



7. AUSZUG - STRASSENLÄRM

7. AUSZUG - STRASSENLÄRM

7.1 Einführung

Als individuelles Verkehrsmittel besitzt das Motorfahrzeug viele Vorteile. Es ermöglicht uns eine grosse Mobilität und eine dichte Erschliessung unserer Siedlungsräume. Mit der starken Zunahme des Strassenverkehrs wurden aber auch dessen Nachteile offensichtlich. Einer dieser Nachteile ist die wachsende Belästigung der Bevölkerung durch den Lärm.

Der Gesamtgeräuschpegel eines vorbeifahrenden Fahrzeuges setzt sich folgendermassen zusammen:

- Antriebs- oder Triebwerkgeräusche (Luftansaugvorrichtung, Kühlerventilator, Motorblock, Auspuff und Getriebe)
- Rollgeräusche (Reifen)
- Windgeräusche (Karosserie, Aufbauten)

Die von den Fahrzeugen abgegebene Schallleistung hängt unter anderem von folgenden Faktoren ab:

- Zusammensetzung des Verkehrs (LKW, MR, PW, etc.)
- Alter und Konstruktion der einzelnen Fahrzeuge
- Bereifung
- Verkehrsmenge
- Gefahrene Geschwindigkeiten
- Motordrehzahl, Fahrverhalten des einzelnen Fahrzeugführers („Kavalierstarts“)
- Strassengeometrie (Linienführung, Steigungsverhältnisse, etc.)
- Fahrbahnbelag (primär) und Unterbau (sekundär)
- Herrschende Witterungs-, Terrain- und Strassenverhältnisse

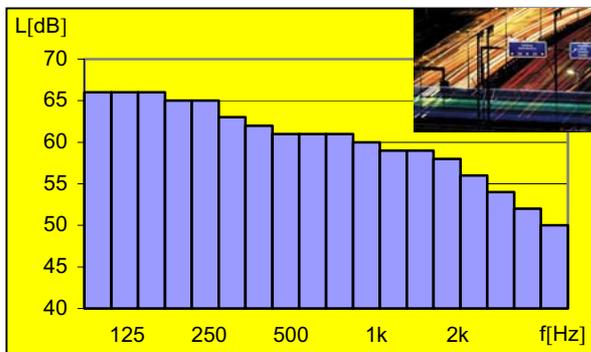


Abb. 7.1 Normalisiertes Spektrum Strassenverkehrslärm

Verkehrslärmspektren A-bewertet (SN EN 1793-3):

f [Hz]	125	250	500	1k	2k	4k
ΔL [dB]	-14.5	-10.2	-7.2	-3.9	-6.4	-11.4

f [Hz]	100	125	160	200	250	315	400	500	630
ΔL [dB]	-20	-20	-18	-16	-15	-14	-13	-12	-11

f [Hz]	800	1k	1.25k	1.6k	2k	2.5k	3.15k	4k	5k
ΔL [dB]	-9	-8	-9	-10	-11	-13	-15	-16	-18

In einer seitlichen Entfernung von 7.5 m neben der Fahrspurmitte beträgt das Gesamtgeräusch von vorschriftsmässig ausgerüsteten Fahrzeugen - bei einer Vorbeifahrt mit 50 km/h - ca. 71 dB(A) bei Personenwagen resp. ca. 82 dB(A) bei Lastwagen.

