



Sicherheitskonzepte im Bahnbetrieb

Bahnübergangssicherung

Nach Definition in der Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung handelt es sich bei Bahnübergängen (Bü) um „höhengleiche Kreuzungen von Eisenbahnen mit Straßen, Wegen und Plätzen.“ [1]

Sie sind Schnittpunkt der Verkehrssysteme Straße und Schiene, die sehr verschiedene Eigenschaften haben. So haben Straßenverkehrsteilnehmer im Vergleich zum Schienenverkehr aufgrund ihrer vergleichsweise geringen Masse, und im Falle von Fahrzeugen der hohen Haftreibung der Gummibereifung, kurze Bremswege. Außerdem bewegen Sie sich im Straßenverkehr im Allgemeinen auf Sicht. Der Schienenverkehr hingegen verlässt sich aufgrund der langen Bremswege und der Spurgebundenheit auf Signale und technische Sicherungseinrichtungen. Daher unterliegen sie einem besonderen Koordinationsbedarf und hohen Sicherheitsanforderungen. Vorrangiges Ziel der Bahnübergangssicherung ist es, die Kollision eines Schienenfahrzeug mit einem Straßenverkehrsteilnehmer auf einem Bahnübergang zu verhindern. Dieses Ereignis wird in [2] auch als „Zusammenprall“ definiert.

Da Risiken, insbesondere durch Fehlverhalten von Straßenverkehrsteilnehmern, nicht ausgeschlossen werden können, ist der Neubau von Bahnübergängen laut Eisenbahnkreuzungsgesetz in Deutschland in der Regel nicht zulässig. Stattdessen sollen Straßen durch Über- oder Unterführungen als höhenfreie Kreuzungen angelegt werden.

Im folgenden Text werden die Eigenschaften von Bahnübergängen nach Sicherungs-, Bedien- und Überwachungsart aufgeschlüsselt.

Straßenverkehr

Im Allgemeinen hat „auf Bahnübergängen [...] der Eisenbahnverkehr Vorrang vor dem Straßenverkehr.“ [1] Grund dafür sind die beschriebenen unterschiedlichen Eigenschaften der Verkehrssysteme: ein Anhalten der Schienenfahrzeuge wäre wegen der durch die hohe Masse große Bewegungsenergie und dem langen Bremsweg nicht sinnvoll.

Kennzeichnung (für den Straßenverkehr)

Generell werden Bahnübergänge und die Pflicht Vorrang zu gewähren für den Straßenverkehr „durch Aufstellen von Andreaskreuzen“ [1] gekennzeichnet. Durch technische und nicht technische Sicherungsmaßnahmen wird erreicht, dass „die Annäherung eines Schienenfahrzeugs für den Straßenverkehrsteilnehmer erkennbar wird“ [2]. Im Falle von nicht technisch gesicherten Bahnübergängen sind diese Andreaskreuze, ggf. ergänzt durch Vorankündigungsbaken und -schilder sowie Geschwindigkeitsbeschränkungen, die einzigen Signalisierungen für den Straßenverkehr. Es können außerdem betriebliche Regelungen wie Langsamfahrstellen und akustische Signale der Schienenfahrzeuge getroffen werden. Eine große Verantwortung trägt hier der Straßenverkehrsteilnehmer selbst, dem freie Sicht zur Beobachtung des Annäherungsbereichs auf der Schiene gewährt werden muss.

Diese freie Sicht wird definiert durch zwei Punkte und zwei Strecken: Auf der Straße gibt es den Sehpunkt, an dem der Straßenbenutzer das Schienenfahrzeug spätestens wahrgenommen haben muss, um noch innerhalb sicher anhalten zu können. Die Entfernung zwischen Sehpunkt und Gefahrraum wird als Anhalteweg bezeichnet. Auf der Schiene wird die Entfernung zwischen dem sog. Sichtpunkt und dem Bahnübergang als Annäherungsstrecke bezeichnet. Ein Straßenverkehrsteilnehmer, der den Sehpunkt überschritten hat, während das Schienenfahrzeug mindestens die Annäherungsstrecke entfernt ist, soll den Bü unter Beibehaltung der Fahrtgeschwindigkeit sicher queren können. Die Annäherungsstrecke ist die Mindestentfernung für den Einschaltpunkt bei technisch gesicherten Bü [3]. Daher ist für die nichttechnische Sicherung erforderlich, dass das Dreieck zwischen Sehpunkt, Sichtpunkt und Bahnübergang von Sichthindernissen freigehalten wird, und zwar für die Seh- und Sichtpunkte des

schnellstmöglichen und des langsamstmöglichen Fahrzeuges.

