

Statistische Maximalpegelbetrachtung für Schienenlärm in Anlehnung an das Griefahn-Kriterium

Dr. Peter S. Krämer

Akustikbüro Krämer + Stegmaier GmbH, 10553 Berlin; Email: info@akustik-berlin.de

1. Einleitung

Für ein geplantes allgemeines Wohngebiet mit hoher Belastung durch Schienenverkehr (S-Bahn, Personen-Nah- und Fernverkehr, Güterzüge) sollte das erforderliche bewertete Schalldämm-Maß der Außenbauteile berechnet werden. Da Störungen des Schlafes und der Entspannung in repräsentativen Untersuchungen als besonders schwerwiegend betrachtet werden /1/-/4/, wurde abweichend von der Standardsituation in der DIN 4109 besonderes Augenmerk auf die nächtlichen Verhältnisse gelegt.

Gleichzeitig ist bekannt, dass aus Gründen der Lufthygiene ein ausreichender Luftwechsel oft nur durch ein geöffnetes (gekipptes) Fenster erreicht werden kann, sofern keine anderweitige technische Lüftungsvorrichtung vorhanden ist (Zentrallüftung, Außenwand-Luftdurchlässe) /5/. Eine oft empfohlene kurzzeitige Stoßlüftung ist nachts wegen des Schlafes nicht möglich. Ein gekipptes Fenster erreicht jedoch typischerweise nur ein bewertetes Schalldämm-Maß von ca. 10 dB. Hierdurch wird die Wirkung von Schallschutzmaßnahmen zunichte gemacht.

Da aus experimentellen Untersuchungen weiterhin bekannt ist, dass intermittierende Geräusche bei gleichem äquivalentem Dauerschallpegel stärkere Reaktionen hervorrufen als kontinuierliche Geräusche, wurden zur Entscheidung, ob schalldämpfte Außenwandlüfter (ALD) erforderlich sind, zusätzlich zum mittleren Dauerschallpegel der Verkehrsgeräusche auch die auftretenden Maximalpegel herangezogen.

Da die DIN 18005 „Schallschutz im Städtebau“ /6/, /7/ hierfür keine und die DIN 4109 „Schallschutz im Hochbau“ /8/ nur unzureichende Handhabe bietet, wurde die Bewertung in Anlehnung an frühere Studien über die Wirkung von Fluglärm als intermittierende Schallquelle durchgeführt. Unter Annahme einer Normalverteilung wurde aus dem Mittelwert der mittleren Maximalpegel (1%-Perzentilpegel) und der zugehörigen Standardabweichung aus Messungen derjenige Pegel ermittelt, der nicht häufiger als 6 mal in der Nacht überschritten wird und die Anforderung an die Schalldämmung der Außenbauteile entsprechend festgelegt.

2. Anforderungen

2.1 DIN 18005

Im Rahmen der städtebaulichen Planung werden in Ermangelung einer gesetzlichen Normierung von Grenzwerten zur Bestimmung der Zumutbarkeit von Lärmbelastungen regelmäßig die Orientierungswerte der DIN 18005 Teil 1, Beiblatt 1 als Orientierungshilfe herangezogen. Deren Einhaltung oder Unterschreitung ist - lt. DIN 18005 - wünschenswert, um die mit der Eigenart des betreffenden Baugebiets oder der betreffenden Baufläche verbundene Erwartung auf angemessenen Schutz vor Lärmbelastungen zu erfüllen.

Den Orientierungswerten kommt allerdings keine abschließende Aussagekraft zu, sondern es ist letztlich der sachgerechten Abwägung des Plangebers überlassen, darüber zu entscheiden, welche Lärmbelastungen in einem neu geplanten Gebiet hinzunehmen sind. Dabei kann eine Überschreitung der in der DIN 18005, Teil 1, Beiblatt 1 vorgesehenen

Orientierungswerte um bis zu 4 dB(A) im Einzelfall noch im Bereich abwägungsgerechter Akzeptanz liegen.

