



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication DETEC
Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni DATEC

Bundesamt für Strassen
Office fédéral des routes
Ufficio federale delle Strade

Sicherheit bei Parallelführung und Zusammentreffen von Strassen mit der Schiene

**Sécurité en cas de tracés rail-route parallèles ou
rapprochés**

**Safety measures to manage risk of roads meeting or
running close to railways**

BR-P Broder Partner AG
Dr. sc. nat. ETH Benedikt Broder
Dipl. Ing. ETH Stefan Dörig

**Forschungsauftrag VSS 2008/801 auf Antrag des Schweizerischen
Verbandes der Strassen und Verkehrsfachleute (VSS)**

Der Inhalt dieses Berichtes verpflichtet nur den (die) vom Bundesamt für Strassen beauftragten Autor(en). Dies gilt nicht für das Formular 3 "Projektabschluss", welches die Meinung der Begleitkommission darstellt und deshalb nur diese verpflichtet.

Bezug: Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS)

Le contenu de ce rapport n'engage que l' (les) auteur(s) mandaté(s) par l'Office fédéral des routes. Cela ne s'applique pas au formulaire 3 "Clôture du projet", qui représente l'avis de la commission de suivi et qui n'engage que cette dernière.

Diffusion : Association suisse des professionnels de la route et des transports (VSS)

Il contenuto di questo rapporto impegna solamente l' (gli) autore(i) designato(i) dall'Ufficio federale delle strade. Ciò non vale per il modulo 3 «conclusione del progetto» che esprime l'opinione della commissione d'accompagnamento e pertanto impegna soltanto questa.

Ordinazione: Associazione svizzera dei professionisti della strada e dei trasporti (VSS)

The content of this report engages only the author(s) commissioned by the Federal Roads Office. This does not apply to Form 3 'Project Conclusion' which presents the view of the monitoring committee.

Distribution: Swiss Association of Road and Transportation Experts (VSS)



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication DETEC
Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni DATEC

Bundesamt für Strassen
Office fédéral des routes
Ufficio federale delle Strade

Sicherheit bei Parallelführung und Zusammentreffen von Strassen mit der Schiene

**Sécurité en cas de tracés rail-route parallèles ou
rapprochés**

**Safety measures to manage risk of roads meeting or
running close to railways**

BR-P Broder Partner AG
Dr. sc. nat. ETH Benedikt Broder
Dipl. Ing. ETH Stefan Dörig

**Forschungsauftrag VSS 2008/801 auf Antrag des Schweizerischen
Verbandes der Strassen und Verkehrsfachleute (VSS)**

Impressum

Forschungsstelle und Projektteam

BR-P Broder Partner AG
Falkensteinstrasse 27
9006 St. Gallen

Projektleitung

Benedikt Broder Dr. sc. nat. ETH
Stefan Dörig Dipl. Ing. ETH, Verkehrsingenieur SVI

Federführende Fachkommission

Fachkommission 8 «Öffentlicher Verkehr und Güterverkehr»

Begleitkommission

Präsident

Alfred Zahler

Mitglieder

Thomas Gehri

Dirk Göbbels

Daniel Jenzer

Fritz Ruchti

Martin Stauber

Jost Wichser

Erwin Wittwer

Eduard Wymann

KO-Finanzierung des Forschungsauftrags

Bundesamt für Verkehr, BAV

Antragsteller

Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS)

Bezugsquelle

Das Dokument kann kostenlos von <http://partnershop.vss.ch> heruntergeladen werden.

Inhaltsverzeichnis

Impressum	4
Zusammenfassung	11
Résumé	13
Summary	15
1 Einleitung	17
1.1 Ausgangslage	17
1.2 Aufgabenstellung und generelles Vorgehen	17
1.3 Projektziele.....	18
2 Vorgehen im Rahmen des Projektes	19
2.1 Arbeitsprogramm.....	19
2.2 Begleitkommission	19
2.3 Verhältnis zur Normengruppe ‚Passive Sicherheit im Strassenraum‘	19
2.4 Nachhaltigkeitsziele	19
2.5 Verhältnismässigkeit	19
3 Ergebnisse der Analyse der Ist-Situation	21
3.1 Vorgehen.....	21
3.2 Ergebnisse aus Statistikgrundlagen und Risikobeurteilungen	21
3.3 Ergebnisse der Umfrage	23
3.4 Ergebnisse der Auswertung der Literaturquellen.....	23
3.5 Schlussfolgerungen für die Revision der Norm.....	24
4 Methodik Bestimmung Sicherheitsabstände und Schutzmassnahmen	25
4.1 Fuss-/Radwege, Parkieranlagen, Sackgassen sowie Arealverkehrsanlagen.....	25
4.2 Methodik bei Güter- und Waldstrassen/-wegen	26
4.3 Methodik bei Strassen – vereinfachte Methodik	29
4.4 Methodik bei Strassen – detaillierte Methodik	31
4.4.1 Grundsätzliche Fallunterscheidung.....	31
4.4.2 Minimalanforderungen bei allen Strassen.....	31
4.5 Strassen mit $V > 60$ km/h.....	35
4.5.1 Generelle Beschreibung der Methodik.....	35
4.5.2 Risikobewerte im Überblick	36
4.5.3 Generelles Vorgehen zur quantitativen Definition der Risikobewerte.....	36
4.5.4 Faktor f_1 : Verkehrsbelastung auf der Schiene	37
4.5.5 Faktor f_2 : Streckengeschwindigkeit Reisezüge	37
4.5.6 Faktor f_3 : Art des Schienengüterverkehrs	39
4.5.7 Faktor f_4 : Charakteristik Fahrbahn Schiene	41
4.5.8 Faktor f_5 : Verkehrsbelastung der Strasse DTV	42
4.5.9 Faktor f_6 : Schwerverkehrsanteile.....	42
4.5.10 Faktor f_7 : Geschwindigkeit Strassenverkehr	42
4.5.11 Faktor f_8 : Gegenseitige Lage.....	43
4.5.12 Faktor f_9 : Fahrzeugrückhaltesysteme.....	44
4.5.13 Faktor f_{10} : Unfallschwerpunkt	46
4.5.14 Faktor f_{11} : Örtliche Gefahren	46
4.5.15 Faktor f_{12} : Gestaltung Bereich zwischen Verkehrswegen	47
4.5.16 Faktor f_{13} : Länge Parallelführung/Risikobereich.....	48
4.5.17 Faktor f_{14} : Besondere Gefahren / Massnahmen	48
4.5.18 Schwellenwerte	48
5 Revisionsentwurf Norm SN 671 520	55
5.1 Vorgehen.....	55
5.2 Generelle Anpassungen.....	55
5.3 Strukturanpassungen und Anwendungsvereinfachungen	55
5.4 Neufassung Abschnitte zu Sicherheitsabständen und Schutzmassnahmen.....	57
Anhänge	59
Literaturverzeichnis	119
Abkürzungen	123
Projektabschluss	125
Verzeichnis der Berichte der Forschung im Strassenwesen	129

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Monetarisiertes Risiko	22
Tabelle 2:	Länge der Einflussbereiche.....	22
Tabelle 3:	Vorgeschlagene Massnahmen.....	23
Tabelle 4:	Abstand zwischen der massgebenden Begrenzungslinie Schiene und der konstruktiven und optischen Trennung bei Fuss- und Radwegen, Parkierungsanlagen, Sackgassen sowie Arealverkehrsflächen	26
Tabelle 5:	Abstand zwischen der massgebenden Begrenzungslinie Schiene und der konstruktiven und/oder optischen Trennung bei Güter-/Waldstrassen.....	27
Tabelle 6:	Minimale Aufhaltestufe gemäss SN 640 561 und minimaler Abstand des Fahrzeurückhaltesystems (in Klammer) bei Unterschreiten der Standard-Sicherheitsabstände bei Güter-/ Waldstrassen.....	27
Tabelle 7:	Abstand zwischen der massgebenden Begrenzungslinie Schiene und der konstruktiven und optischen Trennung zwischen Strassen und Anlagen des Schienenverkehrs mit Ausnahme derjenigen mit Fahrten im Eisenbahnbetrieb $V > 60$ km/h	29
Tabelle 8:	Minimale Aufhaltestufe gemäss SN 640 561 und minimaler Abstand des Fahrzeurückhaltesystems (Wert in Klammer) bei Unterschreiten der Standard-Sicherheitsabstände zwischen Strassen und Anlagen des Schienenverkehrs mit Ausnahme derjenigen mit Fahrten im Eisenbahnbetrieb $V > 60$ km/h	29
Tabelle 9:	Sicherheitsabstände (Abstand zwischen der massgebenden Begrenzungslinie Schiene und der konstruktiven und optischen Trennung zwischen Strassen und Anlagen des Schienenverkehrs mit Fahrten im Eisenbahnbetrieb mit $V > 60$ km/h	31
Tabelle 10:	Minimale Aufhaltestufe gemäss SN 640 561 und minimaler Abstand des Fahrzeurückhaltesystems (Wert in Klammer) zwischen Strassen und Anlagen des Schienenverkehrs mit Fahrten im Eisenbahnbetrieb mit $V > 60$ km/h.....	32
Tabelle 11:	Anforderungen in Bezug auf die Anprallprüfung nach EN 1317-2:1998/A1 bei Fahrzeurückhaltesystemen für die Fälle bei Strassen mit $V \leq 60$ km/h und Anlagen des Schienenverkehrs mit Fahrten im Eisenbahnbetrieb mit $V > 60$ km/h	32
Tabelle 12:	Laterale Energie der zurückgehaltenen Fahrzeuge bei der Anprallprüfung von Fahrzeurückhaltesystemen	33
Tabelle 13:	Akzeptanzbereiche in Bezug auf die Risikowerte R_G und R_{SNF}	35
Tabelle 14:	Risikobeiwert in Bezug auf Verkehrsbelastung auf der Schiene (Faktor f_1)	37
Tabelle 15:	Relative Risikobeiwerte in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit und der Art des Reisezugs	38
Tabelle 16:	Relative Risikobeiwerte in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit (f_{12}) und der Art des Reisezugs (f_{13}) gemäss Richtlinie Grossbritannien.....	39
Tabelle 17:	Risikobeiwert in Bezug auf Streckengeschwindigkeit des Reiseverkehrs (Faktor f_2).....	39
Tabelle 18:	Risikobeiwert in Bezug auf die Art des Schienengüterverkehrs (Faktor f_3)	41
Tabelle 19:	Risikobeiwert in Bezug auf Charakteristik Fahrbahn Schiene (Faktor f_4)	41
Tabelle 20:	Risikobeiwert in Bezug auf Verkehrsbelastung der Strasse DTV (Faktor f_5).....	42
Tabelle 21:	Bestimmung Faktor f_6 (Risikobeiwert Schwerverkehrsanteile)	42
Tabelle 22:	Relative Risikobeiwerte in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit (f_5) gemäss Richtlinie Grossbritannien.....	43
Tabelle 23:	Bestimmung Faktor f_7 (Risikobeiwert Geschwindigkeit Strassenverkehr)	43
Tabelle 24:	Risikobeiwert in Bezug auf Fahrzeurückhaltesysteme (Faktor f_9)	44
Tabelle 25:	Risikobeiwert in Bezug auf den Aspekt Gegenseitige Lage (Faktor f_8)	45
Tabelle 26:	Relative Risikobeiwerte in Bezug auf den Aspekt Unfallschwerpunkt bei Ausdehnung Gefahrenstelle 50 m (f_{7a}) gemäss Richtlinie Grossbritannien	46
Tabelle 27:	Risikobeiwert in Bezug auf Unfallschwerpunkt (Faktor f_{10})	46
Tabelle 28:	Risikobeiwert in Bezug auf Örtliche Gefahren (Faktor f_{11})	47

Tabelle 29:	Relative Risikobeiwerte in Bezug auf den Aspekt Gestaltung Bereich zwischen Verkehrswegen gemäss Richtlinie Grossbritannien	47
Tabelle 30:	Risikobeiwert in Bezug auf Gestaltung Bereich zwischen Verkehrswegen (Faktor f_{12})	47
Tabelle 31:	Risikobeiwert in Bezug auf die Länge der Parallelführung bzw. die Länge des Risikobereiches (Faktor f_{13}).....	48
Tabelle 32:	Akzeptanzbereiche in Bezug auf die Risikowerte R_G und R_{SNF}	49
Tabelle 33:	Auszug aus der Analyse der Fälle mit minimalem (nur für Strassen mit $V < 60$ km/h geltendem) Sicherheitsabstand.....	50
Tabelle 34:	Ausgewählte Fälle mit Sicherheitsabständen, welche nur ausnahmsweise Sicherheitsmassnahmen erfordern ohne Berücksichtigung Massnahmen.....	52
Tabelle 35:	Fälle gemäss Tabelle 34 mit Berücksichtigung der erforderlichen Sicherheitsmassnahmen gegen abkommende Fahrzeuge	53
Tabelle 36:	Auszug aus der Analyse der Fälle mit Eisenbahnanlagen mit $V > 180$ km/h, bei denen in der Vergangenheit Massnahmen getroffen wurden	54
Tabelle 37:	Akzeptanzbereiche in Bezug auf die Risikowerte R_G (abkommende Fahrzeuge) und R_{SNF} (abgeworfene Ladung)	54

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Risiko in Abhängigkeit von Geschwindigkeit und Art des Reisezugs	38
Abbildung 2:	Beurteilungskriterien Risiken aus dem Transport gefährlicher Güter	40
Abbildung 3:	Ablaufdiagramm Normanwendung.....	56
Abbildung 4:	Ablaufdiagramm iteratives Vorgehen bei Strassen mit $V > 60$ km/h und Anlagen mit Fahrten im Eisenbahnbetrieb mit $V > 60$ km/h.....	58

Zusammenfassung

Sicherheit bei Parallelführung und Zusammentreffen von Strassen mit der Schiene

Anlass und Ziele

Anlass

Massnahmen in Bezug auf die Sicherheit bei der Parallelführung und dem Zusammentreffen von Strassen mit der Schiene werden in der Schweiz wie im gesamten europäischen Raum seit einigen Jahren bei Grossprojekten nicht mehr gestützt auf die entsprechenden Normen, d.h. in der Schweiz SN 671 520, getroffen.

Um eine zunehmende Disparität beim Treffen von Massnahmen auf Grundlage von Einzelfalluntersuchungen zu vermeiden, ist deshalb eine Revision der Norm SN 671 520 notwendig.

Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurde die Basis für die entsprechende Revision bzw. ein Vorschlag für eine Normrevision erarbeitet.

Hauptprojektziel

Folgendes Hauptprojektziel wurde im Hinblick auf die Normrevision vorgegeben:

- Erarbeitung der notwendigen Vorgaben für die optimale und mit dem europäischen Umfeld abgestimmte risikobasierte Festlegung der Sicherheitsmassnahmen bei der Parallelführung und beim Zusammentreffen von Bahn und Strasse.

Ergebnisse

Massgebende Aspekte

Folgende Aspekte erwiesen sich als massgebend im Hinblick auf die Normrevision:

- Die Beurteilungsmethodik der Richtlinien von Grossbritannien, der Niederlande und Frankreich sowie des Highway Safety Manuals der USA muss im Sinne einer Angleichung an den internationalen Standard in den Revisionsentwurf einfließen.
- Da die Grundlagen aus verschiedenen Gründen nicht ausreichen, die Risiko-Parameter vollständig im statistischen Sinne zu bestimmen, sind die entsprechenden Lücken durch Expert Judgement zu schliessen.

Risikobasierte Methodik

Im Rahmen der evaluierten Methodik zur risikobasierten Festlegung der Sicherheitsabstände und Schutzmassnahmen bestimmt sich der für die Beurteilung der Notwendigkeit von Schutzmassnahmen gegen abirrende Fahrzeuge massgebende Gesamtrisikowert bzw. der für die Beurteilung der Notwendigkeit von Ladungsabwurfchutzmassnahmen massgebende Teilrisikowert Schwerverkehr als Produkt aus der Gesamtheit bzw. einem Teil von 14 Risikobeiwerten, welche Art und Menge des Verkehrs sowie die situationsbezogenen Gefährdungen charakterisieren.

Die Schwellenwerte für „Tragbares Risiko“ bzw. „Nicht akzeptables Risiko“ resultieren auf Grundlage der Auswertung von typischen Fällen aus Einzelgutachten.

Vorschlag für die Revision der Norm SN 671 520

Auf Grundlage des identifizierten Revisionsbedarfs und der evaluierten aktualisierten Methodik wurde ein Vorschlag für die Revision der Norm SN 671 520 entwickelt.

Die auf Grundlage des Entwurfes für die revidierte Norm resultierenden Massnahmen entsprechen dabei in allen Teilen dem in den letzten Jahren durch die Aufsichtsbehörden verfügbaren Sicherheitsniveau.

Résumé

Sécurité en cas de tracés rail-route parallèles ou rapprochés

Motif et objectif

Motif

Depuis un certain nombre d'années, dans le cadre des grands projets, en Suisse comme dans l'ensemble de l'espace européen, les mesures visant la sécurité des tracés rail-route parallèles ou rapprochés ne se basent plus sur les normes nationales correspondantes telle la norme SN 671 520 pour la Suisse.

Afin d'éviter une disparité croissante des mesures dans le traitement de cas identiques, il est nécessaire de réviser la norme SN 671 520.

Dans le cadre du présent projet de recherche, la base pour la révision de cette norme a été élaborée.

Objectif principal du projet

L'objectif principal du projet de révision de norme a été fixé comme suit:

- Elaborer les directives nécessaires à la détermination des mesures de sécurité fondées sur les risques et conformes au contexte européen pour les tracés rail-route parallèles ou rapprochés (risk based measures).

Résultats

Aspects importants

En vue de la révision de la norme les principaux aspects suivants ont été considérés :

- Les méthodologies d'évaluation de risques des directives employées en Grande-Bretagne, aux Pays-Bas, en France ainsi que celles du « Highway Safety Manual » des États-Unis doivent être prises en considération dans le cadre du présent projet de révision de manière à ce que l'objectif poursuivi corresponde au standard international.
- Pour différentes raisons, les données de bases ne suffisent pas à déterminer d'une manière exhaustive les indices de danger du point de vue statistique. Par conséquent, certains paramètres doivent être déterminés au moyen de « jugements d'expert ».

Méthodologie pour la détermination des mesures de sécurité fondées sur les risques

Selon la méthodologie proposée, la nécessité de mesures de sécurité fondées sur les risques concernant les distances de sécurité et les mesures de protection se détermine sur la base de 14 indices caractérisant le type et le volume du trafic ainsi que la situation locale spécifique des dangers.

La valeur du risque total caractérisant le danger de pénétration accidentelle des véhicules sur le tracé rail est calculée par la multiplication des 14 indices partiels de danger. Dans le cas de mesures destinées à la protection contre le danger de pénétration accidentelle de chargements sur le tracé rail, la valeur de risque partielle « véhicules de transport » est basée sur une partie des indices.

Les valeurs-limite des "risques acceptables" et des "risques inacceptables" sont déterminées sur la base de l'analyse des cas typiques traités dans le cadre d'expertises de cas isolés.

Proposition en vue de la révision de la norme SN 671 520

Basé sur la nécessité d'une révision de la norme et de l'évaluation de la méthode actualisée, une proposition pour la norme SN 671 520 a été élaborée.

Les mesures qui résultent de la norme révisée correspondent en toute partie au niveau de sécurité décrété par les organes de surveillance lors de ces dernières années.

Summary

Safety measures to manage risk of roads meeting or running close to railways

Reason and Aims

Reason

For several years safety measures prescribed in large-scale projects concerning roads meeting or running close to railways in Switzerland and in Europe have no longer been based on the respective standards, i.e. SN 671 520 in Switzerland.

To avoid an increasing disparity between safety measures taken upon individual risk assessments, a revision of the standard SN 671 520 is necessary.

In the context of the research project the basis for an adequate revision as well as a draft of a revised standard were elaborated.

Main Project Aim

In regard to the revision of the standard the following main project aim was defined:

- Establishing guidelines for defining optimal risk-based safety measures for roads meeting or running close to railways in accordance with the European regulations.

Results

Decisive Aspects

The following aspects were identified to be decisive with regard to the revision of the standard:

- The risk evaluation methodology underlying the regulations of Great Britain, the Netherlands, France as well as the Highway Safety manual of the USA must be considered in the draft of the revised standard in terms of a harmonization with international regulations.
- For different reasons the basic data set is not sufficient to determine the risk parameters completely in a statistic sense. Therefore, the remaining gaps are to be closed by expert judgement.

Risk-based Methodology

In the context of the evaluated risk-based methodology the required safety distances and safety measures are determined by 14 risk factors characterizing type and volume of traffic as well as site specific hazards.

The value for the total risk caused by the accidental obstruction of the railway by road vehicles is calculated by multiplying all risk factors, whereas for calculating the partial risk caused by the accidental obstruction of the railway by truck load only a part of these factors is taken into account.

The limit for acceptable risk as well as for unacceptable risk is determined based on the evaluation of case studies concerning typical hazardous situations.

Suggestions for the revision of the standard SN 671 520

Based on the identified need for a revision and the established updated risk-based methodology a draft was developed for a revised standard SN 671 520.

The resulting safety measures elaborated on the basis of the draft comply in every regard with the level of safety prescribed by the regulatory authorities during the last years.

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage

Aus Gründen einer nachhaltigen Raumnutzung werden die Verkehrsträger Schiene und Strasse in der Schweiz oft in möglichst enger Parallelführung angeordnet.

Die in Bezug auf solche Parallelführungen bestehende Norm SN 671 520 [42] beruht grösstenteils auf Richtlinien der SBB, welche aus den 1980er Jahren stammen. Sie wurden bei der Trennung der Zuständigkeit für den Eisenbahnbau / -betrieb und der hoheitlichen Funktionen nicht in die die Ausführungsbestimmungen zur Eisenbahnverordnung (AB-EBV) übernommen.

Die auf Richtlinien der SBB basierenden Nomogramme zur Bestimmung des Minimalabstands in der Norm SN 671 520 kamen seit einigen Jahren insbesondere bei Grossprojekten nicht mehr zur Anwendung. Massnahmen wurden auf Grund von Einzelfalluntersuchungen getroffen, was die Gefahr von Disparitäten in sich birgt.

Eine ähnliche Entwicklung ist im gesamten europäischen Raum feststellbar. So sind vergleichbare Richtlinien der DB und anderer europäischer Bahnen zwischenzeitlich vom deutschen Eisenbahnbundesamt EBA bzw. den zuständigen Aufsichtsorganen ebenfalls aufgehoben worden.

Zudem wurden sowohl in der Schweiz wie in den Niederlanden und Deutschland in den letzten Jahren häufig Massnahmen zum Schutz gegen abgeworfene Ladung getroffen. Dieser Aspekt ist in der bestehenden Norm nur am Rande behandelt. Eine Aktualisierung auf Grund der im Einzelfall getroffenen Anordnungen ist dringend. Dabei ist eine Koordination mit den AB-EBV zwingend.

Sie wurden / werden durch neue Richtlinien ersetzt. In Deutschland steht eine Richtlinie für die Parallelführung von Straßen und Eisenbahnen (in Anlehnung und in Abstimmung mit den Richtlinien für passiven Schutz an Strassen (RPS)) in Erarbeitung.

In Holland und in Grossbritannien stehen entsprechende Richtlinien in Vollzug. Die Sicht der europäischen Bahnen wurde 2002 im Kodex 777 der Eisenbahndachorganisation International Union of Railways (UIC) verankert.

Ein Grossteil der erwähnten europäischen Normungsaktivität resultiert aus der Tatsache, dass periodisch Unfälle mit Beteiligung des Langsam- und Motorfahrzeugverkehrs beim Zusammentreffen mit der Bahn auftreten, welche ein grosses Schadensausmass erreichen.

Dabei ist das Eskalationspotential natürlich für die Bahnpassagiere sehr gross, da bei einer Folgeentgleisung eine grosse Passagierzahl betroffen ist.

1.2 Aufgabenstellung und generelles Vorgehen

Die durchzuführenden Abklärungen zum Stand der Sicherheit und eine Massnahmenevaluation sollen Wege zur weiteren Herabsetzung der Risiken im Rahmen der Normung aufzeigen.

Dabei werden grundsätzlich alle Arten von Strassen und Schienenverkehrswegen einbezogen. Im Vordergrund steht die Sicherheit des Gesamtsystems Strasse - Schiene.

Das für die Strassenbenützer massgebende Risiko liegt bei den mit vergleichsweise grosser Häufigkeit auftretenden Zwischenfällen, welche zwar eine wesentliche Gefährdung für die Strassenverkehrsteilnehmer aufweisen, bei denen aber keine Eskalation in Bezug auf eine Entgleisung der Bahn resultiert.

Das Risiko der Bahnpassagiere wiederum steht dann im Zentrum, wenn in seltenen Fällen eine Folgeentgleisung resultiert, womit ein erhebliches Personenschadenspotential vorhanden ist.

Bei der Evaluation des durch bisherige Massnahmen bei der Parallelführung bzw. dem Zusammentreffen von Strasse und Schiene (ohne Bahnübergänge) erreichten Sicher-

heitsniveaus und bei der Identifikation von Unfallschwerpunkten wird auf die Erfahrung der zuständigen Betreiber der Infrastrukturanlagen und den entsprechenden statistischen Analysen abgestellt. Dabei werden neben den schweizerischen Erfahrungen auch diejenigen des europäischen Auslandes einbezogen.

Die Ergebnisse werden im Kontext mit dem in den letzten Jahren international neu festgelegten Stand der Sicherheitstechnik auf der Basis von Einzelprojekten in der Schweiz, in Deutschland, Luxemburg und in den Niederlanden sowie auf der Basis einer Analyse der in den entsprechenden neugefassten ausländischen Normen enthaltenen Bestimmungen bewertet.

Auf Grundlage der Analysen werden die Schlussfolgerungen in Bezug auf die Machbarkeit und die Effizienz der Regelungen sowie in Bezug auf die für die schweizerischen Verhältnisse angemessenen Sicherheitsmassnahmen bei der Parallelführung bzw. dem Zusammentreffen von Strasse und Schiene gezogen.

Die Schlussfolgerungen bilden die Basis für Vorschläge zur Neufassung bzw. Revision der massgebenden Bestimmungen der Norm 671 520 und für einen Entwurf der revidierten Norm.

1.3 Projektziele

Im Rahmen des Projektauftrages wurden folgende Projektziele vorgegeben:

- Erarbeitung der notwendigen Vorgaben für die optimale und mit dem europäischen Umfeld abgestimmte risikobasierte Festlegung der Sicherheitsmassnahmen bei der Parallelführung und beim Zusammentreffen von Bahn und Strasse.
- Beitrag zur Verbesserung der Sicherheit des Strassen- und Bahnverkehrs, Verhütung von Unterbrüchen beim ÖV durch abkommende Strassenfahrzeuge.
- Optimierung des Finanzmitteleinsatzes durch Vereinfachung der Planungsprozesse und durch eine risikobasierte und damit kostenoptimierte Planung und Ausführung von Sicherheitsmassnahmen zu Gunsten Bund, Kantone, Gemeinden und Bahnen als Betreiber von Verkehrsnetzen oder als Aufsichtsbehörden.

2 Vorgehen im Rahmen des Projektes

2.1 Arbeitsprogramm

Das Arbeitsprogramm umfasste folgende Arbeitsschritte:

- Beschaffung ergänzender Literatur / Statistikgrundlagen
- Auswertung der Literatur / Statistikgrundlagen
- Umfrage bei Tiefbauämtern / Strassenverwaltungen / Verkehrspolizeinstellen sowie Bahnbetrieben und Städten mit Trambetrieb auf Eigentrasse mit Auswertung
- Identifikation des potentiellen Handlungsbedarfs sowie der Relevanz
- Identifikation des Potentials zu Risikoreduktion und Massnahmenoptimierung
- Schlussfolgerungen in Bezug auf Beurteilungsmethodik
- Schlussfolgerungen in Bezug auf Massnahmen / Entwurf Neufassung Norm

2.2 Begleitkommission

Mit dem Einbezug der Mitglieder der VSS EK 8.01 «Grundlagen des öffentlichen Verkehrs und Schnittstellen zum RTE» sowie von Vertretern des BAV, der kantonalen Tiefbauämter und der berührten weiteren Expertenkommissionen des VSS in die Begleitkommission wurde der Einbezug aller interessierten Kreise in das Forschungsvorhaben sicher gestellt.

Insbesondere konnte damit die Koordination mit den Arbeiten des BAV (AB-EBV) sowie der mit der für die Norm SN 640 561 ‚Passive Sicherheit im Strassenraum, Fahrzeug-Rückhaltesysteme‘ zuständigen VSS EK 2.10 gewährleistet werden.

2.3 Verhältnis zur Normengruppe ‚Passive Sicherheit im Strassenraum‘

Für die Arbeiten wurden die Definitionen sowie die Vorgaben zur Anordnung der Fahrzeug-Rückhaltesysteme der Norm SN 640 561 ‚Passive Sicherheit im Strassenraum, Fahrzeug-Rückhaltesysteme‘ zu Grunde gelegt.

2.4 Nachhaltigkeitsziele

Den Nachhaltigkeitszielen gemäss UVEK-Vorgaben wurde bei der Bearbeitung des Forschungsvorhabens das notwendige Gewicht beigemessen (VSS; Arbeitsgruppe Nachhaltigkeit, 2004). Die Erarbeitung von Massnahmenvorschlägen erfolgt unter Beachtung der Anleitung zur Überprüfung der VSS Normen auf Aspekte der Sicherheit mit Checkliste (VSS; Arbeitsgruppe Sicherheit, 2009).

2.5 Verhältnismässigkeit

Die im Entwurf der revidierten Norm SN 671 520 vorgeschlagenen Regelungen wurden in Bezug auf die Übertragbarkeit auf die schweizerischen Verhältnisse und die Tauglichkeit bei einer allfälligen Umsetzung im schweizerischen Strassennetz geprüft.

3 Ergebnisse der Analyse der Ist-Situation

3.1 Vorgehen

Die Analyse der Ist-Situation erfolgte im Rahmen folgender Arbeitsschritte:

- Beschaffung von Statistikgrundlagen und Risikobeurteilungen
- Umfrage bei Tiefbauämtern / Strassenverwaltungen / Verkehrspolizeistellen sowie Bahnbetrieben und Städten mit Trambetrieb auf Eigentrassee
- Beschaffung ergänzender Literaturquellen
- Auswertung der beschafften Unterlagen
- Schlussfolgerungen für die Revision der Norm

Die Ergebnisse sind in Bezug auf die Statistikgrundlagen und Risikobeurteilungen in 3.2, in Bezug auf die Umfrage in 3.3 und in Bezug auf die Literaturquellen in 3.4 dargestellt. Die Schlussfolgerungen sind in 3.5 zusammengefasst.

3.2 Ergebnisse aus Statistikgrundlagen und Risikobeurteilungen

In Bezug auf Unfälle mit Beteiligung des Langsam- und Motorfahrzeugverkehrs beim Zusammentreffen mit der Bahn bestehen relevante Statistikgrundlagen bei den Bahnen bzw. den Aufsichtsbehörden der Bahnen.

Im Mittel ergibt sich für die 1980/90er-Jahre eine Unfallrate mit Lichtraumprofilverletzung der Bahn von rund 0.4 Unfälle/Monat für das SBB-Netz¹ [47]. Davon sind rund 10%, d.h. rund 0.04 Unfälle/Monat Anpralle von Zügen auf Strassenfahrzeuge.

Zwischen Januar 2004 und März 2008 traten 55 massgebende Anpralle von Zügen auf Fahrzeuge auf dem SBB-Netz auf [37].

Damit zeigt sich, dass sich die Rate in den 2000er-Jahren mit rund 1.1 Anprallen/Monat im Vergleich zu den 1980/90er-Jahren stark erhöht hat².

Ereignisse im Umfeld von Bahnanlagen werden bahnseitig erfasst, wenn ein Eingreifen der Bahn erforderlich ist (Unfälle und Beinaheunfälle).

Eine Auswertung für das Jahr 2007 für das Netz der SBB ergab 20 Beinaheunfälle [37]. Dies zeigt, dass es nur in einem Drittel der Fälle einer akuten Gefährdung von Bahnanlagen tatsächlich zu einem Anprall kommt.

Auch wenn die Veränderung der Anprallraten mit Vorsicht zu bewerten sind, scheint es plausibel von einem relevanten Einfluss der mit dem Ausbau des Bahnangebots verkürzten Zugfolgezeiten mit den entsprechend geringeren Reaktionszeiten für einen Unterbruch des Bahnverkehrs bei Eintreten eines Strassenverkehrsunfalles mit Verletzung des Lichtraumprofils Schiene auszugehen.

Für das Netz der DB resultierten zwischen 1997 und 2000 rund 1.75 Anpralle/Monat.

Beim Vergleich mit der SBB ist der gegenläufige Effekt des rund zehnmal so grossen Streckennetzes der DB und der rund 50% höheren Zahl von Zügen pro Strecke bei den SBB zu berücksichtigen³. Die Häufigkeit in der Schweiz ist damit insgesamt vergleichsweise hoch.

¹ Angaben zum Bahnnetz SBB im Vergleich zum schweizerischen Bahnnetz in Anhang VII.

² Zu beachten ist, dass in dieser Zeit auch die Systematik der Erfassung von Ereignissen verändert hat. D.h. der sich rechnerisch ergebende Faktor von rund 25 ist mit erheblichen Unsicherheiten behaftet.

³ Statistische Angaben vgl. Anhang VII.

Berücksichtigt man das Eskalationspotential solcher Ereignisse ist die Entwicklung mit Besorgnis zu beobachten (zum Eskalationspotential vgl. Beispiele in Anhang IV Unfallberichte aus der Presse mit Fokus Eskalationspotential).

Zu diesem Schluss kommt auch eine Risikoanalyse der SBB aus dem Jahr 2008 [37].

In Tabelle 1 ist das monetarisierte Risiko in Bezug auf die Ist-Situation in Form von Verhältniszahlen zum grössten Risiko (Arealverkehrsflächen) und als Anteil am Gesamtrisiko dargestellt⁴.

Es zeigt sich, dass Arealverkehrsflächen den grössten Einzelbeitrag zum Risiko aufweisen. Daneben tragen Parallelführung, Zufahrten zu Querungen und die Landwirtschaft am meisten zum Gesamtrisiko bei.

Tabelle 1: Monetarisiertes Risiko

Situation	Monetarisiertes Risiko	
	Verhältnis zum grössten Risikowert	% des Gesamt- Risikos
Parallelführung	0.64	24%
Richtungsänderungen	0.10	4%
Parkplätze	0.22	8%
Arealverkehrsflächen	1.00	37%
Zufahrten zu Querungen	0.36	14%
Landwirtschaftszonen	0.36	14%

(Basis: Risikoanalyse SBB; [37])

Es muss dabei beachtet werden, dass diese Risikobewertung durch die in der Vergangenheit getroffenen Massnahmen beeinflusst wird. Die Wirksamkeit dieser Massnahmen wurde in der Risikoanalyse der SBB nicht detailliert geprüft.

Die Einflussbereichslänge ist in Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2: Länge der Einflussbereiche

Situation	Total Länge [km]
Parallelführung Hauptstrassen	121.0
Parkplätze	1.8
Arealverkehrsflächen	4.5
Landwirtschaftszonen	126.1

(Basis: Risikoanalyse SBB; [37])

Die Parallelführung verbleibt mit einer Einflussbereichslänge von 121.0 km und einem Risikoanteil von 24% zentral für die Minderung des Risikos (Tabelle 2).

Die Arealverkehrsflächen sollen in der revidierten Norm auf Grund des überraschend hohen Risikobeitrags den Parkplätzen gleichgestellt werden.

In Tabelle 3 (Seite 23) sind die im Rahmen der Risikoanalyse evaluierten Massnahmen zusammengefasst.

Die Massnahme „Anpassung der Standards für künftige Anlagen“ weist gemäss Risikoanalyse das beste Kosten-/Nutzenverhältnis auf.

Insgesamt ergibt sich somit, dass eine Revision der Norm zweckmässig ist und alle Teile der Norm zu überprüfen sind.

⁴ Zitate aus der Literatur beschränken sich in diesem Forschungsbericht auf Tabellen und Graphiken. Diese sind mit „Quelle: ...“ referenziert. Soweit Tabellen Daten aus der Literatur enthalten, welche ausgewertet, umgruppiert oder aggregiert wurden, ist dies durch den Hinweis „Basis: ...“ gekennzeichnet.

Tabelle 3: Vorgeschlagene Massnahmen

Risikosituation	Massnahme
Parallelführung/Richtungsänderungen Hauptstrassen	- Rückhaltesysteme - Anpassung der Standards für künftige Anlagen
Parkplätze	- Rückhaltesysteme - Verbesserte Markierung/Signalisation - Anpassung der Standards für künftige Anlagen
Arealverkehrsflächen	- Rückhaltesysteme - Verbesserte Markierung/Signalisation - Anpassung der Standards für künftige Anlagen
Landwirtschaftszonen	- Rückhaltesysteme - Informationskampagne bei den Bewirtschaftern

(Basis: Risikoanalyse SBB; [37])

3.3 Ergebnisse der Umfrage

Der Rücklauf zeigte ein grosses Interesse und eine Vielzahl von Anwendern der Norm. Die Teilnehmer sind im Anhang I aufgelistet.

Die Umfrage im Rahmen des Forschungsprojekts ergab folgende Ergebnisse:

- Forderung, dass Norm Einflussfaktoren differenzierter berücksichtigen sollte
- Forderung nach besserer Abstimmung mit AB-EBV
- Forderung nach Vereinfachung der Verständlichkeit
- Forderung nach Regelung des Sanierungsfalles, d.h. die Verbesserung von bestehenden Zuständen ohne dass eine wesentliche Änderung an Schiene oder Strasse vorliegt
- Zustellung von sehr wertvollen Grundlagenberichten

Eine Zusammenfassung der Antworten findet sich im Anhang II.

Die zur Verfügung gestellten Grundlagenberichte sind direkt in 3.2 und die Erarbeitung des Normentwurfs eingeflossen.

Die Forderung, dass die Norm die Einflussfaktoren differenzierter berücksichtigen sollte, wurde durch Verwendung einer risikobasierten Methodik mit rechnerischem Einbezug aller wesentlichen Risikobeiwerte berücksichtigt.

Der Wunsch nach besserer Abstimmung mit den AB-EBV und Vereinfachung der Verständlichkeit sind ebenfalls in den Revisionsvorschlag eingeflossen.

Nicht im Rahmen einer Norm erfüllt werden kann allerdings die Forderung nach Regelung des Sanierungsfalles, d.h. die Verbesserung von bestehenden Zuständen ohne dass eine wesentliche Änderung an Schiene oder Strasse vorliegt. Dazu müssen ggf. zu einem späteren Zeitpunkt die Aufsichtsbehörden (BAV, ASTRA) aktiv werden.

Durch Verwendung einer risikobasierten Methodik mit Ausscheidung von Bereichen mit akzeptablen bzw. nicht akzeptablen Risiken und eines Übergangsbereichs werden dazu die notwendigen Grundlagen bereitgestellt, da damit grundsätzlich Schwellenwerte für das Auslösen von Sanierungen festgelegt werden können.

3.4 Ergebnisse der Auswertung der Literaturquellen

Der massgebende Stand des Wissens und der Technik ist in die entsprechenden Richtlinien für Grossbritannien, die Niederlande und Frankreich eingeflossen ([18], [21], [22]).

Standard in methodischer Hinsicht stellen die Richtlinien aus Grossbritannien und den Niederlanden, zusammen mit dem "Highway Safety Manual" aus den USA sowie der die Brücken über die Bahn behandelnden Richtlinie aus Frankreich ([18], [21], [28], [29]).

Die Methodik für die Festlegung der Sicherheitsabstände und Schutzmassnahmen bei Anlagen des Schienenverkehrs mit Fahrten im Eisenbahnbetrieb $V > 60$ km/h wurde im Rahmen des Revisionsentwurfs der SN 671 520 ausgehend von den neuen methodischen Ansätzen in den Richtlinien von Grossbritannien („risk scoring“), der Niederlande (risico-indices) und Frankreich („indice de danger“) sowie der damit vergleichbaren Methodik des Highway Safety Manuals („safety performance function“) festgelegt.

Ausgangspunkt für die Festlegung der Risikobeiwerte bildete dabei die Richtlinie aus Grossbritannien [18].

Weitere Grundlagen sind sowohl für die Schweiz wie Deutschland und Holland in projektspezifischen Gutachten und den entsprechenden Begleitmaterialien enthalten.

