

26 (1999) Neue Forschungsergebnisse, kurz gefaßt

S. R. Mehra

## Bidirektionale Ausbreitung von Straßenverkehrsgeräuschen in Wohngebieten

### 1. Einleitung

Im Gegensatz zur monodirektionalen Ausbreitung, bei der die Geräusche von einer Straße ausgehen, liegt eine bidirektionale Schallausbreitung vor, wenn das Gebiet von zwei Straßen A und B umschlossen ist. Während im monodirektionalen Fall der Lärmpegel mit zunehmender Entfernung ständig abnimmt, steigt er bei bidirektionaler Schallausbreitung ab einer bestimmten Entfernung von einer der Quellen wieder an. Die bekannten Berechnungsmethoden gehen in der Regel von monodirektionaler Schallausbreitung aus und sind auf Wohngebiete, die einer bidirektionalen Schallausbreitung unterliegen, nicht einfach anwendbar. In der vorliegenden Arbeit werden die Gedanken zu einem Berechnungsverfahren für bidirektionale Schallausbreitung beschrieben und die Anwendbarkeit des Verfahrens anhand von Meßergebnissen überprüft.

### 2. Monodirektionale Schallausbreitung

Den Mittelungspegel der von Straßen ausgehenden Geräusche bei monodirektionaler Ausbreitung haben in horizontalen unbebauten Geländen Ullrich [6] und in bebauten Gebieten Mehra und Gertis [3] meßtechnisch untersucht. Die Meßergebnisse haben gezeigt, daß der Mittelungspegel mit der Entfernung je nach Windrichtung nach dem logarithmischen Ansatz gemäß Gleichung (1) abnimmt. Bild 1 gibt diese Pegelabnahmen mit der Entfernung nach [6] (links) und nach [3] (rechts) graphisch wieder.

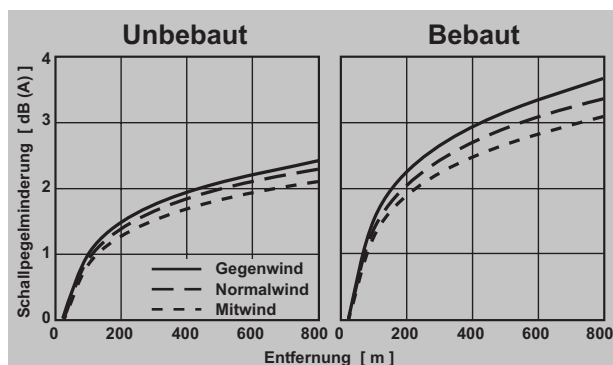


Bild 1: Schallpegelminderung in Abhängigkeit von der Entfernung bei verschiedenen Windrichtungen in unbebauten Geländen nach [6] (links) und in bebauten Gebieten nach [3] (rechts).

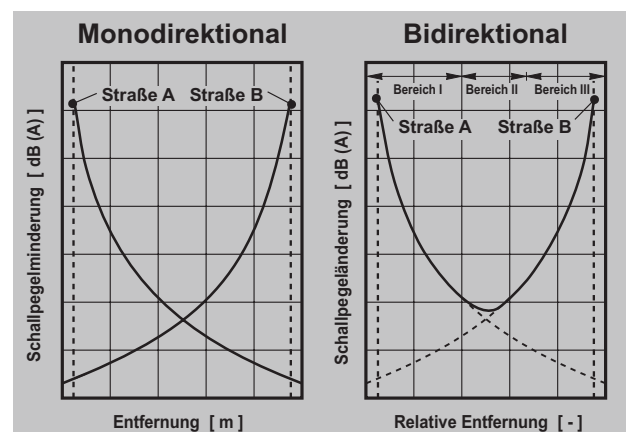


Bild 2: Schematische Darstellung der Schallpegeländerung in Abhängigkeit von der Entfernung bzw. der relativen Entfernung. Die relative Entfernung wird gemäß Gleichung (2) definiert. Links: Abnahme des Schallpegels einzelner Straßen A und B, monodirektionale Schallausbreitung. Rechts: Änderung des Schallpegels unter Berücksichtigung beider Straßen, bidirektionale Schallausbreitung

$$\Delta L_m = A \lg \frac{r}{r_0} \quad [\text{dB(A)}] \quad (1)$$

A Ausbreitungsdämpfungsmaß [dB(A)]

