

**Bekanntmachung
der Vorläufigen Berechnungsverfahren
für den Umgebungslärm
nach § 5 Abs. 1 der Verordnung über die Lärmkartierung
(34. BImSchV)**

- **Vorläufige Berechnungsmethode für den Umgebungslärm
an Schienenwegen (VBUSch) —**
- **Vorläufige Berechnungsmethode für den Umgebungslärm
an Straßen (VBUS) —**
- **Vorläufige Berechnungsmethode für den Umgebungslärm
an Flugplätzen (VBUF) —**
- **Vorläufige Berechnungsmethode für den Umgebungslärm
durch Industrie und Gewerbe (VBUI) —**

Vom 22. Mai 2006

Inhaltsübersicht

	Seite
Verordnung über die Lärmkartierung (34. BImSchV)	– Anlage 1 – 3
Vorläufige Berechnungsmethode für den Umgebungslärm an Schienenwegen (VBUSch).....	– Anlage 2 – 6
Vorläufige Berechnungsmethode für den Umgebungslärm an Straßen (VBUS)	– Anlage 3 – 30
Vorläufige Berechnungsmethode für den Umgebungslärm an Flugplätzen (VBUF) – Anleitung zur Berechnung (VBUF-AzB) –	– Anlage 4 – 50
Vorläufige Berechnungsmethode für den Umgebungslärm an Flugplätzen (VBUF) – Datenerfassungssystem (VBUF-DES) –	– Anlage 5 – 177
Vorläufige Berechnungsmethode für den Umgebungslärm durch Industrie und Gewerbe (VBUI)	– Anlage 6 – 209

**Bekanntmachung
der Vorläufigen Berechnungsverfahren
für den Umgebungslärm
nach § 5 Abs. 1 der Verordnung über die Lärmkartierung
(34. BImSchV)**

- Vorläufige Berechnungsmethode für den Umgebungslärm
an Schienenwegen (VBUSch) -**
- Vorläufige Berechnungsmethode für den Umgebungslärm
an Straßen (VBUS) -**
- Vorläufige Berechnungsmethode für den Umgebungslärm
an Flugplätzen (VBUF) -**
- Vorläufige Berechnungsmethode für den Umgebungslärm
durch Industrie und Gewerbe (VBUI) -**

Vom 22. Mai 2006

Die in der oben genannten Bekanntmachung bezeichneten Berechnungsverfahren werden im Einvernehmen zwischen dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit und dem Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung nachstehend bekannt gemacht (Anlagen 2 bis 6).

Bonn, den 22. Mai 2006

BMU-Az.: IG I 7 – 41008/5-1

BMVBS-Az: S 13/7144.2/02-07/501187

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

Im Auftrag

Dr. Feldmann

Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung

Im Auftrag

Bergs

**Vierunddreißigste Verordnung
zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes
(Verordnung über die Lärmkartierung – 34. BImSchV)***

Vom 6. März 2006**)

Auf Grund des § 47f des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, der durch Artikel 1 des Gesetzes zur Umsetzung der EG-Richtlinie über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm vom 24. Juni 2005 (BGBl. I S. 1794) eingefügt worden ist, verordnet die Bundesregierung nach Anhörung der beteiligten Kreise:

§ 1

Anwendungsbereich

Diese Verordnung gilt für die Kartierung von Umgebungslärm. Sie konkretisiert Anforderungen an Lärmkarten nach § 47c des Bundes-Immissionsschutzgesetzes.

§ 2

Lärmindizes

(1) Die Lärmindizes L_{Day} , L_{Evening} und L_{Night} sind die A-bewerteten äquivalenten Dauerschallpegel in Dezibel gemäß ISO 1996-2: 1987, erschienen bei der Beuth-Verlag GmbH, 10772 Berlin, und archivmäßig niedergelegt beim Deutschen Patent- und Markenamt in München, wobei der Beurteilungszeitraum ein Jahr beträgt und die Bestimmungen an allen Tagen in folgenden Zeiträumen erfolgen:

1. L_{Day} : 12 Stunden, beginnend um 6.00 Uhr,
2. L_{Evening} : 4 Stunden, beginnend um 18.00 Uhr,
3. L_{Night} : 8 Stunden, beginnend um 22.00 Uhr.

Ein Jahr ist das für die Schallemission ausschlaggebende und ein hinsichtlich der Witterungsbedingungen durchschnittliches Kalenderjahr.

(2) Der Lärmindex L_{DEN} in Dezibel ist wie folgt definiert:

$$L_{\text{DEN}} = 10 \cdot \lg \frac{1}{24} \left(12 \cdot 10^{\frac{L_{\text{Day}}}{10}} + 4 \cdot 10^{\frac{L_{\text{Evening}} + 5}{10}} + 8 \cdot 10^{\frac{L_{\text{Night}} + 10}{10}} \right)$$

§ 3

Datenerhebung und Datenübermittlung

(1) Soweit die für die Ausarbeitung der Lärmkarten zuständigen Behörden nicht auf Bestände zurückgreifen können, können sie anordnen, dass ihnen vorhandene, nach den §§ 4 und 5 für die Erarbeitung von Lärmkarten erforderliche Daten sowie vorhandene Ergebnisdaten für Lärmkarten unentgeltlich zur Verfügung gestellt werden von

1. Eisenbahninfrastrukturunternehmen für den durch Eisenbahnen hervorgerufenen Umgebungslärm,

*) Die Rechtsverordnung dient der Umsetzung der Richtlinie 2002/49/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Juni 2002 über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm (ABl. EG Nr. L 189 S. 12) in deutsches Recht.

**) Verkündet am 15. März 2006 (BGBl. I S. 516)

2. Verkehrsunternehmen für den durch Straßenbahnen im Sinne des § 4 des Personenbeförderungsgesetzes hervorgerufenen Umgebungslärm,
3. Betreibern von Verkehrsflughäfen für den durch Flugzeuge in der Umgebung von Verkehrsflughäfen hervorgerufenen Umgebungslärm,
4. Anlagenbetreibern und Betreibern von Häfen für den durch Anlagen und Häfen nach § 4 Abs. 1 Nr. 5 hervorgerufenen Umgebungslärm,
5. Trägern der Straßenbaulast für den durch Straßenverkehr hervorgerufenen Umgebungslärm.

Sofern für die Ausarbeitung der Lärmkarten die Erhebung von Daten erforderlich ist, sind die Betreiber und Unternehmen nach Satz 1 zur Mitwirkung verpflichtet, insbesondere dazu, während der üblichen Geschäftszeiten das Betreten von Betriebsgrundstücken und -räumen zu dulden, Anlagen und Einrichtungen zugänglich zu machen oder vorhandene Unterlagen zur Verfügung zu stellen. § 52 Abs. 5 und 7 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes gilt entsprechend.

(2) Die Gemeinden haben die für die Lärmkarten erforderlichen Daten über die vom Umgebungslärm betroffene Wohnbevölkerung, soweit vorhanden, den für die Ausarbeitung der Lärmkarten zuständigen Behörden unentgeltlich zur Verfügung zu stellen.

(3) Andere Behörden haben den für die Ausarbeitung der Lärmkarten zuständigen Behörden die dort vorhandenen und für die Lärmkarten erforderlichen Daten unentgeltlich zur Verfügung zu stellen.

§ 4

Ausarbeitung von Lärmkarten

(1) Lärmkarten für Ballungsräume erstrecken sich auf sämtliche darin gelegene Hauptlärmquellen, sowie ferner auf

1. sonstige Straßen,
2. sonstige Schienenwege von Eisenbahnen nach dem Allgemeinen Eisenbahngesetz,
3. Schienenwege von Straßenbahnen im Sinne des § 4 des Personenbeförderungsgesetzes,
4. sonstige Flugplätze für den zivilen Luftverkehr,
5. Industrie- oder Gewerbegebiete, auf denen sich eine oder mehrere Anlagen gemäß Anhang I der Richtlinie 96/61/EG des Rates vom 24. September 1996 über die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung befinden, einschließlich Häfen für die Binnen- oder Seeschifffahrt mit einer Gesamtumschlagsleistung von mehr als 1,5 Millionen Tonnen pro Jahr,

soweit diese sonstigen Lärmquellen erheblichen Umgebungslärm hervorrufen.

(2) Die Ausarbeitung von Lärmkarten hat getrennt für jede Lärmart (Straßenlärm, Schienenlärm, Fluglärm, Industrie- und Gewerbelärm einschließlich Hafentlärm) auf der Grundlage der Lärmindizes L_{DEN} und L_{Night} zu erfolgen.

(3) Lärmkarten müssen georeferenziert sein. Alle Daten sind in einer Form vorzuhalten, die ihre digitale Weiterverarbeitung ermöglicht. Lärmkarten sind in elektronischer Form zu erstellen; sie müssen in körperlicher Form herstellbar sein.

(4) Lärmkarten bestehen aus

1. einer graphischen Darstellung der Lärmsituation mit den Isophonen-Bändern für
 - a) den L_{DEN} über 55 dB(A) bis 60 dB(A), über 60 dB(A) bis 65 dB(A), über 65 dB(A) bis 70 dB(A), über 70 dB(A) bis 75 dB(A) sowie über 75 dB(A), und
 - b) den L_{Night} über 50 dB(A) bis 55 dB(A), über 55 dB(A) bis 60 dB(A), über 60 dB(A) bis 65 dB(A), über 65 dB(A) bis 70 dB(A) sowie über 70 dB(A) und optional über 45 dB(A) bis 50 dB(A),mit den Farben nach DIN 18005 Teil 2, Ausgabe September 1991, erschienen bei der Beuth-Verlag GmbH, 10772 Berlin, und archivmäßig niedergelegt beim Deutschen Patent- und Markenamt in München,
2. einer graphischen Darstellung der Überschreitung eines Wertes, bei dessen Überschreitung Lärmschutzmaßnahmen in Erwägung gezogen oder eingeführt werden,
3. tabellarischen Angaben über die geschätzte Zahl der Menschen, die in Gebieten wohnen, die innerhalb der Isophonen-Bänder nach Nummer 1 liegen, wobei die Abschätzung nach Absatz 5 zu erfolgen hat,
4. einer allgemeinen Beschreibung der Hauptlärmquellen nach Lage, Größe und Verkehrsaufkommen,
5. einer Beschreibung der Umgebung: Ballungsräume (Lage, Größe, Einwohnerzahl), Städte, Dörfer, ländliche Gegend oder nicht ländliche Gegend, Flächennutzung, andere Hauptlärmquellen,
6. Angaben über durchgeführte und laufende Lärmaktionspläne und Lärmschutzprogramme,
7. einer tabellarischen Angabe über lärmbelastete Flächen sowie über die geschätzte Zahl der Wohnungen, Schulen und Krankenhäuser in diesen Gebieten, nach Maßgabe des Absatzes 6,
8. Angaben über die zuständigen Behörden für die Lärmkartierung.

In den Lärmkarten können zusätzliche Texterläuterungen und Informationen verwendet werden.

(5) Die Zahl der in ihren Wohnungen durch Umgebungslärm belasteten Menschen (Absatz 4 Satz 1 Nr. 3) ist separat für jede Lärmart anzugeben. Die Zahlenangaben sind auf die nächste Hunderterstelle auf- oder abzurunden.

(6) Die Gesamtfläche der lärmbelasteten Gebiete (Absatz 4 Satz 1 Nr. 7) ist anzugeben. Die Angabe hat in Quadratkilometern zu erfolgen und ist aufzugliedern nach L_{DEN} -Werten über 55 dB(A), über 65 dB(A) und über 75 dB(A). Entsprechendes gilt für die Zahl der Wohnun-

gen, Schulen und Krankenhäuser. Bei der Zahlenangabe für Wohnungen ist auf 100 Wohnungen zu runden.

§ 5

Berechnungsverfahren

(1) Die Lärmindizes werden nach Verfahren berechnet, die den allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprechen. Die Berechnungsverfahren werden

1. für die Lärmarten nach § 4 Abs. 1 Nr. 1 bis 3 vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung,
2. für Fluglärm (§ 4 Abs. 1 Nr. 4) vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit im Einvernehmen mit dem Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung,
3. für Industrie- und Gewerbelärm (§ 4 Abs. 1 Nr. 5) vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

durch Veröffentlichung im Bundesanzeiger konkretisiert.

(2) Die Berechnungspunkte zur Ermittlung von L_{DEN} und L_{Night} für die Lärmbelastung in der Nähe von Gebäuden liegen in einer Höhe von vier Meter über dem Boden.

(3) Für die Ermittlung der Belastetenzahlen nach § 4 Abs. 5 liegen die Berechnungspunkte auf der Gebäudefassade. Für diesen Fall wird die letzte Reflexion an der Gebäudefassade, auf der der Berechnungspunkt liegt, nicht berücksichtigt. Für die flächenmäßige Darstellung der Lärmbelastung nach § 4 Abs. 4 ist ein Raster von 50 Meter mal 50 Meter oder weniger zu Grunde zu legen.

(4) Das Bundesamt für Kartographie und Geodäsie stellt den für die Ausarbeitung von Lärmkarten zuständigen Behörden zentral das Digitale Geländemodell für Deutschland (DGM-D) zur Verfügung. Liegen in den Ländern detailliertere geographische Daten vor, können diese ergänzend zu dem DGM-D verwendet werden.

(5) Für die Berechnung sind für jede Lärmart dieselben Gebäude- und Einwohnerdaten zu verwenden. Gleiches gilt für sonstige Bauwerke auf dem Ausbreitungsweg.

§ 6

Übermittlung der Lärmkarten

(1) Die nach § 47e Abs. 2 und 3 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes zuständigen Behörden übermitteln binnen vier Monaten nach den in § 47c Abs. 1 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes aufgeführten Fristen dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit oder einer von ihm benannten Stelle die vollständigen Lärmkarten.

(2) Die nach § 47e Abs. 1 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes zuständigen Behörden übermitteln zu den in § 47c Abs. 1 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes aufgeführten Fristen den obersten Landesbehörden oder den von ihnen benannten Stellen die vollständigen Lärmkarten.

§ 7

Information der Öffentlichkeit über Lärmkarten

Geeignete Ausfertigungen der Lärmkarten, die der Unterrichtung der Öffentlichkeit dienen, werden von den zuständigen Behörden nach § 47e Abs. 1 und 3

des Bundes-Immissionsschutzgesetzes verbreitet. Die Verbreitung der Lärmkarten hat in für die Öffentlichkeit verständlicher Darstellung und leicht zugänglichen Formaten zu erfolgen. Erforderlichenfalls ist eine Zusammenfassung mit den wichtigsten Punkten der Öffentlichkeit zur Verfügung zu stellen. Für die Verbreitung sollen, soweit vorhanden, elektronische Kommunikationsmittel verwendet werden. Die Anforderungen an die Unterrichtung der Öffentlichkeit können auch dadurch erfüllt wer-

den, dass Verknüpfungen zu Internet-Seiten eingerichtet werden, auf denen die zu verbreitenden Lärmkarten zu finden sind.

§ 8

Inkrafttreten

Diese Verordnung tritt am 16. März 2006 in Kraft.

Der Bundesrat hat zugestimmt.

Berlin, den 6. März 2006

Die Bundeskanzlerin
Dr. Angela Merkel

Der Bundesminister
für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
Sigmar Gabriel

Der Bundesminister
für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung
W. Tiefensee

**Vorläufige Berechnungsmethode für den
Umgebungsärm an Schienenwegen**

(VBUSch)

Inhaltsübersicht

	Seite
1 Anwendungsbereich und Zielsetzung	8
2 Abkürzungen; Maßeinheiten	10
3 Begriffe, Festlegungen	12
4 Ausgangsdaten	14
5 Berechnung des Emissionspegels	15
5.1 Einfluss der Fahrzeugarten	16
5.2 Einfluss der Bremsbauart	16
5.3 Einfluss der Zuglängen	16
5.4 Einfluss der Geschwindigkeit	17
5.5 Einfluss der Aerodynamik	17
5.6 Einfluss der Fahrbahnarten	17
5.7 Einfluss der Brücken	18
5.8 Einfluss der Bahnübergänge	18
5.9 Einfluss der Kurven	18
6 Berechnung des Mittelungspegels	19
7 Einflüsse auf dem Ausbreitungsweg	23
7.1 Abschirmung	23
7.2 Abschirmwirkung bei Mehrfachbeugung	24
7.3 Strecken in Dammlage	25
7.4 Einschnitte	25
7.5 Gebäude	25
7.6 Gehölz	26
7.7 Reflexionen	26
8 Personenbahnhöfe	28
9 Quellenverzeichnis	29

1 Anwendungsbereich und Zielsetzung

Mit der „Vorläufigen Berechnungsmethode für den Umgebungslärm an Schienenwegen (VBUSch)“ können die Lärmindizes L_{DEN} (Tag-Abend-Nacht-Lärmindex) und L_{Night} (Nacht-Lärmindex) der Vierunddreißigsten Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über die Lärmkartierung - 34. BImSchV) /1/ für den Schienenverkehr berechnet werden, die für die Kartierung von Umgebungslärm nach § 47c des Bundes-Immissionsschutzgesetzes /2/ benötigt werden.

Die VBUSch gilt nicht für Schallberechnungen nach der Sechzehnten Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrslärmschutzverordnung – 16. BImSchV) /3/.

Die VBUSch ist angelehnt an die „Richtlinie zur Berechnung der Schallimmissionen von Schienenwegen – Schall 03“, Ausgabe 1990 /4/, wurde jedoch an die Erfordernisse der Anhänge I und II der Richtlinie 2002/49/EG /5/ angepasst. Dies beinhaltet die ausschließliche Berücksichtigung von A-bewerteten äquivalenten Dauerschallpegeln ohne Beurteilungszu- oder -abschläge, die Berücksichtigung eines für die Lärmemission ausschlaggebenden und hinsichtlich der Witterungsbedingungen durchschnittlichen Jahres sowie die Lage der Ermittlungspunkte für die Immissionspegel.

Weitere Anpassungen an die Erfordernisse der Richtlinie sind im Einzelnen:

- Aerodynamische Geräusche schnell fahrender Hochgeschwindigkeitszüge werden durch eine hoch liegende Schallquelle nach /6/ berücksichtigt.
- Schwellengleise in Schotterbett (Beton- und Holzschwellen) werden einheitlich berechnet. Der Korrekturwert D_{Fb} für den Einfluss der Fahrbahnarten beträgt hierfür + 2 dB(A).
- Die Anwendung des Schienenbonus entfällt, da es sich bei den Lärmindizes entsprechend Anhang I der Richtlinie 2002/49/EG /5/ um A-bewertete äquivalente Dauerschallpegel L_{eq} gemäß ISO 1996 - 2 /7/ handelt und insofern Beurteilungszu- oder -abschläge für die Lästigkeit von Geräuschen nicht berücksichtigt werden können.
- Als Verfahren zur Berücksichtigung der Abschirmwirkung durch Bebauung wird das Verfahren für lange geschlossene Häuserzeilen verwandt, da die flächenhafte Berechnung der Schallimmissionen die Berücksichtigung mehrerer Gebäudereihen erfordert.
- Einfache Reflexionen an Hausfassaden oder anderen Flächen werden berücksichtigt.

- Auf die Darstellung des Verfahrens der langen geraden Strecke wird verzichtet, weil schalltechnische Berechnungen heute nahezu vollständig unter Verwendung von Computerprogrammen erfolgen, die generell nach dem Teilstreckenverfahren arbeiten.
- Hinweise auf Planungen wie z. B. Neu- und Ausbaustrecken sind in der VBUSch nicht enthalten, da lediglich real vorhandene Strecken mit den zum Zeitpunkt der Kartierung vorhandenen Betriebsprogrammen entsprechend § 47c BImSchG /2/ erfasst werden.

Die VBUSch ist bis zur verbindlichen Einführung eines harmonisierten Berechnungsverfahrens gemäß Artikel 5 Abs.1 Satz 2 der Richtlinie 2002/49/EG /5/ anzuwenden.

ANMERKUNG 1: Die angegebenen Gleichungen dieser Vorschrift sind Zahlenwertgleichungen. Die Maßeinheiten sind Tabelle 1 zu entnehmen. Die errechneten Mittelungspegel und Lärmindizes L_{DEN} und L_{Night} sind auf eine Nachkommastelle zu runden.

ANMERKUNG 2: Die vorläufige Berechnungsmethode für den Umgebungslärm an Schienenwegen (VBUSch) berücksichtigt die meteorologische Dämpfung im langjährigen Mittel in Deutschland.

2 Abkürzungen; Maßeinheiten

Tabelle 1: Erläuterung der Abkürzungen und Symbole

Zeichen/ Begriff	Einheit / INDEX	Bedeutung	Verwendet in Gleichung
a_A	m	Abstand Hindernisoberkante-Immissionsort	(19), (20), (20a), (21)
a_B	m	Abstand zwischen zwei Hinderniskanten	(21)
a_Q	m	Abstand Emissionsort-Hindernisoberkante	(19), (20), (20a), (21)
a_R	m	Abstand Emissionsort-Reflektor	
Bf	-	Bahnhof	
C_0	-	Konstante zur Berechnung der Meteorologiedämpfung	(16)
D	dB	Pegeldifferenz ($D = \Delta L$)	
D_{Ae}	dB	“ durch Aerodynamik	(3), (7)
D_{Br}	dB	“ durch Brücken	(2)
D_{BM}	dB	“ durch Boden- und Meteorologiedämpfung	(9), (10), (14), (18)
$D_{Bü}$	dB	“ durch Bahnübergänge	(2)
D_D	dB	“ durch unterschiedliche Bremsbauarten	(2), (4)
D_e	dB	“ durch Schallschirme	(18)
D_{Fz}	dB	“ durch unterschiedliche Fahrzeugarten	(2)
D_{Fb}	dB	“ durch unterschiedliche Fahrbahnen	(2)
D_G	dB	“ durch Gehölz	(22)
D_I	dB	“ durch Richtwirkung (Directivity Index)	(9), (10), (11)
D_{Korr}	dB	Summe der Pegeldifferenzen gem. Kap. 7	(9), (10)
D_L	dB	Pegeldifferenz durch Luftabsorption	(9), (10), (13)
D_l	dB	“ durch unterschiedliche Zuglängen	(2), (3), (5)
D_{Met}	dB	“ durch Meteorologie	(9), (10), (15), (16)
D_{Ra}	dB	“ durch Gleisbögen mit engen Radien	(2)
$D_{R,1}$	dB	“ durch Einfachreflexion (Kap. 7.7)	
$D_{R,2}$	dB	“ durch Mehrfachreflexion (Kap. 7.7)	(23)
D_s	dB	“ durch Abstand	(9), (10), (12)
D_v	dB	“ durch unterschiedliche Geschwindigkeit	(2), (6)
d_p	m	der Abstand des Immissionsortes vom Mittelpunkt des Teilstücks, projiziert auf die horizontale Bodenebene	(15), (16)
δ	Grad	Winkel am Emissionsort zwischen s_k und der Gleis- bzw. Bereichsachse	(11)
EO	-	Emissionsort	
H	m	Höhe des Immissionsortes	(15), (16)
h	m	Mittlere Gebäudehöhe	(23)

Tabelle 1: (Fortsetzung) Erläuterung der Abkürzungen und Symbole

Zeichen/ Begriff	Einheit / INDEX	Bedeutung	Verwendet in Gleichung
h_m	m	Mittlere Höhe der Verbindungslinie Emissionsort – Immissionsort über Gelände	(14)
h_R	m	Höhe des Reflektors	
h_S	m	Höhe der Quelle über Gelände	(15), (16)
ICE	-	Intercity-Express (Triebzug)	
IO	-	Immissionsort, Ermittlungspunkt	
j	INDEX	Zähler für Gleise oder Bereiche	
k	INDEX	Zähler für Teilstücke	
K_W	dB	Witterungskorrektur	(18), (20), (20a)
L_{Day}	dB	Mittelungspegel Tag (6 – 18 Uhr)	(1)
$L_{Evening}$	dB	Mittelungspegel Abend (18 – 22 Uhr)	(1)
L_{Night}	dB	Mittelungspegel Nacht (22 – 6 Uhr)/Nacht-Lärmindex	(1)
L_{DEN}	dB	Tag-Abend-Nacht-Lärmindex	(1)
$L_{m,E}$	dB	Emissionspegel 25 m seitlich der Gleis-, Teilstück- bzw. Bereichsachse	(2), (3)
$L_{m,E,RS}$	dB	Emissionspegel aufgrund des Rad-Schiene-Geräusches	(2), (9)
$L_{m,E,Ae}$	dB	Emissionspegel aufgrund aerodynamischer Geräusche	(3), (10)
$L_{eq,Ges}$	dB	Gesamtmittelungspegel am Immissionsort	(17)
$L_{eq,RS}$	dB	Mittelungspegel am Immissionsort aufgrund des Rad-Schiene-Geräusches	(9)
$L_{eq,Ae}$	dB	Mittelungspegel am Immissionsort aufgrund aerodynamischer Geräusche	(10)
l_i	m	Summe der Länge der Züge der Klasse i je Stunde (Mittelwert über Tag, Abend oder Nacht)	(5)
l_k	m	Teilstücklänge	(8), (9), (10)
n_i	-	Mittlere Anzahl der Züge einer Zugklasse i/Std.	
p	%	Längenanteil scheibengebremster Fahrzeuge am Zug einschl. Lok	(4)
SO	-	Schienenoberkante	
s_0	m	horizontaler Abstand des Immissionsortes von der Gleisachse j bzw. Bereichsachse j	
$s_{\perp j}$	m	kürzester Abstand des Immissionsortes von der Gleisachse j bzw. von der Bereichsachse j	
s_k	m	Abstand des Immissionsortes vom Mittelpunkt einer Teilstrecke k	(8), (12), (13), (14), (19), (20), (20a), (21)
s_G	m	Summe der Weglängen des gekrümmten Schallstrahles mit $r = 5$ km durch Gehölz	(22)
v	km/h	Fahrgeschwindigkeit	(6), (7)
w	m	mittlerer Abstand zwischen den Häuserzeilen bzw. Stützmauern	(23)
z	m	Schirmwert	(18), (19), (20), (20a), (21)

3 Begriffe, Festlegungen

Lärmindizes

Lärmindizes sind der Tag-Abend-Nacht-Lärmindex (Day-Evening-Night) L_{DEN} und der Nacht-Lärmindex L_{Night} . Sie werden bestimmt aus den relevanten Emissionspegeln, den Pegeldifferenzen auf den jeweiligen Ausbreitungswegen und der Korrektur für die unterschiedliche tageszeitliche Störwirkung.

