

**BERECHNUNG VON SCHALLEMISSIONEN
UND LÄRMSCHUTZ****Auszug aus RVS 04.02.11**

*Environmental Protection
Noise and Airpollution
Calculation of Sound Emissions and Noise Protection*

[...]

4 Ermittlung des Schalleistungspegels**4.1 Allgemeines**

Die Berechnung des Schalldruckpegels an den Immissionspunkten erfolgt gemäß ÖAL-Richtlinie Nr. 28.

4.2 Quellenbeschreibung**4.2.1 Klassifizierung der Fahrzeuge**

Die Quelle von Straßenverkehrslärm wird durch Kombination der Schallemission jedes einzelnen Fahrzeugs, das Teil des Verkehrsflusses ist, bestimmt. Die Fahrzeuge werden ausgehend von den Merkmalen ihrer Schallemission in fünf Klassen eingeteilt:

- Klasse 1: Leichte Kfz
- Klasse 2: Mittelschwere Kfz
- Klasse 3: Schwere Kfz
- Klasse 4: Zweirädrige Kfz
- Klasse 5: Offene Kategorie

Bei den zweirädrigen Kfz erfolgt eine weitere Unterteilung in zwei Teilklassen, nämlich Mopeds und leistungsstärkere Krafträder, da sie sehr unterschiedlich gefahren werden und ihre Geräuschemissionen idR zahlenmäßig weit auseinander liegen.

Die ersten vier Klassen sind zwingend vorgeschrieben, die fünfte Klasse ist optional. Sie ist für neue Fahrzeuge vorgesehen, die möglicherweise in Zukunft entwickelt werden und deren Schallemission sich so weit unterscheidet, dass für sie eine zusätzliche Klasse festzulegen ist. Dies könnten beispielsweise Elektro- oder Hybridfahrzeuge sein, die künftig entwickelt werden und sich erheblich von den Fahrzeugen der Klassen 1 bis 4 unterscheiden.

Derzeit haben die Fahrzeuge der Klasse 5 in Österreich aufgrund der geringen Zulassungsraten noch keine lärmtechnische Bedeutung und werden in den anderen Klassen miteingefasst.

Genauere Angaben zu den Fahrzeugklassen sind in Tabelle 1 enthalten.

BERECHNUNG VON SCHALLEMISSIONEN UND LÄRMSCHUTZ**Auszug aus RVS 04.02.11**

Tabelle 1: Fahrzeugklassen

Klasse m	Bezeichnung	Beschreibung		Enthalten in Fahrzeugklas- sen gem. Typgenehmigung ¹⁾
1	Leichte Kfz	PKW, Lieferwagen ≤ 3,5 t, Geländewagen (SUV) ²⁾ , Großraumlimousinen ³⁾ , einschließlich Anhänger und Wohnwagen		M1 und N1
2	Mittelschwere Kfz	Mittelschwere Fahrzeuge, Lieferwagen > 3,5 t, Busse, Wohnmobile usw. mit zwei Achsen und Doppelbereifung auf der Hinterachse		M2, M3 und N2, N3
3	Schwere Kfz	Schwere Nutzfahrzeuge, Reisebusse, Busse, mit drei oder mehr Achsen		M2 und N2 mit Anhänger, M3 und N3
4	Zweirädrige Kfz ⁴⁾	4a	Zweirädriges Kleinkrafttrad (Hubvolumen ≤ 50 cm ³), dreirädriges Kleinkrafttrad, Leichtes vierrädriges Kraftfahrzeug	L1, L2, L6
		4b	Zweirädrige Krafträder mit und ohne Beiwagen, dreirädriges Kfz, schweres vierrädriges Kfz	L3, L4, L5, L7
5	Offene Klasse	Entsprechend dem künftigen Bedarf		k.A.

¹⁾ Verordnung (EU) 2018/858 und Verordnung (EU) Nr. 168/2013

²⁾ SUV (Sport Utility Vehicles)

³⁾ MPV (Multi-Purpose Vehicles)

⁴⁾ mit Verbrennungsmotor

4.2.2 Anzahl und Position der Ersatzschallquellen

Bei diesem Verfahren wird jedes Fahrzeug (Klassen 1 bis 5) durch eine einzige Punktquelle dargestellt, die gleichförmig abstrahlt. Die erste Reflexion an der Straßenoberfläche wird implizit behandelt. Wie in Abbildung 1 dargestellt, befindet sich die Punktquelle 0,05 m über der Straßenoberfläche.

