	Baulich ohne Vorrang
	FGÜ	FGÜ mit baulichen Maßnahmen	LSA Unter-/Überführung

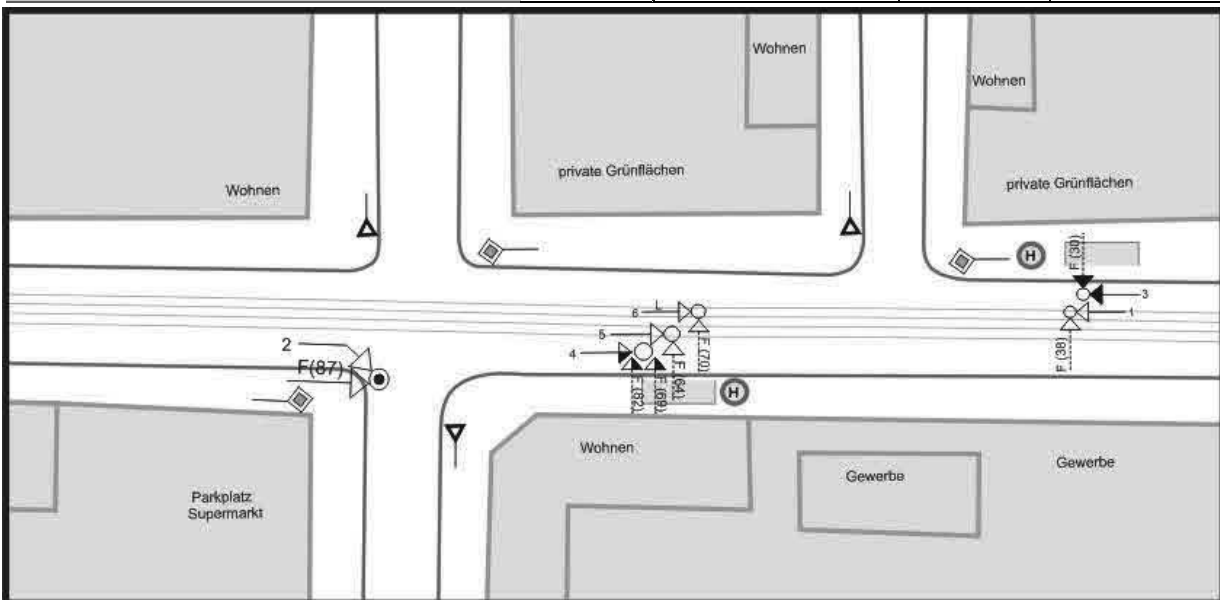


Bild 10-5: Einzelstelle 17 (Erhebungsstelle freie Strecke)

Diese Einzelstelle 17 weist eine breite zweistreifige Fahrbahn (11,25 m) mit straßenbündigen Gleisen in Mittellage auf (Bild 10-5). Parken am Fahrbahnrand ist nicht zugelassen und findet auch nicht statt. Mit einem Verkehrsaufkommen des MIV von 15.100 Kfz/24h gehört diese Stelle zu den stärker belasteten Straßen des Untersuchungskollektivs. Der Fußgängerquerverkehr liegt aufgrund der Knotenpunkte im Erhebungsbereich mit 125 Fg/h deutlich über dem Längsverkehr an dieser Stelle (39 Fg/h), und liegt damit im oberen Mittelfeld des Untersuchungskollektivs. Aus der Straßenbahn aussteigende Fahrgäste queren regelmäßig direkt vor oder hinter der haltenden Straßenbahn die Fahrbahn. Außerdem ist die Vorbeifahrt an der rechten Seite der haltenden Straßenbahn durch ausreichende Platzverhältnisse prinzipiell möglich (aber nicht erlaubt). Generell wird aufgrund der Straßenbreite die Straße zweistreifig je Richtung befahren. Bei den Überholvorgängen sind teilweise sehr hohe Kfz-Geschwindigkeiten zu beobachten.

Abgesehen von dem Abbiege-Unfall (Nr. 2), bei dem der Fahrzeugführer den querenden Fußgänger nicht registriert hat, ereigneten sich alle Unfälle in diesem Abschnitt in Zusammenhang mit haltenden oder einfahrenden Straßenbahnen. Die Unfälle Nr. 5 und 6 wurden jeweils vom Fußgänger verursacht, der schon bei Einfahrt der Straßenbahn auf die Fahrbahn getreten ist, ohne auf die dort noch überholenden Fahrzeuge zu achten. Die Unfälle Nr. 1, 3 und 4 wurden von Fahrzeugführern verursacht, die das Halten der Straßenbahn und den Fahrgastwechsel nicht erkannt haben und rechts an der Straßenbahn vorbeifahren sind.

Fazit: Breite, unstrukturierte Straßenräume im Bereich von Haltestellen sowie ein hohes Verkehrsaufkommen führen zu fußgängergefährdenden Überholmanövern. Erneut stellen haltende Fahrzeuge auf der Fahrbahn ein Sichthindernis dar. Letztendlich ist hier aber das Problem der Haltestellenform ohne Sicherung maßgebend.

Einzelstellennummer	18		
Einordnung RAS	Quartiersstraße		
Einordnung EFA	5: Geschlossene Bebauung, mittlere Dichte		
Infrastruktur	Art	Breite	
Radverkehrsanlage	Keine		
Ruhender Verkehr	Längsparken	Je 2,1 m	
Fahrbahn	2 Fahrstreifen	7 m	
Gehwege	Beidseitig, Fahrbahnbegleitend	2,2 und 2,4 m	
Verkehrsaufkommen	absolut	Im Vergleich aller Stellen	
DTV [Kfz/24h]	5.500	Unteres Viertel	
Mittlere Anzahl FG-Längsverkehr pro h	178	Oberes Mittelfeld	
Mittlere Anzahl FG-Querverkehr pro h	48	Oberes Mittelfeld	
EFA Empfehlung zu Querungshilfen	Keine Maßnahme	Mitteltrennung	Baulich ohne Vorrang
	FGÜ	FGÜ mit baulichen Maßnahmen	LSA Unter-/Überführung

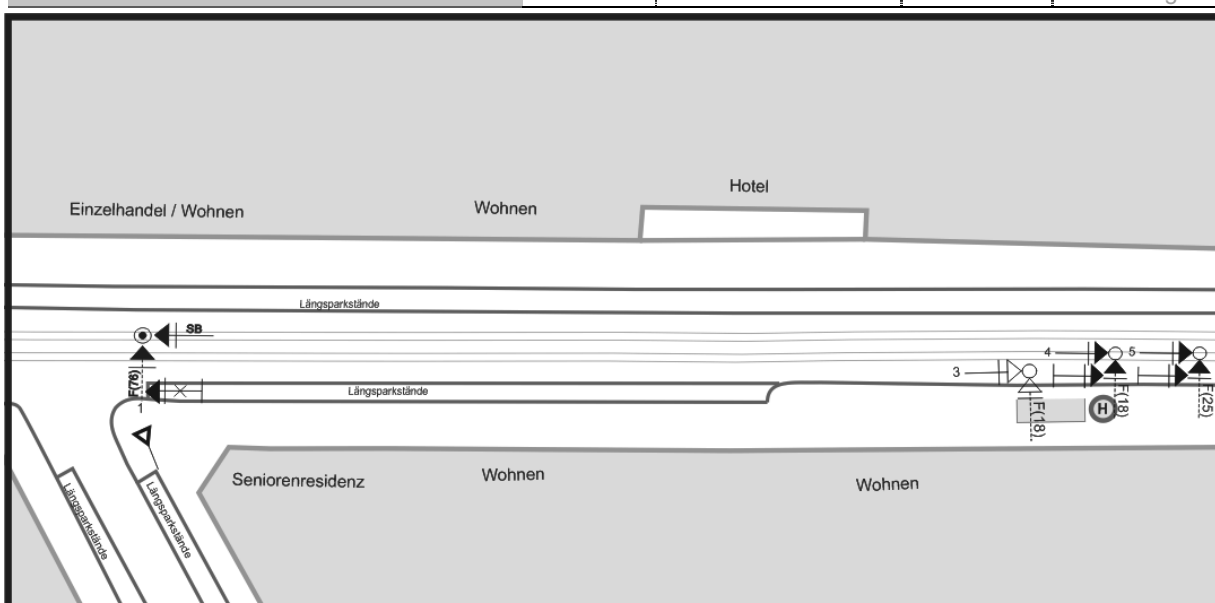


Bild 10-6: Einzelstelle 18 (Erhebungsstelle freie Strecke)

