

**Verkehrssicherheit von
Überquerungsstellen für
Fußgänger und Radfahrer
über Straßenbahn- und
Stadtbahnstrecken**

**Fachveröffentlichung der
Bundesanstalt für Straßenwesen**

bast

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.

Herausgeber

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

Redaktion

Stabsstelle Presse und Kommunikation

Forschungsprogramm Stadtverkehr
Forschung und Entwicklungsvorhaben

Verkehrssicherheit von Überquerungsstellen für Fußgänger und Radfahrer über Straßenbahn- und Stadtbahnstrecken

FE 82.0613/2014

Im Auftrag des
Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur
vertreten durch die Bundesanstalt für Straßenwesen

Schlussbericht

von
Dirk Boenke
Julia Nass
STUVA e. V., Köln

Jürgen Gerlach
Manuel Beyen
Felix Franke
Bergische Universität Wuppertal, LuFG SVPT

31.05.2018, Köln/Wuppertal

Kurzfassung – Abstract

Verkehrssicherheit von Überquerungsstellen für Fußgänger und Radfahrer über Straßenbahn- und Stadtbahnstrecken

Unfälle zwischen Straßenbahnen und Fußgängern oder Radfahrern treten im absoluten Vergleich zu den übrigen Straßenverkehrsunfällen in Deutschland glücklicherweise relativ selten auf. Sie finden durch die in der Regel weitreichenden Folgen (teils schwere Personenschäden, längere Betriebsstörung) ein großes Medienecho. In der öffentlichen Wahrnehmung erlangt das Thema daher, auch befördert durch die mediale Berichterstattung, eine steigende Bedeutung.

Die vorliegende Arbeit hatte zum Ziel, mögliche Einflüsse der Infrastruktur auf das Verhalten von Personen beim Queren der Straßenbahngleise an den dafür vorgesehenen Übergängen zu identifizieren und zu analysieren. Zur Zielerreichung wurden verschiedene Methoden angewendet. Neben einer umfassenden Analyse bisheriger Erkenntnisse zur Sicherheit an Gleisquerungen wurden folgende Arbeitsschritte durchgeführt: eine bundesweit angelegte Bestandsanalyse bezüglich der Bauform und Ausstattung von Gleisquerungen sowie eine bundesweit angelegte Analyse der Unfälle an diesen Stellen über einen Zeitraum von sieben Jahren; weiterhin eine Verkehrsbeobachtung und eine Passantenbefragung sowie Sicherheitsanalysen (Plan- und Bestandsaudits) an ausgewählten Gleisquerungen in vier Städten.

Die Analyse des Bestands an Gleisquerungen in Deutschland zeigte, dass vor allem bundesweit betrachtet ein sehr heterogenes Gestaltungsbild hinsichtlich der Kombinationen von Bauform, Signalisierung und Ausstattung besteht. Die Unfallanalyse bestätigte, dass Unfälle an Gleisquerungen über besondere und unabhängige Bahnkörper der Straßenbahnen sehr seltene Ereignisse und eher Einzelereignisse sind. Systematische Zusammenhänge mit der Infrastruktur konnten nicht identifiziert werden. Diese Erkenntnis wurde durch die Verkehrsbeobachtung gestützt. Von 17.431 beobachteten Querungsvorgängen wurden auf Basis objektiver Kriterien mithilfe der Post Encroachment Time (PET) lediglich 477 ermittelt, bei denen eine detaillierte Analyse der jeweiligen Interaktion erfolgte. Es zeigte sich, dass es zwar zu klar erkennbaren Interaktionen kam, aber keiner dieser Querungsvorgänge als kritisch einzustufen war (im Sinne einer drohenden Kollision). Auch nicht bei den 48 Interaktionen mit einer PET von zwei Sekunden oder darunter. Diese Interaktionen fanden in der Regel an Gleisquerungen mit Zugang zu einem Bahnsteig

statt, bei denen die Straßenbahn in der Haltestelle stand oder gerade langsam anfuhr. Auch die Sicherheitsanalyse der Gleisquerungen förderte keine systematischen Defizite zu Tage.

Vielmehr als die Infrastruktur scheint das Verhalten der Personen an Gleisquerungen eine größere Rolle für Unfälle an diesen Stellen zu spielen. So wurde beispielsweise die eigene Unaufmerksamkeit als häufigster Grund für eine persönlich erlebte Gefahrensituation an einer Gleisquerung angegeben. Dass ablenkende Tätigkeiten wie die Benutzung eines Mobiltelefons die Aufmerksamkeit verringern und auch zu mehr Unfällen führen können, wurde inzwischen in verschiedenen Studien nachgewiesen. So könnte eine der Ursachen für die in Deutschland (und anderen Ländern) tendenziell ansteigende Zahl der Unfälle an Gleisquerungen in derartigem Verhalten liegen. Eine in diesem Zusammenhang zunehmende Anzahl an Berichten durch die Polizei oder in der Presse lassen dies vermuten.

In der Verkehrsbeobachtung im Rahmen dieses Projektes konnte diese These aufgrund der geringen Anzahl von nennenswerten Interaktionen nicht bestätigt werden. Dass diese Tätigkeiten vom Verkehrsgeschehen ablenken können, ließ sich allerdings beobachten, ohne dass es dabei zu kritischen Konflikten gekommen ist. Eine lückenlose Erhebung bezüglich solcher Ablenkungen war aufgrund datenschutzrechtlicher Vorgaben nicht möglich (nicht geeignete Bildausschnitte und Bildqualität). Auch die Unfallanalyse ließ keine weiteren Rückschlüsse über nicht angemessenes Verhalten zu, da Unfallursachen (z. B. Missachtung von Lichtsignalen) nur sehr lückenhaft erfasst wurden.

Insgesamt ist festzustellen, dass es sich bei Gleisquerungen über Bahnkörper der Straßenbahn grundsätzlich um Verkehrsanlagen mit einem hohen Sicherheitsniveau handelt. Um diesen Entwurfs-Standard zu erhalten und entsprechende Vorgaben umzusetzen, sollte weiterhin eine kontinuierliche Verkehrssicherheitsarbeit angestrebt bzw. konsequent fortgeführt werden. Fester Bestandteil dieser Arbeit sollten die Verkehrsschau und das Sicherheitsaudit an Gleisquerungen sein. Beide Verfahren dienen dazu, Orte mit ihren spezifischen Eigenschaften zu analysieren und mögliche Defizite zu vermeiden bzw. schnellstmöglich zu erkennen und so mögliche Unfälle zu verhindern.

Aufgrund der Erkenntnisse aus der Befragung wird Verbesserungspotenzial im Sinne einer weitergehenden Angleichung von Verkehrszeichen und Gestaltungselementen (Standardisierung) gesehen. Elemente, welche die Aufmerksamkeit an Gleisquerungen für Fußgänger und Radfahrer verbessern oder unterstützen können (z. B. Warnhinweise

oder die Verlängerung von Absperrelementen zur Vermeidung von Trampelpfaden), sollten für die Passanten wahrnehmbar sein, um verkehrssicheres Verhalten aktiv zu unterstützen. Das Ziel, die Aufmerksamkeit zu verbessern, bedeutet dabei nicht automatisch mehr Technik einzusetzen (z. B. Signalisierung). Dies hat sich beispielsweise in mehreren analysierten Untersuchungen zum Einsatz sogenannter Bodenwarnleuchten gezeigt. Wenn Technik eingesetzt wird, sollte diese verlässlich sein und Situationen eindeutig kennzeichnen.

Bei Gleisen in Mittellage einer Straße sollten die Gleisquerungen auch für den Kraftfahrzeugverkehr wahrnehmbar gekennzeichnet und im besten Fall für den Fuß- und Radverkehr gesichert sein. Blockierte Zugänge können zu Trampelpfaden führen bzw. das Sicherheitsgefühl der Passanten negativ beeinflussen.

Weiterer Verbesserungsbedarf wird in einigen Punkten bezüglich der barrierefreien Gestaltung von Gleisquerungen gesehen. Zunächst ist festzuhalten, dass nur signalisierte Gleisquerungen für blinde Verkehrsteilnehmer barrierefrei sein können. Für Gleisquerungen fehlen in den Regelwerken bislang zudem klare Vorgaben, wie Bodenindikatoren anzulegen sind. Dies gilt vor allem im Hinblick auf eine Unterscheidung bezüglich der beiden Sicherungsarten „Sicherung durch Übersicht“ und „Technische Sicherung“.

Im Rahmen der Unfallanalyse hat sich gezeigt, dass bei der Datenerfassung und Systematik sowohl bei der Polizei als auch bei Verkehrsunternehmen in einigen Punkten Verbesserungspotenzial besteht, um zukünftige Analysen zielgerichteter vornehmen zu können.

Traffic safety of crossing points for pedestrians and cyclists via tram and light rail lines

Accidents between trams and pedestrians or cyclists are fortunately relatively infrequent in Germany compared to road traffic accidents overall. Those accidents are often widely reported due to the extensive consequences (to some extent serious or fatal personal injury, longer operational disruptions). Insofar public awareness of the subject is becoming more significant, also furthered by reports in the media.

The present work has the objective of identifying and analysing the possible effects of infrastructure on the behaviour of people crossing tram tracks at the intended crossings. To achieve the goal, different methods have been used. In addition to a comprehensive analysis of previous findings on safety

at track crossings, the following work steps were carried out: a nationwide analysis of existing track crossings regarding the design and equipment as well as a nationwide analysis of accidents at these sites over a period of seven years. Furthermore, a traffic monitoring and survey as well as security analyses (safety audits of plans and sites) at selected track crossings in four cities.

The analysis of the stock of track crossings in Germany showed that, above all, nationwide a very heterogeneous design with regard to the combinations of construction form, signaling and equipment exists. The accident analysis confirmed that accidents at track crossings over separated and independent tracks of tramlines are very rare events and rather isolated incidents. No systematic relationship with the infrastructure could be identified. This finding was supported by the traffic observation. Of 17,431 observed crossings only 477 were determined on the basis of objective criteria using the post encroachment time (PET), where a detailed analysis of the respective interaction took place. It appeared that although there were clearly identifiable interactions, none of these crossings were considered as critical (in terms of an impending collision). Even not in the 48 interactions with a PET of two seconds or below. These interactions usually took place on track crossings with access to a platform in case of a tram in the station or just starting slowly. The safety analysis of the track crossings also did not reveal systematic deficits.

Rather than the infrastructure, the behaviour of people at track crossings seems to play a greater role for accidents at these locations. For example, own inattention at track crossings was given as the most frequent reason for personally experienced danger situations. The fact that distracting activities such as the use of a mobile electronic device can reduce attention and also lead to more accidents has been proven in various investigations. Such behaviour could be one of the reasons for the increasing number of accidents on track crossings in Germany (and other countries). This suggests an increasing number of announcements by police or press reports in this context.

Within the scope of the traffic observation of the project, this thesis could not be confirmed due to the small number of significant interactions. However, it was possible to determine that these activities could distract from the traffic situation, without the fact that there have been critical conflicts. A complete survey of such distractions was not possible due to data protection regulations (not suitable image details and image quality). The accident analysis also did

not reveal any further conclusions about inappropriate behaviour, because accident causes (e. g. disregard of light signals) were only very incomplete.

Overall, it should be noted that track crossings at tramlines have a high safety level. In order to maintain this design standard an apply it properly, continuous traffic safety work should be applied or consequently continued. The *Verkehrsschau* (council traffic safety review) and road safety audits at track crossings should be a fixed part of this work. Both procedures serve to analyse locations with their specific properties and to avoid deficits, or at least to detect them as quickly as possible to avoid accidents.

Based on the findings from the survey, further need for improvement is seen in a further standardisation of traffic signs and design elements. Elements that can improve or support the attention of pedestrians and cyclists at tracks crossings (e. g. warning signals or the elongation of barriers to avoid unintended paths) should be perceivable for the users to actively support traffic-safe behaviour. The aim of achieving higher attention must not automatically lead to an extended use of technology (e. g. traffic signalling). This was demonstrated, for example, in several investigations analysing the use of so-called ground-level traffic lights. When technology is used, it should be reliable and clearly correlate to a situation.

In the case of tracks in the middle of a road, the track crossings should also be perceivable for motorists. In in the best case they should be secured for pedestrians and cyclists. Blocked crossings or accesses can lead to unintended paths or a lack of feeling safe in this areas.

Further need for improvement is also seen in a few points concerning the accessible design of track crossings. It can firstly be noted that only signalled track crossings are fully accessible for blind pedestrians. Regarding to Tramways there is a lack of clear regulations for the installation of tactile ground surface indicators. This especially applies to the differentiation between track crossings with or without traffic lights.

Within the scope of traffic accidents at track crossings it became apparent, that there is potential for improvement relating to data recording and data analysis (classification) – both at the police and transport companies. Improvement could help to enhance the quality of future analyses.

Inhalt

Abkürzungen	6	3.1.4 Untersuchung an Gleisquerungen in Stuttgart.....	28
1 Zielsetzung und Vorgehensweise	7	3.1.5 Gestaltung von Umlaufsperrern	29
2 Definitionen, technische und rechtliche Grundlagen	7	3.1.6 Wahrnehmung von Warnmarkierungen	30
2.1 Begriffsdefinitionen und rechtliche Vorgaben	7	3.2 Bodenwarnleuchten	31
2.1.1 Straßenbahnen.....	7	3.2.1 Karlsruhe.....	31
2.1.2 Bahnkörper.....	8	3.2.2 Frankfurt am Main	31
2.1.3 Bahnübergang.....	9	3.2.3 Köln	32
2.1.4 Begriff „Gleisquerung“ und Abgrenzung des Untersuchungsauftrags	9	3.2.4 Augsburg.....	32
2.2 Sicherung von Gleisquerungen.....	10	3.3 Ablenkung durch mobile Geräte	33
2.2.1 Sicherung durch Übersicht auf die Bahnstrecke.....	10	3.4 Blick nach Europa	33
2.2.2 Technische Sicherung.....	11	3.4.1 Gestaltungsvorgaben	33
2.2.3 Ausführungsformen der Signalisierung nach RiLSA	13	3.4.2 Unfallforschung – Beispiel Frankreich	35
2.2.4 Weitere Empfehlungen bei der Signalisierung von Gleisübergängen	16	3.5 Zusammenfassung.....	35
2.2.5 Trampelpfade	16	4 Gleisquerungen im Bestand	36
2.2.6 Verkehrsschau.....	16	4.1 Straßenbahnverkehr in Deutschland	36
2.3 Bauformen.....	17	4.2 Formen der Umsetzung und Ausstattung	37
2.3.1 Geradlinige Gleisquerung.....	17	4.2.1 Bauformen und Regelbauweisen.....	37
2.3.2 Führung mit erzwungenem Richtungswechsel	17	4.2.2 Verwendung von Lichtsignalen	37
2.3.3 Gestaltungsgrundsätze für Aufstellflächen	19	4.2.3 Verkehrszeichen, Schilder und Markierungen	42
2.4 Verkehrszeichen und Verkehrseinrichtungen	19	4.2.4 Barrierefreiheit.....	47
2.4.1 Allgemeine Hinweise zur Verwendung und Anordnung.....	19	4.2.5 Sicherheitsanalyse	48
2.4.2 Andreaskreuz	19	4.2.6 Fahrzeuge	49
2.4.3 Gefahrstelle	20	4.2.7 Zusammenfassung und Bewertung	49
2.4.4 Vorfahrt gewähren	20	5 Unfallanalyse	51
2.4.5 Bahnübergang.....	21	5.1 Vorgehensweise.....	51
2.4.6 Markierte Verkehrszeichen.....	21	5.2 Anfrage und Bereitstellung der Unfalldaten	51
2.4.7 Schrankenanlagen und Umlaufsperrern.....	21	5.2.1 Qualität der Unfalldaten	52
2.5 Barrierefreiheit an Gleisquerungen	21	5.3 Methodik der Unfalldatenauswertung	53
2.5.1 Anforderungen von Menschen mit Mobilitätseinschränkungen.....	21	5.4 Anzahl der relevanten Unfallereignisse	54
2.5.2 Gestaltungsempfehlungen	22	5.5 Aufbau einer Unfalldatenbank mit Unfällen an Gleisquerungen von Straßenbahnen	54
2.6 Zusammenfassung.....	25	5.6 Ergebnisse der Unfallauswertung	54
3 Derzeitiger Erkenntnisstand	25	5.6.1 Auswertung der polizeilich erfassten Unfalldaten	55
3.1 Verkehrssicherheit an Gleisquerungen	25	5.6.2 Unfallauffällige Bereiche	60
3.1.1 Fußgängerfurten über Verkehrsstraßen mit Straßenbahnen in Mittellage	26	5.7 Zusammenfassung der Unfallanalyse.....	60
3.1.2 Fußgängerquerungen über Gleistrassen in Köln	26	6 Untersuchung von Fallbeispielen	61
3.1.3 Maßnahmen zur Reduzierung von Straßenbahnunfällen	27	6.1 Ziele.....	61
		6.2 Vorbereitung der Erhebungen.....	61
		6.2.1 Auswahl der Fallbeispiele	61
		6.2.2 Erstellung eines Datenschutzkonzeptes	62
		6.3 Verkehrsbeobachtung	62
		6.3.1 Technische Ausstattung.....	62
		6.3.2 Methodik.....	63
		6.3.3 Ergebnisse der Verkehrsbeobachtungen – Sicherheitsanalyse	65
		6.3.4 Verhaltensbeobachtung	69

6.3.5 Zusammenfassung.....	73
6.4 Befragung.....	75
6.4.1 Methodik und Durchführung.....	75
6.4.2 Ergebnisse der Befragung	75
6.4.3 Zusammenfassung.....	85
6.5 Sicherheitsanalysen	86
6.5.1 Auditierung	86
6.5.2 Mikroskopische Unfallanalyse	90
7 Zusammenfassung und Empfehlungen	90
7.1 Zusammenfassung der Ergebnisse	90
7.2 Empfehlungen	93
Literatur und Quellen	97

Abkürzungen

BMVI	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
BOStrab	Verordnung über den Bau- und Betrieb der Straßenbahnen
a. F.	alte Fassung
Bet	Beteiligte
Bü	Bahnübergang
Bü 0	Überwachungssignal „Halt“ gemäß BOStrab
Bü 1	Überwachungssignal „Fahrt freigegeben“ gemäß BOStrab
EAÖ	Empfehlungen für Anlagen des öffentlichen Personennahverkehrs
EBO	Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung
EFA	Empfehlungen für Fußgängerverkehrsanlagen
EUSka	Elektronische Unfallsteckkarte
FGSV	Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen
FGÜ	Fußgängerüberweg
H BVA	Hinweise für barrierefreie Verkehrsanlagen
LSA	Lichtsignalanlage
LZA	Lichtzeichenanlage
LV	Leichtverletzte
ÖPNV	Öffentliche Personennahverkehr
PBefG	Personenbeförderungsgesetz
PET	Post Encroachment Time
RASt	Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen
RiLSA	Richtlinien für Lichtsignalanlagen
Rn	Randnummer
SV	Schwerverletzte
StVO	Straßenverkehrs-Ordnung
TAB	Technische Aufsichtsbehörde
VO	Verordnung
VUD	Verkehrsunfalldatenbank
VwV-StVO	Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Straßenverkehrs-Ordnung
VZ	Verkehrszeichen
ZZ	Zusatzzeichen

1 Zielsetzung und Vorgehensweise

Die Untersuchung befasst sich mit Bauformen, Sicherung und Ausstattung von Gleisquerungen für Fußgänger² und Radfahrer¹ an besonderen oder unabhängigen Bahnkörpern der Stadt- und Straßenbahnen². Das Ziel dieses Forschungsvorhabens ist es, den Einfluss dieser unterschiedlichen Gestaltungsformen auf die Verkehrssicherheit von Fußgängern und Radfahrern zu ermitteln. Die Erkenntnisse sollen einen wesentlichen Beitrag zur Vermeidung von Unfällen an diesen Stellen leisten. Dabei sollen möglichst konkrete Planungs- und Entwurfshinweise für die Gestaltung und Ausstattung von Gleisquerungen erarbeitet werden. Besonderes Augenmerk wird auf das Verhalten der Verkehrsteilnehmer im Realverkehr und die in diesem Zusammenhang möglichen Konfliktsituationen gelegt.

Zunächst werden die rechtlichen und normativen Grundlagen im Zusammenhang mit Gleisquerungen für Fußgänger und Radfahrer über Bahnkörper der Straßenbahnen aufgearbeitet. Anschließend wird der Erkenntnisstand bezüglich des Einflusses bestimmter Bauformen, Sicherungsarten und Ausstattungsvarianten an Gleisquerungen auf die Verkehrssicherheit ermittelt. Eine umfassende Befragung von Städten und Verkehrsunternehmen mit Straßenbahnbetrieb soll einen detaillierten Einblick in die Praxis hinsichtlich der in Deutschland verbreiteten Bauformen in Kombination mit den unterschiedlichen Sicherungsarten sowie weiteren Ausstattungselementen ermöglichen. Auch der Umgang mit konflikträchtigen oder unfallauffälligen Gleisquerungen sowie mögliche Präventionsmaßnahmen zur Vermeidung von Konflikten ist Bestandteil der Erhebung.

Auf Basis von bundesweit erfassten polizeilichen Unfalldaten wurden im Rahmen einer Unfallanalyse über einen Zeitraum von sieben Jahren die Unfallursachen bei Zusammenstößen zwischen Fußgängern oder Radfahrern und Straßenbahnen an Gleisquerungen untersucht. Des Weiteren werden die Zusammenhänge zwischen Bauform, Sicherung und Ausstattung bei Gleisquerungen mit dem Ziel analysiert, prototypische Entwurfsituationen mit Sicherheitsdefiziten für eine anschließende Beobachtung im Realverkehr zu identifizieren.

Verkehrsbeobachtungen und Passantenbefragungen an 19 ausgewählten Gleisquerungen in vier Städten geben Aufschluss über das Verhalten der Fußgänger und Radfahrer beim Queren der Gleise. Analysiert wird das potenzielle und tatsächliche Konfliktpotenzial bei Interaktionen mit Straßenbahnen. Die Interaktionen werden anschließend bewertet. Ergänzend zu dieser Verhaltensbeobachtung werden Planungs- und Bestandsaudits sowie mikroskopische Unfallanalysen durchgeführt. Dabei werden mögliche Sicherheitsdefizite identifiziert. Die Analysen im Realverkehr dienen dazu, mögliche Zusammenhänge zwischen Infrastruktur und Konfliktsituationen festzustellen.

Abschließend werden auf Basis der Ergebnisse der Analysen und Bewertungen Hinweise für die Gestaltung und Ausstattung von Gleisquerungen sowie weitere Handlungsempfehlungen zur Verbesserung der Verkehrssicherheit an Gleisquerungen über unabhängige und besondere Bahnkörper der Straßenbahnen gegeben.

2 Definitionen, technische und rechtliche Grundlagen

2.1 Begriffsdefinitionen und rechtliche Vorgaben

2.1.1 Straßenbahnen

Straßenbahnen können als straßenabhängig geführte Bahnen oder als unabhängig geführte Bahnen fahren.^{3, 4}

Im Personenbeförderungsgesetz (PBefG) wird weiter präzisiert⁵, dass es sich bei straßenabhängigen Bahnen um Schienenbahnen handelt, „die

1. *den Verkehrsraum öffentlicher Straßen benutzen und sich mit ihren baulichen und betrieblichen Einrichtungen sowie in ihrer Betriebsweise der Eigenart des Straßenverkehrs anpassen oder*
2. *einen besonderen Bahnkörper haben und in der Betriebsweise den unter Nummer 1 bezeichneten Bahnen gleichen oder ähneln.“*

¹ Der besseren Lesbarkeit halber werden Personenbezeichnungen in diesem Bericht ausschließlich in der grammatikalisch maskulinen Form verwendet. Sofern nicht anders gekennzeichnet, bezeichnen sie Personen beiderlei Geschlechts.

² Die Abgrenzung der beiden Begriffe „Straßenbahn“ und „Stadtbahn“ ist in Kapitel 2.1.1 zu finden.

³ Vgl. § 1 Absatz 2 BOSTrab.

⁴ Diesem Vorhaben werden die Vorgaben der novellierten Fassung der BOSTrab vom 16. Dezember 2016 zugrunde gelegt. Bei unmittelbaren Bezügen zur alten Fassung wird dies durch den Zusatz „a. F.“ eindeutig gekennzeichnet, um Verwechslungen zu vermeiden.

⁵ Vgl. § 4 Absatz 1 PBefG.

Unabhängig geführte Bahnen, wie „Hoch- und Untergrundbahnen, Schwebelbahnen oder ähnliche Bahnen besonderer Bauart, die ausschließlich oder überwiegend der Beförderung von Personen im Orts- oder Nachbarschaftsbereich dienen“, gelten ebenfalls als Straßenbahnen⁶. Vollständig unabhängig geführte Bahnen sind jedoch nicht Gegenstand dieses Forschungsvorhabens, da diese planfrei geführt werden und keine Kreuzungen mit Wegen für Fußgänger und Radfahrer bestehen. Bergbahnen oder Seilbahnen sind nicht als Straßenbahn definiert (vgl. § 4 Abs. 2 PBefG) und sind somit ebenfalls nicht Gegenstand dieses Forschungsvorhabens.

Stadtbahnen gelten als straßenabhängige Bahnen i. S. d. PBefG; auch dann, wenn sie abschnittsweise unabhängig geführt werden. Sie sind damit Straßenbahnen im Sinne der Definition der BOStrab. Daher wird im Bericht einheitlich der Begriff „Straßenbahnen“ verwendet.

2.1.2 Bahnkörper

Bahnkörper der Straßenbahn umfassen den Oberbau und den ihn tragenden Unterbau.⁷ Bahnkörper werden in drei Arten unterschieden:⁸

- **Straßenbündige Bahnkörper (Bild 1):**
„Straßenbündige Bahnkörper sind mit ihren Gleisen in Fahrbahnen oder Gehwege eingebettet.“⁹
„Auf straßenbündigen Bahnkörpern nehmen Züge am Straßenverkehr teil. Dabei müssen die Fahrzeugführer die sie betreffenden Vorschriften der Straßenverkehrs-Ordnung beachten.“¹⁰
- **Besondere Bahnkörper (Bild 2):**
„Besondere Bahnkörper liegen im Verkehrsraum öffentlicher Straßen, sind jedoch vom übrigen Verkehrsraum mindestens durch Bordsteine oder Hecken oder Baumreihen oder andere ortsfeste körperliche Hindernisse getrennt. Zum besonderen Bahnkörper gehören auch Bahnübergänge nach § 20 Absatz 1 Satz 3 mit Vorrang für die Straßenbahn, wenn sie entsprechend § 20 Absatz 3 oder 4 gesichert sind.“¹¹
„Auf besonderen [...] Bahnkörpern einschließ-

lich der Bahnübergänge im Sinne des § 16 Absatz 4 Satz 4 und 6 nehmen die Züge nicht am Straßenverkehr teil.“¹²

- **Unabhängige Bahnkörper (Bild 3):**
„Unabhängige Bahnkörper befinden sich auf Grund ihrer Lage oder Bauart außerhalb des Verkehrsraums öffentlicher Straßen. Zum unabhängigen Bahnkörper gehören auch die Bahnübergänge nach § 20 Absatz 1 Satz 2.“¹³
„Auf [...] unabhängigen Bahnkörpern einschließlich der Bahnübergänge [...] nehmen die Züge nicht am Straßenverkehr teil.“¹⁴



Bild 1: Beispiel für eine Straßenbahn auf straßenbündigem Bahnkörper



Bild 2: Beispiel für eine Straßenbahn auf besonderem Bahnkörper

⁶ § 4 Absatz 2 PBefG.

⁷ Vgl. § 16 Absatz 1 BOStrab.

⁸ Vgl. § 16 Absatz 4 BOStrab.

⁹ § 16 Absatz 4 Satz 2 BOStrab.

¹⁰ Vgl. § 55 Absatz 1 BOStrab.

¹¹ § 16 Absatz 4 Sätze 3 und 4 BOStrab, vgl. Kap. 2.1.3.

¹² § 55 Absatz 3 BOStrab.

¹³ § 16 Absatz 4 Sätze 5 und 6, vgl. Kap. 2.1.3.

¹⁴ § 55 Absatz 3 BOStrab.



Bild 3: Beispiel für eine Straßenbahn auf unabhängigem Bahnkörper

2.1.3 Bahnübergang

Der Begriff „Bahnübergang“ ist in einschlägigen Rechtsvorschriften definiert und wird im Folgenden erläutert.

2.1.3.1 Definition im Wiener Übereinkommen über den Straßenverkehr

Das Wiener Übereinkommen über den Straßenverkehr ist ein von zahlreichen Ländern weltweit ratifizierter Vertrag zur Standardisierung von Verkehrsregeln. Gemäß Kapitel I, Art 1 i) des Wiener Übereinkommens über den Straßenverkehr handelt es sich bei einem Bahnübergang um eine „*höhengleiche Kreuzung zwischen einer Strasse [sic] und Eisenbahn- oder Strassenbahnschienen [sic] auf eigenem Schienenkörper*“ (Wiener Übereinkommen).

2.1.3.2 Definition und Vorgaben nach BOStrab

Bei der BOStrab handelt es sich um eine Rechtsverordnung des Bundes, die Vorgaben bezüglich des Baus und des Betriebs der Straßenbahnen auführt. Gemäß BOStrab handelt es sich bei Bahnübergängen um höhengleiche Kreuzungen von besonderen und unabhängigen Bahnkörpern mit Straßen, Wegen und Plätzen.

Die BOStrab gibt für Bahnübergänge über unabhängige Bahnkörper Ausstattungsregeln vor. Verhaltensregeln werden mit Bezug zur Straßenverkehrs-Ordnung aufgeführt. Gemäß BOStrab hat die „*Straßenbahn [...] an höhengleichen Kreuzungen von besonderen und unabhängigen Bahnkörpern mit Straßen, Wegen und Plätzen (Bahnübergängen) Vorrang, soweit die Straßenverkehrs-Ordnung dies bestimmt.*“¹⁵

„*Personen, die nicht Betriebsbedienstete sind, dürfen Betriebsanlagen und Fahrzeuge, soweit sie nicht dem allgemeinen Verkehrsgebrauch dienen, nicht betreten oder sonst benutzen. Vor allem dürfen sie besondere und unabhängige Bahnkörper nur an den dafür bestimmten Stellen überqueren.*“ (§ 58 Abs. 1 Satz 1f. BOStrab).

2.1.3.3 Vorgaben nach StVO

Die StVO legt Verhaltensregeln für sämtliche Verkehrsteilnehmer im Straßenverkehr, auf öffentlichen Straßen, Wegen und Plätzen fest. Sie bestimmt auch die Bedeutung der Verkehrszeichen und Verkehrseinrichtungen und regelt deren Einsatz.

Die StVO legt im Zusammenhang mit dem Betrieb von Schienenfahrzeugen beispielsweise fest, dass diese auf Bahnübergängen mit Andreaskreuz immer Vorrang haben¹⁶. An Bahnübergängen über Fuß-, Feld-, Wald- oder Radwege gilt die Vorrangregelung allerdings auch ohne Anordnung eines Andreaskreuzes.¹⁷ Allerdings kann die Anordnung des Andreaskreuzes auch an diesen Gleisquerungen unter bestimmten Voraussetzungen erforderlich sein (vgl. Kap. 2.4.2).

Als Verhaltensregel legt die StVO für Fußgänger darüber hinaus fest, dass diese in sicherer Entfernung vor einem Bahnübergang zu warten haben, „*wenn*

- *sich ein Schienenfahrzeug nähert,*
- *rotes Blinklicht oder gelbe Lichtzeichen gegeben werden,*
- *die Schranken sich senken oder geschlossen sind,*
- *ein Bahnbediensteter Halt gebietet oder*
- *ein hörbares Signal [...] des herannahenden Zuges ertönt.*“¹⁸

Diese Verhaltensregeln gelten bei Fuß-, Feld-, Wald- oder Radwegen unabhängig davon, ob ein Andreaskreuz aufgestellt wurde oder nicht.¹⁹

Weiterhin besagt § 25 Abs. 5 StVO, dass „*Gleisanlagen, die nicht zugleich dem sonstigen öffentlichen Straßenverkehr dienen, [...] nur an den dafür vorgesehenen Stellen betreten werden [dürfen]*“.

2.1.4 Begriff „Gleisquerung“ und Abgrenzung des Untersuchungsauftrags

Zwischen der BOStrab i. d. F. 2007 und der StVO bestanden uneinheitliche Festlegungen bezüglich der Definition eines Bahnübergangs und der damit

¹⁵ § 20 Absatz 1 BOStrab.

¹⁶ Vgl. § 19 Absatz 1 Nr. 1 StVO.

¹⁷ Vgl. § 19 Absatz 1 Nr. 2 StVO.

¹⁸ § 19 Absatz 2 StVO.

¹⁹ Vgl. § 19 Absatz 4 StVO.

verbundenen Vorrangregelung, insbesondere beim besonderen Bahnkörper. Dies hat der Gesetzgeber erkannt und mit der Novellierung der BOStrab sowie Anpassungen der StVO entsprechend korrespondierende Regelungen geschaffen.²⁰ Allerdings handelt es sich nicht in jedem Fall um einen Bahnübergang nach BOStrab, wenn auch die StVO Verhaltensregeln für Fußgänger und Radfahrer an solchen Bahnübergängen vorschreibt.

Die rechtliche Einordnung spielt aus Sicht der Nutzer und für ihr Verhalten beim Überqueren der Gleise zunächst eine untergeordnete Rolle. Daher wird in diesem Bericht im Folgenden unabhängig von der rechtlichen Einordnung für alle betrachteten Übergänge von Fußgängern oder Radfahrern über besondere und unabhängige Bahnkörper der Straßenbahn einheitlich der Begriff „Gleisquerung“²¹ verwendet. Abweichend kann es im Einzelfall im Zusammenhang mit der Beschreibung von Rechtsverordnungen geboten sein, den rechtlich eingeführten Begriff (z. B. Bahnübergang) zu verwenden.

Bei Kreuzungen von Wegen für Straßenverkehrsteilnehmer mit Straßenbahnstrecken im Bereich straßenbündiger Bahnkörper handelt es sich grundsätzlich nicht um Bahnübergänge im Sinne der o. g. Rechtsverordnungen. Im Gegensatz zu besonderen und unabhängigen Bahnkörpern, die nur an den dafür vorgesehenen Stellen überquert werden dürfen²², können straßenbündige Bahnkörper auch linienhaft (z. B. im Zuge von Straßenabschnitten) überquert werden. Diese Untersuchung fokussiert auf Gleisquerungen an besonderen und unabhängigen Bahnkörpern. Gleisquerungen über straßenbündige Bahnkörper sind nicht Bestandteil dieser Untersuchung.

Zudem werden lediglich Gleisquerungen im Geltungsbereich des Straßenbahnrechts (BOStrab) betrachtet. In einigen Linienverkehrsnetzen der Straßenbahnen in Deutschland fahren Straßenbahnen abschnittsweise auf Gleisen, die dem Eisenbahnrecht (Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung – EBO) unterliegen. Bahnübergänge bzw. Gleisquerungen im Streckennetz mit Betrieb nach EBO bleiben in diesem Forschungsvorhaben unberücksichtigt.

2.2 Sicherung von Gleisquerungen

Die Sicherung von Gleisquerungen für den Fuß- und Radverkehr kann grundsätzlich auf zwei verschiedene Arten erfolgen:

- Die Sicherung durch Übersicht auf die Bahnstrecke oder
- eine technische Sicherung.

Die Ausführung dieser beiden Sicherungsformen wird im Folgenden näher beschrieben.

2.2.1 Sicherung durch Übersicht auf die Bahnstrecke

Bei Gleisquerungen für den Fuß- und Radverkehr über besondere und unabhängige Bahnkörper gilt im Allgemeinen das Grundprinzip der Sicherung durch Übersicht auf die Bahnstrecke (für Abweichungen s. Kap. 2.2.2). Zu den Randbedingungen für diese Sicherungsform finden sich Vorgaben in der BOStrab und in der StVO.

2.2.1.1 BOStrab

Gemäß § 20 Abs. 2 BOStrab sind Bahnübergänge über unabhängige Bahnkörper mit Vorrang für die Straßenbahn durch Übersicht auf die Bahnstrecke zu sichern. Dies ist gegeben, *„wenn die übrigen Verkehrsteilnehmer die Bahnstrecke so weit und aus einem solchen Abstand einsehen können, dass sie bei Anwendung der im Verkehr erforderlichen Sorgfalt den Bahnübergang ungefährdet überqueren oder vor ihm anhalten können“*.

„Die Übersicht kann nur durch eine technische Sicherung im Sinne des Absatzes 5 ersetzt werden.“²³

Die Sicherung durch Übersicht hat grundsätzlich durch den Straßenverkehrsteilnehmer (hier: Fußgänger oder Radfahrer) selbst durch Sehen oder Hören zu erfolgen (FREYSTEIN et al. 2008, S. 302). Bei der Sicherung durch Übersicht steht das Sehen im Vordergrund, Hören kann die Sicherheit zusätzlich ergänzen. Die Sicherungsart „Übersicht auf die Bahnstrecke“ ist daher z. B. für blinde und stark sehbehinderte Menschen i. d. R. nicht anwendbar. Dies hat eine Relevanz beim barrierefreien Ausbau von Gleisquerungen (vgl. Kap. 2.5).

²⁰ Eine Gegenüberstellung der für dieses FE-Vorhaben relevanten Änderungen der BOStrab findet sich in einem Anhang zu diesem Forschungsbericht, der als eigenständige Pdf-Datei veröffentlicht wurde.

²¹ Unter „Gleisquerung“ werden die in den unterschiedlichen technischen Regelwerken verwendeten Begriffe für eine „Überquerungsstelle über eine Straßenbahnstrecke“ zusammengefasst (z. B. Bahnübergang (BOStrab, StVO), Querungsstelle

(EAÖ), Querungsanlage (RiLSA), Gleisquerungsbereich (EFA), Gleisquerungsstelle usw.).

²² Vgl. § 58 Abs. 1 Satz 2 BOStrab.

²³ § 20 Absatz 2 Satz 3 BOStrab.

Für die Sicherung durch Übersicht sind entsprechende Sichtdreiecke in Abhängigkeit der zulässigen Streckengeschwindigkeit der Straßenbahn und der Annäherungsgeschwindigkeit des überquerenden Verkehrsteilnehmers freizuhalten, damit sich der Gleisquerung annähernde Personen die Möglichkeit haben, die erforderliche Übersicht auf die Bahnstrecke zu erlangen. Für den Radverkehr sind aufgrund der höheren Annäherungsgeschwindigkeit größere Sichtdreiecke als für den Fußverkehr anzusetzen.

Je nach Örtlichkeit kann es jedoch sein, dass die Übersicht erst auf der Aufstellfläche hergestellt werden kann und eine Person vor dem Überqueren der Gleise ggf. anhalten muss, um sich abzusichern. In diesem Fall sind ausreichend breite Aufstellbereiche vorzusehen (vgl. Kap. 2.3.3) oder bei besonderen Bahnkörpern ist eine technische Sicherung erforderlich, welche die Sicherung durch Übersicht entbehrlich macht und das Queren von anliegenden Fahrbahnen und Gleisen in einem Zuge ermöglicht.

2.2.1.2 StVO

Auch die StVO bzw. VwV-StVO verlangen grundsätzlich ausreichende Sichtbeziehungen, wenn ausschließlich eine Sicherung durch Übersicht auf die Bahnstrecke in Betracht gezogen wird. Sollte aus unterschiedlichen Gründen (z. B. Bebauung, Bepflanzung) keine ausreichende Übersicht am Bahnübergang vorhanden sein, kann den Verkehrsteilnehmern durch das Aufstellen von Andreaskreuzen verdeutlicht werden, dass diese sich dem Bahnübergang vorsichtig annähern sollen, um eine ausreichende Übersicht wahrzunehmen.

Die Anordnung des Andreaskreuzes zur Kennzeichnung des Vorrangs der Straßenbahn ist jedoch nicht obligatorisch. Es kann folglich auch eine Anordnung von Andreaskreuzen an Bahnübergängen erfolgen, an denen der Vorrang durch die Schienenbahnen nicht zwingend erst durch Anbringung des Andreaskreuzes angezeigt werden muss.²⁴ Dies ist beispielsweise an Bahnübergängen von Fuß-, Feld-, Wald- oder Radwegen der Fall.²⁵

2.2.2 Technische Sicherung

Grundsätzliche Bestimmungen über die Ausrüstung zur technischen Sicherung von Bahnübergängen an Straßenbahnstrecken liefern die BOStrab und die StVO bzw. die zugehörige Verwaltungsvorschrift (VwV-StVO).

2.2.2.1 BOStrab

Grundsätzlich wird im Straßenbahnbetrieb auf Sicht gefahren. „Fahren auf Sicht“ ist eine betriebliche Regelung zur Abstandhaltung von Straßenbahnen untereinander.

Gemäß § 49 Absatz 2 BOStrab gilt:

„Auf Sicht dürfen nicht fahren

1. Züge unabhängiger Bahnen,
2. Züge straßenabhängiger Bahnen
 - a) bei Streckenhöchstgeschwindigkeit über 70 km/h,
 - b) in Tunneln“.

An Bahnübergängen über unabhängige Bahnkörper mit Vorrang für die Straßenbahn wird eine technische Sicherung obligatorisch,

- „wenn auf dem Bahnübergang Straßenbahnen auf Zugsicherung fahren,
- auf der kreuzenden Strecke schneller als 50 km/h gefahren werden darf oder
- der Bahnübergang innerhalb eines Tages in der Regel von mehr als 100 Kraftfahrzeugen überquert wird.“²⁶

Die technische Sicherung erfordert grundsätzlich folgende Einrichtungen an einem Bahnübergang i. S. d. Absatzes 1 Satz der BOStrab²⁷:

1. „Lichtzeichen in der Farbfolge Gelb – Rot nach Anlage 1 Bild 2 [der VO], die mit Halbschranken nach Anlage 1 verbunden sein können“
2. „Überwachungssignale Bü0 und Bü1 nach Anlage 4 [der VO] vor dem Bahnübergang oder eine in die Zugsicherungsanlagen eingebundene Überwachung der Einrichtungen nach Nummer 1“.

Die Überwachungssignale sind in **Tab. 1** dargestellt.

²⁴ Vgl. VwV-StVO Rn. 11 zu Zeichen 201 Andreaskreuz und Kap. 2.4.2.

²⁵ Vgl. § 19 Absatz 1 Nr. 2 StVO.

²⁶ § 20 Absatz 3 BOStrab.

²⁷ § 20 Absatz 5 BOStrab.

Kurzbezeichnung	Bü0	Bü1
Signalbild		
Beschreibung	Ein schwarz-weiß schräg gestreiftes, rückstrahlendes Mastschild.	Ein weißes Blinklicht über einem schwarz-weiß schräg gestreiften, rückstrahlenden Mastschild.
Bedeutung	Halt vor dem Bahnübergang; Weiterfahrt nur, wenn es die Verkehrslage erlaubt.	Der Bahnübergang darf befahren werden,
Erläuterung	Bü0 zeigt an, dass die technische Sicherung des Bahnübergangs ausgefallen ist.	Bü1 zeigt an, dass die technische Sicherung des Bahnübergangs ordnungsgemäß arbeitet.

Tab. 1: Überwachungssignale nach Anlage 4 der BOStrab vor dem Bahnübergang

Diese Ausführungen zur technischen Sicherung beziehen sich allerdings auf Bahnübergänge über unabhängige Bahnkörper, die vornehmlich durch den Kraftfahrzeugverkehr genutzt werden und bei denen Fußgänger oder Radfahrer im Zuge straßenbegleitender Wege oder im Mischverkehr über unabhängige Bahnkörper der Straßenbahn mitgeführt werden.

Für Gleisquerungen im Zuge von reinen oder kombinierten Fuß- oder Radwegen kann von diesen Regelungen abgewichen werden. So genügt „bei Bahnübergängen von Fuß- und Radwegen auf Streckenabschnitten mit Fahren auf Sicht [...] eine Lichtzeichenanlage.“²⁸

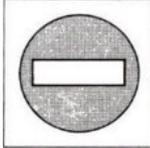
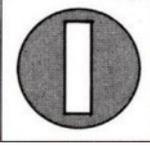
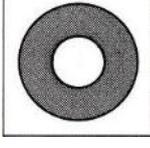
„Auf [...] eine Lichtzeichenanlage [kann] verzichtet werden, wenn nach örtlichen Verhältnissen dafür

kein Erfordernis besteht und die Technische Aufsichtsbehörde zustimmt.“²⁹

Bezüglich des Einsatzes von Überwachungssignalen vor dem Bahnübergang im Zuge der technischen Sicherung besteht unter bestimmten Voraussetzungen neben der in § 20 Absatz 5 Nr. 2 aufgeführten Ausnahme die Möglichkeit, von der Verwendung der Bü-Signale abzusehen:

„Auf Streckenabschnitten mit Fahren auf Sicht dürfen anstelle der [...] Überwachungssignale auch Fahrsignale nach Anlage 4 unmittelbar vor dem Bahnübergang verwendet werden.“³⁰

In der Regel werden in diesem Zusammenhang nur die Signale F 0 „Halt“ und F 1 „Fahrt freigegeben nur geradeaus“ verwendet (**Tab. 2, Bild 4** und **Bild 5**). Die Signale werden üblicherweise unmittelbar vor dem Bahnübergang aufgestellt.

Bezeichnung	Signalbild	Bedeutung
F 0		Halt
F 1		Fahrt freigegeben nur geradeaus
F 4		Halt zu erwarten

Tab. 2: Sinnbilder der ÖPNV-Signalgeber nach Anlage 4 BOStrab (Auszug)

²⁸ § 20 Absatz 2 BOStrab, vgl. Kap. 2.1.3.

²⁹ § 20 Absatz 4 Satz 2 BOStrab.

³⁰ § 20 Absatz 5 Satz 2 BOStrab.



Bild 4: Fahrsignal F 0 bei „Grün“ für Fußgänger an einem mit Lichtzeichenanlage technisch gesicherten Bahnübergang



Bild 5: Fahrsignal F 1 bei „Rot“ für Fußgänger an einem mit Lichtzeichenanlage technisch gesicherten Bahnübergang

2.2.2.2 StVO

Die Straßenverkehrs-Ordnung bzw. die zugehörige Verwaltungsvorschrift schreiben eine wie in der BOStrab beschriebene technische Sicherung nicht explizit vor.³¹ Jedoch heißt es in der VwV-StVO, dass die technische Sicherung „wegen der zunehmenden Verkehrsdichte auf den Straßen [...] anzustreben“ sei.³² Liegt der Bahnkörper der Straßenbahn nicht innerhalb des Verkehrsraums einer öffentlichen Straße, ist „schon bei mäßigem Verkehr auf der querenden Straße oder wenn auf dieser Straße schneller als 50 km/h gefahren wird, die Anbringung einer straßenbahnabhängigen, in der Regel zweifarbigen Lichtzeichenanlage [nach § 37 Absatz 2 Nummer 3] oder von Schranken zu erwägen.“³³

Zudem ergeben sich aus den Festlegungen der VwV-StVO unter bestimmten Voraussetzungen Ausstattungsgrundsätze für die technische Sicherung: „Wird an einer Kreuzung oder Einmündung der Verkehr durch Lichtzeichen geregelt, muss auch der Straßenbahnverkehr auf diese Weise geregelt werden.“³⁴

³¹ Wenn die Anforderungen der BOStrab anwendbar sind, ist die technische Sicherung entsprechend umzusetzen.

³² VwV-StVO Rn. 4 zu Zeichen 201 Andreaskreuz.

³³ VwV-StVO Rn. 11 zu Zeichen 201 Andreaskreuz.

Die technische Sicherung erfolgt in diesem Fall immer mit Lichtzeichenanlagen nach § 37 StVO, der Straßenbahnverkehr wird mit Fahrsignalen (Tab. 2) gesteuert und in die Signalisierung des Gesamtverkehrs am Knotenpunkt eingebunden.

Für Gleisquerungen im Zuge von reinen oder kombinierten Fuß- oder Radwegen macht die StVO bzw. die zugehörige VwV keine Vorschriften bezüglich der technischen Sicherung, sondern nur hinsichtlich der Verhaltensregeln der Fußgänger und Radfahrer.

Hinweise zur technischen Ausführung für die Lichtzeichenanlagen, die an Gleisquerungen verwendet werden können, sind in den Richtlinien für Lichtsignalanlagen (RiLSA) zusammengefasst (vgl. Kap. 2.2.3).

2.2.3 Ausführungsformen der Signalisierung nach RiLSA

Die Ausführung und Bemessung der bei der technischen Sicherung eingesetzten Lichtzeichenanlagen nach StVO im Straßenverkehr erfolgt i. d. R. gemäß den Richtlinien für Lichtsignalanlagen (RiLSA) (FGSV 2015).

Bei der Signalisierung von Gleisquerungen unterscheidet die RiLSA nach straßenbündigen Bahnkörpern sowie besonderen oder unabhängigen Bahnkörpern gemäß § 16 Abs. 4 BOStrab (vgl. Kap. 2.1.2).

Für Gleisquerungen über besondere und unabhängige Bahnkörper für den Fuß- und Radverkehr, welche Untersuchungsgegenstand dieser Arbeit sind, beschreibt die RiLSA unterschiedliche Möglichkeiten der Signalisierung (FGSV 2015, S. 18):

- Signalisierung mit gelbem Blinklicht³⁵ als Springlicht mit zwei übereinander oder nebeneinander angeordneten Leuchtfeldern,
- Signalisierung mit den Signalen ROT und DUNKEL mit DUNKEL als Grundstellung und
- Signalisierung mit den Signalen ROT und DUNKEL mit ROT als Grundstellung.

Von einer Signalisierung mit GRÜN statt DUNKEL raten die RiLSA ab (FGSV 2015, S. 18; vgl. Kap. 2.2.3.2).

³⁴ VwV-StVO Rn. 12 Satz 3 zu Zeichen 201 StVO.

³⁵ Gemäß StVO ist Gelbblinken nur ein Warnlicht als Ergänzung bei Sicherung durch Übersicht und keine technische Sicherung i. S. d. BOStrab (s. Kap. 2.2.3.3).

An besonderen und unabhängigen Bahnkörpern halten die RiLSA grundsätzlich eine Anforderungssteuerung durch die Straßenbahn für sinnvoll. Dies insbesondere dann, wenn die Bahnen auf Streckenabschnitten hohe Geschwindigkeiten erreichen (FGSV 2015, S. 18).

2.2.3.1 Signalisierung ROT-DUNKEL

Wird die Signalfolge DUNKEL-ROT-DUNKEL für den Fuß- und Radverkehr verwendet, ist für die Straßenbahn eine eindeutige Signalisierung mit den Signalbildern F 0 und F 1 möglich (vgl. **Tab. 2**). Unter Sicherheitsaspekten wird diese Form der Signalisierung daher in den Empfehlungen für Anlagen des öffentlichen Personennahverkehrs (EAÖ) als zu bevorzugende Variante gegenüber der Verwendung des Warnlichts (Gelbblinken) beschrieben. Bei der Verwendung des Warnlichts kann gem. EAÖ allerdings *„keine Freigabe für die Straßenbahn durch das Fahrsignal F 1 erfolgen, da es sich bei dem gelben Blinklicht lediglich um eine Achtungssignal handelt“*. (FGSV 2013a, S. 87) Zudem wird aufgrund der Eindeutigkeit des Rotlichts als Sperrsignal insbesondere für Menschen mit kognitiven Einschränkungen und für Kinder ein Vorteil in dieser Regelung gesehen.

Grundsätzlich bestehen bei der Signalisierung mit ROT-DUNKEL-Schaltung zwei alternative Möglichkeiten (FGSV 2015, S. 18):

- **Grundstellung GESPERRT für Straßenbahn und DUNKEL Fußgänger:**

Nach Anforderung durch die sich nähernde Straßenbahn werden die Fußgängersignale auf ROT geschaltet und die Fahrt wird nach Ablauf der Fußgängerräumzeit (ca. 5 s) mit dem Signal F 1 (**Tab. 2**) für die Straßenbahn freigegeben. Das ÖV-Signal geht nach Ende der Freigabezeit in die Grundstellung GESPERRT und das Fußgängersignal wechselt nach Ablauf der Zwischenzeit in die Grundstellung DUNKEL. Diese Form der Signalisierung erfordert das Signal F 0 (**Tab. 2**) für die Straßenbahn. Diese Ausführung der Signalisierungsform ROT-DUNKEL ist bei dieser Form der Signalisierung der Regelfall.

- **Grundstellung ROT für den Fußverkehr und FREI für die Straßenbahn:**

In diesem Fall müssen sich überquerungswillige Fußgänger das Freigabesignal über eine Anforderung holen. Die Freigabe wird erteilt,

sofern sich keine Straßenbahn dem Konfliktpunkt nähert.

2.2.3.2 Signalisierung ROT-GRÜN

Als weitere Möglichkeit der Signalisierung der Gleisquerung besteht die Sicherung durch ROT-GRÜN anstelle ROT-DUNKEL. Von dieser Form der Signalisierung raten die RiLSA allerdings ab: *„Wegen der zum motorisierten Individualverkehr vergleichsweise geringen Fahrtenhäufigkeit der öffentlichen Verkehrsmittel würde GRÜN zeitlich sehr lange aufleuchten und könnte zudem an den außen liegenden Furten über die Richtungsfahrbahnen zu Fehlinterpretationen führen.“* (FGSV 2015, S. 18) Die Signalisierungsform im Bereich der Gleisquerung sollte sich daher von der Signalisierungsform im Bereich der Fahrbahnen unterscheiden.

Auch die EAÖ sehen Nachteile bei der Sicherung mit Signalisierung ROT-GRÜN. Es wird auch hier vermutet, dass es bei gleichzeitiger Signalisierung der Fahrbahnen des Individualverkehrs und der Gleisquerung in Mittellage zu Fehlinterpretationen der Lichtsignale kommen kann. Beispielsweise *„bei unterschiedlicher Signalstellung (z. B. Fahrbahnquerung für den Fußgänger frei, Gleisquerung hingegen gesperrt) [...], falls fälschlicherweise der in gleicher Blickachse angeordnete Signalgeber für die Straßenquerung bei der Gleisquerung betrachtet wird“* (FGSV 2013a, S. 86).

Wird ROT-GRÜN dennoch verwendet, sind Mindestfreigabezeiten (festgelegt in der RiLSA) für querende Fußgänger und Radfahrer zu berücksichtigen. Hier sehen die EAÖ einen Nachteil bei der Sicherung mit ROT-GRÜN, da eine flexible Abstimmung der Signalisierung der Straßenbahn und der Fußgänger bzw. Radfahrer erschwert wird (FGSV 2013a, S. 87).

2.2.3.3 Signalisierung mit Warnlicht (GELBBLINKEN)

Eine weitere an Gleisquerungen über unabhängige und besondere Bahnkörper (nach § 16 Absatz 4 BOStrab) eingesetzte Signalisierungsform ist die Signalisierung mit einem Warnlicht³⁶ (FGSV 2015, S. 18; FGSV 2013a, S. 87). Bei dieser Signalisierungsform handelt es sich um eine Ergänzung der Sicherung durch Übersicht und keine technische Sicherung. Die Verwendung des Warnlichts alleine löst für den querenden Fuß- oder Radverkehr keine

³⁶ „Gelbes Blinklicht warnt vor Gefahren.“ (vgl. § 38 Absatz 3 Satz 1 StVO).

Wartepflicht aus.³⁷ Eine Wartepflicht bedingt die Verwendung eines roten Lichtsignals.³⁸

Das Warnlicht ist ein einfeldiger oder zweifeldiger Hilfssignalgeber. Die Leuchtfelder werden als Vollscheibe ausgeführt oder können ein schwarzes Sinnbild „Straßenbahn“ auf dem gelbem Leuchtfeld zeigen (**Bild 6**). Bei zweifeldigen Signalgebern sollte auf beiden Leuchtfeldern dasselbe Sinnbild (bzw. kein Sinnbild) angezeigt werden (FGSV 2015, S. 66).

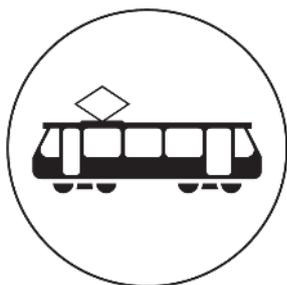


Bild 6: Sinnbild „Straßenbahn“ für Hilfssignalgeber gem. RiLSA

Durch die Anordnung als zweifeldiger Signalgeber mit zwei übereinander oder nebeneinander angeordneten Leuchtfeldern, welche im Betrieb abwechselnd blinken („Springlicht“), erwarten die RiLSA einen höheren Warneffekt, als mit einem einfachen Blinklicht (FGSV 2015, S. 66).



Bild 7: Zweifeldiges Springlicht mit Sinnbild „Straßenbahn“ – Anordnung übereinander (Kassel)



Bild 8: Zweifeldiges Springlicht mit Sinnbild „Straßenbahn“ – Anordnung nebeneinander (Leipzig)

Wird ein Hilfssignalgeber als Signal für Fußgänger an einer Gleisquerung verwendet, ist dieser hinter dem Konfliktbereich anzuordnen. Hilfssignale sollten nur zum Einsatz kommen, wenn die Warnung auf eine andere Weise nicht deutlich genug vermittelt werden kann. Um den Warneffekt des gelben Blinklichts nicht durch zu häufige Anwendung abzunutzen, sollten Hilfssignale nach Möglichkeit zudem sparsam verwendet werden (FGSV 2015, S. 66) sowie (§ 38 Absatz 3 Nr. 2 VwV-StVO)).

Das durch eine Anforderungssteuerung ausgelöste gelbe Blinklicht soll eine Vorblinkzeit, die das Eintreffen der Straßenbahn vorzeitig ankündigt, erhalten. Die Vorblinkzeit soll mindestens der erforderlichen Räumzeit der Fußgänger entsprechen (Bemessung nach RiLSA). Aus dem erforderlichen Zeitbedarf ermittelt sich die Lage des Anforderungspunkts (FGSV 2015, S. 18).

Da es sich bei dem Blinklicht lediglich um ein Achtungssignal handelt und nicht um eine technische Sicherung i. S. d. BOStrab, ist für die Straßenbahn die Anzeige „Fahrt freigegeben“ mit dem Signal F 1 (vgl. **Tab. 2**) in der Regel nicht möglich. Damit das Fahrpersonal erkennt, dass die Anlage in Betrieb ist, kann allerdings das Signal F 0 „Halt“ aufgestellt werden. Dieses leuchtet auf, wenn das Blinklicht dunkel ist und erlischt, wenn das Blinksignal eingeschaltet ist (FGSV 2013a, S. 87). Weiterhin kann der Fahrer auch mit einem Quittierungssignal auf die eingeschaltete Anlage hingewiesen werden.

2.2.3.4 Signalisierung an straßenbündigen Bahnkörpern

Gleisquerungen an straßenbündigen Bahnkörpern werden für die Fußgänger mit der Signalfolge GRÜN – ROT – GRÜN und für Radfahrer mit der Signalfolge GRÜN-GELB-ROT-ROT/GELB-GRÜN

³⁷ Für Fußgänger und Radfahrer besteht dennoch eine Wartepflicht gegenüber den Straßenbahnen (vgl. § 19 Absatz 1 StVO).

³⁸ Vgl. § 37 Abs. 2 Nr. 1 StVO.

(dreifeldige Signalgeber) im Zuge der Fahrbahnüberquerung signalisiert (FGSV 2015, S. 11).

Gleisquerungen über straßenbündige Bahnkörper sind nicht Gegenstand dieser Untersuchung. Die Signalisierung dieser Gleisquerungen wird hier der Vollständigkeit halber beschrieben.

2.2.4 Weitere Empfehlungen bei der Signalisierung von Gleisübergängen

Die EAÖ empfehlen für die technische Sicherung von Gleisquerungen über unabhängige und besondere Bahnkörper eine einheitliche Form der Signalisierung in einem Stadtgebiet (FGSV 2013a, S. 87). Sofern an einem Bahnübergang keine Schranken für die technische Sicherung in Betracht kommen, sollte ansonsten nur eine der vorgenannten Signalisierungsformen an Gleisquerungen eingesetzt werden.