Diese Unterlagen wurden - wie in 3 im Einzelnen dargestellt - unter Beachtung der Rechte Dritter (Auftraggeber, Auftragnehmer) benutzt um einzelne Parameter zu plausibilisieren. Dabei stellten diese Rechte keine relevante Einschränkung für die Bearbeitung dar, da für die Plausibilisierung keine Veröffentlichung von detaillierten Inhalten notwendig ist.

3.5 Schlussfolgerungen für die Revision der Norm

Auf Grundlage der Analyse der Statistikgrundlagen und Risikobeurteilungen, die Umfrage bei Tiefbauämtern / Strassenverwaltungen / Verkehrspolizeinstellen sowie die Auswertung der Literaturquellen ergab sich, dass ein Revisionsbedarf für die Norm SN 671 520 ausgewiesen ist.

Folgende Aspekte erweisen sich dabei als massgebend im Hinblick auf die Revision:

Die Rate von Anprallen von Bahnfahrzeugen auf Strassenfahrzeuge bei Strassenverkehrsunfällen mit Verletzung des Lichttraumprofils Schiene hat sich - vermutlich unter Einfluss der mit dem Ausbau des Bahnangebots verkürzten Zugfolgezeiten mit den entsprechend geringeren Reaktionszeiten - in den 2000er-Jahren im Vergleich zu den 1980/90er-Jahren erhöht. Diese Entwicklung ist mit geeigneten Massnahmen (mindestens) zu stoppen.

Die Häufigkeit entsprechender Anpralle von Bahnfahrzeugen auf Strassenfahrzeuge in der Schweiz ist im Vergleich zu Deutschland vergleichsweise hoch. Dementsprechend ist eine Reduktion der Häufigkeit solcher Ereignisse anzustreben.

Berücksichtigt man das Eskalationspotential solcher Ereignisse für die Zugpassagiere ist auf Grund der Risikolage und deren Entwicklung eine „Anpassung der Standards für künftige Anlagen“ notwendig. Diese Massnahme weist ein gutes Kosten-/Nutzenverhältnis auf.

- Die risikobasierte Beurteilungsmethodik der Richtlinien von Grossbritannien („risk scoring“), der Niederlande („risico-indices“) und Frankreich („indice de danger“) sowie des Highway Safety Manuals der USA („safety performance function“) muss im Sinne einer Angleichung an den internationalen Standard in den Revisionsentwurf der SN 671 520 einfließen.
- Die Forderung der Anwender der Richtlinie, dass die Einflussfaktoren in der Norm differenzierter zu berücksichtigen sind, muss im Rahmen der Angleichung der Methodik an den internationalen Standard erfüllt werden.
- Die Grundlagen reichen aus verschiedenen Gründen nicht aus, die Parameter vollständig im statistischen Sinne zu bestimmen.

Dies einerseits, weil die Ereignisse teilweise sehr selten sind. Andererseits scheinen in Europa die Unfallerfassungsstandards nicht vollumfänglich demjenigen z.B. in den USA zu entsprechen. So sind im Highway Safety Manual in der Regel Standardabweichungen zu den Parameterwerten angegeben [29].

Die entsprechenden Lücken sind durch Expert Judgement zu schliessen. Dabei kann in der Regel auf die Vorarbeiten verschiedener Expertengruppen bzw. auf durch Aufsichtsbehörden bestätigte Experten-Einschätzungen abgestellt werden.

4 Methodik Bestimmung Sicherheitsabstände und Schutzmassnahmen

4.1 Fuss-/Radwege, Parkierungsanlagen, Sackgassen sowie Arealverkehrsanlagen

Die Methodik in Bezug auf Fuss- und Radwege, Parkierungsanlagen, Sackgassen sowie Arealverkehrsanlagen beruht auf der pauschalisierten Form der Festlegungen in Bezug auf die Sicherheitsabstände mittels Tabellen.

Dies ist ein in Bezug auf das Risiko adäquates Vorgehen, da die Bandbreite der zu erwartenden Risikosituationen relativ klein ist und somit auf eine detaillierte Risikobewertung dementsprechend verzichtet werden kann, in dem der „reasonable worst case“ berücksichtigt wird.

Die Erkenntnisse aus der Evaluation der risikobasierten Methodik sind aber in diese Tabellen eingeflossen.

Dies einerseits damit die innere Konsistenz der Norm gewahrt ist und andererseits der risikobasierte Ansatz der Norm in allen Teilen gewahrt bleibt.

Die Überprüfung zeigt, dass eine Differenzierung zweckmässig ist, wobei als massgebende Kenngrössen die relative Höhenlage zwischen Oberkante Fahrbahn Schiene HS und Fahrbahn Strasse HST und die Art der Fahrten auf der Eisenbahnanlage identifiziert wurden.

Ein Unterschreiten der Sicherheitsabstände ist möglich, wenn ein Fahrzeugrückhaltesystem der minimalen Aufhaltstufe N2 gemäss SN 640 561 errichtet wird.

Die Notwendigkeit von Massnahmen in Bezug auf den Schutz von Personen vor dem unbeabsichtigten Aufenthalt im Lichtraumprofil Schiene wie beispielsweise Zäune oder Hecken hängt sehr stark von der Bedeutung des entsprechenden Fuss- und Radweges und der diese Wege benützenden Personengruppen ab. Oftmals finden sich Festlegungen zum erforderlichen Schutzniveau oder zu Massnahmen in kommunalen Reglementen oder Richtplänen bzw. vergleichbaren Grundlegendokumenten.

Abschliessende Festlegungen in der Norm SN 671 520 sind damit kaum oder nicht möglich bzw. nicht zweckmässig.

Dementsprechend ist eine Prüfung vorgesehen, ob solche zusätzliche Massnahmen (wie grössere Abstände oder Markierung, Zäune, Hecken, usw.) gestützt auf die entsprechenden Normen, Richtlinien, Vollzugshilfen und lokalen Festlegungen notwendig sind. Die in Bezug auf Parkfelder, Sackgassen und Arealverkehrsflächen vorgegebenen Minimalabstände wurden so festgelegt, dass in der Regel keine zusätzlichen Massnahmen notwendig sind, sofern sie nicht unterschritten werden.

Damit bei einem Anprall eines Fahrzeugs, welches durch das Fahrzeugrückhaltesystem aufgehalten werden kann, das Lichtraumprofil Schiene nicht tangiert wird, entspricht der Minimalabstand dem Wirkungsbereich der Schutzeinrichtung.

Der Wirkungsbereich gibt an, wie weit ein System bei einem dem für das System gültigen Aufhaltstufe entsprechenden Anprall verformt wird.

Die Festlegungen⁵ sind in Tabelle 4 (Seite 26) zusammengefasst.

⁵ ‚Festlegungen‘ ist in diesem Forschungsbericht so zu verstehen, dass vorgeschlagen wird, die entsprechenden Bestimmungen in die revidierte Norm SN 671 520 zu übernehmen und sie dementsprechend in den Normvorentwurf eingefügt wurden.

Tabelle 4: Abstand zwischen der massgebenden Begrenzungslinie Schiene und der konstruktiven und optischen Trennung bei Fuss- und Radwegen, Parkierungsanlagen, Sackgassen sowie Arealverkehrsflächen

Anlage des Strassenverkehrs	Relative Höhenlage Oberkante Fahrbahn Schiene H_S bzw. Fahrbahn Strasse H_{ST}	Anlage des Schienenverkehrs mit Fahrten			
		ausschliesslich - im Strassenbahnbetrieb - als Rangierbewegung	im Eisenbahnbetrieb mit V		
			≤ 60 km/h	> 60 km/h und ≤ 140 km/h	> 140 km/h
Fuss-/Radwege		0.3 m ⁽¹⁾	0.5 m ⁽¹⁾	1 m ⁽¹⁾	2 m ⁽¹⁾
Parkfelder	$H_{ST} \leq H_S$	2 m ⁽¹⁾	2 m ⁽¹⁾	2 m ⁽¹⁾	2 m ⁽¹⁾
Sackgassen, Arealverkehrsflächen	$H_{ST} > H_S$	2 m ⁽¹⁾	2 m ⁽¹⁾ + ($H_{ST} - H_S$) im Maximum 5 m	2 m ⁽¹⁾ + ($H_{ST} - H_S$) im Maximum 5 m	2 m ⁽¹⁾ + ($H_{ST} - H_S$) im Maximum 10 m
	Alle Höhenlagen	W ⁽²⁾	W ⁽²⁾	W ⁽²⁾	W ⁽²⁾

⁽¹⁾ Es ist gestützt auf die entsprechenden Normen, Richtlinien, Vollzugshilfen und lokalen Festlegungen (Reglemente, Richtpläne, ...) zu prüfen, ob Massnahmen in Bezug auf den Schutz von Personen vor dem unbeabsichtigten Aufenthalt im Lichtraumprofil der Bahn (wie grössere Abstände oder Markierung, Zäune, Hecken, usw.) notwendig sind. Werden die in Bezug auf Parkfelder, Sackgassen und Arealverkehrsflächen vorgegebenen Minimalabstände eingehalten, sind in der Regel keine zusätzlichen Massnahmen notwendig.

⁽²⁾ Minimalabstand bei Errichtung Fahrzeugrückhaltesystem = Wirkungsbereich W der Schutzeinrichtung gemäss SN 640 561. Der Minimalabstand ist unabhängig von $H_{ST} - H_S$. Es kommt der minimale Abstand der Schutzeinrichtung vom Fahrbahnrand gemäss SN 640 561 zur Anwendung.

Bei der vorgesehenen Aufhaltstufe N2 gemäss SN 640 561 sind dies Anpralle gemäss Prüfung TB32 (Anprallgeschwindigkeit 110 km/h bei Anprallwinkel 20 Grad und PW-Gesamtfahrzeugmasse 1500 kg; EN 1317-2:1998/A1 [32]) und TB11 (Anprallgeschwindigkeit 100 km/h bei Anprallwinkel 20 Grad und PW-Gesamtfahrzeugmasse 900 kg; EN 1317-2:1998/A1).

Die resultierenden Massnahmen entsprechen dabei dem in den letzten Jahren angestrebten Sicherheitsniveau.

4.2 Methodik bei Güter- und Waldstrassen/-wegen

In Bezug auf die Methodik bei Güter- und Waldstrassen/-wegen gelten im Grundsatz die gleichen Aussagen wie bei den Fuss- und Radwegen, Sackgassen sowie Parkierungsanlagen. Das im Vergleich höhere Risiko und die spezielle Geometrie der verkehrenden Fahrzeuge wird berücksichtigt durch Festlegung grösserer Abstände und der Erfordernis von Fahrzeugrückhaltesystemen der Aufhaltstufe H2 gemäss SN 640 561 bei den besonders kritischen Geländesituationen mit starkem Gefälle Richtung Bahntrasse.

Die Festlegungen in Bezug auf die Mindestabstände sind in Tabelle 5 (Seite 27) zusammengefasst.

Tabelle 5: Abstand zwischen der massgebenden Begrenzungslinie Schiene und der konstruktiven und/oder optischen Trennung bei Güter-/Waldstrassen

Anlage des Strassenverkehrs	Relative Höhenlage Oberkante Fahrbahn Schiene H_s bzw. Fahrbahn Strasse H_{ST}	Anlage des Schienenverkehrs mit Fahrten			
		ausschliesslich - im Strassenbahnbetrieb - als Rangierbewegung	im Eisenbahnbetrieb mit V		
			≤ 60 km/h	> 60 km/h und ≤ 140 km/h	> 140 km/h
Güter- und Waldstrassen/-wege	$H_{ST} \leq H_s$	0.5 m	1 m	1.5 m	2.5 m
	$H_{ST} > H_s$	0.5 m + ($H_{ST} - H_s$) im Maximum 5 m	1 m +2 x ($H_{ST} - H_s$) im Maximum 10 m	1.5 m + 2 x ($H_{ST} - H_s$) im Maximum 10 m	2.5 m +2 x ($H_{ST} - H_s$) im Maximum 15 m

Es ist gestützt auf die entsprechenden Normen, Richtlinien, Vollzugshilfen und lokalen Festlegungen (Reglemente, Richtlinien, ...) zu prüfen, ob Massnahmen in Bezug auf den Schutz von Personen vor dem unbeabsichtigten Aufenthalt im Lichtraumprofil der Bahn (wie grössere Abstände oder Markierung, Zäune, Hecken, usw.) notwendig sind.

Ein Unterschreiten der Sicherheitsabstände ist möglich, wenn ein Fahrzeugrückhaltesystem errichtet wird (Tabelle 6). Dabei wird berücksichtigt, dass auf Güter- und Waldwegen vorwiegend Traktoren (mit im Vergleich zu den übrigen Fahrzeugen sehr grossen Durchmessern der Räder) verkehren, in dem Systeme mit einer Mindestbauhöhe 1.15 m und mit den Pfosten fest verschraubten Längsprofile vorgesehen sind.

Auch bei Güter- und Waldstrassen entspricht bei Anordnung eines Fahrzeugrückhaltesystems in Folge Unterschreitung der Standard-Minimalabstände der Minimalabstand entsprechend dem Wirkungsbereich der Schutzeinrichtung.

Tabelle 6: Minimale Aufhaltstufe gemäss SN 640 561 und minimaler Abstand des Fahrzeugrückhaltesystems (in Klammer) bei Unterschreiten der Standard-Sicherheitsabstände bei Güter-/ Waldstrassen

Anlage des Strassenverkehrs	Relative Höhenlage Oberkante Fahrbahn Schiene H_s bzw. Fahrbahn Strasse H_{ST}	Anlage des Schienenverkehrs mit Fahrten			
		ausschliesslich - im Strassenbahnbetrieb - als Rangierbewegung	im Eisenbahnbetrieb mit V		
			≤ 60 km/h	> 60 km/h und ≤ 140 km/h	> 140 km/h
Güter- und Waldstrassen/-wege	$H_{ST} \leq H_s$	N2 ⁽¹⁾ (W) ⁽²⁾	N2 ⁽¹⁾ (W) ⁽²⁾	N2 ⁽¹⁾ (W) ⁽²⁾	N2 ⁽¹⁾ (W + 1 m) ⁽²⁾
	$H_{ST} > H_s$	N2 ⁽¹⁾ (W) ⁽²⁾	N2 ⁽¹⁾ (W) ⁽²⁾	N2 ⁽¹⁾ (W) ⁽²⁾	H1 ⁽¹⁾ (W) ⁽²⁾

(1) Bei der Wahl des Fahrzeugrückhaltesystems ist dem Gesichtspunkt des ausreichenden Rückhalts von auf Güter- und Waldstrassen besonders häufig verkehrenden Fahrzeugen (Traktoren, ...) besonderes Gewicht beizumessen. Es sind Systeme der Mindestbauhöhe 1.15 m zu errichten, welche mit den Pfosten fest verschraubte Längsprofile aufweisen (wie z.B. System LS Nr. 21 ASTRA-Richtlinie [33] für Aufhaltstufe N2 bzw. LS Nr. 22 ASTRA-Richtlinie [33] für Aufhaltstufe H1).

(2) Minimalabstand bei Errichtung Fahrzeugrückhaltesystem = Wirkungsbereich W der Schutzeinrichtung gemäss SN 640 561. Es kommt der minimale Abstand der Schutzeinrichtung vom Fahrbahnrand gemäss SN 640 561 zur Anwendung.

Bei der Aufhaltstufe H2 gemäss SN 640 561 sind Anpralle gemäss Prüfung TB51 (Anprallgeschwindigkeit 70 km/h bei Anprallwinkel 20 Grad und Bus-Gesamtfahrzeugmasse 13000 kg; EN 1317-2:1998/A1 [32]) und TB11 (Anprallgeschwindigkeit 100 km/h bei Anprallwinkel 20 Grad und PW-Gesamtfahrzeugmasse 900 kg; EN 1317-2:1998/A1) zu Grunde gelegt.

Die resultierenden Massnahmen entsprechen dabei dem in den letzten Jahren international, insbesondere in Deutschland angestrebten Sicherheitsniveau.

4.3 Methodik bei Strassen – vereinfachte Methodik

Die vereinfachte Methodik in der pauschalieren Form der Festlegungen mittels Tabellen ist für Strassen bei allen Anlagen des Schienenverkehrs mit Ausnahme derjenigen mit Fahrten im Eisenbahnbetrieb $V > 60$ km/h anwendbar.

Die Festlegungen sind in Tabelle 7 zusammengefasst. Dabei ist auch eine Prüfung der Notwendigkeit von zusätzlichen Massnahmen in Bezug auf den Schutz von Personen vor dem unbeabsichtigten Aufenthalt im Lichtraumprofil vorgesehen.

Tabelle 7: Abstand zwischen der massgebenden Begrenzungslinie Schiene und der konstruktiven und optischen Trennung zwischen Strassen und Anlagen des Schienenverkehrs mit Ausnahme derjenigen mit Fahrten im Eisenbahnbetrieb $V > 60$ km/h

Anlage des Strassenverkehrs	Relative Höhenlage Oberkante Fahr- bahn Schiene H_s bzw. Fahrbahn Strasse H_{ST}	Anlage des Schienenverkehrs mit Fahrten	
		ausschliesslich - im Strassenbahnbetrieb - als Rangierbewegung	im Eisenbahnbetrieb mit V ≤ 60 km/h
Hochleistungsstrassen	$H_{ST} \leq H_s$	2.0 m	2.5 m
	$H_{ST} > H_s$	2.0 m + ($H_{ST} - H_s$) im Maximum 7 m	2.5 m + ($H_{ST} - H_s$) im Maximum 12 m
Übrige Strassen	$H_{ST} \leq H_s$	1.0 m	1.5 m
	$H_{ST} > H_s$	1.0 m + ($H_{ST} - H_s$) im Maximum 5 m	1.5 m + ($H_{ST} - H_s$) im Maximum 10 m

Es ist gestützt auf die entsprechenden Normen, Richtlinien, Vollzugshilfen und lokalen Festlegungen (Reglemente, Richtpläne, ...) zu prüfen, ob Massnahmen in Bezug auf den Schutz von Personen vor dem unbeabsichtigten Aufenthalt im Lichtraumprofil der Bahn (wie grössere Abstände oder Markierung, Zäune, Hecken, usw.) notwendig sind.

Ein Unterschreiten der Sicherheitsabstände ist auch in diesen Fällen möglich, wenn ein Fahrzeugrückhaltesystem errichtet wird (Tabelle 8).

Tabelle 8: Minimale Aufhaltstufe gemäss SN 640 561 und minimaler Abstand des Fahrzeugrückhaltesystems (Wert in Klammer) bei Unterschreiten der Standard-Sicherheitsabstände zwischen Strassen und Anlagen des Schienenverkehrs mit Ausnahme derjenigen mit Fahrten im Eisenbahnbetrieb $V > 60$ km/h

Anlage des Strassenverkehrs	Relative Höhenlage Oberkante Fahr- bahn Schiene H_s bzw. Fahrbahn Strasse H_{ST}	Anlage des Schienenverkehrs mit Fahrten	
		ausschliesslich - im Strassenbahnbetrieb - als Rangierbewegung	im Eisenbahnbetrieb mit V ≤ 60 km/h
Hochleistungsstrassen	$H_{ST} \leq H_s$	H1 (W)	H2 (W)
	$H_{ST} > H_s$	H1 (W)	H2 (W)
Übrige Strassen	$H_{ST} \leq H_s$	N2 (W)	N2 (W)
	$H_{ST} > H_s$	H1 (W)	H1 (W)

W: Wirkungsbereich der Schutzeinrichtung gemäss SN 640 561.
Es kommt der minimale Abstand der Schutzeinrichtung vom Fahrbahnrand gemäss SN 640 561 zur Anwendung.

Die Festlegungen in Tabelle 8 erweisen sich als adäquat in Bezug auf das Risiko, da einerseits bei Eisenbahnanlagen mit ausschliesslich Fahrten auf Sicht, im Strassenbahnbetrieb bzw. als Rangierbewegung sowie im Eisenbahnbetrieb mit Geschwindigkeiten unter 60 km/h das Eskalationspotential z.B. durch Folge-Entgleisungen in Bezug auf die Eisenbahn relativ gering ist.

Andererseits ist die Unfallhäufigkeit bei Autobahnen geringer als bei Ausserortsstrassen mit genereller Höchstgeschwindigkeit 80 km/h, was zusammen mit dem in der Regel besseren Ausbaustandard der Hochleistungsstrassen, welche zudem meist eine Standspur aufweisen, trotz der in der Regel höheren Verkehrsdichte auf Autobahnen zu einer gewissen Kompensation des in Folge der unterschiedlichen Geschwindigkeiten resultierenden höheren Risikos bei Autobahnen/-strassen führt.

Auch bei Strassen entspricht bei Anordnung eines Fahrzeugrückhaltesystems in Folge Unterschreitung der Standard-Minimalabstände ein Minimalabstand entsprechend dem Wirkungsbereich der Schutzeinrichtung.

Bei der Aufhaltestufe H1 gemäss SN 640 561 sind Anpralle gemäss Prüfung TB42 (Anprallgeschwindigkeit 70 km/h bei Anprallwinkel 15 Grad und LW-Gesamtfahrzeugmasse 10000 kg; EN 1317-2:1998/A1 [32]) und TB11 (Anprallgeschwindigkeit 100 km/h bei Anprallwinkel 20 Grad und PW-Gesamtfahrzeugmasse 900 kg; EN 1317-2:1998/A1) zu Grunde gelegt.

Die resultierenden Massnahmen entsprechen dabei dem in den letzten Jahren in der Schweiz angestrebten Sicherheitsniveau.

4.4 Methodik bei Strassen – detaillierte Methodik

4.4.1 Grundsätzliche Fallunterscheidung

Die detaillierte Methodik ist bei allen Anlagen des Schienenverkehrs mit Fahrten im Eisenbahnbetrieb mit $V > 60$ km/h anwendbar.

Sie gliedert sich in einen Teil mit in pauschalierter Form mittels Tabellen festgelegten Minimalanforderungen, welche für alle Strassen gelten und in einen Teil mit Festlegungen auf Basis einer Risikobeurteilung mittels Risikobeiwerten, der zusätzliche Anforderungen für Strassen mit $V > 60$ km/h umfasst.

Eine Prüfung der Notwendigkeit von zusätzlichen Massnahmen in Bezug auf den Schutz von Personen vor dem unbeabsichtigten Aufenthalt im Lichtraumprofil ist vorgesehen.

4.4.2 Minimalanforderungen bei allen Strassen

Die Festlegungen in Bezug auf die Mindestabstände sind in Tabelle 9 zusammengefasst.

Im Vergleich zu den Anlagen des Schienenverkehrs mit Fahrten im Eisenbahnbetrieb mit $V < 60$ km/h gelten deutlich verschärfte Anforderungen, um das zusätzliche Eskalationsrisiko resultierend insbesondere aus Folgeentgleisungen zu kompensieren.

Tabelle 9: Sicherheitsabstände (Abstand zwischen der massgebenden Begrenzungslinie Schiene und der konstruktiven und optischen Trennung zwischen Strassen und Anlagen des Schienenverkehrs mit Fahrten im Eisenbahnbetrieb mit $V > 60$ km/h)

Anlage des Strassenverkehrs	Relative Höhenlage Oberkannte Fahrbahn Schiene H_S bzw. Fahrbahn Strasse H_{ST}	Anlage des Schienenverkehrs mit Fahrten im Eisenbahnbetrieb mit V	
		> 60 km/h und ≤ 140 km/h	> 140 km/h
Strasse	$H_{ST} \leq H_S$	2.5 m	3 m
	$H_{ST} > H_S$	2.5 m + 2 x ($H_{ST} - H_S$) maximal 15 m	3 m + 2 x ($H_{ST} - H_S$) maximal 20 m

Es ist gestützt auf die entsprechenden Normen, Richtlinien, Vollzugshilfen und lokalen Festlegungen (Reglemente, Richtlinien, ...) zu prüfen, ob Massnahmen in Bezug auf den Schutz von Personen vor dem unbeabsichtigten Aufenthalt im Lichtraumprofil der Bahn (wie grössere Abstände oder Markierung, Zäune, Hecken, usw.) notwendig sind.

Ein Unterschreiten der Sicherheitsabstände ist auch in diesen Fällen möglich, wenn ein Fahrzeugrückhaltesystem errichtet wird (Tabelle 10, Seite 32). Auch hier werden im Vergleich zu den Anlagen des Schienenverkehrs mit Fahrten im Eisenbahnbetrieb mit $V < 60$ km/h deutlich verschärfte Anforderungen gestellt.

Tabelle 10: Minimale Aufhaltstufe gemäss SN 640 561 und minimaler Abstand des Fahrzeugrückhaltesystems (Wert in Klammer) zwischen Strassen und Anlagen des Schienenverkehrs mit Fahrten im Eisenbahnbetrieb mit $V > 60$ km/h

Anlage des Strassenverkehrs	Relative Höhenlage Oberkannte Fahrbahn Schiene H_s bzw. Fahrbahn Strasse H_{ST}	Anlage des Schienenverkehrs mit Fahrten im Eisenbahnbetrieb mit V	
		> 60 km/h und ≤ 140 km/h	> 140 km/h
Strasse	$H_{ST} \leq H_s$	N2 (W)	H1 (W)
	$H_{ST} > H_s$	H1 (W)	H2 (W)

W: Wirkungsbereich der Schutzeinrichtung gemäss SN 640 561.
Es kommt der minimale Abstand der Schutzeinrichtung vom Fahrbahnrand gemäss SN 640 561 zur Anwendung.

Besonderes Gewicht ist auch in diesen Fällen darauf zu legen, dass bei einem Anprall eines Fahrzeugs, welches durch das Fahrzeugrückhaltesystem aufgehalten werden kann, das Lichtraumprofil Schiene nicht tangiert wird.

Dies wird wie bei den anderen Anlagen des Schienenverkehrs dadurch sichergestellt, dass der Minimalabstand dem Wirkungsbereich der Schutzeinrichtung zu entsprechen hat, welcher angibt, wie weit ein System bei einem dem für das System gültigen Aufhaltstufe entsprechenden Anprall verformt wird.

Die Anforderungen im Rahmen der Prüfung nach EN 1317-2:1998/A1 [32] sind in Tabelle 11 zusammengefasst.

Tabelle 11: Anforderungen in Bezug auf die Anprallprüfung nach EN 1317-2:1998/A1 bei Fahrzeugrückhaltesystemen für die Fälle bei Strassen mit $V \leq 60$ km/h und Anlagen des Schienenverkehrs mit Fahrten im Eisenbahnbetrieb mit $V > 60$ km/h

	Aufhaltstufe N2	Aufhaltstufe H1	Aufhaltstufe H2
Anprallprüfung	TB32 Geschwindigkeit 110 km/h Winkel 20 Grad PW Masse 1500 kg	TB42 Geschwindigkeit 70 km/h Winkel 15 Grad LW Masse 10000 kg	TB51 Geschwindigkeit 70 km/h Winkel 20 Grad Bus Masse 13000 kg
	TB11 Geschwindigkeit 100 km/h Winkel 20 Grad PW Masse 900 kg	TB11 Geschwindigkeit 100 km/h Winkel 20 Grad PW Masse 900 kg	TB11 Geschwindigkeit 100 km/h Winkel 20 Grad PW Masse 900 kg

Die laterale Energie am Strassenrand bzw. die Aufprallenergie eines mit einem Fahrzeugrückhaltesystem kollidierenden Fahrzeugs ergibt sich dabei aus folgenden drei Parametern:

Masse [m]

Aufprallgeschwindigkeit [v]

Aufprallwinkel des Fahrzeuges [α]

Sie errechnet sich wie folgt:

$$E = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \cdot \sin^2 \alpha$$

Gleichung 1

Die laterale Energie am Strassenrand bzw. die Aufprallenergie der bei der Prüfung der Fahrzeugrückhaltesysteme zurückgehaltenen Fahrzeuge ist in Tabelle 12 dargestellt.

Tabelle 12: Laterale Energie der zurückgehaltenen Fahrzeuge bei der Anprallprüfung von Fahrzeugrückhaltesystemen

	Aufhaltestufe N2	Aufhaltestufe H1	Aufhaltestufe H2
TB	TB32	TB42	TB51
Geschwindigkeit [km/h]	110	70	70
Winkel [Grad]	20	15	20
Masse [kg]	1500	10000	13000
Laterale Energie [kN·m]	82	127	287
TB	TB11	TB11	TB11
Geschwindigkeit [km/h]	100	100	100
Winkel [Grad]	20	20	20
Masse [kg]	900	900	900
Laterale Energie [kN·m]	41	41	41

Auf Grund der berechneten lateralen Energien ergibt sich grundsätzlich bei bekannter Verteilung der Massen, Geschwindigkeiten und Anprallwinkel der abirrenden Fahrzeuge die Durchbruchwahrscheinlichkeit.

Diese wird bei den Strassen mit $V \leq 60$ km/h massgebend durch die Anprallwinkel und die Massen bestimmt.

Da die Anprallwinkel aus fahrdynamischen Gründen mit zunehmender Masse tendenziell kleiner werden und die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Anprallwinkeln mit zunehmender Grösse abnimmt, kann das mit diesen Massnahmen resultierende Sicherheitsniveau als vergleichbar mit demjenigen der einer Risikobeurteilung mittels Risikobeiwerten unterliegenden Strassen mit $V > 60$ km/h eingestuft werden.

4.5 Strassen mit V > 60 km/h

4.5.1 Generelle Beschreibung der Methodik

Die Methodik für die Festlegung der Sicherheitsabstände und Schutzmassnahmen bei Anlagen des Schienenverkehrs mit Fahrten im Eisenbahnbetrieb V > 60 km/h und Strassen mit V > 60 km/h wird ausgehend von den neuen methodischen Ansätzen in den Richtlinien von Grossbritannien („risk scoring“), der Niederlande (risico-indices) und Frankreich („indice de danger“) sowie der damit vergleichbaren Methodik des Highway Safety Manuals („safety performance function“) festgelegt ([18], [21], [22], [28], [29]).

Die Methodik beruht darauf, dass die Risikosituation mittels der Risikobeiwerte f_1 bis f_{14} im Detail umschrieben wird.

Das Risiko bezieht sich auf den zu beurteilenden Streckenabschnitt der Bahn. Dieser muss ein homogenes Risiko aufweisen.

Auf Basis der Risikobeiwerte bestimmt sich der für die Beurteilung der Notwendigkeit von Schutzmassnahmen gegen abirrende Fahrzeuge massgebende Gesamtrisikowert R_G multiplikativ aus allen Risikobeiwerten und dem Normierungsfaktor k wie folgt:

$R_G = k \times \prod f_i \quad (i = 1, 14)$	Gleichung 2
--	-------------

Der für die Beurteilung der Notwendigkeit von Ladungsabwurfenschutzmassnahmen massgebende Teilrisikowert Schwerverkehr R_{SNF} wird - falls die mittels Nebenbedingungen festgelegten Voraussetzungen erfüllt sind - multiplikativ aus einem Teil der Risikobeiwerte bzw. dem Gesamtrisikowert ermittelt und mit p und q normiert:

$R_{SNF} = p \times (f_j - q) \times R_G \quad (j = 6)$	Gleichung 3
---	-------------

Durch Vergleich des berechneten Gesamtrisikowerts mit den für R_G gültigen Schwellenwerten für „Tragbares Risiko“ bzw. „Nicht akzeptables Risiko“ ergibt sich gemäss Tabelle 13, ob ein grösserer Sicherheitsabstand oder zusätzliche Schutzmassnahmen notwendig sind bzw. im Übergangsbereich die Massnahmen im Rahmen einer Quantitativen Risikoanalyse festzulegen sind.

Analog resultiert aus dem Vergleich des berechneten Teilrisikowerts Schwerverkehr mit den für R_{SNF} gültigen Schwellenwerten die Beurteilung, ob zusätzliche Schutzmassnahmen gegen die Auswirkungen von abgeworfenen Ladungen bzw. eine Quantitative Risikoanalyse notwendig sind (Tabelle 13).

Tabelle 13: Akzeptanzbereiche in Bezug auf die Risikowerte R_G und R_{SNF}

R_G	Tragbares Risiko $\leq A$	Übergangsbereich $> A \leq B$	Nicht akzeptables Risiko $> B$
R_{SNF}	Tragbares Risiko $\leq C$	Übergangsbereich $> C \leq D$	Nicht akzeptables Risiko $> D$
	Keine zusätzlichen Massnahmen	Zusätzliche Massnahmen oder Detaillierte quantitative Risikoanalyse	Zusätzliche Massnahmen

4.5.2 Risikobeiwerte im Überblick

Ausgangspunkt für die Festlegung der Risikobeiwerte bildet die Richtlinie aus Grossbritannien [18]. Die Liste wurde für schweizerische Verhältnisse ergänzt und modifiziert.

Nachstehende Risikobeiwerte werden für die Umschreibung der Risikosituation verwendet:

Faktor f_1	Verkehrsbelastung auf der Schiene
Faktor f_2	Streckengeschwindigkeit Reisezüge
Faktor f_3	Art des Schienengüterverkehrs
Faktor f_4	Charakteristik Fahrbahn Schiene
Faktor f_5	Verkehrsbelastung der Strasse DTV
Faktor f_6	Schwerverkehrsanteile
Faktor f_7	Geschwindigkeit Strassenverkehr
Faktor f_8	Gegenseitige Lage
Faktor f_9	Fahrzeurückhaltesysteme
Faktor f_{10}	Unfallschwerpunkt
Faktor f_{11}	Örtliche Gefahren
Faktor f_{12}	Gestaltung Bereich zwischen Verkehrswegen
Faktor f_{13}	Länge der Parallelführung
Faktor f_{14}	Besondere Gefahren / Massnahmen unterschieden in f_{14G} und f_{14SNF}

Auf der Basis der Ergebnisse einer Vielzahl von Risikoanalysen lässt sich schliessen, dass sich die Risikosituation mit Hilfe dieser Beiwerte/Faktoren adäquat beschreiben lässt.

Das generelle Vorgehen bei der quantitativen Definition der Risikobeiwerte ist in 4.5.3 dargestellt.

4.5.3 Generelles Vorgehen zur quantitativen Definition der Risikobeiwerte

Wie bereits in 3.5 ausgeführt, reichen die Grundlagen aus verschiedenen Gründen nicht aus, die Parameter vollständig im statistischen Sinne (z.B. wie im Highway Safety Manual; [29]) zu bestimmen.

Dies weil einerseits die Ereignisse teilweise sehr selten sind und andererseits die Detailierung in Bezug auf die Unfallfassung für diesen Zweck nicht ausreicht.

Die entsprechenden Lücken werden durch Expert Judgement geschlossen. Dabei wird auf die Richtlinienarbeiten verschiedener Expertengruppen bzw. auf durch Aufsichtsbehörden bestätigte Experten-Einschätzungen abgestellt, soweit diese sich als plausibel erweisen.

Ausgangspunkt für die quantitative Festlegung der Risikobeiwerte bildet die Richtlinie aus Grossbritannien [18].

Dabei ist zu berücksichtigen, dass diese Richtlinie auf einer logarithmierten Form der Grundgleichungen beruht, womit die Risikobeiwerte wie in Gleichung 4 zu addieren sind:

$$R'_G = \log_a R_G = \log_a (\prod f_i) = \sum \log_a f_i = \sum b \cdot f_i' \quad (i = 1, 14) \quad \text{Gleichung 4}$$

Es gilt dann:

$$\log f_i = b \cdot f_i' \text{ bzw. } f_i = a^{(b \cdot f_i')} \quad \text{Gleichung 5}$$

Die Richtlinien der Niederlande und von Frankreich sowie das Highway Safety Manual werden zur Ergänzung und Modifikation herangezogen ([21], [22], [28], [29]). Dem gleichen Zweck dienen die übrigen relevanten Literaturquellen.

Weitere Grundlagen sind sowohl für die Schweiz wie Deutschland und Holland in projektspezifischen Gutachten und den entsprechenden Begleitmaterialien enthalten.

Diese Unterlagen werden unter Beachtung der Rechte Dritter (Auftraggeber, Auftragnehmer) benutzt um einzelne Parameter zu plausibilisieren.

Schliesslich dienen einzelne Simulationsrechnungen dazu verbleibende Lücken zu schliessen und die Schwellenwerte für das ‚Tragbare Risiko‘ und das ‚Nicht akzeptable Risiko‘ in Übereinstimmung mit der Praxis in der Schweiz zu bestimmen.

Auf die entsprechenden Unterlagen wird bei der nachstehenden Beschreibung zur quantitativen Festlegung der einzelnen Beiwerte Bezug genommen.

4.5.4 Faktor f_1 : Verkehrsbelastung auf der Schiene

Mit dem Risikobeiwert in Bezug auf Verkehrsbelastung auf der Schiene (Faktor f_1) wird die Wahrscheinlichkeit berücksichtigt, mit der ein Zug innerhalb des massgebenden Zeitfensters auf dem von einer Verletzung des Lichtraumprofil Schiene betroffenen Abschnitt anzutreffen ist. Diese Wahrscheinlichkeit ist direkt von der Frequenz der Züge abhängig.

Zu Grunde gelegt werden die Jahreszahlen auf den zwei nächstliegenden Gleisen (sofern Strecke mindestens als Doppelspurtrasse ausgebildet). Auf eine Differenzierung nach Tageszeit wird verzichtet, da von einer Proportionalität in Bezug auf die Hauptbetriebszeiten ausgegangen werden kann.

Zusätzlich wird berücksichtigt, mit welcher Wahrscheinlichkeit eine genügende Vorwarnzeit für einen rechtzeitigen Unterbruch des Zugverkehrs zur Verfügung steht.

Die Wahrscheinlichkeit für eine erfolgreiche Vorwarnung wird bei Zugfolgezeiten bis 10 Minuten auf rund einen Drittel abnehmend auf 0% bei rund 5 Minuten abgeschätzt.

Zusätzlich wird berücksichtigt, dass mit abnehmenden Zugfolgezeiten die Wahrscheinlichkeit von Folgezusammenstössen mit Zügen auf einem zweiten Gleis zunimmt. Es werden die relativen Faktoren eingesetzt (Tabelle 14).

Die resultierende Abhängigkeit des Risikobeiwerts in Bezug auf Verkehrsbelastung auf der Schiene (Faktor f_1) von der Anzahl Zugfahrten pro Tag bestimmt sich gemäss Tabelle 14⁶.

Tabelle 14: Risikobeiwert in Bezug auf Verkehrsbelastung auf der Schiene (Faktor f_1)

Anzahl der Fahrten/Tag	≤ 30	> 30	> 60	> 120	> 180
		≤ 60	≤ 120	≤ 180	
f_1	1	2	3	10	12

4.5.5 Faktor f_2 : Streckengeschwindigkeit Reisezüge

Der Risikobeiwert in Bezug auf Streckengeschwindigkeit des Reiseverkehrs (Faktor f_2) bestimmt sich in Abhängigkeit der Art der Reisezüge, da sowohl Aspekte der Wahrscheinlichkeit wie des Ausmasses in diesen Faktor einfließen.