Diese Einzelstelle 18 liegt an einer Straße mit vorrangig geschlossener Wohnbebauung (Bild 10-6). Auf beiden Seiten der zweistreifigen Fahrbahn wird geparkt und es sind straßenbündige Gleise vorhanden. Das Verkehrsaufkommen liegt mit 5.500 Kfz/24h im unteren Viertel des Unfallkollektivs. Das Fußverkehrsaufkommen liegt sowohl im Längsverkehr (178 Fg/h) als auch im Querverkehr (48 Fg/h) im Mittelfeld.

Anhand der Videobeobachtungen ist ein Querungsbedarf vorrangig im Bereich des Knotenpunktes zu erkennen. Vereinzelt wird entlang der Strecke gequert. Diese Querungen erfolgen meist gerade mit vorherigem Halt zwischen den parkenden Fahrzeugen, um den Verkehr zu beobachten

Der Unfallschwerpunkt dieser Untersuchungsstelle liegt im Bereich der Straßenbahn- und Bushaltestelle. Dort ereigneten sich drei Überschreiten-

Unfälle mit Sichtbehinderung (Typ 423). Bei Unfall Nr. 3 ist unklar, ob die Sichtbehinderung auf einen haltenden Bus, eine haltende Straßenbahn oder auf den Haltestellenunterstand zurückzuführen ist. Bei den Unfällen Nr. 4 und 5 verursachte jeweils ein Pkw-Fahrer, der einen haltenden Bus oder eine haltende Straßenbahn überholte, den Zusammenstoß. Alle drei Unfälle ereigneten sich bei Nässe und zwei außerdem bei Dunkelheit.

Ein weiterer Unfall vom Unfalltyp 4 ereignete sich im Knotenpunktbereich (älterer Fußgänger). Auch dieser Unfall ist auf eine Sichtbehinderung im Seitenraum zurückzuführen. Unfallgegner war in diesem Fall die Straßenbahn. Der Unfall ereignete sich bei Nässe und Dunkelheit.

Die Unfälle ereigneten sich in den Monaten Oktober, Dezember und Februar entweder in den frühen Morgenstunden oder am Abend.

Ein weiterer Unfall ereignete sich im nördlichen Seitenraum zwischen einem Radfahrer, einem Fußgänger und einem Pkw im Bereich einer Grundstückszufahrt. Aufgrund des „ungenauen“ Unfalltyps (799) wurde diese Unfallkonstellation nicht dargestellt. Dies ist ein Hinweis auf das Ausweichverhalten von Radfahrern bei engen Querschnitten mit Gleisen und parkenden Fahrzeugen (hier drohen Gefahren von beiden Seiten; links: Gleise; rechts: geöffnete Autotüren).

Fazit: Unfallbegünstigende Umstände sind an dieser Stelle Sichtbehinderungen durch parkende

Fahrzeuge im Seitenraum oder haltende Busse sowie Dunkelheit und Nässe. Es wird deutlich, dass Fahrgäste im ÖV zeit- und umweegeempfindlich beim Aussteigen aus dem ÖV-Fahrzeug sind. Die direkt anschließende S-Bahn-Haltestelle reduziert weiterhin die Wahrscheinlichkeit, dass Fußgänger erst einmal entlang der Straße weiterlaufen und eine geeignete Situation zum Queren suchen. Weiterhin besteht bei den Fußgängern vermutlich die Erwartung, dass der haltende Bus die folgenden Fahrzeuge entsprechend blockiert (es wird nicht mit überholenden Fahrzeugen gerechnet).

Einzelstellenummer	19		
Einordnung RASt	Quartiersstraße		
Einordnung EFA	5: Geschlossene Bebauung, mittlere Dichte		
Infrastruktur	Art	Breite	
Radverkehrsanlage	Radweg	Je 1 m	
Ruhender Verkehr	Längsparken	2 m	
Fahrbahn	2 Fahrstreifen	6,85 m	
Gehwege	Beidseitig, Fahrbahnbegleitend	1,4 und 1,5 m	
Verkehrsaufkommen	absolut	Im Vergleich aller Stellen	
DTV [Kfz/24h]	7.800	Mittelfeld	
Mittlere Anzahl FG-Längsverkehr pro h	188	Oberes Mittelfeld	
Mittlere Anzahl FG-Querverkehr pro h	118	Oberes Viertel	
EFA Empfehlung zu Querungshilfen	Keine Maßnahme	Mitteltrennung	Baulich ohne Vorrang
	FGÜ	FGÜ mit baulichen Maßnahmen	LSA Unter-/Überführung

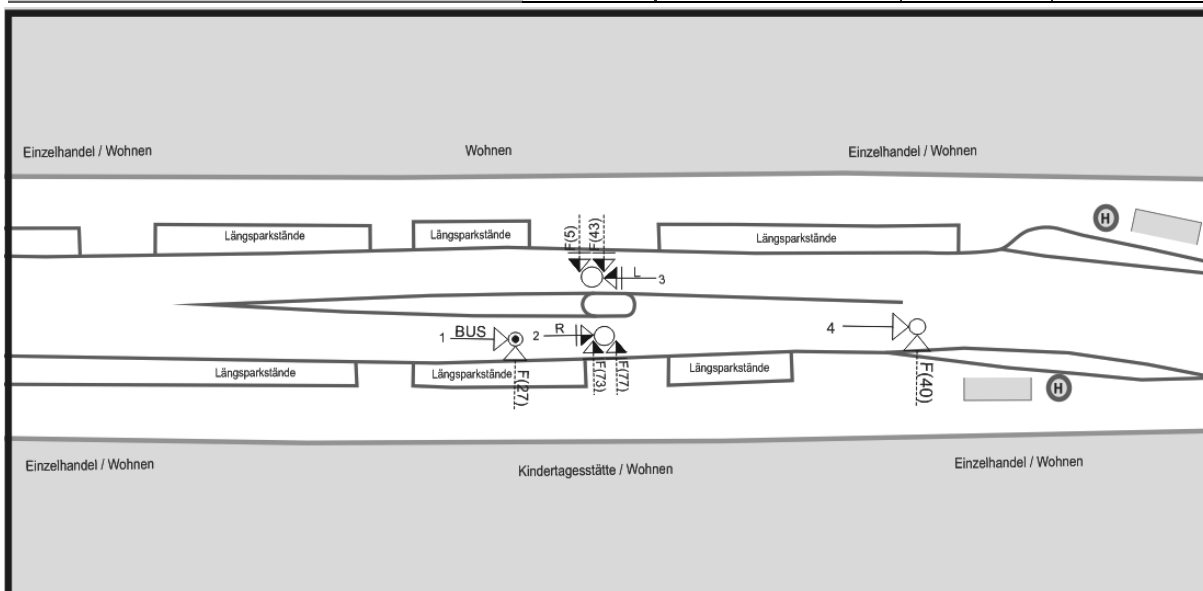


Bild 10-7: Einzelstelle 19 (Erhebungsstelle freie Strecke)

Diese Einzelstelle 19 weist eine geschlossene Bebauung und gemischte Umfeldnutzung auf (Bild 10-7). Die Erhebungsstelle umfasst eine Mittelinsel, die zu beiden Seiten weiträumig markiert ist. Das Verkehrsaufkommen des MIV (7.800 Kfz/24h) und

des Fußverkehrs liegt im Mittelfeld des Untersuchungskollektivs.

