

Kurzfassung

Die Arbeit verfolgt das Ziel, einen Überblick über die unterschiedlichen Ursachen und Abläufe von Unfällen in Straßentunneln zu schaffen. In Anlehnung daran werden anschließend die Ursache-Wirkungs-Ketten exemplarisch modelliert. Die Untersuchungen beschränken sich auf Tunnel ab einer Länge von 200 m im Zuge von Autobahnen, Bundes- und Landesstraßen außerhalb von geschlossenen Ortschaften.

Rechtliche Grundlagen über die Sicherheit in Tunnelanlagen sind in Europa in der Richtlinie 2004/54/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29. April 2004 verankert. In Deutschland ist diese Richtlinie durch die Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln (RABT) in nationales Recht umgesetzt.

In die Problematik von Tunnelunfällen wird in dieser Arbeit dadurch eingeführt, dass zunächst Gefährdungspotentiale aufgezeigt werden. Die schweren Folgen, die ein Unfall in einem Tunnel mit sich bringt, hängen hauptsächlich mit der räumlichen Begrenztheit von Tunnelanlagen zusammen. Außerdem wird durch den abrupten Übergang der Lichtverhältnisse von hell nach dunkel bei der Einfahrt in den Tunnel die Sicht erschwert. Des Weiteren wirkt sich das Sicherheitsempfinden des Menschen stark auf das Unfallgeschehen im Tunnel aus. Viele Menschen befällt im Tunnel Panik, weshalb sie sich nicht immer optimal verhalten. Unterschiede der Sicherheit im Tunnel und der freien Strecke sind bedingt durch die unterschiedliche Umgebung, die Witterungseinflüsse und die Lichtverhältnisse.

Um einen Überblick über das Unfallgeschehen in Straßentunneln zu bekommen, werden statistische Daten ausgewertet. Hierzu dienen hauptsächlich Studien aus Österreich, Norwegen und der Schweiz. Des Weiteren werden die verschiedenen Unfalltypen hinsichtlich ihrer Auftretenswahrscheinlichkeit untersucht.

Unfallursachen in Straßentunneln sind im Allgemeinen auf das Fehlverhalten des Lenkers, technische Mängel am Fahrzeug und äußere Einflüsse, welche durch den Betrieb und die Infrastruktur des Tunnels entstehen, zurückzuführen. Die Ursachen werden zunächst separat untersucht. Es wird unterschieden nach der Verkehrsführung, dem Ort des Unfallgeschehens, dem Unfalltyp und der Fahrzeugart. Zusätzlich werden die Ursachen, die zu Tunnelunfällen führen mit denen, die zu Unfällen auf freier Strecke führen, verglichen.

Betrachtet man die Ursachen getrennt nach der Verkehrsführung, so stellt man fest,

dass die häufigste Unfallursache sowohl in Tunneln mit Gegen- als auch in Tunneln mit Richtungsverkehr mangelnde Wachsamkeit ist. Doch auch ein zu geringer Sicherheitsabstand zum vorausfahrenden Fahrzeug, Fehler bei Überholen sowie eine unzureichende Spurhaltung treten relativ häufig auf.

Fehleinschätzungen sowie Geschwindigkeitsübertretungen kommen besonders oft im Portalbereich vor, während mit mangelnder Wachsamkeit eher in Tunnelmitte zu rechnen ist. Fehlverhalten des Lenkers dominiert im Vor- und Nachlauf des Tunnels, ist jedoch auch in Tunnelmitte stark ausgeprägt.

Alleinunfälle werden in nahezu 60 % aller Fälle durch mangelnde Wachsamkeit verursacht, während Unfälle im Richtungsverkehr gleichermaßen durch mangelnde Wachsamkeit, geringen Sicherheitsabstand, Fehler beim Überholen und Spurhalten sowie Fehleinschätzungen verursacht werden. Bei Unfällen im Gegenverkehr dominieren als Unfallursachen geringer Sicherheitsabstand, falsches Überholen und Spurhalten sowie mangelnde Wachsamkeit.

