

# E DIN EN ISO 9613-2:2024-10 (D/E)

Erscheinungsdatum: 2024-09-06

**Akustik - Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung - Teil 2: Verfahren der Genauigkeitsklasse 2 (Ingenieurverfahren) für die Vorhersage der Schalldruckpegel im Freien (ISO 9613-2:2024); Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 9613-2:2024**

**Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors - Part 2: Engineering method for the prediction of sound pressure levels outdoors (ISO 9613-2:2024); German and English version prEN ISO 9613-2:2024**

---

Inhalt	Seite
Europäisches Vorwort.....	10
Vorwort.....	11
Einleitung.....	13
1 Anwendungsbereich.....	14
2 Normative Verweisungen.....	15
3 Begriffe, Symbole und Einheiten.....	15
3.1 Begriffe.....	15
3.2 Symbole und Einheiten.....	16
4 Beschreibung der Schallquelle.....	17
5 Witterungsbedingungen.....	20
6 Grundlegende Gleichungen.....	20
7 Berechnung der Dämpfungsterme.....	23
7.1 Geometrische Ausbreitung, $A_{div}$ .....	23
7.2 Luftabsorption, $A_{atm}$ .....	23
7.3 Bodendämpfung, $A_{gr}$ .....	24
7.3.1 Allgemeines Berechnungsverfahren.....	24
7.3.2 Vereinfachtes Verfahren zur Berechnung A-bewerteter Schalldruckpegel.....	27
7.4 Abschirmung, $A_{bar}$ .....	29
7.4.1 Allgemeines Berechnungsverfahren.....	29
7.4.2 Alternatives Verfahren zur Berechnung der Weglängendifferenz $z$ mit einer Kante oder mit mehreren parallelen Kanten.....	33
7.4.3 Seitliche Beugung an senkrechten Kanten.....	34
7.4.4 Kombination von vertikalen und lateralen Beugungen und Einschränkungen.....	35
7.5 Reflexionen.....	36
7.5.1 Allgemeines.....	36
7.5.2 Einzelreflexion an einer flachen Oberfläche - Bedingungen und Berechnung.....	36
7.5.3 Mehrfachreflexion bis zu höheren Ordnungen.....	37
7.5.4 Reflexionen an zylindrischen Oberflächen.....	38
8 Meteorologische Korrektur, $C_{met}$ .....	40
9 Genauigkeit und Einschränkungen des Verfahrens.....	41
Anhang A (informativ) Zusätzliche Dämpfungsarten, $A_{misc}$ .....	43
A.1 Allgemeines.....	43
A.2 Bewuchs, $A_{fol}$ .....	43
A.2.1 Allgemeines.....	43
A.2.2 Vereinfachtes Verfahren.....	43
A.2.3 Detaillierteres Verfahren mit forstlichen Parametern.....	44

A.3	Industriegelände, $A_{site}$ .....	48
A.4	Bebauung, $A_{hous}$ .....	48
Anhang B (informativ) Richtwirkungskorrektur, $D_c$ , für Schornsteine .....		51
B.1	Abhängigkeit der Richtwirkungskorrektur von Parametern.....	51
B.2	Bestimmung von $D_c$ mit spezifisch vorgegebenen Parametern .....	53
B.3	Beispiele.....	54
Anhang C (informativ) Meteorologische Korrektur aufgrund der Abhängigkeit von $C_0$ von der Winkelwindverteilung.....		56
C.1	Abhängigkeit von $C_0$ von der Winkelverteilung des Windes.....	56
C.2	Beispiel für einen winkelabhängigen $C_0$ basierend auf lokalen Windstatistiken .....	58
Anhang D (informativ) Berechnung der von Windenergieanlagen verursachten Schalldruckpegel.....		61
D.1	Anwendbarkeit des Berechnungsverfahrens für Windenergieanlagen.....	61
D.2	Emissionswerte und Modellierung der Schallquellen.....	61
D.3	Abschirmmaß, $A_{bar}$ .....	62
D.4	Berechnung der Bodendämpfung, $A_{gr}$ .....	62
D.5	Korrektur von $A_{gr}$ zur Berücksichtigung des konkaven Bodenprofils.....	62
D.6	Meteorologische Korrektur $C_{met}$ .....	63
D.7	Über die geschätzte Unsicherheit des Verfahrens.....	63
Literaturhinweise .....		64