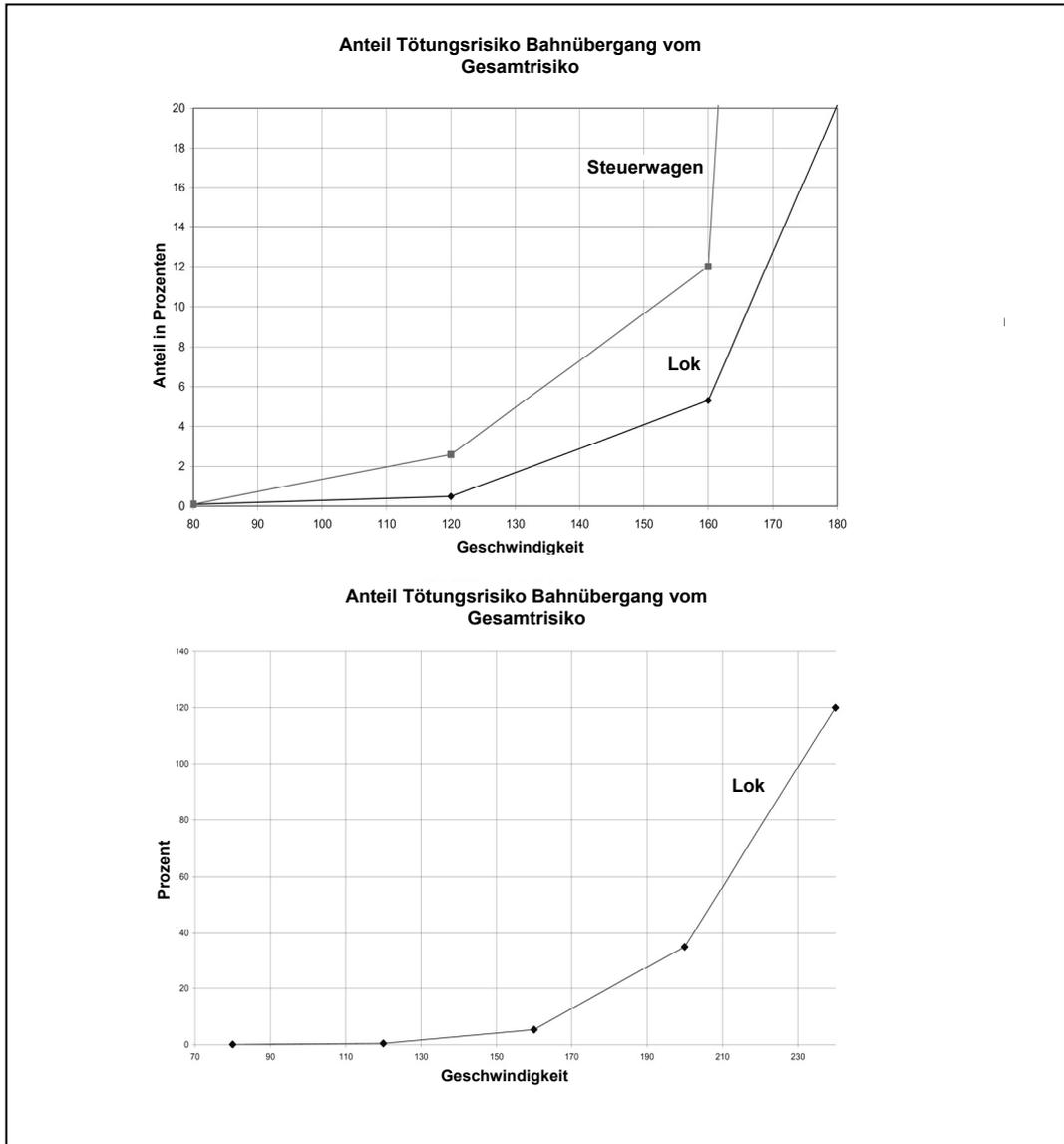
So nehmen mit der Geschwindigkeit die Häufigkeit von Folgeentgleisungen und damit das Ausmass zu. Allerdings sind auch schon bei vergleichsweise geringen Geschwindigkeiten und auch kleineren Massen Folgeentgleisungen möglich (vgl. Anhänge IV und V).

Die Wahrscheinlichkeit einer Folgeentgleisung ist dabei stark von der Art der Reisezüge abhängig.

Der Risikobeiwert wird in Bezug auf die Art der Bespannung der Züge auf Basis der Ergebnisse einer Risikoanalyse der BLS festgelegt (Abbildung 1; [45]).

⁶ Die Formulierung ‚bestimmt sich‘ ist in diesem Forschungsbericht so zu verstehen, dass vorgeschlagen wird, die entsprechenden Festlegungen in die revidierte Norm SN 671 520 zu übernehmen und sie dementsprechend in den Normvorentwurf eingefügt wurden.

Abbildung 1: Risiko in Abhängigkeit von Geschwindigkeit (in km/h) und Art des Reisezugs



(Quelle: [45])

Diese Risikoanalyse behandelt Bahnübergänge, wobei die Ergebnisse aber auch für die Fälle mit Anpralle auf Fahrzeuge bei anderen Streckenarten übertragbar sind.

Auf Basis der Abbildung 1 ergeben sich die relativen Beiwerte gemäss Tabelle 15.

Tabelle 15: Relative Risikobeiwerte in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit und der Art des Reisezugs

Faktoren Risiko-Zusatzbeitrag Fahrzeug auf Bahnübergang	80 km/h (Referenz)	120 km/h	160 km/h	200 km/h (Steuerwagen linear extrapoliert)	240 km/h (Steuerwagen linear extrapoliert)
Lok	1 (Referenz)	23	45	295	1025
Steuerwagen	1 (Referenz)	4	103	200	4000

(Basis: Risikoanalyse der BLS [45])

Für die Festlegung des Risikobeiwerts in Bezug auf Streckengeschwindigkeit des Reiseverkehrs (Faktor f_3) wird zusätzlich auch die Kombination des Faktors f_{12} und des Faktors f_{13} der Richtlinie aus Grossbritannien herangezogen [18].

In Tabelle 16 ist die entsprechende Auswertung dargestellt, wobei unter Verwendung von Gleichung 5 (vgl. 4.5.3) sowohl die originalen additiven wie die multiplikativen Beiwerte aufgeführt sind und Bezug auf verschiedene Referenzwerte genommen wird.

Tabelle 16: Relative Risikobeiwerte in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit (f12) und der Art des Reisezugs (f13) gemäss Richtlinie Grossbritannien

Factor	Options	Score additiv	Score multiplikativ	Score multiplikativ relativ zu Score 4	Score multiplikativ relativ Maximum
f12	Permissible Line Speed and Track Alignment Bahn				
	Score 1 for straight track up to 45mph = 72 km/h	1	1.4	0.4	0.00035
	Score 4 for straight track up to 75mph = 120 km/h or curved up to 45mph = 72 km/h	4	4.0	1.0	0.00098
	Score 8 for straight track up to 90mph = 145 km/h or curved up to 75mph = 120 km/h	8	16.0	4.0	0.00391
	Score 12 for straight track up to 100mph = 160 km/h or curved up to 90mph = 145 km/h	12	64.0	16.0	0.01563
	Score 16 for straight track up to 125 mph = 200 km/h or curved up to 100mph = 160 km/h	16	256.0	64.0	0.00098
	Score 20 for straight track up to 140 mph = 225 km/h or curved up to 125mph = 200 km/h	20	1024.0	256.0	0.25
	Score 24 for straight track above 140 mph = 225 km/h or curved above 125mph = 200 km/h	24	4096.0	1024.0	1.
Factor	Options	Score additiv	Score multiplikativ	Score multiplikativ relativ zu Minimum	Score multiplikativ relativ Maximum
f13	Type of Rail Traffic				
	Score 1 for Non-Dangerous Goods Freight	1	1.4	1.0	0.03125
	Score 3 for Loco-Hauled Stock	3	2.8	2.0	0.0625
	Score 5 for Sliding Door Multiple Units (up to 100mph) or Dangerous Goods Freight	5	5.7	4.0	0.03125
	Score 7 for Slam Door Multiple Unit or Sliding Door Multiple Units (over 100 mph)	7	11.3	8.0	0.25
	Score 11 for Light Rail (see definition in guidance notes)	11	45.3	32.0	1.

(Basis: Richtlinie Grossbritannien [18])

Die Übereinstimmung der beiden Datenquellen ist in Bezug auf die Geschwindigkeitsabhängigkeit bei den lokomotivbespannten Reisezügen sehr gut.

In Bezug auf das Risiko der Reisezüge mit Leicht- und Pendelfahrzeugen ist die Risikoanalyse der BLS [45] bis 200 km/h etwas optimistischer als die Richtlinie aus Grossbritannien, wenn die (pauschalere) Kombination von Faktor f12 und Faktor f13 verwendet wird.

Oberhalb 200 km/h ist die Übereinstimmung wiederum sehr gut.

Verwendet zur Festlegung des Risikobeiwerts in Bezug auf Streckengeschwindigkeit des Reiseverkehrs (Faktor f_2) werden die optimistischeren Werte.

Die resultierenden Risikobeiwerte sind in Tabelle 17 in Form einer Matrix dargestellt.

Tabelle 17: Risikobeiwert in Bezug auf Streckengeschwindigkeit des Reiseverkehrs (Faktor f_2)

f_2 (Matrix)		Maximale Geschwindigkeit						
		70 km/h	120 km/h	140 km/h	160 km/h	180 km/h	200 km/h	>200 km/h
Art der Reisezüge	Reisezüge lokomotivbespannt mit Verkehrsanteil > 65%	1	4	20	40	220	300	1000
	Reisezüge mit Leicht- und Pendelfahrzeugen mit Verkehrsanteil > 65%	1	20	60	100	1000	2000	4000

Übersteigt der Verkehrsanteil bei keiner Reisezugkategorie 65%, wird für f_2 der Mittelwert beider Kategorien eingesetzt.

4.5.6 Faktor f_3 : Art des Schienengüterverkehrs

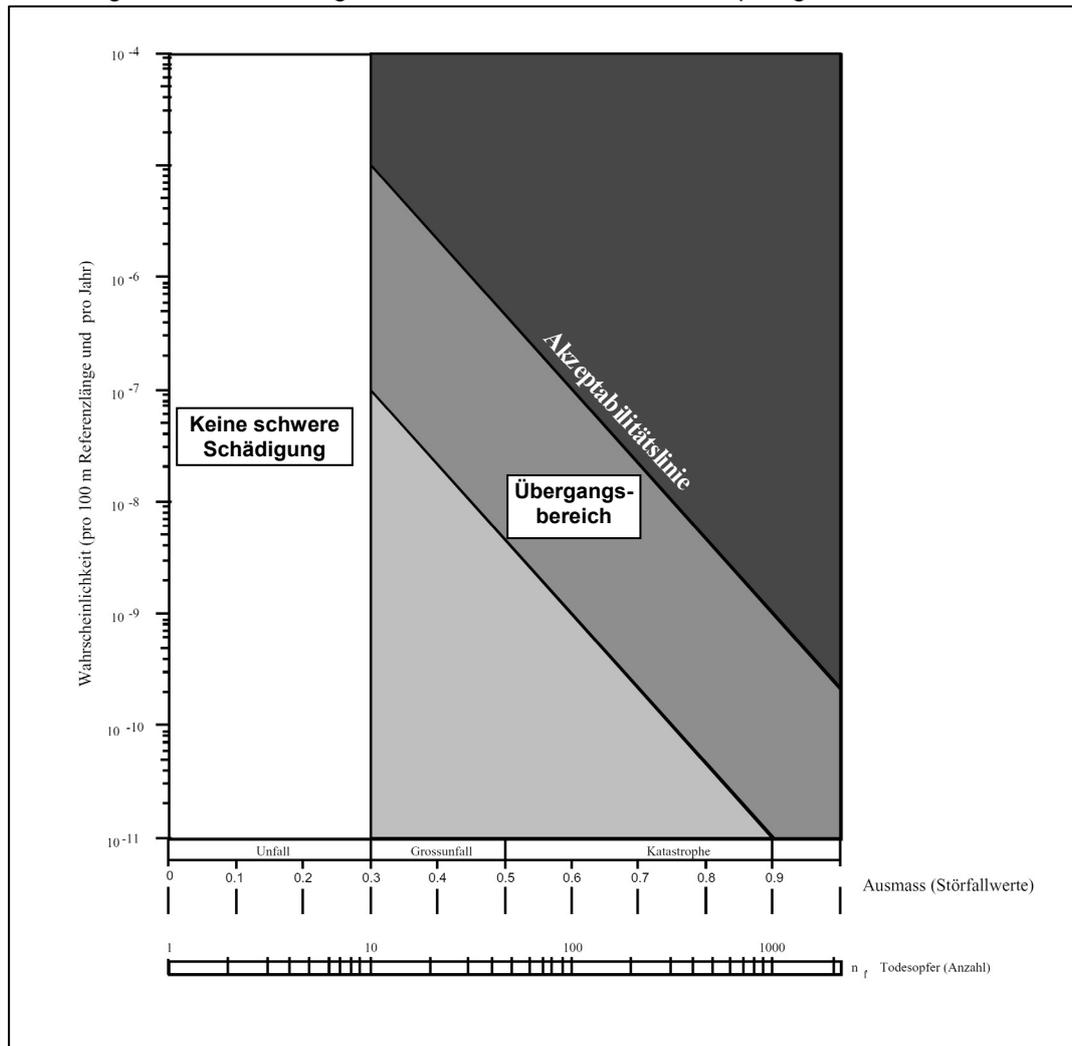
Bei der Festlegung des Risikobeiwerts in Bezug auf die Art des Schienengüterverkehrs wird auf den Ergebnissen ‚Personenrisiken alle Leitstoffe‘ in Bezug auf den Transport gefährlicher Güter gemäss Personenrisiken beim Transport gefährlicher Güter auf der Bahn [46] und den Schutzziele und Beurteilungskriterien Sicherheit SBB/BLS [44] basiert.

Dies auf Grund der Tatsache, dass die pauschalierte Form der Richtlinie aus Grossbritannien für die Schweiz eine ungenügende Repräsentativität aufweist (vgl. Tabelle 16).

Berücksichtigt wird dabei, ob die Risiken beim Transport gefährlicher Güter mit Personenrisiken in Bezug auf alle Leitstoffe unterhalb des Übergangsbereichs, in der unteren Hälfte des Übergangsbereichs oder in der oberen Hälfte des Übergangsbereichs liegen. Die Wahrscheinlichkeit der drei Fälle unterscheidet sich dabei jeweils um den Faktor 10, was direkt in die Risikobewerte einfliesst (Abbildung 2).

Liegen die ‚Personenrisiken alle Leitstoffe‘ in Bezug auf den Transport gefährlicher Güter gemäss netzweiter Abschätzung der Personenrisiken über der Akzeptabilitätslinie ist eine detaillierte quantitative Risikoanalyse vorgesehen (Abbildung 2).

Abbildung 2: Beurteilungskriterien Risiken aus dem Transport gefährlicher Güter



(Basis: [30])

Zu berücksichtigen ist, dass die Streckengeschwindigkeiten des Güterverkehrs < 80 km/h betragen und das Risiko für allenfalls betroffene Reisezüge von der Art des Reisezugs abhängt.

Details zum Berechnungsgang sind in Tabelle 18 gegeben.

Der Risikobewertungsfaktor in Bezug auf Art des Schienengüterverkehrs (Faktor f_3) bestimmt sich unter Berücksichtigung der Streckengeschwindigkeit des Reiseverkehrs und der Art der Reisezüge (charakterisiert mittels Faktor f_2 , vgl. 4.5.5) gemäss Tabelle 18.

Wird für f_2 der Mittelwert beider Kategorien eingesetzt, da der Verkehrsanteil bei keiner Reisezugkategorie 65% übersteigt, wird f_3 entsprechend linear interpoliert (zu f_2 vgl. 4.5.5).

Tabelle 18: Risikobewertung in Bezug auf die Art des Schienengüterverkehrs (Faktor f_3)

f_3 (Matrix)		Berücksichtigung der Streckengeschwindigkeit des Reiseverkehrs und der Art der Reisezüge											
		Faktor f_2											
		1	4	20	40	60	100	220	300	600	1000	2000	4000
Charakterisierung Transport gefährlicher Güter	Kein Transport gefährlicher Güter	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Transport gefährlicher Güter mit Personenrisiken alle Leitstoffe gemäss netzweiter Abschätzung der Personenrisiken unterhalb des Übergangsbereichs	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Transport gefährlicher Güter mit Personenrisiken alle Leitstoffe gemäss netzweiter Abschätzung der Personenrisiken in der unteren Hälfte des Übergangsbereichs	20	6	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1
	Transport gefährlicher Güter mit Personenrisiken alle Leitstoffe gemäss netzweiter Abschätzung der Personenrisiken in der oberen Hälfte des Übergangsbereichs	200	51	11	6	4	3	2	2	1	1	1	1
Die netzweite Abschätzung der Personenrisiken erfolgt periodisch im Auftrag SBB/BLS/BAV/BAFU. Die Resultate für den entsprechenden Streckenabschnitt sind beim zuständigen Infrastrukturbetreiber erhältlich. Berechnung: $f_3 = 1 + f_3(1)/f_2$ auf ganze Zahlen gerundet. $f_3(1)$ ist der Wert von f_3 , der für die entsprechende Transportcharakteristik bei $f_2=1$ gilt. Mit dieser funktionalen Abhängigkeit wird berücksichtigt, dass die Streckengeschwindigkeiten des Güterverkehrs < 80 km/h betragen.													

4.5.7 Faktor f_4 : Charakteristik Fahrbahn Schiene

In Bezug auf die Charakteristik Fahrbahn Schiene ist in Bezug auf Folgeentgleisungen das Vorhandensein von Weichen zu berücksichtigen.

Der Risikobewertung wird in Bezug auf Entgleisungen im Bereich von Weichen auf Basis des UIC Kodex 777 - 1 / 777-2, Massnahmen zum Schutz der Eisenbahnbrücken gegen Anprall von Strassenfahrzeugen und des Schienenverkehrs vor abirrenden Fahrzeugen festgelegt [5].

Der Wert für die Wahrscheinlichkeit wird auf die Hälfte herabgesetzt, da im UIC-Kodex die technischen Ursachen am Zug für die Entgleisung massgebend sind, womit auf Weichen ein grosses Eskalationspotential gegeben ist. Bei Anprallen ist diese Eskalationspotential weniger relevant, da bereits durch den Anprall ein grösseres Entgleisungsrisiko gegeben ist.

Das relative Ausmass bei Unfällen wird bei Tunnelportalen, Überbauungen und Brücken aus dem UIC-Kodex übernommen und mit dem Aversionsfaktor für das Ausmass gemäss Schutzziele der BLS/SBB gewichtet (Ausmass^{1.7}; [44]).

In Bezug auf die Kombination der Risikofaktoren Weichen mit Tunnelportalen, Überbauungen und Brücken wird berücksichtigt, dass im Bereich von Weichen die laterale Abweichung, welche durch Weichen verstärkt werden kann, häufig zu einem Anprall an das Hindernis mit entsprechend erhöhtem Ausmass führt. Es wird von einer Verdoppelung ausgegangen.

Die Werte stehen dann bei Berücksichtigung des Aversionsfaktors auch in Übereinstimmung mit der französischen Richtlinie [28].

Der Risikobewertung in Bezug auf Charakteristik Fahrbahn Schiene (Faktor f_4) bestimmt sich dann gemäss Tabelle 19.

Tabelle 19: Risikobewertung in Bezug auf Charakteristik Fahrbahn Schiene (Faktor f_4)

Weichen und/oder Hindernisse innerhalb Fahrbahnbereich von 1 km um Nahstelle	Keine	Tunnelportale, Überbauungen oder Brücken	Weichen	Weichen und Tunnelportale, Überbauungen oder Brücken
f_4	1	3	5	30

4.5.8 Faktor f_5 : Verkehrsbelastung der Strasse DTV

Die Verkehrsbelastung auf der Strasse geht direkt als Frequenz in die Wahrscheinlichkeit für ein Ereignis ein.

Bei richtungsgetrenten Fahrbahnen mit Fahrzeugrückhaltesystem zwischen den richtungsgetrenten Fahrbahnen wird nur der DTV der der Bahnverkehrsanlage näheren Fahrspuren berücksichtigt.

Der Risikobeiwert in Bezug auf Bezug auf die Verkehrsbelastung der Strasse DTV (Faktor f_5) bestimmt sich gemäss Tabelle 20.

Tabelle 20: Risikobeiwert in Bezug auf Verkehrsbelastung der Strasse DTV (Faktor f_5)

Fahrzeuge/Tag	$\leq 10'000$	$>10'000$ $\leq 25'000$	$>25'000$ $\leq 35'000$	$>35'000$ $\leq 45'000$	$>45'000$ $\leq 55'000$	$>55'000$
f_5	1	2	3	4	5	8

4.5.9 Faktor f_6 : Schwerverkehrsanteile

Im Risikobeiwert Schwerverkehrsanteile (f_6) wird das Risiko für Folgeentgleisungen der Bahn berücksichtigt.

Die Wahrscheinlichkeit für eine Folgentgleisung bei Schwerverkehrsbeteiligung ist höher als bei Personenwagen (Annahme Faktor 10) aber die Unfallrate von Lastwagen ist geringer als bei PW (Faktor 0.5; [30]). Gerechnet wird dementsprechend mit einem Gesamtfaktor 5.

Somit ergibt sich ein Risikobeiwert bei einem Schwerverkehrsanteil $\leq 5\%$ von $1+5 \times 0.025 = 1.125$ und bei einem Schwerverkehrsanteil zwischen 5% und 10% von $1+5 \times 0.075 = 1.375$.

Die Werte in Tabelle 21 ergeben sich gemäss diesem Berechnungsschema und Normierung auf 1.

Die additiven Beiwerte aus dem französischen Guide Technique ergeben mit 0 bei $< 6\%$; 1 bei $>6\% \leq 12\%$ und 3 bei $>12\%$ eine ähnliche Risikoerhöhung [28].

Der Risikobeiwert in Bezug auf Bezug auf die Schwerverkehrsanteile (Faktor f_6) bestimmt sich somit gemäss Tabelle 21.

Tabelle 21: Bestimmung Faktor f_6 (Risikobeiwert Schwerverkehrsanteile)

% des DTV	$\leq 5\%$	$>5\%$ $\leq 10\%$	$>10\%$ $\leq 15\%$	$>15\%$
f_6	1	1.2	1.4	1.7

4.5.10 Faktor f_7 : Geschwindigkeit Strassenverkehr

Für die Festlegung des Risikobeiwerts in Bezug auf die örtliche Geschwindigkeit Strassenverkehr (Faktor f_7) wird der Faktor f_5 der Richtlinie aus Grossbritannien herangezogen [18].

In Tabelle 22 ist die entsprechende Auswertung dargestellt, wobei unter Verwendung von Gleichung 5 (vgl. 4.5.3) sowohl die originalen additiven wie die multiplikativen Beiwerte aufgeführt sind und Bezug auf verschiedene Referenzwerte genommen wird.

Die Werte weichen nur unwesentlich von den in erster Näherung auf Grund der Fahrzeugenergie zu erwartenden Beiwerten ab und sind im Sinne eines Expert Judgements plausibel.

Zu beachten ist nachfolgend, dass dieser Faktor für Lastwagen konservativ ist (theoretisches Tempolimit 80 km/h) und die Festlegung der Faktoren in Bezug auf die Gegenseitige Lage (f_8) und die Fahrzeugrückhaltesysteme (f_9) massgebend beeinflusst.

Tabelle 22: Relative Risikobeiwerte in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit (f₅) gemäss Richtlinie Grossbritannien

Factor	Options	Score additiv	Score multiplikativ	Score multiplikativ relativ zu Score 5	Score multiplikativ relativ Maximum
f ₅	Actual Speed of Road Traffic				
	Score 1 for <10mph (x 1.609344) 16 km/h	1	1.4	0.3	0.0625
	Score 3 for <30mph (x 1.609344) 48 km/h	3	2.8	0.5	0.125
	Score 5 for <50mph (x 1.609344) 80 km/h	5	5.7	1.0	0.25
	Score 7 for <70mph (x 1.609344) 113 km/h	7	11.3	2.0	0.5
	Score 9 for >70mph (x 1.609344) 113 km/h	9	22.6	4.0	1.

(Basis: Richtlinie Grossbritannien [18])

Der Risikobeiwerts in Bezug auf die örtliche Geschwindigkeit Strassenverkehr (Faktor f₇) bestimmt sich dann nach Tabelle 23.

Tabelle 23: Bestimmung Faktor f₇ (Risikobeiwert Geschwindigkeit Strassenverkehr)

km/h	>60 km/h ≤80 km/h	>80 km/h ≤100 km/h	>100 km/h ≤120 km/h
f ₇	1	2	4

4.5.11 Faktor f₈: Gegenseitige Lage

Der Risikobeiwert in Bezug auf den Aspekt Gegenseitige Lage (Faktor f₈) bezieht sich auf den horizontalen und vertikalen Abstand zwischen den Anlagen des Schienen- und des Strassenverkehrs.

Auf Grundlage einer Auswertung der massgebenden Literaturquellen ([17], [18], [28], [36], [19], [20], [21], [37], [22], [43], [42], [23], [11], [5], [6], [27], [38], [40], [41]) ergab sich als zweckmässigste Vorgehensweise die Umrechnung der gemäss bestehender sich auf die Vorarbeiten der Experten der SBB in [6] und damit auf die entsprechenden internationalen Vorarbeiten abstützenden Norm SN 671 520 [42] erforderlichen zusätzlichen Abstände in Wahrscheinlichkeitsbeiwerte. Dies insbesondere auf Grund der Tatsache, dass seit Erscheinen der massgebenden US-amerikanischen Grundlagendaten in den 1990-er-Jahren zu Wahrscheinlichkeit und Ausmass von Abirren keine wesentlichen neuen statistischen Daten publiziert wurden.

Eine solche Umrechnung ist möglich, da Wahrscheinlichkeitsbeiwerte auf ein Ausgangs-/Referenzrisiko bezogen sind und somit eine relative Grösse darstellen. Der Geschwindigkeitsbeiwert für den Strassenverkehr (f₇) geht somit bei der Risikoberechnung direkt in die relative Wahrscheinlichkeit einer bestimmten Abirrweite ein, was für Personenwagen eine gute und für Lastwagen eine konservative Approximation darstellt. Dies ist vorwiegend bei geringen Abständen von Bedeutung. In diesen Fällen ist in der Regel ein Fahrzeugrückhaltesystem erforderlich, was eine Kompensation dieser Konservativität durch die entsprechenden Festlegungen des Faktors Fahrzeugrückhaltesystem (f₉) erlaubt.

Bei der Umrechnung der gemäss Norm SN 671 520 [42] erforderlichen zusätzlichen Abstände in Wahrscheinlichkeitsbeiwerte wurde in Bezug auf die vorgeschriebenen Fahrzeugrückhaltesysteme von der Wirksamkeit eines H2-Systems ausgegangen [38].

Mit der Umstellung auf einen Wahrscheinlichkeitsbeiwert entfällt aus Systematikgründen die Zuordnung zu bestimmten Geschwindigkeiten in Bezug auf die Bahn und die Strasse (Bezug auf Ausgangs-/Referenzrisiko, relative Grösse).

Dieser Ansatz wurde in einigen Einzelfallgutachten, welche durch die deutschen Aufsichtsbehörden zum Entscheid über die zu treffenden Massnahmen inhaltlich übernommen wurden, verwendet (z.B. in [39]).

Auf Grund der im Rahmen der verschiedener Expertengruppen erarbeiteten und durch Aufsichtsbehörden bestätigten Experten-Einschätzungen sowie den in den letzten Jahren häufig der Presse zu entnehmenden spektakulären Ausmassen von Abirrunfällen ergeben sich keine Indizien, dass durch die Verwendung der auf älteren Daten beruhenden

Norm SN 671 520 [42] für diesen Zweck zu einer Unter- oder Überschätzung des Risikos resultiert (Beispiele in Anhang VI Unfallberichte aus der Presse mit Fokus Ausmass des Abirrens (Auswahl)).

Es kann damit auf das entsprechende breit abgestützte plausible Expert Judgement abgestellt werden.

Die Risikobeiwerte in Bezug auf den Aspekt Gegenseitige Lage (Faktor f_8) ergeben sich dann gemäss Tabelle 25 (Seite 45).

4.5.12 Faktor f_9 : Fahrzeugrückhaltesysteme

Der Risikobeiwert in Bezug auf Fahrzeugrückhaltesysteme (Faktor f_9) bestimmt sich auf Basis der entsprechenden teilweise auf einer Monte-Carlo-Simulation beruhenden Abschätzungen in [21], [31], [38] bzw. [39].

Die Werte im Gutachten [39], welches durch die deutschen Aufsichtsbehörden für den Entscheid über die zu treffenden Massnahmen übernommen wurden, sind in Bezug auf die Durchbruchwahrscheinlichkeit von PW 0.2 für Systeme der Aufhaltstufe N2, und 0.0001 für die Systeme H1, H2 und H4b.

In Bezug auf die LW ergeben sich Werte von 1 für die Aufhaltstufe N2, 0.14 für H1, 0.04 für H2 sowie 0.0006 für H4b. Die Leitmauer wird nochmals als deutlich sicherer als ein System H4b eingestuft (Herabsetzung des Wertes auf 1%).

Auf Basis der entsprechenden Werte lassen sich Werte für verschiedene Schwerverkehrsanteile bestimmen.

Allerdings ist noch zu berücksichtigen, dass die Abirrweite auch bei Durchbruch des Systems abnimmt, da die Ausgangsgeschwindigkeit entsprechend kleiner ist und in Bezug auf die Lastwagen eine Konservativität aus der Geschwindigkeitsabhängigkeit des Risikos besteht.

Diese Effekte sind vorwiegend in Bezug auf die Systeme H2 und H4b massgebend. Dementsprechend wird zusätzlich beim Risikobeiwert für H2 im Mittel eine Halbierung der Ausgangsgeschwindigkeit, bei H4b eine Herabsetzung auf einen Viertel und bei der Leitmauer eine solche auf 10% vorausgesetzt.

Die Risikobeiwerte in Bezug auf Fahrzeugrückhaltesysteme (Faktor f_9) ergeben sich dann gemäss Tabelle 24.

Tabelle 24: Risikobeiwert in Bezug auf Fahrzeugrückhaltesysteme (Faktor f_9)

Aufhaltstufe des Fahrzeugrückhaltesystems	N2				H1				H2			
	≤5	>5 ≤10	>10 ≤15	>15	≤5	>5 ≤10	>10 ≤15	>15	≤5	>5 ≤10	>10 ≤15	>15
f_9	2.5E-01	2.8E-01	3.2E-01	3.6E-01	7.0E-03	1.4E-02	2.1E-02	2.8E-02	4.0E-04	8.0E-04	1.2E-03	1.8E-03
Aufhaltstufe des Fahrzeugrückhaltesystems	H4b				Leitmauer mit Bemessung nach SIA 261							
	≤5	>5 ≤10	>10 ≤15	>15	≤5	>5 ≤10	>10 ≤15	>15				
f_9	2.5E-06	3.0E-06	4.0E-06	5.0E-06	1.0E-08							

Bei einem Anprall eines Fahrzeugs, welches durch das Fahrzeugrückhaltesystem aufgehalten werden kann, darf das Lichtraumprofil Schiene nicht tangiert werden. Dies muss dadurch sichergestellt werden, dass der Wirkungsbereich W der Schutzeinrichtung gemäss SN 640 561 bei der Bestimmung des Risikobeiwerts in Bezug auf Gegenseitige Lage (Faktor f_8) berücksichtigt wird. D.h. die örtliche Lage des Rückhaltesystems wird dort angenommen, wo der Wirkungsbereich endet.

Tabelle 25: Risikobeiwert in Bezug auf den Aspekt Gegenseitige Lage (Faktor f_B)

n	Abstand zwischen der massgebenden Begrenzungslinie Schiene und der konstruktiven und optischen Trennung zur Anlage des Strassenverkehrs [m]															
	1	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
0.99	1.2E-04	6.1E-05	1.1E-06	9.7E-08	7.5E-09	3.9E-09	3.6E-10	2.1E-10	5.7E-11	3.0E-11	3.6E-12	2.4E-12	1.1E-12	7.5E-13	3.6E-13	2.0E-13
0.66	6.0E-04	3.0E-04	3.2E-06	2.9E-07	2.5E-08	1.3E-08	1.2E-09	7.0E-10	1.9E-10	1.0E-10	1.2E-11	7.9E-12	3.8E-12	2.5E-12	1.2E-12	6.8E-13
0.33	6.0E-03	3.2E-03	3.2E-04	3.4E-05	7.5E-06	3.9E-06	3.6E-07	2.1E-07	5.7E-08	3.0E-08	3.6E-09	2.4E-09	1.1E-09	7.5E-10	3.6E-10	2.0E-10
0.3	6.3E-03	3.3E-03	3.5E-04	3.7E-05	8.2E-06	4.4E-06	5.4E-07	3.1E-07	8.5E-08	4.5E-08	5.4E-09	3.6E-09	1.7E-09	1.1E-09	5.4E-10	3.1E-10
0.25	6.6E-03	3.5E-03	3.9E-04	4.0E-05	8.9E-06	4.8E-06	7.2E-07	4.2E-07	1.1E-07	6.0E-08	7.2E-09	4.7E-09	2.3E-09	1.5E-09	7.2E-10	4.1E-10
0.2	6.6E-03	3.5E-03	4.3E-04	4.5E-05	1.0E-05	5.7E-06	1.3E-06	7.6E-07	2.2E-07	1.2E-07	2.2E-08	1.4E-08	6.9E-09	4.5E-09	2.2E-09	1.2E-09
0.15	6.8E-03	3.6E-03	4.9E-04	5.1E-05	1.1E-05	6.6E-06	1.9E-06	1.1E-06	3.6E-07	2.1E-07	5.6E-08	3.7E-08	1.8E-08	1.2E-08	5.6E-09	3.2E-09
0.1	7.0E-03	3.8E-03	5.4E-04	5.7E-05	1.3E-05	7.5E-06	2.5E-06	1.5E-06	5.1E-07	3.0E-07	9.0E-08	5.9E-08	2.9E-08	1.9E-08	9.1E-09	5.1E-09
0.05	7.0E-03	3.8E-03	6.1E-04	6.4E-05	1.4E-05	8.6E-06	3.0E-06	1.9E-06	8.2E-07	5.2E-07	2.3E-07	1.5E-07	7.1E-08	4.7E-08	2.3E-08	1.3E-08
0	7.0E-03	4.0E-03	6.8E-04	7.2E-05	1.6E-05	8.7E-06	3.6E-06	2.0E-06	1.1E-06	6.4E-07	3.6E-07	2.0E-07	1.1E-07	6.4E-08	3.6E-08	2.0E-08
-0.05	7.5E-03	5.2E-03	7.1E-04	7.6E-05	1.8E-05	1.1E-05	4.4E-06	3.0E-06	1.5E-06	1.1E-06	5.7E-07	3.9E-07	2.0E-07	1.4E-07	7.3E-08	4.1E-08
-0.1	8.0E-03	5.6E-03	7.5E-04	8.1E-05	2.1E-05	1.3E-05	5.2E-06	3.6E-06	2.0E-06	1.4E-06	7.8E-07	5.4E-07	3.0E-07	2.0E-07	1.1E-07	6.2E-08
-0.15	8.2E-03	5.8E-03	8.6E-04	9.6E-05	2.7E-05	1.8E-05	8.6E-06	6.3E-06	3.9E-06	2.7E-06	1.5E-06	1.1E-06	5.9E-07	4.0E-07	2.2E-07	1.2E-07
-0.2	8.4E-03	5.9E-03	9.7E-04	1.1E-04	3.4E-05	2.3E-05	1.2E-05	8.9E-06	5.8E-06	4.1E-06	2.3E-06	1.6E-06	8.8E-07	6.0E-07	3.3E-07	1.8E-07
-0.25	9.7E-03	6.9E-03	1.3E-03	1.7E-04	7.1E-05	5.1E-05	3.1E-05	2.4E-05	1.7E-05	1.2E-05	6.7E-06	4.6E-06	2.5E-06	1.7E-06	9.4E-07	5.3E-07
-0.3	1.0E-02	7.7E-03	2.3E-03	3.7E-04	1.9E-04	1.8E-04	1.6E-04	1.2E-04	8.2E-05	5.7E-05	3.3E-05	2.3E-05	1.2E-05	8.5E-06	4.6E-06	2.6E-06
-0.33	1.1E-02	8.6E-03	3.2E-03	5.6E-04	3.1E-04	3.0E-04	2.9E-04	2.2E-04	1.5E-04	1.0E-04	5.9E-05	4.0E-05	2.2E-05	1.5E-05	8.2E-06	4.6E-06
-0.66	1.1E-01	8.1E-02	3.1E-02	5.3E-03	3.0E-03	2.9E-03	2.8E-03	2.1E-03	1.4E-03	9.8E-04	5.6E-04	3.8E-04	2.1E-04	1.5E-04	7.8E-05	4.4E-05
-0.99	1.0E+00	7.6E-01	2.9E-01	4.9E-02	2.8E-02	2.7E-02	2.6E-02	2.0E-02	1.3E-02	9.2E-03	5.2E-03	3.6E-03	2.0E-03	1.4E-03	7.3E-04	4.1E-04

n : Mittlere Neigung n zwischen Oberkante Fahrbahn Strasse H_{ST} und Fahrbahn Schiene H_S
 $n = (H_{ST} - H_S) / (\text{Abstand massgebende Begrenzungslinie Schiene und konstruktive/optische Trennung})$
 Bei Errichtung eines Fahrzeurückhaltesystems ist der Wirkungsbereich W der Schutzeinrichtung gemäss SN 640 561 bei der Bestimmung des Risikobeiwerts f_B zu berücksichtigen.

Der Risikobeiwert wird bewusst in einer Tabelle mit Zahlenwerten definiert, damit er für (benutzerspezifische) EDV-Lösungen direkt in digitaler Form zur Verfügung steht. Auf ein zusätzliches Nomogramm wird verzichtet.

4.5.13 Faktor f_{10} : Unfallschwerpunkt

Für die Festlegung des Risikobeiwerts in Bezug auf den Aspekt Unfallschwerpunkt (Faktor f_{10}) wird der Faktor f_{7a} der Richtlinie aus Grossbritannien herangezogen [18].

In Tabelle 26 ist die entsprechende Auswertung dargestellt, wobei unter Verwendung von Gleichung 5 (vgl. 4.5.3) sowohl die originalen additiven wie die multiplikativen Beiwerte aufgeführt sind und Bezug auf verschiedene Referenzwerte genommen wird.

Tabelle 26: Relative Risikobeiwerte in Bezug auf den Aspekt Unfallschwerpunkt bei Ausdehnung Gefahrenstelle 50 m (f_{7a}) gemäss Richtlinie Grossbritannien

Factor	Options	Score additiv	Score multiplikativ	Score multiplikativ relativ zu Minimum	Score multiplikativ relativ Maximum
f7	7a: Road Traffic Incident History				
	Score 0 for no evidence or recorded incident history	0	1.0	1.0	0.25
	Score 1 for evidence of damage but no recorded incident in the last 3 years	1	1.4	1.4	0.25
	Score 2 for 1 recorded incident in the last 3 years	2	2.0	2.0	0.5
	Score 4 for more than 1 recorded incident in the last 3 years	4	4.0	4.0	1.

(Basis: Richtlinie Grossbritannien [18])

Die Werte sind im Sinne eines Expert Judgements plausibel und werden vereinfacht übernommen.

Für die Bestimmung der Anzahl Unfälle werden alle Unfälle mit Ausnahme der Fussgängerunfälle (Nr. 1 bis Nr. 9 gemäss SN 640 010; [13]) berücksichtigt.

Die Anzahl Jahre für die Bestimmung der Anzahl Unfälle ist so zu wählen, dass die Unfallrate statistisch signifikant ist. und der betrachtete Streckenabschnitt ist soweit in Segmente aufzuteilen, dass die Segmente ein homogenes Risiko aufweisen.

Der Risikobeiwert in Bezug auf Unfallschwerpunkt (Faktor f_{10}) bestimmt sich dann gemäss Tabelle 27.

Tabelle 27: Risikobeiwert in Bezug auf Unfallschwerpunkt (Faktor f_{10})

Anzahl Unfälle pro Jahr und km Strasse im Durchschnitt mehrerer Jahre	≤6	>6 ≤12	>12
f_{10}	1	2	4

4.5.14 Faktor f_{11} : Örtliche Gefahren

Der Risikobeiwert in Bezug auf Örtliche Gefahren (Faktor f_{11}) bezieht sich bei einer entsprechenden Situation auf den Kurvenradius.

Der Risikobeiwert für Kurvensituationen ergibt sich durch Umrechnung der gemäss bestehender sich auf die Vorarbeiten der Experten der SBB in [6] abstützenden Norm SN 671 520 [42] erforderlichen zusätzlichen Abstände in Wahrscheinlichkeitsbeiwerte. Dies erfolgt in pauschalierter Form auf Basis der Abstands-Wahrscheinlichkeitsfunktion für gefällsfreie Situationen gemäss Tabelle 25. Eine solche Umrechnung ist möglich, da Wahrscheinlichkeitsbeiwerte auf ein Ausgangs-/Referenzrisiko bezogen sind und somit eine relative Grösse darstellen.

Mit der Umstellung auf einen Wahrscheinlichkeitsbeiwert ist aus Systematikgründen die Anwendbarkeit auf alle Bahnstrecken unabhängig der zulässigen Höchstgeschwindigkeiten auszudehnen.

Die Risikosituationen „Kleine andere Gefahrenquelle“ bzw. „Grosse andere Gefahrenquellen“ können durch eine Einschätzung in Bezug auf die Art und Bedeutung der Gefahrenquelle einer der drei Risikokategorien zugeordnet werden.

