

Sicherheit an Bahnübergängen

Unfallforschung kompakt

Inhalt

Vorbemerkung	4
Anlass und Vorgehensweise	5
Infrastruktur und Unfallgeschehen	5
Ausgewählte Ergebnisse der Unfallauswertungen	7
Ergebnisse der Modellierungen	11
Detaillierte Analyse der Unfallakten der Versicherer	14
Wirksame Maßnahmen	18
Zusammenfassung und Empfehlungen	18
Quellen	19

Vorbemerkung

Vorbemerkung

An Bahnübergängen kreuzen sich zwei sehr unterschiedliche Verkehrssysteme. Nach der amtlichen Statistik ereignen sich hier bis zu 40 Prozent aller Unfälle mit Personenschaden im Eisenbahnverkehr.

Die neue Studie „Sicherheit an Bahnübergängen“ der Unfallforschung der Versicherer (UDV) zeigt, dass sich die meisten Unfälle an Bahnübergängen mit Halbschranken oder nicht technisch gesicherten Anlagen ereignen. Unfälle mit Getöteten oder Schwerverletzten werden mehrheitlich an Bahnübergängen mit technischer Sicherung registriert. Verhaltensweisen, die maßgeblich zu Unfällen führen, lassen sich in folgende Kategorien unterteilen: Mutwilligkeit, Räumungsprobleme, Unachtsamkeit sowie fehlende oder eingeschränkte Sicht bzw. Erkennbarkeit. Eine Risikobewertung eines einzelnen Bahnübergangs kann anhand einer Punktbewertung maßgebender Parameter vorgenommen werden. Dabei ist zwischen motorisierten und nichtmotorisierten Straßenverkehrsteilnehmern zu differenzieren. Zu den wirksamsten Maßnahmen zur Verbesserung der Verkehrssicherheit zählen: bauliche Trennung der Richtungsfahrbahnen durch Fahrbahnteiler oder Separatoren, Einsatz von Rotlichtüberwachungsanlagen und Einsatz technischer Gefahrenraumfreimeldeanlagen.

Weitere Ergebnisse der Studie können dem Forschungsbericht „Sicherheit an Bahnübergängen“ entnommen werden. (www.udv.de/bahnuebergang)

Anlass und Vorgehensweise

Bahnübergänge bilden besondere Kreuzungssituationen, an denen sich zwei Verkehrssysteme mit unterschiedlichen Eigenschaften und Sicherheitsphilosophien begegnen. Bahnübergangsunfälle stellen mit weniger als 0,03 Prozent (878 Unfälle mit Personenschaden) zahlenmäßig zwar nur einen sehr geringen Anteil der Gesamtunfallzahlen dar, weisen jedoch mit über 1 Prozent (55 Getötete) Anteil der im Straßenverkehr Getöteten eine überproportionale Unfallschwere auf (Statistisches Bundesamt, 2012a). Bezogen auf den Eisenbahnverkehr bilden Bahnübergänge einen Schwerpunkt im Unfallgeschehen: Zwischen 30 Prozent und 40 Prozent aller Unfälle mit Personenschäden im Eisenbahnverkehr ereignen sich an Bahnübergängen (Statistisches Bundesamt, 2012b).

In Deutschland sind Ursachen und Einflussfaktoren von Bahnübergangsunfällen bisher kaum untersucht. Seitens der Bahnbetreiber wird als Unfallursache zu 95 Prozent das Fehlverhalten des Straßenverkehrsteilnehmers angegeben. Auch im Straßenverkehr ist die Ursache der Unfälle zu 95 Prozent ein Fehlverhalten der Straßenbenutzer. Um den Einfluss von infrastrukturellen Mängeln auf das Unfallgeschehen zu ermitteln, wie es im Straßenverkehr üblich ist, hat die Unfallforschung der Versicherer (UDV) eine wissenschaftliche Untersuchung in Auftrag gegeben, bei der insbesondere Folgendes geklärt werden sollte:

- Welche Faktoren beeinflussen das Unfallrisiko an Bahnübergängen und in welchem Maße?
- Mit welchen Maßnahmen kann dieses Risiko reduziert werden?
- Lässt sich ein Modell erstellen, mit dem die Sicherheit von Bahnübergängen vergleichend bewertet werden kann?

Die ausgewählte Vorgehensweise umfasste neben einer umfassenden internationalen Recherche nach wirksamen Maßnahmen gegen Unfälle an Bahnübergängen

eine ausführliche Analyse des Unfallgeschehens in Deutschland. Darauf aufbauend wurden ein quantitatives und ein qualitatives Risikomodell erstellt und Maßnahmen abgeleitet sowie ein Bewertungsverfahren für die Sicherheit an Bahnübergängen entwickelt. Die einzelnen Arbeitsschritte können dem ausführlichen Forschungsbericht (UDV 2017) entnommen werden.

Infrastruktur und Unfallgeschehen

Das Untersuchungsgebiet umfasste die Bundesländer Baden-Württemberg, Rheinland-Pfalz und Sachsen. Infrastrukturdaten wurden anhand von Streckendatenbanken der DB Netz (2014), Eisenbahnatlas (Schweers und Wall), Schienenverkehrsstärke über das Statistische Bundesamt und von zuständigen Dienststellen der Bundesländer (für Straßendaten von klassifizierten Straßen) erhoben. Für Bahnübergänge an nicht klassifizierten Straßen wurden die benötigten Daten manuell aus Luftbildern mit Hilfe einer Geoinformationssystem-Software ermittelt. Zur Analyse des Unfallgeschehens dienten die Daten aus der Eisenbahn-Unfalluntersuchungsstelle des Bundes (EUB), die polizeilich erfassten Unfälle und Unfalldaten aus den Schadenakten ausgewählter Versicherungsunternehmen.

Die Anzahl der Bahnübergänge im Untersuchungsgebiet nach Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung (EBO) betrug 5.258. Das entspricht einem Anteil von 21 Prozent an allen Bahnübergängen bundesweit. Von allen Bahnübergängen im Untersuchungsgebiet liegen nur knapp 60 Prozent im DB-Netz und rund 40 Prozent im Netz sonstiger Betreiber. Im Weiteren wurden nur die Bahnübergänge betrachtet die im DB Netz lagen.

.....
Datenqualität
.....

Die Infrastrukturdaten der Deutschen Bahn beinhalten Angaben zu Lagekoordinaten, Sicherungsart des Bahnübergangs, Art des Weges bzw. Straßenklassifizierung und

Infrastruktur und Unfallgeschehen

Zustand der Strecke. Letztere Angabe besitzt die Ausprägungen „in Betrieb“, „stillgelegt“ und „abgebaut“. Dies ermöglichte eine entsprechende Filterung der Daten, um nur Bahnübergänge an in Betrieb befindlichen Strecken in das Untersuchungskollektiv aufzunehmen. Um sicherzustellen, dass zwischenzeitlich keine Strecke stillgelegt wurde, an welcher sich innerhalb des Untersuchungszeitraumes noch Unfälle ereigneten, wurde dieser Sachverhalt anhand einer Datenbank des Eisenbahn-Bundesamtes mit Darstellung der Streckenstilllegungen der vergangenen Jahre überprüft.