## Bilder

Bild 1	— Prinzip der Unterteilung für eine Linienquelle.....	18
Bild 2	— Projektionsverfahren für Linienquelle und Flächenquelle.....	19
Bild 3	— Drei verschiedene Bereiche für die Bestimmung der Bodendämpfung.....	25
Bild 4	— Funktionen $a'$ , $b'$ , $c'$ und $d'$ , die den Einfluss des Abstands Schallquelle — Empfänger, $d_p$ , und der Quell- bzw. Empfängerhöhe $h$ auf die Bodendämpfung $A_{gr}$ angeben (berechnet aus den Gleichungen in Tabelle 3) .....	27
Bild 5	— Verfahren zur Bestimmung der mittleren Höhe $h_m$ .....	28
Bild 6	— Draufsicht auf ein Hindernis zwischen Quelle (S) und Aufpunkt (R).....	29
Bild 7	— Verschiedene Schallausbreitungswege an einem Schirm.....	30
Bild 8	— Drei Objekte, die die Sichtlinie blockieren, die senkrechte Ebene mit Schallquelle und Empfänger und die Strahlenwege zur Bestimmung der Weglängendifferenz $z$ .....	31
Bild 9	— Draufsicht und Seitenansicht der drei Gebäude mit den relevanten Kanten $E_1$ — $E_4$ für die Beugung über die Oberkante.....	32
Bild 10	— Die relevanten Parameter zur Berechnung der Weglängendifferenz $z$ , dargestellt für den Fall eines gekrümmten Schirms (hier nicht parallel zum Boden) .....	34
Bild 11	— Drei Objekte, die die Sichtlinie blockieren, die seitliche Ebene mit Schallquelle und Empfänger und die Strahlenwege zur Bestimmung der Weglängendifferenz $z$ .....	35
Bild 12	— Draufsicht der drei Gebäude mit den relevanten Kanten $E_1$ – $E_3$ für die seitliche Beugung an der rechten Seite.....	35

Bild 13 — Geometrische/spiegelnde Reflexion an einem Hindernis (hier in Draufsicht dargestellt) .....	37
Bild 14 — Beispiel zur Erklärung der Konstruktion einer Reflexion 2. Ordnung mit den Spiegelquellen $S_1$ und $S_2$ .....	38
Bild 15 — An einem Zylinder reflektierter Schallstrahl — alle Maße in Projektion parallel zur Achse.....	39
Bild 16 — Meteorologische Korrektur, $C_{met}$ .....	41
Bild A.1 — Die Dämpfung aufgrund von Schallausbreitung durch Bewuchs wächst proportional zur durch den Bewuchs verlaufenden Weglänge $d_f$ .....	44
Bild A.2 — Die Dämpfung aufgrund von Schallausbreitung durch Bewuchs wächst proportional zur durch den Bewuchs verlaufenden Weglänge $d_f$ .....	44
Bild A.3 — Berechnung der Ausbreitungslänge $d_f$ bei kürzeren Abständen .....	45
Bild A.4 — Dämpfungswerte von Walddichten .....	48
Bild A.5 — Das Dämpfungsmaß $A_{site}$ wächst proportional zur Länge des durch die Installationen in Industrieanlagen verlaufenden Weges $d_s$ (5 km Radius des gekrümmten Wegs).....	48
Bild B.1 — Geometrie der Schornsteinöffnung — Empfänger.....	51
Bild C.1 — Winkelverteilung des Windes $p_{wd}(\varphi)$ — hier in Prozent — bezogen auf ein Jahr (Windgeschwindigkeiten 1 m/s — 10 m/s).....	59
Bild C.2 — Die immissionsrelevante windbedingte Richtwirkung über große Abstände $D_{wd}(\varphi)$ in Abhängigkeit vom Winkel zwischen Ausbreitungs- und Gegenwindrichtung.....	59
Bild C.3 — Resultierende Winkelverteilung $C_0(\varphi)$ in Dezibel .....	60
Bild D.1 — Windenergieanlage in der Seitenansicht (horizontale Achse).....	61
<b>Tabellen</b>	
Tabelle 1 — Symbole und Einheiten .....	16
Tabelle 2 — Resultierende Richtwirkung $D_c$ einer ungerichteten Punktquelle in der Nähe von reflektierenden Oberflächen .....	21
Tabelle 3 — Zu verwendende Ausdrücke für die Berechnung der Bodendämpfungsbeiträge $A_R$ , $A_m$ und $A_{site}$ in Oktavbändern .....	26
Tabelle 4 — Geschätzte Genauigkeit für Pegel $L_{AT}(DW)$ von Breitbandquellen, berechnet unter Anwendung von Gleichung (1) bis Gleichung (15) .....	42
Tabelle A.1 — Dämpfung eines Oktavbandgeräusches aufgrund von Schallausbreitung über eine durch dichten Bewuchs verlaufende Weglänge $d_f$ .....	44
Tabelle A.2 — Forstliche Parameter .....	45
Tabelle A.3 — Klassifizierung .....	45

Tabelle A.4 — Gewichtungsfaktoren für Waldbestände .....	46
Tabelle A.5 — Bereiche der forstlichen Parameter für verschiedene Arten von Bewuchs .....	46
Tabelle A.6 — Klassen von Walddichten .....	47
Tabelle A.7 — Dämpfungskoeffizient eines Oktavbandgeräusches während der Schallausbreitung durch Installationen in Industrieanlagen .....	48
Tabelle B.1 — Richtwirkungskorrektur $D_c$ in dB in Abhängigkeit vom Produkt $ka$ für verschiedene diskrete Richtungswinkel $\vartheta$ in Abhängigkeit von den Mitwindbedingungen ( $v \sim 3$ m/s) .....	52
Tabelle B.2 — Eingabeparameter für die Beispiele 1 bis 3 .....	54
Tabelle B.3 — Berechnungsergebnisse für die Beispiele 1 bis 3 .....	55
Tabelle C.1 — Windklimatologie, wie vom DWD veröffentlicht ( $v$ : Windgeschwindigkeit, Winkel: Windrichtung; hier in Grad angegeben) .....	58