Als örtliche Gefahrenquellen gelten dabei z.B. besondere örtliche Neigungsverhältnisse, Kreuzungen oder Einmündungen im Einflussbereich der Eisenbahn, oder häufig schlechte Sichtverhältnisse.

Ein den Kurvenkategorien zugeordneter Kurvenradius von 75 m / 240 m / 650 m entspricht einer Projektierungsgeschwindigkeit von 50 km/h / 80 km/h / 120 km/h (SN 640 080b; [12]).

Als stark abweichend bei Strassen mit Höchstgeschwindigkeit 80 km/h auf den angrenzenden Streckensegmenten gilt ein Kurveradius von <75 m.

Der Risikobeiwert in Bezug auf Örtliche Gefahren (Faktor f_{11}) ergibt sich aus Tabelle 28.

Tabelle 28: Risikobeiwert in Bezug auf Örtliche Gefahren (Faktor f_{11})

Art der Gefahrenquelle	Kurvenradius Strasse * >240 m bzw. 650 m (Nationalstrassen) Keine andere Gefahrenquelle**	Projektierungsgeschwindigkeit Kurve (Kurvenradius Strasse *) wenig abweichend von zulässiger Höchstgeschwindigkeit auf den angrenzenden Streckensegmenten Kleine andere Gefahrenquelle**	Projektierungsgeschwindigkeit Kurve (Kurvenradius Strasse *) stark abweichend von zulässiger Höchstgeschwindigkeit auf den angrenzenden Streckensegmenten Grosse andere Gefahrenquelle**
f_{11}	1	3	10

[* Kurvenradius und ** Art der Gefahrenquelle vgl. Text]

4.5.15 Faktor f_{12} : Gestaltung Bereich zwischen Verkehrswegen

Für die Festlegung des Risikobeiwerts in Bezug auf den Aspekt Gestaltung Bereich zwischen Verkehrswegen (Faktor f_{12}) wird der Faktor f_2 der Richtlinie aus Grossbritannien herangezogen [18].

In Tabelle 29 ist die entsprechende Auswertung dargestellt, wobei unter Verwendung von Gleichung 5 (vgl. 4.5.3) sowohl die originalen additiven wie die multiplikativen Beiwerte aufgeführt sind und Bezug auf verschiedene Referenzwerte genommen wird.

Tabelle 29: Relative Risikobeiwerte in Bezug auf den Aspekt Gestaltung Bereich zwischen Verkehrswegen gemäss Richtlinie Grossbritannien

Factor	Options	Score additiv	Score multiplikativ	Score multiplikativ relativ zu Minimum	Score multiplikativ relativ zu Score P
f_2	Site Characteristics				
	Score M if bund over 2m high or ditch/river over 1m deep and 3m wide between road & rail	1	1.4	1.0	0.08839
	Score N if bund up to 2m or ditch up to 1m deep or 3m wide between road & rail or heavy vegetation	4	4.0	2.8	0.25
	Score P if smooth gradient/level over 15m distance between road & rail or medium vegetation	8	16.0	11.3	1.
	Score Q if smooth gradient/level 5 - 15m distance between road & rail	11	45.3	32.0	2.82843
Für Strasse ohne Gefälle	Score R if smooth gradient/level less than 5m distance between road & rail	14	128.0	90.5	8.
	"Heavy vegetation" means trees greater than 500mm in girth growing less than 2m apart along the entire stretch of any road running parallel with a railway.				

(Basis: Richtlinie Grossbritannien [18])

Für die Festlegung der Wirkung von Dämmen werden zusätzlich zur Richtlinie aus Grossbritannien die Gutachten [38] und [39], welche durch die schweizerischen bzw. deutschen Aufsichtsbehörden für den Entscheid über die zu treffenden Massnahmen übernommen wurden, herangezogen.

Der Risikobeiwert in Bezug auf den Aspekt Gestaltung Bereich zwischen Verkehrswegen (Faktor f_{12}) ergibt sich dann aus Tabelle 30.

Tabelle 30: Risikobeiwert in Bezug auf Gestaltung Bereich zwischen Verkehrswegen (Faktor f_{12})

Art des Geländes oder des Bewuchses	Damm 1.75 m < h < 2.25 m Steilheit > 2:3	Damm 2.25 m < h < 2.75 m Steilheit > 2:3	Graben 0.75 m < t < 1 m Flanken > 2:3	Graben t > 1.0 m Flanken > 2:3	Bäume mit Stammdurchmesser > 0.5 m und Abständen < 2.0 m
f_{12}	0.3	0.1	0.3	0.1	0.1

Bei Vorliegen solcher Hindernisse ist strassenseitig die Notwendigkeit eines Fahrzeugrückhaltesystems gemäss Norm SN 640 561 [11] zu prüfen.

Eine allfällige Wirkung auf abgeworfene Ladungen muss in f_{14SNF} berücksichtigt werden.

4.5.16 Faktor f_{13} : Länge Parallelführung/Risikobereich

In Bezug auf den Risikobeiwert für die Länge der Parallelführung bzw. die Länge des Risikobereiches (Faktor f_{13}) wird auf die bei der Beurteilung der Sicherheit von Verkehrswegen geltende Normsegmentlänge abgestellt. Diese beträgt 100 m ([30], [44]).

D.h. für Segmente mit $L \geq 100$ m beträgt der Beiwert 1. Für Segmente unterhalb des Normwerts wird der Risikobeiwert bis minimal auf den Faktor 0.5 herabgesetzt.

Der Risikobeiwert für die Länge der Parallelführung bzw. die Länge des Risikobereiches (Faktor f_{13}) ergibt sich dann aus Tabelle 31.

Tabelle 31: Risikobeiwert in Bezug auf die Länge der Parallelführung bzw. die Länge des Risikobereiches (Faktor f_{13})

Länge	≤ 50 m	>50 m ≤ 100 m	>100 m
f_{13}	0.5	0.75	1

4.5.17 Faktor f_{14} : Besondere Gefahren / Massnahmen

Da die zur Beurteilung des vorhandenen Risikos herangezogenen Einflussgrössen nicht alle Fälle abdecken können, muss ggf. den örtlichen Besonderheiten durch den Faktor f_{14G} in Bezug auf RG und f_{14SNF} in Bezug R_{SNF} Rechnung getragen werden.

Damit können zusätzliche Risiken z.B. durch häufige Gefahrguttransporte und besondere Massnahmen wie z.B. Dämme mit $H > 2.75$ m oder Kombination von Dämmen und Fahrzeugrückhaltesystemen oder Ladungsrückhaltesysteme hinsichtlich ihrer Risikoreduktion berücksichtigt werden.

4.5.18 Schwellenwerte

Wie in 4.5.1 bereits dargestellt, bestimmt sich der für die Beurteilung der Notwendigkeit von Schutzmassnahmen gegen abirrende Fahrzeuge massgebende Gesamtrisikowert R_G multiplikativ aus allen Risikobeiwerten und dem Normierungsfaktor k wie folgt:

$$R_G = k \times \prod f_i \quad (i = 1, 14)$$

$$k = 1E04$$

Gleichung 6

Der für die Beurteilung der Notwendigkeit von Ladungsabwurfchutzmassnahmen massgebende Teilrisikowert Schwerverkehr R_{SNF} wird - falls die mittels der untenstehend im Text aufgeführten Nebenbedingungen festgelegten Voraussetzungen erfüllt sind - multiplikativ aus einem Teil der Risikobeiwerte bzw. dem Gesamtrisikowert ermittelt.

$$R_{SNF} = p \times (f_j - q) \times R_G \quad (j = 6)$$

$$p = 22.5$$

$$q = 20$$

Gleichung 7

Mit q wird berücksichtigt, dass $f_6 = 1$ wird, wenn der Schwerverkehrsanteil $< 5\%$ ist, aber das Risiko aus dem Schwerverkehr damit nicht verschwindet.

Der Faktor p dient zur Normierung von R_{SNF} , wobei auch die Tatsache berücksichtigt wird, dass nur in 5% der Fälle mit einem Ladungsabwurf zu rechnen ist [38] und die Gefährdung durch Ladung geringer ist als durch ein Fahrzeug.

Die für R_G gültigen Schwellenwerte für „Tragbares Risiko“ bzw. „Nicht akzeptables Risiko“, d.h. den Entscheid ob ein grösserer Sicherheitsabstand oder zusätzliche Schutzmassnahmen notwendig sind bzw. im Übergangsbereich die Massnahmen im Rahmen einer Quantitativen Risikoanalyse festzulegen sind, ergibt sich auf Grundlage der Auswertung von typischen Fällen, welche in den vergangenen Jahren in Einzelgutachten behandelt wurden.

Analog wird in Bezug auf die für den Teilrisikowert Schwerverkehr R_{SNF} gültigen Schwellenwerte verfahren (Beurteilung Notwendigkeit zusätzlicher Schutzmassnahmen gegen die Auswirkungen von abgeworfenen Ladungen bzw. einer Quantitativen Risikoanalyse).

In Bezug auf den Ladungsabwurf sind nur Situationen massgebend, für die zugleich

- der Abstand bei gleicher oder höherer Lage der Bahn geringer als 5 m ist oder die Bahn tiefer als die Strasse liegt
- das Risiko gegen abkommende Fahrzeuge tragbar ist und mindestens
- ein Fahrzeurückhaltesystem besteht oder errichtet wird (Faktor $f_9 < 1$) oder
- ein Risikobeiwert zur Gestaltung des Bereichs zwischen den Verkehrswegen (Faktor $f_{12} < 1$) oder
- ein Risikobeiwert in Bezug auf besondere Massnahmen (Faktor $f_{14G} < 1$) berücksichtigt wird.

Dies auf Grund der Tatsache, dass Lichtraumprofilverletzungen Schiene durch abgeworfene Ladungen nicht durch die gleichen Massnahmen wie bei Fahrzeugen verhindert werden kann und durch die starke Verzögerung beim Rückhalt von Fahrzeugen der Ladungsabwurf begünstigt wird.

Festgelegt werden die Werte A, B, C und D gemäss der Systematik in Tabelle 32 auf Basis von Fallanalysen.

Tabelle 32: Akzeptanzbereiche in Bezug auf die Risikowerte R_G und R_{SNF}

R_G	Tragbares Risiko $R_G \leq A$	Übergangsbereich $A < R_G \leq B$	Nicht akzeptables Risiko $R_G > B$
R_{SNF}	Tragbares Risiko $R_{SNF} \leq C$	Übergangsbereich $C < R_{SNF} \leq D$	Nicht akzeptables Risiko $R_{SNF} > D$
	Keine zusätzlichen Massnahmen	Zusätzliche Massnahmen oder Detaillierte quantitative Risikoanalyse	Zusätzliche Massnahmen

Massgebend für die Festlegung der Schwellenwerte sind der Grundsatz der Kohärenz mit den pauschalen Festlegungen und der Grundsatz der Vermeidung verschärfter Anforderungen soweit diese sich nicht aus Entscheiden der zuständigen Behörden ergeben.

Auf Basis dieser Analyse und dieser Kriterien werden die Schwellenwerte für das ‚Benchmarking‘ wie folgt festgelegt:

- R_G A: 100 und B: 1'000
- R_{SNF} C: 10 und D: 100

Die nachfolgend in Tabellenform dargestellten Auszüge aus den entsprechenden Fallanalysen zeigen, dass diese Festlegungen den genannten Grundsätzen entsprechen.

In Tabelle 33 (Seite 50) finden sich Fälle mit minimalem grundsätzlich nur für Strassen mit $V < 60$ km/h geltendem Sicherheitsabstand.

Es zeigt sich, dass bei Eisenbahnanlagen mit $V > 60$ km/h mit einer Ausnahme mindestens vergleichbare Anforderungen gestellt werden wie bei Eisenbahnanlagen mit geringeren zulässigen Höchstgeschwindigkeiten.

Tabelle 33: Auszug aus der Analyse der Fälle mit minimalem (nur für Strassen mit V < 60 km/h geltendem) Sicherheitsabstand

Fall	Eingaben														Resultate				
	Anzahl	v	Zahl	f	f	Anzahl	f	km/h	Abstand	Gefälle	System	f	f	f	f	Massnahme	RG	RSNF	
	Verkehrsbelastung auf der Schiene (Faktor f1)		Streckengeschwindigkeit Reisezüge (Faktor f2)	Fahrzeuge / 1: Reisezüge lokomotivbespannt / 2: Reisezüge Leicht-/Pendelfahrzeuge / 3: Mittel	Art des Schienengüterverkehrs (Faktor f3)	Charakteristik Fahrbahn Schiene (Faktor f4)	Verkehrsbelastung der Strasse DTV (Faktor f5)	Schwenverkehrsanteile (Faktor f6)	Örtliche Geschwindigkeit Strassenverkehr (Faktor f7)			Fahrzeurückhaltesysteme (Faktor f9)	Unfallschwerpunkt (Faktor f10)	Örtliche Gefahren (Faktor f11)	Gestaltung des Bereichs zwischen den Verkehrswege (Faktor f12)	Länge Parallelführung/Risikobereich (Faktor f13)	Besondere Gefahren / Massnahmen (Faktor f14)		
Benchmark 1	14	70	2	1	1	10'000	1.0	80	1.8	-0.3	0	1	1	1	1	1	1	1.05E+02	Nicht massgebend
Benchmark 2	14	70	2	1	1	10'000	1.0	80	1.5	0.3	0	1	1	1	1	1	1	6.30E+01	Nicht massgebend
Benchmark 3	14	70	2	1	1	20'000	1.0	80	1.8	-0.3	0	1	1	1	1	1	1	2.10E+02	Nicht massgebend
Benchmark 4	14	70	2	1	1	20'000	1.0	80	1.5	0.3	0	1	1	1	1	1	1	1.26E+02	Nicht massgebend
Benchmark 5	14	70	2	1	1	55'000	1.0	80	1.8	-0.3	0	1	1	1	1	1	1	5.24E+02	Nicht massgebend
Benchmark 6	14	70	2	1	1	55'000	1.0	80	1.5	0.3	0	1	1	1	1	1	1	3.15E+02	Nicht massgebend
Benchmark 7	14	180	2	1	1	10'000	1.0	80	1.8	-0.3	0	1	1	1	1	1	1	1.05E+05	Nicht massgebend
Benchmark 8	14	180	2	1	1	10'000	1.0	80	1.5	0.3	0	1	1	1	1	1	1	6.30E+04	Nicht massgebend
Benchmark 9	14	180	2	1	1	20'000	1.0	80	1.8	-0.3	0	1	1	1	1	1	1	2.10E+05	Nicht massgebend
Benchmark 10	14	180	2	1	1	20'000	1.0	80	1.5	0.3	0	1	1	1	1	1	1	1.26E+05	Nicht massgebend
Benchmark 11	14	180	2	1	1	55'000	1.0	80	1.8	-0.3	0	1	1	1	1	1	1	5.24E+05	Nicht massgebend
Benchmark 12	14	180	2	1	1	55'000	1.0	80	1.5	0.3	0	1	1	1	1	1	1	3.15E+05	Nicht massgebend
Benchmark 13	55	70	2	1	1	10'000	1.0	80	1.8	-0.3	0	1	1	1	1	1	1	2.10E+02	Nicht massgebend
Benchmark 14	55	70	2	1	1	10'000	1.0	80	1.5	0.3	0	1	1	1	1	1	1	1.26E+02	Nicht massgebend
Benchmark 15	55	70	2	1	1	20'000	1.0	80	1.8	-0.3	0	1	1	1	1	1	1	4.19E+02	Nicht massgebend
Benchmark 16	55	70	2	1	1	20'000	1.0	80	1.5	0.3	0	1	1	1	1	1	1	2.52E+02	Nicht massgebend
Benchmark 17	55	70	2	1	1	55'000	1.0	80	1.8	-0.3	0	1	1	1	1	1	1	1.05E+03	Nicht massgebend
Benchmark 18	55	70	2	1	1	55'000	1.0	80	1.5	0.3	0	1	1	1	1	1	1	6.30E+02	Nicht massgebend
Benchmark 19	55	180	2	1	1	10'000	1.0	80	1.8	-0.3	0	1	1	1	1	1	1	2.10E+05	Nicht massgebend
Benchmark 20	55	180	2	1	1	10'000	1.0	80	1.5	0.3	0	1	1	1	1	1	1	1.26E+05	Nicht massgebend
Benchmark 21	55	180	2	1	1	20'000	1.0	80	1.8	-0.3	0	1	1	1	1	1	1	4.19E+05	Nicht massgebend
Benchmark 22	55	180	2	1	1	20'000	1.0	80	1.5	0.3	0	1	1	1	1	1	1	2.52E+05	Nicht massgebend
Benchmark 23	55	180	2	1	1	55'000	1.0	80	1.8	-0.3	0	1	1	1	1	1	1	1.05E+06	Nicht massgebend
Benchmark 24	55	180	2	1	1	55'000	1.0	80	1.5	0.3	0	1	1	1	1	1	1	6.30E+05	Nicht massgebend
Benchmark 25	90	70	2	1	1	10'000	1.0	80	1.8	-0.3	0	1	1	1	1	1	1	3.15E+02	Nicht massgebend
Benchmark 26	90	70	2	1	1	10'000	1.0	80	1.5	0.3	0	1	1	1	1	1	1	1.89E+02	Nicht massgebend
Benchmark 27	90	70	2	1	1	20'000	1.0	80	1.8	-0.3	0	1	1	1	1	1	1	6.29E+02	Nicht massgebend
Benchmark 28	90	70	2	1	1	20'000	1.0	80	1.5	0.3	0	1	1	1	1	1	1	3.78E+02	Nicht massgebend
Benchmark 29	90	70	2	1	1	55'000	1.0	80	1.8	-0.3	0	1	1	1	1	1	1	1.57E+03	Nicht massgebend
Benchmark 30	90	70	2	1	1	55'000	1.0	80	1.5	0.3	0	1	1	1	1	1	1	9.45E+02	Nicht massgebend
Benchmark 31	90	180	2	1	1	10'000	1.0	80	1.8	-0.3	0	1	1	1	1	1	1	3.15E+05	Nicht massgebend
Benchmark 32	90	180	2	1	1	10'000	1.0	80	1.5	0.3	0	1	1	1	1	1	1	1.89E+05	Nicht massgebend
Benchmark 33	90	180	2	1	1	20'000	1.0	80	1.8	-0.3	0	1	1	1	1	1	1	6.29E+05	Nicht massgebend
Benchmark 34	90	180	2	1	1	20'000	1.0	80	1.5	0.3	0	1	1	1	1	1	1	3.78E+05	Nicht massgebend
Benchmark 35	90	180	2	1	1	55'000	1.0	80	1.8	-0.3	0	1	1	1	1	1	1	1.57E+06	Nicht massgebend
Benchmark 36	90	180	2	1	1	55'000	1.0	80	1.5	0.3	0	1	1	1	1	1	1	9.45E+05	Nicht massgebend
Benchmark 37	90	180	2	1	1	55'000	1.0	120	1.8	-0.3	0	1	1	1	1	1	1	6.29E+06	Nicht massgebend
Benchmark 38	90	180	2	1	1	55'000	1.0	120	1.8	-0.3	0	1	1	1	1	1	1	6.29E+06	Nicht massgebend
Benchmark 39	90	180	2	1	1	55'000	1.0	120	1.8	-0.3	0	1	1	1	1	1	1	6.29E+06	Nicht massgebend
Benchmark 40	90	180	2	1	1	55'000	1.0	120	1.5	0	0	1	1	1	1	1	1	4.17E+06	Nicht massgebend
Benchmark 41	90	180	2	1	1	55'000	1.0	120	1.5	0	0	1	1	1	1	1	1	4.17E+06	Nicht massgebend
Benchmark 42	90	180	2	1	1	55'000	1.0	120	1.5	0	0	1	1	1	1	1	1	4.17E+06	Nicht massgebend
Benchmark 43	90	180	2	1	1	55'000	1.0	120	1.5	0	0	1	1	1	1	1	1	4.17E+06	Nicht massgebend
Benchmark 44	90	180	2	1	1	55'000	1.0	120	1.5	0.3	0	1	1	1	1	1	1	3.78E+06	Nicht massgebend

(Grau hinterlegt: Risikowerte im Übergangsbereich. Schwarz hinterlegt: Risikowerte im nicht akzeptablen Bereich.
 „Nicht massgebend“: Risiko durch abgeworfene Ladung durch das Risiko durch Fahrzeuge majorisiert.)

Die Ausnahme betrifft den Fall ‚Benchmark 2‘ mit gegen die Bahn ansteigendem Gelände bei geringen Verkehrsbelastungen und tiefen Geschwindigkeiten, der bei Eisenbahnanlagen mit $V \leq 60$ km/h pauschal dem ebenen Gelände zugeschlagen wird.

Durch die im Normentwurf bei Eisenbahnanlagen mit $V > 60$ km/h verankerten minimalen Sicherheitsabstände bzw. minimal zu treffenden Massnahmen werden solche Fälle aber aufgefangen.

In Tabelle 34 (Seite 52) ist ein Auszug aus der Analyse der Fälle mit Sicherheitsabständen, welche nur ausnahmsweise Sicherheitsmassnahmen erfordern ohne Berücksichtigung der erforderlichen Sicherheitsmassnahmen dargestellt.

Die Analyse zeigt, dass die risikobasierten Methodik dem Grundsatz, dass keine Verschärfung der Abstandsvorschriften im Vergleich zu dem in den letzten Jahren angestrebten Sicherheitsniveau resultieren soll, entspricht.

Dies wird auch in Bezug auf die Sicherheitsmassnahmen in Tabelle 35 (Seite 53) bestätigt.

Im Vergleich mit Tabelle 34 (Seite 52) zeigt sich, dass die im Rahmen der risikobasierten Methodik gegen abkommende Fahrzeuge ermittelten Risiken sich durch verhältnismässige Sicherheitsmassnahmen auf ein akzeptables Niveau reduzieren lassen.

Der Auszug aus der Analyse der Fälle mit Eisenbahnanlagen mit $V > 180$ km/h, bei denen in der Vergangenheit Massnahmen getroffen wurden, bestätigt die Ergebnisse aus dem ‚Benchmarking‘ vollumfänglich.

In Tabelle 35 (Seite 53) ist dargestellt, welche Massnahmen zum Schutz gegen abkommende Fahrzeuge bei Anwendung der vorgeschlagenen risikobasierten Methodik notwendig sind, damit das Risiko akzeptabel ist.

Es ergeben sich die gleichen Massnahmen in Bezug auf den Schutz gegen abkommende Fahrzeuge, wie sie tatsächlich verwirklicht wurden.

In Bezug auf den Schutz gegen abgeworfene Ladung sind in Tabelle 35 keine Massnahmen berücksichtigt.

Bei den Fällen ‚Bahn 2000 - A1 Bereiche mit Damm‘ und ‚Bahn 2000 - A1 Käsezentrum‘ sowie ‚Nürnberg – Ingolstadt‘ wurden solche Schutzmassnahmen verwirklicht.

In Bezug auf die Fälle ‚Bahn 2000 - A1 Käsezentrum‘ und ‚Nürnberg – Ingolstadt‘ ergibt sich die Notwendigkeit solcher Massnahmen auch auf Grundlage der mit der vorgeschlagenen Methodik ermittelten Risiken.

In Bezug auf den Fall ‚Bahn 2000 - A1 Bereiche mit Damm‘ ist zu berücksichtigen, dass rechnerisch nur ein Querschnitt betrachtet wurde und bei inhomogenen Segmenten in Folge der erforderlichen Vorlängen der Massnahmen grundsätzlich oftmals kurze Lücken ebenfalls mit Massnahmen geschlossen werden (müssen).

Es ist davon auszugehen, dass bei einer Analyse auf der Grundlage von Detailprojektplänen auch mit der vorgeschlagenen risikobasierten Methodik eine Notwendigkeit von Ladungsabwurfchutzmassnahmen resultieren würde.

Damit zeigt sich, dass bei Anwendung der vorgeschlagenen risikobasierten Methodik die gleichen Massnahmen in Bezug auf den Schutz gegen abgeworfene Ladung notwendig sind, wie sie durch die zuständigen Behörden als erforderlich erachtet und verwirklicht wurden.

Tabelle 34: Ausgewählte Fälle mit Sicherheitsabständen, welche nur ausnahmsweise Sicherheitsmassnahmen erfordern ohne Berücksichtigung Massnahmen

Fall	Eingaben														Resultate			
	Anzahl	v	Zahl	f	f	Anzahl	f	km/h	Abstand	Gefälle	System	f	f	f	f	Massnahme	RG	RSNF
Benchmark 1	14	70	2	1	1	10'000	1.0	80	8	-0.3	0	1	1	1	1	1	1.92E+00	Nicht massgebend
Benchmark 2	14	70	2	1	1	10'000	1.0	80	4	0.3	0	1	1	1	1	1	3.55E+00	Nicht massgebend
Benchmark 3	14	70	2	1	1	20'000	1.0	80	8	-0.3	0	1	1	1	1	1	3.84E+00	Nicht massgebend
Benchmark 4	14	70	2	1	1	20'000	1.0	80	4	0.3	0	1	1	1	1	1	7.09E+00	Nicht massgebend
Benchmark 5	14	70	2	1	1	55'000	1.0	80	10	-0.3	0	1	1	1	1	1	8.83E+00	Nicht massgebend
Benchmark 6	14	70	2	1	1	55'000	1.0	80	4	0.3	0	1	1	1	1	1	1.77E+01	Nicht massgebend
Benchmark 7	14	180	2	1	1	10'000	1.0	80	26	-0.3	0	1	1	1	1	1	8.50E+01	Nicht massgebend
Benchmark 8	14	180	2	1	1	10'000	1.0	80	8	0.3	0	1	1	1	1	1	8.23E+01	Nicht massgebend
Benchmark 9	14	180	2	1	1	20'000	1.0	80	30	-0.3	0	1	1	1	1	1	5.18E+01	Nicht massgebend
Benchmark 10	14	180	2	1	1	20'000	1.0	80	10	0.3	0	1	1	1	1	1	8.77E+01	Nicht massgebend
Benchmark 11	14	180	2	1	1	55'000	1.0	80	30	-0.3	0	1	1	1	1	1	1.29E+02	Nicht massgebend
Benchmark 12	14	180	2	1	1	55'000	1.0	80	12	0.3	0	1	1	1	1	1	2.70E+01	Nicht massgebend
Benchmark 13	55	70	2	1	1	10'000	1.0	80	10	-0.3	0	1	1	1	1	1	3.53E+00	Nicht massgebend
Benchmark 14	55	70	2	1	1	10'000	1.0	80	4	0.3	0	1	1	1	1	1	7.09E+00	Nicht massgebend
Benchmark 15	55	70	2	1	1	20'000	1.0	80	10	-0.3	0	1	1	1	1	1	7.06E+00	Nicht massgebend
Benchmark 16	55	70	2	1	1	20'000	1.0	80	4	0.3	0	1	1	1	1	1	1.42E+01	Nicht massgebend
Benchmark 17	55	70	2	1	1	55'000	1.0	80	10	-0.3	0	1	1	1	1	1	1.77E+01	Nicht massgebend
Benchmark 18	55	70	2	1	1	55'000	1.0	80	4	0.3	0	1	1	1	1	1	3.55E+01	Nicht massgebend
Benchmark 19	55	180	2	1	1	10'000	1.0	80	30	-0.3	0	1	1	1	1	1	5.18E+01	Nicht massgebend
Benchmark 20	55	180	2	1	1	10'000	1.0	80	10	0.3	0	1	1	1	1	1	8.77E+01	Nicht massgebend
Benchmark 21	55	180	2	1	1	20'000	1.0	80	30	-0.3	0	1	1	1	1	1	1.04E+02	Nicht massgebend
Benchmark 22	55	180	2	1	1	20'000	1.0	80	12	0.3	0	1	1	1	1	1	2.16E+01	Nicht massgebend
Benchmark 23	55	180	2	1	1	55'000	1.0	80	14	-0.3	0	1	1	1	1	1	1.22E+04	Nicht massgebend
Benchmark 24	55	180	2	1	1	55'000	1.0	80	14	0.3	0	1	1	1	1	1	3.13E+01	Nicht massgebend
Benchmark 25	90	70	2	1	1	10'000	1.0	80	10	-0.3	0	1	1	1	1	1	5.30E+00	Nicht massgebend
Benchmark 26	90	70	2	1	1	10'000	1.0	80	4	0.3	0	1	1	1	1	1	1.06E+01	Nicht massgebend
Benchmark 27	90	70	2	1	1	20'000	1.0	80	10	-0.3	0	1	1	1	1	1	1.06E+01	Nicht massgebend
Benchmark 28	90	70	2	1	1	20'000	1.0	80	4	0.3	0	1	1	1	1	1	2.13E+01	Nicht massgebend
Benchmark 29	90	70	2	1	1	55'000	1.0	80	12	-0.3	0	1	1	1	1	1	2.41E+01	Nicht massgebend
Benchmark 30	90	70	2	1	1	55'000	1.0	80	4	0.3	0	1	1	1	1	1	5.32E+01	Nicht massgebend
Benchmark 31	90	180	2	1	1	10'000	1.0	80	10	-0.3	0	1	1	1	1	1	5.30E+03	Nicht massgebend
Benchmark 32	90	180	2	1	1	10'000	1.0	80	14	0.3	0	1	1	1	1	1	9.39E+00	Nicht massgebend
Benchmark 33	90	180	2	1	1	20'000	1.0	80	12	-0.3	0	1	1	1	1	1	9.66E+03	Nicht massgebend
Benchmark 34	90	180	2	1	1	20'000	1.0	80	16	0.3	0	1	1	1	1	1	5.11E+00	Nicht massgebend
Benchmark 35	90	180	2	1	1	55'000	1.0	80	16	-0.3	0	1	1	1	1	1	1.23E+04	Nicht massgebend
Benchmark 36	90	180	2	1	1	55'000	1.0	80	16	0.3	0	1	1	1	1	1	1.28E+01	Nicht massgebend
Benchmark 37	90	180	2	1	1	55'000	1.0	120	24	-0.3	0	1	1	1	1	1	7.45E+03	Nicht massgebend
Benchmark 38	90	180	2	1	1	55'000	1.0	120	12	-0.3	0	1	1	1	1	1	9.66E+04	Nicht massgebend
Benchmark 39	90	180	2	1	1	55'000	1.0	120	4	-0.3	0	1	1	1	1	1	1.36E+06	Nicht massgebend
Benchmark 40	90	180	2	1	1	55'000	1.0	120	24	0	0	1	1	1	1	1	6.86E+01	Nicht massgebend
Benchmark 41	90	180	2	1	1	55'000	1.0	120	8	0	0	1	1	1	1	1	9.52E+03	Nicht massgebend
Benchmark 42	90	180	2	1	1	55'000	1.0	120	6	0	0	1	1	1	1	1	4.29E+04	Nicht massgebend
Benchmark 43	90	180	2	1	1	55'000	1.0	120	4	0	0	1	1	1	1	1	4.10E+05	Nicht massgebend
Benchmark 44	90	180	2	1	1	55'000	1.0	120	16	0.3	0	1	1	1	1	1	5.11E+01	Nicht massgebend

(Grau hinterlegt: Risikowerte im Übergangsbereich. Schwarz hinterlegt: Risikowerte im nicht akzeptablen Bereich.
 „Nicht massgebend“: Risiko durch abgeworfene Ladung durch das Risiko durch Fahrzeuge majorisiert.)

Tabelle 35: Fälle gemäss Tabelle 34 mit Berücksichtigung der erforderlichen Sicherheitsmassnahmen gegen abkommende Fahrzeuge

Fall	Eingaben														Resultate			
	Anzahl	v	Zahl	f	f	Anzahl	f	km/h	Abstand	Gefälle	System	f	f	f	f	Massnahme	RG	RSNF
	Verkehrsbelastung auf der Schiene (Faktor f1)	Streckengeschwindigkeit Reisezüge (Faktor f2)	Fahrzeuge / 1: Reisezüge Lokomotivbespannt / 2: Reisezüge Leicht-/Pendelfahrzeuge / 3: Mittel	Art des Schienenüterverkehrs (Faktor f3)	Charakteristik Fahrbahn Schiene (Faktor f4)	Verkehrsbelastung der Strasse DTV (Faktor f5)	Schwerverkehrsanteile (Faktor f6)	Örtliche Geschwindigkeit Strassenverkehr (Faktor f7)	Gegenseitige Lage (Faktor f8)	Fahrzeuggestaltung (Faktor f9)	Unfallschwerpunkt (Faktor f10)	Örtliche Gefahren (Faktor f11)	Gestaltung des Bereichs zwischen den Verkehrswege (Faktor f12)	Länge Parallelführung/Risikobereich (Faktor f13)	Besondere Gefahren / Massnahmen (Faktor f14)			
Benchmark 1	14	70	2	1	1	10'000	1.0	80	8	-0.3	0	1	1	1	1	1.92E+00	Nicht massgebend	
Benchmark 2	14	70	2	1	1	10'000	1.0	80	4	0.3	0	1	1	1	1	3.55E+00	Nicht massgebend	
Benchmark 3	14	70	2	1	1	20'000	1.0	80	8	-0.3	0	1	1	1	1	3.84E+00	Nicht massgebend	
Benchmark 4	14	70	2	1	1	20'000	1.0	80	4	0.3	0	1	1	1	1	7.09E+00	Nicht massgebend	
Benchmark 5	14	70	2	1	1	55'000	1.0	80	10	-0.3	0	1	1	1	1	8.83E+00	Nicht massgebend	
Benchmark 6	14	70	2	1	1	55'000	1.0	80	4	0.3	0	1	1	1	1	1.77E+01	Nicht massgebend	
Benchmark 7	14	180	2	1	1	10'000	1.0	80	26	-0.3	0	1	1	1	1	8.50E+01	Nicht massgebend	
Benchmark 8	14	180	2	1	1	10'000	1.0	80	8	0.3	0	1	1	1	1	8.23E+01	Nicht massgebend	
Benchmark 9	14	180	2	1	1	20'000	1.0	80	30	-0.3	0	1	1	1	1	5.18E+01	Nicht massgebend	
Benchmark 10	14	180	2	1	1	20'000	1.0	80	10	0.3	0	1	1	1	1	8.77E+01	Nicht massgebend	
Benchmark 11	14	180	2	1	1	55'000	1.0	80	30	-0.3	N2	1	1	0.3	1	1.16E+01	3.23E-02	
Benchmark 12	14	180	2	1	1	55'000	1.0	80	12	0.3	0	1	1	1	1	2.70E+01	Nicht massgebend	
Benchmark 13	55	70	2	1	1	10'000	1.0	80	10	-0.3	0	1	1	1	1	3.53E+00	Nicht massgebend	
Benchmark 14	55	70	2	1	1	10'000	1.0	80	4	0.3	0	1	1	1	1	7.09E+00	Nicht massgebend	
Benchmark 15	55	70	2	1	1	20'000	1.0	80	10	-0.3	0	1	1	1	1	7.06E+00	Nicht massgebend	
Benchmark 16	55	70	2	1	1	20'000	1.0	80	4	0.3	0	1	1	1	1	1.42E+01	Nicht massgebend	
Benchmark 17	55	70	2	1	1	55'000	1.0	80	10	-0.3	0	1	1	1	1	1.77E+01	Nicht massgebend	
Benchmark 18	55	70	2	1	1	55'000	1.0	80	4	0.3	0	1	1	1	1	3.55E+01	Nicht massgebend	
Benchmark 19	55	180	2	1	1	10'000	1.0	80	30	-0.3	0	1	1	1	1	5.18E+01	Nicht massgebend	
Benchmark 20	55	180	2	1	1	10'000	1.0	80	10	0.3	0	1	1	1	1	8.77E+01	Nicht massgebend	
Benchmark 21	55	180	2	1	1	20'000	1.0	80	30	-0.3	N2	1	1	0.3	1	9.32E+00	2.59E-02	
Benchmark 22	55	180	2	1	1	20'000	1.0	80	12	0.3	0	1	1	1	1	2.16E+01	Nicht massgebend	
Benchmark 23	55	180	2	1	1	55'000	1.0	80	14	-0.3	H2	1	1	1	1	8.51E+01	3.04E+00	
Benchmark 24	55	180	2	1	1	55'000	1.0	80	14	0.3	0	1	1	1	1	3.13E+01	Nicht massgebend	
Benchmark 25	90	70	2	1	1	10'000	1.0	80	10	-0.3	0	1	1	1	1	5.30E+00	Nicht massgebend	
Benchmark 26	90	70	2	1	1	10'000	1.0	80	4	0.3	0	1	1	1	1	1.06E+01	Nicht massgebend	
Benchmark 27	90	70	2	1	1	20'000	1.0	80	10	-0.3	0	1	1	1	1	1.06E+01	Nicht massgebend	
Benchmark 28	90	70	2	1	1	20'000	1.0	80	4	0.3	0	1	1	1	1	2.13E+01	Nicht massgebend	
Benchmark 29	90	70	2	1	1	55'000	1.0	80	12	-0.3	0	1	1	1	1	2.41E+01	Nicht massgebend	
Benchmark 30	90	70	2	1	1	55'000	1.0	80	4	0.3	0	1	1	1	1	5.32E+01	Nicht massgebend	
Benchmark 31	90	180	2	1	1	10'000	1.0	80	10	-0.3	H1	1	1	1	1	3.71E+01	1.32E+00	
Benchmark 32	90	180	2	1	1	10'000	1.0	80	14	0.3	0	1	1	1	1	9.39E+00	Nicht massgebend	
Benchmark 33	90	180	2	1	1	20'000	1.0	80	12	-0.3	H1	1	1	1	1	6.76E+01	2.41E+00	
Benchmark 34	90	180	2	1	1	20'000	1.0	80	16	0.3	0	1	1	1	1	5.11E+00	Nicht massgebend	
Benchmark 35	90	180	2	1	1	55'000	1.0	80	16	-0.3	H2	1	1	1	1	8.63E+01	3.08E+00	
Benchmark 36	90	180	2	1	1	55'000	1.0	80	16	0.3	0	1	1	1	1	1.28E+01	Nicht massgebend	
Benchmark 37	90	180	2	1	1	55'000	1.0	120	24	-0.3	H2	1	1	1	1	5.21E+01	1.86E+00	
Benchmark 38	90	180	2	1	1	55'000	1.0	120	12	-0.3	H2	1	1	1	1	3.86E+01	2.41E+01	
Benchmark 39	90	180	2	1	1	55'000	1.0	120	4	-0.3	H4b	1	1	1	1	3.41E+00	3.41E+02	
Benchmark 40	90	180	2	1	1	55'000	1.0	120	24	0	0	1	1	1	1	6.86E+01	Nicht massgebend	
Benchmark 41	90	180	2	1	1	55'000	1.0	120	8	0	H1	1	1	1	1	6.66E+01	0.00E+00	
Benchmark 42	90	180	2	1	1	55'000	1.0	120	6	0	H2	1	1	1	1	1.72E+01	0.00E+00	
Benchmark 43	90	180	2	1	1	55'000	1.0	120	4	0	H4b	1	1	1	1	1.03E+00	1.03E+02	
Benchmark 44	90	180	2	1	1	55'000	1.0	120	16	0.3	0	1	1	1	1	5.11E+01	Nicht massgebend	

(Grau hinterlegt: Risikowerte im Übergangsbereich. Schwarz hinterlegt: Risikowerte im nicht akzeptablen Bereich. „Nicht massgebend“: Risiko durch abgeworfene Ladung durch das Risiko durch Fahrzeuge majorisiert)

Tabelle 36: Auszug aus der Analyse der Fälle mit Eisenbahnanlagen mit V > 180 km/h, bei denen in der Vergangenheit Massnahmen getroffen wurden

Fall	Eingaben														Resultate			
	Anzahl	v	Zahl	f	f	Anzahl	f	km/h	Abstand	Gefälle	System	f	f	f	f	Massnahme	RG	RSNF
	Verkehrsbelastung auf der Schiene (Faktor f1)		Streckengeschwindigkeit Reisezüge (Faktor f2)	Fahrzeuge / 1: Reisezüge / 2: Reisezüge Leicht-/Pendelfahrzeuge / 3: Mittel	Art des Schienenverkehrs (Faktor f3)	Charakteristik Fahrbahn-Schiene (Faktor f4)	Verkehrsbelastung der Strasse DTV (Faktor f5)	Schwerverkehrsanteile (Faktor f6)	Örtliche Geschwindigkeit Strassenverkehr (Faktor f7)	Gegenseitige Lage (Faktor f8)	Fahrzeugrückhaltesysteme (Faktor f9)	Unfallsschwerpunkt (Faktor f10)	Örtliche Gefährten (Faktor f11)	Gestaltung des Bereichs zwischen den Verkehrswege (Faktor f12)	Länge Parallelführung/Risikobereich (Faktor f13)	Besondere Gefährten / Massnahmen (Faktor f14)		
Bahn 2000 - A1 Bereiche mit Damm	96	200	2	1	1	35'000	1.2	120	8	0	0	1	1	1	1	1	1.37E+04	Nicht massgebend
Bahn 2000 - A1 Käsezentrum	96	200	2	1	1	35'000	1.2	120	4	0	0	2	1	1	1	1	1.18E+06	Nicht massgebend
Bahn 2000 - A1 Käsezentrum	96	200	2	1	1	35'000	1.2	120	4	-0.05	0	2	1	1	1	1	1.23E+06	Nicht massgebend
Frankfurt - Köln	96	300	2	1	30.0	43'000	1.4	120	11	0	0	2	1	1	1	1	1.40E+06	Nicht massgebend
Nürnberg - Ingolstadt	96	300	2	1	30.0	35'000	1.4	120	11	-0.35	0	2	1	1	1	1	3.48E+08	Nicht massgebend
Bahn 2000 - A1 Bereiche mit Damm	96	200	2	1	1	35'000	1.2	120	8	0	H1	1	1	1	1	1	9.60E+01	0.00E+00
Bahn 2000 - A1 Käsezentrum	96	200	2	1	1	35'000	1.2	120	4	0	H4b	2	1	1	1	1	2.95E+00	6.89E+02
Bahn 2000 - A1 Käsezentrum	96	200	2	1	1	35'000	1.2	120	4	-0.05	H4b	2	1	1	1	1	3.09E+00	7.20E+02
Frankfurt - Köln	96	300	2	1	30.0	43'000	1.4	120	11	0	H4b	2	1	1	1	1	3.51E+00	0.00E+00
Nürnberg - Ingolstadt	96	300	2	1	30.0	35'000	1.4	120	11	-0.35	H4b	2	1	0.1	1	1	8.69E+00	2.85E+04

(Grau hinterlegt: Risikowerte im Übergangsbereich. Schwarz hinterlegt: Risikowerte im nicht akzeptablen Bereich. „Nicht massgebend“: Risiko durch abgeworfene Ladung durch das Risiko durch Fahrzeuge majorisiert. Es sind keine Massnahmen zum Schutz gegen abgeworfene Ladung berücksichtigt.)