Tab. 1: Untersuchte Bahnübergänge nach EBO und Anteil der Bahnübergänge im DB-Netz (Quelle: Statistisches Bundesamt, 2010; Infrastrukturdatenbank DB)

Bundesland	Bahnübergänge im Untersuchungsgebiet			
	Alle Bahnübergänge		DB Netz	
	[-]	[%]	[-]	[%]
Baden-Württemberg	2.488	47,3	1.254	50,4
Rheinland-Pfalz	1.221	23,2	874	71,6
Sachsen	1.549	29,5	971	62,7
Insgesamt	5.258	100,0	3.099	58,9

Bei der ersten Auswertung der Luftbilder zeigte sich, dass einige Bahnübergänge nicht mehr ersichtlich oder an den zugrundeliegenden Koordinaten nicht auffindbar waren, obwohl sie in der Infrastrukturdatenbank der Deutschen Bahn noch enthalten waren. Die Gründe für den Entfall der Bahnübergänge waren nach der ersten Luftbilddatenauswertung zumeist:

- Entfall eines Bahnübergangs bei Neutrassierungen von Straßen- oder Bahnabschnitten
- Ersatz eines Bahnübergangs durch planfreie Lösungen
- Ersatzlose Aufhebung des Bahnübergangs (häufig bei Feld- bzw. Waldwegen).

In einem zweiten Schritt wurden 533 Bahnübergänge von der weiteren Betrachtung ausgeschlossen, da sie sich auf die folgenden Kategorien verteilen:

- besondere Sicherungsart (Anrufschranken, feste Abschlüsse, ...)
- Charakter einer Anschlussbahn
- identischer Standort / doppelter Datensatz
- keine Straßenparameter erhebbar
- Löschvormerkung / stillgelegt
- Nebengleis
- nicht DB (Streckennummer > 9000)
- nicht vorhanden
- nur interner Verkehr
- Privatweg (ohne öffentlichen Verkehr)
- Reisendenübergang / Zuwegung für Bahnhof.

Unfalldaten lagen grundsätzlich aus zwei verschiedenen Datenquellen vor – die der Eisenbahn-Unfalluntersuchungsstelle des Bundes (EUB) sowie die polizeilich erhobene Daten zu Straßenverkehrsunfällen (als georeferenzierten Unfalldaten, die in das Programm EUSKa eingelesen wurden). Daher wurde zunächst überprüft, ob Unterschiede hinsichtlich der erfassten Unfälle bestehen. Für diesen Vergleich sind alle relevanten 3.099 Bahnübergänge des DB-Netzes im Untersuchungsgebiet zugrunde gelegt worden. Sowohl in EUSKa als auch bei der EUB wird ein Unfall als „Unfall mit Getöteten“ geführt, wenn eine der am Unfall beteiligten Personen spätestens 30 Tage nach dem Unfall verstorben ist. Die Definition „Unfall mit Schwerverletzten“ weicht jedoch ab: Während in den EUSKa-Datenbanken ein Unfall als „Unfall mit Schwerverletzten“ gilt, sobald einer der Unfallbeteiligten stationär in ein Klinikum aufgenommen wird, gilt dies bei der Eisenbahn-Unfalluntersuchungsstelle des Bundes erst ab einer stationären Aufnahme von mindestens 15 Tagen.

Ein Vergleich der deckungsgleichen Zeiträume der Datenbanken zeigte darüber hinaus Differenzen hinsichtlich der Anzahl registrierter Unfälle insgesamt (Abb. 1). Es ist deutlich zu erkennen, dass eine erhebliche Anzahl von Unfällen nur in der EUB enthalten ist und nicht in den EUSKa-Daten. Für die weiteren Unfallauswertungen sowie die Modellierung wurde deshalb nur noch auf die EUB-Datensätze zu-

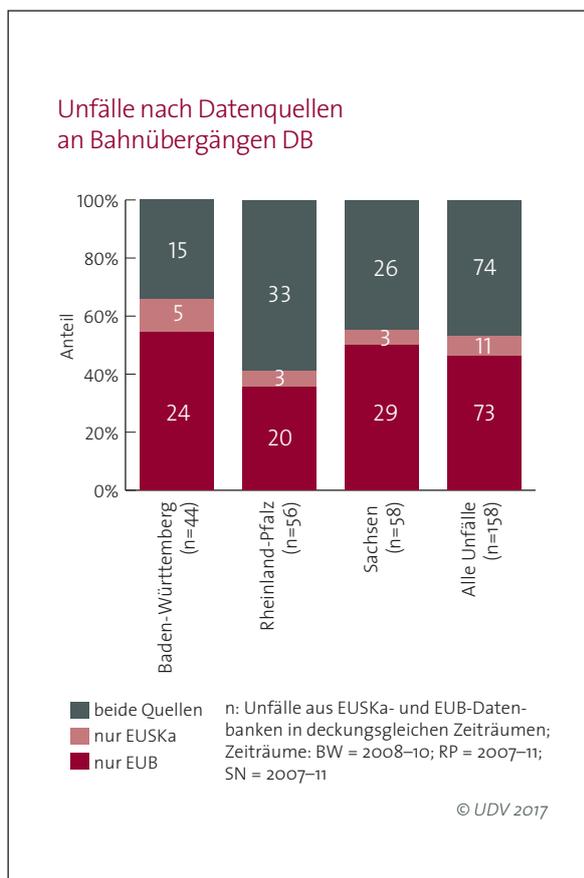


Abb. 1: Vergleich der Inhalte der Datenquellen EUSKa und EUB

rückgegriffen. Daraus resultierte schließlich ein Gesamtkollektiv von 2.566 Bahnübergängen, an denen 226 Unfälle mit Personen- und Sachschaden im Zeitraum 2005 - 2011 von der EUB registriert wurden. An 1.902 (etwa 75 Prozent) dieser Bahnübergänge konnten keine Verkehrsstärken für den Straßenverkehr direkt aus den Datenbanken entnommen werden. An 11 Bahnübergängen lagen keine Daten für die Belastungsklassen des Schienenverkehrs vor.

Die Verkehrsstärke stellt aber als Expositionsgröße eine elementare Eingangsgröße für die Erstellung des Unfallmodells dar. Daher musste das ursprüngliche Untersuchungskollektiv entsprechend angepasst werden. Zunächst wurden diejenige Bahnübergänge in die Untersuchung einbezogen, für die sowohl das Verkehrsauf-

kommen auf der Straße und Schiene vorliegen. Darüber hinaus war es möglich den Kfz-Verkehr für nicht technisch gesicherte Bahnübergänge abzuschätzen, da die Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung (§ 11 Abs. 7) eine feste DTV-Obergrenze vorsieht. Dadurch konnte eine Abschätzung des Kfz-Verkehrs für die 514 nicht technisch gesicherten Bahnübergänge erfolgen.

Schließlich standen 1.169 Bahnübergänge (Untersuchungskollektiv) für die Untersuchung zur Verfügung, an denen 110 Unfälle mit Personen- und Sachschaden in den Jahren 2005 bis 2011 von der Eisenbahn-Unfalluntersuchungsstelle des Bundes (EUB) registriert wurden. Dabei kamen 27 Personen ums Leben, 24 wurden schwer und 102 leicht verletzt.

Ausgewählte Ergebnisse der Unfallauswertungen

Die folgenden Ergebnisse der Unfallauswertungen beziehen sich auf das **Untersuchungskollektiv**.

An 95 der 1.169 Bahnübergängen kam es im Untersuchungszeitraum zu mindestens einem Unfall (Tab. 2). Die Sicherung von Bahnübergängen wird nach Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung (EBO) unterschieden in:

- nichttechnische Sicherung (durch Sichtflächen und/oder Pfeifsignale),
- Blinklicht bzw. Lichtzeichen allein,
- Blinklicht bzw. Lichtzeichen mit Halbschranken,
- Blinklicht bzw. Lichtzeichen mit Vollschranken,
- Vollschranken allein,
- Postensicherung durch Bahnmitarbeiter.

Dabei sind Blinklichter (auch in den genannten Kombinationen) im Neubau nicht mehr zugelassen, sondern nur im Bestand vorzufinden.