Der Tag-Abend-Nacht-Lärmindex L_{DEN} ist wie folgt definiert:

$$L_{DEN} = 10 \lg \frac{1}{24} \left(12 \cdot 10^{\frac{L_{Day}}{10}} + 4 \cdot 10^{\frac{L_{Evening} + 5}{10}} + 8 \cdot 10^{\frac{L_{Night} + 10}{10}} \right) \text{ dB.} \quad (1)$$

Hierbei gilt:

- L_{Day} ist der A-bewertete äquivalente Dauerschallpegel gemäß ISO 1996-2 /7/, wobei der Beurteilungszeitraum ein Jahr beträgt und die Bestimmungen an allen Kalendertagen am Tag erfolgen,
- $L_{Evening}$ ist der A-bewertete äquivalente Dauerschallpegel gemäß ISO 1996-2 /7/, wobei der Beurteilungszeitraum ein Jahr beträgt und die Bestimmungen an allen Kalendertagen am Abend erfolgen,
- L_{Night} ist der A-bewertete äquivalente Dauerschallpegel gemäß ISO 1996-2 /7/, wobei der Beurteilungszeitraum ein Jahr beträgt und die Bestimmungen an allen Kalendertagen in der Nacht erfolgen.

Der Nacht-Lärmindex L_{Night} ist der A-bewertete äquivalente Dauerschallpegel gemäß ISO 1996-2 /7/, wobei der Beurteilungszeitraum ein Jahr beträgt und die Bestimmungen an allen Kalendertagen in der Nacht erfolgen.

Ferner gilt:

- Ein Jahr ist das für die Lärmemission ausschlaggebende und ein hinsichtlich der Witterungsbedingungen durchschnittliches Jahr.
- Gemäß der Vierunddreißigsten Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über die Lärmkartierung - 34. BImSchV) entspricht der Tag einem Zeitraum von 12 Stunden (06.00 – 18.00 Uhr), der Abend einem Zeitraum von 4 Stunden (18.00 – 22.00 Uhr) und die Nacht einem Zeitraum von 8 Stunden (22.00 – 06.00 Uhr).

Frequenzbewertung A

Durch die Frequenzbewertung A nach DIN EN 61672-1 /8/ wird die Frequenzabhängigkeit der Empfindlichkeit des Gehörs näherungsweise berücksichtigt. Schallpegel mit dieser Frequenzbewertung werden A-bewertete Schallpegel oder auch A-Schallpegel L_A genannt. In dieser Berechnungsmethode wird immer mit A-bewerteten Schallpegeln gerechnet und deshalb der Index A bzw. der Zusatz „A-bewertet“ fortgelassen.

Mittelungspegel

Der Mittelungspegel nach DIN 45 641 /9/ dient zur Kennzeichnung der Stärke von Geräuschen mit zeitlich veränderlichen Schallpegeln. In seine Höhe gehen Stärke und Dauer jedes Schallereignisses während des Zeitraumes ein, über den gemittelt wird. Er entspricht dem A-bewerteten äquivalenten Dauerschallpegel gemäß ISO 1996-2 /7/.

Schallemission

Schallemission ist der von einer Schallquelle oder einer Ansammlung von Schallquellen (z.B. Eisenbahnstrecke) abgestrahlte Schall. Die Stärke der Schallemissionen wird durch den → Emissionspegel beschrieben.

Emissionspegel

Der Emissionspegel $L_{m,E,RS}$ bzw. $L_{m,E,Ae}$ in dB ist der → Mittelungspegel in 25 m Abstand, 3,5 m Höhe über SO von der Achse des betrachteten Gleises bei freier Schallausbreitung. Er dient als Ausgangsgröße für die Berechnung des → Mittelungspegels.

Schallimmission

Schallimmission ist der auf ein Gebiet oder einen Punkt eines Gebietes (→ Immissionsort) einwirkende Schall. Die Stärke der Schallimmission wird durch den → Mittelungspegel beschrieben.

Immissionsort (Ermittlungspunkt)

Der Immissionsort ist der Punkt in einer Höhe von $4,0 \pm 0,2$ m (3,8 - 4,2 m) über dem Boden, für den die Mittelungspegel zu berechnen sind.

4 Ausgangsdaten

Für die Berechnung sind Angaben erforderlich über:

- Fahrzeugarten (siehe hierzu Nummer 5.1)
- Bremsbauarten (siehe hierzu Nummer 5.2)
- Zuglängen und -zahlen (siehe hierzu Nummer 5.3)
- Geschwindigkeiten (siehe hierzu Nummer 5.4 und 5.5)
- Fahrbahnarten (siehe hierzu Nummer 5.6)
- Brücken (siehe hierzu Nummer 5.7)
- Bahnübergänge (siehe hierzu Nummer 5.8)
- Gleisbögen (Kurven) (siehe hierzu Nummer 5.9).

Die Angaben zu Fahrzeugarten, Zugzahlen, Zuglängen und Geschwindigkeiten (Betriebsprogramm/Fahrplan) müssen getrennt für Tag, Abend und Nacht vorliegen.

5 Berechnung des Emissionspegels

Zur Berechnung des Emissionspegels des Verkehrs auf einem Gleis oder einem Teilstück werden Züge gleicher Fahrzeugart (Nummer 5.1), mit gleichem Anteil schiebengebremsster Fahrzeuge (Nummer 5.2) und mit gleicher Geschwindigkeit (Nummer 5.4) zu Klassen i zusammengefasst. Für jedes Gleis j bzw. Teilstück k wird dann der Emissionspegel $L_{m,E}$ nach (2) und (3) berechnet.

$$L_{m,E,RS} = 10 \lg \left[\sum_i 10^{0,1(51+D_{Fz}+D_D+D_i+D_v)} \right] + D_{Fb} + D_{Br} + D_{Bü} + D_{Ra} \quad (2)$$

$$L_{m,E,Ae} = 10 \lg \left[\sum_i 10^{0,1(28+D_{Ae}+D_i)} \right] \quad (3)$$

Darin sind:

$L_{m,E,RS}$ Emissionspegel aufgrund des Rad-Schiene-Geräusches in Höhe von SO

$L_{m,E,Ae}$ Emissionspegel aufgrund des aerodynamischen Geräusches in Höhe von 4,5 m über SO für Geschwindigkeiten > 200 km/h

$D_{Fz}, D_D, D_i, D_v, D_{Ae}$ Pegeldifferenzen nach Nummer 5.1 bis 5.5

$D_{Fb}, D_{Br}, D_{Bü}, D_{Ra}$ Pegeldifferenzen nach Nummer 5.6 bis 5.9

Die Berechnung erfolgt getrennt für Tag, Abend und Nacht.

ANMERKUNG: D_{Fz} und D_D sind stets getrennt zu ermitteln und in (2) einzusetzen. Fahrzeuge der Baureihe 401 und 402 (ICE) werden von schiebengebremssten Triebköpfen angetrieben, die nicht Lokomotiven im Sinne dieser Richtlinie sind.

5.1 Einfluss der Fahrzeugarten

Durch D_{Fz} wird in (2) der Einfluss der Fahrzeugarten berücksichtigt. Werte sind Tabelle 2 zu entnehmen:

Tabelle 2: Einfluss der Fahrzeugart

Spalte	A	B
Zeile	Fahrzeugart	D_{Fz} *)
1	Fahrzeugart mit zulässigen Geschwindigkeiten $v > 100$ km/h mit <u>Radabsorbern</u> (Baureihe 401, 402)	- 3
2	Fahrzeuge mit <u>Radscheibenbremsen</u> (Baureihen 403, 420, 472)	- 2
3	Fahrzeuge mit <u>Radscheibenbremsen</u> (Bx-Wagen unter Einbeziehung der Lok)	- 1
4	U - Bahn	2
5	Straßenbahn	3
6	alle übrigen Fahrzeugarten	0

*) Für Fahrzeugarten, bei denen aufgrund besonderer Vorkehrungen eine weitergehende, dauerhafte Lärminderung nachgewiesen ist, können die der Lärminderung entsprechenden Korrekturwerte zusätzlich zu den Korrekturwerten D_{Fz} berücksichtigt werden.

5.2 Einfluss der Bremsbauart

Durch D_D wird in (2) der Einfluss der Bremsbauarten berücksichtigt:

$$D_D = 10 \lg(5 - 0,04 p) \quad (4)$$

Dabei ist p der prozentuale Anteil scheidengebremster Fahrzeuge an der Länge des Zuges einschl. Lok. Die Länge der Lok ist mit 20 m, die eines Reisezugwagens mit 26,4 m anzusetzen.

ANMERKUNG: Güterzüge werden in der Regel nur aus klotzgebremsten Fahrzeugen gebildet.

5.3 Einfluss der Zuglängen

Durch D_l wird in (2) und (3) der Einfluss der Anzahl und Längen der Züge berücksichtigt:

$$D_l = 10 \lg(0,01 l) \quad (5)$$

Dabei ist l die Summe der Längen aller Züge der Zugklassen i pro Stunde.

ANMERKUNG: Die Längen von Zügen gleicher Fahrzeugart gemäß Tabelle 2, gleichen Scheibenbremsanteils p und gleicher Geschwindigkeit v können bei der Berechnung der Zuglänge durch Addition der Einzellängen zusammengefasst werden.

5.4 Einfluss der Geschwindigkeit

Durch D_v wird in (2) der Einfluss der Geschwindigkeit berücksichtigt:

$$D_v = 20 \lg(0,01 v) \tag{6}$$

Dabei ist v die zulässige Streckengeschwindigkeit bzw. für Züge, die diese Geschwindigkeit nicht fahren dürfen, die jeweilige zulässige Fahrgeschwindigkeit.

5.5 Einfluss der Aerodynamik

Durch D_{Ae} wird in (3) der Einfluss der Aerodynamik berücksichtigt:

$$D_{Ae} = 50 \lg(0,01 v) \tag{7}$$

Dabei ist v die zulässige Streckengeschwindigkeit bzw. für Züge, die diese Geschwindigkeit nicht fahren dürfen, die jeweilige zulässige Fahrgeschwindigkeit.

Der Einfluss der Aerodynamik ist erst bei $v > 200$ km/h anzusetzen.

5.6 Einfluss der Fahrbahnarten

Durch D_{Fb} wird in (2) der Einfluss der Fahrbahnarten mit durchschnittlichem Zustand der Schienenfahrfläche berücksichtigt. Die Werte sind der Tabelle 3 zu entnehmen:

Tabelle 3: Einfluss der Fahrbahnarten

Spalte	A	B
Zeile	Fahrbahnart	$D_{Fb}^*)$
1	Gleiskörper mit Raseneindeckung - Straßenbahn	-2
2	Schotterbett - Holzschwelle	2
3	Schotterbett - Betonschwelle	2
4	Feste Fahrbahn - nicht absorbierend	5

*) Für Fahrbahnen, bei denen aufgrund besonderer Vorkehrungen eine weitergehende, dauerhafte Lärminderung nachgewiesen ist, können die der Lärminderung entsprechenden Korrekturwerte zusätzlich zu den Korrekturwerten D_{Fb} berücksichtigt werden.

ANMERKUNG 1: Für im Rahmen der Lärmvorsorge planfestgestelltes Besonders überwachtetes Gleis (BüG) sind die anzusetzenden Korrekturwerte D_{Fb} den jeweiligen Planfeststellungsbeschlüssen zu entnehmen.

ANMERKUNG 2: Unter „Besonders überwachten Gleisen“ (BüG) wird verstanden, dass diese Gleise in regelmäßigen Abständen auf evtl. Schallpegelzunahme überprüft und ggf. geschliffen werden.

5.7 Einfluss der Brücken

Der Einfluss von Brücken wird durch einen Zuschlag in (2) von $D_{Br} = 3$ dB für die Gleise auf der Brücke berücksichtigt.

5.8 Einfluss der Bahnübergänge

Im Bereich von Bahnübergängen ist für eine Teilstücklänge gleich der zweifachen Straßenbreite in (2) $D_{Bü} = 5$ dB zu setzen. Andere Korrekturen D_{Fb} sowie Korrekturen für „Besonders überwachtetes Gleis“ (BüG) sind dann nicht mehr anzuwenden.

ANMERKUNG: Für Immissionsorte, deren Abstand s_j bzw. s_k größer als das Zehnfache der Straßenbreite sind, kann der Einfluss der zusätzlichen Schallabstrahlung des Bahnüberganges vernachlässigt werden.

5.9 Einfluss der Kurven

Treten beim Befahren enger Kurvenradien Quietschgeräusche auf, so sind - soweit sie nicht durch technische Maßnahmen ausgeschlossen werden können - folgende Korrekturwerte D_{Ra} für den gesamten Kurvenabschnitt nach Tabelle 4 in Ansatz zu bringen.

Tabelle 4: Einfluss der Kurven

Spalte	A	B
Zeile	Kurvenradius	D_{Ra}
1	< 300m	8
2	von 300 m bis < 500 m	3
3	≥ 500 m	0

6 Berechnung des Mittelungspegels

Zur Berechnung des Mittelungspegels werden die Gleise bzw. Bereiche in Teilstücke k zerlegt. Die Teilstücklänge l_k ist gemäß (8) zu wählen:

$$0,01 s_k \leq l_k \leq 0,5 s_k \quad (8)$$

Darin ist

s_k der Abstand des Immissionsortes vom Mittelpunkt der Teilstrecke k .

ANMERKUNG: Es ist nicht erforderlich, l_k kleiner als $0,01 \cdot s_k$ zu wählen, weil die Genauigkeit dadurch nicht mehr verbessert wird. Die Beiträge von Teilstücken mit $s_k > 5000$ m können vernachlässigt werden.

Emissionsort ist der Mittelpunkt des jeweiligen Teilstücks. Für $L_{m,E,RS}$ liegt der Emissionsort auf Schienenoberkante (SO), für $L_{m,E,Ae}$ in Höhe von 4,5 m über SO.

Über die Länge der Teilstücke müssen $L_{m,E,RS,k}$, $L_{m,E,Ae,k}$ und die einzelnen Einflussgrößen nach Kap. 7 annähernd konstant sein.

Für die Ausarbeitung von Lärmkarten schreibt die Richtlinie 2002/49/EG /5/ eine Höhe des Ermittlungspunktes (Immissionsort) von $4,0 \pm 0,2$ m über dem Boden vor. Da die Lärmindizes aus den Mittelungspegeln nach (1) berechnet werden, gilt diese Höhenangabe für die Mittelungspegel ebenfalls.

Für jedes Teilstück k ist $L_{eq,RS,k}$ und $L_{eq,Ae,k}$ zu berechnen:

$$L_{eq,RS,k} = L_{m,E,RS,k} + 19,2 + 10 \lg l_k + D_{I,k} + D_{s,k} + D_{L,k} + D_{BM,k} - D_{met} + D_{Korr,k} \quad (9)$$

$$L_{eq,Ae,k} = L_{m,E,Ae,k} + 19,2 + 10 \lg l_k + D_{I,k} + D_{s,k} + D_{L,k} + D_{BM,k} - D_{met} + D_{Korr,k} \quad (10)$$

Darin sind

$L_{m,E,RS,k}$ der Emissionspegel aufgrund des Rad-Schiene-Geräusches nach (2),

$L_{m,E,Ae,k}$ der Emissionspegel aufgrund des aerodynamischen Geräusches nach (3),

l_k die Teilstücklänge,

$$D_{I,k} = 10 \lg (0,22 + 1,27 \sin^2 \delta_k) \quad (11)$$

die Pegeldifferenz durch Richtwirkung,

δ_k der Winkel am Emissionsort zwischen s_k und der Gleisachse
(s. Bild 1),

$$D_{s,k} = 10 \lg \frac{1}{2\pi s_k^2} \quad (12)$$

die Pegeldifferenz durch Abstand,

s_k der Abstand des Immissionsortes vom Mittelpunkt des Teilstücks,

$$D_{L,k} = - \frac{s_k}{200} \quad (13)$$

die Pegeldifferenz durch Luftabsorption,

$$D_{BM,k} = \frac{h_m}{s_k} \left(34 + \frac{600}{s_k} \right) - 4,8 \leq 0 \quad (14)$$

die Pegeldifferenz durch Boden- und Meteorologiedämpfung,

h_m die mittlere Höhe der Verbindungslinie Emissionsort-Immissionsort
über Gelände und für jedes Teilstück zu verwenden,

$$D_{met} = 0 \quad \text{für } d_p \leq 10 (h_s + H) \quad (15)$$

$$D_{met} = C_0 \left(1 - 10 (h_s + H) / d_p \right) \quad \text{für } d_p > 10 (h_s + H) \quad (16)$$

die Pegeldifferenz durch den Einfluss der Witterungsbedingungen,

$C_0 = 2$ für den Tag, $C_0 = 1$ für den Abend, $C_0 = 0$ für die Nacht,

h_s = die Höhe des Emissionsortes über Gelände,

H = die Höhe des Immissionsortes (4 m über Gelände),

d_p = der Abstand des Immissionsortes vom Mittelpunkt des Teilstücks, projiziert auf die horizontale Bodenebene (s. Bild 1),

$D_{korr,k}$ die Summe der nach Kap. 7 „Einflüsse auf dem Ausbreitungsweg“ anzusetzenden Pegeldifferenzen.

ANMERKUNG 1: Die Formeln für Ausbreitung und Abschirmung sind an VDI 2714 /10/ und VDI 2720 /11/ angelehnt.

ANMERKUNG 2: Die ersten 3 Terme der Gl. (9) und (10) können als Schalleistungspegel der Teilstrecke k (Punktschallquelle) interpretiert werden.

ANMERKUNG 3: Die Schienenoberkante ist wegen des 0,5 m hohen Schotterbettes 0,6 m über Gelände anzunehmen.

ANMERKUNG 4: Die zweite Schallquellenhöhe von $h = 4,5$ m über SO für aerodynamische Geräusche ist bei Geschwindigkeiten $v > 200$ km/h anzusetzen. Die in den Bildern 1 bis 7 dargestellten geometrischen Parameter sind dann entsprechend auch für die 2. Quellhöhe anzuwenden.

ANMERKUNG 5: δ_k ist als räumlicher Winkel zwischen Gleisachse und s_k anzusetzen (s. Bild 1). Bei Kurven ist der Winkel δ auf die Tangente an die Gleisachse im Emissionsort zu beziehen. Im nahezu ebenen Gelände ist es ausreichend, h_m als arithmetischen Mittelwert der Höhen des Emissionsortes und des Immissionsortes über Gelände zu bestimmen.

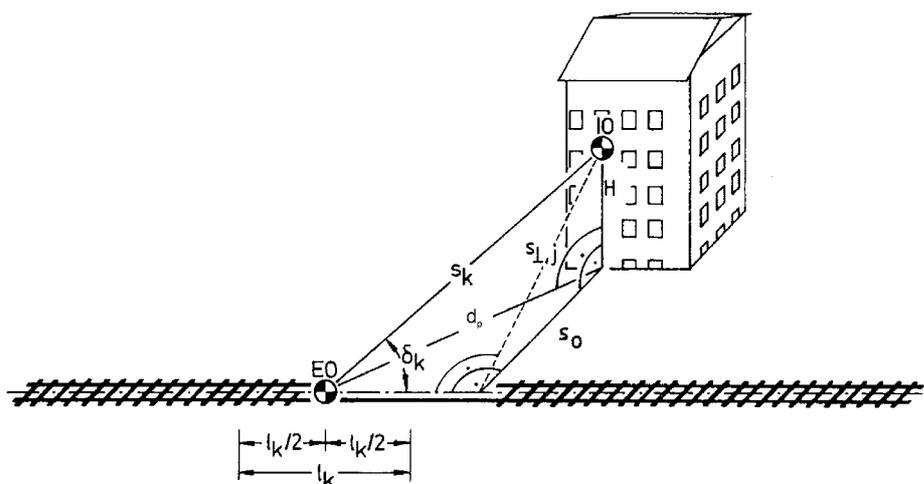


Bild 1: Zur Definition des Winkels δ_k

Der Gesamtmittelungspegel an einem Immissionsort ergibt sich aus den Mittelungspegeln $L_{eq,RS,k}$ und $L_{eq,Ae,k}$ aller Teilstücke und Bereiche k durch energetische Addition nach (17):

$$L_{eq,ges} = 10 \lg \left(\sum_k 10^{0,1 L_{eq,RS,k}} + \sum_k 10^{0,1 L_{eq,Ae,k}} \right). \quad (17)$$

ANMERKUNG: Die Berechnung von $L_{eq,ges}$ erfolgt getrennt für Tag, Abend und Nacht.

7 Einflüsse auf dem Ausbreitungsweg

Die Summe der nach Kap. 7.1 bis 7.7 berechneten $D_e, D_B, D_G, D_{R,1}$ und $D_{R,2}$ ist als $D_{Korr,k}$ in (9) und (10) einzusetzen.

7.1 Abschirmung

Die Pegeldifferenz $D_{e,k}$ einer Abschirmung ist für jedes Teilstück k nach (18) zu berechnen:

$$D_{e,k} = - \left(10 \lg \left(3 + 60 z_k K_{W,k} \right) + D_{BM,k} \right) \leq 0 \quad (18)$$

mit $z_k > -0,033$.

Darin sind

$D_{BM,k}$ die Pegelminderung durch Boden- und Meteorologiedämpfung nach (14),

$$z_k = a_{Q,k} + a_{A,k} - s_k \quad (19)$$

der Schirmwert, d. h. der Umweg über das Hindernis (s. Bild 2)

mit

$a_{Q,k}$ Abstand Emissionsort - Hindernisoberkante,

$a_{A,k}$ Abstand Hindernisoberkante - Immissionsort,

s_k Abstand Emissionsort - Immissionsort.

Wenn das Hindernis die Sichtverbindungsline zwischen Emissionsort und Immissionsort nicht überragt, ist z mit negativem Vorzeichen zu versehen;

$K_{W,k}$ Witterungskorrektur nach (20)

$$K_{w,k} = 10^{-\frac{1}{2,3 \cdot 2000} \sqrt{\frac{a_{Q,k} a_{A,k} s_k}{2 z_k}}} \quad (20)$$

Für $z < 0$ ist $K_w = 1$ zu setzen.

ANMERKUNG: $K_{w,k}$ kann auch auf der Basis der natürlichen Zahl e berechnet werden:

$$K_{w,k} = e^{-\frac{1}{2000} \sqrt{\frac{a_{Q,k} a_{A,k} s_k}{2 z_k}}} \quad (20 a)$$

Geht die direkte Verbindungslinie Emissionsort - Immissionsort nicht durch das Hindernis hindurch, kann trotzdem ein Schirmwert z bestimmt werden. Der Zahlenwert ist dann mit dem Vorzeichen „Minus“ zu versehen. Schirmwerte z bis $-0,033$ ergeben noch eine Pegelminderung durch das Hindernis.

ANMERKUNG 1: Für die Wirkung von Abschirmungen ist der Umweg über das Hindernis gegenüber der direkten Verbindungslinie Emissionsort - Immissionsort maßgebend. Die Differenz beider wird Schirmwert genannt und errechnet sich nach (19).

ANMERKUNG 2: Sind keine Abschirmungen vorhanden, ist $D_e = 0$ zu setzen.