Damit werden die Schwellenwerte auf Grundlage des ‚Benchmarkings‘ im Hinblick auf den Grundsatz der Kohärenz mit den pauschalen Festlegungen und der Vermeidung verschärfter Anforderungen, soweit diese sich nicht aus Entscheidungen der zuständigen Behörden ergeben, gemäss Tabelle 37 in den Normvorentwurf aufgenommen.

Tabelle 37: Akzeptanzbereiche in Bezug auf die Risikowerte R_G (abkommende Fahrzeuge) und R_{SNF} (abgeworfene Ladung)

Abkommende Fahrzeuge: R _G	Tragbares Risiko R _G ≤ 100	Übergangsbereich 100 < R _G ≤ 1'000	Nicht akzeptables Risiko R _G > 1'000
Abgeworfene Ladung: R _{SNF}	Tragbares Risiko R _{SNF} ≤ 10	Übergangsbereich 10 < R _{SNF} ≤ 100	Nicht akzeptables Risiko R _{SNF} > 100
	Keine zusätzlichen Massnahmen	Zusätzliche Massnahmen oder Detaillierte quantitative Risikoanalyse	Zusätzliche Massnahmen

5 Revisionsentwurf Norm SN 671 520

5.1 Vorgehen

Auf Grundlage des im Rahmen des Forschungsvorhabens identifizierten Revisionsbedarfs und der evaluierten aktualisierten Methodik zur risikobasierten Festlegung der Sicherheitsabstände und Schutzmassnahmen wurde in intensiver Diskussion mit der Begleitkommission ein Vorschlag für die Revision der Norm SN 671 520 entwickelt.

Der Entwurf der revidierten Norm ist in Anhang III beigefügt. In 5.2, 5.3 und 5.4 sind die wesentlichen Eckpunkte für den Revisionsvorschlag dargestellt.

5.2 Generelle Anpassungen

Die Begriffe wurden soweit notwendig aktualisiert und definiert. Insbesondere wurde die Bezeichnung „Fahrt auf freigeprüfte Strecke“ durch den Begriff „Eisenbahnfahrt“ ersetzt.

Zur Klarstellung des Anwendungsbereichs der Norm ist im Revisionsvorschlag eine Beschränkung auf Anlagen des Schienenverkehrs auf unabhängigen Bahnkörpern eingefügt.

Redundanzen zu anderen Vorschriften wurden beseitigt, soweit dadurch eine praktikable Normanwendung nicht behindert wird.

Die erforderliche Trennung zwischen Strasse und Bahn wurden sowohl in Bezug auf Konstruktion wie auf optische Wirkung klar vorgegeben.

Die Sicherheitsabstände beziehen sich neu auf die massgebende Begrenzungslinie Schiene sowie die konstruktive und optische Trennung.

Die massgebende Begrenzungslinie Schiene ergibt sich dabei in Abhängigkeit des Lichtraumprofils Schiene und der gemeinsamen Nutzung von Räumen (Anordnung von Sicherheitsräumen der Schiene im Lichtraumprofil Strasse).

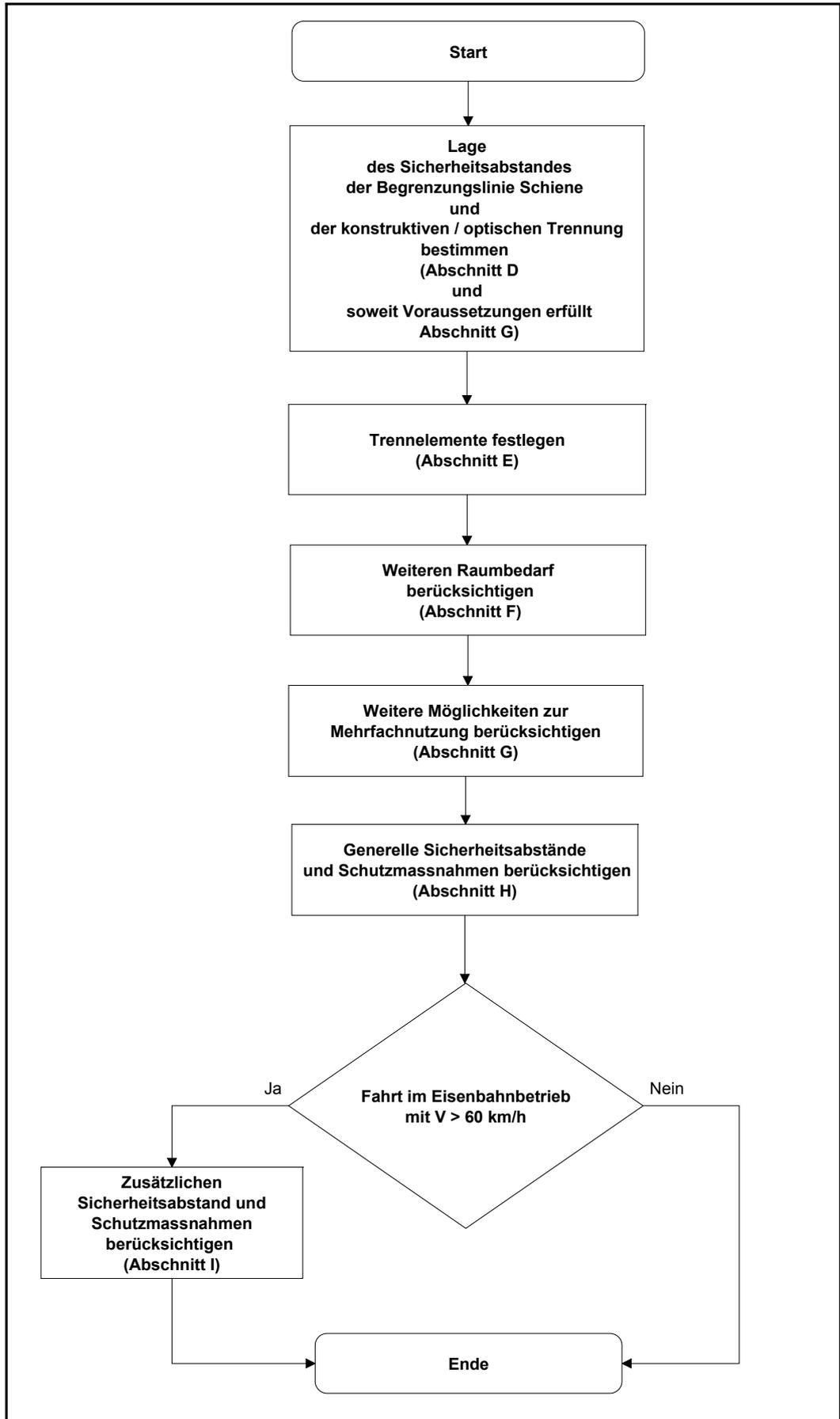
Die Texte wurden insgesamt überprüft, gestrafft und redigiert. Auf Nomogramme wurde zu Gunsten einer besseren Tauglichkeit für (benutzerspezifische) EDV-Lösungen verzichtet.

5.3 Strukturanpassungen und Anwendungsvereinfachungen

Im Rahmen des Revisionsvorschlags wird die Norm nach Spezialität aufgebaut, das Vorgehen bei der Normanwendung wird soweit zweckmässig mit Ablaufdiagrammen dargestellt und die Abschnitte werden in die Reihenfolge des Arbeitsablaufs gebracht. Die Arbeitsschritte stellen sich dann wie folgt dar (Abbildung 3):

1. Lage des Sicherheitsabstandes, der Bezugslinie Schiene und der konstruktiven/optischen Trennung bestimmen (Abschnitt D und soweit ggf. Abschnitt G)
2. Trennelemente festlegen (Abschnitt E)
3. Weiteren Raumbedarf berücksichtigen (Abschnitt F)
4. Weitere Möglichkeiten zur Mehrfachnutzung berücksichtigen (Abschnitt G)
5. Generelle Sicherheitsabstände/Schutzmassnahmen berücksichtigen (Abschnitt H)
6. Bei Anlagen des Schienenverkehrs mit Fahrten im Eisenbahnbetrieb mit $V > 60$ km/h zusätzliche Festlegungen zu Sicherheitsabstand und Schutzmassnahmen berücksichtigen (Abschnitt I)

Abbildung 3: Ablaufdiagramm Normanwendung



5.4 Neufassung Abschnitte zu Sicherheitsabständen und Schutzmassnahmen

Alle die Sicherheitsabstände und Schutzmassnahmen betreffenden Abschnitte sind auf Grund der Tatsache, dass für den Fall mit Fahrten im Eisenbahnbetrieb mit Geschwindigkeiten > 60 km/h eine aktualisierte, risikobasierte Methodik evaluiert wurde, vollständig neu gefasst worden. Das iterative Vorgehen bei Strassen mit $V > 60$ km/h ist in Abbildung 4 (Seite 58) dargestellt.

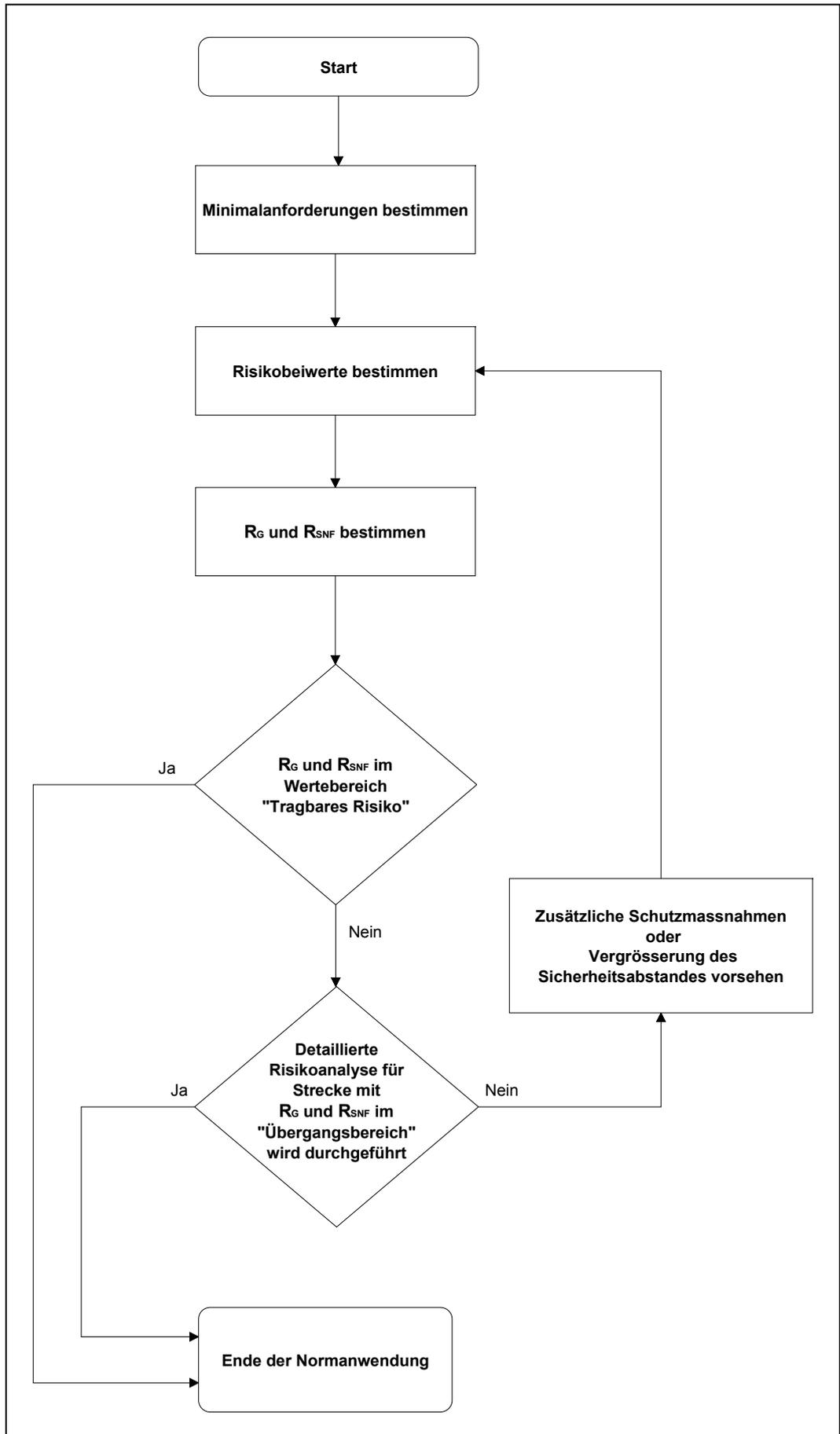
Die resultierenden Massnahmen entsprechen dabei in allen Teilen dem in den letzten Jahren durch die Aufsichtsbehörden verfügten Sicherheitsniveau (keine erhöhten Anforderungen).

Die Neufassung hält dabei mit Ausnahme der Fälle mit Fahrten im Eisenbahnbetrieb mit Geschwindigkeiten > 60 km/h an der pauschalierten Form der Festlegungen in Bezug auf die Sicherheitsabstände fest.

Die Erkenntnisse aus der Evaluation der risikobasierten Methodik für Fälle mit Fahrten im Eisenbahnbetrieb mit Geschwindigkeiten > 60 km/h sind aber auch in die pauschalierten Festlegungen eingeflossen, damit die innere Konsistenz der Norm gewahrt ist.

Zudem ist die Möglichkeit der Unterschreitung der Mindestabstände bei Anordnung von Fahrzeugrückhaltesystemen vorgesehen. Dies betrifft ebenfalls gemäss bisheriger Norm auch mit Massnahmen „verbotene“ Bereiche.

Abbildung 4: Ablaufdiagramm iteratives Vorgehen bei Strassen mit $V > 60$ km/h und Anlagen mit Fahrten im Eisenbahnbetrieb mit $V > 60$ km/h



Anhänge

I	Teilnehmer an Umfrage	61
II	Ergebnisse der Umfrage.....	65
III	Entwurf revidierte Norm SN 671 520	69
IV	Unfallberichte aus der Presse mit Fokus Eskalationspotential (Auswahl).....	97
V	Unfallberichte aus der Presse mit Fokus Auslöser von Entgleisungen (Auswahl)	103
VI	Unfallberichte aus der Presse mit Fokus Ausmass des Abirrens (Auswahl).....	107
VII	Angaben zum Schienennetz und zur Verkehrsleistung	115

I Teilnehmer an Umfrage

Nr.	Abkürzung	Organisation	Zusatz 1	Zusatz 2	Ansprechpartner	Adresse	PLZ	Ort
1		Jungfraubahnen Management AG			Jürg Lauper	Harderstrasse 14	3800	Interlaken
2	RBS	Regionalverkehr Bern-Solothurn RBS	Busbetrieb Solothurn und Umgebung BSU		Armin Beyeler	Tiefenastrasse 2	3048	Worblaufen
3		Bundesamt für Strassen (ASTRA)			Joseph Berger		3003	Bern
4		Tiefbauamt des Kantons Zug	Strassenbau		Stefan Vollmann	Aabacherstrasse 5	6301	Zug
5	CJ	Chemins de fer du Jura	Division traction, ateliers et	installations électriques	Théo Stoiz	Rue de la Promenade 1	2720	Tramelan
	SOB	Schweizerische Südostbahn AG				Bahnhofplatz 1a	9001	St. Gallen
6		Bundesamt für Verkehr (BAV)			Fritz Ruchti		3003	Bern
7	asm	Aare Seeland mobil AG	Bauabteilung		Daniel Nadig	Grubenstrasse 12	4900	Langenthal
	tpf	Transports publics fribourgeois				Rue des Pilettes 3	1701	Fribourg
	trn	Transports régionaux neuchâtelois				Allée des Défricheurs 3	2301	La Chaux-de-Fonds
	TRAVYS	Transports Vallée-de-Joux	Yverdon-les-Bains	Sainte-Croix S.A.		Quai de la Thiblé 32	1401	Yverdon
8		Tiefbauamt des Kantons St. Gallen	Strassen- und Kunstbauten		Urs Dahinden	Lämmlibrunnenstrasse 54	9001	St. Gallen
	AB	Appenzeller Bahnen				Bahnhofplatz 10	9101	Herisau
	BOB	Berner Oberland-Bahnen AG				Harderstrasse 14	3800	Interlaken
	BLM	Berner Oberland-Bahnen AG	Bergbahn Lauterbrunnen-Mürren			Harderstrasse 14	3800	Interlaken
9	SVB	BERNMOBIL	Städtische Verkehrsbetriebe Bern		Sergio Rizzoli	Eigerplatz 3	3000	Bern 14
	BAM	Chemin de fer	Bière - Apples - Morges			En Riond-Bosson 3	1110	Morges
	MOB	Chemin de fer Montreux-Oberland Bernois	Direktion				1820	Montreux 1
	LEB	Direction	Chemin de fer	Lausanne-Echallens-Bercher		Place de la Gare 9	1040	Echallens
	NSICM	Direction du Chemin de fer	Nyon - St-Cergue - Morez			Rue de la Gare 45	1260	Nyon
	MOB	Direction Golden Pass Services	Compagnie MOB				1820	Montreux
10	BLS	BLS Netz AG			Martin Isler	Genfergasse 11	3001	Bern
	FART	Ferrovie Autolinee	Regionali Ticinesi			Via Franzoni 1	6601	Locarno
	FB	Forchbahn AG	c/o Verkehrsbetriebe Zürich				8048	Zürich
11		Kanton Appenzell LRh.	Bau- und Umweltsdepartement	Landesbauamt	Andreas Forrer	Gaiserstrasse 8	9050	Appenzell
12		Departement Bau und Umwelt	Tiefbauamt		Urban Keller	Kasernenstrasse 17 A	9102	Herisau
13		Hoch- und Tiefbauamt Kanton Obwalden			Jörg Stauber	Flüelistrasse 3	6060	Sarnen
	TPC	Transports Publics du Chablais S.A.				38, rue de la Gare	1860	Aigle
	WB	Waldenburgerbahn AG	Direktion			Hauptstrasse 12	4437	Waldenburg
	AAR	Wyntental- und Suhrentalbahn				Hintere Bahnhofstrasse 85	5001	Aarau
14	RhB	Rhätische Bahn	Infrastruktur		Thomas Rüdiger	Bahnhofstrasse 25	7002	Chur
	BVB	Basler Verkehrs-Betriebe	Direktion			Claragraben 55	4005	Basel
15		Kanton Solothurn	Amt für Verkehr und Tiefbau		Patrick Kissling	Werkhofstrasse 65	4509	Solothurn
	TPG	TRANSPORTS PUBLICS	GENEVOIS			Route de la Chapelle 1	1212	Genève
	VBZ	Verkehrsbetriebe Zürich					8048	Zürich
16		Tiefbauamt des Kantons Bern			Walter Brodbeck	Reiterstrasse 11	3011	Bern
17	zb	zb Zentralbahn AG			Sebastian Rosner	Stanserstrasse 2	6362	Stansstad
18	SBB	Schweizerische Bundesbahnen SBB	Zentralbereich Sicherheit			Brückfeldstrasse 16	3000	Bern 65
18	SBB	Schweizerische Bundesbahnen SBB	Infrastruktur / Zentralbereich Sicherheit		Helmut Heimann	Mittelstrasse 43	3000	Bern 65
		Tiefbauamt des Kantons Basel-Landschaft				Rheinstrasse 29	4410	Liestal
19	MGB	Matterhorn Gotthard Infrastruktur AG			Antonino Maesano	Bahnhofplatz 7	3900	Brig - Glis
		Tiefbauamt des Kantons Freiburg				Chorherrergasse 17	1701	Freiburg
		Direction du génie civil					1211	Genève 8
20		Tiefbauamt der Stadt Bern			Adrian Guggisberg	Bundesgasse 38	3001	Bern
21	BLT	BLT Baselland Transport AG			Reto Rotzler	Grenzweg 1	4104	Oberwil
		Service des ponts et chaussées du canton du Jura					2800	Delémont 1
		Verkehr und Infrastruktur (vif)	Kanton Luzern			Arsenalstrasse 43	6010	Kriens
		Service des ponts et chaussées du canton de Neuchâtel					2001	Neuchâtel
		Tiefbauamt des Kantons Nidwalden				Breitenhaus	6370	Stans
22		Tiefbauamt Stadt St. Gallen		Amtshaus	Christian Hasler	Neugasse 1	9004	St. Gallen
23		Aarg. Departement für Bau, Verkehr und Umwelt	Abteilung Verkehr / Sektion öffentlicher Verkehr		Marco Lombardi	Entfelderstrasse 22	5001	Aarau
		Tiefbauamt des Kantons Schaffhausen				Rosengasse 8	8201	Schaffhausen
24	Thurbo	Thurbo AG	Verkehr		Martin Hochreutener	Bahnhofstrasse 31	8280	Kreuzlingen
		Tiefbauamt des Kantons Schwyz	Regierungsgebäude			Bahnhofstrasse 9	8431	Schwyz
		Tiefbauamt des Kantons Thurgau	Verwaltungsgebäude Promenade				8510	Frauenfeld
		Divisione delle costruzioni del cantone Ticino					6502	Bellinzona
		Amt für Tiefbau				Klausenstrasse 2	6460	Altdorf
25		Tiefbauamt des Kantons Zürich	Ingenieurstab		Erich Suter		8090	Zürich
		Service des routes et des cours d'eau				Bâtiment Mutua	1951	Sion
26		bfu - Beratungsstelle für Unfallverhütung			Walter Bill	Hodlerstrasse 5	3001	Bern
27		Division infrastructure routière	Service des routes		Paul Graber	Place de la Riponne 10	1014	Lausanne
28		Tiefbauamt Basel-Stadt			Dejan Despotovic	Münsterplatz 11	4001	Basel
29		Tiefbauamt Graubünden			Roger Stäubli	Grabenstrasse 30	7001	Chur
30	SZU	Sihlital Zürich Uetliberg Bahn SZU AG			Ernst Egli	Manessestrasse 152	8045	Zürich
31		AlpTransit Gotthard AG			Walter Bernardi	Zentralstrasse 5	6003	Luzern
32		Stadt Chur	Tiefbau- und Vermessungsamt	Abteilung Tiefbau	Roland Arpagaus	Masanserstrasse 2	7002	Chur
		Services de l'aménagement urbain et de la mobilité				Rue du Stand 25	1204	Genève
		Service des routes et de la mobilité				Rue du Port-Franc 18	1002	Lausanne
33		Kanton Glarus - Bau und Umwelt	Tiefbau		Ernst Grünenfelder	Kirchstrasse 2	8750	Glarus

II Ergebnisse der Umfrage

Nr.	Thema	Anzahl Ja	Umfrageteilnehmer-Nr.
2	Grundsatz / Anwendungsfälle		
2.1	Grundsatz		
2.1.1	In unserer Organisation ist seit 2002 mindestens ein Fall behandelt worden, in dem die Norm SN 671 520 'Schiene-Strasse, Parallelführung und Annäherung' angewendet wurde bzw. grundsätzlich anwendbar gewesen wäre.	17	1 6 7 9 10 11 14 15 16 18 21 22 23 25 26 30 32
2.2	Anwendungsfälle		
2.2.1	In den Fällen, in denen die Norm SN 671 520 'Schiene-Strasse, Parallelführung und Annäherung' grundsätzlich anwendbar gewesen wäre, wurde diese Norm auch vollumfänglich tatsächlich angewandt.	7	7 10 15 18 21 30 32
2.3	Fragen bei Nichtanwendung bzw. nur teilweiser Anwendung der Norm SN 671 520		
2.3.1	In den Fällen, in denen die Norm SN 671 520 'Schiene-Strasse, Parallelführung und Annäherung' grundsätzlich anwendbar gewesen wäre, wurde an Stelle der Norm SN 671 520 (mindestens teilweise) die Norm SN 640 561 'Passive Sicherheit im Strassenraum' angewandt.	5	6 23 25 26 32
	<i>Nicht angewandte Teile der Norm SN 671 520 bei nur teilweiser Anwendung:</i>		
	Teil F: Sicherheitsräume und Schutzmassnahmen		6
	Teile, welche in den AB-EBV und deren Richtlinien nicht enthalten sind.		16
	Spezialfall Seetalbahnsanierung: Die Sicherheitsabstände entsprechen nicht der Norm.		23
	Speziallösungen bei Teilstücken Schiene/Bahn im innerstädtischen Bereich. Aufzeigen von Speziallösungen.		32
	<i>Begründung für die Nichtanwendung bzw. nur teilweise Anwendung der Norm SN 671 520:</i>		
	Anbringen von Schutzvorrichtungen / Einhaltung normenkonformer Sicherheitsräume nicht möglich / unverhältnismässig.		6
	Projekt erst vor kurzem gestartet.		9
	Bei Neubauten Anwendung von AB-EBV, sonst pragmatische Einzellösungen mit vertretbarem Aufwand ohne Norm.		14
	Anwendung der AB-EBV, nicht der Norm; Anwendung durch Ingenieurbüros nicht bekannt.		16
	Vorgaben des Sicherheitsabstandes durch SBB mittels Interessenlinien.		22
	Entwicklung von massgeschneidertem Konzept aufgrund engster Platzverhältnisse, Risikoanalyse.		23
	Erneuerung resp. Ausbau einer bestehenden Anlage; keine Veränderung Strassen-/Gleisaxe; zusätzliche Leitschranke.		25
	Keine Fälle zu 'Parallelführung Strasse - Schiene', aber zu Querungen; Norm 'Passive Sicherheit' besser bekannt.		26
2.3.2	In den Fällen, in denen die Norm SN 671 520 'Schiene-Strasse, Parallelführung und Annäherung' grundsätzlich anwendbar gewesen wäre, haben wir an Stelle der Norm SN 671 520 (mindestens teilweise) eine Risikobeurteilung durchgeführt/durchführen lassen bzw. eigene Normen angewandt und die Massnahmen auf Grund der Ergebnisse der Risikobeurteilung durchgeführt.	3	6 23 26
	Die Risikobeurteilung(en) bzw. die eigenen Normen stehen auf Anfrage für die Zwecke des Forschungsvorhabens zur Verfügung.	2	6 23
	Wir legen die Risikobeurteilung(en) bzw. die eigenen Normen diesem Fragebogen bei.	1	6
	<i>Nicht angewandte Teile der Norm SN 671 520 bei nur teilweiser Anwendung:</i>		
	Teil F: Sicherheitsräume und Schutzmassnahmen		6
	Teile, welche in den AB-EBV und deren Richtlinien nicht enthalten sind.		16
	<i>Begründung für die Nichtanwendung bzw. nur teilweise Anwendung der Norm SN 671 520:</i>		
	Norm nur teilweise anwendbar.		6
	Anwendung der AB-EBV, nicht der Norm; Anwendung durch Ingenieurbüros nicht bekannt.		16
2.4	Fragen zu Revisionsbedarf Norm SN 671 520		
2.4.1	Wir sehen Revisionsbedarf in Bezug auf die Norm SN 671 520.	7	6 7 15 16 23 30 32
2.4.2	Der Revisionsbedarf ist schon aus den Antworten zu 2.3.1 oder 2.3.2 ersichtlich und wir haben nichts beizufügen.	2	23 32
2.4.3	Der Revisionsbedarf ist in einem beigelegten Positionspapier beschrieben.	0	
2.4.4	Der Revisionsbedarf ergibt sich aus unserer Sicht wie folgt:		
	Norm muss Zusammenhänge konkreter berücksichtigen.		6
	Koordination mit AB-EBV in Zusammenarbeit mit FG Bau des VöV sowie des BAV's; Klärung betr. Trennung LRP.		7
	Wenig Erfahrung/Berührungspunkte mit der Norm.		9
	Sonderfälle zu wenig differenziert; Unterscheidung Neuanlagen / bestehende Anlagen gefordert.		15
	Verbesserung der Lesbarkeit, Angleichung der grafischen Darstellungen zur Vereinfachung der Verständlichkeit.		16
	Wenig Erfahrung mit der Norm.		26
	Verantwortlichkeit bei ungenügenden Abständen; Bsp. 16.3/16.4 entfernen; Abb. 14: Gehweg? Spritzwasserschutz?		30
3.1	Grundsatz		
3.1.1	Aus unserer Sicht wäre die Durchführung eines Workshops zweckmässig.	6	9 19 21 23 30 32
	Kein Fall, in dem die Norm SN 671 520 'Schiene-Strasse, Parallelführung und Annäherung' anwendbar gewesen wäre.	16	2 3 4 5 8 12 13 17 19 20 24 27 28 29 31 33

III Entwurf revidierte Norm SN 671 520



Schiene - Strasse Parallelführung und Annäherung

Abstand und Schutzmassnahmen

INHALTSVERZEICHNIS	Seite	TABLE DES MATIÈRES	Page
A Allgemeines	3	A Généralités	3
1 Geltungsbereich	3	1 Domaine d'application	3
2 Gegenstand	3		
3 Zweck	3		
B Begriffe	3		
4 Allgemeine Begriffe	3		
4.1 Anlagen des Schienenverkehrs	3		
4.2 Unabhängiger Bahnkörper	3		
4.3 Anlagen des Strassenverkehrs	3		
4.4 Parallelführung	3		
4.5 Annäherung	3		
4.6 Fahrt im Eisenbahnbetrieb	4		
4.7 Fahrt im Strassenbahnbetrieb	4		
4.8 Fahrt ausschliesslich als Rangierbewegung	4		
4.9 Fahrt auf Sicht	4		
4.10 Lichtraumprofil	4		
4.11 Weitere allgemeine Begriffe	4		
5 Spezielle Begriffe in dieser Norm	4		
5.1 Arealverkehrsflächen	4		
5.2 Weiterer Raumbedarf	4		
5.3 Mehrfachnutzung	4		
5.4 Sicherheitsabstand	4		
5.5 Massgebende Begrenzungslinie Schiene	5		
5.6 Konstruktive und optische Trennung	5		
5.7 Schutzmassnahmen	5		
C Vorgehen zur Bestimmung von Abstand und Schutzmassnahmen zwischen Schiene und Strasse	5		
6 Ablaufdiagramm	5		
D Lage des Sicherheitsabstands	6		
7 Grundsatz	6		
8 Bestimmung der Lage der Begrenzungslinie Schiene sowie der konstruktiven und optischen Trennung	6		
9 Lichtraumprofil Schiene	7		
10 Lichtraumprofil Strasse	7		
E Trennelemente / Konstruktive und optische Trennung	8		
11 Erfordernis und Ausgestaltung	8		
F Weiterer Raumbedarf	8		

12	Weiterer Raumbedarf	8
G	Mehrfachnutzung durch verschiedene Elemente	9
13	Anordnung von Sicherheitsräumen der Schiene im Lichtraumprofil Strasse	9
13.1	Voraussetzungen	9
13.2	Anordnung des Dienstweges im Lichtraumprofil Strasse	9
13.3	Anordnung des Schlupfweges im Lichtraumprofil Strasse	10
13.4	Anordnung des Fensterraumes im Lichtraumprofil Strasse	10
14	Weitere Mehrfachnutzungen	10
14.1	Grundsatz	10
14.2	Mögliche weitere Mehrfachnutzungen	10
H	Generelle Festlegungen zu Sicherheitsabständen und Schutzmassnahmen	12
15	Grundsatz	12
16	Sicherheitsabstände und Schutzmassnahmen bei Fuss- und Radwegen, Sackgassen, Arealverkehrsflächen sowie Parkieranlagen	12
17	Sicherheitsabstände und Schutzmassnahmen bei Güter- und Waldstrassen/-wegen	13
18	Sicherheitsabstände und Schutzmassnahmen bei Strassen - vereinfachte Methodik (bei allen Anlagen des Schienenverkehrs mit Ausnahme derjenigen mit Fahrten im Eisenbahnbetrieb $V > 60$ km/h)	13
I	Sicherheitsabstände und Schutzmassnahmen - detaillierte Methodik (bei Anlagen des Schienenverkehrs mit Fahrten im Eisenbahnbetrieb $V > 60$ km/h)	15
19	Vorgehen zur Bestimmung der erforderlichen Sicherheitsabstände und Schutzmassnahmen	15
20	Minimalanforderungen an Sicherheitsabstände und Schutzmassnahmen bei allen Strassen	15
21	Zusätzliche Sicherheitsabstände und Schutzmassnahmen bei Strassen mit $V > 60$ km/h	16
22	Grundsatz bei der Bestimmung der Risikobewerte	18
23	Verkehrsbelastung auf der Schiene (Faktor f_1)	18
24	Streckengeschwindigkeit Reisezüge (Faktor f_2)	18
25	Art des Schienengüterverkehrs (Faktor f_3)	18
26	Charakteristik Fahrbahn Schiene (Faktor f_4)	19
27	Verkehrsbelastung der Strasse DTV (Faktor f_5)	20
28	Schwerverkehrsanteile (Faktor f_6)	20
29	Örtliche Geschwindigkeit Strassenverkehr (Faktor f_7)	21
30	Gegenseitige Lage (Faktor f_8)	21
31	Fahrzeugrückhaltesysteme (Faktor f_9)	22
32	Unfallschwerpunkt (Faktor f_{10})	22
33	Örtliche Gefahren (Faktor f_{11})	23
34	Gestaltung des Bereichs zwischen den Verkehrswegen (Faktor f_{12})	23
35	Länge Parallelführung/Risikobereich (Faktor f_{13})	23
36	Besondere Gefahren / Massnahmen (Faktor f_{14})	24
37	Bestimmung der allenfalls erforderlichen zusätzlichen Schutzmassnahmen gegen abkommende Fahrzeuge	24
38	Bestimmung der allenfalls erforderlichen zusätzlichen Schutzmassnahmen gegen Ladungsabwurf	25
J	Literaturverzeichnis	26

A Allgemeines**1 Geltungsbereich**

Diese Norm gilt für die Parallelführung und Annäherung von konstruktiv getrennten neuen oder wesentlich geänderten Anlagen des Strassenverkehrs und des Schienenverkehrs auf unabhängigen Bahnkörpern mit Ausnahme von Strassenbrücken, Anschlussgleisen und Bahnübergängen.

Sie geht älteren Normen der VSS mit widersprechendem Inhalt vor.

2 Gegenstand

Diese Norm behandelt die risikobasierte Festlegung der Trennelemente, des Abstands und der Schutzmassnahmen bei Parallelführung und Annäherung von Schiene und Strasse.

3 Zweck

Die Norm bezweckt eine dem örtlichen Risiko angemessene Wahl und Ausgestaltung der Trennelemente, des minimalen Abstands und der Schutzmassnahmen nach einheitlichen Methoden und Kriterien.

B Begriffe**4 Allgemeine Begriffe****4.1 Anlagen des Schienenverkehrs**

Als Anlagen des Schienenverkehrs gelten die Fahrbahnen aller schienengebundenen Verkehrsmittel gemäss Eisenbahngesetzgebung, d.h. Normal- Meter- und Spezialspurbahnen sowie Strassenbahnen auf unabhängigen Bahnkörpern.

4.2 Unabhängiger Bahnkörper

Unter- und Oberbau der Bahn, der nur von Eisenbahnfahrzeugen befahren wird.

4.3 Anlagen des Strassenverkehrs

Als Anlagen des Strassenverkehrs gelten alle Strassen und Anlagen, die von Motorfahrzeugen benutzt werden, sowie Fuss- und Radwege.

4.4 Parallelführung

Unter Parallelführung wird ein paralleler Trasseverlauf von Strasse und Bahn verstanden, wobei der wechselseitige Abstand nicht genügt, um eine Gefährdung auszuschliessen.

4.5 Annäherung

Unter Annäherung wird ein Trasseverlauf verstanden, bei dem entweder die Strasse oder die Bahn in einer Kurve verlaufen oder der Strassenverkehr in einer Sackgasse endet und der wechselseitige Abstand nicht genügt, um eine Gefährdung auszuschliessen.

A Généralités**1 Domaine d'application**

4.6 Fahrt im Eisenbahnbetrieb

Die Eisenbahnfahrzeuge verkehren nach Signalen, die den Fahrweg sichern (Zugfahrten und Rangierbewegungen nach FDV [3]).

4.7 Fahrt im Strassenbahnbetrieb

Die Eisenbahnfahrzeuge verkehren mit Fahrt auf Sicht. Die zulässige Höchstgeschwindigkeit wird durch die Infrastrukturbetreiberin mit Rücksicht auf die Eisenbahnfahrzeuge und auf die örtlichen Verhältnisse festgelegt.

4.8 Fahrt ausschliesslich als Rangierbewegung

Die Eisenbahnfahrzeuge verkehren mit den Sichtverhältnissen angepasster Fahrgeschwindigkeit, sodass sie rechtzeitig vor einem Hindernis anhalten können. Allfällige Bahnsignale sind auf diese Betriebsart ausgerichtet.

4.9 Fahrt auf Sicht

Die Eisenbahnfahrzeuge verkehren mit den Sichtverhältnissen angepasster Fahrgeschwindigkeit, sodass sie rechtzeitig vor einem Hindernis anhalten können. Die Fahrgeschwindigkeit beträgt höchstens 40 km/h. Spezifische behördliche Vorschriften können abweichende Höchstgeschwindigkeiten vorsehen.

4.10 Lichtraumprofil

Das Lichtraumprofil umgrenzt den für den sicheren Verkehr von Personen und Fahrzeugen erforderlichen Raum. Dieser bestimmt sich aus den geometrischen Eigenschaften der Verkehrsteilnehmer, den Besonderheiten der Verkehrsträger und den Anforderungen an die Sicherheitsräume.

4.11 Weitere allgemeine Begriffe

Die Definitionen weiterer allgemeiner Begriffe finden sich in „Öffentlicher Verkehr und Schiengüterverkehr, Grundnorm und Glossar“ SN 671 001.

5 *Spezielle Begriffe in dieser Norm*

5.1 Arealverkehrsflächen

Flächen, welche der Zu-/Wegfahrt sowie der Parkierung von Nutzfahrzeugen und dem entsprechenden Umschlag von Gütern dienen.

5.2 Weiterer Raumbedarf

Der weitere Raumbedarf ist bestimmt für die Aufnahme der notwendigen betrieblichen, gestalterischen und baulichen Einrichtungen und Massnahmen.

