

Gestaltung von Notausgängen an Straßentunneln

FA 3.390

Forschungsstelle: RWTH Aachen, Institut für Straßenwesen (isac) (Prof. Dr.-Ing. habil B. Steinauer) / Universität Würzburg, Lehrstuhl für Psychologie I (Prof. Dr. P. Pauli) / BUNG Ingenieure AG, Heidelberg

Bearbeiter: Steinauer, B. / Zimmermann, U. / Mayer, G. / Schauerte, M. / Mühlberger, A. / Hünnerkopf, M. / Wieser, M. / Müller, M. / Pauli, P. / Baltzer, W. / Riepe, W. / Manes, F.

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

Abschluss: Februar 2007

1 Aufgabenstellung

Die Sicherheit in Straßentunneln rückte durch einige schwerwiegende Unfälle mit Brandfolge und Personenschäden in der jüngeren Vergangenheit in den Fokus des öffentlichen Interesses. Zum Teil waren verheerende Sicherheitsmängel die Ursache für die katastrophale Entwicklung der Ereignisse. Daraufhin wurde europaweit ein Umdenken ausgelöst, das ein

Überarbeiten der Sicherheitskonzepte für Straßentunnel forderte. Besonders zur Erleichterung der Selbst- und Fremdreterung der Tunnelnutzer im Brandfall mussten Lösungen erarbeitet werden.

Den Tunnelnutzern bleiben nach Expertenmeinung in der Brandentwicklungsphase nur wenige Minuten Zeit, sich vor giftigem Rauch und Feuer in Sicherheit zu bringen. Für diese kurze Phase der Selbstrettung können bauliche Maßnahmen, wie die Verkürzung des Abstands zwischen den Notausgängen, deutlich bessere Bedingungen schaffen. Darüber hinaus gehen aktuelle Tendenzen dahin, durch die Art der Beschilderung von Sicherheitseinrichtungen den Personen die Orientierung und damit die Flucht zu erleichtern. Entgegen früherer Überlegungen, die Verkehrsteilnehmer beim Durchfahren eines Tunnels nicht abzulenken, wird nun eine eindeutige Kennzeichnung favorisiert. Eine Aufmerksamkeit erregende Gestaltung gibt den Tunnelnutzern die Möglichkeit, sich mit den Einrichtungen vertraut zu machen, um im Ereignisfall die kurze Zeitspanne der Selbstrettungsphase möglichst effektiv nutzen zu können. Die Gestaltung muss also diesen höchst unterschiedlichen Anforderungen während der normalen Tunneldurchfahrt und dem Ereignisfall gerecht werden.

Eine wirkungsvolle Gestaltung von Notausgängen kann nur auf Grundlage von wahrnehmungs- und emotionspsychologischen Erkenntnissen, Wissen über die Physiologie des Hö-

rens und Sehens und den besonderen räumlichen und licht-technischen Bedingungen im Verkehrsraum Tunnel erfolgen. Weiterhin muss die Gestaltung das bestehende Konzept der Fluchtwegkennzeichnung aufnehmen und sinnvoll ergänzen. Eine weitgehende Harmonisierung mit Regelungen in Europa ist erstrebenswert und so weit erforderlich, dass eine eindeutige kognitive Zuordnung bei ausländischen Tunnelnutzern möglich ist.

2 Untersuchungsmethodik und -ergebnisse

In der Grundlagenstudie wurden detailliert die notwendigen Erkenntnisse zur Wahrnehmungs- und Emotionspsychologie aufbereitet und das Fluchtverhalten bei Brandereignissen analysiert. Darauf aufbauend war es möglich, eindeutige Anforderungen an die Gestaltung von Notausgängen zu formulieren. Durch eine Übersicht zur Gestaltung der Notausgänge in anderen europäischen Ländern wurde der Rahmen geschaffen, innerhalb dessen aus den Anforderungen mithilfe von optischen und technischen Elementen Vorschläge für eine verbesserte Gestaltung entwickelt wurden.