Die DIN 18005 sowie das Beiblatt 1 hierzu treffen *keine* Aussagen über die zulässigen *Maximalpegel* (im Gegensatz z.B. zur TA Lärm bei genehmigungsbedürftigen Anlagen).

2.2 DIN 4109 „Schallschutz im Hochbau“

Die DIN 4109 ist baurechtlich in allen Bundesländern als Technische Baubestimmung eingeführt /8/. In Kapitel 5 der Norm werden die erforderlichen resultierenden Schalldämm-Maße der Außenbauteile je nach „Lärmpegelbereich“ (außen) definiert. Diese richten sich jedoch im Regelfall lediglich nach der vorliegenden *mittleren* Lärmbelastung, *am Tage*. Sofern dieser Pegel nach DIN 18005 berechnet wird sind auf den *Beurteilungspegel* 3 dB aufzuschlagen („maßgeblicher Außenlärmpegel“). Dieser Aufschlag hängt ursächlich mit der Richtwirkung von Linien-schallquellen zusammen und der geringeren Schalldämmung der Außenbauteile bei schrägem Schalleinfall gegenüber diffusem Schalleinfall wie im Prüfstand gemessen.

Auf den Einfluss schalldämpfter Lüfter und ihrer Erfordernis aus hygienischen Gründen wird in Abs. 5.4 der Norm lediglich hingewiesen, aber keine Berechnungsgrundlage mitgeliefert.

2.2.1 Ermittlung des maßgeblichen Außenlärmpegels nach DIN 4109 durch Messung

Zur Ermittlung des maßgeblichen Außenlärmpegels durch Messungen wird auf Anhang B der Norm verwiesen. Dieser weist allerdings einige Unklarheiten und Widersprüchlichkeiten auf: Bei Messung des Schalldruckpegels im *Freifeld* sind zur Bestimmung des maßgeblichen Außenlärmpegels ebenfalls 3 dB aufzuschlagen (vgl. 2.2). Statt diesen Aufschlag entfallen zu lassen, sollen bei Messungen vor Gebäudeoberflächen 3 dB (vom Messwert oder vom Beurteilungspegel?) *abgezogen* werden, so dass bei wörtlicher Auslegung der Norm der maßgebliche Außenlärmpegel zahlenmäßig dem Beurteilungspegel am Ersatzmessort entspricht bzw. 3 dB geringer ist, was im Gegensatz zum o.g. Fall in Abschnitt 2.2 keinen Sinn ergibt.

In konsistenter Weise sollte der maßgebliche Außenlärmpegel (bei Linien-schallquellen) immer um 3 dB höher als der Beurteilungspegel liegen. Der Reflexionsabschlag vor Gebäuden wird z.B. in DIN 45645-1 schon berücksichtigt /10/.

2.2.1.1 Maximalpegeln bei Straßenverkehrslärm

Gemäß Anhang B.1 zur Bestimmung des maßgeblichen Außenlärmpegels für Straßenverkehr sollen Pegelspitzen berücksichtigt werden, wenn die Differenz zwischen mittlerem Maximalpegel $\overline{L_{AF\max}} = L_1$ -Perzentilpegel und dem Mittelungspegel $L_{AFm} = L_{AF,eq}$ größer als 10 dB(A) ist. Dies ist soweit konsistent mit Untersuchungen über die Lärmwirkung intermittierender Geräusche /2/.

Für den maßgeblichen Außenlärmpegel wird $L_1 - 10$ dB(A) anstelle des Beurteilungspegels „zugrunde gelegt“ (was wohl heißen soll, dass der Aufschlag von 3 dB noch erfolgen muss).