5.3 Mehrfachnutzung

Ein bestimmter Raum nimmt aufgrund von Funktionalität und Sicherheitsüberlegungen verschiedene Elemente auf.

5.4 Sicherheitsabstand

Sicherheitsabstand bezeichnet den Abstand zwischen der massgebenden Begrenzungslinie Schiene und der konstruktiven und optischen Trennung, welcher dazu beitragen soll, Unfälle aus der speziellen Lage von Schiene und Strasse zu verhindern oder ihre Wahrscheinlichkeit oder Folgen zu reduzieren.

5.5 Massgebende Begrenzungslinie Schiene

Die massgebende Begrenzungslinie Schiene ist die auf Grundlage des Lichtraumprofils nach den Vorschriften dieser Norm bestimmte eisenbahnseitige Bezugslinie für den Sicherheitsabstand.

5.6 Konstruktive und optische Trennung

Die konstruktive und optische Trennung zwischen Strasse und Schiene gewährleistet die Leitfunktion für die Strassenfahrzeuglenker.

5.7 Schutzmassnahmen

Schutzmassnahmen haben zum Ziel, Unfälle aus der speziellen Lage von Schiene und Strasse zu verhindern oder ihre Wahrscheinlichkeit oder Folgen zu reduzieren.

C Vorgehen zur Bestimmung von Abstand und Schutzmassnahmen zwischen Schiene und Strasse

6 *Ablaufdiagramm*

Das Vorgehen zur Bestimmung von Abständen und Schutzmassnahmen zwischen Schien und Strasse ist in Abbildung 1 dargestellt.

Die Begriffe sind in B definiert.

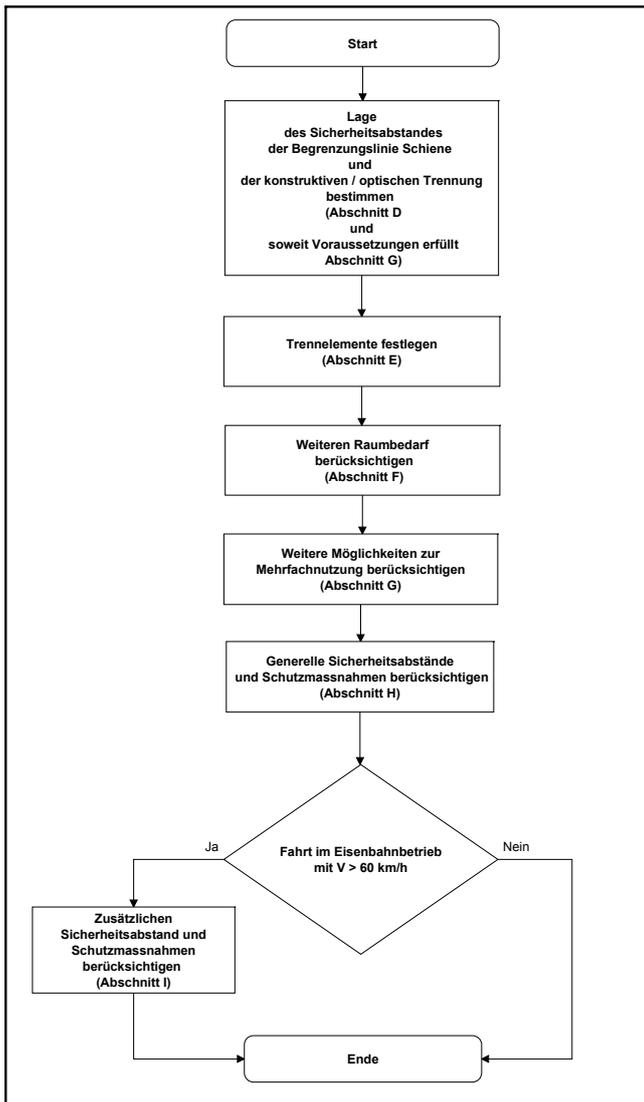


Abb. 1
Vorgehen bei der Normanwendung

D Lage des Sicherheitsabstands

7 Grundsatz

Der Sicherheitsabstand liegt zwischen der massgebenden Begrenzungslinie Schiene und der konstruktiven und optischen Trennung.

8 Bestimmung der Lage der Begrenzungslinie Schiene sowie der konstruktiven und optischen Trennung

Die Lage des Sicherheitsabstands ist in Abb. 2 dargestellt.

Die massgebende Begrenzungslinie Schiene bestimmt sich gemäss Abb. 2 aus dem Lichtraumprofil Schiene (vgl. Ziffer 9). Dabei wird berücksichtigt, ob eine gemeinsame Nutzung von Räumen gemäss Abschnitt G möglich ist.

Die Lage der gemäss Ziffer 11 auszugestaltenden konstruktiven und optischen Trennung wird in der Regel durch den Fahrbahnrand bestimmt, welcher sich unter Berücksichtigung der Vorgaben in Bezug auf das Lichtraumprofil Strasse ergibt (vgl. Ziffer 10).

In dieser Norm ist ein Stand- oder Radstreifen immer Teil der Fahrbahn.

Rad- oder Fusswege, welche keine gemäss Ziffer 11 ausgestaltete konstruktive und optische Trennung von der Fahrbahn aufweisen, sind Teil der Fahrbahn.

Rad- oder Fusswege, die eine solche Trennung aufweisen oder nicht im Seitenraum einer Strasse liegen, werden als eigenständige Anlagen des Strassenverkehrs behandelt.

9 Lichtraumprofil Schiene

Der Eisenbahninfrastrukturbetreiber legt das zu berücksichtigende Lichtraumprofil fest.

Das Lichtraumprofil umfasst den von der Grenzlinie fester Anlagen umschriebenen Raum und die Sicherheitsräume (AB-EBV; [2]).

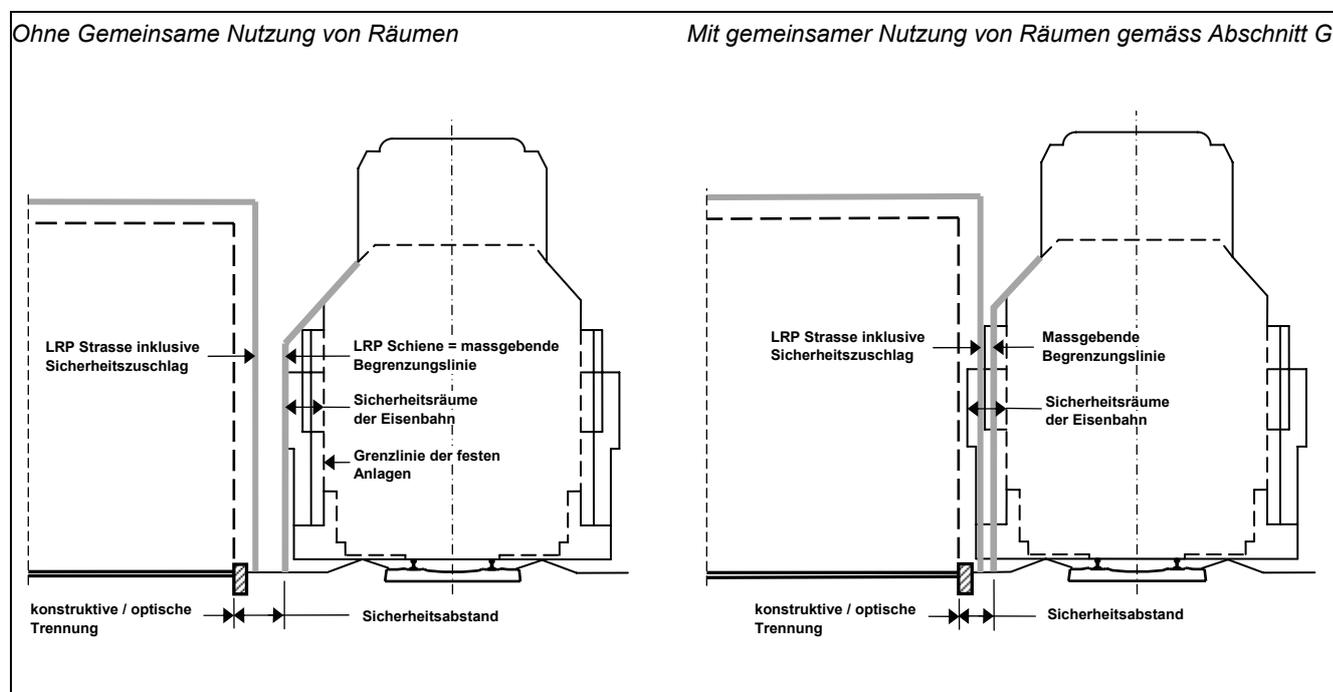


Abb. 2

Lage des Sicherheitsabstandes in Bezug auf die massgebende Begrenzungslinie Schiene sowie die konstruktive und optische Trennung in Abhängigkeit der Lichtraumprofile und der gemeinsamen Nutzung von Räumen

10 Lichtraumprofil Strasse

Das Lichtraumprofil Strasse ist in SN 640 200a [5], SN 640 201 [6] und SN 640 202 [7] definiert.

Bei engen räumlichen Verhältnissen kann bei für Strassenfahrzeuge signalisierter Höchstgeschwindigkeit ≤ 60 km/h auf die zusätzlichen lichten Breiten von 0,20 m für Fahrzeugrückhaltesysteme, Signale oder Abschränkungen (gemäss SN 640 201, Ziffer 9 [6]) verzichtet werden.

E Trennelemente / Konstruktive und optische Trennung

11 Erfordernis und Ausgestaltung

Die Leitfunktion für die Strassenfahrzeuglenker muss durch eine geeignete konstruktive und optische Trennung zwischen der Fahrbahn Strasse und dem unabhängigen Bahnkörper gewährleistet werden.

Als geeignete konstruktive Trennung gelten:

- Hohe Randabschlüsse gemäss Norm SN 640 212 [8]
- Spezielle Schutzmassnahmen gemäss Abschnitt G und H, sofern damit die Leitfunktion für die Strassenfahrzeuglenker gewährleistet ist
- Funktional gleichwertige Lösungen.

Als geeignete optische Trennung gelten:

- Konstruktive Trennung sofern optisch gut erkennbar
- Randmarkierung
- Leitpfosten
- Zäune
- Funktional gleichwertige Lösungen

Bei Güter- und Waldstrassen/-wegen kann auf eine konstruktive Trennung verzichtet werden.

Bei Rad- und Fusswegen, die auf Grund von Ziffer 8 als eigenständige Anlagen des Strassenverkehrs behandelt werden, treten an Stelle der konstruktiven und optischen Trennung Massnahmen in Bezug auf den Schutz des Langsamverkehrs.

F Weiterer Raumbedarf

12 Weiterer Raumbedarf

Der weitere Raumbedarf ergibt sich aus:

- Raum für erforderliche technische Einrichtungen, Bauten und Anlagen wie z.B. Fahrleitungsmasten, Signale, Bahnsteige, Stützmauern, Böschungen, Zäune, Entwässerungen, Fahrzeugrückhaltesysteme.
- Raum für Schallschutzmassnahmen
- Raum für Blendschutzmassnahmen
- Raum für Bepflanzungen (Gebüsche, Hecken usw.) und Gestaltungsmassnahmen
- Raum für betrieblichen und baulichen Unterhalt (inkl. Schneeräumung, ohne besondere temporäre Anordnungen)
- Raum für Sicherstellung der Sichtweiten (Strasse) und Sicht auf Signale (Bahn und Strasse) und Wegweiser (Strasse)
- Raum für technische Änderungen und Kapazitätserweiterungen.

In der Regel wird dieser Raumbedarf spezifisch gemäss den Anforderungen jedes Verkehrsträgers insbesondere auf Grundlage der entsprechenden Normen/Richtlinien/ Weisungen festgelegt.

Ergibt sich der Raumbedarf aus Anforderungen beider Verkehrsträger erfolgt eine kombinierte Festlegung. Dies ist insbesondere bei Stützmauern, Böschungen, Bepflanzungen und Gestaltungsmassnahmen der Fall.

G Mehrfachnutzung durch verschiedene Elemente

13 Anordnung von Sicherheitsräumen der Schiene im Lichtraumprofil Strasse

13.1 Voraussetzungen

Die Anordnung von Sicherheitsräumen der Schiene oder Teilen davon im Lichtraumprofil der Strasse ist möglich, wenn folgende Voraussetzungen gegeben sind:

- Durch die Verringerung des Abstandes resultieren wesentliche Vorteile in Bezug auf Kosten, Grundeigentumsverhältnisse, städtebauliches Umfeld, Siedlungs- und Umweltbedingungen, Verkehrsraumgestaltung oder andere wichtige externe Faktoren.
- Der aus den örtlichen Verhältnissen erforderliche Sicherheitsabstand zwischen Strasse und Schiene erlaubt die gemeinsame Nutzung von Räumen.

13.2 Anordnung des Dienstweges im Lichtraumprofil Strasse

Der Dienstweg kann unter folgenden kumulativ zu erfüllenden Bedingungen auf angrenzende Anlagen des Strassenverkehrs verlegt werden:

- Eignung der Anlage des Strassenverkehrs
- Rechtzeitige und sichere Erreichbarkeit dieser Bereiche
- Kontrollaufgaben der Bahn können von diesen Wegen aus durchgeführt werden.

Geeignet für eine Verlegung sind folgende Anlagen des Strassenverkehrs bzw. Teile davon:

- Bankette mit Breite $\geq 0,80$ m
- Fusswege, Trottoirs
- Radwege, Radstreifen
- Feldwege, Waldwege
- Plätze
- beleuchtete Fahrstreifen, sofern $V \leq 60$ km/h.

Die rechtzeitige und sichere Erreichbarkeit dieser Anlagen ist gewährleistet, wenn die beiden Trassen nicht durch Hindernisse getrennt sind.

Nicht als Hindernisse im Sinne der AB-EBV gelten:

- Zäune und Geländer, $\leq 0,80$ m hoch
- Stützmauern
 $H \leq 0,40$ m bei tieferliegendem Bahntrasse
 $H \leq 0,60$ m bei höherliegendem Bahntrasse
- Böschungen
 Neigungen $\leq 2 : 3$ $\leq 1 : 2$
 (Höhe : Breite)
 Höhendifferenz $\leq 0,6$ m $\leq 1,0$ m
- Trennelemente mit einfacher und sicherer Übersteig-
 hilfe oder mit weniger als 1,5 m Länge

Bei den angegebenen Höhendifferenzen sind die Fahrbahn- bzw. Bankethöhe bei der Strasse und die Höhe der Standfläche (siehe AB-EBV) bei der Bahn massgebend.

Die massgebende Begrenzungslinie der Schiene (Eisenbahn) ergibt sich dann aus der Grenzlinie fester Anlagen zuzüglich 0,20 m für den reduzierten Fensterraum.

Bei Strassenbahnen ergibt sich die massgebende Begrenzungslinie aus der Grenzlinie fester Anlagen zuzüglich des durch den Infrastrukturbetreiber festgelegten, zusätzlich erforderlichen Raumbedarfs.

13.3 Anordnung des Schlupfweges im Lichtraumprofil Strasse

Für den Schlupfweg gelten grundsätzlich die gleichen Bestimmungen wie für den Dienstweg.

13.4 Anordnung des Fensterraumes im Lichtraumprofil Strasse

Das Lichtraumprofil der Strasse darf den Fensterraum der Schiene nicht verletzen.

Unter folgenden kumulativen Voraussetzungen darf der Fensterraum entfallen:

- Die Fenster von Reisezugwagen lassen sich höchstens um 200 mm öffnen (freigegebene Spalthöhe).
- Der Schlupfweg kann in das Lichtraumprofil der Strasse verlegt werden.
- Der Schlupfweg wird nicht für Tätigkeiten des Rangier oder Zugpersonals beansprucht (vgl. AB-EBV zu Art. 18, Blatt Nr. 2N, Ziffer 1.3).
- Die Zustimmungen der Eisenbahnverkehrsunternehmung und der Aufsichtsbehörde liegen vor.

14 Weitere Mehrfachnutzungen

14.1 Grundsatz

Räumliche Überlagerungen oder eine gemeinsame Nutzung von Räumen sind möglich, wenn die spezifischen Anforderungen in Bezug auf alle Verkehrsträger erfüllt sind.

14.2 Mögliche weitere Mehrfachnutzungen

Aus der folgenden Tabelle geht unter Vorbehalt der technischen Realisierbarkeit hervor, in welchen Fällen bzw. unter welche Bedingungen eine Überlagerung oder gemeinsame Nutzung von Räumen möglich ist.

Tab. 1
Mögliche weitere Mehrfachnutzungen von Räumen

	Sicherheitsabstand	Schutzmassnahmen	Raumreserven Strasse	Raumreserven Schiene	Sichtweiten Strasse	Sichtweiten Schiene, Signale / Anhalten	Raum für betrieblichen/baulichen Unterhalt Strasse	Raum für betrieblichen/baulichen Unterhalt Schiene	Bepflanzung (Gebüsch, Hecken etc.), Gestaltung	Blendschutz	Schallschutz	Signale Strasse	Signale Schiene / Fahrleitungsmasten	Stützmauern / Böschungen	Zäune	Leitpfosten	Entwässerungsgraben	Baulicher Abschluss Strasse
Sicherheitsabstand			+1	+1	+	+	+4	+4	+6	+8	+10	+6	+6	+	+6	+6	+6	
Schutzmassnahmen					+2	+2				+	+10	+	+	+	+	+		
Raumreserven Strasse	+1				+3	+3	+5		+7	+9	+11	+11	+11	+	+7	+11	+11	
Raumreserven Schiene	+1				+3	+3		+5	+7	+9	+11	+11	+11	+	+7	+11	+11	
Sichtweiten Strasse	+	+2	+3	+3		+	+		+2	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+	+	+
Sichtweiten Schiene, Signale / Anhalten	+	+2	+3	+3	+				+2	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+	+	+
Raum für betrieblichen/baulichen Unterhalt Strasse	+4		+5		+		+					+	+			+11		
Raum für betrieblichen/baulichen Unterhalt Schiene	+4			+5			+					+	+			+11		
Bepflanzung (Gebüsch, Hecken etc.), Gestaltung	+6		+7	+7	+2	+2				+	+	+2	+2	+	+	+		
Blendschutz	+8	+	+9	+9	+2	+2			+		+	+2	+2	+	+	+		+
Schallschutz	+10	+10	+11	+11	+2	+2			+	+		+2	+2	+	+	+		+
Signale Strasse	+6	+	+11	+11	+2	+2	+	+	+2	+2	+2		+12	+	+	+		+
Signale Schiene / Fahrleitungsmasten	+6	+	+11	+11	+2	+2	+	+	+2	+2	+2	+12		+	+	+		
Stützmauern / Böschungen	+	+	+	+	+2	+2			+	+	+	+	+	+	+	+		+
Zäune	+6	+	+7	+7	+2	+2			+	+	+	+	+	+	+	+		
Leitpfosten	+6	+	+11	+11	+	+	+11	+11	+	+	+	+	+	+	+			
Entwässerungsgraben	+6		+11	+11	+	+												
Baulicher Abschluss Strasse					+	+				+	+	+		+				

- + = möglich
- +1 = soweit nach der Erweiterung/Änderung ausreichender Schutz noch möglich
- +2 = soweit Sicht gewährleistet ist
- +3 = soweit Sicht nach Erweiterung/Änderung noch gewährleistet ist
- +4 = soweit bei Arbeiten Schutz des Personals gewährleistet ist
- +5 = soweit Ersatz (z.B. durch andere Durchführung des Unterhalts) möglich ist
- +6 = soweit sie keine Gefährdung verursachen
- +7 = soweit Reduktion/Verzicht auf Bepflanzung/Gestaltung/Zäune bei Erweiterung/Änderung möglich
- +8 = sofern er selbst keine Gefährdung verursacht
- +9 = soweit Blendschutz nach der Erweiterung/ Änderung noch möglich ist
- +10 = soweit Funktionalität Schallschutz mit Schutzeinrichtung verträglich
- +11 = soweit Ersatz bei Erweiterung/ Änderung möglich ist
- +12 = soweit keine Verwechslungsgefahr besteht und Sicht gewährleistet ist

Das besondere Schutzbedürfnis des Gleisunterbaus in Bezug auf die Entwässerung ist bei der Mehrfachnutzung von Räumen angemessen zu berücksichtigen.

H Generelle Festlegungen zu Sicherheitsabständen und Schutzmassnahmen

15 Grundsatz

Die Unterschreitung der in dieser Norm festgelegten Abstände ist im Einzelfall dann zulässig, wenn gemäss einer quantitativen Risikoanalyse mit Schutzmassnahmen ein vergleichbares Sicherheitsniveau erreicht wird.

Strengere Anforderungen aus anderen Normen, Richtlinien, Vollzugshilfen und Richtplänen haben Vorrang.

Zu prüfen ist insbesondere, ob sich strengere Anforderungen in Bezug auf die Sicherheit des Langsamverkehrs und die passive Sicherheit im Strassenraum (SN 640 561 [9]) ergeben.

16 Sicherheitsabstände und Schutzmassnahmen bei Fuss- und Radwegen, Sackgassen, Arealverkehrsflächen sowie Parkieranlagen

Die Sicherheitsabstände bei Fuss- und Radwegen, Sackgassen, Arealverkehrsflächen sowie Parkieranlagen bestimmen sich gemäss nachfolgender Tabelle.

Ist in Folge Unterschreiten der Sicherheitsabstände ein Fahrzeugrückhaltesystem zu errichten, gilt eine minimale Aufhaltstufe von N2 gemäss SN 640 561.

Für die konstruktive Ausbildung des Fahrzeugrückhaltesystems gilt die Norm SN 640 561 [9]. Es kommt der minimale Abstand der Schutzeinrichtung vom Fahrbahnrand zur Anwendung.

Anlage des Strassenverkehrs	Relative Höhenlage Oberkante Fahrbahn Schiene H_S bzw. Fahrbahn Strasse H_{ST}	Anlage des Schienenverkehrs mit Fahrten			
		ausschliesslich - im Strassenbahnbetrieb - als Rangierbewegung	im Eisenbahnbetrieb mit V		
			≤ 60 km/h	> 60 km/h und ≤ 140 km/h	> 140 km/h
Fuss-/ Radwege		0.3 m ⁽¹⁾	0.5 m ⁽¹⁾	1 m ⁽¹⁾	2 m ⁽¹⁾
Parkfelder, Sackgassen, Arealverkehrsflächen	$H_{ST} \leq H_S$	2 m ⁽¹⁾	2 m ⁽¹⁾	2 m ⁽¹⁾	2 m ⁽¹⁾
	$H_{ST} > H_S$	2 m ⁽¹⁾	2 m ⁽¹⁾ + $(H_{ST} - H_S)$ im Maximum 5 m	2 m ⁽¹⁾ + $(H_{ST} - H_S)$ im Maximum 5 m	2 m ⁽¹⁾ + $(H_{ST} - H_S)$ im Maximum 10 m
	Alle Höhenlagen	W ⁽²⁾	W ⁽²⁾	W ⁽²⁾	W ⁽²⁾

⁽¹⁾ Es ist gestützt auf die entsprechenden Normen, Richtlinien, Vollzugshilfen und lokalen Festlegungen (Reglemente, Richtpläne, ...) zu prüfen, ob Massnahmen in Bezug auf den Schutz von Personen vor dem unbeabsichtigten Aufenthalt im Lichtraumprofil der Bahn (wie grössere Abstände oder Markierung, Zäune, Hecken, usw.) notwendig sind. Werden die in Bezug auf Parkfelder, Sackgassen und Arealverkehrsflächen vorgegebenen Minimalabstände eingehalten, sind in der Regel keine zusätzlichen Massnahmen notwendig.

⁽²⁾ Minimalabstand bei Errichtung Fahrzeugrückhaltesystem = Wirkungsbereich W der Schutzeinrichtung gemäss SN 640 561. Der Minimalabstand ist unabhängig von $H_{ST} - H_S$. Es kommt der minimale Abstand der Schutzeinrichtung vom Fahrbahnrand gemäss SN 640 561 zur Anwendung.

Tab. 2
Übersicht über Sicherheitsabstände bei Fuss- und Radwegen, Sackgassen, Arealverkehrsflächen sowie Parkieranlagen

17. Sicherheitsabstände und Schutzmassnahmen bei Güter- und Waldstrassen/-wegen

Die Sicherheitsabstände bei Güter- und Waldstrassen/-wegen bestimmen sich gemäss nachfolgender Tabelle.

Anlage des Strassenverkehrs	Relative Höhenlage Oberkante Fahrbahn Schiene H_S bzw. Fahrbahn Strasse H_{ST}	Anlage des Schienenverkehrs mit Fahrten			
		ausschliesslich - im Strassenbahnbetrieb - als Rangierbewegung	im Eisenbahnbetrieb mit V		
			≤ 60 km/h	> 60 km/h und ≤ 140 km/h	> 140 km/h
Güter- und Waldstrassen/-wege	$H_{ST} \leq H_S$	0.5 m	1 m	1.5 m	2.5 m
	$H_{ST} > H_S$	0.5 m + $(H_{ST} - H_S)$ im Maximum 5 m	1 m + $2 \times (H_{ST} - H_S)$ im Maximum 10 m	1.5 m + $2 \times (H_{ST} - H_S)$ im Maximum 10 m	2.5 m + $2 \times (H_{ST} - H_S)$ im Maximum 15 m

Es ist gestützt auf die entsprechenden Normen, Richtlinien, Vollzugshilfen und lokalen Festlegungen (Reglemente, Richtpläne, ...) zu prüfen, ob Massnahmen in Bezug auf den Schutz von Personen vor dem unbeabsichtigten Aufenthalt im Lichtraumprofil der Bahn (wie grössere Abstände oder Markierung, Zäune, Hecken, usw.) notwendig sind.

Tab. 3

Sicherheitsabstände (Abstand zwischen der massgebenden Begrenzungslinie Schiene und der konstruktiven und/oder optischen Trennung zur Anlage des Strassenverkehrs) bei Güter- und Waldstrassen/-wegen

Können die Sicherheitsabstände gemäss Tabelle 3 nicht eingehalten werden, ist ein Fahrzeugrückhaltesystem gemäss Tabelle 4 zu errichten oder es ist mit anderen Schutzmassnahmen ein vergleichbares Sicherheitsniveau sicher zu stellen. Es gelten dann die Minimalabstände gemäss Tabelle 4.

Anlage des Strassenverkehrs	Relative Höhenlage Oberkante Fahrbahn Schiene H_S bzw. Fahrbahn Strasse H_{ST}	Anlage des Schienenverkehrs mit Fahrten			
		ausschliesslich - im Strassenbahnbetrieb - als Rangierbewegung	im Eisenbahnbetrieb mit V		
			≤ 60 km/h	> 60 km/h und ≤ 140 km/h	> 140 km/h
Güter- und Waldstrassen/-wege	$H_{ST} \leq H_S$	N2 ⁽¹⁾ (W) ⁽²⁾	N2 ⁽¹⁾ (W) ⁽²⁾	N2 ⁽¹⁾ (W) ⁽²⁾	N2 ⁽¹⁾ (W + 1 m) ⁽²⁾
	$H_{ST} > H_S$	N2 ⁽¹⁾ (W) ⁽²⁾	N2 ⁽¹⁾ (W) ⁽²⁾	N2 ⁽¹⁾ (W) ⁽²⁾	H1 ⁽¹⁾ (W) ⁽²⁾

⁽¹⁾ Bei der Wahl des Fahrzeugrückhaltesystems ist dem Gesichtspunkt des ausreichenden Rückhalts von auf Güter- und Waldstrassen besonders häufig verkehrenden Fahrzeugen (Traktoren, ...) besonderes Gewicht beizumessen. Es sind Systeme der Mindestbauhöhe 1.15 m zu errichten, welche mit den Pfosten fest verschraubte Längsprofile aufweisen (wie z.B. System LS Nr. 21 ASTRA-Richtlinie [12] für Aufhaltstufe N2 bzw. LS Nr. 22 ASTRA-Richtlinie [12] für H1).

⁽²⁾ Minimalabstand bei Errichtung Fahrzeugrückhaltesystem = Wirkungsbereich W der Schutzeinrichtung gemäss SN 640 561. Es kommt der minimale Abstand der Schutzeinrichtung vom Fahrbahnrand gemäss SN 640 561 zur Anwendung.

Tab. 4

Minimale Aufhaltstufe bei Unterschreiten der Sicherheitsabstände bei Güter- und Waldstrassen/-wegen und entsprechender Minimalabstand (Wert in Klammer)

Für die konstruktive Ausbildung des Fahrzeugrückhaltesystems gilt die Norm SN 640 561 [9]. Es kommt der minimale Abstand der Schutzeinrichtung vom Fahrbahnrand gemäss SN 640 561 zur Anwendung.

18 Sicherheitsabstände und Schutzmassnahmen bei Strassen - vereinfachte Methodik (bei allen Anlagen des Schienenverkehrs mit Ausnahme derjenigen mit Fahrten im Eisenbahnbetrieb $V > 60$ km/h)

Die Sicherheitsabstände bestimmen sich bei Strassen mit Ausnahme der Fälle in denen eine Anlage des Schienenverkehrs mit Fahrten im Eisenbahnbetrieb $V > 60$ km/h betroffen ist abschliessend gemäss nachfolgender Tabelle.

Die Fälle mit Fahrten im Eisenbahnbetrieb $V > 60$ km/h werden mit der detaillierten Methodik in Abschnitt H beurteilt.

Anlage des Strassenverkehrs	Relative Höhenlage Oberkante Fahrbahn Schiene H_S bzw. Fahrbahn Strasse H_{ST}	Anlage des Schienenverkehrs mit Fahrten	
		ausschliesslich	im Eisenbahnbetrieb mit V
		- im Strassenbahnbetrieb - als Rangierbewegung	≤ 60 km/h
Hochleistungsstrassen	$H_{ST} \leq H_S$	2.0 m	2.5 m
	$H_{ST} > H_S$	2.0 m + $(H_{ST} - H_S)$ im Maximum 7 m	2.5 m + $(H_{ST} - H_S)$ im Maximum 12 m
Übrige Strassen	$H_{ST} \leq H_S$	1.0 m	1.5 m
	$H_{ST} > H_S$	1.0 m + $(H_{ST} - H_S)$ im Maximum 5 m	1.5 m + $(H_{ST} - H_S)$ im Maximum 10 m

Es ist gestützt auf die entsprechenden Normen, Richtlinien, Vollzugshilfen und lokalen Festlegungen (Reglemente, Richtpläne, ...) zu prüfen, ob Massnahmen in Bezug auf den Schutz von Personen vor dem unbeabsichtigten Aufenthalt im Lichtraumprofil der Bahn (wie grössere Abstände oder Markierung, Zäune, Hecken, usw.) notwendig sind.

Tab. 5
Sicherheitsabstände (Abstand zwischen der massgebenden Begrenzungslinie Schiene und der konstruktiven und optischen Trennung zur Anlage des Strassenverkehrs) bei Strassen - vereinfachte Methodik

Können die Sicherheitsabstände nicht eingehalten werden, ist ein Fahrzeugrückhaltesystem gemäss Tabelle 6 zu errichten oder es ist mit anderen Schutzmassnahmen ein vergleichbares Sicherheitsniveau sicher zu stellen. Es gelten dann die Minimalabstände gemäss Tabelle 6.

Anlage des Strassenverkehrs	Relative Höhenlage Oberkante Fahrbahn Schiene H_S bzw. Fahrbahn Strasse H_{ST}	Anlage des Schienenverkehrs mit Fahrten	
		ausschliesslich	im Eisenbahnbetrieb mit V
		- im Strassenbahnbetrieb - als Rangierbewegung	≤ 60 km/h
Hochleistungsstrassen	$H_{ST} \leq H_S$	H1 (W)	H2 (W)
	$H_{ST} > H_S$	H1 (W)	H2 (W)
Übrige Strassen	$H_{ST} \leq H_S$	N2 (W)	N2 (W)
	$H_{ST} > H_S$	H1 (W)	H1 (W)

W: Wirkungsbereich der Schutteinrichtung gemäss SN 640 561.
Es kommt der minimale Abstand der Schutteinrichtung vom Fahrbahnrand gemäss SN 640 561 zur Anwendung.

Tab. 6
Aufhaltstufe der Fahrzeugrückhaltesysteme bei Unterschreiten der Sicherheitsabstände bei Strassen bestimmt mit der vereinfachten Methodik und entsprechender Minimalabstand (Wert in Klammer)

Für die konstruktive Ausbildung des Fahrzeugrückhaltesystems gilt die Norm SN 640 561 [9]. Es kommt der minimale Abstand der Schutzeinrichtung vom Fahrbahnrand gemäss SN 640 561 zur Anwendung.

I Sicherheitsabstände und Schutzmassnahmen - detaillierte Methodik (bei Anlagen des Schienenverkehrs mit Fahrten im Eisenbahnbetrieb $V > 60$ km/h)

19 Vorgehen zur Bestimmung der erforderlichen Sicherheitsabstände und Schutzmassnahmen

Die Sicherheitsabstände und Schutzmassnahmen bei Anlagen des Schienenverkehrs mit Fahrten im Eisenbahnbetrieb mit $V > 60$ km/h bestimmen sich wie folgt:

- Bestimmung der auf Grundlage der Minimalanforderungen in Ziffer 20 bei allen Strassen erforderlichen Sicherheitsabstände und Schutzmassnahmen
- Bestimmung der zusätzlich erforderlichen Sicherheitsabstände und Schutzmassnahmen bei Strassen mit $V > 60$ km/h nach Ziffer 21

20 Minimalanforderungen an Sicherheitsabstände und Schutzmassnahmen bei allen Strassen

Bei Anlagen des Schienenverkehrs mit Fahrten im Eisenbahnbetrieb $V > 60$ km/h gelten bei allen Strassen die Minimalanforderungen gemäss Tabellen 7 und 8.

Anlage des Strassenverkehrs	Relative Höhenlage Oberkante Fahrbahn Schiene H_S bzw. Fahrbahn Strasse H_{ST}	Anlage des Schienenverkehrs mit Fahrten im Eisenbahnbetrieb mit V	
		> 60 km/h und ≤ 140 km/h	> 140 km/h
Strasse	$H_{ST} \leq H_S$	2.5 m	3 m
	$H_{ST} > H_S$	2.5 m + 2 x ($H_{ST} - H_S$) maximal 15 m	3 m + 2 x ($H_{ST} - H_S$) maximal 20 m

Es ist gestützt auf die entsprechenden Normen, Richtlinien, Vollzugshilfen und lokalen Festlegungen (Reglemente, Richtpläne, ...) zu prüfen, ob Massnahmen in Bezug auf den Schutz von Personen vor dem unbeabsichtigten Aufenthalt im Lichtraumprofil der Bahn (wie grössere Abstände oder Markierung, Zäune, Hecken, usw.) notwendig sind.

Tab. 7

Sicherheitsabstände (Abstand zwischen der massgebenden Begrenzungslinie Schiene und der konstruktiven und optischen Trennung zur Anlage des Strassenverkehrs) bei Anlagen des Schienenverkehrs mit Fahrten im Eisenbahnbetrieb $V > 60$ km/h

Können die Sicherheitsabstände nicht eingehalten werden, ist ein Fahrzeugrückhaltesystem gemäss Tabelle 8 zu errichten oder es ist mit anderen Schutzmassnahmen ein vergleichbares Sicherheitsniveau sicher zu stellen. Es gelten dann die Minimalabstände gemäss Tabelle 8.

Anlage des Strassenverkehrs	Relative Höhenlage Oberkante Fahrbahn Schiene H_S bzw. Fahrbahn Strasse H_{ST}	Anlage des Schienenverkehrs mit Fahrten im Eisenbahnbetrieb mit V	
		$> 60 \text{ km/h}$ und $\leq 140 \text{ km/h}$	$> 140 \text{ km/h}$
Strasse	$H_{ST} \leq H_S$	N2 (W)	H1 (W)
	$H_{ST} > H_S$	H1 (W)	H2 (W)

W: Wirkungsbereich der Schutzeinrichtung gemäss SN 640 561.
Es kommt der minimale Abstand der Schutzeinrichtung vom Fahrbahnrand gemäss SN 640 561 zur Anwendung.

Tab. 8

Aufhaltstufe der Fahrzeugrückhaltesysteme bei Unterschreiten der Sicherheitsabstände und entsprechender Minimalabstand (Wert in Klammer) bei Anlagen des Schienenverkehrs mit Fahrten im Eisenbahnbetrieb $V > 60 \text{ km/h}$

Für die konstruktive Ausbildung des Fahrzeugrückhaltesystems gilt die Norm SN 640 561 [9]. Es kommt der minimale Abstand der Schutzeinrichtung vom Fahrbahnrand gemäss SN 640 561 zur Anwendung.

Die bei Strassen mit $V > 60 \text{ km/h}$ allenfalls erforderlichen, zusätzlichen Schutzmassnahmen ergeben sich aus Ziffer 21.

21 Zusätzliche Sicherheitsabstände und Schutzmassnahmen bei Strassen mit $V > 60 \text{ km/h}$

Das Vorgehen bei der Bestimmung der zusätzlichen Sicherheitsabstände und Schutzmassnahmen bei Anlagen des Schienenverkehrs mit Fahrten im Eisenbahnbetrieb mit $V > 60 \text{ km/h}$ und Strassen mit $V > 60 \text{ km/h}$ ergibt sich wie folgt:

Schritt 1: Berücksichtigung der Minimalanforderungen

Den Berechnungen der Risikobeiwerte die minimal erforderlichen Sicherheitsabstände bzw. Sicherheitsmassnahmen gemäss Ziffer 20 zu Grunde legen.

Schritt 2: Bestimmung Risikobeiwerte

- Verkehrsbelastung auf der Schiene (Faktor f_1)
- Streckengeschwindigkeit Reisezüge (f_2)
- Art des Schienengüterverkehrs (f_3)
- Charakteristik Fahrbahn Schiene (f_4)
- Verkehrsbelastung der Strasse DTV (f_5)
- Schwerverkehrsanteile (f_6)
- Geschwindigkeit Strassenverkehr (f_7)
- Gegenseitige Lage (f_8)
- Fahrzeugrückhaltesysteme (f_9)
- Unfallschwerpunkt (f_{10})
- Örtliche Gefahren (f_{11})
- Gestaltung Bereich zwischen Verkehrswegen (f_{12})
- Länge Parallelführung/Risikobereich (f_{13})
- Besondere Gefahren / Massnahmen (f_{14})

Schritt 3: Auswertung

Gesamtrisikowert R_G

und

Teilrisikowert Schwerverkehr R_{SNF}

wie folgt bestimmen:

$$R_G = k \times f_1 \times f_2 \times f_3 \times f_4 \times f_5 \times f_6 \times f_7 \times f_8 \times f_9 \times f_{10} \times f_{11} \times f_{12} \times f_{13} \times f_{14}$$

$$R_{SNF} = p \times (f_6 - q) \times R_G \text{ sofern } f_9 < 1 \text{ und/oder } f_{13} < 1 \text{ und/oder } f_{14} < 1$$

[Zu den Normierungsfaktoren k, p und q vgl. Ziffer 37]

Schritt 4: Bestimmung der allenfalls erforderlichen zusätzlichen Schutzmassnahmen

Allenfalls zusätzliche Schutzmassnahmen oder grösseren Sicherheitsabstand vorsehen bis R_G und R_{SNF} im zulässigen Bereich liegt.