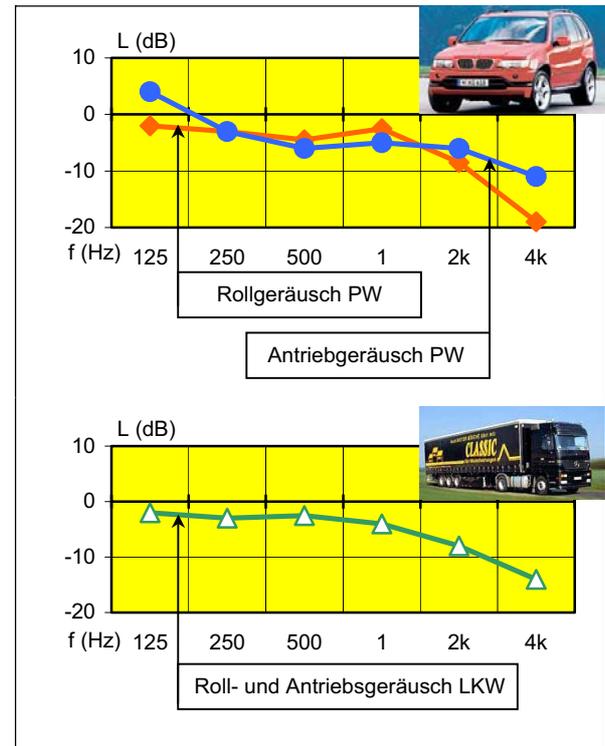


Abb. 7.2 Spektren Strassenverkehrslärm

7.2 Ermittlung von Strassenlärm

Strassenlärm kann messtechnisch erfasst werden, allerdings ist der diesbezügliche Aufwand nicht zu unterschätzen. Es reicht nicht, die momentanen Lärmverhältnisse zu bestimmen (Schallpegelregistrierung, Mittelungspegel L_{eq} , etc.). Um die jahresdurchschnittliche Lärmbelastung bestimmen zu können, benötigt man auch genaue Informationen über die während der Messung herrschende Verkehrssituation (Verkehrsmenge und Verkehrszusammensetzung etc.) sowie Angaben über die jahresdurchschnittlichen Verkehrszahlen.

Beim Vollzug der Umweltschutzgesetzgebung sind Lärmberechnungen gleichwertig mit Lärmmessungen.



7. STRASSENLÄRM

Die heutigen Berechnungsmodelle sind übersichtlich aufgebaut und daher auch relativ einfach zu erlernen. Die Resultate solcher Berechnungen stimmen meist gut mit ebenso seriös durchgeführten Messungen überein.

7.3 Strassenlärmmodell „Stl-86+“

7.3.1 Emissionswert L_E („Stl-86+“)

$$L_E = L_G + L_M + L_i + L_b + K_1 \quad [\text{dB(A)}]$$

- L_E : Emissionswert [dB(A)] (Berechnungsmodell „Stl-86+“)
 ⇒ h Quellenhöhe über Strassenoberfläche = 80 cm
- L_G : Grundwert [dB(A)]
- L_M : Mengenzuschlag [dB(A)]
- L_i : Steigungszuschlag [dB(A)]
- L_b : Belagszuschlag [dB(A)]
- K_1 : Pegelkorrektur [dB(A)] (vgl. Anhang 3 LSV)

7.3.2 Grundwert L_G

$$L_G = 43 + 10 \cdot \log \left\{ \left[1 + \left(\frac{v}{50} \right)^3 \right] \left[1 + 20 \frac{\eta}{100} \left(1 - \frac{v}{150} \right) \right] \right\}$$

- L_G : Grundwert [dB(A)]; empirische Konstante A=43; B=20
- v: (Gefahrenere) Geschwindigkeit [km/h]
- η : LKW- und Motorradanteil am Gesamtverkehr [%]