Anhand der Videobeobachtungen zeigt sich, dass hauptsächlich im Bereich der Mittelinsel gequert wird. Zusätzlich wird aber auch der markierte

Bereich neben der Mittelinsel genutzt. Die Parkstände reichen bis dicht an den Querungsbereich heran, sodass die Sicht auf wartende Fußgänger eingeschränkt ist. Eine Straßenmarkierung und Beschilderung weist auf querende Fußgänger an der Mittelinsel hin. Obwohl kein Vorrang für Fußgänger besteht, wird dieser häufig gewährt. In den Morgenstunden nutzen vermehrt Schulkinder die Mittelinsel.

In Richtung Westen (links im Bild) bildet sich im gesamten Tagesverlauf gelegentlich Rückstau. Nachmittags ebenfalls in Richtung Osten. Die Querungsstelle wird dabei nur selten freigehalten.

Erschwerend kommt hinzu, dass zu Beginn und Ende der Öffnungszeiten der Kindertagesstätte, aufgrund des hohen Parkdrucks in zweiter Reihe geparkt wird und der markierte Bereich neben der Mittelinsel zum Überholen genutzt wird. Dadurch werden Sichtbeziehungen zwischen querenden Fußgängern und dem Fahrzeugverkehr eingeschränkt.

Durch die Mittelinsel und den erweiterten Bereich ergibt sich ein Sicherheitsraum zwischen den beiden Fahrtrichtungen. Es ist zu erkennen, dass viele Fußgänger zunächst den Verkehr in eine Richtung beobachten und erst ab der Mitte der Fahrbahn die entgegengesetzte Richtung. Dies bedeutet jedoch nicht immer eine Unterbrechung der Lauf-

bewegung, sondern führt auch zur Erhöhung der Gehgeschwindigkeit, um die gesamte Fahrbahn schnell zu queren.

Alle abgebildeten Unfälle sind Überschreiten-Unfälle mit einem Konfliktgegner von links (anliegender Fahrstreifen), eine Sichtbehinderung ist bei keinem der Unfälle vermerkt. Die Unfälle Nr. 2 und 3 sind an der Mittelinsel lokalisiert. Beide Unfälle ereigneten sich zu Spitzenzeiten des MIV, Rückstauerscheinungen mit einhergehenden Sichtbehinderungen sind daher wahrscheinlich. Die Unfälle Nr. 2, 3 und 4 ereigneten sich in den Monaten Dezember und Januar.

Bei Unfall Nr. 4 lag laut Polizei kein Haltestellenbezug vor.

Fazit: Komplexe Verkehrssituationen mit Rückstauerscheinungen werden in diesem Fall auch durch eine Mittelinsel nicht komplett sicher abgewickelt. Es wird vermutet, dass durch den Stop-and-Go Verkehr in den Spitzenzeiten, die Aufmerksamkeit der Fahrzeugführer entweder abnimmt und/oder durch die Fahrzeuge stromabwärts gebunden ist. Die beiden Querungen außerhalb der Mittelinsel verdeutlichen erneut die Umwegeempfindlichkeit der Fußgänger. Generell wird auch vermutet, dass durch die Rückstauerscheinungen die Absicherung der Fußgänger (langsamer Stop-and-Go Verkehr) nachlässt.

Einzelstellenummer	20		
Einordnung RAS	Örtliche Einfahrtsstraße		
Einordnung EFA	3: Wohnstraße, offene Bebauung		
Infrastruktur	Art	Breite	
Radverkehrsanlage	keine		
Ruhender Verkehr	Einseitig Längsparken	2 m	
Fahrbahn	2 Fahrstreifen	9,5 m	
Gehwege	Beidseitig, Fahrbahnbegleitend	2,4 und 2,7 m	
Verkehrsaufkommen	absolut	Im Vergleich aller Stellen	
DTV [Kfz/24h]	15.800	Oberes Viertel	
Mittlere Anzahl FG-Längsverkehr pro h	49	Unteres Viertel	
Mittlere Anzahl FG-Querverkehr pro h	25	Unteres Mittelfeld	
EFA Empfehlung zu Querungshilfen	Keine Maßnahme FGÜ	Mitteltrennung FGÜ mit baulichen Maßnahmen	Baulich ohne Vorrang LSA Unter-/Überführung

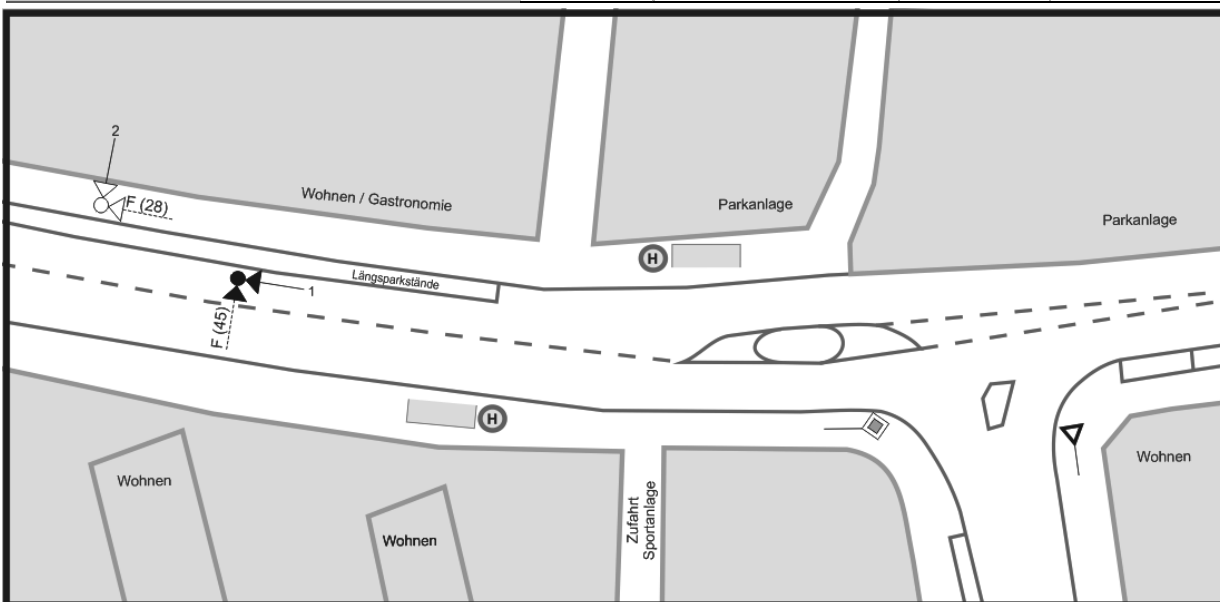


Bild 10-8: Einzelstelle 20 (Erhebungsstelle freie Strecke)

Diese zweistreifige Einzelstelle 20 weist eine hohe Fahrbahnbreite auf (Bild 10-8). Zwischen dem nördlichen Haltestellenbereich und dem Knotenpunkt ist eine Mittelinsel vorhanden. Nord-östlich davon fehlt der straßenbegleitende Gehweg. Das Verkehrsaufkommen des MIV liegt im oberen Viertel des Untersuchungskollektivs, wohingegen Fußgängerlängs- und querverkehr im unteren Viertel liegen.