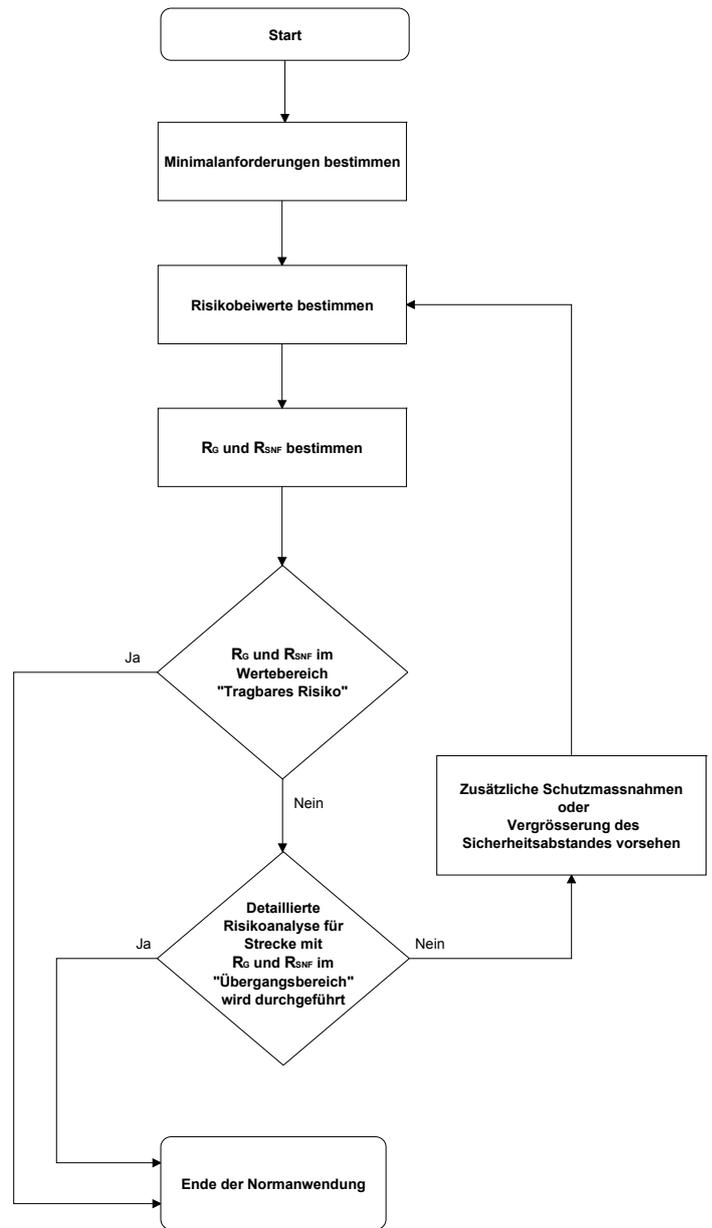


Abb. 3

Vorgehen bei der Bestimmung der zusätzlich erforderlichen Sicherheitsabstände und Schutzmassnahmen bei Strassen mit $V > 60$ km/h

Die Risikobeiwerte sind mit Zahlenwerten definiert, damit sie für EDV-Lösungen direkt in digitaler Form zur Verfügung stehen. Auf Nomogramme wird verzichtet.

Einzelheiten zur Methodik sind im Forschungsbericht ersichtlich [13].

22 Grundsatz bei der Bestimmung der Risikobeiwerte

Stehen für die Bestimmung der Risikobeiwerte keine belastbaren Informationen zur Verfügung, so eine konservative Abschätzung zur sicheren Seite vorzunehmen.

Der betrachtete Streckenabschnitt muss ein homogenes Risiko aufweisen. Dies ist soweit notwendig mit einer Aufteilung des Streckenabschnitts in Segmente sicher zu stellen.

23 Verkehrsbelastung auf der Schiene (Faktor f_1)

Der Risikobeiwert in Bezug auf Verkehrsbelastung auf der Schiene (Faktor f_1) bestimmt sich gemäss nachfolgender Tabelle.

Anzahl der Fahrten/Tag	≤ 30	> 30	> 60	> 120	> 180
		≤ 60	≤ 120	≤ 180	
f_1	1	2	3	10	12

Tab. 9
Bestimmung Faktor f_1 (Risikobeiwert Verkehrsbelastung auf der Schiene)

Bei eingleisigen Strecken werden alle Fahrten und bei mehrgleisigen Strecken die Fahrten auf den zur Strassenverkehrsanlage zwei nächstliegenden Gleisen berücksichtigt.

24 Streckengeschwindigkeit Reisezüge (Faktor f_2)

Der Risikobeiwert in Bezug auf Streckengeschwindigkeit des Reiseverkehrs (Faktor f_3) bestimmt sich in Abhängigkeit der Art der Reisezüge gemäss nachfolgender Matrix

f_2 (Matrix)		Maximale Geschwindigkeit						
		70 km/h	120 km/h	140 km/h	160 km/h	180 km/h	200 km/h	>200 km/h
Art der Reisezüge	Reisezüge lokomotivbespannt mit Verkehrsanteil > 65%	1	4	20	40	220	300	1000
	Reisezüge mit Leicht- und Pendelfahrzeugen mit Verkehrsanteil > 65%	1	20	60	100	1000	2000	4000

Tab. 10
Bestimmung Faktor f_2 (Risikobeiwert Streckengeschwindigkeit Reisezüge)

Übersteigt der Verkehrsanteil bei keiner Reisezugkategorie 65% wird für f_2 der Mittelwert beider Kategorien eingesetzt.

25 Art des Schienengüterverkehrs (Faktor f_3)

Der Risikobeiwert in Bezug auf Art des Schienengüterverkehrs (Faktor f_2) bestimmt sich unter Berücksichtigung der Streckengeschwindigkeit des Reiseverkehrs und der Art der Reisezüge (charakterisiert mittels Faktor f_2 aus Ziffer 24) gemäss nachfolgender Tabelle.

f ₃ (Matrix)		Berücksichtigung der Streckengeschwindigkeit des Reiseverkehrs und der Art der Reisezüge											
		Faktor f ₂											
		1	4	20	40	60	100	220	300	600	1000	2000	4000
Charakterisierung Transport gefährlicher Güter	Kein Transport gefährlicher Güter	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Transport gefährlicher Güter mit Personenrisiken alle Leitstoffe gemäss netzweiter Abschätzung der Personenrisiken unterhalb des Übergangsbereichs	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Transport gefährlicher Güter mit Personenrisiken alle Leitstoffe gemäss netzweiter Abschätzung der Personenrisiken in der unteren Hälfte des Übergangsbereichs	20	6	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1
	Transport gefährlicher Güter mit Personenrisiken alle Leitstoffe gemäss netzweiter Abschätzung der Personenrisiken in der oberen Hälfte des Übergangsbereichs	200	51	11	6	4	3	2	2	1	1	1	1

Die netzweite Abschätzung der Personenrisiken erfolgt periodisch im Auftrag SBB/BLS/BAV/BAFU. Die Resultate für den entsprechenden Streckenabschnitt sind beim zuständigen Infrastrukturbetreiber erhältlich.
 Berechnung: $f_3 = 1 + f_3(1)/f_2$ auf ganze Zahlen gerundet. $f_3(1)$ ist der Wert von f_3 , der für die entsprechende Transportcharakteristik bei $f_2=1$ gilt. Mit dieser funktionalen Abhängigkeit wird berücksichtigt, dass die Streckengeschwindigkeiten des Güterverkehrs < 80 km/h betragen.

Tab. 11
Bestimmung Faktor f₂ (Risikobeiwert Art des Schienenverkehrs)

Wird für f₂ der Mittelwert beider Kategorien eingesetzt, da der Verkehrsanteil bei keiner Reisezugkategorie 65% übersteigt, wird f₃ entsprechend linear interpoliert.

Liegen die Personenrisiken alle Leitstoffe in Bezug auf den Transport gefährlicher Güter gemäss netzweiter Abschätzung der Personenrisiken über der Akzeptabilitätslinie ist eine detaillierte quantitative Risikoanalyse durchzuführen.

26 *Charakteristik Fahrbahn Schiene (Faktor f₄)*

Der Risikobeiwert in Bezug auf Charakteristik Fahrbahn Schiene (Faktor f₄) bestimmt sich gemäss nachfolgender Tabelle.

Weichen und/oder Hindernisse innerhalb Fahrbahnbereich von 1 km um Nahstelle	Keine	Tunnelportale, Überbauungen oder Brücken	Weichen	Weichen und Tunnelportale, Überbauungen oder Brücken
f ₄	1	3	5	30

Tab. 12
Bestimmung Faktor f₄ (Risikobeiwert Charakteristik Fahrbahn Schiene)

27 Verkehrsbelastung der Strasse DTV (Faktor f_5)

Der Risikobeiwert in Bezug auf Verkehrsbelastung der Strasse DTV (Faktor f_5) bestimmt sich gemäss nachfolgender Tabelle.

Fahrzeuge/Tag	$\leq 10'000$	$>10'000$ $\leq 25'000$	$>25'000$ $\leq 35'000$	$>35'000$ $\leq 45'000$	$>45'000$ $\leq 55'000$	$>55'000$
f_5	1	2	3	4	5	8

Tab. 13

Bestimmung Faktor f_5 (Risikobeiwert Verkehrsbelastung der Strasse DTV)

Bei richtungsgetrenten Fahrbahnen mit Fahrzeugrückhaltesystem zwischen den richtungsgetrenten Fahrbahnen wird der DTV der der Bahnverkehrsanlage näheren Fahrspuren berücksichtigt.

28 Schwerverkehrsanteile (Faktor f_6)

Der Risikobeiwert in Bezug auf Schwerverkehrsanteile (Faktor f_6) bestimmt sich gemäss nachfolgender Tabelle.

% des DTV	$\leq 5\%$	$>5\%$ $\leq 10\%$	$>10\%$ $\leq 15\%$	$>15\%$
f_6	1	1.2	1.4	1.7

Tab. 14

Bestimmung Faktor f_6 (Risikobeiwert Schwerverkehrsanteile)

29 Örtliche Geschwindigkeit Strassenverkehr (Faktor f_7)

Der Risikobeiwert in Bezug auf Örtliche Geschwindigkeit Strassenverkehr (Faktor f_7) bestimmt sich gemäss nachfolgender Tabelle.

km/h	>60 km/h ≤ 80 km/h	>80 km/h ≤ 100 km/h	>100 km/h ≤ 120 km/h
f_7	1	2	4

Tab. 15

Bestimmung Faktor f_7 (Risikobeiwert Örtliche Geschwindigkeit Strassenverkehr)

30 Gegenseitige Lage (Faktor f_8)

Der Risikobeiwert in Bezug auf Gegenseitige Lage (Faktor f_8) bestimmt sich gemäss nachfolgender Tabelle.

Abstand zwischen der massgebenden Begrenzungslinie Schiene und der konstruktiven und optischen Trennung zur Anlage des Strassenverkehrs [m]																
n	1	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
0.99	1.2E-04	6.1E-05	1.1E-06	9.7E-08	7.5E-09	3.9E-09	3.6E-10	2.1E-10	5.7E-11	3.0E-11	3.6E-12	2.4E-12	1.1E-12	7.5E-13	3.6E-13	2.0E-13
0.66	6.0E-04	3.0E-04	3.2E-06	2.9E-07	2.5E-08	1.3E-08	1.2E-09	7.0E-10	1.9E-10	1.0E-10	1.2E-11	7.9E-12	3.8E-12	2.5E-12	1.2E-12	6.8E-13
0.33	6.0E-03	3.2E-03	3.2E-04	3.4E-05	7.5E-06	3.9E-06	3.6E-07	2.1E-07	5.7E-08	3.0E-08	3.6E-09	2.4E-09	1.1E-09	7.5E-10	3.6E-10	2.0E-10
0.3	6.3E-03	3.3E-03	3.5E-04	3.7E-05	8.2E-06	4.4E-06	5.4E-07	3.1E-07	8.5E-08	4.5E-08	5.4E-09	3.6E-09	1.7E-09	1.1E-09	5.4E-10	3.1E-10
0.25	6.6E-03	3.5E-03	3.9E-04	4.0E-05	8.9E-06	4.8E-06	7.2E-07	4.2E-07	1.1E-07	6.0E-08	7.2E-09	4.7E-09	2.3E-09	1.5E-09	7.2E-10	4.1E-10
0.2	6.6E-03	3.5E-03	4.3E-04	4.5E-05	1.0E-05	5.7E-06	1.3E-06	7.6E-07	2.2E-07	1.2E-07	2.2E-08	1.4E-08	6.9E-09	4.5E-09	2.2E-09	1.2E-09
0.15	6.8E-03	3.6E-03	4.9E-04	5.1E-05	1.1E-05	6.6E-06	1.9E-06	1.1E-06	3.6E-07	2.1E-07	5.6E-08	3.7E-08	1.8E-08	1.2E-08	5.6E-09	3.2E-09
0.1	7.0E-03	3.8E-03	5.4E-04	5.7E-05	1.3E-05	7.5E-06	2.5E-06	1.5E-06	5.1E-07	3.0E-07	9.0E-08	5.9E-08	2.9E-08	1.9E-08	9.1E-09	5.1E-09
0.05	7.0E-03	3.8E-03	6.1E-04	6.4E-05	1.4E-05	8.6E-06	3.0E-06	1.9E-06	8.2E-07	5.2E-07	2.3E-07	1.5E-07	7.1E-08	4.7E-08	2.3E-08	1.3E-08
0	7.0E-03	4.0E-03	6.8E-04	7.2E-05	1.6E-05	8.7E-06	3.6E-06	2.0E-06	1.1E-06	6.4E-07	3.6E-07	2.0E-07	1.1E-07	6.4E-08	3.6E-08	2.0E-08
-0.05	7.5E-03	5.2E-03	7.1E-04	7.6E-05	1.8E-05	1.1E-05	4.4E-06	3.0E-06	1.5E-06	1.1E-06	5.7E-07	3.9E-07	2.0E-07	1.4E-07	7.3E-08	4.1E-08
-0.1	8.0E-03	5.6E-03	7.5E-04	8.1E-05	2.1E-05	1.3E-05	5.2E-06	3.6E-06	2.0E-06	1.4E-06	7.8E-07	5.4E-07	3.0E-07	2.0E-07	1.1E-07	6.2E-08
-0.15	8.2E-03	5.8E-03	8.6E-04	9.6E-05	2.7E-05	1.8E-05	8.6E-06	6.3E-06	3.9E-06	2.7E-06	1.5E-06	1.1E-06	5.9E-07	4.0E-07	2.2E-07	1.2E-07
-0.2	8.4E-03	5.9E-03	9.7E-04	1.1E-04	3.4E-05	2.3E-05	1.2E-05	8.9E-06	5.8E-06	4.1E-06	2.3E-06	1.6E-06	8.8E-07	6.0E-07	3.3E-07	1.8E-07
-0.25	9.7E-03	6.9E-03	1.3E-03	1.7E-04	7.1E-05	5.1E-05	3.1E-05	2.4E-05	1.7E-05	1.2E-05	6.7E-06	4.6E-06	2.5E-06	1.7E-06	9.4E-07	5.3E-07
-0.3	1.0E-02	7.7E-03	2.3E-03	3.7E-04	1.9E-04	1.8E-04	1.6E-04	1.2E-04	8.2E-05	5.7E-05	3.3E-05	2.3E-05	1.2E-05	8.5E-06	4.6E-06	2.6E-06
-0.33	1.1E-02	8.6E-03	3.2E-03	5.6E-04	3.1E-04	3.0E-04	2.9E-04	2.2E-04	1.5E-04	1.0E-04	5.9E-05	4.0E-05	2.2E-05	1.5E-05	8.2E-06	4.6E-06
-0.66	1.1E-01	8.1E-02	3.1E-02	5.3E-03	3.0E-03	2.9E-03	2.8E-03	2.1E-03	1.4E-03	9.8E-04	5.6E-04	3.8E-04	2.1E-04	1.5E-04	7.8E-05	4.4E-05
-0.99	1.0E+00	7.6E-01	2.9E-01	4.9E-02	2.8E-02	2.7E-02	2.6E-02	2.0E-02	1.3E-02	9.2E-03	5.2E-03	3.6E-03	2.0E-03	1.4E-03	7.3E-04	4.1E-04

n : Mittlere Neigung n zwischen Oberkante Fahrbahn Strasse H_{ST} und Fahrbahn Schiene H_s
 $n = (H_{ST} - H_s) / (\text{Abstand massgebende Begrenzungslinie Schiene und konstruktive/optische Trennung})$

Tab. 16
 Bestimmung Faktor f_8 (Risikobeiwert Gegenseitige Lage)
 Zwischenwerte können linear interpoliert werden.
 [Kursive Werte stellen Richtstützwerte dar]

Die Werte in Tabelle 16 für eine mittlere Neigung von $n < -0.33$ und $n > 0.33$ stellen Richtstützwerte dar, da bei solchen Verhältnissen die Risikosituation häufig durch mittlere Neigung und Abstand nicht ausreichend beschrieben werden kann.

Wird von den Richtstützwerten abgewichen, ist die Anpassung mittels Faktor f_{14} vorzunehmen und zu dokumentieren.

Bei Errichtung eines Fahrzeugrückhaltesystems (Ziffer 31) ist der Wirkungsbereich W der Schutzeinrichtung gemäss SN 640 561 bei der Bestimmung des Risikobeiwerts f_8 zu berücksichtigen.

31 Fahrzeurückhaltesysteme (Faktor f_9)

Der Risikobeiwert in Bezug auf Fahrzeurückhaltesysteme (Faktor f_9) bestimmt sich gemäss nachfolgender Tabelle.

Der Risikobeiwert in Bezug auf Fahrzeurückhaltesysteme (Faktor f_9) bestimmt sich gemäss nachfolgender Tabelle.

Aufhaltstufe des Fahrzeurückhaltesystems	N2				H1				H2			
	≤5	>5 ≤10	>10 ≤15	>15	≤5	>5 ≤10	>10 ≤15	>15	≤5	>5 ≤10	>10 ≤15	>15
f_9	2.5E-01	2.8E-01	3.2E-01	3.6E-01	7.0E-03	1.4E-02	2.1E-02	2.8E-02	4.0E-04	8.0E-04	1.2E-03	1.8E-03

Aufhaltstufe des Fahrzeurückhaltesystems	H4b				Leitmauer mit Bemessung nach SIA 261			
	≤5	>5 ≤10	>10 ≤15	>15	≤5	>5 ≤10	>10 ≤15	>15
f_9	2.5E-06	3.0E-06	4.0E-06	5.0E-06	1.0E-08			

Tab. 17
Bestimmung Faktor f_9 (Risikobeiwert Fahrzeurückhaltesysteme)

Bei einem Anprall eines Fahrzeugs, welches durch das Fahrzeurückhaltesystem aufgehalten werden kann, darf das Lichtraumprofil der Bahn nicht tangiert werden.

Dies muss dadurch sichergestellt werden, dass der Wirkungsbereich W der Schutzeinrichtung gemäss SN 640 561 (Mass der Verformung eines System beim normgerechten Anprall) bei der Bestimmung des Risikobeiwerts in Bezug auf Gegenseitige Lage (Faktor f_8) berücksichtigt wird (Ziffer 30). D.h. die örtliche Lage des Rückhaltesystems wird dort angenommen, wo der Wirkungsbereich endet.

32 Unfallschwerpunkt (Faktor f_{10})

Der Risikobeiwert in Bezug auf Unfallschwerpunkt (Faktor f_{10}) bestimmt sich gemäss nachfolgender Tabelle.

Anzahl Unfälle (ohne Fussgängerunfälle) pro Jahr und km Strasse im Durchschnitt mehrerer Jahre	≤ 6	> 6 ≤ 12	> 12
f_{10}	1	2	4

Tab. 18
Bestimmung Faktor f_{10} (Risikobeiwert Unfallschwerpunkt)

Für die Bestimmung der Anzahl Unfälle werden alle Unfälle mit Ausnahme der Fussgängerunfälle (Nr. 1 bis Nr. 9 gemäss SN 640 010; [11]) berücksichtigt.

Die Anzahl Jahre für die Bestimmung der Anzahl Unfälle ist so zu wählen, dass die Unfallrate statistisch signifikant ist.

Der betrachtete Streckenabschnitt ist soweit in Segmente aufzuteilen, dass die Segmente ein homogenes Risiko aufweisen (vgl. Ziffer 22).

Die Segmente sollen eine maximale Länge von 200 m aufweisen. Für die Bestimmung der Unfallrate ist dann ein Zeitraum von mindestens 5 Jahre zu verwenden. Bei kürzeren Segmenten ist eine entsprechend grössere Anzahl Jahre zu Grunde zu legen.

33 Örtliche Gefahren (Faktor f_{11})

Der Risikobeiwert in Bezug auf Örtliche Gefahren (Faktor f_{11}) bestimmt sich gemäss nachfolgender Tabelle.

Art der Gefahrenquelle	Kurvenradius Strasse * >240 m bzw. 650 m (Hochleistungsstrassen) Keine andere Gefahrenquelle**	Projektierungsgeschwindigkeit Kurve (Kurvenradius Strasse *) wenig abweichend von zulässiger Höchstgeschwindigkeit auf den angrenzenden Streckensegmenten Kleine andere Gefahrenquelle**	Projektierungsgeschwindigkeit Kurve (Kurvenradius Strasse *) stark abweichend von zulässiger Höchstgeschwindigkeit auf den angrenzenden Streckensegmenten Grosse andere Gefahrenquelle**
f_{11}	1	3	10

* Ein Kurvenradius von 75 m / 240 m / 650 m entspricht einer Projektierungsgeschwindigkeit von 50 km/h / 80 km/h / 120 km/h (SN 640 080b [10]): Als stark abweichend bei Strassen mit Höchstgeschwindigkeit 80 km/h auf den angrenzenden Streckensegmenten gilt ein Kurveradius von <75 m.

** Als örtliche Gefahrenquellen gelten z.B. besondere örtliche Neigungsverhältnisse, Kreuzungen oder Einmündungen im Einflussbereich der Eisenbahn, häufig schlechte Sichtverhältnisse.

Tab. 19
Bestimmung Faktor f_{11} (Risikobeiwert Örtliche Gefahren)

34 Gestaltung des Bereichs zwischen den Verkehrsweegen (Faktor f_{12})

Der Risikobeiwert in Bezug auf Gestaltung des Bereichs zwischen den Verkehrswege (Faktor f_{12}) bestimmt sich gemäss nachfolgender Tabelle. (wobei angenommen wird, dass kein Einfluss auf das Risiko aus abgeworfener Ladung resultiert; vgl. Ziffer 38).

Art des Geländes oder des Bewuchses	Damm 1.75 m < h < 2.25 m Steilheit > 2:3	Damm 2.25 m < h < 2.75 m Steilheit > 2:3	Graben 0.75 m < t < 1 m Flanken > 2:3	Graben t > 1.0 m Flanken > 2:3	Bäume mit Stammdurchmessern > 0.5 m und Abständen < 2.0 m
f_{12}	0.3	0.1	0.3	0.1	0.1

Tab. 20
Bestimmung Faktor f_{12} (Risikobeiwert Gestaltung des Bereichs zwischen den Verkehrswege)

Bei Vorliegen solcher Hindernisse ist strassenseitig die Notwendigkeit eines Fahrzeugrückhaltesystems gemäss Norm SN 640 561 [9] zu prüfen.

35 Länge Parallelführung/Risikobereich (Faktor f_{13})

Der Risikobeiwert in Bezug auf die Länge der Parallelführung bzw. die Länge des Risikobereiches (Faktor f_{13}) bestimmt sich gemäss nachfolgender Tabelle.

Länge	≤50 m	>50 m ≤100 m	>100 m
f_{13}	0.5	0.75	1

Tab. 21
Bestimmung Faktor f_{13} (Risikobeiwert Länge der Parallelführung)

Die Länge bezieht sich auf den zu beurteilenden Streckenabschnitt der Bahn. Dieser muss ein homogenes Risiko aufweisen (vgl. Ziffer 22).

36 Besondere Gefahren / Massnahmen (Faktor f_{14})

Da die zur Beurteilung des vorhandenen Risikos herangezogenen Einflussgrössen nicht alle in der Praxis vorkommenden Fälle abdecken können, wird durch den Faktor f_{14} den örtlichen Besonderheiten unterschieden in Bezug auf das Gesamtrisikowert R_G (f_{14G}) und den Teilrisikowert Schwerverkehr R_{SNF} (f_{14SNF}) im erforderlichen Masse Rechnung getragen.

Der Faktor f_{14} kann sich aus mehreren Teilfaktoren zusammensetzen.

Im Rahmen der Planung

- ist abzuklären, ob in Bezug auf den Faktor f_8 von den Richtstützwerten für eine mittlere Neigung von $n < - 0.33$ bzw. $n > 0.33$ in Tabelle 16 abgewichen werden muss und eine erforderliche Anpassung mittels eines entsprechende (Teil-) Faktors vorzunehmen.
- sind mögliche Gefahrenquellen zu ermitteln und hinsichtlich ihres Risikos zu bewerten. Gefahrenquellen können z.B. häufige Gefahrguttransporte oder Sondertransporte sein.
- sind besondere Massnahmen hinsichtlich ihrer Risikoreduktion zu bewerten. Besondere Massnahmen können z.B. Dämme mit $H > 2.75$ m oder Kombination von Dämmen und Fahrzeugrückhaltesystemen oder Ladungsrückhaltesysteme sein.

37 Bestimmung der allenfalls erforderlichen zusätzlichen Schutzmassnahmen gegen abkommende Fahrzeuge

Ob zusätzliche Massnahmen gegen abkommende Fahrzeuge notwendig sind, bestimmt sich auf Basis des Gesamtrisikowerts R_G gemäss nachfolgender Tabelle.

R_G^*	Tragbares Risiko ≤ 100	Übergangsbereich $> 100 \leq 1'000$	Nicht akzeptables Risiko $> 1'000$
	Keine zusätzlichen Schutzmassnahmen	Zusätzliche Schutzmassnahmen oder Detaillierte quantitative Risikoanalyse	Zusätzliche Schutzmassnahmen oder grösserer Sicherheitsabstand
* $R_G = 1E04 \times f_1 \times f_2 \times f_3 \times f_4 \times f_5 \times f_6 \times f_7 \times f_8 \times f_9 \times f_{10} \times f_{11} \times f_{12} \times f_{13} \times f_{14G}$ (Normierung mit 1E04, Resultat gerundet auf ganze Zahl)			

Tab. 22

Ermittlung Notwendigkeit zusätzlicher Massnahmen gegen abkommende Fahrzeuge

Die Minimalanforderungen nach Ziffer 20 müssen unabhängig vom Ergebnis der Berechnung von R_G erfüllt werden.

Soweit eine detaillierte quantitative Risikoanalyse durchgeführt wird, hat diese dem Stand der Sicherheitstechnik zu entsprechen.

38 Bestimmung der allenfalls erforderlichen zusätzlichen Schutzmassnahmen gegen Ladungsabwurf

Ob zusätzliche Massnahmen gegen Ladungsabwurf notwendig sind, muss dann bestimmt werden, falls

- der Abstand bei gleicher oder höherer Lage der Bahn geringer als 5 m ist oder die Bahn tiefer als die Strasse liegt
- das Risiko gegen abkommende Fahrzeuge tragbar ist und zugleich
- ein Risikobeiwert in Bezug auf Fahrzeugrückhaltesysteme (Faktor $f_9 < 1$) oder
- ein Risikobeiwert in Bezug auf Gestaltung des Bereichs zwischen den Verkehrswege (Faktor $f_{12} < 1$) oder
- ein Risikobeiwert in Bezug auf besondere Massnahmen (Faktor $f_{14G} < 1$) berücksichtigt wurde.

Ob zusätzliche Massnahmen notwendig sind, bestimmt sich dann auf Basis des Gesamtrisikowerts R_{SNF} gemäss nachfolgender Tabelle.

R_{SNF}^*	Tragbares Risiko ≤ 10	Übergangsbereich $> 10 \leq 100$	Nicht akzeptables Risiko > 100
	Keine zusätzlichen Schutzmassnahmen	Zusätzliche Schutzmassnahmen oder Detaillierte quantitative Risikoanalyse	Zusätzliche Schutzmassnahmen oder grösserer Sicherheitsabstand
<p>* $R_{SNF} = (22.5 \times f_6 - 20) \times f_1 \times f_2 \times f_3 \times f_4 \times f_5 \times f_7 \times f_8 \times f_{10} \times f_{11} \times f_{12} \times f_{13} \times f_{14SNF}$ sofern $f_9 < 1$ (Resultat gerundet auf ganze Zahl)</p> <p>= $(22.5 \times f_6 - 20) \times f_1 \times f_2 \times f_3 \times f_4 \times f_5 \times f_7 \times f_8 \times f_{10} \times f_{11} \times f_{13} \times f_{14SNF}$ sofern $f_9 = 1$ und $f_{12} < 1$ und/oder $f_{14G} < 1$ (Resultat gerundet auf ganze Zahl)</p>			

Tab. 23
Ermittlung Notwendigkeit zusätzlicher Massnahmen gegen Ladungsabwurf

Die Wirksamkeit der Massnahmen gegen Ladungsabwurf ist im Einzelfall auf Grundlage der vorgesehenen Konstruktion gemäss dem Stand der Ingenieurwissenschaft nachzuweisen.

Soweit eine detaillierte quantitative Risikoanalyse durchgeführt wird, hat diese dem Stand der Sicherheitstechnik zu entsprechen.

J Literaturverzeichnis

- [1] Eisenbahnverordnung, SR 742.141.1 (Stand am 1. Juli 2010)
- [2] Bundesamt für Verkehr: Ausführungsbestimmungen zur Eisenbahnverordnung, SR 742.141.11 (Stand am 1. Juli 2010)
- [3] Schweizerische Fahrdienstvorschriften FDV (R 300.1. 15), SR 742.173.001 (Stand am 1. Juli 2010)
- [4] VÖV/UTP Verband öffentlicher Verkehr; RTE 20012; Lichtraumprofil, Regelwerk Technik Eisenbahn RTE, Vertrieb durch VSS, 2006
- [5] VSS, Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute; Schweizer Norm SN 640 200a, Geometrisches Normalprofil, Allgemeine Grundsätze, Begriffe und Elemente, Zürich 2003
- [6] VSS, Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute; Schweizer Norm SN 640 201, Geometrisches Normalprofil, Grundabmessungen und Lichtraumprofil der Verkehrsteilnehmer, Zürich 1992
- [7] VSS, Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute; Schweizer Norm SN 640 202, Geometrisches Normalprofil, Erarbeitung, Zürich 1992
- [8] VSS, Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute; Schweizer Norm SN 640 212, Entwurf des Strassenraumes, Gestaltungselemente, Zürich 2000
- [9] VSS, Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute; Schweizer Norm SN 640 561, Passive Sicherheit im Strassenraum, Fahrzeug-Rückhaltesysteme, Zürich 2005
- [10] VSS, Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute; Schweizer Norm SN 640 080b, Projektierung, Grundlagen, Geschwindigkeit als Projektierungselement, Zürich 1991
- [11] VSS, Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute; Schweizer Norm SN 640 010, Strassenverkehrsunfälle, Unfallanalysen sowie Kurz- Gefahren und Risikoanalysen, Zürich 2001
- [12] ASTRA, Richtlinie für Fahrzeugrückhaltesysteme, Bern 2005
- [13] UVEK, Bundesamt für Strassen, Forschungsbericht zu Forschungsauftrag VSS-2008/801, Sicherheit bei Parallelführung und Zusammentreffen von Strassen mit der Schiene, Bern 2011

IV Unfallberichte aus der Presse mit Fokus Eskalationspotential (Auswahl)

Mannheim/ Kaiserslautern

Fünfzehn Verletzte bei Unfall mit ICE

Bei einem Unfall mit einem ICE im Pfälzerwald sind neuesten Angaben zufolge fünfzehn Menschen verletzt worden, einer von ihnen schwer. Der Schnellzug war zwischen Neustadt an der Weinstraße und Lambrecht mit einem Müllfahrzeug kollidiert. Die Strecke Mannheim-Kaiserslautern ist gesperrt.



Der ICE hat das Müllfahrzeug gestreift 

Bei dem Schwerverletzten, der mit einem Rettungshubschrauber in die Unfallklinik nach Ludwigshafen gebracht wurde, handelt es sich nicht um einen Fahrgast, sondern um den Fahrer des Müllfahrzeugs, mit dem der Zug kollidiert war. Der 35-Jährige habe sich die Verletzungen wohl zugezogen, als er sich vor dem nahenden ICE in Sicherheit bringen wollte. Zur Höhe des Sachschadens konnten die Ermittler bisher keine Angaben machen.

Nach Angaben der Polizei war das Müllfahrzeug am späten Morgen an einer Böschung ins Rutschen gekommen und dadurch direkt an die Gleise geraten. Ein kurz darauf

heranfahrender ICE, der auf dem Weg von Frankfurt nach Paris war, streifte das Müllfahrzeug. Der Triebwagen des mit 320 Fahrgästen besetzten Zuges wurde durch die Kollision an der Seite komplett aufgeschlitzt, der Waggon direkt dahinter entgleiste.



Die Fahrgäste wurden nach dem Unfall in einer nahe gelegenen Turnhalle versorgt. Laut Augenzeugen waren sie "geschockt, aber gefasst".

Schnellzüge nicht mit voller Geschwindigkeit unterwegs

Der ICE war zum Glück nicht mit voller Geschwindigkeit unterwegs. Sonst hätten die Unfallfolgen wesentlich schlimmer ausfallen können. Nach Angaben der Bahn können die Schnellzüge auf dem kurvigen Abschnitt durch den Pfälzerwald nur etwa 90 Stundenkilometer fahren. In der Spitze erreicht ein ICE bis zu 300 Stundenkilometer.

Straße für Müllfahrzeug viel zu schmal

Die Bundespolizei und die zuständige Aufsichtsbehörde für den Bahnverkehr ermitteln, wie es zu dem Unfall kommen konnte. Die Straße neben der ICE-Strecke, von der der Müllwagen an die Strecke gerutscht war, ist sehr schmal und ähnelt eher einem Radweg. Die Müllabfuhr kann aber nur über diese Straße die Häuser einer Siedlung erreichen, weil die reguläre Unterführung an der Zufahrt zu der Siedlung wohl zu niedrig für das Fahrzeug ist.



Ein ICE-Waggon wurde seitlich aufgeschlitzt

Fernverkehr wird über Karlsruhe umgeleitet

Bahnstrecke Mannheim-Saarbrücken bleibt zwischen Neustadt an der Weinstraße und Weidenthal nach dem Unfall voraussichtlich noch bis morgen gesperrt. Etwa 100 Einsatzkräfte waren bei den Rettungsarbeiten vor Ort. Wann diese beendet sein werden, war zunächst unklar. Für den Regionalverkehr wurde zwischen den beiden Orten ein Notverkehr mit Bussen und Taxen eingerichtet. Der ICE-Verkehr zwischen Frankfurt und Paris werde über Karlsruhe und Straßburg umgeleitet, teilte die Bahn mit.

17.08.2010, 18.21 Uhr



Lokomotive entgleist wegen Motorrad



Der Steuerwagen des Voralpen-Express nach dem Unfall. (BILD: BILD: KAPO SG)

Bei Schmerikon ist gestern ein Zug der Schweizerischen Südostbahn entgleist. Die Lokomotive prallte gegen die Maschine eines gestürzten Trike-Fahrers, die auf den Schienen lag. Ausser dem Trike-Fahrer wurde niemand verletzt.

MICHAEL KASPAR

Bollingen. Glück hatten die Passagiere des Voralpen-Express, der gestern nachmittag um 14.57 Uhr in Rapperswil erwartet wurde. Der Fahrer eines Trikes, eines dreirädrigen Motorrads, war auf der Uznacherstrasse in die seeseitige Leitplanke geprallt, worauf sein Gefährt auf die Schienen geschleudert wurde. Der Fahrer blieb leicht verletzt auf der Strasse liegen. Kurz darauf nahte der Zug aus Richtung Schmerikon.

Masten umgerissen

Dem Lokführer blieb nichts anderes, als eine Notbremse einzuleiten. Der Steuerwagen des Voralpen-Express prallte heftig in das auf den Schienen liegende Wrack, entgleiste und riss mehrere Fahrleitungsmasten mit sich. Erst nach mehreren hundert Metern kam der Zug zum Stillstand.

Die 90 Passagiere im Zug und auch der Lokführer, der sich noch in den hinteren Teil des Steuerwagens retten konnte, blieben unverletzt. Die Passagiere wurden mit Bussen nach Rapperswil gebracht. Der Sachschaden ist gross, wie die SBB als Betreiberin der Gleise und die Kantonspolizei St. Gallen bestätigten.

Starke Verkehrsbehinderungen

Sowohl der Zug als auch die Fahrleitungen wurden stark beschädigt. Die Strasse neben der Unfallstelle wurde gesperrt, was zu starken Behinderungen auf dem umliegenden Strassennetz führte. Sie kann gemäss Polizeiangaben von gestern frühestens heute wieder geöffnet werden.

Bahnstrecke gesperrt

Wann die Bahnlinie wieder befahren werden kann, war gestern abend noch unklar. Das hängt unter anderem davon ab, wie stark die Fahrleitungen, die Fundamente und die Gleisanlagen beschädigt sind, wie SBB-Sprecher Daniele Pallecchi sagte. Wie die Kantonspolizei St. Gallen in einem Communiqué von gestern abend mitteilte, wird die Strecke «sicher zwei Tage unterbrochen» sein. Die Züge wenden vorerst in Uznach und Rapperswil, dazwischen verkehren Ersatzbusse.

V Unfallberichte aus der Presse mit Fokus Auslöser von Entgleisungen (Auswahl)

Regionalzug nach Unfall mit Kühen entgleist. Ein Regionalzug Olten–Luzern hat in der Nacht auf den Mittwoch etwa einen Kilometer vor der Einfahrt Rothenburg Station (LU) mehrere Kühe angefahren. Dabei entgleiste eine Achse des Steuerwagens. Fünf Kühe kamen ums Leben. Das Gleis wurde stark beschädigt. Zwischen Olten und Luzern kam es bis um 10 Uhr vormittags zu Verspätungen von zehn Minuten. (ap)

St. Galler Tagblatt, 02. April 2004, 00:30

Zug prallte gegen Traktor

ICE entgleist: Die meisten der über 100 Zugpassagiere blieben unverletzt

Efringen-Kirchen. Auf der Bahnstrecke Basel-Dortmund ist gestern ein ICE-Zug nach dem Zusammenstoss mit einem Traktor entgleist. Zwei Menschen wurden verletzt.

Im deutschen Efringen-Kirchen, rund 15 Kilometer vom Badischen Bahnhof Basel entfernt, stürzte gestern Morgen ein Winzer mit seinem Traktor einen steilen Weinberg herab, direkt auf die Gleise der stark befahrenen ICE-Strecke. Der herannahende ICE 600 auf dem Weg von Basel nach Dortmund prallte gegen den Traktor und sprang aus den Schienen. Ein zweiter ICE streifte den verunglückten Zug. Für Rettungskräfte und Polizei wurde Grossalarm ausgelöst. Im Einsatz befanden sich bis zu 100 Helfer. Der Traktorfahrer wurde schwer verletzt, er schwebte jedoch nicht in Lebensgefahr. Eine Reisende wurde leicht verletzt und musste behandelt werden.

Geringe Geschwindigkeit

Mehrere Passagiere sowie der Lokführer erlitten zudem einen Schock, leichtere Schürfwunden sowie Prellungen. In dem Zug befanden sich rund 100 Passagiere. Dass nicht mehr Menschen zu Schaden kamen, lag offenbar an der geringen Geschwindigkeit des Unfallzuges. Wegen der bergigen und kurvenreichen Strecke war der ICE 600 lediglich mit etwa 80 km/h unterwegs. Der Unfall sei vermutlich durch ein Bremsversagen beim Traktor ausgelöst worden, hiess es. Laut Polizei wurde der Triebkopf des ICE und das Gleis stark beschädigt. Nach dem Unfall kam es im deutschen und im schweizerischen Bahnverkehr zu erheblichen Behinderungen. Die Bahnstrecke Basel-Freiburg war nach dem Unfall zwischen Efringen-Kirchen und Müllheim vorübergehend komplett gesperrt. In Deutschland kam es in den vergangenen Jahren immer wieder zu Unfällen mit ICE-Zügen, Unfälle mit Verletzten sind allerdings selten.

Erinnerungen an Eschede

Ein Unfall wie 1998 im niedersächsischen Eschede sei «extrem unwahrscheinlich», sagte der Sprecher des deutschen Fahrgastverbandes Pro Bahn, der Physiker Hartmut Buyken. «Ein ICE hat eine grosse Trägheit, so dass er selbst beim Entgleisen in Fahrtrichtung weitergeschoben wird», erklärte Buyken. Beim bisher schwersten ICE-Zugunglück in Eschede, bei dem 101 Menschen getötet wurden, seien extrem unglückliche Umstände zusammengekommen. (sda)

Lokomotive entgleist wegen Motorrad



Der Steuerwagen des Voralpen-Express nach dem Unfall. (BILD: BILD: KAPO SG)

Bei Schmerikon ist gestern ein Zug der Schweizerischen Südostbahn entgleist. Die Lokomotive prallte gegen die Maschine eines gestürzten Trike-Fahrers, die auf den Schienen lag. Ausser dem Trike-Fahrer wurde niemand verletzt.