Für ausgewählte Varianten wurde die Wirkung der Gestaltung auf Tunnelnutzer überprüft. Dies geschah zum einen mithilfe von Simulationen, zum anderen durch Versuche in Tunneln, deren Notausgänge provisorisch umgestaltet wurden.

In den Simulationen wurden Probanden, die sich aus tunnelängstlichen und nichttunnelängstlichen Personengruppen zusammensetzten, untersucht. Hierbei kamen zwei verschiedene Simulationen zum Einsatz. In einer virtuellen Tunneldurchfahrt mussten die Probanden sich an die Häufigkeit und die Lage der Notausgänge erinnern. Dabei wurden zwei verschiedene Gestaltungen vergleichend auf ihre Wirkung untersucht. Bei der Überprüfung der Gestaltungselemente im Ereignisfall waren die Probanden mit einer Entscheidungssituation konfrontiert, bei der sie bei einer virtuellen Flucht eine von zwei Gestaltungsvarianten wählen mussten. Hierbei wurden insgesamt 3 Varianten gegeneinander getestet.

Für die Überprüfung der Wahrnehmung unterschiedlicher Gestaltungen wurden neben dem Urzustand zwei Varianten untersucht. Dazu wurden jeweils 100 Tunnelnutzer direkt im Anschluss an die Tunneldurchfahrt auf ihre Wahrnehmung der Sicherheitseinrichtungen im Tunnel befragt. In einer weiteren Untersuchung wurden die Begreifbarkeit und Bedienbarkeit zwischen zwei in Europa gängigen Fluchttürarten überprüft. Dabei konnten Eigenschaften von Schiebetüren und Drehflügeltüren herausgearbeitet werden.

Zusammenfassend zeigte die überprüfte Variante, bei der neben der insgesamt grünen farblichen Gestaltung ein selbstleuchtender Rahmen um die Tür auf der Tunnelwand montiert ist, eine hohe Wirkung auf die Tunnelnutzer bzw. Probanden hinsichtlich einer unbewussten Wahrnehmung und Erinnerung. Diese ist signifikant besser als bei einer Gestaltung ohne den Leuchtrahmen, bei der ausschließlich das selbstleuchtende Fluchtwegpiktogramm über der Tür zu sehen ist. Für den Ereignisfall eignet sich eine zusätzlich aktivierte helle grüne Beleuchtung der Fluchttür.

Es wird daher bei der Gestaltung von Notausgängen empfohlen, das bisher für die Fluchtwegkennzeichnung angewendete Fluchtwegkonzept mit einer Differenzierung von Normalfall und Ereignisfall konsequent anzuwenden. Sämtliche Elemente, die im Zusammenhang mit dem Notausgang stehen, sind grün zu gestalten. Wegen der in Deutschland überwiegenden Beleuchtung durch Natriumhochdrucklampen ist eine korrekte Farbwiedergabe in Tunneln nicht möglich. Daher ist die grüne Farbe für den 50 cm breiten um den Notausgang auf der Tunnelwand aufzutragenden Anstrich auf die jeweilige Beleuch-

ung abzustimmen, was jedoch nicht uneingeschränkt möglich ist. Deshalb kann auf eine ständige selbstleuchtende grüne Markierung der Notausgänge nicht verzichtet werden. Es hat sich gezeigt, dass diese Markierung in Form eines dreiseitigen 2,50 m hohen geschlossenen Rahmens um den Notausgang herum erfolgen muss. Da es projektspezifische Anforderungen gibt, die einen solchen Rahmen technisch teilweise nicht umsetzbar machen, sollte die Gestaltung als optischer Rahmen so ausgeführt sein, dass der vorbeifahrende Tunnelnutzer, der in spitzem Winkel die Türen sieht, den Notausgang als solchen wahrnimmt. Gerade bei großen Abständen zwischen den senkrechten leuchtenden Elementen ist durch eine gestalterische Umsetzung der oberen Ecken der Bezug zwischen den Elementen möglich.

