



Eisenbahn-Bundesamt

EBA Forschungsbericht  
2019-04

# Analyse Optimierungspotential Bahnübergangssicherung

Anlagenband



EBA Forschungsbericht 2019-04  
Projektnummer 2017-I-2-1217

# Analyse Optimierungspotential Bahnübergangssicherung

Anlagenband

von

Jenny Oelsner  
CERSS Kompetenzzentrum Bahnsicherungstechnik, Dresden

Jens Buder  
Professur für Verkehrssicherungstechnik / Technische Universität Dresden, Dresden

Im Auftrag des Eisenbahn-Bundesamtes

# Impressum

## HERAUSGEBER

Eisenbahn-Bundesamt

Heinemannstraße 6

53175 Bonn

[www.eba.bund.de](http://www.eba.bund.de)

## DURCHFÜHRUNG DER STUDIE

CERSS Kompetenzzentrum Bahnsicherungstechnik Bernhardstraße 77

01187 Dresden

Technische Universität Dresden

Professur für Verkehrssicherungstechnik

01062 Dresden

## ABSCHLUSS DER STUDIE

Februar 2019

## REDAKTION

Eisenbahn-Bundesamt

Roland Pelikan, Tobias Sieberichs, Referat 21

Karl Kammel, Referat 22, Sg 226

Deutsches Zentrum für Schienenverkehrsforschung Ariane Boehmer

## PUBLIKATION ALS PDF

<https://www.dzsf.bund.de/Forschungsergebnisse/Forschungsberichte>

ISSN 2627-9851

[doi: 10.48755/dzsf.210020.01-a](https://doi.org/10.48755/dzsf.210020.01-a)

Bonn, Dezember 2019

## **Inhaltsverzeichnis**

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>A.1 Abgleich mit vorhandenen Daten</b> .....	<b>8</b>
2.1	Vorhandene Datenquellen .....	8
2.1.1	DESTATIS .....	8
2.1.2	Common Safety Indicators (CSI) .....	13
2.1.3	Unfalldatenbank der BEU.....	20
2.1.4	Vergleich der Datenbanken.....	28
<b>3</b>	<b>A.2 Vorschlag zur Aufnahme von Bahnübergangsunfällen nach [7]</b> .....	<b>31</b>
<b>4</b>	<b>A.3 Risikobetrachtung (nicht öffentlich)</b> .....	<b>32</b>
<b>5</b>	<b>A.4 Aufwands-Nutzen-Abschätzung</b> .....	<b>33</b>
<b>6</b>	<b>A.5 Nutzwertanalyse für nichttechnisch gesicherte BÜ</b> .....	<b>34</b>
<b>7</b>	<b>A.6: Nutzwertanalyse für technisch gesicherte BÜ mit Lichtzeichen</b> .....	<b>35</b>
<b>8</b>	<b>A.7 Nutzwertanalyse für technisch gesicherte BÜ mit Lichtzeichen und Halbschranken</b> .....	<b>36</b>
<b>9</b>	<b>A.8 Nutzwertanalyse für technische Gefahrenraumfreimeldung</b> .....	<b>37</b>
<b>10</b>	<b>A.9 Regelwerksanpassungen der Ril 815 bei Rundumleuchte als Ersatzeinrichtung</b> .....	<b>38</b>
<b>11</b>	<b>A.10 Modifizierte Nutzwertanalyse für Top-Optimierungsmaßnahmen</b> .....	<b>39</b>
	<b>Abkürzungsverzeichnis</b> .....	<b>40</b>
	<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	<b>41</b>
	<b>Tabellenverzeichnis</b> .....	<b>42</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>43</b>



## **1 Einleitung**

Dieses Dokument beinhaltet integriert alle öffentlichen Anhänge zum Forschungsbericht *„Analyse Optimierungspotential Bahnübergangssicherung“*.

## 2 A.1 Abgleich mit vorhandenen Daten

In diesem Kapitel werden aktuell verfügbare Daten zu den Themenbereichen Anlagenbestand und Unfälle an Bahnübergängen (BÜ) ausgewertet. Ziel ist es, eine notwendige Datengrundlage für die in Kapitel 3 des Abschlussberichts definierte Formel 3 zu eruieren.

### 2.1 Vorhandene Datenquellen

Öffentlich zugängliche Daten zum Anlagenbestand und zur Unfallstatistik sind:

- DESTATIS: Betriebsdaten des Schienenverkehrs – Fachserie 8 Reihe 2.1 des Statistischen Bundesamts [1],
- Common Safety Indicators ausgewiesen in der ERAIL Datenbank (European Railway Accident Information Links) [2].

Zudem wurde durch das Eisenbahn-Bundesamt eine Auswertung der Unfalldatenbank der Bundesstelle für Eisenbahnunfalluntersuchung (BEU) [3] zur Verfügung gestellt.

Nachstehend werden die genannten Datengrundlagen hinsichtlich ihrer Verwendbarkeit für eine quantitative Gesamtrisikoaanalyse für Bahnübergänge analysiert.

#### 2.1.1 DESTATIS

Die Fachserie Betriebsdaten des Schienenverkehrs [1] wird jährlich durch das Statistische Bundesamt veröffentlicht. In der aktuellsten verfügbaren Version werden Daten des Jahres 2015 veröffentlicht.

##### 2.1.1.1 Anlagenbestand BÜ

Diese Statistik enthält die Anzahl von höhengleichen Bahnübergängen (in Summe 23.505 Stück) aufgeteilt auf die Bundesländer sowie auf die Art der kreuzenden Straße (siehe Abbildung 1). Die Bahnübergangsinfrastrukturdaten werden bei der Fachserie Betriebsdaten des Schienenverkehrs [1] für den Bereich der Eisenbahnbetriebsordnung (EBO) akkumuliert.

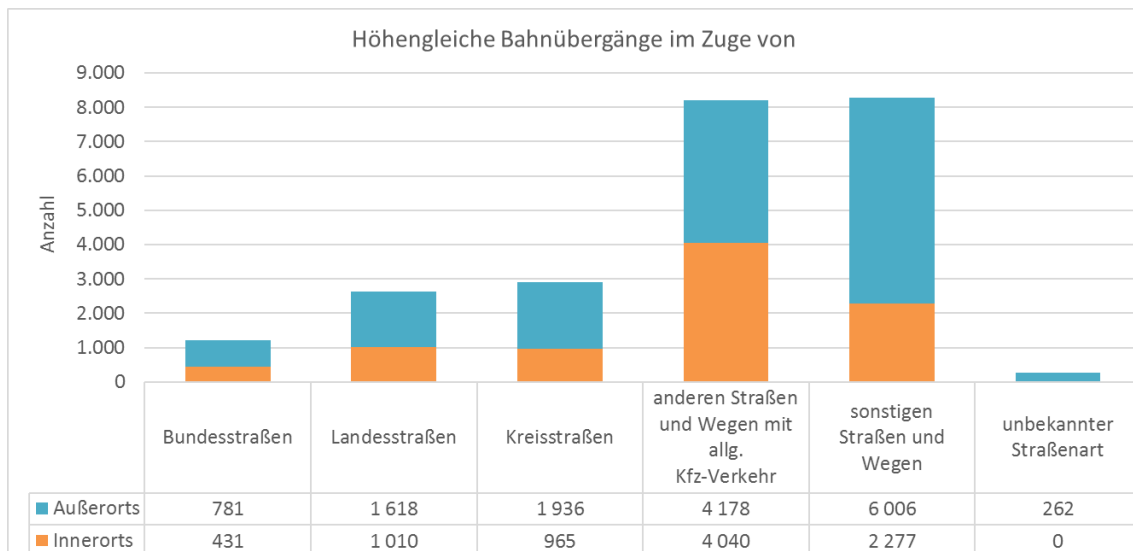


Abbildung 1: Anlagenbestand BÜ 2015, aufgeteilt auf die Art der kreuzenden Straße [1]

##### 2.1.1.2 Aufteilung BÜ auf Sicherungsarten

Des Weiteren liefert [1] eine Aufteilung der Sicherungsarten aller angeführten 23.505 Bahnübergänge (siehe Abbildung 2). Somit sind 56,65 % (13.315) aller vorhandenen Bahnübergänge mit einer technischen Sicherung ausgestattet.



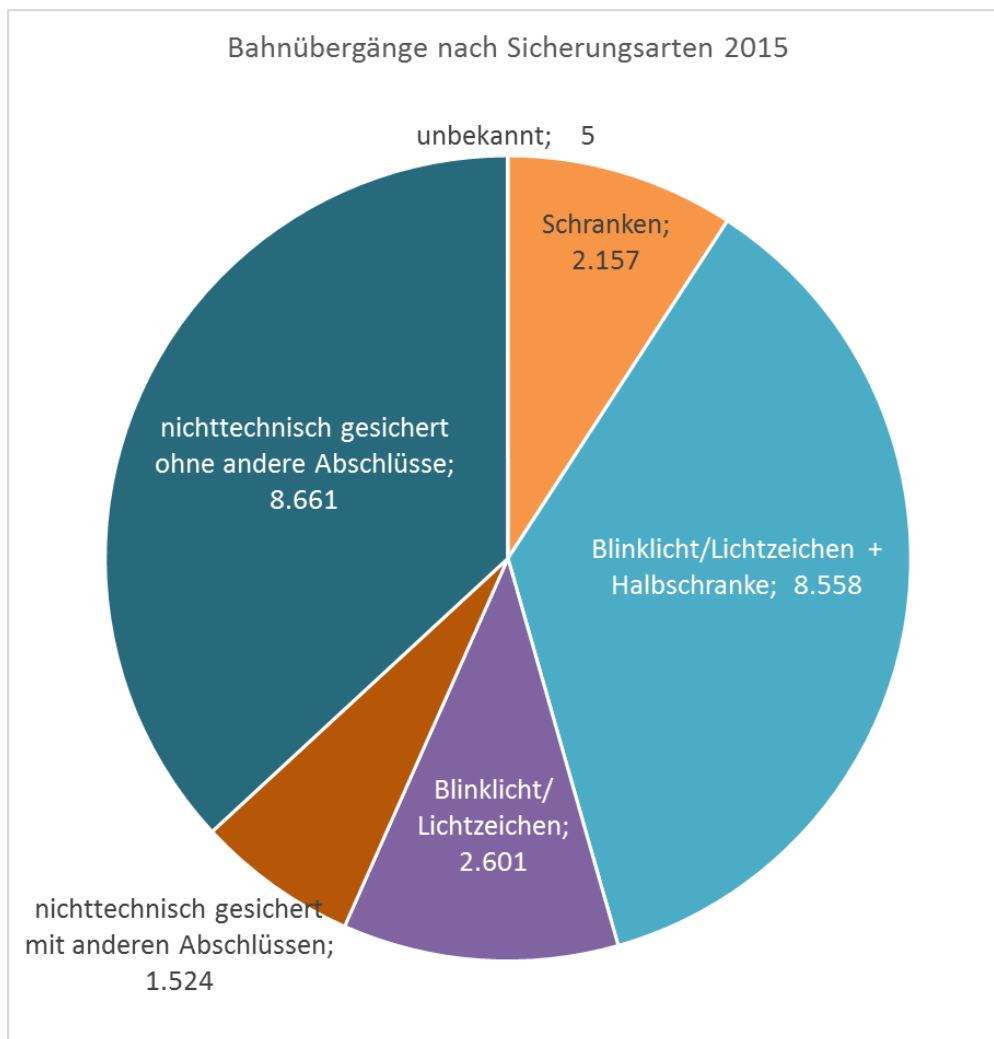


Abbildung 2: Anlagenbestand BÜ nach Sicherungsarten [1]

### 2.1.1.3 Unfalldaten am BÜ

Bezüglich der Unfalldaten an Bahnübergängen liefert [1] eine Auflistung der Anzahl aller gemeldeten „Zusammenpralle mit Wegebenutzern“ mit Personenschaden der Jahre 2010 bis 2015 (siehe Abbildung 4). Diese Statistik unterscheidet die Unfälle weiterhin hinsichtlich der Anzahl von:

- Getöteten und
- Verletzten

sowie in den Kategorien

- Reisende,
- Bahnbedienstete und
- Bahnfremde (siehe Abbildung 5 und Abbildung 6).

Es ist zu beachten, dass der Begriff „Wegebenutzer“ und „Bahnfremder“ gleichzusetzen ist mit der in diesem Bericht verwendeten Bezeichnung „Straßenverkehrsteilnehmer“.

Die Zahl der getöteten Personen bei einem Zusammenprall am Bahnübergang ist über den Fünfjahreszeitraum gesehen annähernd konstant. Im Median der Jahre 2004 – 2015 sterben 52 Personen jährlich durch einen Unfall am BÜ.

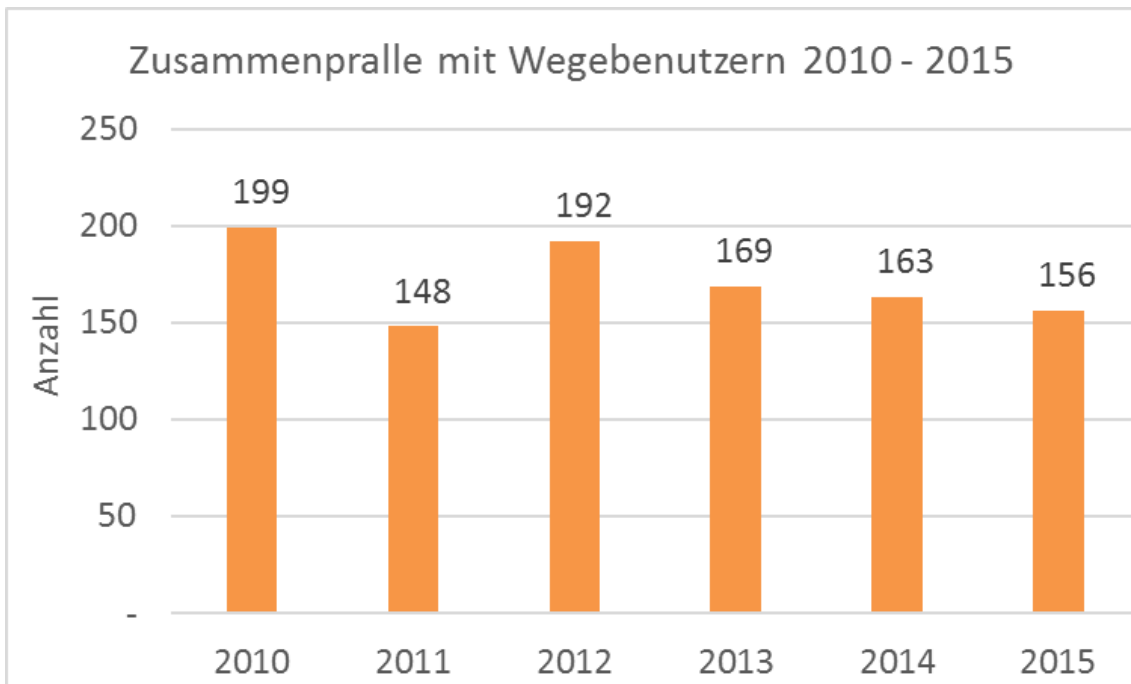


Abbildung 3: Anzahl der Zusammenpralle mit Wegebenutzern [1]

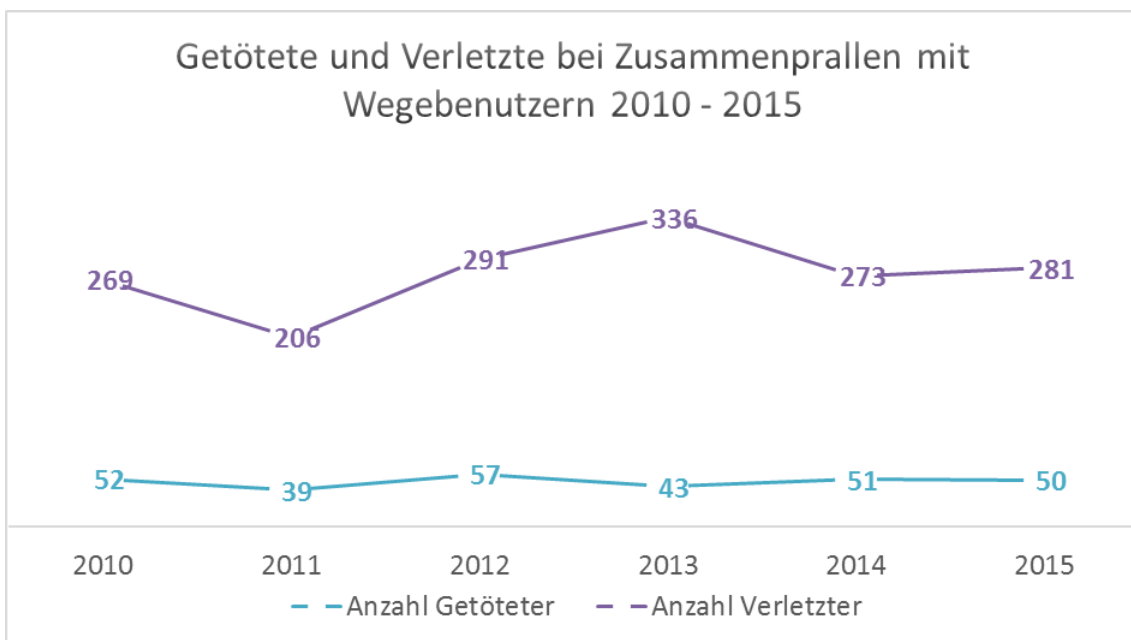


Abbildung 4: Anzahl Getöteter und Verletzter bei Zusammenprallen mit Wegebenutzern [1]

Der Vergleich von Abbildung 5 und Abbildung 6 verdeutlicht, dass das Schadensausmaß für einen Bahnfremden (d. h. Straßenverkehrsteilnehmer) deutlich größer ist als für Bahnbedienstete (z. B. Triebfahrzeugführer) und für Reisende (d. h. Passagiere im Schienenfahrzeug).