ANMERKUNG 3: Bei Brücken ist zu beachten, dass die von der Brückenkonstruktion selbst stammende Abstrahlung durch eine Schallschutzwand über SO nicht verringert wird.

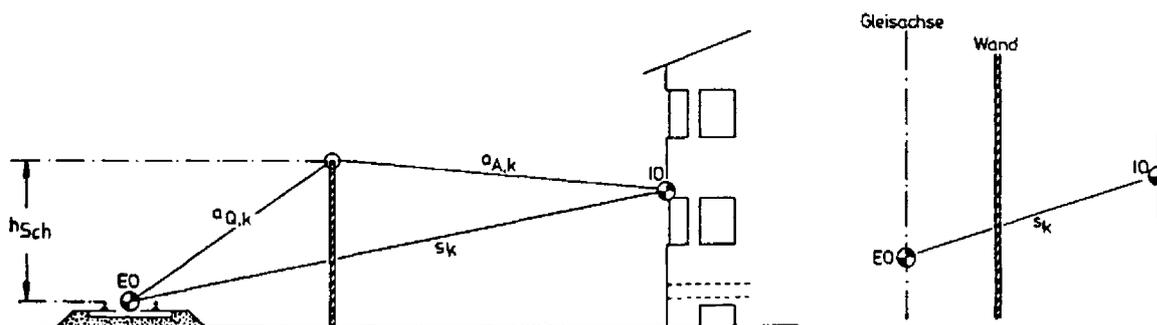


Bild 2: Größen zur Berechnung des Schirmwertes an einer Schallschutzwand

7.2 Abschirmwirkung bei Mehrfachbeugung

Bei Gebäuden, Schallschutzwällen und Dämmen wird der Schirmwert nach (21) berechnet:

$$z_k = a_{Q,k} + a_{A,k} + a_{B,k} - s_k \tag{21}$$

$a_{B,k}$ ist der Abstand zwischen den beeinflussenden Hinderniskanten (s. auch Bild 3). Für die Berechnung der Witterungskorrektur K_W nach (20) wird $a_{B,k}$ zum größeren der beiden Abstände $a_{Q,k}$ bzw. $a_{A,k}$ addiert. Die Pegeldifferenz $D_{e,k}$ wird nach (18) berechnet.

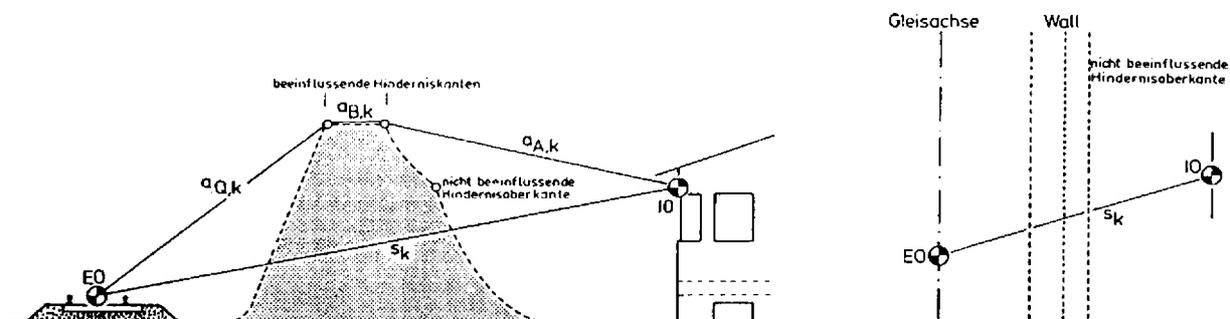


Bild 3: Größen zur Berechnung des Schirmwertes an einem Schallschuttwall

7.3 Strecken in Dammlage

Bei Strecken auf Dämmen ist für Immissionsorte, die tiefer liegen als SO, ggf. die pegelmindernde Wirkung der Dammkante nach Kap. 7.1 zu berücksichtigen (s. Bild 4).

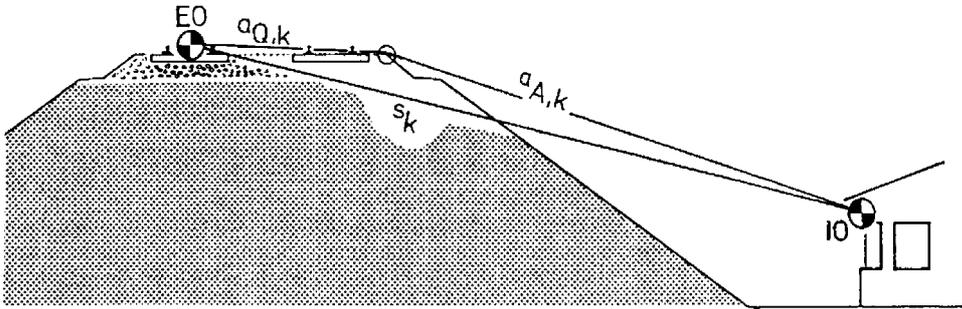


Bild 4: Größen zur Berechnung des Schirmwertes an einem Damm

7.4 Einschnitte

Für Einschnitte ist $D_{e,k}$ nach Kap. 7.1 zu berechnen (s. Bild 5).

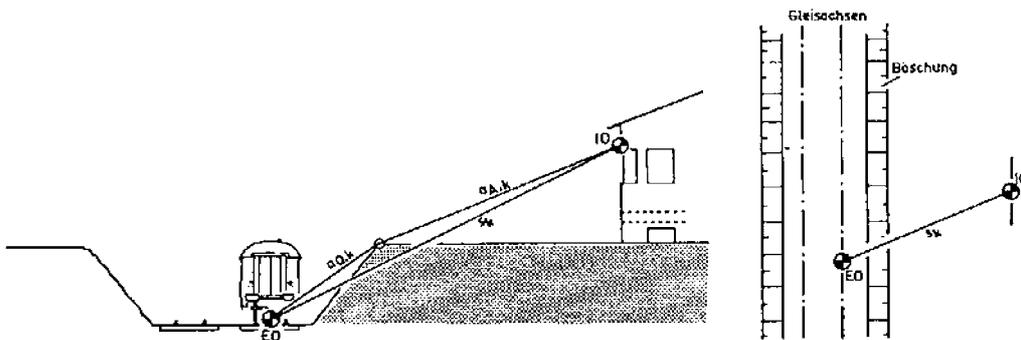


Bild 5: Größen zur Berechnung des Schirmwertes an einer geneigten Böschung

7.5 Gebäude

Die Abschirmung durch Gebäude wird nach Abschnitt 7.2 berechnet (s. Bild 6). Zur möglichen Pegelerhöhung auf der gegenüberliegenden Seite durch Reflexion siehe Abschnitt 7.7.

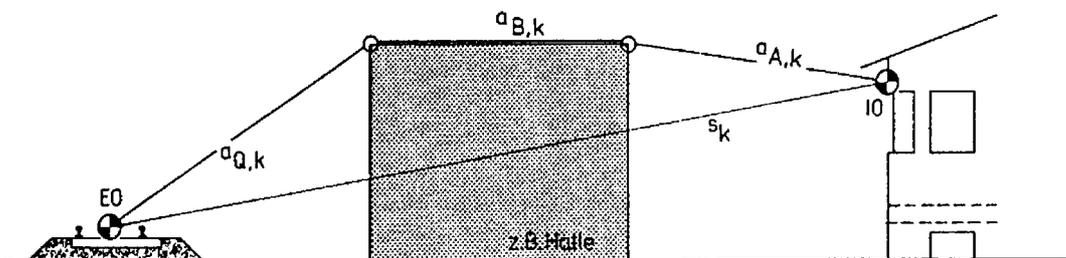


Bild 6: Größen zur Berechnung des Schirmwertes an Gebäuden

7.6 Gehölz

Die durch dichten Wald mit bleibender Unterholzausbildung verursachte Pegeldifferenz D_G kann wie folgt berücksichtigt werden:

$$D_G = -0,05 s_{G,k} \geq -5 \quad (22)$$

Darin ist $s_{G,k}$ die Projektion in die Horizontalebene derjenigen Weglängen, die der gekrümmte Schallstrahl mit $r = 5$ km auf dem Weg Emissionsort - Immissionsort durch Gehölz zurücklegt (s. Bild 7).

ANMERKUNG: Spürbare Pegelminderungen werden meist erst bei längeren Schallausbreitungswegen durch Gehölz erreicht. Angaben in der Literatur über die Wirkung verschiedener Gehölzarten und -anordnungen streuen stark. Die Pegelminderung durch Bodenabsorption bei Schallausbreitung über niedrig bewachsenen Bodenflächen wird nicht berücksichtigt.

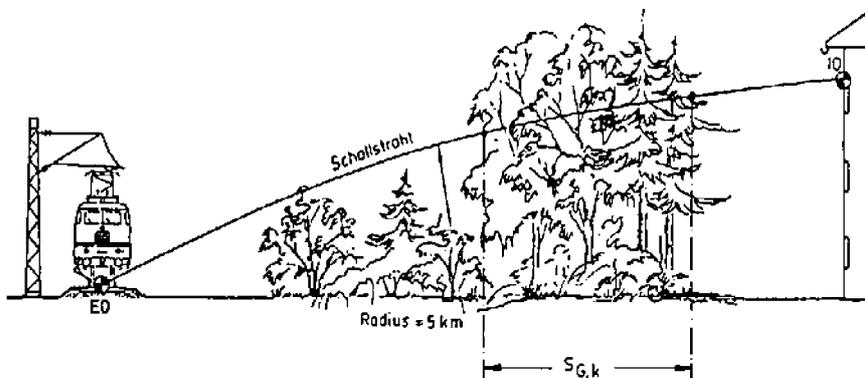


Bild 7: Schallausbreitung durch Gehölz

7.7 Reflexionen

Durch einfache Reflexionen an nicht schallabsorbierenden Stützmauern, Hausfassaden oder anderen Flächen kann der Beurteilungspegel auf der gegenüberliegenden Seite erhöht werden. Reflexionen an nicht schallabsorbierenden Flächen sind zu berücksichtigen, wenn die Höhe h_R der reflektierenden Fläche der Bedingung $h_R \geq 0,3 \sqrt{a_R}$ genügt, wobei a_R der Abstand zwischen Emissionsort und Reflektor ist und zwischen Reflektor und Immissionsort keine Abschirmung vorhanden ist. Zur Berücksichtigung der Reflexion wird die Schiene an der reflektierenden Fläche gespiegelt. Das Verfahren zur Berücksichtigung von Spiegelschallquellen aufgrund einfacher Reflexion ist in VDI 2714 /10/, Kapitel 7.1 beschrieben.

Die Schallemissionen $L_{m,E,RS,k}$ und $L_{m,E,Ae,k}$ der Spiegelschallquelle sind dabei gegenüber der Originalschallquelle um den Wert $D_{R,1,k}$ zu korrigieren.

Tabelle 5: Korrektur $D_{R,1}$ zur Berücksichtigung der Absorptionseigenschaften von reflektierenden Flächen

Spalte	A	B
Zeile	Reflexionsart	$D_{R,1}$
1	Glatte Gebäudefassaden	-1
2	Gegliederte Hausfassaden	-2
3	Absorbierende Lärmschutzwände	-4
4	Hochabsorbierende Lärmschutzwände	-8

Wenn ein Teilstück zwischen beidseitigen parallelen reflektierenden Stützmauern oder weitgehend geschlossenen Häuserzeilen (Lückenanteil < 30%) verläuft, sind zusätzlich zur ersten Reflexion die Mittelungspegel $L_{eq,RS,k}$ und $L_{eq,Ae,k}$ in diesem Bereich aufgrund von Mehrfachreflexionen um den Wert $D_{R,2,k}$ zu erhöhen, der nach (23) berechnet wird:

$$D_{R,2,k} = 4 \frac{h}{w} \leq 3,2 \quad (23)$$

Darin sind

h die mittlere Gebäudehöhe

w der mittlere Abstand zwischen den Häuserzeilen bzw. Stützmauern.

Bei der Ermittlung der Mittelungspegel an einer Fassade ist nur der einfallende Schall und nicht der an dieser Fassade reflektierte Schall zu berücksichtigen

ANMERKUNG: $D_{R,2,k}$ findet hauptsächlich für den Nahverkehr in Stadtstraßen Anwendung.

8 Personenbahnhöfe

Die Emissionspegel von Zug- und Rangierfahrten in Personenbahnhöfen werden vereinfachend nach Kap. 5 wie für die freie Strecke berechnet. Abschirmungen durch Bahnsteigkanten u. ä. sind nicht zu berücksichtigen; ebenso nicht die Emissionen von Karrenfahrten, Lautsprecheransagen u. ä.

Dabei ist anzusetzen

- die außerhalb des Personenbahnhofs zulässige Streckengeschwindigkeit bzw. für Züge, die diese nicht fahren dürfen, die jeweilige zulässige Fahrgeschwindigkeit,
- bei Rangierfahrten jedoch 35 km/h.

ANMERKUNG 1: Messungen /12/ haben ergeben, dass hiernach bei kleineren Bahnhöfen, in denen die meisten Züge durchfahren, ein geringfügig zu hoher, in großen Bahnhöfen, in denen die meisten Züge halten, ein bis zu 5 dB(A) höherer Emissionspegel berechnet wird. In den gemessenen Mittelungspegeln nach /12/ sind bahnhofspezifische Geräusche, wie Türeenschlagen, Karrenfahrten, Lautsprecheransagen, Anfahrgeräusche von Diesellok, Bremsgeräusche usw., ferner bahnhofspezifische Abschirmungen wie Bahnsteigkanten, Bahnsteigdächer usw. bereits enthalten.

ANMERKUNG 2: Die Fahrgeschwindigkeit bei Rangierfahrten wird zur Berücksichtigung des Anfahrpegels der Dieselerangierlok und evtl. pegelerhöhender Fahrflächenfehler der in den Abstellgleisen verlegten Schienen mit 35 km/h statt mit 25 km/h angesetzt.

9 Quellenverzeichnis

- /1/ Vierunddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über die Lärmkartierung – 34. BImSchV), vom 6. März 2006
- /2/ Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG), Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge, September 2002 in der Fassung der Bekanntmachung vom 24. Juni 2005
- /3/ Sechzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrslärmschutzverordnung - 16. BImSchV), vom 12. Juni 1990
- /4/ INFORMATION Deutsche Bundesbahn · Bundesbahn-Zentralamt München - AKUSTIK 03, Richtlinie zur Berechnung der Schallimmissionen von Schienenwegen, Schall03, Ausgabe 1990
- /5/ Richtlinie 2002/49/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Juni 2002 über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm (EU - Umgebungslärmrichtlinie)
- /6/ M. Klemenz und B. Barsikow: Abschirmwirkung von Schallschutzwänden bei Hochgeschwindigkeitszügen; Bericht 4, Arbeitspaket 3: Modellrechnungen und Vorschläge zur Modifikation der Schall 03. Umweltbundesamt, Forschungsvorhaben 296 55 215, Dezember 1998
- /7/ ISO 1996-2: 1998, Beuth-Verlag GmbH, 10772 Berlin
- /8/ DIN EN 61672-1:2003 Elektroakustik – Schallpegelmesser, Teil 1: Anforderungen
- /9/ DIN 45641, Bl. 1, Mittelung von Schallpegeln, Juni 1990
- /10/ VDI 2714, Schallausbreitung im Freien, Januar 1988
- /11/ VDI 2720, Bl. 1, Schallschutz durch Abschirmung im Freien, März 1997
- /12/ Studie über die Schallemissionen von Bahnhöfen im Vergleich mit der freien Strecke (Bahnhofstudie 2); Forschungsvorhaben im Auftrag des Bundesministers für Verkehr und des Bundesbahn-Zentralamtes München, Müller-BBM GmbH, Planegg, 17.01.1986

**Vorläufige Berechnungsmethode für den
Umgebungslärm an Straßen
(VBUS)**

Inhaltsübersicht

	Seite
1 Anwendungsbereich und Zielsetzung	32
2 Begriffe, Definitionen, Abkürzungen und Symbole	33
3 Berechnung des Mittelungspegels	36
3.1 Immissionspegel von mehreren Quellen	37
3.2 Mittelungspegel einer Straße	37
3.3 Mittelungspegel eines Fahrstreifens	38
3.4 Mittelungspegel eines Teilstücks	39
3.5 Emissionspegel	39
3.5.1 Mittelungspegel $L_m^{(25)}$	40
3.5.2 Geschwindigkeitskorrektur	41
3.5.3 Straßenoberfläche	42
3.5.4 Steigungen und Gefälle	42
3.6 Abstand und Luftabsorption	43
3.7 Boden- und Meteorologiedämpfung	43
3.8 Mehrfachreflexion	44
3.9 Abschirmung	45
3.10 Berücksichtigung von unterschiedlichen Ausbreitungsbedingungen	46
3.11 Berücksichtigung von Einfachreflexionen	47

1 Anwendungsbereich und Zielsetzung

Mit der „Vorläufigen Berechnungsmethode für den Umgebungslärm an Straßen (VBUS)“ können die Lärmindizes L_{DEN} (Tag-Abend-Nacht-Lärmindex) und L_{Night} (Nacht-Lärmindex) der 34. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über die Lärmkartierung – 34. BImSchV) für den Straßenverkehr berechnet werden, die für die Kartierung von Umgebungslärm nach § 47c des Bundes-Immissionsschutzgesetzes benötigt werden.

Die VBUS gilt nicht für Schallberechnungen nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz (Verkehrslärmschutzverordnung – 16. BImSchV).

Die VBUS ist angelehnt an die „Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen (RLS-90)“, wurde jedoch an die Erfordernisse der Anhänge I und II der Richtlinie 2002/49/EG angepasst. Dies beinhaltet die ausschließliche Berücksichtigung von A-bewerteten äquivalenten Dauerschallpegeln ohne Beurteilungszu- oder -abschläge, die Berücksichtigung eines für die Lärmemission ausschlaggebenden und hinsichtlich der Witterungsbedingungen durchschnittlichen Jahres sowie die Lage der Ermittlungspunkte für die Immissionspegel.

Die VBUS ist bis zur verbindlichen Einführung eines harmonisierten Berechnungsverfahrens gemäß Artikel 5 Abs. 1 Satz 2 der Richtlinie 2002/49/EG anzuwenden.

2 Begriffe, Definitionen, Abkürzungen und Symbole

In dieser Berechnungsmethode werden folgende Begriffe, Definitionen, Abkürzungen und Symbole verwendet:

Schallpegel, A-Schallpegel L

Unter dem Schallpegel L in Dezibel (dB) wird hier der Schalldruckpegel nach DIN 1320 verstanden. Der A-bewertete Schalldruckpegel L_A in dB bzw. L in dB(A) – auch A-Schallpegel genannt – ist ein nach DIN EN 60651 frequenzbewerteter Schallpegel. Durch die A-Bewertung wird die frequenzabhängige Empfindlichkeit des Gehörs berücksichtigt.

Hier wird nur mit A-bewerteten Schallpegeln gerechnet und deshalb zur Vereinfachung am Symbol „ L “ der Index „A“ fortgelassen.

Mittelungspegel L_m

Unter dem Mittelungspegel L_m in dB(A) (auch: energieäquivalenter Dauerschallpegel L_{eq}) wird hier der in DIN 45641 definierte zeitliche Mittelwert des A-Schallpegels verstanden:

$$L_m = 10 \cdot \lg \left[\frac{1}{T_m} \int_{T_m} 10^{\frac{L(t)}{10}} dt \right] \quad (1)$$

mit

T_m	Mittelungszeitraum
Tag:	12 Stunden von 06.00-18.00 Uhr
Abend:	4 Stunden von 18.00-22.00 Uhr
Nacht:	8 Stunden von 22.00-06.00 Uhr
$L(t)$	Schallpegel in dB(A) zur Zeit t

Schallemission, Emissionspegel $L_{m,E}$, Emissionsort

Abstrahlung von Schall aus einer oder mehreren Schallquellen. Die Schallemission des Verkehrs auf einer Straße oder einem Fahrstreifen wird durch den Emissionspegel $L_{m,E}$ gekennzeichnet. Das ist der Mittelungspegel in 25 m Abstand von ihrer (seiner) Achse und einer Höhe von 4 m bei freier Schallausbreitung in ebenem Gelände.

Der für die Berechnung des Emissionspegels maßgebende Emissionsort (Schallquelle) ist in 0,5 m Höhe über der Mitte der Straße oder des Fahrstreifens anzunehmen.

Tabelle 1: Erläuterungen der Abkürzungen und Symbole

Zeichen	Einheit	Bedeutung
A_i	m	Für $i = 1$: Abstand ¹ des Emissionsortes von der Beugungskante des ersten Hindernisses Für $i \neq 1$: Abstand der Beugungskante des $(i - 1)$ -ten Hindernisses von der Beugungskante des i -ten Hindernisses
A'_i	m	Für $i = 1$: Abstand des Emissionsortes von dem um Δh_1 erhöhten Durchstoßpunkt des ersten Hindernisses Für $i \neq 1$: Abstand des um Δh_{i-1} erhöhten Durchstoßpunktes des $(i - 1)$ -ten Hindernisses von dem um Δh_i erhöhten Durchstoßpunkt des i -ten Hindernisses
a_i	m	Entfernung ² Emissionsort zum Hindernis i
a_R	m	Entfernung zwischen Emissionsort und einer reflektierenden Fläche
B	m	Abstand der letzten (n -ten) Beugungskante vom Immissionsort
B'	m	Abstand des Immissionsortes von dem um Δh_n erhöhten Durchstoßpunkt des letzten (n -ten) Hindernisses
b_i	m	Entfernung Hindernis i zum Immissionsort
C_0	m	meteorologische Korrektur
DTV	Kfz/24 h	Durchschnittliche Tägliche Verkehrsstärke
Δh_i	m	Änderung der Höhe der Abschirmeinrichtung i aufgrund der parabolischen Krümmung der Schallstrahlen
D	dB(A)	Differenz der Mittelungspegel $L_{Lkw} - L_{Pkw}$
D_B	dB(A)	Pegelländerung durch topographische Gegebenheiten und bauliche Maßnahmen
D_{BM}	dB(A)	Pegelländerung durch Boden- und Meteorologiedämpfung
D_E	dB(A)	Korrektur zur Berücksichtigung der Absorptionseigenschaften von reflektierenden Flächen
D_l	dB(A)	Korrektur zur Berücksichtigung der Teilstücklänge
D_{met}	dB(A)	meteorologische Korrektur für unterschiedliche Ausbreitungsbedingungen
D_{refl}	dB(A)	Pegelerhöhung durch Mehrfachreflexion
D_s	dB(A)	Pegelländerung durch unterschiedliche Abstände
D_{Stg}	dB(A)	Korrektur für Steigungen und Gefälle
D_{StrO}	dB(A)	Korrektur für unterschiedliche Straßenoberflächen
D_v	dB(A)	Korrektur für unterschiedliche zulässige Höchstgeschwindigkeiten
D_z	dB(A)	Abschirmmaß eines Lärmschirmes
F	m ²	Fläche zwischen Schallstrahl und Boden
g	%	Längsneigung
γ	m	Parabolische Krümmung
h_{Beb}	m	mittlere Höhe von baulichen Anlagen
$h_{D,i}$	m	Höhe des Durchstoßpunktes des i -ten Hindernisses, bezogen auf die Straßenoberfläche
h_{GE}	m	Höhe des Emissionsortes über Grund ($\hat{=}$ Straßenoberfläche)
h_{GI}	m	Höhe des Immissionsortes über Grund
h_i	m	Höhe des i -ten Hindernisses, bezogen auf die Straßenoberfläche
h_m	m	mittlerer Abstand zwischen dem Grund und der Verbindungslinie zwischen Emissions- und Immissionsort
h_R	m	Höhe einer reflektierenden Fläche
h_{SI}	m	Höhe des Immissionsortes, bezogen auf die Straßenoberfläche

¹Dreidimensionaler Abstand zweier Punkte im Raum

²Projektion des dreidimensionalen Abstands auf die horizontale Ebene.

i	–	Index des Hindernisses, beginnend an der Straße
$L(t)$	dB(A)	Schallpegel zur Zeit t
L_m	dB(A)	$L(t)$
L_{Day}	dB(A)	Mittelungspegel für die Zeit von 06.00 bis 18.00 Uhr
L_{DEN}	dB(A)	Tag-Abend-Nacht-Index (day-evening-night)
$L_{Evening}$	dB(A)	Mittelungspegel für die Zeit von 18.00 bis 22.00 Uhr
$L_m^{(25)}$	dB(A)	Mittelungspegel für Standardbedingungen (s. Abschnitt 3.5.1)
$L_{m,n}$	dB(A)	Mittelungspegel des nahen äußeren Fahrstreifens
$L_{m,f}$	dB(A)	Mittelungspegel des fernen äußeren Fahrstreifens
$L_{m,i}$	dB(A)	Mittelungspegel für ein Teilstück
$L_{m,E}$	dB(A)	Emissionspegel
L_{Night}	dB(A)	Mittelungspegel für die Zeit von 22.00 bis 06.00 Uhr
L_{Pkw}	dB(A)	Mittelungspegel für 1 Pkw/h
L_{Lkw}	dB(A)	Mittelungspegel für 1 Lkw/h
l	m	Abschnittslänge
M	Kfz/h	maßgebende stündliche Verkehrsstärke
N	–	Anzahl der Hindernisse
p	%	maßgebender Lkw-Anteil (über 3,5 t zulässiges Gesamtgewicht)
s	m	Abstand zwischen Emissions- und Immissionsort
s_0	m	Entfernung zwischen Emissions- und Immissionsort
T_m	h	Mittelungszeitraum
v_{Lkw}	km/h	zulässige Höchstgeschwindigkeit für Lkw
v_{Pkw}	km/h	zulässige Höchstgeschwindigkeit für Pkw
w	m	Abstand der reflektierenden Flächen voneinander
z	m	Schirmwert

Schallimmission, Immissionsort

Einwirken von Schall auf ein Gebiet oder einen Punkt eines Gebietes, den Immissionsort. Die Stärke der Schallimmission wird durch den Mittelungspegel gekennzeichnet.