r Abstand eines Immissionspunktes von der Lärmquelle [m]

r<sub>0</sub> Abstand des Referenzpunktes von der Lärmquelle [m], hier 25 m

### 3. Bidirektionale Schallausbreitung

Bei bidirektionaler Schallausbreitung wird der Pegel jeder Schallquelle für sich alleine mit zunehmender Entfernung kleiner, wie Bild 2 (links) es verdeutlicht. Dargestellt ist im Bild 2 (links) die Abnahme des Schallpegels beider Straßen A und B in Abhängigkeit von der Entfernung zur jeweiligen Straße. Werden dagegen beide Straßen zusammen betrachtet, nimmt der Schallpegel von einer der Straßen aus gesehen ab einer bestimmten Entfernung nicht weiter ab sondern wieder zu [1,4], Bild 2 (rechts). Da die Abstände zwischen den beiden Lärmquellen in der Regel nicht konstant sind, wird eine relative Entfernung r<sub>r</sub> gemäß Gleichung (2) eingeführt, die im

rechten Bild als Entfernungsskala auf der Abszisse aufgetragen ist.

$$r_r = \frac{r}{r+r_1} \quad [-] \quad (2)$$

$r$  kürzeste Entfernung des Immissionspunktes P von der Straße A [m]  
 $r_1$  kürzeste Entfernung des Immissionspunktes P von der Straße B [m]

Die Darstellung im Bild 2 (rechts) zeigt, daß der logarithmische Ansatz nach Gleichung (1) im bidirektionalen Fall nur bis zu einer bestimmten relativen Entfernung (in der sich die andere Straße noch nicht bemerkbar macht) gültig ist. Um den entfernungsabhängigen Schallpegel für den gesamten Entfernungsbereich ausreichend genau beschreiben zu können, müßten daher Teilfunktionen formuliert werden, die jeweils nur für den Bereich I, II oder III der relativen Entfernungssache gelten. Dagegen kann der Schallpegelverlauf durch eine einzige Funktion beschrieben werden, wenn dafür statt eines logarithmischen ein polynominaler Ansatz nach Gleichung (3) verwendet wird.

$$L_m(r_r) = a + b \cdot r_r + c \cdot r_r^2 \quad [-] \quad (3)$$

Schematisch ist diese Funktion in Bild 2 (rechts) als durchgezogene Kurve dargestellt.

#### 4. Meßergebnisse

Bild 3 zeigt die mittleren gemessenen Mittelungspegel der Straßenverkehrsgeräusche in 16 verschiedenen Immissionspunkten eines Wohngebietes in Abhängigkeit von der Entfernung. Links im Bild werden die Meßergebnisse bei monodirektionaler Schallausbreitung nach [5] und rechts die der bidirektionalen Ausbreitung nach [2] dargestellt. Die Mittelungspegel monodirektionaler Schallausbreitung stammen von Untersuchungen aus der Zeit, als das Meßgebiet nur von der damaligen Bundesstraße B29 (alte B29) beschallt wurde. Die Untersuchungen bidirektionaler Ausbreitung erfolgten im Jahre 1998 in den gleichen Immissionspunkten wie nach [5], nachdem um das Gebiet eine weitere Umgehungsstraße B29 (neue B29) gebaut wurde. Die durchgezogenen Kurven

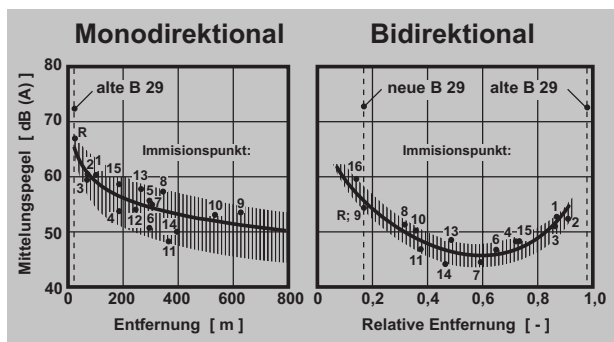


Bild 3: Gemessene Mittelungspegel in Abhängigkeit von der Entfernung der Immissionspunkte 1 bis 16. Dargestellt ist die Abnahme des Pegels mit der Entfernung bei monodirektionaler (links; B29 alt) nach [5] und mit der relativen Entfernung bei bidirektionaler Schallausbreitung (rechts; B29 alt und neu) nach [2]. Angegeben sind jeweils die Pegelmittelwerte. Der schraffierte Bereich bringt die Streubreite der Meßwerte zum Ausdruck. Als Kurvenverlauf sind die durch Regressionsanalyse ermittelten Funktionen dargestellt. Die gestrichelten Linien kennzeichnen die Lage der Referenzpunkte. Die relative Entfernung wird gemäß Gleichung (2) definiert.

