

# LBP-Mitteilung

3

## (2007) Neue Forschungsergebnisse, kurz gefasst

Herrn o. Prof. Dr.-Ing. habil Dr. h.c. mult. Dr. E.h. mult. Karl Gertis zur Emeritierung gewidmet

S.-R. Mehra, M. Brodbeck

## Modellmessungen mit Ultraschall in bebauten Gebieten

### 1. Einleitung

Bis vor wenigen Jahren waren akustische Modellmessungen die einzige Möglichkeit, reale akustische Situationen zu simulieren. Nachdem die Computer immer leistungsfähiger wurden und die Anwendungssoftware die Simulationsaufgaben übernahm, geriet die Modellmesstechnik fast in Vergessenheit. Da die physikalischen Vorgänge realitätsgetreu nachgebildet werden können, stellen die Modellmessungen nach wie vor eine gute Alternative zu den sehr komplexen Computerberechnungen dar. Damit der Aufwand für die Modellierung und der Platzbedarf für die Messdurchführung nicht zu groß werden, muss der Modellmaßstab sehr klein gewählt werden. Da die Wellenlängen des anregenden Schalls entsprechend der Geometrie des Messgebiets maßstabsgerecht verkleinert werden müssen, liegen die zu untersuchenden Frequenzen dann im Ultraschallbereich. Dagegen ist das Beugungsverhalten von Schallschirmen im Modell gleich wie in der Realität, da die Fresnel-Zahl (Größe für das Beugungsverhalten) unabhängig vom Maßstabsfaktor ist.

### 2. Messdurchführung

Im Rahmen der Arbeit [1] erfolgten Modellmessungen mit Maßstab 1:100 im Frequenzbereich von 40 kHz bis 100 kHz. Maßstabgetreu umgerechnet liegen die Frequenzen in der Realität folglich zwischen 400 Hz und 1000 Hz. Untersucht wurde die Schallausbreitung in bebauten und unbebauten Gebieten mit und ohne Schallschirm. Dafür stand ein Freifeld-Modellraum zur Verfügung. Die Wände des Modells sind absorbierend ausgekleidet, um unerwünschte Reflexionen auszuschließen.

Als Schallquelle wurden ein Lautsprecher und ein Ultraschallwandler, der vom Fraunhofer-Institut für zerstörungsfreie Prüfverfahren in Saarbrücken zur Verfügung gestellt wurde, eingesetzt. Das Schallsignal, weißes Rauschen, wurde von einem Rauschgenerator erzeugt und mit einem Leistungsverstärker verstärkt. Über einen

und mit einem Leistungsverstärker verstärkt. Über einen Messverstärker wurden die Signale im Computer mit einer geeigneten Soundkarte aufgenommen und mithilfe entsprechender Software analysiert.

Als Gebäude dienten gewöhnliche Kunststoffmodelle, wie sie bei Modelleisenbahnen zu finden sind. Die Gebäudeabmessungen sind aus Bild 1 ersichtlich. Dabei gab es drei Bebauungsarten; wie in Bild 1, um 90° gedrehte und zufällig angeordnete Gebäude, wobei ein großes auf der Messlinie stand. Lärmschutzwände wurden aus verschiedenen Materialien mit zwei unterschiedlichen Höhen untersucht. Als Material wurde Holz, Pappe und papierbeschichtete Hartschaumplatte ausgewählt. Die Holzvariante wurde 6 m und 3,5 m hoch vor dem Messgebiet aufgebaut, die beiden anderen Varianten waren 6 m hoch.

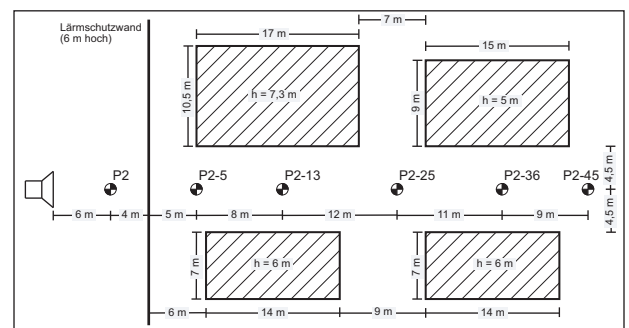


Bild 1: Messgebiet mit paralleler Gebäudeanordnung.