Für die folgenden Fälle können detaillierte Lösungen formuliert werden:

- Rechteckquerschnitt mit ein/zweiflügliger Tür: selbstleuchtender Rahmen um die Tür auf der Tunnelwand,
- Gewölbequerschnitt mit Querstollen als Notausgang: lotrechte selbstleuchtende Elemente bis zu einer Höhe von 2,50 m neben den Seitenstollen auf der Tunnelwand. Die optische Wirkung eines Rahmens wird durch die horizontale Montage von selbstleuchtenden Elementen im Querstollen (orthogonal zur Fahrbahnachse) am Querstollenanfang in 2,50 m Höhe erreicht. Darüber hinaus dienen diese Elemente der Führung in den Querstollen zur Fluchttür, die im Regelfall bis zu einigen Metern zurück liegen kann. Bei großen Querschlägen bzw. starken Krümmungen wird durch horizontale Elemente auf der Tunnelwand, die mit den senkrechten Elementen die oberen Ecken eines Rahmens abbilden, die gewünschte Wirkung erzielt.

Für andere spezifische Situationen müssen von Fall zu Fall geeignete Lösungen gefunden werden, die den genannten Grundsätzen entsprechen.

Der selbstleuchtende Rahmen ist so auszuführen, dass er als leuchtender Balken zu erkennen ist. Ein Ampeleffekt durch punktförmige Lichtquellen ist auszuschließen. Die Leuchtdichte beträgt 150 cd/m^2 (Wartungswert). Der untere Abschluss des Rahmens sollte 20 cm über dem Notgehweg liegen, um Beschädigungen und extreme Verschmutzungen in diesem besonders gefährdeten Bereich zu vermeiden. Im Ereignisfall wird in Anlehnung an die Orientierungsbeleuchtung der Fluchtwegkennzeichnung die Notausgangtür hell beleuchtet. Aus der Simulationsuntersuchung abgeleitet ist die Beleuchtungsfarbe grün zu wählen. Alle Leuchtelemente (Rahmen und Notausgangsbeleuchtung) sind an die USV-Anlage anzuschließen und genügen der Schutzart IP 65 und der Schutzklasse I.

Die Türen selbst sind als Drehflügeltüren auszuführen, die mit einem Drücker zu öffnen sind. Ist im Nachrüstungsfall der Einbau einer Schiebetür unumgänglich, ist diese mit einem elektrischen Antrieb, dessen Auslösungskontakt im Bedienhebel integriert ist, auszurüsten. Ein Fensterausschnitt ist in allen Türen vorzusehen und bis auf 60 cm über Notgehweg herunter zu führen, um eine uneingeschränkte Nutzung für Kinder und Rollstuhlfahrer (Barrierefreiheit) zu gewährleisten. Sollte die Fluchttür direkt in die andere Röhre führen (Richtungsverkehrstunnel mit Rechteckquerschnitt), ist ein Gefahrenhinweis auf den Verkehr in das Blickfeld auf der Scheibe

anzubringen. Hierzu eignet sich ein Piktogramm in Form eines schwarzen Fahrzeugs, dessen Rand weiß abgesetzt ist.

3 Folgerungen für die Praxis

Durch eine einheitliche Gestaltung der Notausgänge wird die Sicherheit der Tunnelnutzer erheblich verbessert. Gerade durch die auffällige Gestaltung während der normalen Tunneldurchfahrt wird durch zusätzliche Elemente im Ereignisfall der Notausgang schnell erkannt. Eine weitgehende Kompatibilität mit den in Europa gängigen Gestaltungen ist gegeben. Insbesondere bei der Nachrüstung bestehender Tunnel müssen durch die sinnvolle Anwendung der grundsätzlichen Gestaltungselemente projektspezifische Randbedingungen und Einschränkungen berücksichtigt werden.