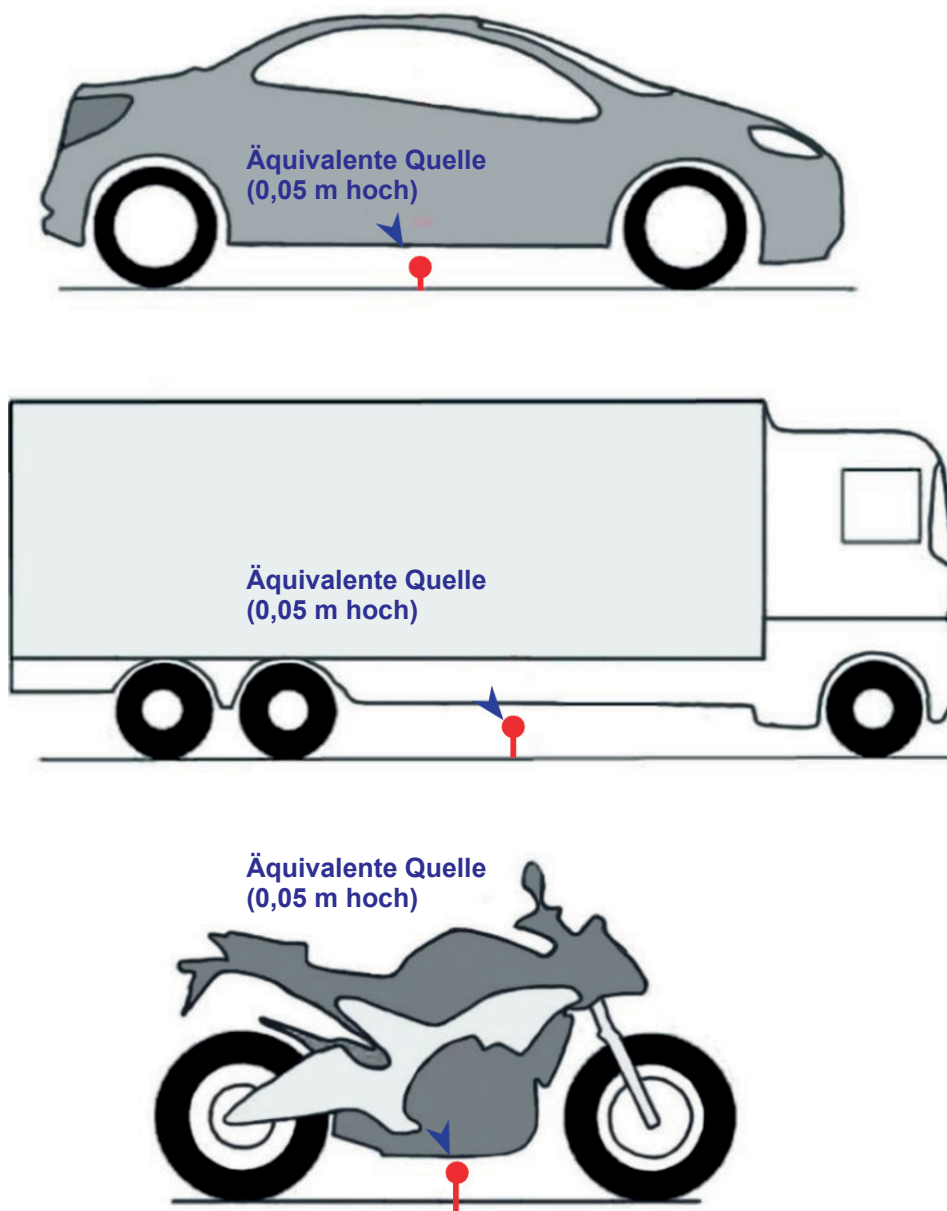


Abbildung 1: Position der äquivalenten Punktquelle bei leichten Kfz (Klasse 1), mittelschweren und schweren Kfz (Klassen 2 und 3) sowie zweirädrigen Kfz (Klasse 4)

Die Darstellung des Verkehrsflusses erfolgt durch eine Emissionslinie. Bei der Modellierung einer Straße mit mehreren Fahrstreifen sollte idealerweise jeder Fahrstreifen durch eine in ihrer Mitte verlaufende Emissionslinie repräsentiert werden. Es ist jedoch auch akzeptabel, bei einer Straße mit Gegenverkehr eine Emissionslinie in der Straßenmitte oder bei mehrstreifigen Straßen eine Emissionslinie je Richtungsfahrbahn im äußeren Fahrstreifen zu modellieren.

BERECHNUNG VON SCHALLEMISSIONEN UND LÄRMSCHUTZ**Auszug aus RVS 04.02.11****4.2.3 Schallleistungspegel****4.2.3.1 Allgemeine Betrachtungen**

Da die Schallleistung der Quelle im akustischen Halbraum definiert wird, umfasst die Schallleistung auch den Effekt der Reflexion am Boden direkt unter der modellierten Quelle, wo es – abgesehen von der Reflexion an der Straßenoberfläche, die sich nicht direkt unter der modellierten Quelle befindet – keine störenden Gegenstände im unmittelbaren Umfeld gibt.

4.2.3.2 Verkehrsfluss

Die Schallemission eines Verkehrsflusses wird durch eine Emissionslinie dargestellt, die durch ihre gerichtete Schallleistung je Meter pro Frequenz gekennzeichnet ist. Dies entspricht der Summe der Schallemissionen der einzelnen Fahrzeuge im Verkehrsfluss unter Berücksichtigung der von den Fahrzeugen im untersuchten Straßenabschnitt verbrachten Zeit. Die Darstellung des einzelnen Fahrzeugs im Verkehrsfluss erfordert die Anwendung eines Verkehrsflussmodells.

Wird ein Verkehr mit einer Verkehrsstärke Q_m [Kfz/h] von Fahrzeugen der Klasse m mit einer Durchschnittsgeschwindigkeit v_m [km/h] als maßgebende Geschwindigkeit (s. Punkt 4.2.3.4) angenommen, so wird die gerichtete Schallleistung je Meter im Frequenzband i der Emissionslinie $L_{W',eq,line,i,m}$ bestimmt durch:

$$L_{W',eq,line,i,m} = L_{W,i,m} + 10 \cdot \lg \left(\frac{Q_m}{1000 \cdot v_m} \right) \quad (1)$$

mit:

$L_{W,i,m}$ Gerichtete Schallleistung eines einzelnen Fahrzeugs

$L_{W',m}$ wird in [dB] angegeben (Bezugsschallleistung: 10^{-12} W/m). Diese Schallleistungspegel werden für jedes Oktavband i von 63 Hz bis 8 kHz berechnet.

4.2.3.3 Maßgebende stündliche Verkehrsstärke

Verkehrsstärken Q_m sind als Jahresdurchschnitt je Stunde, je Zeitraum (Tag, Abend oder Nacht), je Fahrzeugklasse und je Emissionslinie anzugeben. Für alle Klassen sind die Eingabedaten für den Verkehrsfluss zu verwenden, die im Rahmen von Straßenverkehrszählungen oder mithilfe von Verkehrsmodellen ermittelt wurden.

Die Ermittlung der maßgebenden stündlichen Verkehrsstärken hat grundsätzlich durch eine Verkehrsuntersuchung zu erfolgen, die von der Analyse des bestehenden Verkehrsgeschehens ausgeht.

Die maßgebenden stündlichen Verkehrsstärken sind als Mittelwerte eines gesamten Jahres für den Tag (Mittelwert über 13 Stunden), den Abend (Mittelwert über 3 Stunden) und die Nacht (Mittelwert über 8 Stunden) zu ermitteln.

