

D.Windelberg:

Statistik von Güterwagen-Vorbeifahrpegeln und Aufweckreaktionen

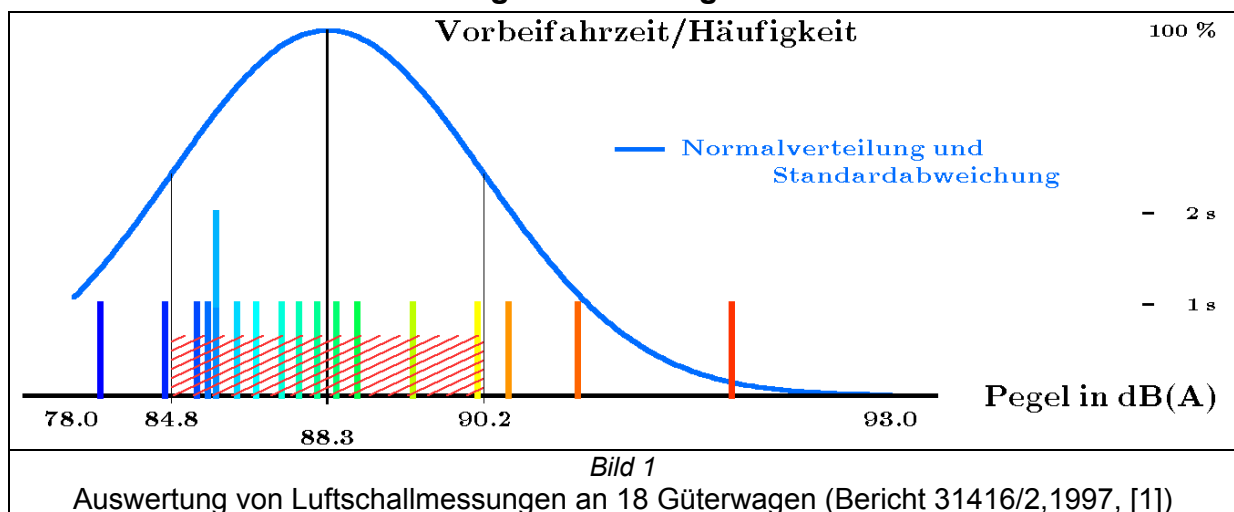
Vorwort

Es gibt verschiedene Ansätze zur Beschreibung der Vorbeifahrpegel vor Güterwagen bei einer festgelegten Geschwindigkeit und bei einem vorgegebenen Gleiszustand. Hier werden zwei solcher Ansätze vorgestellt.

In dem ersten Ansatz wird versucht, die Vorbeifahrpegel sämtlicher Güterwagen der DB AG zu einem „mittleren Vorbeifahrpegel“ zusammenzufassen.

In dem zweiten Ansatz wird der Einfluss von Güterwagen-Vorbeifahrpegeln auf Menschen betrachtet, die nachts an einer von Güterzügen befahrenen Bahnstrecke schlafen. Es wird ein (zunächst noch individuelles) Kriterium angegeben, aus dem erkennbar ist, welcher der vorbeifahrenden Güterwagen mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit zu einer Aufweckreaktion führt.

Erster Ansatz: Mittelwertbildung für Güterwagen



In dem Anhang zu dem Bericht 31416/2 (siehe [1] und den Anhang zu diesem Bericht) wurden die Ergebnisse der Messung von Vorbeifahrpegeln vieler verschiedener Güterwagen mitgeteilt. Zur Auswertung wurden dann 18 Klassen von Güterwagen gebildet und für jede dieser Klassen jeweils ein Mittelwert $p(i)$ für $1 \leq i \leq 18$ berechnet. Vielleicht kann angenommen werden, dass in jeder der eingeführten Klassen der Vorbeifahrpegel um nicht mehr als 2 dB(A) von dem in dem Bericht aufgeführten Mittelwert abweicht – wie dies in der DIN 45637 für eine Messung bei konstanter Geschwindigkeit gefordert wird.