### 3. Messergebnisse

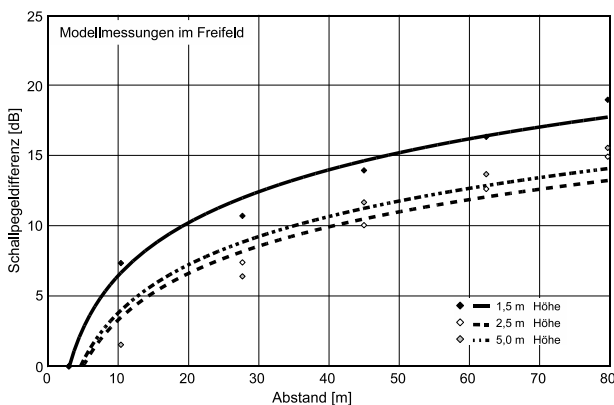
Die Untersuchungen fanden in bebauten und unbebauten Gebieten mit und ohne Schallschirm statt. Im unbebauten Gebiet wurde die Schallausbreitung bis 80 m hinter dem Schallschirm, in den bebauten Gebieten bis 50 m dahinter untersucht. In beiden Messgebieten wur-

den jeweils fünf Messpunkte festgelegt, in denen die Schallpegeldifferenz  $\Delta L$  gemäß Gleichung (1) bestimmt wurde:

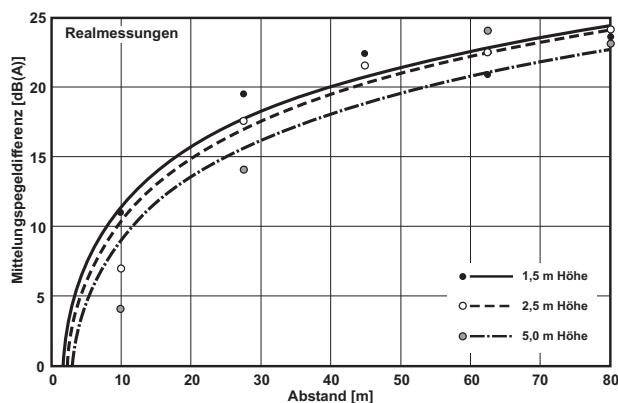
$$\Delta L = L_R - L_P \quad [\text{dB}] \quad (1)$$

$L_R$  Schallpegel im Referenzpunkt [dB]  
 $L_P$  Schallpegel im Messpunkt [dB]

Ergebnisse aus dem unbebauten Gebiet (beispielsweise Bild 2) wurden mit realen Messwerten (Bild 3) verglichen. Dabei traten Unterschiede bei den Schallpegeldifferenzen  $\Delta L$  auf, die anhand der Messbedingungen im Freien und im Labor weitgehend erklärt werden konnten. Zu berücksichtigen waren dabei die Art der Schallquelle, die Luftabsorption, die Lage der Straße, die Bodenabsorption und meteorologische Einflüsse.



**Bild 2:** Gemessene Schallpegeldifferenz in Abhängigkeit des Abstands zur Schallquelle in verschiedenen Höhen über dem Boden im Freifeld-Modellraum