Grundlage sind die Ergebnisse der automatischen Dauerzählstellen, der Fünf-Jahres-Verkehrszählungen (ECE-Zählungen), Verkehrsuntersuchungen bzw. Verkehrsdatenerhebungen (z.B. mittels Seitenradar). Nur wenn keine genaueren Daten vorliegen oder mit vertretbarem Aufwand ermittelt werden können, sind die für Verkehrslärberechnungen maßgebenden stündlichen Verkehrsstärken an Straßen näherungsweise abzuschätzen.

Wenn Daten in der nachfolgenden Form zur Verfügung stehen, sind die maßgebenden Verkehrsstärken wie folgt zu ermitteln.

Maßgebende stündliche Verkehrsstärke gesamt (Summe der Kfz aller Fahrzeugklassen pro Stunde [Kfz/h]):

BERECHNUNG VON SCHALLEMISSIONEN UND LÄRMSCHUTZ

Auszug aus RVS 04.02.11

$$\sum_{m=1}^4 \cdot Q_{m,T,S} = k_{L,T,S} \cdot JDTV$$

$$Q_{m=1,T,S} = \sum_{m=1}^4 \cdot Q_{m,T,S} - Q_{m=2,T,S} - Q_{m=3,T,S} - Q_{m=4,T,S}$$

$$Q_{m=2,T,S} = k_{L,T,S} \cdot q_{s,T,S} \cdot I_{s,m=2,S} \cdot JDTV$$

$$Q_{m=3,T,S} = k_{L,T,S} \cdot q_{s,T,S} \cdot I_{s,m=3,S} \cdot JDTV$$

$$Q_{m=4,T,S} = k_{L,T,S} \cdot z_{s,T,S} \cdot JDTV$$

$$Q_{m=4a,T,S} = k_{L,T,S} \cdot z_{s,T,S} \cdot x_{s,m=4a,S} \cdot JDTV$$

$$Q_{m=4b,T,S} = k_{L,T,S} \cdot z_{s,T,S} \cdot x_{s,m=4b,S} \cdot JDTV$$

mit:

JDTV Mittelwert über alle Tage des Jahres der Anzahl der einen Straßenquerschnitt in beiden Richtungen täglich passierenden Kfz [Kfz/24h]

k_L Bemessungsfaktor für Verkehrslärberechnungen gemäß Tabelle 2

I_s Anteile der Fahrzeugklassen 2 und 3 gemäß Tabelle 4

Q_m Maßgebende stündliche Verkehrsstärke der jeweiligen Fahrzeugklassen m je Stunde [Kfz/h]

q_s Schwerverkehrsanteil (Fahrzeuge der Fahrzeugklassen 2 und 3) an der JDTV gemäß Tabelle 3

S Straßentyp

T Zeitraum Tag, Abend oder Nacht

x_s Anteile der Fahrzeugklassen 4a und 4b gemäß Tabelle 6

z_s Anteil der Fahrzeugklassen 4a und 4b an der JDTV gemäß Tabelle 5

Sofern keine genaueren Daten vorliegen oder mit vertretbarem Aufwand ermittelt werden können, sind die in den Tabellen 2 bis 6 angegebenen Richtwerte als grobe Abschätzungen für die maßgebenden stündlichen Verkehrsstärken, den maßgebenden Schwerverkehrsanteil q_s , die Anteile mittelschwerer und schwerer Kfz am Schwerverkehr, den Anteil der zweirädrigen Kfz am Gesamtverkehr und die Aufteilung der Fahrzeugklassen 4a und 4b heranzuziehen.

Die Zuordnung jedes im Straßenverkehr anzutreffenden Kfz zu den in der gegenständlichen RVS festgelegten Fahrzeugklassen ist bei der Vielfalt an Differenzierungen – beispielsweise bei landwirtschaftlichen Fahrzeugen und Sonderfahrzeugen – nur bedingt möglich. Für solche Fahrzeuge sind ggf. vor Ort akustisch sinnvolle Zuordnungen vorzunehmen.

IdR ist mit einer symmetrischen Aufteilung der maßgebenden Verkehrsstärken auf die Fahrtrichtungen (Fahrstreifen bzw. Richtungsfahrbahnen) zu rechnen.

Bei Straßenbauvorhaben ist als Prognosehorizont für die Verkehrsuntersuchung idR ein Zeitraum von mindestens 15 Jahren ab dem Zeitpunkt der Einreichung anzunehmen. Wenn das Vorhaben in mehreren Verwirklichungsabschnitten (Teilverkehrsfreigaben) umgesetzt werden soll, sind diese Zeitpunkte bzw. Jahre der geplanten Teilverkehrsfreigaben bei der Wahl der maßgebenden Prognosehorizonte zu berücksichtigen.

Bei Lärmberechnungen für bestehende Straßen ist in der Regel ein Prognosezeitraum von 10 bis 15 Jahren zu berücksichtigen.

Bei der Erstellung von Umgebungslärmkarten dürfen die verkehrlichen Grundlagendaten nicht älter als 3 Jahre sein (s. Art. 5 der Richtlinie 2002/49/EG).

BERECHNUNG VON SCHALLEMISSIONEN UND LÄRMSCHUTZ**Auszug aus RVS 04.02.11**Tabelle 2: Bemessungsfaktoren k_L zur Bestimmung der maßgebenden stündlichen Verkehrsstärke aus dem JDTV (Summe aller Fahrzeugklassen)

Straßentyp S	Bemessungsfaktor k_L [-]		
	Tag (6 bis 19 Uhr)	Abend (19 bis 22 Uhr)	Nacht (22 bis 6 Uhr)
Straßen mit überwiegend überregionalem Verkehr	0,060	0,036	0,014
Straßen mit überwiegend lokalem Verkehr	0,064	0,029	0,010
Hauptstraßen innerorts	0,062	0,035	0,011
Sammel- und Anliegerstraßen innerorts	0,062	0,041	0,009

Tabelle 3: Richtwerte für den Schwerverkehrsanteil q_s (Summe mittelschwere und schwere Kfz) am Anteil der JDTV des jeweiligen Zeitraums