Es werden folgende Mittelwerte angegeben (alle Schallpegel in dB(A)):

$p(1) = 81.3$	$p(2) = 84.6$	$p(3) = 85.6$	$p(4) = 85.9$	$p(5) = 86.1$	$p(6) = 86.1$	$p(7) = 86.8$
$p(8) = 87.0$	$p(9) = 87.5$	$p(10) = 87.8$	$p(11) = 88.1$	$p(12) = 88.4$	$p(13) = 88.7$	$p(14) = 89.4$
$p(15) = 90.1$	$p(16) = 90.4$	$p(17) = 91.0$	$p(18) = 92.1$			

Tabelle 1: Vorbeifahrpegel $p(i)$ verschiedener Güterwagen i bei gleicher Geschwindigkeit und gleichem Gleiszustand nach [1]

Für die oben gewählte Darstellung wurde zu jeder Klasse i jeweils ein (charakteristischer) Güterwagen betrachtet. Jeder dieser Güterwagen erzeugte bei seiner Vorbeifahrt genau den Mittelwert $p(i)$. In dem obigen Bild 1 sind die zugehörigen Schallpegel je nach Pegelhöhe farblich eingefärbt.

Um dieses Bild auch für den Vergleich mit dem zweiten Ansatz nutzen zu können, wird vereinfachend angenommen, dass die Vorbeifahrzeit eines Güterwagens 1 Sekunde beträgt.

In diesem Ansatz wird angenommen, dass die Pegel sämtlicher Güterwagen der DB AG normalverteilt sind. Auf Grund dieser Annahme werden Mittelwert und Standardabweichungen sämtlicher Güterwagen berechnet. (Hier wird angenommen, dass von jeder Güterwagen-Klasse gleich viele Güterwagen vorhanden sind.)

Das logarithmische Mittel beträgt 88.3 dB(A).

Mit Hilfe der logarithmisch berechneten Standardabweichung würde sich dann der im Bild rot schraffierte Bereich ergeben.

$$84.8 \leq 68 \% \text{ der Vorbeifahrpegel} \leq 90.2$$

Die Verteilungskurve ist in blauer Farbe aufgetragen.

(Bei arithmetisch berechneter Standardabweichung zu dem logarithmischen Mittelwert würde gelten

$$85.7 \leq \text{Vorbeifahrpegel} \leq 90.9,$$

bei arithmetisch berechneter Standardabweichung zu dem arithmetischen Mittelwert von 87.6 dB(A) würde gelten

$$85.1 \leq \text{Vorbeifahrpegel} \leq 90.1.)$$

Zweiter Ansatz: Aufweckkurve für Güterwagen

Entwicklung der 10 % Aufweckkurve (orange)

Es wird angenommen, dass

1 Güterwagen mit einem Vorbeifahrpegel von 90 dB(A) während 1 Sekunde ein Anlieger A mit einer Wahrscheinlichkeit von 10 % zum Aufwecken bringt.

Und damit die Kurve ordentlich definiert werden kann, behauptet der Anlieger A noch, dass er ebenfalls mit einer Wahrscheinlichkeit von 10 % aufwachen würde, wenn 5 Güterwagen mit jeweils 88 dB(A) vorbeifahren.

Natürlich kann diese Kurve auch durch Oktav-Bedingungen definiert werden. Dann würde vielleicht die Bedingung lauten: Wenn in einer der in Bild 2 angegebenen 9 Oktaven der (unbewertete) 10%-Grenzpegel (blaue Kurve) überschritten ist, dann wird Anlieger A mit 10 % Wahrscheinlichkeit aufwachen.

Entwicklung der 20 % Aufweckkurve (rot)

Es wird angenommen, dass

1 Güterwagen mit einem Vorbeifahrpegel von 92 dB(A) während 1 Sekunde Anlieger A mit einer Wahrscheinlichkeit von 20 % zum Aufwecken bringt.

Und damit die Kurve ordentlich definiert werden kann, behauptet Anlieger A auch hier, dass er ebenfalls mit einer Wahrscheinlichkeit von 20 % aufwachen würde, wenn 5 Güterwagen mit jeweils 90 dB(A) vorbeifahren.

Entsprechend kann auch diese Kurve auch durch Oktav-Bedingungen definiert werden. Dann würde die Bedingung lauten: Wenn in einer der in Bild 2 angegebenen 9 Oktaven der (unbewertete) 20%-Grenzpegel (rote Kurve) überschritten ist, dann wird Anlieger A mit 20 % Wahrscheinlichkeit aufwachen.

