

**MITTEILUNG ZUR  
LÄRMSCHUTZ-VERORDNUNG  
(LSV)**

**Nr. 6 (1995)**

**Strassenlärm:  
Korrekturen zum  
Strassenlärm-  
Berechnungsmodell**



**Bundesamt für Umwelt, Wald  
und Landschaft (BUWAL)**

**Bezugsquelle** Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft  
Abteilung Lärmbekämpfung  
3003 Bern  
Fax +41 (0)31 323 03 72  
Internet: <http://www.admin.ch/buwal/publikat/d/>

**Bestellnummer** MLSV-6-D  
© BUWAL 1995

## Strassenlärm: Korrekturen zum Strassenlärm-Berechnungsmodell

---

### 1. EINLEITUNG

Für die Berechnung der Lärmimmissionen des Strassenverkehrs hat das Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft bisher zwei Berechnungsmodelle publiziert, nämlich das Computermodell StL 86 (Schriftenreihe Umwelt Nr. 60, 1987) und das Strassenlärmmodell für überbaute Gebiete (Schriftenreihe Umwelt Nr. 15, 1991 (3. Auflage)). Die in überbauten Gebieten häufig vorkommenden Lärm-Reflexionen wurden bisher nach dem in der Schriftenreihe Umwelt Nr. 15 enthaltenen Verfahren berücksichtigt.

Diese Berechnungsverfahren stammen aus den 80er Jahren. Als Folge der technischen Entwicklung und aufgrund von Hinweisen betreffend Abweichungen zwischen berechneten und gemessenen Immissionen wurden die Modelle und insbesondere ihre Ansätze im Rahmen eines grösseren Forschungsprojektes von der EMPA überprüft. Im Folgenden sind die Ergebnisse der Überprüfung wiedergegeben: Empfohlen werden Änderungen in einigen Modellparametern und die Anwendung eines verbesserten Verfahrens zur Ermittlung der Reflexionszuschläge.

Die Entwicklungsarbeiten für ein neues Berechnungsverfahren sind gegenwärtig noch im Gange. Mit den empfohlenen Änderungen können bis zur Publikation des neuen Computerprogramms weiterhin zuverlässige Ergebnisse erreicht werden.

### 2. NEUE EMISSIONSWERTE

Beim StL-86 basieren die Berechnungen auf folgenden Emissionswerten (Quellenfunktionen), siehe Schriftenreihe Umweltschutz Nr. 60, Teil 1, S. 23:

$$L = A + 10 \cdot \log[(1 + (v/50)^3) \cdot (1 + B \cdot \text{Eta} \cdot (1 - v/150))] + 10 \cdot \log[M]$$

L	:Energieäquivalenter Dauerschallpegel in dB(A)
A, B	:empirische Konstanten A=42, B=20
v	:Geschwindigkeit (km/h)
Eta	:Lastwagenanteil (bzgl. gesamtem Verkehr)
M	:Verkehrsmenge (Anzahl Fahrzeuge pro Stunde)

Dabei zeigen die neuen Forschungsergebnisse, dass mit dem heutigen Fahrzeugpark eine Erhöhung des Emissionswertes um 1 dB notwendig ist, d.h.:

$$A_{\text{neu}} = 43$$

## Bemerkungen

- Bei der Berechnung ist nach wie vor die *gefahrte* Geschwindigkeit  $v$  einzusetzen. Diese ist nicht immer identisch mit der *signalisierten* Höchstgeschwindigkeit.
- Das in der Schriftenreihe Umweltschutz Nr. 15 (S. 9, 10) enthaltene Verfahren ergibt Emissionswerte, welche bereits bis zu 1 dB höher als StL-86 sind, je nach Lastwagenanteil und Geschwindigkeit. Folglich sind dort keine Änderungen in den Emissionsformeln zu empfehlen.
- Der neue A-Wert gilt für normale Asphaltbeläge. Vorläufig werden keine Angaben für andere Strassenbeläge gemacht. Zahlreiche Strassenlärm-Messungen haben gezeigt, dass die Streuung zwischen verschiedenen Asphaltbelägen (offenporige Beläge ausgeschlossen) im Sinne einer Standardabweichung weniger als 1 dB beträgt.