Das Signal an der Gleisquerung sollte unmittelbar nach der Vorbeifahrt der Straßenbahn erlöschen (ebd.). Dies kann die Akzeptanz der Signalisierung durch Fußgänger und Radfahrer verbessern.

Insbesondere bei der verstärkten Benutzung einer Gleisquerung durch Kinder sollten zusätzliche Signalgeber in geringer Höhe in Betracht gezogen werden (ebd.).

Insbesondere bei Gleisquerungen in Mittellage von Straßen des Individualverkehrs wird empfohlen, die Signalgeber mit großen Leuchtfeldern (300 mm statt 200 mm) auszurüsten. Dies dient dem Zweck, insgesamt und insbesondere gegenüber der Signalisierung über die Fahrbahnen des Individualverkehrs eine höhere Auffälligkeit zu erreichen (ebd.).

Dienen Fußgängerfurten gleichzeitig als Zugänge zu einer Haltestelle, z. B. bei Bahnkörpern in Mittellage, wird empfohlen, die Freigabezeiten über die Fahrbahnen so zu schalten, dass einfahrende ÖPNV-Fahrzeuge von den am Fahrbahnrand wartenden Fahrgästen noch erreicht werden können (FGSV 2015, S. 18). Eine progressive Signalisierung von hintereinanderliegenden Gleis- und Fahrbahnfurten sollte in diesen Fällen vermieden werden, da Fahrgäste am Zugang zur Haltestelle gehindert und sich die Rotläuferanteile erhöhen würden.

2.2.5 Trampelpfade

Trotz der Anlage von Gleisquerungen im Zuge von Haupttrouten des Fuß- und Radverkehrs sowie verschiedener Sicherungsmaßnahmen lässt sich beobachten, dass Umlaufsperrungen umgangen werden

oder die Gleise außerhalb der für das Queren vorgesehenen Bereiche überschritten werden. Trotz des Verbots in § 58 Abs. 1 BOStrab (Bild 9) kann dies in der Praxis zu deutlich erkennbaren Trampelpfaden führen. In Fällen mit erkennbaren Trampelpfaden ist ein Handlungsbedarf zu prüfen. Hierzu haben im Einzelfall Gerichte eine Verkehrssicherungspflicht auch in bestimmten Fällen vorhersehbaren Fehlverhaltens Dritter festgestellt.



Bild 9: Hinweisschild zum Betretungsverbot des Bahnkörpers

„Hat sich neben einem Schlängelgitter, durch das der Bahnunternehmer einen Bahnübergang für Fußgänger und Radfahrer gesichert hat, ein Trampelpfad gebildet, so daß [sic] für den Bahnunternehmer erkennbar wird, daß [sic] Fußgänger und Radfahrer vielfach unter Umgehung des Schlängelgitters den Bahnkörper betreten bzw. befahren, verstößt der Bahnunternehmer gegen seine Verkehrssicherungspflicht, wenn er es unterläßt [sic], durch Beseitigung des Trampelpfades bzw. Verbreiterung der Absperrung alle Passanten zur Benutzung des Schlängelgitters und damit insbesondere Radfahrer zum Absteigen zu zwingen.“ (OLG Naumburg, Urteil vom 09.12.1997)

Hat sich auf der freien Strecke ein für den Bahnbetreiber erkennbarer Trampelpfad gebildet, so hat er nach Ansicht des Oberlandesgerichts Karlsruhe auch dort seiner Verkehrssicherungspflicht nachzukommen und Abhilfemaßnahmen zu ergreifen. (OLG Koblenz, Urteil vom 13.01.2003).

Dies könnte in der Praxis beispielsweise die Anordnung von Absperrgittern oder die Einrichtung einer zusätzlichen Gleisquerung an dieser Stelle sein.

2.2.6 Verkehrsschau

Die „Verkehrsschau“ ist ein verwaltungsrechtlicher Vorgang, bei dem der Zustand der Straßen sowie die Sichtbarkeit der Verkehrszeichen und Verkehrseinrichtungen einer regelmäßigen Prüfung unterzogen werden (DVR 2017a). Für einen sicheren Ver-

kehrsablauf ist es erforderlich, dass sich Verkehrszeichen und Verkehrseinrichtungen in einem technisch einwandfreien Zustand befinden.

„Alle zwei Jahre haben die Straßenverkehrsbehörden zu diesem Zweck eine umfassende Verkehrsschau vorzunehmen, auf Straßen von erheblicher Verkehrsbedeutung und überall dort, wo nicht selten Unfälle vorkommen, alljährlich, erforderlichenfalls auch bei Nacht. An den Verkehrsschauen haben sich die Polizei und die Straßenbaubehörden zu beteiligen; auch die Träger der Straßenbaulast, die öffentlichen Verkehrsunternehmen und ortsfremde Sachkundige aus Kreisen der Verkehrsteilnehmer sind dazu einzuladen. Bei der Prüfung der Sicherung von Bahnübergängen sind die Bahnunternehmen, für andere Schienenbahnen gegebenenfalls die für die technische Bahnaufsicht zuständigen Behörden hinzuzuziehen. Über die Durchführung der Verkehrsschau ist eine Niederschrift zu fertigen.“³⁹

Für Bahnübergänge kommt eine besondere Bahnübergangsschau infrage, die allerdings auf die Bahnübergänge der Eisenbahnen abzielt. (FGSV 2013b, S. 27; BLFA StVO)

Im Straßenbahnbereich können Verkehrsschauen ggf. analog zu den Bahnübergangsschauen stattfinden. Gab es an einer Gleisquerung einen Unfall, kann dies ein Anlass für eine Sonderverkehrsschau sein.

2.3 Bauformen

Für die Ausgestaltung von Gleisquerungen für Fußgänger und Radfahrer können grundsätzlich zwei Bauformen zur Ausführung kommen (vgl. FGSV 2013a, S. 85):

- Eine geradlinige Führung über den Bahnkörper oder
- eine Führung mit erzwungenem Richtungswechsel mit einem Versatz oder in Z-Form.

2.3.1 Geradlinige Gleisquerung

Bei der geradlinigen Gleisquerung liegen Aufstellfläche und Querung in einer Flucht (**Bild 10**). Für überquerende Personen ergibt sich somit eine direkte Führung ohne Richtungswechsel.

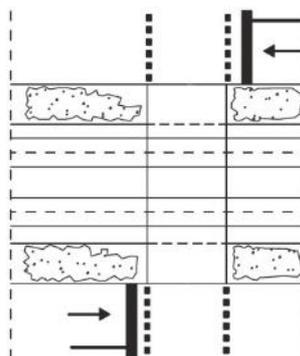


Bild 10: Geradlinige Gleisquerung (FGSV 2013a)

Die geradlinige Gleisquerung wird im Vergleich zur Z-Querung bzw. Gleisquerung mit Versatz im Allgemeinen als weniger sicher eingeschätzt, da der Blick der Fußgänger und Radfahrer bei dieser Führungsform nicht jeweils auf die entgegenkommende Bahn gerichtet wird (FGSV 2013a, S. 85).

2.3.2 Führung mit erzwungenem Richtungswechsel

Durch die Anordnung der Umlaufsperrn in Z-Form (**Bild 11**) oder als Versatz (**Bild 12**) steigt die Wahrscheinlichkeit, dass querende Personen ihren Blick in Richtung einer sich nähernden Straßenbahn richten (vgl. FGSV 2013a, S. 85). *„Umlaufsperrn sind so zu gestalten, dass die Wegebewutzer der Fahrtrichtung der Straßenbahn entgegen gehen [sic] müssen.“⁴⁰*

Dadurch soll die Erkennbarkeit einer sich der Gleisquerung nähernden Straßenbahn erleichtert werden. Bei der Sicherung durch Übersicht befinden sich querende Personen allerdings in der Pflicht, sich eigenständig zu versichern, dass sie die Gleise gefahrlos überqueren können (vgl. Kap. 2.2.1).

³⁹ VwV-StVO zu § 45 Rn. 57.

⁴⁰ § 20 Absatz 4 Satz 3 BOStrab.

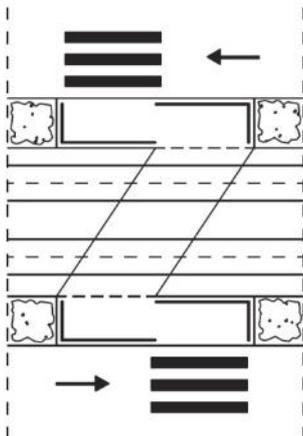


Bild 11: Gleisquerung in Z-Form (im Beispiel mit Fußgängerüberwegen über die angrenzenden Fahrbahnen) (FGSV 2013a)

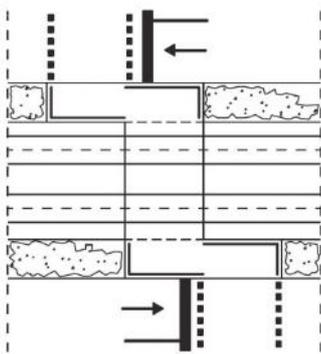


Bild 12: Gleisquerung mit Versatz (FGSV 2013a)

Bahnübergänge im Zuge von Fuß- oder Radwegen über unabhängige Bahnkörper i. S. d. § 20 Absatz 1 Satz 2 BÖStrab müssen trotz gegebener Übersicht grundsätzlich „mit Umlaufsperrn, ähnlich wirkenden Einrichtungen oder mit einer Lichtzeichenanlage ausgerüstet sein“. Auf diese Einrichtungen kann allerdings verzichtet werden, „wenn nach den örtlichen Verhältnissen dafür kein Erfordernis besteht und die Technische Aufsichtsbehörde zustimmt“.⁴¹

Auch an Gleisquerungen über andere Bahnkörper kann die Führung mit erzwungenem Richtungswechsel umgesetzt werden. Voraussetzung ist immer, dass eine ausreichend breite Fläche zwischen Bahnkörper und anliegender Fahrbahn vorhanden ist.

Die Einfahrtbreite und der Abstand der Umlaufsperrn sollten zueinander so bemessen sein, dass

- einerseits ein Durchfahren mit Rollstühlen, Kinderwagen, Fahrrädern etc. möglich ist,

- andererseits der lenkende Charakter der Umlaufsperrn erhalten bleibt.

Zwischen den parallel verlaufenden Umlaufsperrn sollte daher mindestens eine Breite von 1,50 m eingehalten werden (FGSV 2010, S. 81). Zudem wird eine Überlappung parallel angeordneter Umlaufsperrn von mindestens 1,00 m empfohlen, damit Fußgänger der Bahn tatsächlich entgegengehen und nicht schräg abkürzen können (FGSV 2013a, S. 86).

Wird die Gleisquerung im Zuge einer Radwegeführung genutzt, sollte auf eine Überlappung verzichtet werden (FGSV 2010, S. 81). Zudem sollte die Einfahrtbreite in Abhängigkeit von der Wegbreite⁴² gewählt werden (vgl. **Tab. 3**).

Wegbreite [m]	Einfahrtbreite [m]
≤ 2,50	1,15
> 2,50 – 3,50	1,30
> 3,50	1,50

Tab. 3: Mindestmaße für die Einfahrtbreite in Abhängigkeit der Wegbreite (FGSV 2010)

Aus Gründen der Barrierefreiheit sollten Umlaufsperrn zudem visuell kontrastierend gestaltet sein, damit sie auch für blinde und sehbehinderte Menschen deutlich wahrnehmbar sind (FGSV 2011, S. 56).

Die Aufstellflächen sollten zur Berücksichtigung von Rollstuhlnutzern, (überbreiten) Kinderwagen und Radfahrern mindestens 2,50 m Tiefe aufweisen, damit im Bereich der Umlaufsperrn beispielsweise auch Begegnungsmöglichkeiten bestehen (FGSV 2009, S. 92; FGSV 2013a, S. 86). Dies dient auch dem Zweck, ein zügiges Räumen des Gleisbereichs zu ermöglichen. Aus Sicht des Radverkehrs sollte die Aufstellfläche sogar eine Breite von 3,00 m aufweisen, um zu vermeiden, dass Radfahrer erst auf dem Bahnkörper zum Stehen kommen (FGSV 2010, S. 81).

Wenn die Aufstellflächen zwischen Fahrbahn und Bahnkörper nicht ausreichend tief und breit ausgebildet werden können, sollte für den Radverkehr eine geradlinige Führung mit durchgehender Signalisierung bevorzugt werden, damit die Querung von Fahrbahn und Bahnkörper in einem Zug erfolgen kann (FGSV 2013a, S. 87).

An Gleisquerungen in Z-Form werden die Gleise nicht im rechten Winkel gekreuzt. Ist die Gleisquerung auch für die Benutzung durch den Radverkehr vorgesehen, sollten spitze Winkel für die Querung vermieden werden. Damit wird Sturzgefahr für den Radverkehr im Bereich der Schienen vermieden

⁴¹ § 20 Abs. 4 Satz 1f. BÖStrab.

⁴² Hier: Breite der Gleisquerung parallel zur Gleisachse.

(FGSV 2013a, S. 86; FGSV 2010, S. 80). Aus Sicherheitsgründen sollte der Winkel zwischen Gleisachse und Achse der Gleisquerung daher größer als 50 gon gewählt werden.

2.3.3 Gestaltungsgrundsätze für Aufstellflächen

Für die Sicherung durch Übersicht wird eine Aufstellfläche vorausgesetzt, damit sich Fußgänger oder Radfahrer vor dem Queren der Gleise absichern können. Bei unabhängigem Bahnkörper ist diese Fläche i. d. R. immer gegeben. Bei besonderem Bahnkörper gilt

„An den für das Überqueren durch Fußgänger vorgesehenen Stellen über einen besonderen Bahnkörper müssen zwischen diesem und unmittelbar angrenzenden Fahrbahnen Aufstellflächen für Fußgänger vorhanden sein, wenn das durchgängige Überqueren von Bahnkörper und Straße nicht durch Lichtzeichen geregelt ist.“⁴³

Diese Forderung wirkt sich vor allem auf die Gestaltung der geradlinigen Gleisquerung aus, da Führungen mit erzwungenem Richtungswechsel immer Aufstellflächen für die Platzierung der Umlaufsperrn bedingen und ohne Aufstellflächen nicht umsetzbar sind.

Indirekt führt die Forderung dazu, dass bei fehlender Aufstellfläche eine eigenständige Signalisierung (technische Sicherung) der Gleisquerung bei einer geradlinigen Führung nicht möglich ist bzw. die Verwendung von Warnlichtern (Gelbblinken) zur Unterstützung der Sicherung durch Übersicht Aufstellflächen erforderlich macht.

2.4 Verkehrszeichen und Verkehrseinrichtungen

2.4.1 Allgemeine Hinweise zur Verwendung und Anordnung

Gemäß § 39 Absatz 2 StVO gehen die Regelungen durch Verkehrszeichen den allgemeinen Verkehrsregeln (vgl. auch Kap. 2.1.3.3) vor. *„Verkehrszeichen und Verkehrseinrichtungen sind nur dort anzuordnen, wo dies auf Grund der besonderen Um-*

stände zwingend erforderlich ist. Dabei dürfen Gefahrzeichen nur dort angeordnet werden, wo es für die Sicherheit des Verkehrs erforderlich ist, weil auch ein aufmerksamer Verkehrsteilnehmer die Gefahr nicht oder nicht rechtzeitig erkennen kann und auch nicht mit ihr rechnen muss.“⁴⁴ Die häufige und redundante Anordnung von Verkehrszeichen soll mit Sicherheitsaspekten abgewogen werden, um die Wahrnehmbarkeit der Verkehrszeichen durch eine Häufung nicht zu beeinträchtigen.

Im Allgemeinen gilt, dass lediglich die in der StVO abgebildeten Verkehrszeichen verwendet werden dürfen oder solche, die vom Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) im Verkehrsblatt zugelassen wurden. In § 45 Absatz 2 StVO heißt es dazu: *„Alle Gebote und Verbote sind durch Zeichen und Verkehrseinrichtungen nach dieser Verordnung anzuordnen.“*

„Auch Markierungen [...] sind Verkehrszeichen. Sie sind grundsätzlich weiß.“⁴⁵

Im Bereich von Gleisquerungen ist die Anordnung verschiedener Verkehrszeichen möglich, um auf die Konfliktsituation zwischen Schienenbahn und anderen Verkehrsteilnehmern aufmerksam zu machen. Im Folgenden werden die Verkehrszeichen beschrieben, die beim Queren von Fußgängern oder Radfahrern von unabhängigen oder besonderen Bahnkörpern der Straßenbahn eine Relevanz besitzen.

Gefahrzeichen sind immer vor der Gefahrstelle anzuordnen⁴⁶. *„Vorschriftzeichen stehen [...] dort, wo oder von wo an die Anordnung zu befolgen ist.“⁴⁷* Ggf. finden sich zu jeweiligen Verkehrszeichen weiterführende Hinweise zu den vorzusehenden Standorten.

2.4.2 Andreaskreuz

Durch die Aufstellung von Andreaskreuzen (**Bild 13**) vor Gleisquerungen von Bahnkörpern, die nicht innerhalb des Verkehrsraums einer öffentlichen Straße liegen, wird Straßenbahnen Vorrang vor anderen Verkehrsteilnehmern gewährt.⁴⁸ An Bahnübergängen über Fuß-, Feld-, Wald- oder Radwege gilt der Vorrang auch ohne die Anordnung des Andreaskreuzes.⁴⁹

⁴³ § 16 Absatz 5 BOStrab.

⁴⁴ § 45 Absatz 9 Sätze 1 und 2 StVO.

⁴⁵ Vgl. § 39 Absatz 5 StVO.

⁴⁶ Vgl. § 40 Abs. 2 und 3 StVO.

⁴⁷ § 41 Absatz 2 Satz 1 StVO.

⁴⁸ Vgl. § 19 Absatz 1 Nr. 1 StVO.

⁴⁹ Vgl. § 19 Absatz 1 Nr. 2 StVO.



Bild 13: Verkehrszeichen 201 StVO Andreaskreuz

Die Verwaltungsvorschrift zur StVO führt weiter aus:

„Der Vorrang darf nur gewährt werden, wenn eine solche Schienenbahn auf besonderem oder unabhängigem Bahnkörper verlegt ist, dies auch dann, wenn der besondere Bahnkörper innerhalb des Verkehrsraums einer öffentlichen Straße liegt. Eine Schienenbahn ist schon dann an einem Übergang auf besonderem Bahnkörper verlegt, wenn dieser an dem Übergang endet. Ein besonderer Bahnkörper setzt mindestens voraus, dass die Gleise durch ortsfeste, körperliche Hindernisse vom übrigen Verkehrsraum abgegrenzt und diese Hindernisse auffällig kenntlich gemacht sind; abtrennende Bordsteine müssen weiß sein.“⁵⁰

„Straßenbahnen auf besonderem oder unabhängigem Bahnkörper, der nicht innerhalb des Verkehrsraums einer öffentlichen Straße liegt, ist in der Regel durch Aufstellung von Andreaskreuzen der Vorrang zu geben. [...] Auch an solchen Bahnübergängen über Feld- und Waldwege sind Andreaskreuze dann erforderlich, wenn der Bahnübergang nicht ausreichend erkennbar ist; unzureichende Übersicht über die Bahnstrecke kann ebenfalls dazu Anlass geben.“⁵¹

2.4.3 Gefahrstelle

Kommt die Anordnung eines Andreaskreuzes nicht infrage, kann durch die Anordnung anderer Verkehrszeichen auf die Konfliktstelle an der Gleisquerung hingewiesen werden.

„Vor Schienenbahnen ohne Vorrang darf nur durch dieses Zeichen samt einem Zusatzzeichen z. B. mit dem Sinnbild „Straßenbahn“ (1048-19) oder dem Sinnbild aus Zeichen 151 gewarnt werden [...]“⁵² (**Bild 14**).

VZ 101 in Verbindung mit ZZ 1048-19	VZ 101 in Verbindung mit ZZ „Sinnbild Schienenbahn“ aus VZ 151

Bild 14: Gefahrzeichen und Zusatzzeichen vor Gleisquerungen

Gefahrzeichen sind nach Maßgabe des § 45 Absatz 9 Satz 4 StVO anzuordnen⁵³. „Gefahrzeichen dürfen nur dort angebracht werden, wo es für die Sicherheit des Verkehrs unbedingt erforderlich ist, weil auch ein aufmerksamer Verkehrsteilnehmer die Gefahr nicht oder nicht rechtzeitig erkennen kann und auch nicht mit ihr rechnen muss.“⁵⁴

Dies kann z. B. auf schlechte Sichtverhältnisse durch Regen oder Dunkelheit zurückzuführen sein. Die Beachtung von Gefahrenzeichen kann jedoch nur dann erwartet werden, wenn sie häufig genug tatsächlich eine Gefahr anzeigen.

Das Gefahrzeichen mit dem Hinweis auf Kreuzung mit einer Schienenbahn wird in der Regel unmittelbar vor der Gleisquerung angeordnet.

2.4.4 Vorfahrt gewähren

Zeichen 205 StVO „Vorfahrt gewähren“ in Verbindung mit Zusatzzeichen 1048-19 „Sinnbild Straßenbahn“ (**Bild 15**) zeigt dem Straßenverkehr an, dass dieser dem Schienenverkehr Vorfahrt zu gewähren hat.⁵⁵ Dieses Zeichen ist unmittelbar vor der Kreuzung anzuordnen.⁵⁶

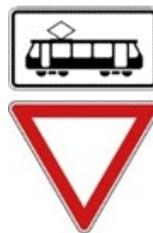


Bild 15: Verkehrszeichen 205 in Verbindung mit ZZ 1048-19

⁵⁰ VwV-StVO zu Zeichen 201 Andreaskreuz Rn. 10, 2.

⁵¹ VwV-StVO zu Zeichen 201 Andreaskreuz Rn. 11, VI., 1.

⁵² VwV-StVO zu Zeichen 101 Gefahrstelle, Rn. 2, II.

⁵³ VwV-StVO zu § 40 Gefahrzeichen Rn. 1, I.

⁵⁴ § 45 Absatz 9 Satz 4 StVO.

⁵⁵ Vgl. Anlage 2 zu § 41 Absatz 1 Ifd. Nr. 2 StVO.

⁵⁶ Vgl. VwV-StVO zu den Zeichen 205 und 206 Vorfahrt gewähren und Halt! Vorfahrt gewähren Rn. 1.

2.4.5 Bahnübergang

Im Zuge straßenbegleitender Geh- und Radwege können Bahnübergänge durch Anordnung besonderer Gefahrzeichen vor Übergängen von Schienenbahnen mit Vorrang durch Anordnung des Verkehrszeichens 151 gekennzeichnet werden (**Bild 16**).⁵⁷ Die Pflichten (Verhaltensregeln) an einem Bahnübergang ergeben sich aus § 19 StVO und Verkehrszeichen 201 Andreaskreuz (vgl. Kap. 2.1.3.3 und 2.4.2).



Bild 16: Verkehrszeichen 151 StVO Bahnübergang

Für selbstständige Fuß- und Radwege über unabhängige oder besondere Bahnkörper der Straßenbahnen spielt dieses Verkehrszeichen keine Rolle.

2.4.6 Markierte Verkehrszeichen

Auf der Fahrbahnoberfläche markierte Schriftzeichen oder Verkehrszeichen enthalten keine selbstständigen Gebote oder Verbote. Sie dienen allein als Hinweis auf vertikal angeordnete Verkehrszeichen und sollen somit beispielsweise Gefahrenstellen verdeutlichen⁵⁸.

2.4.7 Schrankenanlagen und Umlaufsperrn

Schranken und Absperrgeländer (Umlaufsperrn) sind i. S. d. StVO Verkehrseinrichtungen⁵⁹. Daher werden an diese u. U. verbindlich einzuhaltende Anforderungen hinsichtlich ihrer Gestaltung gestellt.

Die Schrankenanlage sollte visuell kontrastierend gestaltet sein (FGSV 2011, S. 55). Die Erfüllung dieser Anforderung ergibt sich bereits durch die aus § 43 StVO Absatz 1 Satz 1 vorgeschriebene rot-weiß gestreifte Kennzeichnung dieser Verkehrseinrichtung.

Zur Verbesserung der Barrierefreiheit wird empfohlen, für die technische Sicherung von beschränkten Bahnübergängen statt Halbschranken Vollschranken zu verwenden, da Halbschranken von Blindenführhunden als Hindernis interpretiert und von diesen umlaufen werden könnten (FGSV 2011, S. 56).

Für Absperrgeländer (Umlaufsperrn) ergeben sich aus der StVO keine besonderen Anforderungen hinsichtlich der Farbgebung. Sie sollten jedoch aus Sicht einer verbesserten Wahrnehmung (Barrierefreiheit) visuell kontrastierend gestaltet werden (FGSV 2011, S. 60; Norm DIN 32975, S. 8).

Absperrelemente sollten ausreichende Abstände zueinander und in den Durchlässen aufweisen, damit beispielsweise auch Rollstuhlnutzer diese Bereiche ungehindert passieren können (s. dazu auch Kap. 2.3.2).

2.5 Barrierefreiheit an Gleisquerungen

Bereits seit einigen Jahren ist gesetzlich verankert, dass die Belange der Barrierefreiheit bei der Planung und beim Bau der Verkehrsinfrastruktur zu berücksichtigen sind. Daher haben barrierefreie Lösungen, wie die Anforderungen von Menschen mit Mobilitätseinschränkungen an Gleisquerungen berücksichtigt werden können, inzwischen auch Eingang in die technischen Regelwerke gefunden.

Die im Folgenden aufgeführten Hinweise gelten grundsätzlich für den Neubau und umfassenden Umbau von Verkehrsanlagen.

2.5.1 Anforderungen von Menschen mit Mobilitätseinschränkungen

Gleisquerungen können für bestimmte Gruppen mobilitätseingeschränkter Menschen eine besondere Herausforderung darstellen.

- Für Menschen mit Gehbehinderungen bzw. Rollstuhl- und Rollatornutzer sowie Kinderwagen sind ebene, gut begehbare und berollbare Oberflächen wichtig. Bordkanten zur Abtrennung des Bahnkörpers von den Aufstellbereichen oder eine unebene Oberfläche insbesondere im Bereich der Schienen kann diesen Gruppen Probleme bereiten. Es besteht die Gefahr, an Kanten hängen zu bleiben, wodurch die Konfliktfläche nicht mehr zügig verlassen werden kann.
- Für blinde und stark sehbehinderte Menschen sind Gleisquerungen mit Sicherung durch Übersicht i. d. R. ohne fremde Hilfe

⁵⁷ „Die Ankündigung des Bahnübergangs erfolgt außerhalb von geschlossenen Ortschaften in der Regel mit Verkehrszeichen 156 Bahnübergang mit dreistreifiger Bake und mit abnehmender Entfernung zum Bahnübergang durch Verkehrszeichen 159 Zweistreifige Bake und Verkehrszeichen 162 Einstreifige Bake. Die Anordnung des Verkehrszeichens 151 genügt selbst auf Straßen mit geringer Verkehrsbedeutung allein nicht, wenn dort schnell gefahren wird oder wenn der Bahnübergang zu spät zu

erkennen ist. Innerhalb geschlossener Ortschaften genügt das Verkehrszeichen 151, wenn nicht schneller als 50 km/h gefahren werden darf und der Bahnübergang gut zu erkennen ist.“ (VwV_StVO zu § 40 Gefahrzeichen zu den Zeichen 151 bis 162 Bahnübergang Rn. 1-3).

⁵⁸ Vgl. § 39 Absatz 5 Satz 7 StVO.

⁵⁹ Vgl. § 43 Absatz 1 StVO.

nicht nutzbar. Diese Personengruppen sind auf eine Signalisierung mit akustischen und taktilen Zusatzeinrichtungen angewiesen. Zudem kann die Z-Form für diese Personengruppen aufgrund der schrägen Führung und dadurch erschwerten Orientierung über den Bahnkörper schwierig zu bewältigen sein. Hier sind akustische und taktile Leitlinien hilfreich.

- Menschen mit Hörschädigungen können akustische Warnsignale an den Gleisquerungen oder durch die Straßenbahnen nur schwer oder gar nicht erfassen. Sie sind stärker auf die visuelle Wahrnehmung angewiesen, z. B. visuell auffällige Warnsignale (auch Lichtsignale) oder eine gute Erkennbarkeit der Straßenbahnfahrzeuge.
- Menschen mit kognitiven Beeinträchtigungen, zu denen auch Kinder und ältere Menschen zählen, können eventuell Geschwindigkeiten der sich nähernden Straßenbahnen schlechter einschätzen, als andere Personengruppen. Lichtsignale, die heranführende Bahnen ankündigen, können eindeutige Informationen vermitteln, wann die Konfliktfläche nicht betreten bzw. zügig verlassen werden sollte.

2.5.2 Gestaltungsempfehlungen

Durch entsprechende Gestaltung oder technische Hilfsmittel kann den Anforderungen mobilitätseingeschränkter Menschen beim Queren der Straßenbahngleise Rechnung getragen werden. Dazu zählen beispielsweise Orientierungshilfen für blinde und sehbehinderte Menschen in Form von Bodenindikatoren oder akustischen und taktilen Signalgebern an Lichtsignalanlagen, eine visuell kontrastierende Gestaltung von Ausstattungselementen oder möglichst ebene Oberflächen im Gleisbereich. Im Folgenden werden mögliche Lösungen vorgestellt.

2.5.2.1 Bodenindikatoren

Bodenindikatoren übermitteln über Oberflächenstrukturen, die sich von der umgebenden Oberflächenstruktur unterscheidet, Informationen für Langstocknutzer. Neben den taktilen Informationen sollten Bodenindikatoren dem Zwei-Sinne-Prinzip folgend⁶⁰ visuell kontrastierend zum anliegenden Bodenbelag sein. Daneben können die Bodenindikatoren – je nach Material – auch akustische Informationen vermitteln. Details zu den Strukturen und den

jeweiligen Einsatzgebieten finden sich in den Hinweisen für barrierefreie Verkehrsanlagen (FGSV 2011), den DIN 18040-3 sowie den DIN 32984.

Bodenindikatoren an Gleisquerungen sollten blinden und sehbehinderten Menschen vor allem folgende Hilfestellungen bei der Orientierung geben:

- Warnung vor dem Gefahrenbereich und
- Unterstützung bei der Richtungsfindung im Zuge der Querung.

In Abhängigkeit der konkreten Ausgestaltung der Gleisquerung geben die technischen Regelwerke hier unterschiedliche Lösungen vor.

Gleisquerungen ohne Schrankenanlage

Die Gestaltungshinweise für Bodenindikatoren an Gleisquerungen ohne Schranken unterscheiden in Gleisquerungen mit und ohne Umlaufsperrn.

An geradlinigen Gleisquerungen ohne Umlaufsperrn sollte ein Richtungsfeld mit einer Tiefe von mindestens 60 cm über die gesamte Breite der Querung angelegt werden. Die Richtung der Rippenstruktur zeigt die Gehrichtung an. Jeweils in Gehrichtung vor dem Richtungsfeld sollte ein Aufmerksamkeitsfeld (Noppenplatten) mit 90 cm Tiefe liegen, um auf die Annäherung an den Gefahrenbereich aufmerksam zu machen (Norm DIN 32984, S. 37). Der Abstand des Richtungsfeldes vom Gefahrenbereich (Regellichtraum) richtet sich nach dem erforderlich einzuhaltenen Sicherheitsabstand zum Bahnkörper nach Regelwerk des Betreibers des Schienenwegs.⁶¹

Es bleibt unklar, ob sich diese Hinweise für den Einsatz von Bodenindikatoren lediglich auf unbeschränkte Bahnübergänge über Bahnkörper der Eisenbahn im Zuge straßenbegleitender Gehwege beziehen oder ob diese Lösung analog an geradlinigen Gleisquerungen über unabhängige und vor allem besondere Bahnkörper der Straßenbahn Anwendung finden sollte.

Bei Gleisquerungen mit Umlaufsperrn sollte lediglich ein Richtungsfeld mit einer Tiefe von i. d. R. 60 cm eingebaut werden. Die Rippenstruktur zeigt die Überquerungsrichtung an (vgl. **Bild 17**).

⁶⁰ Zwei-Sinne-Prinzip: es werden immer zwei der drei Sinne Sehen- Hören – Tasten angesprochen.

⁶¹ Die BOStrab legt beispielsweise keinen konkreten Lichtraum fest (vgl. § 18 BOStrab).

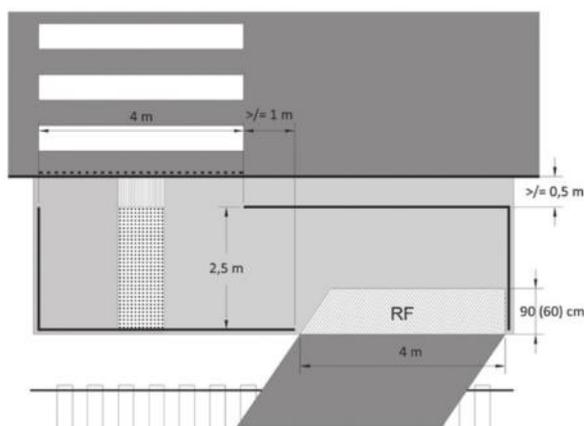


Bild 17: Anordnung eines Richtungsfeldes vor einer Gleisquerung in Z-Form (Prinzipiskizze) (FGSV 2011)

Gleisquerungen mit Schrankenanlage

Bei Bahnübergängen, die technisch mit einer Schrankenanlage gesichert sind, sollte in einem Abstand von i. d. R. 1,00 m zur Schrankenanlage ein Richtungsfeld (Rippenplatten, Tiefe 60 cm) mit davorliegendem Noppenfeld (mindestens 30 cm Tiefe) über die gesamte Breite des Gehwegs angeordnet werden (FGSV 2011, S. 56).

Generelle Hinweise

Unabhängig von der baulichen Ausführung oder technischen Ausstattung sollten keine Bodenindikatoren (Rippen- oder Noppenplatten) über die Gleisquerung verlegt werden (z. B. als Leitstreifen). „Bodenindikatoren [...] dürfen nur dort eingesetzt werden, wo ein gefahrloser Aufenthalt möglich ist. Ein Einsatz im Bereich von Fahrbahnen [...] ist auszuschließen.“⁶²

2.5.2.2 Zusatzeinrichtungen an Lichtsignalanlagen

Für blinde und stark sehbehinderte Menschen ist das Prinzip der Sicherung durch Übersicht beim selbstständigen Queren von Gleisen nicht anwendbar. Um für diese Gruppe die Querung sicher zu gestalten, sind Zusatzeinrichtungen an der Lichtsignalanlage erforderlich. Die Freigabezeit für Fußgänger kann akustisch und/oder gegebenenfalls zusätzlich taktil angezeigt werden (s. dazu auch Kap. 2.2.3).

Die akustischen und taktilen Signalgeber können sowohl in Kombination als auch unabhängig voneinander eingesetzt werden und sind entsprechend der DIN 32981 zu gestalten (FGSV 2015, S. 65).

Bei der Verwendung der Zusatzeinrichtungen ist für die Straßenbahnen eine vollständige Signalisierung

(Signalfolge: FREI-HALT ZU ERWARTEN-GE-SPERRT) erforderlich (FGSV 2015, S. 18). Der Einsatz dieser Signale ist daher bei Signalisierung mit Warnlicht (Gelbblinken) nicht möglich. Allerdings können dort besondere akustische Warnsignale eingesetzt werden (Kap. 2.5.2.3)

Akustische Signalgeber

Bei den akustischen Signalgebern wird zwischen dem Orientierungs- und Freigabesignal unterschieden. Diese beiden sollten sich deutlich voneinander unterscheiden (Norm DIN 32981).

Das Orientierungssignal unterstützt blinde und sehbehinderte Menschen dabei, den Lichtsignalmast aufzufinden. Daher soll es vorzugsweise rundum abgestrahlt werden, sodass es in einem Umkreis mit einem Radius von $4,5\text{ m} \pm 0,5\text{ m}$ um den Lichtsignalmast wahrnehmbar ist (Norm DIN 32981).

Das akustische Freigabesignal kann über einen Taster, der i. d. R. an der Unterseite des Anforderungsgerätes angebracht ist, angefordert werden. Diese bedarfsorientierte Zuschaltung reduziert die Schallemissionen für Anwohner. Das akustische Freigabesignal zeigt an, wann der Bahnkörper für Fußgänger sicher zu betreten ist. Für Straßenbahnen ist die Überfahrt in dieser Phase entsprechend gesperrt, i. d. R. durch Fahrsignal F 0 (Kap. 2.2.3). Bei einer Signalisierung mit ROT-DUNKEL für den Fußverkehr wird das taktile Freigabesignal somit während der Dunkelphase geschaltet, bei ROT-GRÜN wird die Grünphase (Freigabezeit) angezeigt. Beim Einsatz eines Warnlichts (Gelbblinken) kann das taktile Freigabesignal nicht eingesetzt werden

Die akustischen Zusatzsignale sollten über eine dynamische Lautstärkeregelung verfügen, damit sich der Schalldruck der Signale an die Umgebungsgereusche automatisch anpasst (Norm DIN 32981). Neben den positiven Effekten bezüglich des Anwohnerschutzes (reduzierte Schallemissionen) soll damit sichergestellt sein, dass die akustischen Zusatzsignale auch bei größeren Verkehrsstärken und Schallemissionen wahrnehmbar bleiben, da der Schallpegel (in gewissen Grenzen) immer über dem Umgebungsschallpegel liegt.

Taktile Signalgeber

Die taktilen Signalgeber zeigen durch Vibration die Grünzeit an. Sie sollen vorzugsweise an der Unterseite des Anforderungstasters angebracht werden (Norm DIN 32981, S. 8). Mittels eines tastbaren Pfeils auf der Anforderungsplatte kann zusätzlich zur akustischen Führung und der Richtungsangabe

⁶² FGSV 2011, S. 32.

über Bodenindikatoren (Richtungsfelder) die Gehrichtung angezeigt werden. Durch tastbare Zusatzsymbole auf den in den taktilen Signalgebern eingelegten Richtungspfeilen (**Bild 18**) können Besonderheiten im Querungsbereich angezeigt werden (z. B. Hinweise auf Schutzinseln oder Sonderfahrstreifen).

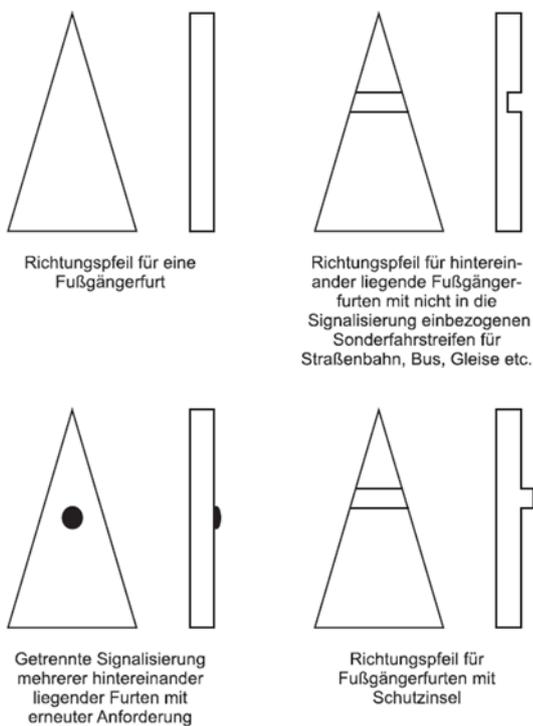


Bild 18: Beispiele für taktilen Signalgeber (FGSV 2015)

Die DIN 32981 weist darauf hin, dass taktilen Signalgeber durch Wechselwirkung mit ihrer Umgebung (z. B. ausgelöst durch Schienenfahrzeuge) zu einer Schwingung angeregt werden könnten. Hier wird eine Verwechslungsgefahr mit der Vibration bei der Signalisierung der Freigabezeit gesehen. Daher gibt die Norm vor, dass diese unerwünschte Schwingungsanregung vermieden werden muss (Normentwurf DIN 32981/A1).

2.5.2.3 Akustische Warnsignale

Statt die Grünzeit bei der Signalisierung durch ein akustisches Freigabesignal zu kennzeichnen, besteht auch die Möglichkeit ein akustisches Warnsignal während der Zeit ertönen zu lassen, in der der Bahnkörper nicht betreten werden soll. Als akustisches Signal eignet sich z. B. ein Gong nach DIN 32974, Tabelle 8. Dieses wird im Gegensatz zum akustischen Freigabesignal, welches die Dauer der Freigabe (Grünzeit) anzeigt, bei einer technischen Sicherung für die Dauer der Anzeige der Sperrzeit (Rotsignal) zugeschaltet. Es kann auch bei Anzeige eines Warnlichts (Gelbblinken) verwendet werden (vgl. Kap. 4.2.4.1).

Auch Warnsignale nach DIN 32974 können mit einer dynamischen Pegelanpassung ausgeführt werden, um Emissionen für Anwohner zu reduzieren, ohne die Funktionalität einzuschränken (s. auch Abschnitt „Akustische Signalgeber“).

2.5.2.4 Gestaltung des Gleisbereichs

Im Bereich der Kreuzung des Schienenwegs mit Fußwegen sollte sich der Gleisbereich einschließlich des Sicherheitszuschlags visuell kontrastierend vom übrigen Fußverkehrsbereich abheben (Norm DIN 32975, S. 16).

Je nach Bauweise können sich im Bereich der Gleisquerung punktuelle Absenkungen (z. B. bei Asphalt) oder Ausbrüche (z. B. bei Pflaster) ergeben (**Bild 19**). Diese führen – teils auch aufgrund provisorisch ausgeführter Reparaturen – insbesondere im Bereich der Schienen zu einer unebenen und für bestimmte Gruppen schwer überrollbaren Oberfläche bzw. Kanten.



Bild 19: Beispiel für Schäden an der Oberfläche im Bereich der Gleisquerung

Um die Gefahr derartiger Unebenheiten und Kanten im Bereich der Schienen zu verringern, kann die Eindeckung der Gleisquerung mit speziellen Fertigteilelementen (z. B. aus Gummi) erfolgen.

Hersteller von derartigen Bahnübergangselementen haben zudem innovative Ausführungen entwickelt, die durch Verschluss der Rille zwischen rillenloser Schiene (Vignolschiene) und Oberfläche des Übergangs mit einer elastischen Klappe ermöglichen sollen. Laut Hersteller soll der Verschluss durch den Spurkranz der Räder der Bahn aufgeföhren werden und sich nach der Überfahrt der Straßenbahn wieder verschließen. So soll für geeignete Anwendungsfälle ein verbesserter Komfort für Rollstühle, Rollatoren oder Kinderwagen im Querverkehr geboten werden, da eine weitgehend ebene Überföhrmöglichkeit besteht. Die beschriebenen Elemente werden bislang bei einzelnen Bahnübergängen der Eisenbahn eingesetzt, ohne eine größere Verbreitung gefunden zu haben.

2.6 Zusammenfassung

An Gleisquerungen über Fuß- oder Radwege an besonderen und unabhängigen Bahnkörpern stellt die Sicherung durch Übersicht das Grundprinzip dar. Schienenfahrzeuge haben dort gegenüber dem Fuß- und Radverkehr Vorrang. Die Sicherung durch Übersicht kann an unabhängigen Bahnkörpern nur durch eine technische Sicherung im Sinne des § 20 Absatz 5 BOStrab ersetzt werden.⁶³ Bei Gleisquerungen (Bahnübergänge i. S. d. BOStrab) von Fuß- und Radwegen über unabhängige Bahnkörper genügt dabei eine Lichtzeichenanlage, wenn auf dem Streckenabschnitt auf Sicht gefahren wird.

Weiterhin sind Gleisquerungen (Bahnübergänge i. S. d. BOStrab) von Fuß- oder Radwegen über unabhängige Bahnkörper trotz gegebener Übersicht mit Umlaufsperrern oder ähnlich wirkenden Einrichtungen zu sichern. In Abstimmung mit der Technischen Aufsicht kann auf diese Einrichtungen und die Lichtzeichenanlage verzichtet werden.

Die technische Sicherung für den Fuß- und Radverkehr mit Lichtzeichen kann durch unterschiedliche Signalisierungsformen (ROT-DUNKEL oder ROT-GRÜN) umgesetzt werden. Bei letztgenannter Signalisierungsform sehen die technischen Regelwerke Nachteile bei der Signalisierung von Gleisquerungen. Wird auf eine technische Sicherung der Gleisquerung verzichtet, kann die Sicherung durch Übersicht durch die Verwendung von Warnlichtern (GELBBLINKEN) für den Fuß- und Radverkehr unterstützt werden. Bei Rot-Dunkel und Gelbblinken sehen die technischen Regelwerke den Vorteil, dass diese Signalisierungsformen flexibler in der Anwendung sind, da beispielsweise auf Mindestgrünzeiten für den Fußverkehr verzichtet werden kann.

Je nach Ausführung der technischen Sicherung bzw. Signalisierungsform ergeben sich entsprechende Vorgaben für die Verwendung von Überwachungssignalen oder Fahrsignalen für die Straßenbahn bzw. sind bestimmte Signale nicht zu verwenden.

Als Grundform bei der baulichen Ausführung kommen geradlinige Gleisquerungen oder Gleisquerungen mit erzwungenem Richtungswechsel infrage. Die Auswahl ist u. a. von den örtlichen Randbedingungen abhängig, da beispielsweise in deren Abhängigkeit Anforderungen an die Mindestgröße der Aufstellflächen bzw. die Abstände der Umlaufsperrern gestellt werden. Gleisquerungen über unabhängige oder besondere Bahnkörper erfordern in der

Regel Aufstellflächen vor dem Gleisbereich. Durchgangsbreiten und Überlappung paralleler Absperrgitter sind auf die verkehrlichen Anforderungen (z. B. Benutzung der Gleisquerung durch den Radverkehr) abzustimmen.

Die Belange der Barrierefreiheit sind zu berücksichtigen. Unterschiedliche Gruppen mobilitätseingeschränkter Menschen haben unterschiedliche Anforderungen an die Gestaltung und technische Ausführung der Gleisquerung. So sind für blinde und stark sehbehinderte Menschen nur Übergänge mit einer technischen Sicherung oder Signalisierung und ggf. entsprechenden akustischen und taktilen Signalen selbstständig nutzbar. Akustische und taktile Zusatzsignale sowie ggf. Bodenindikatoren unterstützen diese Gruppen bei der Orientierung und Querung. Für Menschen mit Rollator oder Rollstuhl spielt die Oberflächenbeschaffenheit im Bereich der Gleisquerung eine größere Rolle. Zudem können auch Bordkanten das Verlassen des Konfliktbereichs behindern.

Sind dem Bahnbetreiber Trampelpfade über die Gleise bekannt, muss er prüfen, ob Maßnahmen zur Sicherung zu ergreifen sind, um seiner Verkehrssicherungspflicht nachzukommen.

3 Derzeitiger Erkenntnisstand

3.1 Verkehrssicherheit an Gleisquerungen

In der nationalen Literatur finden sich bislang nur sehr wenige Untersuchungen, die sich mit dem Thema Sicherheit von Fußgängern und Radfahrern an Gleisquerungen beschäftigt haben. Im Fokus der Betrachtungen steht dabei nicht immer die alleinige Gleisquerung als solche, sondern beispielsweise die gesamte Fußgängerfurt inklusive der Überquerungsbereiche der anliegenden Fahrbahnen bei Gleisen in Mittellage. In jüngerer Zeit gab es – teils motiviert durch die Annahme, dass die zunehmende Nutzung von mobilen, elektronischen Geräten zu einer größeren Ablenkung führen könnte – speziell zum Thema Bodenwarnleuchten an Gleisquerungen Untersuchungen bei Erprobungsversuchen in einzelnen Städten. Im Folgenden werden die einzelnen Vorhaben und die gewonnenen Erkenntnisse aufgeführt.

⁶³ Lichtzeichen mit Farbfolge Gelb-Rot, ggf. in Verbindung mit Halbschranken.

3.1.1 Fußgängerfurten über Verkehrsstraßen mit Straßenbahnen in Mittellage

Die Untersuchung „Fußgängerfurten über Verkehrsstraßen mit Straßenbahnen in Mittellage“ (ANGENENDT et al. 1997a) analysierte die Verkehrssicherheit für Fußgänger an Überquerungsstellen an Straßen mit Straßenbahngleisen in Mittellage. Dabei wurde der gesamte Überquerungsbereich – Gleisquerung und Überquerung der anliegenden Straßenbahnen – betrachtet. Ausgangslage für die Untersuchung war eine Zunahme von Fußgängerunfällen an diesen Stellen.

Der Schwerpunkt der Untersuchung lag dabei auf Überquerungsstellen im Bereich von Haltestellen der Straßenbahnen. Aufbauend auf den Untersuchungsergebnissen wurden Empfehlungen zur Sicherung des Fußverkehrs durch Gestaltung und Betrieb von Straßenbahnhaltestellen in Mittellage sowie den anliegenden Knoten und Fußgängerfurten formuliert.

In der Untersuchung wurden 15 unterschiedliche Fallbeispiele analysiert und dabei auch Verhaltensbeobachtungen durchgeführt. Dabei wurde hinsichtlich der Sicherung der Gleisquerung unterschieden in Fallbeispiele mit technischer Sicherung (Rot-Dunkel und Rot-Grün) und Sicherung durch Übersicht. Letztgenannte Gleisquerungen waren überwiegend mit gelbem Blinklicht ausgestattet.

Insbesondere für den Bereich der Gleisquerungen wurden folgende Beobachtungen gemacht:

- Bei Überquerungsstellen an Haltestellen im Bereich von Knoten kam es nur in einem relativ geringen Maße zu auffälligen Interaktionen (108 von 21.521 beobachteten Überquerungsvorgängen).
- Auch im Bereich von Gleisquerungen auf freier Strecke waren nur wenige auffällige Situationen zu beobachten.
- Nur wenige der an der Gleisquerung beobachteten Situationen wurden als kritisch eingestuft. An einigen Untersuchungsorten ergaben sich gar keine kritischen Situationen. Eine Einstufung als kritische Situation erfolgte, wenn es Zeitlücken mit $t < 5$ Sekunden zwischen querenden Fußgängern und einer herannahenden Straßenbahn gab oder querende Fußgänger durch eine aus der Haltestelle anführende Straßenbahn „bedrängt“ wurden.
- Zwischen signalisierten und nicht signalisierten Gleisquerungen konnten keine Unterschiede im Konfliktgeschehen oder im verkehrsauffälligen Verhalten beobachtet werden.

Im Gegensatz zum Gleisbereich kam es während der Beobachtungen vielmehr zu kritischen Situationen zwischen Fußgängern und Kraftfahrzeugen beim Überqueren der Fahrbahnbereiche. Daher bilanziert die Untersuchung als wesentliche Erkenntnis, dass „Hauptdefizite bei der Querung des Fahrbahnbereiches und nicht bei der Querung des Gleisbereiches liegen“ (ANGENENDT et al. 1997b, S. 6).

Empfehlungen für die Gestaltung und Sicherung des Gleisbereiches sind:

- Erfolgt eine Sicherung des Gleisbereiches mit Lichtsignalen, sollte die Signalisierung durch eigene Signalgeber erfolgen, sofern ausreichend tiefe Warteflächen vorhanden sind.
- Die Sperrung der Gleisquerung für den Fußverkehr sollte sich auf den Zeitbereich beschränken, der für die Annäherung und Vorbeifahrt der Straßenbahn erforderlich ist. Die Beobachtungen zeigten, dass eine Sperrung über eine Kopplung mit Anforderung die Akzeptanz der Beachtung der Signale erhöhte.

Bezüglich der Wahrnehmung der Lichtsignale konnten zwischen Rot und Gelb keine Unterschiede festgestellt werden. Bei den Beobachtungen zeigten sich allerdings Sicherheitsdefizite nur an den Gleisquerungen mit Vollsignalisierung (Rot). Letztendlich werden der Verwendung des gelben Blinklichts Vorteile eingeräumt, weil dies aufgrund der entfallenden Schutzzeiten eine höhere Flexibilität bei der Einpassung der Signalisierung der Gleisquerung in die gesamte Signalisierung (z. B. an einem Knoten) ermöglicht.

3.1.2 Fußgängerquerungen über Gleistrassen in Köln

In der Untersuchung „Fußgängerquerungen über Gleistrassen“ (Planerbüro Südstadt 2002) wurden signalisierte Gleisquerungen (Rot-Dunkel) und nicht signalisierte Gleisquerungen bezüglich der Sicherheit für Fußgänger und Radfahrer analysiert und vergleichend bewertet. Insgesamt wurden zehn Gleisquerungen einer Unfallanalyse unterzogen und das Verhalten von Fußgängern und Radfahrern beobachtet.

Von insgesamt 11.747 beobachteten Querungsvorgängen (Interaktionsbeobachtung) wurden lediglich

40 als leichte⁶⁴ Konflikte und zwei als schwere⁶⁵ Konflikte eingestuft. Etwas mehr als die Hälfte der Querungsvorgänge (6.165) sowie 24 leichte und die beiden schweren Konflikte wurden dabei an einer einzigen der zehn Gleisquerungen beobachtet. Die übrigen Konflikte verteilten sich auf die restlichen neun Gleisquerungen.

Die Untersuchung stellt fest, dass der Anteil der Interaktionen mit der Anzahl der Querungsvorgänge zunimmt. Ebenso nimmt die Anzahl der konfliktbehafteten Interaktionen mit einer steigenden Zahl an Interaktionen zu (Planerbüro Südstadt 2002, S. 11). Die Art und Weise der Sicherung zeigte jedoch keinen Einfluss auf Anzahl und Schwere der Interaktionen.

Bei signalisierten Gleisquerungen (Rot-Dunkel) war zu beobachten, dass sich der Anteil der Rotläufer mit steigendem Überquerungsaufkommen erhöht. Meistens wurde dabei vor der Bahn gequert, wenn die Fußgänger oder Radfahrer die Situation als sicher einschätzten (z. B., wenn die Straßenbahn noch in der Haltestelle stand). Die häufige Missachtung des Rotsignals führte nicht zu einem signifikanten Anstieg von Interaktionen.

Insgesamt kommt die Untersuchung zu dem Schluss, dass die untersuchten Gleisquerungen unabhängig von der Sicherungsart als sicher eingestuft werden können. Zwischen technisch gesicherten Gleisquerungen und Gleisquerungen mit Sicherung durch Übersicht ließen sich keine signifikanten Unterschiede bezüglich der Unfallstatistik oder des Konflikt- und Gefährdungspotenzials feststellen.

Für die bestehende Signalisierung, die als nicht einheitlich bewertet wird, werden Empfehlungen zur Modifizierung gegeben.

- So sollte das Signal unmittelbar erlöschen, wenn eine Straßenbahn die Konfliktfläche erreicht hat. Ein weiter angezeigtes Signal würde auf eine Straßenbahn aus der Gegenrichtung hinweisen.
- Bei der Ausfahrt einer Straßenbahn aus einer Haltestelle sollte auf die Anzeige des Signals verzichtet werden. Ein rotes Lichtsignal sollte nur auf eine mit höherer Geschwindigkeit einfahrende Straßenbahn hinweisen.

In Abhängigkeit spezifischer Randbedingungen führt die Untersuchung zudem Kriterien auf, die zu

einem Verzicht auf eine Signalisierung führen könnten (z. B. Lage der Gleisquerung außerhalb eines Knotenpunktes, Einsehbarkeit der Straßenbahnstrecke usw.). Die endgültige Entscheidung für oder gegen eine Signalisierung sollte jedoch immer auf einer situationsbezogenen Analyse getroffen werden.

3.1.3 Maßnahmen zur Reduzierung von Straßenbahnunfällen

Im Auftrag der Unfallforschung der Versicherer wurde ein Forschungsvorhaben zur Ermittlung von „Maßnahmen zur Reduzierung von Straßenbahnunfällen“ durchgeführt (GRIEBACH et al. 2016). Dabei wurde auf Basis von etwa 4.100 polizeilich erfassten Unfällen mit Personenschaden und Beteiligung einer Straßenbahn aus einem Dreijahreszeitraum eine Unfallanalyse durchgeführt, um letztendlich Maßnahmen zur Vermeidung derartiger Ereignisse herauszuarbeiten. Die Unfallanalyse berücksichtigte neben Unfällen mit Fußgängern und Radfahrern auch Zusammenstöße mit dem Kraftfahrzeugverkehr. In den Unfalldaten wurde zudem die Anzahl der verletzten Personen in Straßenbahnen miterfasst. Für den Fuß- und Radverkehr wurden nicht nur die Gleisquerungen betrachtet, sondern die gesamten Querungsbereiche, z. B. inkl. anliegender Fahrbahnen.

Für fünf Großstädte wurde ergänzend eine gesonderte Netzanalyse differenziert nach Querschnittstypen und typischen Entwurfsituationen (nach RAST⁶⁶) durchgeführt. Weiterhin wurde eine Detailanalyse einschließlich einer Ortsbesichtigung an 21 Knotenpunkten und elf Streckenabschnitten durchgeführt, um straßenräumliche Merkmale und Defizite aufzunehmen.

Die Untersuchung kommt zu dem Schluss, dass Unfälle mit Straßenbahnen bezogen auf das gesamte Unfallgeschehen vergleichsweise seltene Ereignisse darstellen. Dafür ist, mit Bezug auf die volkswirtschaftlichen Kosten eines Unfalls, die Unfallschwere deutlich höher, als bei Unfällen mit Pkw oder Bus. (GDV 2016, S. 9) Bei über 84% der Unfälle mit einer Beteiligung einer Straßenbahn wird die Straßenbahn nicht als Hauptverursacher eingestuft.

Fußgänger haben nach Auskunft der Verfasser der Studie bei Unfällen mit Straßenbahnen den weitaus größten Anteil bei Getöteten und Schwerverletzten. Ebenso wird für Radfahrer festgestellt, dass diese

⁶⁴ Leichtes Abbremsen, kurzes Bimmeln, Person beschleunigt leicht, kehrt um oder bleibt abrupt stehen.

⁶⁵ deutliches Abbremsen/Anhalten, „Dauerbimmeln“, knappes Vorbeifahren an Person, Person beschleunigt stark oder bleibt „in letzter Sekunde“ stehen.

⁶⁶ Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen (FGSV 2009, S. 17).

bei Unfällen mit Schwerverletzten überproportional oft beteiligt sind.

Die Betrachtung der Lage der Unfallstelle im Straßenbahnnetz hat gezeigt, dass Fußgänger zwar absolut betrachtet an Knotenpunkten mit Straßenbahnen verunglücken. Überproportional häufig ereignen sich die Zusammenstöße allerdings beim Queren der Gleise auf der Strecke und noch viel mehr an einer Haltestelle.

Die Untersuchung kommt weiter zu dem Schluss, dass „insbesondere *lichtsignalgeregelte Knotenpunkte und 3- bzw. 4-streifige Straßen mit besonderem Bahnkörper in Mittellage [...] eine hohe Unfallschwere aufweisen*“. Hier sind im Wesentlichen Fußgänger Hauptverursacher der Unfälle. (GDV 2016, S. 10)

Demgegenüber wird der unabhängige Bahnkörper als insgesamt sicherster Querschnittstyp eingestuft. Geschehen dort Unfälle, haben diese allerdings besonders schwere Unfallfolgen.

Die Ortsbegehungen zeigten an allen besuchten Örtlichkeiten Abweichungen von den Vorgaben aktueller technischer Regelwerke. Dabei wurden vor allem die Erkennbarkeit, die Begreifbarkeit, eine fehlende Einheitlichkeit bemängelt. Jedoch wurde auch festgestellt, dass „eine Vielzahl der Unfälle auf mangelnde Akzeptanz der Verkehrsregelungen zurückzuführen“ sei (GDV 2016, S. 13).

