



5.12.2013

Beurteilung des individuellen Risikos

Management Summary

Referenz/Aktenzeichen: BAV-023.11//

Der vorliegende Bericht wurde durch folgende Vertreter des BAV, der SBB AG und der BLS AG erarbeitet:

Stefan Baeriswyl SBB AG, ehem. Infrastruktur (I-RSQ)

Benedikt Hitz SBB AG, Infrastruktur Sicherungsanlagen (I-AT-SAL-SIH-SAF)

Hannes Meuli BAV, Sektion Sicherheitsrisiko-Management

Hanspeter Schlatter SBB AG, Infrastruktur Sicherungsanlagen (I-AT-SAL-SIH-SAF)

Silke Schönherr BAV, Sektion Sicherheitsrisiko-Management

Jonathan Shaha SBB AG, Sicherheit, Risikomanagement Sicherheit (K-SI-RMS)

Roman Slovak BAV, Sektion Sicherheitsrisiko-Management

Joëlle Vouillamoz BLS AG, Sicherheit und Umwelt

Version	Datum	Bearbeiter	Beschreibung
V 1.0	05.12.2013	H. Meuli	Freigabe

Summary

Die vorliegenden methodischen Grundlagen zur Beurteilung des individuellen Risikos können in den Fällen, in denen im Sinne des Grundsatzes 6 des Sicherheitskonzepts BAV¹ ein Restrisiko auf seine Vertretbarkeit hin geprüft werden soll, angewendet werden. Die methodischen Grundlagen wurden durch eine Arbeitsgruppe SBB - BLS - BAV entwickelt.

Das individuelle Risiko (Sicht des Individuums) bezeichnet das Risiko, dass eine Einzelperson als Benutzer eines Systems – hier des Bahnsystems – zu Schaden kommt. Die Beurteilung des kollektiven Risikos, insbesondere bezüglich der Frage, ob alle verhältnismässigen risikoreduzierenden Massnahmen ergriffen wurden, ist ein zwingender Folgeschritt der Beurteilung des Risikos. Dieser Teil der Risikobeurteilung wird in der vorliegenden Dokumentation aber nicht beschrieben.

Beurteilt wird das individuelle Risiko einer einzelnen Person, die einem Restrisiko ausgesetzt ist. Dazu wird neben dem Risiko gemäss der zu beurteilenden Situation ("Fallrisiko") auch das bestehende Risiko ("Basisrisiko") ermittelt und mit dem gruppenspezifischen Grenzwert verglichen.

Die in diesem Methodenbeschrieb festgelegten Grenzwerte haben provisorischen Charakter. Sie wurden an realen Beispielen überprüft, müssen aber in der Praxis weiter auf ihre Anwendbarkeit hin verifiziert werden. Nach Abschluss der Testphase werden die Grenzwerte einer Überprüfung unterzogen. Die Überprüfung erfolgt spätestens 2015.

Dieses Dokument gibt einen groben Überblick über die entwickelten Methoden zu Beurteilung der individuellen Risiken der Reisenden und des Personals. Die detaillierten Informationen zur Herleitung und Anwendung der Methodik und allen erforderlichen Anweisungen zur praktischen Anwendung sind in den entsprechenden Methodenbeschreibungen enthalten². Als Unterstützung für die Benutzer ist eine Kurzfassung der Methodik („Handbuch“) erstellt worden³.

¹ BAV: Sicherheitskonzept BAV, 2013, <http://www.bav.admin.ch/themen/verkehrspolitik/00501/01579/index.html?lang=de>

² Reisende: Akzeptanz Risiken der Reisenden_Stand 5.12.2013
Personal: Akzeptanz Risiken des Personal_Stand 5.12.2013

³ Handbuch „Akzeptanz individueller Risiken“ Anleitung zur Anwendung der Beurteilungsmethode

Einleitung

Das Bundesamt für Verkehr (BAV) hat im „Sicherheitskonzept BAV“ [2] zum Umgang mit Restrisiken folgendes festgehalten:

„... Wir akzeptieren Restrisiken nur wenn sie nach bestem Wissen vertretbar sind und mit verhältnismässigem Aufwand nicht beseitigt werden können...“.

Weder das Sicherheitskonzept des BAV noch Gesetz, Verordnungen, Ausführungsbestimmungen oder Richtlinien enthalten weitergehende Angaben, wie die Vertretbarkeit und die Verhältnismässigkeit der Restrisiken nachgewiesen werden sollen.