MICHAEL KASPAR

Bollingen. Glück hatten die Passagiere des Voralpen-Express, der gestern nachmittag um 14.57 Uhr in Rapperswil erwartet wurde. Der Fahrer eines Trikes, eines dreirädrigen Motorrads, war auf der Uznacherstrasse in die seeseitige Leitplanke geprallt, worauf sein Gefährt auf die Schienen geschleudert wurde. Der Fahrer blieb leicht verletzt auf der Strasse liegen. Kurz darauf nahte der Zug aus Richtung Schmerikon.

Masten umgerissen

Dem Lokführer blieb nichts anderes, als eine Notbremse einzuleiten. Der Steuerwagen des Voralpen-Express prallte heftig in das auf den Schienen liegende Wrack, entgleiste und riss mehrere Fahrleitungsmasten mit sich. Erst nach mehreren hundert Metern kam der Zug zum Stillstand.

Die 90 Passagiere im Zug und auch der Lokführer, der sich noch in den hinteren Teil des Steuerwagens retten konnte, blieben unverletzt. Die Passagiere wurden mit Bussen nach Rapperswil gebracht. Der Sachschaden ist gross, wie die SBB als Betreiberin der Gleise und die Kantonspolizei St. Gallen bestätigten.

Starke Verkehrsbehinderungen

Sowohl der Zug als auch die Fahrleitungen wurden stark beschädigt. Die Strasse neben der Unfallstelle wurde gesperrt, was zu starken Behinderungen auf dem umliegenden Strassennetz führte. Sie kann gemäss Polizeiangaben von gestern frühestens heute wieder geöffnet werden.

Bahnstrecke gesperrt

Wann die Bahnlinie wieder befahren werden kann, war gestern abend noch unklar. Das hängt unter anderem davon ab, wie stark die Fahrleitungen, die Fundamente und die Gleisanlagen beschädigt sind, wie SBB-Sprecher Daniele Pallecchi sagte. Wie die Kantonspolizei St. Gallen in einem Communiqué von gestern abend mitteilte, wird die Strecke «sicher zwei Tage unterbrochen» sein. Die Züge wenden vorerst in Uznach und Rapperswil, dazwischen verkehren Ersatzbusse.

VI Unfallberichte aus der Presse mit Fokus Ausmass des Abirrens (Auswahl)

Nach Überholmanöver 30 Meter weit geflogen

-yr. Ein 19-jähriger Autolenker ist am Mittwochmittag in Kindhausen (Gemeinde Volketswil) wegen übersetzter Geschwindigkeit ins Schleudern geraten und gemäss Kantonspolizei mit seinem Fahrzeug knapp 30 Meter durch die Luft geflogen. Zuvor kollidierte das Fahrzeug mit einem Kandelaber, streifte einen Baum, zerstörte einen Hundezwinger und fällte eine 25 Zentimeter dicke Linde. Der junge Lenker fuhr um 12 Uhr auf der Effretikerstrasse von Bietenholz Richtung Hegnau, als es nach einem Überholmanöver zum Unfall kam. Der Lenker und ein Mitfahrer wurden dabei verletzt, das Auto erlitt Totalschaden. Die Kantonspolizei sucht den Lenker eines roten PW, der zum Zeitpunkt des Unfalls von Hegnau Richtung Effretikon unterwegs war; Hinweise werden entgegengenommen unter Telefon 052 213 52 31.

Lastwagen mit Achsbruch auf SBB-Gleis

Bahnunterbruch nach Verkehrsunfall

tom. Nach einer Schleuderfahrt ist ein mit Holzpaletten beladener Lastwagen am Dienstagmorgen in Auslikon (Gemeindegebiet Pfäffikon) mit einem Achsbruch auf dem SBB-Trasseee stehen geblieben. Verletzt wurde niemand. Der Bahnverkehr zwischen Pfäffikon und Kempten blieb bis am späten Nachmittag unterbrochen.

Gemäss Angaben der Kantonspolizei Zürich fuhr kurz vor 9 Uhr ein 30-jähriger Lastwagenlenker auf der Hochstrasse von Pfäffikon in Richtung Auslikon. Beim Ortsausgang geriet er aus noch ungeklärten Gründen mit seinem Fahrzeug über den rechten Fahrbahnrand hinaus. Der Lastwagen schlitterte das Wiesenbord hinunter; er kam darauf auf dem rund zehn Meter entfernten SBB-Bahntrasseee mit einem Achsbruch zum Stillstand. Wegen der blockierten Strecke mussten für Bahnreisende Busse eingesetzt werden. Der Sachschaden konnte am Dienstag noch nicht beziffert werden, dürfte aber – nach Angaben der Polizei – mehrere zehntausend Franken erreichen. Die Feuerwehr Pfäffikon stand mit 20 Mann im Einsatz. Weil eine kleinere Menge Dieselöl ausgeflossen war, entstand eine Gewässerverschmutzung. Über deren Ausmass konnte die Polizei allerdings keine genauen Angaben machen.

Lamborghini bei Unfall 150 Meter weit geflogen. Bei einem Unfall mit hoher Geschwindigkeit hat ein Sportwagen der Marke Lamborghini in Niederbayern regelrecht von der Autobahn abgehoben und ist nach 150 Metern in einen Wald gestürzt. Die beiden 18-jährigen Insassen des mehr als 300 000 Franken teuren Autos wurden schwer verletzt, wie die Polizei in Straubing mitteilte. Der Lamborghini Murcielago sei bei sehr hoher Geschwindigkeit auf der Autobahn 3 zwischen Bogen und Schwarzach ins Schleudern geraten und habe die Leitplanke durchbrochen. Wie wegekataultiert, sei der Wagen etwa 150 Meter durch die Luft geflogen. (dpa)

KAPO ZH 15.02.2006

Pfäffikon: Verkehrsunfall durch Selbstverschulden fordert zwei Verletzte



Am Dienstagnachmittag (14.2.2006) hat auf der Hochstrasse in Pfäffikon ein Personenwagenlenker infolge massiver Überschreitung der Geschwindigkeit einen Selbstunfall verursacht. Der beiden Insassen wurden zum Teil schwer verletzt.

Kurz nach 13.00 Uhr überholte ein Personenwagenlenker mit massiv übersetzter Geschwindigkeit auf der Hochstrasse - von Auslikon kommend - mehrere Fahrzeuge. In einer leichten Linkskurve verlor er die Herrschaft über seinen Wagen und kam ins Schleudern. Er überquerte eine Wiese, flog rund 30 Meter durch die Luft und kam auf der Seite liegend neben dem Bahntrasse zum Stillstand. Die beiden Fahrzeuginsassen konnten das Fahrzeug selbständig verlassen, mussten aber durch die Ambulanz ins Spital eingeliefert werden.

Der Beifahrer erlitt schwere Verletzungen. Beim Fahrer handelt es sich um einen 18-jährigen Schweizer, welcher seit Dezember 2005 im Besitze des Führerausweises ist, er wurde leicht verletzt.

Oberuzwil: Glück im Unglück

In der Nacht vom Samstag, (07.07.2007) ereignete sich ein spektakulärer Selbstunfall. Dabei geriet das Unfallfahrzeug von der Strasse und landete auf den Schienen der SBB. Die Fahrzeuginsassen zogen sich nur leichte Schürfwunden zu. Der Bahnbetrieb war während zirka einer Stunde unterbrochen.

Der Unfallverursacher fuhr kurz vor 22:30 Uhr mit seinem Fahrzeug von Flawil Richtung Oberuzwil. In der Rechtskurve vor der Bahnüberführung Mattholz verlor er die Herrschaft über sein Fahrzeug, durchbrach die linksseitige Randleitplanke, stürzte das steil abfallende Wiesenbord hinunter und kam auf den Bahngleisen der SBB zum Stillstand. Sofort verständigte er die Polizei, sodass der Schienenverkehr unterbrochen werden konnte. Fahrer und Beifahrer zogen sich nur leichte Prellungen und Schürfungen zu. Nichtanpassen der Geschwindigkeit an die Strassenführung dürfte der Grund für den Selbstunfall sein.



Tiertransporter knapp vor Absturz hängengeblieben



Glück gehabt: Der Tiertransporter kam erst kurz vor dem Abgrund bei Brübach zum Stehen.

(Bild: Bild: Kapo SG)

Regen und eine kalte Nacht hatten auf den Strassen in der Ostschweiz eine dünne Eisschicht entstehen lassen. Die Verhältnisse führten zu Dutzenden von Unfällen.

Auf der Autobahn zwischen Wil und St. Margrethen kam es wegen der vereisten Strasse zu Behinderungen. Die schwierigen Strassenverhältnisse führten zu zahlreichen Unfällen in der ganzen Schweiz. Allein im Kanton St. Gallen wurden am Montagmorgen über 30 Unfälle gemeldet. Eine Person wurde leicht verletzt.

Grosses Glück hatte der Chauffeur eines Tiertransporters, der nur knapp an einer Katastrophe vorbeischlitterte. Wie die Kantonspolizei St. Gallen mitteilte, geriet der leere Lastwagen unmittelbar vor einer Brücke bei Brübach ins Rutschen und durchschlug die Leitplanke. Er kam – mit der Führerkabine über dem Abgrund hängend – gerade noch rechtzeitig zum Stillstand. Sonst wäre der Chauffeur 13 Meter in die Thur abgestürzt.

Lieferwagen kippt auf Gleis



münchwilen. Ein Lieferwagen ist am Donnerstag in Münchwilen auf das Gleis der Frauenfeld- Wil-Bahn gekippt. Ein 20jähriger Lieferwagenfahrer war auf der Frauenfelderstrasse Richtung Wängi unterwegs und verlor auf der schneebedeckten Fahrbahn plötzlich die Kontrolle über sein Fahrzeug. Der Unfallverursacher konnte dem Lieferwagen unverletzt entsteigen. (sda)



Mit dem Auto auf Bahngleise gelandet

Urnäsch. Am Donnerstagmorgen geriet eine Autofahrerin bei der Fahrt von Urnäsch Richtung Waldstatt bei einem Überholmanöver ins Schleudern. Sie fuhr eine Böschung hinunter und in ein Bahngleis. Die Lenkerin erlitt unbestimmte Verletzungen und wurde mit dem Krankenwagen in ein Spital gebracht. Für die Bergung des Autos war ein Kran nötig. Am Fahrzeug entstand nach Angaben der Polizei Totalschaden. Wegen des Unfalls war der Bahnbetrieb zwischen Urnäsch und Waldstatt eine Stunde lang unterbrochen.

Armeelastwagen auf Bahngleis

Gontenbad. Ein Anhängerzug der Schweizer Armee ist am Samstagvormittag auf der schneebedeckten Strasse in Gontenbad ins Schleudern geraten. Er blieb auf den Gleisen der Appenzeller Bahnen stecken. Verletzt wurde niemand.

Der Berufschaffeur war mit dem Armeelastwagen samt leerem Infanterieanhänger von Gonten her in Richtung Appenzell unterwegs. Laut Angaben der Appenzeller Polizei handelte es sich um eine zivile Übungsfahrt mit mehreren Fahrzeugen.

Auf der schneebedeckten Strasse rutschte der Anhängerzug über die Gegenfahrbahn, prallte in eine niedrige Stützmauer und zurück über die ganze Hauptstrasse. Von dort aus geriet der Anhängerzug über die schneebedeckte Wiese auf die Gleise der Appenzeller Bahnen. Verletzt wurde niemand. Der Bahnbetrieb jedoch war während über einer Stunde unterbrochen. (sda)

Mit Auto über den Schneehang



Der Unfallort von oben: Kein Schneebob, sondern ein Auto. (BILD: BILD: KAPO SG)

Jonschwil. Lustig ist das nicht, auch wenn es auf den ersten Blick an eine winterliche Vergnügungsfahrt mit einem Schneebob erinnert: Eine Automobilistin rutschte am Montagmorgen mit ihrem Fahrzeug rund 30 Meter weit ein steiles Wiesenbord hinab, bevor das Fahrzeug überschlug und auf dem Dach landete.

Die 34-Jährige war laut Polizeiangaben auf der Strasse von Jonschwil Richtung Schwarzenbach unterwegs gewesen, als sie aus ungeklärten Gründen in einer langgezogenen Linkskurve von der Fahrbahn abkam – und dann den Abhang herunterschlitterte. Die verunfallte Lenkerin wurde mit dem Rettungswagen zur Kontrolle ins Spital gebracht. (red.)

VII Angaben zum Schienennetz und zur Verkehrsleistung

Schiennetz CH	5'035 km
Normalspur:	3'652 km
Schmalspurnetz:	1'383 km
Netz SBB	3'139 km

(Quelle: <http://www.bav.admin.ch/dokumentation/publikationen/00475/01623/01640/index.html?lang=de>)

UIC Statistik der Bahnen - Synthese

2009

Land	Eisenbahnunter- nehmen	Tausend km ²	Millionen	Einwohner je km ²	in Kilometer		Lokomotiven einschl. Klein- lokomotiven	Trieb- wagen an Bestand am Jahresende	Personenwa- gen, Trieb- u. Triebwagen- anhänger	Güterwagen des Eisenbahn- unternehmens	Millionen		Millionen Tonnen Güterverkehr	Millionen Tonnenkilometer Güterverkehr
					Gesamt- summe	davon Zweigleisig oder mehr					Zug-km	Bruttotonnenkm		
Europa														
EU UE														
Austria	GKB	84	8.2	98	103'104	177'305	31'278	37'103	130'837	1'061'913	5'534	5'983'823	624'124	2'411'353
"	ÖBB	"	"	"	91'034	112'139	25'311	33'043	94'008	448'529	3'538	1'110'008	386'241	276'775
Germany	DB AG	357	82.3	231	2'062	3'539	1'092	499	2'794	30'386	148	75'138	121	6
Switzerland	BLS	41	7.6	185	18'053	19'701	5'088	8'821	18'607	113'657	870	367'214	76'772	341
"	BLS Cargo	"	"	"	405	405	64	96	478	9	13	4'664	741	-
"	SBB CFF FFS	"	"	"	-	-	50	-	-	21	5	5'258	-	4
"					1709	3'139	1'501	532	3'910	9'121	162	67'950	16'676	49

(Quelle: Auszug aus <http://www.uic.org/spip.php?article1347>)

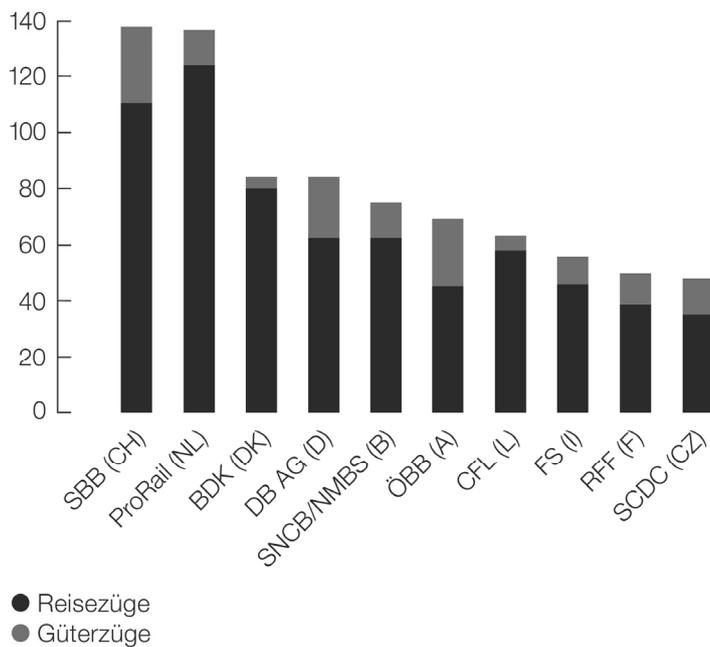
Europäische Bahnen im Vergleich 2008¹

Bahn	Land	Betriebslänge km	davon elektrifiziert %	Personalbestand in 1000	Fahrten je Einwohner
CD/SZDC	Tschechien	9464	32,5	59,1	17
CFL	Luxemburg	275	95,3	3,5	37
DB AG	Deutschland	33 855	58,0	240,0	23
DSB/BDK	Dänemark	2 131	29,1	10,0	30
FS	Italien	16 529	70,9	91,4	10
NS/ProRail	Niederlande	2 896	75,8	13,2	21
ÖBB	Österreich	5 664	62,0	43,1	25
ADIF/RENFE	Spanien	13 354	60,6	28,4	11
SBB	Schweiz	3 152	100,0	25,5	42
SNCF/NMBS	Belgien	3 513	84,1	36,8	20
SNCF/RF	Frankreich	29 901	51,5	159,3	17

¹ Werte gemäss UIC-Statistik.

Netzauslastung im Ländervergleich

Mittlere Anzahl Züge pro Tag und Strecke 2008²



² (Zkm/Netzlänge/366 Tage); Werte gemäss UIC-Statistik.

(Quelle: SBB, Statistisches Vademecum 2009)

Literaturverzeichnis

- [1] Eisenbahnverordnung, SR 742.141.1 (Stand am 1. Juli 2010)
- [2] Bundesamt für Verkehr: Ausführungsbestimmungen zur Eisenbahnverordnung, SR 742.141.11 (Stand am 1. Juli 2010)
- [3] Schweizerische Fahrdienstvorschriften FDV (R 300.1-.15), SR 742.173.001 (Stand am 1. Juli 2010)
- [4] VÖV/UTP Verband öffentlicher Verkehr; RTE 20012; Lichtraumprofil, Regelwerk Technik Eisenbahn RTE, Vertrieb durch VSS, 2006
- [5] UIC Kodex 777 - 1 / 777-2, Massnahmen zum Schutz der Eisenbahnbrücken gegen Anprall von Strassenfahrzeugen und des Schienenverkehrs vor abirrenden Fahrzeugen / Überbauung von Gleisanlagen - Bautechnische Massnahmen im Gleisbereich, 2002
- [6] SBB, Richtlinien für die Verhinderung von Abstürzen von Strassenfahrzeugen auf Gleisanlagen für Geschwindigkeiten über 160 km/h, Bern, 1990
- [7] VSS, Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute; Schweizer Norm SN 640 200a, Geometrisches Normalprofil, Allgemeine Grundsätze, Begriffe und Elemente, Zürich 2003
- [8] VSS, Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute; Schweizer Norm SN 640 201, Geometrisches Normalprofil, Grundabmessungen und Lichtraumprofil der Verkehrsteilnehmer, Zürich 1992
- [9] VSS, Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute; Schweizer Norm SN 640 202, Geometrisches Normalprofil, Erarbeitung, Zürich 1992
- [10] VSS, Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute; Schweizer Norm SN 640 212, Entwurf des Strassenraumes, Gestaltungselemente, Zürich 2000
- [11] VSS, Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute; Schweizer Norm SN 640 561, Passive Sicherheit im Strassenraum, Fahrzeug-Rückhaltesysteme, Zürich 2005
- [12] VSS, Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute; Schweizer Norm SN 640 080b, Projektierung, Grundlagen, Geschwindigkeit als Projektierungselement, Zürich 1991
- [13] VSS, Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute; Schweizer Norm SN 640 010, Strassenverkehrsunfälle, Unfallanalysen sowie Kurz- Gefahren und Risikoanalysen, Zürich 2001
- [14] SBB: Richtlinien für die Verhinderung von Abstürzen auf Gleise für Geschwindigkeiten über 160km/h, 1990
- [15] SBB: Richtlinien für die Verhinderung von Abstürzen von Strassenfahrzeugen auf Gleise, 1981
- [16] BAV, Bundesamt für Verkehr; Leitfaden zur Beurteilung von Anprallrisiken bei bestehenden Bauten, Anhörungsentwurf Stand 25. März 2009, Bern 2009
- [17] bfu, Beratungsstelle für Unfallverhütung; Sicherheit auf Ausserortsstrassen, bfu-Report Nr. 61, Bern 2009
- [18] Department for Transport; Managing the accidental obstruction of the railway by road vehicles, London 2003
- [19] FGSV, Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Verkehrsführung und Verkehrssicherheit; Richtlinien für passiven Schutz an Strassen durch Fahrzeug-Rückhaltesysteme, RPS 2006, Stand September 2006, Berlin 2006

- [20] FGSV, Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Verkehrsmanagement; Richtlinien für passiven Schutz an Strassen durch Fahrzeug-Rückhaltesysteme R 1, RPS, Ausgabe 2009, Berlin 2009
- [21] Bouwdienst Rijkswaterstaat; Veiligheidsniveaus voertuigkeringen, Aanbevelingen voor gewenste veiligheidsniveaus von voertuigkeringen voor diverse wegsituaties, Apeldoorn (NL) 2001
- [22] Sétra, Service d'Études techniques des routes et autoroutes; Géfra - Jumelage des plates-formes ferroviaires et routières ou autoroutières, Aide à la définition des dispositifs de protection anti-pénétration, Bagneux Cedex (F), 2004
- [23] BAST, Bundesamt für Strassenwesen, Verkehrstechnik Heft V 192: Anprall von Pkw unter grossen Winkeln gegen Fahrzeugrückhaltesysteme, 2010
- [24] VSS, Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute; Annäherung und Parallelführung Schiene - Strasse, Abstand und Schutzmassnahmen, Forschungsauftrag VSS 1999/126 (18/99), Forschungsbericht Nr. 1033, Zürich, 2002
- [25] VSS, Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute; Sicherheit des Verkehrssystems Strasse und dessen Kunstbauten, Ermittlung des Netzzrisikos, Forschungsauftrag AGB 2005/103, Forschungsbericht Nr. 619, Zürich, 2010
- [26] VSS, Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute; Sicherheit des Verkehrssystems Strasse und dessen Kunstbauten, Risikobeurteilung für Kunstbauten, Forschungsauftrag AGB 2005/108, Forschungsbericht Nr. 624, Zürich, 2010
- [27] Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, Massnahmen zum Schutz von Schienenstrecken vor abirrenden Strassenfahrzeugen, 2001
- [28] Sétra - Service d'Études techniques des routes et autoroutes; Guide technique - Choix d'un dispositif de retenue en bord libre d'un pont en fonction du site, Bagneux Cedex, (F), 2002
- [29] AASHTO, Highway Safety Manual (HSM), 1st Edition, Volume 1 - 3, Washington 2010
- [30] BAFU, Handbuch III zur Störfallverordnung StfV, Dezember 1992
- [31] ASTRA, Anprall von Strassenfahrzeugen auf Bauwerksteile von Kunstbauten, 2005
- [32] CEN, EN 1317-2:1998/A1, Rückhaltesysteme an Strassen – Teil 2, Leistungsklassen, Abnahmekriterien für Anprallprüfungen und Prüfverfahren für Schutzeinrichtungen, 2006
- [33] ASTRA, Richtlinie für Fahrzeugrückhaltesysteme, Bern 2005
- [34] Ernst Basler+Partner; Sanierung Seetalbahn, Risikoabschätzung und Beurteilungsmethodik für Leitschranken zwischen Schiene und Strasse, Leitfaden für den Einsatz von Leitschranken (Stand 24. September 2001), Zollikon 2001 (n.v.)
- [35] Ernst Basler+Partner; Sanierung Seetalbahn, Leitfaden für den Einsatz von Leitschranken, Ausbildung der Projektingenieure 5. Oktober 2001, Zollikon 2001 (n.v.)
- [36] Ernst Basler+Partner; Sanierung Seetalbahn, Risikoabschätzung und Beurteilungsmethodik für Leitschranken zwischen Schiene und Strasse, Zusammenstellung der Ergebnisse aus den Projektvorschlägen vom Februar 2002 (Schlussbericht vom 26. März 2002), Zollikon 2002 (n.v.)
- [37] SBB, Schweizerische Bundesbahnen; Diskussionsvorlage Sicherheitsprogramm 2008, Zusammenstösse mit Zügen / M1g Freihaltung Gleisbereich, Bern 2008 (n.v.)
- [38] Emch+Berger AG; Neubaustrecke Bahn 2000, Überprüfung der Sicherheit der Parallelführung der NBS Bahn 2000 - Autobahn A1, Bern 2008 (n.v.)
- [39] NBS Köln – Rhein / Main, Sicherheitsstudie Massnahmen zum Schutz vor abkommenden Strassenfahrzeugen und deren Ladungen, 2004 (n.v.)
- [40] SBB Mattstetten - Rothrist, Teilabschnitt 4.2 Rothrist, Bernstrasse / Gleisanlage, Sicherheitsstudie, 1999 (n.v.)

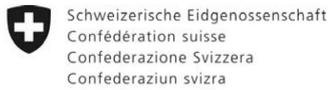
- [41] SBB Mattstetten - Rothrist, Teilabschnitt 1.2 Hindelbank - Utzenstorf, Sicherheit bei Parallelführung mit N1, 1998 (n.v.)
- [42] VSS, Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute; Schweizer Norm SN 671 520: Schiene - Strasse Parallelführung und Annäherung, Abstand und Schutzmassnahmen, Zürich 2002 (in Revision)
- [43] VSS, Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute; Schweizer Norm SN 640 566: Passiver Schutz im Strassenraum, Einsatz, Wahl und Anordnung von Fahrzeugrückhaltesystemen, Zürich 1995 (aufgehoben)
- [44] SBB/BLS, Schutzziele und Beurteilungskriterien Sicherheit, 1998 (n.v.)
- [45] plan + go ag, Bericht für BLS, Risikobetrachtung Bahnübergänge bei Streckengeschwindigkeit 160 kmh-1, 2004 (n.v.)
- [46] Ernst Basler+Partner, Personenrisiken beim Transport gefährlicher Güter auf der Bahn, 2007 (n.v.)
- [47] SBB, Unfälle SBB / Strassenverkehr, I-AM-EB-IB, 1997 (n.v.)

(n.v.) Nicht veröffentlicht

Abkürzungen

Begriff	Bedeutung
AB-EBV	Ausführungsbestimmungen zur Eisenbahnverordnung
ASTRA	Bundesamt für Strassen
BAV	Bundesamt für Verkehr
DB	Deutsche Bahn
DTV	Durchschnittlicher Täglicher Verkehr
h	Höhe
H _s	Relative Höhenlage Oberkante Fahrbahn Schiene
H _{st}	Relative Höhenlage Oberkante Fahrbahn Strasse
km/h	Kilometer pro Stunde
kN	Kilonewton
m	Meter
mph	Miles per hour
SBB	Schweizerische Bundesbahnen
SN	Schweizer Norm
t	Tiefe
UVEK	Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation
V	Geschwindigkeit
VSS	Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute
W	Wirkungsbereich der Schutzeinrichtung gemäss SN 640 561

Projektabschluss



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Bundesamt für Strassen ASTRA

FORSCHUNG IM STRASSENWESEN DES UVEK

ARAMIS SBT

Formular Nr. 3: Projektabschluss

erstellt / geändert am: 29.07.2011

Grunddaten

Projekt-Nr.: VSS 2008/801

Projekttitel: Sicherheit bei Parallelführung und Zusammentreffen von Strassen mit der Schiene (ohne Bahnübergänge)

Enddatum: 29.07.2011

Texte:

Zusammenfassung der
Projektresultate:

Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurde die Basis für eine Normrevision und darauf abgestützt ein Vorschlag für die Neufassung der Norm SN 671 520 im Hinblick auf die Vermeidung von zunehmenden Disparitäten beim Treffen von Massnahmen in Bezug auf die Sicherheit bei Parallelführung und Zusammentreffen von Strassen mit der Schiene erarbeitet.

Die Analysen ergaben folgende massgebende Aspekte im Hinblick auf die revidierte Norm:

- Die Beurteilungsmethodik der Richtlinien von Grossbritannien der Niederlande und Frankreich sowie des Highway Safety Manuals der USA muss in den Revisionsentwurf einfließen.
- Die Forderung, die Einflussfaktoren in der Norm differenzierter zu berücksichtigen, muss im Rahmen der Revision erfüllt werden.
- Da die Grundlagen aus verschiedenen Gründen nicht ausreichen, die Parameter vollständig im statistischen Sinne zu bestimmen, sind die entsprechenden Lücken durch Expert Judgement zu schliessen.

Die evaluierte Methodik zur Festlegung der Sicherheitsabstände und Schutzmassnahmen basiert beim Schutz gegen abirrende Fahrzeuge und bei den Ladungsabwurfsschutzmassnahmen auf Risikobeiwerten, welche Art und Menge des Verkehrs sowie den Standort charakterisieren.



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Bundesamt für Strassen ASTRA

	<p>Die Schwellenwerte für „Tragbares Risiko“ bzw. „Nicht akzeptables Risiko“ werden auf Grundlage von typischen Fällen aus Einzelgutachten festgelegt.</p> <p>Die aus dem Vorschlag für die Normrevision resultierenden Massnahmen entsprechen dabei in allen Teilen dem in den letzten Jahren durch die Aufsichtsbehörden verfügbaren Sicherheitsniveau.</p>
Zielerreichung:	<p>Die Projektziele wurden erreicht.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die notwendigen Vorgaben für die optimale und mit dem europäischen Umfeld abgestimmte risikobasierte Festlegung der Sicherheitsmassnahmen bei der Parallelführung und beim Zusammentreffen von Bahn und Strasse wurden erarbeitet und im Rahmen eines Forschungsberichtes und eines Vorschlags für die Revision der Norm SN 671 520 dokumentiert. • Im Rahmen des Normentwurfs wurde sichergestellt, dass bei dessen Umsetzung ein relevanter Beitrag zur Verbesserung der Sicherheit des Strassen- und Bahnverkehrs und zur Verhütung von Unterbrüchen beim ÖV durch abkommende Strassenfahrzeuge resultiert. • Der Optimierung des Finanzmitteleinsatzes durch Vereinfachung der Planungsprozesse und durch eine risikobasierte und damit kostenoptimierte Planung und Ausführung von Sicherheitsmassnahmen wurde im Rahmen des Normentwurfs das notwendige Gewicht beigemessen.
Folgerungen und Empfehlungen:	<p>Die Norm SN 671 520 ist revisionsbedürftig und sollte im Sinne der Ergebnisse des Forschungsvorhabens revidiert werden.</p> <p>Der Widerspruchsfreiheit zwischen den Normen SN 671 520 und SN 640 561, Passive Sicherheit im Strassenraum, Fahrzeug-Rückhaltesysteme ist grösstes Gewicht beizumessen.</p>
Publikationen:	<p>Broder B., Dörig S.; 2011, Sicherheit bei Parallelführung und Zusammentreffen von Strassen mit der Schiene, Forschungsauftrag VSS-2008/801 auf Antrag des Schweizerischen Verbandes der Strassen und Verkehrsfachleute (VSS), Bundesamt für Strassen (ASTRA), Bericht; VSS Zürich</p>

Beurteilung der Begleitkommission:

Diese Beurteilung der Begleitkommission ersetzt die bisherige separate fachliche Auswertung.

Beurteilung:	<p>Im Rahmen des Forschungsberichtes und des Vorschlags für die Revision der Norm SN 671 520 werden die Vorgaben für die optimale und mit dem europäischen Umfeld abgestimmte risikobasierte Festlegung der Sicherheitsmassnahmen bei der Parallelführung und beim Zusammentreffen von Bahn und Strasse dokumentiert. Mit der Umsetzung des Normentwurfs wird sichergestellt, dass ein relevanter Beitrag zur Verbesserung der Sicherheit des Strassen- und Bahnverkehrs resultiert. Durch Vereinfachung der Planungsprozesse sowie eine risikobasierte und damit kostenoptimierte Planung und Ausführung von Sicherheitsmassnahmen kann eine Optimierung des Finanzmitteleinsatzes erzielt werden.</p>
Umsetzung:	<p>Die Forschungsergebnisse fliessen in einen Revisionsvorschlag der für die Norm SN 671 520 zuständigen Fachkommission 8 «Öffentlicher Verkehr und Güterverkehr» bzw. der Expertenkommission 8.01 «Grundlagen des öffentlichen Verkehrs und Schnittstellen zum RTE» ein.</p> <p>In Abstimmung mit der EK 2.10 «Passive Sicherheit, Blendschutz» wird die Widerspruchsfreiheit zwischen den Normen SN 671 520 und SN 640 561 ‚Passive Sicherheit im Strassenraum, Fahrzeug-Rückhaltesysteme‘ sichergestellt.</p>
Weitergehender Forschungsbedarf:	<p>Es hat sich gezeigt, dass die Grundlagen nicht ausreichen, die Parameter der Risikobeiwerte vollständig im statistischen Sinne zu bestimmen. Die entsprechenden Lücken mussten durch Expert Judgement geschlossen werden.</p> <p>Diese Tatsache ergibt sich einerseits, weil die Ereignisse teilweise sehr selten sind. Andererseits entsprechen in Europa die Unfallerfassungsstandards offensichtlich nicht vollumfänglich denjenigen z.B. in den USA. So sind im Highway Safety Manual in der Regel Standardabweichungen zu allen Parameterwerten angegeben.</p> <p>Es ist zu prüfen, ob im Rahmen eines (grenzüberschreitenden) Forschungsvorhabens ein Vorschlag für eine Verbesserung des Unfallerfassungsstandards für Unfälle im Bereich von Parallelführungen oder Zusammentreffen von Strassen mit der Schiene erarbeitet werden kann, der sowohl bahn- wie strassen-seitig mitgetragen wird.</p> <p>Die entsprechend erfassten Daten können dann die Basis für die Festlegung statistisch besser gesicherter Risikoparameter im Rahmen weiterführender Forschungsvorhaben dienen.</p>
Einfluss auf Normenwerk:	<p>Die Ergebnisse des Forschungsauftrags führen zur Einleitung der notwendigen Verfahrensschritte für eine entsprechende Revision der Norm SN 671 520.</p>

Präsident Begleitkommission:

Name:	Zahler	Vorname:	Alfred
Amt, Firma, Institut:	---		
Strasse, Nr.:	Grienackerweg 14		
PLZ:	4442	Email:	zahlersissach@eblcom.ch
Ort:	Diepflingen	Telefon:	061 971 50 14
Kanton, Land:	Baselland, Schweiz	Fax:	---

Unterschrift Präsident Begleitkommission:


Verzeichnis der Berichte der Forschung im Strassenwesen

Bericht-Nr.	Projekt Nr.	Titel	Datum
1280	ASTRA 2004/016	Auswirkungen von fahrzeuginternen Informationssystemen auf das Fahrverhalten und die Verkehrssicherheit Verkehrspsychologischer Teilbericht <i>Influence of In-Vehicle Information Systems on Driver Behaviour and Road Safety</i> <i>Report part of traffic psychology</i> <i>Influence des systèmes d'information embarqués sur le comportement de conduite et la sécurité routière</i> <i>Rapport partiel de la psychologie de circulation</i>	2010
1290	VSS 1999/209	Conception et aménagement de passages inférieurs et supérieurs pour piétons et deux-roues légers <i>Entwurf und Gestaltung von Unter- und Überführungen für Fussgänger und leichte Zweiräder</i> <i>Conception and disposition of lower and upper crossings for pedestrians and cyclists</i>	2008
1307	ASTRA 2006/002	Entwicklung optimaler Mischgüter und Auswahl geeigneter Bindemittel; D-A-CH - Initialprojekt <i>Développement des mélanges bitumineux optimaux et sélection des liants appropriés;</i> <i>D-A-CH - projet initial</i> <i>Development of Optimal Bituminous Mixtures and Selection of Appropriate Binders;</i> <i>D-A-CH - Initiation Project</i>	2008
1313	VSS 2001/201	Kosten-/Nutzenbetrachtung von Strassenentwässerungssystemen, Ökobilanzierung <i>Profit et coûts, bilans écologiques des systèmes d'évacuation de l'eau de ruissellement des routes</i> <i>Cost and Benefits, ecological balances of different concepts of management and treatment of road run-off</i>	2010
1314	VSS 2005/203	Datenbank für Verkehrsaufkommensraten <i>Banque de données pour taux de génération de trafic</i> <i>Database for trip generation rates</i>	2008
1316	VSS 2001/701	Objektorientierte Modellierung von Strasseninformationen <i>Modélisation d'objets et de processus pour le système d'information routier</i> <i>Modeling of objects and processes for the road information system</i>	2010
1319	VSS 2000/467	Auswirkungen von Verkehrsberuhigungsmassnahmen auf die Lärmimmissionen <i>Impact of traffic calming measures on noise immissions</i> <i>Impacts des mesures de modération du trafic sur les immissions sonores</i>	2010

Bericht-Nr.	Projekt Nr.	Titel	Datum
1320	VSS 2007/303	Funktionale Anforderungen an Verkehrserfassungssysteme im Zusammenhang mit Lichtsignalanlagen <i>Functional requirements for traffic collection systems relating to traffic lights</i> <i>Exigences fonctionelles en matière de systèmes de détection du trafic en rapport avec les installations de feux de circulation</i>	2010
1317	VSS 2000/469	Geometrisches Normalprofil für alle Fahrzeugtypen <i>Profil géométrique type pour tous les types de véhicules</i> <i>Standard profile of cross sections for all vehicle types</i>	2010
1321	VSS 2008/501	Validation de l'oedomètre CRS sur des échantillons intacts <i>Validierung des CRS-Oedometers mittels intakter Proben</i> <i>Validation of Constant Rate of Strain oedometer on intact samples</i>	2010
1322	SVI 2005/007	Zeitwerte im Personenverkehr: Wahrnehmungs- und Distanzabhängigkeit <i>Coûts horaires du trafic des personnes:</i> <i>Dépendance de la perception et de la distance</i> <i>Willingness to pay in passenger transportation:</i> <i>Perception and distance dependence</i>	2008
1286	VSS 2000/338	Verkehrssqualität und Leistungsfähigkeit auf Strassen ohne Richtungstrennung <i>Niveau de service et capacité pour les routes à deux voies sans séparation des sens de circulation</i> <i>Level of Service and capacity for undivided two-lane streets</i>	2010
646	AGB 2005/018	Interaktion sol-structure: ponts à culées intégrales <i>Tragwerk-Baugrund Interaktion:</i> <i>Brücken mit Integralen Widerlagern</i> <i>Soil-Structure interaction:</i> <i>bridges with integral abutments</i>	2010
1312	SVI 2004/006	Der Verkehr aus Sicht der Kinder: Schulwege von Primarschulkindern in der Schweiz <i>La circulation du point de vue des enfants:</i> <i>Les trajets scolaires des élèves du primaire en Suisse</i> <i>Traffic and children: Primary school children's routes to school in Switzerland</i>	2010
1315	VSS 2006/904	Abstimmung zwischen individueller Verkehrsinformation und Verkehrsmanagement <i>Coordination entre information de trafic individuelle et gestion de trafic</i> <i>Coordination between individual traffic information and traffic management</i>	2010
1318	FGU 2006/001	Langzeitquellversuche an anhydritführenden Gesteinen <i>Essais de gonflement de longue durée sur roches anhydrites</i> <i>Long-term swelling tests on anhydritic rock</i>	2010

Bericht-Nr.	Projekt Nr.	Titel	Datum
1324	VSS 2004/702	Eigenheiten und Konsequenzen für die Erhaltung der Strassenverkehrsanlagen im überbauten Gebiet <i>Entretien des infrastructures routières dans les zones bâties: caractéristiques et conséquences</i> <i>Special features and consequences of road facility maintenance in built-over areas</i>	2009
1326	VSS 2006/207	Erfolgskontrolle Fahrzeugrückhaltesysteme <i>Control of effectiveness of road restraint systems</i> <i>Contrôle de l'efficacité des dispositifs de retenue de véhicules</i>	2011
1323	VSS 2008/205	Ereignisdetektion im Strassentunnel <i>Détection d'incidents dans les tunnels routiers</i> <i>Incident Detection in Road Tunnels</i>	2011
1327	VSS 2006/601	Vorhersage von Frost und Nebel für Strassen <i>Prévision de gel et de brouillard pour les routes</i> <i>Prediction of frost and fog for roads</i>	2010
1328	VSS 2005/302	Grundlagen zur Quantifizierung der Auswirkungen von Sicherheitsdefiziten <i>Principes pour la quantification des effets des déficits de la sécurité</i> <i>Basis for the quantification of the effects of safety deficits</i>	2011
1329	SVI 2004/073	Alternativen zu Fussgängerstreifen in Tempo-30-Zonen <i>Alternatives aux passages pour piétons dans les zones 30</i> <i>Alternatives to zebra crossings in 30km/h zones</i>	2010
1330	FGU 2008/006	Energiegewinnung aus städtischen Tunneln; Systemevaluation <i>Energy extraction from urban tunnels, evaluation of systems</i> <i>Extraction d'énergie géothermique de tunnels urbains; évaluation de systèmes</i>	2010
1331	VSS 2005/501	Rückrechnung im Strassenbau <i>Analyse inverse pour la construction routière</i> <i>Inverse analysis in Road Geotechnics</i>	2011

