

Schallabstrahlung von Straßen-Tunnelportalen

Heinz Hoislbauer¹, Strohmayer Gerhard²

¹ TAS Sachverständigenbüro für Technische Akustik SV GmbH, 4030 Linz, E-Mail: h.hoislbauer@tas.at

² TAS Sachverständigenbüro für Technische Akustik SV GmbH, 4030 Linz, E-Mail: g.strohmayer@tas.at

Einleitung

Zum Thema Schallabstrahlung von Tunnelportalen existiert bereits eine Reihe von Veröffentlichungen bzw. Literaturquellen. Die bisher angeführten Modelle stellen allerdings meist (gröbere) Vereinfachungen unter Zugrundelegung von Pauschalannahmen dar, und die angeführten Emissionen stehen meist nicht in unmittelbarem Zusammenhang zum energieäquivalenten Dauerschallpegel $L_{A,eq}$ ¹, welcher, gemäß RVS 04.02.11, Lärmschutz die Schallemission des Straßenverkehrs in Österreich beschreibt.

In dem hier vorliegenden Modell wird die Schallemission von Tunnelportalen unter Zugrundelegung des $L_{A,eq}$ ¹ in Abhängigkeit unterschiedlicher Parameter wie Tunnelform, Tunnelgröße, Tunnellänge, Portalausgestaltungen (z. B. Anschnitt, Trompete) sowie Frequenz in den dreidimensionalen Raum beschrieben. Weiters wird eine Methode angegeben, wie die Erkenntnisse in konventionellen Schallausbreitungsberechnungsprogrammen verwendet werden können, sodass die Schallabstrahlung von Tunnelportalen für verschiedene topographische Szenarien berechnet werden kann. Darüber hinaus wird auch noch ein Verfahren angegeben, wie absorbierende Tunnelauskleidungen für bestimmte topographische Situationen dimensioniert werden können.

Ergebnisse

Zur Überprüfung des hier verwendeten Modells wurden zum einen Vergleiche mit vereinfachten Modellsituationen aus der Literatur und zum anderen Vergleiche mit Messungen an realen Tunnelportalen angestellt. Im vorliegenden Fall wurden im Zuge einer Messkampagne sieben Tunnelportale unterschiedlicher Größe, Geometrie, Portalausgestaltung sowie zwei Tunnel mit Absorptionsverkleidungen messtechnisch untersucht. Die Simulationsergebnisse wurden mit den Ergebnissen der Messkampagne validiert.

Im Weiteren werden kurz Ergebnisse der Simulationen beschrieben. In nachfolgender Abbildung 1 ist die Schallabstrahlung eines Tunnelportals in seitlicher Ansicht und Draufsicht sowie in Vorderansicht beispielhaft veranschaulicht.

Es zeigen sich eine deutliche Richtcharakteristik der Schallabstrahlung gegenüber der Tunnelachse sowie auch ein Unterschied zwischen horizontaler und vertikaler Schallabstrahlung für den hier dargestellten Fall eines Rechtecktunnels. Für Rundbogentunnel zeigt sich ebenfalls eine deutliche Richtcharakteristik gegenüber der Tunnelachse, die Schallabstrahlung erfolgt hier allerdings rotationssymmetrisch zum Tunnelquerschnitt (kein Unterschied zwischen horizontaler und vertikaler Schallabstrahlung).

Die Größe eines Tunnels weist leichte Auswirkungen auf die Schallabstrahlung auf. Je größer ein Tunnel ist, desto höher ist auch die Schallabstrahlung. Im Allgemeinen (d. h. für realistische Querschnitte) zeigen sich Unterschiede von bis zu 1 dB.

Im Falle eines Schräganschnitts von Tunnelportalen zeigt sich eine leichte Auswirkung auf die horizontale Schallabstrahlung unterhalb von 1 dB.