Die Höhe des Immissionsortes zur Ermittlung von L_{DEN} ist im Fall von Berechnungen zur Ausarbeitung von Lärmkarten für die Lärmbelastung in Gebäuden und in der Nähe von Gebäuden auf $4,0 \pm 0,2$ m (3,8 – 4,2 m) über dem Boden festgelegt.

3 Berechnung des Mittelungspegels

Die Stärke der Schallemission von einer Straße oder einem Fahrstreifen (beschrieben durch den Emissionspegel $L_{m,E}$) wird nach dieser Berechnungsmethode aus der Verkehrsstärke, dem Lkw-Anteil, der zulässigen Höchstgeschwindigkeit, der Art der Straßenoberfläche und der Gradienten (Längsneigung) berechnet.

Die Höhe des Schallpegels an einem Immissionsort hängt außerdem noch vom Abstand zwischen Immissions- und Emissionsort (Schallquelle) und von der mittleren Höhe des Strahls von der Quelle zum Immissionsort über dem Boden ab. Sie kann außerdem durch Reflexionen (z. B. an Hausfronten oder Stützmauern) verstärkt oder durch Abschirmung (z. B. durch Lärmschutzwände, Wälle, Gebäude, Geländeerhebungen oder durch Tieflage der Straße) verringert werden.

Der Einfluss der Straßennässe wird nicht berücksichtigt.

Der Mittelungspegel von Verkehrsgeräuschen wird getrennt für Tag, Abend und Nacht berechnet:

- L_{Day} für die Zeit von 6.00 bis 18.00 Uhr,
- L_{Evening} für die Zeit von 18.00 bis 22.00 Uhr und
- L_{Night} für die Zeit von 22.00 bis 6.00 Uhr.

Der Berechnung werden über alle Tage des Jahres gemittelte durchschnittliche tägliche Verkehrsstärken (DTV) und Lkw-Anteile p zugrunde gelegt.

Unterschiede in den meteorologischen Ausbreitungsbedingungen am Tag, abends und in der Nacht werden mit einer zusätzlichen Korrektur D_{met} berücksichtigt.

Tag-Abend-Nacht-Index L_{DEN}

Der Tag-Abend-Nacht-Index (Day-Evening-Night) L_{DEN} in Dezibel (dB) ist wie folgt definiert:

$$L_{\text{DEN}} = 10 \cdot \lg \frac{1}{24} \left(12 \cdot 10^{\frac{L_{\text{Day}}}{10}} + 4 \cdot 10^{\frac{L_{\text{Evening}}+5}{10}} + 8 \cdot 10^{\frac{L_{\text{Night}}+10}{10}} \right) \quad (2)$$

Hierbei gilt:

- L_{Day} ist der A-bewertete äquivalente Dauerschallpegel gemäß ISO 1996-2: 1987, wobei der Mittelungszeitraum ein Jahr beträgt und die Bestimmungen an allen Kalendertagen am Tag erfolgen;
- L_{Evening} ist der A-bewertete äquivalente Dauerschallpegel gemäß ISO 1996-2: 1987, wobei der Mittelungszeitraum ein Jahr beträgt und die Bestimmungen an allen Kalendertagen am Abend erfolgen;
- L_{Night} ist der A-bewertete äquivalente Dauerschallpegel gemäß ISO 1996-2: 1987, wobei der Mittelungszeitraum ein Jahr beträgt und die Bestimmungen an allen Kalendertagen in der Nacht erfolgen.

Ein Jahr ist das für die Lärmemission ausschlaggebende und ein hinsichtlich der Witterungsbedingungen durchschnittliches Jahr.

Ein Vergleich von Messwerten mit den nach dieser Berechnungsmethode berechneten Werten ist nicht ohne weiteres möglich.

In allen Gleichungen in dieser Berechnungsmethode sind Längen in m, Geschwindigkeiten in km/h, Pegel und Pegeldifferenzen in dB(A) einzusetzen.

Mittelungspegel und Lärmindizes sind auf 0,1 dB(A) zu runden.

3.1 Immissionspegel von mehreren Quellen

Befindet sich ein Immissionsort im Einwirkungsbereich von mehr als einer Quelle, so sind für alle Quellen j (auch Spiegelschallquellen - siehe Abschnitt 3.11) die Mittelungspegel $L_{m,j}$ zu berechnen und daraus der Gesamtmittelungspegel nach der Gleichung

$$L_m = 10 \cdot \lg \sum_j 10^{\frac{L_{m,j}}{10}} \quad (3)$$

zu bestimmen.

3.2 Mittelungspegel einer Straße

Zur Berechnung des Mittelungspegels einer mehrstreifigen Straße wird je eine Schallquelle in 0,5 m Höhe über den Mitten der beiden äußeren Fahrstreifen angenommen (Abbildung 1). Für diese werden die Mittelungspegel getrennt berechnet und energetisch zum Mittelungspegel L_m an der Straße

$$L_m = 10 \cdot \lg \left[10^{\frac{L_{m,n}}{10}} + 10^{\frac{L_{m,f}}{10}} \right] \quad (4)$$

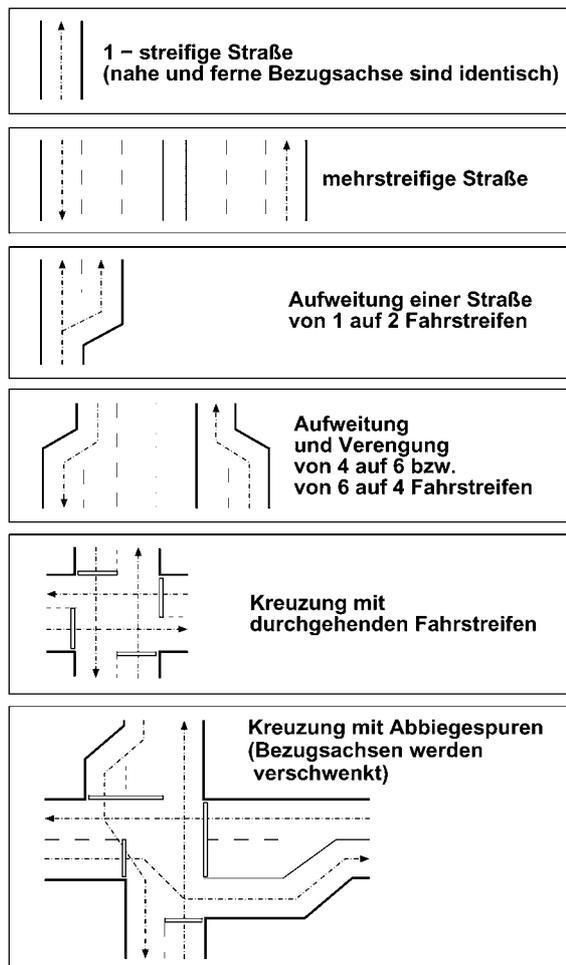


Abbildung 1: Fahrstreifen für die Berechnung des Mittelungspegels

zusammengefasst, mit

$L_{m,n}$ Mittelungspegel des nahen äußeren Fahrstreifens

$L_{m,f}$ Mittelungspegel des fernen äußeren Fahrstreifens.

Bei einstreifigen Straßen fallen ferner und naher Fahrstreifen zusammen.

3.3 Mittelungspegel eines Fahrstreifens

Zur Berechnung des Mittelungspegels L_m eines Fahrstreifens wird dieser in annähernd gerade Teilstücke i unterteilt. Die Teilstücke sind so zu wählen, dass über die Länge jedes einzelnen die Emission und die Ausbreitungsbedingungen annähernd konstant sind. Der Emissionsort wird in der Mitte des Teilstücks in 0,5 m Höhe über dem Fahrstreifen angenommen. Die Länge l_i eines Teilstückes darf höchstens $0,5 \cdot s_i$ sein, wobei s der Abstand des Immissionsortes vom Emissionsort ist. Für jedes Teilstück i ist der Mittelungspegel

$L_{m,i}$ getrennt nach Abschnitt 3.4 zu berechnen. Diese Pegel sind energetisch zum Mittelungspegel zusammenzufassen:

$$L_m = 10 \cdot \lg \sum_i 10^{\frac{L_{m,i}}{10}} \quad (5)$$

3.4 Mittelungspegel eines Teilstücks

Der Mittelungspegel $L_{m,i}$ eines Teilstücks ist

$$L_{m,i} = L_{m,E} + D_l - D_s - \max[D_{BM}, D_z] + D_{refl} + D_{met} \quad (6)$$

mit

$L_{m,E}$	Emissionspegel nach Abschnitt 3.5 für das Teilstück
D_l	Korrektur zur Berücksichtigung der Teilstück-Länge: $D_l = 10 \cdot \lg(l)$
D_s	Pegeländerung nach Abschnitt 3.6 zur Berücksichtigung des Abstandes und der Luftabsorption
D_{BM}	Pegeländerung nach Abschnitt 3.7 zur Berücksichtigung der Boden- und Meteorologiedämpfung
D_z	Abschirmmaß nach 3.9
D_{refl}	Pegelerhöhung nach Abschnitt 3.8 durch Mehrfachreflexion bei Fahrstreifen zwischen parallelen Wänden (Straßenschluchten, Troglagen)
D_{met}	Pegeländerung nach Abschnitt 3.10 durch Anpassung der Witterungsbedingung von leichtem Wind-(etwa 3 m/s) von der Straße zum Immissionsort und/oder Temperaturinversion auf Langzeitmittelung.

3.5 Emissionspegel

Der Emissionspegel ist

$$L_{m,E} = L_m^{(25)} + D_v + D_{StrO} + D_{Stg} + D_E \quad (7)$$

mit

$L_m^{(25)}$	Mittelungspegel nach Abschnitt 3.5.1
D_v	Korrektur nach Abschnitt 3.5.2 für unterschiedliche zulässige Höchstgeschwindigkeiten
D_{StrO}	Korrektur nach Abschnitt 3.5.3 für unterschiedliche Straßenoberflächen
D_{Stg}	Zuschlag nach Abschnitt 3.5.4 für Steigungen und Gefälle
D_E	Korrektur nach Abschnitt 3.11 (nur bei Spiegelschallquellen).

3.5.1 Mittelungspegel $L_m^{(25)}$

Der Mittelungspegel $L_m^{(25)}$ gilt für folgende Randbedingungen:

- horizontaler Abstand: 25 m
- Straßenoberfläche: nicht geriffelter Gussasphalt
- zulässige Höchstgeschwindigkeit: 100 km/h
- Gradiente: Steigung oder Gefälle $\leq 5 \%$
- Schallausbreitung: freie Schallausbreitung mit $h_m = 2,25$ m, entsprechend einer Höhe des Immissionsortes von 4 m (siehe Abschnitte 3.6 und 3.7)

Der Mittelungspegel $L_m^{(25)}$ ist

$$L_m^{(25)} = 37,3 + 10 \cdot \lg [M \cdot (1 + 0,082 \cdot p)] \quad (8)$$

mit

M maßgebende stündliche Verkehrsstärke nach Tabelle 2 für einstreifige Straßen. Bei mehrstreifigen Straßen ist M zu gleichen Teilen auf die beiden äußeren Fahrstreifen aufzuteilen

p maßgebender Lkw-Anteil in % nach Tabelle 2 (Lkw mit einem zulässigen Gesamtgewicht über 3,5 t).

Auf die Anwendung der Tabelle 2 ist zu verzichten, wenn geeignete projektbezogene Untersuchungsergebnisse vorliegen, die zur Ermittlung

- der stündlichen Verkehrsstärke M (in Kfz/h) und
- des mittleren Lkw-Anteils p (über 3,5 t zulässiges Gesamtgewicht) in % am Gesamtverkehr

für die Zeiträume zwischen 6.00 - 18.00 Uhr, 18.00 - 22.00 Uhr bzw. 22.00 - 6.00 Uhr als Mittelwert für alle Tage des Jahres herangezogen werden können.

Tabelle 2: Maßgebende Verkehrsstärke M in Kfz/h und maßgebende Lkw-Anteile p (über 3,5 t zulässiges Gesamtgewicht) in %

	Straßengattung	tags (6.00-18.00 Uhr)		abends (18.00-22.00 Uhr)		nachts (22.00-6.00 Uhr)	
		M [Kfz/h]	p [%]	M [Kfz/h]	p [%]	M [Kfz/h]	p [%]
		2	3	4	5	6	7
1	Bundesautobahnen	$0,062 \cdot DTV$	25	$0,042 \cdot DTV$	35	$0,014 \cdot DTV$	45
2	Bundesstraßen	$0,062 \cdot DTV$	20	$0,042 \cdot DTV$	20	$0,011 \cdot DTV$	20
3	Landes-, Kreis-, und Gemeindeverbindungsstraßen	$0,062 \cdot DTV$	20	$0,042 \cdot DTV$	15	$0,008 \cdot DTV$	10
4	Gemeindestraßen	$0,062 \cdot DTV$	10	$0,042 \cdot DTV$	6,5	$0,011 \cdot DTV$	3

3.5.2 Geschwindigkeitskorrektur

Durch die Korrektur D_v werden von 100 km/h abweichende zulässige Höchstgeschwindigkeiten berücksichtigt:

$$D_v = L_{Pkw} - 37,3 + 10 \cdot \lg \left[\frac{100 + \left(10^{\frac{D}{10}} - 1\right) \cdot p}{100 + 8,23 \cdot p} \right] \quad (9)$$

$$L_{Pkw} = 27,7 + 10 \cdot \lg \left[1 + (0,02 \cdot v_{Pkw})^3 \right]$$

$$L_{Lkw} = 23,1 + 12,5 \cdot \lg (v_{Lkw})$$

$$D = L_{Lkw} - L_{Pkw}$$

mit

- v_{Pkw} zulässige Höchstgeschwindigkeit für Pkw, jedoch mindestens 30 km/h und höchstens 130 km/h,
- v_{Lkw} zulässige Höchstgeschwindigkeit für Lkw, jedoch mindestens 30 km/h und höchstens 80 km/h,
- L_{Pkw}, L_{Lkw} Mittelungspegel für 1 Pkw/h bzw. 1 Lkw/h.

3.5.3 Straßenoberfläche

Die Korrektur D_{StrO} für unterschiedliche Straßenoberflächen erfolgt nach Tabelle 3.

Tabelle 3: Korrektur D_{StrO} für unterschiedliche Straßenoberflächen

	Straßenoberfläche	D_{StrO}^*) in dB(A) bei zulässiger Höchstgeschwindigkeit von			
		30 km/h	40 km/h	≥ 50 km/h	> 60 km/h
	1	2	3	4	
1	nicht geriffelte Gussasphalte, Asphaltbetone oder Splittmastixasphalte	0,0	0,0	0,0	
2	Betone oder geriffelte Gussasphalte	1,0	1,5	2,0	
3	Pflaster mit ebener Oberfläche	2,0	2,5	3,0	
4	Sonstiges Pflaster	3,0	4,5	6,0	
5	Betone nach ZTV Beton 78 mit Stahlbesenstrich mit Längsglätter				1,0
6	Betone nach ZTV Beton-StB 01 mit Waschbetonoberfläche sowie mit Jutetuch-Längstexturierung				-2,0
7	Asphaltbetone $< 0/11$ und Splittmastixasphalte $0/8$ und $0/11$ ohne Absplittung				-2,0
8	Offenporige Asphaltdeckschichten, die im Neubau einen Hohlraumgehalt $> 15\%$ aufweisen				
	- mit Kornaufbau $0/11$				-4,0
	- mit Kornaufbau $0/8$				-5,0

*) Für lärm mindernde Straßenoberflächen, bei denen aufgrund neuer bautechnischer Entwicklungen eine dauerhafte Lärminderung nachgewiesen ist, können auch andere Korrekturwerte D_{StrO} berücksichtigt werden.

3.5.4 Steigungen und Gefälle

Steigungen und Gefälle werden durch

$$D_{Stg} = 0,6 \cdot |g| - 3 \quad \text{für } |g| > 5\%$$

$$D_{Stg} = 0 \quad \text{für } |g| \leq 5\%$$

berücksichtigt, mit

g Längsneigung des Fahrstreifens in %.

3.6 Abstand und Luftabsorption

Der Einfluss des Abstandes und der Luftabsorption wird berücksichtigt durch

$$D_s = 20 \cdot \lg(s) + s/200 - 11,2 \quad (10)$$

mit

s Abstand zwischen Immissions- und Emissionsort.

3.7 Boden- und Meteorologiedämpfung

Die Pegeländerung durch Boden- und Meteorologiedämpfung bei freier Schallausbreitung ist

$$D_{BM} = 4,8 - (h_m/s) \cdot (34 + 600/s) \geq 0. \quad (11)$$

Der mittlere Abstand zwischen dem Grund und der Verbindungslinie zwischen Emissions- und Immissionsort h_m wird bestimmt aus dem Quotienten vom Flächenintegral F und dem Laufweg zwischen Emissionsort und Immissionsort (s. Abbildung 2).

$$h_m = \frac{F}{s} \quad (12)$$

mit

h_m mittlerer Abstand zwischen dem Grund und der Verbindungslinie zwischen Emissions- und Immissionsort

s Laufweg zwischen Emissionsort und Immissionsort

F Fläche zwischen Laufweg und Boden

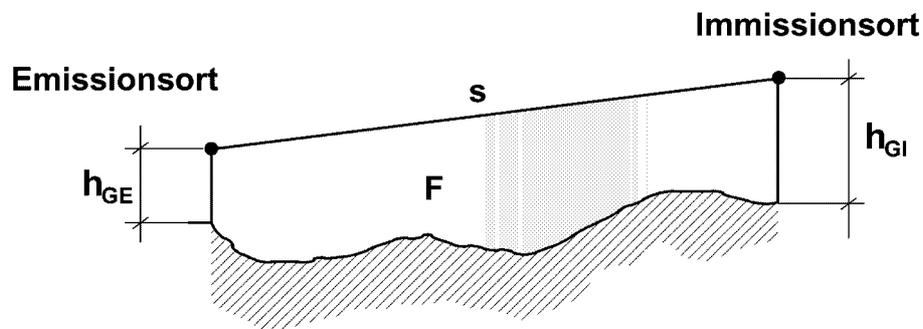


Abbildung 2: Mittlere Höhe h_m

3.8 Mehrfachreflexion

Verläuft ein Teilstück zwischen parallelen, reflektierenden Stützmauern, Lärmschutzwänden oder geschlossenen Hausfassaden (Lückenanteil < 30%), erhöht sich der Mittelungspegel zusätzlich zur ersten Reflexion nach Abschnitt 3.11 (Abbildung 3) um

$$D_{refl} = 4 \cdot h_{Beb} / w \leq 3,2 \quad (13)$$

mit

h_{Beb} mittlere Höhe der Stützmauern, Lärmschutzwände oder Hausfassaden. Sind diese nicht auf beiden Straßenseiten gleich hoch, ist die mittlere Höhe der niedrigeren Flächen anzusetzen.

w Abstand der reflektierenden Flächen voneinander.

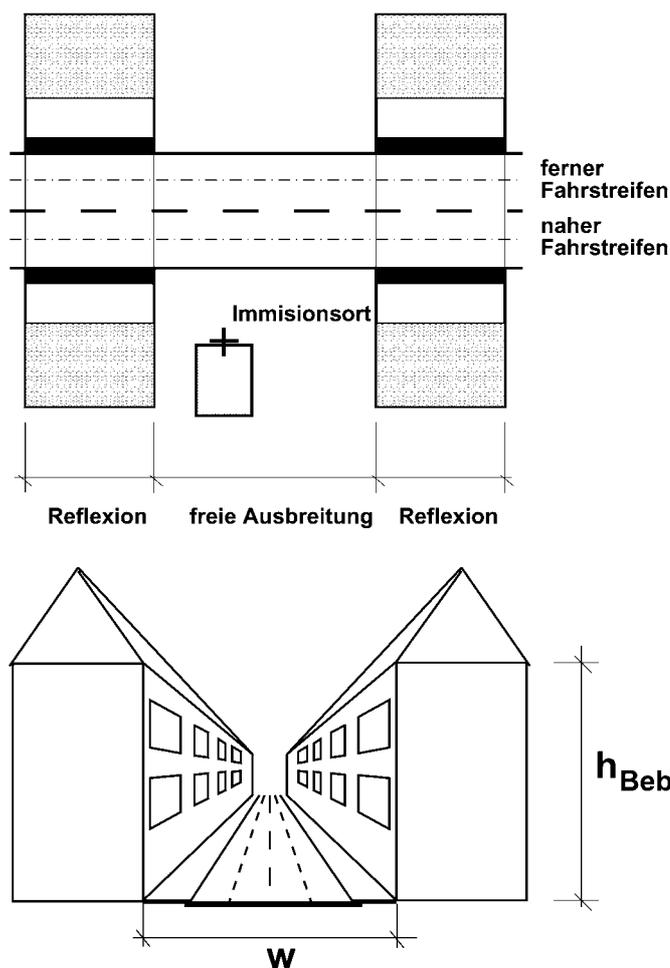


Abbildung 3: Erläuterung zur Pegelerhöhung durch Mehrfachreflexion

Sind die Lärmschutzwände oder Stützmauern absorbierend (siehe ZTV-Lsw 88¹), ist

$$D_{refl} = 2 \cdot h_{Beb}/w \leq 1,6 \quad (14)$$

Bei hochabsorbierenden Lärmschutzwänden (siehe ZTV-Lsw 88) wird die Mehrfachreflexion vernachlässigt.

3.9 Abschirmung

Eine Pegelminderung durch Abschirmung tritt erst dann ein, wenn die Verbindungslinie zwischen Emissions- und Immissionsort mindestens tangiert wird. Der Effekt der Strahlenkrümmung wird durch eine Verlagerung der Beugungskante um Δh berücksichtigt (s. Abbildung 4).