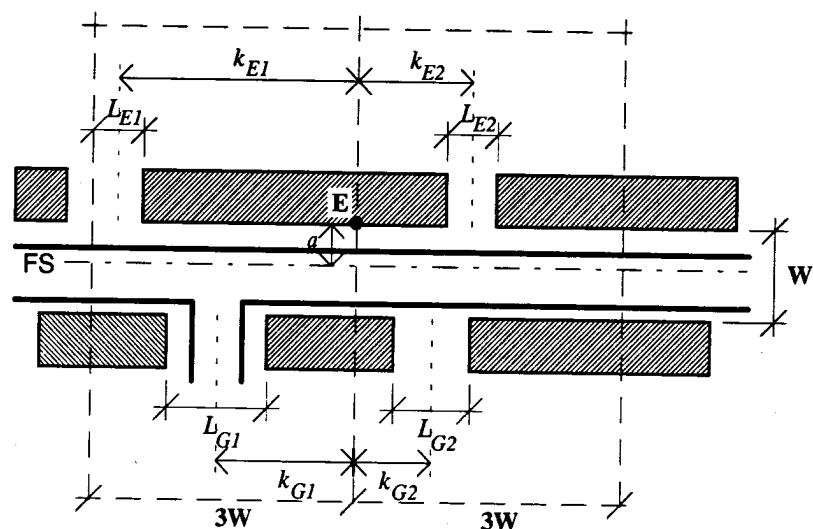
### 3. NEUES BERECHNUNGSVERFAHREN FÜR DEN REFLEXIONSZUSCHLAG

In bebauter Umgebung erfahren die Lärmimmissionen infolge Reflexionen an den Fassadenflächen eine Erhöhung gegenüber dem unbebauten Fall. Es zeigte sich, dass das in der Schriftenreihe Umweltschutz Nr. 15 beschriebene Verfahren deutlich zu hohe Reflexionszuschläge liefert. Aufgrund von theoretischen und praktischen Untersuchungen wurde ein Verfahren entwickelt, welches erlaubt, die Reflexionszuschläge genauer zu bestimmen. In der vorliegenden Mitteilung werden die Zuschläge in Form von Tabellen wiedergegeben. Im geplanten Computerprogramm ist eine automatische Berechnung der Reflexionen vorgesehen.

#### 3.1 Berechnung des Reflexionszuschlags DR

Das Rezept erlaubt die Ermittlung des Reflexionszuschlags  $\Delta R$  [dB] für den Fall der langen geraden Strasse, wobei vom Empfangspunkt aus gesehen jeweils nach links und rechts ein Abschnitt entsprechend der dreifachen Strassenweite  $W$  betrachtet wird (Figur 1).

**Figur 1:**  
Situation einer allgemeinen Bebauung. E bezeichnet den Empfangspunkt, FS steht für die Fahrspur.



Die Berechnung basiert auf folgenden Grössen:

- W** Strassenweite (Distanz zwischen den Fassaden)  
**H<sub>F</sub>** mittlere Fassadenhöhe  
**H<sub>E</sub>** Höhe des Empfangspunktes über der Strassenoberfläche  
**H<sub>Q</sub>** Höhe der Quelle über der Strassenoberfläche, H<sub>Q</sub> = 0.8 m  
**a** Abstand Fahrspur - Empfangspunktfassade  
**s** kürzester Abstand Quelle - Empfangspunkt,  

$$s = \sqrt{a^2 + (H_E - H_Q)^2}$$
  
**k<sub>Gi</sub>** Lage der i-ten Lückenmitte auf der dem Empfangspunkt gegenüberliegenden Fassadenseite.  
**k<sub>Ei</sub>** Lage der i-ten Lückenmitte auf der Empfangspunkt-Fassadenseite.  
**L<sub>Gi</sub>** Breite der i-ten Lücke auf der dem Empfangspunkt gegenüberliegenden Fassadenseite.  
**L<sub>Ei</sub>** Breite der i-ten Lücke auf der Empfangspunkt-Fassadenseite.

In jedem Fall wird zuerst der Reflexionszuschlag  $\Delta R_{GB}$  für eine - allenfalls nur gedachte - durchgehend geschlossene Bebauung nach Tabelle 1 bestimmt.

		S/W														
		0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
H <sub>F</sub> /W	0.2	0.5	1	1.5	1.5	2	2.5	2.5	3	3	3					
	0.4	1	1.5	1.5	2	2.5	3	3	3.5	3.5	4					
	0.6	1	1.5	2	2.5	2.5	3	3.5	3.5	4	4	4.5				
	0.8	1	1.5	2	2.5	3	3	3.5	4	4	4.5	5	5			
	1.0	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4	4.5	4.5	5	5.5	5.5	6	
	1.2	1	1.5	2.5	2.5	3	3.5	4	4	4.5	5	5	5.5	6	6	6.5
	1.4	1	2	2.5	3	3.5	3.5	4	4.5	4.5	5	5.5	5.5	6	6.5	6.5

**Tabelle 1:**

Reflexionszuschlag  $\Delta R_{GB}$  in dB für geschlossene Bebauung in Abhängigkeit der beiden Parameter s/W und H<sub>F</sub>/W

