

Anleitung für die Modellbildung zur Schallimmissionsprognosen nach ÖNORM ISO 9613-2:2008 und ÖNORM EN 12354-4:2001-02-01

1 VORWORT

Zwei herausgesuchte grundlegende Terme der Schallausbreitungsrechnung (Schallleistung der Punktschallquelle, Bodendämpfung), werden durch einzusetzende Variablen (C_d , D_Ω , G) bestimmt. Diese Variablen besitzen in der Schallausbreitungsrechnung ein Potenzial, welches bei extremer Auslegung (theoretisch) eine Schwankungsbreite im Ergebnis in der Größenordnung von 18 dB bewirken kann. Nicht eine bessere Datengrundlage oder eine bessere Rechenfunktionalität, sondern eine Verfeinerung für die Annahmen dieser drei Variablen bringen eine Steigerung der Genauigkeit. In Kenntnis der bekannten Einflüsse kann der Interpretationsspielraum verschiedener Rechenergebnisse in der Praxis im Ausmaß von ± 5 dB (Vertrauensbereich 10 dB) abgeschätzt werden.

Klarere Festlegungen und zusätzliche Hilfestellungen sind daher wünschenswert. Abhängig vom Verwendungszweck des Rechenergebnisses (für die ortsübliche oder die spezifische Schallimmission) ist insbesondere in Zweifelsfällen der Wert an der ungünstigeren Seite zu verwenden.

2 EINLEITUNG

Die ÖNORM ISO 9613-2 beinhaltet die Rechenvorschriften für die Schallausbreitung im Freien, ausgehend von punktförmigen Ersatzschallquellen. Für die Ermittlung der Schallleistung, die von Außenbauteilen und Öffnungen abgestrahlt wird, ist zusätzlich ÖNORM EN 12354-4 heranzuziehen. Ersatzschallquellen aus Linien- und Flächenschallquellen im Freien werden nach den bekannten Abstandsbestimmungen meistens unter Anwendung der Segmentierungstechnik gebildet.

3 ÖNORM ISO 9613-2

3.1 zu Anwendbarkeit auf Spitzenpegel

Im nationalen Vorwort sind für die Anwendung in Österreich bereits ergänzende Hinweise enthalten. Diese sind nachfolgend kursiv geschrieben. Darüber hinaus ist es aber erforderlich, für eine harmonisierte Anwendung zusätzliche Festlegungen zu treffen.

V.2.1 Hinweis zur Anwendbarkeit auf Spitzenpegel (Nationales Vorwort)

Abweichend zum Anwendungsbereich, nach dem das Verfahren dieser Norm für die Ermittlung des A-bewerteten energieäquivalenten Dauerschallpegels heranzuziehen ist, kann die Norm auch für die Ermittlung von Spitzenpegeln herangezogen werden.

Die Ermittlung von Spitzenpegel einzelner Vorgänge mittels Berechnung ist damit nach dem Stand der Technik möglich.

3.2 zu 6 Grundgleichungen

Eine unklare Formulierung der Grundgleichung wird wie folgt ergänzt

$$L_{\pi}(DW) = L_W + D_C - A \quad (3)$$

Es bedeutet:

$L_{\pi}(DW)$ energieäquivalente Oktavband-Dauerschalldruckpegel bei Mitwind

L_W Oktavband-Schalleistungspegel in Dezibel, der von der Punkt-Schallquelle – bezogen auf die Bezugsschalleistung – von 1 Picowatt (1 pW) erzeugt wird

D_C Korrektur für die Richtcharakteristik, in Dezibel, die das Ausmaß beschreibt, in dem der Pegel des zeitlich gemittelten Schalldruckquadrates der Punktschallquelle in verschiedenen Richtungen von dem Pegel einer in alle Richtungen gleichförmig abstrahlenden Punktschallquelle, die den Schalleistungspegel L_W erzeugt, abweicht. Die Korrektur für die Richtcharakteristik D_C entspricht dem Richtwirkungsmaß D_1 der Punktschallquelle zuzüglich einer Korrektur D_Ω , die für eine Ausbreitung im Winkel kleiner als 4π Sterad erforderlich ist. Für eine in alle Richtungen gleichförmig abstrahlende Punkt-Schallquelle, die in den freien Raum abstrahlt, gilt $D_c = 0$ dB

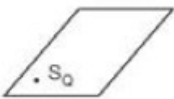


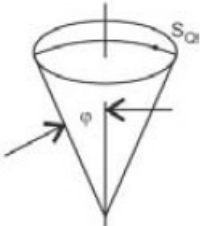
A die Oktavband-Dämpfung, in Dezibel, die während der Ausbreitung von der Punktschallquelle zum Empfänger auftritt.

$$D_c = D_I + D_\Omega = D_I + 10 \lg \frac{4\pi}{\Omega}$$

- D_I Richtwirkungsmaß ... Abstrahlungscharakteristik der Schallquelle
 D_Ω Raumwinkelmaß ... räumlicher Einfluss aufgrund der Umgebung der Schallquelle (vertikale Wände)
 Ω Raumwinkel, in den frei abgestrahlt wird

In Rechenprogrammen sind grundsätzlich 2 gleichwertig eingestufte Ansätze für die richtige Berücksichtigung von D_Ω möglich.

