

24h-Mittelungspegel L_{DEN} und nächtlicher Schienen-Güterverkehr

im Auftrag der Bundesvereinigung gegen Schienenlärm e.V.

erstellt von

AG Qualität
Leibniz Universität Hannover
Mathematik
www.windelberg/agq

April 2011

Inhalt:

1. Vier verschiedene Szenarien für 24 Stunden
2. Vergleich der Szenarien A und D
3. Vergleich der Szenarien B und C
4. Einhaltung der Lärmgrenzen aus der 16. BImSchV
5. Ergebnis

1. Vier verschiedene Szenarien für 24 Stunden an einem Ort mit Güterzug-Vorbeifahrpegel $p = 74 \text{ dB}(A)$

Es wird an einem bestimmten Standort der Vorbeifahrpegel $p = 74 \text{ dB}(A)$ eines während 18 Sekunden vorbeifahrenden Güterzuges gemessen. Dann wird daraus der „Stundenpegel $L_{h,1G}$ “ bestimmt:

$$L_{h,1G} = 10 \cdot \log \left[\frac{18}{3600} \cdot 10^{0.1 \cdot p} \right] = 10 \cdot \log \left[\frac{18}{3600} \cdot 10^{7.4} \right] = 51 \text{ dB}(A)$$

Wenn während einer Stunde zwei Güterzüge mit diesem Vorbeifahrpegel fahren, so erhöht sich der Stundenpegel $L_{h,1G}$ um 3 dB(A) auf $L_{h,2G} = 54 \text{ dB}(A)$.

(Weiter ist $L_{h,4G} = 57 \text{ dB}(A)$, $L_{h,8G} = 60 \text{ dB}(A)$, $L_{h,16G} = 63 \text{ dB}(A)$ und $L_{h,32G} = 66 \text{ dB}(A)$.)

Nun werden vier verschiedene Szenarien mit zeitlich unterschiedlichen Belastungen durch Güterzüge beschrieben. Es wird jeweils der L_{DEN} aus den Belastungen während der Zeiten „Day“, „Evening“ und „Night“ berechnet; zusätzlich wird der in deutschen Gesetzen (der 16. BImSchV) verwendete Tagespegel L_{Tag} und der Nachtpegel L_{Nacht} (= L_{Night}) berechnet:

$$L_{Tag} = 10 \cdot \log \left[\frac{12}{16} \cdot 10^{0.1 \cdot L_{Day}} + \frac{4}{16} \cdot 10^{0.1 \cdot L_{Evening}} \right]$$

$$L_{DEN} = 10 \cdot \log \left[\frac{12}{24} \cdot 10^{0.1 \cdot L_{Day}} + \frac{4}{24} \cdot 10^{0.1 \cdot (L_{Evening} + 5)} + \frac{8}{24} \cdot 10^{0.1 \cdot (L_{Nacht} + 10)} \right]$$

Es werden vier bezüglich der Lästigkeit wesentlich unterschiedliche Szenarien betrachtet:

Szene	Day (06 - 18 Uhr)	Evening (18 - 20 Uhr)	Tag (06 - 22 Uhr)	Nacht (22 - 06 Uhr)	DEN (06 - 06 Uhr)
Szenario A	$L_{Day} = 66 \text{ dB}(A)$ 32 Güterzüge pro Stunde	$L_{Evening} = 66 \text{ dB}(A)$ 32 Güterzüge pro Stunde	$L_{Tag} = 66 \text{ dB}(A)$	$L_{Nacht} = 51 \text{ dB}(A)$ 1 Güterzug pro Stunde	$L_{DEN} = 67 \text{ dB}(A)$
Szenario B	$L_{Day} = 51 \text{ dB}(A)$ 1 Güterzug pro Stunde	$L_{Evening} = 66 \text{ dB}(A)$ 32 Güterzüge pro Stunde	$L_{Tag} = 60 \text{ dB}(A)$	$L_{Nacht} = 60 \text{ dB}(A)$ 8 Güterzüge pro Stunde	$L_{DEN} = 67 \text{ dB}(A)$
Szenario C	$L_{Day} = 66 \text{ dB}(A)$ 32 Güterzüge pro Stunde	$L_{Evening} = 51 \text{ dB}(A)$ 1 Güterzug pro Stunde	$L_{Tag} = 65 \text{ dB}(A)$	$L_{Nacht} = 60 \text{ dB}(A)$ 8 Güterzüge pro Stunde	$L_{DEN} = 67 \text{ dB}(A)$
Szenario D	$L_{Day} = 51 \text{ dB}(A)$ 1 Güterzug pro Stunde	$L_{Evening} = 51 \text{ dB}(A)$ 1 Güterzug pro Stunde	$L_{Tag} = 51 \text{ dB}(A)$	$L_{Nacht} = 63 \text{ dB}(A)$ 16 Güterzüge pro Stunde	$L_{DEN} = 68 \text{ dB}(A)$