Aus diesem Grund haben die SBB eine entsprechende Methode⁴ entwickelt und darauf basierend dem BAV Sicherheitsnachweise eingereicht. Bei der Prüfung dieser Anträge zeigte sich, dass wichtige Elemente dieser Nachweisführung unterschiedlich interpretiert werden können. Daher hat das BAV zusammen mit Spezialisten von SBB und BLS eine Arbeitsgruppe⁵ gebildet, welche einen Methodenbeschrieb für die Beurteilung des individuellen Risikos für verschiedene Personengruppen erstellt hat.

Die nachfolgend beschriebene Methode bezieht sich auf den Nachweis, dass *kein inakzeptables individuelles Risiko entsteht*. Die Beurteilung des kollektiven Risikos ist ein zwingender Folgeschritt der Beurteilung des individuellen Risikos. Offene Fragen im Zusammenhang mit der Verhältnismässigkeit von Massnahmen im Rahmen der Beurteilung des kollektiven Risikos werden hier nicht weiter betrachtet.

⁴ Schlatter, H., Einer, S.: Sicherheit bei der SBB, I-SA - das Risikokonzept zur Beurteilung von technischen Risiken zur Schutz von Reisenden und Angestellten, SBB 2008

⁵ AGr individuelles Risiko: Stefan Baeriswyl SBB AG, Benedikt Hitz SBB AG, Hannes Meuli BAV, Hanspeter Schlatter SBB AG, Silke Schönherr, BAV, Jonathan Shaha SBB AG, Roman Slovak BAV, Joëlle Vouillamoz BLS AG

Berechnung des individuellen Risikos

Das zu beurteilende individuelle Risiko besteht einerseits aus dem "Basisrisiko" und andererseits aus dem "Fallrisiko" (vgl. Abbildung 1). Die Vorgehensweise für Reisende und Mitarbeitende unterscheidet sich gemäss nachfolgender Beschreibung.

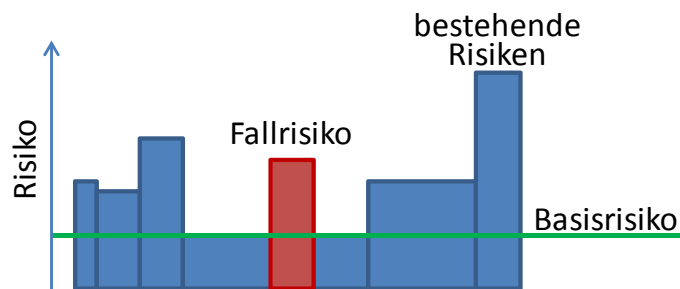


Abbildung 1: Illustration der Begriffe Basisrisiko und Fallrisiko. Auf der x-Achse ist ein Fallrisiko und die bestehenden Risiken auf einer Modellstrecke dargestellt

Reisende

Für die Beurteilung des Risikos der Reisenden wird der expositionsdauerbasierte Ansatz verwendet

Der expositionsdauerbasierte Ansatz bezieht die Aussetzungszeit (Expositionsdauer) einer Einzelperson und aller beteiligten Personen gemeinsam (kumulierte Expositionsdauer) mit ein. Mit diesem Ansatz wird berücksichtigt, dass ein Reisender während der Nutzung der Eisenbahn verschiedenen Risiken - nicht nur dem zur Begutachtung vorliegenden Risiko - ausgesetzt sein kann. Darüber hinaus wird berücksichtigt, dass die Expositionsdauer der Reisenden im System Eisenbahn sehr unterschiedlich ist. Im vorliegenden Methodenbeschrieb wird dieser Ansatz für die Beurteilung des individuellen Risikos der Reisenden verwendet.

Mitarbeitende

Für die Beurteilung des Risikos der Mitarbeitenden wird der häufigkeitsbasierte Ansatz verwendet. Der häufigkeitsbasierte Ansatz berücksichtigt bei der Berechnung des individuellen Risikos die Anzahl der pro Jahr beteiligten Personen sowie die maximale Anzahl der Systemnutzungen in dieser Zeit (Nutzungshäufigkeit) einer dieser Personen. Dieser Ansatz eignet sich, weil alle Personen einer bestimmten Personengruppe (Bsp. Rangierer) während einer ähnlich langen Arbeitsdauer dem Risiko des Systems Eisenbahn ausgesetzt sind.