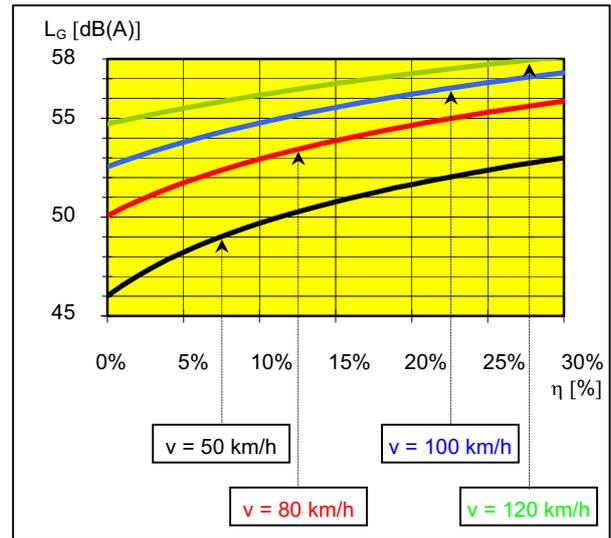


Abb. 7.3 Grafik Grundwert L_G

$$L_G \text{ „Stl-86+“} = L_G \text{ „Stl-86“} + 1 \quad [\text{dB(A)}]$$

v [km/h] η [%]	40	50	60	70	80	90	100	110	120
0%	44.8	46.0	47.4	48.7	50.1	51.3	52.5	53.7	54.7
1%	45.4	46.6	47.9	49.2	50.5	51.7	52.8	53.9	54.9
2%	45.9	47.0	48.3	49.6	50.8	52.0	53.1	54.1	55.0
3%	46.4	47.5	48.7	49.9	51.1	52.3	53.3	54.3	55.2
4%	46.8	47.9	49.1	50.3	51.5	52.6	53.6	54.5	55.4
5%	47.2	48.2	49.4	50.6	51.7	52.8	53.8	54.7	55.5
6%	47.5	48.6	49.7	50.9	52.0	53.0	54.0	54.9	55.6
7%	47.9	48.9	50.0	51.2	52.3	53.3	54.2	55.0	55.8
8%	48.2	49.2	50.3	51.4	52.5	53.5	54.4	55.2	55.9
9%	48.5	49.4	50.5	51.7	52.7	53.7	54.6	55.4	56.0
10%	48.7	49.7	50.8	51.9	52.9	53.9	54.8	55.5	56.2
11%	49.0	49.9	51.0	52.1	53.1	54.1	54.9	55.7	56.3
12%	49.2	50.2	51.2	52.3	53.3	54.3	55.1	55.8	56.4
13%	49.4	50.4	51.4	52.5	53.5	54.4	55.3	55.9	56.5
14%	49.6	50.6	51.6	52.7	53.7	54.6	55.4	56.1	56.6
15%	49.8	50.8	51.8	52.9	53.9	54.8	55.6	56.2	56.8
16%	50.0	51.0	52.0	53.1	54.0	54.9	55.7	56.3	56.9
17%	50.2	51.2	52.2	53.2	54.2	55.1	55.8	56.5	57.0
18%	50.4	51.3	52.4	53.4	54.4	55.2	56.0	56.6	57.1
19%	50.6	51.5	52.5	53.5	54.5	55.4	56.1	56.7	57.2
20%	50.7	51.7	52.7	53.7	54.6	55.5	56.2	56.8	57.3
21%	50.9	51.8	52.8	53.8	54.8	55.6	56.3	56.9	57.4
22%	51.1	52.0	53.0	54.0	54.9	55.8	56.5	57.0	57.5
23%	51.2	52.1	53.1	54.1	55.1	55.9	56.6	57.1	57.5
24%	51.3	52.2	53.2	54.2	55.2	56.0	56.7	57.2	57.6
25%	51.5	52.4	53.4	54.4	55.3	56.1	56.8	57.3	57.7
26%	51.6	52.5	53.5	54.5	55.4	56.2	56.9	57.4	57.8
27%	51.8	52.6	53.6	54.6	55.5	56.3	57.0	57.5	57.9
28%	51.9	52.8	53.8	54.7	55.7	56.5	57.1	57.6	58.0
29%	52.0	52.9	53.9	54.9	55.8	56.6	57.2	57.7	58.1
30%	52.1	53.0	54.0	55.0	55.9	56.7	57.3	57.8	58.1



7. STRASSENLÄRM

7.3.3 Mengenzuschlag L_M

$$L_M = 10 \cdot \log(N) \quad [\text{dB(A)}]$$

L_M : Mengenzuschlag [dB(A)]
 N: \emptyset Anzahl Fahrzeuge pro Stunde [Fz/h]

7.3.4 Steigungszuschlag L_i

$$L_i = 0 \quad \text{für } i < 3\% \quad [\text{dB(A)}]$$

$$L_i = \left[\frac{i - 3}{2} \right] \quad \text{für } i \geq 3\% \quad [\text{dB(A)}]$$

L_M : Mengenzuschlag [dB(A)]
 L_i : Steigungszuschlag [dB(A)]
 i: Strassenlängsneigung [%]

