

	Akustik Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren (ISO 9613-2 : 1996)	DIN ISO 9613-2
ICS 17.140.01 Acoustics — Attenuation of sound during propagation outdoors — Part 2: General method of calculation (ISO 9613-2 : 1996) Acoustique — Atténuation du son lors de sa propagation à l'air libre — Partie 2: Méthode générale de calcul (ISO 9613-2 : 1996)	Die Internationale Norm ISO 9613-2 : 1996 „Acoustics — Attenuation of sound during propagation outdoors — Part 2: General method of calculation“ ist unverändert in diesen deutschen Norm-Entwurf übernommen worden. Nationales Vorwort Die Internationale Norm ISO 9613-2 wurde in ISO/TC 43 (Akustik)/SC 1 (Geräusche) unter intensiver deutscher Mitarbeit erstellt. Gegenüber dem Entwurf DIN ISO 9613-2 : 1997-09 wurden keine Änderungen vorgenommen. Auf das in dieser Norm festgelegte Verfahren zur Berechnung der Schallausbreitung im Freien greift die Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift vom 26. August 1998 zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm — TA Lärm) im Rahmen der Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes bei genehmigungsbedürftigen und nicht genehmigungsbedürftigen Anlagen zurück. Dabei werden die nach dieser Norm vorhandenen Wahlmöglichkeiten teilweise eingeschränkt. Für die im Abschnitt 2 in Bezug genommenen Internationalen Normen wird auf die folgenden Deutschen Normen und VDI-Richtlinien hingewiesen. ISO 1996-1 DIN 45645-1 ISO 1996-2 DIN 45645-1, DIN 18005-1, DIN 18005-2 ISO 1996-3 DIN 45645-1, DIN 18005-2 ISO 9613-1 VDI 2714, VDI 2720 Blatt 1 IEC 651 DIN EN 60651 Anhang NA (national) Literaturhinweise DIN 18005-1 Schallschutz im Städtebau — Berechnungsverfahren DIN 18005-2 Schallschutz im Städtebau — Kartenmäßige Darstellung von Schallimmissionen DIN 45645-1 Ermittlung von Beurteilungspegeln aus Messungen — Teil 1: Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft DIN EN 60651 Schallpegelmesser (IEC 651 : 1979 + A1 : 1993); Deutsche Fassung EN 60651 : 1994 + A1 : 1994 VDI 2714 Schallausbreitung im Freien VDI 2720 Blatt 1 Schallschutz durch Abschirmung im Freien Die im Anhang B als in Vorbereitung befindliche gekennzeichnete Internationale Norm ISO 266 ist mit Ausgabedatum April 1997 erschienen. Eine Deutsche Fassung liegt als DIN EN ISO 266 : 1997-08 „Akustik — Normfrequenzen (ISO 266 : 1997); Deutsche Fassung EN ISO 266 : 1997“ vor. Fortsetzung Seite 2 bis 15 Normenausschuß Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS) im DIN und VDI	

Deutsche Übersetzung

Akustik

Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien

Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren

Einleitung

Die Normen der Reihe ISO 1996 legen Verfahren zur Beschreibung des Außengeräusches in der Wohnnachbarschaft fest. Andere Normen legen Verfahren zur Bestimmung der Schalleistungspegel verschiedener Schallquellen fest. Beispiele für die Schallquellen sind Maschinen und bestimmte Geräte (Normen der Reihe ISO 3740) und Industrieanlagen (ISO 8297). Dieser Teil von ISO 9613 zielt darauf ab, die Lücke zwischen diesen beiden Arten von Normen zu überbrücken. Es ist das Ziel, die Vorhersage von Schallpegeln in der Nachbarschaft zu ermöglichen, wenn die Geräuschemission der Quellen bekannt ist. Das in diesem Teil von ISO 9613 beschriebene Verfahren ist insofern allgemein, als es auf eine Vielzahl verschiedener Quellen anwendbar ist und die meisten der wesentlichen Dämpfungsmechanismen abdeckt. Für die Anwendung dieses Verfahrens gelten dennoch Einschränkungen, die sich in der Hauptsache aus der Beschreibung der Geräusche in den Normen der Reihe ISO 1996 ergeben.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von ISO 9613 legt ein Verfahren der Genauigkeitsklasse 2 zur Berechnung der Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien fest, mit dem die Pegel von Geräuschemissionen in einem Abstand von verschiedenen Schallquellen vorausberechnet werden können. Nach dem Verfahren wird der äquivalente A-bewertete Dauerschalldruckpegel (wie in ISO 1996-1 bis ISO 1996-3 beschrieben) von Schallquellen mit bekannter Geräuschemission unter schallausbreitungsgünstigen Witterungsbedingungen vorausberechnet.

