

Berechnungsgrundlagen

Die Verwendung von Stl-86 ist für niedrige Geschwindigkeiten wie 30 km/h nicht geeignet und entspricht nicht der Praxis der Fachstelle Lärmschutz des Kantons Zürich. Für die Beurteilung des Sanierungsbedarfs gemäss der Arbeitshilfe der FALS ist die Berechnung mit 45 km/h anstelle von 30 km/h jedoch zulässig.

Einzelne Einflussfaktoren

Unter Berücksichtigung der vorliegenden Aufgabenstellung – es geht um die Lärmsanierung von Gemeindestrassen – ergeben sich die folgenden Beurteilungen der Einflussfaktoren.

2.2.1 Grundwert

$$LG = 43 + 10 * \log \{ [1 + (v/50)^3] * [1 + 20 * (\eta/100) * (1 - v/150)] \} \text{ [dB(A)]}$$

v = (Gefahrene) Geschwindigkeit [km/h]

η = Schwerverkehrsanteil am Gesamtverkehr [%]

Quelle: Stl-86+

Als gefahrene Geschwindigkeit sollte bei den Gemeindestrassen die signalisierte Geschwindigkeit eingesetzt werden, da diese – im Gegensatz zu übergeordneten Strassen – im Durchschnitt wohl meist eingehalten wird. Es ist wenig sinnvoll, hier einen Sicherheitszuschlag zu machen.

Erfahrungsgemäss ergeben sich bei der Berechnung nach Stl-86+ für Strassenabschnitte mit 30 km/h zu niedrige Werte. Diese werden stattdessen im Modell mit fiktiven 45 km/h gerechnet.

Der Schwerverkehrsanteil wird mit den Standardwerten 10% am Tag und 5% in der Nacht eingesetzt.

2.2.2 Mengenzuschlag

$$LM = 10 * \log (N) \text{ [dB(A)]}$$

N = Anzahl Fahrzeuge pro Stunde [Fz/h]

Quelle: Stl-86+

oder

$$LM = 10 * \log (x * DTV) \text{ [dB(A)]}$$

x = Umrechnungsfaktor auf Stundenverkehr

arbeitspapier Seite 3

arbeitspapier Seite 4

DTV = Durchschnittlicher täglicher Verkehr [Fz/24h]

Basierend auf den in der VSS-Norm SN 640 005a (Ganglinientypen und durchschnittlicher täglicher Verkehr (DTV)) publizierten Werte beträgt der Tagesanteil für den auf Gemeindestrassen vorherrschenden Ortsund Freizeitverkehr an Werktagen 93.6% des DTV. Samstag verkehrt 89.5% am Tag und der Sonntagswert für die deutsche Schweiz beträgt 88.6%. Daraus ergibt sich ein Wochenschnitt von 92.3% oder ein x_t von 5.77% pro Stunde. Der Nachtwert x_n beträgt 0.96% pro Stunde. Damit unterscheiden sich die Werte minim von den im Anhang 3 LSV angegebenen Werten (5.8% / 0.9%), die allerdings für alle Strassentypen gelten, also auch für Hochleistungsstrassen (HLS) und Hauptverkehrsstrassen (HVS)

2.2.3 Steigungszuschlag

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

$$L_i = (i-3)/2 \text{ für } i > 3\% \text{ [dB(A)]}$$

i = Strassenlängsneigung [%]

Quelle: Stl-86+

Die Strassenlängsneigung kann den Geometriedaten (digitales Terrainmodell, Geometer, AV-Daten) entnommen oder muss abgeschätzt werden.

2.2.4 Belagszuschlag

$$L_b = 1 \text{ für } v < 60 \text{ km/h [dB(A)]}$$

$$L_b = 2 \text{ für } v > 60 \text{ km/h [dB(A)]}$$

v = (Gefahrene) Geschwindigkeit [km/h]

Quelle: Strassenlärm-Emissionsberechnung Kt. Zürich

Bemerkung zu Geschwindigkeit v s. bei Grundwert LG.

