

# Zur Auswahl von akustischen Kennwerten für Lärmwirkungsstudien

Ulrich Möhler

Möhler+Partner Ingenieure AG, München, E-Mail: info@mopa.de

## Einleitung

Die richtige Wahl der akustischen Kennwerte ist von zentraler Bedeutung für die Interpretation der Ergebnisse von Lärmwirkungsstudien. Die Art der Erfassung der akustischen Kennwerte, z.B. durch Messungen oder Berechnungen, die Festlegung der Immissionsorte, z.B. Innen oder Außen, die Wahl der akustischen Beschreibungsgröße, z.B. Mittelungspegel oder Maximalpegel, beeinflussen das Ergebnis einer Lärmwirkungsstudie in gleicher Weise wie die Erfassung von Reaktionen durch Befragungen und / oder physiologische Messungen. Gerade bei vergleichenden Lärmwirkungsstudien (Quellvergleiche, Parameterstudien) kann das Ergebnis durch die Wahl der akustischen Parameter, auf denen der Vergleich basiert, wesentlich beeinflusst werden.

Im Zusammenhang mit den Diskussionen zum Schienenbonus wurden in letzter Zeit zahlreiche Untersuchungen veröffentlicht, die teilweise zu widersprüchlichen Ergebnissen kamen. Im Folgenden wird dargelegt, inwieweit die Wahl der akustischen Parameter als Ursache für diese unterschiedlichen Ergebnisse herangezogen werden kann. Die folgenden Ausführungen beruhen im Wesentlichen auf den Literaturauswertungen von Untersuchungen im Auftrag des Umweltbundesamtes [1, 2], des UIC [3] und der Uni Freiburg [4].

## Akustische Parameter bei Laborstudien

In Laborstudien zum Quellenvergleich von Straßen- und Schienenlärm werden vorwiegend einzelne Vorbeifahrtgeräusche von Straßen- und Schienenfahrzeugen den Probanden dargeboten. Die dargebotenen akustischen Parameter sind zumeist unzureichend dokumentiert; insbesondere ist oft unklar, ob eine Korrektur zwischen Außenlärmpegel und Innenlärmpegel, hier wiederum in Abhängigkeit von offenem und geschlossenem Fenster, vorgenommen wurde. Bei Quellenvergleichen, z.B. Straße vs. Schiene, kann hier allein durch die unterschiedliche Schalldämmung der Außenbauteile in Abhängigkeit vom Frequenzspektrum ein systematischer Fehler von bis zu 6 dB auftreten. So wird z.B. in der VDI 2719 [5] für die Bahnstrecken mit überwiegendem Personenverkehr ein Korrektursummand von 0 dB, für innerstädtische Straßen von 6 dB vergeben.

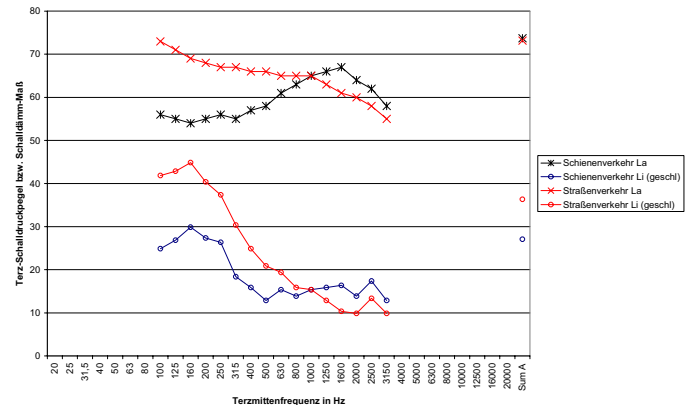


Abbildung 1: Frequenzspektrum außen / innen von Straßen- und Schienenverkehrslärm

Häufig wird bei Laborstudien die Höhe des dargebotenen Schallpegels durch elektroakustische Verstärkung des Geräusches über einen Regler variiert. Gegenüber einer realistischen Situation gehen dadurch jedoch wichtige akustische Einflussfaktoren verloren, wie ein Vergleich folgender Graphen zeigt.