Ausgewählte Ergebnisse der Unfallauswertungen

Tab. 2: Bahnübergänge mit und ohne Unfälle nach Sicherungsarten

Bahnübergänge (BÜ)	Sicherungsarten								
	Vollschranken			Halbschranken		nur Lichtzeichen-anlage	Blinklicht	nicht technisch gesichert	alle Sicherungsarten
	mit Lichtzeichen	nur Vollschranke	mit Blinklicht	mit Lichtzeichen	mit Blinklicht				
ohne Unfälle	88	39	6	234	156	9	12	530	1.074
mit Unfällen	2	1	0	27	18	2	6	39	95
alle untersuchte	90	40	6	261	174	11	18	569	1.169

Etwa die Hälfte aller Bahnübergänge im Untersuchungskollektiv (569) weist keine technische Sicherung auf. Die am häufigsten verwendete technische Sicherung besteht aus Halbschranken mit Lichtzeichen, gefolgt von Halbschranken mit Blinklicht. Diese beiden Sicherungsarten (zusammengefasst als Halbschranken) stellen etwa 37 Prozent der Bahnübergänge im Untersuchungsgebiet dar. Dort haben sich insgesamt 45 Unfälle ereignet. Vollschranken waren nur an 136 Bahnübergängen (11,6 Prozent) des Untersuchungskollektivs zu finden.

 Art der Verkehrsbeteiligung

Die Verunglückten werden nach EUB in drei Gruppen unterteilt: Reisende und Triebfahrzeugführer des betroffenen Schienenfahrzeugs sowie Straßenverkehrsteilnehmer außerhalb des Schienenfahrzeugs unterteilt. Die Getöteten sind ausschließlich und die Schwerverletzten zu etwa zwei Drittel der Gruppe der Straßenverkehrsteilnehmer zuzuordnen (Abb. 2). Insgesamt wurden nahezu gleich viele Personen innerhalb und außerhalb des Schienenfahrzeugs verletzt, wobei die Insassen im Schienenfahrzeug meist nur leicht verletzt wurden.

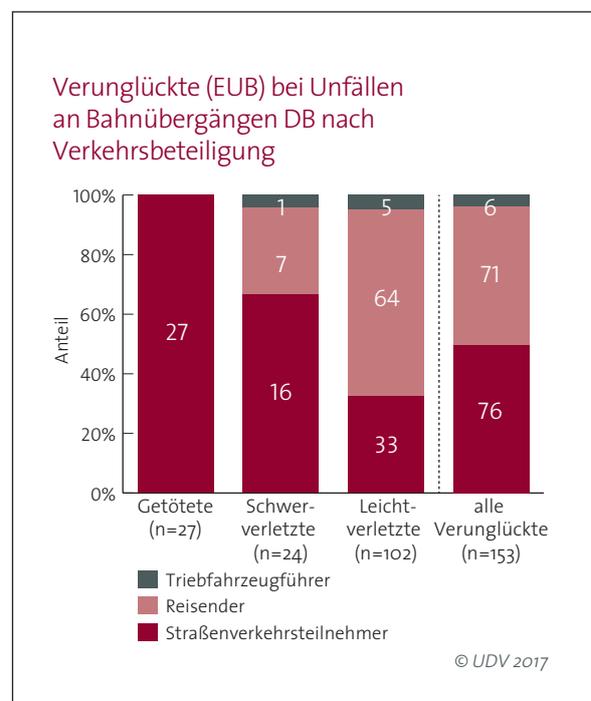


Abb. 2: Art der Verkehrsbeteiligung (EUB) bei Unfällen an Bahnübergängen DB des Untersuchungskollektivs

Ausgewählte Ergebnisse der Unfallauswertungen

Unfallursachen

Maßgebende Unfallursachen sind gemäß EUB Datenbank die Missachtung technischer Sicherungseinrichtungen (53 Prozent) sowie die Missachtung des Vorrangs des Schienenfahrzeugs (38 Prozent). 17 von insgesamt 25 der Unfälle mit Getöteten haben sich bei Missachtung vorhandener technischer Sicherungseinrichtungen ereignet.

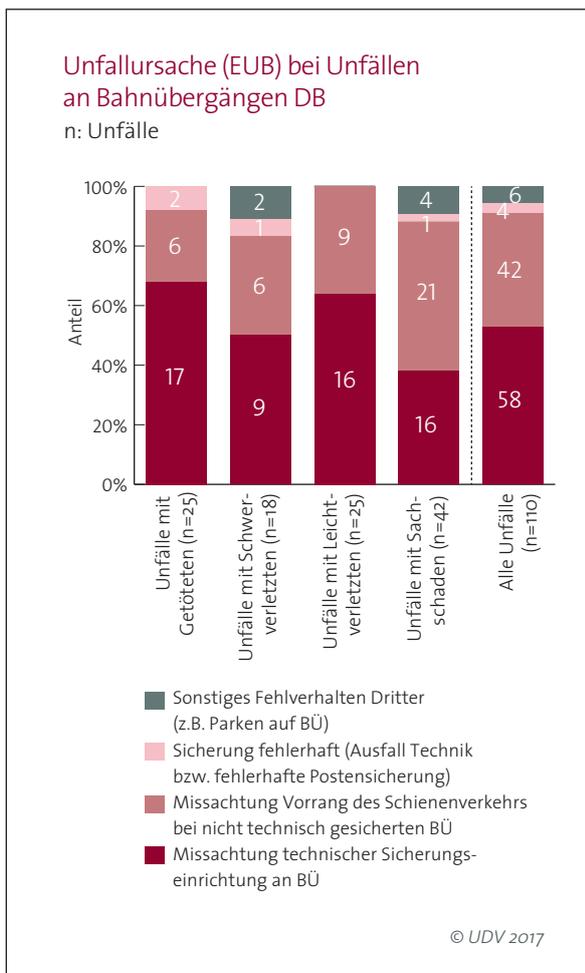


Abb. 3: Unfallursache (EUB) der Unfälle an Bahnübergängen DB des Untersuchungskollektives

Lage auf Haupt- und Nebenbahnen

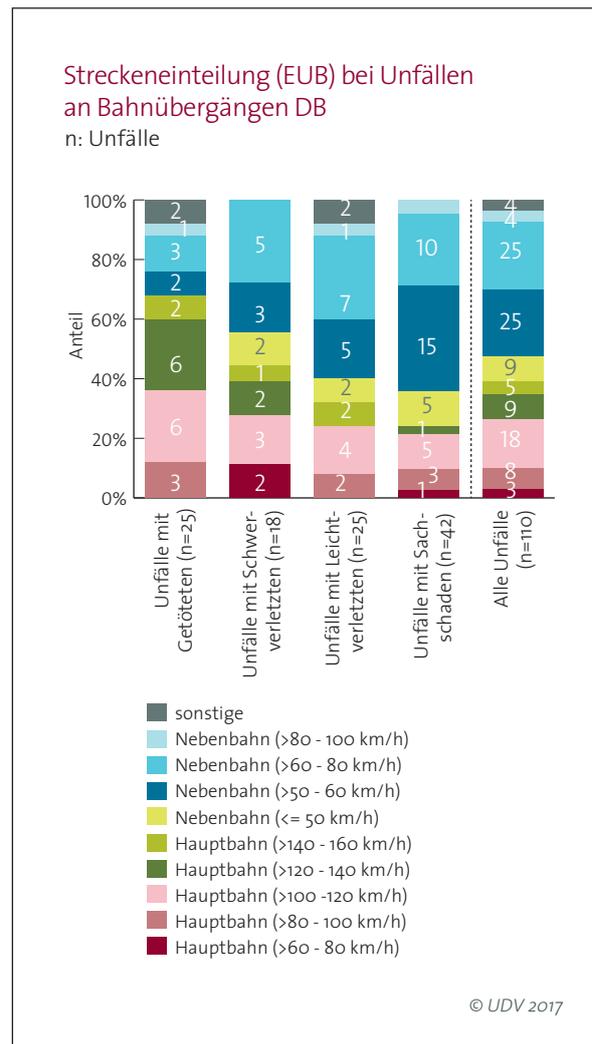


Abb. 4: Strecken (Schienenwege-Kategorie) (EUB) der Unfälle an Bahnübergängen DB des Untersuchungskollektives