Straßentyp S	Schwerverkehrsanteil q_s [%]			
	Tag	Abend	Nacht	24 h*)
Straßen mit überwiegend überregionalem Verkehr	10	15	20	12
Straßen mit überwiegend lokalem Verkehr	10	10	10	10
Hauptstraßen innerorts	10	5	10	9
Sammel- und Anliegerstraßen innerorts	5	2	2	4

*) Die angegebenen 24 h-Werte haben nur informativen Charakter und sind für die Berechnung nicht relevant

Tabelle 4: Richtwerte für die Anteile I_s der mittelschweren und schweren Kfz am Schwerverkehr

Straßentyp S	Anteile I_s der Fahrzeuge > 3,5 t [%]	
	Klasse 2 (2 Achsen)	Klasse 3 (mehr als 2 Achsen)
Straßen mit überwiegend überregionalem Verkehr	14	86
Straßen mit überwiegend lokalem Verkehr	40	60
Hauptstraßen innerorts	40	60
Sammel- und Anliegerstraßen innerorts	90	10

Tabelle 5: Richtwerte für den Anteil z_s der zweirädrigen Kfz der Klasse 4 (Summe der Fahrzeugklassen 4a und 4b) am Anteil der JDTV des jeweiligen Zeitraums

Straßentyp S	Anteil z_s der Fahrzeugklasse 4 [%]			
	Tag	Abend	Nacht	24 h*)
Straßen mit überwiegend überregionalem Verkehr	0,5	0,5	0,5	0,5
Straßen mit überwiegend lokalem Verkehr	3	2	1	2,8
Hauptstraßen innerorts	3	2	1	2,8
Sammel- und Anliegerstraßen innerorts	3	2	1	2,8

*) Die angegebenen 24 h-Werte haben nur informativen Charakter und sind für die Berechnung nicht relevant

BERECHNUNG VON SCHALLEMISSIONEN UND LÄRMSCHUTZ**Auszug aus RVS 04.02.11**Tabelle 6: Richtwerte für die Anteile x_s der Fahrzeugklassen 4a und 4b am Anteil z_s der Klasse 4

Straßentyp (S)	Anteil $x_s^*)$ der Fahrzeugklassen 4a und 4b [%]	
	4a	4b
Straßen mit überwiegend überregionalem Verkehr	0	100
Straßen mit überwiegend lokalem Verkehr	10	90
Hauptstraßen innerorts	50	50
Sammel- und Anliegerstraßen innerorts	–	–

*) Die Anteile x_s gelten für alle Zeiträume

4.2.3.4 Maßgebende Geschwindigkeit

Die maßgebende Geschwindigkeit v_m ist eine repräsentative Geschwindigkeit je Fahrzeugklasse.

Als maßgebende Geschwindigkeit v_m ist idR die zulässige Höchstgeschwindigkeit gemäß StVO bzw. die auf dem betrachteten Straßenabschnitt zulässige Höchstgeschwindigkeit je Fahrzeugklasse m einzusetzen. Bei der Planung von Lärmschutzmaßnahmen ist die maßgebende Geschwindigkeit durch die zulässige Höchstgeschwindigkeit nach oben begrenzt.

Bei Vorliegen von Geschwindigkeitsmessungen kann bei Abweichungen von der zulässigen Höchstgeschwindigkeit die mittlere gefahrene Geschwindigkeit, differenziert nach Fahrzeugklassen, eingesetzt werden (z.B. bei großen Längsneigungen). Bei der Ermittlung der maßgebenden Geschwindigkeit können auch temporäre Geschwindigkeitsbeschränkungen, wie z.B. bei einer Verkehrsbeeinflussungsanlage, berücksichtigt werden.

Ergänzend wird auf die Ausführungen zum Thema Geschwindigkeit im RVS-Arbeitspapier Nr. 18 verwiesen.

4.2.3.5 In-situ-Schallleistungspegel eines einzelnen Fahrzeugs

Im Verkehrsfluss wird für alle Fahrzeuge der Klasse m angenommen, dass sie mit der gleichen Geschwindigkeit fahren, also v_m , der Durchschnittsgeschwindigkeit des Verkehrsflusses der Klasse.

Ein Kfz wird mittels einer Reihe mathematischer Gleichungen modelliert, die die beiden Hauptgeräuschquellen repräsentieren:

- Rollgeräusche aufgrund der Wechselwirkung Reifen/Straße
- Antriebsgeräusche, die vom Antriebssystem (Motor, Auspuff usw.) des Fahrzeugs erzeugt werden

Aerodynamische Geräusche sind in der Quelle für Rollgeräusche inbegriffen.

Für leichte, mittelschwere und schwere Kfz (Klassen 1, 2 und 3) entspricht die Gesamtschallleistung der energetischen Summe der Roll- und der Antriebsgeräusche. Somit wird der Gesamtschallleistungspegel der Emissionslinien der Fahrzeugklassen $m = 1, 2$ oder 3 definiert durch:

$$L_{W,i,m}(v_m) = 10 \cdot \lg(10^{L_{WR,i,m}(v_m)/10} + 10^{L_{WP,i,m}(v_m)/10}) \quad (2)$$

mit:

$L_{WR,i,m}$ Schallleistungspegel für Rollgeräusche [dB]

$L_{WP,i,m}$ Schallleistungspegel für Antriebsgeräusche [dB]

BERECHNUNG VON SCHALLEMISSIONEN UND LÄRMSCHUTZ**Auszug aus RVS 04.02.11**

Dies gilt für alle Geschwindigkeitsbereiche. Bei Geschwindigkeiten unter 20 km/h entspricht der Schallleistungspegel dem Wert, wie er durch die Formel (2) für $v_m = 20$ km/h bestimmt ist.

Für zweirädrige Kfz (Klasse 4) werden für die Quelle nur die Antriebsgeräusche berücksichtigt:

$$L_{W,i,m=4}(v_m=4) = L_{WP,i,m=4}(v_m=4) \quad (3)$$

Dies gilt für alle Geschwindigkeitsbereiche. Bei Geschwindigkeiten unter 20 km/h entspricht der Schallleistungspegel dem Wert, wie er durch die Formel (3) für $v_m = 20$ km/h bestimmt ist.

