

Bewertung der Sicherheit in Straßentunneln

FA 3.378

Forschungsstelle: RWTH Aachen, Institut für Straßenwesen (isac) (Prof. Dr.-Ing. habil. B. Steinauer) / Ernst Basler + Partner AG, Zollikon / BUNG Ingenieure AG, Heidelberg / Kündig Ingenieurbüro, Zürich

Bearbeiter: Zulauf, C. / Locher, P. / Steinauer, B. / Mayer, G. / Zimmermann, U. / Baltzer, W. / Riepe, W. / Kündig, P.

Auftraggeber: Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Bonn

Abschluss: November 2007

1 Aufgabenstellung

Die Brandereignisse der vergangenen Jahre in verschiedenen europäischen Straßentunneln haben verdeutlicht, welchen Gefahren Tunnelnutzer im Falle eines Fahrzeugbrandes ausgesetzt sein können. Diesem zusätzlichen Gefährdungspotenzial im Vergleich zur freien Strecke wird versucht, mithilfe entsprechender Sicherheitsanlagen bzw. -einrichtungen entgegenzuwirken. Damit ein möglichst einheitlicher Standard an sicherheitsrelevanten Einrichtungen in europäischen Tunneln erreicht wird, geben die deutschen Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln (RABT 2006) und die Richtlinien 2004/54/EG der Europäischen Union (EU) zu Mindestanforderungen an die Sicherheit von Tunneln einen entsprechenden normativen Rahmen vor. Zur Überprüfung der Wirksamkeit einzelner Sicherheitsmaßnahmen werden darin explizit Nachweise mittels Risikoanalysen gefordert. In beiden Richtlinien werden aber keine weiteren Hinweise auf die methodischen Anforderungen an die Risikoanalysen erwähnt.

Im Rahmen eines Forschungsprojektes wurde deshalb eine Methodik zur Sicherheitsbewertung von Straßentunneln auf Basis einer quantitativen Risikoanalyse entwickelt. Dabei wurden folgende Aspekte vertieft untersucht:

- Überblick zum aktuellen Stand der Sicherheitsbewertung in Straßentunneln sowie der methodischen Grundlagen zu Verfahren und Methoden zur Sicherheitsbewertung,
- Schaffung einer einheitlichen Datengrundlage auf Basis einer Unfallanalyse bzw. Definition der erforderlichen Struktur für zukünftige Datenerhebungen, um Sicherheitsbewertungen für Straßentunnel durchführen zu können,
- Aufzeigen der systematischen Zusammenhänge und Interaktionen hinsichtlich der risikorelevanten Einflussgrößen in Straßentunneln sowie
- Entwicklung eines standardisierten Verfahrens zur Bewertung der Sicherheit in Straßentunneln auf der Basis von quantitativen Risikoanalysen.

2 Untersuchungsmethodik und -ergebnisse

Die Methodik zur Sicherheitsbewertung von Straßentunneln basiert auf einem risikoorientierten Ansatz und besteht aus mehreren Einzelschritten, die in drei Hauptbereiche zusammengefasst werden können:

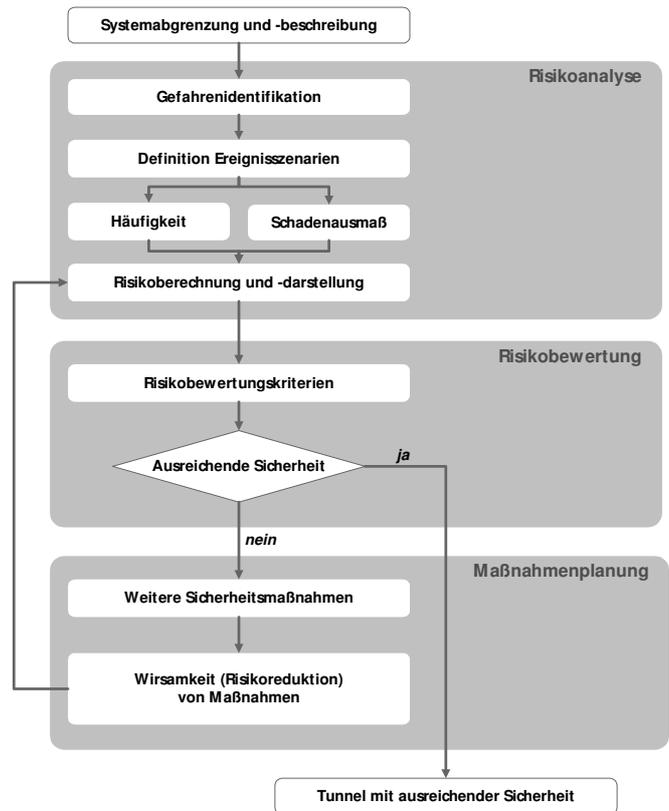


Bild 1: Elemente der risikoorientierten Sicherheitsbewertung

Bei der Entwicklung der Methodik wurden die Erfahrungen aus anderen, vergleichbaren Sicherheitsbereichen herangezogen und die entsprechenden Ansätze auf ihre Tauglichkeit hin für eine Anwendung im vorliegenden Kontext geprüft. Daneben wurden die aktuellen Entwicklungen und methodischen Ansätze zur Umsetzung der Forderungen gemäß Artikel 13 der Richtlinie 2004/54/EG im Ausland analysiert und die entsprechenden Erkenntnisse soweit sinnvoll in die Entwicklung der Methodik einbezogen. Die entwickelte Methodik basiert in ihren Grundsätzen und dem gewählten Vorgehen auf einem risikoorientierten Ansatz, der in verschiedenen Ländern zu unterschiedlichsten Sicherheitsfragen bereits erfolgreich angewandt wird.

Bei der Erarbeitung der Methodik wurde darauf geachtet, dass der gewählte Ansatz neben der Erarbeitung der wissenschaftlichen Grundlagen im Hinblick auf die künftige Anwendung auch einen engen praxisorientierten Bezug aufweist. Die Methodik gibt aber bewusst nicht zu allen Aspekten "rezeptartige" Vorgaben vor, sondern definiert einen Rahmen, innerhalb dessen die konkrete Anwendung durchzuführen ist. In Anbetracht der Vielfalt und Komplexität heutiger Tunnelbauwerke sowie der zugehörigen Infrastrukturen und deren Interaktionen, gilt es, die maßgeblichen methodischen Grundsätze festzulegen. Innerhalb dieser definierten Grenzen aber muss dem Anwender die Möglichkeit zur Berücksichtigung spezifischer Charakteristika eines Tunnels gegeben werden.

Die Methodik zur Sicherheitsbewertung basiert auf einer quantitativen Analyse der Risiken und ermöglicht die Berücksichtigung der wesentlichen risikorelevanten Einflussgrößen. Für die Quantifizierung sind teilweise Annahmen zu treffen, da noch nicht zu allen Aspekten ausreichende Grundlagen und statistische Daten vorhanden sind. Die quantitative Vorgehensweise aber ermöglicht es, die getroffenen Annahmen transparent darzulegen. Wenn zu einem späteren Zeitpunkt umfangreichere Grundlagendaten vorliegen werden, können die einzelnen Einflussgrößen bzw. deren quantitative Werte bei Bedarf angepasst werden, an der grundsätzlichen methodischen Vorgehensweise aber müssen keine Anpassungen vorgenommen werden. Zudem lässt die Methodik auch die Berücksichtigung zusätzlicher Einflussgrößen zu, ohne dass die Grundprinzipien des Vorgehens geändert werden müssen. Zur Verbesserung der Abschätzung der Ereignishäufigkeiten ist es erforderlich, dass die im Rahmen des Forschungsprojektes vorgenommene Unfallanalyse weiter fortgeführt und ergänzt wird.