Diese Bedingungen gelten für die Mitwindausbreitung nach ISO 1996-2 : 1987, 5.4.3.3, oder gleichwertig für Schallausbreitung bei gut entwickelter, leichter Bodeninversion, wie sie üblicherweise nachts auftritt. Inversionsbedingungen über Wasserflächen sind hier nicht berücksichtigt. Sie können zu höheren Schalldruckpegeln führen, als sie nach diesem Teil von ISO 9613 vorausberechnet werden.

Nach dem Verfahren wird ebenfalls das langfristige Mittel des A-bewerteten Schalldruckpegels nach ISO 1996-1 und ISO 1996-2 vorausberechnet. Das langfristige Mittel des A-bewerteten Schalldruckpegels beinhaltet Pegel für eine breite Palette von Witterungsbedingungen.

Das in diesem Teil von ISO 9613 festgelegte Verfahren besteht speziell aus Oktavband-Algorithmen (für Bandmittelfrequenzen von 63 Hz bis 8 kHz) zur Berechnung der Dämpfung von Schall, der von einer punktförmigen Schallquelle oder einer Menge von Punktquellen ausgeht. Die Schallquelle(n) kann/können beweglich oder feststehend sein. Die Algorithmen enthalten spezielle Terme für die folgenden physikalischen Effekte:

- geometrische Ausbreitung;
- Luftabsorption;
- Bodeneffekt;
- Reflexion an Flächen;
- Abschirmung durch Hindernisse.

Anhang A enthält zusätzliche Angaben zur Schallausbreitung durch Bebauung, Bewuchs und Industriegelände.

Dieses Verfahren ist in der Praxis für verschiedenste Schallquellen und Umgebungen anwendbar. Es läßt sich direkt oder indirekt auf die meisten Fälle von Straßen- oder Schienenverkehr, industriellen Schallquellen, Bautätigkeiten und vielen anderen, bodennahen Schallquellen anwenden. Es ist nicht anwendbar auf Fluglärm oder auf Druckwellen, die durch Sprengungen, militärische oder ähnliche Aktivitäten verursacht werden.

Für die Anwendung des in diesem Teil von ISO 9613 festgelegten Verfahrens müssen mehrere Parameter bekannt sein, und zwar im Hinblick auf die Geometrie der Schallquelle und der Umgebung, die Eigenschaften der Bodenoberfläche und die Quellenstärke, ausgedrückt als Oktavband-Schalleistungspegel, in den Richtungen, die für die Schallausbreitung von Bedeutung sind.

ANMERKUNG 1: Sind nur A-bewertete Schalleistungspegel der Schallquellen bekannt, können die Dämpfungswerte bei 500 Hz verwendet werden, um die resultierende Dämpfung abzuschätzen.

Die Genauigkeit des Verfahrens und Einschränkungen in der Praxis sind in Abschnitt 9 beschrieben.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden normativen Dokumente enthalten Festlegungen, die durch Verweisung in diesem Text Bestandteil der vorliegenden Internationalen Norm sind. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Internationalen Norm waren die angegebenen Ausgaben gültig. Alle Normen unterliegen der Überarbeitung. Vertragspartner, deren Vereinbarungen auf dieser Internationalen Norm basieren, werden gebeten, die Möglichkeit zu prüfen, ob die jeweils neuesten Ausgaben der im folgenden genannten Normen angewendet werden können. Die Mitglieder von ISO und IEC führen Verzeichnisse der gegenwärtig gültigen Internationalen Normen.

ISO 1996-1 : 1982

Acoustics — Description and measurement of environmental noise — Part 1: Basic quantities and procedures

ISO 1996-2 : 1987

Acoustics — Description and measurement of environmental noise — Part 2: Acquisition of data pertinent to land use

ISO 1996-3 : 1987

Acoustics — Description and measurement of environmental noise — Part 3: Application to noise limits

ISO 9613-1 : 1993

Acoustics — Attenuation of sound during propagation outdoors — Part 1: Calculation of the absorption of sound by the atmosphere

IEC 651 : 1979

Sound level meters, and Amendment 1 : 1993



Documents

Document Sharing Hub

3 Definitionen

Für die Anwendung dieses Teils von ISO 9613 gelten die Definitionen nach ISO 1996-1 und die folgenden Definitionen. (Tabelle 1 enthält die Symbole und Einheiten.)