2.2.5 Pegelkorrektur

$K_1 = 0$ für $N > 100$ Fz/h [dB(A)]

$K_1 = 10 * \log (N/100)$ für $31.6 < N < 100$ Fz/h [dB(A)]

$K_1 = -5$ für $N < 31.6$ Fz/h [dB(A)]

N = Anzahl Fahrzeuge pro Stunde [Fz/h]

Quelle: Anhang 3 LSV

oder

$K_1 = 0$ für $(x * DTV) > 100$ Fz/h [dB(A)]

$K_1 = 10 * \log ((x * DTV)/100)$ für $31.6 < (x * DTV) < 100$ Fz/h [dB(A)]

$K_1 = -5$ für $(x * DTV) < 31.6$ Fz/h [dB(A)]

x = Umrechnungsfaktor auf Stundenverkehr

DTV = Durchschnittlicher täglicher Verkehr [Fz/24h]

Bemerkung zu Umrechnungsfaktor x und DTV s. bei Mengenzuschlag

LM.

arbeitspapier Seite 5

2.2.6 Zuschlag für Zunahme der Verkehrsmenge

$VZ = 1$ [dB(A)]

Quelle: Strassenlärm-Emissionsberechnung Kt. Zürich

Die Verkehrszunahme bis zum Sanierungshorizont in 20 Jahren wird mit einem pauschalen Zuschlag von 1 dB(A) berücksichtigt.

2.2.7 Abstandsdämpfung

$\Delta L_S = 10 * \log (S)$ [dB(A)]

S = Abstand von Empfangspunkt zur Strassenachse [m]

oder

$\Delta L_S = 10 * \log (\sqrt{r^2 + 4.5^2})$ [dB(A)]

r = Horizontalabstand von Empfangspunkt zur Strassenachse [m]

Die grössten und damit kritischen Immissionen liegen in Strassennähe erfahrungsgemäss im 1. Obergeschoss vor, welches sich im Lärmkataster des Kantons Zürich auf einer Höhe von 5.3 m über der Strassenoberfläche befindet (Mitte Fenster Erdgeschoss: 2.5 m, Geschosshöhe:

2.8 m). Der Höhenunterschied zur Quelle, welche standardmässig in einer Höhe von 0.8 m über der Strassenoberfläche angenommen wird, beträgt somit 4.5 m.

2.2.8 Aspektwinkelverlust

$\Delta L_\phi = 10 * \log (180/\phi)$ [dB(A)]

ϕ = Aspektwinkel [°]

Die grössten und damit kritischen Immissionen liegen bei Gebäuden vor, bei welchen die massgebende Fassade parallel zur Strasse liegt.

Damit ist der Aspektwinkelverlust 0 und kann für die weitere Betrachtung vernachlässigt werden.

2.2.9 Hindernisdämpfung

$\Delta L_H = 10 * \log (5 + 80 * z)$ wenn deutliches Hindernis [dB(A)]

$\Delta L_H = 10 * \log (3 + 160 * z)$ wenn direkte Schallausbreitung knapp durchbrochen wird [dB(A)]

$\Delta L_H = 10 * \log (3 - 160 * z)$ wenn direkte Schallausbreitung knapp NICHT durchbrochen wird [dB(A)]

z = Schirmwert [m] = Strecke QH [m] + Strecke HE [m] - Strecke QE [m]

Q = Quelle

H = Hinderniskante

E = Empfänger

Die grössten und damit kritischen Immissionen liegen bei Gebäuden vor, die unmittelbar an der Lärmquelle angeordnet sind und bei denen somit keine Hinderniswirkung vorliegt. Damit ist auch die Hindernisdämpfung 0 und kann für die weitere Betrachtung vernachlässigt werden.

2.2.10 Bodeneffekt

$$\Delta L_{BO} = 20/(1 + hm) * [1 - e(-S/300)] \text{ [dB(A)]}$$

hm = Mittlere Höhe des Schallstrahls über Boden [m]

e = Natürliche Zahl e [-] (e = 2.71828)

S = Abstand vom Empfangspunkt zur Strassenachse [m]

Die grössten und damit kritischen Immissionen liegen unmittelbar in Strassennähe. Hier beträgt der Bodeneffekt maximal 0.2 dB(A) und soll für die weitere Betrachtung vernachlässigt werden. Damit liegt man bei der Berechnung auf der sicheren Seite, weil die Dämpfung den Wert ja verkleinern würde.