Die Untersuchung kommt zu folgenden abschließenden Empfehlungen⁶⁷:

- Bei Neu- und Umbau von Bahnkörpern der Straßenbahn sollte die Seitenlage oder ein unabhängiger Bahnkörper bevorzugt umgesetzt werden.
- Für Fußgänger sollten ausreichende und gesicherte Querungsstellen angelegt werden.
- Gesicherte Querungen für Fußgänger sollten dort nachgerüstet werden, wo ein punktueller Querungsbedarf festgestellt wird oder wo sich häufiger kritische Situationen oder Unfälle ereignen.
- Die Durchführung von Sicherheitsaudits bei der Neu-, Um- oder Ausbauplanung wird empfohlen. Audits sollten auch bei Bestandsanlagen durchgeführt werden, um bestehende Sicherheitsdefizite zu erkennen und beseitigen zu können.
- Neben Maßnahmen an der Infrastruktur werden Vorschläge für weitere Forschungs-

aktivitäten gemacht, z. B. bezüglich fahrzeugseitiger Technologien bei den Straßenbahnen, um Konfliktsituationen frühzeitiger erkennen zu können oder eine Gestaltung der Frontpartie von Straßenbahnen zur Reduktion der Unfallschwere bei Zusammenstößen vor allem mit Fußgängern oder Radfahrern.

- Auch Kampagnen mit zielgruppenspezifischen Ansprachen zur Sensibilisierung der Verkehrsteilnehmer (z. B. bezüglich der Aufmerksamkeit beim Queren von Gleisen) werden empfohlen.

3.1.4 Untersuchung an Gleisquerungen in Stuttgart

Bauer beschäftigt sich in seiner wissenschaftlichen Arbeit, die einen verkehrspsychologischen Hintergrund hat, mit Verkehrsunfällen an Gleisquerungen in Stuttgart. Neben einer Unfallanalyse und Ortsbegehungen hat er Verkehrsbeobachtungen durchgeführt sowie Passanten und Fahrpersonal befragt. Im Ergebnis seiner Analyse gibt er neben Maßnahmen für die Passanten, Fahrgäste, Straßenbahnfahrer und die Fahrzeuggestaltung auch Empfehlungen für die Gestaltung der Gleisquerungen (BAUER 1995). Die Empfehlungen sind im Folgenden stichpunktartig dargestellt.

3.1.4.1 Sichtbehinderungen

- Sichtbehinderungen beseitigen.
- Überwege möglichst nicht direkt vor bzw. nach Kurven anlegen.
- Niedrige, aber dichte Bepflanzungen am Grünstreifen vor Gleisquerungen.
- Leitungsmasten möglichst in der Mitte zwischen den Gleisen aufstellen.
- Prüfen, ob hohe Warnbaken durch niedrigere Hinweisschilder ersetzt werden und/oder weiter weg vom Bahnkörper aufgestellt werden können.
- Gute Beleuchtung der Überwege im Zugangsbereich und der Fußgängerinseln.
- Die Lichtfarbe der Leuchten gezielt auswählen. Eine spezielle Zusammensetzung der Lichtspektren könnte eine bessere Hervorhebung von Kontrasten ermöglichen.

3.1.4.2 Signalisierung

- Springlichter sollten nebeneinander, anstatt übereinander, angeordnet werden.
- Entwicklung eines akustischen Warnsignals zusätzlich zu den Springlichtern.

⁶⁷ Auszug aus den Empfehlungen mit Relevanz für den Fuß- und Radverkehr.

- Durch Änderung der Signalisierungen und Fahrplanverschiebungen könnte erreicht werden, dass sich Bahnen möglichst selten an Überwegen begegnen.⁶⁸

3.1.4.3 Verkehrszeichen

- Verkehrszeichen sollten möglichst ohne sprachliche Informationen gestaltet sein.
- Das dynamisierte Schild sollte an seiner vertikalen Achse gespiegelt verwendet werden (**Bild 20**), um verstärkt vor Bahnen zu warnen, die von links kommen.

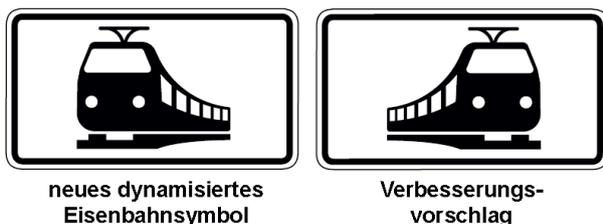


Bild 20: Sinnbild „Schienenverkehr“ nach StVO (links) und Ergänzungsvorschlag (rechts) (BAUER 1995)

3.1.4.4 Markierung

- Deutliche und einheitliche Markierung aller Gleisquerungen.
- Markierungen mit einem hohen Anteil an Reflexionskristallen, damit sich Fußgänger, die davor gehen, gut abheben.
- Auswahl eines Belages mit möglichst hohem Reflexionsgrad und einer Farbe, die sich gut von der Umgebung abhebt.

3.1.4.5 Weitere Gestaltungsmaßnahmen

- Abstand zwischen Aufstellinsel und Schiene vergrößern, um eine „Pufferzone“ zu erhalten.
- Streckengestaltung vor dem Überweg, um die Geschwindigkeitseinschätzungen durch Passanten und Fahrer zu erhöhen.

3.1.5 Gestaltung von Umlaufsperrn

Hoefert (HOEFERT 2012; HOEFERT und SCHÖNE 2012) hat Untersuchungen zum Verhalten von Wegbenutzern an Bahnübergängen mit Umlaufsperrn durchgeführt. Dabei hat er Versuchsaufbauten basierend auf Regelbauweisen erstellt und Fahrversuche mit Fahrrädern und Mobilitätshilfen sowie Verhaltensbeobachtungen an drei bestehenden Bahnübergängen mit Umlaufsperrn durchgeführt. Die Untersuchungen basieren auf Bahnübergängen mit Umlaufsperrn im Regelungsbereich

der Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung (EBO). Die Regelbauweisen der Umlaufsperrn unterscheiden sich von den Bauweisen für Umlaufsperrn an Straßenbahnstrecken, da bei den Eisenbahnen ein zweifacher erzwungener Richtungswechsel vorgegeben wird. Grundsätzliche Erkenntnisse bezüglich der erforderlichen Abstände zwischen den Absperrgittern lassen sich jedoch auf Gleisquerungen im Regelungsbereich der BOStrab übertragen, weshalb sie hier aufgeführt werden. Es wurden Umlaufsperrn unterschiedlicher Bauform mit einem Abstand der parallelen Absperrgitter von 1,30 m bis 0,90 m untersucht.

In der Untersuchung wurde festgestellt:

- Mit einzelnen geschobenen Fahrrädern können alle Umlaufsperrn unterschiedlicher Bauformen durchquert werden. Bei den älteren (schmaleren) Bauformen ist dies jedoch nur unter erschwerten Bedingungen (Rangieren und Versetzen) möglich.
- Bei keiner der Bauformen sind die Radfahrer gezwungen von ihrem Rad abzusteigen. Die Umlaufsperrn können, zwar z. T. mit Schwierigkeiten, dennoch sitzend auf dem Rad passiert werden.
- Ein Passieren der Umlaufsperrn mit Fahrrädern mit Anhängern ist nicht möglich. Diese müssen vom Rad getrennt und separat über den Bahnübergang geschoben werden.
- Größere Elektromobile⁶⁹ konnten sämtliche Bauformen nur mit erheblichem Rangieraufwand durchfahren.

Verkehrsbeobachtungen an existierenden Bahnübergängen zeigten zudem, dass Radfahrer vor allem bei geringen Durchgangsbreiten Schwierigkeiten beim Passieren der Umlaufsperrn hatten. Das Verhalten der Radfahrer wurde insgesamt als weniger sicher eingeschätzt, da aufgrund der Ablenkung durch die Fahraufgabe seltener und zu spät nach Schienenfahrzeugen Ausschau gehalten wird. Das gegenüber Fußgängern schlechtere Blickverhalten der Radfahrer⁷⁰ ist anscheinend nicht ausschließlich auf die Nutzungsschwierigkeiten zurückzuführen. Selbst konfliktfreies Manövrieren durch die Umlaufsperrn mit den Fahrrädern scheint die Aufmerksamkeit der Radfahrer stark zu beanspruchen.

Bei hohem Fußgänger- und Radverkehrsaufkommen (z. B. durch Schülergruppen) kam es zudem zu gegenseitigen Behinderungen der Benutzer,

⁶⁸ Dies lässt sich in Innenstädten aufgrund der dichten Fahrzeugfolgen jedoch kaum realisieren.

⁶⁹ Gemeint sind Krankenfahrstühle: Hilfsmittel mit elektrischem Antrieb für Menschen mit Mobilitätseinschränkungen.

⁷⁰ Nur ca. 35 % bis 40 % der querenden Radfahrer wurde dabei beobachtet, dass sie sich vor dem Queren der Gleise mit einem rechtzeitigen Blick auf den Gefahrenbereich absichern.

wodurch das zügige Räumen des Gefahrenbereichs und damit auch die Sicherheit der Verkehrsteilnehmer beeinträchtigt wurden. Dies erhöhte die Räumzeit gegenüber den Festlegungen im technischen Regelwerk. Mit einer Verdopplung der Umlaufsperrung (zwei Ein- und Ausgänge) und der Verdopplung der Durchgangsbreite im Gefahrenbereich konnten die Behinderungen deutlich reduziert werden. Im Vergleich zu den Radfahrern hatten Fußgänger unabhängig von der Bauform der Umlaufsperrung keine Schwierigkeiten. Sie verhielten sich größtenteils sicher. Der Anteil der Fußgänger, die sich vor der Querung der Gleise mit einem rechtzeitigen Blick auf den Gefahrenbereich absicherten, war deutlich höher als bei den Radfahrern (60 % bis 80 % aller beobachteten, querenden Fußgänger).

HOEFERT resultiert, dass Umlaufsperrungen von den Verkehrsteilnehmern in Zukunft zunehmend als aufmerksamkeitssteigerndes und weniger als behinderndes Element wahrgenommen werden müssten. Dafür empfiehlt er u. a. folgende Veränderungen:

- Vergrößerung der Durchgangsbreiten und Bewegungsflächen zwischen den Umlaufsperrungen,
- die Durchgangsbreite sollte für die unbehinderte Benutzung an allen Stellen mindestens 1,50 m betragen,
- die Durchgangsbreiten innerhalb der Umlaufsperrung und die Wegbreite im Gefahrenbereich sollten identisch sein, um einen gleichmäßigen Verkehrsfluss sicherzustellen,
- Entfall der Überlappung zwischen quer angeordneten Sperrelementen,
- rechtwinklige Anordnung der Bewegungsfläche vor dem Gefahrenbereich zum Gleis,
- auffällige Markierung des Beginns des Gefahrenbereichs,
- Festlegung von Einsatzgrenzen bezüglich der Spitzenbelastung, um Verkehrsbehinderung mit Gefährdungen zu vermeiden,
- Anordnung von Bodenindikatoren (Aufmerksamkeits- und Richtungsfelder) vor Beginn des Gefahrenbereichs.

3.1.6 Wahrnehmung von Warnmarkierungen

Im Rahmen einer schweizerischen Studie bezüglich der Sicherheit von Fußgängerüberwegen über Gleisquerungen wurde u. a. die Wirksamkeit von

Bodenmarkierungen, die zur Warnung der querenden Fußgänger auf der Konfliktfläche mit der Straßenbahn aufgebracht wurden, untersucht (NÜBOLD et al. 2014).

Die Studie wurde zwar im Zusammenhang von Gleisquerungen, die mit einem Fußgängerüberweg markiert waren, durchgeführt. Die Ergebnisse bezüglich der Wahrnehmung der Warnmarkierungen als solche lassen sich jedoch hinsichtlich einer Anwendung im Allgemeinen übertragen. Sie sind damit auch im Rahmen der hiesigen Untersuchung von Interesse.

Auf der Konfliktfläche wurden die Gefahrenschilder „Strassenbahn“ [sic] gemäß der Schweizer Signalisationsverordnung (Signal 1.18 gem. SSV) bzw. Abwandlungen von dieser aufgebracht (vgl. **Bild 21**). Die Versuche ergaben, dass die Bodenmarkierungen von den insgesamt 2.100 befragten Fußgängern mehrheitlich gut wahrgenommen und als Warnung vor den Straßenbahnen verstanden wurden. Über 50 % der Befragten gaben an, die Bodenmarkierungen bemerkt zu haben. Die Wahrnehmung hing dabei auch von der Komplexität des Verkehrsumfeldes ab. Je verkehrärmer die Straßen mit Gleisquerungen waren, desto bessere Wahrnehmungsquoten wurden erzielt.



Bild 21: Fußgängerüberweg mit zusätzlicher Warnmarkierungen „Straßenbahn“ auf den Gleisen in der Schweiz (Quelle: NÜBOLD et al. 2014)⁷¹

Die Vorranggewährung für die Straßenbahn wurde von den Verkehrsteilnehmern anhand der Gefahrensignale richtig interpretiert. Lediglich ein kleiner Teil der Befragten folgten der falschen Annahme, dass sie an Fußgängerüberwegen als Fußgänger Vorrang vor den Bahnen hatten. Mit zunehmender Nutzung der markierten Gleisquerung wurde die

⁷¹ In Deutschland gilt: „Im Zuge von Straßen mit Straßenbahnen ohne eigenem Bahnkörper sollen Fußgängerüberwege nicht angelegt werden. Fußgängerüberwege über Straßen mit Schienenbahnen auf eigenem Bahnkörper sollen an den Übergängen über

den Gleisraum mit versetzten Absperrungen abgeschränkt werden.“ (VwV-StVO zu § 26, Rn. 12)

Warnung vor den kreuzenden Bahnen von den Passanten besser verstanden.

Weiterhin ergab die Studie, dass aufgrund der Bodenmarkierungen das Konfliktpotential zwischen Fußgängern und Schienenfahrzeugen leicht abnahm und dadurch die Sicherheit für die Fußgänger an den Gleisquerungen insgesamt erhöht wurde. Bei jugendlichen und älteren Fußgängern sowie bei durch portable elektronische Geräte abgelenkten Personen konnte keine konfliktreduzierende Wirkung festgestellt werden. Zwischen den drei unterschiedlichen Maßnahmenvarianten waren keine signifikanten Unterschiede nachweisbar.

Von den Autoren der Studie wurde angemerkt, dass eine Bodenmarkierung nicht dasselbe präventive Niveau erreichen kann, wie bauliche Maßnahmen oder eine technische Sicherung. Der Vorteil von Bodenmarkierungen läge vor allem in der Kosteneffizienz sowie einer einfachen, landesweit einheitlichen Umsetzung einer solchen Maßnahme.

3.2 Bodenwarnleuchten

In einigen wenigen Städten mit Straßenbahnbetrieb in Deutschland wurden in Pilotversuchen Bodenwarnleuchten (Bodenampeln) an ausgesuchten Gleisquerungen getestet. Für drei dieser Pilotversuche liegen Ergebnisse der Begleituntersuchungen vor.

Bei Bodenwarnleuchten handelt es sich nicht um eine technische Sicherung im Sinne der BOStrab oder StVO (vgl. Kap. 2.2.2). Bodenwarnleuchten entsprechen zudem nicht den straßenverkehrsrechtlichen Vorschriften bezüglich der Ausführung von Lichtsignalen.

3.2.1 Karlsruhe

Ein Bodenwarnsystem an einer Gleisquerung in Deutschland wurde 2007 in Karlsruhe an der Haltestelle ZKM installiert. Der Übergang war mit einer Lichtsignalanlage mit Signalbild Dunkel-Rot-Dunkel (einfeldiger Signalgeber) gesichert. Am Boden wurden gelb-blinkende Warnlichter montiert, die parallel zum roten Lichtsignal geschaltet wurden. Die Wirkung der Bodenwarnleuchten wurde in einer Vorher-Nachher-Untersuchung analysiert. (HUPFER et al. 2008)

Die Gleisquerung, die direkt an der Haltestelle liegt, war vor Einbau der Bodenwarnleuchten gekennzeichnet durch einen hohen Anteil an Rotläufern (je nach Altersgruppe bis zu 86 %). Jeweils vier Wochen und 13 Monate nach Einbau der Leuchten

wurde eine Nachuntersuchung durchgeführt. Die Ergebnisse sind differenziert zu betrachten.

Bei den Fußgängern über alle Altersgruppen betrachtet haben sich praktisch keine Verbesserungen ergeben, wenn keine Bahn in der Haltestelle stand. Für Situationen, in denen eine Bahn in der Haltestelle stand, konnte die Akzeptanz des Rotlichts merklich verbessert werden (von 14 % auf 54 % bzw. 58 %). Bei den Radfahrern unterschieden sich die Situationen nicht signifikant. In der Gesamtbeurteilung ergab sich allerdings eine Verbesserung von 30 % auf 55 % bzw. 57 % des Anteils der Radfahrer, welche das Rotlicht beachteten. Insgesamt wurde beobachtet, dass bewusst agierende Rotläufer sich umfangreicher absicherten, anschließend jedoch trotzdem die Gleise bei Rot querten.

Ein weiteres System wurde im Probetrieb an der Haltestelle „Mühlburger Tor“ installiert. Dort wurde allerdings ein Leuchtstreifen statt Einzelleuchten eingebaut (ka-news GmbH 06.06.2014). Der Leuchtstreifen blinkt während der Anzeige des Rotlichts des Signalgebers gelb (**Bild 22**). Der Probetrieb wurde bislang nicht abgeschlossen. Eine Evaluation der Maßnahme steht noch aus. Ein flächendeckender Einsatz derartiger Systeme wird derzeit nicht gesehen (ka-news GmbH 2018).



Bild 22: Bodenwarnleuchten mit gelbem Signal und Lichtsignal mit Signalisierung Rot (Karlsruhe)

3.2.2 Frankfurt am Main

Im Jahr 2010 wurden die Gleisquerungen an der Haltestelle Lindenbaum in Frankfurt am Main umgebaut. Die nördliche Gleisquerung wurde mit einem Leuchtpanel, die südliche Gleisquerung mit einem

Leuchtstreifen ausgestattet. Diese waren parallel zur Signalisierung Rot-Dunkel geschaltet. Die Wirkung der Umbaumaßnahmen inklusive Bodenleuchten wurde in einer Vorher-Nachher-Untersuchung analysiert. (Köhler und Taubmann GmbH 2012) Die Erhebungen fanden 3 Monate und 15 Monate nach dem Umbau statt.

Kurz vor Durchführung der ersten Nacherhebung bzw. zwischen den beiden Nacherhebungen wurden bauliche und signaltechnische Anpassungen an einer der Gleisquerungen vorgenommen. Daher ist das Ergebnis der vergleichenden Beurteilung für diese Gleisquerung nur bedingt aussagekräftig und wird hier nicht weiter dargestellt. (Köhler und Taubmann GmbH 2012, S. 21)

Für die zweite Gleisquerung, die mit dem LED-Leuchtstreifen ausgestattet wurde, zeigte sich im Vergleich zwischen Vor- und Nachuntersuchung zwar ein Rückgang der Rotläuferanteile von ca. 20 % auf etwa 10 %, wobei der Anteil bei der zweiten Nachuntersuchung wieder geringfügig anstieg.⁷² Bezüglich des Rückgangs ist jedoch zu berücksichtigen, dass im Zuge des Umbaus technische Anpassungen an der Lichtsignalsteuerung vorgenommen wurden. So wurden die An- und Abmeldepunkte für die ein- und ausfahrenden Straßenbahnen verlegt und die erforderlichen Zwischenzeiten neu berechnet. Dadurch verkürzten sich die Sperrzeiten und zwar insbesondere die Anzeige des Rotlichts nach der Durchfahrt einer Straßenbahn. Infolgedessen wurden entsprechend weniger Personen als Rotläufer erfasst, wenn sie nach der Durchfahrt einer Straßenbahn die Gleise querten. Die Anzahl der kurz vor einer Straßenbahn bei Rot querenden Personen ist dagegen nicht signifikant gesunken.

Insofern ist festzustellen, dass sich die Effekte nicht den Bodenwarnleuchten zuordnen lassen, da im Zuge des Umbaus der Gleisquerungen weitere bauliche und signaltechnische Maßnahmen umgesetzt worden sind.

3.2.3 Köln

In Köln wurden im Jahr 2014 an drei Gleisquerungen Bodenwarnleuchten eingebaut. Diese leuchteten rot und das Signalbild war parallel zur Signalisierung Rot-Dunkel geschaltet (**Bild 23**). An zwei der Gleisquerungen konnten Vorher-Nachher-Untersuchungen durchgeführt werden. (BOENKE et al. 2016).



Bild 23: Bodenwarnleuchten an einer Gleisquerung in Köln

Bereits die Voruntersuchung zeigte, dass der Anteil der Rotläufer teilweise sehr hoch lag (bis über 80 %). Die meisten Rotlichtverstöße wurden von Fußgängern begangen, die nach Durchfahrt einer Straßenbahn die Gleise querten, während aufgrund der programmierten Räumzeiten noch Rotlicht angezeigt wurde. Auch nach Einbau der Bodenwarnleuchten zeigte sich keine Verbesserung bezüglich der Akzeptanz des Rotlichts. Parallel zur Verkehrsbeobachtung durchgeführte Befragungen zeigten Hinweise darauf, dass sich die Aufmerksamkeit der Fußgänger am Übergang zwar teilweise erhöht hatte; dies äußerte sich vor allem in der Form, dass sich querende Fußgänger nach subjektiven Kriterien bezüglich des Risikos einer Querung bei Rotlicht verstärkt absicherten, sich dann aber dennoch regelwidrig verhielten. Unter objektiven Gesichtspunkten konnte das Risiko von Konfliktsituationen somit nicht verringert werden.

3.2.4 Augsburg

Im Frühsommer 2016 wurden an zwei Haltestellen im Augsburger Straßenbahnnetz Bodenwarnleuchten im Rahmen eines Pilotversuchs eingebaut. (Stadtwerke Augsburg 19.04.2016) Die Bodenwarnleuchten ergänzen die vorhandenen Lichtsignale mit Signalisierung Rot-Dunkel. Während der Anzeige des roten Lichtsignals blinken die Bodenwarnleuchten rot. Zum Zeitpunkt der Berichtslegung lag keine Evaluation des Systems vor.

⁷² Die Prozentangaben bilden das arithmetische Mittel der Ergebnisse der beiden Erhebungstage.

3.3 Ablenkung durch mobile Geräte

In jüngerer Zeit spielt vor allem die Ablenkung durch mobile elektronische Geräte (vor allem Smartphones) im Straßenverkehr eine zunehmende Rolle in der medialen Berichterstattung über Verkehrsunfälle. (KINAST und BOCH 2015; KIESEWETTER 2015; KIESEWETTER und ECKARDT 2015; MÖHL 2018). Auch im Zusammenhang mit Unfällen an Gleisquerungen berichten Polizei und Verkehrsunternehmen nach Zusammenstößen zwischen Fußgängern und Radfahrern mit steigender Tendenz über ablenkende oder aufmerksamkeitsmindernde Tätigkeiten, z. B. die Benutzung von Smartphones oder Musikhören, die Verkehrsunternehmen bereits Anlass zu eindringlichen Warnungen gaben (Rheinbahn AG 07.08.2014).

In einzelnen Untersuchungen wurde bereits festgestellt, dass sich vor allem jugendliche Verkehrsteilnehmer zunehmend mit elektronischen Geräten beschäftigen. (DEKRA e. V. 08.04.2016; DVR 2017b, S. 11) Es gab bereits auch Experimente, in denen die Auswirkungen durch die Benutzung von Kopfhörern und Musikhören auf die Wahrnehmung von Verkehrsgeräuschen und die Reaktionsfähigkeit untersucht wurde. (PARIDON und SPRINGER 2012)

In jüngerer Zeit haben sich bereits unterschiedliche Forschungsvorhaben mit dem Einfluss der Benutzung von Mobiltelefonen auf das Verhalten der Verkehrsteilnehmer beschäftigt und auch einen Einfluss feststellen können. Allerdings stehen die Studien dazu aufgrund relativ geringer Datenlage noch am Anfang.

Laut einer amerikanischen Studie stieg der Anteil der Fußgänger, die während der Benutzung eines Mobiltelefons im Straßenverkehr in den USA tödlich verunglückten, von 1 % im Jahr 2004 auf 3,6 % im Jahr 2010 (FISCHER 2015). Es konnte jedoch nicht direkt festgestellt werden, dass die Benutzung des Telefons während des zu Fuß Gehens grundsätzlich zu einem höheren Unfallrisiko führt (NEIDER et. al. 2010).⁷³ Es wurde allerdings nachgewiesen, dass sich Fußgänger während der Benutzung des Mobiltelefons weniger sicher verhalten (z. B. geringere Aufmerksamkeit, reduzierte Schrittgeschwindigkeit, längere Überquerungszeit auf Straßenkreuzungen, Zusammenstoß mit Hindernissen usw.). (FISCHER 2015)

Zwei niederländische Studien fanden heraus, dass ca. 3 % bis 4 % der Radfahrunfälle in den Nieder-

landen auf den Gebrauch von Mobiltelefonen zurückzuführen sind. (GOLDENBELD et. al. 2010; WAARD et. al. 2010). Genaue Zahlen zur Benutzung von Mobiltelefonen beim Radfahren lagen allerdings nicht vor. Aufgrund des Anteils der dokumentierten Unfälle im Zusammenhang mit der Benutzung eines Telefons oder dem Musikhören sowie Rückmeldungen über die Häufigkeit dieser beiden Tätigkeiten während des Radfahrens, wurde die Benutzung mobiler Geräte zum Telefonieren und Verfassen von Nachrichten insgesamt als die gefährlichere Ablenkung eingestuft.

3.4 Blick nach Europa

3.4.1 Gestaltungsvorgaben

3.4.1.1 Normungsaktivitäten

Einige europäische Länder haben keine separaten gesetzlichen Regelungen für den Betrieb von Straßenbahnen mit Festlegungen für die Gestaltung und Ausstattung von Bahnübergängen bzw. Gleisquerungen für Fußgänger und Radfahrer. Harmonisierte europäische Regelungen sind nicht in Sicht. Die durch das EU Mandat M/486 ausgelöste Normungsaktivität für „Urban rail“ bezieht sich lediglich auf die Normung von Fahrzeug- und Betriebsanlagenkomponenten. Basis für die Normungsarbeit ist der Guide 26 von CEN und CENELEC.

3.4.1.2 Beispiel Großbritannien

Regelwerke für die Gestaltung von Bahnübergängen in anderen Ländern beziehen sich oftmals vorrangig auf Bahnübergänge von Straßen mit Kraftfahrzeugverkehr über Eisenbahnstrecken. Diese Regelwerke sind für diese Untersuchung kaum übertragbar.

In einigen Ländern gibt es allerdings nationale Regelungen, die auch den Fuß- und Radverkehr berücksichtigen und entsprechende Gestaltungshinweise mit dem Ziel einer nationalen Standardisierung geben. Beispielhaft werden im Folgenden die Vorgaben für Großbritannien zusammengefasst. Dort gelten für die Gestaltung und Sicherung von Bahnübergängen u. a. folgende Regelwerke und Richtlinien:

- Road Traffic Regulation Act (von 1984 & 1988),
- Construction (Design and Management) Regulations 1994,

⁷³ Möglicherweise wurden aufgrund der in den letzten Jahren höheren Sensibilität im Zusammenhang mit diesem Thema genauere Daten bei der Unfallaufnahme erhoben. Ähnliche Effekte können für Deutschland vermutet werden, da auch der Umfang

der medialen Berichterstattung zu diesem Thema in den zurückliegenden Jahren offensichtlich deutlich zugenommen hat (s. o.).

- Traffic Signs Regulations and General Directions 2002.

Das Office of Rail Regulation (ORR) hat 2006 zudem einen Leitfaden für Straßenbahnstrecken herausgebracht (ORR 2006), der die Standardisierung von Elementen im Zusammenhang mit Straßenbahnverkehr zum Ziel hat. Ein ergänzender Leitfaden beschäftigt sich ausschließlich mit der Sicherheit von Fußgängern an Gleisquerungen und nennt weitere Aspekte zur Erhöhung der Sicherheit an derartigen Gleisquerungen. Die Anwendung der beiden Leitfäden ist allerdings nicht obligatorisch. Im „Guidance on tramways“ heißt es unter anderem:

- Bahnübergänge, die von vielen Fußgängern überquert werden, müssen über abgesenkte Borde sowie eine taktile Kennzeichnung verfügen. Die Gleisquerungen müssen so gestaltet sein, dass sie für Fußgänger ganz offensichtlich die sicherste Überquerungsmöglichkeit darstellen und diese dazu ermutigen, die Bahngleise an der definierten Stelle zu überqueren (vgl. section 59).
- An Bahnübergängen sollten klar erkennbare Gestaltungsmerkmale vorhanden sein, wie z. B. Beschilderung, eine Signaleinrichtung für Fußgänger, abgesenkte Borde sowie Bepflanzung, um die Benutzung der sicheren Gleisquerungen durch die Fußgänger zu fördern (section 60).
- Die Gleisquerungen der Straßenbahnen und die der angrenzenden Fahrbahnen sollten auf einander abgestimmt werden. Bei unabhängigen Bahnkörpern werden die Gleisquerungen der Straßenbahn und der Fahrbahn vollständig voneinander getrennt. Bei straßenbündigen Bahnkörpern müssen die Vorschriften für Fußgängerüberwege berücksichtigt werden (section 61).
- Alle Bahnübergänge sind so zu gestalten, dass sie auch für Menschen mit Mobilitätseinschränkung und Sehbehinderung sicher zu überqueren sind (section 62).
- Unzureichend gesicherte Bahnübergänge sind mit speziellen Fußgängersignalen (nach Bedarf in Kombination mit anderen Signalen) auszustatten. Die Signalisierung hängt im Allgemeinen von der Übersicht am Bahnübergang sowie der Frequentierung durch Fußgänger- und Straßenverkehr ab (vgl. section 63).
- Bei unzureichender Sicht auf heranfahrende Bahnen an Fußgängerübergängen über unabhängigen Bahnkörpern, sollten die Straßenbahnfahrer durch ein akustisches Signal warnen (vgl. section 65). Gute Sichtverhältnisse auf dem Bahnübergang müssen sowohl für die Fußgänger als auch für das Fahrpersonal der Straßenbahnen sichergestellt werden.
- Die Signalisierung an Bahnübergängen sollte visuell, akustisch und taktil erfolgen (vgl. sections 66, 70-72).

Wenn notwendig, sollte der Bahnübergang mit einer Umzäunung oder einem Schutzgeländer für Fußgänger gesichert werden, um den Blick der Fußgänger vor Überqueren der Bahngleise auf die einfahrende Bahn zu lenken oder sie auf die Lichtsignalanlage aufmerksam zu machen. Es müssen jedoch nicht alle Bahnübergänge, die von Fußgängern überquert werden, signalisiert werden.

An Bahnübergängen in Großbritannien kommt häufig das in **Bild 24** dargestellte Hinweisschild mit der Aufschrift „Tramway - look both ways“⁷⁴ zum Einsatz. Das Schild wird auch in Irland in einer ähnlichen Variante eingesetzt (**Bild 25**). Dieses Schild soll Fußgänger und Radfahrer darauf aufmerksam machen, dass sie vor dem Überqueren der Bahngleise sowohl nach rechts als auch links schauen, um sich abzusichern. Dieses Schild sollte an Unfallschwerpunkten, wie z. B. an ausgewählten Stellen von Schulwegen o. Ä. eingesetzt werden.



Bild 24: Beschilderung am Bahnübergang in England mit der Aufschrift „Tramway – look both ways“ (Quelle: ORR 2016)

⁷⁴ „Straßenbahn – in beide Richtungen blicken“.



Bild 25: „Look both ways“-Variante aus Irland

Das Schild kann auch in Kombination mit einer Signalisierung zum Einsatz kommen, wenn die Gleisquerung von einer hohen Anzahl Fußgängern passiert wird. Bei dem Signal handelt es sich um ein gelbes Blinklicht mit zwei übereinander angeordneten Signalgebern (entsprechend dem in Deutschland verwendeten Springlicht).

3.4.2 Unfallforschung – Beispiel Frankreich

Das Ministerium für Ökologie, Nachhaltigkeit, Entwicklung und Energie in Frankreich hat in einer 2015 veröffentlichten Studie die Unfallursachen mit Straßenbahnen in Frankreich zwischen den Jahren 2004 – 2013 untersucht.

Grundlage der Untersuchung sind 63 Straßenbahnlinien in 26 Gebieten Frankreichs. Dabei haben sich innerhalb der Untersuchungsjahre die Anzahl der Linien fast verdreifacht.

Bei der Betrachtung der Unfallkategorien fällt auf, dass Unfälle aufgrund von Kollisionen der Straßenbahn mit Dritten (zwischen 72% und 65% mit absteigender Tendenz) und Unfälle mit Fahrgästen (zwischen 22% und 32% mit aufsteigender Tendenz) am häufigsten auftreten. Die absteigende Tendenz der Unfallzahlen aufgrund von Kollisionen der Straßenbahnen mit Dritten hängt vor allem damit zusammen, dass das Verkehrsmittel „Straßenbahn“ damals neu und somit für die Verkehrsteilnehmer ungewohnt war. Wird hingegen die Anzahl der Opfer betrachtet, so wird deutlich, dass deutlich mehr Passagiere in der Straßenbahn verletzt werden, als die Beteiligten bei Unfällen zwischen einer Straßenbahn und Dritten. Häufigste Ursache für Verletzungen in der Straßenbahn sind Gefahrenbremsungen.

Es muss im Rahmen dieser Arbeit allerdings offenbleiben, wie viele Personen in Deutschland in Folge von Gefahrenbremsungen in der Bahn verletzt werden. Zwar werden die Unfälle in der Regel polizeilich erfasst. Dies aber nur, wenn das Fahrpersonal

durch den Fahrgast bzw. andere Fahrgäste über einen Personenschaden informiert wird und anschließend eine Unfallaufnahme durch die Polizei stattfindet. Vermutlich gibt es hier allerdings eine Dunkelziffer, insbesondere bei leichteren Verletzungen. .

Werden die Unfälle mit Dritten betrachtet, so sind Unfälle mit Kraftfahrzeugen mit Abstand am häufigsten vertreten (ca. 70%). Unfälle mit Fußgängern treten deutlich seltener auf (ca. 18%). Wird allerdings die Anzahl der Unfallopfer verglichen, so sind diese Anteile bei Fußgängern ähnlich wie bei den Unfällen mit Kraftfahrzeugen (jeweils ca. 40%).

Eine weitere Auswertung der Unfalluntersuchung aus Frankreich bezieht sich auf die Untersuchungsorte. Dort fällt auf, dass die häufigsten Unfälle an einfachen Knotenpunkten auftreten (ca. 33%). Unfälle an Gleisquerungen für Fußgänger und Radfahrer treten hingegen in nur weniger als 10% der Fälle auf. Allerdings ist innerhalb der Untersuchungsjahre eine steigende Tendenz der Unfälle an Gleisquerungen erkennbar (von ca. 5% in 2004 zu ca. 8% in 2013).

Unfälle an Gleisquerungen für Fußgänger und Radfahrer sind ein eher seltenes Ereignis, wenn die absolute Anzahl der Gleisquerungen der Anzahl der Unfälle gegenübergestellt wird. So sind im Untersuchungsraum der Studie 5.445 Gleisquerungen untersucht worden, allerdings sind nur, bezogen auf die absolute Anzahl der Unfälle an Gleisquerungen, in 0,12 Fällen Unfälle an Gleisquerungen für Fußgänger und Radfahrer aufgetreten. (LABONNEFON und PASSELAGUE 2015)

3.5 Zusammenfassung

Die Ergebnisse bisheriger Untersuchungen zur Sicherheit für Fußgänger und Radfahrer an Gleisquerungen über unabhängige oder besondere Bahnkörper der Straßenbahn lassen den Schluss zu, dass diese Stellen in der Regel sicher sind. Insgesamt konnten nur wenige Interaktionen zwischen querenden Personen und Straßenbahnen beobachtet werden, die auf Basis der jeweils gewählten Kriterien als kritisch eingestuft wurden. Naturgemäß nimmt die Anzahl der Interaktionen mit steigender Verkehrsstärke bei Straßenbahnen und Fußgängern oder Radfahrern zu. Nur sehr wenige der erfassten Interaktionen wurden allerdings überhaupt als kritisch eingestuft.

Fußgänger und Radfahrer tragen bei Unfällen mit Straßenbahnen naturgemäß überproportional häufig schwere Verletzungen davon. Sie sind in der Regel auch Hauptverursacher bei diesen Unfällen, die häufig Folge von Regelmisssachtungen sind.

Bezüglich der Sicherheit konnten allerdings insgesamt keine signifikanten Unterschiede zwischen signalisierten und nicht signalisierten Gleisquerungen festgestellt werden. Ebenso wurden keine Unterschiede zwischen einer Signalisierung mit Rotlicht oder einer Signalisierung mit Warnlicht (Gelbblinker) festgestellt. Um die Akzeptanz von Lichtsignalen an Gleisquerungen zu verbessern und eindeutig interpretierbare Regelungen zu erzielen, sollten die Lichtsignale möglichst spätestens unmittelbar nach Räumen der Konfliktfläche durch die Straßenbahn erlöschen, sofern sich keine Bahn aus der Gegenrichtung nähert. Bei Gleisquerungen an Haltestellen sollte die Anzeige eines Lichtsignals auf Situationen beschränkt werden, wenn eine Bahn über die Gleisquerung in die Haltestelle einfährt.

Kritische Situationen treten häufiger im Zusammenhang mit Querungen von anliegenden Fahrbahnen bei Gleisen in Mittellage auf. Daher werden Gleisquerungen über unabhängige Bahnkörper oder in Seitenlage als sicherer eingestuft, da dort diese Konflikte nicht oder seltener auftreten. Insgesamt sollten Fahrbahnquerungen im Zulauf zu einer Gleisquerung gesichert werden. Bei einer Signalisierung ist darauf zu achten, dass keine Verwechslungsgefahr hintereinander folgender Lichtsignale besteht.

Umlaufsperrungen sollten mit ausreichendem Abstand zueinander aufgestellt werden; vor allem, wenn die Gleisquerung durch den Radverkehr, Menschen mit Mobilitätseinschränkung und Hilfsmitteln oder starken Personenströmen genutzt wird.

Warnmarkierungen können eine Maßnahme sein, die die Aufmerksamkeit von Fußgängern und Radfahrern beim Queren der Gleise zu erhöhen. Sie ersetzen jedoch keine baulichen Maßnahmen oder eine technische Sicherung.

Für die Verwendung von Bodenwarnleuchten lässt sich feststellen, dass die bisher an Gleisquerungen umgesetzten und evaluierten Systeme die Erwartungen bezüglich einer wirksamen Verringerung des Anteils der Rotläufer in der Regel nicht erfüllen konnten. Teilweise konnten die beobachteten Wirkungen aufgrund von Maßnahmenbündeln nicht den Bodenwarnleuchten zugeordnet werden. Zudem bestehen teils technische Probleme bezüglich der Einbindung in die Signalsteuerung. Wenn in seltenen Fällen Verbesserungen beobachtet wurden, war dies nur in bestimmten Situationen der Fall. Konstatiert wurde teils eine Rückmeldung über eine höhere Aufmerksamkeit für das Rotlicht, was jedoch

nicht zu einer objektiv höheren Sicherheit führte, da die Personen trotzdem die Gleise bei Rot querten.

Auf europäischer Ebene gibt es derzeit keine Aktivitäten bezüglich einer Standardisierung der Ausstattung und Sicherung von Gleisquerungen über Bahnkörper der Straßenbahn. Einige Länder, z. B. Großbritannien, haben Leitfäden mit Hinweisen für eine Standardisierung in ihrem Regelungsbereich veröffentlicht. Die Anwendung dieser Standards ist allerdings freiwillig.

4 Gleisquerungen im Bestand

4.1 Straßenbahnverkehr in Deutschland

In Deutschland wird auf die Betriebssitze der Verkehrsunternehmen bezogen in 58 Städten eine Schienenbahn zur Personenbeförderung im Sinne der Verordnung über den Bau und Betrieb der Straßenbahnen betrieben (vgl. Kap. 2.1). Die jeweiligen Streckennetze können dabei über die Stadtgrenzen hinausreichen, sodass der Straßenbahnbetrieb in mehr Städten stattfindet. In Hamburg (nur U-Bahn) und in Wuppertal (Schwebebahn) werden nur vollständig unabhängige Bahnen betrieben. Somit verbleiben 56 Städte und Gemeinden mit Straßenbahnbetrieb, die im Rahmen der Aufgabenstellung des Forschungsvorhabens kontaktiert wurden (**Bild 26**).

Augsburg*, Bad Schandau, Berlin*, Bielefeld*, Bochum/ (Gelsenkirchen)*, Bonn, Brandenburg an der Havel, Braunschweig*, Freie Hansestadt Bremen*, Braunschweig*, Chemnitz*, Cottbus, Darmstadt, Dessau-Roßlau*, Dortmund*, Dresden*, Düsseldorf*, Duisburg, Erfurt*, Essen, Frankfurt (Oder), Frankfurt am Main*, Freiburg*, Gera, Görlitz, Gotha, Halberstadt, Halle an der Saale, Hannover*, Jena*, Karlsruhe*/ (Heilbronn)**, Kassel*, Köln*, Krefeld*, Leipzig*, Magdeburg*, Mainz*, Mannheim/ (Ludwigshafen/Heidelberg), Mülheim an der Ruhr, München*, Naumburg (Saale), Nordhausen*, Nürnberg*, Oberhausen, Plauen, Potsdam, Rostock*, Saarbrücken*, Schöneiche/ Rüdersdorf, Schwerin, Strausberg, Stuttgart*, Ulm, Woltersdorf, Würzburg*, Zwickau*

* Rückläufer aus der Befragung (vgl. Kap. 4.2)

** Straßenbahnbetrieb durch Verkehrsbetriebe Karlsruhe

Bild 26: Städte mit Straßenbahnbetrieb⁷⁵ im Verkehrsraum öffentlicher Straßen in Deutschland

⁷⁵ Bezogen auf den Unternehmenssitz des Betreibers.

Die jeweiligen Straßenbahnsysteme unterscheiden sich bezüglich der Größe des Streckennetzes, der auf dem Netz abgewickelten Verkehrsleistung sowie des Ausbaustandards teils deutlich.

4.2 Formen der Umsetzung und Ausstattung

Die Bauformen und die Ausstattung (z. B. technische Sicherung) von Gleisquerungen über Bahnkörper der Straßenbahnen wurden im Rahmen einer Befragung der Verkehrsunternehmen und Kommunen erhoben (vgl. Anhang). Die Erhebung wurde durch eigene Ortsbesichtigungen ergänzt. Diese Besichtigungen folgten keinem systematischen Prinzip, sondern wurden zusätzlich außerhalb des geplanten Arbeitsprogramms durchgeführt, wenn sich infolge eines Stadtbesuchs die Gelegenheit zu einer Besichtigung ergab.

Aufgrund der teils unterschiedlich geregelten Zuständigkeiten wurden mit der Befragung jeweils beide Parteien direkt angesprochen und davon in Kenntnis gesetzt, dass die jeweils andere Partei denselben Fragebogen erhalten hätte. Ziel dieses Vorgehens war es, den Bearbeitungsaufwand für alle Beteiligten durch die Möglichkeit zur Kooperation gering zu halten.

Insgesamt wurden von den 56 Städten, in denen ein Betriebssitz eines Straßenbahnunternehmens liegt, aus 31 Städten (55 %) Daten rückgemeldet (vgl. **Bild 26**). In zwei dieser Fälle wurde der Beantwortung der Fragen vorzeitig abgebrochen, sodass nur Teilgebiete ausgewertet werden konnten.

Der Fragebogen⁷⁶ war in mehrere Schwerpunktbereiche gegliedert:

- Allgemeine Informationen (Kontaktdaten),
- Bauformen und Regelbauweisen (Kap. 4.2.1),
- Verwendung von Lichtsignalen und deren Steuerung (Kap. 4.2.2),
- Verkehrszeichen und Markierungen (Kap. 4.2.3),
- Barrierefreiheit (Kap. 4.2.4),
- Unfallsituation und Sicherheit (Kap. 4.2.5) sowie
- Fahrzeuge (Kap. 4.2.6).

Die Auswertung zeigte, dass bei Verkehrsunternehmen oder Baulastträgern in der Regel keine konkreten Zahlen über die Anzahl, die Form, Sicherung und Ausstattung der Gleisquerungen vorliegen. Die

Auswertung stützt sich insofern zu überwiegend auf die Angabe von Schätzwerten (absolut oder anteilig).

4.2.1 Bauformen und Regelbauweisen

Bei der Erhebung ließ sich nur zwischen der geradlinigen Ausführung sowie Bauformen mit erzwungenem Richtungswechsel (Z-Form oder Versatz) unterscheiden. Eine weitere Unterteilung zwischen den unterschiedlichen Formen eines erzwungenen Richtungswechsels war nicht mehr möglich.

Die Auswertung lässt den Schluss zu, dass im überwiegenden Teil der Kommunen im Bestand geradlinige Gleisquerungen vorhanden sind. In einigen Städten (Berlin, Karlsruhe, Köln, Stuttgart) werden allerdings bereits seit vielen Jahren Gleisquerungen mit erzwungenem Richtungswechsel als Standardlösung umgesetzt, sodass zum Zeitpunkt der Befragung (2016) bereits der überwiegende Anteil der Gleisquerungen in diesen Städten entsprechend ausgeführt war.

Neun Städte meldeten zurück, dass sie bereits heute Regelbauweisen für Gleisquerungen erarbeitet hätten, welche bei Neu- und Umbauten angewendet würden. Dabei sind situationsbedingte Anpassungen allerdings nicht ausgeschlossen. Zwei Städte wenden derartige Regelbauweisen bereits seit ca. 20 Jahren an. Die übrigen Regelbauweisen wurden innerhalb der letzten 10 Jahre erarbeitet. Eine weitere Kommune erarbeitet derzeit (2016) Regelbauweisen.

Die Regelzeichnungen werden in den Kommunen mindestens in Zusammenarbeit zwischen Straßenbaulastträger und Verkehrsunternehmen erstellt. In einzelnen Fällen werden die Polizei, die TAB oder Vertreter der behinderten Menschen beteiligt.

Nach den Angaben der Befragten haben die Regelbauweisen bis auf einen Fall Gültigkeit für das gesamte Streckennetz und somit ggf. auch über das Stadtgebiet des Betriebssitzes (Verkehrsunternehmen) hinaus.

4.2.2 Verwendung von Lichtsignalen

Auf Basis der Rückmeldungen (Schätzdaten) wurde eine qualitative Einstufung hinsichtlich des Anteils und der Ausführung der signalisierten Gleisquerungen vorgenommen. Eine weitere Unterteilung bezüglich möglicher Unterschiede der Ausstattung an

⁷⁶ Der Fragebogen ist im Anhang zu diesem Forschungsbericht enthalten. Dieser Anhang wurde in einer gesonderten Datei ausschließlich elektronisch (Pdf-Format) veröffentlicht.

unabhängigen oder besonderen Bahnkörpern war auf Basis der Daten in der Regel nicht möglich.

Eine Sicherung von Gleisquerungen mit Lichtsignalen kommt – unabhängig von der Bauform – insbesondere in den Groß- und Mittelstädten verstärkt zum Einsatz.

4.2.2.1 Art der Signalisierung der Gleisquerung

Zwanzig Städte gaben an, die Gleisquerungen für Fußgänger, die nicht an einem beschränkten Bahnübergang liegen, mit GELBEM Blinklicht zu signalisieren. Neun Städte gaben an, dieses Signalbild mit Ausnahme sehr weniger Altanlagen (Einzelfälle) mit abweichendem Signalbild, praktisch ausschließlich zu verwenden⁷⁷. Es handelt sich in der Regel immer um ein zweifeldiges Signal (Springlicht). In den meisten Fällen (14) werden die beiden Signalgeber übereinander angeordnet (**Bild 27**), seltener nebeneinander (**Bild 28**). Innerhalb einer Stadt können auch beide Formen zum Einsatz kommen. Auf den Leuchtfeldern ist in der Regel ein Straßenbahnplakogramm aufgebracht, wie in der RiLSA beschrieben (Kap. 2.2.3.3).



Bild 27: Beispiel für ein Springlicht mit übereinanderliegenden Signalgebern, 200 mm Leuchtfelddurchmesser (Kassel)



Bild 28: Beispiel für ein Springlicht mit nebeneinanderliegenden Signalgebern, 200 mm Leuchtfelddurchmesser (Leipzig)

Das Signalbild ROT-DUNKEL verwenden 21 Städte (68 %); neun Städte gaben an, diese Form der Signalisierung mit Ausnahme sehr weniger Altanlagen praktisch ausschließlich⁷⁷ einzusetzen. Beim Signalbild ROT-DUNKEL werden überwiegend zweifeldige (14 Fälle, **Bild 29**), aber auch einfeldige (7 Fälle, **Bild 30**) Signalgeber eingesetzt.⁷⁸ In Magdeburg erfolgt die ROT-DUNKEL-Signalisierung zwar mit zwei Signalgebern, teilweise aber mit Anzeige von GELB vor ROT (Signalfolge DUNKEL-GELB-ROT-DUNKEL, **Bild 31**).



Bild 29: Beispiel für ROT-DUNKEL-Signalisierung mit zweifeldigem Signalgeber, 200 mm Leuchtfelddurchmesser (Schwerin)

⁷⁷ Die Anlagen werden bei Erneuerung durch Anlagen mit der aktuellen Signalisierungsform ersetzt.

⁷⁸ In einigen Fällen blieb unklar, ob das Signal ROT-DUNKEL nicht ausschließlich bei beschränkten Bahnübergängen Verwendung findet.



Bild 30: Beispiel für ROT-DUNKEL-Signalisierung mit einfeldigem Signalgeber, 300 mm Leuchtfelddurchmesser (Karlsruhe)

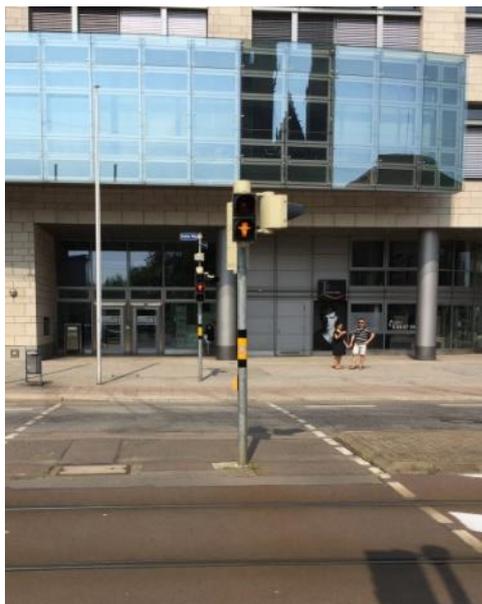


Bild 31: Beispiel für Signalfolge DUNKEL-GELB-ROT-DUNKEL, 200 mm Leuchtfelddurchmesser (Magdeburg)

In Berlin werden signalisierte Gleisübergänge über unabhängige oder besondere Bahnkörper ausschließlich mit dem Signalbild ROT-GRÜN ausgestattet (**Bild 32**). Frankfurt am Main verwendet an einigen Übergängen ebenfalls Rot-Grün (**Bild 33**). Neuere Anlagen werden aber mit Rot-Dunkel signalisiert.



Bild 32: Beispiel für ROT-GRÜN-Signalisierung (Berlin)



Bild 33: Beispiel für ROT-GRÜN-Signalisierung (Frankfurt am Main)

Verwenden Städte regelmäßig unterschiedliche Signalisierungsformen, dann gibt es dafür in der Regel zwei Gründe:

- Es erfolgt eine Umstellung von einer auf die jeweils andere Signalisierungsform, die noch nicht vollständig abgeschlossen ist. Dies war der Fall in Braunschweig (Umstellung von GELBBLINKEN auf ROT-DUNKEL), Dortmund (Umstellung von ROT-DUNKEL auf GELBBLINKEN) und Frankfurt am Main (Umstellung von ROT-GRÜN auf ROT-DUNKEL).
- Die Aufstellung erfolgt in Abhängigkeit der Einbindung der Signalisierung in das Umfeld (z. B. am Knotenpunkt) bzw. in Abhängigkeit der Signalisierung für die Straßenbahn.

So werden die Springlichter beispielsweise nur auf der freien Strecke eingesetzt, wenn die Sicherung durch Übersicht erfolgt und die Signalisierung unterstützend wirken soll, während am Knotenpunkt bei gleichzeitiger Signalisierung mit Fahrsignalen für

den Straßenbahnverkehr (vgl. Kap. 2.2.2) eine Signalisierung Rot-Dunkel (z. B. Dresden) oder Rot-Grün (z. B. München, **Bild 34**) für den querenden Fußverkehr eingerichtet wurde. Ein anderer Anwendungsfall besteht darin, dass Gelbblinken zwar den Standardfall darstellt, im Zuge von unabhängig geführten Strecken mit Zugsicherungsbetrieb und Bü-Signalen (vgl. Kap. 2.2.2) aber eine technische Sicherung nach BOStrab erfolgt (z. B. Leipzig, Jena). Daraus ergibt sich für diese Bahnübergänge die Verwendung von Rot-Dunkel, da Gelbblinken hier nicht zulässig wäre.



Bild 34: Signalisierung der Gleisquerung mit ROT-GRÜN im Zuge einer signalisierten Querung an einem Knotenpunkt (München)

Bei der Signalisierungsform GELBBLINKEN werden in der Regel invertierte Leuchtfelder verwendet und dies in Kombination mit dem Piktogramm „Straßenbahn“ auf gelbem Grund“ (vgl. **Bild 7**, **Bild 8**). Bei Signalen mit ROT-DUNKEL scheint dies seltener der Fall zu sein. Beispiele für regelmäßige Anwendungen invertierter Leuchtfelder finden sich in Karlsruhe und Köln. Vorteil dieser Gestaltungsform werden durch den höheren Anteil der leuchtenden Fläche und eine damit verbesserte Wahrnehmbarkeit oder erhöhte Aufmerksamkeit querender Personen gesehen (**Bild 29**, **Bild 30**). In Köln werden die invertierten Schablonen nach einem Pilotversuch erst seit dem Jahr 2015 eingesetzt. Eine Vorher-Nachher-Untersuchung kam zu dem Ergebnis, dass sich Effekte auf das Verhalten querender Fußgänger (Rotlichtakzeptanz) ergeben können (BOENKE et al. 2016). Allerdings konnten keine Langzeitwirkungen überprüft werden.

In den meisten Fällen (79 % der Antworten) wird für die Signalgeber an den Gleisquerungen unabhängig von der Signalisierungsform ausschließlich ein

Leuchtfelddurchmesser von 200 mm verwendet. Dies entspricht dem Regelfall nach RiLSA.

In drei Kommunen mit Rotlichtsignalen (Bremen, Karlsruhe, Köln) werden generell die größeren Leuchtfelddurchmesser (300 mm) eingebaut (vgl. **Bild 29**, **Bild 30**). In Bielefeld installiert man diese auch beim Springlicht, wobei vormals einfeldige Signalgeber mit 200 mm Leuchtfelddurchmesser verwendet wurden. In Rostock rüstet man ebenfalls von einfeldigen Signalgebern mit Gelbblinken auf zweifeldiges Springlicht um, weil man sich eine größere Aufmerksamkeit an den Gleisquerungen durch das Springlicht verspricht.

Die größeren Leuchtfelddurchmesser werden von den EAÖ generell zur Erhöhung der Aufmerksamkeit empfohlen. Die RiLSA empfiehlt diese situationsbedingt dann, wenn die Auffälligkeit der Signale gezielt erhöht werden soll (vgl. Kap. 2.2.3). Lediglich drei Städte (Bochum, Bielefeld, Rostock) gaben allerdings an, dass sie beide Leuchtfelddurchmesser einsetzen und dies situationspezifisch tun.

Vier Städte meldeten zurück, dass sie zusätzlich ein zweites Lichtsignal in geringer Höhe einsetzen (**Bild 35**). Diese Signale verfügen über einen Leuchtfelddurchmesser von in der Regel 100 mm. In zwei Städten (Düsseldorf und Freiburg) erfolgt die Anbringung im Allgemeinen an allen Gleisquerungen (ggf. bei der Erneuerung bzw. beim Neubau). In Bremen und Karlsruhe werden die niedrigen Lichtsignale in der Regel dann eingesetzt, wenn Radverkehr über eine signalisierte Gleisquerung geführt wird. Dies soll die Erkennbarkeit der Gleisquerung bzw. des Signalbildes insbesondere für diese Gruppe verbessern (höhere Geschwindigkeit, veränderter Blickwinkel).



Bild 35: Gleisquerung mit Zusatzsignalgebern in geringer Höhe (Düsseldorf)

Die meisten Städte (59 %) gaben an, dass sie die Lichtsignalmasten situationsabhängig ausrichten, sodass die Lichtsignale immer in Überquerungsrichtung zeigen. In den übrigen Fällen erfolgt immer eine Ausrichtung senkrecht zur Gleisachse, unabhängig von der Form der Gleisquerung (z. B. Z-Form) und der damit verbundenen Blick- und Laufrichtung.

4.2.2.2 Signalisierung für die Straßenbahn

Die Sicherung für die Straßenbahn an unabhängigen Bahnkörpern bzw. technisch gesicherten Bahnübergängen ergibt sich aus den Vorgaben der BOStrab mit Bü-Signalen oder Fahrsignalen (vgl. Kap. 2.2.2).

Bei der Verwendung des Warnlichts (Gelbblinken) sollen in der Regel das Fahrsignal F 0 oder ein Quittierungssignal verwendet werden (Kap. 2.2.3.3). Zwei Städte (mit Signalisierungsform Gelbblinken) gaben entsprechend an, dem Fahrpersonal während der Zeiten ohne Warnsignal für den querenden Fußverkehr das Fahrsignal „F 0“ („Halt“) anzuzeigen. Ist das Warnlicht in Betrieb, erlischt das Signal F 0 (ohne Anzeige von F 1).

In der Praxis existieren auch teils von den Empfehlungen der technischen Regelwerke abweichende Sicherungsformen. Fünf Städte (mit Signalisierungsform Gelbblinken) gaben an, dass für die Straßenbahn zeitgleich zum Blinklicht für den querenden Fußverkehr in Entsprechung zum Signal Bü1 an einem Bahnübergang ein Blinklicht mit Straßenbahn-Piktogramm angezeigt wird. Damit wird die Funktion des Warnlichts an der Gleisquerung für das Fahrpersonal der Straßenbahn quittiert. In Einzelfällen wird ein Quittierungssignal „A“ oder ein Sondersignal „Punkt“ gegeben. Mehrere Städte gaben an, dass sie auch an diesen Stellen für die Straßenbahn die Fahrsignale F 0, F 1 und F 4 geben (vgl. **Tab. 2**). Die BOStrab sieht diese nur für Bahnübergänge mit technischer Sicherung vor (vgl. Kap. 2.2.2). Gemäß RiLSA ist die Verwendung dieser Kombination aber nicht ausgeschlossen.

4.2.2.3 Signalsteuerung

Bezüglich des Zeitpunkts für das Einschalten des Blinksignals oder des Sperrsignals gab der überwiegende Teil der Städte (24 = 77 %) an, dass für den räumenden Fußverkehr der Mindestwert für die Räumzeit zugrunde gelegt wird. Je nach Randbedingungen (z. B. Einbindung der Straßenbahn in eine dem Konfliktpunkt vorgelagerte Signalisierung an Knotenpunkten) wird der Zeitvorsprung entsprechend größer angesetzt. Drei Städte gaben an,

dass sie grundsätzlich einen größeren Zeitvorsprung geben.⁷⁹

Bezüglich der Freigabe der Furt nach Überfahrt der Konfliktfläche durch die Straßenbahn wurde in der Regel angegeben, dass das Signal für den Querverkehr nach Ablauf der rechnerischen Zwischenzeit nach RiLSA erlischt. Dabei wird oftmals zusätzlich ein Abmeldepunkt zur Kontrolle verwendet, um sicher zu gehen, dass die Bahn die Konfliktfläche bereits erreicht hat bzw. diese bereits belegt. Dieser Schaltung liegt der Gedanke zugrunde, dass die durch die Straßenbahn belegte Konfliktfläche nicht durch einen querenden Fußgänger oder Radfahrer betreten wird. Damit wird sichergestellt, dass die Zugspitze in der Regel bereits das Ende der Konfliktfläche erreicht hat, bevor eine Freigabe für den Fußverkehr erfolgt. Diese Regelungen entsprechen der in der RiLSA genannten Sorgfaltspflicht unter der Annahme, dass *„lange und große Fahrzeuge beim Räumen [...] in ihrer ganzen Länge erkannt werden und ihr Vorrang beachtet wird, solange sie die Konfliktfläche belegen“* (FGSV 2015, S. 15).