im Bild sind die anhand nicht linearer Regressionsanalyse der Meßwerte ermittelten Funktionen. Die logarithmische Funktion im linken Bild läßt sich durch Gleichung (4), die parabolische Funktion im rechten Bild durch Gleichung (5) annähern:

$$L_m(r) = 67 - 11 \frac{r}{r_0} \quad [\text{dB(A)}] \quad (4)$$

$$L_m(r_r) = 58,7 \cdot r_r^2 - 67,3 \cdot r_r + 65,1 \quad [\text{dB(A)}] \quad (5)$$

Es ist zu erkennen, daß in beiden Fällen die beschriebenen Funktionen die Meßwerte gut annähern.

#### 5. Zusammenfassung

Den aus der Literatur bekannten logarithmischen Ansätzen zur Berechnung der Schallpegelabnahme mit der Entfernung innerhalb bebauter Flächen liegt eine monodirektionale Schallausbreitung zugrunde; sie sind bei den bidirektionalen Situationen nicht einfach einsetzbar. Für die Schallausbreitung in von zwei Lärmquellen umschlossenen Gebieten ist eine polynominale Funktion vorgestellt worden, mit der die Schallpegelverteilung berechnet werden kann. Durch den Vergleich der beschriebenen Funktion mit den Meßergebnissen konnte gezeigt werden, daß sie für die praktische Anwendung sehr gut geeignet ist.

#### 6. Literatur

- [1] Gertis, K.; Leschnik, W. und Mehra, S. R.: Zusatzdämpfung der Bebauung bei der Schallausbreitung in Wohngebieten. Forschungsberichte aus dem Fachbereich Bauwesen, H. 21, Universität Essen (1983).
- [2] Lutz, C.: Meßtechnische Ermittlung der straßengebundenen Lärmbelastung im Schornbachtal und ihre Auswirkung auf das Wohlbefinden der Anwohner – Eine Bestandsaufnahme unter Berücksichtigung der neuen Bundesstraße B29. Diplomarbeit Universität Stuttgart, Lehrstuhl Konstruktive Bauphysik (1999).
- [3] Mehra, S. R.; Gertis, K.: Mittelungspegel bei der Ausbreitung von Straßenverkehrslärm in Wohngebieten unter verschiedenen meteorologischen Bedingungen. Lärmbekämpfung 30 (1983), H. 5, S. 127-134.
- [4] Mehra, S. R.; Lutz, C.: Subjektive Wahrnehmung der Lärmpegeländerung aufgrund einer neuerstellten Umgehungsstraße durch die Anwohner - Korrelation zwischen Meß- und Befragungsergebnissen (wird demnächst veröffentlicht).
- [5] Mertel, K.: Meßtechnische Ermittlung der straßengebundenen Lärmbelastung im Schornbachtal – Eine Bestandsaufnahme unter Berücksichtigung der Bundesstraße B 29. Diplomarbeit Universität Stuttgart, Lehrstuhl Konstruktive Bauphysik (1995).
- [6] Ullrich, S.: Zur Ausbreitung des Mittelungspegels von Straßenverkehrsgeräuschen in horizontalem, un bebauten Gelände. Kampf dem Lärm 24 (1977), H. 6, S. 168-173.



Fraunhofer Institut Bauphysik

### FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR BAUPHYSIK (IBP)

Leiter: Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. mult. Dr. E.h. mult. Karl Gertis  
 D-70569 Stuttgart, Nobelstr. 12 (Postfach 80 04 69, 70504 Stuttgart), Tel. 07 11/9 70-00  
 D-83626 Valley, Fraunhoferstr. 10 (Postfach 11 52, 83601 Holzkirchen), Tel. 0 80 24/6 43-0