2.2.11 Luftdämpfung

$$\Delta L_L = 0.005 * S \text{ [dB(A)]}$$

S = Abstand vom Empfangspunkt zur Strassenachse [m]

Die grössten und damit kritischen Immissionen liegen unmittelbar in Strassennähe. Hier beträgt die Luftdämpfung maximal 0.1 dB(A) und soll für die weitere Betrachtung ebenfalls vernachlässigt werden. Auch hier liegt man damit auf der sicheren Seite.

2.2.12 Reflexionszuschlag

ΔL_R : abhängig von Bebauungssituation [dB(A)]

Als Wert für den Reflexionszuschlag soll standardmässig 0.5 dB(A) eingesetzt werden, weil in jeder Situation mit einem minimalen Anteil an Reflexionen gerechnet werden muss.

2.2.13 Belastungsgrenzwert

L_r : abhängig von Empfindlichkeitsstufe [dB(A)]

Für die Sanierungen sind die Immissionsgrenzwerte (IGW) massgebend, die je nach zugeordneter Empfindlichkeitsstufe unterschiedlich sind:

Tag Nacht

ES I 55 45

ES II 60 50

ES III 65 55

ES IV 70 60

2.3 Genereller Sicherheitszuschlag

Einige der Einflussfaktoren sind mit Unsicherheiten behaftet. So ist beispielsweise die Steigung einer Strasse auch innerhalb eines Strassenabschnittes nicht überall gleich gross oder es ergeben sich durch

spezielle Bebauungssituationen grössere Reflexionszuschläge. Auch muss berücksichtigt werden, dass die gefahrenen Geschwindigkeiten

arbeitspapier Seite 6

– insbesondere nachts – teilweise massiv höher sind, als die signalisierten Geschwindigkeiten. Auch die Umrechnung der DTV auf Tages- und Nachtstunden und die angenommenen Schwerverkehrsanteile weisen eine gewisse Ungenauigkeit auf.

Für all diese Unsicherheiten wird im Modell ein Zuschlag von 1 dB(A) angebracht.

2.4 Konkrete Formel für Gemeindestrassen

Die unter 2.1 eingeführte Grundformel sieht damit wie folgt aus:

$$LG + LM + Li + Lb + K1 + VZ - \Delta Ls + \Delta LR + SZ > Lr$$

LG = Grundwert

LM = Mengenzuschlag

Li = Steigungszuschlag

Lb = Belagszuschlag

K1 = Pegelkorrektur

VZ = Zuschlag für Zunahme der Verkehrsmenge (1 dB(A))

ΔLs = Abstandsdämpfung

ΔLR = Reflexionszuschlag (0.5 dB(A))

SZ = Sicherheitszuschlag (1 dB(A))

Konkret gilt der Immissionsgrenzwert dann als überschritten, wenn der auf ganze Dezibel gerundete Belastungspegel grösser ist als der massgebende Grenzwert. Mit 65 dB(A) – oder eben 65.4 dB(A) – ist der Tageswert ES III also eingehalten, mit 66 dB(A) – oder eben 65.5 dB(A) – ist er überschritten. Damit kann die obige Formel ergänzt werden zu:

$$LG + LM + Li + Lb + K1 + VZ - \Delta Ls + \Delta LR + SZ > Lr + 0.5$$

Die jeweils kritische Horizontaldistanz zur Strassenachse ist im Term ΔLs enthalten. Die definitive Formel lautet:

$$r_{\text{krit}} = \sqrt{\{10[(LG + LM + Li + Lb + K1 + VZ + \Delta LR + SZ - (Lr + 0.5))/10]\}^2 - 4.5^2}$$

Diese Formel wird in den Berechnungstabellen umgesetzt.

2.5 Durch Gemeinde zu bestimmende Einflussfaktoren

Aufgrund der obigen Ausführungen müssen insgesamt fünf Einflussfaktoren bestimmt werden:

Realistisch

mögliche Werte

v Geschwindigkeit [km/h] 30, 50, 60, 80

DTV Durchschnittlicher täglicher Verkehr [Fz/24h] 0 – 15 000*

i Strassenlängsneigung [%] 0 – 10*

r Horizontalabstand EP – Strassenachse [m] 3 – 20*

ES Empfindlichkeitsstufe II, III**

* = angenommene Maximalwerte; können überschritten werden

** ES = I und IV werden vernachlässigt