Basisrisiko

Während sich die Beurteilung eines Restrisikos auf ein Projekt bezieht, ist für die Einzelperson das gesamte Risiko aus dem Kontakt mit dem Eisenbahnsystems entscheidend. Aus diesem Grund muss das Risiko eines Projektes gemeinsam mit den bereits existierenden Risiken beurteilt werden. Die Summe dieser kleineren und grösseren bestehenden Risiken wird als Basisrisiko bezeichnet. Das Basisrisiko kann für verschiedene Personengruppen (Reisende, Mitarbeiter etc.) aus der Unfallstatistik, weiteren statistischen Daten (z.B. Anzahl Benutzer, Nutzungsdauer) und mit Expertenschätzungen ermittelt werden. Die Basisrisiken sollten in regelmässigen Abständen (z.B. alle 5-10 Jahre) überprüft werden.

Basisrisiko der Reisenden

Das Basisrisiko der Reisenden bezieht sich auf eine durchschnittliche Bahnfahrt (47 Minuten), eine mittlere Strecke (50 km), die mittlere Anzahl Züge pro Tag und Strecke (126), die durchschnittliche Anzahl Reisende pro Zug (129)⁶ und ein durchschnittliches kollektives Risiko der Bahn-Reisenden⁷ in der Schweiz (0.7 Tote pro Jahr⁸). Das expositionsdauerbasierte Basisrisiko der Reisenden beträgt $1.5 \cdot 10^{-5}$ Tote pro Reisendem und Jahr. Es entspricht dem individuellen Risiko eines Reisenden, welcher 1 Jahr ununterbrochen bei der SBB bahnfahren würde.

Basisrisiko der Mitarbeitenden

Je nach Mitarbeitergruppe ist das heutige individuelle Risiko beim Personal sehr unterschiedlich. Daher muss für jede Gruppe ein gesondertes Basisrisiko berechnet werden. Die heute verfügbaren Unterlagen erlauben es, für die folgenden vier Personengruppen ein "gruppenspezifisches" individuelles Risiko zu quantifizieren:

1. Mitarbeiter Rangieren (inkl. Visiteure)
2. Mitarbeiter Bau- und Unterhalt (inkl. Schienenfahrzeugführer)
3. Mitarbeiter Zugführung (Lokführer, Zugbegleiter)
4. Mitarbeiter Werkstatt (inkl. Reinigung, Fahrzeugunterhalt, Magazine)

Die Berechnung erfolgt auf der Basis von Expertenschätzungen gemäss den Safetyszenarien der SBB und der BAV-Ereignisstatistik.

Basisrisiko Mitarbeitende	Mitarbeiter Rangieren	Mitarbeiter Bau und Unterhalt	Mitarbeiter Zugführung	Mitarbeiter Werkstatt
Tote/Person/Jahr	$4 \cdot 10^{-4}$	$4 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-5}$	$8 \cdot 10^{-6}$

Tabelle 1: Basisrisiko Eisenbahn verschiedener Personengruppen

⁶ Alle Angaben gemäss "Die SBB in Zahlen und Fakten 2010", SBB 2010

⁷ In diesem Wert nicht enthalten sind die durch den Betroffenen selbst verschuldeten Unfälle

⁸ Zum Vergleich: das durchschnittliche gesamte jährliche Todesfallrisiko beträgt in Mitteleuropa – und somit auch in der Schweiz – ca. 10^{-2} , ist also um rund einen Faktor 600 grösser als jenes des „extremen Vielfahrers“.

Die Risiken der Mitarbeiter mit Bürotätigkeit sind gering und werden hier nicht näher untersucht.

Fallrisiko

Als Fallrisiko wird das individuelle Risiko bezeichnet, welches sich für einen Betroffenen (einen Reisenden, einen Mitarbeiter) aus dem untersuchten Fall ergibt (siehe Abbildung 1).

Fallrisiko Reisende

Das Fallrisiko wird aus dem projektspezifischen kollektiven Risiko berechnet, indem das kollektive Risiko und die jährliche Anzahl der Personenaussetzungen der Reisenden innerhalb einer durchschnittlichen Bahnfahrt betrachtet werden.

Um das Gesamtrisiko einer Bahnfahrt berechnen zu können, muss berücksichtigt werden, dass in den kommenden 10 Jahren noch weitere erhöhte Risiken infolge von Abweichungen von Vorschriften bewilligt werden können. Angenommen werden 10 Abweichungen von den Vorschriften auf einer durchschnittlichen Fahrt (50 km).

Weiter muss berücksichtigt werden, dass mehrere, je einzeln akzeptierte Risiken zusammen zu einer Überschreitung des zulässigen Risikos führen können. Dies kann dann eintreten, wenn das zu beurteilende Projekt (Element, Verfahren) in der Zukunft mehrfach eingesetzt wird. Daher muss abgeschätzt werden, wie oft sich das zu beurteilende Risiko auf der Durchschnittstrecke von 50 km wiederholen kann. Diese mögliche Entwicklung des Risikos in den kommenden Jahren wird in die Beurteilung des aktuellen Gesuchs einbezogen.