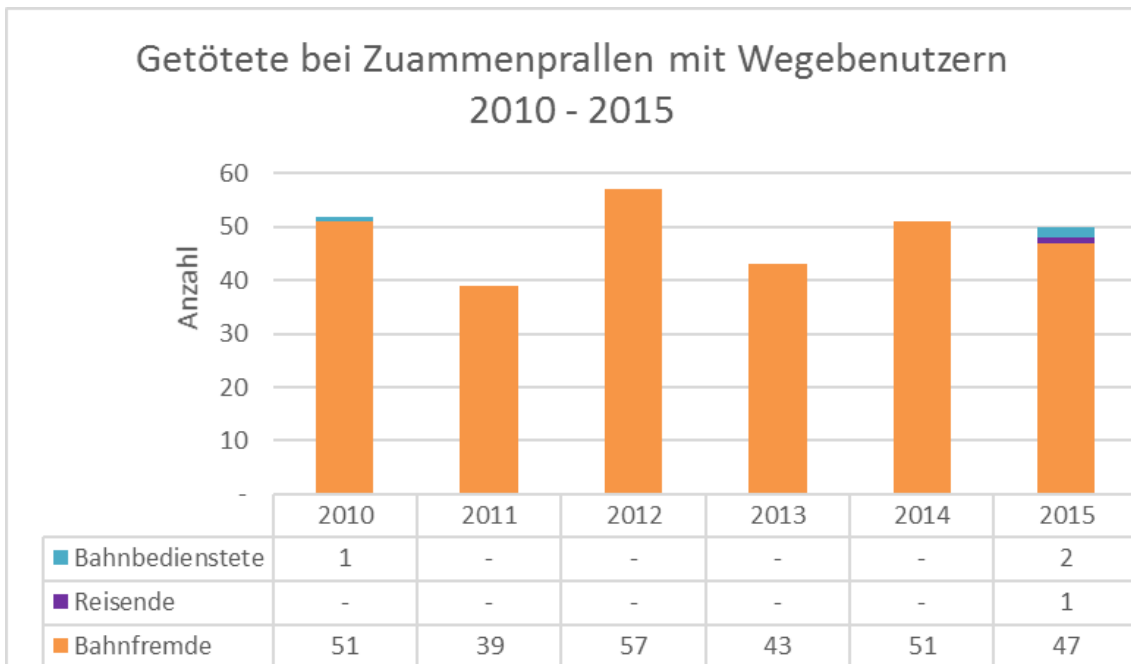


Abbildung 5: Anzahl Getöteter bei Zusammenprall mit Wegebenutzern [1]

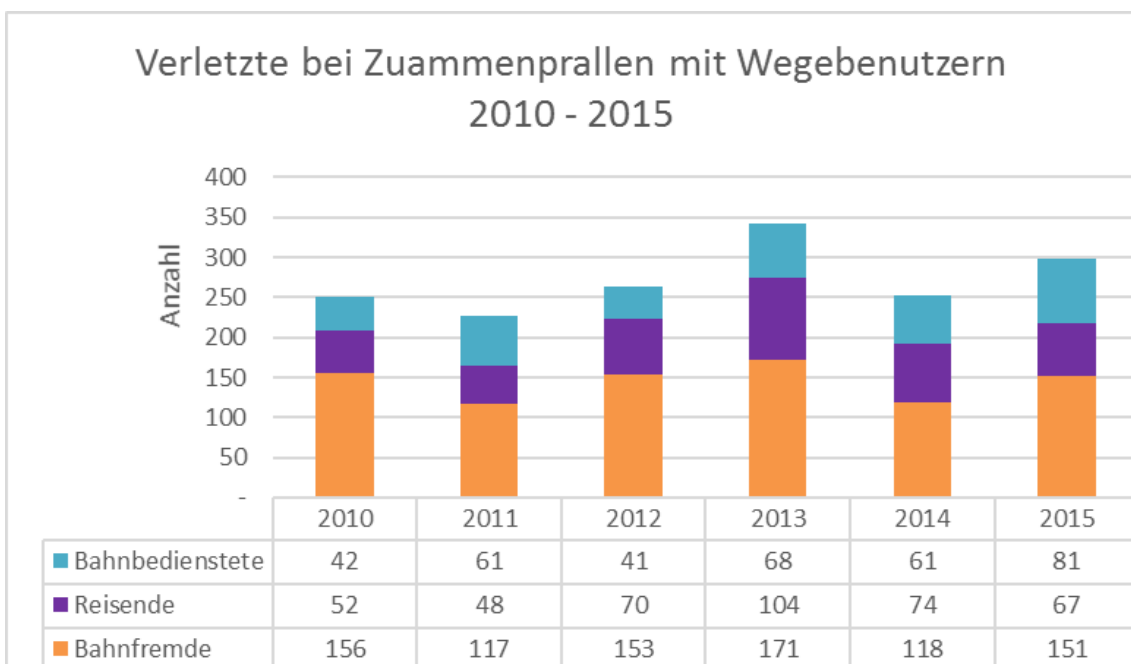


Abbildung 6: Anzahl Verletzter bei Zusammenprall mit Wegebenutzern [1]

Es ist jedoch nicht erfasst, unter welchen Bedingungen, wie z. B.

- Sicherungsart,
- vorhandene Straßenverkehrsstärke,
- vorhandene Schienenverkehrsstärke oder
- Umgebungsbedingungen

die Zusammenpralle zwischen Schienenfahrzeug und Wegebenutzer resultieren. Auch die Unfallursache wird nicht angegeben.

Eine Korrelation mit der in Abbildung 1 dargestellten Verteilung der Bahnübergänge auf die Art der kreuzenden Straße ist nicht zielführend, da eine solche Ausweitung der Bezugsgrößen

ausschließlich auf Basis nicht belegbarer Annahmen getroffen werden kann und somit die Aussagekraft der Ergebnisse sehr begrenzt wäre. Gleiches gilt für die Einbeziehung des Anteils der Sicherungsarten.

Betrachtet man jedoch alle Schienenverkehrsunfälle, so wird deutlich, dass am Bahnübergang die zweithöchste Anzahl an getöteten Personen vorzufinden ist. Lediglich bei „Unfälle[n], an denen Personen beteiligt sind, die nicht als Wegebenutzer gelten [...] oder Personen, die auf einen/aus einem fahrenden Zug auf-/abspringen bzw. stürzen, oder die außerhalb eines Bahnübergangs die Gleise überschreiten bzw. auf den Gleisen gehen“ [1] ist die Zahl der Getöteten höher als bei Zusammenprallen am Bahnübergang. Diesen Zusammenhang veranschaulicht Abbildung 7.

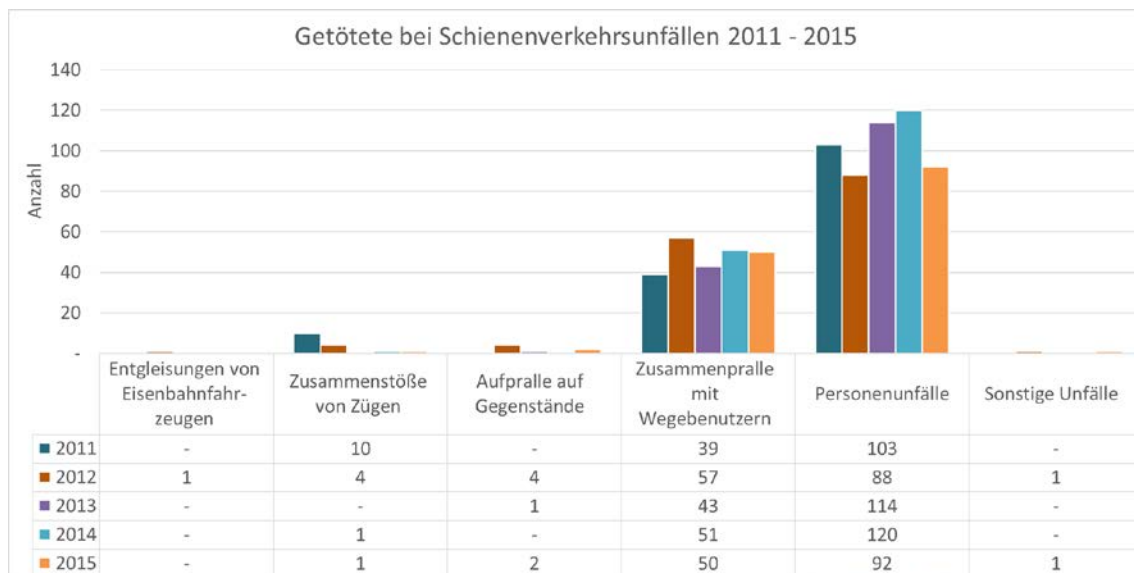


Abbildung 7: Anzahl Getöteter bei Schienenverkehrsunfällen im Zeitraum 2011 – 2015 nach [1]

Bei der Anzahl an Verletzten durch einen Schienenverkehrsunfall stellen Bahnübergangsunfälle die häufigste Unfallart (siehe Abbildung 8) dar.

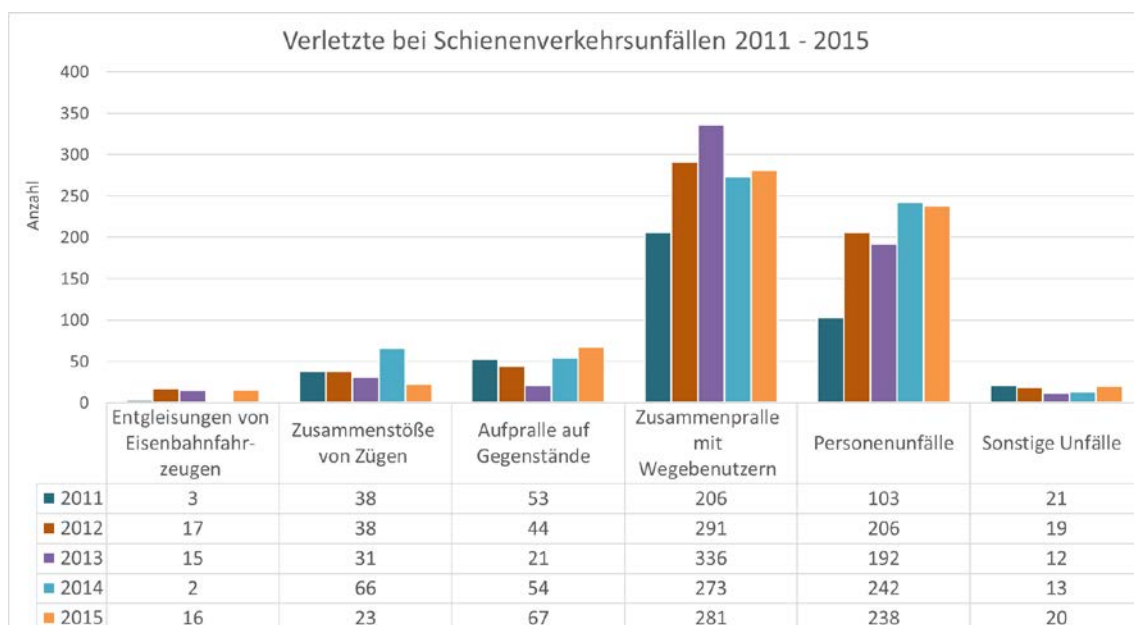


Abbildung 8: Anzahl Verletzter bei Schienenverkehrsunfällen im Zeitraum 2011 – 2015 nach [1]

Eine Aussage bzgl. der relativen Unfallzahlen ist aufgrund fehlender zeitraumbezogener Bestandsangaben nicht möglich.

### 2.1.2 Common Safety Indicators (CSI)

Basierend auf der europäischen Richtlinie über Eisenbahnsicherheit [4] sind die nationalen Sicherheitsbehörden verpflichtet, Informationen über die gemeinsamen Sicherheitsindikatoren (CSI) jährlich zur Verfügung zu stellen. Hierzu zählen:

- unfallbezogene Indikatoren,
- Indikatoren in Bezug auf gefährliche Güter,
- Indikatoren in Bezug auf Suizide,
- Indikatoren in Bezug auf Vorläufer von Unfällen,
- Indikatoren für die Berechnung der wirtschaftlichen Auswirkungen von Unfällen,
- Indikatoren in Bezug auf die technische Sicherheit der Infrastruktur und ihre Umsetzung sowie
- Indikatoren in Bezug auf das Sicherheitsmanagement.

Die genauen Informationen sind im Anhang I der Richtlinie [4] definiert. Über das European Railway Accident Information Links-Internetportal sind diese Informationen frei verfügbar veröffentlicht. Zu beachten ist, dass lediglich signifikante Unfälle gemeldet werden müssen. Hierzu zählen Unfälle mit mindestens einer getöteten bzw. schwer verletzten Person oder mit einem erheblichen Sachschaden (mind. 150.000 EUR).

#### 2.1.2.1 Anlagenbestand BÜ

Die CSI-Statistik enthält die Bestandsveränderung von höhengleichen Bahnübergängen in Jahreszeitraum von 2006 – 2016. Es ergab sich ein Rückgang des Anlagenbestands um ca. 31 %. Diese Bestandsgröße erscheint jedoch ausgesprochen gering und steht im Widerspruch zu den in Kapitel 2.1.1.1 dargestellten DESTATIS-Daten [1].