Sieben Städte gaben an, dass sie für den Konfliktfall „Straßenbahn räumt/Fußgänger läuft ein“ im Allgemeinen die tatsächliche Länge der eingesetzten Fahrzeuge ansetzen. Der überwiegende Teil (22 Nennungen) gab an, dass die fiktive Fahrzeuglänge gemäß RiLSA (15 m) angesetzt wird. In München wird dabei bei der Berechnung ein Zuschlag von 5 m gegeben, wenn die Gleisquerung mit Zuszeinrichtungen für blinde Menschen ausgestattet ist.

Die maximale Sperrzeit für Fußgänger an den Gleisquerungen wurde in der Regel mit einem Wert zwischen 90 Sekunden und 120 Sekunden angegeben. Einzelfälle waren 80 Sekunden bzw. 180 Sekunden (Karlsruhe).

Drei Städte gaben an, dass abweichende Signal-schaltungen bestehen können, falls die Gleisquerung unmittelbar an einer Haltestelle liegt. So können in München Teilfurten freigegeben werden, dies aber nur, wenn kein Radverkehr über die Gleisquerung geführt wird und wenn es keine akustischen Zusatzsignale an dieser Stelle gibt. In Bremen (Signalisierung in der Regel ROT-DUNKEL) kann querendem Radverkehr im Ausnahmefall ein GELB-BLINKEN angezeigt werden, wenn die Gleisquerung unmittelbar am Kopf der Haltestelle liegt. In Düsseldorf wird das Warnlicht nicht aktiviert, wenn eine Bahn aus der Haltestelle anfährt. Damit soll erreicht werden, dass eine Verwechslung mit einer gleichzeitig aus der Gegenrichtung in die Haltestelle einfahrenden Bahn ausgeschlossen werden kann (Stadt Düsseldorf 2018). Der Fahrer gibt jedoch ein

⁷⁹ Die übrigen Städte gaben hierzu keine Rückmeldung.

akustisches Warnsignal, sobald die Straßenbahn aus der Haltestelle losfährt.

Um einen Bezug zu den Unfalldaten herstellen zu können, wurde nach Änderungen der Signalisierung seit dem Jahr 2009 gefragt. Sieben Städte machten hierzu Angaben. So wurden in Kassel beispielsweise aufgrund der zunehmenden Anzahl von Zügen in Doppeltraktion die Räumzeiten an den Gleisquerungen angepasst. Im Bedienungsgebiet der Bogestra (Bochum/Gelsenkirchen) wird die Signalisierung der Gleisquerung nur noch nach Anforderung durch die Straßenbahn ausgelöst. Weitere Nennungen bezogen sich auf den Einsatz von Zusatzsignalen in geringer Höhe (Freiburg) oder den Wechsel der Signalisierungsform bzw. Verwendung eines zweiten Leuchtsignals oder größerer Leuchtfelddurchmesser (vgl. Kap. 4.2.2.1). In Düsseldorf wird bei technischer Erneuerung der Lichtsignalanlage ein akustisches Zusatzsignal eingebaut.

4.2.2.4 Bodenwarnleuchten

Drei Städte (Frankfurt a. M., Karlsruhe, Köln) gaben an, dass sie an ausgewählten Gleisquerungen zusätzlich zur technischen Sicherung Bodenwarnleuchten⁸⁰ einsetzen. Die Pilotversuche wurden mit jeweils einer Untersuchung begleitet, um die Wirksamkeit der Systeme zu ermitteln. Die Ergebnisse der Evaluation sind im Kap. 3.2 zusammenfassend dargestellt.

4.2.2.5 Verkehrszeichen, Schilder und Markierungen

Es wurde bei den Kommunen und Verkehrsunternehmen nach dem Einsatz von Beschilderungen, Sinnbildern, Markierungen o. Ä. gefragt. Diese werden dazu eingesetzt, die verkehrsrechtliche Bedeutung einer Gleisquerung festzulegen⁸¹ oder um deutlicher auf die Konfliktstelle hinzuweisen. Die in den Städten eingesetzten Beschilderungen, Sinnbilder und Markierungen für die Bedeutung eines „Bahnübergangs“, die im Rahmen der Befragung ermittelt wurden, werden im Folgenden dargestellt.

4.2.2.6 Verkehrszeichen und Hinweisschilder

Aus der Befragung wurde deutlich, dass eine Beschilderung an den Gleisquerungen unterschiedlich vorgenommen wird. Unterschiede bestehen insbesondere bei Aufstellung von Verkehrszeichen an

Gleisquerungen über besondere oder unabhängige Bahnkörper.

15 Städte gaben an, dass sie an Gleisquerungen (Bahnübergänge i. S. D. BOStrab, vgl. Kap. 2.1.3) über unabhängige Bahnkörper Andreaskreuze aufstellen (**Bild 36**). Diese Praxis ist in der Regel Folge der Regelungen in der BOStrab a. F. sowie der StVO bzw. VwV-StVO (vgl. Kap. 2.2).



Bild 36: Andreaskreuz an einer Gleisquerung (Bahnübergang i. S. d. BOStrab) über einen unabhängigen Bahnkörper

Ebenfalls 15 Städte gaben an, dass sie auch an besonderen Bahnkörpern Andreaskreuze aufstellen. Dies erfolgte i. d. R. situationsbedingt, teilweise auch auf Anordnung der Straßenverkehrsbehörde oder technischen Aufsicht im Zusammenhang mit der eindeutigen Kennzeichnung als Bahnübergang nach § 20 Absatz 1 BOStrab a. F. bzw. zur Verdeutlichung der Vorrangregelung der Straßenbahn nach StVO. Neun Städte gaben an, dass in ihrem Bedienungsgebiet (bis zur Stadtgrenze) keine Andreaskreuze angeordnet würden. Dies kann u. a. dadurch bedingt sein, dass der Straßenbahnbetrieb in diesen Städten überwiegend auf straßenbündigen Bahnkörpern (keine Bahnübergänge im Sinne der Verordnungen) bzw. der Betrieb überwiegend auf Sicht durchgeführt wird und nach § 19 Absatz 1 Nr. 2 StVO kein Erfordernis besteht, den Vorrang der Schienenfahrzeuge anzuzeigen. Eine Anordnung des Andreaskreuzes liegt zudem im Ermessen der zuständigen Straßenverkehrsbehörde. Verkehrszeichen sollen jedoch nur im notwendigen Umfang angeordnet werden.⁸²

Insgesamt 26 Städte gaben an, dass sie an Gleisquerungen regelmäßig Verkehrszeichen einsetzen,

⁸⁰ Bei den in den Boden eingelassenen Leuchten handelt es sich nicht um Lichtzeichen i. S. d. StVO und auch nicht um eine technische Sicherung für Bahnübergänge i. S. d. BOStrab. Aufgrund der technischen Kopplung mit den Lichtzeichenanlagen werden die Bodenwarnleuchten in diesem Bericht im Zusammenhang mit der technischen Sicherung aufgeführt.

⁸¹ Z. B. „Bahnübergang“ nach § 20 Absatz 1 BOStrab bzw. § 20 Absatz 7 BOStrab a. F., vgl. Kap. 2.4.

⁸² Vgl. § 45 Absatz 9 StVO.

um einen weiteren Achtungseffekt zu erzielen. Die Verkehrszeichen verwenden dabei in der Regel Verkehrszeichen der StVO oder Sinnbilder der StVO-Verkehrszeichen, aber auch eigene Bilder.

So gaben beispielsweise 15 Städte an, dass sie VZ 101 StVO „Gefahrstelle“ in Kombination mit ZZ 1048-18 StVO („Straßenbahn“) bzw. ZZ 1048-19 StVO („Schienenbahn“) verwenden, ggf. in Kombination mit zusätzlichen, schriftlichen Warnhinweisen (**Bild 37**). Vier Städte setzen diese Kennzeichnung im Allgemeinen ein. In den übrigen Orten erfolgt die Anordnung situationsbedingt.



Bild 37: VZ 101 StVO in Kombination mit Sinnbild „Schienenbahn“ nach StVO und schriftlichem Hinweis auf die Vorrangregelung (Freiburg) (Quelle: VAG Freiburg)

In weiteren Fällen (elf Rückmeldungen) findet das Sinnbild „Straßenbahn“ bzw. „Schienenbahn“ auf Schildern oder als Zusatzzeichen Verwendung, bei denen die StVO-Verkehrszeichen mit weiteren Hinweisen (auch in Kombination) ergänzt werden (**Bild 38 bis Bild 40**), beispielsweise

- Richtungspfeilen,
- einem schriftlichen Warnhinweis, z. B. „Achtung!“ oder
- einem schriftlichen Hinweis auf die Vorrangregelung.



Bild 38: Sinnbild „Straßenbahn“ nach StVO in Verbindung mit Richtungspfeilen und Warnhinweis (Hannover) (Quelle: üstra)



Bild 39: Sinnbild „Straßenbahn“ nach StVO mit zusätzlichem schriftlichem Hinweis – Montage oberhalb der Signalgeber (Kassel)



Bild 40: Stèle mit Warnhinweis und Sinnbild „Schienenbahn“ vor einer Gleisquerung – Aufstellung am Rand der Gleisquerung (Kassel)

Hinweisschilder auf die Gefahrenstelle gibt es allerdings auch mit Sinnbildern, die nicht den Vorgaben der StVO entsprechen (**Bild 41**).



Bild 41: Hinweisschild mit von der StVO-Vorgabe abweichendem Sinnbild „Straßenbahn“ an separatem Schilderpfosten

Die Ausstattung der Gleisquerungen mit Zusatzschildern oder ggf. Piktogrammen erfolgt häufiger an Gleisquerungen über besondere Bahnkörper, als über solche an unabhängigen Bahnkörpern. Die Beschilderung wird zudem häufig in Kombination mit einem Springlicht verwendet, seltener an Gleisquerungen mit Signalisierung Rot-Dunkel (**Bild 41**) oder nicht signalisierten Gleisquerungen (z. B. Kassel, **Bild 40**).



Bild 42: Hinweisschild mit Sinnbild „Straßenbahn“ nach StVO nach StVO und Zusatzhinweisen – Montage an einem seitlich liegenden Absperrgitter (Hannover)

In einer Stadt findet regelmäßig die Anordnung von VZ 205 in Verbindung mit ZZ 1048-19 Anwendung. In der Regel ist dies der Fall, wenn an dieser Stelle

Radverkehr über die Gleise geführt wird. Das Verkehrszeichen soll gem. StVO unmittelbar vor der Kreuzung oder Einmündung stehen (vgl. Kap. 2.4.1), wird in der Praxis aber auch in redundanter Anordnung vor und hinter der Konflikfläche angeordnet oder auch nur ausschließlich hinter der Konflikfläche (**Bild 43**).⁸³



Bild 43: VZ 205 StVO in Verbindung mit ZZ 1048-19 StVO vor und hinter der Konflikfläche

In seltenen Fällen finden weitere Hinweisschilder Verwendung, z. B. mit Verhaltenshinweisen (**Bild 44**). Diese Hinweise sind spezifisch auf besondere Situationen abgestimmt und stellen keine typischen Hinweise dar.



Bild 44: Hinweisschild zur Verdeutlichung der Wartepflicht vor dem roten Lichtsignal (Bonn)

⁸³ Die Anordnung ausschließlich hinter der Konflikfläche entspricht nicht den Vorgaben der StVO (vgl. Kap. 2.4.4).

Die Anbringung von Warnhinweisen auf die Gefahrstelle erfolgt uneinheitlich. Die Anbringung des Andreaskreuzes ist in der StVO bzw. VwV-StVO geregelt. „Das Zeichen (auch liegend) befindet sich vor dem Bahnübergang, in der Regel unmittelbar davor.“⁸⁴

Übrige Hinweise auf die Konfliktfläche werden sowohl vor als auch hinter der Gleisquerung angebracht und auch in unterschiedlicher Höhe: weiter unten an Absperrgittern, an einem Lichtsignalmast unterhalb oder oberhalb der Signalgeber oder an eigenen Schilderpfosten (wenn kein Lichtsignalmast vorhanden ist, **Bild 39** bis **Bild 42**). Teils erfolgt eine redundante Anbringung von Verkehrszeichen. Die häufige und redundante Anordnung erfolgt in einer Abwägung zwischen unterschiedlichen Sicherheitsaspekten und liegt im Ermessen der anordnenden Behörde (vgl. Kap. 2.4).

Auch bei Absperreinrichtungen zeigen sich Unterschiede in der Gestaltung. In der Regel werden die Umlaufsperrn – nicht zuletzt unter stadtgestalterischen Aspekten – mit einer eher unauffälligen Farbgebung versehen. In seltenen Fällen wird eine visuell kontrastierende Farbgebung verwendet (**Bild 45**), die damit den Einsatz als Verkehrseinrichtung verdeutlicht (Farbgebung rot-weißgestreift, **Bild 45**: Rot-weiß gestreifte Umlaufsperrn an einer Gleisquerung (Düsseldorf))⁸⁵.



Bild 45: Rot-weiß gestreifte Umlaufsperrn an einer Gleisquerung (Düsseldorf)

4.2.2.7 Markierungen und farbliche Gestaltung

Bei den Markierungen ist zu unterscheiden zwischen dem Aufbringen von Verkehrszeichen oder Gefahrhinweisen sowie flächiger Einfärbung der Konfliktfläche. In der Praxis finden sich auch Kombinationen der beiden Ausführungen.

16 Städte gaben an, Piktogramme „Sinnbild Straßenbahn“ o. Ä. zu markieren (vgl. **Bild 46** und **Bild 47**). Teilweise erfolgt dies situationsbedingt. Wei-

tere Angaben zu Kriterien für den Einsatz dieser zusätzlichen Markierungen wurden allerdings nicht gemacht. In einigen Fällen werden zusätzlich zum Piktogramm weitere Hinweise markiert, welche die Aufmerksamkeit erhöhen sollen (vgl. **Bild 48**).



Bild 46: Markierungen VZ 101 StVO und ZZ 1048-19 StVO sowie „Haifischzähne“ (hier als Betonsteineinlage, Düsseldorf)

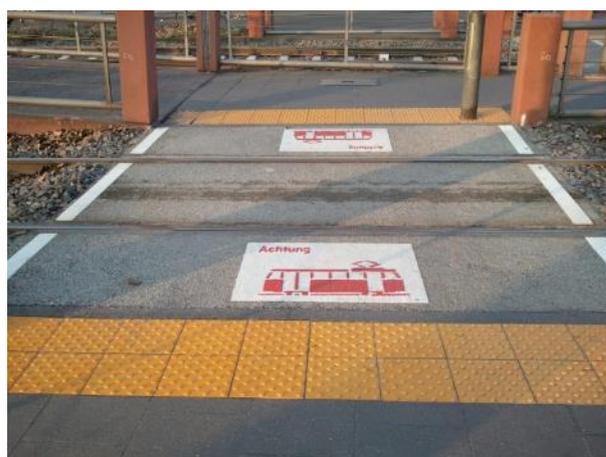


Bild 47: Sinnbild „Straßenbahn“ und visuell kontrastierende Bodenindikatoren (Köln)

Acht Städte gaben an, dass bei ihnen die Konfliktfläche grundsätzlich farblich kontrastierend von umgebenden Oberflächen angelegt wird, um die Wahrnehmbarkeit des Gefahrenbereichs zu verbessern. Teilweise werden dabei auch auffällige, flächige Einfärbungen vorgenommen (**Bild 48** und **Bild 49**). In einem Fall wurde angegeben, dass die flächige Einfärbung situationsbedingt als Sofortmaßnahme erfolgt, wenn sich an der betreffenden Stelle ein Unfall ereignet hatte. In Jena wird die Gleisquerung ggf. dadurch gekennzeichnet, dass im Bereich der Konfliktfläche eine vom umgebenden Belag in der Oberflächenstruktur abweichende Pflasterart verwendet wird oder die Platten eine gegenüber dem

⁸⁴ § 41 Abschnitt 1 Zeichen 201 StVO.

⁸⁵ Vgl. § 43 Absatz 1 Satz 1 StVO.

Umgebungsbelag (Aufstellbereiche) abweichende Farbgebung erhalten.



Bild 48: Flächige, rote Einfärbung der Gleisquerung, markierter schriftlicher Warnhinweis und markiertes Sinnbild „Straßenbahn“ (Bonn)



Bild 49: Flächige Einfärbung⁸⁶ der Konfliktfläche und markierter Warnhinweis mit Sinnbild „Straßenbahn“ (Hannover) (Foto: üstra)

Als weitere Elemente zur Erhöhung der visuellen Unterscheidbarkeit zwischen Aufstellbereichen und Konfliktfläche und damit zur Erhöhung der Wahrnehmung des Gefahrenbereichs werden z. B. zum umgebenden Oberflächenbelag visuell kontrastierende Markierungen oder Betonsteine eingesetzt. Oftmals handelt es sich um Bodenindikatoren, die zugleich einen taktilen Kontrast herstellen (**Bild 47** und **Bild 48**, vgl. Kap. 4.2.4) oder spezielle Markierungen (auch als Betonsteineinlage, Beispiel „Haifischzähne“, **Bild 46**).

Auch die seitlichen Begrenzungen der Gleisquerung werden in der Regel durch visuell kontrastierende Markierungen deutlich hervorgehoben, um

die Fläche für alle Verkehrsteilnehmer besser erkennbar zu machen (**Bild 46** bis **Bild 49**). In Längsrichtung (Querungsrichtung) können die Markierungen zugleich als Orientierungshilfe dienen.

4.2.2.8 Hinweise für die Straßenbahn

Neben den Hinweisen für querende Fußgänger und Radfahrer im unmittelbaren Bereich der Gleisquerung besteht die Möglichkeit, Hinweise an der Straßenbahnstrecke aufzustellen. Diese Signale ziehen bestimmte Verhaltensweisen bei der Annäherung an die Gleisquerung bzw. an der Gleisquerung nach sich.

18 der befragten Städte gaben an, das Schutzsignal Sh4 „Läuten“ einzusetzen (**Bild 50**). Dadurch wird das Fahrpersonal verpflichtet, an dieser Stelle bei der Annäherung an die Gleisquerung ein akustisches Warnsignal zu geben. Als Grund für einen Einsatz kommen in der Regel eingeschränkte Sichtbeziehungen bei der Sicherung durch Übersicht infrage (vgl. Kap. 2.2.1).



Bild 50: Schutzsignal Sh4 „Läuten“ vor einem Bahnübergang für Fußgänger bei Sicherung durch „Übersicht auf die Bahnstrecke“

Die Aufstellung wird nach eigener Angabe in einigen Städten nachträglich vorgenommen, wenn sich an der Gleisquerung ein Unfall mit querenden Fußgängern oder Radfahrern ereignet hat. In einem Fall wurde mitgeteilt, dass das Signal in Absprache mit örtlichen Behindertenvertretern an Gleisquerungen aufgestellt wird, die regelmäßig von blinden und sehbehinderten Menschen überquert werden und an denen keine technische Sicherung vorhanden ist. Damit wird diesen Gruppen ein akustisches Warnsignal gegeben, wenn sich eine Bahn dem Übergang nähert.

⁸⁶ Gemäß § 39 Abs. 5 Satz 3 StVO dienen gelbe Markierungen in der Regel lediglich der vorübergehenden Verkehrsführung, z. B. während Baustellen.

In Dortmund besteht an zwei Gleisquerungen über besondere oder unabhängige Bahnkörper keine technische Sicherung. An diesen Stellen besteht für die Straßenbahnen ein Zwangshalt (über Signal). Auch in Bremen erfolgt ein Zwangshalt für die Straßenbahnen vor einer Gleisquerung über einen unabhängigen Bahnkörper, wenn die Gleisquerung zwischen den beiden Richtungshaltestellen liegt.⁸⁷

4.2.3 Barrierefreiheit

Gleisquerungen über Bahnkörper der Straßenbahn werden den letzten Jahren zunehmend mit Elementen für eine barrierefreie Gestaltung ausgestattet. Entsprechende Gestaltungshinweise finden sich in einschlägigen technischen Regelwerken. Bei der Umsetzung in den Städten gibt es Abweichungen davon und Umfang und Art der Ausstattung unterscheiden sich.

4.2.3.1 Akustische und taktile Zusatzsignale

Relativ weit verbreitet ist der Einsatz von akustischen Orientierungssignalen, die blinden und sehbehinderten Menschen das Auffinden des Lichtsignalastes erleichtern sollen. 22 Städte (71 %) gaben an, diese Form der Zusatzsignale einzusetzen, oftmals allerdings erst seit kurzer Zeit im Rahmen der Aufstellung von Neuanlagen. Sechs Städte gaben an, diese Signale nicht flächendeckend, sondern nur in besonderen Situationen einzusetzen. Beispielsweise, wenn an der Gleisquerungen taktile Informationen zur Orientierung fehlen oder bei besonderem Bedarf⁸⁸ bzw. in Abstimmung mit den lokalen Verbänden.

Neben dem Orientierungssignal, welches zum Auffinden des Lichtsignalastes dient, kann ein taktiles und/oder akustisches Signal zur Anzeige der Freigabezeit („Grünzeit“) gegeben werden. 21 (68 %) der befragten Städte gaben an, dass sie ein taktiles Freigabesignal einsetzen würden. In der Regel erfolgt der Einbau im Zuge von technischen Erneuerungsmaßnahmen oder Neubauten, sodass noch keine flächendeckende Ausstattung besteht. In einigen Fällen erfolgt der Einsatz nur nach Abstimmung mit den Verbänden oder der TAB. In der überwiegenden Zahl der Fälle (17 Städte) wird die Freigabe durch ein dauerhaftes Vibrieren der taktile Platte angezeigt. In vier Städten erfolgt die taktile Anzeige der Freigabe auf Anforderung durch Betätigung der Platte. Teils wird dabei nur der Freigabebeginn (ca. 5 s) angezeigt, damit blinde und sehbehinderte Menschen die Querung der Gleise immer zu Anfang einer Freigabe starten und ihnen somit die volle

Räumzeit zur Verfügung steht. In Stuttgart erfolgt bei Gleisquerungen im Haltestellenumfeld die Besonderheit, dass blinde und sehbehinderte Menschen über einen Anforderungstaster ein Sperrsignal (F 0) für die Straßenbahn anfordern können. Anschließend wird über die Vibration die Freigabe der Gleisquerung signalisiert.

20 Städte (65 %) setzen neben dem taktilen auch ein akustisches Freigabesignal ein. Der Einsatz ist unabhängig von der Art der Signalisierung der Gleisquerungen. Das akustische Freigabesignal wird in der Regel über einen Taster auf der Unterseite des Anforderungsgerätes angefordert. Dies dient dazu, die Schallimmissionen für Anwohner gering zu halten. Zur weiteren Reduzierung von Schallemissionen erfolgt in einem Fall eine Abschaltung des akustischen Freigabesignals in den Nachtstunden.

Zwei der befragten Städte gaben an, akustische Warnsignale zur Anzeige der Sperrzeit einzusetzen. In der ersten Stadt erfolgt der Einsatz lediglich an beschränkten Bahnübergängen. In der zweiten Stadt werden die Warnsignale auch an unbeschränkten Gleisquerungen eingesetzt. Sie sind dort parallel zum Warnlicht geschaltet.

4.2.3.2 Bodenindikatoren und Leiteinrichtungen

22 Städte gaben an, vor den Gleisquerungen durch den Einsatz von Bodenindikatoren hinzuweisen. Dabei wird nicht nach Gleisquerungen mit Sicherung durch Übersicht und Gleisquerungen mit technischer Sicherung oder Signalisierung unterschieden.

Seit Erscheinen der überarbeiteten DIN 32984 im Jahr 2011 werden Rippenplatten als Richtungsfeld zur Abgrenzung des Bahnkörpers von den Aufstellbereichen empfohlen. Diese Bauweise wird von acht Städten umgesetzt. Zwei Städte verwenden immer noch ausschließlich Noppenplatten, die bis 2011 von den technischen Regelwerken empfohlen waren (FGSV 2003, S. 57). In den übrigen Städten werden beide Strukturen im Rahmen der Umstellung von Noppe auf Rippe derzeit parallel angewendet.

Zwei Städte gaben an, dass sie Leitstreifen mit Rippenstrukturen über die Gleisquerung verlegt haben, obwohl dies nach den technischen Regelwerken nicht vorgesehen ist (vgl. Kap. 2.5.2.1).

In Einzelfällen werden der Konfliktbereich und die Aufstellbereiche mit einem Bord mit einem Auftritt

⁸⁷ In der Regel erfolgt ein Halt an der Haltestelle für den Fahrgastwechsel und somit ein Halt vor der Gleisquerung.

⁸⁸ Z. B. einer Einrichtung für ältere Menschen oder Menschen mit Behinderung.

von 3 cm abgetrennt (**Bild 51**). Diese Lösung entspricht der Standardlösungen mit einheitlicher Bordhöhe an Querungen über Fahrbahnen des Kfz-Verkehrs.⁸⁹ Nach den Erfahrungen des Verkehrsunternehmens hat sich der Bord für Langstocknutzer als besser tastbar herausgestellt als übliche Bodenindikatoren aus Betonstein. Der Bord wird als Rundbord und visuell kontrastierend ausgeführt, damit er besser überrollbar ist (z. B. für Rollstuhlnutzer) und der Konfliktbereich für Sehende, aber vor allem für sehbehinderte Menschen verdeutlicht wird.

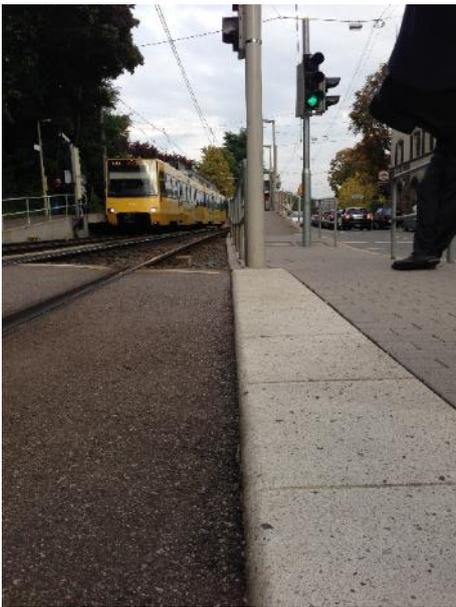


Bild 51: Bord mit 3 cm Auftritt zur Abgrenzung des Aufstellbereiches vom Bahnkörper (Stuttgart)

4.2.4 Sicherheitsanalyse

Neben baulichen und technischen Maßnahmen spielt auch die Präventionsarbeit eine Rolle, die unter anderem auf Erfahrungen aufbaut. In diesen Bereich fallen die Unfallanalyse, Kampagnen oder auch Vorgaben bezüglich der Gestaltung oder technischen Sicherung der Gleisquerungen.

4.2.4.1 Analyse und Bearbeitung von konfliktträchtigen Stellen im Netz

Auf die Frage, ob Gleisquerungen bekannt seien, an denen überquerende Personen beispielsweise wild überqueren bzw. die vorgegebene Führung (beispielsweise Z-Form) nicht akzeptieren, antworteten immerhin 20 Städte (65 %) positiv. Die Maßnahmenanordnung erfolgt dabei i. d. R. situationsbedingt. Sind solche Stellen bekannt, unterliegen sie ggf. hinsichtlich des Konfliktrisikos einer verstärkten Beobachtung. Solange sich keine Unfallauffälligkeit ergibt, wird die Situation ggf. auch tole-

riert. Dies widerspricht allerdings dem durch verschiedene Urteile festgestellten Handlungsbedarf (vgl. Kap. 2.2.5)

Als eine typische Maßnahme zur Verringerung von erkannten Konflikten wurde die Erweiterung der vorhandenen Absperr- und Leitelemente durch zusätzliche Absperrlemente oder durch das Pflanzen von Büschen und Sträuchern genannt. Als weitere Möglichkeit zur Vermeidung ungewollter Überquerungsvorgänge wurde die Verwendung groben Schotterers außerhalb der befestigten Gleisquerung genannt.

Sechs Städte machten konkrete Angaben hinsichtlich der Frage nach Unfallhäufungsstellen bzw. Unfallhäufungslinien. In der detaillierten Unfallanalyse wurden die genannten Orte allerdings nicht als besonders auffällig identifiziert bzw. handelte es sich teilweise um Gleisquerungen an straßenbündigen Bahnkörpern, die nicht Gegenstand dieser Untersuchung waren (und daher im Rahmen der Aufgabe hinsichtlich der objektiven Gefahrenlage nicht im Detail überprüft wurden).

Elf (35 %) der befragten Verkehrsunternehmen gaben an, dass sie im Sinne einer präventiven Arbeit systematisch nach potenziellen Konfliktpunkten („hotspots“) im Netz suchen und zu diesem Zweck Rückmeldungen des Fahrpersonals über kritische Verkehrssituationen auswerten. Fünf dieser Verkehrsunternehmen werten zusätzlich Meldungen über Gefahrbremsungen aus.

In 17 Städten (55 %) hatte sich die örtliche Unfallkommission bereits dem Thema Sicherheit an Gleisquerungen gewidmet. In der Folge wurden oftmals bauliche oder verkehrstechnische Maßnahmen mit dem Ziel umgesetzt, die Aufmerksamkeit an Gleisquerungen zu erhöhen. Maßnahmen waren beispielsweise

- die Überprüfung und Verbesserung der Sichtverhältnisse an den Gleisquerungen,
- eine Vergrößerung des Leuchtfelddurchmessers der Signalgeber,
- eine Einfärbung oder Kennzeichnung des Konfliktbereichs durch Markierung,
- das Aufstellen zusätzlicher Umlaufsperrern oder
- das Aufstellen von Verkehrszeichen oder Hinweisschildern.

In acht Städten (26 %) wird das Thema „Sicherheit an Gleisquerungen“ in einer speziellen Arbeitsgruppe behandelt. Auf Basis der Zusammenarbeit werden Verbesserungsmaßnahmen zur Optimierung der Verkehrssicherheit beschlossen, die dann

⁸⁹ Vgl. z. B. DIN 18040-3, S. 20.

beispielsweise in Regelzeichnungen festgeschrieben werden.

4.2.4.2 Öffentlichkeitsarbeit

Neben den technischen oder baulichen Maßnahmen wurden in einigen Fällen auch Maßnahmen aus dem Bereich der Verkehrssicherheitsarbeit benannt, z. B. die Durchführung lokaler Sicherheitskampagnen bezüglich des richtigen Verhaltens beim Queren der Gleise (**Bild 52**). (Stuttgarter Straßenbahnen AG und Deutsche Verkehrswacht; Kölner Verkehrsbetriebe AG und Stadt Köln; THISSEN 2016; Karlsruher Verkehrsverbund GmbH (KVV))



Bild 52: Ausschnitt aus einer Info-Broschüre zum Thema Sicherheit an Gleisquerungen [Quelle: SSB AG, DVW]

Diese Maßnahmen können aus unterschiedlichen Bausteinen bestehen, z. B. Plakaten, Flyern, Video-filmen direkter Ansprache vor Ort.

4.2.4.3 Vorgaben der Technischen Aufsicht

Elf Städte gaben die Rückmeldung, dass die Technische Aufsicht (TAB) Vorgaben bezüglich der Gestaltung der Gleisübergänge machen würde. Diese umfassen beispielsweise Festlegungen bezüglich des grundsätzlichen Umfangs der Sicherung, z. B. der technischen Sicherung. In einigen Fällen werden auch konkrete Vorgaben gemacht, dass bei Neu- und wesentlichen Umbauten nur noch Gleisquerungen mit erzwungenem Richtungswechsel gebaut werden dürfen.

Die Prüfung und Zustimmung findet beispielsweise im Rahmen der Prüfung der Bauunterlagen gemäß § 60 BOStrab durch die TAB statt.

4.2.5 Fahrzeuge

Für den Bereich Fahrzeuge wurde mit einer freien Frage nach konkreten Maßnahmen an den Fahrzeugen gefragt, um die Sicherheit von Fußgängern und Radfahrern zu erhöhen. Sechs der befragten Unternehmen antworteten hier, dass an den Straßenbahnen auch tagsüber das Spitzenlicht bzw. Tagfahrlicht oder Abblendlicht eingeschaltet würde, um die Sichtbarkeit der Stadtbahnen zu erhöhen.

Auch bei der Konstruktion der Straßenbahnfahrzeuge wird versucht, die passive Sicherheit bei der möglichen Kollision mit Fußgängern oder Radfahrern zu verbessern. So haben beispielsweise die aktuellen Fahrzeuge TW3000 in Hannover weich aufgehängte Elemente im Frontbereich, um die Unfallschwere mit Fußgängern und Radfahrern bei einem Anprall zu verringern. Bei den neueren Berliner Straßenbahnfahrzeugen wurde der Scheibenwischer hinter einer Abdeckung montiert.

4.2.6 Zusammenfassung und Bewertung

Die Auswertung der Befragung der Städte in Deutschland mit Straßenbahnbetrieb hat ergeben, dass die bauliche Ausführung und Signalisierung von Gleisquerungen innerhalb einer jeweiligen Stadt überwiegend einheitlich erfolgt. Bundesweit betrachtet findet sich jedoch eine Vielzahl unterschiedlicher Elemente in unterschiedlicher Zusammenstellung. Dies betrifft vor allem die Signalisierung, die Ausstattung mit Verkehrszeichen bzw. Markierung sowie die Umsetzung der Barrierefreiheit.

Überwiegend finden sich die Signalisierungsformen GELBBLINKEN oder ROT-DUNKEL, in Einzelfällen auch ROT-GRÜN. Die Signalisierungsformen werden in der Regel einheitlich innerhalb einer Stadt verwendet. Abweichungen treten in der Regel in zwei Fällen auf: eine noch nicht vollständig erfolgte Umrüstung, die in der Regel bei der Erneuerung von Altanlagen erfolgt, oder bei unterschiedlichen Verkehrssituationen, z. B. Gleisquerung an einem Knoten im Zuge einer Signalisierung über anliegende Fahrbahnen des Individualverkehrs und Signalisierung einer Gleisquerung außerhalb von Knotenpunkten.

Die Anordnung und Ausführung von Lichtzeichen für eine technische Sicherung (Rot-Grün oder Rot-Dunkel) ist durch verbindliche Vorgaben für Lichtzeichen in der StVO bundesweit einheitlich umgesetzt. Unterschiede bestehen ggf. in der Anzahl der Signalgeber oder durch abweichende Leuchtfeld-durchmesser. Bei der Signalisierung mit Warnlicht kommen zusätzliche Ausführungsformen zum Einsatz. Neben einer abweichenden Anzahl der Signalgeber (einzeln oder als Springlicht) oder des Durchmessers der Leuchtfelder variiert die Anordnung der Signalgeber (nebeneinander oder übereinander) bei Springlicht. Zur Anordnung existieren keine Vorgaben der Straßenverkehrs-Ordnung. Teilweise finden sich beide Formen innerhalb einer Kommune.

Bodenwarnleuchten wurden bislang nur in Einzelfällen bei Pilotversuchen eingesetzt. Ein flächendeckender Einsatz scheiterte bislang an einem objek-

tiv klar messbaren Nachweis der Wirksamkeit dieser Maßnahme oder teils auch technischen Problemen

Bei der Steuerung der Lichtsignalanlagen zeigt sich ein weitgehend einheitliches Bild. In der Regel kommen die Vorgaben der RiLSA zur Anwendung. Für den Fußverkehr wird üblicherweise die Mindestraumzeit zugrunde gelegt. Die Konfliktfläche wird nach Durchfahrt der Straßenbahn möglichst frühzeitig wieder freigegeben, um die Akzeptanz gegenüber den Sperr- und Warnsignalen zu erhöhen und „Rotläufer“ zu vermeiden. Allerdings ist die Dauer der Sperrzeit nach der Durchfahrt der Straßenbahn von der Lage eines Abmeldekontaktes und ggf. örtlichen Randbedingungen (z. B. Einbindung in die Signalisierung eines Knotenpunktes) abhängig. In den meisten Fällen wird die Freigabe mit einem Abmeldekontakt gekoppelt, der in der Nähe der Gleisquerung angeordnet wurde. Die maximalen Sperrzeiten können teilweise Werte annehmen, welche die grundsätzlich empfohlenen Wartezeiten überschreiten. Die Sperrzeiten sind aber u. U. durch lokale Randbedingungen bestimmt (z. B. Räumzeiten und Einbindung in Signalisierung eines Knotenpunktes) und daher nicht generell zu verkürzen.

Bei der Verwendung von Verkehrszeichen, Hinweisschildern und Markierungen ergibt sich jeweils innerhalb einer Stadt ein weitgehend einheitliches Bild bei der Ausführung und Anbringung. Unterschiede können sich bezüglich der Ausstattung einzelner Gleisquerungen mit Verkehrszeichen oder Hinweisschildern ergeben, da in einigen Fällen die Entscheidung für eine der Maßnahmen situationsbedingt als Einzelfallentscheidung erfolgen kann. Die grundsätzliche Ausstattung ist teils abhängig von der Art des Bahnkörpers (besonderer oder unabhängiger Bahnkörper).

Bundesweit betrachtet kommen Schilder und Markierungen in deutlich unterschiedlichen Ausführungen zum Einsatz. Die Schilder enthalten zwar überwiegend – aber nicht ausschließlich – Verkehrszeichen gemäß Straßenverkehrs-Ordnung, werden aber mit vielfältigen Elementen und Hinweisen kombiniert bzw. in der Anordnung auf dem Schild variiert. Die Anordnung der Verkehrszeichen steht dabei nicht immer im Einklang mit den Vorgaben der StVO. Hinweise auf die Gefahrenstelle erfolgen dabei auch innerhalb einer Stadt nicht immer einheitlich, sondern vor oder hinter der Konfliktfläche oder auch seitlich neben der Furt, teils auch in unterschiedlicher Anbringungshöhe und Anzahl (Redundanz).

Es zeigte sich weiter, dass das Thema „Barrierefreiheit“ bei der Ausstattung von Gleisquerungen eine

zunehmende Bedeutung bei den Städten und Verkehrsunternehmen erlangt. Elemente der Barrierefreiheit werden in jüngerer Zeit verstärkt eingesetzt. Daher ergeben sich bislang in den wenigstens Städten flächendeckende Umsetzungen, da die neuen Gestaltungsrichtlinien überwiegend bei Neubau oder technischer Erneuerung Anwendung finden. Seit längerer Zeit wurden Gleisquerungen bereits durch den Einsatz von Bodenindikatoren taktil abgesichert. Eine Unterscheidung, z. B. zwischen nicht signalisierten oder signalisierten Gleisquerungen, wird dabei in der Regel nicht gemacht. In jüngerer Zeit werden vermehrt auch taktile und akustische Zusatzsignale an signalisierten Gleisquerungen eingesetzt. Zahlreiche Städte sind dabei, mit den Behindertenvertretern abgestimmte Regelbauweisen zu erstellen bzw. verwenden diese bereits. Sowohl die Ausführung taktiler Bodeninformationen als auch die Ausstattung mit Zusatzsignalen an signalisierten Gleisquerungen werden in den Städten unterschiedlich geregelt. Dies ist u. a. vor einigen Jahren erfolgten Änderungen der Vorgaben aus technischen Regelwerken geschuldet.

Das Thema „Sicherheit an Gleisquerungen“ wird bei den Städten in fachbezogenen und institutionsübergreifenden Arbeitsgruppen thematisiert, wenn Sicherheitsdefizite oder Konflikte bekannt werden. Auf Basis der Beratungen werden i. d. R. verkehrstechnische oder bauliche Maßnahmen umgesetzt. In einigen Städten werden durch die Technische Aufsicht Vorgaben hinsichtlich der Bauform oder technischen Sicherung gemacht. Erkenntnisse aus der Unfallanalyse fließen in Regelzeichnungen ein. Die präventive Arbeit, z. B. durch systematische Analyse von Konflikten zur Identifizierung von „hot spots“ oder in Form von regelmäßigen Verkehrsschauen, scheint allerdings eine geringere Rolle zu spielen und erscheint ausbaufähig.

Ein wichtiger Baustein in der Präventionsarbeit wird in der Durchführung von Kampagnen oder begleitenden Maßnahmen zur Öffentlichkeitsarbeit zum Thema „Sicherheit an Gleisquerungen“ gesehen. Öffentlichkeitsarbeit in diesem Bereich wird in den Städten in vielfältiger Weise durchgeführt (Videos über soziale Medien, Info-Kampagnen, Flyer usw.).

Neben den Maßnahmen an den Gleisquerungen selbst werden auch bei den Straßenbahnfahrzeugen Maßnahmen zur Unfallprävention oder Verminderung der Unfallschwere ergriffen. Durch die Fahrt mit Spitzenlicht auch bei Tag lässt sich die Erkennbarkeit der Straßenbahnfahrzeuge auch für Fußgänger und Radfahrer verbessern. Durch entsprechende Fahrzeuggestaltung im Frontbereich sollen die Unfallfolgen für Fußgänger oder Radfahrer bei

einem Zusammenstoß mit einer Straßenbahn verringert werden.

5 Unfallanalyse

Ein wesentlicher Bestandteil zur Darstellung möglicher Sicherheitsprobleme im Bereich von Gleisquerungen von Straßenbahnen ist die Analyse des Unfallgeschehens.

5.1 Vorgehensweise

Um einen umfassenden Überblick über das Unfallgeschehen in Deutschland über einen längeren Zeitraum zu erhalten, sind für sämtliche Städte mit Straßenbahnbetrieb die Unfallereignisse über die jeweiligen Ministerien in den Bundesländern für die Jahre 2012 bis 2015 angefragt worden. Zusätzlich sind die Unfalldaten der Jahre 2009 bis 2011 vom Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. (GDV) zur Verfügung gestellt worden, welche im Rahmen des Forschungsprojektes „Maßnahmen zur Reduzierung von Straßenbahnunfällen“ (GRIEBACH 2016) erfasst wurden. Des Weiteren sind auch die Unfallereignisse, die durch die 56 Verkehrsunternehmen mit einem Straßenbahnbetrieb aufgenommen worden sind, abgefragt worden. Dabei konnten nur von 27 der 56 Verkehrsunternehmen Unfalldaten zur Verfügung gestellt werden (vgl. Kapitel 5.2). Es wurde davon ausgegangen, dass die Verkehrsunternehmen auch Unfallereignisse erfassen, die nicht in der polizeilichen Unfallstatistik aufgelistet werden. Das können beispielsweise Unfälle infolge einer Gefahrenbremsung aufgrund eines Überschreitens der Gleise sein, bei der ein Fahrgast in der Bahn zwar verletzt wurde, der aber nicht der Polizei und möglicherweise nur im Nachhinein dem Verkehrsunternehmen aufgrund etwaiger Regressansprüche über die Krankenversicherung des Geschädigten gemeldet wurde.

Zusätzlich wurden von den Verkehrsunternehmen Bagatellschäden aufgenommen, die ebenfalls nicht in der polizeilichen Unfallstatistik erfasst wurden. Daher wurden alle Verkehrsunternehmen mit einem Straßenbahnbetrieb in Deutschland kontaktiert und die Unfalldaten für die Jahre 2009 - 2015 angefordert, um eine gesamtheitliche Unfalldatenbasis für den Untersuchungszeitraum von sieben Jahren (2009 - 2015, vgl. **Tab. 4**) zu erhalten.

Quelle von Unfalldaten	Zeitraum
Polizeilich registrierte Unfalldaten aus 15 von 16 Bundesländern bzw. 54 von 59 Gemeinden*	2009 - 2015
Polizeilich registrierte und nicht polizeilich registrierte Unfalldaten von 27 Verkehrsunternehmen (Grundgesamtheit: 56 Verkehrsunternehmen mit Straßenbahnbetrieb)	2009 - 2015
*keine Unfalldaten aus Thüringen vorhanden	

Tab. 4: Unfalldatenbasis für den Zeitraum von 2009 - 2015

Der ungewöhnlich lange Untersuchungszeitraum von sieben Jahren ist vor allem damit begründet, einen möglichst großen Stichprobenumfang für die vergleichsweise seltenen Unfallereignisse zwischen Straßenbahnen und Fußgängern bzw. Radfahrern an Gleisquerungen erhalten zu können.

5.2 Anfrage und Bereitstellung der Unfalldaten

Grundsätzlich sind nur Unfallereignisse angefragt worden, die an Gleisquerungen mit einem unabhängigen oder besonderen Bahnkörper aufgetreten sind, da die Überquerung der Gleise im Bereich von straßenbündigen Bahnkörpern (linienhafte Querungen) in der Regel auch außerhalb eingerichteter Gleisquerungen (z. B. signalisierter Furten) auf ganzer Länge erlaubt ist.

Die Unfalldaten (ausschließlich polizeilich erfasste Unfalldaten) für die Jahre 2009 - 2011 wurden vom GDV e.V. aus dem Forschungsprojekt "Maßnahmen zur Reduzierung von Straßenbahnunfällen" ausgewertet zur Verfügung gestellt. Für die weiteren Analysen sind die "Rohdaten" der polizeilich erfassten Unfalldaten für die Jahre 2012 - 2015 angefordert worden. Alle Bundesländer, mit Ausnahme von Thüringen, haben die Unfalldaten flächendeckend zur Verfügung gestellt. Eine Ausnahme für den Erhebungszeitraum bei den polizeilich erfassten Unfalldaten bildet das Bundesland Nordrhein-Westfalen. Hierfür wurden die Unfalldaten der Verkehrsunfalldatei NRW (VUD NRW) für die Jahre 2012 - 2015 zur Verfügung gestellt. Um auszuschließen, dass relevante Unfalldaten aus dem GDV-Projekt möglicherweise nicht erfasst wurden, sind die Daten der VUD NRW für die Jahre 2010 - 2011 auch ausgewertet worden. Dabei wurde festgestellt, dass die Unfalldaten aus dem GDV-Projekt vollständig waren.

Die Unfalldaten der Verkehrsunternehmen wurden zunächst über die Technischen Aufsichtsbehörden (TAB) bundeslandspezifisch angefragt, um einen Gesamtüberblick der Unfallereignisse je Bundesland zu erhalten. Allerdings sind die Unfalldaten seitens der TAB nur in Ausnahmefällen zur Verfügung gestellt worden. Zudem erwies sich die Datenbasis aufgrund der zu geringen Aussagekraft der erfassten Unfallmerkmale als nicht zielführend. Daher wurden die Unfalldaten der Verkehrsunternehmen mit einem Straßenbahnbetrieb für die Jahre 2009 - 2015 direkt beim Verkehrsunternehmen angefordert. Die Bereitstellungsquote der Unfalldaten von den Verkehrsunternehmen lag bei gut 50%. Häufig war der Aufwand, die Daten in einer ausreichenden Qualität für die Unfallauswertung aufzubereiten für die Unternehmen zu groß, sodass die über die polizeilich registrierten hinausgehenden Unfalldaten der Verkehrsunternehmen für diese Untersuchung nicht flächendeckend verfügbar sind.

5.2.1 Qualität der Unfalldaten

Die Bereitstellung der polizeilichen Unfalldaten erfolgte bundeslandspezifisch unterschiedlich. Teilweise wurden die Datensätze für das gesamte Bundesland zur Verfügung gestellt, teilweise wurden die Unfalldaten städtespezifisch übermittelt. Auch die Formate der Unfalldaten sind sehr unterschiedlich. So wurden Datensätze in Form einer elektronischen Unfallsteckkarte (EUSka), als Excel-Datensatz, als pdf-Dokumente oder in Papierform bereitgestellt. Die Unfalldaten der VUD NRW wurden – nach Jahren und Regierungsbezirken in NRW getrennt – als Excel-Datensätze zur Verfügung gestellt.

Der Umfang der in einem ersten Abfrageschritt übermittelten Unfalldaten variierte zudem sehr stark. Während teilweise ungefilterte Daten zur Verfügung gestellt wurden, sind auch Daten bereitgestellt worden, die mit dem Filter „Schienengleicher Wegübergang“ (in der Unfallanzeige unter „Besonderheit der Unfallstelle“ ankreuzbar) versehen wurden.

Grundsätzlich wurde bei der Betrachtung der Unfalldaten deutlich, dass eine exakte Filterung der Unfälle im Bereich von Gleisquerungen weder bei den polizeilich erfassten Unfällen und noch weniger bei den Daten der Verkehrsunternehmen möglich war.

Bei den ersten Auswertungen der Unfalldaten fiel auf, dass es Unfallereignisse gab, die trotz des Filters „Schienengleicher Wegübergang“ nicht an einer Gleisquerung stattgefunden haben. Umgekehrt ist bei der Auswertung der ungefilterten Unfalldaten aufgefallen, dass eine Vielzahl von Unfällen, die nicht mit dem Merkmal „Schienengleicher Wegüber-

gang“ versehen wurden, für das Forschungsvorhaben durchaus relevant waren. Das ging zum einen aus den Verortungs-Daten (Geokoordinaten) hervor, zum anderen lieferte die Beschreibung der Unfallhergänge oft einen Aufschluss über den tatsächlichen Unfallort an einem schienengleichen Wegübergang. Zudem konnte eine Verortung des Unfalls über Straßennamen und Hausnummern erfolgen.

Um das Problem der gefilterten Unfalldaten zu mindern, wurden in einem nächsten Abfrageschritt ungefilterte Unfalldaten angefordert, welche von den Polizeidienststellen nachgeliefert wurden.

Allerdings sind auch Unfalldaten zur Verfügung gestellt worden, die eine unzureichende Verortung haben (keine Straßenbahngleise in der Nähe) oder ohne Beschreibung des Unfallhergangs zur Verfügung gestellt wurden. So sind die Unfalldaten aus der Verkehrsunfalldatei NRW grundsätzlich ohne Unfallhergänge versehen. Diese können aus Gründen des Datenvolumens nicht zur Verfügung gestellt werden. Auch die Angabe über die Unfallörtlichkeit erfolgte über Straßenschlüssel oder Netzknoten, was eine genaue Verortung erschwerte. Darüber hinaus können die Unfalldaten der Verkehrsunfalldatei nur nach den Filtern „Schiene“, „FGÜ“, „Fußgängerfurt“, „Querungshilfe“, „mit LZA (an/aus)“ hin untersucht werden, um Unfälle an Gleisquerungen zu filtern. Das in der VUD NRW keine Unfallhergänge erfasst werden, erschwerte die Unfallanalyse zusätzlich.

Des Weiteren fiel auf, dass Unfälle an Gleisquerungen mit dem Merkmal „Fußgängerfurt“, „Haltestelle“ oder „Kreuzung“ (bei Unfällen zwischen Straßen-/Stadtbahnen und Radfahrern) versehen wurden, und es eindeutig festzustellen war, dass sich diese Unfallereignisse an einem „Schienengleichen Wegübergang“ (Gleisquerung) ereignet haben, obwohl dies nicht vermerkt war.

Insgesamt ist festzustellen, dass es keine einheitliche Erfassungssystematik von polizeilich erfassten Unfällen an Gleisquerungen gibt, was einen erhöhten Aufwand erforderte, um die relevanten Unfallereignisse zu filtern. Positiv hervorzuheben sind dabei die EUSka-Daten, bei denen die Verortung in der Regel sehr genau war und zudem Unfallskizzen eine Verortung des Unfallereignisses sehr gut möglich machten. Da die polizeilichen Unfalldaten überwiegend (knapp 60 %) auf EUSka-Daten basieren, war es sehr gut möglich, die relevanten Unfalldaten herauszufiltern. Auch wenn der Aufwand sehr groß war, um die Schwierigkeiten zu überwinden, so kann im Ergebnis gesagt werden, dass schlussendlich mit hoher Wahrscheinlichkeit alle polizeilich re-

gistrierten Unfälle der Jahre 2009 bis 2015 zwischen Radfahrern oder Fußgängern und Straßenbahnen an Gleisquerungen in 15 von 16 Bundesländern bzw. in 54 von 59 Gemeinden erfasst wurden und für die Untersuchung vorlagen.

Die Datengrundlage der Verkehrsunternehmen wies ebenfalls ein uneinheitliches Bild auf. So wurden nicht von allen Verkehrsunternehmen Angaben über das Alter und Geschlecht der Unfallbeteiligten erfasst. Auch eine Unterscheidung im Sinne der amtlichen Statistik von Leicht- oder Schwerverletzten wurde oftmals nicht gemacht. Die Ortsangaben des Unfallortes waren oft sehr ungenau oder auch mit Entfernungen in Metern zur nächstgelegenen Haltestelle versehen, was zur Folge hatte, dass die Bestimmung der Unfallörtlichkeit oftmals mit hohem Aufwand verbunden war, wie auch das Fehlen oder die geringe Aussagekraft der Unfallhergangstexte. Die über die polizeilich registrierten Unfälle hinausgehenden Daten der Verkehrsunternehmen konnten daher und auch aufgrund der begrenzten Stichprobe nicht für zusätzliche Aussagen herangezogen werden.

5.3 Methodik der Unfalldatenauswertung

Im Rahmen der Unfalldatenauswertung wurden Unfälle berücksichtigt, die eindeutig an einer Gleisquerung stattgefunden haben. Konnte dies anhand der zur Verfügung stehenden Unfalldaten bzw. den Angaben des jeweiligen Unfallereignisses nicht präzise bestimmt werden, so wurde der Unfall bei der Auswertung nicht berücksichtigt.

Im Folgenden wird die Methodik der Unfalldatenauswertung für die unterschiedlichen Unfalldatenbanken beschrieben.

Polizeiliche Unfalldaten NRW

Die polizeilichen Unfalldaten aus NRW lieferten für jeden Regierungsbezirk eigene Excel-Datensätze mit Angaben über die Beteiligten (Bet), Mitfahrer (Mit) und Vorgänge (Vor) der Unfallereignisse. Der Bet-Datensatz lieferte dabei Angaben über die Verkehrsbeteiligten, wie bspw. Alter oder Geschlecht. Der Vor-Datensatz beinhaltet bspw. Angaben über die Unfallörtlichkeit. Der Mit-Datensatz war für die Auswertung nicht von Relevanz.

Die Überschneidung der Datensätze erfolgte über die EDV-Nummer des jeweiligen Unfalls. Um eine erste Auswertung vorzunehmen, wurden im Bet-Datensatz alle Unfälle mit einer Straßenbahn (Verkehrsbeteiligung 61) und einem Fußgänger (Ver-

kehrsbeteiligung 81) und/oder Radfahrer (Verkehrsbeteiligung 71) gefiltert. Daraus wurden über die EDV-Nummern die entsprechenden Unfälle im Vor-Datensatz gefiltert.

Um eine Aussage darüber treffen zu können, ob sich der Unfall an einer Gleisquerung von Straßenbahngleisen ereignet hat, wurde nach den Unfallmerkmalen Schienengleicher Wegübergang, Fußgängerüberweg, Fußgängerfurt, Querungshilfe und Unfallörtlichkeit mit Lichtzeichenanlage (LZA) gefiltert. Bei der Überprüfung der exakten Örtlichkeit wurden die Angaben der Straßenschlüssel (teilweise mit Hausnummern vorhanden) oder die Netzknoten überprüft. In wenigen Fällen (unter 5 %) waren allerdings weder Straßenschlüssel noch Angaben zu den Netzknoten enthalten, sodass eine exakte Verortung des Unfallereignisses nicht möglich war. Da die VUD NRW keine Unfallhergangstexte beinhaltet, war die Bestimmung der genauen Unfallörtlichkeit sehr aufwändig.

Unfalldaten aus dem GDV-Projekt "Maßnahmen zur Reduzierung von Straßenbahnunfällen"

Die Unfalldaten aus dem GDV-Forschungsprojekt "Maßnahmen zur Reduzierung von Straßenbahnunfällen" beinhalten einen Excel-Datensatz, der die polizeilich erfassten Unfälle für die Jahre 2009 -2011 in ausgewerteter Form umfasst. Die Unfalldaten konnten dahingehend gefiltert werden, dass der Datensatz eine Angabe beinhaltet, die den Abstand der Unfallörtlichkeit zur Gleisquerung angibt. Allerdings war das kleinste Maß mit $\leq 5\text{m}$ zur Gleisquerung angegeben, sodass eine detaillierte Auswertung der exakten Unfallörtlichkeit notwendig war. So sind über die Angaben der Unfallörtlichkeit (Geokoordinaten, Straßennamen) und auch über die Unfallhergangstexte, die allerdings selten vorhanden waren, Unfälle, die im Bereich einer Gleisquerung für Fußgänger und Radfahrer aufgetreten sind, lokalisiert worden.

Polizeiliche Unfalldaten deutschlandweit

Da die polizeilichen Unfalldaten der Bundesländer (außer NRW) mehrheitlich als EUSka-Datensatz zur Verfügung gestellt wurden, wurde zunächst im Unfallmerkmal Besonderheit der Unfallstelle nach Unfällen an einem "Schienengleichen Wegübergang" gefiltert. Allerdings stellte sich schnell heraus, dass diese Angabe nicht immer korrekt aufgeführt war, sodass sämtliche zur Verfügung gestellten Unfälle überprüft wurden. Hilfreich dabei war die Angabe der Geokoordinaten, Straßennamen und auch Unfallhergangstexte bzw. teilweise auch Unfallskizzen. Diese Methodik wurde auch für die Unfalldaten angewendet, die nicht mit EUSka zur Verfügung standen.

Unfalldaten der Verkehrsunternehmen

Die Unfalldaten der Verkehrsunternehmen zeigten deutlich, dass es keine Einheitlichkeit bei der Erfassung von Unfallereignissen gibt. Da die Daten der Verkehrsunternehmen teilweise sehr wenige Informationen beinhalteten, war eine exakte Verortung oftmals schwierig. Sofern bei vorhandenen Unfallhergangstexten nicht schon vorab ausgeschlossen werden konnte, dass das Unfallereignis für das Forschungsvorhaben nicht relevant ist, musste jeder Unfall mit den Angaben zur Unfallörtlichkeit überprüft werden.

Für alle Unfalldatenbanken gilt, dass die Überprüfung der Unfallörtlichkeit mit Luftbildern von GoogleMaps erfolgte. Insgesamt bleibt festzuhalten, dass ein erhöhter Aufwand nötig war, um die relevanten Unfalldaten zusammenzustellen.

5.4 Anzahl der relevanten Unfallereignisse

Da die Unfalldaten der Verkehrsunternehmen nicht flächendeckend zur Verfügung standen, wurden diese bei der Unfalldatenauswertung nicht weiter berücksichtigt. Ansonsten würde sich ein verzerrtes Bild der Unfalldaten ergeben. Im Ergebnis konnten so im Zeitraum von 2009 - 2015 1.190 relevante polizeilich registrierte Unfallereignisse erfasst werden (**Tab. 5**). Zeitliche Überschneidungen der Daten wurden hierbei berücksichtigt.

Polizeiliche Unfalldaten	Unfälle aus GDV-Projekt	380 Unfälle / 3 Jahre (2009 - 2011)
	polizeilich erfasste Unfälle NRW:	172 Unfälle / 6 Jahre (2010 -2015)
	polizeilich erfasste Unfälle außer NRW:	638 Unfälle / 4 Jahre (2012 -2015)
	Summe der polizeilich registrierten Unfälle aus 15 von 16 Bundesländern bzw. 54 von 59 Gemeinden*	1.190 Unfälle / 7 Jahre (2009-2015)

*keine Unfalldaten aus Thüringen vorhanden

Tab. 5: Relevante Unfälle je Datenbank

5.5 Aufbau einer Unfalldatenbank mit Unfällen an Gleisquerungen von Straßenbahnen

Um aus den vorhandenen Datengrundlagen der Polizei eine zielführende Unfalldatenauswertung vornehmen zu können, wurde eine Datenbank aufgebaut, die neben den üblichen Merkmalen (Unfallzeit, Lichtverhältnisse, Alter/Geschlecht und Art der Verkehrsbeteiligung der Unfallbeteiligten) auch Angaben zur eigentlichen Gleisquerung liefert. Diese Angaben wurden durch eigene Recherchen ermittelt. Dabei wurde unterschieden, ob die Gleisquerung signalisiert ist, in Z-Form ausgebildet ist, an einer Haltestelle und/oder an einem Knotenpunkt liegt, die Gleisquerung beschränkt und mit einem Andreaskreuz ausgestattet ist. Um eine Aussage über die bauliche Ausgestaltung der Gleisquerung zu geben, wurden aktuelle Luftbilder analysiert und die entsprechenden Informationen in die Datenbank aufgenommen. Allerdings sind für einige Gemeinden die Luftbilder schlecht zu erkennen oder es gab bauliche Veränderungen im Untersuchungszeitraum. Das wurde festgestellt, wenn vorhandene Google StreetView-Aufnahmen nicht mit den Luftbildern übereinstimmten. Allerdings sind StreetView-Aufnahmen nur in wenigen (in der Regel größeren) Städten verfügbar. In einem zweiten Schritt ist mit Hilfe von GoogleEarth analysiert worden, ob die bauliche Veränderung vor oder nach dem Unfallereignis stattgefunden hat. Konnte dies nicht eindeutig bestimmt werden, konnte in den Fällen nicht für jede der oben genannten Merkmale der Gleisquerung eine Angabe gemacht werden. Dies galt vor allem für die Merkmale „Signalisierung“ und „Andreaskreuz“. Das Merkmal „Signalisierung“ konnte in 15% der Fälle nicht eindeutig bestimmt werden. Das Merkmal „Andreaskreuz“ konnte in 20% der Fälle nicht abschließend zugeordnet werden.