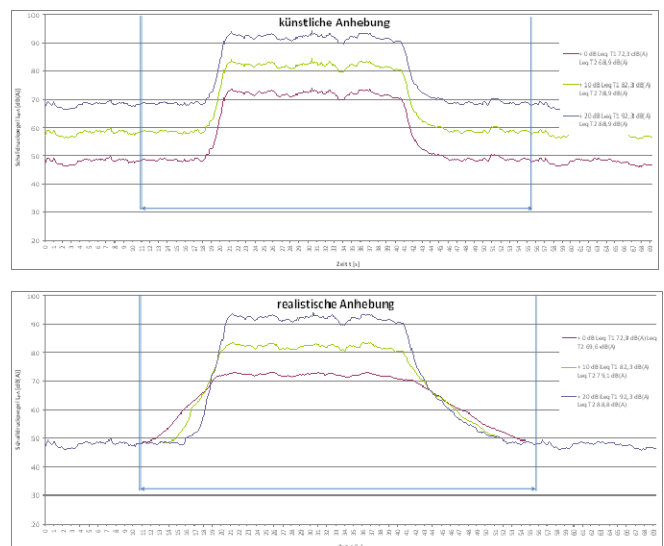


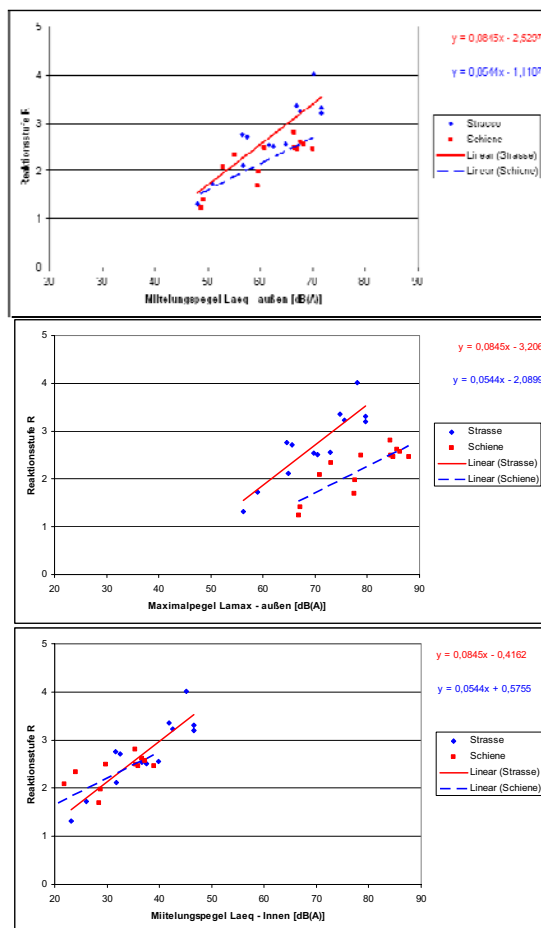
Abbildung 2: Zeitlicher Verlauf einer Eisenbahnvorbeifahrt mit künstlicher und realistischer Anhebung des Vorbeifahrtgeräusches

Aus Abbildung 2 lässt sich ableiten, dass insbesondere der Einfluss des Grundgeräusches sowie der Verlauf der

Anstiegsflanken bei einer künstlichen Veränderung des Geräusches nicht berücksichtigt werden. Auswirkungen auf die im Labor gemessenen Wirkungen, insbesondere z.B. Aufweckreaktionen, werden durch die künstliche Anhebung des Geräusches verfälscht.