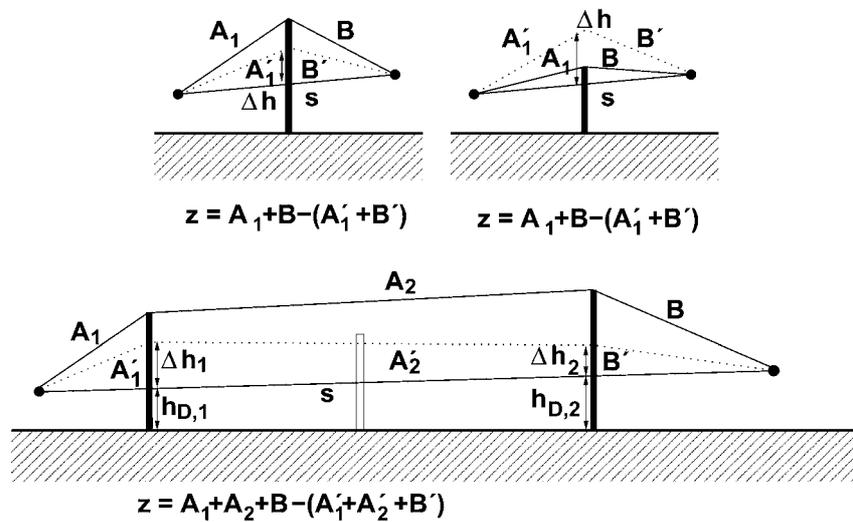


Abbildung 4: Erläuterung der Abschirmung

$$D_z = \begin{cases} 10 \cdot \lg[3 + 60 \cdot z] & \text{für } z > -\frac{1}{30} \\ 0 & \text{sonst} \end{cases} \quad (15)$$

$$z = \sum_i A_i + B - \left(\sum_i A_i' + B' \right) \quad (16)$$

$$h_{D,i} = h_{GE} + \frac{a_i}{s_0} (h_{SI} - h_{GE}) \quad (17)$$

$$\Delta h_i = \frac{a_i \cdot b_i}{2 \cdot \gamma} \cdot \left(\frac{s}{s_0} \right)^2 \quad (18)$$

$$\gamma = \begin{cases} 1000 & \text{für } s \leq 125 \text{ m} \\ 8 \cdot s & \text{für } s > 125 \text{ m} \end{cases} \quad (19)$$

¹Zusätzliche Technische Vorschriften und Richtlinien für die Ausführung von Lärmschutzwänden an Straßen, Allgemeines Rundschreiben Straßenbau Nr. 8/1988, 18.3.1988

mit

i	Index des Hindernisses $i = 1 \dots n$, beginnend an der Straße
a_i	Entfernung Emissionsort zum Hindernis i
b_i	Entfernung Hindernis i zum Immissionsort
A_i	Für $i = 1$: Abstand des Emissionsortes von der Beugungskante des ersten Hindernisses Für $i \neq 1$: Abstand der Beugungskante des $(i - 1)$ -ten Hindernisses von der Beugungskante des i -ten Hindernisses
A'_i	Für $i = 1$: Abstand des Emissionsortes von dem um Δh_1 erhöhten Durchstoßpunkt des ersten Hindernisses Für $i \neq 1$: Abstand des um Δh_{i-1} erhöhten Durchstoßpunktes des $(i - 1)$ -ten Hindernisses von dem um Δh_i erhöhten Durchstoßpunkt des i -ten Hindernisses
B	Abstand der letzten (n -ten) Beugungskante vom Immissionsort
B'	Abstand des Immissionsortes von dem um Δh_n erhöhten Durchstoßpunkt des letzten (n -ten) Hindernisses
Δh_i	Änderung der Höhe der Abschirmeinrichtung i aufgrund der parabolischen Krümmung der Schallstrahlen
γ	Parabolische Krümmung
h_i	Höhe des Hindernisses, bezogen auf die Straßenoberfläche
$h_{D,i}$	Höhe des Durchstoßpunktes des Hindernisses, bezogen auf die Straßenoberfläche
h_{SI}	Höhe des Immissionsortes, bezogen auf die Straßenoberfläche
s	Abstand zwischen Emissions- und Immissionsort
s_0	Entfernung zwischen Emissions- und Immissionsort
z	Schirmwert (siehe Abbildung 4)

Befinden sich mehrere Hindernisse zwischen Emissions- und Immissionsort, so kann Mehrfachbeugung auftreten (siehe Abbildung 4 unten). Zu berücksichtigen ist die Abschirmwirkung jener Hindernisse, die von einem Gummiband berührt werden, das vom Emissionsort zum Immissionsort über die Hindernisse gespannt wird.

Innerhalb des Teilstückes darf sich die Höhe der Beugungskante über der Achse des Fahrstreifens um nicht mehr als 0,2 m und die senkrechte Entfernung der Beugungskante von der Fahrstreifenmitte um nicht mehr als 0,5 m ändern. Andernfalls ist das Teilstück weiter zu unterteilen.

3.10 Berücksichtigung von unterschiedlichen Ausbreitungsbedingungen

Je nach Tageszeit herrschen unterschiedliche Ausbreitungsbedingungen des Schalls in der Atmosphäre vor. Die Pegeländerung ist

$$D_{met} = \begin{cases} 0 & \text{für } s_0 \leq 10 \cdot (h_{GE} + h_{GI}) \\ -C_0 \cdot [1 - 10 \cdot (h_{GE} + h_{GI}) / s_0] & \text{für } s_0 > 10 \cdot (h_{GE} + h_{GI}) \end{cases} \quad (20)$$

mit der in Tabelle 4 angegebenen meteorologischen Korrektur.

Tabelle 4: Meteorologische Korrektur

	Meteorologische Korrektur	C_0 [dB(A)]
	1	2
1	Tag	2,0
2	Abend	1,0
3	Nacht	0,0

3.11 Berücksichtigung von Einfachreflexionen

Trifft Schall auf Stützmauern, Hausfassaden oder andere Flächen, wird er reflektiert. Dadurch kann sich der Mittelungspegel an einem Immissionsort erhöhen. Reflexionen sind zu berücksichtigen, wenn die Höhe h_R der reflektierenden Fläche der Bedingung $h_R \geq 0,3 \cdot \sqrt{a_R}$ genügt, wobei a_R die Entfernung zwischen Quelle und Reflektor ist.

Zur Berücksichtigung der Reflexion wird die Straße (Originalschallquelle) an der reflektierenden Fläche gespiegelt. Vom Immissionsort aus gesehen scheint sich hinter der reflektierenden Wandfläche eine zusätzliche Schallquelle (Spiegelschallquelle) zu befinden (Abbildung 5, Fall a). Es ist zu beachten, dass von der Spiegelschallquelle nur das Teilstück wirksam ist, von dem aus die „Schallstrahlen“ zum Immissionsort durch die reflektierende Fläche hindurch verlaufen (Strahlen 1 und 2 in Abbildung 5, Fall b). Diese Bedingung ist z. B. für den Strahl 3 in Abbildung 5, Fall b nicht erfüllt.

Diffus reflektierter Schall wird vernachlässigt.

Abbildung 6 enthält Beispiele zur Konstruktion von Spiegelschallquellen. In Abbildung 6a) wird ein kurzes Straßenstück an einem längeren Reflektor gespiegelt. In Abbildung 6b) und c) werden lange Straßen an einem kurzen Reflektor gespiegelt. Von der Originalstraße ist jeweils das Straßenstück gekennzeichnet (Originalschallquelle), dem eine für den Immissionsort wirksame Spiegelschallquelle entspricht.

Bei der Berechnung des Mittelungspegels sind Spiegelschallquellen wie Originalschallquellen zu behandeln. Da aber bei der Reflexion Energieverluste auftreten, wird bei den Spiegelschallquellen mit einem durch den Summanden D_E (siehe Gleichung 7 und Tabelle 5) korrigierten Emissionspegel gerechnet.

Tabelle 5: Korrektur zur Berücksichtigung der Absorptionseigenschaften von reflektierenden Flächen (nur bei Spiegelschallquellen)

	Reflexionsart	D_E [dB(A)]
	1	2
1	glatte Gebäudefassaden und reflektierende Lärmschutzwände	-1
2	gegliederte Hausfassaden (z.B. Fassaden mit Erkern, Balkonen etc.)	-2
3	absorbierende Lärmschutzwände	-4
4	hochabsorbierende Lärmschutzwände	-8

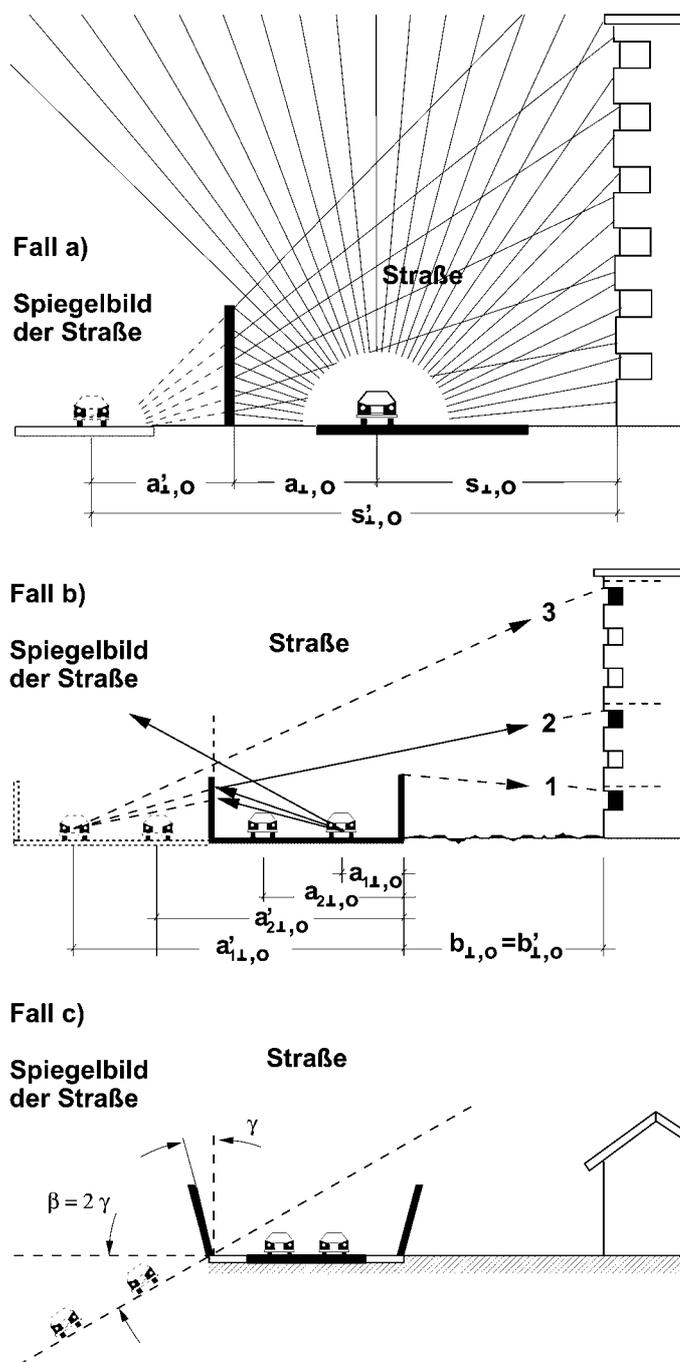
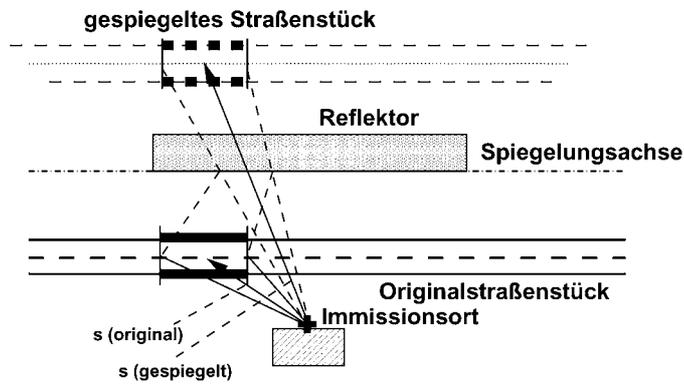


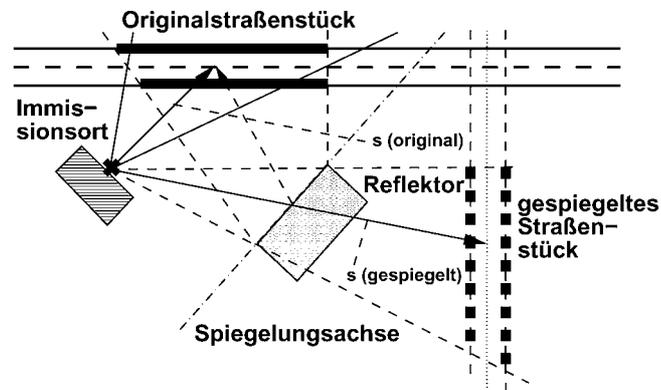
Abbildung 5: Spiegelung von Schallquellen

Bei Straßen, die zwischen parallelen Wänden verlaufen (z. B. Straßen in Troglage, Straßen zwischen Lärmschutzwänden oder Straßen zwischen Häuserfronten) wird nur die erste Reflexion durch D_E berücksichtigt, die weiteren Reflexionen durch den Zuschlag D_{refl} nach Abschnitt 3.8.

Fall a)



Fall b)



Fall c)

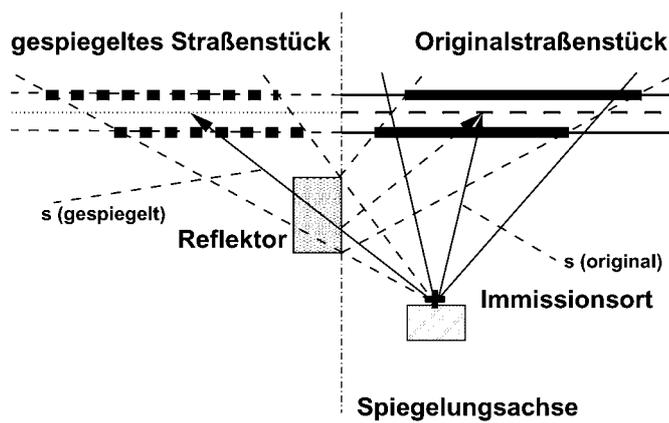


Abbildung 6: Beispiele für die Konstruktion von Spiegelschallquellen

**Vorläufige Berechnungsmethode
für den Umgebungslärm an Flugplätzen
(VBUF)
– Anleitung zur Berechnung (VBUF-AzB) –**

Inhaltsübersicht

	Seite
1 Anwendungsbereich und Zielsetzung	52
2 Berechnungsvorschrift der EG-Richtlinie zur Erstellung von Lärmkarten an Flugplätzen	52
3 Beschreibung des Berechnungsverfahrens	53
4 Bezugssystem	55
4.1 Koordinatensystem der Landesvermessung	55
4.2 Lokales Koordinatensystem	55
4.3 Koordinatentransformation	55
4.4 Streckenkoordinaten	55
5 Flugzeugklassen	56
5.1 Zivile Flugzeugklassen	56
5.2 Weitere Flugzeugklassen	57
5.3 Kenngrößen der Flugzeugklassen	57
5.3.1 Oktavpegel O_n	58
5.3.2 Richtungsfaktor R_n	58
5.3.3 Flugzeugklassenbezugspunkt P_F	58
5.3.4 Zusatzpegel $Z(\sigma')$	58
5.3.5 Fluggeschwindigkeit $V(\sigma')$	58
5.3.6 Flughöhe $H(\sigma')$	58
5.4 Daten der Flugzeugklassen	58
6 Flugstrecken	110
6.1 Kenngrößen der Flugstrecken	110
6.1.1 Anfangspunkt einer Flugstrecke	110
6.1.2 Flugkorridorbreite $b_i(\sigma)$	110
6.1.3 Flugzeugdichte $D_i(\sigma)$	111
6.1.4 Flughöhe $h(\sigma)$	111
6.2 Arten von Flugstrecken	111
6.2.1 Abflugstrecken	111
6.2.2 Anflugstrecken	111
6.2.3 Platzrunden	112
6.2.4 Hubschrauberstrecken	114
6.2.5 Weitere Flugstrecken	114
7 Berechnung	114
7.1 Feststellung eines Vorbeifluges am Immissionsort P	114
7.2 Vorbeifluggeometrie	115
7.3 Berechnung des höchsten Schallpegels $L_k(s, \sigma, \alpha)$ eines Vorbeifluges	116
7.3.1 Umrechnung des Oktavspektrums von der Bezugsebene s_0 auf die Entfernung s bei Luft-Boden-Schallausbreitung	117
7.3.2 Berechnung der Oktavpegelminderung $B_n(s)$ bei Boden-Boden-Schallausbreitung	117
7.3.3 Berechnung des A-bewerteten Schallpegels $L_A(s)$ bei Luft-Boden-Schallausbreitung und $L_B(s)$ bei Boden-Boden-Schallausbreitung	117
7.3.4 Berechnung des höchsten A-bewerteten Schallpegels $L(s, \sigma, \alpha)$ bei einem Vorbeiflug	118
7.3.5 Herstellung eines stetigen Übergangs von einem Datensatz zu einem anderen Datensatz	118
7.4 Berechnung der Geräuschkdauer $t(s, \sigma)$ eines Vorbeifluges	118
7.5 Berechnung der Lärmindizes L_{DEN} und L_{Night} am Immissionsort P	120
7.6 Berechnung von Kurven mit konstantem Lärmindex L_{DEN} bzw. L_{Night}	120
7.6.1 Allgemeine Beschreibung	120
7.6.2 Ermittlung von Kurvenpunkten in der Bezugsebene	121
7.6.3 Besonderheiten im Kurvenverlauf	121
8 Tabellenblätter	123
9 Formelzeichen	174

1 Anwendungsbereich und Zielsetzung

Mit der „Vorläufigen Berechnungsmethode für den Umgebungslärm an Flugplätzen (VBUF)“ können die Lärmindizes L_{DEN} (Tag-Abend-Nacht-Lärmindex) und L_{Night} (Nacht-Lärmindex) der 34. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über die Lärmkartierung – 34. BImSchV) für den Flugverkehr berechnet werden, die für die Kartierung von Umgebungslärm nach § 47c des Bundes-Immissionsschutzgesetzes benötigt werden.

Die VBUF gilt nicht für Schallberechnungen nach dem Gesetz zum Schutz gegen Fluglärm (Fluglärmschutzgesetz) und dem Luftverkehrsgesetz.

Die VBUF ist angelehnt an die Bestimmungen zur Ermittlung von Lärmschutzbereichen an zivilen Flugplätzen (Anleitung zur Berechnung (AzB) und Datenerfassungssystem (DES)), wurde jedoch an die Erfordernisse der Anhänge I und II der Richtlinie 2002/49/EG angepasst. Dies beinhaltet die ausschließliche Berücksichtigung von A-bewerteten äquivalenten Dauerschallpegeln ohne Beurteilungszu- oder -abschläge, die Berücksichtigung eines für die Lärmemission ausschlaggebenden und hinsichtlich der Witterungsbedingungen durchschnittlichen Jahres sowie die Lage der Ermittlungspunkte für die Immissionspegel.

Die VBUF besteht aus zwei Teilen, und zwar dem „Datenerfassungssystem (VBUF-DES)“ und der „Anleitung zur Berechnung (VBUF-AzB)“.

Wesentliche Anpassungen der AzB an die Erfordernisse der Richtlinie sind insbesondere die Einführung der Berechnungsgleichungen für die Lärmindizes L_{DEN} und L_{Night} sowie die Aktualisierung der akustischen und flugbetrieblichen Daten (Datensätze) der zivilen Flugzeugklassen. Sofern im Einzelfall an den zivilen Flugplätzen Flugbewegungen militärischer Luftfahrzeuge zu berücksichtigen sind, sind die diesbezüglichen Regelungen der AzB anzuwenden.

Die VBUF ist bis zur verbindlichen Einführung eines harmonisierten Berechnungsverfahrens gemäß Artikel 5 Abs. 1 Satz 2 der Richtlinie 2002/49/EG anzuwenden.

2 Berechnungsvorschrift der EG-Richtlinie zur Erstellung von Lärmkarten an Flugplätzen

Der Tag-Abend-Nacht-Lärmindex (Day-Evening-Night) L_{DEN} in Dezibel (dB) ist wie folgt definiert:

$$L_{DEN} = 10 \lg \frac{1}{24} \left(12 \cdot 10^{\frac{L_{Day}}{10}} + 4 \cdot 10^{\frac{L_{Evening} + 5}{10}} + 8 \cdot 10^{\frac{L_{Night} + 10}{10}} \right)$$

Hierbei gilt:

- L_{Day} ist der A-bewertete äquivalente Dauerschallpegel gemäß ISO 1996-2: 1987, wobei der Beurteilungszeitraum ein Jahr beträgt und die Bestimmungen an allen Kalendertagen am Tage erfolgen;
- $L_{Evening}$ ist der A-bewertete äquivalente Dauerschallpegel gemäß ISO 1996-2: 1987, wobei der Beurteilungszeitraum ein Jahr beträgt und die Bestimmungen an allen Kalendertagen am Abend erfolgen;
- L_{Night} ist der A-bewertete äquivalente Dauerschallpegel gemäß ISO 1996-2: 1987, wobei der Beurteilungszeitraum ein Jahr beträgt und die Bestimmungen an allen Kalendertagen in der Nacht erfolgen.

Der Lärmindex L_{DEN} bzw. L_{Night} für den Flugverkehr wird in einem beliebigen Punkt in der Umgebung eines Flugplatzes (Immissionsort) aus dem höchsten Schallpegel des Geräusches und der Geräuschkdauer für jeden Vorbeiflug eines Luftfahrzeuges ermittelt. Dabei wird als Beurteilungszeit der durchschnittliche Tag des Ist-Jahres (vorausgegangenes Kalenderjahr) zugrunde gelegt. Tagflüge in der Zeit von 06.00 bis 18.00 Uhr, Abendflüge (18.00 bis 22.00 Uhr) und Nachtflüge (22.00 bis 06.00 Uhr) werden unterschiedlich bewertet.

Die Lärmindizes L_{DEN} und L_{Night} werden gemäß dem Berechnungsalgorithmus der VBUF-AzB nach folgenden Gleichungen ermittelt:

$$L_{\text{DEN}} = 10 \cdot \lg \sum_i g_i \cdot \frac{t_i}{2T} \cdot 10^{\frac{L_i}{10}} \text{ dB(A)}$$

mit

$$g_i = 1,0 \quad \text{für Tagflüge}$$

$$g_i = 3,16 \quad \text{für Abendflüge}$$

$$g_i = 10 \quad \text{für Nachtflüge}$$

und

$$L_{\text{Night}} = 10 \cdot \lg \sum_i \frac{0,5t_i}{T} \cdot 10^{\frac{L_i}{10}} \text{ dB(A)}$$

wobei

lg Logarithmus zur Basis 10

Σ Summe über alle Flugbewegungen ganztätig bzw. nachts während der Beurteilungszeit

i laufender Index des einzelnen Fluglärmereignisses

g_i Bewertungsfaktoren für Tag-, Abend- und Nachtflüge

t_i Dauer des Geräusches des i-ten Fluglärmereignisses am Immissionsort in s (Zeitdauer des Fluglärmereignisses, während der der Schallpegel höchstens 10 dB(A) unter dem höchsten Schallpegel liegt (10 dB-down-time))

T Beurteilungszeit T in s ($T = 3,1536 \cdot 10^7$ s, d. h. 365 Tage)

L_i Maximalwert des Schalldruckpegels des i-ten Fluglärmereignisses am Immissionsort in dB(A), ermittelt aus der Geräuschemission des Luftfahrzeuges unter Berücksichtigung des Abstandes zur Flugbahn und der Schallausbreitungsverhältnisse

3 Beschreibung des Berechnungsverfahrens

Das Berechnungsverfahren geht von der Modellvorstellung aus, dass die in der Richtlinie vorgeschriebenen Lärmindizes L_{DEN} und L_{Night} in einem beliebigen Punkt in der Umgebung eines Flugplatzes (Immissionsort) aus dem höchsten Schallpegel des Geräusches und der Geräuschkdauer für jeden Vorbeiflug eines Luftfahrzeuges zu ermitteln sind. Der höchste Schallpegel und die Dauer des Geräusches werden von einer Vielzahl von Größen beeinflusst.

Um eindeutige und reproduzierbare Ergebnisse zu gewährleisten, werden in dieser Anleitung das Berechnungsverfahren festgelegt und Einflussgrößen standardisiert.

Für die Berechnung der Lärmindizes L_{DEN} und L_{Night} wird die Modellvorstellung zugrunde gelegt, dass höchster Schallpegel L und Geräuschkdauer t nur von den für das jeweilige Luftfahrzeug charakteristischen flug- und schalltechnischen Daten sowie von der Entfernung s, dem Höhenwinkel α und der Bogenlänge σ abhängen.

Die Entfernung s ist der Abstand des Luftfahrzeugs vom Immissionsort P beim Überfliegen des Punktes U, der Höhenwinkel α ist der Winkel, den – beim Überfliegen des Punktes U – die geradlinige Verbindung von Luftfahrzeug und Immissionsort P mit der Bezugsebene einschließt (siehe Abbildung 1). Die Bogenlänge σ ist die Entfernung zwischen dem Fußpunkt F des vom Immissionsort P auf die Flugstrecke gefällten Lotes und dem Bahnbezugspunkt P_B , gemessen längs der Flugstrecke.

Mit wachsender Entfernung s nimmt der Schallpegel L ab, die Geräuschkdauer t hingegen zu. Ist der Höhenwinkel α klein, führen die schalldämpfenden Bodeneinflüsse zu einer Verminderung des Schallpegels L. Die Bedeutung der Bogenlänge σ liegt darin, dass sich die Triebwerksleistung und die Fluggeschwindigkeit längs der Flugstrecke ändern können: Bei steigender Triebwerksleistung nimmt der Schallpegel L zu, bei steigender Fluggeschwindigkeit nimmt die Geräuschkdauer t ab.