Tabelle 1: Symbole und Einheiten

Symbol	Definition	Einheit
A	Oktavband-Dämpfungsmaß	dB
C_{met}	Meteorologische Korrektur	dB
d	Abstand zwischen Punktquelle und Aufpunkt (siehe Bild 3)	m
d_p	Abstand zwischen Punktquelle und Aufpunkt, auf die Bodenebene projiziert (siehe Bild 1)	m
$d_{s,o}$	Abstand zwischen Quelle und Reflexionspunkt auf reflektierendem Hindernis (siehe Bild 8)	m
$d_{o,r}$	Abstand zwischen Reflexionspunkt auf reflektierendem Hindernis und Aufpunkt (siehe Bild 8)	m
d_{ss}	Abstand zwischen Quelle und (erster) Beugungskante (siehe Bild 6 und Bild 7)	m
d_{sr}	Abstand zwischen (zweiter) Beugungskante und Aufpunkt (siehe Bild 6 und Bild 7)	m
D_1	Richtwirkungsmaß der Punktschallquelle	—
D_Z	Abschirmmaß	—
e	Abstand zwischen erster und zweiter Beugungskante (siehe Bild 7)	m
G	Bodenfaktor	m
h	Mittlere Höhe der Quelle und des Aufpunktes	m
h_s	Höhe der Punktquelle über dem Boden (siehe Bild 1)	m
h_r	Höhe des Aufpunktes über dem Boden (siehe Bild 1)	m
h_m	Mittlere Höhe des Ausbreitungsweges über dem Boden (siehe Bild 3)	m
H_{max}	Größte Abmessung der Quellen	m
l_{min}	Kleinste Abmessung (Länge oder Höhe) der reflektierenden Ebene (siehe Bild 8)	m
L	Schalldruckpegel	dB
α	Absorptionskoeffizient der Luft	dB/km
β	Einfallswinkel	rad
ϱ	Schallreflexionsgrad	—

3.1 äquivalenter A-bewerteter Dauerschalldruckpegel L_{AT}

Schalldruckpegel, in Dezibel, definiert durch Gleichung (1)

$$L_{AT} = 10 \lg \left\{ \left[(1/T) \int_0^T p_A^2(t) dt \right] / p_0^2 \right\} \text{ dB} \quad (1)$$

Dabei ist:

$p_A(t)$ der Momentanwert des A-bewerteten Schalldrucks, in Pascal;

p_0 der Bezugs-Schalldruck ($= 20 \times 10^{-6}$ Pa);

T ein festgelegtes Zeitintervall, in Sekunden.

Die Frequenzbewertung A ist die in IEC 651 für Schallpegelmesser festgelegte.

ANMERKUNG 2: Das Zeitintervall T sollte lang genug sein, um eine Mittelung der Effekte von sich verändernden meteorologischen Parametern zu bewirken. In diesem Teil von ISO 9613 werden zwei verschiedene Situationen berücksichtigt: Kurzzeitmittelung unter Mitwindbedingungen und Langzeitmittelung unter allen Bedingungen.

3.2 äquivalenter Oktavband-Dauerschalldruckpegel bei Mitwind $L_{fT}(\text{DW})$

Schalldruckpegel, in Dezibel, definiert durch Gleichung (2)

$$L_{fT}(\text{DW}) = 10 \lg \left\{ \left[(1/T) \int_0^T p_f^2(t) dt \right] / p_0^2 \right\} \text{ dB} \quad (2)$$

Dabei ist:

$p_f(t)$ der Momentanwert des Oktavbandschalldrucks bei Mitwind, in Pascal, und Index f die Bandmittelfrequenz eines Oktavbandfilters.

ANMERKUNG 3: Die elektrischen Eigenschaften der Oktavbandfilter sollten mindestens den Anforderungen der Klasse 2 nach IEC 1260 entsprechen.

3.3 Einfügungsdämpfungsmaß (eines Schallschirms)

Differenz, in Dezibel, zwischen den Schalldruckpegeln, die an einem festgelegten Ort unter zwei Bedingungen auftreten:

a) ohne den Schallschirm und

b) mit (eingefügtem) Schallschirm,

wenn keine weiteren Veränderungen vorliegen, die die Schallausbreitung signifikant beeinflussen.