### Akustische Parameter bei Feldstudien

In Lärmwirkungsstudien werden zur Beschreibung der Dosis als akustische Kennwerte neben dem  $L_{Aeq}$  oft der  $L_{DN}$ ,  $L_{DEN}$ ,  $L_{Amax}$  verwendet. Meist wird nicht dokumentiert, ob die Kennwerte durch Schallmessung oder Schallberechnung bestimmt werden; auch ist die Beschreibung des Bezugsortes der Dosis (Schlafraum, Wohnraum, Lauteste Fassade) unklar. Bei Vergleichen der Lästigkeitswirkung unterschiedlicher Quellen kann die Wahl des akustischen Kennwertes einen erheblichen Einfluss auf die Interpretation der Ergebnisse aufweisen. In den folgenden Abbildungen ist die Dosis – Wirkungsreaktion gleicher Lärmbelastung dargestellt, d.h. die Reaktionen auf der Reaktionsskala wurde nicht verändert; dagegen wurden die akustischen Kennwerte zur Kennzeichnung der Lärmbelastung auf der Grundlage des gemessenen  $L_{Aeq}$  durch Anwendung pauschaler Ansätze (vgl. [5, 6]) variiert.



**Abbildung 3:** Dosis-Wirkungs-Beziehung von Straßen- und Schienenlärm bei gleicher Reaktion und unterschiedlichem akustischen Kennwert ( $L_{Aeq}$ , außen,  $L_{Amax}$ , außen,  $L_{Aeq}$ , Innen)

Aus den oben aufgeführten Graphiken geht hervor, dass sich bei gleicher Reaktion und unterschiedlichem akustischen Kennwert deutlich unterschiedliche Ergebnisinterpretationen

ergeben können. Fasst man diese Unterschiede im Sinne einer Schätzung für den „Schienenbonus“ zusammen ergibt sich das in folgender Tabelle dargestellte Bild:

**Tabelle 1:** Beispiel für den Lästigkeitsunterschied bei gleicher Reaktion in Abhängigkeit vom akustischen Kennwert (LU = Lästigkeitunterschied +=Schienenbonus, - = Schienenmalus)

| Akustischer Parameter                                   | LU  | Bemerkung                               |
|---|-----|---|
| Messung außen<br>$L_{Aeq}$ , Tag                        | + 4 | IF-Studie, Grundlage für Bonusregelung  |
| Berechnung außen<br>$L_{Aeq}$ , Tag                     | + 7 | Berechnungen für Planfeststellungen     |
| Messung außen $L_{DEN}$                                 | + 8 | EU - Umgebungsärmrichtlinie             |
| Messung Außen,<br>$L_{Amax}$                            | + 9 | Maximalpegel                            |
| Messung außen<br>Korrektur VDI 2719<br>Innen, $L_{Aeq}$ | -2  | Innenraumsituation, Fenster geschlossen |

Wie aus der o.g. Tabelle ersichtlich, kann in diesem Beispiel der Lästigkeitsunterschied zwischen Schienen- und Straßenverkehrslärm bei **gleicher** Reaktion und gleicher akustischer Belastung durch die Wahl des akustischen Kennwertes einen Wert zwischen +9 (Schienenbonus) und -2 dB(A) (Schienenmalus) annehmen.

Zusammenfassend zeigt sich, dass die Wahl des akustischen Kennwertes einen erheblichen Einfluss auf die Ergebnisinterpretation von Dosis-Wirkungsstudien aufweist. Daher ist es erforderlich, bereits bei der Entwicklung von Untersuchungsdesigns von Lärmwirkungsstudien die Erfassung der Dosis in gleicher Weise wie die Erfassung der Reaktion im Sinne einer interdisziplinären Untersuchung zu berücksichtigen. Auch könnte eine Vereinheitlichung der akustischen Kennwerte vergleichbar mit der Vereinheitlichung der Antwortskalen nach dem ICBEN – Standard hilfreich sein.

### Literatur

- [1] Giering, K.: Lärmwirkungen Dosis-Wirkungsrelationen UBA-Texte 13/2010
- [2] Arbeitsgemeinschaft Lärmwirkung ZEUS GmbH, Möhler + Partner: Lärmbonus bei der Bahn? UBA-Texte 23/2010
- [3] DHV B.V: The railway noise bonus, UIC November 2010
- [4] Universitätsklinikum Freiburg: Macht Schienenlärm krank? April 2010
- [5] VDI 2719: Schalldämmung von Fenstern und deren Zusatzeinrichtungen, 1987
- [6] Möhler U.: Spitzenpegel beim Schienenverkehrslärm, Zeitschrift für Lärmbekämpfung 37 S.35 - 40, 1990