Güterzug Aufweck-Bedingung (Windelberg)
unbewertete Oktaven

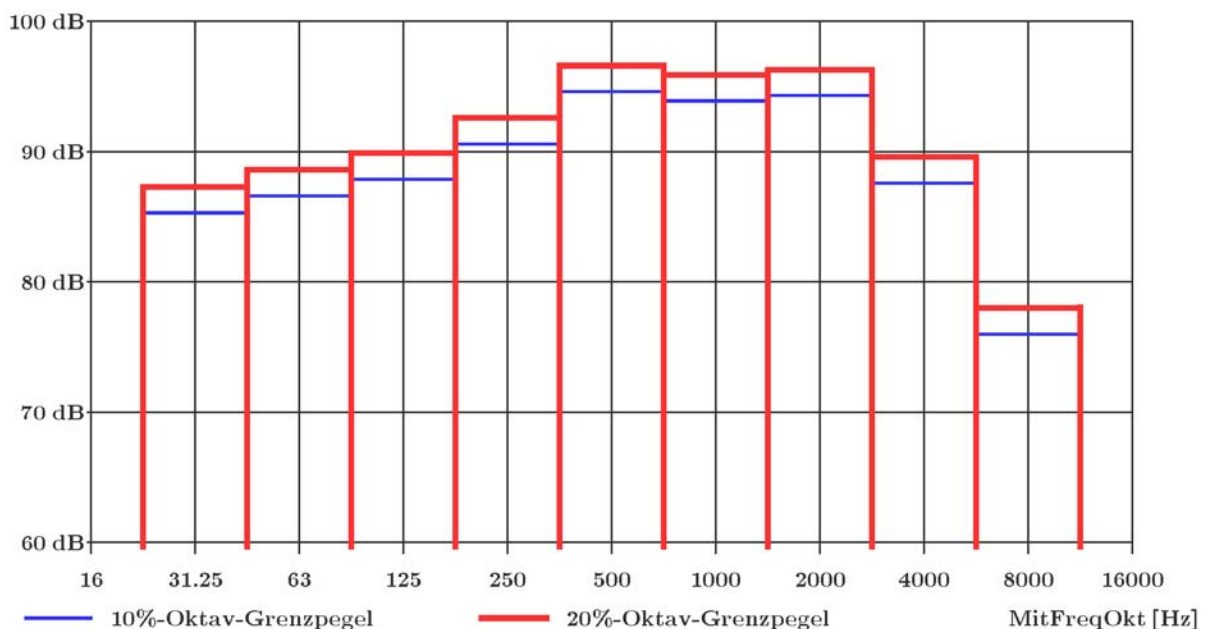
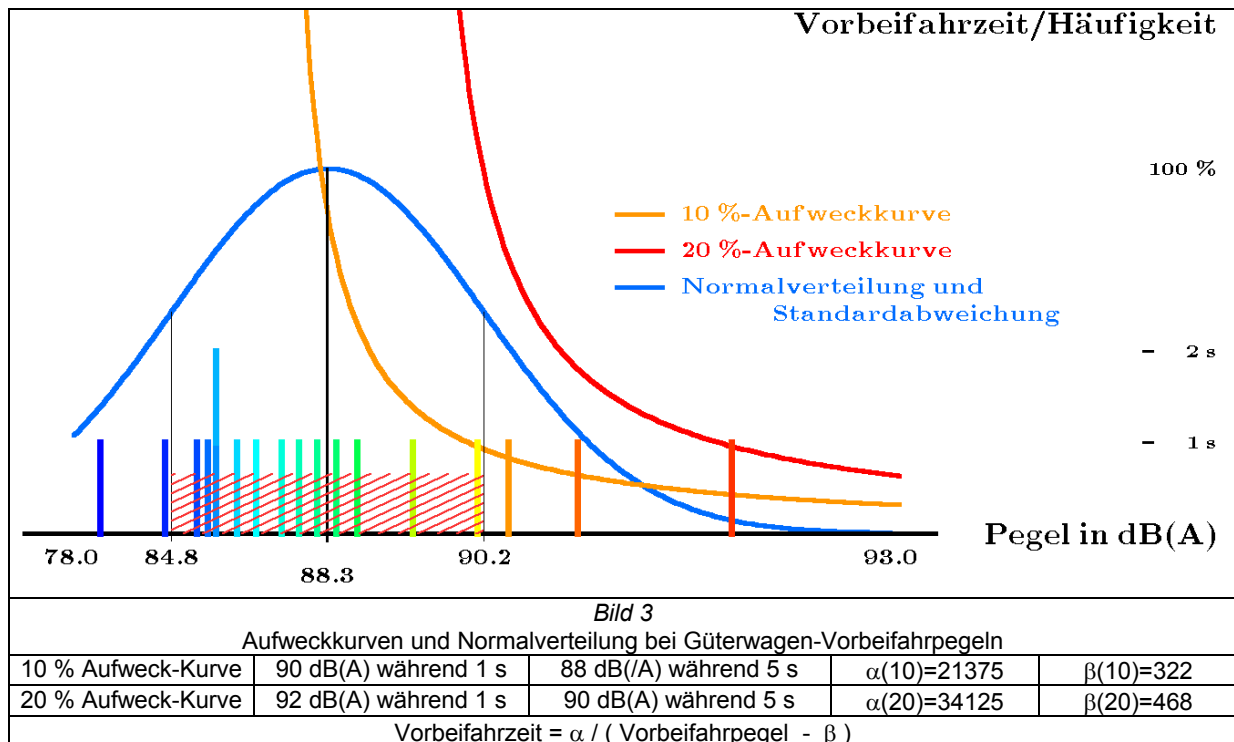