4.3 Referenzbedingungen

Die Quellengleichungen und -koeffizienten gelten für folgende Referenzbedingungen:

- Konstante Fahrzeuggeschwindigkeit
- Ebene Straße
- Lufttemperatur von $T_{ref} = 20$ °C
- Virtuelle Referenzstraßenoberfläche, bestehend aus einem einen durchschnittlichen Verdichtungsgrad aufweisenden Asphaltbeton 0/11 und Splittmastixasphalt 0/11, zwei bis sieben Jahre alt und in einem repräsentativen Instandhaltungszustand (s. Tab. 7)
- Trockene Straßenoberfläche
- Keine Spikereifen

Tabelle 7: Koeffizienten $\alpha_{i,m}$ und β_m für die Referenzoberfläche (Quelle: Richtlinie 2015/996)

Beschreibung	Mindestgeschwindigkeit, bei der der Wert gilt [km/h]	Höchstgeschwindigkeit, bei der der Wert gilt [km/h]	Kategorie	α_m (63 Hz)	α_m (125 Hz)	α_m (250 Hz)	α_m (500 Hz)	α_m (1 kHz)	α_m (2 kHz)	α_m (4 kHz)	α_m (8 kHz)	β_m
Referenzoberfläche	–	–	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			4a	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			4b	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			5									

4.4 Rollgeräusche**4.4.1 Allgemeine Gleichung**

Der Schallleistungspegel der Rollgeräusche im Frequenzband i für ein Fahrzeug der Klasse $m = 1, 2$ oder 3 wird definiert als:

$$L_{WR,i,m} = A_{R,i,m} + B_{R,i,m} \cdot \lg\left(\frac{v_m}{v_{ref}}\right) + \Delta L_{WR,i,m} \quad (4)$$

Die Koeffizienten $A_{R,i,m}$ und $B_{R,i,m}$ sind in Tabelle 8 für jede Fahrzeugklasse und für eine Referenzgeschwindigkeit von $v_{ref} = 70$ km/h in Oktavbändern angegeben.

BERECHNUNG VON SCHALLEMISSIONEN UND LÄRMSCHUTZ

Auszug aus RVS 04.02.11

Tabelle 8: Koeffizienten $A_{R,i,m}$ und $B_{R,i,m}$ für Rollgeräusche je Frequenzband

Kategorie	Koeffizient [-]	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
1	A_R	83,1	89,2	87,7	93,1	100,1	96,7	86,8	76,2
	B_R	30,0	41,5	38,9	25,7	32,5	37,2	39,0	40,0
2	A_R	88,7	93,2	95,7	100,9	101,7	95,1	87,8	83,6
	B_R	30,0	35,8	32,6	23,8	30,1	36,2	38,3	40,1
3	A_R	91,7	96,2	98,2	104,9	105,1	98,5	91,1	85,6
	B_R	30,0	33,5	31,3	25,4	31,8	37,1	38,6	40,6
4a	A_R	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	B_R	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4b	A_R	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	B_R	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	A_R								
	B_R								

4.4.2 Korrekturkoeffizienten für Rollgeräuschemissionen

$\Delta L_{WR,i,m}$ entspricht der Summe der Korrekturkoeffizienten, die auf die Rollgeräuschemissionen bei bestimmten Straßen- oder Fahrzeugbedingungen angewendet werden, die von den Referenzbedingungen abweichen:

$$\Delta L_{WR,i,m} = \Delta L_{WR,road,i,m} + \Delta L_{studdedtyres,i,m} + \Delta L_{WR,acc,i,m} + \Delta L_{W,temp} \quad (5)$$

Berücksichtigt wird der Einfluss der Straßenoberfläche, von Spikereifen, von Kreuzungen und der Temperatur.

Die Korrekturkoeffizienten für die Straßenoberfläche und die Kreuzungen werden in den Punkten 4.6 bzw. 4.7 behandelt.

4.4.2.1 Korrekturkoeffizient für Spikereifen

$\Delta L_{studdedtyres,i,m}$ ist ein Korrekturkoeffizient für die höheren Rollgeräusche leichter Kfz mit Spikereifen.

Korrektur um den Einfluss von Spikereifen:

In den Fällen, in denen eine erhebliche Anzahl leichter Kfz im Verkehrsfluss jedes Jahr mehrere Monate lang Spikereifen benutzt, ist der dadurch bewirkte Einfluss auf die Rollgeräusche zu berücksichtigen.

Da in Österreich von einem vernachlässigbaren Anteil der leichten Kfz mit Spikereifen auszugehen ist, wird grundsätzlich keine Korrektur für Spikereifen in der Berechnung angesetzt. Zudem gelten bei einer Bereifung mit Spikereifen strengere Tempolimits (auf Autobahnen 100 km/h und auf allen übrigen Freilandstraßen 80 km/h).

Bezüglich des Verfahrens zur Ermittlung des Korrekturkoeffizienten für Spikereifen bei speziellen Anwendungen wird auf den Anhang verwiesen.

4.4.2.2 Korrekturkoeffizient für Temperatur

$\Delta L_{W,temp}$ ist ein Term zur Korrektur einer Durchschnittstemperatur τ , die von der Referenztemperatur $\tau_{ref} = 20^\circ\text{C}$ abweicht.

BERECHNUNG VON SCHALLEMISSIONEN UND LÄRMSCHUTZ**Auszug aus RVS 04.02.11**

Einfluss der Lufttemperatur auf die Rollgeräuschkorrektur:

Die Lufttemperatur beeinflusst die Rollgeräuschemissionen in der Form, dass der Schallleistungspegel der Rollgeräusche mit steigender Lufttemperatur absinkt. Der Einfluss der Lufttemperatur wird in die Korrektur der Rollgeräusche auf der Straßenoberfläche einbezogen. Die Korrektur der Rollgeräusche auf der Straßenoberfläche wird normalerweise bei einer Lufttemperatur von $T_{\text{ref}} = 20 \text{ °C}$ bewertet. Im Falle einer anderen Jahresdurchschnittslufttemperatur $[\text{°C}]$ wird der durch die Straßenoberfläche verursachte Schall korrigiert durch:

$$\Delta L_{W,\text{temp},m}(T) = K_m \cdot (T_{\text{ref}} - T) \quad (6)$$

Der Korrekturterm ist bei Temperaturen unter 20 °C positiv (d.h. der Schallpegel steigt) und bei höheren Temperaturen negativ (d. h. der Schallpegel sinkt). Der Koeffizient K ist abhängig von der Straßenoberfläche und den Reifenmerkmalen und weist im Allgemeinen eine gewisse Frequenzabhängigkeit auf. Bei allen Straßenoberflächen ist ein generischer Koeffizient für leichte Kfz (Klasse 1) von $K_{m=1} = 0,08 \text{ dB/°C}$ und für schwere Kfz (Klassen 2 und 3) von $K_{m=2} = K_{m=3} = 0,04 \text{ dB/°C}$ anzuwenden. Der Korrekturkoeffizient ist auf alle Oktavbänder von 63 Hz bis 8 kHz gleichmäßig anzuwenden.

In Österreich ist in den Berechnungen von einer jahresdurchschnittlichen Lufttemperatur von 10 °C auszugehen.

4.5 Antriebsgeräusche

4.5.1 Allgemeine Gleichung

Die Emission der Antriebsgeräusche umfasst die Gesamtheit der Anteile, die auf Motor, Auspuff, Getriebe, Lufteinlass usw. entfallen. Der Schallleistungspegel für die Antriebsgeräusche im Frequenzband i für ein Fahrzeug der Klasse m wird definiert als:

$$L_{WP,i,m} = A_{P,i,m} + B_{P,i,m} \cdot \frac{(v_m - v_{\text{ref}})}{v_{\text{ref}}} + \Delta L_{WP,i,m} \quad (7)$$

Die Koeffizienten $A_{P,i,m}$ und $B_{P,i,m}$ sind in Tabelle 9 in Oktavbändern für jede Fahrzeugklasse und für eine Referenzgeschwindigkeit $v_{\text{ref}} = 70 \text{ km/h}$ angegeben:

Tabelle 9: Koeffizienten $A_{P,i,m}$ und $B_{P,i,m}$ für Antriebsgeräusche

Kategorie	Koeffizient [–]	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
1	A_P	97,9	92,5	90,7	87,2	84,7	88,0	84,4	77,1
	B_P	– 1,3	7,2	7,7	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
2	A_P	105,5	100,2	100,5	98,7	101,0	97,8	91,2	85,0
	B_P	– 1,9	4,7	6,4	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
3	A_P	108,8	104,2	103,5	102,9	102,6	98,5	93,8	87,5
	B_P	0,0	3,0	4,6	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
4a	A_P	93,0	93,0	93,5	95,3	97,2	100,4	95,8	90,9
	B_P	4,2	7,4	9,8	11,6	15,7	18,9	20,3	20,6
4b	A_P	99,9	101,9	96,7	94,4	95,2	94,7	92,1	88,6
	B_P	3,2	5,9	11,9	11,6	11,5	12,6	11,1	12,0
5	A_P								
	B_P								

BERECHNUNG VON SCHALLEMISSIONEN UND LÄRMSCHUTZ**Auszug aus RVS 04.02.11****4.5.2 Korrekturkoeffizienten für die Emissionen von Antriebsgeräuschen****4.5.2.1 Allgemeines**

$\Delta L_{WP,i,m}$ entspricht der Summe der Korrekturkoeffizienten, die auf die Emission von Antriebsgeräuschen bei bestimmten Fahr- oder regionalen Bedingungen anzuwenden sind, die von den Referenzbedingungen abweichen:

$$\Delta L_{WP,i,m} = \Delta L_{WP,road,i,m} + \Delta L_{WP,grad,i,m} + \Delta L_{WP,acc,i,m} \quad (8)$$

Berücksichtigt wird der Einfluss der Straßenoberfläche, von Straßensteigungen und Kreuzungen.

Die Korrekturkoeffizienten für Kreuzungen und die Straßenoberfläche werden in den Punkten 4.6 bzw. 4.7 behandelt.

4.5.2.2 Korrekturkoeffizient für Straßensteigungen

Die Straßensteigung wirkt sich in zweierlei Hinsicht auf die Schallemission des Fahrzeugs aus: zum einen auf die Fahrzeuggeschwindigkeit und damit auf die Emission von Roll- und Antriebsgeräuschen des Fahrzeugs, zum anderen auf die Motorleistung und die Motordrehzahl je nach eingelegtem Gang und damit auf die Emission von Antriebsgeräuschen des Fahrzeugs. In diesem Abschnitt wird nur der Einfluss auf die Antriebsgeräusche betrachtet, wobei eine gleichbleibende Geschwindigkeit angenommen wird.

Der Einfluss der Straßensteigung auf die Antriebsgeräusche wird durch den Korrekturterm $\Delta L_{WP,grad,m}$ berücksichtigt, der von der Neigung s [%], der Fahrzeuggeschwindigkeit v_m [km/h] und der Fahrzeugklasse m abhängig ist. Bei einem Verkehrsfluss mit Gegenverkehr ist der Verkehrsfluss in zwei Komponenten aufzuspalten und zur Hälfte für bergauf und zur Hälfte für bergab zu korrigieren. Der Korrekturterm wird allen Oktavbändern gleichmäßig angerechnet:

für $m = 1$:

$$\Delta L_{WP,grad,i,m=1}(v_m) = \begin{cases} \frac{\text{Min}(12\%; -s) - 6\%}{1\%} & \text{für } s < -6\% \\ 0 & \text{für } -6\% \leq s \leq 2\% \\ \frac{\text{Min}(12\%, s) - 2\%}{1,5\%} \cdot \frac{v_m}{100} & \text{für } s > 2\% \end{cases} \quad (9)$$

für $m = 2$:

$$\Delta L_{WP,grad,i,m=2}(v_m) = \begin{cases} \frac{\text{Min}(12\%; -s) - 4\%}{0,7\%} \cdot \frac{v_m - 20}{100} & \text{für } s < -4\% \\ 0 & \text{für } -4\% \leq s \leq 0\% \\ \frac{\text{Min}(12\%, s)}{1\%} \cdot \frac{v_m}{100} & \text{für } s > 0\% \end{cases} \quad (10)$$

für $m = 3$:

$$\Delta L_{WP,grad,i,m=3}(v_m) = \begin{cases} \frac{\text{Min}(12\%; -s) - 4\%}{0,5\%} \cdot \frac{v_m - 10}{100} & \text{für } s < -4\% \\ 0 & \text{für } -4\% \leq s \leq 0\% \\ \frac{\text{Min}(12\%, s)}{0,8\%} \cdot \frac{v_m}{100} & \text{für } s > 0\% \end{cases} \quad (11)$$

für $m = 4$:

$$\Delta L_{WP,grad,i,m=4} = 0$$

Die Korrektur $\Delta L_{WP,grad,m}$ schließt implizit den Einfluss einer Neigung auf die Geschwindigkeit ein.