7.3.5 Belagszuschlag L_b

$L_b \approx 0$	Normaler Asphaltbelag	[dB(A)]
$L_b \approx -3 \text{ bis } -5$	Drain-Asphalt-Belag	[dB(A)]
$L_b \approx +1 \text{ bis } -1$	Splitt-Mastix-Belag	[dB(A)]
$L_b \approx +2$	Betonbelag	[dB(A)]
$L_b \approx +4$	Kopfsteinpflaster	[dB(A)]

L_b : Belagszuschlag [dB(A)]

7.3.6 Pegelkorrektur K_1

$$K_1 = 0 \quad N \geq 100 \text{ Fz/h} \quad [\text{dB(A)}]$$

$$K_1 = 10 \cdot \log \left(\frac{N}{100} \right) \quad 31.6 \leq N < 100 \text{ Fz/h} \quad [\text{dB(A)}]$$

$$K_1 = -5 \quad N < 31.6 \text{ Fz/h} \quad [\text{dB(A)}]$$

K_1 : Pegelkorrektur [dB(A)] (vgl. Anhang 3 LSV)
 N: \emptyset Anzahl Fahrzeuge pro Stunde [Fz/h]

7.3.7 Gesamtdämpfung ΔL_D

$$\Delta L_D = \Delta L_S + \Delta L_\phi + \Delta L_H + \Delta L_{Bo} + \Delta L_L \quad [\text{dB(A)}]$$

ΔL_D : Gesamtdämpfung [dB(A)]
 ΔL_S : Abstandsdämpfung [dB(A)]
 ΔL_ϕ : Aspektwinkelverlust [dB(A)]
 ΔL_H : Hindernisdämpfung [dB(A)]
 ΔL_{Bo} : Bodeneffekt [dB(A)]
 ΔL_L : Luftdämpfung [dB(A)]

7.3.8 Abstandsdämpfung ΔL_S

$$\Delta L_S = 10 \cdot \log(S) \quad [\text{dB(A)}]$$

ΔL_S : Abstandsdämpfung [dB(A)]
 S: Räumlicher, senkrechter Abstand zur Strasse [m]

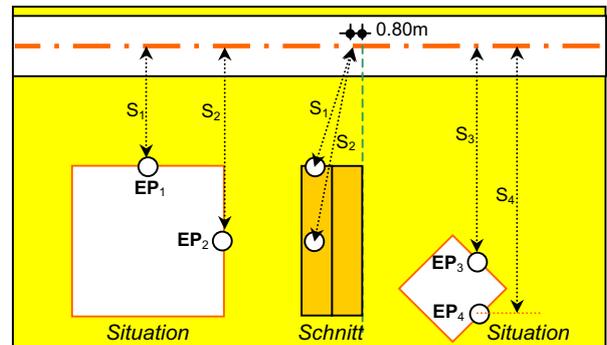


Abb. 7.4 Grundabstand S_i

7.3.9 Aspektwinkelverlust ΔL_ϕ

$$\Delta L_\phi = 10 \cdot \log \left(\frac{180}{\phi} \right) \quad [\text{dB(A)}]$$

ΔL_ϕ : Aspektwinkelverlust [dB(A)]
 ϕ : Aspektwinkel (Schalleinfallswinkel) [°]

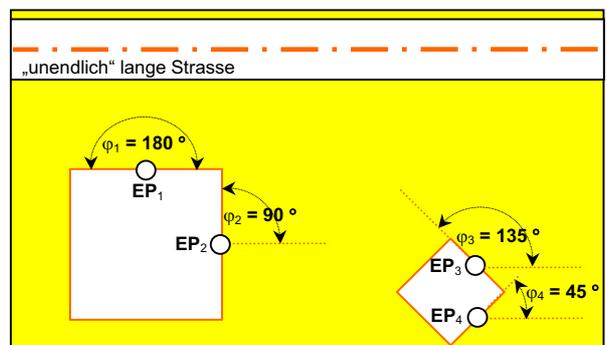


Abb. 7.5 Aspektwinkel ϕ_i



7. STRASSENLÄRM

7.3.10 Hindernisdämpfung ΔL_H

Fall I:

$$\Delta L_H = 10 \cdot \log(5 + 80z) \quad [\text{dB(A)}]$$

Fall II:

$$\Delta L_H = 10 \cdot \log(3 + 160z) \quad [\text{dB(A)}]$$

Fall III:

$$\Delta L_H = 10 \cdot \log(3 - 160z) \quad [\text{dB(A)}]$$

$$z = \overline{QK} + \overline{KE} - \overline{QE} \quad [\text{m}]$$

- ΔL_H : Hindernisdämpfung [dB(A)]
- z: Schirmwert [m]
- QK: Strecke Quelle – Hinderniskante
- KE: Strecke Hinderniskante – Empfänger
- QE: Strecke Quelle – Empfänger