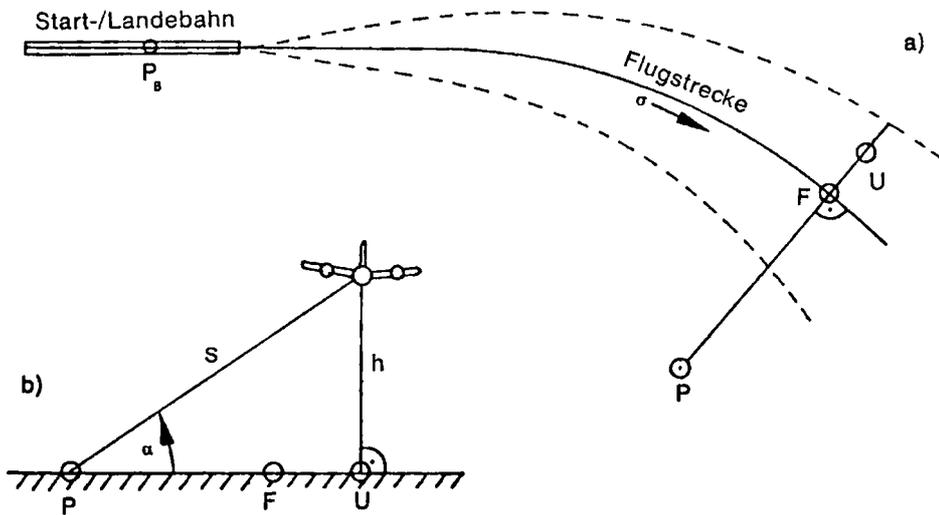


Abbildung 1: Definition von s , α und σ

- a) Draufsicht auf die Bezugsebene
- b) Rechtwinkliges Dreieck in der durch P und U gehenden Vertikalebene
- P Immissionsort,
- F Fußpunkt des von P auf die Flugstrecke gefällten Lotes,
- U Überflugpunkt, P_B Bahnbezugspunkt, h Flughöhe,
- Flugkorridorgrenze
(der Flugkorridor beginnt am Abhebeort bzw. endet am Aufsetzpunkt)

Die Berechnung der Lärmindezes L_{DEN} und L_{Night} erfolgt in folgenden Schritten:

1. Es wird festgestellt, welche Flugstrecken Vorbeiflüge am Immissionsort P ergeben. Ein solcher Vorbeiflug liegt vor, wenn ein Lot vom Immissionsort P auf die Flugstrecke existiert. Bei ein und derselben Flugstrecke kann dies mehrfach der Fall sein (z. B. bei einer Platzrunde).
2. Vom Immissionsort P wird auf jede vorbeiführende Flugstrecke (evtl. mehrfach) das Lot gefällt und die Entfernung vom Immissionsort P zum Fußpunkt F bestimmt. Es wird jeweils die Bogenlänge σ des Fußpunktes F berechnet. Für jedes Lot werden die nachfolgenden Schritte 3 bis 6 ausgeführt.
3. Für jede mögliche Lage des Überflugpunktes U innerhalb des Flugkorridors auf dem Lot und für jede für die Flugstrecke vorgesehene Flugzeugklasse werden Entfernung s und Höhenwinkel α bestimmt.
4. Für jede der Fallkombinationen nach Schritt 3 werden höchster Schallpegel L und Geräuschkdauer t beim Vorbeiflug unter Verwendung der Flugzeugklassendaten bestimmt. Anschließend wird der Anteil A , den ein einzelner Vorbeiflug eines Luftfahrzeugs der betreffenden Flugzeugklasse zum Lärmindeze L_{DEN} bzw. L_{Night} beiträgt, nach folgender Gleichung berechnet:

$$A = \frac{1}{T} \cdot 10^{\frac{L}{10}}$$

T bezeichnet die Beurteilungszeit im Sinne der 34. BImSchV, also den durchschnittlichen Tag des Ist-Jahres (das Ist-Jahr ist das vorausgegangene Kalenderjahr).

5. Jeder Anteil A wird mit der Anzahl der Luftfahrzeuge der betreffenden Flugzeugklasse multipliziert, die während der Beurteilungszeit T vorbeifliegen. Dabei wird nach Maßgabe der Richtlinie zwischen Tag-, Abend- und Nachtflügen unterschieden. Der einem bestimmten Überflugpunkt U zuzurechnende Teil der Flugbewegungen auf einer Flugstrecke ergibt sich aus der in der Berechnungsvorschrift definierten Verteilungsfunktion.
6. Die nach Schritt 5 für jede Fallkombination ermittelten Werte werden jeweils mit den durch die Richtlinie vorgeschriebenen Bewertungsfaktoren für den Tag, den Abend und die Nacht multipliziert und die Ergebnisse summiert.

7. Die Beträge, die sich nach Schritt 6 für jedes Lot ergeben, werden addiert. Aus der Summe ergeben sich die Lärmindizes L_{DEN} und L_{Night} .

4 Bezugssystem

4.1 Koordinatensystem der Landesvermessung

Die gemäß VBUF-DES erfassten Bahnbezugspunkte und Bahnrichtungen beziehen sich auf Koordinatensysteme der Landesvermessung. Sie werden in lokale Koordinatensysteme transformiert.

Die in lokalen Koordinatensystemen berechneten Lärmkonturen werden wiederum in Koordinatensysteme der Landesvermessung (R, H) übertragen.

4.2 Lokales Koordinatensystem

Die Lärmkonturen werden in lokalen kartesischen Koordinatensystemen (x, y) berechnet. Bezugsebene ist eine Horizontalebene in Flugplatzhöhe (Nr. 2.1.3 VBUF-DES). Es wird davon ausgegangen, dass alle Start- und Landebahnen in dieser Ebene liegen. Die positive y-Achse zeigt nach Norden, die positive x-Achse nach Osten. Richtungen werden ausgehend von der positiven y-Achse im Uhrzeigersinn angegeben.

4.3 Koordinatentransformation

Für die Umrechnung der Koordinaten der Landesvermessung in lokale Koordinaten und umgekehrt gilt:

Die Bezugsebenen beider Koordinatensysteme sind parallel, ihr Abstand ist gleich der Flugplatzhöhe. Die Koordinaten des Flugplatzbezugspunktes (Nr. 2.1.2 VBUF-DES) im Koordinatensystem der Landesvermessung und im zugehörigen lokalen Koordinatensystem werden einander gleichgesetzt.

$$\begin{aligned}R_B &= x_B \\H_B &= y_B\end{aligned}$$

Um kleinere Zahlenwerte zu erhalten, können von den x- und y-Werten Konstanten abgezogen werden.

Die Linie $R_B = \text{const.}$ ist parallel der Koordinatenlinie $x_B = \text{const.}$ Für beliebige Punkte gelten folgende Transformationsgleichungen:

$$\begin{aligned}R &= x + dx \\H &= y + dy\end{aligned}$$

mit

$$\begin{aligned}dx &= \frac{1}{8r^2} \left[(x'_B + x')^2 - 8h_F \cdot r \right] \Delta x - \frac{1}{4r^2} (x'_B + x') (\Delta y)^2 \\dy &= \frac{1}{8r^2} \left[(x'_B + x')^2 - 8h_F \cdot r \right] \Delta y + \frac{1}{4r^2} (x'_B + x') \Delta x \cdot \Delta y\end{aligned}$$

In den Gleichungen sind der Abstand der beiden Bezugsebenen, die Projektionsverzerrungen der Strecken und die Projektionsverzerrungen der Richtungen berücksichtigt.

4.4 Streckenkoordinaten

Längen auf den Flugstrecken werden durch die Bogenlängen σ und σ' (Streckenkoordinaten) ausgedrückt.

Die Bogenlänge σ wird bei Flugstrecken, die von einer Start- und Landebahn ausgehen, vom Bahnbezugspunkt P_B (Nr. 2.1.5 VBUF-DES) und bei Hubschrauberstrecken von der Hubschrauberstart- und -landestelle (Nr. 2.2.4.2, 2.2.5.2, 2.2.6.2 VBUF-DES) aus gezählt. Die Bogenlänge σ wird unabhängig von der Flugrichtung in der vom Flugplatz wegführenden Richtung positiv gezählt. σ dient zur Beschreibung streckenspezifischer Kenngrößen.

Die Bogenlänge σ' wird vom Flugzeugklassenbezugspunkt P_F aus unabhängig von der Flugrichtung in der vom Flugplatz wegführenden Richtung positiv gezählt. σ' dient zur Beschreibung flugzeugspezifischer Kenngrößen. Zwischen der Bogenlänge σ und σ' besteht die Transformationsgleichung

$$\sigma' = \sigma - \sigma_0.$$

σ_0 ist der Wert der Bogenlänge σ am Flugzeugklassenbezugspunkt P_F . Bei Flugstrecken, die von einer Start- und Landebahn ausgehen, ergeben sich die Zahlenwerte für σ_0 aus Nr. 2.1.5 VBUF-DES. Bei Hub-schrauberstrecken ist $\sigma_0 = 0$.

5 Flugzeugklassen

Für die Berechnung wird von standardisierten Flugzeugklassen ausgegangen. Die Daten für die Flugzeugklassen werden – soweit möglich – flugplatzunabhängig festgesetzt.

5.1 Zivile Flugzeugklassen

Den zivilen Flugzeuggruppen nach VBUF-DES werden folgende Flugzeugklassen zugeordnet (Tabelle 1):

Flugzeuggruppe	Betriebsbedingung	Flugzeugklasse
P 1.0	Abflug	P 1.0 – Ab
P 1.0	Anflug	P 1.0 – An
P 1.1	Abflug	P 1.1 – Ab
P 1.1	Anflug	P 1.1 – An
P 1.2	Abflug	P 1.2 – Ab
P 1.2	Anflug	P 1.2 – An
P 1.3	Abflug	P 1.3 – Ab
P 1.3	Anflug	P 1.3 – An
P 1.4	Abflug	P 1.4 – Ab
P 1.4	Anflug	P 1.4 – An
P 2.1	Abflug	P 2.1 – Ab
P 2.1	Anflug	P 2.1 – An
P 2.2	Abflug	P 2.2 – Ab
P 2.2	Anflug	P 2.2 – An
S 1.0	Abflug	S 1.0 – Ab
S 1.0	Anflug	S 1.0 – An
S 1.1	Abflug	S 1.1 – Ab
S 1.1	Anflug	S 1.1 – An
S 1.2	Abflug	S 1.2 – Ab
S 1.2	Anflug	S 1.2 – An
S 1.3	Abflug	S 1.3 – Ab
S 1.3	Anflug	S 1.3 – An
S 2	Abflug	S 2 – Ab
S 2	Anflug	S 2 – An
S 3.1	Abflug, Auslastung a	S 3.1 a) – Ab
S 3.1	Abflug, Auslastung b	S 3.1 b) – Ab
S 3.1	Anflug	S 3.1 a/b) – An
S 3.2	Abflug, Auslastung a	S 3.2 a) – Ab
S 3.2	Abflug, Auslastung b	S 3.2 b) – Ab

Flugzeuggruppe	Betriebsbedingung	Flugzeugklasse
S 3.2	Anflug	S 3.2a/b) – An
S 4	Abflug, Auslastung a	S 4a) – Ab
S 4	Abflug, Auslastung b	S 4b) – Ab
S 4	Anflug	S 4a/b) – An
S 5.1	Abflug	S 5.1 – Ab
S 5.1	Anflug	S 5.1 – An
S 5.2	Abflug	S 5.2 – Ab
S 5.2	Anflug	S 5.2 – An
S 5.3	Abflug	S 5.3 – Ab
S 5.3	Anflug	S 5.3 – An
S 6.1	Abflug	S 6.1 – Ab
S 6.1	Anflug	S 6.1 – An
S 6.2	Abflug, Auslastung a	S 6.2a) – Ab
S 6.2	Abflug, Auslastung b	S 6.2b) – Ab
S 6.2	Anflug	S 6.2a/b) – An
S 6.3	Abflug	S 6.3 – Ab
S 6.3	Anflug	S 6.3 – An
S 7	Abflug, Auslastung a	S 7a) – Ab
S 7	Abflug, Auslastung b	S 7b) – Ab
S 7	Anflug	S 7a/b) – An
H 1	Abflug/Anflug	H 1 – Ab/An
H 2	Abflug/Anflug	H 2 – Ab/An

Tabelle 1: Zuordnung von zivilen Flugzeuggruppen nach VBUF-DES zu Flugzeugklassen

5.2 Weitere Flugzeugklassen

Vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit werden im Einvernehmen mit dem Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung weitere Flugzeugklassen festgesetzt, wenn es sich als notwendig erweist.

5.3 Kenngrößen der Flugzeugklassen

Dieser Abschnitt bestimmt für die einzelnen Flugzeugklassen flug- und schalltechnische Kenngrößen, die bei der Berechnung verwendet werden (Tabelle 2). Die Zahlenwerte für die Kenngrößen der Flugzeugklassen sind – zusammengefasst zu standardisierten Datensätzen – auf Datenblättern dargestellt. Drei Kenngrößen sind Funktionen der Bogenlänge σ' .

Kenngröße	Formelzeichen	Datensatz Nr.
Oktavpegel für die Bezugsentfernung $s = s_0$	O_n	(1)
Richtungsfaktor	R_n	(2)
Flugzeugklassenbezugspunkt	P_F	(3)
Zusatzpegel	$Z(\sigma')$	(4)
Fluggeschwindigkeit	$V(\sigma')$	(5)
Flughöhe über Bezugsebene	$H(\sigma')$	(6)

Tabelle 2: Übersicht über die Kenngrößen bei Flugzeugklassen und die zugehörigen Datensätze

5.3.1 Oktavpegel O_n

Das Schallspektrum der einzelnen Flugzeugklassen wird durch die Oktavpegel O_n bei einer Bezugsentfernung s_0 beschrieben. Der Index n bezeichnet die Oktavmittenfrequenzen (Tabelle 3).

n	1	2	3	4	5	6	7	8
Oktavmittenfrequenz [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000

Tabelle 3: Oktavmittenfrequenzen

5.3.2 Richtungsfaktor R_n

Der Richtungsfaktor R_n berücksichtigt in vereinfachter Weise die Richtcharakteristik der Schallabstrahlung des Luftfahrzeugs.

Die Datensätze (1) und (2) können auch abschnittsweise als Funktion der Bogenlänge festgelegt werden. In diesem Fall wird nach Nr. 7.8 der VBUF-AzB verfahren.

5.3.3 Flugzeugklassenbezugspunkt P_F

Der Flugzeugklassenbezugspunkt P_F stellt den Koordinatenursprung der Bogenlänge σ' dar. P_F ist bei Abflug der Startpunkt, bei Anflug nach VBUF-DES die Landeschwelle und bei Hubschraubern die Hubschrauberstart- und -landestelle. Die Lage des Flugzeugklassenbezugspunktes P_F gegenüber dem Bahnbezugspunkt ergibt sich aus Nr. 2.1.5 VBUF-DES.

5.3.4 Zusatzpegel $Z(\sigma')$

Der Zusatzpegel beschreibt die Pegeländerung bei Änderung des Flugzustandes als Funktion der Bogenlänge σ' .

5.3.5 Fluggeschwindigkeit $V(\sigma')$

Die Fluggeschwindigkeit $V(\sigma')$ wird zur Berechnung der Geräuschkdauer t benötigt.

5.3.6 Flughöhe $H(\sigma')$

In der VBUF-AzB – Datensatz (6) – ist die Flughöhe $H(\sigma')$ über der Bezugsebene in Abhängigkeit von der Bogenlänge σ' dargestellt. Die Flughöhe $H(\sigma')$ bei Anflügen und bei Platzrunden lässt sich nicht für alle Flugzeugklassen flugplatzunabhängig oder – bei demselben Flugplatz – flugstreckenunabhängig festsetzen.

5.4 Daten der Flugzeugklassen

Durch die Datensätze (4), (5) und (6) werden der Zusatzpegel Z , die Fluggeschwindigkeit V und die Flughöhe H als stückweise lineare Funktion der Bogenlänge σ' erklärt. Die Zahlenwerte in der Spalte σ' definieren die Knickstellen dieser Funktionen. Die Werte, welche die Funktionen an einer Knickstelle σ' annehmen, sind in der betreffenden Zeile angegeben. Ein Strich in einer solchen Zeile bedeutet, dass diese Stelle σ' für die betreffenden Funktionen nicht Knickstelle ist. Zwischen zwei benachbarten Knickstellen haben die Funktionen einen konstanten Anstieg. Für Werte der Bogenlänge σ' , die kleiner sind als der erste Zahlenwert σ' , sind die Funktionen konstant und haben die in der ersten Zeile stehenden Werte. Für Werte der Bogenlänge σ' , die größer sind als der letzte Zahlenwert in der Spalte σ' , sind die Anstiege der drei Funktionen in der letzten Zeile der Tabelle angegeben.

**Flugzeugklasse P 1.0 – Ab
Datenblatt**

n	(1) O_n [dB]	(2) R_n
1	71,5	1,0
2	68,5	1,0
3	64,0	1,0
4	58,0	1,0
5	53,0	1,0
6	47,0	1,0
7	40,0	1,0
8	32,0	1,0

$s_0 = 300 \text{ m}$

(3) P_F: Startpunkt

σ' [m]	(4) Z [dB]	(5) V [m/s]	(6) H [m]
0	0	16	0
100	0	32	0
X	0	32	h ₀
X + 1 000	-4	35	h ₀
σ' [m]	dZ/dσ' [dB/m]	dV/dσ' [s⁻¹]	dH/dσ'
> X + 1 000	0	0	0

$$X = \frac{h_0}{0,079} + 100$$

h₀ Flughöhe nach Nr. 2.2.1.4 bzw. Nr. 2.2.3.5 VBUF-DES

**Flugzeugklasse P 1.0 – An
Datenblatt**

n	(1) O_n [dB]	(2) R_n
1	61,5	1,0
2	58,5	1,0
3	54,0	1,0
4	48,0	1,0
5	43,0	1,0
6	37,0	1,0
7	30,0	1,0
8	22,0	1,0

$s_0 = 300 \text{ m}$

(3) P_F: Landeschwelle

σ' [m]	(4) Z [dB]	(5) V [m/s]	(6) H [m]
-50	0	26	0
X - 1 000	0	26	-
X	6	35	h ₀
σ' [m]	dZ/dσ' [dB/m]	dV/dσ' [s⁻¹]	dH/dσ'
> X	0	0	0

$$X = h_0 \cdot \cot w - 50$$

h₀ Flughöhe nach Nr. 2.2.2.6 bzw. Nr. 2.2.3.5 VBUF-DES

w Gleitwinkel nach Nr. 2.2.2.3 bzw. Nr. 2.2.3.6 VBUF-DES

**Flugzeugklasse P 1.1 – Ab
Datenblatt**

n	(1) O_n [dB]	(2) R_n
1	76,5	1,0
2	73,5	1,0
3	69,0	1,0
4	63,0	1,0
5	58,0	1,0
6	52,0	1,0
7	45,0	1,0
8	37,0	1,0

$s_0 = 300 \text{ m}$

(3) P_F: Startpunkt

σ' [m]	(4) Z [dB]	(5) V [m/s]	(6) H [m]
0	0	17	0
200	0	34	0
X	0	34	h ₀
X + 1 000	-6	38	h ₀
σ' [m]	dZ/dσ' [dB/m]	dV/dσ' [s⁻¹]	dH/dσ'
> X + 1 000	0	0	0

$$X = \frac{h_0}{0,079} + 200$$

h₀ Flughöhe nach Nr. 2.2.1.4 bzw. Nr. 2.2.3.5 VBUF-DES

**Flugzeugklasse P 1.1 – An
Datenblatt**

n	(1) O_n [dB]	(2) R_n
1	66,5	1,0
2	63,5	1,0
3	59,0	1,0
4	53,0	1,0
5	48,0	1,0
6	42,0	1,0
7	35,0	1,0
8	27,0	1,0

$s_0 = 300 \text{ m}$

(3) P_F: Landeschwelle

σ' [m]	(4) Z [dB]	(5) V [m/s]	(6) H [m]
-150	0	26	0
X - 1 000	0	26	-
X	4	38	h ₀
σ' [m]	dZ/dσ' [dB/m]	dV/dσ' [s⁻¹]	dH/dσ'
> X	0	0	0

$$X = h_0 \cdot \cot w - 150$$

h₀ Flughöhe nach Nr. 2.2.2.6 bzw. Nr. 2.2.3.5 VBUF-DES

w Gleitwinkel nach Nr. 2.2.2.3 bzw. Nr. 2.2.3.6 VBUF-DES

**Flugzeugklasse P 1.2 – Ab
Datenblatt**

n	(1) O_n [dB]	(2) R_n
1	77,5	1,0
2	76,5	1,0
3	72,0	1,0
4	68,0	1,0
5	63,0	1,0
6	57,0	1,0
7	50,0	1,0
8	42,0	1,0

s₀ = 300 m

(3) P_F: Startpunkt

σ' [m]	(4) Z [dB]	(5) V [m/s]	(6) H [m]
0	0	16	0
400	0	32	0
X	0	32	h _{Schlepp}
X + 1 000	-8	34	h _{Schlepp}
σ' [m]	dZ/dσ' [dB/m]	dV/dσ' [s⁻¹]	dH/dσ'
> X + 1 000	0	0	0

$$X = \frac{h_{Schlepp}}{0,079} + 400$$

h₀ Flughöhe nach Nr. 2.2.1.4 bzw. Nr. 2.2.3.5 VBUF-DES

**Flugzeugklasse P 1.2 – An
Datenblatt**

n	(1) O_n [dB]	(2) R_n
1	67,5	1,0
2	66,5	1,0
3	62,0	1,0
4	58,0	1,0
5	53,0	1,0
6	47,0	1,0
7	40,0	1,0
8	32,0	1,0

$s_0 = 300 \text{ m}$

(3) P_F: Landeschwelle

σ' [m]	(4) Z [dB]	(5) V [m/s]	(6) H [m]
-150	0	31	0
X - 1 000	0	31	-
X	2	40	h ₀
σ' [m]	dZ/dσ' [dB/m]	dV/dσ' [s⁻¹]	dH/dσ'
> X	0	0	0

$$X = h_0 \cdot \cot w - 150$$

h₀ Flughöhe nach Nr. 2.2.2.6 bzw. Nr. 2.2.3.5 VBUF-DES

w Gleitwinkel nach Nr. 2.2.2.3 bzw. Nr. 2.2.3.6 VBUF-DES

**Flugzeugklasse P 1.3 – Ab
Datenblatt**

n	(1) O_n [dB]	(2) R_n
1	79,5	1,0
2	78,5	1,0
3	74,0	1,0
4	70,0	1,0
5	65,0	1,0
6	59,0	1,0
7	52,0	1,0
8	44,0	1,0

$s_0 = 300 \text{ m}$

(3) P_F: Startpunkt

σ' [m]	(4) Z [dB]	(5) V [m/s]	(6) H [m]
0	0	18	0
250	0	36	0
X	0	36	h ₀
X + 1 000	-8	43	h ₀
σ' [m]	dZ/dσ' [dB/m]	dV/dσ' [s⁻¹]	dH/dσ'
> X + 1 000	0	0	0

$$X = \frac{h_0}{0,105} + 250$$

h₀ Flughöhe nach Nr. 2.2.1.4 bzw. Nr. 2.2.3.5 VBUF-DES

**Flugzeugklasse P 1.3 – An
Datenblatt**

n	(1) O_n [dB]	(2) R_n
1	69,5	1,0
2	68,5	1,0
3	64,0	1,0
4	60,0	1,0
5	55,0	1,0
6	49,0	1,0
7	42,0	1,0
8	34,0	1,0

$s_0 = 300 \text{ m}$

(3) P_F : Landeschwelle

σ' [m]	(4) Z [dB]	(5) V [m/s]	(6) H [m]
-150	0	31	0
$X - 1\ 000$	0	31	–
X	2	43	h_0
σ' [m]	$dZ/d\sigma'$ [dB/m]	$dV/d\sigma'$ [s ⁻¹]	$dH/d\sigma'$
$> X$	0	0	0

$$X = h_0 \cdot \cot w - 150$$

h_0 Flughöhe nach Nr. 2.2.2.6 bzw. Nr. 2.2.3.5 VBUF-DES

w Gleitwinkel nach Nr. 2.2.2.3 bzw. Nr. 2.2.3.6 VBUF-DES

**Flugzeugklasse P 1.4 – Ab
Datenblatt**

n	(1) O_n [dB]	(2) R_n
1	84,5	1,0
2	83,0	1,0
3	81,0	1,0
4	78,5	1,0
5	73,5	1,0
6	67,5	1,0
7	60,5	1,0
8	52,5	1,0

s₀ = 300 m

(3) P_F: Startpunkt

σ' [m]	(4) Z [dB]	(5) V [m/s]	(6) H [m]
0	0	35	0
550	0	68	0
X	0	68	h ₀
X + 1 000	-5	75	h ₀
σ' [m]	dZ/dσ' [dB/m]	dV/dσ' [s⁻¹]	dH/dσ' [m/m]
> X + 1 000	0	0	0

$$X = \frac{h_0}{0,141} + 550$$

h₀ Flughöhe nach Nr. 2.2.1.4 bzw. Nr. 2.2.3.5 VBUF-DES

**Flugzeugklasse P 1.4 – An
Datenblatt**

n	(1) O_n [dB]	(2) R_n
1	77,5	1,0
2	76,0	1,0
3	74,0	1,0
4	71,5	1,0
5	66,5	1,0
6	60,5	1,0
7	53,5	1,0
8	45,5	1,0