Technische Sicherung

Die technische Sicherung von Bahnübergängen umfasst technische Einrichtungen, die Straßenverkehrsteilnehmer vor herannahenden Zügen warnen (Blinklichter und Lichtzeichen) bzw. das Befahren des Bahnübergangs physisch erschweren (Schranken) sollen. Abhängig von der Verkehrsstärke auf Schiene und Straße sowie örtlichen Gegebenheiten kommen hierbei Kombinationen aus Lichtzeichen, Blinklichtern, Halbschranken und Schranken zum Einsatz. Die zulässigen Kombinationen sind in §11 Abs.6 EBO festgelegt als Lichtzeichen, Lichtzeichen mit Halbschranken, oder Lichtzeichen mit (Voll-)Schranken. In Bestandsanlagen sind statt Lichtzeichen auch Blinklichter möglich.

Blinklichter und Lichtzeichen

Nur noch in alten Anlagen sind im Bereich der ehem. Deutschen Bundesbahn Andreaskreuze mit darüber angeordnetem Blinklicht statt Lichtzeichen sowie im Bereich der ehem. Deutschen Reichsbahn Andreaskreuze mit integriertem mittigen Blinklicht zu finden. Die Blinklichter werden durch Lichtzeichen ersetzt, da eine Angleichung an die üblichen Signalanlagen im Straßenverkehr die Wahrnehmung durch die Straßenverkehrsteilnehmer verbessern soll. In einer Studie wurde festgestellt, dass durch das zusätzliche Gelblicht ein verbessertes Entscheidungsverhalten von Autofahrern erreicht werde. [5]

Integration in Lichtsignalanlagen

Ein typischer Anwendungsfall der Zusammenschaltung von Bahnübergängen mit bestehenden Lichtsignalanlagen (LSA) ist sicherzustellen, dass Kraftfahrzeuge den Bahnübergang rechtzeitig räumen können. In [2] wird hier beispielhaft „die Einmündung einer untergeordneten Straße unmittelbar hinter dem Bahnübergang“ angenommen. In diesem Fall müssen, sofern noch keine Lichtsignalanlage besteht, auf der Hauptstraße Lichtsignale angebracht werden, die bei herannahenden Schienenfahrzeugen den dortigen Verkehr anhalten, sodass der Bü geräumt werden kann. Besteht dagegen bereits eine Lichtsignalanlage, muss eine Abhängigkeit zum Bü hergestellt werden („BÜSTRA-Anlage“). Die LSA wird im Grundzustand den Verkehr normal regeln, im Fall der Bü-Einschaltung aber ebenfalls den Hauptstraßenverkehr anhalten um den Abfluss aus der untergeordneten Straße zu beschleunigen. Gleichzeitig werden die Zufahrten zum Bü während der Einschaltung durch Rotlicht gesperrt. Aus Sicherheitsgründen werden zusätzlich zur LSA Signalgeber zur Notsignalisierung angebracht, die aktiviert werden, falls die LSA ausfällt.

Ausnahmen

Als Anrufschraken werden Anlagen bezeichnet, bei denen eine im Grundzustand geschlossene Schranke von einem Fahrdienstleiter nur auf Anruf geöffnet wird. Dazu befindet sich an der Straße ein Telefon, mit dem dieser kontaktiert werden kann. Diese Technik wird eingesetzt, wenn deutlich mehr Schienen- als Straßenverkehr vorliegt, aber auf eine technische Sicherung nicht verzichtet werden kann. Die Schrankenmechanik wird gegenüber einem normalen beschränkten Bü geschont, da nur die Schranken nur selten geöffnet werden.

Im Allgemeinen müssen zusätzlich zu Schranken immer auch Lichtzeichen oder Blinklicht vorhanden sein, um das Schließens der Schranken auf den Straßenverkehr abzustimmen, d.h. eine Kollision von Fahrzeugen mit den Schranken zu vermeiden. Bei Bahnübergängen im Sichtbereich eines Schrankenwärters kann von dieser Regel abgewichen werden, da der Bediener das Schließen der Schranken unterbrechen und manuell auf den Verkehr abstimmen kann.

Gefahrenraumfreimeldung

In der EBO ist festgelegt, dass Bahnübergänge, die durch Vollschranken komplett abgeschlossen werden, „von der Bedienungsstelle aus [...] eingesehen werden können“ oder „das Freisein [...] durch technische Einrichtungen festgestellt“ werden muss. Dazu sind drei verschiedene Herangehensweisen möglich. Im Fall der Bedienung der

Schranke durch Wärter oder bei direkter Sicht auf die Schranke aus einer besetzten Betriebsstelle, kann durch einen Mitarbeiter die Freimeldung des Gefahrenraums unmittelbar vorgenommen werden. Zur Einsparung von Personal kann auch durch Videokameras ein Mitarbeiter mehrere Bahnübergänge „mittelbar“ überwachen. Schließlich ist auch der Einsatz sog. Gefahrenraum-Freimeldeanlagen möglich. Hier wird durch technische Anlagen wie einen Radarscanner die Freimeldung automatisiert durchgeführt. Eine Gefahr durch menschliche Fehlhandlungen ist damit ausgeschlossen. Den zunächst hohen Anschaffungskosten stehen die Einsparung in den laufenden Kosten sowie die hohe Zuverlässigkeit gegenüber.