Wenn die Situation nur teilweise bebaut ist, d.h. Lücken aufweist, reduziert sich der gemäss Tabelle 1 berechnete Wert für  $\Delta R$  wie folgt:

- mit jeder Lücke auf der dem Empfangspunkt gegenüberliegenden Seite um einen Faktor  $f_G$  nach Tabelle 2:  
 $\Delta R \rightarrow \Delta R \cdot f_G$
- mit jeder Lücke auf der Empfangspunktseite um einen Faktor  $f_E$  nach Tabelle 3:  
 $\Delta R \rightarrow \Delta R \cdot f_E$

$f_G$		$L_{G1}/W$						
		0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	2.0	3.0
$k_{G1}/W$	0.0	0.8	0.7	0.5	0.5	0.4	0.2	0.1
	0.2	0.9	0.7	0.6	0.5	0.4	0.2	0.1
	0.4	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.3	0.2
	0.6	0.9	0.8	0.8	0.8	0.7	0.5	0.3
	0.8	1.0	0.9	0.8	0.8	0.7	0.6	0.5
	1.0	1.0	0.9	0.9	0.8	0.8	0.6	0.5
	1.2	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.7	0.6
	1.4	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.7	0.6
	1.6	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.7	
	1.8	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	0.8	
	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	0.8	
	2.2	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9		
2.4	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0			

$f_E$		$L_{E1}/W$						
		0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	2.0	3.0
$k_{E1}/W$	0.0							
	0.2	0.9						
	0.4	0.9	0.9	0.9				
	0.6	1.0	0.9	0.9	0.9	0.8		
	0.8	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9		
	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	
	1.2	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.8	
	1.4	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.8	
	1.6	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	
	1.8	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	
	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	
	2.2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0		
2.4	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0			

**Tabelle 2:**

Reduktionsfaktoren für eine Lücke auf der dem Empfangspunkt gegenüberliegenden Fassadenseite in Abhängigkeit von  $L_{G1}/W$  und  $k_{G1}/W$

**Tabelle 3:**

Reduktionsfaktoren für eine Lücke auf der Empfangspunkt-Fassadenseite in Abhängigkeit von  $L_{E1}/W$  und  $k_{E1}/W$

### 3.2 Beispiel zur Berechnung des Reflexionszuschlags DR

Die Situation sei ähnlich der in Figur 1.

Parameter:	mittlere Strassenweite	$W$	= 20 m
	mittlere Fassadenhöhe	$H_F$	= 15 m
	Empfangspunkthöhe	$H_E$	= 6 m
	horiz. Abstand Q-E	$a$	= 7 m

	Breite	Lage
Lücken auf Empfangspunktseite:	$L_{E1} = 24$ m	$k_{E1} = 48$ m
	$L_{E2} = 8$ m	$k_{E2} = 24$ m
Lücken auf Gegenseite:	$L_{G1} = 16$ m	$k_{G1} = 28$ m
	$L_{G2} = 11$ m	$k_{G2} = 17$ m

**Schritt 1: Reflexionszuschlag für die geschlossen bebaute Strasse  $\Delta R_{GB}$** 

$$\frac{H_E}{W} = 0.75$$

$$s = \sqrt{a^2 + (H_E - 0.8)^2} = 8.7 \text{ m}$$

$$s/W = 0.44$$

Tabelle 1:  $\rightarrow \Delta R_{GB} = 2.5 \text{ dB}$

**Schritt 2: Berücksichtigung der Lückenfaktoren**

Lücken auf Empfangspunktseite

$$\frac{L_{E1}}{W} = 1.20$$

$$\frac{k_{E1}}{W} = 2.40$$

Tab. 3:  $\rightarrow f_E$

$$f_{E1} = 1.0$$

$$\frac{L_{E2}}{W} = 0.40$$

$$\frac{k_{E2}}{W} = 1.20$$

$$f_{E2} = 1.0$$

Lücken auf Gegenseite

$$\frac{L_{G1}}{W} = 0.80$$

$$\frac{k_{G1}}{W} = 1.40$$

Tab. 2:  $\rightarrow f_G$

$$f_{G1} = 0.9$$

$$\frac{L_{G2}}{W} = 0.55$$

$$\frac{k_{G2}}{W} = 0.85$$

$$f_{G2} = 0.8$$

**Schritt 3: Reflex.zuschlag insgesamt für die Situation mit Lücken**

$$\Delta R = \Delta R_{GB} \cdot f_{G1} \cdot f_{G2} \cdot f_{E1} \cdot f_{E2} = 2.5 \cdot 0.9 \cdot 0.8 \cdot 1.0 \cdot 1.0$$

$$\boxed{\Delta R = 1.8 \text{ dB}}$$