$s_0 = 300 \text{ m}$

(3) P_F : Landeschwelle

σ' [m]	(4) Z [dB]	(5) V [m/s]	(6) H [m]
-300	0	51	0
X - 1 000	0	51	-
X	2	75	h_0
σ' [m]	$dZ/d\sigma'$ [dB/m]	$dV/d\sigma'$ [s ⁻¹]	$dH/d\sigma'$
> X	0	0	0

$$X = h_0 \cdot \cot w - 300$$

h_0 Flughöhe nach Nr. 2.2.2.6 bzw. Nr. 2.2.3.5 VBUF-DES

w Gleitwinkel nach Nr. 2.2.2.3 bzw. Nr. 2.2.3.6 VBUF-DES

**Flugzeugklasse P 2.1 – Ab
Datenblatt**

n	(1) O_n [dB]	(2) R_n
1	87,0	1,0
2	85,5	1,0
3	81,5	1,0
4	77,0	1,0
5	73,5	1,0
6	69,5	1,0
7	69,5	1,0
8	64,5	1,0

$s_0 = 300 \text{ m}$

(3) P_F: Startpunkt

σ' [m]	(4) Z [dB]	(5) V [m/s]	(6) H [m]
0	0	35	0
900	0	70	0
3 800	0	70	–
4 300	–	70	310
4 800	–2	70	340
σ' [m]	dZ/dσ' [dB/m]	dV/dσ' [s⁻¹]	dH/dσ' [m/m]
> 4 800	0	0	0,06

**Flugzeugklasse P 2.1 – An
Datenblatt**

n	(1) O_n [dB]	(2) R_n
1	77,5	1,0
2	72,0	1,0
3	73,5	1,0
4	74,5	1,0
5	71,0	1,0
6	69,5	1,0
7	71,5	1,0
8	60,5	1,0

$s_0 = 300 \text{ m}$

(3) P_F : Landeschwelle

σ' [m]	(4) Z [dB]	(5) V [m/s]	(6) H [m]
-300	0	60	0
$X - 1\,000$	0	60	-
X	5	70	h_0
σ' [m]	$dZ/d\sigma'$ [dB/m]	$dV/d\sigma'$ [s ⁻¹]	$dH/d\sigma'$
$> X$	0	0	0

$$X = h_0 \cdot \cot w - 300$$

h_0 Flughöhe nach Nr. 2.2.2.6 bzw. Nr. 2.2.3.5 VBUF-DES

w Gleitwinkel nach Nr. 2.2.2.3 bzw. Nr. 2.2.3.6 VBUF-DES

**Flugzeugklasse P 2.2 – Ab
Datenblatt**

n	(1) O_n [dB]	(2) R_n
1	94,5	1,0
2	93,0	1,0
3	89,0	1,0
4	84,5	1,0
5	81,0	1,0
6	77,0	1,0
7	77,0	1,0
8	72,0	1,0

$s_0 = 300 \text{ m}$

(3) P_F: Startpunkt

σ' [m]	(4) Z [dB]	(5) V [m/s]	(6) H [m]
0	0	35	0
900	0	70	0
3 800	0	70	–
4 300	–	70	310
4 800	–2	70	340
σ' [m]	dZ/dσ' [dB/m]	dV/dσ' [s⁻¹]	dH/dσ'
> 4 800	0	0	0,06

**Flugzeugklasse P 2.2 – An
Datenblatt**

n	(1) O_n [dB]	(2) R_n
1	77,5	1,0
2	72,0	1,0
3	73,5	1,0
4	74,5	1,0
5	71,0	1,0
6	69,5	1,0
7	71,5	1,0
8	60,5	1,0

$s_0 = 300 \text{ m}$

(3) P_F : Landeschwelle

σ' [m]	(4) Z [dB]	(5) V [m/s]	(6) H [m]
-300	0	60	0
$X - 1\ 000$	0	60	-
X	5	70	h_0
σ' [m]	$dZ/d\sigma'$ [dB/m]	$dV/d\sigma'$ [s ⁻¹]	$dH/d\sigma'$
$> X$	0	0	0

$$X = h_0 \cdot \cot w - 300$$

h_0 Flughöhe nach Nr. 2.2.2.6 bzw. Nr. 2.2.3.5 VBUF-DES

w Gleitwinkel nach Nr. 2.2.2.3 bzw. Nr. 2.2.3.6 VBUF-DES

**Flugzeugklasse S 1.0 – Ab
Datenblatt**

n	(1) O_n [dB]	(2) R_n
1	82,0	1,0
2	85,5	1,0
3	83,5	1,0
4	82,0	1,0
5	79,0	1,0
6	76,0	1,0
7	73,0	1,0
8	63,5	1,0

s₀ = 300 m

(3) P_F: Startpunkt

σ' [m]	(4) Z [dB]	(5) V [m/s]	(6) H [m]
0	0	40	0
1 100	0	75	0
5 100	0	75	–
5 600	–	75	460
6 100	–1	–	–
10 400	–1	110	650
15 000	–1	135	1 000
σ' [m]	dZ/dσ' [dB/m]	dV/dσ' [s⁻¹]	dH/dσ'
> 15 000	0	0	0,126

**Flugzeugklasse S 1.0 – An
Datenblatt**

n	(1) O_n [dB]	(2) R_n
1	68,0	1,0
2	76,0	1,0
3	74,0	1,0
4	75,0	1,0
5	72,5	1,0
6	69,5	1,0
7	70,0	1,0
8	56,5	1,0

$s_0 = 300 \text{ m}$

(3) P_F : Landeschwelle

σ' [m]	(4) Z [dB]	(5) V [m/s]	(6) H [m]
-300	0	65	0
7 400	0	65	-
X	-1	108	h_0
σ' [m]	$dZ/d\sigma'$ [dB/m]	$dV/d\sigma'$ [s ⁻¹]	$dH/d\sigma'$
> X	0	0	0

$$X = h_0 \cdot \cot w - 300$$

h_0 Flughöhe nach Nr. 2.2.2.6 bzw. Nr. 2.2.3.5 VBUF-DES

w Gleitwinkel nach Nr. 2.2.2.3 bzw. Nr. 2.2.3.6 VBUF-DES

**Flugzeugklasse S 1.1 – Ab
Datenblatt**

n	(1) O_n [dB]	(2) R_n
1	94,0	1,2
2	100,5	1,2
3	100,5	1,2
4	98,5	1,2
5	95,5	1,1
6	91,5	1,0
7	87,5	1,0
8	72,0	1,0

s₀ = 300 m

(3) P_F: Startpunkt

σ' [m]	(4) Z [dB]	(5) V [m/s]	(6) H [m]
0	3	40	0
1 300	0	80	0
3 600	0	80	–
4 100	–	80	460
4 600	–3	80	–
7 800	–3	80	920
18 800	–3	135	1 283
σ' [m]	dZ/dσ' [dB/m]	dV/dσ' [s⁻¹]	dH/dσ'
> 18 800	0	0	0,033

**Flugzeugklasse S 1.1 – An
Datenblatt**

n	(1) O_n [dB]	(2) R_n
1	76,0	1,2
2	78,5	1,2
3	80,0	1,2
4	78,0	1,2
5	75,5	1,1
6	77,0	1,0
7	77,5	1,0
8	65,0	1,0

$s_0 = 300 \text{ m}$

(3) P_F : Landeschwelle

σ' [m]	(4) Z [dB]	(5) V [m/s]	(6) H [m]
-300	0	67	0
7 400	0	67	–
8 400	-2	82	–
X	-2	98	h_0
σ' [m]	$dZ/d\sigma'$ [dB/m]	$dV/d\sigma'$ [s ⁻¹]	$dH/d\sigma'$
> X	0	0	0

$$X = h_0 \cdot \cot w - 300$$

h_0 Flughöhe nach Nr. 2.2.2.6 bzw. Nr. 2.2.3.5 VBUF-DES

w Gleitwinkel nach Nr. 2.2.2.3 bzw. Nr. 2.2.3.6 VBUF-DES

**Flugzeugklasse S 1.2 – Ab
Datenblatt**

n	(1) O_n [dB]	(2) R_n
1	94,0	1,2
2	100,5	1,2
3	100,5	1,2
4	98,5	1,2
5	95,5	1,1
6	91,5	1,0
7	87,5	1,0
8	72,0	1,0

s₀ = 300 m

(3) P_F: Startpunkt

σ' [m]	(4) Z [dB]	(5) V [m/s]	(6) H [m]
0	3	40	0
1 400	0	80	0
3 100	0	80	–
3 600	–	80	460
4 100	–3	80	–
6 700	–3	80	920
12 300	–3	135	1 120
σ' [m]	dZ/dσ' [dB/m]	dV/dσ' [s⁻¹]	dH/dσ'
> 12 300	0	0	0,13

**Flugzeugklasse S 1.2 – An
Datenblatt**

n	(1) O_n [dB]	(2) R_n
1	75,5	1,2
2	78,0	1,2
3	79,5	1,2
4	77,5	1,2
5	75,0	1,1
6	76,5	1,0
7	77,0	1,0
8	64,5	1,0

$s_0 = 300 \text{ m}$

(3) P_F : Landeschwelle

σ' [m]	(4) Z [dB]	(5) V [m/s]	(6) H [m]
-300	0	67	0
7 400	0	67	-
8 400	-2	67	-
9 300	-2	67	-
X	-2	98	h_0
σ' [m]	$dZ/d\sigma'$ [dB/m]	$dV/d\sigma'$ [s ⁻¹]	$dH/d\sigma'$
> X	0	0	0

$$X = h_0 \cdot \cot w - 300$$

h_0 Flughöhe nach Nr. 2.2.2.6 bzw. Nr. 2.2.3.5 VBUF-DES

w Gleitwinkel nach Nr. 2.2.2.3 bzw. Nr. 2.2.3.6 VBUF-DES

**Flugzeugklasse S 1.3 – Ab
Datenblatt**

n	(1) O_n [dB]	(2) R_n
1	96,0	1,2
2	102,5	1,2
3	102,5	1,2
4	100,5	1,2
5	97,5	1,1
6	93,5	1,0
7	89,5	1,0
8	74,0	1,0

s₀ = 300 m

(3) P_F: Startpunkt

σ' [m]	(4) Z [dB]	(5) V [m/s]	(6) H [m]
0	3	40	0
1 900	0	80	0
4 400	0	80	–
4 900	–	80	460
5 400	–3	80	–
9 600	–3	80	920
13 000	–3	110	990
σ' [m]	dZ/dσ' [dB/m]	dV/dσ' [s⁻¹]	dH/dσ'
> 13 000	0	0	0,12

**Flugzeugklasse S 1.3 – An
Datenblatt**

n	(1) O_n [dB]	(2) R_n
1	77,0	1,2
2	79,5	1,2
3	81,0	1,2
4	79,0	1,2
5	76,5	1,1
6	78,0	1,0
7	78,5	1,0
8	66,0	1,0

$s_0 = 300 \text{ m}$

(3) P_F : Landeschwelle

σ' [m]	(4) Z [dB]	(5) V [m/s]	(6) H [m]
-300	0	67	0
7 400	0	67	–
8 400	-2	67	–
9 300	-2	67	–
X	-2	98	h_0
σ' [m]	$dZ/d\sigma'$ [dB/m]	$dV/d\sigma'$ [s ⁻¹]	$dH/d\sigma'$
> X	0	0	0

$$X = h_0 \cdot \cot w - 300$$

h_0 Flughöhe nach Nr. 2.2.2.6 bzw. Nr. 2.2.3.5 VBUF-DES

w Gleitwinkel nach Nr. 2.2.2.3 bzw. Nr. 2.2.3.6 VBUF-DES

**Flugzeugklasse S 2 – Ab
Datenblatt**

n	(1) O_n [dB]	(2) R_n
1	95,5	1,2
2	102,0	1,2
3	102,0	1,2
4	100,0	1,2
5	97,0	1,1
6	93,0	1,0
7	89,0	1,0
8	73,5	1,0

$s_0 = 300 \text{ m}$

(3) P_F: Startpunkt

σ' [m]	(4) Z [dB]	(5) V [m/s]	(6) H [m]
0	3	40	0
1 300	0	80	0
3 600	0	80	–
4 100	–	80	460
4 600	–3	80	–
7 800	–3	80	920
18 800	–3	135	1283
σ' [m]	dZ/dσ' [dB/m]	dV/dσ' [s⁻¹]	dH/dσ'
> 18 800	0	0	0,033

**Flugzeugklasse S2 – An
Datenblatt**

n	(1) O_n [dB]	(2) R_n
1	81,0	1,2
2	83,5	1,2
3	85,0	1,2
4	83,0	1,2
5	80,5	1,1
6	82,0	1,0
7	82,5	1,0
8	70,0	1,0

$s_0 = 300 \text{ m}$

(3) P_F : Landeschwelle

σ' [m]	(4) Z [dB]	(5) V [m/s]	(6) H [m]
-300	0	67	0
7 400	0	67	–
8 400	-2	82	–
X	-2	98	h_0
σ' [m]	$dZ/d\sigma'$ [dB/m]	$dV/d\sigma'$ [s ⁻¹]	$dH/d\sigma'$
> X	0	0	0

$$X = h_0 \cdot \cot w - 300$$

h_0 Flughöhe nach Nr. 2.2.2.6 bzw. Nr. 2.2.3.5 VBUF-DES

w Gleitwinkel nach Nr. 2.2.2.3 bzw. Nr. 2.2.3.6 VBUF-DES

**Flugzeugklasse S 3.1 a) – Ab
Datenblatt**

n	(1) O_n [dB]	(2) R_n
1	93,0	1,2
2	94,0	1,2
3	94,0	1,2
4	92,0	1,2
5	92,0	1,1
6	91,0	1,0
7	86,0	1,0
8	73,0	1,0

$s_0 = 300 \text{ m}$

(3) P_F: Startpunkt

σ' [m]	(4) Z [dB]	(5) V [m/s]	(6) H [m]
0	0	40	0
1 800	0	80	0
4 300	0	80	–
4 800	–	80	460
5 300	–3	80	–
9 000	–3	80	920
20 000	–3	135	1 470
σ' [m]	dZ/dσ' [dB/m]	dV/dσ' [s⁻¹]	dH/dσ' [m/m]
> 20 000	0	0	0,05

**Flugzeugklasse S 3.1 b) – Ab
Datenblatt**

n	(1) O_n [dB]	(2) R_n
1	93,0	1,2
2	94,0	1,2
3	94,0	1,2
4	92,0	1,2
5	92,0	1,1
6	91,0	1,0
7	86,0	1,0
8	73,0	1,0

$s_0 = 300 \text{ m}$

(3) P_F: Startpunkt

σ' [m]	(4) Z [dB]	(5) V [m/s]	(6) H [m]
0	0	45	0
3 200	0	90	0
7 300	0	90	–
7 800	–	90	460
8 300	–3	90	–
15 600	–3	90	920
24 600	–3	135	1 190
σ' [m]	dZ/dσ' [dB/m]	dV/dσ' [s⁻¹]	dH/dσ' [m/m]
> 24 600	0	0	0,03

**Flugzeugklasse S 3.1 a/b) – An
Datenblatt**

n	(1) O_n [dB]	(2) R_n
1	83,0	1,2
2	85,0	1,2
3	82,0	1,2
4	82,5	1,2
5	83,0	1,1
6	78,5	1,0
7	80,5	1,0
8	68,5	1,0

$s_0 = 300 \text{ m}$

(3) P_F: Landeschwelle

σ' [m]	(4) Z [dB]	(5) V [m/s]	(6) H [m]
-300	0	67	0
7 400	0	67	–
8 400	-2,5	82	–
X	-2,5	98	h ₀
σ' [m]	dZ/dσ' [dB/m]	dV/dσ' [s⁻¹]	dH/dσ'
> X	0	0	0

$$X = h_0 \cdot \cot w - 300$$

h₀ Flughöhe nach Nr. 2.2.2.6 bzw. Nr. 2.2.3.5 VBUF-DES

w Gleitwinkel nach Nr. 2.2.2.3 bzw. Nr. 2.2.3.6 VBUF-DES

**Flugzeugklasse S 3.2 a) – Ab
Datenblatt**

n	(1) O_n [dB]	(2) R_n
1	96,0	1,2
2	97,0	1,2
3	97,0	1,2
4	95,0	1,2
5	95,0	1,1
6	94,0	1,0
7	89,0	1,0
8	76,0	1,0

$s_0 = 300 \text{ m}$

(3) P_F : Startpunkt

σ' [m]	(4) Z [dB]	(5) V [m/s]	(6) H [m]
0	0	40	0
1 900	0	80	0
4 700	0	80	–
5 200	–	80	460
5 700	–3	80	–
10 100	–3	80	920
21 100	–3	135	1 525
σ' [m]	$dZ/d\sigma'$ [dB/m]	$dV/d\sigma'$ [s ⁻¹]	$dH/d\sigma'$
> 21 100	0	0	0,055

**Flugzeugklasse S 3.2 b) – Ab
Datenblatt**

n	(1) O_n [dB]	(2) R_n
1	96,0	1,2
2	97,0	1,2
3	97,0	1,2
4	95,0	1,2
5	95,0	1,1
6	94,0	1,0
7	89,0	1,0
8	76,0	1,0

$s_0 = 300 \text{ m}$

(3) P_F: Startpunkt

σ' [m]	(4) Z [dB]	(5) V [m/s]	(6) H [m]
0	0	45	0
3 300	0	90	0
7 700	0	90	–
8 200	–	90	460
8 700	–3	90	–
17 100	–3	90	920
26 100	–3	135	1 190
σ' [m]	dZ/dσ' [dB/m]	dV/dσ' [s⁻¹]	dH/dσ'
> 26 100	0	0	0,03

**Flugzeugklasse S 3.2 a/b) – An
Datenblatt**

n	(1) O_n [dB]	(2) R_n
1	83,0	1,2
2	85,0	1,2
3	82,0	1,2
4	82,5	1,2
5	83,0	1,1
6	78,5	1,0
7	80,5	1,0
8	68,5	1,0

$s_0 = 300 \text{ m}$

(3) P_F : Landeschwelle

σ' [m]	(4) Z [dB]	(5) V [m/s]	(6) H [m]
-300	0	67	0
7 400	0	67	–
8 400	-2,5	82	–
X	-2,5	98	h_0
σ' [m]	$dZ/d\sigma'$ [dB/m]	$dV/d\sigma'$ [s ⁻¹]	$dH/d\sigma'$
> X	0	0	0

$$X = h_0 \cdot \cot w - 300$$

h_0 Flughöhe nach Nr. 2.2.2.6 bzw. Nr. 2.2.3.5 VBUF-DES

w Gleitwinkel nach Nr. 2.2.2.3 bzw. Nr. 2.2.3.6 VBUF-DES

**Flugzeugklasse S 4 a) – Ab
Datenblatt**

n	(1) O_n [dB]	(2) R_n
1	98,0	1,2
2	106,0	1,2
3	102,0	1,2
4	100,0	1,2
5	97,0	1,1
6	93,5	1,0
7	96,0	1,0
8	83,0	1,0

$s_0 = 300 \text{ m}$

(3) P_F: Startpunkt

σ' [m]	(4) Z [dB]	(5) V [m/s]	(6) H [m]
0	3	40	0
1 700	0	80	0
4 700	0	80	–
5 200	–	80	460
5 700	–1,5	80	–
10 400	–1,5	80	920
21 400	–1,5	135	1 250
σ' [m]	dZ/dσ' [dB/m]	dV/dσ' [s⁻¹]	dH/dσ'
> 21 400	0	0	0,03

**Flugzeugklasse S 4 b) – Ab
Datenblatt**

n	(1) O_n [dB]	(2) R_n
1	98,0	1,2
2	106,0	1,2
3	102,0	1,2
4	100,0	1,2
5	97,0	1,1
6	93,5	1,0
7	96,0	1,0
8	83,0	1,0

$s_0 = 300 \text{ m}$

(3) P_F: Startpunkt

σ' [m]	(4) Z [dB]	(5) V [m/s]	(6) H [m]
0	3	45	0
2 700	0	90	0
7 600	0	90	–
8 100	–	90	460
8 600	–1,5	90	–
17 100	–1,5	90	920
26 100	–1,5	135	1 190
σ' [m]	dZ/dσ' [dB/m]	dV/dσ' [s⁻¹]	dH/dσ'
> 26 100	0	0	0,03

**Flugzeugklasse S 4 a/b) – An
Datenblatt**

n	(1) O_n [dB]	(2) R_n
1	81,5	1,2
2	85,5	1,2
3	82,5	1,2
4	82,5	1,2
5	82,0	1,1
6	91,5	1,0
7	89,0	1,0
8	77,0	1,0

$s_0 = 300 \text{ m}$

(3) P_F: Landeschwelle

σ' [m]	(4) Z [dB]	(5) V [m/s]	(6) H [m]
-300	0	67	0
7 400	0	67	–
8 400	-3,5	82	–
X	-3,5	98	h ₀
σ' [m]	dZ/dσ' [dB/m]	dV/dσ' [s⁻¹]	dH/dσ'
> X	0	0	0

$$X = h_0 \cdot \cot w - 300$$

h₀ Flughöhe nach Nr. 2.2.2.6 bzw. Nr. 2.2.3.5 VBUF-DES

w Gleitwinkel nach Nr. 2.2.2.3 bzw. Nr. 2.2.3.6 VBUF-DES

**Flugzeugklasse S 5.1 – Ab
Datenblatt**

n	(1) O_n [dB]	(2) R_n
1	78,0	1,0
2	81,5	1,0
3	79,5	1,0
4	78,0	1,0
5	75,0	1,0
6	72,0	1,0
7	69,0	1,0
8	59,5	1,0

s₀ = 300 m

(3) P_F: Startpunkt

σ' [m]	(4) Z [dB]	(5) V [m/s]	(6) H [m]
0	0	40	0
1 100	0	75	0
5 100	0	75	–
5 600	–	75	460
6 100	–1	–	–
10 400	–1	110	650
15 000	–1	135	1 000
σ' [m]	dZ/dσ' [dB/m]	dV/dσ' [s⁻¹]	dH/dσ' [m]
> 15 000	0	0	0,126

**Flugzeugklasse S 5.1 – An
Datenblatt**

n	(1) O_n [dB]	(2) R_n
1	65,0	1,0
2	73,0	1,0
3	71,0	1,0
4	72,0	1,0
5	69,5	1,0
6	66,5	1,0
7	67,0	1,0
8	53,5	1,0

$s_0 = 300 \text{ m}$

(3) P_F: Landeschwelle

σ' [m]	(4) Z [dB]	(5) V [m/s]	(6) H [m]
-300	0	65	0
7 400	0	65	-
X	-1	108	h ₀
σ' [m]	dZ/dσ' [dB/m]	dV/dσ' [s⁻¹]	dH/dσ'
> X	0	0	0

$$X = h_0 \cdot \cot w - 300$$

h₀ Flughöhe nach Nr. 2.2.2.6 bzw. Nr. 2.2.3.5 VBUF-DES

w Gleitwinkel nach Nr. 2.2.2.3 bzw. Nr. 2.2.3.6 VBUF-DES

**Flugzeugklasse S 5.2 – Ab
Datenblatt**

n	(1) O_n [dB]	(2) R_n
1	86,0	1,0
2	89,5	1,0
3	87,5	1,0
4	86,0	1,0
5	83,0	1,0
6	80,0	1,0
7	77,0	1,0
8	67,5	1,0

s₀ = 300 m

(3) P_F: Startpunkt

σ' [m]	(4) Z [dB]	(5) V [m/s]	(6) H [m]
0	0	40	0
1 900	0	80	0
4 100	0	80	–
4 600	–	80	460
5 100	–3	–	–
9 000	–3	115	690
15 300	–3	135	1 200
σ' [m]	dZ/dσ' [dB/m]	dV/dσ' [s⁻¹]	dH/dσ'
> 15 300	0	0	0,113

**Flugzeugklasse S 5.2 – An
Datenblatt**

n	(1) O_n [dB]	(2) R_n
1	68,0	1,0
2	76,0	1,0
3	74,0	1,0
4	75,0	1,0
5	72,5	1,0
6	69,5	1,0
7	70,0	1,0
8	56,5	1,0