2.2.1.2 Maximalpegel bei Schienenverkehrslärm

Ein ähnlicher aber im Detail verschiedener Ansatz beim Schienenverkehrslärm gemäß Anhang B.2 der DIN 4109 ist nach Meinung des Autors keineswegs plausibel und konsistent:

Erst wenn die Differenz zwischen mittlerem Maximalpegel $\overline{L_{AFmax}}$ und dem L_{AFm} größer als **15 dB(A)** ist, sollen diese Pegelspitzen berücksichtigt werden. Die größere Schwelle von 15 dB gegenüber 10 dB beim Straßenverkehr ist vermutlich der bei Schienenlärm größeren auftretenden Differenz zwischen Maximalpegel und Mittelungspegel geschuldet, auch wenn darüber in der Norm keine Hinweise zu finden sind. Gleichwohl erscheint es aus Sicht der Lärmwirkung und Schutzwürdigkeit fragwürdig, die Anforderung an die Schalldämmung damit von vorneherein abzusenken. Zwar ist bekannt, dass Beeinträchtigungen durch Lärm in erster Linie mit dem äquivalenten Dauerschallpegel korrelieren; bei seltenen lauten Ereignissen, vor allem nachts, können diese jedoch zu Aufweckreaktion oder physiologisch messbaren Schlafstörungen führen /1/-/3/. Vermutlich haben bei dieser Regelung in erster Linie wirtschaftliche Gründe Pate gestanden.

Für den maßgeblichen Außenlärmpegel wird darüber hinaus **$L_1 - 20\text{dB(A)}$** anstelle des Beurteilungspegels zugrunde gelegt, also der maßgebliche Außenlärmpegel nochmals um *zusätzliche* 5 dB gemindert. Es ist zu vermuten, dass hier wie bei den Berechnungsverfahren eine Art „Schienenbonus“ vergeben wurde. Allerdings sind die Untersuchungen, die zur Berücksichtigung des Schienenbonus von 5 dB geführt haben, nach Wissen des Autors nur für Mittelungspegel durchgeführt worden und somit auf Maximalpegel nicht unbedingt übertragbar. Im übrigen ist der Schienenbonus gemäß den einschlägigen Richtlinien (Schall 03) nur auf freier Strecke mit eigenem Gleisbett zu vergeben. Dieser Hinweis fehlte in der DIN 4109 ebenfalls.

Insgesamt führen die Regelungen aus Anhang B.2 der Norm dazu, dass die Maximalpegel von Schienenlärm bei der Berechnung des baulichen Schallschutzes einen Bonus von **10 dB(A)** gegenüber Straßenverkehrslärm erhalten, der nach dem Stand der Technik und Wissenschaft nicht gerechtfertigt erscheint.

2.3 Lärmwirkung, Griefahn-Jansen-Kriterium

Das Gutachten des Sachverständigenrates für Umweltfragen, (SRU) führt u.a. das Griefahn-Jansen-Kriterium zur Beurteilung einzelner lauter Ereignisse (Überflugpegel) nachts auf /1/. Griefahn und Jansen führten vergleichende Untersuchungen an 10 Studien zur Lärmwirkung durch /2/-/3/.

Zusammenfassend führt nach Griefahn-Jansen ein Maximalpegel innen von 55 dB(A) bei 6 Ereignissen pro Nacht mit einer Wahrscheinlichkeit von 10 % zu Aufweckreaktionen. Problematisch an dem Aufweck-Kriterium ist, dass Reaktionen unterhalb der Aufweckschwelle wie physiologisch nachweisbare Erhöhung der Stresshormone im Blut, Veränderung der Schlafstruktur und Verkürzung der Tiefschlafphasen etc. nicht berücksichtigt werden.

Vegetative Reaktionen zeigen sich gemäß Griefahn-Jansen bereits bei mehr als 6 Maximalpegeln mit 48,5 dB(A). Im Vergleich dazu: die WHO fordert gemäß SRU-Gutachten sogar ein $L_{A,max,innen} \leq 45\text{dB(A)}$ /1/.