Bild 2

10%-Grenzpegel und 20%-Grenzpegel:

Überschreitung einer der 9 Oktav-Grenzpegel führt bei 10% bzw. 20% der Schlafenden zu Aufweckreaktionen



Ergebnis

Es ist erkennbar, dass die Mittelung über sämtliche Güterwagen der DB AG (erster Ansatz) und die Betrachtung der Aufweckreaktionen durch nachts vorbeifahrende Güterwagen zu verschiedenen Auswertungen von Güterwagen-Vorbeifahrpegeln führen:

Der Mittelwert aller Güterwagen der DB AG lässt nicht erkennen, ob Anlieger durch einen nachts vorbeifahrenden Güterwagen aufgeweckt werden

Genauer kann diese Aussage an dem Bild 3 erkannt werden:

1. Alle Güterwagen der DB AG verursachen (unter den zuvor angegebenen Annahmen) im Mittel einen Pegel von 88.3 dB(A). Bei diesem Pegel kann Anlieger A gut weiterschlafen.
2. Es gibt 4 von 18 Güterwagen¹, bei denen er mit 10 % Wahrscheinlichkeit aufwacht, und 1 von 18 Güterwagen, bei dem die Aufweck-Wahrscheinlichkeit 20% beträgt.

Leider können die Vorbeifahrpegel verschiedener Güterwagen sehr weit auseinander liegen – daraus resultiert dieser Unterschied der beiden Ansätze.

Ausserdem gibt es Strecken, an denen nachts nicht nur leise Güterwagen vorbeifahren.

Quelle:

[1] Müller-BBM: Einfluß unterschiedlicher Oberflächenbehandlungen der Schienenfahrflächen. Luftschallmessungen an zwei Abschnitten der Strecke Bremen - Diepholz. Statistische Auswertung. Bericht 31416/2. Anhang. Auftraggeber: DB AG. Bearbeitet von W.Weissenberger. 06.11.1997

¹ Güterwagen 15, 16, 17 und 18

Anhang:

Die folgenden L_{AFmax} -Werte sind Mittelwerte, die aus der in der untenstehenden Tabelle angegebenen Anzahl von Messungen bestimmt wurden. Daher gibt es in jeder Klasse auch noch Güterwagen, die lauter sind als die hier angegebenen Mittelwerte. Für die Aufweckreaktionen wäre es sinnvoll, auch anzugeben, wie häufig Güterwagen um wie viel lauter sind als der hier angegebene Mittelwert.

Messwerte: MQ 1: 25 m seitlich [1, Anhang, Seite 20]					
i	Güterwagen- Klasse	Vers Nr	Bez	mittleres L_{AFmax} in dB(A)	Anzahl Messungen
0	Lok 291	77	L	78,9	
1	Kesselwagen	21	K	81,3	5
2	Rungenwagen	66	R	84,6	19
3	gemischte Wagen	8	M	85,6	15
4	gemischte Wagen	5	M1	85,9	22
5	gemischte Wagen	73	M2	86,1	32
6	gemischte Wagen	63	M3	86,1	17
7	gemischte Wagen	72	M4	86,8	36
8	Tankwagen	67	T	87,0	25
9	Flachwagen	11	F	87,5	18
10	gemischte Wagen	13	M5	87,8	16
11	Kesselwagen	53	K1	88,1	22
12	gemischte Wagen	58	M6	88,4	24
13	Containerwagen	18	C	88,7	12
14	gemischte Wagen	69	M7	89,4	26
15	gemischte Wagen	76	M8	90,1	22
16	Schotterwagen	51	S	90,4	35
17	gedeckte Wagen	10	D1	91,0	31
18	gedeckte Wagen	62	D	92,1	27

Tabelle 2: Beispiel für den Streubereich von Mittelwerten aus gemessenen Vorbeifahrpegeln
(bei 100 km/h)
von 18 Güterwagen-Klassen
bei einem festen Schienenzustand und Betonschwellen im Schotterbett
Pegel für den Messpunkt 1.2, gemessen am 25.-27.3.1996, normiert auf 100 km/h nach [1]