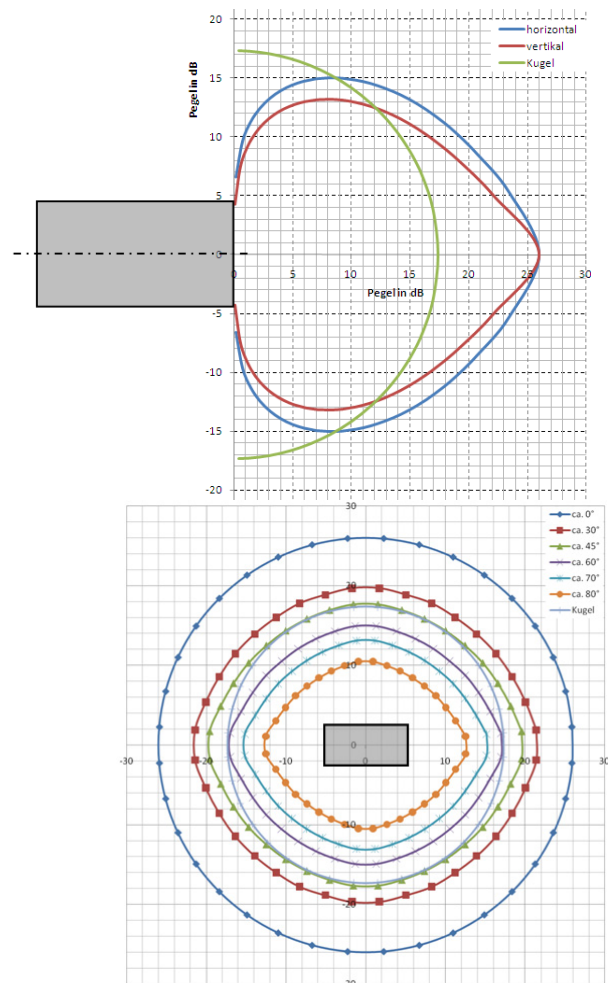


Abbildung 1: Beispielhafte Darstellung der Schallabstrahlung für einen Rechtecktunnel (Breite = 10 m; Höhe = 5 m) in seitlicher Ansicht bzw. in Draufsicht (oberes Bild) sowie in Vorderansicht (unteres Bild)

Durch eine trompetenförmige Ausgestaltung eines Tunnelportals wird, wie die Simulationen gezeigt haben, eine starke Veränderung der Richtwirkung eines Tunnels erzielt. Der Schall wird vorwiegend in Richtung der Tunnelachse gelenkt. Dadurch wird eine starke Verminderung der Schallabstrahlung in seitliche Richtungen erzielt.

Der Einfluss der Tunnellänge auf die Schallabstrahlung eines Tunnelportals ist abhängig vom Winkel zur Tunnelachse. Ab einer Tunnellänge von 1000 m ist deren

Einfluss für sämtliche Schallabstrahlrichtungen vernachlässigbar. In praktischen Fällen kann man davon ausgehen, dass der Einfluss der Tunnellänge ab Längen von 300 m bis 500 m vernachlässigbar wird.

Die Wirkung von absorbierenden Verkleidungen ist abhängig vom Beobachtungswinkel zum Tunnelportal. Für geringe Winkel zur Tunnelachse ist sie gering, für große Winkel zur Tunnelachse ist sie, abhängig von der Verkleidung bzw. dem Verkleidungsanteil, entsprechend groß. Was die Positionierung einer absorbierenden Verkleidung im Tunnel betrifft, so zeigen die Ergebnisse, dass vor allem in Portalnähe ein möglichst hoher Verkleidungsanteil i. Allg. am sinnvollsten ist.

Eine Analyse der frequenzabhängigen Wirkung von Tunnelportalen unter Zugrundelegung des Verkehrslärmspektrums gemäß RVS 04.02.11 hat gezeigt, dass spektrale Veränderungen vorhanden sind. Das Verkehrslärmspektrum wird durch den Tunnel zu tieferen Frequenzen hin verschoben.

Eine Einbindung der Erkenntnisse in ein Schallausbreitungsberechnungsprogramm unter Bezugnahme auf die RVS 04.02.11 erfolgt, wie nachfolgend erläutert:

Ein Tunnelportal stellt eine schallabstrahlende Fläche dar. Daher ist es sinnvoll, dieses - vor allem in Hinblick auf topographische Situationen, begleitende Lärmschutzwände etc. - schalltechnisch als Flächenschallquelle darzustellen. Diese Flächenschallquelle ist mit einer Schalleistung L_W zu belegen.

Die Schalleistung L_W kann nun ihrerseits über den Emissionsschallpegel $L_{A,eq}^1$ gemäß RVS 04.02.11, zusätzliche Umrechnungsfaktoren sowie für bestimmte Grundtypen, welche in der vorliegenden Studie festgelegt wurden, definierte Richtcharakteristiken beschrieben werden. Die in der vorliegenden Studie betrachteten Grundtypen von Tunneln umfassen Rundbogentunnel sowie Rechteckentunnel mit unterschiedlichen Querschnitten.