Das Streckennetz der Eisenbahnen wird in Haupt- und Nebenbahnen unterteilt. Hauptbahnen stellen generell das Grundnetz dar, während Nebenbahnen der Netzerweiterung und Verbesserung der Erschließung dienen. In der EBO sind die wesentlichen betrieblichen Merk-

Ausgewählte Ergebnisse der Unfallauswertungen

male festgelegt. So sind z.B. nach § 40 EBO auf Nebenbahnen maximale Fahrgeschwindigkeiten von 80 km/h (unter technischen Bedingungen wie auf Hauptbahnen: 100 km/h) und nach § 11 EBO nichttechnisch gesicherte Bahnübergänge nur auf Nebenbahnen zugelassen. Die EUB unterscheidet ferner noch nach dem jeweiligen Geschwindigkeitsspektrum der betroffenen Strecke. „Sonstige“-Strecken stellen dabei Gleise dar, welche betrieblich nicht als Streckengleise gelten (z. B. Anschlussgleise, Nebengleise, etc.).

Unfälle mit schwerem Personenschaden treten überwiegend an Bahnübergängen von Hauptbahnen auf. Ein Grund dafür sind die höheren Zuggeschwindigkeiten und Zugzahlen im Vergleich zu Nebenbahnen. Insgesamt wurden 39 Prozent aller Unfälle auf Strecken der Hauptbahnen registriert.

Sicherungsart

46 der insgesamt 110 relevanten Unfälle mit Personen- und Sachschaden (etwa 42 Prozent) ereignen sich an nicht technisch gesicherten Bahnübergängen. Etwa genauso viele Unfälle (47 Unfälle) wurden an Bahnübergängen mit Halbschranken registriert, gefolgt von 14 Unfällen an Anlagen mit Blinklicht (ohne Schranke).

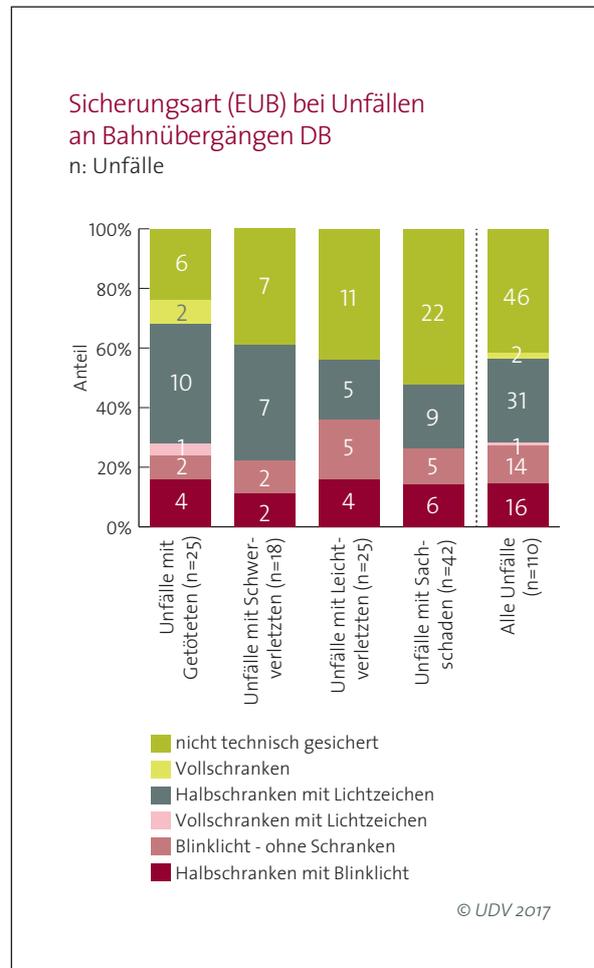


Abb. 5: Sicherungsart (EUB) der Unfälle an Bahnübergängen DB des Untersuchungskollektives

Ergebnisse der Modellierungen (quantitative und qualitative)

Straßenklassen

Die Straßenklassen an den betrachteten Bahnübergängen werden in der Datenbank nach Bundes-, Landes-, Kreis-, sonstigen Straßen mit allgemeinem Kfz-Verkehr, übrigen Straßen mit Fahrverkehr sowie Fuß- und Radwegen unterschieden. Etwa ein Drittel (35 Prozent) aller registrierten Unfälle ereignen sich an klassifizierten Straßen.

Ergänzende Ergebnisse aus dem Gesamtkollektiv

Im Gesamtkollektiv ist die häufigste Sicherungsart die technisch gesicherte Lösung „Halbschranke mit Lichtzeichen“ (35 Prozent). Nicht technisch gesicherte Bahnübergänge kommen in 22 Prozent der Fälle in Anwendung. Etwa 62 Prozent aller erfassten Unfälle waren Unfälle mit Personenschaden und bei mehr als jedem dritten dieser Unfälle wurde mindestens eine Person getötet oder schwer verletzt. 69 Prozent der Unfälle sind auf die Missachtung technischer Sicherungseinrichtungen und 21 Prozent der Unfälle auf die Missachtung des Vorrangs der Schienenfahrzeuge an Bahnübergängen ohne technische Sicherungseinrichtungen zurückzuführen. Etwa 54 Prozent der Unfälle mit Personen- und Sachschaden wurden auf den Strecken der Hauptbahn registriert.

Die meisten der Unfälle (78 Prozent) ereigneten sich an technisch gesicherten Bahnübergängen: 2 Prozent an Vollschränken, 47 Prozent an Halbschränken und 29 Prozent bei Blinklicht oder Lichtzeichenanlage. Der Anteil von klassifizierten Straßen am Unfallgeschehen betrug 25 Prozent.

Ergebnisse der Modellierungen

Für die Erstellung des quantitativen Modelles zur Berechnung von Unfällen an Bahnübergängen konnten 1.040 Bahnübergänge nach weiterer Datenbereinigung zugrunde gelegt werden, an denen 103 Unfälle mit Personen- und Sachschaden in den Jahren 2005-2011 von der EUB registriert wurden. Es wurden insgesamt acht Teilmodelle für „technisch gesicherten Bahnübergänge“ und „nicht technisch gesicherte Bahnübergänge“ erstellt. Dabei wurde zunächst nach Teilmodellen für Unfälle mit Personen- und Sachschaden U(P,S), nur Unfälle mit Personenschaden U(P) und nur Unfälle mit Sachschaden U(S) differenziert. Darüber hinaus wurde nach Teilmodellen für Bahnübergänge mit allgemeinem Fahrverkehr und Bahnübergänge an Fuß- und Radwegen unterschieden.