Anhand der Videobeobachtungen wird deutlich, dass auch die Sperrflächen neben der Mittelinsel von querenden Fußgängern genutzt werden, die auf dem direkten Weg zwischen Bushaltestelle und Sportanlage liegen. Die Geschwindigkeiten sind aufgrund des – auch weiteren – Umfelds und der Fahrbahnbreite tendenziell erhöht.

Die Nutzung der Mittelinsel wird auch durch den fehlenden Gehweg gefördert, so dass Fußgänger im Längsverkehr hier die Straßen queren müssen.

Im Längsverkehr sind Fußgänger zu erkennen, die ihr Handy benutzen und dabei vereinzelt stehen bleiben bzw. langsamer gehen.

Personen, die entgegen dem fließenden Verkehr laufen und die Straße queren wollen, haben ausreichend Zeit den Verkehr zu beobachten und Zeitlücken abzuwarten. Bei Halt eines Busses wird erkennbar, dass die Fußgänger die Unterbrechung des fließenden Verkehrs nutzen, um mindestens bis zur Mittelinsel zu queren, um danach den Verkehr auf der zweiten Fahrbahnhälfte zu beobachten.

An dieser Untersuchungsstelle ist der Straßenabschnitt westlich der Mittelinsel auffällig. Dort ereignete sich ein Fußgängerunfall bei Dunkelheit, bei dem der Fußgänger getötet wurde. Als Unfallursache ist angegeben, dass der Fußgänger ohne auf den Fahrzeugverkehr zu achten die Fahrbahn querte. Außerdem wurde falsches Verhalten des

Pkw-Fahrers gegenüber dem Fußgänger an anderen Stellen vermerkt.

Der zweite Unfall ist auf dem Gehweg lokalisiert, da dort ein aus einer Garage ausfahrender Pkw mit einem Fußgänger zusammenstieß.

Fazit: Unfallbegünstigende Faktoren sind hier vermutlich die erhöhten Geschwindigkeiten sowie die Verschwenkung des Fahrstreifens (von Mittelinsel kommend) inklusive der Sichtverdeckung durch

parkende Fahrzeuge. Aufgrund der hohen Fahrzeugverkehrsstärken sowie der erhöhten Geschwindigkeiten wird die Mittelinsel tendenziell häufig auch genutzt bzw. ein entsprechendes Sicherungsverhalten gezeigt. Es wird vermutet, dass aufgrund des geringen Fahrzeugverkehrs während der Unfallzeit hier u. U. die Absicherung vernachlässigt wurde.

A.4 Beschreibung Beobachtungsstandorte für Stufe 2

Straße B4 (Stadt B)

Straßenquerschnitt	"Quartierstraße" / "Örtliche Geschäftsstraße" mit zweistreifigem Querschnitt	
Höchstgeschwindigkeit	50 km/h	
DTV werktags mit SVA	9.800 Kfz /24h bei SVA von 2%	
Beschaffenheit Fahrbahn und Fußweg	Fahrbahn: Gleiskörper sind in Asphalt gebettet MIV Fahrstreifen sind mit Granitpflaster befestigt	Fußweg: Betongehwegplatten nördlicher Fußweg nimmt ortsfeste Beleuchtung auf
Breite Fahrbahn und Fußweg	Fahrbahn: 10,00 m	Fußweg: Nord 3,20 m Süd 3,30 m
ruhender Verkehr	einseitig Längsparken	
andere Verkehrsteilnehmer	Gleiskörper in der Mitte der Straße keine Radverkehrsanlagen	
Entfernung anderer Verkehrseinrichtungen	Haltestelle einer Straßenbahnlinie östliche Richtung 220 m Richtung 90 m	LSA Entfernung: östliche Richtung 280 m westliche Richtung 100 m
Umfeldbeschreibung	beidseitig Gastronomiebetrieb und Dienstleistungsangebote viel Radverkehr vornehmlich Junges Fußgängerpublikum	

Straße B12 (Stadt B)

Straßenquerschnitt	"Verbindungsstraße" / "Örtliche Einfahrtsstraße" mit zweistreifigem Querschnitt	
Höchstgeschwindigkeit	50 km/h	
DTV werktags mit SVA	11.800 Kfz/24h bei SVA von 7,5 %	
Beschaffenheit Fahrbahn und Fußweg	Fahrbahn: Asphaltschicht eine Leitlinie trennt die Richtungsfahrbahnen	Fußweg: Betongehwegplatten östlich gelegene Parkplatzeinfahrt Asphaltdeckschicht westliche Einfahrt Betonpflaster
Breite Fahrbahn und Fußweg	Fahrbahn: 13,02 m	Fußweg: östlich 2,30 m westlich 2,28 m
ruhender Verkehr	beidseitig Längsparken	
andere Verkehrsteilnehmer	beidseitig ein Schutzstreifen für Radfahrer keine Gleisanlagen	
Entfernung anderer Verkehrseinrichtungen	Haltestellen der Linie 72, 77 und 308: östliche Richtung 220 m westliche Richtung 90 m	LSA Entfernung: nördliche Richtung 220 m südliche Richtung 100 m
Umfeldbeschreibung	wenig Bebauung im Seitenraum östlich befindet sich ein Lidl mit Parkplatz auf westlicher Seite steht ein Hotel und es findet Geschäftstreiben statt	

Straße B18 (Stadt B)

Straßenquerschnitt	"Verbindungsstraße" mit zweistreifigem Querschnitt	
Höchstgeschwindigkeit	50 km/h	
DTV werktags mit SVA	16.000 Kfz/ 24h bei SVA von 5%	
Beschaffenheit Fahrbahn und Fußweg	Fahrbahn: Asphaltschicht eine Leitlinie trennt die Richtungsfahstreifen	Fußweg: Betonpflastersteine Masten der ortsfesten Beleuchtung
Breite Fahrbahn und Fußweg	Fahrbahn: 9,47 m	Fußweg: Nord 2,00 m Süd 1,73 m
ruhender Verkehr	nein	
andere Verkehrsteilnehmer	beidseitig Radfahrstreifen auf der Fahrbahn keine Gleisanlagen	
Entfernung anderer Verkehrseinrichtungen	Haltestellen von zwei Buslinien östliche Richtung 20 m westliche Richtung 40 m	LSA Entfernung: östliche Richtung 430 m westliche Richtung 130 m
Umfeldbeschreibung	Seitenraum schwach bebaut im Norden befinden sich Wohnanlagen und Grünflächen, mit Heckenabgrenzung und ein Zugang zum Wohnviertel südlich grenzt eine Parkfläche an in ca. 300 m Entfernung liegt ein Park	

Straße B21 (Stadt B)

Straßenquerschnitt	"Verbindungsstraße" mit zweistreifigem Querschnitt	
Höchstgeschwindigkeit	50 km/h	
DTV werktags mit SVA	15.100 Kfz/24h bei SVA von 4%	
Beschaffenheit Fahrbahn und Fußweg	Fahrbahn: im Gleisbereich Betonplatten im MIV Bereich Asphaltdeckschicht	Fußweg: Granitpflaster
Breite Fahrbahn und Fußweg	Fahrbahn: 11,49m	Fußweg: Nord 3,70 m Süd 3,40 m
ruhender Verkehr	nicht vorgesehen beidseitig eingeschränktes Halteverbot (Zeichen 286 StVO)	
andere Verkehrsteilnehmer	straßenbündig ausgeführte Gleiskörper in Mittellage keine Radverkehrsanlagen	
Entfernung anderer Verkehrseinrichtungen	Haltestellen einer Straßenbahnlinie östl. Richtung 60 m westl. Richtung 250 m	LSA Entfernung: östl. Richtung 240 m westl. Richtung 260 m
Umfeldbeschreibung	im Norden geschlossene Bebauung mit Gewerbe im Erdgeschossbereich im Süden grenzt ein (Netto-) Parkplatz an	