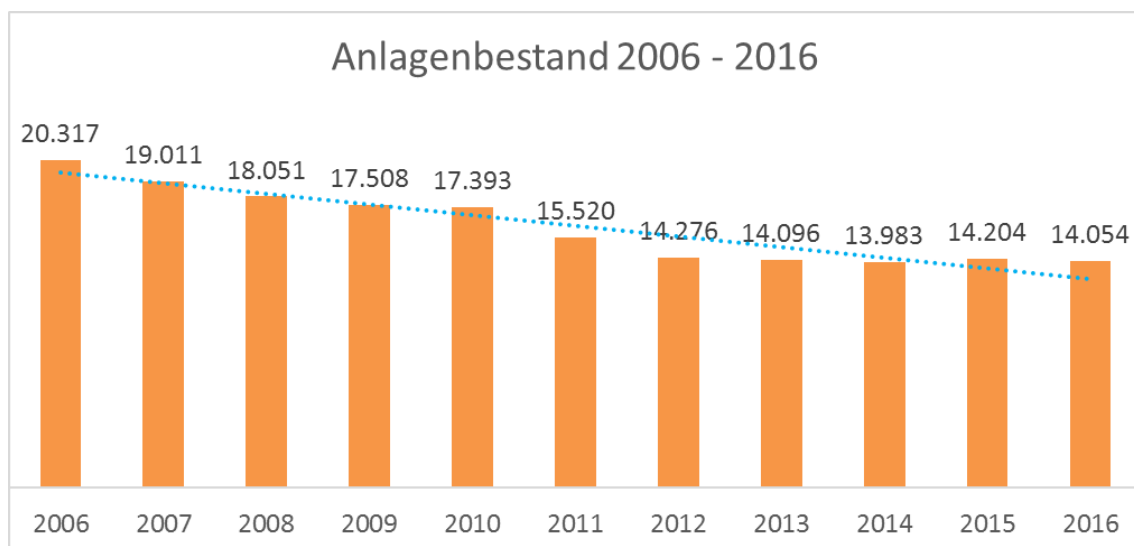


Abbildung 9: Anlagenbestand Bahnübergänge [2]

Eine Aufteilung der vorhandenen Bahnübergänge auf Straßenkategorien bzw. vorhandene Straßenverkehrsstärken ist nicht verfügbar.

### 2.1.2.2 Aufteilung BÜ auf Sicherungsarten

Nach [4] werden die Bahnübergänge in folgende Kategorien unterteilt:

- aktiv gesicherte Bahnübergänge (active level crossings) mit
  - benutzerseitiger automatischer Warnung (automatic user-side warning),
  - benutzerseitigem automatischem Schutz (automatic user-side protection),
  - benutzerseitigem automatischem Schutz und automatischer Warnung (automatic user-side protection and warning),
  - benutzerseitigem automatischem Schutz und automatischer Warnung und mit bahnseitigem Schutz (automatic user-side protection and warning, and rail-side protection),
  - benutzerseitiger manueller Warnung (manual user-side warning),
  - benutzerseitigem manuellem Schutz (manual user-side protection),
  - benutzerseitigem manuellem Schutz und manueller Warnung (manual user-side protection and warning),
- passiv gesicherte Bahnübergänge (passive level crossings).

Ein aktiv gesicherter Bahnübergänge ist demnach ein BÜ, „an dem die Bahnübergangsbenu-  
tzer bei Annäherung eines Zuges durch Aktivierung von Einrichtungen geschützt oder gewarnt  
werden, wenn das Überqueren der Gleise für den Benutzer nicht sicher ist“ [4].

Demgegenüber sind passive Bahnübergänge „ohne Schutz- oder Warneinrichtungen, die  
aktiviert werden, wenn das Überqueren der Gleise für den Benutzer nicht sicher ist“ [4],  
ausgestattet.

Für die weitere Auswertung der Daten erfolgt eine Fusionierung nach der in Tabelle 1 darge-  
stellten Klassifikationen. Diese Klassifikation steht auch in Einklang zur Definition der geän-  
derten Richtlinie [5].

Klassifikation	enthaltene Klassifikation nach [4]	zugehörige Sicherungsart
benutzerseitige automati- sche Warnung	automatic user-side warning	Lichtzeichen
benutzerseitiger automa- tischer Schutz (mit/ohne bahnseitigem Schutz)	automatic user-side protection, automatic user-side protection and warning, automatic user-side protection and warning, and rail-side protection	Lichtzeichen mit Halbschran- ke, Lichtzeichen mit Schranken, Schranken
benutzerseitige manuelle Warnung und/oder Schutz	manual user-side warning, manual user-side protection, manual user-side protection and warning	manuell betriebener BÜ ohne Signalabhängigkeit
passiv gesicherter BÜ	passive level crossings	Übersicht, hörbare Signale der Schie- nenfahrzeuge

Tabelle 1: Neue Einteilung der BÜ-Klassifikation nach [2]

Abbildung 10 gibt den Bestand der BÜ-Klassifikationen über die letzten sieben Jahre wieder.

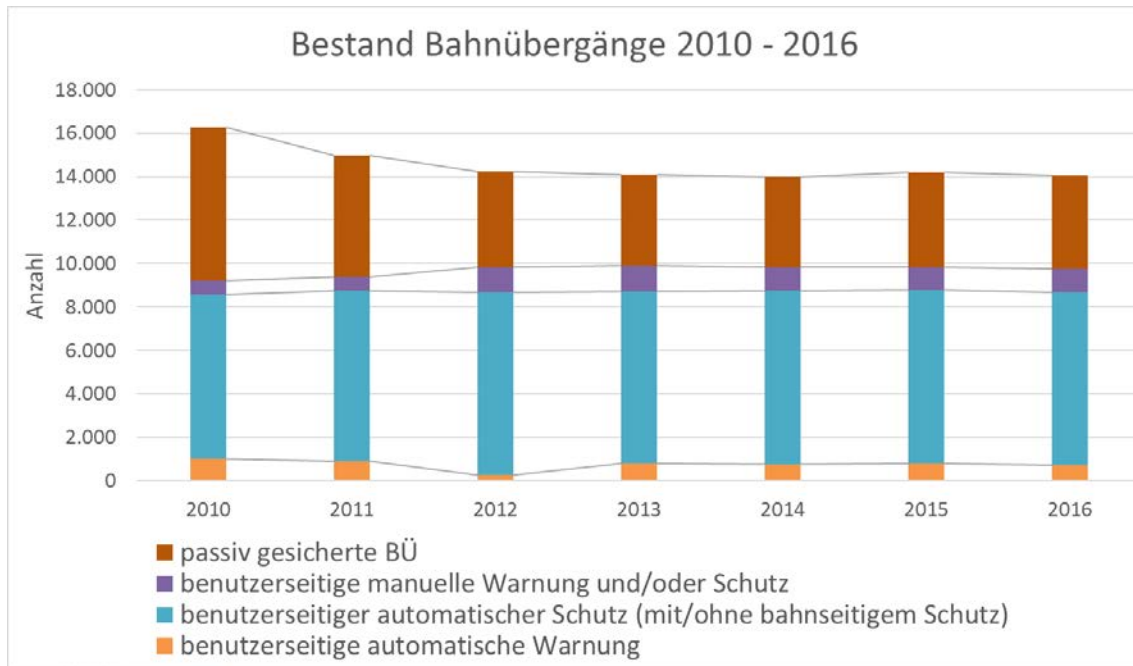


Abbildung 10: Anlagenbestand BÜ nach Klassifikation nach [2]

Eine eindeutige Aufteilung nach den in Deutschland definierten Sicherungsarten, wie in Kapitel 2.1.1.2 ist nicht möglich.

### 2.1.2.3 Unfalldaten am BÜ

Die CSI-Datenbank [2] listet Unfalldaten der vergangenen elf Jahre (2006 – 2016) auf. Hierzu zählen jedoch allein signifikante Unfälle (zur Definition vgl. Kapitel 2.1.2).

Die Unfalldaten aus [2] teilen die Personengruppen im Vergleich zu [1] noch in einer zusätzlichen Kategorie ein (siehe Abbildung 11). Diese sind:

- unautorisierte Personen (unauthorised persons),
- Bahnbedienstete (employees),
- Passagiere (passengers),
- Wegebenutzer (level-crossing users).

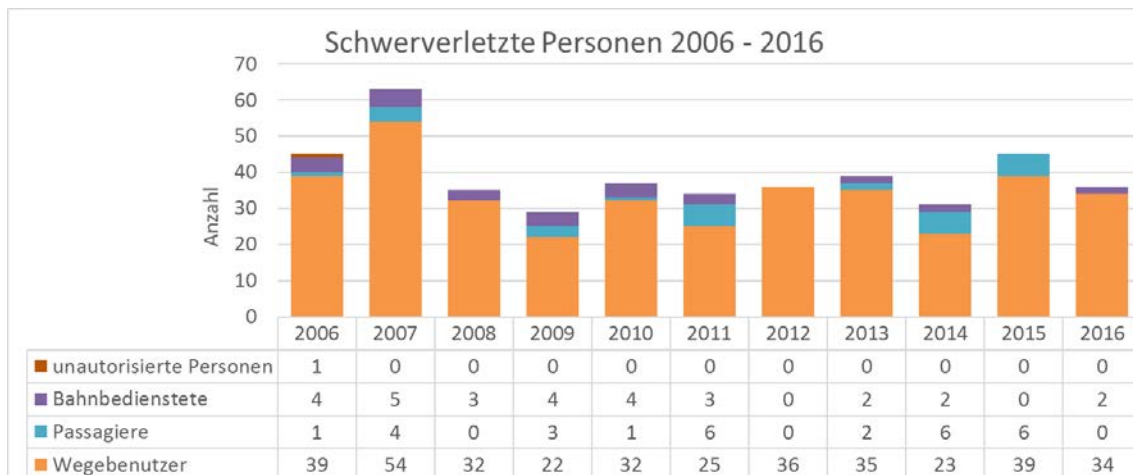


Abbildung 11: Anzahl schwerverletzter Personen bei signifikantem Unfall am BÜ [2]

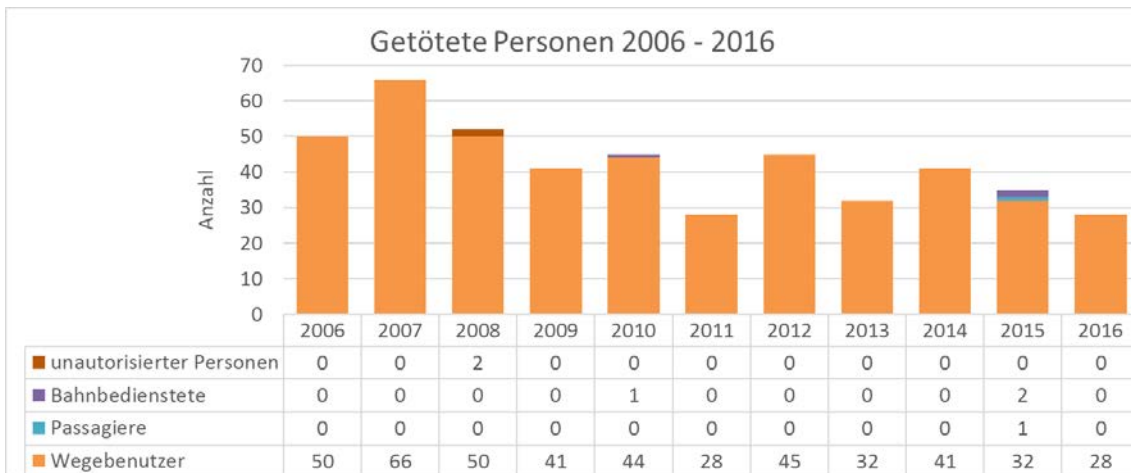


Abbildung 12: Anzahl getöteter Personen bei signifikantem Unfall am BÜ [2]

In der CSI-Datenbank ist ebenfalls die Entwicklung der wirtschaftlichen Auswirkungen von Unfällen über die letzten zehn Jahre enthalten. Aus diesen Datenangaben kann zudem die Entwicklung der Schadenskosten von Personenschäden für Bahnübergangsunfälle abgeleitet werden. Diesen Zusammenhang stellen Abbildung 13 bis Abbildung 15 bezogen auf signifikante Unfälle an Bahnübergängen dar. Somit können die Auswirkungen von Bahnübergangsunfällen kalibriert werden.

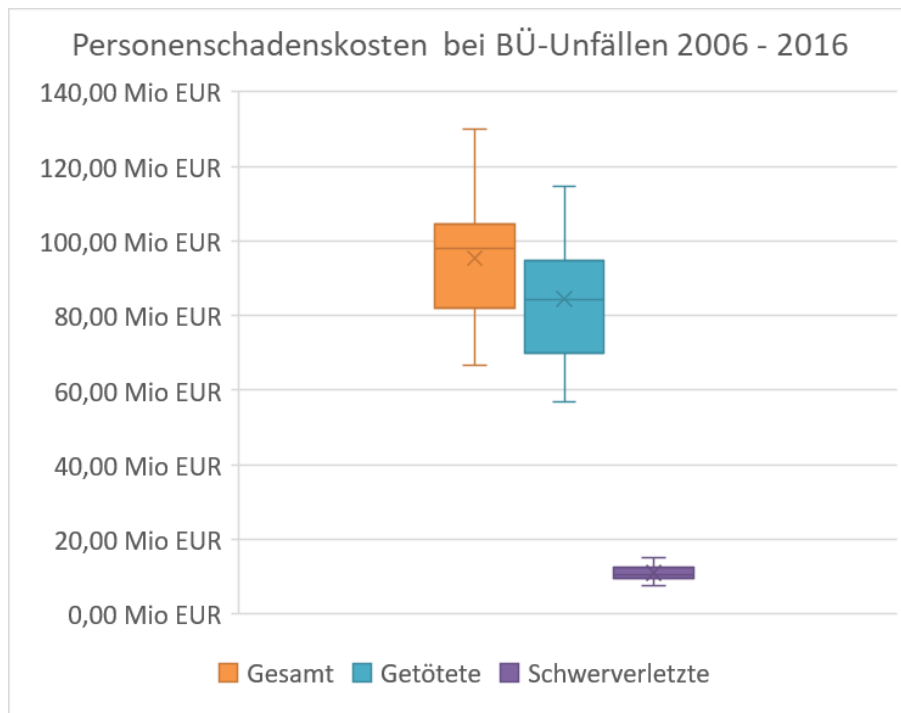


Abbildung 13: Personenschadenskosten bei BÜ-Unfällen im Zeitraum 2006 – 2016 nach [2]

Abbildung 13 zeigt die Verteilung der Schadenskosten für getötete und schwerverletzte Personen sowie die Gesamtpersonenschadenskosten im Zeitraum 2006 – 2016. Der Mittelwert der Gesamtschadenskosten für Personen pro Jahr liegt bei 95,37 Mio. EUR. Die Schadenskosten für einen Schwerverletzten betragen 13,81 % der Schadenskosten für eine getötete Person.