2. Vergleich der Szenarien A und D

Während in Szenario A nachts im Mittel nur 1 Güterzug pro Stunde vorbeifährt und dafür am Tag und am Abend jeweils im Mittel 32 Güterzüge pro Stunde, fahren im Szenario D nachts im Mittel 16 Güterzüge pro Stunde vorbei, d.h. alle 4 Minuten. Dabei wird nicht unterschieden, ob im Szenario A nachts zum Beispiel

- 4 Güterzüge zwischen 22 und 23 Uhr und 4 weitere Güterzüge zwischen 5 und 6 Uhr vorbeifahren, und damit
- zwischen 23 und 5 Uhr kein Güterzug die Nachtruhe stört

- oder ob genau zu jeder vollen Stunde (um 23:00, 24:00, 01:00, 02:00, 03:00, 04:00, 05:00 und 06:00 Uhr) ein Güterzug vorbeifährt. In beiden Szenarien A und D sind L_{DEN} gleich, d.h. „gesetzlich“ wird die Lästigkeit dieser beiden Szenarien als „gleich“ beurteilt.

3. Vergleich der Szenarien B und C

Während in Szenario B während des Tages im Mittel nur 1 Güterzug pro Stunde vorbeifährt und dafür am Abend im Mittel 32 Güterzug pro Stunde, also im Mittel alle 2 Minuten, fahren im Szenario C während des Tages im Mittel 32 Güterzüge pro Stunde vorbei und am Abend nur 1 Güterzug pro Stunde. In beiden Szenarien fahren nachts im Mittel jeweils 8 Güterzüge pro Stunde.

Auch hier wird nicht unterschieden, ob nachts zum Beispiel

- 32 Güterzüge zwischen 22 und 23 Uhr und 32 weitere Güterzüge zwischen 5 und 6 Uhr vorbeifahren, und damit
- zwischen 23 und 5 Uhr kein Güterzug die Nachtruhe stört

- oder ob genau alle 7.5 Minuten während der Zeit von 22 bis 06 Uhr jeweils ein Güterzug vorbeifährt.

In beiden Szenarien B und C sind L_{DEN} gleich, d.h. „gesetzlich“ wird die Lästigkeit dieser beiden Szenarien als „gleich“ beurteilt.

4. Einhaltung der Lärmgrenzen aus der 16. BImSchV und Untersuchung ihrer Zulässigkeit in verschiedenen bewohnten Gebieten

An einem Ort, an dem der Vorbeifahrpegel eines Güterzuges durch $p = 74 \text{ dB}(A)$ während einer Vorbeifahrzeit von von 18 s gemessen wird, wird daher die „gesetzliche Lästigkeit“ in jedem der vier zuvor genannten Szenarien als „gleich“ beurteilt.