4 Beschreibung der Schallquelle

Die zu verwendenden Gleichungen gelten für die Dämpfung von Schall, der von Punktquellen emittiert wird. Daher sind ausgedehnte Schallquellen, wie z. B. Straßen- oder Schienenverkehr oder ein Industriegelände (das mehrere Anlagen oder Werke mit innerbetrieblichem Verkehr umfassen kann), durch mehrere Einzelschallquellen darzustellen, von denen jede eine bestimmte Schalleistung und Richtcharakteristik aufweist. Die für den von einem repräsentativen Punkt in einem Abschnitt abgestrahlten Schall berechnete Dämpfung steht stellvertretend für die Dämpfung des von dem gesamten Abschnitt abgestrahlten Schalls. Eine Linienquelle kann in Linienabschnitte und eine Flächenquelle in Flächenabschnitte unterteilt werden, wobei jeder Abschnitt durch eine Punktquelle in seinem Mittelpunkt dargestellt wird.

Eine Gruppe von Punktquellen kann jedoch durch eine äquivalente Punktschallquelle in der Mitte dieser Gruppe beschrieben werden, insbesondere wenn

- a) die Schallquellen näherungsweise dieselbe Quellenstärke und Höhe über dem Boden aufweisen,
- b) zwischen den Schallquellen und dem Aufpunkt dieselben Ausbreitungsbedingungen vorliegen und
- c) der Abstand d von der einzelnen äquivalenten Punktquelle zum Empfänger größer ist als das Zweifache der größten Abmessung $H_{\max}$ der Schallquellen ($d > 2H_{\max}$).

Ist der Abstand d kleiner ($d \leq 2H_{\max}$), oder sind die Ausbreitungsbedingungen für die einzelnen Punktquellen der Gruppe unterschiedlich (z. B. aufgrund von Abschirmung), so ist die Gesamtschallquelle in die einzelnen Punktquellen zu unterteilen.

ANMERKUNG 4: Zusätzlich zu den oben beschriebenen realen Schallquellen werden Spiegelquellen eingeführt, um die Reflexion von Schall an Wänden und Decken (jedoch nicht am Boden) zu beschreiben, siehe 7.5.

5 Witterungsbedingungen

Für die in diesem Teil von ISO 9613 festgelegten Verfahren gelten Mitwindausbreitungsbedingungen nach ISO 1996-2 : 1987, 5.4.3.3, nämlich:

- Windrichtung innerhalb eines Winkels von $\pm 45^\circ$ von der Geraden, die den Mittelpunkt der maßgeblichen Schallquelle mit dem Mittelpunkt des festgelegten Immissionsgebietes verbindet, wobei der Wind von der Schallquelle zum Immissionsgebiet weht, und
- Windgeschwindigkeit zwischen etwa 1 m/s und 5 m/s, gemessen in einer Höhe von 3 m bis 11 m über dem Boden.

Die Gleichungen zur Berechnung des zeitlich gemittelten Schalldruckpegels bei Mitwind, $L_{AT}(DW)$, in diesem Teil von ISO 9613 einschließlich derjenigen für die Dämpfung in Abschnitt 7 beschreiben das Mittel für Witterungsbedingungen innerhalb dieser Grenzwerte. Der Begriff Mittel bezeichnet hier die Mittelung über ein kurzes Zeitintervall, wie in 3.1 definiert.

Diese Gleichungen gelten in gleicher Weise auch für die mittlere Schallausbreitung in einer gut entwickelten, leichten Bodeninversion, wie sie üblicherweise in klaren, windstillen Nächten auftritt.

6 Grundlegende Gleichungen

Der an einem Aufpunkt auftretende äquivalente Oktavband-Dauerschalldruckpegel bei Mitwind, $L_{fT}(DW)$, ist für jede Punktquelle und ihre Spiegelquellen in den acht Oktavbändern mit Bandmittenfrequenzen von 63 Hz bis 8 kHz unter Verwendung von Gleichung (3) zu berechnen:

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

Dabei ist:

L_W der Oktavband-Schalleistungspegel der Punktquelle, in Dezibel, bezogen auf eine Bezugsschalleistung von einem Picowatt (1 pW);

D_C die Richtwirkungskorrektur, in Dezibel, die beschreibt, um wieviel der von der Punktquelle erzeugte äquivalente Dauerschalldruckpegel in einer festgelegten Richtung von dem Pegel einer ungerichteten Punktquelle mit einem Schalleistungspegel L_W abweicht; D_C ist gleich dem Richtwirkungsmaß D_I der Punktquelle zuzüglich eines Richtwirkungsmaßes D_Ω , das die Schallausbreitung in Raum-

winkel von weniger als 4π Sterad berücksichtigt; für eine ungerichtet, ins Freie abstrahlende Punktquelle ist $D_C = 0$ dB;

- A die Oktavbanddämpfung, in Dezibel, die während der Schallausbreitung von der Punktquelle zum Empfänger vorliegt.

