

Beschreibung von Verkehrslärm und seiner Wirkung

Zur Dosis-Wirkung-Relation in der EG

1 Zusammenfassung

Mit zunehmenden Rechnerleistungen wird es möglich, viele Einzeldaten verschiedener Fahrzeuge untereinander zu vergleichen und damit Gemeinsamkeiten und Unterschiede neu zu erkennen. So wird heute jeder Vorbeifahrt nicht nur ein einzelner Vorbeifahrpegel zugeordnet, sondern das Vorbeifahrgeräusch wird in Terz- oder Oktavbändern erfasst. Damit ist eine Vorbeifahrt eines Fahrzeugs nicht durch seine Zugehörigkeit zur Gruppe der Straßen-, Schienen- oder Luftfahrzeuge charakterisiert, sondern durch sein Geräusch. Auch wenn sich ein Verkehrsgeräusch hinter hohen Lärmschutzwänden "versteckt", können damit immer noch seine Lästigkeit und seine Aufweck-Eigenschaften bewertet werden.

Nach der EG-Richtlinie¹ sollte die Dosis-Wirkung-Relation für die Bewertung der Auswirkungen von Lärm auf die Bevölkerung verwendet werden, wobei insbesondere die Relation zwischen Schlafstörung und L_{night} berücksichtigt werden sollte.

Hier werden Betrachtungen zur Bestimmung der „Dosis“ im Hinblick auf Schlafstörungen angestellt. Beispielhaft wird dabei Schienenverkehrslärm verwendet, aber diese Betrachtungen sind ebenso für Straßen- und Flugverkehrslärm anwendbar.

2 Schienenverkehrslärm

Wir betrachten hier einen einzelnen Güterwagen G, der mit einer Geschwindigkeit von 100 km/h auf einem bestimmten Gleis fährt und dessen Vorbeifahrpegel von einem bestimmten Ort gemessen wird. Da Messgeräte heute nicht nur den A-bewerteten Gesamtpegel messen, sondern auch die Pegel in den einzelnen Oktaven angeben, wird von dem Güterwagen das folgende Spektrum gemessen:

Oktave	62.5 dB(A)	125 dB(A)	250 dB(A)	500 dB(A)	1000 dB(A)	2000 dB(A)	4000 dB(A)	8000 dB(A)
Pegel	40	56	65	69	85	79	66	56

Tabelle 1: Oktavpegel des Güterwagens G

Der Gesamt-Vorbeifahrpegel ergibt sich dann zu 86 dB(A).

Damit kann diesem Güterwagen ein Geräusch zugeordnet werden, das durch die in Tabelle 1 angegebenen Pegelstärken auch reproduzierbar ist.

Es wird nun angenommen, dass es einen Güterzug G gibt, der nur aus diesen Güterwagen besteht (um das Beispiel zu vereinfachen, wird eine Lokomotive vernachlässigt), und dass dieser Zug in 20 Sekunden vorbeifährt.

Weiter wird angenommen, dass dieser Zug G während der Nacht jede Stunde einmal vorbeifährt, also während der 8 Nachtstunden 8 mal. In der Zwischenzeit herrsche "Ruhe", der Gesamtpegel der Ruhe betrage 40 dB(A), und der zugehörige Oktavpegel sei

Oktave	62.5 dB(A)	125 dB(A)	250 dB(A)	500 dB(A)	1000 dB(A)	2000 dB(A)	4000 dB(A)	8000 dB(A)
Pegel	21	26	29	33	35	34	28	18

Tabelle 2: Oktavpegel der Ruhe

¹ Richtlinie 2002/49/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Juni 2002 über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm

3 Dosismessung bei Schienenverkehrslärm

Zwischen je zwei aufeinanderfolgenden Vorbeifahrten von G ist fast eine Stunde lang Ruhe. Nach den bisher verwendeten Normungen wird ein Pegel eines „imaginären Güterzuges“ bestimmt, der dadurch definiert ist, dass er während der gesamten Nachtzeit ununterbrochen fährt. Der Dauerpegel dieses imaginären Güterzuges soll dabei gleich dem „Gesamtpegel“ L_{night} sein, der sich aus der zeitlichen Mittelung der 8 Vorbeifahrpegel von G und der zwischen den Vorbeifahrten wirkenden Ruhe ergibt². In diesem Beispiel beträgt der Gesamtpegel des imaginären Güterzuges 64 dB(A).

Der Pegel L_{night} dieses imaginären Güterzuges ist in der 16.BimSchV die Dosis. Ob eine solche Dosis an einem bestimmten Ort X eine „starke Belästigung“ bewirkt, wird durch Grenzwerte in der gesetzgebenden Normung bestimmt.

Im Hinblick auf die Wirkung wird die Dosis durch den L_{night} des imaginären Güterzuges nicht ausreichend beschrieben, denn es gibt viele verschiedene Verkehrssituationen, bei denen der L_{night} den Wert von 64 dB(A) annimmt. Drei derartige Situationen sind im Folgenden aufgezählt:

- a) der Zug könnte in der Zeit zwischen 22 und 23 Uhr achtmal vorbeifahren – und dann während der ganzen Nacht nicht mehr, oder
- b) es könnte ein wesentlich lauterer Zug z.B. um 3 Uhr in der Nacht einmal mit einer Vorbeifahrzeit von 45 Sekunden vorbeifahren – mit einem Vorbeifahrpegel von 92 dB(A)
- c) es könnten viele leisere Züge z.B. alle 10 Minuten mit einer Vorbeifahrzeit von 15 Sekunden vorbeifahren – jeweils mit einem Vorbeifahrpegel von 80 dB(A)

Da das Schlafverhalten in diesen drei Fällen sehr unterschiedlich ist, genügt es nicht, die Dosis allein durch den L_{night} zu beschreiben: Zu einem Wert von L_{night} gibt es mindestens drei verschiedene Wirkungen³.