- a) D_Ω wird aufgrund der Abstrahlart als Korrekturwert eingesetzt. Zu berücksichtigen ist hierbei, dass die ÖNORM ISO 9613-2 den Raumwinkelbereich des Bodens von 180° durch den Bodeneffekt berücksichtigt.

Abstrahlart	Ω	D_Ω	D_Ω bei Berechnungen mit Bodeneffekt
	2π	+ 3 dB	0 dB
	π	+ 6 dB	+ 3 dB
	$\pi/2$	+ 9 dB	+ 6 dB
	4φ	$10 \lg \pi/\varphi$ in dB	$10 \lg(\pi/\varphi) - 3$ in dB

Hinweis: In Rechenprogrammen besteht in der Regel keine Möglichkeit, den Bodeneffekt unberücksichtigt zu lassen, womit zur Bestimmung von D_Ω ausschließlich die letzte Spalte anzuwenden ist.

- b) D_0 wird dadurch ersetzt, dass die in der Umgebung vorhandenen vertikalen Wände (gelegentlich auch horizontale Flächen wie Flugdächer) akustische Eigenschaften für die Reflexion erhalten und als reflektierende Flächen in der Berechnung berücksichtigt werden. Dies setzt auch das Zulassen von Reflexionen entsprechender Ordnung voraus.

3.3 zu 7.2 Atmosphärische Absorption (A_{atm})

Als Grundeinstellung ist von 10 °C Lufttemperatur und von 70 % relative Luftfeuchte auszugehen. Abweichungen sind für Berechnungen unter besonderen Verhältnissen möglich, müssen aber begründet werden (z.B. bei Berechnungen für Beschneigungsanlagen).

3.4 zu 7.3 Bodeneffekt (A_{gr})

V.2.3 Berechnung der Dämpfung in Folge der Bodeneffekte (Nationales Vorwort)

Das alternative Verfahren zur Berechnung der Dämpfung in Folge der Bodeneffekte gemäß 7.3.2 ist nicht anzuwenden, sondern es ist immer das Standardverfahren gemäß 7.3.1 heranzuziehen.

$G = 0$: **Harter Boden**, einschließlich Pflasterung, Wasser, Eis, Beton, und alle anderen Bodenoberflächen, die eine niedrige Durchlässigkeit haben. Gestampfte Böden, die z.B. in industriellen Anlagen oft vorkommen, können als hart betrachtet werden.

$G = 1$: **Poröser Boden**, einschließlich Boden, der von Gras, Bäumen oder anderer Vegetation bedeckt wird, und alle anderen Böden, die für das Wachstum von Vegetation geeignet sind, wie z.B. landwirtschaftliche Flächen.

$0 < G < 1$: **Gemischter Boden**. Falls die Oberfläche aus sowohl hartem als auch porösem Boden besteht, dann nimmt G Werte zwischen 0 und 1 entsprechend dem Anteil des porösen Bereiches an.

Die Differenz für den A-bewerteten Pegel bei Eingabe des Boden-Faktors G zwischen 0 und 1 beträgt, abhängig von den Höhen über Boden, 3 bis 5 dB.

Zu beachten sind dabei besonders die „globalen“ Einstellungen in Rechenprogrammen außerhalb von Bodendämpfungselementen. Ohne detaillierte Kenntnisse der Bodenverhältnisse im Ausbreitungsweg kann analog zu ÖAL-Richtlinie 36 Blatt 2 der Bodendämpfungswert generalisiert mit $G = 0,8$ eingesetzt werden. Dieser Wert ist daher auch in den globalen Einstellungen zu setzen.

Eine detaillierte Modellierung der Bodenverhältnisse mittels Bodendämpfungselementen bekannter Eigenschaft ist auf dieser Grundeinstellung aufzubauen. Die Eingabe von Zwischenwerten für einzelne Bodendämpfungselemente (zB $G = 0,2$ für Schotterwege) ist zulässig.

