



1. Einleitung

Auf Bundesebene hat sich im Vollzug historisch bedingt kein einheitliches Vorgehen zum Runden für die verschiedenen Lärmarten nach den Anhängen der Lärmschutzverordnung (LSV) durchgesetzt. Vorgaben zur Unsicherheitsangabe fehlen.

Zur Beurteilung von Strassenlärm ist im Leitfaden Strassenlärm des Bundesamtes für Strassen (ASTRA) und Bundesamtes für Umwelt (BAFU) vorgegeben, dass Beurteilungspegel ohne Nachkommastellen auszuweisen seien und dass mathematisch gerundet werden soll [1]. Wird ein Belastungsgrenzwert (BGW) mit dem gerundeten Wert genau erreicht, gilt der BGW noch als eingehalten.

Beim Eisenbahnlärm wird gemäss Leitfaden des Bundesamtes für Verkehr (BAV) [2] auf die nächsthöhere ganze Zahl aufgerundet, bevor mit dem BGW verglichen wird. Wenn der BGW erreicht wird, gilt er noch als eingehalten.

Beim Fluglärm wird die Einhaltung der BGW anhand von Lärmkarten festgestellt, ohne dass ein Beurteilungspegel L_r in der Mitte von offenen Fenstern berechnet wird (gemäss Art. 38 und 39 LSV). Im Allgemeinen wird angenommen, dass bei einem Gebäude der BGW überschritten ist, wenn es sich innerhalb der entsprechenden Lärmkurve befindet oder die Lärmkurve zumindest berührt. Somit wird nicht mathematisch gerundet, da beispielsweise auf die 60.0-dB-Kurve abzustellen ist und nicht auf die 60.5-dB-Kurve, wie das auch vom Bundesgericht bestätigt wurde [3].

Beim Industrie- und Gewerbelärm wird gemäss Vollzugshilfe des BAUFU [4] auf eine Stelle nach dem Komma gerundet.

Bei anderen Lärmarten gibt es keine offizielle Praxis auf Bundesebene.

2. Stellenwert und Zweck der Vollzugshilfe

Die vorliegende Vollzugshilfe zeigt auf, wie Lärmermittlungsresultate gerundet und dargestellt werden sollen. Die Vollzugshilfe richtet sich primär an Vollzugsbehörden und in der Akustik tätige Ingenieurbüros. Ziel ist eine Harmonisierung des Vollzugs.

Berücksichtigen die Vollzugsbehörden und die Ingenieurbüros diese Vollzugshilfe, so können sie davon ausgehen, dass sie das Bundesrecht rechtskonform vollziehen.

3. Rundungsempfehlung und Vergleich Belastungsgrenzwerte

Beurteilungspegel L_r sind auf 1 Stelle nach dem Komma mathematisch zu runden, bevor sie mit dem BGW verglichen werden. Der BGW gilt noch als eingehalten, wenn der BGW genau erreicht wird. Nach Möglichkeit sind Angaben zur Unsicherheit der Resultate zu machen. Diese geben einen Anhaltspunkt über die Güte der durchgeführten Messung oder Berechnung. Die Unsicherheit ist aller-

dings beim Vergleich mit den BGW nicht zu berücksichtigen (BGE 126 II 480, Erwägung 6). Zum Beispiel $L_r = 62.2 \pm 1.5$ dB.

Beispiele zum Vergleich mit dem BGW:
 60.0 dB ± 1.0 dB, BGW von 60 dB ist eingehalten,
 60.1 dB ± 1.0 dB, BGW von 60 dB ist überschritten.

4. Erläuterungen

Die Publikation «Guide to the expression of uncertainty in measurement», kurz GUM [5], entspricht einem weitgehend anerkannten Standard, wie Angaben zur Unsicherheit bei Messungen zu bewerkstelligen sind. Die Publikation wurde 1995 von einem breit abgestützten Konsortium, darunter auch die ISO, herausgegeben und 2008 mit kleinen Änderungen aktualisiert. In dem Dokument findet man im Kapitel 7 «Reporting uncertainty» zwei entscheidende Aussagen:

1. Für die Ungenauigkeitsangabe genügen im Allgemeinen maximal zwei bestimmende Ziffern.
2. Das Resultat soll bzgl. Ungenauigkeitsangabe konsistent gerundet werden; d.h. auf gleich viele Kommastellen wie die Ungenauigkeitsangabe vorliegt.