Tab. 3: Übersicht der Teilmodelle und zugrundeliegender Kollektive

Teilmodell	technisch gesicherte Bahnübergänge			nichttechnisch gesicherte Bahnübergänge (≤ 2.500 Kfz/24h)				
	Gesamt n = 473			Gesamt n = 567			mit Kfz ¹ n = 370	ohne Kfz ² n = 197
	U(P,S)	U(P)	U(S)	U(P,S)	U(P)	U(S)	U(P,S)	U(P,S)
Anzahl [U/7a]	59	42	17	44	23	21	34	10
Mittelwert [U/(BÜ*7a)]	0,12	0,09	0,04	0,08	0,04	0,04	0,09	0,05

¹⁾ Bahnübergänge an Straßen mit allgemeinem Fahrverkehr (≤ 2.500 Kfz/24h)
²⁾ Bahnübergänge an Fuß- und Radwegen (ohne Kfz-Verkehr)

Ergebnisse der Modellierungen

Sechs der Teilmodelle wurden vor allem wegen sehr geringer Unfallzahlen, schlechter Schätzung der Koeffizienten für die erklärenden Variablen und hoher Irrtumswahrscheinlichkeit direkt verworfen: sie waren nicht verallgemeinerungsfähig.

Für die Sicherungsarten „technisch gesicherte“ und „nicht technisch gesicherte“ Bahnübergänge konnte zusammenfassend jeweils ein Modell erstellt werden. Die Ergebnisse zeigen, dass technisch gesicherte Bahnübergänge mit Blinklicht oder Lichtzeichen im Vergleich zu Bahnübergängen mit Halbschranke ein um den Faktor 9,5 und im Vergleich zu Bahnübergängen mit Vollschranke ein um den Faktor 49 höheres Unfallrisiko aufweisen. Bahnstrecken im Zuge von technisch gesicherten Bahnübergängen mit einer zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 160 km/h weisen im Vergleich zu Strecken mit einer Höchstgeschwindigkeit von 100 km/h ein um den Faktor 3,2 höheres Unfallrisiko auf. Als maßgebende Einflussparameter auf das Unfallgeschehen an technisch gesicherten Bahnübergängen konnten die Sicherungsart, Kurvigkeit der Straße sowie zulässige Höchstgeschwindigkeit der Bahn identifiziert werden.

An nicht technisch gesicherten Bahnübergängen im Zuge von Straßen mit allgemeinem Kfz-Verkehr ist das Unfallrisiko um den Faktor 1,6 höher als bei Bahnübergängen an Fuß- und Radwegen. Wesentlichen Einfluss auf das Unfallgeschehen an diesen Bahnübergängen haben die Straßenklasse (Fuß- und Radweg oder allgemeiner Kfz-Verkehr), Straßenoberfläche sowie Entfernung zum nächsten Knotenpunkt.

Bei der Anwendung dieser Modelle sollte berücksichtigt werden, dass es wegen der sehr geringen Unfallzahlen an den untersuchten Bahnübergängen zu einer Über- bzw. Unterschätzung der gerechneten Anzahl der Unfälle je Bahnübergang kommen kann.

Qualitatives Modell

Das qualitative Modell dient der Abschätzung des kollektiven Risikos eines einzelnen Bahnübergangs unter Verwendung verschiedener Parameter. Dabei wird nach nicht-motorisierten und motorisierten Straßenverkehrsteilnehmern unterschieden. Bei den letzteren werden die Entstehungsbereiche der Risiken in Entscheidungs- und Räumungsbereich aufgeteilt. Dem Verfahren liegen vor allem umfangreiche Literaturstudien, qualifizierte Schätzungen und ergänzende empirische Untersuchungen zugrunde. Die Einflussfaktoren sind dabei: die Schienenverkehrsstärke, die Geschwindigkeit der Schienenfahrzeuge, die Sicherungsart, die Vorsperrzeit, die Straßenverkehrsstärke, die Verkehrssituation im Straßenverkehr, die Sichtverhältnisse im Straßenverkehr und das Risiko im Räumungsbereich. Das Ziel des qualitativen Modells ist die Klassifizierung des Risikos und des Wirkungsgrades der Maßnahmen, welche zur Reduzierung der Unfallzahlen durchgeführt werden können. Dies erfolgt durch Punktwerte, die den Einflussfaktoren zugeordnet werden. Aus den Punktwerten der einzelnen Parameter wurde eine Summe für „nichtmotorisierte“ und „motorisierte“ Straßenverkehrsteilnehmer jeweils berechnet, die ein Maß für das Risiko am Bahnübergang bildet. Es wurde zunächst mathematisch ermittelt, welche minimalen und maximalen aufsummierten Ergebnis-Punktwerte sich ergeben können.

Die Sichtverhältnisse sind für motorisierte Straßenverkehrsteilnehmer überwiegend als sehr schlecht einzustufen, da für aktive Bahnübergänge nicht explizit Sichtflächen freigehalten werden und daher an solchen Bahnübergängen eher von Sichthindernissen durch Bewuchs und Bebauung auszugehen ist (Punktwert: 5). Hingegen sind die Sichtverhältnisse für Fußgänger und Radfahrer überwiegend als mittel (Punktwert: 3) einzustufen, da die Sichtmöglichkeit auf die Bahnstrecke unmittelbar vor Betreten des Gefahrenbereichs auch ohne explizit freigehaltene Sichtflächen zumeist gegeben ist und somit günstigere Verhältnisse als für Fahrer herrschen.

Tab. 4: Risiko-Einstufung eines Bahnübergangs

Summe der Ergebnis-Punktwerte für Straßenverkehrsteilnehmer		risikoarm	mittleres Risiko	risikoreich
nichtmotorisiert		6 bis 13	14 bis 22	23 bis 27
motorisiert	Entscheidungsbereich	7 bis 15	16 bis 24	25 bis 34
	Räumungsbereich	1	2	3 bis 4

Der Vollabschluss schließt sowohl unbeabsichtigtes als auch beabsichtigtes Fehlverhalten weitgehend aus und kann damit als wirksamste Sicherungsart bezeichnet werden. Daher wurde diese Sicherungsart als Maßstab für die Bewertung anderer Sicherungsarten herangezogen. Daraus ergaben sich die Grenzwerte von 22 Punkten für nichtmotorisierte und von 24 Punkten für motorisierte Straßenverkehrsteilnehmer. Diese Punktwerte gelten als Obergrenze für die Einstufung des mittleren Risikos. Aus diesen Punktwerten konnte eine Risikobewertung eines Bahnübergangs aus der Sicht des nichtmotorisierten und motorisierten Straßenverkehrsteilnehmers jeweils hergeleitet werden. Diese besteht aus drei Risikostufen (Tab. 4)

Wenn der Bahnübergang eingestuft wird

- als risikoarm, besteht kein unmittelbarer Handlungsbedarf,
- als Bahnübergang mit einem mittleren Risiko, ist dieses zwar akzeptiert, es sollte jedoch eine umfassende örtliche Prüfung stattfinden, ob risikoreduzierende Maßnahmen notwendig sind,
- als risikoreich, ist der Einsatz geeigneter Maßnahmen zur Risikoreduktion angezeigt.

Wichtig für die Maßnahmenfindung ist die getrennte Betrachtung der beiden Straßenverkehrsteilnehmergruppen. Außerdem dürfen Maßnahmen zur Risikobeherrschung im Entscheidungsbereich nicht zur Kompensation des Risikos im Räumungsbereich angerechnet werden und umgekehrt.

Detaillierte Analyse der Unfallakten der Versicherer

Detaillierte Analyse der Unfallakten der Versicherer

Für die Detailanalyse wurden 108 Schadenakten zugrunde gelegt. Etwa zwei Drittel dieser Unfälle (71) sind Unfälle mit Personenschaden (Tab. 5). Dabei wurden 20 Straßenverkehrsteilnehmer getötet, 31 Menschen schwer und 128 leicht verletzt. Die meisten Leichtverletzten (74) waren Insassen der Schienenfahrzeuge, die meisten Schwerverletzten (22) waren Straßenverkehrsteilnehmer. Etwa die Hälfte dieser Unfälle ereignete sich an technisch gesicherten Bahnübergängen mit Halbschranke oder mit nur Blinklicht/Lichtzeichenanlage.