Auf freier Strecke geschehen häufiger Unfälle, die durch den Zustand des Fahrers und durch überhöhte Geschwindigkeit verursacht werden, als im Tunnel. Im Tunnel hingegen sind Unaufmerksamkeit, Unfälle durch falsches Einspuren sowie ungenügendes Abstandsverhalten häufiger als auf freier Strecke als Unfallursache zu nennen.

Unfälle haben jedoch selten nur eine einzige Ursache, sondern entstehen vielmehr aus einer Verkettung von ungünstigen Ereignissen. Maßgebende Einflussfaktoren für das Unfallgeschehen im Straßentunnel sind im Bereich Verkehrsteilnehmer, Betrieb, Infrastruktur und Fahrzeug zu suchen. Der Faktor Verkehrsteilnehmer ist hierbei am stärksten ausgeprägt. Einem Unfallereignis geht grundsätzlich eine Fehlersituation voraus. In einer fehleranfälligen Umgebung kann sich hieraus eine Gefahrensituation ergeben. Erst wenn ein Abwenden der Gefahr nicht mehr möglich ist, kommt es zu einer Unfallsituation.

Auswirkungen von Unfällen in Straßentunneln können sehr unterschiedlich sein. Die größte Relevanz haben der Tunnelbrand und der Stau. Aus Brandkatastrophen aus der Vergangenheit lassen sich Erkenntnisse zur besseren Brandvermeidung und zum Ereignismanagement ableiten. Unter anderem zeigt sich, welche wesentliche Rolle die Belüftung bei der Brandentwicklung spielt. Eine gute Koordination und schnelle Reaktion der Kontrollzentrale kann die Auswirkung von Tunnelbränden gering halten.

Eine bessere Überwachung von Gefahrguttransportern soll dafür sorgen, dass Katastrophen vermieden werden können.

Im Vergleich zur freien Strecke stellen Staus im Tunnel ein größeres Gefahrenpotential dar, weil das Stauende aus vielerlei Gründen oftmals schlechter wahrnehmbar ist. Stauungen im Tunnelinneren sollten abgesehen von der erhöhten Gefahr von Auffahrunfällen insbesondere aufgrund der erhöhten Abgaskonzentrationen vermieden werden. Doch auch aus psychologischen Gründen sind Staus in Tunneln unerwünscht, da ein längeres Verweilen im Tunnel bei vielen Tunnelnutzern Beklemmungen auslöst.

Zur Darstellung der komplexen Zusammenhänge von Unfällen in Straßentunneln dienen Modelle, welche die Ursache-Wirkungs-Struktur der Unfallhergänge abbilden. Die Modellbildung ist Teil einer Risikoanalyse. Ausgehend von einer zuvor definierten Normalsituation werden mögliche Störfaktoren ermittelt, welche den normalen Fahrtverlauf beeinflussen können. Anhand dessen werden mögliche Ereignisketten eines Systems von einer Anfangssituation über mehrere Zwischenzustände bis hin zu einem stabilen Endzustand abgebildet. Im Rahmen dieser Arbeit interessiert, welche Ursachen zu den verschiedenen Arten von Unfällen in Straßentunneln führen können.

Bei der Modellierung wird zunächst die Normalsituation dargestellt, welche eine störungsfreie Fahrt zweier Fahrzeuge durch den Tunnel beschreibt. Dieser normale Fahrtablauf kann durch verschiedene Aktionen gestört werden. Zur Modellierung der Ursache-Wirkungs-Ketten werden die folgenden Fälle betrachtet: Interaktion durch gegenseitige Wahrnehmung der beiden Fahrzeuge, nicht einhalten des erforderlichen Sicherheitsabstands, Überholmanöver, technische Defekte am Fahrzeug (das Platzen eines Reifens, Defekt an den Bremsen), Hindernis durch Pannenfahrzeug sowie Stau.

Aus den Ursache-Wirkungs-Ketten lassen sich Maßnahmen zur Reduzierung des Unfallrisikos ableiten, welche im Rahmen dieser Arbeit qualitativ ermittelt werden. Eine quantitative Risikoanalyse ist aufgrund der geringen Datenmenge nicht möglich und auch für einen ersten Überblick nicht zwingend notwendig.