5.6 Ergebnisse der Unfalldatenauswertung

Für die detaillierte Unfalldatenauswertung wurden die Datengrundlagen der polizeilich erfassten Unfallereignisse zu einer Gesamtdatenbank für die Jahre 2009 - 2015 zusammengefasst.

Die Auswertung der Datenbank aller 1.190 polizeilich erfassten Unfälle erfolgte nach folgenden Merkmalen:

- Anzahl der Unfälle je Gemeinde,
- Lichtverhältnisse,
- Unfallkategorie,
- Anteil Fußgänger/Radfahrer bzw. Straßenbahn an der Verkehrsbeteiligung 01 und 02,

- Alter Verkehrsbeteiligte 01 und 02,
- Geschlecht Verkehrsbeteiligte 01 und 02
- Bauform und Lage der Gleisquerung und.
- Unfallauffällige Bereiche (≥ 3 Unfälle an einer Gleisquerung zwischen 2009 - 2015).

Zur Bestimmung unfallauffälliger Bereiche (≥ 3 Unfälle an einer Gleisquerung in den Jahren 2009 - 2015) wurde nur die Grundgesamtheit ($n = 1.190$), der polizeilich erfassten Unfallereignisse berücksichtigt.

Die Grenze bei ≥ 3 Unfälle in sieben Jahren für unfallauffällige Bereiche ist keine allgemeingültige Größe, sondern eine Setzung, die im Rahmen dieser Untersuchung vorgenommen wurde. Sie wurde anhand der Verteilung der Unfallereignisse auf die einzelnen Gleisquerungen vorgenommen (**Bild 53**). Gut 2 % der Unfälle finden an Gleisquerungen statt, an denen mindestens drei Unfälle in sieben Jahren zu verzeichnen waren. Dabei ergaben sich 27 von 1.067 Gleisquerungen, bei denen mit hoher Wahrscheinlichkeit noch zu untersuchende Voraussetzungen vorliegen, die zu einem erhöhten Unfallrisiko beitragen.

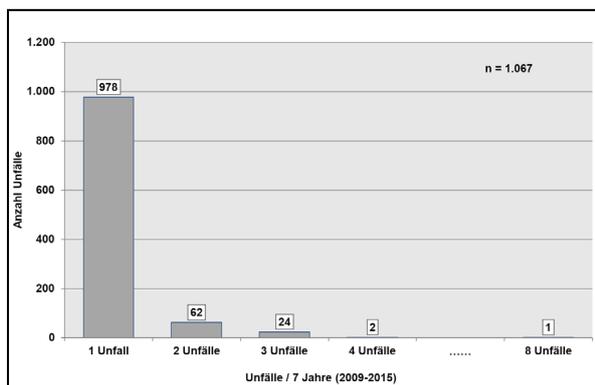


Bild 53: Verteilung der Unfälle an der gleichen Gleisquerung im Zeitraum 2009 - 2015

Die unfallauffälligen Bereiche wurden dabei anhand der Geokoordinaten jedes Unfallereignisses je Gemeinde ermittelt.

5.6.1 Auswertung der polizeilich erfassten Unfalldaten

Werden die Unfallereignisse der polizeilich erfassten Unfalldaten für den gesamten Untersuchungszeitraum von 2009 - 2015 aus 15 von 16 Bundesländern betrachtet, so wird deutlich, dass es bis zum Jahr 2014 eine aufsteigende Tendenz gab. Im Jahr 2015 hingegen waren die Unfallzahlen an Gleisquerungen wieder rückläufig (**Bild 54**). Dies entspricht dem Trend der Daten vom Statistischen Bundesamt zur Analyse aller Unfälle zwischen Straßenbahnen und Fußgängern/Radfahrern, unabhängig von der Unfallörtlichkeit (DESTATIS 2017) (**Bild 55**).

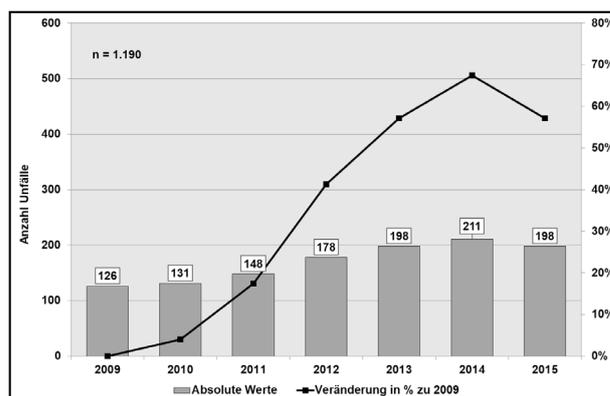


Bild 54: Polizeilich registrierte Unfälle je Jahr in 15 von 16 Bundesländern im Untersuchungszeitraum (*polizeilich registrierte Unfälle aus 15 von 16 Bundesländern, keine Unfalldaten aus Thüringen vorhanden)

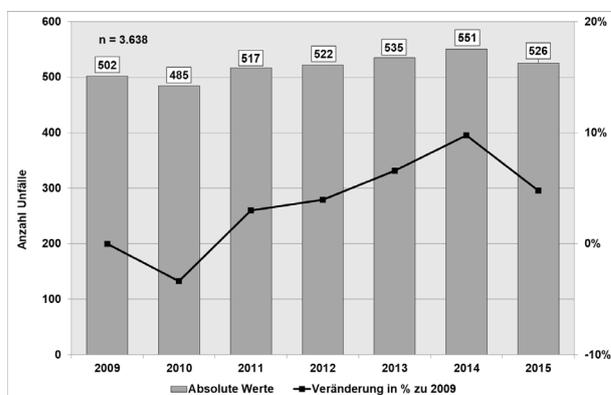


Bild 55: Anzahl aller Unfälle zwischen Straßenbahnen und Fußgängern bzw. Radfahrern (DESTATIS 2017)

Im Vergleich zu Unfällen mit Personenschaden an Fußgängerüberwegen und -furten in Deutschland in den sieben Untersuchungsjahren (**Bild 56**), liegt der Anteil der Unfälle an Gleisquerungen nur bei ca. 1%.

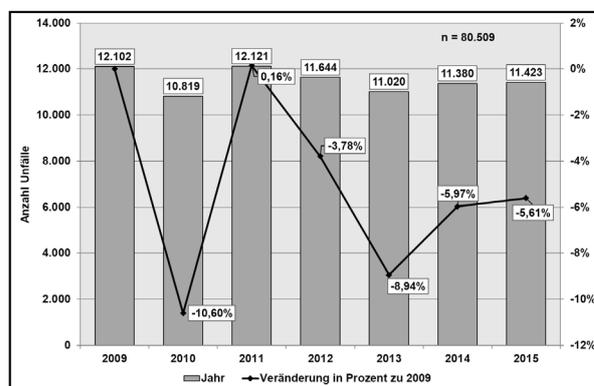


Bild 56: Unfälle mit Personenschaden an Fußgängerüberwegen und -furten in Deutschland im Zeitraum von 2009 - 2015 (DESTATIS 2017)

Überschreiten-Unfälle von Straßenbahngleisen an Gleisquerungen sind insofern recht seltene Ereignisse. Polizeilich registrierte Unfälle dieser Art traten im Durchschnitt der Jahre 2009 bis 2015 in 15

von 16 Bundesländern mit Straßenbahnverkehr 171 Mal pro Jahr auf.

Während allerdings die Überschreiten-Unfälle in den Jahren 2009 - 2015, die überwiegend zwischen Fußgängern/Radfahrern und Kraftfahrzeugen zu verzeichnen waren, insgesamt sanken, stiegen die Unfallzahlen zwischen Fußgängern bzw. Radfahrern und Straßenbahnen im Untersuchungszeitraum, wobei im Jahr 2015 auch diese Unfallzahlen wieder sanken (**Bild 54**).

Ob der Anstieg der polizeilich registrierten Unfälle an Gleisquerungen von Straßenbahngleisen mit Fußgängern und Radfahrern, der in den Jahren 2009 bis 2014 in 15 Bundesländern kontinuierlich war und knapp 70 % von 126 Unfällen im Jahr 2009 auf 212 Unfällen im Jahr 2014 ausmachte, einen Trend darstellt, kann momentan nicht abschließend beurteilt werden. Da diese Unfälle seltene Ereignisse und damit möglicherweise recht zufällig sind, kann es sich bei dem Anstieg auch um eine Auswahl von Jahren handeln, in denen diese Entwicklung willkürlich zu verzeichnen ist. Möglicherweise haben sich aber auch einige Voraussetzungen verändert, die zu diesem Anstieg beigetragen haben. Zu diesen Voraussetzungen könnten eine zunehmende Ablenkung und damit eine zunehmende Unaufmerksamkeit der Überschreitenden, aber möglicherweise ebenso ein zunehmender Straßenbahnverkehr oder zunehmende Fußgänger- und Radfahrzahlen sein. Inwieweit sich hier mögliche Zusammenhänge erkennen lassen, wird im weiteren Verfahren – soweit möglich – untersucht.

Während der Unfallauswertung wurde auch der Aspekt „Alkoholeinfluss“ (der Überquerenden) berücksichtigt, falls dieser Aspekt erwähnt wurde. Diese Datengrundlagen sind allerdings nicht valide genug, um die Daten nach diesem Aspekt zu filtern und zu unterscheiden.

Unfallfolgen der Unfallereignisse

Im Untersuchungszeitraum in den Jahren von 2009 bis 2015 gab es nach Auswertung der polizeilich registrierten Unfälle in 15 von 16 Bundesländern 96 getötete Fußgänger und Radfahrer an Gleisquerungen von Straßenbahngleisen. Die Anzahl der Schwerverletzten lag bei 497 Verunfallten und 557 Fußgänger und Radfahrer wurden leicht verletzt (**Bild 57**). Vergleicht man diese Werte mit den Unfallfolgen Unfälle mit Personenschaden an Fußgängerüberwegen und -furten (außer auf Autobahnen) im Zeitraum von 2009 – 2015 so wird deutlich, dass die Unfallfolge bei Unfällen von Fußgängern und Radfahrern mit Straßenbahnen deutlich schwerwiegender sind, da hier der Anteil der Getöteten und Schwerverletzten merklich höher liegt (**Tab. 6**).

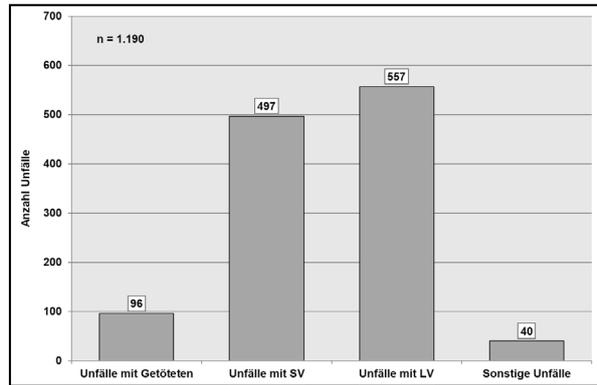


Bild 57: Unfallfolgen von Fußgängern und Radfahrern an Gleisquerungen (*polizeilich registrierte Unfälle aus 15 von 16 Bundesländern, keine Unfalldaten aus Thüringen vorhanden)

Unfallkategorie	Anteil am Gesamtunfallgeschehen mit Personenschaden für den Zeitraum von 2009 - 2015	
	Unfälle mit Personenschaden an Fußgängerüberwegen und -furten (ohne Autobahn), (n = 80.509)	Unfälle von Fußgängern und Radfahrern mit Straßenbahnen (n = 1.150)
Unfälle mit Getöteten	0,79%	8,35%
Unfälle mit SV	20,98%	43,22%
Unfälle mit LV	78,23%	48,44%

Tab. 6: Unfälle mit Personenschaden an Fußgängerüberwegen und -furten (ohne Autobahn) und Unfälle von Fußgängern und Radfahrern mit Straßenbahnen am jeweiligen Gesamtunfallgeschehen für den Zeitraum von 2009 - 2015 (DESTATIS 2017)

Werden die Unfallfolgen je Jahr betrachtet, so ist insgesamt festzustellen, dass das Niveau der Getöteten in den 7 Jahren des Betrachtungszeitraums bis auf einen Ausreißer nach oben (n = 20) im Jahr 2013 und einen Ausreißer nach unten (n = 8) im Jahr 2015, mit durchschnittlich 14 Getöteten pro Jahr in 15 von 16 Bundesländern relativ konstant war. Betrachtet man die Unfallkategorien 2 (SV) und 3 (LV) so fiel auf, dass der Anteil der LV leicht höher war. Im Jahr 2014 fiel dieser Unterschied allerdings deutlich größer aus (**Bild 58**).

Durchschnittlich wurden in den Jahren 2009 bis 2015 in 15 von 16 Bundesländern somit 170 Unfälle pro Jahr, davon 14 Unfälle mit Getöteten pro Jahr, 71 Unfälle mit Schwerverletzten pro Jahr und 80 Unfälle mit Leichtverletzten pro Jahr infolge des Über-

querens von Straßenbahngleisen an Gleisquerungen polizeilich registriert. In der Regel wurde bei den Unfällen nur eine Person verletzt oder getötet.

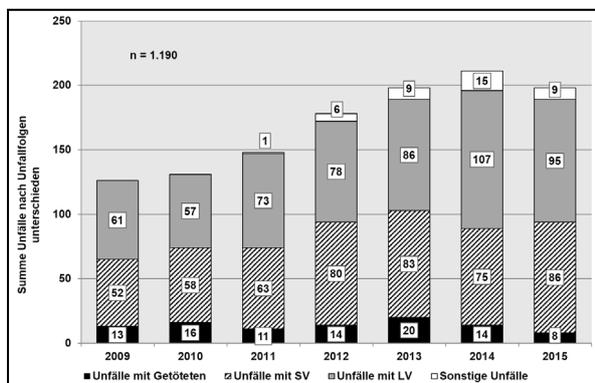


Bild 58: Unfallfolgen von Fußgängern und Radfahrern je Jahr im Untersuchungszeitraum (* polizeilich registrierte Unfälle aus 15 von 16 Bundesländern, keine Unfalldaten aus Thüringen vorhanden)

Bei Betrachtung der Unfallereignisse mit Fußgängern und Radfahrern als Verursacher zeigte sich bei der absoluten Anzahl der Unfälle eine steigende Tendenz bis ins Jahr 2014 und ein Rückgang im Jahr 2015 (**Bild 60**). Obwohl die Anzahl der Unfälle mit Fußgängern zwar höher lag, als Unfälle mit Radfahrern, so fiel doch auf, dass die Anzahl der getöteten Fußgänger überproportional über der Anzahl der getöteten Radfahrer lag (**Bild 59**).

Hinsichtlich des Anteils getöteter bzw. schwer verletzter Fußgänger könnte eine Überprüfung der Gestaltung des Frontbereichs der Fahrzeuge ein weiterer Ansatz sein, bei einem Zusammenprall mit Fußgängern die Unfallfolgen zu vermindern. Dieser und andere fahrzeugbezogene Ansätze (z. B. Einführung von Notbremsassistenten) waren jedoch nicht Gegenstand dieser Untersuchung.

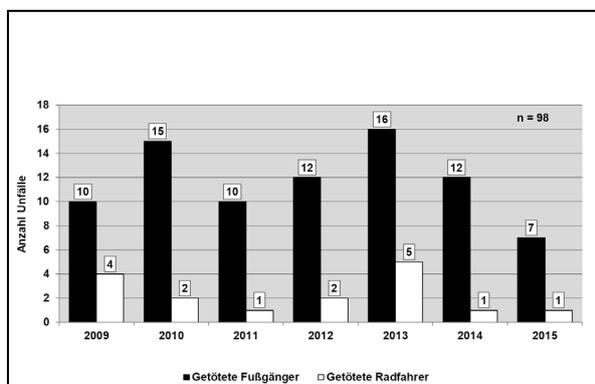


Bild 59: Getötete Fußgänger und Radfahrer je Jahr im Untersuchungszeitraum von 2009 - 2015 an Gleisquerungen (* polizeilich registrierte Unfälle aus 15 von 16 Bundesländern, keine Unfalldaten aus Thüringen vorhanden)

Bei der Betrachtung der Unfallfolgen von Fußgängern und Radfahrern als Verkehrsbeteiligte 02, war

kein klarer Trend zu erkennen, was wohl mit der geringeren Stichprobe zusammenhing.

Verkehrsbeteiligung bei den Unfallereignissen

Aus den Unfallanalysen ging hervor, dass fast ausschließlich (knapp 94%) der Unfallverursacher (Bet 01) Fußgänger und Radfahrer waren. Dabei verteilen sich diese 94% ca. zu einem Drittel auf Radfahrer und zu zwei Dritteln auf Fußgänger (**Bild 60**).

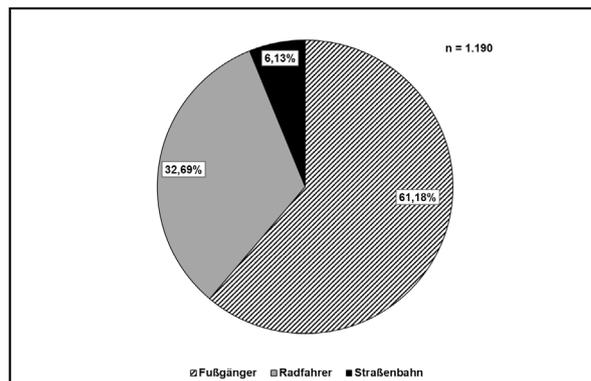


Bild 60: Unfallverursacher der Unfallereignisse an Gleisquerungen im Zeitraum von 2009 - 2015 (* polizeilich registrierte Unfälle aus 15 von 16 Bundesländern, keine Unfalldaten aus Thüringen vorhanden)

Im Vergleich von Verursachern der Unfälle an Gleisquerungen mit allen Unfällen zwischen Fußgängern bzw. Radfahrern und Straßenbahnen (unabhängig von der Örtlichkeit) zeigte sich, dass der Anteil der Fußgänger als Unfallverursacher in beiden Fällen annähernd gleich war, der Anteil der Radfahrer bei den Unfalldaten unabhängig von der Örtlichkeit niedriger, aber dafür der Anteil der Straßenbahnfahrer höher lag (**Bild 61**).

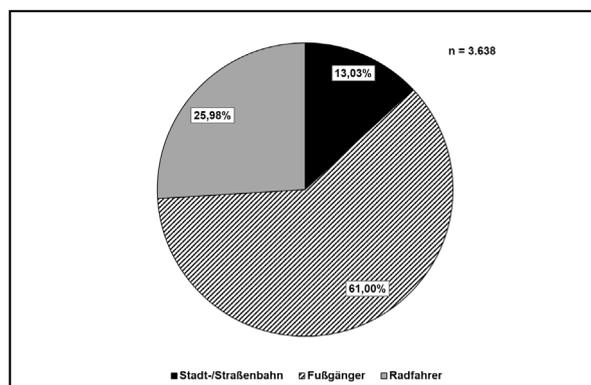


Bild 61: Unfallverursacher aller Unfallereignisse unabhängig von der Örtlichkeit im Zeitraum von 2009 - 2015 (DESTATIS 2017)

Alter der Unfallbeteiligten

Bei der Betrachtung der Altersverteilung (**Tab. 7**) wurde eine Unterscheidung zwischen den Unfallverursachern (Bet 01) und den Unfallbeteiligten 02 durchgeführt. Dabei wurden bei den Unfallverursachern neben den Fußgängern und Radfahrern,

auch die Straßenbahnfahrer berücksichtigt. Bei genauer Analyse der Unfalldaten fiel auf, dass bei den Unfallverursachern (Fußgänger) die Altersgruppe der 15 bis 24-jährigen (n = 134) und die älteren Menschen mit einem Alter ≥65 Jahre (n = 150) deutlich häufiger vertreten waren. Aber auch Kinder unter 15 Jahren waren häufiger Verursacher eines Unfallereignisses als die übrigen Altersgruppen. Bei den Radfahrern fiel auf, dass auch hier die älteren Menschen ≥65 Jahre als Unfallverursacher häufig auftraten (n = 66). Den größten Anteil hatten allerdings die Radfahrer in der Altersgruppe der 25 bis 34-jährigen mit 78 Verursachern (Tab. 7).

Bei der Altersverteilung der Straßenbahnfahrer zeigte sich, dass die Altersgruppe der 45 bis 54-jährigen an mehr als doppelt so vielen Unfällen als Verursacher beteiligt waren (n = 23), als eine der anderen Altersgruppen.

Altersgruppe	Unfallverursacher Bet 01*		
	Fußgänger	Radfahrer	Fahrpersonal der Straßenbahnen ⁹⁰
<15 Jahre	74	40	0
15-24 Jahre	134	62	5
25-34 Jahre	64	78	6
35-44 Jahre	50	18	11
45-54 Jahre	51	33	23
54-65 Jahre	58	28	10
>65 Jahre	150	66	0

Tab. 7: Altersverteilung der Unfallverursacher (n = 961) (*polizeilich registrierte Unfälle aus 15 von 16 Bundesländern, keine Unfalldaten aus Thüringen vorhanden)

Wurden die Altersgruppen der Beteiligten 02 betrachtet, fiel auf, dass bei den Fußgängern die Altersgruppe der ≥65-jährigen die meisten Unfallbeteiligungen aufweist (n = 21). Auch die Altersgruppen der unter 15-jährigen (n = 14) wiesen deutlich mehr Unfallbeteiligungen auf, als die übrigen Altersgruppen.

Die Betrachtung der Radfahrer (Bet 02) war aufgrund der geringen Stichprobe (n = 13) nicht sehr aussagekräftig (Tab. 8). Hier wiesen die Altersgruppe der 55 bis 64-jährigen die meisten Unfallbeteiligungen auf (n = 4).

Hinsichtlich der Altersverteilung des Fahrpersonals musste zudem berücksichtigt werden, dass Straßenbahnfahrer in den Altersgruppen 35-44 Jahre sowie 45-54 Jahre auch einen Großteil des Fahrpersonals stellen und somit mit einer höheren

Wahrscheinlichkeit an Unfällen beteiligt waren. Die Beteiligung der Altersgruppen an Unfällen wird in diesem Fall stark von der derzeit vorherrschenden Altersstruktur in den Verkehrsunternehmen bestimmt.

Altersgruppe	Beteiligte 02*		
	Fußgänger	Radfahrer	Straßenbahnfahrer
<15 Jahre	14	2	0
15-24 Jahre	9	1	32
25-34 Jahre	6	1	153
35-44 Jahre	4	1	249
45-54 Jahre	9	2	422
54-65 Jahre	4	4	166
>65 Jahre	21	2	5

Tab. 8: Altersverteilung der Bet 02 (n = 1.107) (*polizeilich registrierte Unfälle aus 15 von 16 Bundesländern, keine Unfalldaten aus Thüringen vorhanden)

Geschlecht der Unfallbeteiligten

Die Geschlechterverteilung der Unfallverursacher und der Beteiligten 02 war bei den Fußgängern annähernd ausgeglichen, wobei der Anteil der männlichen Fußgänger bei den Unfallverursachern höher war (Bild 62), wohingegen bei den Beteiligten 02 die weiblichen Fußgänger einen etwas höheren Anteil aufwiesen (Bild 63).

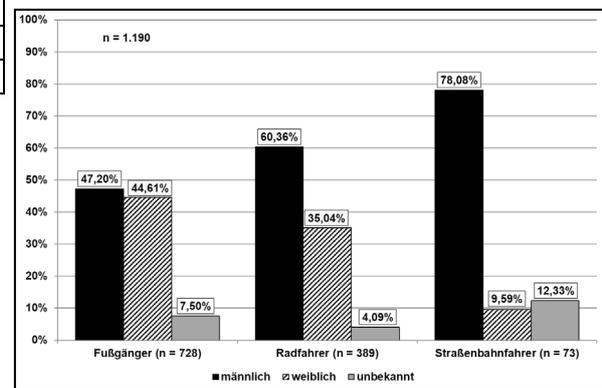


Bild 62: Geschlecht der Unfallverursacher (*polizeilich registrierte Unfälle aus 15 von 16 Bundesländern, keine Unfalldaten aus Thüringen vorhanden)

Bei den Radfahrern ragten sowohl bei den Unfallverursachern als auch bei den Beteiligten 02 jeweils die männlichen Radfahrer heraus, wobei bei den Beteiligten 02 die Stichprobe mit n = 13 eher gering war (Bild 63).

⁹⁰ Die Altersstruktur der Unfallverursacher bei den Straßenbahnen spiegelt die Altersstruktur in den Verkehrsunternehmen wider.

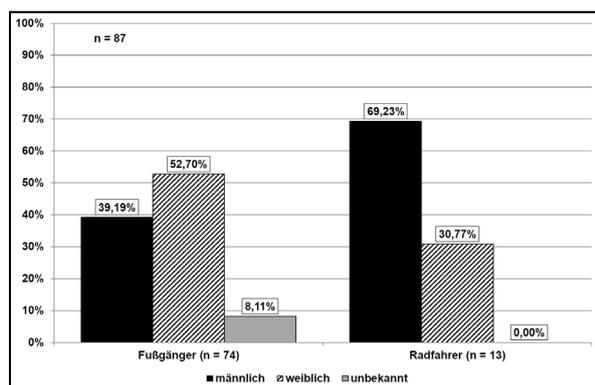


Bild 63: Geschlecht der Beteiligten 02 (*polizeilich registrierte Unfälle aus 15 von 16 Bundesländern, keine Unfalldaten aus Thüringen vorhanden)

Unfallereignisse in den Gemeinden

Eine Übersicht aller vorliegenden polizeilich erfassten Unfallereignisse in den Gemeinden mit Straßenbahnbetrieb ist dem Anhang zu entnehmen. Da mit Ausnahme von Thüringen die Unfalldaten der Polizei flächendeckend zur Verfügung standen, konnten die Unfälle für 53 der 56 Straßenbahnbetriebe analysiert werden. Da für die Bestimmung unfallauffälliger Bereiche (vgl. Kapitel 5.6.2) die geografische Lage und nicht das Verkehrsunternehmen von Bedeutung ist, wurden die Unfallzahlen je Gemeinde dargestellt. Die großen Unterschiede zwischen den Gemeinden waren auch aufgrund der unterschiedlichen Streckenlängen zu erklären. Um eine Vergleichbarkeit herzustellen, wurde im weiteren Verlauf eine Sicherheitsanalyse durchgeführt, bei der die Länge des Streckennetzes mit den Häufigkeiten an Unfallereignissen ins Verhältnis gesetzt wurde (Unfalldichte). Bei der Betrachtung der Unfallereignisse in den jeweiligen Gemeinden mit Straßenbahnbetrieb wurde zudem deutlich, dass sich über die Hälfte der Unfälle (ca. 60% oder 705 von 1.190 Unfällen) auf die zehn Gemeinden verteilten, die absolut gesehen im Untersuchungszeitraum von 2009 – 2015 die häufigsten Unfälle aufwiesen. Da im weiteren Verlauf des Forschungsprojektes Analysen vor Ort durchgeführt werden, um Zusammenhänge zwischen den Unfallereignissen und der Lage, Form bzw. Ausstattung und weiteren Rahmenbedingungen, wie Dichte des Taktes der Straßenbahnstrecke oder auch Fußgänger-/Radfahrerfrequenz an der Gleisquerung herauszustellen, könnten diese Gemeinden potenzielle Untersuchungsräume sein.

Lichtverhältnisse bei den Unfallereignissen

Die überwiegende Mehrzahl der Unfallereignisse an Gleisquerungen von Straßenbahnen fand bei Tageslicht statt (**Bild 64**). In dieser Tageszeit war auch das Verkehrsaufkommen bei Stadtbahnen sowie Fußgängern und Radfahrern deutlich höher, sodass

auch die Wahrscheinlichkeit eines Unfallereignisses in diesem Zeitraum signifikant höher war.

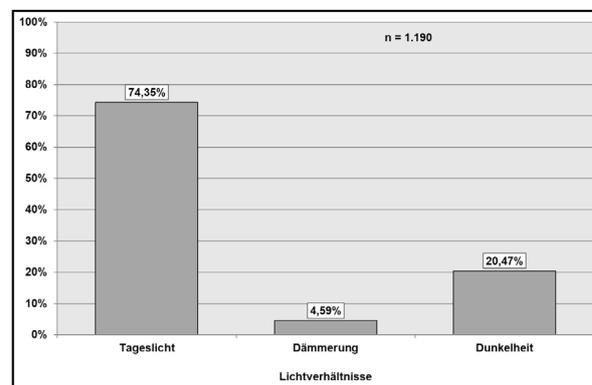


Bild 64: Lichtverhältnisse der Unfallereignisse an Gleisquerungen von Straßenbahnen im Zeitraum von 2009 - 2015 (* polizeilich registrierte Unfälle aus 15 von 16 Bundesländern, keine Unfalldaten aus Thüringen vorhanden)

Lage, Form bzw. Ausstattung der Gleisquerung

Die Analyse der Lage, Form und Ausstattung der Gleisquerung mit mindestens einem Unfallereignis war nur ansatzweise interpretationsfähig, da keine Verhältniswerte wie beispielsweise Zahl der vorhandenen Gleisquerungen mit und ohne Signalgeber / Schranke oder Straßenbahn- oder Fußgänger-/Radfrequenzen ermittelt werden konnten. Sie zeigte zunächst, dass die überwiegende Anzahl der Gleisquerungen mit einem Signalgeber (unabhängig von der Art des Signalgebers) ausgestattet war. Dem gegenüber waren wiederum die wenigstens Gleisquerungen mit einer Schranke oder einem Andreaskreuz versehen.

Was die Führung an der Gleisquerung betraf, so waren die wenigsten Unfälle an einer Gleisquerung mit einer Z-Form (275 Unfälle). Betrachtet man die Lage, sind mehr Unfälle an einer Gleisquerung im Haltestellenbereich aufgetreten (678 Unfälle gegenüber 435 auf freier Strecke). Zudem fiel auch auf, dass sich eine große Anzahl der Unfälle im Bereich eines Knotenpunktes ereignet haben.

Bei der Analyse der Lage, Form bzw. Ausstattung der Gleisquerung bezogen auf den Haltestellenbereich und die freie Strecke, waren mehr Unfälle im Haltestellenbereich an einer Gleisquerung in Z-Form aufgetreten (149 Unfälle gegenüber 126). Ebenso war das Bild bezogen auf die Ausstattung mit einem Signalgeber. Es traten mehr Unfälle im Haltestellenbereich an den Gleisquerungen mit einem Signalgeber (482 Unfälle) auf, als auf der freien Strecke (276 Unfälle). Da Daten über die Häufigkeiten der jeweiligen Kombinationen in der Praxis jedoch nicht zu ermitteln waren, konnten die Unfallzahlen nicht gewichtet werden.

5.6.2 Unfallauffällige Bereiche

Die Analyse der Unfalldaten ergab, dass insgesamt 27 unfallauffällige Bereiche (von 1.067 Gleisquerungen mit mindestens einem Unfallereignis zwischen 2009 – 2015) mit drei oder mehr Unfällen an derselben Gleisquerung vorhanden waren (vgl. **Tab. 9**). Dabei waren in den Städten Berlin (6 Bereiche), Köln (5 Bereiche) und Karlsruhe (4 Bereiche) lokalisiert worden. Die weiteren unfallauffälligen Bereiche sind in **Tab. 9** aufgelistet.

Gemeinde	Anzahl unfallauffälliger Bereiche mit drei oder mehr Unfällen in sieben Jahren an einer Gleisquerung
Berlin	6
Köln	5
Karlsruhe	4
Düsseldorf	2
Frankfurt am Main	2
Bremen	1
Chemnitz	1
Dresden	1
Freiburg	1
Halle/Saale	1
Leipzig	1
München	1
Nürnberg	1

Tab. 9: Unfallauffällige Bereiche mit drei oder mehr Unfällen im Zeitraum von 2009 - 2015

Erste Untersuchungen, ob es Zusammenhänge bei der Lage, Form bzw. Ausstattung der Gleisquerung gab, hatte ergeben, dass signalisierte im Haltestellenbereich liegende Gleisquerungen häufiger bei den unfallauffälligen Bereichen vertreten waren. Gleisquerungen, die in Z-Form angelegt waren, waren hingegen weniger bei den unfallauffälligen Bereichen vertreten. Diese ersten Auswertungen erlauben aber noch keine Ableitung von Erkenntnissen und erfordern einen Abgleich der Verteilungen der Lage, Form und Ausstattungen der Grundgesamtheit aller vorhandenen Gleisquerungen und der jeweiligen Voraussetzungen innerhalb der Gemeinden.

5.7 Zusammenfassung der Unfallanalyse

Die Unfallauswertung war ein wesentlicher Teil der Analyse der Unfälle von Fußgängern und Radfahrern an Gleisquerungen. Als Datengrundlage dienten Unfalldaten aus den Jahren 2009 – 2015, die

zum einen polizeilich erfasst wurden und zum anderen von den Verkehrsunternehmen zur Verfügung gestellt wurden. Allerdings war die Datengrundlage der Verkehrsunternehmen nicht flächendeckend und – wenn vorhanden – auch sehr uneinheitlich. Daher wurde für die Unfallauswertung die Datengrundlage der polizeilich registrierten Unfälle berücksichtigt. Diese lagen – bis auf die Daten des Bundeslands Thüringen – vollständig vor. Insgesamt wurden in den sieben Untersuchungsjahren 1.190 relevante Unfallereignisse ausgewertet.

Dabei zeigte sich eindeutig, dass die Unfälle vorrangig an verschiedenen Gleisquerungen auftraten und seltene Einzelereignisse sind. Lediglich an 90 Gleisquerungen geschahen zwei oder mehr Unfälle. Auffällige Bereiche mit drei oder mehr Unfällen an einer Gleisquerung sind lediglich in 27 Fällen ausgewertet worden. Somit sind Unfälle an Gleisquerungen seltene Einzelereignisse.

Festzustellen ist, dass im Verlaufe der Untersuchungsjahre (2009 – 2015) ein kontinuierlicher Anstieg (mit Ausnahme des Jahres 2015) der Unfallereignisse an Gleisquerungen zu verzeichnen war.

Der überwiegende Anteil der Unfälle wurde durch Fußgänger (ca. 61 %) und Radfahrer (ca. 33 %) verursacht. Das Fahrpersonal der Straßenbahnen stellte bei den Beteiligten 01 eine klare Minderheit dar (ca. 6 %).

Werden die Unfallfolgen analysiert, so sind fast die Hälfte aller Unfälle mit Fußgängern oder Radfahrern mit Leichtverletzten. In ca. 43 Prozent der Unfallereignisse waren die Fußgänger oder Radfahrer schwerverletzt und in ca. 8 Prozent der Fälle wurden sie getötet. Bei den getöteten Verkehrsbeteiligten waren Fußgänger deutlich häufiger betroffen als Radfahrer.

Werden die Unfallereignisse dahingehend analysiert, in welchen Altersgruppen Fußgänger und Radfahrer, entweder als Unfallverursacher oder als Beteiligte 02 beteiligt waren, so sind Tendenzen erkennbar. Bei den Beteiligten 01 – bezogen auf die Fußgänger – zeigten sich in den Altersgruppen 15 bis 24 Jahre und über 65 Jahre deutlich mehr Unfallereignisse als in den übrigen Altersgruppen. Bei den Radfahrern stach zusätzlich zu den oben genannten Altersgruppen auch die Gruppe der 25 bis 34-jährigen hervor. Für die Beteiligten 02 ist eine Aussage nur für die Fußgänger zu treffen, da die Stichprobe bei den Radfahrern zu gering war. Hier waren die Altersgruppen unter 15 Jahre und über 65 Jahre am häufigsten vertreten.

Bezogen auf das Geschlecht der Unfallbeteiligten zeigte sich ein uneinheitliches Bild. Im Gegensatz zu den Radfahrern bei denen die Unfallbeteiligten

sowohl als Beteiligte 01 als auch Beteiligte 02 zu knapp zwei Dritteln männlichen Geschlechts waren, gab es bei den Fußgängern Unterschiede: Bei den Beteiligten 01 waren Frauen und Männer ungefähr zu gleichen Anteilen vertreten, bei den Beteiligten 02 gab es allerdings einen höheren Anteil Frauen.

Die überwiegende Mehrheit (ca. 75%) aller Unfälle trat bei Tageslicht auf.

Wurden die Lage, Form und Ausstattung der Gleisquerung analysiert, so war deutlich, dass sich der überwiegende Anteil der Unfälle an signalisierten Gleisquerungen ereignete. Auffällig war dabei, dass deutlich mehr Unfälle an Gleisquerungen mit Signalgebern auftraten. Deutlich weniger Unfälle traten an Überquerungsstellen mit einem erzwungenen Richtungswechsel auf. Diese Erkenntnis konnte allerdings nicht gewichtet werden, da der jeweilige Anteil von unterschiedlichen Merkmalen bei Gleisquerungen (Bauform, Signalisierung) an allen Gleisquerungen nicht zu ermitteln war (vgl. Kap. 4).

Bezüglich des angemessenen Verhaltens der querenden Unfallopfer konnten keine gesicherten Rückschlüsse getroffen werden. Von 516 Unfällen an signalisierten Gleisquerungen war lediglich bei 115 Fällen als Unfallursache „Missachtung des Lichtsignals“⁹¹ oder Unfallursache 64 „Falsches Verhalten beim Überschreiten der Fahrbahn ohne auf den Fahrzeugverkehr zu achten“ eingetragen. Da davon ausgegangen werden kann, dass die Lichtsignalanlage in der überwiegenden Anzahl der Fälle technisch einwandfrei funktioniert hat, müsste die Unfallursache deutlich häufiger benannt sein.

Über die Unfallanalyse der 1.190 untersuchten Unfälle an Gleisquerungen waren weder bezüglich der Bauform, der Art der Sicherung oder weiterer Ausstattungsmerkmale besondere Auffälligkeiten bezüglich prototypischer Merkmale festzustellen.

6 Untersuchung von Fallbeispielen

6.1 Ziele

Bestandteil der Untersuchung war die Analyse realer Fallbeispiele unterschiedlicher Gleisquerungen. Diese bestand aus jeweils mehreren Bausteinen:

- einer videogestützten Verkehrsbeobachtung der überquerenden Personen (Kap. 6.3),

- einer Kurzbefragung von Benutzern der Gleisquerung bezüglich des Verhaltens an Gleisquerungen und des (subjektiven) Sicherheitsempfindens (Kap. 6.4),
- einem Sicherheitsaudit auf Basis von Planunterlagen (Kap. 6.5) sowie
- einem Bestandsaudit (Analyse auf Basis einer Ortsbesichtigung, Kap. 6.5).

Die Kombination der unterschiedlichen Methoden diente folgenden Zielen:

- Analyse der Verhaltensweisen von Fußgängern und Radfahrern an Gleisquerungen unterschiedlicher Bauform und Sicherung;
- Analyse von Verhaltensweisen von Personengruppen in Abhängigkeit des Alters (Kinder, Erwachsene, ältere Menschen);
- Analyse der Regelkonformität des Verhaltens (z. B. Rotlichtbeachtung, StVO-konformes Verhalten) von Fußgängern und Radfahrern an Gleisquerungen;
- Beobachtung und Bewertung von Konfliktsituationen zwischen Fußgängern bzw. Radfahrern und Straßenbahnen;
- Beobachtung von Verhaltensweisen, die sich negativ auf die Verkehrssicherheit auswirken können, z. B. Durchführung ablenkender Tätigkeiten;
- Identifizierung und Analyse von Sicherheitsdefiziten an der Gleisquerung bzw. des Umfeldes, welche Konflikte zwischen Überquerenden und Straßenbahnen begünstigen.

6.2 Vorbereitung der Erhebungen

6.2.1 Auswahl der Fallbeispiele

Planmäßig war vorgesehen, insgesamt 20 Gleisquerungen zu beobachten und zu analysieren. Da aus der Unfallanalyse keine prototypischen Merkmale ermittelt werden konnten (vgl. Kap. 5.7), ließen sich auf dieser Basis keine Cluster für die Verkehrsbeobachtung bilden. Die Grundgesamtheit der Unfälle bei Kombination verschiedener Merkmale (Bauform, Sicherung, Lage) einer Gleisquerung war jeweils zu gering, um hier entscheidende Einflüsse auf Konflikte identifizieren zu können. Daher wurden in Abstimmung mit dem Betreuerkreis die Kriterien für die Bauform und Signalisierung festgelegt, um eine Auswahl für die Beobachtungen im Realverkehr treffen zu können. Die Kombination dieser beiden Kriterien erfolgte wie folgt (vgl. **Tab. 10**):

⁹¹ Unfallursache 60 „Falsches Verhalten beim Überschreiten der Fahrbahn an Stellen, an denen der Fußgängerverkehr durch Polizeibeamte oder Lichtzeichen geregelt war“.

- Erzwungener Richtungswechsel (Z-Form) mit Sicherung durch Übersicht und
- geradlinige Gleisquerung mit Signalisierung.

Innerhalb einer Stadt sollten entsprechend vergleichbare Gleisquerungen (dieselbe Bauform und Signalisierung) untersucht werden. Dadurch sollte gewährleistet sein, dass je jeweils festgelegtem Typ eine hohe Anzahl von Querungsvorgängen beobachtet werden konnte.

Als weiteres Merkmal sollten die Gleisquerungen jeweils eine hohe Frequenz an Straßenbahnüberfahrten sowie eine möglichst hohe Nutzerfrequenz entweder durch den Fußverkehr oder durch den Radverkehr aufweisen. Die Maßgabe einer hohen Frequentierung ließ eine hohe Wahrscheinlichkeit für die Beobachtung von Konflikten erwarten (vgl. Kap. 3).

Stadt	Bauform	Sicherung
A	erzwungener Richtungswechsel	Übersicht ohne Signalisierung
B	erzwungener Richtungswechsel	Übersicht ohne Signalisierung
C	geradlinig	Übersicht mit Warnlicht (Gelbblinken)*
D	geradlinig	Rot-Dunkel
* an den Untersuchungsorten in der Regel nur bei in die Haltestelle einfahrenden Straßenbahnen angezeigt		

Tab. 10: Übersicht über die grundsätzlichen Merkmale der Gleisquerungen in den Untersuchungsstädten

Auf Basis der Erkenntnisse der Analyse der Bauformen und Arten der Sicherung bei Städten mit Straßenbahnverkehr in Deutschland (Kap. 4.1), wurden unter Berücksichtigung der Vorgaben für die Auswahl geeignete Städte für die Verkehrsbeobachtungen identifiziert. Aufgrund der in Absprache mit dem Betreuerkreis getroffenen Vorgaben, bestimmte Kriterien in Kombination zu erfüllen (z. B. Z-Form nicht signalisiert), war die freie Auswahl bezüglich der jeweiligen Cluster beschränkt.⁹²

Da für die jeweiligen Städte keine umfassende Ortskenntnis vorlag, wurden Ansprechpartner in den

Städten kontaktiert und gebeten, für die Untersuchung geeignete Gleisquerungen innerhalb der Kommune vorzuschlagen. Von den Städten wurden nach Abstimmung mit den zu beteiligenden Ämtern und dem lokalen Verkehrsunternehmen Gleisquerungen zurückgemeldet. Diese wurden anschließend mit online verfügbarem Karten- und Bildmaterial auf ihre grundsätzliche Eignung überprüft. Ggf. wurden weitere Gleisquerungen nachgefordert, um die geplante Mindestanzahl von jeweils fünf Gleisquerungen je Stadt zu erreichen.

Einen Überblick über die Lage und Ausstattung der Gleisquerungen findet sich im Anhang 1 und 2⁹³.

6.2.2 Erstellung eines Datenschutzkonzeptes

Um den Anforderungen des Datenschutzes gemäß Bundesdatenschutzgesetz (BDSG) zu genügen, wurde ein detailliertes Datenschutzkonzept aufgestellt. Dieses wurde mit den jeweiligen Städten bzw. Datenschutzbeauftragten abgestimmt.

Die Daten wurden bei der Erhebung, Verarbeitung und Nutzung pseudonymisiert und anonymisiert, sodass eine Zusammenführung der Daten aus Beobachtung und Befragung nicht möglich ist. Persönliche Daten wurden mit Ausnahme des Geburtsjahres bei der Befragung (freiwillige Angabe für statistische Zwecke) nicht erhoben. Den Anforderungen des Datenschutzes bezüglich des Schutzes von Persönlichkeitsrechten wurde durch Positionierung der Kameras mit Abstand zur Gleisquerung, durch eine unscharfe Einstellung der Objektive und/oder die Wahl des Kameraausschnitts (keine Aufnahme von Gesichtern) nachgekommen. Die Hinweispflicht gemäß § 6b Absatz 2 BDSG wurde erfüllt.

6.3 Verkehrsbeobachtung

Die ausgewählten Gleisquerungen wurden mithilfe der Videotechnik beobachtet. Dabei wurde der Fokus ausschließlich auf die Beobachtung der Passanten beim Überqueren der Gleise gelegt. Das Verhalten beim Überqueren anliegender Fahrbahnen des Individualverkehrs wurde nicht betrachtet.

6.3.1 Technische Ausstattung

Das eingesetzte Videokamera-System war funkbasiert und umfasste insgesamt vier Einzelkameras sowie jeweils vier Sender (bei den Kameras) und

⁹² Beispielsweise gibt es Städte, in denen der überwiegende Teil an Gleisquerungen über einen erzwungenen Richtungswechsel verfügt, der allerdings signalisiert ist. Entsprechend wäre die Auswahl für ein Cluster sehr stark beschränkt gewesen.

⁹³ Der Anhang wurde nur in einer elektronischen Fassung (Pdf) veröffentlicht und ist über das BAST-Archiv elektronischer Medien zu beziehen.

Empfänger (in der Nähe des Rekorders). Das System ermöglichte eine zeitsynchrone Aufnahme und Speicherung auf einem Vier-Kanal-Festplattenrekorder. Die Aufnahmekapazität des Rekorders war begrenzt auf 100 Bilder pro Sekunde. Somit waren für jede Kamera maximal 25 Bilder pro Sekunde für die Aufnahme möglich. Mit einem speziellen Programm des Festplattenrekorder-Herstellers ließen sich die zeitsynchron erfolgten Aufnahmen für die Auswertung wieder zeitsynchron abspielen.

Die Kameras waren auf Stativen angebracht, die auf eine Höhe von maximal 4,00 m ausgefahren werden konnten. Dies ermöglichte einen guten Überblick über die Gleisquerung auch bezüglich der Annäherung der Fußgänger und Radfahrer. An den Stativen war jeweils auch der Sender für die Datenübertragung angebracht. Die vier Empfänger waren ebenfalls auf einem Stativ montiert und über Kabel mit dem Festplattenrekorder verbunden. Kameras und Festplattenrekorder wurden mithilfe von Akkus mit Strom versorgt. Dies ermöglichte grundsätzlich eine relativ flexible und an den jeweiligen Standort angepasste Aufstellung der Videokameras. Mithilfe eines Kontrollmonitors konnten die Kameras am jeweiligen Standort in der Ausrichtung und dem angezeigten Bildausschnitt kalibriert werden.

6.3.2 Methodik

6.3.2.1 Modifizierte Verkehrskonflikttechnik (PET)

Für die Bewertung der während der Verkehrsbeobachtung gewonnenen Daten wurde die Methode einer modifizierten Verkehrskonflikttechnik gewählt. Um ein objektives Verfahren für die Bewertung von Interaktionen zwischen Straßenbahnen und querenden Personen zu haben, wurde für die Bewertung der Konflikte die „Sicherheitszeitlücke“ nach HÄCKELMANN (HÄCKELMANN 1976) bzw. das identische Verfahren der PET (Post Encroachment Time) nach ALLEN herangezogen. Die Sicherheitszeitlücke diente HÄCKELMANN zunächst nur zur Bewertung von Fußgängerquerungen an lichtsignalgeregelten Knotenpunkten. Die PET wird jedoch für die Bewertung der Sicherheit von unterschiedlichen Verkehrssituationen und Verkehrsarten herangezogen. Wenn die Verfahren auch identisch sind, hat sich der Begriff der PET durchgesetzt und wird entsprechend in dieser Arbeit verwendet.

Das Verfahren der Bewertung mittels PET erlaubt eine hohe Messgenauigkeit, da Ort und Zeit der beiden Verkehrsteilnehmer (Straßenbahn bzw. Fußgänger oder Radfahrer) an der Konfliktfläche sehr exakt ermittelt werden können (vgl. Korda 1999, S.

73). Betrachtet wurde die PET vom Zeitpunkt, zu welchem der erste Verkehrsteilnehmer (hier: Fußgänger oder Radfahrer) die Konfliktfläche verlässt, bis zu dem Zeitpunkt, an dem der zweite Verkehrsteilnehmer (hier: Straßenbahn) die Konfliktfläche erreicht („lastPET“). Die PET beschreibt demnach die Zeitspanne, um die sich zwei Verkehrsteilnehmer verfehlt haben (vgl. **Bild 65**). Die PET bewertet den Ausgang einer Interaktion somit rückblickend auf Basis der realen Zeitdifferenz: wie knapp haben sich die beiden Verkehrsteilnehmer räumlich oder zeitlich „verpasst“.

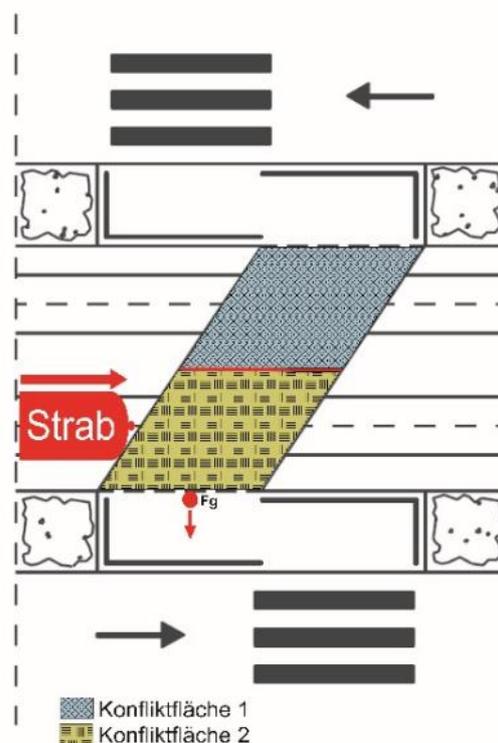


Bild 65: Prinzip der Berechnung der PET nach HÄCKELMANN für die Konfliktfläche 2 (eigene Darstellung)

Die Größe der an der Konfliktfläche (Gleisquerung) ermittelten PET diente als Maß für die Beurteilung der Situation: je kleiner die PET war, desto kritischer wurde die Situation zunächst eingeschätzt, unabhängig von einer abschließenden Bewertung.

In Anlehnung an empirische Untersuchungen von VAN DER HORST (VAN DER HORST 1990) wurden drei Kategorien gebildet:

- Eine $t_{PET} \leq 1$ Sekunde wurde als schwerer Konflikt definiert,
- eine t_{PET} von mehr als 1 Sekunde und $\leq (?)$ 2 Sekunden wurde als leichter Konflikt definiert,
- eine $t_{PET} > 2$ Sekunden wurde als unkritisch eingestuft.

Die PET wurde bis zu einem Grenzwert von 10 Sekunden analysiert, um das Verhalten von Fußgängern und Radfahrern bei der Zeitlückenwahl genauer analysieren zu können. KORDA schätzt t_{PET} bis zu 8 s als relevant für die Bewertung ein. (KORDA 1998, S. 123) Er empfiehlt eine Berücksichtigung einer PET von 10 s, um Fehleinschätzungen des Beobachters kompensieren zu können. Überquerungsvorgänge mit einer $t_{PET} > 10$ s wurden nicht weiter analysiert und bewertet, da sie unter Aspekten der Verkehrssicherheit keine Rolle spielen.

Bei der PET bleibt unberücksichtigt, ob eine Reaktion eines der Verkehrsteilnehmer erforderlich ist, um eine Kollision zu vermeiden und wenn ja, wie groß diese Reaktion ist. Daher stellt KORDA in einem Vergleich der unterschiedlichen Verfahren der Verkehrskonflikttechnik fest, dass die PET grundsätzlich immer als Bewertungsgröße einsetzbar sei, das Verfahren aufgrund „*der fehlenden Interpretation des Konfliktablaufs [...] aber nicht ausschließlich angewendet werden sollte.*“ (KORDA 1999, S. 76) Diese Lücke wurde kompensiert, indem die $t_{PET} \leq 2$ s durch visuelle Auswertung der Situation und des Verhaltens der Verkehrsteilnehmer zusätzlich qualitativ bewertet wurde.

Diese Qualitätskontrolle war zudem deswegen erforderlich, weil die PET sowohl an Gleisübergängen auf der freien Strecke als auch in Verbindung mit Haltestellen erfasst wurde. Während die Straßenbahnen auf der freien Strecke i. d. R. mit der zugelassenen Höchstgeschwindigkeit unterwegs waren bzw. bei der Einfahrt in die Haltestelle eine höhere Geschwindigkeit hatten, waren Straßenbahnen, die aus der Haltestelle anfahren, an der Gleisquerung mit niedriger Geschwindigkeit unterwegs. Vor allem Konflikte mit kleiner PET wurden daher neben der objektiven Bewertung (Berechnung auf Basis der definierten Grenzwerte) zusätzlich qualitativ bewertet.

Einen entscheidenden Einfluss auf die Bewertung eines Konfliktes mithilfe der PET hat zudem die Wahl der Größe der Konfliktfläche (vgl. **Bild 66**).

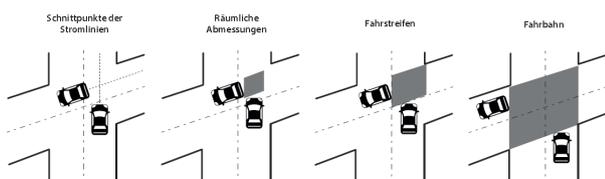


Bild 66: Mögliche Definitionen der Konfliktfläche (KORDA 1999, S. 66)

Nach KORDA (KORDA 1998, S. 117) hat sich die Aufteilung nach der Definition „Fahrstreifen“ am

besten bewährt. Diese Aufteilung entspricht der Definition nach HÄCKELMANN für die Bewertung von Fußgängerquerungen. Als Konfliktfläche wird die vom Fußgänger benutzte Fläche definiert; vom Betreten der Konfliktfläche bis zum Verlassen des für die Begegnung relevanten Fahrstreifens (hier: Bereich für ein Richtungsgleis). Als Zeitpunkt für die Ermittlung der PET wurde somit der Zeitpunkt notiert, zu dem der Fußgänger die Konfliktfläche des jeweiligen Richtungsgleises verlässt und die Straßenbahn die Gleisquerung erreicht.

6.3.2.2 Durchführung der Beobachtung

In Anlehnung an die Vorgaben der Empfehlungen für Verkehrsbeobachtungen (EVE) (FGSV 2012, S. 27), sollte die Verkehrsbeobachtung in drei Zeitblöcken mit jeweils zwei Stunden Beobachtungszeit durchgeführt werden: 7 Uhr bis 9 Uhr, 12 Uhr bis 14 Uhr und 16 Uhr bis 18 Uhr. Die Analyse der Unfalldaten (Kap. 5) bezüglich der zeitlichen Verteilung über den Tagesverlauf hatte neben einer Spitze in den morgendlichen Stunden des Berufsverkehrs (7 Uhr bis 8 Uhr) jedoch gezeigt, dass die Anzahl der Unfälle an Gleisquerungen zum Nachmittag hin kontinuierlich ansteigt und in den frühen Abendstunden (16 Uhr bis 17 Uhr) den höchsten Wert aufweist (**Bild 67**). Ab 18 Uhr sinken die Unfallzahlen wieder deutlich ab. Aufgrund dieser Erkenntnis wurde die zunächst geplante Erhebungszeit am Nachmittag angepasst und ein durchgehender Erhebungsblock in der Zeit zwischen 14 Uhr und 18 Uhr festgelegt. Dieser Entscheidung lag die These zugrunde, dass die Beobachtung von kritischen Interaktionen wahrscheinlicher würde.

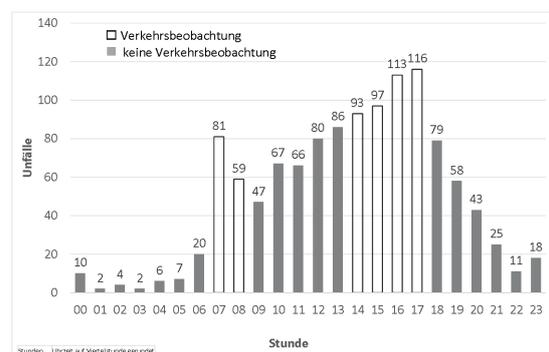


Bild 67: Verteilung der Unfälle an Gleisquerungen in Deutschland (2009-2015) im Tagesverlauf (n = 1.190)

Da es sich primär um eine Verhaltensbeobachtung und nicht um eine Verkehrszählung handelte, erfolgte die Auswahl eines Beobachtungstages lediglich mit dem Kriterium „Werktag“. Beobachtungstage in einer Stadt waren somit Montag bis Freitag

in einer Woche. Je Werktag in einer Woche konnte so ein Untersuchungsort analysiert werden.

Zwei der vier Kameras wurden jeweils im Seitenraum der Straße in etwa in der Achse der Gleisquerung postiert und das Stativ möglichst weit ausgefahren, um Übersichtsaufnahmen im Weitwinkel zu ermöglichen. Zwei Kameras dienten der zusätzlichen Überwachung der Konfliktfläche (unverdeckte Sicht), um Erreichen und Verlassen der Verkehrsteilnehmer dokumentieren zu können und später die PET bestimmen zu können.

Aufgrund von Anforderungen aus dem Datenschutzgesetz waren „*der Umstand der Beobachtung und die verantwortliche Stelle [...] erkennbar zu machen*“ (§ 6b Absatz 2 BDSG). Um den Vorgaben nachzukommen, wurden entsprechende Hinweise an den Stativen der Kameras angebracht. Bei der Beobachtung und Auswertung wurde ein besonderer Fokus darauf gelegt zu überprüfen, inwieweit durch die Hinweise möglicherweise eine Beeinflussung des Verhaltens erfolgte. Bereits während der Durchführung der Beobachtung ließen sich kaum Personen ausmachen, welche die Hinweise bewusst wahrnahmen (z. B. durch gezieltes Hingucken und Durchlesen der Aushänge). Dies bestätigte sich noch einmal bei der Auswertung des Videomaterials. Insgesamt konnten lediglich fünf Personen gezählt werden, die sich im Zuge des Querungsvorgangs einem Kamerastandort (Überwachung der Konfliktfläche) näherten und die dortigen Hinweise lasen. Dies geschah in allen fünf Fällen nach dem Queren der Gleise. Eine nicht näher zu bestimmende Anzahl von sehr wenigen Personen⁹⁴ wurde dabei beobachtet, offensichtlich bewusst die Kamerastandorte der Überblickkameras (im Seitenraum) aufgesucht zu haben. Dies erfolgte ebenfalls ausnahmslos nach dem Queren der Gleise (und der anliegenden Fahrbahnen des Kraftfahrzeugverkehrs). Da die Beobachtung eines Standortes jeweils nur an einem Tag stattfand und ein (mehrfach) wiederholtes Queren der Gleise als wenig wahrscheinlich angenommen werden kann⁹⁵, kann eine Beeinflussung des Verhaltens einer querenden Person auch nach registrieren eines Hinweises auf die Beobachtung als äußerst gering eingestuft werden.