Bei den meisten Unfällen kollidierten Pkw ohne Anhänger mit einem Schienenfahrzeug. Besonders auffällig ist die relativ große Anzahl der Lkw mit Anhänger. Radfahrer und Fußgänger waren nicht beteiligt.

In vielen der untersuchten Schadenakten wurden die Kosten für den Sachschaden gutachterlich ermittelt. In den überwiegenden Fällen lagen differenzierte Kosten für die Bahn und den Straßenverkehrsteilnehmer vor. Die durchschnittlichen Gesamtkosten betragen für den Sachschaden je Unfall an Bahnübergängen mit Halbschranke etwa 218.800 Euro. Sie sind fast doppelt so hoch wie die Sachschadenkosten an nicht technisch gesicherten Bahnübergängen (Tab. 6). Besonders auffällig ist der Quotient der Sachschadenkosten zwischen Bahn und Straßenverkehrsteilnehmer. Dieser ist an Halbschranken

Tab. 5: Unfälle und Verunglückte nach Sicherungsart

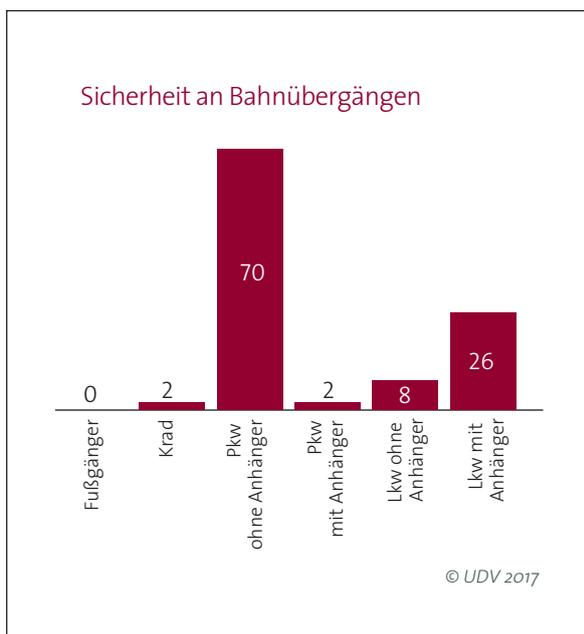
Unfallgeschehen		Unfälle und Unfallfolgen nach der Art der Sicherung untersuchter Bahnübergänge				
		Alle Sicherungsarten	Vollschranke	Halbschranke	Blinklicht oder Lichtzeichenanlage	Nicht-technisch gesichert
Anzahl der Unfälle mit Personenschaden	alle Unfälle	71	2	22	22	24
	Unfall mit Getöteten	14	0	5	6	3
	Unfall mit Schwerverletzten	21	0	6	7	8
	Unfall mit Leichtverletzten	36	2	11	9	13
dabei Verunglückte	Verunglückte insgesamt	179	4	88	38	49
	Mitarbeiter Bahn	29	2	12	4	11
	Getötete	0	0	0	0	0
	Schwerverletzte	4	0	1	0	3
	Leichtverletzte	25	2	11	4	8
	Reisende Bahn	79	1	54	8	16
	Getötete	0	0	0	0	0
	Schwerverletzte	5	0	1	0	4
	Leichtverletzte	74	1	53	8	12
	Straßenverkehrsteilnehmer	71	1	22	26	22
	Getötete	20	0	8	9	3
	Schwerverletzte	22	0	6	9	7
	Leichtverletzte	29	1	8	8	12
	Unfall mit nur Sachschaden		37	1	9	4
Unfälle insgesamt		108	3	31	26	43

Detaillierte Analyse der Unfallakten der Versicherer

Tab. 6: Kosten für den Sachschaden für die Bahn und den Straßenverkehrsteilnehmer nach Sicherungsart

Unfallkosten (ermittelter Sachschaden nach Gutachten in den Akten der Versicherer)*		Kosten des Sachschadens nach der Art der Sicherung untersuchter Bahnübergänge				
		Alle Sicherungsarten	Vollschranke	Halbschranke	Blinklicht oder Lichtzeichenanlage	Nicht-technisch gesichert
Bahn	Kosten Sachschaden insgesamt [€]	12.636.207	381.200	5.730.000	2.427.307	4.068.500
	Anzahl der Akten mit Kostenschätzung	92	1	28	22	41
	Kosten Sachschaden pro Unfall [€]	137.350	381.200	204.643	110.332	99.232
Straßenverkehrsteilnehmer	Kosten Sachschaden insgesamt [€]	2.305.250	80.000	615.500	792.500	744.950
	Anzahl der Akten mit Kostenschätzung	88	1	28	20	39
	Kosten Sachschaden pro Unfall [€]	26.196	80.000	21.982	39.625	19.101
Gesamtkosten	Kosten Sachschaden insgesamt [€]	14.941.457	530.200	6.345.500	3.219.807	4.813.450
	Anzahl der Akten mit Kostenschätzung	96	2	29	24	41
	Kosten Sachschaden pro Unfall [€]	155.640	265.100	218.810	134.159	117.401

* Kostenermittlung war nicht in allen Akten vorhanden.



mit etwa 9,3 am höchsten. Im Durchschnitt betragen die bahnseitigen Sachschadenkosten etwa das Fünffache der Sachschadenkosten, die beim Straßenverkehrsteilnehmer ermittelt werden.

Abb. 6: Kollisionsgegner des Schienenfahrzeugs

Detallierte Analyse der Unfallakten der Versicherer

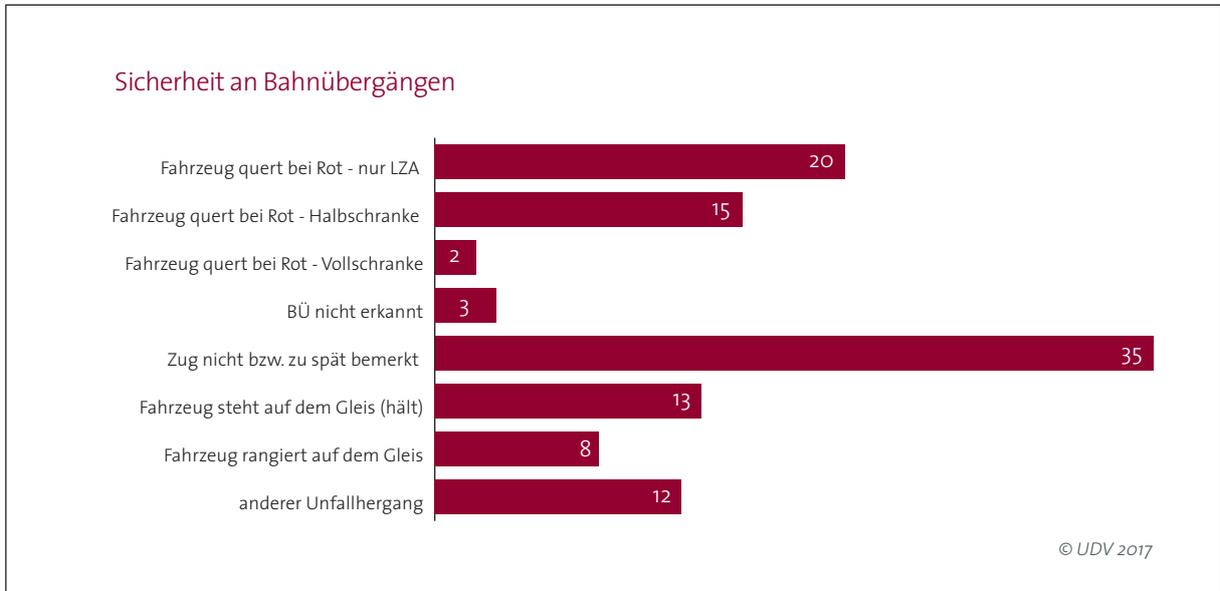


Abb. 7: Unfallhergänge aus Schadenakten

Aus den Angaben in den Schadenakten konnte der Unfallhergang in vielen Fällen rekonstruiert werden (Abb. 7). In den meisten Fällen sind es Rotüberfahrten an technisch gesicherten Bahnübergängen (Abb. 8 und Abb. 9). An nicht technisch gesicherten Anlagen wurde der Zug überwiegend nicht bzw. zu spät bemerkt (Abb. 10).