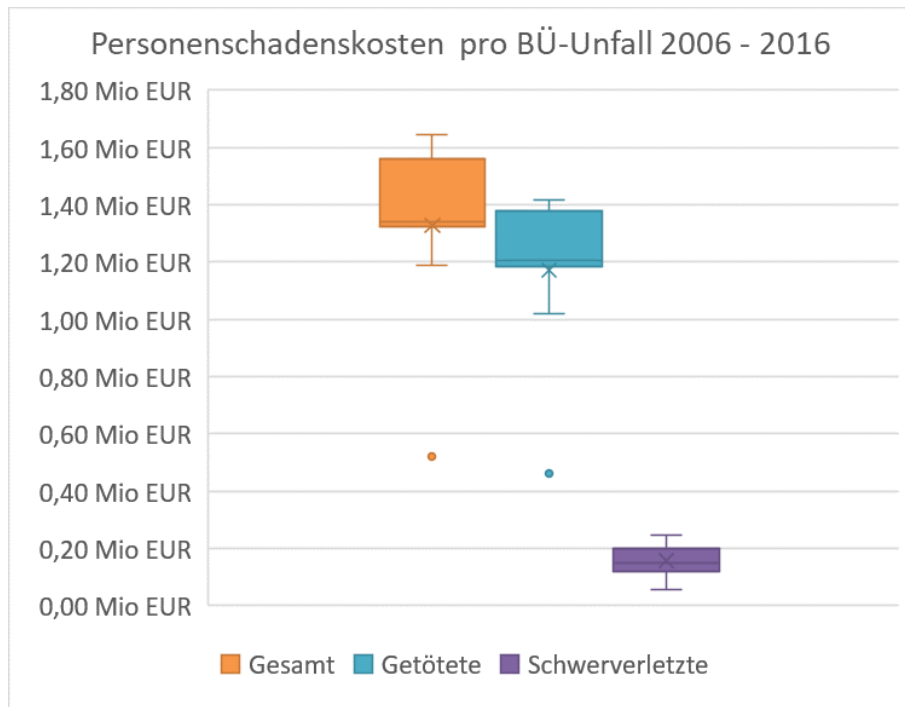


Abbildung 14: Personenschadenskosten pro BÜ-Unfall im Zeitraum 2006 – 2016 nach [2]

Bezogen auf einen einzelnen signifikanten Unfall am Bahnübergang ergibt sich ein mittlerer Gesamtpersonenschaden von 1,33 Mio. EUR.

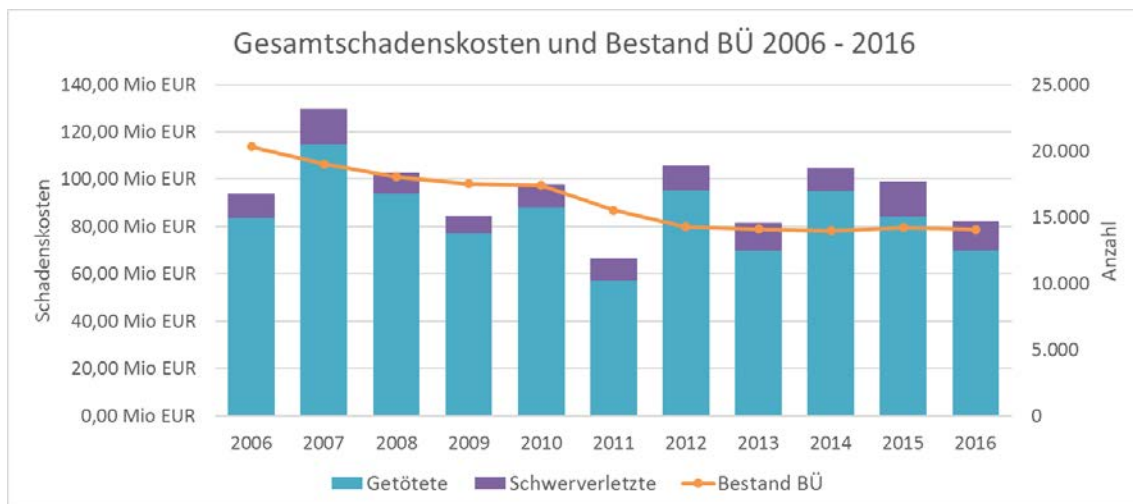


Abbildung 15: Schadenshöhen der Unfälle in Bezug auf den Bestand nach [2]

Die Gesamtpersonenschadenskosten korrelieren nach Abbildung 15 nicht unmittelbar mit dem Bestand von Bahnübergängen.

Zusätzlich zur absoluten Anzahl an schwerverletzten und getöteten Personen werden in [2] ebenfalls relative Werte bezogen auf Zug- und Personenzugkilometer erfasst (siehe Abbildung 16). Während die Betriebsleistung im Schienenverkehr steigt (siehe orangene Linie in Abbildung 17), sinken die Unfallzahlen an Bahnübergängen relativ zum Anlagenbestand (siehe blaue Linie in Abbildung 17) und damit das erfasste Schadensausmaß

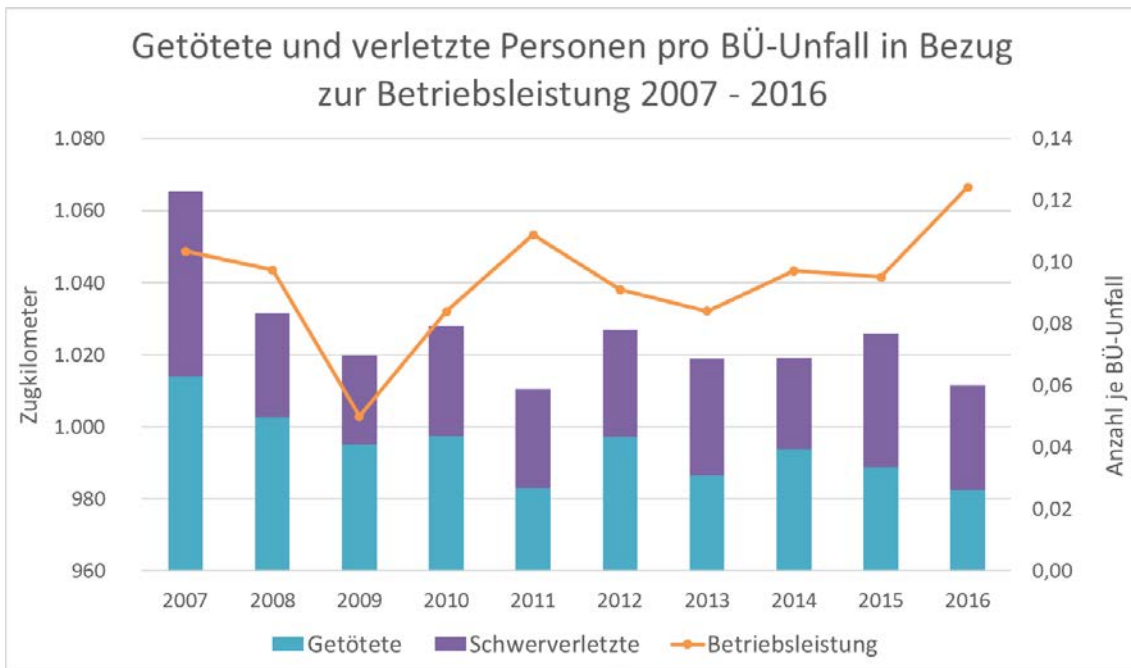


Abbildung 16: Anzahl getöteter und schwerverletzter Personen pro signifikantem Bahnübergangsunfall im Vergleich zur Betriebsleistung nach [2]

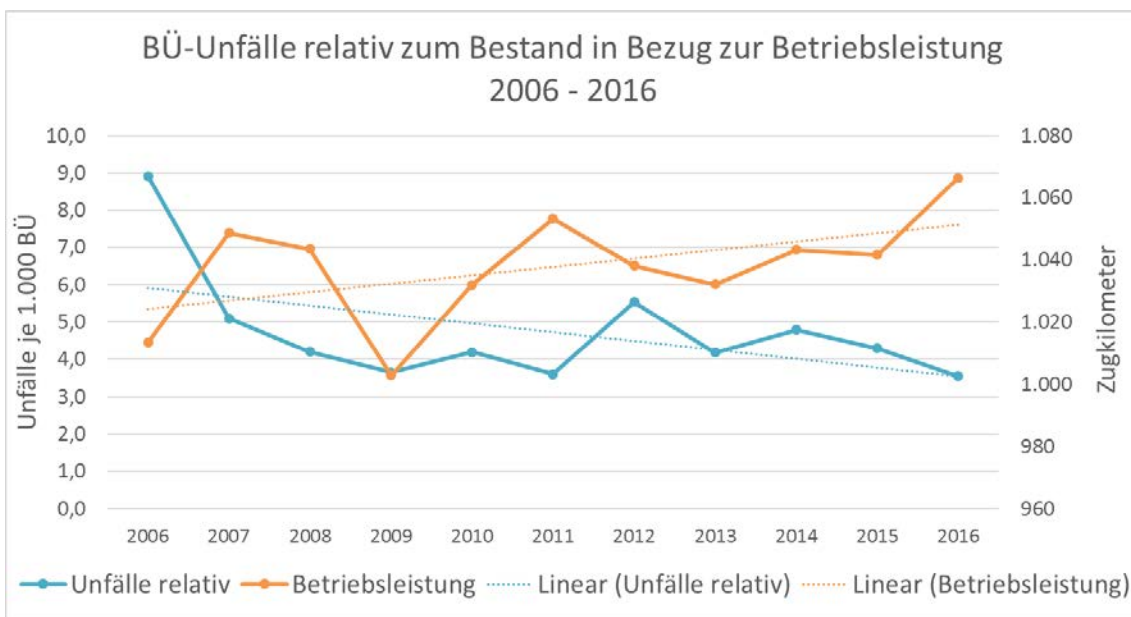


Abbildung 17: Anzahl der BÜ-Unfälle je 1.000 BÜ in Bezug zur Betriebsleistung nach [2]

Gleichfalls ist eine relative Aussage der Unfallzahlen in Bezug auf die Zahl der bestehenden Bahnübergänge möglich. Abbildung 18 gibt diesen Sachverhalt wieder. Demzufolge ist ein leicht abfallender Trend der Unfälle bezogen auf den Anlagenbestand von ca. 13 % zu identifizieren (blaue Linie in Abbildung 18).

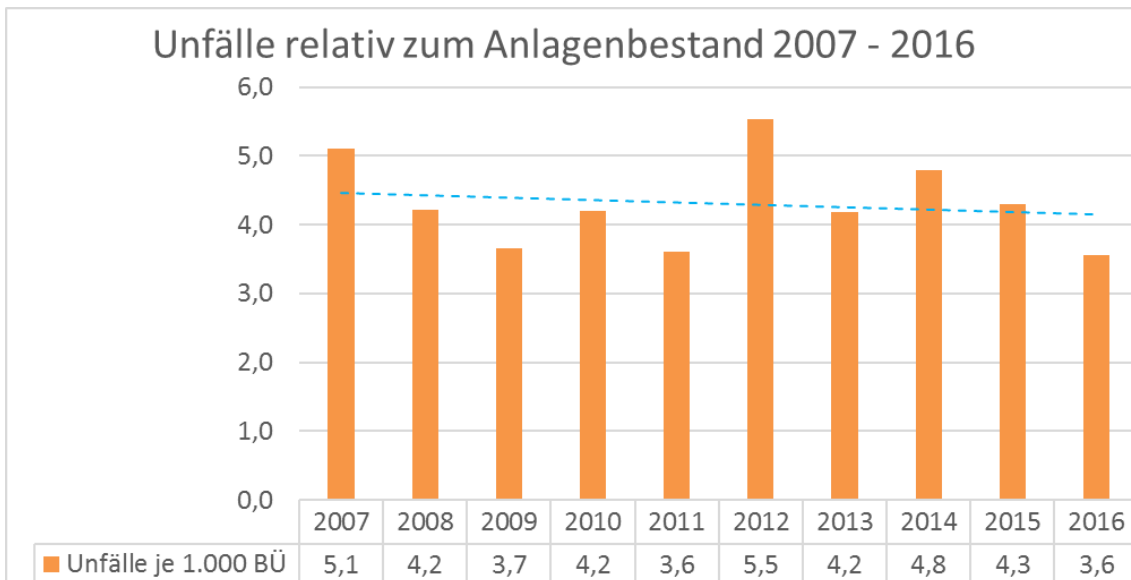


Abbildung 18: Anzahl der Unfälle je 1.000 BÜ nach [2]

Für die Jahre 2015 und 2016 werden die Unfallzahlen auf die BÜ-Klassifikation nach [4] angegeben. Somit kann überdies der relative Bezug von signifikanten Bahnübergangsunfällen und Bahnübergängen hergestellt werden. Dieser Sachverhalt kann für die einzelnen Jahre (siehe Abbildung 19 und Abbildung 20) wie auch für den Durchschnitt (Betrachtungszeitraum 2015 – 2016) in Abbildung 21 dargelegt werden. Es gilt zu beachten, dass die tatsächliche Zahl an Unfällen (mit ausschließlich Leichtverletzten bzw. keinen Schäden) tatsächlich höher liegt.

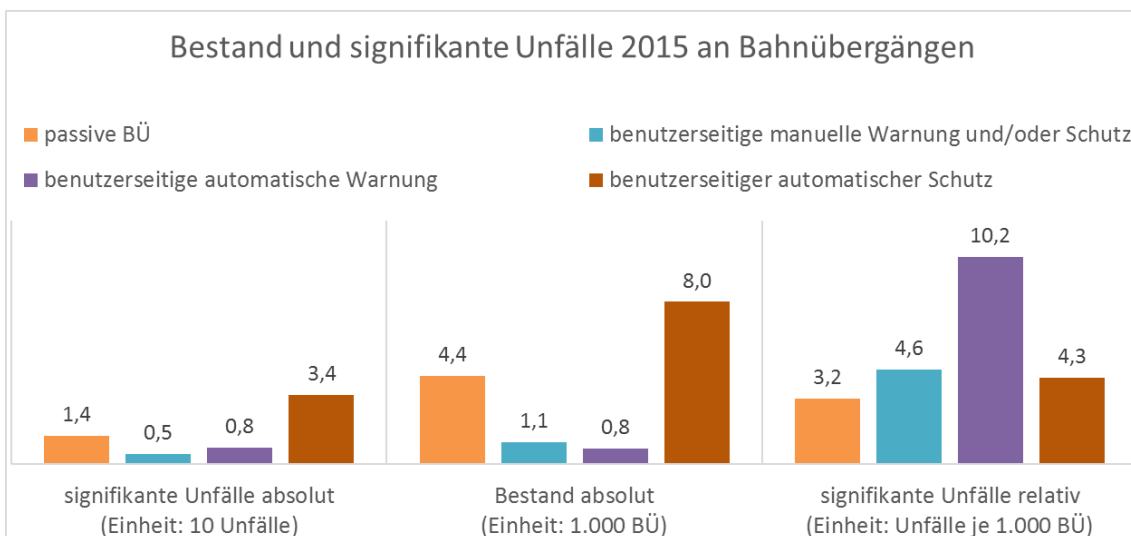


Abbildung 19: Bestand und Unfälle 2015 an Bahnübergängen nach [2]

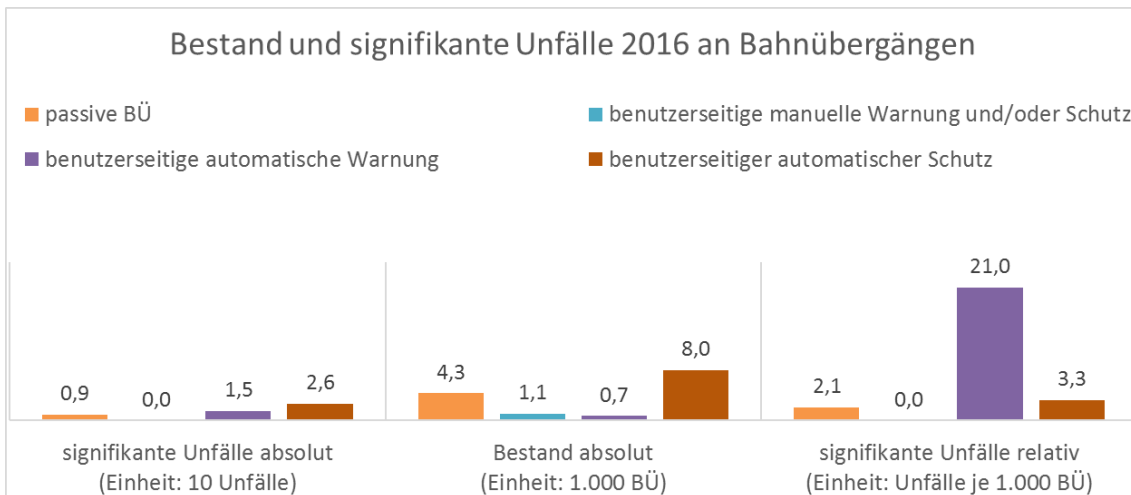


Abbildung 20: Bestand und Unfälle 2016 an Bahnübergängen nach [2]