ANMERKUNG 5: Das Buchstabenzeichen *A* (kursiv) bezeichnet in diesem Teil von ISO 9613 die Dämpfung, als Index jedoch steht es für die A-Bewertung (Antiqua).

ANMERKUNG 6: Schalleistungspegel in Gleichung (3) können durch Messungen bestimmt werden, wie z. B. in den Normen der Reihe ISO 3740 (für Maschinen) oder in ISO 8297 (für Industrieanlagen) beschrieben.

Der Dämpfungsterm *A* in Gleichung (3) ist durch Gleichung (4) gegeben:

$$A = A_{\text{div}} + A_{\text{atm}} + A_{\text{gr}} + A_{\text{bar}} + A_{\text{misc}} \quad (4)$$

Dabei ist:

- A_{div} die Dämpfung aufgrund geometrischer Ausbreitung (siehe 7.1);
- A_{atm} die Dämpfung aufgrund von Luftabsorption (siehe 7.2);
- A_{gr} die Dämpfung aufgrund des Bodeneffekts (siehe 7.3);
- A_{bar} die Dämpfung aufgrund von Abschirmung (siehe 7.4);
- A_{misc} die Dämpfung aufgrund verschiedener anderer Effekte (siehe Anhang A).

Allgemeine Verfahren zur Berechnung der ersten vier Terme in Gleichung (4) werden in diesem Teil von ISO 9613 festgelegt. Anhang A enthält Angaben zu drei Dämpfungsbeiträgen, die in den letzten Term, A_{misc} (die Dämpfung aufgrund von Schallausbreitung durch Bewuchs, Industriegelände und Bebauungsflächen), mit einfließen.

Wie in Gleichung (5) festgelegt, ist der äquivalente A-bewertete Dauerschalldruckpegel bei Mitwind durch Addition der einzelnen, für jede Punktquelle, für jede ihrer Spiegelquellen und für jedes Oktavband mit Gleichung (3) und Gleichung (4) berechneten, zeitlich gemittelten Schalldruckquadrate zu bestimmen:

$$L_{AT}(DW) = 10 \lg \left\{ \sum_{i=1}^n \left[\sum_{j=1}^n 10^{0,1[L_{fT}(ij) + A_f(j)]} \right] \right\} \text{ dB} \quad (5)$$

Dabei ist:

- n die Anzahl der Beiträge i (Schallquellen und Ausbreitungswege);
- j ein Index, der die acht Oktavbandmittenfrequenzen von 63 Hz bis 8 kHz angibt;
- A_f die genormte A-Bewertung (siehe IEC 651).

Der A-bewertete Langzeit-Mittelungspegel $L_{AT}(LT)$ im langfristigen Mittel ist wie folgt zu berechnen:

$$L_{AT}(LT) = L_{AT}(DW) - C_{\text{met}} \quad (6)$$

Dabei ist:

- C_{met} die in Abschnitt 8 beschriebene meteorologische Korrektur.

Die Berechnung und die Bedeutung der verschiedenen Terme in den Gleichungen (3) bis (6) werden in den nachfolgenden Abschnitten erläutert. Für eine ausführlichere Behandlung der Dämpfungsterme sei auf die Literaturangaben in Anhang B verwiesen.