6.3.3 Ergebnisse der Verkehrsbeobachtungen – Sicherheitsanalyse

6.3.3.1 Verkehrsaufkommen

Insgesamt wurden an den 19 Untersuchungsorten 17.431 Überquerungsvorgänge von Fußgängern

und Radfahrern erfasst und bewertet. Die Verteilung auf die vier Untersuchungsstädte sowie auf Fußgänger und Radfahrer zeigt **Bild 68**.

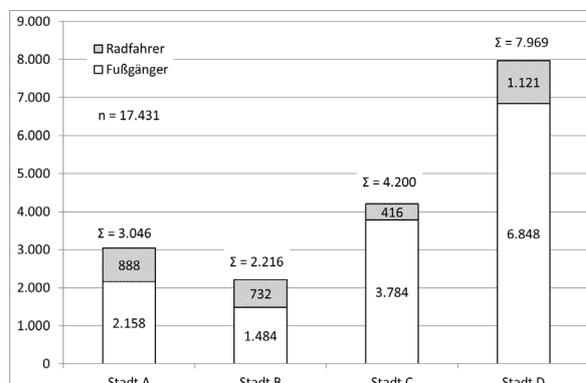


Bild 68: Anzahl der Querungsvorgänge je Stadt nach Verkehrsmittel (Fuß, Rad)

An den einzelnen Untersuchungsstandorten in den jeweiligen Städten gab es teils deutliche Unterschiede sowohl bezüglich der Frequentierung durch querende Personen als auch bezüglich des jeweiligen Anteils der Radfahrer (**Bild 68** bis **Bild 72**).

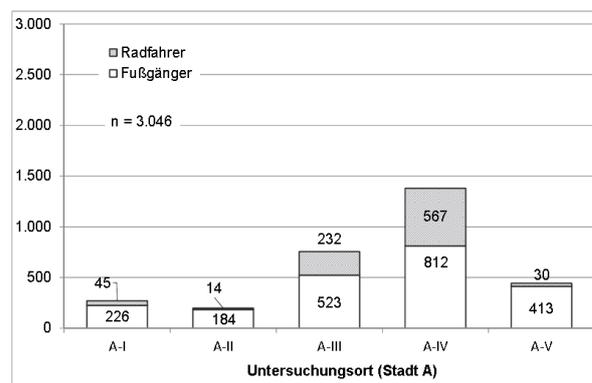


Bild 69: Anzahl der Querungsvorgänge nach Verkehrsmittel (Fuß, Rad) in Stadt A

⁹⁴ Schätzung auf Basis der Beobachtungen vor Ortniedrige zweistellige Anzahl.

⁹⁵ Dies setzt zudem voraus, dass der Hinweis nach dem ersten Querungsvorgang registriert wurde.

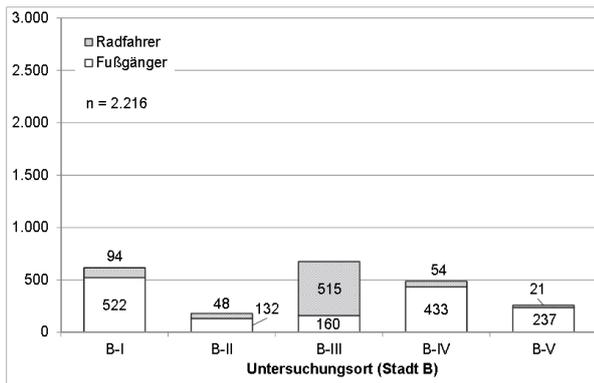


Bild 70: Anzahl der Querungsvorgänge nach Verkehrsmittel (Fuß, Rad) in Stadt B

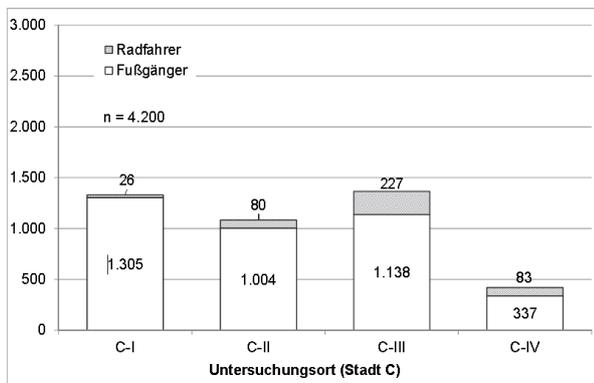


Bild 71: Anzahl der Querungsvorgänge nach Verkehrsmittel (Fuß, Rad) in Stadt C

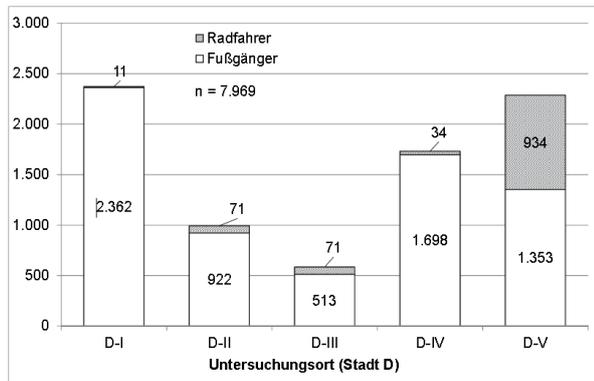


Bild 72: Anzahl der Querungsvorgänge nach Verkehrsmittel (Fuß, Rad) in Stadt D

Neben der Anzahl der überquerenden Personen spielt die Frequenz der Straßenbahnen an der jeweiligen Gleisquerung eine Rolle für das Konfliktpotenzial. Eine hohe Anzahl an Straßenbahnüberfahrten war eine der Anforderungen an die Untersuchungsorte. Die fahrplanmäßige Frequenz variierte in Abständen zwischen anderthalb Minuten und maximal fünf Minuten (vgl. Anhang 10⁹⁶). In der Praxis

⁹⁶ Der Anhang wurde nur in einer elektronischen Fassung (Pdf) veröffentlicht und ist über das BAST-Archiv elektronischer Medien zu beziehen.

konnten die Zeitlücken aufgrund von Abweichungen im Fahrplan schwanken. Während des sechsstündigen Beobachtungszeitraum ergaben sich zwischen 59 und 214 Straßenbahnüberfahrten pro Tag.

6.3.3.2 Wahl der PET

Insgesamt konnten an den 19 Untersuchungsorten im Beobachtungszeitraum 477 Querungsvorgänge identifiziert werden, bei denen eine querende Person eine t_{PET} von max. 10 Sekunden gewählt hat. Diese wurden hinsichtlich einer Interaktion bewertet. Der Anteil an allen beobachteten Querungsvorgängen beträgt somit 2,7 %. Die 477 ermittelten t_{PET} verteilten sich wie folgt (vgl. auch **Bild 73**):

- 11 Fälle (2,3 % der bewerteten PET) mit einer t_{PET} von max. 1 Sekunde (schwerer Konflikt),
- 37 Fälle (7,7 % der bewerteten PET) mit einer t_{PET} von 2 Sekunden (leichter Konflikt) und
- 429 Fälle mit einer t_{PET} von mehr als 2 Sekunden bis maximal 10 Sekunden.

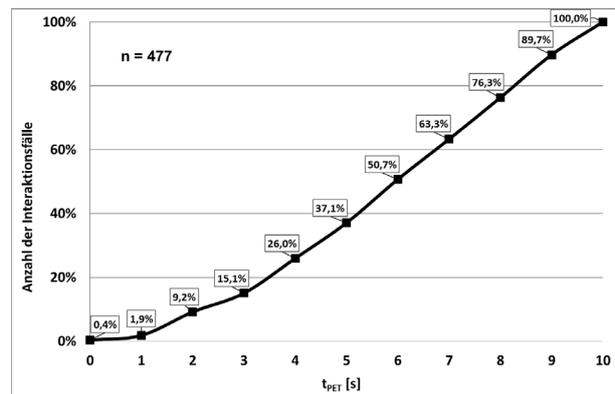


Bild 73: Häufigkeit (summiert) der gewählten $t_{PET} \leq 10$ Sekunden

Darüber hinaus wurden 152 Fälle dokumentiert, bei denen ein Fußgänger oder Radfahrer die Gleisquerung⁹⁷ betrat, obwohl die Bahn den in Gehrichtung folgenden Gleisbereich noch nicht vollständig verlassen hatte. Bei Gleisquerungen mit Signalisierung Rot-Dunkel betraten querende Personen die Gleisquerung entsprechend bei Rotlicht, da das rote Lichtsignal nach der Durchfahrt einer Straßenbahn immer nachleuchtete. An den Gleisquerungen mit Warnlicht musste das dort installierte Signal (Gelblinken) nicht zwangsläufig angezeigt sein, da es in der Regel nur geschaltet wurde, wenn eine Straßenbahn in die Haltestelle einfuhr (vgl. Kap. 6.3.4.5). Das Verhalten war in den beobachteten Fällen nicht kritisch, da sich keine Straßenbahn

⁹⁷ Dies muss nicht zwangsläufig die Konfliktfläche gemäß Definition in Kap. 6.3.2.1 sein.

auf Kollisionskurs mit dem Fußgänger oder Radfahrer befand.

Zunächst wurde eine Gesamtbetrachtung aller innerhalb einer Stadt ermittelten PET (über alle dort beobachteten Untersuchungsorte) vorgenommen. Dieser Analyse lag die These zugrunde, dass die Gleisquerungen innerhalb einer Stadt aufgrund ihrer Gleichartigkeiten als ein Kollektiv betrachtet werden konnten.⁹⁸

Die ermittelten t_{PET} werden im Folgenden in sogenannten Kastengrafiken (Boxplots) dargestellt. Der Kasten (Box) entspricht dem Bereich, in dem die mittleren 50 % der Daten liegen. Die Länge des Kastens ist ein Maß für die Streuung der Daten. Die Box wird unterteilt durch Anzeige des Medians der durch den Kasten dargestellten Werte (horizontaler Balken innerhalb des Kastens). Die an den Kasten anschließenden „Antennen“ stellen die Ausreißer dar.

Die Analyse wird hier nur für die Fußgänger dargestellt, da bei den Radfahrern nur sehr wenige Werte für die innerhalb der definierten Grenzen für die t_{PET} vorlagen. Bei der Analyse der PET für die Fußgänger zeigte sich beim Vergleich von signalisierten und nicht signalisierten Gleisquerungen, dass sich die Wahl der PET mit Werten zwischen 6,0 und 8,0 Sekunden im Mittel (Median) praktisch nicht unterscheidet (**Bild 74**).⁹⁹ Unterschiede gab es aber bei den Ausreißern. So wurde bei den Gleisquerungen auf freier Strecke praktisch keine kritische t_{PET} ermittelt. In Stadt B wurden überhaupt keine $t_{PET} < 5$ Sekunden beobachtet. Allerdings muss hier einschränkend festgestellt werden, dass die Grundgesamtheit mit $n = 8$ sehr gering war, sodass eine Vergleichbarkeit nur sehr eingeschränkt möglich wird. In Stadt A wurde als kleinste t_{PET} eine Zeit von 2 Sekunden ermittelt.

Im Gegensatz dazu zeigte sich bei den geradlinigen, signalisierten Gleisquerungen, dass auch eine t_{PET} von weniger als 1 Sekunde¹⁰⁰ in Anspruch genommen wurde.¹⁰¹ Die Streuung der PET-Werte zeigte bei den Städten A, C und D ein vergleichbares Bild. Bei den signalisierten Gleisquerungen lag lediglich der Median etwas niedriger, als bei der nicht signalisierten Gleisquerung und es gab stärkere Ausreißer nach unten.

den Städte mit signalisierten Gleisquerungen, ließen sich kaum Unterschiede feststellen. Streuung, Median und Ausreißer zeigten sich praktisch gleich.

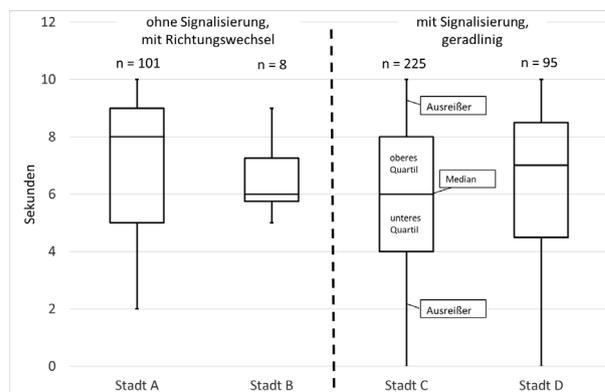


Bild 74: Gewählte PET an den Gleisquerungen im Städtevergleich (Fußgänger)

Traten kleine Werte für die PET an den signalisierten Gleisquerungen auf, hing dies mit der Lage der Gleisquerung zusammen, die in diesen Fällen unmittelbar an den Zugängen zur Haltestelle bzw. zu den Bahnsteigen lag.

Bei der detaillierten Videoanalyse der Querungsvorgänge zeigte sich, dass die insgesamt 38 aufgetretenen Fälle mit einer $t_{PET} \leq 2$ Sekunden an den signalisierten Gleisquerungen mit Haltestellenanbindung ausschließlich mit Straßenbahnen auftraten, die aus der Haltestelle losfuhren. Bei lediglich elf dieser Fälle betrug die $t_{PET} \leq 1$ Sekunde. In der Regel standen diese Situationen im Zusammenhang mit der Benutzung des ÖPNV selbst:

- Entweder handelte es sich um Fahrgäste, die aus der Straßenbahn ausstiegen und anschließend vor einer in der Haltestelle stehenden Straßenbahn die Gleise querten oder
- es handelte sich um Fahrgäste, die die Bahn auf dem entfernten Gleis in der Haltestelle noch erreichen wollten und somit die Gleise vor der in der Haltestelle stehenden Straßenbahn querten.

Die beobachteten kleinen PET standen zudem in der Regel im Zusammenhang mit der räumlichen Gestaltung: die Halteposition der Straßenbahn in der Haltestelle war räumlich unmittelbar an der Gleisquerung angelegt. Dadurch kam es zur Situation, dass Personen begannen die Gleise zu queren, als die Straßenbahn noch in der Haltestelle

⁹⁸ Dies war eine Voraussetzung für die Bildung der Cluster (vgl. Kap. 6.2.1).

⁹⁹ Eine mögliche Missachtung des Rotlichts bleibt hier zunächst unberücksichtigt.

¹⁰⁰ Die über die Videoauswertung ermittelten PET betragen infolge der sekundenscharfen Ablesung 0 Sekunden. Die reale

Zeitlücke war jedoch geringfügig größer (aber < 1 s). Bei einer realen $t = 0$ s hätte eine Kollision zwischen den Verkehrsteilnehmern stattgefunden.

¹⁰¹ Bei nur geringfügig niedrigerem Median gegenüber den Gleisquerungen mit Sicherung durch Übersicht.

stand, die Bahn dann aber just in diesem Moment anfuhr. In einzelnen Fällen zeigte eine querende Person eine Reaktion und beschleunigte den Schritt. Dies war Folge des vom Fahrpersonal der Straßenbahn abgegebenen kurzen Lätens (Warn-ton), welcher die Abfahrt aus der Haltestelle quit-tierte.

Keine der beobachteten Situationen mit einer rech-nerisch kleinen PET wurde jedoch als kritisch ein-gestuft, da sich bei der Beobachtung vor Ort und der Auswertung der Videos zeigte, dass

- die Straßenbahn gerade anfuhr bzw. nur eine sehr niedrige Geschwindigkeit hatte,
- die querende Person sich im Sichtfeld des Fahrpersonals befand.

Eine kritische Situation könnte sich dann ergeben, wenn querende Personen (verdeckt) vor oder hinter einer Bahn in der Haltestelle kreuzen und aus der Gegenrichtung eine Bahn in die Haltestelle einfährt. Derartige Situationen konnten jedoch während der gesamten Untersuchung nicht beobachtet werden.

Bei der Analyse auf Standortebene zeigten sich al-lerdings Abweichungen zwischen den einzelnen Untersuchungsorten (vgl. **Bild 75** und **Bild 76**). Auf-grund teils sehr geringer Fallzahlen (weniger als 10 Fälle) wird hier nicht jeder Standort in der Auswer-tung wiedergegeben. Teilweise sind hier darge-stellte Standorte mit geringen Fallzahlen nur bed-ingt interpretationsfähig, d. h. die Ableitung von Er-kenntnissen nur beschränkt zu verallgemeinern.

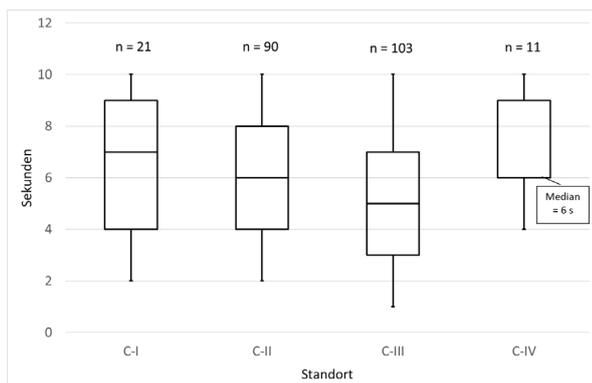


Bild 75: Wahl der PET an geradlinigen Gleisquerungen mit Warnlicht (Stadt C, nur Fußgänger)¹⁰²

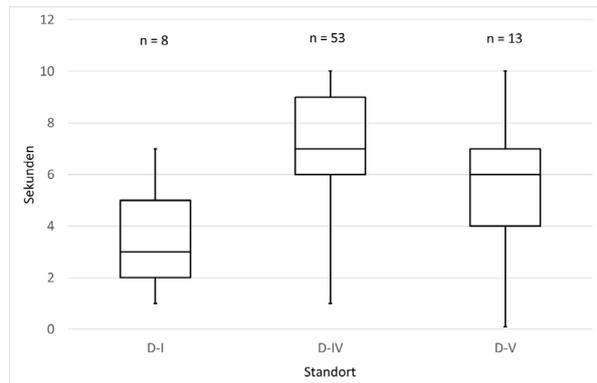


Bild 76: Wahl der PET an geradlinigen Gleisquerungen mit Sig-nalisierung „Rot-Dunkel“ (Stadt D, nur Fußgänger)¹⁰²

Bei den beiden Städten mit Sicherung durch Über-sicht und ohne Signalisierung ergaben sich deutli-cherer Unterschiede im Städtevergleich, als bei den signalisierten Gleisquerungen (**Bild 74**). In Stadt B gab es nur eine geringe Streuung für die gewählten PET. Die kleinste gewählte t_{PET} betrug fünf Sekun-den¹⁰³. In Stadt A wurden t_{PET} bis zu zwei Sekunden gewählt. Die Standortanalyse der drei Unters-uchungsstellen mit einer größeren Anzahl von Gleis-querungen mit relevanten t_{PET} in Stadt A zeigte kaum Unterschiede bei der mittleren t_{PET} (Median), die von den querenden Fußgängern gewählt wurde (**Bild 77**).

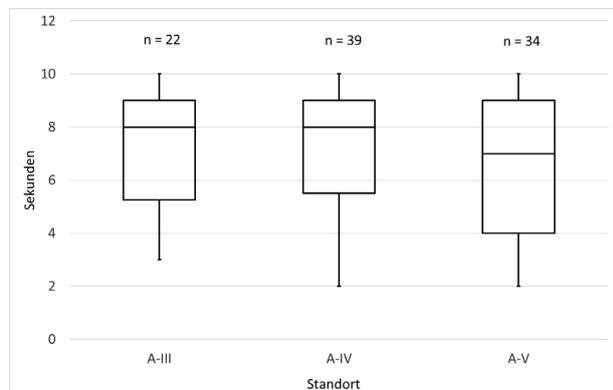


Bild 77: Wahl der PET an Gleisquerungen mit Sicherung durch Übersicht (Stadt A, nur Fußgänger)¹⁰⁴

An einem Standort (Standort A-V) traten tenden-ziell mehr kleinere t_{PET} auf, als an den beiden anderen Standorten. Die Sicherheitsanalyse zeigte, dass sich an diesem Standort neben dem Bahnkörper beidseitig Baumreihen befanden. Die erforderlichen Sichtdreiecke wurden allerdings eingehalten und waren durch die Bepflanzung nicht beeinträchtigt (vgl. Kap. 6.5 und Anhang 2¹⁰⁵). An den anderen

¹⁰² Betrachtet wurden nur Standorte mit bewerteten PET $n \geq 8$ Fälle.

¹⁰³ Allerdings konnten nur $n = 8$ relevante Fälle bewertet werden.

¹⁰⁴ Betrachtet wurden nur Standorte mit $n \geq 8$ Fälle für die PET.

¹⁰⁵ Der Anhang wurde nur in einer elektronischen Fassung (Pdf) veröffentlicht und ist über das BAST-Archiv elektronischer Medien zu beziehen.

beiden Standorten, die hinsichtlich der PET ausgewertet wurden, gab es keine Bäume flankierend zum Bahnkörper (A-IV) bzw. waren diese nur einseitig und von der Gleisquerung betrachtet nur in eine Richtung vorhanden (A-III). Dort war der Blick von der Aufstellfläche auf die Straßenbahnstrecke in keiner Weise beeinträchtigt. Da es sich bei Standort A-III um einen Einzelfall handelte, konnte ein Zusammenhang zwischen den Bepflanzungen und der Wahl der PET nicht bestätigt werden.

6.3.4 Verhaltensbeobachtung

Neben der objektiven Auswertung der Beobachtungsdaten (Berechnung der PET, Rotlichtakzeptanz) wurden die Videoaufnahmen hinsichtlich des Verhaltens der Personen an der Gleisquerung ausgewertet. (qualitative Bewertung). So war es beispielsweise das Ziel, festzustellen,

- wie sich hohes Fuß- und Radverkehrsaufkommen auf die Querungssituation auswirkte,
- ob sich aus der Benutzung beispielsweise von Hilfsmitteln (Rollator usw.) oder Kinderwagen Schwierigkeiten im Verlauf der Querung ergaben,
- wie viele querende Personen mit ablenkenden Tätigkeiten (z. B. Smartphone-Nutzung) beschäftigt waren,
- inwieweit das jeweilige Lichtsignal beachtet wurde,
- ob eine Absicherung (Blickzuwendung) vor dem Queren erfolgte und
- wie insbesondere der Radverkehr mit den Umlaufsperrern zurechtkam.
-

Aufgrund der Vorgaben aus dem Datenschutz sowie der Entfernung der Standorte der Überblick-Kameras zur Gleisquerung konnten die Verhaltensweisen nicht vollständig erfasst bzw. mit abschließender Sicherheit bewertet werden. Dies galt insbesondere für die Beobachtung von Nebentätigkeiten (z. B. Musik hören) oder die Absicherung querender Personen durch Blicke. Der abschließenden Bewertung des Verhaltens von querenden Personen sind daher in einigen Fällen methodisch Grenzen gesetzt. Insgesamt sei der Beschreibung der beobachteten Verkehrssituationen vorausgeschickt, dass in keinem Fall eine als kritisch zu bewertende Situation (im Sinne einer drohenden Kollision zwi-

schen Straßenbahn und querender Person) entstanden ist, wenngleich in einigen Fällen das Verhalten querender Personen zu deutlichen Interaktionen geführt hat.

Überwiegend ließen sich an den Gleisquerungen die im Folgenden detaillierter beschriebenen, typischen Situationen beobachten:

6.3.4.1 Verkehrsaufkommen und Größe der Aufstellbereiche

Bei größerem Verkehrsaufkommen der Fußgänger und Radfahrer kam es regelmäßig vor, dass sich entgegenkommende Personen beim Queren der Gleise gegenseitig behinderten, d. h. ausweichen mussten bzw. ihre Geh- oder Fahrgeschwindigkeit reduzieren mussten. Bei den Gleisquerungen mit erzwungenem Richtungswechsel mussten Personen in einigen Fällen auf der Konfliktfläche warten, bis entgegenkommende Personen den Weg durch die Umlaufsperrern geräumt hatten, da der Durchgang für Begegnungsverkehr zu schmal war. Hierbei kann es sich allerdings teils auch um ein subjektives Empfinden gehandelt haben. Da keine unmittelbare Gefahr durch eine herannahende Straßenbahn bestand, hat man möglicherweise auf der Gleisquerung gewartet, da die Benutzung der Umlaufsperrern ohne Begegnung in diesem Bereich als komfortabler empfunden wurde.

Hohes Verkehrsaufkommen konnte auch dazu führen, dass die Aufstellbereiche temporär nicht ausreichend waren, um alle wartenden Personen aufzunehmen. Diese Situation ergab sich häufig, wenn Personen warten mussten, um die Fahrbahn des Kraftfahrzeugverkehrs zu queren. Sie konnte auch auftreten, wenn Personen aufgrund einer vorbeifahrenden Straßenbahn warten mussten, bevor sie die Gleise queren konnten. Letzterer Fall trat aufgrund der häufigeren und längeren Zeitlücken zwischen den Straßenbahnen seltener auf.¹⁰⁶ Ein höheres Personenaufkommen konnte bei den Gleisquerungen mit erzwungenem Richtungswechsel dazu führen, dass

- einzelne Personen kurzzeitig auf der Gleisquerung verweilen mussten,
- in Einzelfällen Personen umkehrten und zum anderen Aufstellbereich zurückliefen, um den Gleisbereich zunächst freizugeben (in einzelnen Fällen auch ohne konkreten Anlass = Annäherung einer Straßenbahn) oder

¹⁰⁶ Z. B. dann, wenn viele Fahrgäste an der nebenliegenden Haltestelle aus einer Straßenbahn ausgestiegen waren und anschließend die Gleise queren wollten.

- bei Führung mit erzwungenem Richtungswechsel einzelne Personen an den Umlaufsperrern vorbei über Trampelpfade abkürzten und neben der vorgesehenen Querungsstelle die Fahrbahn querten.

Auch bei einigen geradlinigen Gleisquerungen reichte die Aufstellfläche nicht immer für alle wartenden Personen aus. Da die Gleisquerungen aber ausnahmslos an eine Haltestelle angebunden waren, gab es mit den Zuwegungen zu den Bahnsteigen „Reserveflächen“, auf denen wartende Personen bis zur Freigabe der Gleisquerung verweilten.

6.3.4.2 Umlaufsperrern

Bei hohem Fußverkehrsaufkommen bzw. Radverkehrsaufkommen kam es regelmäßig zu Behinderungen bzw. Rückstau von wartenden Personen oder Fahrrädern auf die Gleisfläche (**Bild 78**). Die in der Untersuchung analysierten geradlinigen Gleisquerungen lagen allesamt an Haltestellen. Hier kam es in den Spitzenzeiten dazu, dass eine große Anzahl an Personen aus einer Straßenbahn ausstieg und anschließend die Gleise queren wollte. Reichte die Aufstellfläche nicht aus, blieben die Menschen auf den Verbindungswegen (Rampen bei Hochbahnsteigen) zum Bahnsteig stehen (vgl. **Bild 108**).



Bild 78: Hohes Radverkehrsaufkommen an einer Gleisquerung mit erzwungenem Richtungswechsel

Einige der Gleisquerungen lagen im Zuge von wichtigen Verbindungen für den Radverkehr (vgl. **Bild 69ff.**). Während der Benutzung von Umlaufsperrern durch den Radverkehr kam es gelegentlich zu Schwierigkeiten bei der Durchfahrt¹⁰⁷. In Einzelfällen blieben Radfahrer mit den Pedalen an einer Umlaufsperrern hängen. Zudem gab es Schwierigkeiten bei der Durchfahrt mit Fahrradanhängern beim Richtungswechsel zwischen den Umlaufsperrern.

6.3.4.3 Oberflächen

In einzelnen Fällen¹⁰⁸ konnte beobachtet werden, dass Rollatoren, Rollstühle oder Kinderwagen beim

Queren der Gleise an den Schienen oder an Aufbrüchen der Asphaltoberfläche im Schienenbereich hängen blieben. In zwei Fällen wurde beobachtet, wie ein Radfahrer beim Queren der Gleise mit dem Vorderrad an der Schiene hängen blieb. Dies passierte beim Ausweichen aufgrund von Gegenverkehr, da sich zwischen Rad und Schiene in diesem Fall ein stumpfer Winkel ergab und sich das Vorderrad so an der Schiene verding.

6.3.4.4 Ablenkende Tätigkeiten

In lediglich 20 Fällen (von 17.431) konnte aufgrund der Einschränkungen bezüglich der Überwachung (vgl. Kap: 6.3.2) mit letzter Sicherheit festgestellt werden, dass eine Person während des Querens der Gleise ein mobiles Gerät benutzte. Die Hälfte der Personen¹⁰⁹, die während des Quervorgangs ein mobiles Gerät benutzten, sicherte sich durch Blicke auf die Straßenbahnstrecke ab.¹¹⁰ Die andere Hälfte sicherte sich vor dem Betreten der Konfliktfläche nicht erkennbar durch Blicke ab und wirkte deutlich abgelenkt. Beobachtet wurden verlangsamte Bewegungsabläufe, längeres Warten nach erfolgter Durchfahrt der Straßenbahn oder verzögerte „Mitzieheffekte“ beim Queren der Gleise, nachdem eine weitere Person mit der Querung begonnen hatte. In den dokumentierten Fällen ergaben sich allerdings keine kritischen Situationen mit dort verkehrenden Straßenbahnen.

6.3.4.5 Beachtung der Signalisierung

In zwei Städten im Untersuchungskollektiv gab es signalisierte Gleisquerungen. In Stadt C erfolgte die Sicherung durch Übersicht ergänzt durch Zuschaltung eines Warnlichts (Gelbblinken). Dieses sollte im Regelfall nur eingeschaltet werden, wenn eine Straßenbahn in die Haltestelle einfuhr (Stadt Düsseldorf 2018). In den Fällen, in denen die Gleisquerung unmittelbar an der Haltestelle liegt, eine Straßenbahn aus der Haltestelle anfährt und sich zugleich keine Straßenbahn aus der Gegenrichtung (einfahrende Bahn) näherte, soll das Warnlicht bewusst nicht geschaltet werden. Bei der Abfahrt aus der Haltestelle ist die Straßenbahn nur mit geringer Geschwindigkeit unterwegs.

In der Beobachtung vor Ort war dies jedoch nur an zwei von vier Untersuchungsstellen in dieser Form umgesetzt. In den zwei anderen Fällen (Standorte C-I und C-II) schaltete sich das Blinklicht immer ein, bevor eine Straßenbahn den Übergang passierte;

¹⁰⁷ Neun sicher bestimmte Fälle, da Bildqualität infolge der Anforderungen aus dem Datenschutz reduziert war.

¹⁰⁸ Zwei sicher bestimmte Fälle, da Bildqualität infolge der Anforderungen aus dem Datenschutz reduziert war.

¹⁰⁹ Es konnten aufgrund der Vorgaben aus dem Datenschutz und der damit zusammenhängenden Qualität der Bilddaten und

Kameraausschnitte insgesamt nur 20 Personen sicher bei der Benutzung eines Mobiltelefons identifiziert werden.

¹¹⁰ Dies muss nicht bedeuten, dass die Verkehrssituation bewusst erfasst und korrekt eingeschätzt wurde (gilt grundsätzlich aber auch für alle anderen Querenden, die sich offensichtlich absichern).

unabhängig von der Fahrtrichtung. In Stadt D waren die Gleisquerungen mit Lichtsignalen mit der Signalform Rot-Dunkel ausgestattet.

Beim Signal „Gelbblinken“ handelt es sich um ein Warnlicht, welches für querende Personen keine rechtliche Bindung entfaltet, bei Anzeige des Warnlichts vor der Gleisquerung stehenzubleiben (vgl. Kap. 2.2.3.3). Diese rechtlich verankerten Unterschiede dürften den meisten Personen in der Praxis allerdings nicht bekannt sein. Daher wurde ein Vergleich der Anteile der Personen erstellt, die das Signal nicht beachtet haben.

An den Gleisquerungen mit Signalisierungsform Rot-Dunkel missachteten über alle Standorte betrachtet 30,9 % das Rotlicht, 69,1 % warteten, bis das Lichtsignal wieder erloschen war (**Bild 79**). Während das Warnlicht angezeigt wurde, warteten 77,5 % der zu dieser Zeit an der Gleisquerung eintreffenden Personen. 22,5 % querten die Gleise.

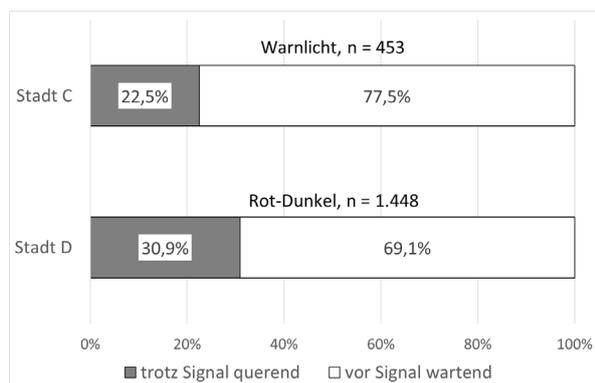


Bild 79: Anteil der vor dem angezeigten Lichtsignal wartenden Personen in Abhängigkeit der Signalisierungsform

Eine pauschale Aussage, dass die Lichtsignale mit Rotlicht zu einer höheren Wartebereitschaft führen, als das Warnlicht, kann dennoch nicht getroffen werden. Dies bestätigt frühere Untersuchungen (vgl. Kap. 3.1.1). So zeigte sich zudem bei der Standortanalyse, dass der Anteil der Personen, die jeweils an den einzelnen Standorten vor dem angezeigten Signal warteten, stark differierte (**Bild 82**, **Bild 84**).

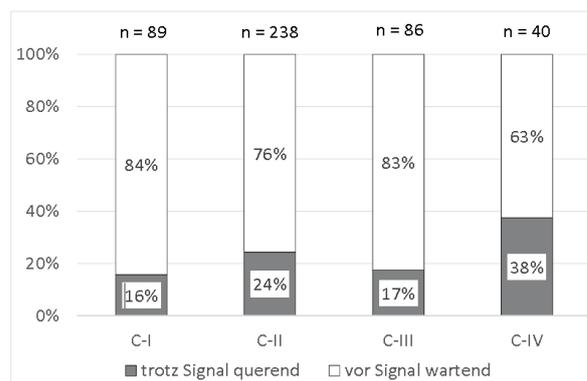


Bild 80: Anteil der bei angezeigtem Lichtsignal wartenden und querenden Personen (Warnlicht)

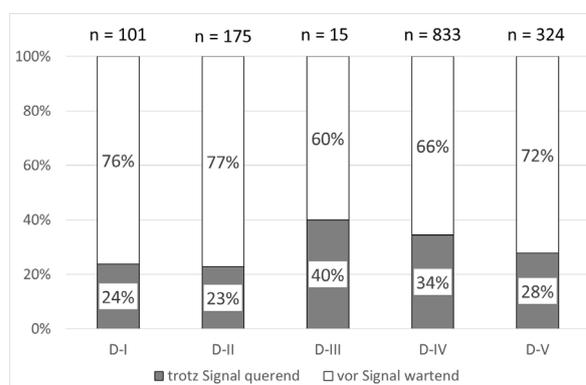


Bild 81: Anteil der bei angezeigtem Lichtsignal wartenden und querenden Personen (Rot-Dunkel)

Es wurden beispielsweise am Standort D-IV mit Signalisierung Rot-Dunkel bei der Beobachtung der Rotläufer folgende Randbedingungen ermittelt.¹¹¹:

- Eine nicht vollständig koordinierte Signalisierung für den Fußverkehr begünstigt eine Missachtung des Rotlichts, beispielsweise an der Gleisquerung (vgl. **Bild 82**). Die Lichtsignale über eine der anliegenden Fahrbahnen des Kraftfahrzeugverkehrs zeigten grün, während die Querung der Gleise (noch bzw. wieder) durch Rotsignal gesperrt war. Um sich ggf. längere Wartezeiten beim Queren der Fahrbahn zu ersparen, wurden die Gleise trotz Sperrsignal überschritten.¹¹²
- In der Regel handelte es sich um Fußgängergruppen aus einer nahegelegenen Schule bzw. einem Einkaufszentrum. Bei den Gruppen waren oftmals „Mitzieheffekte“ bei den Rotläufern zu beobachten (Gruppendynamik).

¹¹¹ Die Situation war bei der Stadt und beim Verkehrsunternehmen bekannt. An dieser Stelle finden nach Auskunft der Stadt regelmäßig Kontrollen durch die Polizei statt. Auch die Straßenbahnen gaben relativ häufig Warnsignale (Läuten).

¹¹² Dies führte allerdings nicht zu kritischen Interaktionen zwischen Fußgängern und Straßenbahnen.

- Zudem handelte es sich um einen Verknüpfungspunkt mit dem Busverkehr (Haltestellen in Seitenlage auf den Fahrbahnen des MIV), sodass auch im Zusammenhang mit Umsteigebeziehungen (evtl. Eile) bei Rot gegangen wurde (vgl. Kap. 6.3.4).



Bild 82: Gleisquerung mit hoher Zahl an Rotläufern (Stadt D)

Dieses Beispiel spricht dafür, dass der Anteil der Rotläufer nicht maßgeblich oder ausschließlich durch die Gestaltung der Gleisquerung, sondern von weiteren Faktoren beeinflusst wird. Diese können beispielsweise die Randnutzung, die Einbindung in eine Querung über anliegende Fahrbahnen, das Verkehrsaufkommen oder gruppenspezifische Verhaltensweisen (z. B. alters- und geschlechtsabhängig, vgl. Kap. 3.2) sein.

6.3.4.6 Absicherung

An mehreren Gleisquerungen konnte das Verhalten bezüglich einer persönlichen Absicherung der querenden Personen vor dem Betreten der Konfliktfläche beobachtet werden. Die Sicherheit bezüglich einer Beobachtung einer aktiven Kopfbewegung hing stark von der Bauform der Gleisquerung ab. So ließ sich bei Gleisquerungen mit erzwungenem Richtungswechsel deutlicher erkennen, wenn der Kopf bewegt wurde, um einen Überblick über die Schienen zu erlangen.¹¹³ Es wurde beobachtet, dass querende Personen versuchten, sich mittels aktiver Kopfbewegungen bereits während des Weges parallel zu den Gleisen (beim Durchlaufen der parallel angeordneten Umlaufsperrn) zu versichern, dass aus beiden Richtungen keine Straßenbahn kam.¹¹⁴ An den Gleisquerungen mit erzwungenem Richtungswechsel konnten das diesbezügliche Verhalten überquerender Personen an sieben Gleisquerungen mit einer Erfassungsgenauigkeit zwischen 93 % und 100 % bewertet werden. Lediglich an drei

Standorten war die Quote auch infolge der Anforderungen aus dem Datenschutz und mit 36 % bis 75 % geringer. Die Quote einer erkennbar festgestellten Absicherung lag dabei zwischen 79 % und 99 %.

Bei den geradlinigen Gleisquerungen konnten Kopfbewegungen vor dem Betreten der Gleise in der Regel nur sehr selten registriert werden. Insofern sind gesicherte Aussagen über die Quote der Absicherung nicht möglich. Dies bedeutet nicht zwangsläufig, dass sich querende Personen an geradlinigen Gleisquerungen nicht absichern. Möglicherweise findet die Absicherung bereits im Zuge der Querung der anliegenden Fahrbahn des Kraftfahrzeugverkehrs statt; vor allem, wenn aufgrund der Signalbilder eine durchgehende Querung möglich ist

Die Genauigkeit bei der Erfassung war teilweise eingeschränkt durch:

- die durch den Datenschutz vorgegebenen Einschränkungen bei den Bildausschnitten und der Bildqualität oder
- die Witterungsbedingungen (zeitweiser auch stärkerer Regen) und dadurch bedingte Verwendung von Schirmen oder Kapuzen (vier Standorte).

6.3.4.7 Trampelpfade

Von den zehn Gleisquerungen mit erzwungenem Richtungswechsel verfügten sieben lediglich über „kurze“ Umlaufsperrn ausschließlich im Bereich der direkten Querung. An vier dieser Gleisquerungen gab es Trampelpfade, über welche regelmäßig (33 sicher beobachtete Fälle) Personen an den Umlaufsperrn vorbei querten (vgl. **Bild 103**). An drei Stellen mit kurzen Umlaufsperrn waren keine Trampelpfade erkennbar. Die Ausbildung von Trampelpfaden lässt sich mit hoher Wahrscheinlichkeit auf die Verkehrsströme vor Ort zurückführen. Lag die Gleisquerung in direkter Linie eines Weges mit hoher Verbindungsfunktion, hatte die Querungsanlage eine hohe Bündelungswirkung. Bei entsprechend größerem Querungsbedarf im Umfeld der Gleisquerung (z. B. durch Einzelhandel) wurde von einzelnen Personen eine „Abkürzung“ genommen. Dies konnte beispielsweise auch dann der Fall sein, wenn es einen Rückstau auf den Fahrbahnen des Individualverkehrs gab und der direkte Zugang zur Gleisquerung durch die Umlaufsperrn blockiert war (**Bild 83**).

¹¹³ Die gesicherte Erfassungsquote lag bei allen Gleisquerungen bei deutlich über 90 %.

¹¹⁴ Es wurden zwar aktive Kopfbewegungen festgestellt. Dies bedeutet jedoch nicht, dass die Personen ihr Umfeld auch in der gebotenen Weise wahrnahmen.



Bild 83: Durch Rückstau im Fahrbahnbereich blockierter Zugang zur Gleisquerung

Bei der Beobachtung vor Ort zeigte sich, dass auch seitlich verlängerte Absperreinrichtungen nicht grundsätzlich davor schützen, dass neben diesen gequert wird. An einer der drei Gleisquerungen mit seitlich verlängerten Umlaufsperrern war ebenfalls ein Trampelpfad zu erkennen.

6.3.4.8 Wildes Queren

Das wilde Überqueren von Gleisen außerhalb der dafür vorgesehenen Gleisquerungen wurde mehrfach beobachtet. Es wurde allerdings nicht systematisch beobachtet, da es außerhalb der zu beobachtenden Gleisquerungen passierte und somit kein Bestandteil der Aufgabenstellung war.

Wildes Queren der Gleise war stark standortbezogen. Tendenziell waren mehr wilde Querungen bei Eindeckung des Bahnkörpers mit Rasen zu beobachten, weniger bei Schotteroberbau. Interaktionen oder gar als kritische zu bewertende Situationen ergaben sich in keinem der beobachteten Fälle, da sich während des jeweiligen Quervorgangs keine Straßenbahn in der unmittelbaren Annäherung befand.

6.3.4.9 Radverkehr

Die Gleisquerungen lagen zum Teil im Zuge einer Route des Radverkehrs. Einzelne Gleisquerungen waren durch den Radverkehr entsprechend stark frequentiert (zu den Verkehrsbelastungen s. **Bild 68ff.**). Insbesondere beim erzwungenen Richtungswechsel kam es dabei gelegentlich zu Schwierigkeiten bei der Durchfahrt. In Einzelfällen blieben Radfahrer mit den Pedalen an einer Umlaufsperrung hängen. Zudem ergaben sich Schwierigkeiten bei der Durchfahrt mit Fahrradanhängern beim erforderlichen Richtungswechsel. Im Durchschnitt stiegen 25 % der querenden Radfahrer von ihrem Fahrrad ab, bevor sie die Gleise querten (vgl. dazu Kap. 6.4.2.5). Bei den geradlinigen Gleisquerungen waren es durchschnittlich nur 11,7 %¹¹⁵, wobei eine

¹¹⁵ Eine Gleisquerung wurde nicht betrachtet, da die Radverkehrsführung (Radfurt) außerhalb der Gleisquerung über den Knotenpunkt führte.

Gleisquerung (Untersuchungsort Standort D-IV) mit einem Anteil von über 40 % herausragte¹¹⁶. Die hohe Quote der Absteigenden war dort durch das im Allgemeinen hohe Fußverkehrsaufkommen bedingt (Behinderungen).

Bei hohem Verkehrsaufkommen reichte der Platz auf der Aufstellfläche bei den Gleisquerungen mit erzwungenem Richtungswechsel oftmals nicht aus, um alle Radfahrer aufzunehmen, wenn diese aufgrund des bevorrechtigten Längsverkehrs (Straßenbahn oder Kraftfahrzeugverkehr) warten mussten (vgl. **Bild 78**). Durch die parallel angeordneten Umlaufsperrern konnten sich Radfahrer nur parallel zu diesen aufstellen, während bei geradlinigen Gleisquerungen eine Aufstellung in Querungsrichtung möglich war und sich daher mehr Radfahrer auf der Fläche aufstellen konnten. In Einzelfällen führte die Auslastung dazu, dass Radfahrer auf der Gleisquerung umdrehten, um zur anderen Aufstellfläche zurückzukehren oder sie fuhren an den Umlaufsperrern vorbei (Trampelpfade).

6.3.5 Zusammenfassung

Insgesamt wurden mit einer verdeckten, videogestützten Verkehrsbeobachtung an 19 Standorten in vier Städten unterschiedliche Gleisquerungen beobachtet. Die Gleisquerungen in zwei Städten wiesen eine Bauform mit erzwungenem Richtungswechsel auf und waren nicht signalisiert. Die Gleisquerungen in den beiden anderen Städten waren geradlinig und signalisiert, einmal mit Signalfolge Rot-Dunkel, einmal mit Warnlicht.

Während der Beobachtung konnten 17.431 Quervorgänge von Fußgängern (14.274) und Radfahrern (3.157) erfasst werden. Die Querungen wurden mithilfe der modifizierten Verkehrskonflikttechnik mit der Post Encroachment Time (PET), einer objektiven Methode zur Bewertung der Sicherheit beim Queren von Fahrbahnen, analysiert. Die Festlegung der jeweiligen Grenzwerte der PET für die Bewertung erfolgte nach im Verfahren festgelegten bzw. empfohlenen Vorgaben mit jeweils $t_{PET} \leq 1$ s, $t_{PET} \leq 2$ s und $t_{PET} > 2$ s (bis max. 10 s).

Der Anteil der bewerteten $t_{PET} \leq 10$ s an allen Quervorgängen war mit 2,7 % (477 Fälle) sehr gering. $t_{PET} \leq 2$ s, die gemäß Methodik als kritisch bewertet werden können, traten sogar nur in 0,27 % (48) der Fälle auf. Sämtliche erfassten PET-Fälle wurden anhand der Videoaufnahmen qualitativ bewertet. Es waren zwar teils deutliche Interaktionen

¹¹⁶ Ohne diese Gleisquerung lag der Durchschnitt bei 7,5 %.

zu beobachten, z. B. Beschleunigen eines Fußgängers nachdem die Bahn bei langsamer Anfahrt aus der Haltestelle ein Warnsignal abgegeben hatte. Im Ergebnis war jedoch keiner der Querungsvorgänge als sicherheitskritisch (im Sinne einer drohenden Kollision) einzustufen. Dies lässt sich wie folgt begründen:

Von den 48 Fällen mit einer $t_{PET} \leq 2$ s traten 40 Fälle an Gleisquerungen, die räumlich unmittelbar mit einer Haltestelle verknüpft waren, auf. In diesen Fällen querten Personen ausnahmslos vor einer Straßenbahn, die in der Haltestelle stand oder gerade (langsam) anfuhr, die Gleise. Oftmals erfolgte dies, um noch eine wartende Bahn zu erreichen oder kurz nach dem Ausstieg aus der wartenden Straßenbahn. In der detaillierten Videoanalyse zeigten sich dabei keine als kritisch einzustufende Situation, da die Straßenbahn noch in der Haltestelle stand oder gerade (langsam) anfuhr, das Fahrpersonal freien Blick auf die Gleisquerung hatte und vorausgesetzt werden kann, dass Personen in diesen Fällen in dem Bewusstsein queren, dass die Bahn jederzeit anfahren kann. Zudem wurde beim Anfahren durch das Fahrpersonal in der Regel ein kurzes Warnsignal (Läuten) abgegeben. Die übrigen acht Fälle mit einer $t_{PET} \leq 2$ s traten an Gleisquerungen auf freier Strecke auf, die durch Übersicht und ohne zusätzliche Lichtsignale (Warnlicht) gesichert waren.

Im Zuge der weiteren Auswertung der Querungsvorgänge konnten einige typische Situationen beobachtet werden, die jedoch ebenfalls nicht zu Situationen führten, die als kritisch bewertet wurden. Beobachtet wurde, dass in Zeiten hoher Belastung durch querende Personen die Aufstellfläche zwischen Bahnkörper und anliegenden Fahrbahnen nicht mehr ausreichte. Hier kam es teilweise zu einem Rückstau wartender Personen bis in den Gleisbereich hinein oder zu leichten gegenseitigen Behinderungen entgegenkommender Personen beim Queren der Gleise (Ausweichen, kurzzeitiges Warten). Diese Beobachtungen waren an Gleisquerungen mit erzwungenem Richtungswechsel aufgrund der dort aufgestellten Umlaufsperrn stärker ausgeprägt. In Einzelfällen blieben Personen mit Hilfsmitteln oder Kinderwagen mit kleinen Rädern an Schienen oder Oberflächenausbrüchen hängen. Ablenkendes Verhalten konnte nicht vollständig ausgewertet werden, da eine genaue Beobachtung u. a. wegen Vorgaben aus dem Datenschutz und der entfernten Kamerastandorte (Überblick) nicht möglich war. Wurden beispielsweise Personen mit mobilen Geräten beim Queren der Gleise beobachtet, wirkten diese in der Regel abgelenkt. Dies ließ sich an der fehlenden aktiven Absicherung (keine ent-

sprechenden Kopfbewegungen) während des Überquerungsvorgangs festmachen. Der Blick richtete sich nach unten auf das Mobiltelefon.

Die Missachtung von Lichtsignalen variierte standortbezogen und steht mit großer Wahrscheinlichkeit im Zusammenhang mit ortsspezifischen Einflüssen. So war zu erkennen, dass nicht koordinierte Lichtsignale in der gesamten Querung (inkl. Fahrbahnen), Gruppendynamik, Mitzieheffekte oder Umsteigebeziehungen (Erreichen von Anschlussverkehrsmitteln) zu mehr Missachtungen des angezeigten Lichtsignals führen können. Unterschiede zwischen technischer Sicherung (Rot-Dunkel) und Warnlicht (Gelbblinken) waren nicht auszumachen.

Bei Querungen mit erzwungenem Richtungswechsel sichern sich Personen vor dem Betreten der Gleise deutlich erkennbar mit Blickzuwendungen auf die Gleise ab. Bei geradlinigen Gleisquerungen konnte diese nicht ausgeprägt beobachtet werden; auch, weil die Absicherung möglicherweise bereits während der Querung der anliegenden Fahrbahnen erfolgte. Wird die Gleisquerung bei angezeigtem Lichtsignal bewusst betreten, erfolgt in der Regel eine Absicherung.

An den meisten Standorten mit erzwungenem Richtungswechsel und kurzen Umlaufsperrn querten Personen vermehrt an den Absperrgittern vorbei über Trampelpfade. Die Ausbildung der Trampelpfade stand offensichtlich im Zusammenhang mit der Bündelungswirkung der Querungsstelle. Diese hing mit dem Umfeld zusammen. Querungsstellen mit starker Bündelungsfunktion im Zuge eines Weges mit hoher Verbindungsfunktion wiesen kaum Trampelpfade auf. Gleisquerungen mit verlängerten Absperrungen ebenfalls nicht. Bei einem linienhaften Querungsbedarf, z. B. infolge von Einzelhandel im Umfeld der Gleisquerung, waren Trampelpfade zu erkennen.

Abseits der eigentlichen Beobachtungsaufgabe ließ sich an mehreren Stellen wildes Queren über den Bahnkörper beobachten. Bei Raseneindeckung war dies ausgeprägter festzustellen, als bei Schotteroberbau. Kritische Situationen ergaben sich aber auch in diesen Fällen nicht, da sich die querenden Personen absicherten und sich keine Bahn in unmittelbarer Nähe befand.

An Gleisquerungen mit erzwungenem Richtungswechsel stiegen Radfahrer häufiger vor dem Queren der Gleise von ihrem Fahrrad ab, als an geradlinigen Gleisquerungen. Es zeigte sich tendenziell, dass die Anordnung der Umlaufsperrn (Breite der Durchfahrt) einen Einfluss auf die Häufigkeit des Absteigens hat. Ein Mindestabstand bei parallel an-

geordneten Umlaufsperrern, wie er in den Regelwerken empfohlen ist, ist daher sinnvoll. Zudem reichten die Aufstellflächen insbesondere bei Umlaufsperrern bei hohem Radverkehrsaufkommen nicht immer aus, damit sich alle wartenden Radfahrer dort aufstellen konnten. Teilweise fuhren diese deshalb an den Umlaufsperrern vorbei oder wendeten auf der Gleisfläche, um sich zunächst auf der gegenüberliegenden Seite aufstellen zu können.

6.4 Befragung

6.4.1 Methodik und Durchführung

Zusätzlich zur Videobeobachtung wurde eine Kurzbefragung von Passanten im Umfeld der jeweiligen Gleisquerung durchgeführt. Die Befragung fand außerhalb der Beobachtungszeiten statt, um die verdeckte Verhaltensbeobachtung nicht zu stören.

Passanten wurden nach dem Queren der Gleise um die Beantwortung einiger Fragen gebeten. Für die Befragung wurde ein standardisierter Fragebogen (Anhang 5)¹¹⁷ entworfen, um Erkenntnisse bezüglich typischer Verhaltensweisen und Regelkenntnis von querenden Personen zu erlangen. Es wurden u. a. kritische Situationen, das Sicherheitsgefühl an der jeweiligen Gleisquerung und beim Überqueren von Straßenbahngleisen allgemein abgefragt. Dabei ging es auch um Hinweise auf eine mögliche Verbesserung der Sicherheit durch Maßnahmen an der Infrastruktur oder technischen Sicherung aus Sicht der Befragten. Zu statistischen Zwecken wurde als freiwillige Angabe das Geburtsjahr abgefragt; vornehmlich, um die Stichprobe beschreiben zu können.

An den 19 untersuchten Standorten wurden je Untersuchungsort zwischen 29 und 32 Personen befragt. So konnten insgesamt 571 Interviews mit Fußgängern und Radfahrern durchgeführt werden. 412 der Befragten (72 %) waren zu Fuß unterwegs, 57 mit dem Fahrrad (10 %); die übrigen Fragebögen (102) wurden keinem Verkehrsmittel zugeordnet.

Die Befragten wurden in drei Altersgruppen unterteilt. Von einer weiteren Unterteilung wurde abgesehen, da eine feinere Unterscheidung im Zusammenhang mit einer Verknüpfung der Ergebnisse aus der Verkehrsbeobachtung nicht zielführend gewesen wäre. 61,5 % der Befragten kamen aus der Altersgruppe „Erwachsene“ (18 bis 64 Jahre), 37,7 % aus der Altersgruppe „Senioren“ (Alter über 65 Jahre)

und 0,8 % aus der Altersgruppe „Jugendlicher“ (14 bis 17 Jahre. Die letztgenannte Gruppe ist deutlich unterrepräsentiert, da jüngere Personen aufgrund rechtlicher Einschränkungen bei der Befragung von Kindern bis 14 Jahre nicht gezielt angesprochen wurden.

56,4 % der Befragten waren weiblichen, 43,6 % männlichen Geschlechts. Frauen waren damit bezogen auf die Bevölkerung in Deutschland leicht überrepräsentiert.

Die Befragung erfolgte wochentags von Montag bis Freitag (ein Untersuchungsort pro Tag) in der Zeit von 9:00 Uhr bis 14:00 Uhr. Um das Verkehrsverhalten der querenden Passanten nicht zu beeinflussen, erfolgte das Interview erst nach dem Querungsvorgang. Die Fragen wurden überwiegend unabhängig vom Verkehrsmittel ausgewertet. Lediglich für zwei Fragestellungen erfolgte eine gezielte Auswertung speziell für das Verhalten bei der Benutzung der Gleisquerung mit dem Fahrrad (Fragen 12 und 13). Die Antwortoptionen im Fragebogen waren für einzelne Fragestellungen frei. In einigen Fällen wurden die unterschiedlichen Antwortmöglichkeiten den Passanten als Hilfestellung vorgegeben. Im Anschluss wurden die Antworten von den Interviewern bestimmten Kategorien zugeordnet.

6.4.2 Ergebnisse der Befragung

6.4.2.1 Persönliches Erleben kritischer Situationen

Zunächst wurden die Passanten gefragt, ob sie selbst bereits einmal eine kritische Situation beim Queren von Straßenbahngleisen erlebt hätten.¹¹⁸ Wenn die Frage bejaht wurde, wurde um Auskunft zum Verkehrsmittel (zu Fuß, Rad) gebeten und in einer offenen Frage auch nach Gründen für das Eintreten der Situation gefragt.¹¹⁹

In drei Städten gaben mindestens zwei Drittel der Befragten (66 % bis 72 %) an, noch nie in eine kritische Situation beim Queren der Straßenbahngleise geraten zu sein (**Bild 84**). In Stadt B waren es sogar vier Fünftel der Befragten (80 %). In dieser Stadt wurden zudem während der Beobachtung die wenigsten Fälle mit bewerteten $t_{PET} \leq 10$ Sekunden ermittelt (vgl. Kap. 6.3.3.2). Zu einem Zusammenstoß mit der Straßenbahn war es in keinem der berichteten Fälle gekommen. Der Anteil der Personen, die Angaben, bereits eine kritische Situation erlebt zu

¹¹⁷ Der Fragebogen findet sich im Anhang zu diesem Schlussbericht. Der Anhang wurde ausschließlich als Pdf veröffentlicht und ist im BAST-Archiv für elektronische Medien herunterzuladen.

¹¹⁸ Die Frage war nicht gekoppelt an den konkreten Befragungsort.

¹¹⁹ Fragen 1 bis 3 im Fragebogen.

haben, mag relativ hoch erscheinen. Bei der Bewertung dieser Frage ist allerdings zu berücksichtigen, dass die Einschätzung bezüglich einer konkreten Gefahr auf rein subjektivem Empfinden beruht. Die Antworten zeigen jedoch auch, dass offensichtlich ein grundsätzliches Bewusstsein für die Gefahrenlage besteht.

Von den Personen, die bereits mindestens eine gefährliche Situation selbst erlebt hatten, gaben etwa 70 % an, dabei zu Fuß unterwegs gewesen zu sein¹²⁰. Die übrigen gerieten mit dem Fahrrad in die Gefahrensituation.

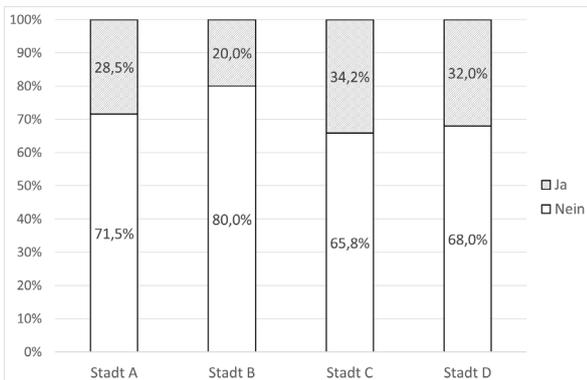


Bild 84: Antworthäufigkeiten bezüglich des Erlebens kritischer Situationen beim Queren von Straßenbahngleisen (nach Städten)

Ursache „Eigenes Verhalten“

Befragt nach den Ursachen für die gefährliche Situation, gab über alle vier Städte betrachtet mehr als die Hälfte (ca. 54,2 %) „eigene Unachtsamkeit“ (z. B. Ablenkung durch andere Tätigkeiten, durch weiteres Verkehrsgeschehen oder „geträumt“) als Grund an (**Bild 85**). In einigen wenigen Fällen (5 Fälle, 3,5 %) ergänzten die Befragten, dass sie durch das Läuten der Straßenbahn wieder aufmerksam wurden.