Straße A5 (Stadt A)

Straßenquerschnitt	"Quartierstraße" / "Örtliche Geschäftsstraße" mit zweistreifigem Querschnitt	
Höchstgeschwindigkeit	50 km/h	
DTV werktags mit SVA	8.900 Kfz / 24 h bei SVA von 4,8 %	
Beschaffenheit Fahrbahn und Fußweg	Fahrbahn: Asphaltschicht keine Markierte Trennung der Richtungsfahrstreifen	Fußweg: beidseitig Beton-Gehwegplatten beidseitig Aufnahme der ortsfesten Beleuchtung und Verkehrszeichen
Breite Fahrbahn und Fußweg	Fahrbahn: 12,70 m	Fußweg: nordöstlich 3,60 m südwestlich 3,80 m
ruhender Verkehr	beidseitig Längsparken möglich nordöstl. Seite besteht ein Halteverbot (Mo-Fr von 7-18 Uhr und Sa von 7- 14 Uhr)	
andere Verkehrsteilnehmer	keine Radverkehrsanlagen in Mittellage befinden straßenbündig ausgeführte Gleiskörper	
Entfernung anderer Verkehrseinrichtungen	Haltestellen der Straßenbahnlinie N 6: nordwestliche Richtung 150 m südöstliche Richtung 200 m	LSA Entfernung: nordwestliche Richtung 200 m südwestliche Richtung 200 m
Umfeldbeschreibung	geschlossene Bebauung auf nordöstlicher Seite nordöstliche Seite Gastronomiebetriebe, Einzelhändler und Dienstleistungsangebote südwestliche Seite wird der Fußweg durch eine Friedhofsmauer begrenzt (Eingangstor Friedhof) touristische Ziele in der Umgebung	

Straße A12 (Stadt A)

Straßenquerschnitt	"Verbindungsstraße" mit zweistreifigem Querschnitt	
Höchstgeschwindigkeit	50 km/h	
DTV werktags mit SVA	7.800 Kfz/24h bei SVA von 3,7 %	
Beschaffenheit Fahrbahn und Fußweg	Fahrbahn: Asphaltschicht eine Leitlinie trennt die Richtungs-fahstreifen	Fußweg: östlich Betonpflastersteine und Aufnahme von ortsfesten Beleuchtung und technischen Einbauten westlich Beton Gehwegplatten bei Lidleinfahrt Granitpflaster
Breite Fahrbahn und Fußweg	Fahrbahn: 6,60 m	Fußweg: Osten 3,30 m Westen 3,80 m
ruhender Verkehr	nicht vorgesehen	
andere Verkehrsteilnehmer	straßenbündig eingebaute Gleisanlagen keine Radverkehrsanlagen	
Entfernung anderer Verkehrseinrichtungen	Haltestellen der Straßenbahnlinie N 62: nördliche Richtung 160 m südliche Richtung 270 m	LSA Entfernung: nördliche Richtung 560 m
Umfeldbeschreibung	offene, lockere Bebauung ostseitig befindet sich ein Parkplatz mit schrägangeordneter Parkfläche westliche ist Wohnbebauung mit Eingliederung eines Einkaufsmarktes (Lidl)	

Straße A 22 (Stadt A)

Straßenquerschnitt	"Hauptgeschäftsstraße" oder "Örtliche Geschäftsstraße" mit zweistreifigem Querschnitt	
Höchstgeschwindigkeit	50 km/h (30 km/h zwischen 22 Uhr u. 6 Uhr)	
DTV werktags mit SVA	18.200 Kfz /24h bei SVA von 2,9 %	
Beschaffenheit Fahrbahn und Fußweg	Fahrbahn: Asphaltschicht eine Leitlinie trennt die Richtungs- fahrstreifen	Fußweg: beidseitig Beton Gehwegplatten beidseitig Sondernutzungen (Warenauslage bzw. Freisitzen) Radweg: rote Betonpflasterung
Breite Fahrbahn und Fußweg	Fahrbahn: 12,70 m	Fußweg: nordöstlich 3,00 m (5,50 m bis Bord) südwestlich 3,00 m (5,50 m bis Bord)
ruhender Verkehr	beidseitig stehen die Busfahrstreifen zeitlich begrenzt als Längsparkmöglichkeit zur Verfügung (Mo-Fr von 9-18 Uhr, Sa 9-14 Uhr)	
andere Verkehrsteilnehmer	Abgegrenzt durch eine gebrochene Breitstrichmarkierung führt in jede Richtung jeweils ein Busfahrstreifen beidseitig straßenbegleitender Radweg (durch Bord und Bepflanzung abgegrenzt) Radverkehrsanlagen keine Gleisanlagen	
Entfernung anderer Verkehrseinrichtungen	Haltestellen von drei Bus- linien	LSA Entfernung:
	nordwestliche 130 m	südöstliche Richtung 130 m
	südöstliche Richtung 100 m	nordwestliche Richtung 120 m
Umfeldbeschreibung	geschlossene Bebauung beidseitig mit Gastronomiebetriebe und Einzelhändlern S-Bahnhof in ca. 200 m nordwestlicher Richtung	

Straße A28 (Stadt A)

Straßenquerschnitt	"Quartierstraße" oder "Örtliche Geschäftsstraße" mit zwei-streifigem Querschnitt	
Höchstgeschwindigkeit	50 km/h	
DTV werktags mit SVA	7.700 Kfz/24 h bei SVA von 3 %	
Beschaffenheit Fahrbahn und Fußweg	Fahrbahn: Asphaltschicht eine Leitlinie trennt die Richtungsfahstreifen	Fußweg: beidseitig Beton-Gehwegplatten beidseitig Aufnahme der ortsfesten Beleuchtung und Verkehrszeichen
Breite Fahrbahn und Fußweg	Fahrbahn: 11,60 m	Fußweg: Nord 3,40 m Süd 3,50 m
ruhender Verkehr	beidseitig Längsparken	
andere Verkehrsteilnehmer	keine Radverkehrsanlagen keine Gleisanlagen	
Entfernung anderer Verkehrseinrichtungen	Haltestellen einer Buslinie östliche Richtung 70 m westliche Richtung 90 m	LSA Entfernung: östliche Richtung 120 m westliche Richtung 70 m
Umfeldbeschreibung	geschlossene Bebauung beidseitig Gastronomie, Einzelhändler und Dienstleister Größeres Theater ca. 150 m östlich	

A.5 Ergänzende Analysen Stufe 2

	Bereich 0		
	Kinder	Erwachsene	Senioren
Beidseitig	38 (66,75)	430 (43,1%)	96 (51,3%)
Links (entgegen der Fahrtrichtung)	3 (5,3%)	103 (10,3%)	18 (9,6%)
Rechts (mit Fahrtrichtung)	1 (1,8%)	24 (2,4%)	14 (7,5%)
Keine aktive Sicherung	15 (26,3%)	414 (44,2%)	59 (31,6%)
Total	57 (100%)	998 (100%)	187 (100%)

Exakter Test nach Fisher: $p \leq 0.001$

Tab. 10-1: Registriertes Sicherungsverhalten in Abhängigkeit zur Alterskategorie; Bereich 0

	Bereich 1		
	Kinder	Erwachsene	Senioren
Beidseitig	21 (36,8%)	260 (26,1%)	58 (31,0%)
Links (entgegen der Fahrtrichtung)	3 (5,3%)	98 (9,8%)	10 (5,3%)
Rechts (mit Fahrtrichtung)	0 (-)	41 (4,1%)	9 (4,8%)
Keine aktive Sicherung	33 (57,9%)	599 (60,0%)	110 (58,8%)
Total	57 (100%)	998 (100%)	187 (100%)