Die Berechnung des individuellen Risikos der Reisenden basiert auf der konservativen Annahme, dass jedes Fallrisiko mit dem Basisrisiko zusammengezählt wird. Eine Reduktion des Basisrisikos kann beim Vorliegen eines Nachweises berücksichtigt werden.

Fallrisiko Mitarbeitende

Das individuelle Fallrisiko wird aus dem jährlichen kollektiven Fallrisiko der beteiligten Mitarbeiter berechnet, wobei die in einem Fall gleichzeitig beteiligten Mitarbeiter als Bezugsgrösse dienen.

Um das individuelle Risiko eines Mitarbeiters zu präzisieren, kann die Teamgrösse berücksichtigt werden. In der Realität ist es relativ selten, dass eine bestimmte Tätigkeit innerhalb eines Jahres immer von derselben Person ausgeführt wird. Daher wird das kollektive Fallrisiko auf mehrere Personen verteilt und damit das effektive individuelle Fallrisiko eines beteiligten Mitarbeiters präzisiert.

Das Basisrisiko beschreibt das durchschnittliche individuelle Risiko eines Vollbeschäftigten und umfasst damit auch einen Anteil des Fallrisikos. Damit wird ein Teil des Risikos doppelt gezählt. Im Gegensatz zu den Reisenden ist das Basisrisiko bei Mitarbeitenden oft hoch im Vergleich mit den anwendbaren Grenzwerten und muss für die Beurteilung vom Fallrisiko subtrahiert werden.

Allfällige wiederholte Wirkungen des Fallrisikos müssen berücksichtigt werden, sofern die betrachtete Tätigkeit häufiger als einmal pro Jahr durchgeführt wird.

Herleitung von Grenzwerten

Um ein Risiko bewerten zu können, muss das berechnete Risiko mit einem Grenzwert verglichen werden können. Bei der Festlegung dieser Grenzwerte müssen unterschiedliche Anliegen berücksichtigt werden: So muss u.a. ein inakzeptables Risiko verhindert werden, die Sicherheit darf insgesamt nicht sinken, soll aber in bereits relativ sicheren Bereichen auch nicht zwingend erhöht werden und eine erwünschte Verbesserung, d.h. die Reduktion besonders hoher Risiken, muss unterstützt werden. Daher sollen die Grenzwerte nicht zu "streng" sein, da sonst erwünschte Reduktionen der heutigen Risiken möglicherweise verhindert würden, wenn mit der Verbesserung der Grenzwert nicht eingehalten werden kann. Gleichzeitig müssen die Grenzwerte aber auch sicherstellen, dass die Sicherheit im öffentlichen Verkehr im Vergleich zum heutigen Stand mindestens gleich bleibt⁹.

Grenzwert für Reisende

Für die Beurteilung des Risikos von Personen aus den Gefahren technischer Systeme besteht eine etablierte methodische Grundlage, abgeleitet aus der sogenannten "minimalen endogenen Mortalität" (MEM)¹⁰. Gemäss EN 50 126¹¹ soll ein technisches System, also auch das Gesamtsystem Eisenbahn, ein Individuum mit einem Risiko von nicht mehr als 1/20 von MEM gefährden. Um nachzuweisen, dass kein inakzeptables Risiko für die Reisenden vorliegt, muss aufgezeigt werden, dass der Grenzwert von $1 \cdot 10^{-5}$ T/P/J eingehalten wird.

Dieser Grenzwert wurde für die Beurteilung des Risikos aus einer dauernden Exposition entwickelt. Da der Reisende in jener Zeit, in der er die Eisenbahn nicht nutzt, dem Eisenbahnrisiko nicht ausgesetzt wird, kann das zulässige Risiko während der effektiven Nutzungszeit (1000 Stunden pro Jahr, Annahme für einen Vielfahrer) entsprechend erhöht werden. Als Grenzwert für das expositionsdauerbasierte individuelle Risiko eines Reisenden kann somit der Wert von $8.76 \cdot 10^{-5}$ T/P/J verwendet werden.