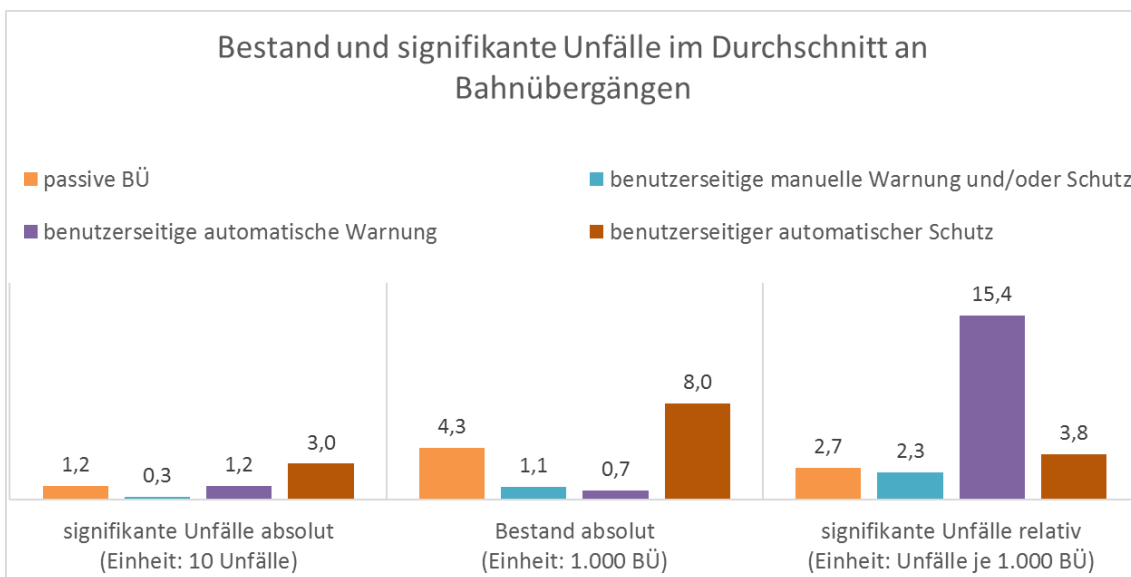


Abbildung 21: Bestand und Unfälle im Durchschnitt nach [2]

Aus Abbildung 19 bis Abbildung 21 kann eine überproportionale Zahl an schweren Unfällen bei Bahnübergängen mit einer „benutzerseitigen automatischen Warnung“ abgeleitet werden. Diese Kategorisierung entspricht der deutschen Sicherungsart „Lichtsignal/Blinklicht“. Unter Risikoaspekten scheinen diese Bahnübergänge daher im Vergleich zu den anderen Sicherungsarten einen verhältnismäßig großen Optimierungsbedarf aufzuweisen.

### 2.1.3 Unfalldatenbank der BEU

Die Statistik der BEU [3] listet alle gemeldeten Unfälle sowie Störungen an Bahnübergängen im Zeitraum vom 01.01.2010 bis 08.03.2018 auf. Insgesamt sind es 1.955 Meldungen. In der Auflistung werden alle Meldungen hinsichtlich folgender Merkmale charakterisiert:

- Zeitpunkt des Ereignisses,
- Ereignisart (Unfall/Störung),
- Beschreibung des Hergangs,
- EVU (Eisenbahnverkehrsunternehmen),
- Zuggattung,
- Zugnummer,

- Straßenverkehrsteilnehmer,
- Mangel,
- Mangelunterart,
- Streckennummer,
- BÜ-Kilometer,
- Art der BÜ-Sicherung,
- Bauform und
- Art der BÜ Überwachung.

#### **2.1.3.1 Anlagenbestand BÜ**

Zum Anlagenbestand im Betrachtungszeitraum lässt sich keine Aussage aus der Datenbank ableiten.

#### **2.1.3.2 Aufteilung BÜ auf Sicherungsarten**

Zur relativen Aufteilung der vorhandenen Bahnübergänge auf die Sicherungsart lässt sich ebenfalls keine Aussage treffen.

#### **2.1.3.3 Unfalldaten am BÜ**

Wie Abbildung 22 verdeutlicht, folgt die Kategorisierung der Sicherungsarten nur bedingt den Vorgaben zur Einteilung der Sicherungsarten nach EBO [6].



Abbildung 22: Anzahl der Bahnübergangsunfälle nach Sicherungsarten [3]

Es werden daher folgende Sicherungsarten zusammengeführt:

- Übersicht + hörbare Signale der Tfz:
  - Nichttechnisch gesichert / Übersicht + hörbare Signale der EBFZ,
  - Nichttechnisch gesichert / Hörbare Signale der EBFZ + 20 km/h
  - Nichttechnisch gesichert / Hörbare Signale der EBFZ + 60 km/h,
- Übersicht:
  - Nichttechnisch gesichert / Übersicht allein,

- Nichttechnisch gesichert / Übersicht allein
- Nichttechnisch gesichert / Übersicht allein,
- Blinklicht/Lichtzeichen:
  - Technisch gesichert / Blinklicht - ohne Schranken,
  - Technisch gesichert / Lichtzeichen - ohne Schranken,
- Blinklicht/Lichtzeichen - mit Halbschranken:
  - Technisch gesichert / Blinklicht - mit Halbschranken,
  - Technisch gesichert / Blinklicht - mit Halbschranken
  - Technisch gesichert / Lichtzeichen - mit Halbschranken,
  - Technisch gesichert / Lichtzeichen - mit Halbschranken,
- Lichtzeichen mit Schranken:
  - Technisch gesichert / Vollschranken,
  - Technisch gesichert / Lichtzeichen - mit Vollschranken,
  - Technisch gesichert / Lichtzeichen - mit Vollschranken
  - Technisch gesichert / Lichtzeichen - mit Vollschranken,
- Unbekannt:
  - Sonstiges,
  - (Leer).

Hintergrund für die Fusionierung der Kategorien ist, dass gem. EBO [6] die Sicherungsart „Lichtzeichen“ mit der Sicherungsart „Blinklicht“ funktional und sicherheitstechnisch gleich behandelt werden kann. Für die Sicherungsart „Lichtzeichen mit Schranken“ gilt dies ebenfalls. Ein weiterer Punkt ist, dass identische Angaben zusammengefasst werden. Somit ergibt sich ein konkreteres Abbild der Unfall- sowie Störereignisse (siehe Abbildung 23).

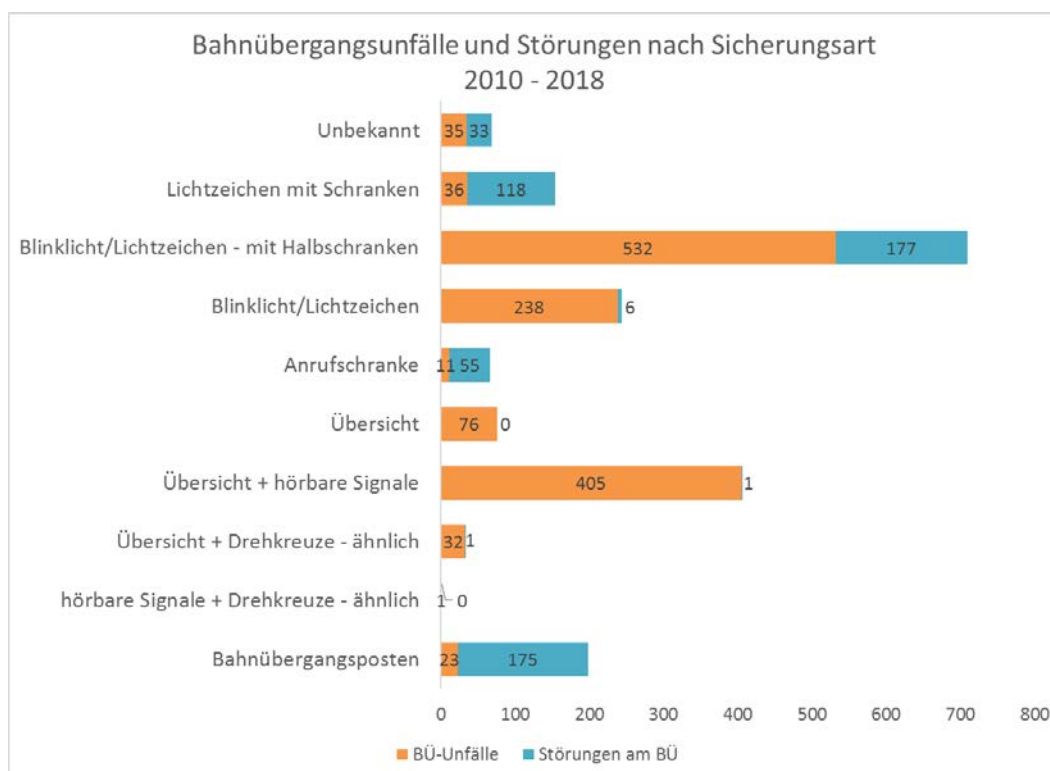


Abbildung 23: Anzahl der Bahnübergangsunfälle und Störungen am BÜ nach Sicherungsarten nach [3]

Des Weiteren gibt die Statistik einen Überblick der Straßenverkehrsteilnehmer, welche an einem Unfall oder einer Störung beteiligt sind, wieder. Tabelle 2 zeigt benannte Sachverhalte.

<b>Straßenverkehrsteilnehmer (SVT)</b>	<b>BÜ-Unfall</b>	<b>Störung am BÜ</b>	<b>Gesamt</b>
<b>Gesamtergebnis</b>	<b>1.389</b>	<b>566</b>	<b>1.955</b>
Fahrrad (auch mit Hilfsmotor)	112		112
Fußgänger	139		139
Geführte Viehherde	4		4
LKW / Lastzug / Sattelzug	104	3	107
Motorisiertes Zweirad	23		23
Omnibus / Obus / Straßenbahn	7		7
PKW / Kombi	825	10	835
Traktor / Landw. Fzg./Zugmaschine	58	1	59
Transporter/Kleinbus	39	1	40
Übrige Straßenverkehrsteilnehmer	6		6
(Leer)	72	551	623

Tabelle 2: Anzahl beteiligter SVT an Unfällen und Störungen am BÜ 2010 – 2018 [3]

Zu jedem gemeldeten Ereignis gibt es eine Mangelunterart, welche die Unfallursache definieren soll. Wie bereits bei den Sicherungsarten erfolgt hier ebenfalls eine Fusion in signifikante Kategorien. Dabei wurden außerdem die Ausführungen zum Hergang beachtet, weshalb es Differenzen zwischen der ursprünglichen Mangelunterart und der neuen Kategorie geben kann. Die Ergebnisse stellt Tabelle 3 vor.

<b>Kategorie (neu)</b>	<b>enthaltene Mangelunterart</b>
fehlende Endlage Schranke	Bahnübergänge - Schranken
	Sonstige - Sonstige Fehlhandlungen (Fehlverh. Dritter)
Fehler Gleisschaltmittel	Bahnübergänge - Gleisschaltmittel / Schienenkontakte
Fehler Sicherungsanlage	Bahnübergänge - Monitor / Steuerungsanlagen
	Bahnübergänge - Sonstige Mängel
	Fahren - Überschreiten der zul. Geschwindigkeit
Hindernis im RLR	Anlagen - Bereiten von Hindernissen im Regellichtraum
menschliches Fehlverhalten Bahnbedienstelt	Arbeitsstellen - Arbeiten ohne Zustimmung des Fdl
	Arbeitsstellen - Sonstige Mängel / Fehler im Baustellenablauf
	Bahnübergänge - Blinklichter / Lichtzeichen
	Bedienung Anlagen - Fehlerhafte Bedienung von Stellwerksanlagen (z.B. Zs 1, AzGrT)
	Bedienung Anlagen - Unzulässige Bedienung von Stellwerksanlagen (z.B. Zs 1, AzGrT)
	Befehle - schriftliche Befehle fehlerhaft ausgestellt
	Befehle - schriftliche Befehle nicht ausgestellt
	Befehle - Schriftliche Befehle nicht beachtet
	Befehle - schriftliche Befehle sonstiger Mangel
	Fahrdienst Betriebsstellen - Fehlerh. Ersatzhandlung bei ausgefallener Sicherungstechnik durch Bedienungspers.
	Fahrdienst Betriebsstellen - Mängel bei Zugfahrt ohne Hauptsignal



Kategorie (neu)	enthaltene Mangelunterart
	Fahrdienst Betriebsstellen - Mangelhafte Fahrwegprüfung
	Fahrdienst Betriebsstellen - Mangelhafte Verständigung
	Instandhaltung, Fehlverhalten - Vorschriften/Anweisungen nicht beachtet
	Meldungen - Mängel in betrieblichen Meldungen
	Meldungen - Unterlassen von betrieblichen Meldungen
	Schrankenbedienung - Ersatzmaßnahmen bei Ausfall technischer Sicherung nicht getroffen
	Schrankenbedienung - Fehlerhafte / Mangelhafte Postensicherung
	Schrankenbedienung - Schranken nicht geschlossen
	Schrankenbedienung - Schranken vorzeitig geöffnet
	Schrankenbedienung - Schranken zu spät geschlossen
	Sonstige - Sonstiger Mangel (Fehlverh. Mitarbeiter)
	Vorsichtsmaßnahme - Nothaltauftrag
Missachtung BÜ-Sicherung durch SVT	Bahnübergang - Mißachtung technischer Sicherungseinrichtung an BÜ
	Bahnübergang - Mißachtung Vorrang des Schienenverkehrs bei nicht technisch gesicherten BÜ
	Bahnübergang - Mißachtung Vorrang des Schienenverkehrs bei nicht technisch gesicherten BÜ
	Fahren - Überschreiten der zul. Geschwindigkeit
	Bahnübergang - Sonstiges Fehlverhalten auf BÜ (z.B. Parken / Liegenbleiben auf BÜ)
	Gleisanlagen - Verstoß gegen § 62 / § 63 EBO, unberechtigtes Betreten der Gleise
	Sonstige - Sonstiges Selbstverschulden (Fehlverh. Dritter)
Störmeldung Sicherungsanlage	Bahnübergänge - Störmeldung
Tiere	Tiere - Tier mangelhaft beaufsichtigt / Tier ausgebrochen
Unbekannt	Sonstige - Sonstige nicht aufgeführten Mängel (gef. Eingriff)
	Sonstige - Ursache nie ermittelt
	Sonstige - Ursache noch nicht ermittelt
	(Leer)
Vandalismus	Anlagen - Zerstören von Bahn- und Sicherungsanlagen
Vorbeifahrt am Halt zeigenden Signal	Signalverfehlung - Vorbeifahrt am haltzeigenden Hauptsignal ohne Zustimmung Fdl / Ww
	Signalverfehlung - Vorbeifahrt am haltzeigenden Sperrsignal ohne Zustimmung Fdl / Ww
	Signalverfehlung - Vorbeifahrt an sonstigem Haltbegriff ohne Zustimmung Fdl / Ww
Witterung	Witterung - Eis / Eisgebilde / Vereisung
	Witterung - Schnee
	Witterung - Sonstiges
Zeitüberschreitung	Bahnübergänge - Zeitüberschreitung

Tabelle 3: Neue Einteilung der Mangelunterarten nach [3]