Exakter Test nach Fisher: $p \leq 0.107$

Tab. 10-2: Registriertes Sicherungsverhalten in Abhängigkeit zur Alterskategorie; Bereich 1

	Bereich 0 & 1		
	Kinder	Erwachsene	Senioren
Beidseitig	47 (82,5%)	597 (59,8%)	117 (62,6%)
Einseitig (Links oder Rechts)	6 (10,5)	203 (20,3%)	27 (14,4%)
Keine aktive Sicherung	4 (7,0%)	160 (16,0%)	24 (12,8%)
Total	57 (100%)	998 (100%)	187 (100%)

Exakter Test nach Fisher: $p \leq 0.001$

Tab. 10-3: Registriertes Sicherungsverhalten in Abhängigkeit zur Alterskategorie; vor der Querung gesamt

	Bereich 2		
	Kinder	Erwachsene	Senioren
Beidseitig	6 (10,5%)	132 (13,2%)	29 (15,5%)
Einseitig (Links oder Rechts)	1 (1,8%)	34 (3,4%)	3 (1,6%)
Keine aktive Sicherung	3 (5,3%)	184 (18,4%)	33 (17,6%)
Total	47 (82,5%)	648 (64,9%)	122 (65,2%)

Exakter Test nach Fisher: $p \leq 0.107$

Tab. 10-4: Registriertes Sicherungsverhalten für den Bereich 3 in Abhängigkeit der Alterskategorie

	Bereich 3		
	Kinder	Erwachsene	Senioren
Beidseitig	0 (-)	7 (0,7%)	1 (0,5%)
Einseitig (Links oder Rechts)	0 (-)	9 (0,9%)	1 (0,5%)
Keine aktive Sicherung	0 (-)	55 (5,5%)	6 (3,2%)
Total	57 (100%)	927 (92,9%)	179 (95,7%)

Exakter Test nach Fisher: $p \leq 0.107$

Tab. 10-5: Registriertes Sicherungsverhalten für den Bereich 3 in Abhängigkeit der Alterskategorie

A.6 Ergänzende Analysen für Stufe 3

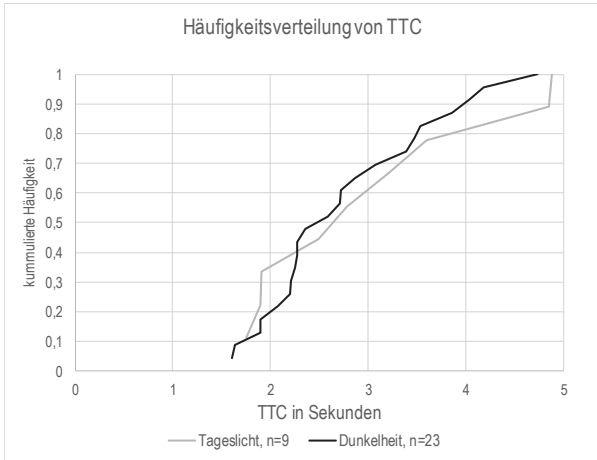


Bild-A 41: Verteilungen der TTC bei Fußgängerquerungen in Dunkelheit vs. Tageslicht

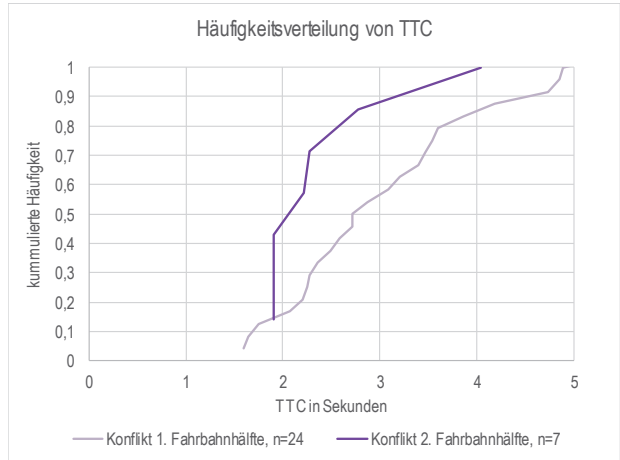


Bild-A 42: Verteilungen der TTC bei Fußgängerquerungen 1. vs. 2. Fahrbahnhälfte

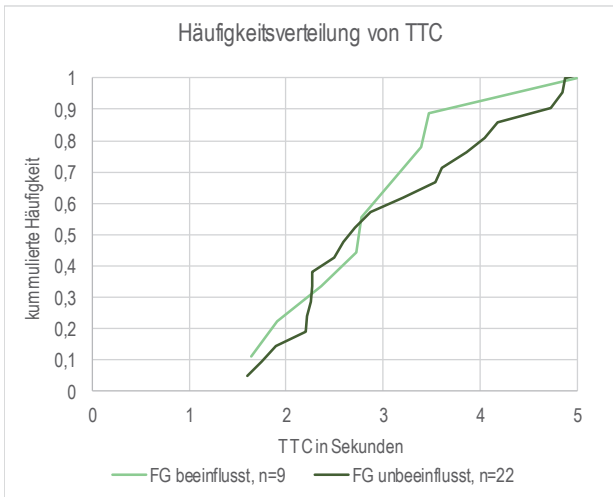


Bild-A 43: Verteilungen der TTC bei Fußgängerquerungen "beeinflusst" vs. "unbeeinflusst"

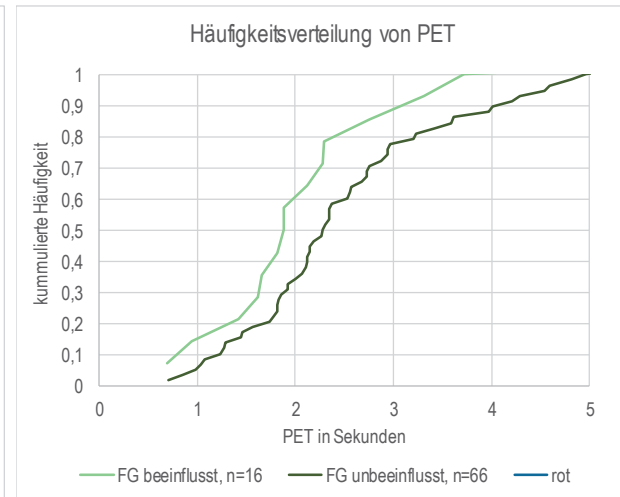


Bild-A 44: Verteilungen der PET bei Fußgängerquerungen "beeinflusst" vs. "unbeeinflusst"

A.7 Ergänzende Erläuterungen








Unfall- typ	Farbe	Erläuterung
1	 grün	Fahrerunfall(F) 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. Infolge unkontrollierter Fahrzeugbewegungen kann es dann aber zum Zusammenstoß mit anderen Verkehrsteilnehmern gekommen sein.
2	 gelb	Abbiege-Unfall (AB) Der Unfall wurde ausgelöst durch einen Konflikt zwischen einem Abbieger und einem aus gleicher oder entgegengesetzter Richtung kommenden Verkehrsteilnehmer (auch Fußgänger!) an Kreuzungen, Einmündungen, Grundstücks- oder Parkplatzzufahrten.
3	 rot	Einbiegen/Kreuzen-Unfall (EK) Der Unfall wurde ausgelöst durch einen Konflikt zwischen einem einbiegenden oder kreuzenden Wartepflichtigen und einem vorfahrtberechtigten Fahrzeug an Kreuzungen, Einmündungen oder Ausfahrten von Grundstücken und Parkplätzen.
4	 hellrot weiß	Überschreiten-Unfall (ÜS) 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. Dies gilt auch, wenn der Fußgänger nicht angefahren wurde.
5	 hellblau	Unfall durch ruhenden Verkehr (RV) 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.
6	 orange (rosa)	Unfall im Längsverkehr (LV) Der Unfall wurde ausgelöst durch einen Konflikt zwischen Verkehrsteilnehmern, die sich in gleicher oder entgegengesetzter Richtung bewegten, sofern dieser Konflikt nicht einem anderen Unfalltyp entspricht.
7	 schwarz	Sonstiger Unfall (SO) Unfall, der sich nicht den Typen 1 - 6 zuordnen lässt. Beispiele: Wenden, Rückwärtsfahren, Parker untereinander, Hindernis oder Tier auf der Fahrbahn, plötzlicher Fahrzeugschaden (Bremsversagen, Reifenschäden o.Ä.)