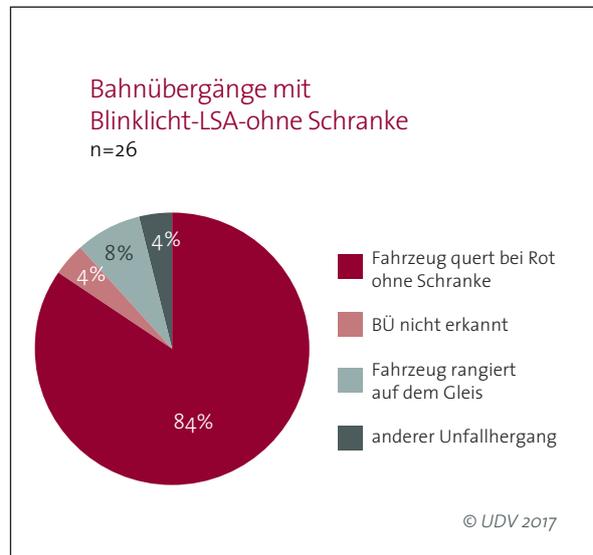
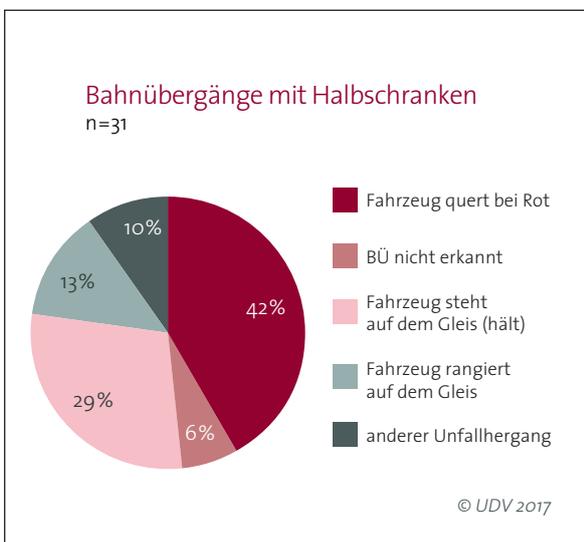


Abb. 9: Unfallhergänge an Bahnübergängen mit Blinklicht oder Lichtzeichenanlage

◀Abb. 8: Unfallhergänge an Bahnübergängen mit Halbschranken

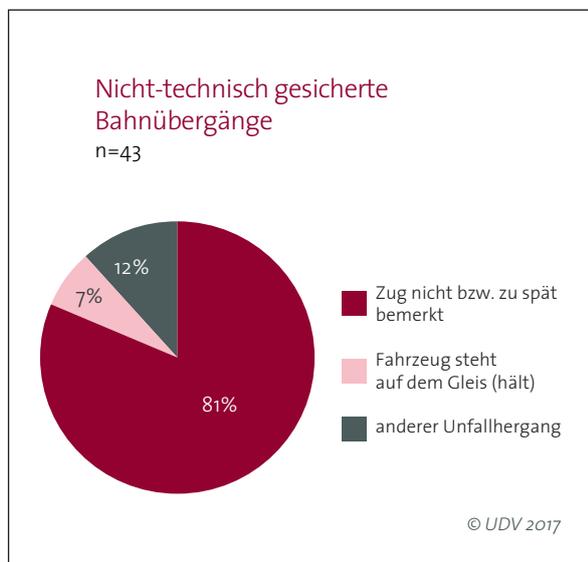


Abb. 10: Unfallhergänge an nicht-technisch gesicherten Bahnübergängen

Anhand der Unfallhergänge konnten folgende typische Verhaltensweisen und Einflussparameter festgehalten werden, die die Unfälle begünstigt haben.

Mutwilligkeit

Hier handelt es sich um Pkw- oder Lkw-Fahrer, die mutwillig die bereits geschlossene Schranke umfahren oder bei ROT das Gleis überquert haben. Die Rotlichtmissachtung an Bahnübergängen mit Halbschranken oder mit nur Blinklicht/Lichtzeichen wurde am häufigsten festgestellt. So steht beispielsweise in einer Schadenakte „Pkw fährt an wartenden Fahrzeugen vorbei und umfährt die geschlossene Halbschranke und wird vom Zug erfasst.“

Räumungsprobleme

Diese Probleme treten überwiegend an Bahnübergängen mit Halbschranken und an nicht technisch gesicherten Bahnübergängen auf. Besonders betroffen sind hier Lkw mit Anhänger, die im Gleisbereich standen, bevor die Halbschranke aktiviert wurde. Häufige Gründe hierfür sind: Rangieren auf dem Gleis, zusätzliche Manöver nach falschem Abbiegen oder wegen der Schleppkurve, Staubildung oder Unterschätzen der Fahrzeuglänge durch den Lkw-Fahrer beim Überqueren der Gleise.

Unachtsamkeit

Hier handelt es sich um Pkw und Lkw insbesondere an nicht technisch gesicherten Bahnübergängen, die grundsätzlich den Bahnübergang wahrnehmen und trotzdem nicht auf den Vorrang des Schienenfahrzeuges achten. In einigen Fällen werden folgende Gründe für das Missachten der Vorfahrt des Schienenfahrzeugs genannt: Zug wurde spät bemerkt, Fahrzeug bremst und kommt zu spät zum Stehen oder Warnsignal überhört. An Bahnübergängen mit Halbschranken sind es vor allem Fahrzeuge, die sich wegen Kontrollverlust des Fahrers über sein Fahrzeug oder Übersehen des Bahnübergangs im Gleisbereich befanden, bevor die Schranke geschlossen wurde, so dass sie anschließend vom Zug erfasst wurden.

Sicht und Erkennbarkeit

In diesen Fällen handelt es sich teilweise um Fahrer, die wegen ungünstiger Straßengestaltung (kleiner Kurvenradius, kleine Straßenbreite, geringe Sichtweite) im Begegnungsfall im Gleisbereich warten mussten und danach vom Zug erfasst wurden. In einigen Fällen hat der Fahrer das Rotlicht z.B. wegen Sonnenblendung übersehen und kollidierte mit dem fahrenden Zug (seitlich).

Wirksame Maßnahmen

Es wurde eine Vielzahl von Maßnahmen bewertet, die zur Risikobeherrschung oder Risikoreduzierung an einem Bahnübergang beitragen können. Dabei wurde unterschieden nach Maßnahmen, die ihre Wirkung im Entscheidungsbereich vor dem Bahnübergang und/oder im Räumungsbereich nach dem Bahnübergang entfalten. Bei der Bewertung wurden die Investitionskosten und Betriebskosten soweit möglich berücksichtigt. Die folgenden Maßnahmen stellen Lösungen dar, die dazu geeignet erscheinen, die häufig festgestellten Verhaltensweisen, die zu Unfällen an den untersuchten Bahnübergängen geführt haben, deutlich zu reduzieren. Sie haben sich im In- und Ausland bereits als wirksam erwiesen.