Während die eigentliche Risikoanalyse über die Höhe der Risiken Auskunft gibt, wird im Rahmen der Risikobewertung ihre Tragbarkeit beurteilt. Im Grundsatz wird davon ausgegangen, dass ein richtlinienkonformer Tunnel als sicher zu beurteilen ist und zu diesem Zweck die Risiken eines geplanten Tunnels, der die Richtlinienanforderungen nicht erfüllt, denjenigen des gleichen Tunnels mit richtlinienkonformer Ausstattung gegenüberzustellen sind. Mit diesem maßnahmenorientierten Ansatz wird jedoch kein einheitliches Sicherheitsniveau definiert, da für verschiedene Tunnel auch bei richtlinienkonformer Ausstattung unterschiedliche Risiken resultieren werden. Aus diesem Blickwinkel wird empfohlen, den im Rahmen des Projektes vorgeschlagenen Ansatz des Festlegens eines quantitativen Sicherheitsziels weiter zu verfolgen. Zudem wird vorgeschlagen, dass eine verstärkte Planung von Sicherheitsmaßnahmen auf Basis der Kosten-Wirksamkeit geprüft wird.

3 Folgerungen für die Praxis

Anhand der entwickelten Methodik werden die in den Richtlinien RABT 2006 bzw. 2004/54/EG formulierten Anforderungen hinsichtlich einer risikoorientierten Betrachtung über Risikoanalysen konkretisiert und damit die Vorgaben für eine einheitliche und vergleichbare Durchführung von Sicherheitsbeurteilungen geschaffen.

Im Hinblick auf die Weiterentwicklung des Regelwerks werden folgende Empfehlungen abgegeben:

- Datengrundlagen: Eine wichtige Grundlage für die Quantifizierung der Risiken stellen die Auswertungen aus dem Unfallgeschehen dar. Es wird empfohlen, dass die erarbeiteten Grundlagen weiter ergänzt und die statistischen Auswertungen fortgeführt werden. Im Gegensatz zu den Unfallereignissen werden heute kaum systematische Auswertungen zu Betriebsstörungen und technischen Defekten der Tunnelinfrastruktur vorgenommen. Es wäre deshalb wünschenswert, wenn künftig entsprechende Grundlagen auch hierzu erhoben würden.
- Bewertungskriterien: Es wird empfohlen, den vorgeschlagenen Ansatz eines einheitlichen Risikobewertungskriteriums weiter zu verfolgen. Zudem wird vorgeschlagen, dass eine verstärkte Planung von Sicherheitsmaßnahmen auf Basis der Kosten-Wirksamkeit geprüft wird.

- Risikoanalysen für Gefahrguttransporte: Gemäß RABT 2006 sind für alle Tunnel vor der Zulassung von Gefahrguttransporten vorgängig Risikoanalysen durchzuführen. Es wird vorgeschlagen, im Rahmen einer Untersuchung zu prüfen, inwieweit die Ergebnisse dieser Modelle konsistent sind und welche Skalierung der Ergebnisse gegebenenfalls erforderlich ist, um eine Vergleichbarkeit zu erreichen. Für die Gefahrgutrisikoanalysen hat es sich eingebürgert, dass jeweils nicht nur ein Tunnel allein untersucht wird, sondern dass die Risiken der Tunnelstrecke denjenigen einer möglichen Alternativroute gegenübergestellt werden. Konkrete Vorgaben, auf welcher Basis die Risikobewertung zu erfolgen hat (Vergleich der Summenkurven im Häufigkeits-Ausmaß-Diagramm, kollektive Risiken etc.) fehlen noch. Es sind deshalb entsprechende Vorgaben zu erarbeiten.
- Auswertung der Erfahrungen mit Risikoanalysen: Es wird empfohlen, die Erfahrungen bei der Durchführung von Risikoanalysen systematisch zu erheben/sammeln und auszuwerten.