Bild-A 45: Kurzbeschreibung Unfalltypen (Quelle: FGSV (2003). Merkblatt für die Auswertung von Straßenverkehrsunfällen – Teil 1)

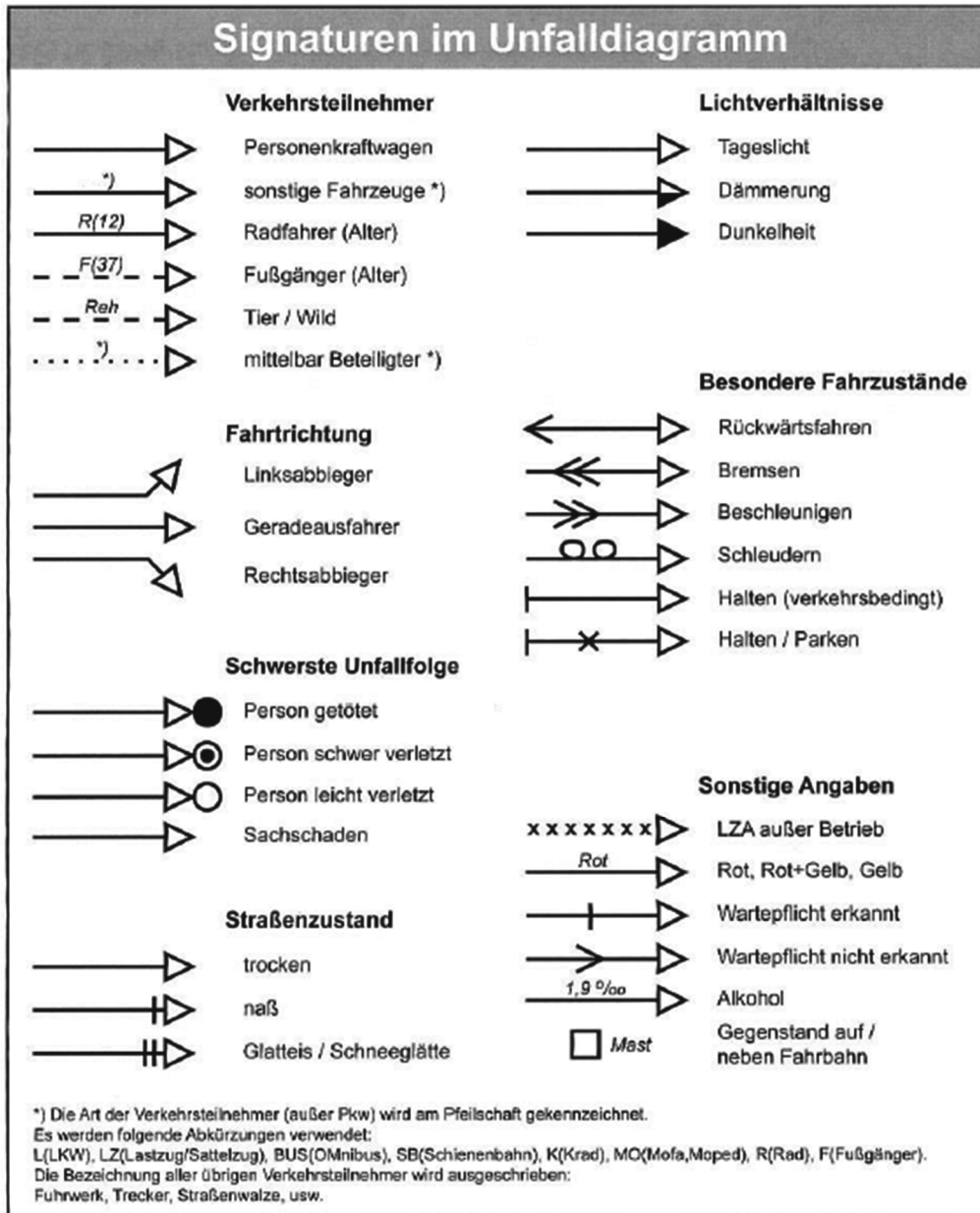


Bild-A 46: Symbolik Kollisionsdiagramme (Quelle: M UKO (FGSV, 2012))

$$KLF = \frac{LB_{GB} + 2 \cdot LB_W + 2 \cdot LB_{EH} + 3 \cdot LB_{WEH}}{LS}$$

KLF Kenngröße der Umfeldnutzung
LB Länge Bebauung differenziert nach Art der Nutzung zu beiden Seiten der Straße
LS Bezugslänge (doppelte Länge des Straßenzugs zwischen zwei Verkehrsknotenpunkten)

W	reine Wohnbebauung	WEH	Wohnbebauung mit Geschäftsbesatz	EH	Bebauung mit ausschl. Geschäftsbesatz	GB	Bebauung mit sonst. gewerblicher Nutzung
	Einfamilienhäuser Mehrfamilienhäuser Hotels Krankenhäuser		Wohnbebauung + Einzelhandel, Einkaufszentren oder Gaststätten (in den unteren Geschossen)		Supermärkte Einkaufszentren Gaststätten sonstiger Einzelhandel Bibliotheken Kinos Schulen		Arbeitsstätten Tankstellen Autohäuser Industrie Lagerhallen

Bild-A 47: Berechnung der Kenngröße der Umfeldnutzung nach SCHÜLLER (2010)

Schriftenreihe

Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen

Unterreihe „Mensch und Sicherheit“

2015

M 253: Simulatorstudien zur Ablenkungswirkung fahrfremder Tätigkeiten

Schönig, Schoch, Neukum, Schumacher, Wandtner € 18,50

M 254: Kompensationsstrategien von älteren Verkehrsteilnehmern nach einer VZR-Auffälligkeit

Karthus, Willemsen, Joiko, Falkenstein € 17,00

M 255: Demenz und Verkehrssicherheit

Fimm, Blankenheim, Poschadel € 17,00

M 256: Verkehrsbezogene Eckdaten und verkehrssicherheitsrelevante Gesundheitsdaten älterer Verkehrsteilnehmer

Rudinger, Haverkamp, Mehli, Falkenstein, Hahn, Willemsen € 20,00

M 257: Projektgruppe MPU-Reform

Albrecht, Evers, Klipp, Schulze € 14,00

M 258: Marktdurchdringung von Fahrzeugsicherheitssystemen

Follmer, Geis, Gruschwitz, Hölscher, Raudszus, Zlocki € 14,00

M 259: Alkoholkonsum und Verkehrsunfallgefahren bei Jugendlichen

Hoppe, Tekaas € 16,50

M 260: Leistungen des Rettungsdienstes 2012/13

Schmiedel, Behrendt € 16,50

M 261: Stand der Radfahrausbildung an Schulen und motorische Voraussetzungen bei Kindern

Günther, Kraft € 18,50

M 262: Qualität in Fahreignungsberatung und fahreignungsfördernden Maßnahmen

Klipp, Bischof, Born, DeVol, Dreyer, Ehlert, Hofstätter, Kalwitzki, Schattschneider, Veltgens € 13,50

M 263: Nachweis alkoholbedingter Leistungsveränderungen mit einer Fahrverhaltensprobe im Fahrsimulator der BAST