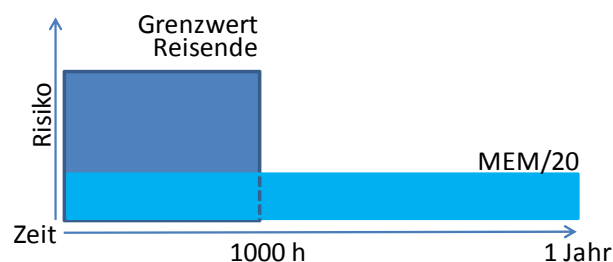


Abbildung 2: Umrechnung MEM/20 pro Jahr auf maximale Expositionszeit

⁹ Dies entspricht dem Sicherheitsgrundsatz 2 gemäss Sicherheitskonzept BAV

¹⁰ Kuhlmann, A.: Einführung in die Sicherheitswissenschaft, Verlag TÜV Rheinland 1981

¹¹ EN 50126: Bahnanwendungen - Spezifikation und Nachweis der Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Instandhaltbarkeit, Sicherheit (RAMS), 1999

Grenzwerte für Mitarbeitende

Für Mitarbeitende sollen Grenzwerte auf der Basis des heutigen Standes der Sicherheit definiert werden. Bei der Bewertung des Risikos der Mitarbeitenden soll zwischen zwei Fällen unterschieden werden:

Steigende Risiken: Wenn das individuelle Risiko für eine bestimmte Tätigkeit für den meistbetroffenen Mitarbeiter ansteigt, wird Grenzwert 1 angewendet (siehe Tabelle 2, mittlere Spalte). Dies ist grundsätzlich eine nicht erwünschte Entwicklung, da damit das Basisrisiko für das betroffene Personal ansteigt. Jedoch kann ein gewisser Anstieg des individuellen Risikos einer bestimmten Aktivität akzeptiert werden, wenn das erhöhte Risiko unterhalb des Basisrisikos liegt. Daher bildet das Basisrisiko einer Personengruppe die erste Bezugsgrösse für die Herleitung von Grenzwert 1. Dies bedeutet, dass eine Erhöhung des Risikos maximal bis auf das heutige durchschnittliche Risiko erlaubt wird.

Sinkende Risiken: Wenn nachgewiesen werden kann, dass das individuelle Risiko für eine bestimmte Tätigkeit für den meistbetroffenen Mitarbeiter sinkt, wird Grenzwert 2 (höher als Grenzwert 1) angewendet. Dieser Grenzwert soll sicherstellen, dass hohe Risiken im Rahmen eines Antrags für eine Abweichung von den Vorschriften deutlich gesenkt werden. Gleichzeitig soll aber verhindert werden, dass auf eine mögliche Risikoreduktion verzichtet wird, weil der Nachweis dass kein inakzeptables Risiko entsteht, nicht erbracht werden kann.

Als Untergrenze wird ein Risiko von 1×10^{-4} T/P/J festgelegt, welches heute für berufliche Tätigkeiten faktisch von Behörden und Gesellschaft akzeptiert wird. Damit soll vermieden werden, dass auch sehr tiefe Risiken durch nicht kosteneffektive Massnahmen zwingend reduziert werden müssen. Damit wird bei gewissen Gruppen von Mitarbeitenden (Zugführung, Werkstatt) ein Ansteigen des (sehr tiefen) Basisrisikos zugelassen. Durch die weiterhin zwingende Prüfung und Umsetzung aller kostenwirksamen Massnahmen auf Basis der kollektiven Risiken ist ein Anstieg des Basisrisikos dieser Personengruppen trotzdem sehr unwahrscheinlich.

Personengruppe	Grenzwert für das häufigkeitsbasierte individuelle Risiko	Grenzwert 1 für den Fall eines steigenden Risikos [T/P/J]	Grenzwert 2 für den Fall eines sinkenden Risikos [T/P/J]
Mitarbeiter Rangieren		4×10^{-4}	1×10^{-3}
Mitarbeiter Bau und Unterhalt		4×10^{-4}	1×10^{-3}
Mitarbeiter Zugführung		1×10^{-4}	2×10^{-4}
Mitarbeiter Werkstatt		1×10^{-4}	1×10^{-4}

Tabelle 2: Grenzwerte für das individuelle Risiko von Mitarbeitenden

Zusammenfassung und Ausblick

Die präsentierte Methode zur Beurteilung der individuellen Risiken der Reisenden und des Personals stellt das Ergebnis der Arbeitsgruppe BAV-SBB-BLS dar. Die Methode wurde an konkreten Beispielen aus der Vergangenheit getestet. In einer ersten Einsatzphase sollen das Vorgehen und die Grenzwerte auf ihre Anwendbarkeit hin weiter geprüft werden. Die Grenzwerte sollen in regelmässigen Abständen überprüft werden, ein erstes Mal spätestens im Jahr 2015.