Bauliche Trennung der Richtungsfahrstreifen durch Fahrbahnteiler oder Separatoren

Sie führt zu einer starken Reduzierung (70 - 90 Prozent) des Umfahrens von Halbschranken, erhöht die Aufmerksamkeit des Kraftfahrzeugführers und die Verkehrssicherheit im Entscheidungsbereich.

Rotlichtüberwachung durch Rotlichtkameras

Sie führt zu einer starken Reduzierung von absichtlichen Missachtungen des ROT-Signals an technisch gesicherten Bahnübergängen, insbesondere an denen mit nur Blinklicht/Lichtzeichen (ohne Schranke). Mit dieser Maßnahme lassen sich Umfahrungen der Halbschranken um bis zu 80 Prozent deutlich reduzieren. Die Verkehrssicherheit lässt sich dadurch im Entscheidungsbereich verbessern.

Technische Gefahrenraumfreimeldung

Mit dieser Maßnahme wird die Fahrt des Schienenfahrzeugs erst zugelassen, wenn der Gefahrenbereich freigegeben wurde. Damit können Kollisionen mit stehend gebliebenen Fahrzeugen (z.B. durch Rückstaus, Kontrollverlust des Fahrers und noch nicht abgeschlossene Manöver) im Räumungsbereich nahezu vollständig ausgeschlossen werden (SELCAT, 2008). Die heute zugelassenen Techniken weisen ein deutlich höheres Sicherheitsniveau auf, technische Fehlfunktionen sind vernachlässigbar.

Zusammenfassung und Empfehlungen

Im Rahmen des abgeschlossenen Forschungsvorhabens konnten 1.169 Bahnübergänge mit vollständig brauchbaren Infrastruktur- und Unfalldaten untersucht werden. Die Unfallanalyse zeigt, dass sich die meisten Unfälle an Bahnübergängen mit Halbschranken oder nicht technisch gesicherten Anlagen ereignen. Unfälle mit Getöteten oder Schwerverletzten werden mehrheitlich an Bahnübergängen mit technischer Sicherung registriert. Eine detaillierte Auswertung von 108 Schadenakten der Versicherer zeigt, dass die Verhaltensweisen, die zu Unfällen führen, in folgenden Kategorien unterteilt werden können: Mutwilligkeit, Räumungsprobleme, Unachtsamkeit sowie Sicht bzw. Erkennbarkeit.

Eine Vorhersage von Unfällen an Bahnübergängen ist für praktische Zwecke nicht realistisch, da es wegen der sehr geringen Anzahl der Unfälle (Mittelwerte) zu einer starken Über- bzw. Unterschätzung der Unfälle kommen kann. Eine Risikoabschätzung eines einzelnen Bahnübergangs anhand einer Punktbewertung maßgebender Parameter, die die Entstehung von Unfällen begünstigen können, kann zielführend sein. Die vorgeschlagene Risikobewertung unterscheidet zwischen nichtmotorisierten und motorisierten Straßenverkehrsteilnehmern. Für

die letztere Gruppe wird zusätzlich nach Entscheidungsbereich vor dem Bahnübergang und Räumungsbereich nach dem Bahnübergang differenziert. Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurde eine Vielzahl von Maßnahmen untersucht.

Die wirksamste Methode zur Vermeidung von Unfällen an Bahnübergängen ist deren Rückbau und Ersatz durch Unter-/Überführungen. Aber auch durch den Einsatz von Vollschränken kann bereits ein effektiver Beitrag zur Verkehrssicherheit geleistet werden. Alle anderen Bahnübergänge mit Halbschränken oder Lichtzeichenanlagen sind deutlich unsicherer. Hier werden zumindest Maßnahmen empfohlen, die zu einer teilweisen Reduzierung des Unfallrisikos beitragen. Dazu zählen:

- bauliche Trennung der Richtungsfahrstreifen durch Fahrbahnteiler oder Separatoren,
- Einsatz von Rotlichtüberwachungsanlagen,
- Einsatz technischer Gefahrenraumfreimeldeanlagen.

Unfallauffällige nicht technisch gesicherte Bahnübergänge sollten grundsätzlich mindestens mit einer Lichtzeichenanlage gesichert und ggf. mit Rotlichtüberwachung ausgestattet werden. Ob, wie vielfach gefordert, für nicht technisch gesicherte Bahnübergänge anstelle des Andreaskreuzes (Zeichen 201) ein Stopp-Schild (Zeichen 206) den gewünschten Effekt erzielt, dass Kraftfahrer vor dem Übergang anhalten, müsste eine Feldstudie belegen.

Grundsätzlich sollten alle Maßnahmen das Ziel haben, das Queren eines Bahnübergangs rechtzeitig zu unterbinden, sobald sich ein Schienenfahrzeug nähert. Zudem sollte der Bahnübergang so überwacht werden, dass eine entsprechende Meldung an das Schienenfahrzeug gesendet werden kann, wenn der Bahnübergang nicht rechtzeitig geräumt wird. Dies ist derzeit jedoch nur mit einer Vollschanke wirksam realisierbar.

Es sollten Pilotprojekte initiiert werden, um die Wirksamkeit der vorgeschlagenen Maßnahmen an Bahnübergängen in Deutschland zu evaluieren. Hierfür ist eine konstruktive Zusammenarbeit zwischen den beiden

Baulastträgern von entscheidender Bedeutung. Darüber hinaus können geeignete Kampagnen zur Sensibilisierung der Straßenverkehrsteilnehmer einen zusätzlichen Beitrag leisten.

Quellen

Hantschel, Hoefert et al. (2012): Sicherheit an Bahnübergängen; im Auftrag von Unfallforschung der Versicherer, Schlussbericht, Berlin 2017

DB Netz (2011): Bahnübergänge im Spiegel der Statistik 2010. Frankfurt/Main, 2011.

DB Netz (2014): Streckendatenbank Stredax. URL: <http://stredax.bahn.de>, abgerufen im Zeitraum Januar 2014 bis April 2014

EBO (2008): Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung vom 8. Mai 1967 (BGBl. 1967 II S. 1563), zuletzt geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 19.03.2008 (BGBl. I S. 467).

Eisenbahn-Unfalluntersuchungsstelle des Bundes (1999): Anordnung A 21 00 00 der EUB vom 15. November 1999.

Federal Railroad Administration (2009): North Carolina "Sealed Corridor" Phase I, II, and III Assessment, Washington D.C., 2009.

Schweers und Wall (2011): Eisenbahnatlas Deutschland (8. Auflage). Köln, 2011.

Statistisches Bundesamt (2012a): Verkehrsunfälle 2011, DESTATIS, Fachserie 8, Reihe 7. Wiesbaden, 2012.

Statistisches Bundesamt (2012b): Betriebsdaten des Schienenverkehrs (mit Daten zur Schienennetzfrequentierung) 2011, DESTATIS, Fachserie 8, Reihe 2.1. Wiesbaden, 2012.

Notizen

A large grid of small dots, intended for taking notes. The grid consists of approximately 25 columns and 35 rows of dots, providing a structured space for handwritten text.

Notizen

A large grid of small dots, intended for taking notes.

Notizen

A large grid of small dots for taking notes, consisting of 20 columns and 30 rows of dots.



Gesamtverband der Deutschen
Versicherungswirtschaft e.V.

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

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

unfallforschung@gdv.de
www.udv.de
www.gdv.de

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

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

Gestaltung:
pensiero KG, www.pensiero.eu

Bildquellen:
Titelbild: Fotolia (Miredi)

Erschienen: 06/2017



Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V.

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

Tel.: 030/20 20 - 50 00, Fax: 030/20 20 - 60 00
www.gdv.de, www.udv.de