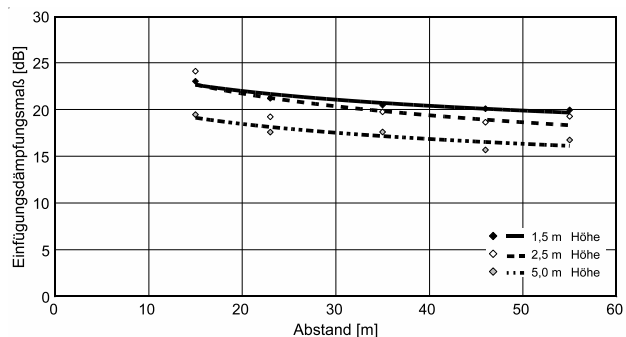


**Bild 3:** Gemessene Schallpegeldifferenz in Abhängigkeit des Abstands zur Schallquelle in verschiedenen Höhen über dem Boden in einem realen unbebauten Gebiet, nach [2]

Die Modellmessungen in drei fiktiven bebauten Gebieten lieferten plausible Ergebnisse. Bild 4 zeigt beispielsweise das Einfügungsdämpfungsmaß durch Aufstellen einer 6 m hohen Lärmschutzwand vor parallel stehenden Gebäuden gemäß Bild 1. Mit dieser Gebäudeanordnung wurden zusätzlich Werte mit einer 3,5 m hohen Lärmschutzwand gemessen. Dabei war die Abschirmwirkung deutlich geringer.

Beim Vergleich von Freifeldmessungen mit Messungen im bebauten Gebiet konnten Schallpegelerhöhungen und Schallschattenzonen durch die Bebauung beobachtet werden. Insbesondere bei der zufälligen Gebäudeanordnung, bei der ein großes Gebäude auf der Messlinie steht, waren diese Pegeländerungen besonders ausgeprägt.

Beim Vergleich der Messungen mit Lärmschutzwand im unbebauten Gebiet mit denen mit Lärmschutzwand im bebauten mit paralleler und um 90° gedrehter Anordnung konnten nur kleine Unterschiede festgestellt werden. Zurückzuführen war das auf den geringen Einfluss der Bebauung selbst auf das Einfügungsdämpfungsmaß. Insgesamt konnten ausgesuchte Messwerte im unbebauten Gebiet sowohl ohne als auch mit Lärmschutzwand durch Rechnung belegt werden. Insbesondere hat sich gezeigt, dass die Gestaltung der Landschaft und die Wahl des Referenzpunkts sehr großen Einfluss auf die Ergebnisse haben.



**Bild 4:** Einfügungsdämpfungsmaß in Abhängigkeit des Abstands zur Schallquelle. Gemessen wurde nach Aufstellen einer 6 m hohen Lärmschutzwand vor bestehende Bebauung

#### 4. Zusammenfassung und Ausblick

Die Messungen haben gezeigt, dass die Messergebnisse zwischen Modell und Realität tendenziell übereinstimmen. Die Abweichungen zwischen den Ergebnissen der Modelluntersuchungen und der Messungen in der Realität sind auf die Auswirkung der Luftabsorption und nicht ganz übereinstimmenden Randbedingungen zurückzuführen. Derartige Effekte sollen in weiteren Untersuchungen näher betrachtet werden. Insbesondere sind bei den künftigen Modellmessungen meteorologische Einflüsse wie Wetterlagen und Windsituationen einzubeziehen.

#### 5. Literatur

- [1] Brodbeck, M.: Messtechnische Untersuchung der Schallausbreitung im akustischen Freifeld-Modellraum. Diplomarbeit am Lehrstuhl für Bauphysik, Universität Stuttgart (2006).
- [2] Schlich, M.: Stadtbauphysikalische Aspekte von Lärmschutzwänden unter Berücksichtigung des Windes und deren Beurteilung durch die Anwohner. Diplomarbeit am Lehrstuhl für Bauphysik.



Universität Stuttgart

Lehrstuhl für Bauphysik

### Lehrstuhl für Bauphysik

Lehrstuhlinhaber: Prof. Dr.-Ing. Klaus Sedlbauer

70569 Stuttgart, Pfaffenwaldring 7, Tel.: 0711/685-66578, Fax: 0711/685-66583

Email: bauphysik@lbp.uni-stuttgart.de