3. Messung

Gemessen wurde der Vorbeifahrtpegel und der mittlere Maximalpegel als L_1 -Perzentilpegel von Schienenverkehrslärm (S-Bahn, Personen-Nah- und Fernverkehr, Güterzug, jeweils getrennt erfasst) in Anlehnung an E DIN 45 642 /9/ bei je 25 Zug-Vorbeifahrten an vier Messorten.

Im vorliegenden Beispiel wurde in 50 m Entfernung im Freifeld über reflexionsarmem Boden ein mittlerer Maximalpegel von $\overline{L_1} = 68,5\text{dB(A)}$ fest gestellt. Die Standardabweichung betrug hierbei $\sigma = 4,4\text{dB(A)}$.

Unter Annahme einer Normalverteilung lässt sich aus dem Mittelwert und dessen Standardabweichung der Pegel bestimmen, der statistisch nicht mehr als 6 Mal überschritten wird. Dieser Wert hängt ab von der Zugart, der Häufigkeit und der Entfernung zum Immissionsort.

Sechs Züge von planmäßig 66 Zügen in der Nacht entsprechen 9,1 %. Die übrigen 90,9 % der Züge überschreiten den kritischen Wert des Schalldruckpegels nicht. Aus der Tabelle zur Normalverteilung /12/ folgt der zu erwartende Grenzwert L_g , welcher in nicht mehr als 9,1 % der Fälle (hier 6-mal pro Nacht) überschritten wird zu

$$L_g = \overline{L_1} + 1,34 \cdot \sigma = 68,5\text{dB(A)} + 1,34 \cdot 4,4\text{dB(A)} = 74,4\text{dB(A)}$$

Unter Zugrundelegung von Griefahn-Jansens Aufweck-Kriterium lässt sich so die erforderliche Schalldämmung der Außenbauteile bezogen auf den Maximalpegel überschläglich zu erf. $R'_w = 75\text{dB} + 3\text{dB} - 55\text{dB} = 23\text{dB}$ berechnen. Auf Basis des WHO-Kriteriums ist ein $R'_w = 33\text{dB}$ erforderlich. Da dieser Wert bei gekipptem Fenster nicht erreicht wird, wurde der Einbau von ALD-Elementen empfohlen.

4. Literatur

- /1/ Rat der Sachverständigen für Umweltfragen: „Umwelt und Gesundheit - Risiken richtig einschätzen“ Sondergutachten, Dezember 1999, Stuttgart: Metzler-Poeschel
- /2/ Griefahn, Jansen; in: Heckl, Müller. Taschenbuch der Technischen Akustik.
- /3/ Griefahn, Jansen u. Klosterkötter: Zur Problematik lärmbedingter Schlafstörungen – eine Auswertung von Schlafliteratur. UBA-Berichte 4/76, Berlin 1976
- /4/ VDI 3722, Wirkungen von Verkehrsgeräuschen, Aug. 1998
- /5/ DIN 1946-6 Lüftung von Wohnungen, Anforderungen, Ausführung, Abnahme, Aug. Oktober 1998
- /6/ DIN 18005, Schallschutz im Städtebau, Teil 1, Grundlagen und Hinweise für die Planung. Aug. Juli 2002
- /7/ DIN 18005 Beiblatt 1. Schalltechnische Orientierungswerte für die städtebauliche Planung. Aug. Mai 1987
- /8/ DIN 4109, Schallschutz im Hochbau, Anforderungen und Nachweise, Ausgabe November 1989
- /9/ E DIN 45642 Messung von Verkehrsgeräuschen, Entwurf, Ausgabe März 1997
- /10/ DIN 45645, Teil 1. Ermittlung von Beurteilungspegeln aus Messungen; Teil 1: Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft. Juli 1996
- /11/ Kröger und Hendlmeier ZfL 41(1994).
- /12/ Bronstein, Semendjajew, „Taschenbuch der Mathematik“, 21. Auflage