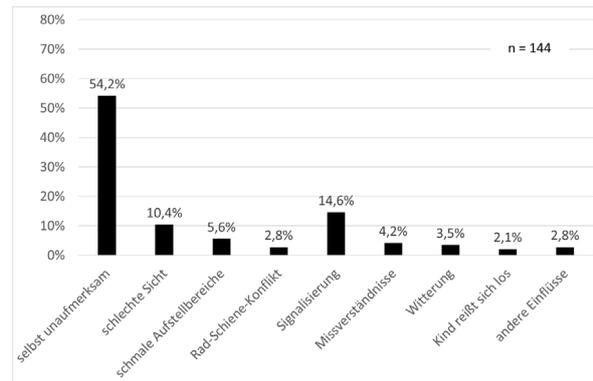


Bild 85: Antworthäufigkeiten für Ursachen kritischer Situationen beim Queren der Straßenbahngleise (alle Städte)

in den einzelnen Städten¹²¹ gab es deutliche Unterschiede bei den benannten Ursachen. In Stadt A und B¹²² gaben mit 65,9 % bzw. 68 % mehr Personen die eigene Unachtsamkeit als Grund für eine Gefahrensituation an, als in Stadt C und Stadt D¹²³. Möglicherweise deutet dies darauf hin, dass Lichtsignale die Aufmerksamkeit an Gleisquerungen erhöhen können bzw. Gefahrensituationen (Straßenbahn kommt) aufgrund des Signals bewusster wahrgenommen werden.

Ursache „Infrastruktur“

Etwa 19 % der Antworten aus allen Städten ließen Rückschlüsse auf Defizite bei der Infrastruktur zu (**Bild 85**). Häufig aufgeführt wurden u. a. „schlechte Sichtverhältnisse“ und „zu schmale Aufstellbereiche“¹²⁴. In einzelnen Fällen (vier Nennungen) wurden bei der Überquerung mit Fahrrädern Schwierigkeiten benannt, wenn ein Reifen in der Rillenschiene hängen geblieben war. Entsprechende Situationen konnten während der Videoaufzeichnung unterschiedlich häufig beobachtet werden (vgl. Kap. 6.3.4), führten aber in keinem Fall zu gefährlichen Situationen (bezogen auf eine wahrscheinliche Kollision mit einer herannahenden Straßenbahn).

Ursache „Signalisierung“

14,6 % der Antwortenden (alle Städte) gaben an, dass sie im Zusammenhang mit der Signalisierung bereits in eine gefährliche Situation mit einer Straßenbahn geraten wären (**Bild 85**).¹²⁵ Auf Nachfrage erläutert wurde dies beispielsweise mit einer Verwechslung der Lichtsignale für die Gleisquerung mit

¹²⁰ Über alle vier Städte zusammengefasst.

¹²¹ Die entsprechenden Diagramme sind hier nicht dargestellt, weil die Frage nicht im direkten Zusammenhang mit den beobachteten Gleisquerungen stand und daher nicht jede der benannten Kategorien eine verallgemeinernde Aussage zuließ. Die Diagramme mit den Auswertungen auf Ebene der Untersuchungsorte finden sich im Anhang zu diesem Forschungsbericht.

¹²² Beides waren Städte mit Untersuchung nicht signalisierter Gleisquerungen.

¹²³ Beides waren Städte mit Untersuchung signalisierter Gleisquerungen.

¹²⁴ Auch „Enge an den Umlaufsperrern“; hier zusammengefasst.

¹²⁵ Die Frage wurde auch in den Städten gestellt, in denen nicht signalisierte Gleisquerungen untersucht wurden, da es auch in diesen Städten (an anderer Stelle) signalisierte Gleisquerungen gibt.

Lichtsignalen des Kraftfahrzeugverkehrs. In drei Städten bewegte sich der Anteil der Nennungen auf niedrigem Niveau (zwischen 4 % und 10 %). In Stadt C lag der Anteil der Nennungen für diese Kategorie mit 34 % allerdings deutlich höher. Als Begründung wurde beispielsweise angegeben, dass Signale erwartet, diese aber bei der Annäherung einer Straßenbahn nicht eingeschaltet gewesen wären (teilweise als „Fehlfunktion“ interpretiert). Die Analyse der Signalschaltung vor Ort ergab, dass in dieser Stadt bezüglich des Einschaltens der Lichtsignale (Gelbblinken) an Haltestellen unterschieden wird zwischen

- einfahrenden Bahnen (Lichtsignal ein) und
- aus der Haltestelle abfahrenden Bahnen (Lichtsignal aus, sofern keine Bahn aus der Gegenrichtung kommt; zusätzlich akustisches Warnsignal durch das Fahrpersonal bei Ausfahrt aus der Haltestelle).

Auf Nachfrage wurde ermittelt, dass diese Unterscheidung vor einigen Jahren mit Blick auf die Unfallzahlen an den dortigen signalisierten Gleisquerungen bewusst getroffen worden war. Nach Umsetzung der Maßnahme ging die Anzahl der Unfälle nach Angaben der lokalen erkennbar zurück. Es zeigte sich jedoch bei der Beobachtung vor Ort, dass die Vorgaben dieser Art der Signalisierung an den vier untersuchten Standorten nicht einheitlich nach diesem Prinzip umgesetzt waren. So war diese Schaltung nur an zwei von vier untersuchten Standorten umgesetzt. In zwei Fällen schaltete das Warnlicht sowohl bei einfahrenden als auch bei abfahrenden Bahnen. In unregelmäßigen, aber eher seltenen Fällen schaltete das Signalbild nach Durchfahrt der einfahrenden Straßenbahn zudem nicht ab oder das Gelbblinken setzte ein, es fuhr dann aber unmittelbar anschließend keine Bahn in die Haltestelle ein. Die Ergebnisse der Befragung spiegeln somit unabhängig von einer Bewertung der Sinnhaftigkeit (auf Basis objektiver Gründe getroffenen) Regelung somit wider,

- dass die Unterscheidung bezüglich der Schaltung in der Öffentlichkeit nicht ausreichend bekannt sein könnte oder
- dass die Verlässlichkeit der Signalschaltung noch Verbesserungspotenzial aufweist.

Weitere Gründe als Ursache

Weitere, weniger häufige Nennungen, warum jemand in eine gefährliche Situation mit einer Straßenbahn geraten war, entfielen auf die Kategorien

„Missverständnisse“ (4,2 %) ¹²⁶, „Witterung“ (3,5 %) ¹²⁷, „Kind reißt sich los“ (2,1 %) und „andere Einflüsse“ (2,8 %). Diese Kategorien wurden den befragten Passanten nicht vorgegeben, sondern wurden frei von Ihnen genannt. Unter der Kategorie „andere Einflüsse“ wurden fast ausschließlich „Schwierigkeiten beim Queren der Fahrbahnen des Kraftfahrzeugverkehrs“ benannt. Diese Kategorie ergab sich überhaupt nur in Stadt A, dort immerhin mit einem Anteil von 9,8 % (n = 41). Die in dieser Stadt untersuchten Gleisquerungen waren nicht signalisiert und der Bahnkörper lag in Mittellage der Straße. Um zur Gleisquerung zu gelangen, musste jeweils eine mehrstreifige Fahrbahn an einer nicht gesicherten Querung sowie an einigen Standorten ein Radweg überquert werden. In Stadt B gab es räumlich vergleichbare Situationen. An den dortigen Untersuchungsstellen war allerdings die Verkehrsbelastung durch den Individualverkehr deutlich geringer, sodass diese Probleme dort offensichtlich nicht sehr ins Gewicht fielen. Aus den Befragungsergebnissen lässt sich ableiten, dass insbesondere bei Gleisquerungen über besondere Bahnkörper die gesamte Verkehrssituation eine Rolle für die Sicherheit an Gleisquerungen spielt und nicht zwangsläufig die Gleisquerung alleine. Situationsabhängig könnte eine gesicherte Fahrbahnquerung für den Fuß- und Radverkehr im Zuge der gesamten Querung die Sicherheit im Zuge von Gleisquerungen über besondere Bahnkörper der Straßenbahn verbessern.

6.4.2.2 Persönliches Sicherheitsempfinden

In einer offenen Frage wurden die Passanten gebeten, konkrete Gründe für ein mögliches Sicherheits- oder Unsicherheitsgefühl an Gleisquerungen zu benennen. ¹²⁸ Über alle Untersuchungsstellen betrachtet gaben ca. 80 % bis 84 % (je nach Häufigkeit der Benutzung der Gleisquerung) der Befragten an, dass sie sich an der jeweiligen Gleisquerung sicher fühlten (**Bild 86**).

¹²⁶ Nennungen an Gleisquerungen mit Haltestellenzugang. Überquerungswillige Personen hatten Blickkontakt mit dem Fahrpersonal gesucht und überquerten die Gleise, als die Bahn aus der Haltestelle anfuhr.

¹²⁷ Personen gaben an, ausgerutscht zu sein (z. B. wegen Laub im Querungsbereich oder Nässe auf den Schienen).

¹²⁸ Fragen 4 bis 6 im Fragebogen.

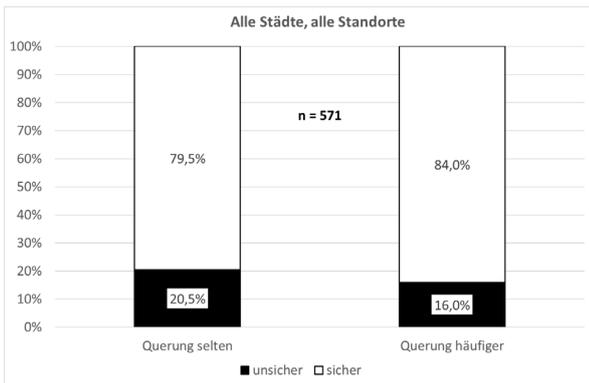


Bild 86: Antworthäufigkeit auf die Frage nach dem persönlichen Sicherheitsgefühl an Gleisquerungen (in Abhängigkeit der Häufigkeit der Querung an dieser Stelle, alle Städte und Standorte)

Bei Betrachtung der einzelnen Städte zeigte sich, dass in Stadt D (geradlinig, Signalisierung Rot-Dunkel) 90 % der Befragten äußerten, dass sie sich sicher fühlten; unabhängig davon, wie oft sie die Gleisquerung nutzten. Dies könnte auf ein hohes Sicherheitsgefühl infolge der Signalisierung hinweisen (klar erkennbare Regeln). In Stadt C (Gelbblinken) wurde dieser hohe Wert nicht ganz erreicht (ca. 75 % bzw. 82 %). Ob die Differenz auf die Unterschiede bei der Signalisierungsart oder auf die o. g. Abweichungen bei der Signalisierung (unterschiedliche Signalbilder bei fahrender Straßenbahn) zurückzuführen ist, ließ sich nicht ermitteln. In den beiden Städten ohne signalisierte Querungen gaben ca. 80 % bzw. 87 % an, dass sie sich bei häufiger Querung sicher fühlten.

Aufgeteilt nach Standorten gab es innerhalb der einzelnen Städte zwischen den Untersuchungsorten erkennbare Unterschiede (**Bild 87 bis Bild 90**).

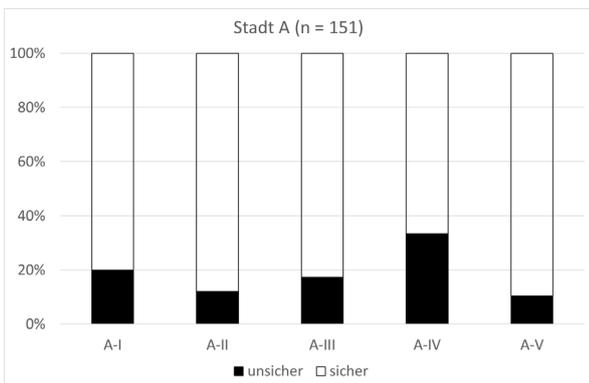


Bild 87: Antworthäufigkeiten bezüglich des persönlichen Sicherheitsgefühls bei der Nutzung der jeweiligen Gleisquerung (Stadt A, nach Standorten)

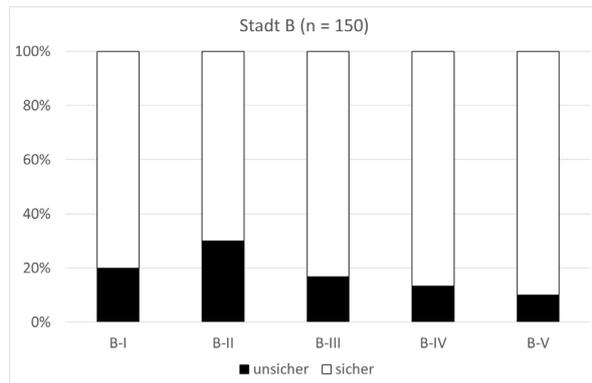


Bild 88: Antworthäufigkeiten bezüglich des persönlichen Sicherheitsgefühls bei der Nutzung der jeweiligen Gleisquerung (Stadt B, nach Standorten)

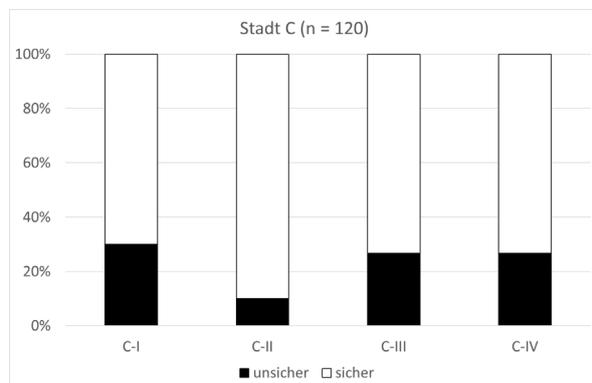


Bild 89: Antworthäufigkeiten bezüglich des persönlichen Sicherheitsgefühls bei der Nutzung der jeweiligen Gleisquerung (Stadt C, nach Standorten)

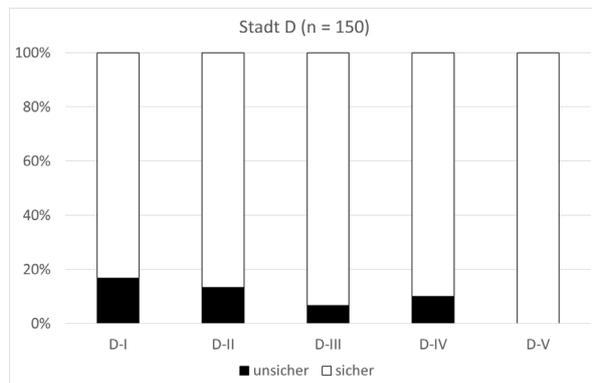


Bild 90: Antworthäufigkeiten bezüglich des persönlichen Sicherheitsgefühls bei der Nutzung der jeweiligen Gleisquerung (Stadt D, nach Standorten)

Gründe für persönliches Sicherheitsempfinden

474 der Befragten (83 %) gaben Gründe an, warum sie sich an den Gleisquerungen sicher fühlten. Die Antworten auf die Frage, warum sich jemand besonders sicher an der Gleisquerung fühlt, ließen sich in sieben Kategorien unterteilen. Fünf der Kategorien entfielen auf Sicherheitsmerkmale aus dem Bereich „Infrastruktur“ oder „Technik (Bauform, Signalisierung usw.)“ und zwei waren personenbezogen (eigene Aufmerksamkeit, Ortskenntnis).

Bei den Rückmeldungen spielte es offensichtlich eine Rolle, ob bestimmte Elemente, z.B. eine bestimmte Bauform, Lichtsignale oder Warnhinweise vorhanden waren:¹²⁹

- In den beiden Städten, in denen die Gleisquerungen mit erzwungenem Richtungswechsel untersucht wurden, wurde die Bauform (Umlaufsperrn) mit 25 % (Stadt A) bzw. 31,8 % (Stadt B) der Antworten als sicherheitsförderliches Element genannt. In Stadt C und Stadt D spielte dies praktisch keine Rolle (3,4 % bzw. 0,9 % der Antworten).
- In den beiden Städten, in denen signalisierte Gleisquerungen untersucht wurden, wurde die Ausstattung der Gleisquerung mit Lichtsignalen als sicherheitsdienlich bewertet. Die Signalisierungsform Rot-Dunkel wurde dabei anteilig häufiger genannt (Stadt D, 53,7 %) als das Gelbblinken (Stadt C, 29,9 %). In Stadt A und Stadt B spielte die Signalisierung kaum eine bzw. praktisch keine Rolle (9,2 % bzw. 0,9 % der Antworten).

Als ein weiterer Punkt wurden seitens der Befragten Warnhinweise als sicherheitsfördernd aufgeführt. Darunter fielen sowohl Beschilderung als auch Markierung oder akustische Signale an der Gleisquerung. Neuere Untersuchungsergebnisse aus der Schweiz unterstützen diese These (Kap. 3.1.6). Antworten in dieser Kategorie gab es in drei Städten.

- In Stadt C waren die Gleisquerungen mit dort montierten Verkehrszeichen, markierten Sicherheitshinweisen (**Bild 92**) und teilweise akustischen Warnsignalen bei Anzeige des Warnlichts versehen. 5,4 % der Antworten entfielen auf diese Kategorie.
- In Stadt B, in der die Umlaufsperrn in der Regel mit redundanten Warntafeln versehen waren (**Bild 91**), entfielen 4,5 % der Antworten auf diese Kategorie.
- In Stadt D gab es kleinere Hinweisschilder auf die Konfliktsituation. Diese war in der Regel im Seitenbereich der Gleisquerung an den Absperrgittern oder der Absturzsicherung der Rampe zum Bahnsteig angebracht (vier Fälle, **Bild 93**) oder am Lichtsignalmast befestigt (1 Fall). Die Schilder

waren nicht einheitlich platziert, sondern redundant vor und hinter der Konfliktstelle (3 Fälle¹³⁰), nur hinter der Konfliktfläche (1 Fall) oder nur vor der Konfliktfläche (1 Fall) angebracht. Hier gaben lediglich 1,8 % der Antwortenden an, dass Warnhinweise zur Sicherheit betrügen.

- In Stadt A wurde vollständig auf derartige Maßnahmen (Verkehrszeichen, Markierungen) verzichtet. Es erfolgten bei der Befragung keine Rückmeldungen im Hinblick auf Warnhinweise.



Bild 91: Gleisquerung mit Warnhinweisen – redundante Beschilderung in Stadt B



Bild 92: Gleisquerung mit Warnhinweisen (Markierung und visuell kontrastierende Elemente) in Stadt C

¹²⁹ Es wurde konkret nach Sicherheitsmerkmalen an der jeweiligen Gleisquerung gefragt.

¹³⁰ In einem Fall mit einem Mittelbahnsteig gilt dies einschränkend nur für Personen, welche die vollständige Gleisquerung benutzen. Für Personen, die vom Bahnsteig kommen, waren die

Schilder nur vor dem jeweils zu querenden Richtungsgleis angebracht.

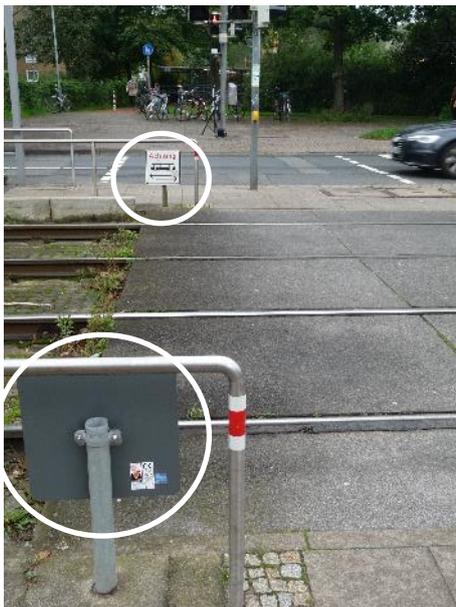


Bild 93: Gleisquerung mit Warnhinweisen – seitlich angebrachte Hinweisschilder in Stadt D

Die Rückmeldungen zu den drei Kategorien Bauform, Lichtsignale und Warnhinweise zeigen, dass aufmerksamkeitsfördernde Elemente offensichtlich wahrgenommen werden (vgl. dazu auch Kap. 3.1.6); allerdings umso deutlicher, je direkter sie im unmittelbaren Sichtfeld der Querenden installiert werden. Allerdings ließen sich hier keine objektiv messbaren Auswirkungen auf die Verkehrssicherheit ableiten, da es an den untersuchten Gleisquerungen kaum Unfälle gab (vgl. Kap. 6.5) und die Stichprobe der Untersuchungsorte zudem gering war.¹³¹

Als weiterer Grund für ein erhöhtes Sicherheitsgefühl beim Queren der Gleise in der Kategorie Infrastruktur wurde „Sichtverhältnisse“ genannt (Anteile je Stadt zwischen 13,9 % und 41,3 %). Da es sich bei dieser Kategorie allerdings um einen stark standortbezogenen Faktor handelt und die Auswahl der Untersuchungsorte nicht frei erfolgte, wird auf eine Bewertung im Städtevergleich verzichtet.

Von großer Bedeutung (durchschnittlich 26,8 %) für die eigene Sicherheit war nach Angaben der Befragten die eigene Aufmerksamkeit. Dies könnte sowohl auf die Wirksamkeit von Sicherheitseinrichtungen, aber auch auf die aus persönlichen Erfahrungen gezogenen Lehren (vgl. Kap. 6.4.2.1) hinweisen.

Weitere Nennungen mit nur geringen Anteilen waren „Verhalten des Fahrpersonals“ (z. B. Geben von Warnhinweisen, durchschnittlich 3,9 %) und „persönliche Ortskenntnis“ (durchschnittlich 1,0 %)

Gründe für persönliches Unsicherheitsempfinden

122 der Befragten gaben Rückmeldungen, warum sie sich bei der Querung der Gleise unsicher fühlten. Die Verteilung auf die vier Städte zeigt **Bild 94**.

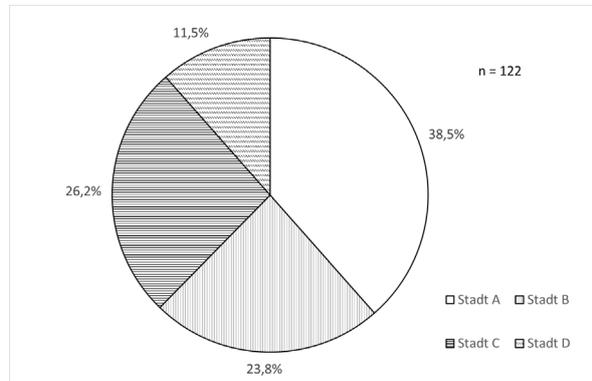


Bild 94: Anzahl der Rückmeldungen bezüglich eines Unsicherheitsgefühls im Städtevergleich (alle Städte)

Für die konkreten Gründe eines Unsicherheitsgefühls ließen sich zusammenfassend sechs maßgebliche Kriterien ausmachen (**Bild 95**), die relativ gleichwertig genannt wurden. Zudem gab es zwei weitere Kategorien mit einer nur geringen Anzahl an Nennungen.

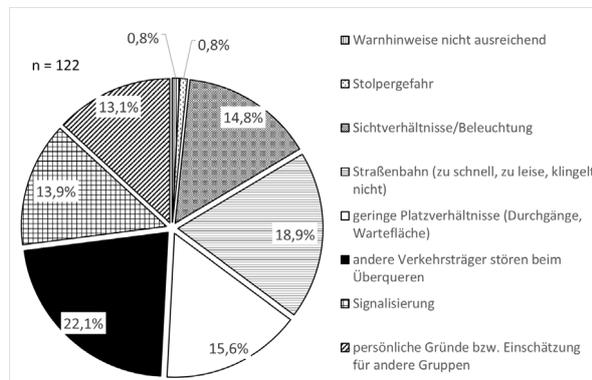


Bild 95: Antworthäufigkeiten für Unsicherheitsfaktoren an Gleisquerungen (alle Städte, alle Standorte; Mehrfachnennungen möglich)

Im Städtevergleich zeigten sich allerdings deutlich erkennbare Unterschiede bezüglich der Benennung einzelner Kategorien. So waren in Stadt A und Stadt B häufiger Rückmeldungen bezüglich der Kategorie „störende Einflüsse anderer Verkehrsträger“ (Autoverkehr, Radverkehr) bei der Querung zu verzeichnen (36,2 % bzw. 20,7 %, **Bild 96**). Hier wurde weniger die Gleisquerung als vielmehr die Querung der Fahrbahn des Kraftfahrzeugverkehrs oder des Radwegs als gefährlich angesehen. Die Fahrbahnen des Individualverkehrs waren in diesen Fällen nicht gesichert, in der Regel mehrstreifig und teils

hoch belastet. In Einzelfällen wurde angemerkt, dass der ruhende Verkehr die Querungsstelle zu stellen würde. In den anderen beiden Städten (C und D) war neben der Gleisquerung auch die Querung der anliegenden Fahrbahnen signalgeregelt. Hier gab es deutlich weniger Rückmeldungen in dieser Kategorie.

Auch auf Standortebene betrachtet war zu erkennen, dass die genannten Gründe in der Regel sehr ortsspezifisch waren. So wurde in Stadt A der Individualverkehr als Grund für ein Unsicherheitsgefühl maßgeblich an den beiden Gleisquerungen genannt, an denen die Verkehrsbelastung im Längsverkehr besonders hoch war. In Stadt B war an einer Gleisquerung, die besonders stark vom Radverkehr frequentiert wurde, vor allem die Breite der Durchfahrten (mit dem Fahrrad) ein Thema.

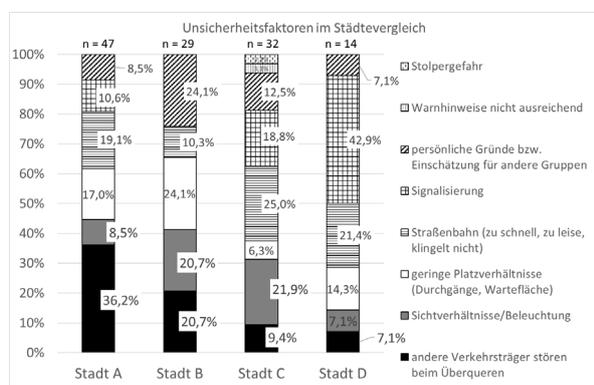


Bild 96: Antworthäufigkeiten für Unsicherheitsfaktoren an Gleisquerungen im Städtevergleich (Mehrfachnennungen möglich)

In zwei Städten (einmal Z-Form, einmal geradlinig signalisiert) gab es eine höhere Anzahl an Rückmeldungen (20,7 % bzw. 21,9 %) bezüglich nicht ausreichender Sichtverhältnisse. In der Sicherheitsanalyse (vgl. Kap. 6.5) konnte dies jedoch für die jeweilige Gleisquerung i. d. R. nicht an konkreten Defiziten festgemacht werden.¹³² Möglicherweise gab es bei der Bewertung Einflüsse aufgrund einer Einschätzung der gesamten Überquerungssituation inklusive der anliegenden Fahrbahn.

Ein nicht unerheblicher Anteil der Rückmeldungen (ca. 19 %, 23 Nennungen) über alle Städte betrachtet) bezog sich direkt auf die Straßenbahn: sie wurde als zu schnell oder zu leise empfunden bzw. wurde moniert, dass das Fahrpersonal bei Annäherung an die Konfliktstelle nicht läuten würde.

Als ein weiterer Punkt für ein Unsicherheitsgefühl wurden mit 15,6 % die Kategorie „geringe Platzver-

hältnisse“ benannt. Diese Anmerkung konnte sowohl die Breite der Durchgänge als auch die Größe der Aufstellflächen umfassen. Die häufigsten Rückmeldungen dazu gab es in Stadt B (vgl. **Bild 97**). Dort waren die Abstände der Umlaufsperrn zueinander geringer, als in Stadt A, der zweiten Stadt, in der Gleisquerungen mit erzwungenem Richtungswechsel beobachtet wurden. Entsprechende Vorfälle wurden auch beobachtet. So ergaben sich besondere Schwierigkeiten bei der Durchfahrt mit dem Fahrrad (vor allem mit Kinderanhänger) oder auch bei einem höheren Aufkommen von entgegengesetzt querenden Personen. In Stadt D (geradlinige Gleisquerungen) ergab sich zwar ebenfalls ein hoher Anteil an Rückmeldungen zu diesem Punkt (14,3 %). Allerdings war die Grundgesamtheit der Rückmeldungen sehr niedrig, sodass daraus eine nur sehr eingeschränkte Interpretationsfähigkeit folgt.



Bild 97: Beispiel für eine Gleisquerung mit eng zusammenstehenden Umlaufsperrn

Bezüglich der Kategorie „Signalisierung“ der Gleisquerungen gab es in drei Städten Rückmeldungen. Hier muss bei den Antworten jeweils nach dem Status quo der Signalisierung an den untersuchten Gleisquerungen unterschieden werden.¹³³ In Stadt A (nicht signalisierte Gleisquerungen) wünschten sich ca. 11 % der Antwortenden eine Signalisierung für die Gleisquerungen, um sich sicherer fühlen zu können. In Stadt B (nicht signalisierte Gleisquerungen) gab es keine Rückmeldungen dazu. In Stadt C

¹³² I. d. R. handelte es sich um Gleisquerungen mit geradliniger Zuführung der Straßenbahngleise. In Einzelfällen gab es Sichthindernisse (z. B. durch Bäume längs des Bahnkörpers).

¹³³ Es wurde nach konkreten Hinweisen an der jeweiligen Gleisquerung gefragt.

und Stadt D (signalisierte Gleisquerungen) gab es jeweils sechs Nennungen hierzu (18,8 % bzw. 42,9 %, vgl. **Bild 96**), wobei die Signalisierung aus Sicht der Antwortenden zu einer Unsicherheit beitrug. In Stadt D wurde z. B. geäußert, dass die vielen Lichtsignale hintereinander „für Chaos sorgen würden“ bzw. die Grünphasen für Fußgänger zu kurz seien. In Stadt C wurde mehrmals vermutet, dass die Signalschaltung nicht korrekt funktionieren würde (vgl. dazu Kap. 6.4.2.1, Abschnitt „Signalisierung“). Insgesamt lassen einige der Antworten zur Signalisierung vermuten, dass Passanten (trotz eindeutiger Hinweise der Interviewer) die gesamte Querungssituation bewertet haben (inklusive der anliegenden Fahrbahnen des Individualverkehrs).

Persönliche Gründe für ein Unsicherheitsgefühl wurden über alle Standorte betrachtet in 13,1 % der Fälle (16 Nennungen) als Antworten angegeben. Als Ursachen wurde z. B. „Alter“ oder „generelle Unsicherheit bei der Mobilität“ genannt. Auch wurde – teils auf Basis beobachteter Ereignisse – geäußert, dass die Gleisquerung für bestimmte Gruppen (z. B. Kinder) gefährlich sei.

Bezüglich eines geäußerten Unsicherheitsgefühls ließen sich keine systematischen Zusammenhänge (Unfallereignisse, Sichtbehinderungen, Größe der Aufstellbereiche) im Rahmen der Sicherheitsanalysen ausmachen (vgl. Kap. 6.5). Allerdings zeigten sich erkennbare Zusammenhänge aus der Beobachtung

6.4.2.3 Verbesserungsvorschläge aus Sicht der Nutzer

Die Passanten wurden gefragt, was aus ihrer Sicht die Sicherheit für Fußgänger und Radfahrer an Gleisquerungen erhöhen würde.¹³⁴ 35,7 % der Befragten (n = 571) auf diese halboffene Frage benannten keine Maßnahmenvorschläge. 367 Personen gaben Nahezu die Hälfte (45,3 %) der Nennungen (n = 435) hatte „Signalisierung“ zur Antwort (**Bild 98**). Weiterhin wurden „akustische Signale“ (25,5 %) und „Markierungen am Boden“ (17,2 %) benannt. „Hinweisschilder“ nannten 12 % als sinnvolle Maßnahme, während „Absperrgitter“ am seltensten vorgeschlagen wurden (9,7 %).

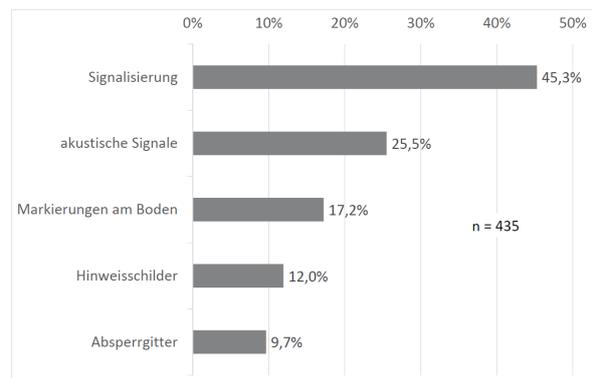


Bild 98: Antworthäufigkeiten auf die Frage nach Maßnahmen zur Erhöhung der Sicherheit an Gleisquerungen für Fußgänger und Radfahrer (alle Städte, Mehrfachnennungen möglich)

6.4.2.4 Akzeptanz des Lichtsignals

Zunächst wurden die Passanten danach befragt, ob sie das an einer Gleisquerung angezeigte Lichtsignal (Rotlicht oder Gelbblinken) beachten würden und welche Gründe es gab, das Signal zu missachten.¹³⁵ Die Fragen wurden auch in den Städten gestellt, in denen nicht signalisierte Gleisquerungen untersucht wurden, da an anderer Stelle auch signalisierte Übergänge vorhanden waren. Die Antworten wurden daher nicht getrennt nach Städten ausgewertet, da die Grundform der Signalisierung in den Städten unterschiedlich war und teils auch in den jeweiligen Städten selbst unterschiedliche Formen der Signalisierung (z. B. Rot-Dunkel und Rot-Grün) eingesetzt wurden.

Insgesamt gab über die Hälfte (54 %) der Befragten an, bei Anzeige eines Lichtsignals immer vor der Gleisquerung stehen zu bleiben (**Bild 99**). Weitere 20 % gaben an, dies meistens zu tun, 23 % „manchmal“. Lediglich 3 % der Befragten gab an, nie vor dem Lichtsignal stehen zu bleiben. Diese Angaben erscheinen im Vergleich mit dem beobachteten Verhalten (vgl. Kap. 6.3.4.5) als zu niedrig. Es muss davon ausgegangen werden, dass nicht alle Antworten das tatsächliche Verhalten der Befragten widerspiegeln.

¹³⁴ Fragen 7 und 8 des Fragebogens.

¹³⁵ Fragen 9 und 10 des Fragebogens.

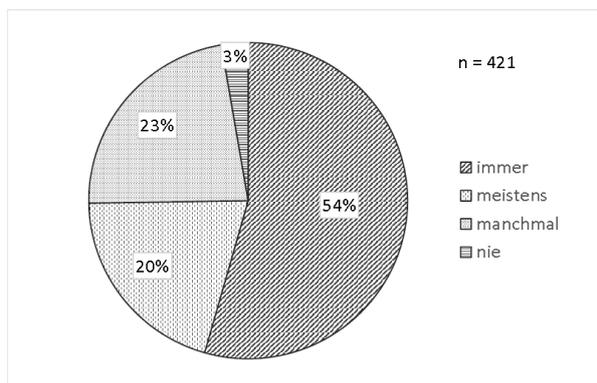


Bild 99: Antworthäufigkeiten zur Frage nach der Akzeptanz des Lichtsignals an Gleisquerungen (alle Städte ohne Stadt B)

Die Passanten, die angaben, das Signal nicht oder nicht immer zu beachten, wurden nach den Gründen für die Missachtung befragt.

Bei insgesamt 214 Antworten stachen bei den Angaben von Gründen zwei deutlich heraus (**Bild 100**). Am häufigsten (55,1 %) wurde angeführt, dass die Strecke frei gewesen sei. Das bedeutet, dass Personen nach eigener Einschätzung keinen Grund sahen (z. B. eine herannahende Straßenbahn) stehen zu bleiben bzw. die Bahn bereits vorbeigefahren war. Nach dieser persönlichen Absicherung erfolgt die Querung trotz angezeigtem Lichtsignal (Rotlicht oder Warnlicht).¹³⁶

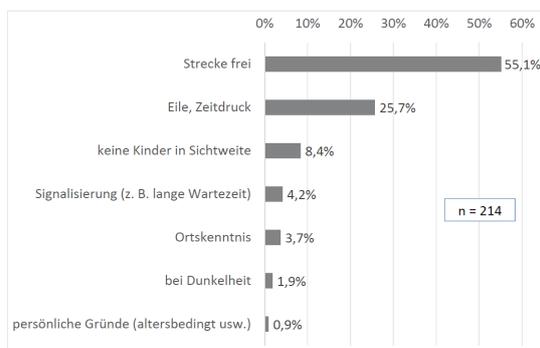


Bild 100: Antworthäufigkeiten für Gründe bezüglich der Missachtung des Lichtsignals an Gleisquerungen (alle Städte, Mehrfachnennungen möglich)

Etwa ein Viertel (25,7 %) der Antworten entfielen auf die Kategorie „Eile“. Hier gaben die Personen allgemein „Zeitdruck“ an oder die Angabe stand im Zusammenhang damit, dass die Straßenbahn selbst (an einer Gleisquerung an einer Haltestelle) oder ein anderes Verkehrsmittel erreicht werden sollte. 8,4 % der Antworten bezogen sich auf die

¹³⁶ Die Missachtung des Lichtsignals würde dem Verhalten „Sicherung nach Übersicht“ entsprechen, bei dem querende Personen selbst in der Pflicht stehen, sich von einer gefahreren Möglichkeit der Querung zu überzeugen.

Vorbildfunktion. Wenn keine Kinder in Sichtweite wären, würde hier keine Notwendigkeit gesehen, vor dem Lichtsignal zu warten. Lediglich 4,2 % monierten zu lange Wartezeiten vor dem Lichtsignal.¹³⁷ Die restlichen, wenigen Gründe standen im Zusammenhang mit der Tageszeit (bei Dunkelheit) bzw. mit persönlichen Umständen, z. B. Ortskenntnis oder altersbedingten Einschränkungen (z. B. schlechte Sehkraft).

6.4.2.5 Verhalten der Radfahrer

Da die Hälfte der Gleisquerungen unter der Maßgabe stark durch den Radverkehr frequentiert zu werden, ausgewählt worden waren, wurden zwei Fragen zum Verhalten an Gleisquerungen bei der Benutzung eines Fahrrads gefragt.¹³⁸ Die Frage wurde allen Personen gestellt, sofern sie nach Rückfrage angaben, grundsätzlich Wege mit dem Rad zurückzulegen.

Mit Blick auf die höheren Geschwindigkeiten des Radverkehrs gegenüber dem Fußverkehr sowie mögliche Probleme bei der Benutzung von Gleisquerungen mit erzwungenem Richtungswechsel wurde gefragt, ob Radfahrer zum Queren der Gleise von ihrem Fahrrad absteigen (unabhängig von der Führung). Über alle vier Städte betrachtet antwortete der größte Teil der Befragten (39,7 %) „immer“ (**Bild 101**). Etwas mehr als ein Viertel (27,2 %) gab hingegen an, nie abzustiegen.

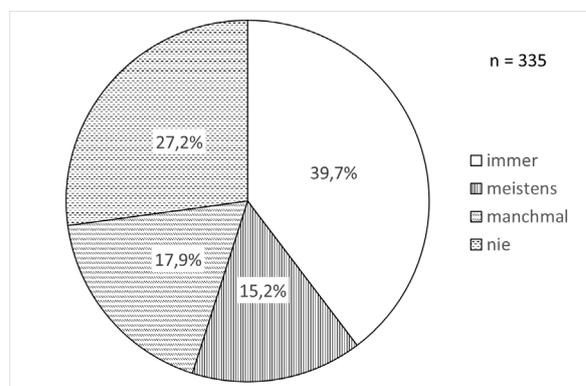


Bild 101: Antworthäufigkeiten auf die Frage, ob beim Queren der Gleise vom Rad abgestiegen wird (alle Städte)

Innerhalb der Städte ergaben sich nur geringe Unterschiede. Diese Angaben deckten sich allerdings nicht klar mit den Beobachtungen (vgl. Kap. 6.3.4). Dort wurden insgesamt deutlich weniger Radfahrer registriert (im Durchschnitt über alle Standorte 25 %, vgl. Kap. 6.3.4.9), die vor der Querung der Gleise vom Fahrrad abstiegen. Allerdings mit einer deutlich

¹³⁷ Im Durchschnitt sind die Sperrzeiten kürzer, als bei Querungen über Fahrbahnen des Individualverkehrs.

¹³⁸ Fragen 11 und 12 des Fragebogens.

höheren Quote bei den Gleisquerungen mit Umlaufsperrern. Diese Tendenz war bei der Analyse der Befragungsergebnisse auf Stadtebene ebenfalls abzulesen, schien aber im Zusammenhang mit dem Abstand der parallel verlaufenden Umlaufsperrern zu stehen: in Stadt B, mit enger angeordneten Umlaufsperrern, gaben 52,3 % der Antwortenden an, dass sie immer absteigen würden. In Stadt A waren es nur 36,2 % und damit nur unwesentlich mehr, als in den Städten C und D mit geradlinigen Gleisquerungen (etwa jeweils ein Drittel der Nennungen). Nach Altersgruppen unterschieden gaben verhältnismäßig mehr ältere Menschen (ab 65 Jahre) an, zum Queren der Gleise vom Fahrrad abzustiegen (**Bild 102**).¹³⁹ Dies weist auf eine größere Vorsicht älterer Menschen hin.

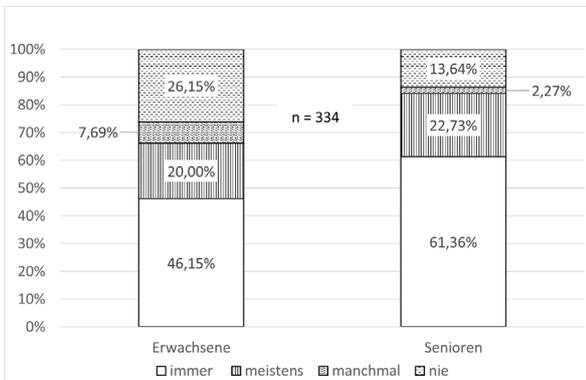


Bild 102: Quote der absteigenden Radfahrer an Gleisquerungen nach Altersgruppen (eigene Angaben, alle Städte)

Die Gründe für das Absteigen vom Fahrrad (239 Antworten) waren vielfältig. Als wichtigste Gründe wurden benannt:¹⁴⁰

- Allgemein „aus Sicherheitsgründen“ (ca. 42 %),
- „wegen der Umlaufsperrern“ (20,5 % über alle Städte mit deutlichem Schwerpunkt von ca. 30 % bei Stadt A und Stadt B¹⁴¹) und
- „Platzmangel“ (ca. 14 %), wobei in Stadt B nur 5 % der Antworten auf diese Kategorie entfiel, obwohl dort die Umlaufsperrern deutlich enger zusammenstanden, als in Stadt A; in den anderen Städten lag die Antwortquote bei relativ gleicher Verteilung bei durchschnittlich 20 %.

¹³⁹ Jüngere Personen unter 18 Jahren wurden aus rechtlichen Gründen bei der Befragung nicht gezielt angesprochen und sind daher in der Auswertung nicht vertreten.

¹⁴⁰ Auf eine weitere Analyse nach Alter oder einzelnen Standorten wurde verzichtet, weil sich dann jeweils nur eine sehr kleine Grundgesamtheit ergeben hätte.

¹⁴¹ In Stadt A und Stadt B wurden Gleisquerungen mit erzwungenem Richtungswechsel untersucht.

Die übrigen Nennungen mit niedrigen Anteilen an allen genannten Gründen verteilten sich beispielsweise auf „schlechte Sichtverhältnisse auf die Strecke“, „persönliche Gründe“ (z. B. eigene Unsicherheit) oder „Vorbildfunktion für Kinder“.

Neben Gründen für das Absteigen wurden auch Gründe genannt, warum nicht vom Fahrrad abgestiegen wurde. Vor allem wurden in diesem Zusammenhang „Eile“ und „Ehrgeiz“ genannt, wobei sich letztere Rückmeldung darauf bezog, die Fahrt durch die Umlaufsperrern bei erzwungenem Richtungswechsel ohne vom Fahrrad abzustiegen bewältigen zu können.

6.4.2.6 Straßenverkehrsrechtliche Kenntnisse

Um ein Gefühl für das Bewusstsein der Passanten über straßenverkehrsrechtliche Kenntnisse in Zusammenhang mit dem Verhalten an Gleisquerungen stellen zu können, wurde nach dem Wissen über die Vorrangregelung gefragt.¹⁴² Die Antworten zu dieser Frage waren vorgegeben.

In Stadt A und Stadt B (nicht signalisierte Gleisquerungen) gaben die Befragten praktisch ohne Ausnahme an, dass an der Gleisquerung immer die Straßenbahn Vorrang hätte.¹⁴³ In den Städten C und D (signalisierte Gleisquerungen) gab jeweils ein Viertel (25 %) der Befragten an, dass die Signalisierung den Vorrang der Straßenbahn anzeigen würde. Ein genereller Vorrang der Straßenbahn wurde somit nicht gesehen. Diese hätte demnach nach Ansicht der Antwortenden nur dann Vorrang, wenn für den querenden Fußgänger ein Lichtsignal (Rotlicht oder Gelbblinken) angezeigt würde. Diese Antwort ist aber im Sinne der Rechtslage nicht korrekt (vgl. Kap. 2.2.1).

Diese Einschätzung könnte sich möglicherweise durch eine größere Zahl an Konflikten und Missverständnissen äußern, wenn Passanten vor der Straßenbahn kreuzen (wenn kein Lichtsignal angezeigt wird), weil sie der Ansicht sind, sie wären im Recht.¹⁴⁴ In der Befragung wurde über geäußerte Kommentare zu dieser Frage allerdings auch deutlich, dass sich die Passanten der Gefahrenlage bewusst sind sich in der Regel entsprechend vorsichtig verhalten (vgl. Kap. 6.4.2.1).

¹⁴² Frage 13 des Fragebogens.

¹⁴³ In einer Stadt gab es eine Aussage, dass die Straßenbahn nur bei Anordnung eines Andreaskreuzes (VZ 201 StVO) Vorrang hätte.

¹⁴⁴ Dies muss sich allerdings nicht in einer höheren Zahl an Unfällen und damit in einer objektiv messbaren Größe niederschlagen. Nicht jeder Konflikt führt zu einem Unfall.

6.4.3 Zusammenfassung

An den 19 Untersuchungsorten in den vier Städten wurden insgesamt 571 Interviews durchgeführt. Die Passanten wurden immer nach dem Queren der Gleise befragt. Der verwendete Fragebogen enthielt Fragen zu persönlichen Erfahrungen mit kritischen Situationen an Gleisquerungen, zum persönlichen Sicherheitsempfinden, zu Verhaltensweisen beim Queren, zur Regelakzeptanz, zu Maßnahmen zur Erhöhung der Sicherheit sowie zum Wissen über straßenverkehrsrechtliche Regelungen an Gleisquerungen.

Etwas mehr als ein Viertel (28 %) aller Befragten gab an, bereits persönlich eine gefährliche Situation mit einer Straßenbahn erlebt zu haben. Der überwiegende Teil (70 %) war dabei zu Fuß unterwegs gewesen. Als häufigster Grund (54 %) für gefährliche Situationen wurde die eigene Unachtsamkeit genannt. Die Befragten gaben an, durch Unkonzentriertheit („Träumereien“), Ablenkung vom Verkehrsgeschehen oder durch die Durchführung von Nebentätigkeiten (Gespräche, Nutzung des Mobiltelefons usw.) nicht aufmerksam gewesen zu sein. Unachtsamkeit wurde an den nicht signalisierten Gleisquerungen häufiger als Ursache genannt, als an den signalisierten Gleisquerungen.

Auch Probleme mit der Signalisierung wurden als häufiger Grund (14,6 %) angegeben. In diese Kategorie entfielen „Verwechslung von Lichtsignalen“ oder „Annahme einer Fehlfunktion“. Diese Rückmeldungen zur Signalisierung traten in den Städten unterschiedlich häufig auf und waren abhängig von der örtlichen, teils spezifischen Signalisierungsform und Signalsteuerung. So war die Verwechslung von Lichtsignalen mit dem Individualverkehr eher das Thema bei der Rot-Dunkel-Schaltung. Eine Fehlfunktion wurde dagegen bei der Signalisierung mit Warnlicht vermutet.

Als weitere Gründe wurden Defizite bei der Infrastruktur benannt, z. B. „schlechte Sichtverhältnisse“ (10,4 %), „schmale Aufstellbereiche“ (5,6 %) oder „Hängenbleiben in oder an den Schienen“ (2,8 %).

Nach eigenen Angaben fühlten sich die meisten Fußgänger und Radfahrer beim Queren der Gleise an den untersuchten Orten sicher (im Durchschnitt ca. 82 %). Nach Gründen für die subjektiv empfundene Sicherheit befragt, ergaben sich erkennbar ortsspezifische Rückmeldungen im Zusammenhang mit der Ausstattung der Gleisquerung vor Ort: waren bestimmte Elemente an der jeweiligen Gleisquerung vorhanden, wurden diese in der Regel in der Aufzählung als sicherheitsförderlich benannt.

So spielte bei den signalisierten Gleisquerungen die Signalisierung eine wichtige Rolle (ca. 30 % bis 53,7 %), bei den Gleisquerungen mit erzwungenem Richtungswechsel (ohne Signalisierung) war die Bauform ein häufig genanntes Element (25 % bzw. 31,8 %). Auch Warnhinweise wurden von den Befragten als weiteres Element zur Erhöhung der persönlichen Sicherheit aufgeführt; insbesondere dann, wenn diese an der jeweiligen Gleisquerung redundant oder auffällig (im direkten Sichtfeld) angebracht waren. Allerdings entfielen auf diese Maßnahme mit maximal 5,4 % deutlich weniger Rückmeldungen als zu den o. g. Maßnahmen.

Die Ergebnisse der Befragung lassen den Schluss zu, dass eine Bauform mit erzwungenem Richtungswechsel, eine Signalisierung (auch bei einer geradlinigen Gleisquerung) oder auch auffällige Warnhinweise von den querenden Personen wahrgenommen werden und somit die Aufmerksamkeit an diesen Stellen erhöhen können. Dies deckt sich mit Ergebnissen aus anderen Untersuchungen.

Einflüsse auf eine persönlich empfundene Unsicherheit waren an den jeweiligen Gleisquerungen ebenso ortsspezifisch auszumachen. So fühlte sich in den beiden Städten, in denen bei der Benutzung der Gleisquerung nicht signalisierte, anliegende Fahrbahnen des Individualverkehrs gequert werden mussten, ein größerer Teil der Befragten (20,7 % bis 36,2 %) dadurch in der Sicherheit beeinträchtigt. Eine hohe Frequenz durch den Radverkehr in Kombination mit eng zusammenstehenden Umlaufsperrern führte ebenfalls verstärkt zu diesbezüglichen Rückmeldungen.

Bei der Frage danach, welche Maßnahmen allgemein zur Erhöhung der Sicherheit beitragen würden, wurde zudem insbesondere die Signalisierung (45,3 %) benannt. Auch weitere Hinweise (akustische Signale, Markierungen, Hinweisschilder) wurden aufgeführt. Am seltensten wurden hier Absperrgitter genannt (9,7 %). Dies stand im Gegensatz zu den Aussagen bezüglich der Erhöhung der Sicherheit durch diese Elemente im konkreten Fall (an der jeweiligen Gleisquerung). Dies mag aber darin begründet sein, dass Umlaufsperrern aufgrund der erzwungenen Führung von den Passanten eher als nachteilig betrachtet werden (kein ungehinderter Durchgang bei hohem Verkehrsaufkommen bzw. Schwierigkeiten bei der Durchfahrt mit dem Fahrrad). Wie auch bereits bei der Frage nach persönlichen Erfahrungen mit kritischen Situationen an Gleisquerungen spielte das eigene Verhalten auch bei der Frage nach Maßnahmen, welche die Sicherheit an Gleisquerungen allgemein erhöhen könnten, eine größere Rolle. Durchschnittlich 26,8 % der Befragten gaben an, dass die eigene Aufmerksamkeit

relevant sei, um sich beim Queren der Gleise sicher zu fühlen.

Bereits bei der Beobachtung wurde festgestellt, dass das Lichtsignal an den Gleisquerungen nicht von allen Personen beachtet wurde. In der Befragung konnten für dieses Verhalten maßgeblich zwei Gründe identifiziert werden. Hauptsächlich wurde angeführt, dass persönlich kein Grund gesehen wurde, vor dem Lichtsignal stehen zu bleiben (55,1 %), wenn nach persönlicher Einschätzung keine Gefahr durch eine herannahende Straßenbahn bestand bzw. diese bereits durchgefahren war. Das bedeutet, dass der überwiegende Teil der Menschen bewusst das Signal missachtet. Ein Viertel (25,7 %) der Antworten entfiel auf den Grund „Eile“. Hier handelt es sich zwar mit größter Wahrscheinlichkeit auch um ein bewusstes Missachten des Signals. Aufgrund des bestehenden Zeitdrucks bei Handlungsentscheidungen kann dem Verhalten in diesen Situationen jedoch ein größeres Unfallrisiko zugesprochen werden. Weitere Gründe für die Missachtung eines angezeigten Lichtsignals im Zusammenhang mit Vorbildfunktion oder Ortskenntnis spielten eine untergeordnete Rolle, sind jedoch ebenfalls einer bewussten Handlungsweise zuzuordnen.

Nach Verhaltensweisen bei Querung der Gleise mit einem Fahrrad befragt, antwortete der überwiegende Teil (39,7 %) der Befragten, dass er zum Queren der Gleise immer vom Fahrrad absteigen würde. Umlaufsperrn wurden in den Städten, in denen die Gleisquerungen mit diesen Elementen untersucht wurden, von etwa 30 % der Radfahrer als Begründung für ein Absteigen angegeben. Zudem spielte nach Angaben der Befragten das Alter und auf dem Fahrrad eine Rolle, da ein größerer Anteil älterer Menschen angab in diesen Fällen abzu- steigen. Die Anordnung von Umlaufsperrn kann auf der anderen Seite auch dazu führen, dass ein besonderer Ehrgeiz der Radfahrer geweckt wird, die Engstelle zu durchfahren.

6.5 Sicherheitsanalysen

6.5.1 Auditierung

Im Rahmen der Sicherheitsanalysen der ausgewählten Untersuchungsräume wurden die Gleisquerungen anhand von Planunterlagen und Bege-

hungen in der Örtlichkeit in Anlehnung an die Empfehlungen für das Sicherheitsaudit von Straßen (FGSV 2002) auditiert.

Das Sicherheitsaudit beinhaltete eine Überprüfung der Ausführungsentwürfe oder Vorentwürfe von den ausgewählten Gleisquerungen auf Sicherheitsdefizite und Regelwerkskonformität. Zusätzlich wurden Signalzeitenpläne an den Gleisquerungen mit Signalisierung dahingehend überprüft, wie die Einbindung der Signalisierung der Gleisquerung in das Umfeld geregelt ist, wie beispielsweise die Abhängigkeit der Signalsteuerung von der Signalisierung an einem vorhergehenden Knotenpunkt oder eine „unabhängige“ Signalisierung über eigene Anforderungskontakte. Ein wichtiges Kriterium der Analyse war die Dauer der Sperrzeit für Fußgänger und Radfahrer, um beispielsweise zu überprüfen, ob es zu einem langen Nachleuchten (Rot) kommt.

Das Bestandsaudit diente der auf die Verkehrssicherheit bezogenen Überprüfung der tatsächlichen Situation an den Gleisquerungen. Dabei wurde überprüft, ob die Entwurfsunterlagen mit dem Status quo übereinstimmen und die Vorgaben der einschlägigen Regelwerke eingehalten wurden. Die Auswertung der Audits ging hierbei über die polizeiliche Unfallauswertung hinaus. Beispielsweise wurde die Anordnung von Andreaskreuzen berücksichtigt. Neben einer umfangreichen Fotodokumentation wurden folgende Punkte im Rahmen des Bestandsaudits überprüft¹⁴⁵:

- Bauliche Ausführung der Gleisquerung (Z-Form bzw. Versatz oder geradlinig)
- Lage der Gleisquerung (freie Strecke oder Haltestellenbereich)
- Bauliche Veränderung/Änderung der Ausstattung gegenüber Entwurfsunterlagen
- Überprüfung der Sichtdreiecke (Berücksichtigung größerer freizuhaltender Sichtdreiecke für Radfahrer)
- (künftige) Sicherheitsprobleme in Bezug auf Sichtbeziehungen
- Umsetzung einer umfassenden Barrierefreiheit
- Ansteuerung der Signalisierung durch die Bahnen (ab wann – zeitlich und/oder räumlich)
- Bei Signalregelung im Gleisbereich: Unabhängigkeit von der Signalisierung der Fahrbahnfurten
- Wartezeiten der Fußgänger/Radfahrer bei Signalisierung von Fahrbahnfurten und Gleisquerungen

¹⁴⁵ Durch die Unterscheidung von Gleisquerungen mit und ohne Signalisierung können einzelne Punkte des Bestandsaudits je nach Untersuchungsort entfallen.

- Freigabezeit hintereinanderliegender Gleisquerungen (unterschiedlich/zeitgleich)
- Rot-Nachlauf nach Durchfahrt der Straßenbahn (Ja/Nein; wenn ja: Dauer)
- Abstimmung der Freigabezeiten der Fußgängerfurten als Haltestellenzugang auf einlaufende ÖPNV-Fahrzeuge
- Vorhandensein einer eindeutigen Signalisierung der Straßenbahn in Verbindung mit den Signalbildern F0 (Halt) und F1 (Fahrt freigegeben) an signalisierten Gleisquerungen
- Einbettung der Gleisquerung ins Umfeld (Lage der Gleisquerung außerhalb der Fußgänger-Überquerungslinien)
- Ausbildung von beidseitigen Aufstellflächen für Fußgänger
- Ausbildung der beidseitigen Aufstellflächen angepasst an das Radverkehrsaufkommen
- Getrennte Radverkehrsführung vorhanden (ja/nein)
- Aufstellflächen zwischen Gleisbereich und Fahrbahn bei nicht signalisierten Gleisquerungen oder getrennter Signalisierung von Fahrbahn und Gleisquerung
- Vorhandensein zusätzlicher Sicherungseinrichtungen (Umlaufgitter, zusätzliche Signalgeber in geringer Höhe, akustische Signale, Piktogramme, Beschilderung) [bei unübersichtlichen Gleisquerungen, geradliniger Führung oder bei hohem Fußgänger- und Radverkehrsaufkommen]
- Berücksichtigung des Radverkehrsaufkommens bei der Begegnung mit Fußgänger/Radfahrer (bezogen auf Geometrie der Gleisquerung)
- Vorhandensein/Notwendigkeit von Beleuchtung und ggf. zweckmäßige Ausbildung der Beleuchtung

Ziel der Auditierung ist es, eine umfassende Aussage über die Verkehrssicherheit und Regelwerkskonformität an den Gleisquerungen zu geben. Dazu werden die Auditergebnisse mit den Ergebnissen der Verkehrsbeobachtung verknüpft, um Rückschlüsse für die Handlungsempfehlungen geben zu können.

6.5.1.1 Zusammenfassende Ergebnisse der Auditierung

Insgesamt sind im Rahmen der Auditierung 19 Untersuchungsorte in den vier Städten betrachtet worden. Grundsätzlich lassen sich die Untersuchungsorte in zwei Gruppen aufteilen: in signalisierte Gleisquerungen in Verbindung mit einer Haltestelle und nicht signalisierte Gleisquerungen auf der freien Strecke mit erzwungenem Richtungswechsel.

Dabei unterschieden sich die signalisierten Gleisquerungen in ihrer Signalisierungsform, da in der Stadt C Gelbblinken und in der Stadt D Rot-Dunkel signalisiert wird. Die signalisierten Gleisquerungen sind alle geradlinig und grenzen an eine Haltestelle an. Teilweise liegen die signalisierten Untersuchungsorte aber auch zusätzlich im Knotenpunktbereich. Die nicht signalisierten Gleisquerungen auf freier Strecke in Stadt A und Stadt B waren bis auf eine Ausnahme (Versatz) in Z-Form ausgebildet.