Bedien- und Überwachungsarten

Technisch gesicherte Bahnübergänge lassen sich nach verschiedenen Bedienarten aufschlüsseln, die dann ihrerseits mit verschiedenen Verfahren überwacht werden. Die Bedienart gibt an, durch wen der Bahnübergang eingeschaltet wird, d.h. auf welche Weise die technische Sicherung aktiviert wird. Dies kann zug-, bediener- oder signalgesteuert erfolgen. Die Überwachungsart gibt an, wem in welcher Weise eine Fehlfunktion offenbart wird.

Zuggesteuert

Bei der zuggesteuerten Einschaltung registriert ein Schienenkontakt, Fahrzeugsensor oder Radsensor das Überfahren durch einen Zug. Die Überwachung erfolgt hier in der Regel durch ein Überwachungssignal, welches dem Tf anzeigt, ob der Bahnübergang ordnungsgemäß gesichert ist. Dieses befindet sich im Bremswegabstand, sodass ein Anhalten vor dem Übergang

Dadurch ergeben sich längere Einschaltzeiten als für die Räumung des Bü durch Verkehrsteilnehmer nötig wären. Um die Einschaltzeiten zu verkürzen, kann auf die Fernüberwachung zurückgegriffen werden, bei der nur überwacht wird, dass der Bü prinzipiell betriebsbereit ist, nicht jedoch dass er bereits gesichert ist. Dadurch kann sich der Einschaltzeitpunkt hinter dem Überwachungssignal befinden – die Einschaltzeit wird reduziert. Die redundante Auslegung und Hochverfügbarkeit der Technik ist hier daher von besonderer Bedeutung. Die Offenbarung von Fehlern erfolgt durch einen Melder beim Fahrdienstleiter, welcher dann den Instandhaltungsdienst informiert. Um die Arbeitsbelastung des Fdl und den Verkabelungsaufwand zu reduzieren, wurde die Variante des „Überwachungssignal mit optimierter Einschaltung“ entwickelt, bei welcher ein Überwachungssignal, welches in Grundstellung ein Überfahren erlaubt, den Melder beim Fdl ersetzt. Hier erfolgt die Offenbarung von Fehlern wieder gegenüber dem Tf.

Nicht nur wenn das Überwachungssignal keine ordnungsgemäße Sicherung meldet, sondern auch wenn der Zug zwischen Gleiskontakt und Bahnübergang anhält oder eine Mindestgeschwindigkeit unterschreitet, muss manuell nachgesichert werden, da zuggesteuerte Übergänge in der Regel auch ohne Überfahrt eines Zuges nach einer festgelegten Zeit in die Grundstellung zurückkehren. Dies bedeutet entweder das manuelle Einschalten durch eine Hilfseinschalttaste direkt am Bahnübergang, das Sperren der Straße durch Posten, oder ein Überqueren der Straße in Schrittgeschwindigkeit nach vorherigem Anhalten und Pfeifen.

Signalgesteuert

Bei der signalgesteuerten Variante erfolgt die Einschaltung automatisch, wenn der Fahrdienstleiter eine Fahrstraße einstellt, die über den Bahnübergang führt. Dies wird besonders in der Nähe von Bahnhöfen häufig eingesetzt. Die Überwachung erfolgt hier durch Hauptsignaldeckung (Hp), das Hauptsignal geht also nur in Fahrtstellung, wenn der Übergang gesichert ist. Dieses Verfahren bedeutet im Störfall erhöhten Aufwand auf Seiten des Fahrdienstleiters, da dieser dann schriftlich Befehlsfahrt mit Nachsicherung anordnen muss.