3.5 zu 7.4 Abschirmung (A_{bar})

V.2.2 Begrenzung des Schirmwertes bei Doppelschirmen (Nationales Vorwort)

Der Schirmwert wird grundsätzlich mit einem maximalen Wert von 20 dB festgelegt (auch bei Doppelschirmen).

Bei besonderen Abschirmsituationen (z.B. Lärmschutzwand über 5,5 m, zwei Schirmkanten, Galerien, Teileinhausungen, Innenhöfe) dürfen gegebenenfalls Werte über 20 dB für das Schirmmaß angesetzt werden, die unter besonderer Berücksichtigung der meteorologischen Verhältnisse zu begründen sind. In diesen Fällen ist der Schallanteil durch den Schirm jedenfalls gesondert zu betrachten.

Für die Mitwindausbreitung gilt darüber hinaus:

$$A_{bar} = D_z - A_{gr} > 0 \quad (\text{Gl. 12})$$

D_z Abschirmungsdämpfung für jedes Oktavband (siehe Gleichung (14))

A_{gr} Bodendämpfung bei Abwesenheit des Schirmes, (d. h. das Abschirmungshindernis wird entfernt)
(gemäß 7.3)

Gemeint ist in obiger Gleichung 12, dass die Schirmdämpfung erst berücksichtigt werden darf, sobald sie stärker wirkt als der Boden dämpft. Dieser Gedanke betrifft aber nicht die Reflexion am Boden, die dadurch zum Ausdruck kommt, dass A_{gr} einen negativen Wert annimmt. Bei $G = 0$ wird beispielsweise $A_{gr} = -3$ dB. Zusätzlich zu Gleichung 12 ist daher zu beachten, dass negative Werte für A_{gr} nicht abgezogen werden dürfen. Dies ist bei den Grundeinstellungen des Rechenprogramms entsprechend vorzuwählen bzw. bewusst umzustellen.

A_{gr} (im englischen Originaltext ground effect, die deutsche Übersetzung mit Bodendämpfung ist nicht ausreichend exakt) drückt mehrere physikalische Phänomene aus, im Wesentlichen Dämpfung und Reflexion des Bodens.

3.6 zu zusätzliche Arten der Dämpfung

V.2.4 Berücksichtigung der zusätzlichen Arten der Dämpfung für industrielle Anlagen (A_{site}) und Bebauung (A_{hous}) - (Nationales Vorwort)

Die Berücksichtigung dieser Dämpfungsterme ist nur zulässig, wenn für großflächige generelle Planungen z.B. in Raumordnungsverfahren noch keine genauen Gebäudedaten vorliegen. Für Detailplanungen ist die Anwendung unzulässig.

V.2.5 Verwendung der Dämpfungsterme für das 500 Hz Oktavband zur Berechnung der A-bewerteten Schallpegel (Nationales Vorwort)

Die Anwendung der Dämpfungsterme für das 500 Hz Oktavband zur Berechnung A-bewerteter Schallpegel ist nicht zulässig. Wenn als Ausgangsdaten nur A-bewertete Schalleistungspegel vorliegen, sind diese einem angepassten Spektrum z.B. rosa, weißes oder blaues Rauschen zuzuordnen und so in der Berechnung einzusetzen.

3.7 zu Meteorologie**V.2.6 Meteorologische Korrektur C_{met} (Nationales Vorwort)**

Für die Bestimmung der meteorologischen Korrektur C_{met} ist für alle Zeitabschnitte $C_0 = 0$ einzusetzen.

4 ÖNORM EN 12354-4

4.1 zu 4.4 Bestimmung der Richtwirkungskorrektur für eine punktförmige Ersatzschallquelle

Die Richtwirkungskorrektur D_c entspricht der Korrektur für die Richtcharakteristik D_c nach ÖNORM ISO 9613-2. Es wird deshalb auf die Ausführungen zu „6 Grundgleichungen“ im Abschnitt zur ÖNORM ISO 9613-2 verwiesen.

Für die Transmission durch die Wand gilt:

$$L_w = L_{p,in} + C_d - R' + 10 \lg \frac{S}{S_0}$$

C_d Diffusitätsterm: beschreibt die Pegeldifferenz zwischen dem Schalldruckpegel im Abstand von 1 m bis 2 m von der nach innen weisenden Bauteiloberfläche und dem Intensitätspegel des senkrecht auf denselben Bauteil einfallenden Schalls.

Der Wert des Diffusitätsterms C_d wird beeinflusst vom Grad der Diffusität des Schallfeldes im Gebäudeinnern und der raumseitigen Absorption des betrachteten Segments der Gebäudehülle und kann Werte zwischen -6 dB und 0 dB annehmen.