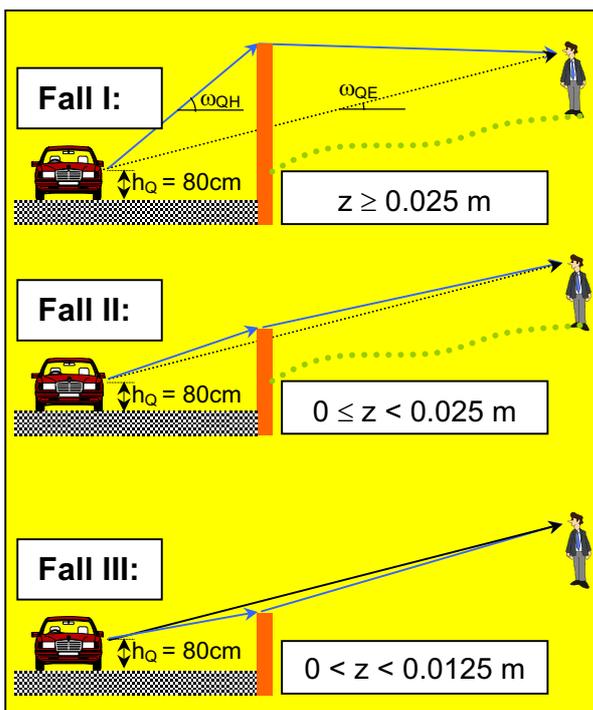


Abb. 7.6 Fallunterscheidung Hindernisberechnung

7.3.11 Bodeneffekt ΔL_{Bo}

$$\Delta L_{Bo} = \frac{20}{1 + h_m} \left\{ 1 - e^{-\left(\frac{r}{300}\right)} \right\} \quad [\text{dB(A)}]$$

- ΔL_{Bo} : Bodeneffekt [dB(A)]
- h_m : Mittlere Höhe des Schallstrahls über Terrain [m]
- e: Natürliche Zahl e [-] (e = 2.71828)
- r: Räumlicher Abstand zur Strassenachse [m]

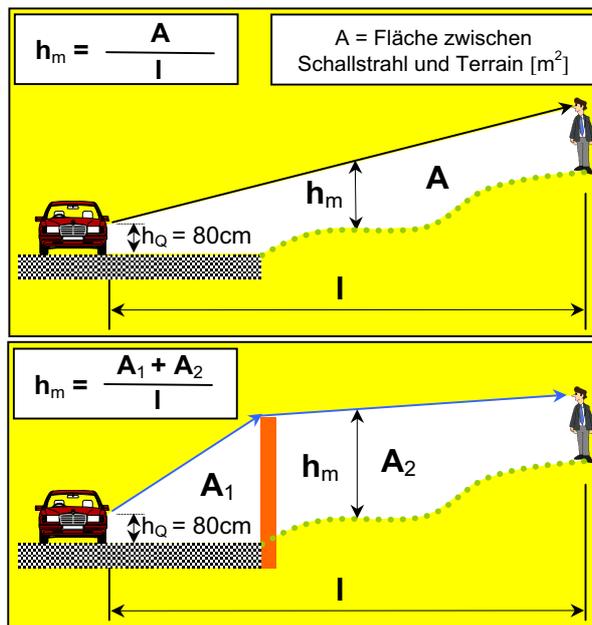


Abb. 7.7 Berechnung mittlere Höhe h_m

7.3.12 Luftdämpfung ΔL_L

$$\Delta L_L = 0.005 r \quad [\text{dB(A)}]$$

- ΔL_L : Luftdämpfung [dB(A)]
- r: Räumlicher Abstand zur Strassenachse [m]