Für eine Angabe des L_r bedeutet dies, dass die Ungenauigkeit zum Beispiel mit ± 1.5 dB (2 Ziffern) angegeben wird und entsprechend der L_r selbst auf eine Stelle nach dem Komma angegeben wird, also zum Beispiel $L_r = 64.2 \pm 1.5$ dB. Implizit kann man aus der zitierten Textpassage auch lesen, dass es manchmal genügt, ein Unsicherheitsintervall nur mit einer Ziffer anzugeben. Das ist auch bei Pegelangaben denkbar und wird in der Praxis oft angetroffen, bspw. 64 ± 2 dB. Dies dürfte eine Folge davon sein, dass die Unsicherheitsangabe mehrheitlich auf der Basis von Erfahrungen geschätzt und kaum je bspw. durch eine Fehlerrechnung genauer ermittelt wird. Aufgrund der zusätzlichen, nachfolgenden Überlegungen empfiehlt es sich aber, die Angabe des Resultats und zur Unsicherheit auf 1 Stelle nach dem Komma genau auszuweisen, also zum Beispiel $L_r = 60.4 \pm 2.0$ dB

Eine naheliegende Regel besagt, dass Zwischenergebnisse nicht unnötig gerundet werden sollen, da

sich sonst der Rundungsfehler (unkontrolliert) fortpflanzt. Betrachtet man den Grenzwertvergleich und nicht die Angabe des L_r als Schlussresultat, so darf der L_r nicht gerundet werden, da sich der Rundungsfehler auf den Grenzwertvergleich auswirken kann – was er beim mathematischen Runden auf ganze dB auch tut mit einer Verschiebung des BGW um 0.5 dB. Mit einer zusätzlichen Kommastelle beträgt der Folgefehler lediglich noch 0.05 dB und ist somit vernachlässig- oder doch sicher vertretbar.

Im Vergleich zum Vorgehen bei der Eisenbahnlärm-sanierung gemäss Vorgaben der Vollzugshilfe des BAV besteht mit dem mathematischen Runden auf eine Stelle nach dem Komma noch 0.05 dB Differenz. Damit ist das Vorgehen materiell für den Vollzug praktisch identisch.

Angaben des L_r mit einer Stelle nach dem Komma eignen sich auch für die Abklärung, ob die Änderung einer Anlage wahrnehmbar stärkere Lärmimmissionen erzeugt und somit als wesentlich zu taxieren ist (Art. 8 Abs. 3 LSV): bspw. ist beim Strassen- und Eisenbahnlärm eine Erhöhung von 63.3 dB auf 64.3 dB eine wahrnehmbare Erhöhung, aber von 63.3 dB auf 64.2 dB nicht (nach der Regel, dass der L_r um mindestens 1.0 dB zunehmen muss, damit es sich um eine wahrnehmbare Zunahme handelt). Zu beachten ist, dass für die abschliessende Beurteilung der Wahrnehmbarkeit [6] auch andere Kriterien hinzuzuziehen sind, wie bspw. der L_{max} , die Veränderung der Geräuschcharakteristik, die Veränderung in der Verkehrsmenge, etc.

Dem BGE 126 II 522 vom 8. Dezember 2000 zur Ermittlung beim Fluglärm, wo die um 0.5 dB erhöhte Fluglärm-Grenzwertkurve abgelehnt wird, wird mit dem vorgeschlagenen Vorgehen

nachgekommen.

Die Diskussion, ob bei $L_r = \text{BGW}$ der BGW noch eingehalten ist oder nicht, erübrigt sich bis auf die ± 0.05 dB beim Alarmwert [7], was in Kauf

genommen wird. Mit dem Vorschlag, dass das Erreichen des BGW als noch eingehalten gilt, wird dem Wortlaut der LSV gefolgt (vgl. Art. 7, 8, 13, 14, 29 und 31 LSV).

5. Literatur

- [1] BAFU, ASTRA 2006: Leitfaden Strassenlärm, Vollzugshilfe für die Sanierung, Kapitel 4. 6 Beurteilungspegel
- [2] BAV 2003: Lärmsanierung der Eisenbahnen – Leitfaden für die Projektierung baulicher Massnahmen, Kapitel 3. Lärmermittlung
- [3] BGE 126 II 522, S. 592
- [4] BAFU 2016: Ermittlung und Beurteilung von Industrie- und Gewerbelärm, S. 37
- [5] JCGM/WG 1, 2008: Evaluation of measurement data – guide to the expression of uncertainty in measurement, chapter 7 Reporting uncertainty
- [6] BGE 1C_204/2012 vom 25. April 2010, BGE 136 II 281 E. 2.3.2 S. 285 und E. 2.5.4 S. 289 vom 2. Juni 2010
- [7] Art. 20 Abs. 1 USG legt explizit fest, dass die jeweiligen Alarmwerte zu unterschreiten sind. BGE 122 II 33 Erw. 5b, 5d, 7 2. Abschnitt vom 16. Februar 1996

Weiterführende Literatur

- DIN 1319 Grundlagen der Messtechnik