

Lautsprecheranlagen und akustische Signalisierung in Straßentunneln

Bei Unfällen in Straßentunneln können Lautsprecheransagen zum richtigen Verhalten des Tunnelnutzers und somit zu seiner Sicherheit beitragen. Allerdings hängt die Wirksamkeit von Lautsprecheransagen entscheidend von der Verständlichkeit der übermittelten Informationen ab. Im Rahmen eines Forschungsvorhabens wurden deshalb Kriterien definiert, anhand derer eine elektroakustische Beschallungsanlage für Tunnel und bestimmte Ereignisszenarien ausgelegt werden kann.



Synchronisierte Längsbeschallung mit drei hintereinanderliegenden Lautsprechern an der Decke (Bild: Christof Sistenich, BAST)

Problem

Bei Havarien in Straßentunneln können Lautsprecheransagen mit zum richtigen Verhalten der Tunnelnutzer beitragen. Voraussetzung ist eine gute Verständlichkeit der übermittelten Sprachinformationen, die jedoch mit konventionellen Beschallungsanlagen oftmals nicht erreicht wird. Unter Berücksichtigung von tunnelspezifischen Parametern wie Querschnitt, Geometrie, Innenausbau und Länge waren im Forschungsprojekt weitergehende technische Anforderungen an die einzusetzenden Beschallungssysteme zu ermitteln und die Erfüllbarkeit der Anforderungen anhand verfügbarer Systeme zu überprüfen. Unter Beachtung der technischen und wirtschaftlichen Umsetzbarkeit waren Kriterien zu definieren, anhand derer eine Beschallungsanlage für Tunnel und bestimmte Ereignisszenarien ausgelegt werden kann, ohne dass aufwändige schalltechnische Einzeluntersuchungen durchgeführt werden müssen.

Untersuchungsmethode

Im Rahmen der Untersuchung wurden die charakteristischen Einflussgrößen für eine optimierte Wahrnehmbarkeit und Verständlichkeit akustischer Signalisierungen und Durchsagen in Straßentunneln, Nachhallzeiten sowie spezifische

2011 zuletzt erschienen:

- 4/11 Volkswirtschaftliche Kosten durch Straßenverkehrsunfälle 2009
- 5/11 Gurte, Kindersitze, Helme und Schutzkleidung - 2010
- 6/11 Verhaltensanweisungen bei Notsituationen in Straßentunneln
- 7/11 Verkehrserziehungsprogramme in der Lehreraus-/Fortbildung und deren Umsetzung im Schulalltag
- 8/11 Alkoholverbot für Fahranfänger
- 9/11 Profile im Straßenverkehr verunglückter Kinder und Jugendlicher
- 10/11 Evaluation der Freiwilligen Fortbildungsseminare für Fahranfänger
- 11/11 Bewertung von Ortsumgehungen aus Sicht der Verkehrssicherheit
- 12/11 Schutz von Fußgängern beim Scheibenanprall
- 13/11 Notöffnungen in transportablen Schutzeinrichtungen
- 14/11 Elektronische Manipulation von Fahrzeug- und Infrastruktursystemen
- 15/11 Lautsprecheranlagen und akustische Signalisierung in Straßentunneln

Schalleitungseigenschaften und Störgeräusche bestimmt. Aufbauend auf theoretischen Grundlagen wurden die Ergebnisse aktueller Untersuchungen in 19 Tunneln kategorisiert und im Hinblick auf die erzielbaren Effekte beschrieben. Anschließend erfolgte eine Zusammenstellung der Erkenntnisse zu den Grundanforderungen an elektroakustische Beschallungsanlagen in Abhängigkeit von der akustischen Klassifizierung typischer Tunnelformen, zu den Ereignisszenarien, zur Anordnung von Lautsprechersystemen und zum Signalprocessing.