7.3.13 Reflexion ΔL_R

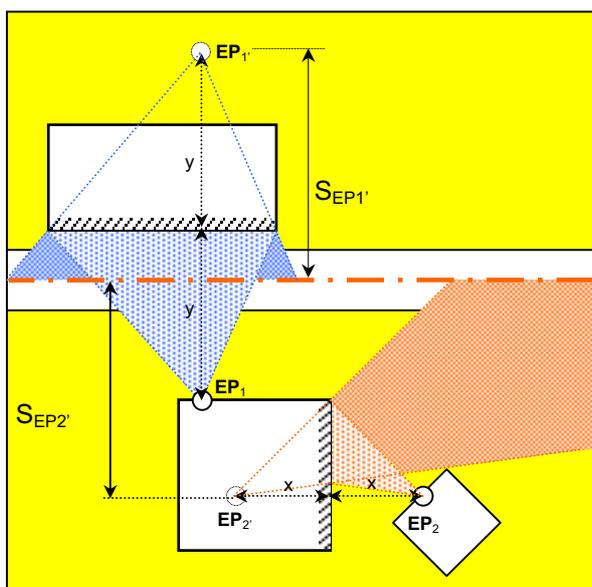


Abb. 7.8 Reflexionsbetrachtung gemäss „Spiegelquellenmethode“



7. STRASSENLÄRM

Reflexionen können anhand der „Spiegelquellenmethode“ abgeschätzt werden. Am einfachsten wird hierzu der Empfangspunkt an der Reflexionsfläche gespiegelt und eine normale Lärmberechnung für den gespiegelten Empfangspunkt (EP') durchgeführt. Im Vergleich zum Direktschall verändert sich dabei der Aspektwinkel φ und – bei einer Reflexionsfläche auf der gegenüberliegenden Strassenseite – auch der Grundabstand S.

7.3.14 Beurteilungspegel L_r'

$$L_r' = L_E - \Delta L_D + \Delta L_R \quad [\text{dB(A)}]$$

$$L_r' = L_G + L_M + L_i + L_b + K_1 - (\Delta L_S + \Delta L_\varphi + \Delta L_H + \Delta L_{Bo} + \Delta L_L) + \Delta L_R \quad [\text{dB(A)}]$$

L_r' : Beurteilungspegel [dB(A)]

L_E : Emissionswert [dB(A)] (Berechnungsmodell „Stl-86+“)

L_G : Grundwert [dB(A)]

L_M : Mengenzuschlag [dB(A)]

L_i : Steigungszuschlag [dB(A)]

L_b : Belagszuschlag [dB(A)]

K_1 : Pegelkorrektur [dB(A)] (vgl. Anhang 3 LSV)

ΔL_D : Gesamtdämpfung [dB(A)]

ΔL_S : Abstandsdämpfung [dB(A)]

ΔL_φ : Aspektwinkelverlust [dB(A)]

ΔL_H : Hindernisdämpfung [dB(A)]

ΔL_{Bo} : Bodeneffekt [dB(A)]

ΔL_L : Luftdämpfung [dB(A)]

ΔL_R : Reflexionszuschlag [dB(A)]

7.3.15 Belastungsgrenzwert L_r

Die für den Strassenverkehrslärm geltenden Belastungsgrenzwerte gehen aus Anhang 3 LSV hervor.

7.3.16 Vergleich L_r' mit L_r

Gesetzliche Bedingungen:

$$L_r' \leq L_r \Rightarrow \text{eingehalten}$$

$$L_r' > L_r \Rightarrow \text{nicht eingehalten}$$

L_r' : Beurteilungspegel [dB(A)]

L_r : Massgebender Belastungsgrenzwert [dB(A)]

Das Kapitel 7 umfasst ca. 47 Seiten. Die vollständige Fassung des Scripts „Aus- und Weiterbildungskurs Lärm- und Schallschutz“ sowie Detailauskünfte über die regelmässig stattfindenden Kurse können bestellt werden bei :

Werner Stalder, Listrighöhe 11, 6020 Emmenbrücke
werner.stalder@lu.ch

ca. 275 Seiten: SW-Fassung: CHF 96.00
 Farbige Fassung: CHF 246.00