4.6 Korrekturkoeffizient für Kreuzungen

Zur Berücksichtigung des Einflusses des Beschleunigens und Abbremsens vor bzw. nach Kreisverkehren und bei durch Verkehrs-Lichtsignalanlagen (VLSA) geregelten Kreuzungen ist eine Korrektur wie nachfolgend beschrieben vorzunehmen.

Die Korrekturterme für Rollgeräusche $\Delta L_{WR,acc,m,k}$ und Antriebsgeräusche $\Delta L_{WP,acc,m,k}$ sind lineare Funktionen der Entfernung x [m] der Punktquelle vom nächstgelegenen Schnittpunkt der entsprechenden Emissionslinie mit einer anderen Emissionslinie. Sie werden allen Oktavbändern gleichmäßig angerechnet:

$$\Delta L_{WR,acc,m,k} = C_{R,m,k} \cdot \text{Max} \left(1 - \frac{|x|}{100}; 0 \right) \quad (13)$$

$$\Delta L_{WP,acc,m,k} = C_{P,m,k} \cdot \text{Max} \left(1 - \frac{|x|}{100}; 0 \right) \quad (14)$$

Die Koeffizienten $C_{R,m,k}$ und $C_{P,m,k}$ sind in Tabelle 10 abhängig von der Art des Straßenknotenpunkts k ($k = 1$ für eine mit einer Verkehrs-Lichtsignalanlage geregelten Kreuzung; $k = 2$ für einen Kreisverkehr) und werden für jede einzelne Fahrzeugklasse angegeben. Die Korrektur schließt den Einfluss der Geschwindigkeitsänderung beim Heranfahren an eine Kreuzung/einen Kreisverkehr bzw. beim Verlassen der Kreuzung/des Kreisverkehrs ein.

Zu beachten ist, dass bei einer Entfernung von $|x| \geq 100$ m Folgendes gilt:

$$\Delta L_{WR,acc,m,k} = \Delta L_{WP,acc,m,k} = 0$$

Tabelle 10: Koeffizienten $C_{R,m,k}$ und $C_{P,m,k}$ für Beschleunigung und Abbremsen
(Quelle: Richtlinie 2015/996)

Kategorie	k	$C_{R,m,k}$ [-]	$C_{P,m,k}$ [-]
1	1 = Kreuzung 2 = Kreisverkehr	-4,5 -4,4	5,5 3,1
2	1 = Kreuzung 2 = Kreisverkehr	-4,0 -2,3	9,0 6,7
3	1 = Kreuzung 2 = Kreisverkehr	-4,0 -2,3	9,0 6,7
4a	1 = Kreuzung 2 = Kreisverkehr	0 0	0 0
4b	1 = Kreuzung 2 = Kreisverkehr	0 0	0 0
5	1 = Kreuzung 2 = Kreisverkehr		

4.7 Korrekturkoeffizient für die Straßenoberfläche

4.7.1 Allgemeine Grundsätze

Bei Straßenoberflächen mit akustischen Eigenschaften, die von denen der virtuellen Referenzstraßenoberfläche (s. Pkt. 4.3) abweichen, ist sowohl für die Rollgeräusche als auch für die Antriebsgeräusche ein Spektralkorrekturterm anzuwenden.

BERECHNUNG VON SCHALLEMISSIONEN UND LÄRMSCHUTZ

Auszug aus RVS 04.02.11

Für die Rollgeräuschemissionen wird der in Bezug auf die Straßenoberfläche anzuwendende Korrekturterm angegeben durch:

$$\Delta L_{WR,road,i,m} = \alpha_{i,m} + \beta_m \cdot \lg \left(\frac{v_m}{v_{ref}} \right) \quad (15)$$

mit:

$\alpha_{i,m}$ Spektralkorrektur [dB] bei Referenzgeschwindigkeit v_{ref} für Klasse m (1, 2 oder 3) und Spektralband i (s. Tab. 11 u. 12)

β_m Einfluss der Geschwindigkeit auf die Verringerung der Rollgeräusche bei Klasse m (1, 2 oder 3) und ist für alle Frequenzbänder identisch (s. Tab. 11 u. 12)

Tabelle 11: Koeffizienten $\alpha_{i,m}$ und β_m für Straßenoberflächen für die Fahrzeugklasse $m = 1$

Fahrbahndecke ¹⁾		α_{63}	α_{125}	α_{250}	α_{500}	α_{1000}	α_{2000}	α_{4000}	α_{8000}	β
Asphaltbeton	AC 8 deck, AC 11 deck	0,0	0,0	0,0	-0,1	-0,7	-0,5	-0,1	0,0	-3,3
Offenporiger Asphalt	PA 8, PA 11, PA 16	0,0	-0,1	-0,3	-1,3	-4,7	-3,8	-1,0	-0,1	-2,4
Lärmindernder Splittmastixasphalt ²⁾	SMA 8 deck S3	0,0	-0,1	-0,2	-0,9	-3,8	-3,1	-0,7	-0,1	-2,8
Splittmastixasphalt	SMA 11 deck S1, SMA 11 deck S2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-4,9
Waschbeton ³⁾	WB OB GK 11	0,0	0,0	0,0	0,1	1,3	0,7	0,1	0,0	-1,0
Lärmindernder Waschbeton ⁴⁾	WB-LM OB GK 8	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,2	-0,1	0,0	0,0	-2,3

¹⁾ Technische Spezifikationen sind in den ÖNORMen B 3580-1, B 3580-2, B 3584-1, B 3584-2, B 3586-1, B 3586-2 und in RVS 08.16.01, RVS 08.16.06, RVS 08.17.02, RVS 08.97.05 und RVS 08.97.06 zu finden.