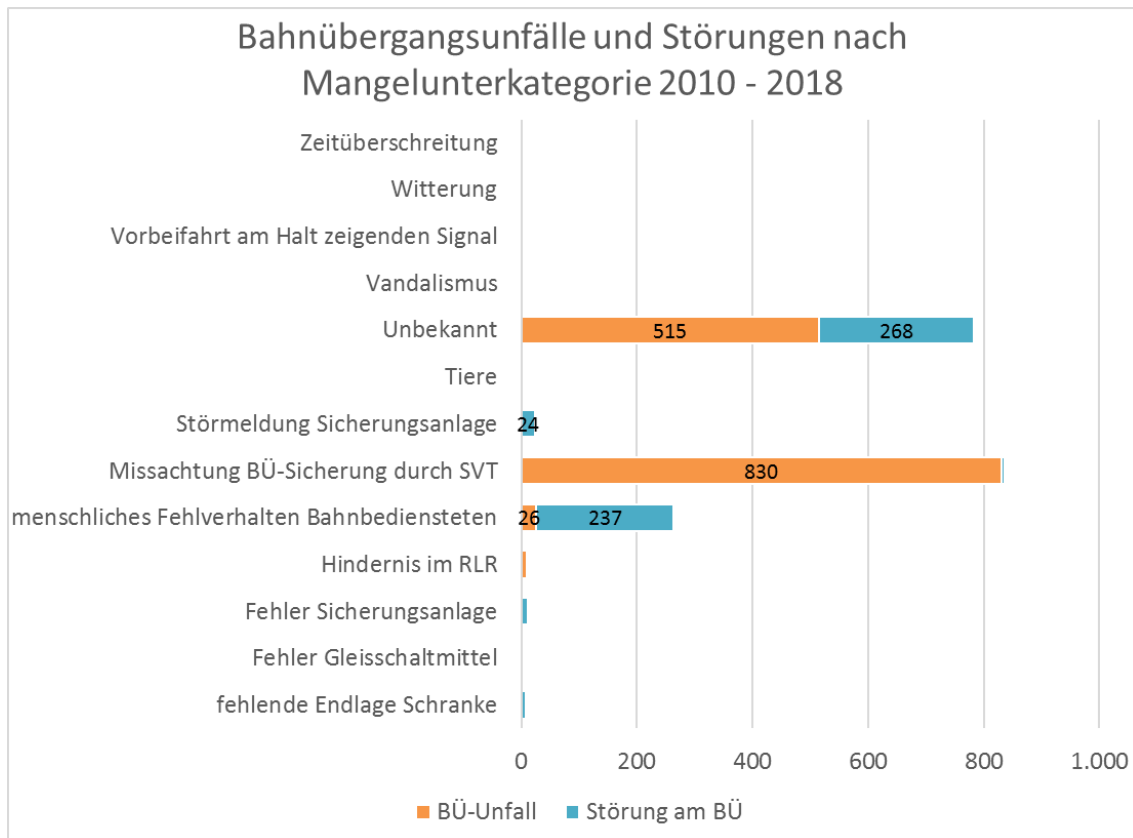


Abbildung 24: Anzahl der Bahnübergangsunfälle und Störungen am BÜ nach Mangelunterkategorien nach [3]

Abbildung 24 verdeutlicht, dass knapp 60 % aller aufgenommenen Bahnübergangsunfälle durch Missachtung der BÜ-Sicherung durch den SVT resultieren. Zu Störungen am BÜ führt gehäuft menschliches Fehlverhalten der Bahnbediensteten (ca. 42 % der Störungen). Allerdings sind 40 % aller Ereignisse unbekannter Ursache, weshalb die Daten nur bedingt zu weiterführenden Analysen hinsichtlich der Unfallursache verwertbar sind.

Die wesentliche bekannte Unfallursache (Missachtung der Bahnübergangssicherung durch den Straßenverkehrsteilnehmer) wird in Abbildung 25 hinsichtlich der Sicherungsarten differenziert.

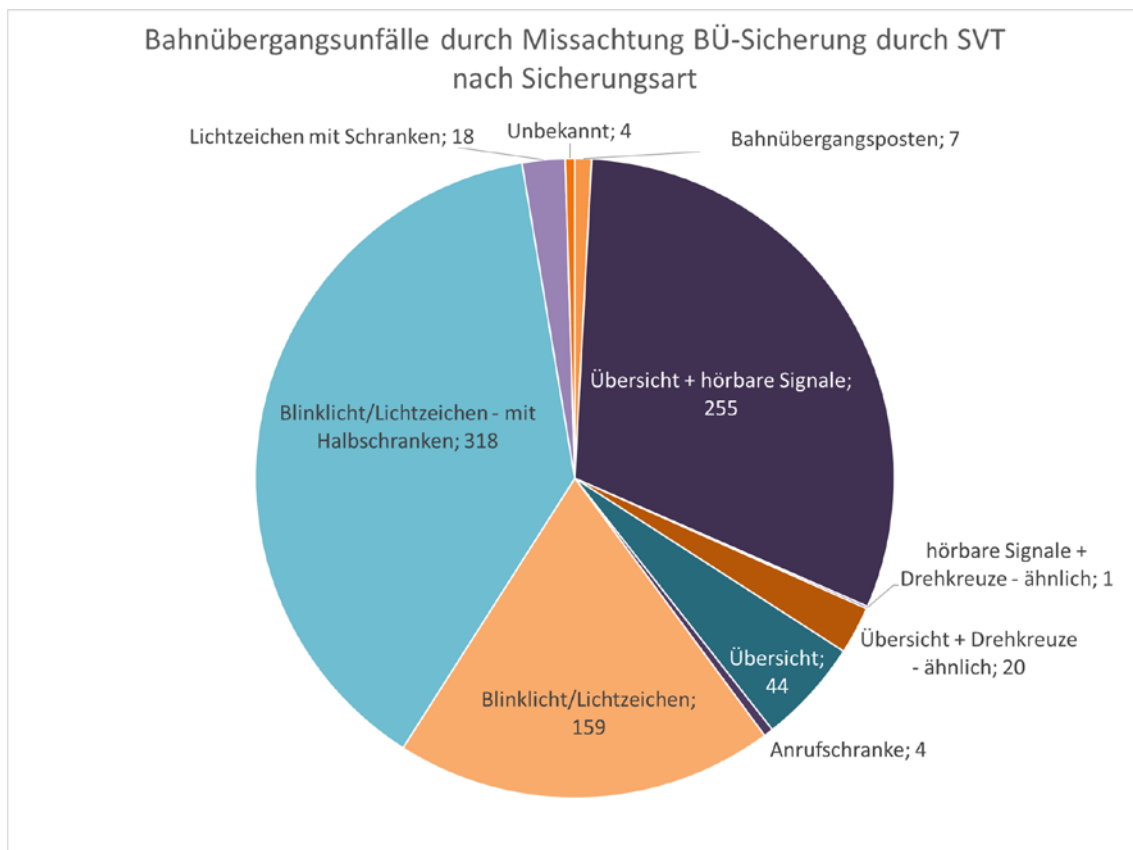


Abbildung 25: Anzahl der Bahnübergangsunfälle durch Missachtung der BÜ-Sicherung durch SVT nach Sicherungsarten nach [3]

Analysen hinsichtlich der Beziehungen zwischen den bekannten Rubriken (Sicherungsart, Mangeluntergruppe, Straßenverkehrsteilnehmer) und Punkten wie

- Unfallschwere (Anzahl verletzter und getöteter Personen sowie ungefähre Höhe des Sachschadens),
- Straßenkategorie,
- Straßenverkehrsstärke und
- Schienenverkehrsstärke

sind nicht möglich, da die dafür erforderlichen Daten nicht vorliegen. Ein nachträgliches Erfassen ist nur durch manuelle Auswertung aller 1.389 Bahnübergangsunfälle möglich und nicht zielführend.

Beispielsweise müssten zur Ermittlung der Schienenverkehrsstärke 404 unterschiedliche Strecken ausgewertet werden. Für die Erfassung korrekter Straßenkategorien müssen die 404 Strecken und die zugeordneten BÜ-Kilometer abgeglichen werden. Gleiches gilt für eine manuelle Ermittlung der örtlich zulässigen Geschwindigkeit am Bahnübergang.

Lediglich die Unfallschwere könnte vereinzelt aus den Fließtexten des Hergangs entnommen werden. Hier sind z. T. angegeben, ob Personen verletzt oder getötet wurden bzw. ob ein Sachschaden entstand. Von 1.389 Bahnübergangsunfällen sind jedoch lediglich 380 mit einer Angabe des Schadensausmaßes im Freitext „Hergang“ versehen (27,4 %). Die Dunkelziffer ist bei dieser Angabe zu hoch, um realistische Konsequenzen und Sachverhalte ableiten zu können. Für eine statistische Auswertung besitzen diese Daten keine Aussagekraft. Damit ist auch keine Aussage zu den Schadenskosten ableitbar.

## 2.1.4 Vergleich der Datenbanken

### 2.1.4.1 Anlagenbestand

Der Anlagenbestand kann lediglich für das Jahr 2015 zwischen den Datenbanken DESTATIS [1] und CSI [2] verglichen werden.

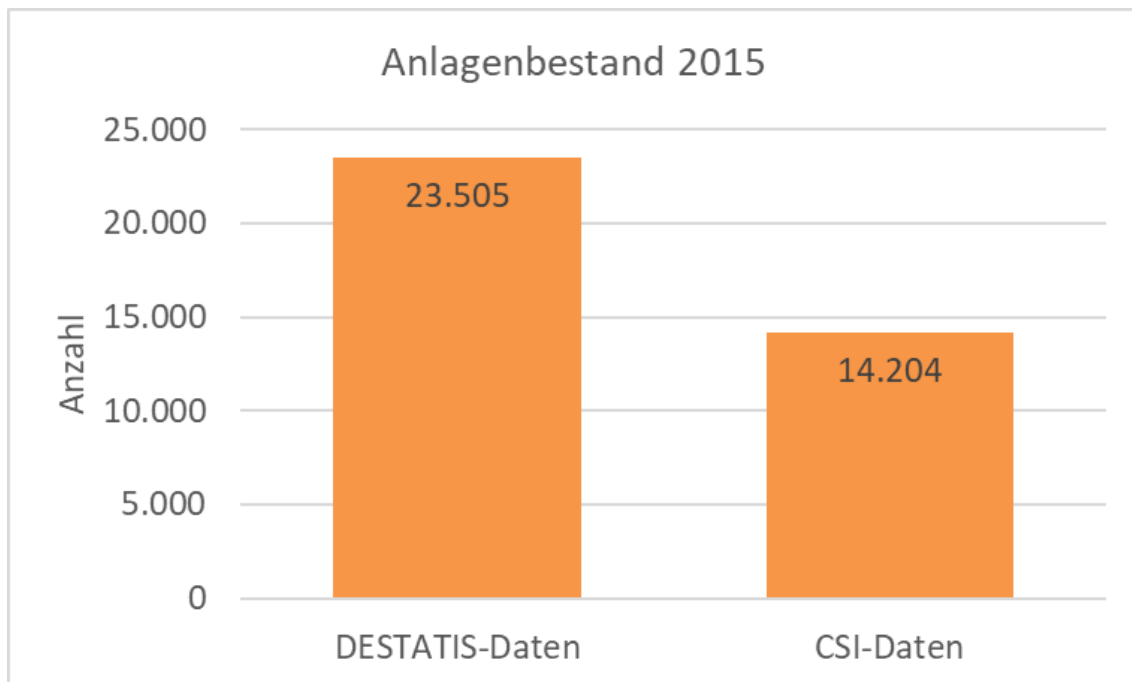


Abbildung 26: Gegenüberstellung des absoluten BÜ-Anlagenbestands beider Datenquellen [1] und [2]

Ein Grund für diese erhebliche Abweichung besteht vermutlich in unterschiedlichen Betrachtungsbereichen beider Statistiken. Während bei DESTATIS [1] sämtliche Bahnübergänge im Geltungsbereich der EBO enthalten sind – somit auch solche bei nichtbundeseigenen Bahnen (NE-Bahnen) –, werden zur Erhebung der CSI-Daten [2] offenbar nur die Bahnübergänge der Eisenbahnen des Bundes herangezogen.

Ein weiterer Grund liegt vermutlich in Inkonsistenzen der in Abschnitt 2.1.2.2 dargestellten Einteilung der Bahnübergänge begründet. Es existieren Konfigurationen, die sich nicht oder nicht eindeutig den vorgegebenen Kategorien zuordnen lassen. Dies gilt bspw. für manuell oder durch Fahrstraßen eingeschaltete Bahnübergänge, die sich unter Hauptsignaldeckung befinden. Deren Sicherung ist weder der Kategorie „benutzerseitige automatische Warnung/Schutz“ (da sie nicht durch das fahrende Schienenfahrzeug eingeschaltet werden) noch der Kategorie „benutzerseitige manuelle Warnung/Schutz“ (da sie sich unter Signaldeckung befinden) zuzuordnen.

Weitere Vergleiche hinsichtlich des Anlagenbestands sind nicht möglich. Die BEU-Datenbank [3] führt keinen Anlagenbestand.

### 2.1.4.2 Aufteilung BÜ auf Sicherungsart

Ein Vergleich der Aufteilung der Bahnübergänge hinsichtlich ihrer Sicherungsart ist aufgrund der unterschiedlichen Einteilung von DESTATIS [1] und CSI [2] nicht möglich. Hinzu kommt, dass die Datenbanken unterschiedliche Datengrundlagen und damit ein nicht vergleichbares Fundament für die Sicherungsarten aufweisen. Die BEU-Datenbank [3] führt keinen Anlagenbestand.

### 2.1.4.3 Unfalldaten am BÜ

Werden die Unfallzahlen der Zusammenpralle am Bahnübergang im Zeitraum von 2010 – 2016 aller drei Datenbanken gegenübergestellt, lässt sich bei allen Statistiken ein Rückgang erkennen.

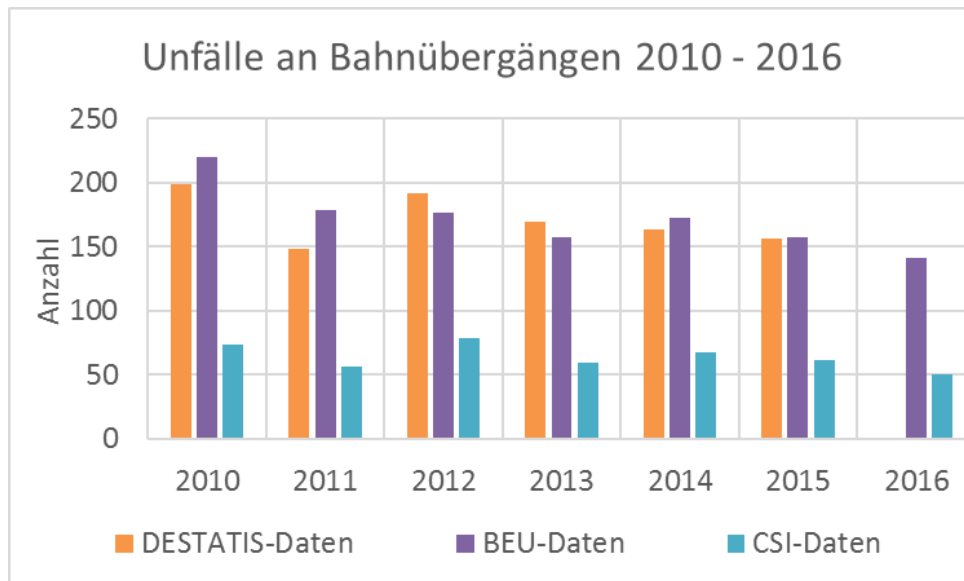


Abbildung 27: Gegenüberstellung der Entwicklung der Unfallzahlen im Zeitraum 2010 – 2016 [1], [2], [3]

Der Vergleich der verletzten und getöteten Personen bei Unfällen am Bahnübergang im Zeitraum 2010 – 2015 nach den Datenquellen DESTATIS [1] und CSI [2] offenbart eine deutlich größere Anzahl an verletzten und getöteten Personen bei DESTATIS [1]. Dies zeigen Abbildung 28 und Abbildung 29.