4 Oktavspektren als Dosis bei Verkehrslärm

Die Oktav-Aufteilung erlaubt auch die Berechnung eines gemittelten Geräusches aus den einzelnen Oktavspektren aus Tabelle 1 und 2: Der imaginäre Güterzug fährt mit dem in Tabelle 3 beschriebenen Geräusch:

Oktave	62.5 dB(A)	125 dB(A)	250 dB(A)	500 dB(A)	1000 dB(A)	2000 dB(A)	4000 dB(A)	8000 dB(A)
Pegel	23	34	43	47	62	56	44	34

Tabelle 3: Oktavpegel des imaginären Güterzuges (mit 8-stündiger Vorbeifahrzeit)

Durch die drei Tabellen sind drei Geräusche erfasst; jedes Geräusch ist jeweils eine „Dosis“, zu der eine Relation verwendet werden soll, um die Lästigkeit dieser Dosis als „Wirkung“ zu beschreiben. Zur Bestimmung der Wirkung dieser Geräusche sind die beiden folgenden Frage zu beantworten:

Frage 1: Welchen Grad einer Belästigung bewirkt die Vorbeifahrt der 8 Güterzüge G (mit dem Geräusch aus Tabelle 1) und dazwischenliegenden Lärmpausen an dem Ort X?

Frage 2: Welchen Grad einer Belästigung bewirkt die Vorbeifahrt des imaginären Güterzuges (mit dem Dauergeräusch aus Tabelle 3) an dem Ort X?

² diese Mittelung verwendet die „energetische Addition“, die der Berechnung zeitgleicher Schallereignisse dient. Zur Bewertung von Lärm eignet sich dieses Mittelwertbildung nur, wenn sich die maximalen Pegel wenig vom Mittelungspegel unterscheiden.

³ Die Feldstudien aus der Lärmwirkungsforschung bestätigen diese Aussage: bei gleichen Mittelungspegeln es gibt sehr starke Unterschiede bei der Frage nach der Lästigkeit.

Sollte sich herausstellen, dass die Antworten auf die beiden Frage unterschiedlich sind, dann ist der imaginäre Güterzug eine unzulässige Vereinfachung der Beschreibung der achtmaligen Vorbeifahrten des Zuges G – und damit für jede Art von Verkehrslärm, der nicht kontinuierlich wirkt.

5 Verkehrslärm mehrerer Quellen

Die Beschreibung der Dosis durch Terz- oder Oktavspektren erlaubt eine dem heutigen Stand der Technik entsprechende Beschreibung der Vorbeifahrt eines Fahrzeugs bezüglich seiner Lästigkeit. Die bisherige Aufteilung in drei Quellen (Straßen-, Schienen- und Flugverkehrslärm) entfällt damit ebenso wie eine Diskussion über die mögliche Zuordnung neuer Verkehrsmittel wie dem Transrapid⁴ zu einer der vorhandenen Quellen. Im Sinne der o.g. EG-Richtlinie ist zwischen der Dosis (dem Vorbeifahrgeräusch) eine Relation zu der Lästigkeit (als Wirkung) abzugeben. Dabei entfällt die Frage nach der Quelle.

6 Aufweckpegel bei diskontinuierlichem Verkehrslärm

Einige Vorbeifahrgeräusche führen zu einer Aufweckreaktion, die als „Wirkung“ im Sinne der EG-Richtlinie zu verstehen sind und daher durch eine Relation mit dem verursachenden Verkehrsgeräusch als „Dosis“ verbunden sind. Daher ist auch hier eine bezüglich der Aufweckreaktion eindeutige Beschreibung des Verkehrslärms als Dosis anzugeben.

Für den Flugverkehrslärm beschreibt die DLR-Studie von Basner⁵ die Dosis durch die Häufigkeit von hohen Pegeln (zwischen 50 und 75 dB(A)). Es werden „Fluggeräusche mit wechselnden Pegel-Häufigkeitsverteilungen und unterschiedlichen zeitlichen Mustern“ während des Schlafes eingespielt und ihre physiologischen Reaktionen erfasst. In der Studie wird angenommen, dass der L_{night} zur Beschreibung der "Dosis" nicht ausreicht, wenn als "Wirkung" die Aufweckreaktion betrachtet wird.

7 Ergebnis

Sowohl bezüglich der Lästigkeit als auch bezüglich der Aufweckreaktionen kann angenommen werden, dass bei diskontinuierlichem Verkehrslärm der L_{night} die "Dosis" nicht ausreichend beschreibt, d.h. es sind im Sinne der EG-Richtlinie zusätzliche Lärmindizes erforderlich⁶. Mit der Beschreibung der einzelnen Vorbeifahrgeräusche lassen sich Lästigkeit und Aufweckreaktionen als "Wirkung" darstellen, aber offen ist die Bewertung der Lärmpausen. Eine Möglichkeit einer Bewertung wird vom Autor durch eine zeitliche Bewertung von "Aufweck-Pegeln" beschrieben⁷.

⁴ D. Windelberg: Schienenbonus bei Bahn und Transrapid? Der Mathematische und Naturwissenschaftliche Unterricht (MNU), 51(1998), 11-17.

⁵ M. Basner et al. : Wirkung von Nachtfluglärm auf den Schlaf – ein neuer Forschungsansatz. ZfL 47 (2000), 201-205.

⁶ Für Lärmschutz in der Nacht erlaubt auch die EG-Richtlinie zusätzliche Lärmindizes wie L_{amax} oder SEL

⁷ D. Windelberg: Aufweck-Pegel und Lärmpausen bei Schienen- und Fluglärm. Erscheint in 9/2004 in Immissionschutz.