Innerhalb jeder Untersuchungsstadt waren die Gleisquerungen grundsätzlich gleich ausgebildet und haben so eine hohe Wiedererkennbarkeit.

Hinsichtlich der Überprüfung der Planunterlagen muss konstatiert werden, dass die Datengrundlage uneinheitlich und unvollständig war. Ausführungspläne oder Vorentwürfe wurden aus Stadt B und Stadt C nicht zurückgemeldet. Aus Stadt A wurde ein Musterentwurf für Z-Querungen zur Verfügung gestellt. Dieser ist allerdings allgemeingültig gehalten und wird entsprechend der örtlichen Verhältnisse an die jeweilige Situation angepasst. Stadt D stellte lediglich verkehrstechnische Untersuchungen mit Signallageplänen zur Verfügung, sodass auch dort keine Unterschiede zwischen Planunterlagen und Status quo festgestellt werden konnten.

Ferner wurde das Läuten der Straßenbahnen erfasst. Dieses wurde vor allem dann eingesetzt, wenn eine Straßenbahn aus der Haltestelle anfuhr. Aber auch da gibt es Ausnahmen, so gibt es in Stadt C die Maßgabe, dass eine Bahn, die aus der Haltestelle langsam anfährt, das Signal Gelb-Blinken bewusst nicht aktiviert, sondern läutet (es sei denn, es handelt sich um einen Hochbahnsteig und die Straßenbahn muss erst den Weg von der Haltestelle bis zum Ende der Rampe zurücklegen). Hintergrund ist, dass eine Verwechslung mit einer gleichzeitig aus der Gegenrichtung in die Haltestelle einlaufende Bahn ausgeschlossen werden soll.

Die Sichtbeziehungen sind in allen Fällen ausreichend und gegeben. In einigen Fällen sind die Sichtbeziehungen dahingehend freizuhalten, indem der Grünbewuchs frühzeitig zurückgeschnitten wird.

Die Beleuchtung war, bis auf die Gleisquerungen in Stadt D, die mit einer eigenen/direkten Beleuchtung ausgestattet waren, in den anderen Städten nur durch vorhandene Straßenbeleuchtung gegeben. Zusätzlich ist in Stadt B an den Gleisquerungen aufgefallen, dass die Beleuchtung ca. um 7.15 Uhr abgeschaltet wurde, aber im Untersuchungszeitraum noch Dämmerung herrschte, was die Sicht erschwerte.

Bezogen auf die Signalisierungsform in Stadt C und Stadt D gibt es Unterschiede bzgl. des Nachlaufs,

nachdem eine Bahn über die Gleisquerung fuhr. Während es in Stadt D bei der Signalisierung Rot-Dunkel an den Untersuchungsorten (offensichtlich infolge von Räum- und Zwischenzeiten) teilweise einen Nachlauf gab (allerdings teilweise mit sehr großen Zeitunterschieden), teilweise aber auch nicht, ist in Stadt C beim Warnlicht grundsätzlich kein Nachlauf zu beobachten gewesen. Die Anforderungskontakte für die Signalisierung des Gleisbereichs waren in Stadt C und Stadt D in ausreichender Entfernung, sodass die Fußgänger und Radfahrer frühzeitig vor der heranfahrenden Bahn gewarnt werden.

Wurden die Abhängigkeiten der Signalisierung über die Fahrbahn und der Signalisierung der Gleisquerung betrachtet, so war bis auf eine Ausnahme zu erkennen, dass diese nicht in Abhängigkeit stehen, sondern in den häufigsten Fällen die Freigabe der Fahrbahn auf Anforderung der Fußgänger bzw. Radfahrer erfolgte und nicht wenn die Bahn sich der Gleisquerung näherte.

Auffällig bei der Auditierung der Gleisquerungen war die Tatsache, dass eine Vielzahl von Untersuchungsorten Trampelpfade aufwies. Diese waren hauptsächlich bei den nicht signalisierten Gleisquerungen neben den Umlaufgittern zu erkennen (**Bild 103**). Teilweise führten die Trampelpfade aber auch einige Meter parallel zu den Gleisen auf dem Grünstreifen entlang. Ein „Extrembeispiel“ ist eine Gleisquerung in Stadt B bei der die Schüler eines Bildungszentrums in den Pausen einen auf der anderen Straßenseite befindlichen Supermarkt auf dem kürzesten Weg erreichen wollten und so die eigentliche Gleisquerung oftmals ignorierten und einige Meter neben der vorgesehenen Stelle die Gleise „wild“ überquerten (**Bild 104**).



Bild 103: Trampelpfad neben einer Umlaufsperre



Bild 104: Trampelpfad einige Meter neben einer Gleisquerung

Die barrierefreie Ausgestaltung der Gleisquerung ist in den vier Untersuchungsstädten sehr unterschiedlich. So wiesen die Gleisquerungen in Stadt B keinerlei barrierefreie Merkmale auf. In Stadt A waren die Gleisquerungen teilweise mit Aufmerksamkeitsfeldern ausgestattet, allerdings ohne Führung in Form von Leitelementen. Waren die Gleisquerungen in Stadt A nicht mit Aufmerksamkeitsfeldern ausgestattet, so besaßen die Aufstellbereiche Pflastersteine zum Gleisbereich hin, die sich allerdings visuell kaum vom Asphalt abhoben.

In Stadt C wiesen die Untersuchungsorte Noppenplatten an der Grenze zwischen Aufstellbereich und Bahnkörper auf. Jedoch waren diese sowohl visuell als auch taktil wenig kontrastierend ausgeführt. Bis auf je eine Gleisquerung in Stadt C und in Stadt D waren alle signalisierten und untersuchten Gleisquerungen mit akustischen Warnsignalen ausgestattet. Das akustische Warnsignal wurde teilweise bei einer sich nähernder Straßenbahn lauter.



Bild 105: Anforderungstaster an einer Gleisquerung (Beispiel Stadt D)

Die Gleisquerungen in der Stadt D wiesen neben akustischen Warnsignalen auch Anforderungstas-

ter mit taktilen Signalen (Vibrationstaster an der Unterseite) auf, die auf die herannahende Bahn aufmerksam machten. Diese waren auch am Kopfende der Rampen zu den Bahnsteigen angebracht (**Bild 105**). Taktile Elemente waren an den Gleisquerungen in Stadt C nicht vorhanden.

An einigen Gleisquerungen sind Asphaltaufbrüche in den Nahtbereichen zu den Gleisen zu verzeichnen, die dazu führen könnten, dass Fußgänger stolpern und Radfahrer Gefahr laufen zu stürzen (**Bild 106** und vgl. Kap. 6.3.4.3).



Bild 106: Beispiel für Asphaltaufbrüche an der Gleiseindeckung neben den Schienen

Im Gegensatz zu den übrigen Untersuchungsorten war an einer Gleisquerung in Stadt B auffällig, dass dieser mit einem Bahnübergangssystem mit schwarzen Matten ausgelegt war, was einen besseren Komfort für Radfahrer bieten und behindertengerecht sein soll (**Bild 107**). Die Orientierung der Blickrichtung und eine ausreichende Aufstellfläche sollen im Bereich der Umlaufsperrung erzielt werden. Bei Querung des Gleisbereichs sollte eine sichere Überquerung auf direktem Weg nicht durch eine zu schräge Z-Führung beeinträchtigt werden.



Bild 107: Bahnübergangssystem an einer Gleisquerung (Beispiel Stadt B)

Ein weiteres Merkmal bei der Sicherheitsanalyse sind die Platzverhältnisse im Bereich der Aufstellflächen der Gleisquerung und der Umlaufgitter zur Führung der Fußgänger und Radfahrer. Im Allgemeinen sind die Platzverhältnisse für die vorherrschenden Fußgänger- und Radfahrerströme ausreichend. Vereinzelt ist es vorgekommen, dass die Aufstellflächen für größere Fußgängergruppen (zu Stoßzeiten im Bereich von Schulen oder im Umfeld von Einkaufsmöglichkeiten) nicht ausreichend waren und sich bis in den Rampenbereich aufgestellt wurde (**Bild 108**).



Bild 108: Rückstau wartender Fußgängerströme im Zugangsbereich zum Bahnsteig

Im Rahmen der Auditierung fiel ferner auf, dass die Gleisquerungen in den verschiedenen Städten hinsichtlich der Sicherheitshinweise sehr unterschiedlich ausgestattet waren. In Stadt C sind beispielsweise an den Gleisquerungen Dreieckssymbole (sog. „Haifischzähne“) vor der Konfliktfläche aufgebracht. Zudem sind Straßenbahn-Piktogramme und ein „Gefahrstelle“-Piktogramm (StVO-Zeichen 101) mit einem Ausrufezeichen im Gleisbereich aufgebracht. Zusätzlich waren weitere Schilder im Bereich der Gleisquerung angebracht. Zum einen ein Schild „Vorfahrt gewähren“ mit einem Zusatzschild „Straßenbahn“ und zum anderen ein Hinweisschild darauf, dass das Betreten der Gleisanlage verboten ist (**Bild 109**).



Bild 109: Beschilderung und Markierung der Gleisquerung (Beispiel Stadt C)

Eine wichtige Erkenntnis im Rahmen der Bestandsaudits war, dass die Bahnen, welche aus dem Haltestellenbereich herausgefahren sind, an einem Untersuchungsraum in Stadt D die Gleisquerung so langsam überfahren und blockiert haben, bis die aus der Gegenrichtung in die Haltestelle einfahrende Bahn die Gleisquerung erreicht hat. So ist verhindert worden, dass Fußgänger bzw. Radfahrer, die die Gleisquerung trotz Rot-Signal hinter der aus der Haltestelle fahrenden Bahn überqueren, vor die Bahn in Gegenrichtung laufen. Dies basiert allerdings nicht auf einer betriebsinternen Anordnung, sondern auf nicht bindenden Absprachen des Fahrpersonals.

6.5.1.2 Zusätzliche Auditierung an unfallauffälligen Gleisquerungen

Zusätzlich zu den 19 auditierten Gleisquerungen, an denen sich keine Unfallauffälligkeiten zeigten, wurden als Kontrollgruppen vier weitere signalisierte, unfallauffällige Gleisquerungen in zwei Städten (Stadt X und Stadt Y) untersucht, in denen sich im Zeitraum von 2009 bis 2015 drei oder mehr Unfälle an den Gleisquerungen ereigneten. Als bauliche Ausführung der Gleisquerungen sind ein Versatz, doppelter Versatz, Z-Form (ohne Umlaufgitter) und eine geradlinige Querung ausgeprägt. In Stadt X wurde eine Gleisquerung im Haltestellenbereich untersucht, die weiteren drei befanden sich auf freier Strecke.

Während der Auditierung konnte festgestellt werden, dass die Sicht teilweise durch Stahlträger, teilweise durch Bepflanzung eingeschränkt, teilweise aber auch auf langer Strecke frei war. Die Barrierefreiheit war beschränkt integriert bzw. umgesetzt. So war an zwei von vier Gleisquerungen keine barrierefreie Führung in Form von taktilen Leitelementen oder auch ein erkennbarer Kontrast für Sehbehinderte vorhanden, an den beiden weiteren Gleisquerungen existierten lediglich Noppenplatten an

der Grenze zwischen Aufstellbereich und Sicherheitsraum des Bahnkörpers.

Des Weiteren fiel auf, dass die akustischen Signale in Stadt Y nicht an den Umgebungslärm angepasst und somit zu leise und akustisch schlecht wahrnehmbar waren. Bei den Noppenplatten fehlte ein visueller Kontrast. Teilweise war das Feld von einer Schachtabdeckung unterbrochen.

Die Signalregelung im Gleisbereich erfolgte in Stadt X mittels Rot-Dunkel, in Stadt Y mittels Gelb-Blinken, jeweils unabhängig von der Signalisierung der Fahrbahnfurten

Hinsichtlich der dokumentierten Unfälle kann konstatiert werden, dass sowohl Radfahrer, als auch Fußgänger zur Gruppe der Betroffenen zählen. Dabei, soweit es nachvollzogen werden konnte, sind Rotlichtverstöße der Betroffenen die jeweiligen Unfallursachen.

In Stadt X wurde an einer Gleisquerung in den Jahren 2015/2016 eine der dort montierten Umlaufsperre verändert. Der Seite des Zugangs zur Gleisquerung erfolgte von der anderen Seite, sodass sich bei der Annäherung auch die Blickrichtung auf die Straßenbahnen änderte. Begründet wurde die Änderung mit dort geschehenen Radfahrerunfällen, die vorher (einer Veloroute folgend) von Norden kommend direkt in die Gleisquerung einfahren konnten. Festgehalten sind im Untersuchungszeitraum drei Unfälle mit Fußgängern und ein Unfall mit einem Radfahrer.

6.5.2 Mikroskopische Unfallanalyse

Um die Schwachstellen der Gleisquerungen zu analysieren, wurden neben den Audits auch Unfallanalysen durchgeführt. Teilweise waren Beschreibungen der Unfallhergänge vorhanden, sodass nachvollzogen werden konnte, weshalb es zu Zusammenstößen zwischen Fußgänger/Radfahrer und Straßenbahn gekommen war.

7 Zusammenfassung und Empfehlungen

7.1 Zusammenfassung der Ergebnisse

Die vorliegende Arbeit hatte zum Ziel, mögliche Einflüsse der Infrastruktur auf das Verhalten von Personen beim Queren der Straßenbahngleise an den dafür vorgesehenen Übergängen zu identifizieren und zu analysieren. Dafür wurden unterschiedliche Methoden angewendet. Neben einer Analyse bisheriger Erkenntnisse zur Sicherheit von Fußgängern und Radfahrern an Gleisquerungen waren dies

- eine bundesweit angelegte Analyse des Bestands von Gleisquerungen hinsichtlich Bauform, Signalisierung und Ausstattung,
- eine bundesweit angelegte Analyse der Unfälle an Gleisquerungen über einen Zeitraum von sieben Jahren,
- eine Verkehrsbeobachtung sowie eine Passantenbefragung an ausgewählten Gleisquerungen in vier Städten sowie
- Sicherheitsanalysen (Plan- und Bestandsaudits) an diesen Gleisquerungen.

Für die konkrete Umsetzungs- oder Anwendungshäufigkeit einzelner Ausführungsformen von Gleisquerungen (Bauformen, Sicherung) oder dort umgesetzter Maßnahmen und verwendeter Elemente (Details zur Signalisierung, Verkehrszeichen, Markierung) ließen sich bei Städten und Verkehrsunternehmen keine detaillierten Zahlen ermitteln. Die Bestandsaufnahme zeigte jedoch, dass sich vor allem bundesweit betrachtet infolge der möglichen Kombinationen (Bauform, Signalisierung, Ausstattung) ein sehr heterogenes Bild bezüglich der Gestaltung ergibt. Ausführungen von Gleisquerungen werden primär bestimmt durch

- die Bauform (geradlinig oder mit erzwungenem Richtungswechsel) und
- die Art der Sicherung (durch Übersicht oder technisch gesichert).

Des Weiteren ist die Umsetzungspraxis gekennzeichnet durch

- unterschiedliche Formen der Signalisierung (Rot-Dunkel, Rot-Grün, Gelbblinken),
- Unterschiede bei Umfang und Ausführung von Markierungen (Piktogramme, Verkehrszeichen, Warnhinweise, flächige Einfärbung),
- einer Variationsvielfalt beim Einsatz und der Anbringung von vertikal angebrachten Warnhinweisen (Hinweisschilder) oder auch akustischen Warnungen sowie
- unterschiedliche Ausführung bei der Umsetzung einer barrierefreien Gestaltung.

Bei der baulichen Ausführung und technischen Ausstattung haben zudem die örtlichen Besonderheiten einen Einfluss auf die konkrete Ausgestaltung. In der Summe ergibt sich somit trotz Vorgaben aus Verordnungen und Entwurfsregelwerken für Gleisquerungen durch die Kombination unterschiedlichster Merkmale eine Vielfalt an Varianten in der Praxis.

Die umfassende Analyse polizeilich erfasster Unfälle aus 15 Bundesländern ergab 1.190 Unfälle zwischen Straßenbahnen und Fußgängern sowie Radfahrern in einem Zeitraum von sieben Jahren.

Darüber hinaus gehende Unfalldaten der Verkehrsunternehmen, die möglicherweise aufgrund zusätzlicher Erkenntnisse die Identifizierung weiterer Konfliktpunkte ermöglicht hätte, waren auch aufgrund einer fehlenden, einheitlichen Systematik nicht bundesweit zu ermitteln. Bei den meisten Unfällen handelt es sich um Einzelfälle an einer Gleisquerung. Lediglich an 90 Gleisquerungen hatten sich zwei oder mehr Unfälle in sieben Jahren ereignet. Hauptverursacher der Unfälle waren in der Regel die Fußgänger und Radfahrer. Tendenziell verunglücken vor allem bei den Fußgängern mehr Jugendliche, junge Erwachsene und Senioren. Besondere Auffälligkeiten, z. B. Ablenkung durch die Benutzung mobiler elektronischer Geräte, Alkoholeinfluss oder Missachtung von Lichtsignalen ließen sich anhand der Unfalldaten nicht belegen. Dies lag teilweise auch an einer uneinheitlichen Systematik sowie verbesserungsfähiger Qualität der Daten (z. B. auch bei der Verortung). Bei der Filterung der Unfallereignisse im Zusammenhang mit Kombination von Bauform, Sicherung und Lage der Gleisquerung ergaben sich nur noch einzelne Unfallereignisse je Kombination, sodass die Ableitung von prototypischen Merkmalen über die Unfallzahlen nicht möglich war. Da keine genaueren Zahlen für die Anwendungshäufigkeit bestimmter Bauformen und Sicherungsarten in der Praxis zu ermitteln waren, konnten die Ausführungsformen von Gleisquerungen auch in der Summe nicht in einen gewichteten Zusammenhang mit den Unfällen gestellt werden.

In vier Städten wurden verdeckte Verkehrsbeobachtungen (videogestützt) und Befragungen von Passanten an jeweils gleichartigen Gleisquerungen in einer Stadt im Realverkehr durchgeführt, um weitere Hinweise zu konflikträchtigen Verhaltensweisen querender Personen zu erhalten. Die Auswahl der Gleisquerungen erfolgte mit dem Ziel, eine möglichst hohe Zahl an Querungsvorgängen für vier bestimmte Typen (Kombination von Bauform und Sicherungsart) von Gleisquerungen beobachten zu können. Die objektive Bewertung erfolgte mithilfe der Post Encroachment Time (PET), einer Zeitlückenanalyse zur Bewertung der Verkehrssicherheit. Es wurden 17.431 Querungsvorgänge an 19 Standorten erfasst. 477 Fälle wurden infolge der Bewertung mit den Kriterien der PET zunächst als kritisch vermutet, da die PET maximal 2 Sekunden betrug. Bei der anschließenden detaillierten, qualitativen Analyse zeigte sich jedoch, dass selbst diese Fälle nicht als kritisch einzustufen waren. Sie standen vor allem im Zusammenhang mit dem Queren der Gleise direkt an einer Haltestelle, in der eine Straßenbahn stand und zu Beginn des Querungsvorgangs langsam anfuhr. Dabei wurde zudem in der Regel ein akustisches Warnsignal gegeben.

Teils konnten besondere Ereignisse oder Verhaltensweisen der Personen beim Queren der Gleise (z. B. Benutzung von Mobiltelefonen, Absicherung mit Blicken) nur in wenigen Fällen gesichert beobachtet werden. Dies war einerseits durch die Auflagen des Datenschutzes bedingt, da nur mit einer reduzierten Bildqualität bzw. bestimmten Bildausschnitten gearbeitet werden konnte, zeitweilig auch durch witterungsbedingte Einflüsse (starker Regen),

Es konnten dennoch typische Situationen beobachtet werden; die teils in Abhängigkeit von der Bauform der Gleisquerung, der Sicherung oder auch des querenden Verkehrsmittels sowie des Personenaufkommens waren. So gab es teilweise kurzzeitige Rückstaus bis in den Gleisbereich, gelegentlich Behinderungen (Ausweichen und kurzzeitiges Warten) bei entgegenkommenden Personen im Querungsbereich, Schwierigkeiten bei der Durchfahrt von Umlaufsperrern mit Fahrrädern oder es wurden Trampelpfade an den Absperreinrichtungen vorbei genutzt. Kritische Situationen (im Sinne einer drohenden Kollision) ergaben sich während der Beobachtung daraus in keinem Fall. Teilweise standen die beobachteten Ereignisse im Zusammenhang mit vom Straßenbahnbetrieb unabhängigen Faktoren, z. B. Rückstaus im Bereich der Querung ungesicherter Fahrbahnen des Individualverkehrs.

Ablenkende Tätigkeiten, z. B. die Benutzung mobiler elektronischer Geräte, konnten nur in wenigen Fällen gesichert beobachtet werden. Nicht alle dieser Personen wirkten abgelenkt, was infolge des beobachteten Bewegungsmusters oder Verhaltens gut festgestellt werden konnte (z. B. verzögerte Reaktionen bei Ablenkung). Bezüglich der Absicherung vor dem Queren der Gleise zeigte sich, dass ein erzwungener Richtungswechsel offenbar zu einer verstärkten Absicherung im Nahbereich der Gleisquerung führt. Hier waren bei einer großen Anzahl der Personen eindeutige Kopfbewegungen zu erkennen. Dass die Absicherung gegenüber einer geradlinigen Querung höher einzuschätzen ist, ließ sich jedoch nicht mit Sicherheit bestimmen. Zwar wurden an den geradlinigen Gleisquerungen weniger und weniger ausgeprägte Kopfbewegungen registriert. Es ist aber nicht auszuschließen, dass eine Absicherung möglicherweise bereits vor Erreichen der Gleise während des Querens der anliegenden Fahrbahn erfolgt.

Der Anteil der Personen, welche die Signalisierung an einer Gleisquerung missachteten, wird durch örtliche Parameter beeinflusst, z. B. Koordination signalisierter Furten bei anliegenden Fahrbahnen, Gruppenverhalten („Mitzieheffekte“) und Umsteige-

beziehungen. Die Quote bei der Beachtung des angezeigten Signals zeigte daher über alle Standorte betrachtet eine große Spannweite. Unterschiede in der Wirksamkeit zwischen Rot-Dunkel und Warnlicht konnten nicht beobachtet werden.

Insgesamt wurden 571 Interviews zu kritischen Situationen, persönlichem Verhalten, subjektivem Sicherheitsempfinden und Regelakzeptanz durchgeführt. Die wenigsten Befragten (ca. 28 %) hatten bereits persönlich eine gefährliche Situation mit einer Straßenbahn erlebt. Die meisten Personen (ca. 82 %) gaben aber an, dass sie sich beim Queren der Gleise sicher fühlen würden. Als maßgebender Grund für eine kritische Situation wurde in 54 % der Fälle die eigene Unachtsamkeit angegeben. Es zeigte sich auch, Sicherungsmaßnahmen wie Lichtsignale, Umlaufsperrern oder Warnhinweise erhöhen offensichtlich die Aufmerksamkeit an der Gleisquerung. Dies äußerte sich in häufigeren Nennungen dieser Elemente als sicherheitsfördernd, wenn diese an der jeweiligen Gleisquerung, an der die Befragung durchgeführt wurde, vorhanden waren. Auch die eigene Aufmerksamkeit spielte eine größere Rolle bei der Frage danach, was zu einer höheren Sicherheit beim Queren der Gleise beitragen könnte.

Gründe für ein Unsicherheitsempfinden waren ebenso mit ortsspezifischen Merkmalen verknüpft, wie die Angaben zum Sicherheitsempfinden. So wurden an den Gleisquerungen, an denen anliegende und ungesicherte Fahrbahnen gequert werden mussten, andere Verkehrsträger (Kfz, Rad) besonders häufig als Element mit Einfluss auf die persönlich empfundene Sicherheit genannt. Auch eine hohe Frequentierung der Gleisquerung durch den Radverkehr bei engen räumlichen Verhältnissen (Umlaufsperrern) führte zu derartigen Rückmeldungen.

Wird ein an der Gleisquerung angezeigtes Lichtsignal missachtet, scheint dies in der Regel bewusst zu geschehen. Dies z. B. dann, wenn nach eigener Einschätzung keine Gefahr beim Queren der Gleise besteht, da die Bahn bereits durchgefahren ist oder die Bahn nicht zu sehen ist oder wenn die Personen es eilig haben. Insgesamt scheinen sich die Personen in der Regel der Gefahren beim Queren der Gleise sehr bewusst zu sein. Dies wurde durch Kommentare im Zusammenhang mit der Frage nach der Vorrangregelung an Gleisquerungen deutlich.

Der überwiegende Teil (ca. 40 %) der Befragten gab an, beim Queren der Gleise vom Fahrrad abzustiegen. Dies deckte sich allerdings nicht mit den Beobachtungen. Dort war der Wert im Durchschnitt

geringer, wurde aber von lokalen Merkmalen beeinflusst (z. B. Umlaufsperrern und Durchfahrtbreiten). Dies deckte sich wiederum mit den Befragungsergebnissen. Bei der Befragung wurden persönliche Gründe für das Absteigen angegeben, z. B. eine eigene Unsicherheit. Auf der anderen Seite kann auch Ehrgeiz dazu führen, gerade an diesen Stellen nicht vom Fahrrad abzusteigen. Eine Rolle scheint in diesem Zusammenhang auch das Alter zu spielen, da mehr ältere Menschen (älter als 65 Jahre) angaben, abzusteigen.

Die Auditierung der untersuchten Gleisquerungen förderte nur in Einzelfällen Defizite zu Tage. So wick häufiger die Breite der Aufstellflächen vom Regemaß ab. Bei Gleisquerungen mit erzwungenem Richtungswechsel zeigten sich insbesondere bei „kurzen“ Absperranlagen häufiger Trampelpfade an den Absperrreinrichtungen vorbei. In Einzelfällen gab es Einschränkungen der Sichtdreiecke, z. B. durch Bäume, oder Asphaltaufrüche im Bereich der Einbettung der Schienen. Die Ausgestaltung mit Elementen der Barrierefreiheit war abweichend und nicht einheitlich bzw. nicht immer sachlogisch. So gab es beispielsweise Bodenindikatoren an Gleisquerungen mit Sicherung durch Übersicht, obwohl blinde und stark sehbehinderte Menschen an diesen Stellen nicht selbstständig queren können. Ein Zusammenhang zwischen Defiziten und Konflikten oder Unfällen ließ sich nicht herstellen – nicht zuletzt, weil Unfälle und relevante Interaktionen an den untersuchten Gleisquerungen äußerst seltene Ereignisse waren. Eine zusätzliche Auditierung von vier Gleisquerungen mit Unfallauffälligkeiten (mindestens drei Unfälle im gewählten Betrachtungszeitraum) ließ ebenfalls keine Gesetzmäßigkeiten in den genannten Zusammenhängen erkennen.

7.2 Empfehlungen

In der Summe aller Erkenntnisse muss festgestellt werden, dass Unfälle zwischen Fußgängern/Radfahrern und Straßenbahnen zufällige und seltene Einzelereignisse sind. Sie treten überwiegend als singuläres Ereignis an einer Gleisquerung auf. Systematische Defizite bei der Gestaltung der Infrastruktur, die zu häufigen Unfallereignissen führen könnten, waren im Rahmen dieser Arbeit nicht zu erkennen. Damit wurden bisherige Erkenntnisse, die im Rahmen dieser Arbeit ermittelt wurden, aus den wenigen bereits durchgeführten Untersuchungen zu diesem Thema bestätigt. Ein direkter Zusammenhang zwischen kritischen Situationen und der Infrastruktur konnte – nicht zuletzt wegen der geringen Anzahl an beachtenswerten Interaktionen – nicht belegt werden. Dies ist grundsätzlich positiv

herauszustellen, die bisherigen Ausführungen von Gleisquerungen grundsätzlich als sicher zu bezeichnen sind.

Dennoch lassen sich auch bei der Infrastruktur bzw. Gestaltung Verbesserungsmaßnahmen benennen. Das eigene Verhalten der querenden Personen spielt aber eine nicht unerhebliche Rolle im Zusammenhang mit Konflikten. Dies konnte zwar nicht umfassend beobachtet werden, war jedoch ein klares Ergebnis der Befragung. Die jeweils eigene Unachtsamkeit führt, sicherlich im Zusammenspiel mit weiteren Faktoren, in bestimmten Situationen zu Konflikten und im schlechtesten Fall zu einem Unfall mit u. U. schweren Folgen. Daher sind in einem Gesamtpaket auch Maßnahmen als sinnvoll zu erachten, welche die Aufmerksamkeit von Personen beim Queren von Gleisen der Straßenbahnen erhöhen und so ein sicheres Verhalten unterstützen können. Neben verhaltensbildenden Maßnahmen spielt dabei trotz nicht ermittelter direkter, systematischer Zusammenhänge auch die Infrastruktur eine Rolle, da diese durch entsprechende Gestaltung das Verhalten der Personen beeinflussen oder unterstützen kann. Wesentlich ist es, dass die beabsichtigte rechtliche Regelung (z. B. die Eigenschaft eines besonderen Bahnkörpers und die Sicherung durch Übersicht) auch vor Ort in der Gestaltung erkennbar ist, z. B. durch eine mindestens visuell deutlich wahrnehmbare Abgrenzung des besonderen Bahnkörpers, vom Gefahrenbereich unterscheidbare, ausreichend dimensionierte Aufstellflächen sowie freien und ausreichende Sichtdreiecke auf die Straßenbahnstrecke.

Trotz bestehender gesetzlicher Vorgaben und umfassender Entwurfsregelwerke besteht bundesweit betrachtet ein sehr heterogenes Bild bei der Gestaltung von Gleisquerungen über Bahnkörper der Straßenbahnen, wenn auch in einzelnen Städten überwiegend einheitliche Umsetzung erfolgt. Weitgehend einheitliche Gestaltungsrichtlinien im Sinne einer Musterlösung wären aber im Sinne einer selbst erklärenden Infrastruktur mindestens in zusammenhängenden Netzen wünschenswert, idealerweise auch darüber hinaus (bundesweit). Ansätze einer Musterlösung bestehen zwar durch Vorgaben in den Regelwerken grundsätzlich bezüglich der Bauform und der Signalisierung; teils auch bezüglich der Anordnung von Verkehrszeichen aufgrund von Verordnungen. Es besteht jedoch immer ein Ermessensspielraum, der auch durch örtliche Randbedingungen bestimmt wird. Die Bestandsanalyse im Rahmen dieses Projektes hat gezeigt, dass zusammen mit einer vorhandenen Vielfalt an gestaltungsprägenden Elementen (Hinweise, Markierungen) in

den möglichen Kombinationen eine schier unerschöpfliche Vielfalt an Varianten möglich ist. Dies erschwert die Wiedererkennbarkeit dieser Situation.

Aus den im Rahmen dieser Arbeit gewonnenen Erkenntnissen abzuleitende Empfehlungen für Maßnahmen sind im Einzelnen:

Mit **Musterlösungen** für typische Situationen, die einen umfassenderen Ansatz als bisher verfolgen, könnte die Wiedererkennbarkeit der Verkehrsanlage „Gleisquerung“ erhöht werden. Dies wäre ein Schritt zu einer selbsterklärenden Infrastruktur und könnte ein Baustein sein, um unklare Situationen und damit Konflikte zu vermeiden. Ansätze dafür finden sich beispielsweise in Großbritannien mit dem „Guidance on tramways“, aber auch in deutschen Entwurfsregelwerken. In Deutschland war speziell zum Thema ein „Handbuch Gleisquerungen“¹⁴⁶ geplant, welches bisher jedoch nicht veröffentlicht wurde. Eine größere Vereinheitlichung bei der Gestaltung von Gleisquerungen kann sich beispielsweise auf

- die Anzahl und Anordnung von Signalgebern,
- die Anordnung von Verkehrszeichen bzw. Verwendung von Hinweisschildern in Anzahl und Anbringungsort sowie
- die Verwendung von Markierungen als Verkehrszeichen, Hinweisen oder flächigen Einfärbungen

beziehen. Dabei sind geltende Vorschriften der einschlägigen und in diesem Zusammenhang geltenden Verordnungen (StVO, VwV-StVO, BOSTrab) zu berücksichtigen. Es besteht in der Regel bereits ein kontinuierlicher Austausch verschiedener Akteure auf kommunaler Ebene über die beständige Verbesserung der Sicherheit an Gleisquerungen. Im Zusammenhang mit anzustrebenden Musterlösungen könnte ein bundesweiter Erfahrungsaustausch dieses Ziel unterstützen.

Die technische Verlässlichkeit bei der Verwendung von **Lichtsignalen** an Gleisquerungen sollte weiter verbessert werden. In der Beobachtung hatte sich in wenigen Fällen gezeigt, dass die Lichtsignale aktiviert wurden, aber anschließend keine Straßenbahn vorbeifuhr. Sperrzeiten sollten auf ein möglichst geringes Maß reduziert werden; um beispielsweise lange Nachleuchtzeiten, bei denen keine Straßenbahn aus der Gegenrichtung kommt, zu vermeiden. So kann insbesondere eine für Nutzer nachvollziehbare Signalisierung zu einer besseren Akzeptanz von Lichtsignalen führen. In diesem Zusammenhang ist auch auf eine widerspruchsfreie

Signalisierung von Furten über Gleise und anliegende Fahrbahnen zu achten, um eine Verwechslungsgefahr hintereinanderliegender Lichtsignale zu vermeiden. Entsprechende Empfehlungen wurden bereits in früheren Projekten erarbeitet. Abweichende Signalbilder hintereinanderliegender Furten (z. B. Fahrbahn „Grün“, Gleisquerung „Rot“) konnten auch in diesem Projekt beobachtet werden. Es ergaben sich keine kritischen Situationen, aber eine geringe Akzeptanz des Rotsignals an der Gleisquerung. Eine „technische Aufrüstung“ muss nicht zwingend zu einer Erhöhung der Verkehrssicherheit führen. So hat sich bei bisherigen Untersuchungen gezeigt, dass der Einbau von Bodenwarnleuchten die Beachtung von Lichtsignalen nicht wesentlich beeinflusst. Die Ausstattung von Gleisquerungen mit diesen zusätzlichen Warnleuchten ist daher aus heutiger Sicht nicht erforderlich.

Das verkehrssichere Verhalten von Personen beim Queren der Gleise kann durch eine entsprechende Gestaltung aktiv unterstützt werden. Die Benutzung von Trampelpfaden an Absperreinrichtungen vorbei sollte durch eine Erweiterung der **Absperreinrichtungen** erschwert bzw. vermieden werden. Die Wirksamkeit dieser Maßnahme setzt auch voraus, dass Aufstellflächen ausreichend dimensioniert und entsprechend der verkehrlichen Nutzung und der Frequentierung bemessen und ausgeführt werden. In Zusammenhang mit der Anordnung von Absperreinrichtungen ist auch zu berücksichtigen, dass die Zugänge zur Gleisquerung für querende Personen erreichbar bleiben. Zur Verdeutlichung der Wegebeziehungen für alle Verkehrsteilnehmer und zur Erhöhung der Verkehrssicherheit für querende Personen sollten die Zuwegungen zu den Gleisquerungen über anliegende Fahrbahnen des Individualverkehrs möglichst gesichert werden. Zumindest sollten – auch aus Sicht der Barrierefreiheit – gesicherte Übergänge in ausreichenden Abständen vorhanden sein.

Die teils fehlende Übereinstimmung zwischen subjektiv und objektiv festgestellten Konfliktfaktoren bestätigte, dass die objektive **Unfallanalyse** einen wichtigen Bestandteil der Verkehrssicherheitsarbeit und Maßnahmenbildung in diesem Bereich darstellt. Allerdings ist die Datengrundlage verbesserungswürdig, um letztendlich auch die Analyse zu verbessern. Dies bezieht sich sowohl auf die polizeilichen Unfalldaten als auch auf die von den Verkehrsunternehmen erhobenen Unfalldaten. Hier sollten in weiterer Forschungsarbeit Anforderungen und konkrete Handlungsnotwendigkeiten unter-

¹⁴⁶ Federführend bearbeitet durch den Verband Deutscher Verkehrsunternehmen e. V.

sucht und benannt werden, um verbesserte Analysen zu ermöglichen und damit die Qualität der Verkehrssicherheitsarbeit zu stärken.

- So werden bei den Verkehrsunternehmen in bestimmten Fällen teilweise Daten zu Unfällen an Gleisquerungen gesammelt, die gegenüber den polizeilichen Unfalldaten zusätzliche Erkenntnisse zu Unfallursachen oder zu Konfliktpunkten ohne konkrete Unfallereignisse liefern könnten („hot spots“). Aufgrund fehlender Standards bezüglich Datenerfassung und Qualitätskontrolle von Verkehrsunfällen bei den Verkehrsunternehmen lassen sich die Unfalldaten derzeit allerdings nur sehr eingeschränkt verwerten und analysieren.
- Auch bei den polizeilichen Unfalldaten besteht Verbesserungspotenzial. So ist die Digitalisierung, die grundsätzlich die Auswertung von Unfalldaten vereinfachen kann, in den einzelnen Bundesländern unterschiedlich weit fortgeschritten. Dadurch ist beispielsweise auch die Verortung der Unfälle nicht mit der gewünschten Genauigkeit vorhanden. Zudem ist die Erfassungssystematik uneinheitlich. Daher ist bereits die Datenaufbereitung für eine zielgerichtete Analyse mit einem hohen personellen Aufwand verbunden, um die Qualität der Daten zu überprüfen und abzusichern. Hier wird dringender Handlungsbedarf gesehen, um Unfallanalysen zukünftig zu vereinfachen und die Verkehrssicherheitsarbeit damit zu stärken.

Es hat sich gezeigt, dass subjektive oder objektive Probleme an Gleisquerungen im Zusammenhang mit sehr ortsspezifischen Zusammenhängen stehen können, z. B. durch Einflüsse des Individualverkehrs oder durch die der Signalisierung über anliegende Fahrbahnen auf das Querungsverhalten. Die kontinuierliche **Verkehrssicherheitsarbeit** auch im Zusammenhang mit der Gestaltung von Gleisquerungen sollte daher konsequent weitergeführt werden, um eine zielgerichtete Analyse durchführen zu können.

- Erfahrungen aus den Audits zeigen, dass es nicht ausgeschlossen ist, dass bei der Planung von Verkehrsanlagen, einer notwendigen Anpassung im Bestand oder sich verändernder Randbedingungen (z. B. Änderungen im Verkehrsnetz) sicherheitsrelevante Defizite entstehen. Daher sollten sowohl das **Sicherheitsaudit** als auch die **Verkehrsschau** an diesen Stellen fester

Bestandteil der Verkehrssicherheitsarbeit bleiben bzw. werden. Mit diesen Maßnahmen kann eine kontinuierliche Analyse und Umsetzung von Verbesserungspotenzialen bewerkstelligt werden.

- Eine mögliche Komponente bei der Entstehung von Konflikten an Gleisquerungen ist das persönliche Verhalten von Personen, z. B. beeinflusst durch eine zunehmende Nutzung mobiler elektronischer Geräte im Straßenverkehr. Jüngere Untersuchungen lassen spürbare Auswirkungen auf die Verkehrssicherheit vermuten. Auch die Regelakzeptanz ist aus unterschiedlichen Gründen verbesserungswürdig. Neben Maßnahmen mit direktem Bezug zur Optimierung der Infrastruktur spielt hier auch die **Verkehrserziehung und Öffentlichkeitsarbeit** eine Rolle. So sollten die Gefahren durch falsches Verhalten oder ablenkende Tätigkeiten, z. B. Musikhören und Smartphonebenutzung, regelmäßig in Kampagnen und mit weiteren öffentlichkeitswirksamen Maßnahmen thematisiert werden.

Der zunehmende Anteil mobilitätseingeschränkter Menschen erfordert die Berücksichtigung **barrierefreier Lösungen** auch an Gleisquerungen. Hier ist folgender Handlungsbedarf zu nennen:

- Gleisquerungen mit Sicherung durch Übersicht sind für blinde und stark sehbehinderte Menschen nicht ohne fremde Hilfe zu benutzen. Für diese Gruppen ist eine Signalisierung erforderlich. Die Installation von akustischen und taktilen Zusatzsignalen an signalisierten Gleisquerungen macht diese für die genannten Personengruppen sicher und selbstständig nutzbar (eine entsprechende Schulung vorausgesetzt). Bodenindikatoren können die barrierefreie Nutzung weiter unterstützen. Entsprechend ausgestattete Gleisquerungen sollten in ausreichender Nähe zueinander liegen, um Umwege zu vermeiden.
- Bei der Ausstattung von Gleisquerungen mit Bodenindikatoren ist vor allem bei Querungen über Gleise des besonderen Bahnkörpers von Straßenbahnen in den einschlägigen Regelwerken nicht eindeutig geregelt. So benennt beispielsweise die DIN 32984 neben der EBO zwar auch die BOStrab als Einsatzgebiet für die empfohlenen Lösungen. Es werden jedoch für

Gleisquerungen im Zuge von Fahrbahnquerungen nur Lösungen für beschränkte und unbeschränkte Bahnübergänge im Zuge straßenbegleitender Gehwege bzw. Einsatzempfehlungen für Bahnübergänge mit Umlaufsperrern gezeigt. Ob und wenn ja wie Gleisquerungen mit Sicherung durch Übersicht abzusichern sind, wird nicht erläutert. In der Praxis finden hier in der Regel einheitliche Standards Anwendung, obwohl die Benutzung bei Sicherung durch Übersicht für die genannten Gruppen selbstständig nicht sicher zu bewerkstelligen ist. Hier sollten die vorhandenen Lücken bei einer Fortschreibung geschlossen werden.

- Insbesondere Gleisquerungen in Z-Form stellen mit der schrägen Führung über die Gleise auch bei taktilen und akustischen Hilfen eine Herausforderung für die Orientierung blinder und stark sehbehinderter Menschen dar. Diese orientieren sich einfacher in einem orthogonalen Wegesystem. Sofern kein Versatz als alternative Lösung infrage kommt, sollte die Randbereiche der Gleisquerung visuell und taktil erkennbar markiert werden.
- Der Fokus bei der Bemessung von Umlaufsperrern liegt derzeit hauptsächlich auf der Benutzung durch den üblichen Fußverkehr inkl. Rollstuhlnutzung und ggf. Radverkehr. In jüngerer Zeit erlangen Elektromobile (E-Scooter) eine zunehmende Bedeutung als Krankenfahrstuhl für eingeschränkt gehfähige Menschen. Die Elektromobile haben in der Regel teils größere Abmessungen und konstruktionsbedingt (indirekte Lenkung) einen größeren Wendekreis als Rollstühle. Bei ersten Versuchen zeigten sich in Untersuchungen Dritter mögliche Probleme bei der Benutzung von Umlaufsperrern (allerdings im Regelungsbereich der EBO). Die Regelmaße für Umlaufsperrern im Zuge von Gleisquerungen über Bahnkörper der Straßenbahnen sollten hinsichtlich der Benutzbarkeit durch diese zunehmend häufiger benutzten Krankenfahrstühle überprüft werden.
- Insbesondere gehbehinderte Menschen, die auf Hilfsmittel (Rollstuhl, Rollator) angewiesen sind, aber auch Radfahrer, sind auf eine gut begehbare und berollbare Oberflächen angewiesen. Aufbrüche in der Asphaltdeckungs im Bereich der Schienen sollten durch geeignete Maßnahmen vermieden werden, um ein Hängenbleiben an Kanten oder gar Stürze zu verhindern.

Literatur- und Quellen

Gesetze, Verordnungen und Urteile

- BDSG: Bundesdatenschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 14. Januar 2003 (BGBl. I S. 66), das zuletzt durch Artikel 10 Absatz 2 des Gesetzes vom 31. Oktober 2017 (BGBl. I S. 3618) geändert worden ist.
- BOStrab: Straßenbahn-Bau- und Betriebsordnung vom 11. Dezember 1987 (BGBl. I S. 2648), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 16. Dezember 2016 (BGBl. I S. 2938) geändert worden ist.
- BOStrab: Straßenbahn-Bau- und Betriebsordnung vom 11. Dezember 1987 (BGBl. I S. 2648), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 8. November 2007 (BGBl. I S. 2569) geändert worden ist.
- EBO: Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung vom 8. Mai 1967 (BGBl. 1967 II S. 1563), die zuletzt durch Artikel 2 der Verordnung vom 26. Juli 2017 (BGBl. I S. 3054) geändert worden ist.
- PBefG: Personenbeförderungsgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 8. August 1990 (BGBl. I S. 1690), das durch Artikel 5 des Gesetzes vom 29. August 2016 (BGBl. I S. 2082) geändert worden ist.
- SSV: Schweizerische Signalisationsverordnung vom 05.09.1979 (Stand am 15.01.2017).
- VwV-StVO: Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Straßenverkehrs-Ordnung vom 26. Januar 2001 in der Fassung vom 22. September 2015.
- Wiener Übereinkommen: Gesetz zu den Übereinkommen vom 8. November 1968 über den Straßenverkehr und über Straßenverkehrszeichen, zu den Europäischen Zusatzübereinkommen vom 1. Mai 1971 zu diesen Übereinkommen sowie zum Protokoll vom 1. März 1973 über Straßenmarkierungen. Fundstelle: BGBl. 1977 II S. 809, 811.
- OLG Koblenz, Urteil vom 13.01.2003, Aktenzeichen 12 U 461/02.
- OLG Naumburg, Urteil vom 09.12.1997, Aktenzeichen 11 U 1010/97.
- Norm DIN 32975, 2009-11: Gestaltung visueller Informationen im öffentlichen Raum zur barrierefreien Nutzung.
- Norm DIN 32984, 2011-10: Bodenindikatoren im öffentlichen Raum.
- Norm DIN 18040-3, 2014-12: Barrierefreies Bauen - Planungsgrundlagen - Teil 3: Öffentlicher Verkehrs- und Freiraum.
- Norm DIN 32981:2015-10, 30.07.2015: Einrichtungen für blinde und sehbehinderte Menschen an Straßenverkehrs-Signalanlagen (SVA) — Anforderungen.
- Norm DIN 32981, 2015-10: Einrichtungen für blinde und sehbehinderte Menschen an Straßenverkehrs-Signalanlagen (SVA) - Anforderungen.
- Normentwurf DIN 32981/A1, 2017-05: Einrichtungen für blinde und sehbehinderte Menschen an Straßenverkehrs-Signalanlagen (SVA) – Anforderungen; Änderung 1.
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e. V. (FGSV) (2002): Empfehlungen für das Sicherheitsaudit von Straßen (ESAS). Ausgabe 2002. Köln (FGSV, 298).
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e. V. (FGSV) (2003): Empfehlungen für Anlagen des öffentlichen Personennahverkehrs (EAÖ). Ausgabe 2003. Köln: FGSV Verlag (FGSV, 289).
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e. V. (FGSV) (2009): Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen (RASt). Ausgabe 2006, korrigierter Nachdruck 2009. Köln: FGSV Verlag (FGSV, 200).
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e. V. (FGSV) (2010): Empfehlungen für Radverkehrsanlagen (ERA). Ausgabe 2010. Köln: FGSV Verlag (284).
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e. V. (FGSV) (2011): Hinweise für barrierefreie Verkehrsanlagen (H BVA). Ausgabe 2011. Köln: FGSV Verlag (FGSV, 212).
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e. V. (FGSV) (2012): Empfehlungen für Verkehrserhebungen (EVE). Ausgabe 2012. Köln: FGSV Verlag (FGSV, 125).
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e. V. (FGSV) (2013a): Empfehlungen für Anlagen des öffentlichen Personennahverkehrs

Regelwerke und zugehörige Publikationen

CEN-CENELEC Guide 26, 2013-01: Bahnanwendungen - Vorbereitung auf Normen an Schienennahverkehrssysteme Planung, Bau, Herstellung, Betrieb und Instandhaltung.

(EAÖ). Ausgabe 2013. Köln: FGSV Verlag (FGSV, 289).

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e. V. (FGSV) (2013b): Merkblatt für die Durchführung von Verkehrsschauen. M DV. Köln: FGSV Verlag (FGSV, 389).

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e. V. (FGSV) (2015): Richtlinien für Lichtsignalanlagen (RiLSA). Lichtsignalanlagen für den Straßenverkehr. Ausgabe 2015. Köln: FGSV Verlag (FGSV, 321).

Office of Rail Regulation - ORR: Pedestrian Safety. Tramway Technical Guidance Note 2.

Office of Rail Regulation - ORR (2006): Guidance on Tramways. Railway Safety Publication 2.

Monographien

ANGENENDT, W.; BÖSEL, D.; BRINKMÖLLER, M.; DRAEGER, W.; LORENZ-HENNING, K.; SCHMITZ, A.; WILKEN, M. (1997a): Fußgängerfurten über Verkehrsstraßen mit Straßenbahnen in Mittellage. Forschungsbericht zu FE 77.368/93 im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr. Bonn.

ANGENENDT, W.; BÖSEL, D.; BRINKMÖLLER, M.; DRAEGER, W.; LORENZ-HENNING, K.; SCHMITZ, A.; WILKEN, M. (1997b): Fußgängerfurten über Verkehrsstraßen mit Straßenbahnen in Mittellage. Kurzbericht zu FE 77.368/93 im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr. Bonn.

BAUER, R. (1995): Verhalten an Straßenbahnüberwegen. Eine psychologische Untersuchung zur Erhöhung der Verkehrssicherheit von Fußgängern und Schienenfahrzeugen der Stuttgarter Straßenbahnen AG (SSB). Diplomarbeit. Eberhard-Karls-Universität, Tübingen. Psychologisches Institut der Fakultät für Sozial- und Verhaltenswissenschaften.

BOENKE, D.; PIAZZOLLA, A.; BELLSTEDT, T.; LEVEN, J. (2016): Untersuchung der Wirksamkeit von Bodenwarnleuchten an Stadtbahn-Gleisquerungen für Fußgänger und Radfahrer in Köln. Schlussbericht. Köln (v1_03).

FISCHER, P. (2015): Everyone walks. Understanding & addressing pedestrian safety. Pam Fischer Consultancy. New Jersey.

FREYSTEIN, H.; MUNCKE, M.; SCHOLLMEIER, P. (2008): Entwerfen von Bahnanlagen. 2. komplett überarbeitete Auflage. Hamburg: DVV Media Group.

GDV – Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V.; Unfallforschung der Versicherer (2016): Maßnahmen zur Reduzierung von Straßenbahnunfällen (Unfallforschung kompakt, 56).

GOLDENBELD, C.; HOUTENBOS, M.; EHLERS, E. (2010): Gebruik van draagbare media-apparatuur en mobiele telefoons tijdens het fietsen. Resultaten van een grootschalige internetenquête. Leidschendam: SWOV (R-2010-5).

GRIEBBACH, A.; SEILER, N.; BRANNOLTE, U.; PLANK-WIEDENBECK, U.; BAKABA, J. E.; ORTLEPP, J. (2016): Maßnahmen zur Reduzierung von Unfällen mit Straßenbahnen. Unfallforschung der Versicherer. Berlin (UDV Forschungsbericht, 37).

HÄCKELMANN, P. (1976): Steuerung des Fußgängerverkehrs an Knotenpunkten mit Lichtsignalanlage. Dissertation. Technische Hochschule, Darmstadt.

HOEFERT, C. (2012): Untersuchungen zum Verhalten von Wegbenutzern an Bahnübergängen mit Umlaufsperrern. Diplomarbeit. Technische Universität, Dresden. Verkehrssicherungstechnik.

HOEFERT, C.; SCHÖNE, E. (2012): Umlaufsperrern im Spannungsfeld zwischen Sicherheit und Barrierefreiheit. In: *EI-Eisenbahningenieur* 63 (11), S. 35–40.

HUPFER, C.; SCHILLKOWSKI, D.; GERDES, M.; WEIMANN, F.; JANSEN, T. (2008): Verbesserung der Verkehrssicherheit an Haltestellen durch LaneLights. Pilotversuch Karlsruhe - ZKM. Ergebnisbericht. Niederhorbach.

KINAST, J.; BOCH, B. (2015): Smartphone-Unfälle nehmen zu. In: *Solinger Tageblatt*, 14.12.2015 (Online-Ausgabe.). Online verfügbar unter <http://www.solinger-tageblatt.de/rhein-wupper/smartphone-unfaelle-nehmen-5958331.html>.

KORDA, C. (1998): Quantifizierung von Kriterien für die Bewertung der Verkehrssicherheit mit Hilfe digitalisierter Videobeobachtungen. In: Hartmut H. Topp (Hg.): *VIVATraffic - VideoVerkehrsanalyse in der Praxis*, Bd. 43 (Grüne Reihe, 43), S. 99–126.

KORDA, C. (1999): Quantifizierung von Kriterien für die Bewertung der Verkehrssicherheit mit Hilfe digitalisierter Videobeobachtungen. Dissertation. TU Darmstadt, Darmstadt. Verkehrsplanung und Verkehrstechnik.

LABONNEFON, V. de; PASSELAGUE, J.-M. (2015): Accidentology of Tramways. Analysis of reported events (year 2013, evolution 2004-

- 2013). Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie; Technical Office for Mechanical Lifts and Guided Transport Systems (STRMTG). Saint Martin d'Hères.
- MÖHL, S. (2018): Todesgefahr Straßenbahn Smartphone-Starrer sorgen für Verkehrschaos und Unfälle. In: *Kölner Stadt-Anzeiger*, 30.01.2018 (Online-Ausgabe). Online verfügbar unter https://www.ksta.de/ratgeber/digital/todesgefahr-strassenbahn-smartphone-starrer-sorgen-fuer-verkehrschaos-und-unfaelle-29583118?dmcid=sm_em.
- NEIDER, MARK B.; MCCARLEY, JASON S.; CROWELL, JAMES A.; KACZMARSKI, HENRY; KRAMER, ARTHUR F. (2010): Pedestrians, vehicles, and cell phones. In: *Accident Analysis & Prevention* 42 (2), S. 589–594.
- NÜBOLD, N.; SCHNEIDER, S.; ARTHO, J. (2014): Sicherheit auf Fussgängerstreifen über Gleisanlagen. Bundesamt für Strassen (Bern). Zürich.
- PARIDON H.; SPRINGER, J. (2012): Effekte von Musik per Kopfhörer auf das Reaktionsverhalten bei unterschiedlichen Verkehrsgeräuschen. In: *ZVS Zeitschrift für Verkehrssicherheit* 58 (4), S. 192–195.
- THISSEN, T. (2016): Gemeinsame Aktion gegen Unfälle mit Straßenbahn. In: *Rheinische Post*, 29.01.2016 (Online-Ausgabe). Online verfügbar unter <http://www.rp-online.de/nrw/staedte/dueseldorf/stadtteile/grafenberg/gemeinsame-aktion-gegen-unfaelle-mit-strassenbahnen-aid-1.5726613>, zuletzt geprüft am 01.02.2016.
- VAN DER HORST, R. (1990): A time-based analysis of road user behavior in normal and critical encounter. PhD Thesis. Delft University of Technology, Delft.
- WAARD, D. DE; SCHEPERS, P.; ORMEL, W.; BROOKHUIS, K. (2010): Mobile phone use while cycling: Incidence and effects on behaviour and safety 53 (1), S. 30–42.
- Weitere Veröffentlichungen**
- Bund-Länder-Fachausschuss Straßenverkehrsordnung (BLFA StVO): Verkehrssicherheit an Bahnübergängen. Leitfaden zur Durchführung von Bahnübergangsschauen.
- DEKRA e. V. (08.04.2016): Fußgänger beim Überqueren der Straße: Riskante Ablenkung durch Smartphones. Stuttgart. Wolfgang Sigloch, zuletzt geprüft am 05.09.2017.
- DESTATIS (2017): Verkehrsunfälle. Zeitreihen. Ausgabe 2016. Wiesbaden.
- DVR – Deutscher Verkehrssicherheitsrat e. V. (2017a): Verkehrssicherheitsprogramme in Deutschland. Verkehrsschau. Bonn. Online verfügbar unter <http://www.verkehrssicherheitsprogramme.de/site/detail.aspx?id=72>, zuletzt geprüft am 10.04.2018.
- DVR (2017b): "Smombie-Alarm": Ein Viertel aller Jugendlichen starrt im Straßenverkehr auf das Smartphone (2017). In: DVR-report 47 (4), S. 11.
- ka-news GmbH (18.01.2018): Gefahr am Gleis: Wie können Karlsruher Haltestellen sicherer werden? Karlsruhe. Online verfügbar unter <https://www.ka-news.de/region/karlsruhe/strassenbahnunfaelle./Gefahr-am-Gleis-Wie-koennen-Karlsruher-Haltestellen-sicherer-werden;art6066,2180385>, zuletzt geprüft am 13.04.2018. ka-news GmbH (06.06.2014): Mühlburger Tor: "Guide-Lights" warnen vor Straßenbahnen. Karlsruhe. Online verfügbar unter <https://www.ka-news.de/region/karlsruhe/Karlsruhe~/Muehlburger-Tor-Guide-Lights-warnen-vor-Strassenbahnen;art6066,1408044>, zuletzt geprüft am 13.04.2018.
- Karlsruher Verkehrsverbund GmbH (KVV): Sicherheit macht Schule. Weil Vorsicht Leben rettet. Karlsruhe. Online verfügbar unter <https://www.kvv.de/service/angebote-aktionen/sicherheit-macht-schule.html>, zuletzt geprüft am 13.04.2018.
- KIESEWETTER, B. (2015): Fußgänger mit Handy verursachen immer mehr schwere Unfälle. In: *Der Westen*, 20.12.2015 (Online-Ausgabe). Online verfügbar unter <http://www.derwesten.de/staedte/bochum/handy-ablenkung-provoziert-schwere-unfaelle-id11393566.html>, zuletzt geprüft am 30.05.2018.
- KIESEWETTER, B.; ECKARDT, M. (2015): Polizei und Bogestra warnen vor Unfällen durch Smartphones. In: *Der Westen*, 28.12.2015 (Online-Ausgabe). Online verfügbar unter <http://www.derwesten.de/staedte/gelsenkirchen/ablenkung-durch-das-handy-provoziert-unfaelle-id11413150.html>, zuletzt geprüft am 30.05.2018.
- Köhler und Taubmann GmbH (2012): Begleituntersuchung zu Unfallpräventionsmaßnahmen im Bereich der Bahnkörper-Überquerungsstellen für Fußgänger an der Haltestelle Lindenbaum. Vorher-/Nachher-Untersuchungen. Ergebnisbericht der Begleituntersuchung im Auftrag der Verkehrsgesellschaft Frankfurt am Main mbH. Frankfurt am Main.
- Kölner Verkehrsbetriebe AG; Stadt Köln: Köln steht bei Rot. Köln. Online verfügbar unter

http://www.kvb-koeln.de/german/kampagnen/koeln_steht_bei_rot.html, zuletzt geprüft am 16.09.2016. Rheinbahn AG (07.08.2014): Warnung vor Kopfhörern im Verkehrsraum – Unfallverursacher hören weder Warnsignale noch Fahrgeräusche! Düsseldorf. Online verfügbar unter <http://www.rheinbahn.de/presse/mitteilungen/Seiten/PressReportDetail.aspx?Nr=75030>, zuletzt geprüft am 25.08.2014.

Planerbüro Südstadt (2002): Fußgängerquerungen über Gleistrassen. Untersuchung im Auftrag der Kölner Verkehrs-Betriebe AG. Köln.

Stadt Düsseldorf (2018): Sicherheit an Gleisübergängen. Optische Signale. Düsseldorf. Online verfügbar unter <https://www.duesseldorf.de/verkehrsmanagement/verkehrssicherheit/sicherheit-gleisuebergaengen.html>, zuletzt geprüft am 29.05.2018.

Stadtwerke Augsburg (19.04.2016): Mehr Sicherheit für Handynutzer: Bodenampeln. Augsburg. Online verfügbar unter <https://www.sw-augsburg.de/ueber-uns/presse/detail/mehr-sicherheit-fuer-handynutzer/>, zuletzt geprüft am 12.04.2018.

Stuttgarter Straßenbahnen AG; Deutsche Verkehrswacht: Sicher zu Fuß. Eine Initiative der Stuttgarter Straßenbahnen AG und der Deutschen Verkehrswacht. Stuttgart. Online verfügbar unter <http://sicherzufuss.de/index.php>, zuletzt geprüft am 26.02.2016.