Bedienergesteuert

Eine manuelle Einschaltung durch Zugpersonal kann zum Beispiel erfolgen, wenn sich kurz vor einem Übergang ein Haltepunkt befindet, an dem alle Züge halten. Auch in Rangieranlagen oder bei Anschlussstellen kann dieses Verfahren zum Einsatz kommen. Dies wird durch einen Schlüsselschalter oder eine Funk- oder Infrarot-Fernsteuerung realisiert. Auch die manuelle Einschaltung durch Schrankenwärter kommt in einigen Altanlagen

noch zum Einsatz. Hier wird die Funktion des Bahnübergangs durch den Bediener überwacht. Wenn ein Schrankenwärter nur passiv durch Fahrplan, Streckenbeobachtung und ggf. technische Hilfsmittel wie Anrückmelder die Strecke überwacht und selbstständig die Schranken betätigt, ohne den Vollzug der benachbarten Zugmeldestelle mitzuteilen, ist die Sicherheit hier vollständig vom korrekten Handeln des Wärters abhängig. Wird dieser dienstunfähig oder ist abgelenkt, versagt die Sicherung. Wird der Zug hingegen erst losgeschickt, nachdem die Sicherung bestätigt wurde, ist diese Gefahr ausgeschlossen, allerdings erhöht sich die Einschaltzeit teilweise erheblich.

Funktionsüberwachung

Um die oben beschriebene Überwachung der korrekten Einschaltung oder Einschaltbereitschaft der Anlage zu realisieren, sind technische Einrichtungen erforderlich, die Fehlfunktionen oder Redundanzausfälle registrieren.

So wird zur Überwachung der Einschaltbereitschaft der Glühfaden von Lichtsignalen doppelt ausgeführt, sodass ein Bruch eines Fadens gemeldet werden kann, der Bü aber durch die Redundanz noch bis zur Instandsetzung betriebsbereit bleibt. Die Überwachung erfolgt nach dem Ruhestromverfahren, es wird also dauerhaft eine Spannung an die Glühfäden angelegt, die so niedrig ist, dass das Lichtsignal nicht leuchtet, aber der Stromfluss durch die Elektronik messbar ist. Bricht der Glühfaden, fließt kein Strom mehr und der Fehler kann gemeldet werden.

Weiterhin können Schranken auf verschiedene Weisen überwacht werden. Zunächst kann durch Ruhestromüberwachung eines elektrischen Leiter, der durch den Schrankenbaum verläuft, ein Bruch desselben festgestellt werden. Je nach Implementierung wird entweder bereits das Anlaufen des Schrankenmotors oder aber erst das Erreichen der Endlage (geschlossene Schranke) als Kriterium für die Meldung der korrekten Einschaltung verwendet. Nur in letzterem Fall führt das Blockieren der Schranke z.B. durch ein Fahrzeug zur Fehleroffenbarung.

Quellen

[1] Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung, <http://www.gesetze-im-internet.de/ebo/> [<http://www.gesetze-im-internet.de/ebo/>]

[2] L. Fendrich, W. Fengler: Handbuch Eisenbahninfrastruktur, Springer Vieweg, <https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-3-642-30021-9> [<https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-3-642-30021-9>]

[3] U. Maschek: Sicherung des Schienenverkehrs, Springer Vieweg, <https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-3-658-10758-1> [<https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-3-658-10758-1>]

[4] Präsentation "Sicherheit an Bahnübergängen", Fakultät Verkehrswissenschaften, TU Dresden [https://tu-dresden.de/bu/verkehr/ibv/vst/ressourcen/dateien/download/stud_generale/bahnuebergaenge?lang=en]

[5] Erke H, Wimber P (1980) Wirksamkeit von Lichtsignalanlagen zur Sicherung von Bahnübergängen – Bericht zum Forschungsprojekt 7437 der Bundesanstalt für Straßenwesen. Köln

Weitere Referenzen

- Fenner, Naumann, Trinckauf: Bahnsicherungstechnik [https://books.google.de/books?id=ccrH6h-_AOIC&pg=PA397&lpg=PA397&dq=Bahn%20%C3%BCbergangssicherung&source=bl&ots=vSJCbkkr23&sig=2Vpspd0TVFrh4g7Qbkjw0MBk1qA&hl=de&sa=X&ved=0ahUKEwjLsbu7nefYAhVO6qQKHdz-BQMQ6AEIajAP#v=onepage&q=Bahn%20%C3%BCbergangssicherung&f=false]
- [https://de.wikipedia.org/wiki/Bahn%20%C3%BCbergang_\(Deutschland\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Bahn%20%C3%BCbergang_(Deutschland)) [[https://de.wikipedia.org/wiki/Bahn%20%C3%BCbergang_\(Deutschland\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Bahn%20%C3%BCbergang_(Deutschland))]
- <http://rzv113.rz.tu-bs.de/Forschung/projekte/saferail/bue-grundlagen/index.htm> [<http://rzv113.rz.tu-bs.de/Forschung/projekte/saferail/bue-grundlagen/index.htm>]
- [https://de.wikipedia.org/wiki/Bahn_\(Verkehr\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Bahn_(Verkehr)) [[https://de.wikipedia.org/wiki/Bahn_\(Verkehr\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Bahn_(Verkehr))]

Diskussion

wiki/ws17/bue.txt · Zuletzt geändert: 2018/03/02 23:30 von mweller