Nach der 16. BImSchV werden jedoch die Immissionsgrenzwerte für Tag und Nacht unterschieden:

Gebiet	Pegel vor dem Schlafzimmerfenster			
	Lärmvorsorge 16. BImSchV		Lärmsanierung freiwillige Leistung	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht
1. Krankenhäuser, Schulen, Kur- und Altenheime	57 dB(A)	47 dB(A)	70 dB(A)	60 dB(A)
2. reine und allgemeine Wohn- und Kleinsiedlungsgebiete	59 dB(A)	49 dB(A)	70 dB(A)	60 dB(A)
3. Kern-, Dorf- und Mischgebiete	64 dB(A)	54 dB(A)	72 dB(A)	62 dB(A)
4. Gewerbegebiete	69 dB(A)	59 dB(A)	75 dB(A)	65 dB(A)

Bei diesem Vorbeifahrpegel wären die zuvor genannten Szenarien in folgenden Gebieten zulässig:

	Lärmvorsorge				Lärmsanierung			
	Tag		Nacht		Tag		Nacht	
	Pegel	zulässig	Pegel	zulässig	Pegel	zulässig	Pegel	zulässig
Szenario A	66 dB(A)	4.	51 dB(A)	3. + 4.	66 dB(A)	1. + 2. + 3. + 4.	51 dB(A)	1. + 2. + 3. + 4.
Szenario B	60 dB(A)	3. + 4.	60 dB(A)	-	66 dB(A)	1. + 2. + 3. + 4.	60 dB(A)	1. + 2. + 3. + 4.
Szenario C	65 dB(A)	4.	60 dB(A)	-	66 dB(A)	1. + 2. + 3. + 4.	60 dB(A)	1. + 2. + 3. + 4.
Szenario D	51 dB(A)	1. + 2. + 3. + 4.	63 dB(A)	-	66 dB(A)	1. + 2. + 3. + 4.	63 dB(A)	4.

Bei einem anderen Vorbeifahrpegel und/oder bei einer anderen Vorbeifahrzeit ergeben sich andere Unterschiede in den vier Szenarien:

- Eine Änderung des Vorbeifahrpegel um Δp bewirkt eine Änderung der Stundenpegel um Δp .
- Eine Halbierung der Vorbeifahrzeit bewirkt eine Reduzierung der Stundenpegel um $3 \text{ dB}(A)$.

5. Ergebnis

Es wurden hier Güterzugvorbeifahrten betrachtet, bei denen ein Vorbeifahrpegel von $p = 74 \text{ dB}(A)$ und eine Vorbeifahrzeit $t = 18 \text{ s}$ angenommen wurde. Die Schienenverkehrsgeräusche anderer Fahrzeuge (etwa von Personenzügen) wurden vernachlässigt.

Dazu wurden vier Szenarien konstruiert, in denen zu verschiedenen Tages- und Nachtzeiten jeweils Güterzugvorbeifahrten stattfanden, wobei der 24-Stunden-Mittelungspegel L_{DEN} jeweils $67 \text{ dB}(A)$ betragen sollte. Die vier Szenarien unterscheiden sich durch unterschiedliche Lärmbelastungen am Tag, am Abend und in der Nacht. Diese Zeiträume werden in dem 24-Stunden-Mittelungspegel L_{DEN} unterschiedlich gewichtet.

Es zeigte sich:

1. die Mittelung über die 24 Stunden von Tag und Nacht beschreibt die Lärmbelastung nicht, weil eine hohe Lärmbelastung am Tag (wie in Szenario A mit 32 Güterzügen pro Stunde) bei nächtlicher Ruhe nicht vergleichbar ist mit einer hohen Lärmbelastung während der Nacht (wie in Szenario D mit 16 Güterzügen pro Stunde).
2. die Mittelung über die 8 Nachtstunden beschreibt die Lärmbelastung nicht, weil sie nicht differenziert zwischen
 - einer Lärmbelastung nur in den Zeiten zwischen 22 und 23 Uhr sowie zwischen 05 und 06 Uhr und Ruhe zwischen 23 und 05 Uhr, und
 - einer kontinuierlichen Lärmbelastung, insbesondere in der Zeit zwischen 23 und 05 Uhr.

Damit erweist sich die Einführung des 24-Stunden-Mittelungspegels L_{DEN} als nicht geeignet, um verschiedene Lärmsituationen angemessen durch nur eine Zahl zu beschreiben.