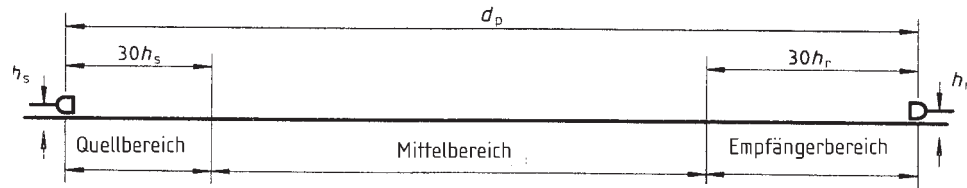


Bild 1: Drei verschiedene Bereiche für die Bestimmung der Bodendämpfung

Tabelle 2: Luftdämpfungskoeffizient α für Oktavbänder

Temperatur °C	Rel. Feuchte %	Luftdämpfungskoeffizient α , dB/km							
		Bandmittenfrequenz, Hz							
		63	125	250	500	1 000	2 000	4 000	8 000
10	70	0,1	0,4	1,0	1,9	3,7	9,7	32,8	117
20	70	0,1	0,3	1,1	2,8	5,0	9,0	22,9	76,6
30	70	0,1	0,3	1,0	3,1	7,4	12,7	23,1	59,3
15	20	0,3	0,6	1,2	2,7	8,2	28,2	88,8	202
15	50	0,1	0,5	1,2	2,2	4,2	10,8	36,2	129
15	80	0,1	0,3	1,1	2,4	4,1	8,3	23,7	82,8

7 Berechnung der Dämpfungsterme

7.1 Geometrische Ausbreitung (A_{div})

Die geometrische Ausbreitung berücksichtigt die kugelförmige Schallausbreitung von einer Punktschallquelle im Freifeld, so daß die Dämpfung, in Dezibel,

$$A_{\text{div}} = [20 \lg (d/d_0) + 11] \text{ dB} \quad (7)$$

Dabei ist:

d der Abstand zwischen Schallquelle und Empfänger, in Meter;

d_0 der Bezugsabstand (= 1 m).

ANMERKUNG 7: Die Konstante in Gleichung (7) setzt den Schalleistungspegel in Beziehung zum Schalldruckpegel bei einem Bezugsabstand d_0 von einer ungezielten Punktschallquelle, der einen Meter beträgt.

7.2 Luftabsorption (A_{atm})

Die Dämpfung aufgrund von Luftabsorption A_{atm} , in Dezibel, während der Schallausbreitung über einen Abstand d , in Meter, ist gegeben durch Gleichung (8):

$$A_{\text{atm}} = \alpha d / 1\,000 \quad (8)$$

Dabei ist:

α der Absorptionskoeffizient der Luft, in Dezibel je Kilometer, für jedes Oktavband bei der Bandmittelfrequenz (siehe Tabelle 2).

Für Werte von α bei nicht in Tabelle 2 erfaßten Witterungsbedingungen siehe ISO 9613-1.

ANMERKUNG 8: Der Absorptionskoeffizient der Luft ist stark abhängig von der Schallfrequenz, der Umgebungstemperatur und der relativen Luftfeuchte, jedoch nur wenig abhängig vom Umgebungsdruck.

ANMERKUNG 9: Bei der Berechnung von Geräuschimmissionen sollte der Absorptionskoeffizient auf Mittelwerten basieren, die sich aus dem ortsüblichen Schwankungsbereich der Witterungsbedingungen ergeben.

7.3 Bodeneffekt (A_{gr})

7.3.1 Allgemeines Berechnungsverfahren

Die Bodendämpfung, A_{gr} , ergibt sich hauptsächlich durch die Überlagerung von Schall, der an der Bodenoberfläche reflektiert wurde, mit dem Schall, der sich direkt zwischen Quelle und Empfänger ausbreitet. Durch einen abwärts gekrümmten Ausbreitungsweg (Mitwind) ist sichergestellt, daß diese Dämpfung in erster Linie durch die Bodenoberflächen in der Nähe der Quelle und des Empfängers bestimmt wird. Dieses Verfahren zur Berechnung des Bodeneffektes ist nur für annähernd flachen Boden, d. h. waagrecht oder mit konstantem Gefälle, anwendbar. Drei verschiedene Bereiche für die Bestimmung der Bodendämpfung sind festgelegt (siehe Bild 1):

- der quellennahe Bereich über einen Abstandsbereich von der Quelle in Richtung zum Empfänger von $30h_s$ mit größtmöglichem Abstand d_p (h_s ist die Quellhöhe und d_p der Abstand zwischen Quelle und Empfänger, projiziert auf die Bodenebene);
- der Bereich am Aufpunkt über einen Abstandsbereich vom Empfänger zurück in Richtung zur Quelle von $30h_r$ mit größtmöglichem Abstand d_p (h_r ist die Empfängerhöhe);
- ein Mittelbereich über den Abstand zwischen dem Quellbereich und dem Empfängerbereich. Falls $d_p < (30h_s + 30h_r)$, überlappen sich Quell- und Empfängerbereich, und es gibt keinen Mittelbereich.

Nach diesem Schema nimmt die Bodendämpfung nicht mit der Größe des Mittelbereichs zu, sondern hängt