²⁾ Abweichend von der ÖNORM B 3584-1 und RVS 08.16.01 mit einem Hohlraumgehalt von 9 bis 14 V.-% in der Deckschicht. Die Fahrbahndecken SMA 8 deck S3, welche diese Anforderungen an den Hohlraumgehalt nicht erfüllen, und jene der Type SMA 11 deck S3 sind in die Kategorie Splittmastixasphalt einzuordnen.

³⁾ Technische Spezifikation gemäß RVS 08.17.02, jedoch ohne Anforderungen an die Lärminderung

⁴⁾ Technische Spezifikation gemäß RVS 08.17.02, jedoch mit den entsprechenden Anforderungen an die Lärminderung. Fahrbahndecken der Type WB-LM OB GK 11 sind in die Kategorie Waschbeton einzuordnen.

Tabelle 12: Koeffizienten $\alpha_{i,m}$ und β_m für Straßenoberflächen für die Fahrzeugklassen $m = 2$ sowie 3

Fahrbahndecke ⁵⁾		α_{63}	α_{125}	α_{250}	α_{500}	α_{1000}	α_{2000}	α_{4000}	α_{8000}	β
Asphaltbeton	AC 8 deck, AC 11 deck	0,0	0,0	0,0	0,9	3,3	0,5	0,1	0,0	0,0
Offenporiger Asphalt	PA 8, PA 11, PA 16	-0,6	-1,2	-3,0	-5,4	-3,2	-2,1	-2,0	-0,3	2,1
Lärmindernder Splittmastixasphalt ⁶⁾	SMA 8 deck S3	0,0	0,0	-0,2	-0,9	-1,6	-0,7	-0,2	0,0	0,0
Splittmastixasphalt	SMA 11 deck S1, SMA 11 deck S2	-0,2	0,0	0,0	-3,6	2,2	4,2	0,4	0,1	1,2

BERECHNUNG VON SCHALLEMISSIONEN UND LÄRMSCHUTZ**Auszug aus RVS 04.02.11**

Fahrbahndecke		α_{63}	α_{125}	α_{250}	α_{500}	α_{1000}	α_{2000}	α_{4000}	α_{8000}	β
Waschbeton ⁷⁾	WB OB GK 11	0,0	0,0	0,0	-1,3	2,8	0,9	0,1	0,0	0,3
Lärmmindernder Waschbeton ⁸⁾	WB-LM OB GK 8	-0,1	-0,2	-0,8	-2,4	1,0	1,5	0,2	0,0	0,6

⁵⁾ Technische Spezifikationen sind in den ÖNORMen B 3580-1, B 3580-2, B 3584-1, B 3584-2, B 3586-1, B 3586-2 und in RVS 08.16.01, RVS 08.16.06, RVS 08.17.02, RVS 08.97.05 und RVS 08.97.06 zu finden.

⁶⁾ Abweichend von der ÖNORM B 3584-1 und RVS 08.16.01 mit einem Hohlraumgehalt von 9 bis 14 V.-% in der Deckschicht. Die Fahrbahndecken SMA 8 deck S3, welche diese Anforderungen an den Hohlraumgehalt nicht erfüllen, und jene der Type SMA 11 deck S3 sind in die Kategorie Splittmastixasphalt einzuordnen.

⁷⁾ Technische Spezifikation gemäß RVS 08.17.02, jedoch ohne Anforderungen an die Lärmminderung

⁸⁾ Technische Spezifikation gemäß RVS 08.17.02, jedoch mit den entsprechenden Anforderungen an die Lärmminderung. Fahrbahndecken der Type WB-LM OB GK 11 sind in die Kategorie Waschbeton einzuordnen.

Die in den Tabellen 11 und 12 dargestellten Spektralkorrekturterme ermöglichen die Berechnung eines A-bewerteten Langzeit-Dauerschallpegels gemäß ÖAL-Richtlinie Nr. 28 zur Darstellung von Lärmindizes im Sinne der Begriffsbestimmungen (s. Pkt. 2). Eine Beurteilung eines konkreten Frequenzverlaufs von Vorbeifahrtpegeln für eine konkrete Fahrzeugkategorie auf einer bestimmten Straßendeckschicht ist anhand dieser Spektralkorrekturterme nicht zulässig.

Die Kennwerte in den Tabellen 11 und 12 können jedenfalls für Geschwindigkeiten ab 30 km/h bis zur zulässigen Höchstgeschwindigkeit der jeweiligen Fahrzeugklasse verwendet werden.

Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, bei entsprechend schlüssigen Nachweisen individuelle Koeffizienten für nicht in der gegenständlichen RVS angegebene Fahrbahndecken zu definieren.

Für die Antriebsgeräuschemissionen wird der in Bezug auf die Straßenoberfläche anzuwendende Korrekturterm angegeben durch:

$$\Delta L_{WP,road,i,m} = \min\{\alpha_{i,m}; 0\} \quad (16)$$

Die Antriebsgeräusche werden durch absorbierende Oberflächen verringert, durch nicht absorbierende Oberflächen aber nicht verstärkt.

4.7.2 Einfluss der Gebrauchsdauer auf die Geräuscheigenschaften von Straßenoberflächen

Die Geräuschmerkmale von Straßenoberflächen variieren je nach Gebrauchsdauer und Instandhaltungszustand, wobei die Emission im Zeitverlauf tendenziell zunimmt. Beim gegenständlichen Verfahren werden die Straßenoberflächenparameter (s. Tabellen 11 und 12) so abgeleitet, dass sie für die akustische Leistung der jeweiligen Straßenoberfläche repräsentativ sind und für eine repräsentative Gebrauchsdauer gemittelt werden, wobei eine ordnungsgemäße Instandhaltung angenommen wird.

[...]