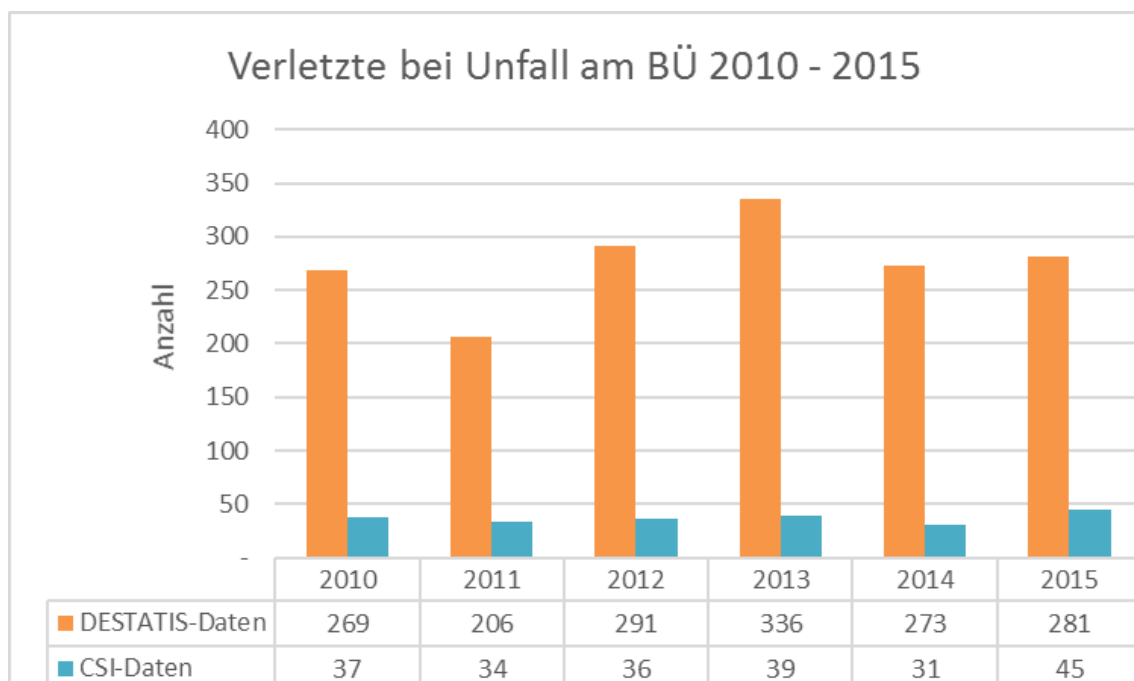


Abbildung 28: Gegenüberstellung von verletzten Personen beider Datenquellen [1] und [2]

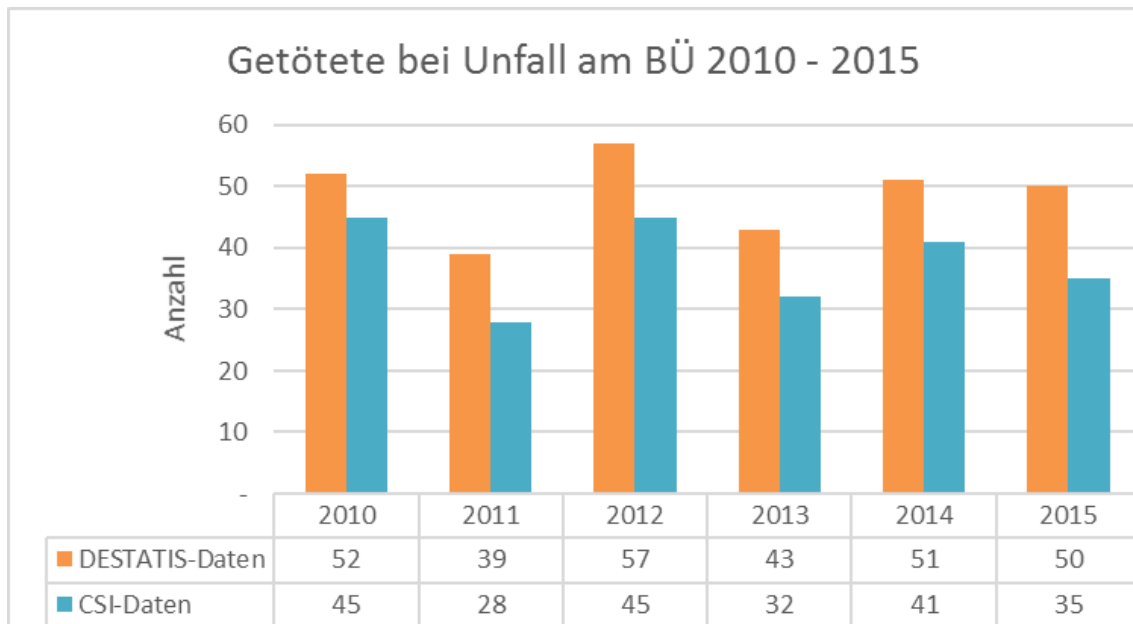


Abbildung 29: Gegenüberstellung von getöteten Personen beider Datenquellen [1] und [2]

Bei verletzten Personen ergibt sich eine Diskrepanz im Mittel um 239 Personen pro Jahr. Hintergrund dessen ist, dass [2] lediglich Schwerverletzte in die Statistik einbezieht, während bei [1] alle verletzten Personen aufgenommen werden. Weitere Erklärungen sind, dass bei [1] alle öffentlichen Eisenbahnen in Deutschland berücksichtigt werden, während bei der CSI-Datenbank [2] lediglich Eisenbahninfrastrukturunternehmen, welche eine Sicherheitsgenehmigung des Eisenbahn-Bundesamts benötigen, eingeschlossen werden. Daneben ergibt sich auch bei den Getöteten eine Abweichung um durchschnittlich 12 Personen pro Jahr. Es wird deutlich, dass beide Datenquellen eine unterschiedliche Datengrundlage aufweisen.

Da aus der BEU-Datenbank [3] kein verlässliches Schadensausmaß hervorgeht, kann diese Datenbank bei Gegenüberstellung von Getöteten und Schwerverletzten nicht einbezogen werden.

### 3 A.2 Vorschlag zur Aufnahme von Bahnübergangsunfällen nach [7]

Merkmal	Unterpunkte
Ort und Zeit des Ereignisses	Datum und Uhrzeit
	Bezeichnung der Straße oder des Weges
	Bezeichnung der Bahnstrecke oder der Betriebsstelle
	Bezeichnung des Bahnübergangs
Witterung	Lichtverhältnisse (Dämmerung, Dunkelheit usw.)
	witterungsbedingte Sichtverhältnisse (Nebel, Regen usw.)
	witterungsbedingter Fahrbahnzustand (Nässe, Glätte, Schnee usw.)
	Temperatur
Eigenschaften des Bahnübergangs	Sicherungsart
	Signalisierungszustand aus Sicht des Straßenverkehrsteilnehmers
	Zusatzeinrichtungen (Fußgängerakustik, Hängegitter usw.)
	Einschaltart (zugbewirkt, fahrstraßenbewirkt usw.)
	Überwachungsart (Überwachungssignale, Hauptsignaldeckung usw.)
	Schließdauer zum Zeitpunkt des Ereignisses
	Beleuchtung
	Bahnübergangsbelag
Eigenschaften des Straßenfahrzeugs	Fahrzeugart
	Sichtverhältnisse für den Fahrer
	Geschwindigkeit vor dem Ereignis
	Beleuchtung
Eigenschaften des Straßenverkehrsteilnehmers	Alter
	Geschlecht
	Wohnort (als Anhaltspunkt für Ortskenntnis)
Eigenschaften des Schienenfahrzeugs	Fahrzeugart
	Geschwindigkeit vor dem Ereignis
	Beleuchtung (Spitzenlicht, Innenbeleuchtung)
Lageskizze mit folgenden Inhalten	Verlauf der Bahnstrecke und der Straße
	Kreuzungswinkel
	Neigungsverhältnisse der Straße
	Fahrtrichtung des Schienenfahrzeugs
	Fahrt- bzw. Gehrichtung der Straßenverkehrsteilnehmer
	Fahrtrichtung oder Standort weiterer Fahrzeuge
	Verkehrszeichen vor, an und hinter dem Bahnübergang
	Fahrbahnmarkierungen vor, an und hinter dem Bahnübergang
	Sichthindernisse in Sichtflächen oder vor Straßensignalen
	Signale an der Bahnstrecke (Überwachungssignale, Pfeifton usw.)
Fotodokumentation	Übersichtsbilder der Örtlichkeit
	Bilder in die Blickrichtungen der Fahrzeugführer vor dem Ereignis
	weitere Bilder bei besonderen örtlichen Situationen

#### **4 A.3 Risikobetrachtung (nicht öffentlich)**



5 A.4 Aufwands-Nutzen-Abschätzung

Gewerk	Einflussgröße	Maßnahme	Erläuterung	Wirkung	Aufwand		Nutzen		Ergebnis
Bautechnik Straße	Geschwindigkeiten SVT	organisatorische Maßnahmen zur Geschwindigkeitsbegrenzung	Senkung der Geschwindigkeiten der SVT (Kfz)	bessere Sichtverhältnisse für SVT, längere Zeitdauer zur Wahrnehmung der BÜ und der Sicherungseinrichtung	gering	4	gering	1	4
		bauliche Maßnahmen zur Geschwindigkeitsreduzierung (Rüttelstreifen, Bodenschwellen)	Senkung der Geschwindigkeiten der SVT (Kfz)	bessere Sichtverhältnisse für SVT, längere Zeitdauer zur Wahrnehmung der BÜ und der Sicherungseinrichtung	mittel	3	gering	1	3
	Sichtweite SVT	keine Bebauung & Bepflanzung im Sichtdreieck auch bei aktiven BÜSA	bessere Sichtverhältnisse der SVT auf Bahnstrecke	bessere Sichtverhältnisse für SVT, Abwendbarkeit eines potentiellen Unfalls	hoch	2	gering	1	2
	Straßenführung vor BÜ	Begradigung der Straße	Vermeidung kurvigen Straßenverlaufs sowie Kuppen/Wannen	bessere Sichtverhältnisse für SVT, Abwendbarkeit eines potentiellen Unfalls	hoch	2	gering	1	2
	Verkehrsanlagen vor BÜ	Fahrbahnteiler	bauliche Vorkehrungen	Verhinderung einer seitlichen Umfahrung bei LzH	gering	4	mittel	2	8
		Verringerung der Beschilderung vor BÜ		bessere Sichtverhältnisse für SVT, Abwendbarkeit eines potentiellen Unfalls	mittel	3	gering	1	3
	Räumungsmöglichkeit	vorgeschaltete Lichtzeichen und Abhängigkeit zu benachbarten LSA des Straßenverkehrs (BÜSTRA)		übergeordneter Verkehrsstrom wird angehalten, um dem sonst wartepflichtigen Verkehrsstrom das Räumen des BÜ zu ermöglichen	hoch	2	hoch	3	6
		dynamische Verkehrszeichen vor BÜ		Aufforderung den Gefahrenbereich freizuhalten, wenn Sensoren einen Rückstau hinter dem Bahnübergang registrieren	mittel	3	mittel	2	6
		Vermeidung/Verlegung von Verkehrsanlagen (Kreuzungen, Einmündungen) hinter BÜ	bauliche Vorkehrungen	verbesserte Wahrnehmung (höhere Konzentration), Verringerung von Rückstaus	hoch	2	hoch	3	6
	Eisenbahnüber-/unterführung	Rückbau von Bahnübergängen		physischer Ausschluss eines Zusammenpralls der Verkehrsträger	sehr hoch	1	sehr hoch	4	4
Sicherungs- und Elektrotechnik	Annäherungszeit	vermehrter Einsatz der Überwachungsart Ü <sub>SOE</sub>	Realisierung möglichst kurzer Annäherungszeiten	Häufigkeit des absichtlichen Fehlverhaltens der SVT wird verringert	mittel	3	mittel	2	6
	Sicherungsart	vermehrter Einsatz technischer Sicherungsarten	Ersatz von passiven BÜ	Häufigkeit des Fehlverhaltens der SVT wird verringert	hoch	2	hoch	3	6
		vermehrter Einsatz von Schranken/Halbschranken	Einsatz wirksamerer Sicherungsarten	Häufigkeit des Fehlverhaltens der SVT wird verringert	hoch	2	hoch	3	6
	Gefahrenraumfreimeldung	GFR mit niedrigem Sicherheitsniveau (SIL 1)	vermehrter Einsatz GFR möglich	Verringerung der Folgen von Räumungsproblemen	mittel	3	hoch	3	9

6 A.5 Nutzwertanalyse für nichttechnisch gesicherte BÜ

Nr.	Bewertungskriterium	Wichtung	Ausprägung des Bewertungskriteriums	Faktor der Ausprägung	AP2				AP3												
					Micro-Anlage		NavTrain		Satellitenortung		Verkehrserziehung		Blitzlichter		Rüttelstreifen		Rail2X		Verkehrszeichenerkennung		
1	Änderungsbedarf des Regelwerks	4	hoch	1																	
			mittel	2	x	8			x	8			x	8	x	8					
			gering	3			x	12			x	12					x	12	x	12	
2	Zeitaufwand	2	hoch	1						x	2						x	2			
			mittel	2			x	4	x	4			x	4							
			gering	3	x	6								x	6				x	6	
3	Kostenaufwand	3	hoch	1	x	3			x	3	x	3					x	3			
			mittel	2			x	6											x	6	
			gering	3									x	9	x	9					
4	techn. Verträglichkeit zur BÜ-Anlage	2	hoch	3	x	6	x	6	x	6	x	6	x	6	x	6	x	6	x	6	
			mittel	2																	
			gering	1																	
5	Verträglichkeit zur Umgebung	2	hoch	3	x	6	x	6	x	6	x	6					x	6	x	6	
			mittel	2																	
			gering	1										x	2	x	2				
6	Anfälligkeit	1	hoch	1																	
			mittel	2			x	2	x	2			x	2	x	2	x	2	x	2	
			gering	3	x	3					x	3									
7	Wirksamkeit	2	hoch	3	x	6			x	6	x	6	x	6							
			mittel	2			x	4									x	4			
			gering	1											x	2			x	2	
8	negative verkehrspsycholog. Effekte	1	hoch	1									x	1							
			mittel	2			x	2	x	2						x	2	x	2		
			gering	3	x	3					x	3			x	3					
<b>Ergebnis (maximal zu erreichende Punktzahl = 51)</b>						<b>37</b>		<b>42</b>		<b>37</b>		<b>41</b>		<b>38</b>		<b>38</b>		<b>37</b>		<b>42</b>	

7 A.6: Nutzwertanalyse für technisch gesicherte BÜ mit Lichtzeichen

Nr.	Bewertungskriterium	Wichtung	Ausprägung	Faktor	AP2								AP3																	
					Rotlichtüberwachung	Funktechnologie	Rundumleuchte	Fahrbahnlichter	Klappbares Hindernis	NavTrain	Verkehrserziehung	Rüttelstreifen	akustische Sensorik	kabellose Achszähler	RCAS	Rail2X	Verkehrszeichenerkennung													
1	Änderungsbedarf des Regelwerks	4	hoch	1																										
			mittel	2			x	8	x	8	x	8	x	8			x	8	x	8			x	8						
			gering	3	x	12							x	12	x	12					x	12			x	12	x	12		
2	Zeitaufwand	2	hoch	1			x	2							x	2			x	2			x	2	x	2				
			mittel	2								x	4	x	4						x	4								
			gering	3	x	6			x	6	x	6							x	6							x	6		
3	Kostenaufwand	3	hoch	1			x	3							x	3			x	3			x	3	x	3				
			mittel	2	x	6						x	6	x	6						x	6					x	6		
			gering	3					x	9	x	9																x	6	
4	techn. Verträglichkeit zur BÜ-Anlage	2	hoch	3	x	6			x	6	x	6	x	6	x	6	x	6							x	6	x	6		
			mittel	2									x	4						x	4	x	4							
			gering	1					x	2																				
5	Verträglichkeit zur Umgebung	2	hoch	3			x	6			x	6	x	6	x	6	x	6	x	6	x	6	x	6	x	6	x	6		
			mittel	2	x	4																								
			gering	1							x	2																		
6	Anfälligkeit	1	hoch	1									x	1																
			mittel	2										x	2															
			gering	3	x	3	x	3	x	3	x	3					x	3												
7	Wirksamkeit	2	hoch	3	x	6																								
			mittel	2					x	4	x	4	x	4																
			gering	1																										
8	negative verkehrspsycholog. Effekte	1	hoch	1																										
			mittel	2																										
			gering	3	x	3	x	3	x	3	x	3	x	3																
<b>Ergebnis (maximal zu erreichende Punktzahl = 51)</b>																														
						46		31		41		45		38		42		41		38		32		41		31		37		42