Die Simulation eines Tunnelanschnitts bzw. einer trompetenförmigen Portalausgestaltung kann direkt im Schallausbreitungsberechnungsprogramm in Form von programmspezifischen Modellelementen im Anschluss an die Flächenschallquelle erfolgen. Die Portalform kann über ein Rechteck angenähert werden.

Zusätzliche absorbierende Verkleidungen werden aufgrund der Wechselwirkung der unterschiedlichen Einflussgrößen untereinander über Diagramme berücksichtigt, welche für die unterschiedlichen Grundtypen, für unterschiedliche Absorptionswerte des Verkleidungsmaterials sowie unterschiedliche Verkleidungsanteile am Tunnelumfang angegeben sind. Bei der Auswahl der Diagramme sollte in Hinblick auf die Prognosesicherheit der stets nächstgelegene ungünstigere Fall einer gegebenen Situation betrachtet werden. Mitunter kann auch zwischen zwei nächstgelegenen Fällen interpoliert werden. Abbildung 2 stellt ein entsprechendes Auswahlverfahren einer absorbierenden Verkleidung für einen Tunnel (Grundtyp) dar.

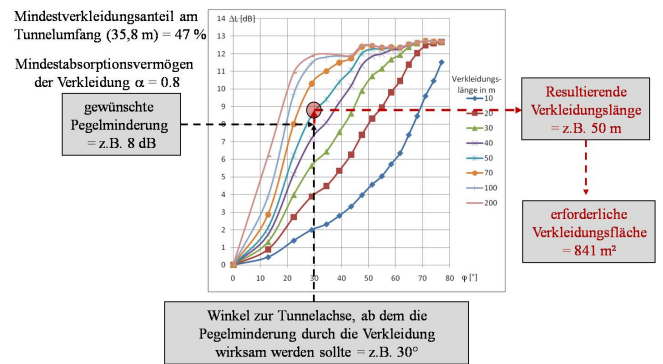


Abbildung 2: Beispiel für die Bestimmung der Wirkung einer absorbierenden Verkleidung (Rundbogentunnel mehrspurig)

Resümee

In der vorliegenden Studie wurde die dreidimensionale Schallabstrahlung von Tunnelportalen unter Berücksichtigung zusätzlicher Einflussgrößen wie Tunnelgröße, Tunnelform, Schräganschnitt von Tunneln, trompetenförmige Ausgestaltung von Tunnelportalen, Tunnellänge, Absorptionsverkleidung, Auswirkung auf Verkehrslärmspektrum etc. sowohl anhand von Messungen als auch anhand von Simulationen untersucht. Die Simulationen dienten vor allem dazu, die konkreten Einflussparameter auf die Schallabstrahlung von Tunnelportalen zu ermitteln und ein Rechenmodell für Prognosen zu erstellen, welches die verschiedenen Einflüsse mitberücksichtigt. Dadurch ist eine Möglichkeit gegeben, die Prognose der Schallabstrahlung von Tunnelportalen unter möglichst realen Bedingungen durchzuführen. Etwaige situationsbedingte Optimierungspotentiale (z. B. in Hinblick auf absorbierende Verkleidungen von Tunneln) können hierbei genutzt werden.

Literatur

- [1] Verfahren zur Berechnung der Lärmabstrahlung von Straßentunnel-Portalen, Forschungsstelle EMPA Dübendorf, Abt. Akustik und Lärmbekämpfung, Ausgabe Dezember 1983
- [2] Stehno G., Stehno V., Ertl J.: Lärmausbreitung an Tunnelportalen. Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten, Straßenforschung, Heft 407, Wien 1991
- [3] Jonasson & Svein Storeheier: Nord 2000. New Nordic Prediction Method for Road Traffic Noise, SP Rapport 2001:10 Acoustics Borås 2001, Version 1.0, 2001-12-21
- [4] PROBST W., Die Prognose des aus Tunnelmündungen abgestrahlten Schalls. Zeitschrift für Lärmbekämpfung, Bd. 3 (2008) Nr. 3 – Mai
- [5] HOISLBAUER H., STROHMAYER G.: Schalltechnische Untersuchung „Schallabstrahlung von Tunnelportalen Projektstufe 1: Messkampagne an realen Tunnelportalen“. Autobahnen- und Schnellstraßen-Finanzierungs-AG, Linz 21.03.2008