Der informative Anhang D der ÖNORM EN 12354-4 enthält folgende Vorgaben:

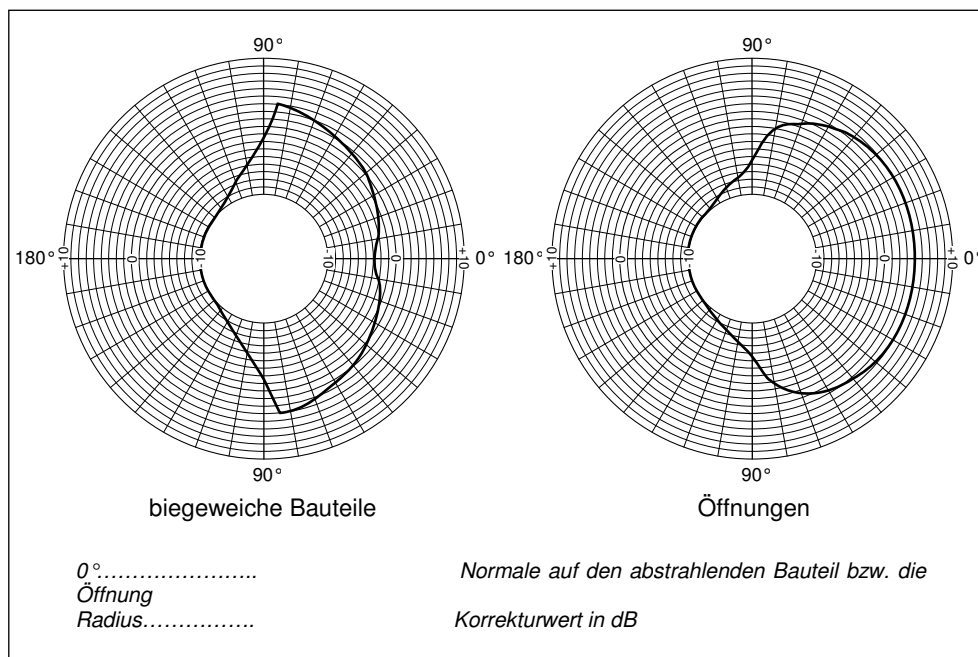
<i>Situation</i>	C_d [dB]
<i>relativ kleine, gleichförmige Räume (diffuses Feld) vor reflektierender Oberfläche</i>	- 6
<i>relativ kleine, gleichförmige Räume (diffuses Feld) vor absorbierender Oberfläche</i>	- 3
<i>große, flache oder lange Hallen, viele Schallquellen (durchschnittliches Industriegebäude) vor reflektierender Oberfläche</i>	- 5
<i>Industriegebäude, wenige dominierende und gerichtet abstrahlende Schallquellen vor reflektierender Oberfläche</i>	- 3
<i>Industriegebäude, wenige dominierende und gerichtet abstrahlende Schallquellen vor absorbierender Oberfläche</i>	0

Obige Tabelle führt nicht immer zu eindeutig zuordenbaren Diffusitätstermen. Daher ist es zweckmäßig, für C_d einen generalisierten Wert von -3 dB einzusetzen, da hier der Großteil der möglichen Anwendungsfälle für Prognosen auf der sicheren Seite berücksichtigt wird. Abweichungen zu diesem Wert sind zu begründen, beispielsweise durch detaillierte Bestimmung der Schallfeldgrößen.

4.2 Richtwirkungskorrektur nach ÖAL-Richtlinie Nr. 28

Zwischen Diffusitätsterm und Richtwirkungskorrektur besteht ein enges Zusammenspiel. Weil die Richtwirkungskorrektur für Bauteile nach der zurückgezogenen ÖAL-Richtlinie Nr. 28 in der Fassung 2000, wie sie auch im Gastgewerbeleitfaden des Forum Schall abgebildet ist, nur für biegeweiche Bauteile Gültigkeit hat, ist für massive Bauteile die Ersatzschallquelle ohne Richtwirkungskorrektur einzusetzen.

Für Öffnungen und biegeweiche Bauteile sind daher folgende Richtwirkungskorrekturen aus nachstehender Grafik einzusetzen.



Anmerkung: Die Zurückziehung der ÖAL-Richtlinie 28 erfolgte, da die ÖNORM ISO 9613-2 als einheitliches österreichisches Schallausbreitungsverfahren eingesetzt wurde. Die ÖAL-Richtlinie Nr. 28 hatte aber auch die Schallabstrahlung zum Inhalt, welche weiterhin Gültigkeit besitzt. Die Anwendung von Richtwirkungskorrekturen nach dem Stand der Technik ist in ÖNORM EN 12354-4 ausdrücklich vorgesehen.