8 A.7 Nutzwertanalyse für technisch gesicherte BÜ mit Lichtzeichen und Halbschranken

Nr.	Bewertungskriterium	Wichtung	Ausprägung	Faktor	AP2										AP3																	
					Rotlichtüberwachung		Funktechnologie		Rundumleuchte		Fahrbahnlichter		Fahrbahnteiler		klappbares Hindernis		NavTrain		Verkehrserziehung		akustische Sensorik		kabellose Achszähler		RCAS		Rail2X		Verkehrszeichen-erkennung			
1	Änderungsbedarf des Regelwerks	4	hoch	1																												
			mittel	2			x	8	x	8	x	8			x	8								x	8							
			gering	3	x	12							x	12			x	12	x	12				x	12			x	12			
2	Zeitaufwand	2	hoch	1			x	2									x	2	x	2			x	2	x	2						
			mittel	2										x	4	x	4															
			gering	3	x	6				x	6	x	6	x	6														x	6		
3	Kostenaufwand	3	hoch	1			x	3									x	3	x	3			x	3	x	3						
			mittel	2	x	6									x	6	x	6											x	6		
			gering	3						x	9	x	9	x	9																	
4	techn. Verträglichkeit zur BÜ-Anlage	2	hoch	3	x	6			x	6	x	6	x	6			x	6	x	6						x	6	x	6			
			mittel	2												x	4															
			gering	1			x	2																		x	2					
5	Verträglichkeit zur Umgebung	2	hoch	3			x	6			x	6			x	6	x	6	x	6	x	6	x	6	x	6	x	6	x	6		
			mittel	2	x	4							x	4																		
			gering	1							x	2																				
6	Anfälligkeit	1	hoch	1											x	1																
			mittel	2														x	2								x	2	x	2		
			gering	3	x	3	x	3	x	3	x	3	x	3																		
7	Wirksamkeit	2	hoch	3	x	6																										
			mittel	2			x	4	x	4	x	4						x	4													
			gering	1																										x	2	
8	negative verkehrspsycholog. Effekte	1	hoch	1																												
			mittel	2														x	2									x	2	x	2	
			gering	3	x	3	x	3	x	3	x	3	x	3	x	3																
<b>Ergebnis (maximal zu erreichende Punktzahl = 51)</b>							<b>46</b>		<b>31</b>			<b>41</b>		<b>45</b>		<b>49</b>		<b>38</b>		<b>42</b>		<b>41</b>		<b>32</b>		<b>41</b>		<b>31</b>		<b>37</b>		<b>42</b>

9 A.8 Nutzwertanalyse für technische Gefahrenraumfreimeldung

Nr.	Bewertungskriterium	Wichtung	Ausprägung des Bewertungskriteriums	Faktor der Ausprägung	AP2		AP3					
					videogesteuerte GFR		Lasere		intelligente Videoüberwachung		Local Positioning System	
1	Zeitaufwand	2	hoch	1							x	2
			mittel	2	x	4	x	4	x	4		
			gering	3								
2	Kostenaufwand	3	hoch	1							x	3
			mittel	2	x	6	x	6	x	6		
			gering	3								
3	Verträglichkeit zur Umgebung	2	hoch	3			x	6	x	6	x	6
			mittel	2	x	4						
			gering	1								
4	Anfälligkeit	1	hoch	1	x	1						
			mittel	2			x	2	x	2		
			gering	3							x	3
<b>Ergebnis (maximal zu erreichende Punktzahl = 24)</b>						<b>15</b>		<b>18</b>		<b>18</b>		<b>14</b>

## 10 A.9 Regelwerksanpassungen der Ril 815 bei Rundumleuchte als Ersatzeinrichtung

Abschnitt	Überschrift	Änderung
<b>Ril 815.0032: Technische Sicherungen an Bahnübergängen anordnen</b>		
Abschnitt 1 Absatz 1	Steuerung und Funktionsüberwachung bei technischer BÜ-Sicherung	Überwachung durch Rundumleuchte hinzufügen
Abschnitt 1 Absatz 2	Funktionsüberwachung festlegen	Überwachung durch Rundumleuchte hinzufügen
Abschnitt 1 Absatz 3	Lichtzeichen verwenden	Rundumleuchte als Wegelement in Abschnitt hinzufügen oder einen neuen Absatz „Rundumleuchte“ einfügen
Abschnitt 1 Absatz 5	Fuß- und Radwege neben Straßen technisch sichern	Hinweis um die Möglichkeit des Einsatzes von Rundumleuchten erweitern
Abschnitt 1 Absatz 7	Halbschranken verwenden	keine Änderung notwendig, da Rundumleuchte nur bei sehr einfachen Verhältnissen als Ersatzmaßnahme anwendbar ist und Halbschranken in diesem Fall keine Verwendung finden
Abschnitt 3 Absatz 1	Ausführung und Lichtzeichen, Blinklichter und Seitenlichter aufstellen und ausrichten	Rundumleuchte als Wegelement einfügen, Aufstellung der Rundumleuchte definieren, Abbildung einfügen, „Rundumleuchten sind in Grundstellung dunkel geschaltet. Bei Aktivierung leuchten sie drehend auf.“ hinzufügen, „An Rundumleuchten sind keine Kontrastblenden anzubringen.“ hinzufügen, Ausleuchtung bei Rundumleuchte (Sichtbarkeit auf Straßen- und Schienenverkehrsanlagen) hinzufügen
Abschnitt 3 Absatz 2	Durchmesser der Signalgeber von Lz	neuer Absatz „Durchmesser der Rundumleuchte“ hinzufügen
<b>Ril 815.0033: Technische Sicherungen an Bahnübergängen berechnen</b>		
Abschnitt 4 Absatz 1	Einschaltstrecken bei ÜS-Anlagen	Berechnung der Einschaltstrecke erweitern um Rundumleuchte als Überwachungssignal

### 11 A.10 Modifizierte Nutzwertanalyse für Top-Optimierungsmaßnahmen

Nr.	Bewertungskriterium	Wichtung	Ausprägung des Bewertungskriteriums	Faktor der Ausprägung	Fahrbahnteiler		Rotlichtüberwachung		Fahrbahnlichter		Na-vTrain	Verkehrszeichenerkennung		Rundumleuchte (Zusatz)		Rundumleuchte (Ersatz)		Verkehrserziehung		kabellose Achszähler			
1	Änderungsbedarf des Regelwerks	4	enorm	0			x	0							x	0							
			hoch	1					x	4				x	4								
			mittel	2	x	8															x	8	
			unbedeutend	3								x	12	x	12					x	12		
2	Zeitaufwand	2	hoch	1														x	2				
			mittel	2						x	4										x	4	
			gering	3	x	6	x	6	x	6			x	6	x	6	x	6					
3	Kostenaufwand	3	hoch	1														x	3				
			mittel	2			x	6			x	6	x	6							x	6	
			gering	3	x	9			x	9				x	9	x	9						
4	techn. Verträglichkeit zur BÜ-Anlage	2	hoch	3	x	6	x	6	x	6	x	6	x	6	x	6	x	6	x	6			
			mittel	2																		x	4
			gering	1																			
5	Verträglichkeit zur Umgebung	2	hoch	3					x	6	x	6	x	6					x	6	x	6	
			mittel	2	x	4	x	4															
			gering	1											x	2	x	2					
6	Anfälligkeit	1	hoch	1																			
			mittel	2							x	2	x	2								x	2
			gering	3	x	3	x	3	x	3					x	3	x	3	x	3			
7	Wirksamkeit	2	hoch	3	x	6	x	6											x	6			
			mittel	2					x	4	x	4			x	4	x	4			x	4	
			gering	1										x	2								
8	negative verkehrspsycholog. Effekte	1	hoch	1																			
			mittel	2							x	2	x	2									
			gering	3	x	3	x	3	x	3					x	3	x	3	x	3	x	3	x
<b>Ergebnis (maximal zu erreichende Punktzahl = 51)</b>						<b>45</b>		<b>34</b>		<b>41</b>		<b>42</b>		<b>42</b>		<b>37</b>		<b>33</b>		<b>41</b>		<b>37</b>	

## Abkürzungsverzeichnis

<b>Abkürzung</b>	<b>Definition</b>
BEU	Bundesstelle für Eisenbahnunfalluntersuchung
BÜ	Bahnübergang
BÜP	Bahnübergangsposten
BÜSA	Bahnübergangssicherungsanlage
CSI	Common Safety Indicators – Gemeinsame Sicherheitsindikatoren
DESTATIS	Statistisches Bundesamt
EBFZ	Eisenbahnbetriebsfahrzeuge
EBO	Eisenbahn Bau- und Betriebsordnung
EN	Europäische Norm
ERAIL	European Railway Accident Information Links
EVU	Eisenbahnverkehrsunternehmen
Kfz	Kraftfahrzeug
LSA	Lichtsignalanlage
Lz	Lichtzeichen
LzH	Lichtzeichen mit Halbschranken
LzV	Lichtzeichen mit Schranken
NE-Bahnen	nicht-bundeseigenen Eisenbahnen
RAC-TS	Risk Acceptance Criteria for technical systems Explizite Risikoabschätzung
SIL	Safety Integrity Level – Sicherheitsintegritätsstufe
SVT	Straßenverkehrsteilnehmer
Tfz	Triebfahrzeug
ÜS	Überwachungssignal



## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Anlagenbestand BÜ 2015, aufgeteilt auf die Art der kreuzenden Straße [1] ..	8
Abbildung 2:	Anlagenbestand BÜ nach Sicherungsarten [1].....	9
Abbildung 3:	Anzahl der Zusammenpralle mit Wegebenutzern [1].....	10
Abbildung 4:	Anzahl Getöteter und Verletzter bei Zusammenprallen mit Wegebenutzern [1]10	
Abbildung 5:	Anzahl Getöteter bei Zusammenprall mit Wegebenutzern [1] .....	11
Abbildung 6:	Anzahl Verletzter bei Zusammenprall mit Wegebenutzern [1] .....	11
Abbildung 7:	Anzahl Getöteter bei Schienenverkehrsunfällen im Zeitraum 2011 – 2015 nach [1] .....	12
Abbildung 8:	Anzahl Verletzter bei Schienenverkehrsunfällen im Zeitraum 2011 – 2015 nach [1] .....	12
Abbildung 9:	Anlagenbestand Bahnübergänge [2] .....	13
Abbildung 10:	Anlagenbestand BÜ nach Klassifikation nach [2] .....	15
Abbildung 11:	Anzahl schwerverletzter Personen bei signifikantem Unfall am BÜ [2] .....	15
Abbildung 12:	Anzahl getöteter Personen bei signifikantem Unfall am BÜ [2] .....	16
Abbildung 13:	Personenschadenskosten bei BÜ-Unfällen im Zeitraum 2006 – 2016 nach [2]16	
Abbildung 14:	Personenschadenskosten pro BÜ-Unfall im Zeitraum 2006 – 2016 nach [2] .	17
Abbildung 15:	Schadenshöhen der Unfälle in Bezug auf den Bestand nach [2].....	17
Abbildung 16:	Anzahl getöteter und schwerverletzter Personen pro signifikantem Bahnübergangsunfall im Vergleich zur Betriebsleistung nach [2] .....	18
Abbildung 17:	Anzahl der BÜ-Unfälle je 1.000 BÜ in Bezug zur Betriebsleistung nach [2]...	18
Abbildung 18:	Anzahl der Unfälle je 1.000 BÜ nach [2] .....	19
Abbildung 19:	Bestand und Unfälle 2015 an Bahnübergängen nach [2] .....	19
Abbildung 20:	Bestand und Unfälle 2016 an Bahnübergängen nach [2] .....	20
Abbildung 21:	Bestand und Unfälle im Durchschnitt nach [2] .....	20
Abbildung 22:	Anzahl der Bahnübergangsunfälle nach Sicherungsarten [3] .....	22
Abbildung 23:	Anzahl der Bahnübergangsunfälle und Störungen am BÜ nach Sicherungsarten nach [3] .....	23
Abbildung 24:	Anzahl der Bahnübergangsunfälle und Störungen am BÜ nach Mangelunterkategorien nach [3] .....	26
Abbildung 25:	Anzahl der Bahnübergangsunfälle durch Missachtung der BÜ-Sicherung durch SVT nach Sicherungsarten nach [3] .....	27
Abbildung 26:	Gegenüberstellung des absoluten BÜ-Anlagenbestands beider Datenquellen [1] und [2] .....	28
Abbildung 27:	Gegenüberstellung der Entwicklung der Unfallzahlen im Zeitraum 2010 – 2016 [1], [2], [3] .....	29
Abbildung 28:	Gegenüberstellung von verletzten Personen beider Datenquellen [1] und [2]29	
Abbildung 29:	Gegenüberstellung von getöteten Personen beider Datenquellen [1] und [2]30	

## **Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1:	Neue Einteilung der BÜ-Klassifikation nach [2] .....	14
Tabelle 2:	Anzahl beteiligter SVT an Unfällen und Störungen am BÜ 2010 – 2018 [3] ..	24
Tabelle 3:	Neue Einteilung der Mangelunterarten nach [3] .....	26

## Literaturverzeichnis

- [1] Statistisches Bundesamt: Verkehr: Eisenbahnverkehr Betriebsdaten des Schienenverkehrs. September 2015
- [2] ERAIL database Common Safety Indicators data reported by National Safety Authorities, Country: Germany. Abgerufen am 12.01.2018
- [3] Auswertung Unfalldatenbank der Bundesstelle für Eisenbahnunfalluntersuchung (BEU). Abfrage vom 08.03.2018
- [4] RICHTLINIE 2009/149 EG DER KOMMISSION vom 27. November 2009 zur Änderung der Richtlinie 2004/49/EG des Europäischen Parlaments und des Rates in Bezug auf gemeinsame Sicherheitsindikatoren und gemeinsame Methoden für die Unfallkostenberechnung, November 2009
- [5] RICHTLINIE 2014/88/EU DER KOMMISSION vom 9. Juli 2014 zur Änderung der Richtlinie 2004/49/EG des Europäischen Parlaments und des Rates in Bezug auf gemeinsame Sicherheitsindikatoren und gemeinsame Methoden für die Unfallkostenberechnung, Juli 2014
- [6] Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung vom 8. Mai 1967 (BGBl. 1967 II S. 1563), zuletzt geändert durch Artikel 2 der Verordnung vom 26. Juli 2017 (BGBl. I S. 3054)
- [7] Vermerk zur Datenerfassung bei Bahnübergangsunfällen vom 31.01.2011, Professur für Verkehrssicherungstechnik im Rahmen des Forschungsprojekts „Erstellung eines einheitlichen Regelwerksentwurfs als Grundlage für die Planung und Instandhaltung von Bahnübergängen“, BMVBS-Projekt-Nr. 96.0943/2009/