Ergebnisse

Nach den Ergebnissen aktueller Forschungen sind die Nachhallzeiten in vielen Straßentunneln sehr lang. Sie liegen im Bereich von sieben bis zehn Sekunden. Außerdem erreichen die in Tunneln eingesetzten Lautsprecheranlagen unter den typischen raumakustischen Bedingungen entweder keine anforderungsgerechte Sprachverständlichkeit, oder sie erlauben keinen anforderungsgerechten Sammelruf. Eine praktische Notwendigkeit zur minutiösen Prognostizierung und Messung der Nachhallzeiten von Straßentunneln lässt sich auf Grundlage dieser Erkenntnisse jedoch nicht belegen. Es gibt besondere Schalleitungseigenschaften von Tunnelröhren, die durch die Struktur der Reflexionen entlang der Wand- und Deckenbereiche entstehen. Daraus folgend ist eine Beschallung mit eng abstrahlenden Lautsprechern streng in Längsrichtung eines Tunnels notwendig. Versuche zeigten, dass mit einer Reihenanordnung von Lautsprechern, die geeignete Abstrahleigenschaften haben und entsprechend angesteuert werden, eine ausreichend gute Sprachverständlichkeit über lange Strecken zu erreichen ist. Herkömmliche Lautsprecher, insbesondere die häufig eingesetzten Trichterlautsprecher, sind für eine Längsbeschallung jedoch ungeeignet. Die Untersuchungsergebnisse mündeten in einem praktisch handhabbaren Konzept für eine technische Lösung zur Übertragung verständlicher Durchsagen in Verkehrstunneln. Empfohlen wird ein Beschallungskonzept, das die typischen Tunnelgeometrien sowie Abstrahlwinkel und Rückwärtsdämpfungen berücksichtigt. Die Lautsprecher sollten so angepasst werden, dass sie eine zeitlich kohärente Wellenfront längs durch den Tunnel bewirken.

Folgerungen

Im Rahmen der Studie wurde ein neuartiges Beschallungskonzept untersucht, welches zukünftig in typischen Straßentunneln Sicherheitsdurchsagen mit einer erheblich verbesserten Sprachverständlichkeit ermöglicht. Es wurden konzeptionelle Vorschläge für die Installation von Lautsprecheranlagen in Straßentunneln erarbeitet. Sie ermöglichen eine Vereinfachung der Planung und Auslegung bei gleichzeitiger Optimierung von Wahrnehmbarkeit und Verständlichkeit. Mögliche Fehlplanungen oder Nachbesserungen können so reduziert werden. Für elektroakustische Beschallungsanlagen werden zukünftig ein erheblicher Gewinn an Planungssicherheit erreicht und Kosteneinsparungen in Folge eines reduzierten Planungsaufwandes erwartet.

Abstract

Speaker systems and acoustic signalling in road tunnels

The aim of this research project was to develop more stringent requirements on electro-acoustic equipment in road tunnels in compliance with technical and economic feasibility. Universally valid criteria was defined through which a Public Address System for tunnels can be designed without the need of performing complicated and specific acoustic engineering studies. Therefore the results of 19 acoustical tunnel studies were categorized and compared. As a result, reversionation times are in the range of seven seconds to ten seconds in the central region and increasing up to 27 s for low frequencies. The typical decay times of the tunnels differ only slightly. Consequently reverberation time measurements are not necessary. Also there are special sound-transmission properties of tunnels caused by reflections. This structure is characterized by useful sound reflections that can be used for advancing intelligibility support.

Bibliographische Angaben

Bericht:

Lautsprecheranlagen und akustische Signalisierung in Straßentunneln, Bergisch Gladbach, Bundesanstalt für Straßenwesen, 2011 (Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Unterreihe „Brücken- und Ingenieurbau“, Heft B 80, September 2011)

Autoren des Berichts:

Rolf Mayer
Oliver Reimann
unter Mitarbeit von
Volker Löwer
Verena Brettschneider
Isolde Los
IFB Consulting
Bischofsheim

Preis: 16,00 Euro

Zu beziehen über:

Wirtschaftsverlag NW
Verlag für neue Wissenschaft GmbH
Postfach 10 11 10
27511 Bremerhaven
Telefon 0471 94544-0
Telefax 0471 94544-88

Fachbetreuer in der Bundesanstalt für Straßenwesen:

Christof Sistenich

Impressum:

Bundesanstalt für Straßenwesen
Stabsstelle
Presse und Öffentlichkeitsarbeit
Postfach 10 01 50
51401 Bergisch Gladbach
Telefon 02204 43-0 oder 43-184
Telefax 02204 43-674
E-Mail info@bast.de
Internet www.bast.de

Nachdruck honorarfrei.
Belegexemplar erbeten.