Schumacher
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

2016

M 264: Verkehrssicherheit von Radfahrern – Analyse sicherheitsrelevanter Motive, Einstellungen und Verhaltensweisen

von Below € 17,50

M 265: Legalbewährung verkehrsauffälliger Kraftfahrer nach Neuerteilung der Fahrerlaubnis

Kühne, Hundertmark € 15,00

M 266: Die Wirkung von Verkehrssicherheitsbotschaften im Fahrsimulator – eine Machbarkeitsstudie

Wandtner
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

M 267: Wahrnehmungspsychologische Analyse der Radfahraufgabe

Platho, Paulenz, Kolrep € 16,50

M 268: Revision zur optimierten Praktischen Fahrerlaubnisprüfung

Sturzbecher, Luniak, Mörl € 20,50

M 269: Ansätze zur Optimierung der Fahrschulausbildung in Deutschland

Sturzbecher, Luniak, Mörl € 21,50

M 270: Alternative Antriebstechnologien – Marktdurchdringung und Konsequenzen

Schleh, Bierbach, Piasecki, Pöppel-Decker, Ulitsch
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

2017

M 271: Evaluation der Kampagnenfortsetzung 2013/2014 „Runter vom Gas!“

Klimmt, Geber, Maurer, Oschatz, Süflow € 14,50

M 272: Marktdurchdringung von Fahrzeugsicherheitssystemen 2015

Gruschwitz, Hölscher, Raudszus, Zlocki € 15,00

M 273: Verkehrswahrnehmung und Gefahrenvermeidung – Grundlagen und Umsetzungsmöglichkeiten in der Fahranfängervorbereitung

TÜV | DEKRA arge tp 21 € 22,00

M 273b: Traffic perception and hazard avoidance – Foundations and possibilities for implementation in novice driver preparation

Bredow, Brünken, Dressler, Friedel, Genschow, Kaufmann, Malone, Mörl, Rüdell, Schubert, Sturzbecher, Teichert, Wagner, Weiße
Dieser Bericht ist die englische Fassung von M 273 und liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

M 274: Fahrschulüberwachung in Deutschland – Gutachten im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen

Sturzbecher, Bredow
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

M 275: Reform der Fahrlehrerausbildung

Teil 1: Weiterentwicklung der Fahrlehrerausbildung in Deutschland

Teil 2: Kompetenzorientierte Neugestaltung der Qualifizierung von Inhabern/verantwortlichen Leitern von Ausbildungsfahrschulen und Ausbildungsfahrlehrern

Brünken, Leutner, Sturzbecher
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

M 276: Zeitreihenmodelle mit meteorologischen Variablen zur Prognose von Unfallzahlen

Martensen, Diependede € 14,50

2018

M 277: Unfallgeschehen schwerer Güterkraftfahrzeuge

Panwinkler € 18,50

M 278: Alternative Antriebstechnologien: Marktdurchdringung und Konsequenzen für die Straßenverkehrssicherheit

Schleh, Bierbach, Piasecki, Pöppel-Decker, Schönebeck
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

M 279: Psychologische Aspekte des Einsatzes von Lang-Lkw – Zweite Erhebungsphase

Glaser, Glaser, Schmid, Waschulewski
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

M 280: Entwicklung der Fahr- und Verkehrskompetenz mit zunehmender Fahrerfahrung
Jürgensohn, Böhm, Gardas, Stephani € 19,50

M 281: Rad-Schulwegpläne in Baden-Württemberg – Begleit-evaluation zu deren Erstellung mithilfe des WebGIS-Tools
Neumann-Opitz € 16,50

M 282: Fahrverhaltensbeobachtung mit Senioren im Fahrsimulator der BASt Machbarkeitsstudie
Schumacher, Schubert € 15,50

M 283: Demografischer Wandel – Kenntnisstand und Maßnahmenempfehlungen zur Sicherung der Mobilität älterer Verkehrsteilnehmer
Schubert, Gräcman, Bartmann € 18,50

M 284: Fahranfängerbefragung 2014: 17-jährige Teilnehmer und 18-jährige Nichtteilnehmer am Begleiteten Fahren – Ansatzpunkte zur Optimierung des Maßnahmenansatzes „Begleitetes Fahren ab 17“
Funk, Schrauth € 15,50

M 285: Seniorinnen und Senioren im Straßenverkehr – Bedarfsanalysen im Kontext von Lebenslagen, Lebensstilen und verkehrssicherheitsrelevanten Erwartungen
Holte € 20,50

M 286: Evaluation des Modellversuchs AM 15
Teil 1: Verkehrsbewährungsstudie
Kühne, Dombrowski
Teil 2: Befragungsstudie
Funk, Schrauth, Roßnagel € 29,00

M 287: Konzept für eine regelmäßige Erhebung der Nutzungshäufigkeit von Smartphones bei Pkw-Fahrern
Kathmann, Scotti, Huemer, Mennecke, Vollrath
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

M 288: Anforderungen an die Evaluation der Kurse zur Wiederherstellung der Kraftfahreignung gemäß § 70 FeV
Klipp, Brieler, Frenzel, Kühne, Hundertmark, Kollbach, Labitzke, Uhle, Albrecht, Buchardt € 14,50

2019

M 289: Entwicklung und Überprüfung eines Instruments zur kontinuierlichen Erfassung des Verkehrsklimas
Schade, Rößger, Schlag, Follmer, Eggs
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

M 290: Leistungen des Rettungsdienstes 2016/17 – Analyse des Leistungsniveaus im Rettungsdienst für die Jahre 2016 und 2017
Schmiedel, Behrendt € 18,50

M 291: Versorgung psychischer Unfallfolgen
Auerbach, Surges € 15,50

M 292: Einfluss gleichaltriger Bezugspersonen (Peers) auf das Mobilitäts- und Fahrverhalten junger Fahrerinnen und Fahrer
Baumann, Geber, Klimmt, Czerwinski € 18,00

M 293: Fahranfänger – Weiterführende Maßnahmen nach dem Fahrerlaubniserwerb – Abschlussbericht
Projektgruppe „Hochrisikophase Fahranfänger“ € 17,50

2020

M 294: Förderung eigenständiger Mobilität von Erwachsenen mit geistiger Behinderung

Markowetz, Wolf, Schwaferts, Luginger, Mayer, Rosin, Buchberger
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

M 295: Marktdurchdringung von Fahrzeugsicherheitssystemen in Pkw 2017
Gruschwitz, Hölscher, Raudszus, Schulz € 14,50

M 296: Leichte Sprache in der theoretischen Fahrerlaubnisprüfung
Schrauth, Zielinski, Mederer
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

M 297: Häufigkeit von Ablenkung beim Autofahren
Kreuzlein, Schleinitz, Krens € 17,50

M 298: Zahlungsbereitschaft für Verkehrssicherheit
Obermeyer, Hirte, Korneli, Schade, Frießel € 18,00

M 299: Systematische Untersuchung sicherheitsrelevanter Fußgängerhaltens
Schüller, Niestegge, Roßmerkel, Schade, Rößger, Rehberg, Maier € 24,50

AKTUALISIERTE NEUAUFLAGE VON:

M 115: Begutachtungsleitlinien zur Kraftfahreignung – gültig ab 31. 12. 2019
Gräcman, Albrecht € 17,50

Fachverlag NW in der Carl Ed. Schünemann KG
Zweite Schlachtpforte 7 · 28195 Bremen
Tel. +(0)421/3 69 03-53 · Fax +(0)421/3 69 03-48

Alternativ können Sie alle lieferbaren Titel auch auf unserer Website finden und bestellen.

www.schuenemann-verlag.de

Alle Berichte, die nur in digitaler Form erscheinen, können wir auf Wunsch als »Book on Demand« für Sie herstellen.