$s_0 = 300 \text{ m}$

(3) P_F: Landeschwelle

σ' [m]	(4) Z [dB]	(5) V [m/s]	(6) H [m]
-300	0	70	0
7 400	0	75	–
X	-1	108	h ₀
σ' [m]	dZ/dσ' [dB/m]	dV/dσ' [s⁻¹]	dH/dσ'
> X	0	0	0

$$X = h_0 \cdot \cot w - 300$$

h₀ Flughöhe nach Nr. 2.2.2.6 bzw. Nr. 2.2.3.5 VBUF-DES

w Gleitwinkel nach Nr. 2.2.2.3 bzw. Nr. 2.2.3.6 VBUF-DES

**Flugzeugklasse S 5.3 – Ab
Datenblatt**

n	(1) O_n [dB]	(2) R_n
1	89,0	1,0
2	93,0	1,0
3	93,5	1,0
4	92,0	1,0
5	89,0	1,0
6	85,5	1,0
7	78,5	1,0
8	70,0	1,0

s₀ = 300 m

(3) P_F: Startpunkt

σ' [m]	(4) Z [dB]	(5) V [m/s]	(6) H [m]
0	0	40	0
2 000	0	85	0
4 400	0	85	–
4 900	–	85	460
5 400	–2	–	–
8 100	–2	115	610
11 600	–2	135	830
σ' [m]	dZ/dσ' [dB/m]	dV/dσ' [s⁻¹]	dH/dσ' [m/m]
> 11 600	0	0	0,117

**Flugzeugklasse S 5.3 – An
Datenblatt**

n	(1) O_n [dB]	(2) R_n
1	72,5	1,0
2	76,5	1,0
3	77,0	1,0
4	75,5	1,0
5	72,5	1,0
6	69,0	1,0
7	62,0	1,0
8	53,5	1,0

$s_0 = 300 \text{ m}$

(3) P_F: Landeschwelle

σ' [m]	(4) Z [dB]	(5) V [m/s]	(6) H [m]
-300	0	68	0
7 400	0	72	–
X	-1	108	h ₀
σ' [m]	dZ/dσ' [dB/m]	dV/dσ' [s⁻¹]	dH/dσ'
> X	0	0	0

$$X = h_0 \cdot \cot w - 300$$

h₀ Flughöhe nach Nr. 2.2.2.6 bzw. Nr. 2.2.3.5 VBUF-DES

w Gleitwinkel nach Nr. 2.2.2.3 bzw. Nr. 2.2.3.6 VBUF-DES

**Flugzeugklasse S 6.1 – Ab
Datenblatt**

n	(1) O_n [dB]	(2) R_n
1	87,5	1,0
2	91,0	1,0
3	89,0	1,0
4	87,5	1,0
5	84,5	1,0
6	81,5	1,0
7	78,5	1,0
8	69,0	1,0

s₀ = 300 m

(3) P_F: Startpunkt

σ' [m]	(4) Z [dB]	(5) V [m/s]	(6) H [m]
0	0	40	0
1 900	0	90	0
4 100	0	90	–
4 600	–	90	460
5 100	–2,5	–	–
8 300	–2,5	120	670
12 000	–2,5	135	1 030
σ' [m]	dZ/dσ' [dB/m]	dV/dσ' [s⁻¹]	dH/dσ'
> 12 000	0	0	0,135

**Flugzeugklasse S 6.1 – An
Datenblatt**

n	(1) O_n [dB]	(2) R_n
1	70,5	1,0
2	78,5	1,0
3	76,5	1,0
4	77,5	1,0
5	75,0	1,0
6	72,0	1,0
7	72,5	1,0
8	59,0	1,0

$s_0 = 300 \text{ m}$

(3) P_F: Landeschwelle

σ' [m]	(4) Z [dB]	(5) V [m/s]	(6) H [m]
-300	0	70	0
7 400	0	75	–
X	-1	108	h ₀
σ' [m]	dZ/dσ' [dB/m]	dV/dσ' [s⁻¹]	dH/dσ'
> X	0	0	0

$$X = h_0 \cdot \cot w - 300$$

h₀ Flughöhe nach Nr. 2.2.2.6 bzw. Nr. 2.2.3.5 VBUF-DES

w Gleitwinkel nach Nr. 2.2.2.3 bzw. Nr. 2.2.3.6 VBUF-DES

**Flugzeugklasse S 6.2 a) – Ab
Datenblatt**

n	(1) O_n [dB]	(2) R_n
1	92,0	1,0
2	95,5	1,0
3	93,5	1,0
4	92,0	1,0
5	89,0	1,0
6	86,0	1,0
7	83,0	1,0
8	73,5	1,0

$s_0 = 300 \text{ m}$

(3) P_F: Startpunkt

σ' [m]	(4) Z [dB]	(5) V [m/s]	(6) H [m]
0	0	40	0
1 500	0	85	0
3 400	0	85	–
3 900	–	85	460
4 400	–3	–	–
6 500	–3	110	650
11 000	–3	135	1 050
σ' [m]	dZ/dσ' [dB/m]	dV/dσ' [s⁻¹]	dH/dσ' [m/m]
> 11 000	0	0	0,145

**Flugzeugklasse S 6.2 b) – Ab
Datenblatt**

n	(1) O_n [dB]	(2) R_n
1	92,0	1,0
2	95,5	1,0
3	93,5	1,0
4	92,0	1,0
5	89,0	1,0
6	86,0	1,0
7	83,0	1,0
8	73,5	1,0

$s_0 = 300 \text{ m}$

(3) P_F: Startpunkt

σ' [m]	(4) Z [dB]	(5) V [m/s]	(6) H [m]
0	0	40	0
2 100	0	90	0
5 000	0	90	–
5 500	–	90	460
6 500	–3	–	–
9 600	–3	120	720
15 900	–3	140	1 200
σ' [m]	dZ/dσ' [dB/m]	dV/dσ' [s⁻¹]	dH/dσ'
> 15 900	0	0	0,107

**Flugzeugklasse S 6.2 a/b) – An
Datenblatt**

n	(1) O_n [dB]	(2) R_n
1	73,0	1,0
2	81,0	1,0
3	79,0	1,0
4	80,0	1,0
5	77,5	1,0
6	74,5	1,0
7	75,0	1,0
8	61,5	1,0

$s_0 = 300 \text{ m}$

(3) P_F : Landeschwelle

σ' [m]	(4) Z [dB]	(5) V [m/s]	(6) H [m]
-300	0	73	0
7 400	0	77	–
X	-1	108	h_0
σ' [m]	$dZ/d\sigma'$ [dB/m]	$dV/d\sigma'$ [s ⁻¹]	$dH/d\sigma'$
> X	0	0	0

$$X = h_0 \cdot \cot w - 300$$

h_0 Flughöhe nach Nr. 2.2.2.6 bzw. Nr. 2.2.3.5 VBUF-DES

w Gleitwinkel nach Nr. 2.2.2.3 bzw. Nr. 2.2.3.6 VBUF-DES

**Flugzeugklasse S 6.3 – Ab
Datenblatt**

n	(1) O_n [dB]	(2) R_n
1	88,0	1,0
2	91,5	1,0
3	89,5	1,0
4	88,0	1,0
5	85,0	1,0
6	82,0	1,0
7	79,0	1,0
8	69,5	1,0

$s_0 = 300 \text{ m}$

(3) P_F: Startpunkt

σ' [m]	(4) Z [dB]	(5) V [m/s]	(6) H [m]
0	0	40	0
2 800	0	90	0
7 200	0	90	–
7 700	–	90	460
8 200	–2	–	–
18 700	–2	140	700
σ' [m]	dZ/dσ' [dB/m]	dV/dσ' [s⁻¹]	dH/dσ'
> 18 700	0	0	0,075

**Flugzeugklasse S 6.3 – An
Datenblatt**

n	(1) O_n [dB]	(2) R_n
1	69,0	1,0
2	77,0	1,0
3	75,0	1,0
4	76,0	1,0
5	73,5	1,0
6	70,5	1,0
7	71,0	1,0
8	57,5	1,0

$s_0 = 300 \text{ m}$

(3) P_F : Landeschwelle

σ' [m]	(4) Z [dB]	(5) V [m/s]	(6) H [m]
-300	0	73	0
7 400	0	77	-
X	-1	108	h_0
σ' [m]	$dZ/d\sigma'$ [dB/m]	$dV/d\sigma'$ [s ⁻¹]	$dH/d\sigma'$
> X	0	0	0

$$X = h_0 \cdot \cot w - 300$$

h_0 Flughöhe nach Nr. 2.2.2.6 bzw. Nr. 2.2.3.5 VBUF-DES

w Gleitwinkel nach Nr. 2.2.2.3 bzw. Nr. 2.2.3.6 VBUF-DES

**Flugzeugklasse S 7a) – Ab
Datenblatt**

n	(1) O_n [dB]	(2) R_n
1	95,5	1,0
2	99,0	1,0
3	97,0	1,0
4	95,5	1,0
5	92,5	1,0
6	89,5	1,0
7	86,5	1,0
8	77,0	1,0

s₀ = 300 m

(3) P_F: Startpunkt

σ' [m]	(4) Z [dB]	(5) V [m/s]	(6) H [m]
0	0	40	0
1 800	0	90	0
4 700	0	90	–
5 200	–	90	460
5 700	–4,5	–	–
15 300	–4,5	140	1 080
σ' [m]	dZ/dσ' [dB/m]	dV/dσ' [s⁻¹]	dH/dσ'
> 15 300	0	0	0,102

**Flugzeugklasse S7 b) – Ab
Datenblatt**

n	(1) O_n [dB]	(2) R_n
1	95,5	1,0
2	99,0	1,0
3	97,0	1,0
4	95,5	1,0
5	92,5	1,0
6	89,5	1,0
7	86,5	1,0
8	77,0	1,0

s₀ = 300 m

(3) P_F: Startpunkt

σ' [m]	(4) Z [dB]	(5) V [m/s]	(6) H [m]
0	0	40	0
2 600	0	100	0
6 600	0	100	–
7 100	–	100	460
7 600	–4,5	–	–
21 300	–4,5	150	1 140
σ' [m]	dZ/dσ' [dB/m]	dV/dσ' [s⁻¹]	dH/dσ'
> 21 300	0	0	0,084

**Flugzeugklasse S 7a/b) – An
Datenblatt**

n	(1) O_n [dB]	(2) R_n
1	73,5	1,0
2	81,5	1,0
3	79,5	1,0
4	80,5	1,0
5	78,0	1,0
6	75,0	1,0
7	75,5	1,0
8	62,0	1,0

$s_0 = 300 \text{ m}$

(3) P_F: Landeschwelle

σ' [m]	(4) Z [dB]	(5) V [m/s]	(6) H [m]
-300	0	73	0
7 400	0	77	–
X	-1	108	h ₀
σ' [m]	dZ/dσ' [dB/m]	dV/dσ' [s⁻¹]	dH/dσ'
> X	0	0	0

$$X = h_0 \cdot \cot w - 300$$

h₀ Flughöhe nach Nr. 2.2.2.6 bzw. Nr. 2.2.3.5 VBUF-DES

w Gleitwinkel nach Nr. 2.2.2.3 bzw. Nr. 2.2.3.6 VBUF-DES

**Flugzeugklasse H 1 – Ab/An
Datenblatt**

n	(1) O_n [dB]	(2) R_n
1	77,0	1,4
2	73,0	1,4
3	76,0	1,4
4	76,0	1,4
5	71,0	1,4
6	65,0	1,4
7	57,0	1,4
8	55,0	1,4

s₀ = 150 m

(3) P_F: Hubschrauberstart- und -landestelle

σ' [m]	(4) Z [dB]	(5) V [m/s]	(6) H [m]
0	0	30	0
X	0	30	h ₀
σ' [m]	dZ/dσ' [dB/m]	dV/dσ' [s⁻¹]	dH/dσ'
> X	0	0	0

$$X = \frac{h_0}{0,2}$$

h₀ Höhenangabe nach Nr. 2.2.7.5, Nr. 2.2.8.5 bzw. Nr. 2.2.9.5 VBUF-DES

**Flugzeugklasse H 2 – Ab/An
Datenblatt**

n	(1) O_n [dB]	(2) R_n
1	87,0	1,4
2	83,0	1,4
3	86,0	1,4
4	86,0	1,4
5	81,0	1,4
6	75,0	1,4
7	67,0	1,4
8	65,0	1,4

$$s_0 = 150 \text{ m}$$

(3) P_F: Hubschrauberstart- und -landestelle

σ' [m]	(4) Z [dB]	(5) V [m/s]	(6) H [m]
0	0	30	0
X	0	30	h ₀
σ' [m]	dZ/dσ' [dB/m]	dV/dσ' [s⁻¹]	dH/dσ'
> X	0	0	0

$$X = \frac{h_0}{0,2}$$

h₀ Höhenangabe nach Nr. 2.2.7.5, Nr. 2.2.8.5 bzw. Nr. 2.2.9.5 VBUF-DES

6 Flugstrecken

Flugstrecken im Sinne der VBUF-AzB sind Abflugstrecken, Anflugstrecken, Platzrunden und Hubschrauberstrecken.

Die Flugstrecken sind im VBUF-DES beschrieben. Sie setzen sich aus Abschnitten zusammen. Ein Abschnitt j einer Flugstrecke i besteht entweder aus einem Geradenstück oder aus einem Kreisbogen.

Für die Berechnung wird davon ausgegangen, dass die Flugstrecken in der Bezugsebene verlaufen.

6.1 Kenngrößen der Flugstrecken

6.1.1 Anfangspunkt einer Flugstrecke

Als Anfangspunkt der Flugstrecke gilt:

- a) bei Abflugstrecken der Startpunkt
- b) bei Anflugstrecken der Punkt mit der Bogenlänge σ_E ,
- c) bei Platzrunden der Startpunkt,
- d) bei Hubschrauberstrecken die Hubschrauberstart- und -landestelle

6.1.2 Flugkorridorbreite $b_i(\sigma)$

Zur Berücksichtigung der seitlichen Abweichung der Flüge von der festgesetzten Flugstrecke wird jeder Flugstrecke eine Korridorbreite $b_i(\sigma)$ zugeordnet. Die Korridorbreite $b_i(\sigma)$ wird als stückweise lineare Funktion von σ gemäß Nr. 2.2.1.3, 2.2.2.5, 2.2.3.4, 2.2.4.3, 2.2.5.5, 2.2.6.4, 2.2.7.4, 2.2.8.4, 2.2.9.4 VBUF-DES festgesetzt.

Die Verteilung der Flugbahnen – projiziert auf die Bezugsebene – im Flugkorridor der Flugstrecke i wird durch die Verteilungsfunktion $v(\eta)$

mit

$$\eta = \frac{\rho}{b_i(\sigma)}$$

beschrieben. Dabei ist ρ die Längenkoordinate auf der Normalen zur Flugstrecke an der Stelle F (siehe Abbildung 2). In Richtung zunehmender Bogenlänge gesehen, zeigt die positive ρ -Achse nach rechts.

Bezeichnet N_{ik} die Anzahl der Vorbeiflüge von Luftfahrzeugen der Flugzeugklasse k in der Zeit T auf der Flugstrecke i , so ergibt sich die Anzahl der Luftfahrzeuge, die die ρ -Achse zwischen ρ und $\rho + d\rho$ passieren, aus:

$$\frac{N_{ik}}{b_i} \cdot v\left(\frac{\rho}{b_i}\right) \cdot d\rho.$$

Als Verteilungsfunktion wird das folgende Polynom festgesetzt:

$$v(\eta) = 30 \cdot (1/4 - \eta^2)^2.$$

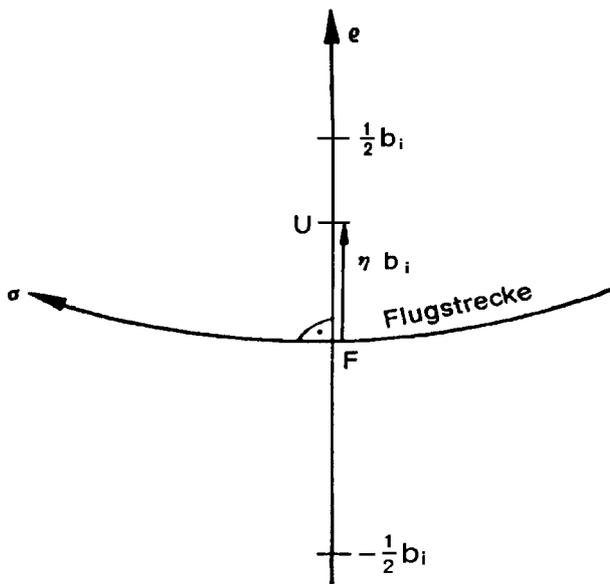


Abbildung 2: Normale auf die Flugstrecke an der Stelle F

6.1.3 Flugzeugdichte $D_i(\sigma)$

Jeder Flugstrecke i wird eine Flugzeugdichte $D_i(\sigma)$ zugeordnet. Sie dient dazu, die Einfädelung der Flugzeuge auf eine Anflugstrecke sowie das Abbiegen der Flugzeuge von der Landebahn zu berücksichtigen.

6.1.4 Flughöhe $h(\sigma)$

Bei Anflügen und bei Platzrunden ist die Flughöhe streckenabhängig. Bei Platzrunden wird die Flughöhe im Gegenanflug der VBUF-DES entnommen. Die Flughöhe bei Anflugstrecken ist durch den Gleitwinkel bestimmt.

Zwischen der Flughöhe $H(\sigma)$ und der Flughöhe $h(\sigma)$ besteht die Beziehung

$$h(\sigma) = H(\sigma') = H(\sigma - \sigma_0).$$

6.2 Arten von Flugstrecken

6.2.1 Abflugstrecken

Der Verlauf der Abflugstrecken ist im VBUF-DES beschrieben.

Die Flugzeugdichte ist für Abflugstrecken

$$D_i(\sigma) = 1.$$

Die Flugkorridorbreite $b_i(\sigma)$ ergibt sich als stückweise lineare Funktion aus dem VBUF-DES.

6.2.2 Anflugstrecken

Anflugstrecken verlaufen von der im VBUF-DES angegebenen Landebahn aus in diejenige Bahnrichtung, die zur Anflugrichtung entgegengesetzt ist. Bei Anflugstrecken wird

$$b_i(\sigma) = 0$$

gesetzt, soweit nicht im VBUF-DES Korridorbreiten angegeben sind.

Die Flugzeugdichte $D_i(\sigma)$ ist

$$\begin{aligned} D_i(\sigma) &= 0 && \text{für } \sigma = \sigma_E \\ D_i(\sigma) &= (\sigma - \sigma_E) / (\sigma_A - \sigma_E) && \text{für } \sigma_E < \sigma \leq \sigma_A \end{aligned}$$

$$D_i(\sigma) = 1 \quad \text{für } \sigma_A < \sigma \leq \sigma_e$$

$$D_i(\sigma) = (\sigma - \sigma_a) / (\sigma_e - \sigma_a) \quad \text{für } \sigma_e < \sigma \leq \sigma_a$$

$$D_i(\sigma) = 0 \quad \text{für } \sigma_a < \sigma.$$

Dabei ist

σ_E Bogenlänge des Landebahnendes,

$\sigma_A = \sigma_S - 1\,500\text{ m}$,

σ_S Bogenlänge der Landeschwelle,

σ_a Bogenlänge des Beginns des Einfädelungsbereichs,

σ_e Bogenlänge des Endes des Einfädelungsbereichs.

Die Begriffe Landebahnende, Landeschwelle, sowie Beginn und Ende des Einfädelungsbereiches beziehen sich auf die Flugrichtung der landenden Flugzeuge.

Die Lage der Landeschwelle und des Einfädelungsbereichs ergeben sich aus dem VBUF-DES. Abbildung 4 stellt den Verlauf der Flugzeugdichte längs einer Anflugstrecke dar.

Abweichend von der o. a. Regelung ist bei Landebahnen mit einer Länge von weniger als 1500 m ein Dichtebereich von ca. zwei Drittel der Landebahnlänge zu verwenden.

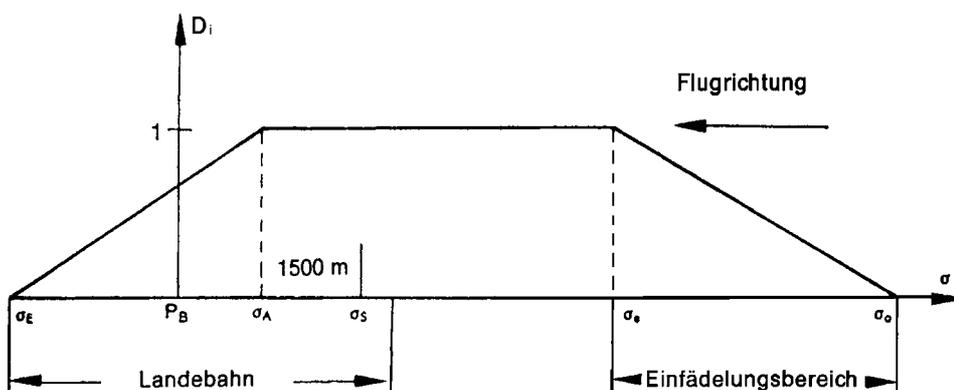


Abbildung 4: Flugzeugdichte $D_i(\sigma)$ für eine Anflugstrecke, P_B Bahnbezugspunkt

6.2.3 Platzrunden

Platzrunden werden in Abflug-, Horizontalflug- und Anflugteil gegliedert. Für den Abflug- und den Anflugteil gelten grundsätzlich die Flugzeugklassendaten der VBUF-AzB. Dabei wird für die Flugzeuggruppen S 3.1, S 3.2, S 4, S 6.2 und S 7 die Auslastung a zugrunde gelegt. Für den Horizontalflugteil werden die Oktavpegel und Richtungsfaktoren des Anfluges in Verbindung mit einem Zusatzpegel Z (Tabelle 5) verwendet.

Flugzeuggruppe	Zusatzpegel Z [dB]
P 1.0	6
P 1.1	4
P 1.2	2
P 1.3	2
P 1.4	2
P 2.1	5
P 2.2	5
S 1.0	3
S 1.1	3
S 1.2	3

Flugzeuggruppe	Zusatzpegel Z [dB]
S 1.3	3
S 2	3
S 3.1	3
S 3.2	3
S 4	3
S 5.1	3
S 5.2	3
S 5.3	3
S 6.1	3
S 6.2	3
S 6.3	3
S 7	3
H 1	0
H 2	0

Tabelle 5: Zusatzpegel für den Horizontalflugteil bei Platzrunden

Im Einzelnen gilt Folgendes:

Der Abflugteil erstreckt sich vom Startpunkt bis zum Anfang des Horizontalflugteils. Dieser beginnt mit Erreichen und endet mit dem Verlassen der Flughöhe über Platz zur Landung. Der Anflugteil erstreckt sich vom Ende des Horizontalflugteils bis zur Landeschwelle; ihm liegt der im VBUF-DES angegebene Gleitwinkel zugrunde.

Für den Abflugteil gelten die Daten $V(\sigma')$ und $H(\sigma')$ der Abflugdatensätze. Die Daten O_n , R_n und $Z(\sigma')$ der Abflugdatensätze gelten bis zu dem Punkt, der – in Flugrichtung gesehen – 500 m vor dem Beginn des Horizontalflugteils liegt.

Während des Horizontalflugs werden die Werte der Daten $V(\sigma')$ und $H(\sigma')$ vom Ende des Abflugteils beibehalten.

Von dem Punkt an, der – in Flugrichtung gesehen – 500 m hinter dem Beginn des Horizontalflugteils liegt, gelten die Daten O_n und R_n der Anflug-Datensätze sowie die Werte der Tabelle 5 für den Zusatzpegel Z.

Von dem Punkt 500 m vor bis zu dem Punkt 500 m hinter dem Beginn des Horizontalflugteils gehen die Werte von $Z(\sigma')$ der Abflugdatensätze linear in die Werte der Tabelle 5 über. Außerdem wird zwischen diesen Punkten der stetige Übergang der Datensätze O_n und R_n nach Nr. 7.8 der VBUF-AzB hergestellt.

Für den Anflugteil gelten die Daten O_n , R_n und $H(\sigma')$ der Anflugdatensätze.

Bei der Berechnung gelten

- a) bei den Flugzeuggruppen P 1.0, P 1.1, P 1.2, P 1.3, P 1.4, P 2.1 und P 2.2 von dem Punkt 1 000 m hinter dem Ende des Horizontalfluges ab,
- b) bei den übrigen zivilen Flugzeuggruppen von dem Punkt 7 400 m vor der Landeschwelle ab bis zum Ende der Landebahn die Daten $V(\sigma')$ und $Z(\sigma')$ der Anflugdatensätze.

Im Übergangsabschnitt zwischen dem Ende des Horizontalflugteils und den unter a) und b) angegebenen Punkten gehen für die Daten $V(\sigma')$ und $Z(\sigma')$ die Werte des Horizontalflugteils linear in die Werte der Anflugdatensätze über.

Von dem Punkt 500 m vor bis zu dem Punkt 500 m hinter dem Beginn des Anflugteils gehen für die Daten von $V(\sigma')$ und $Z(\sigma')$ die Werte des Horizontalflugteils linear in die Werte der Anflugdatensätze über.

Ergibt die Beschreibung einer Platzrunde nach VBUF-DES keine vollständig geschlossene Kurve, so sollten bei Versetzungen bis zu 500 m die erforderlichen Korrekturen nach Möglichkeit im Anflugteil der Platzrunde vorgenommen werden. In den anderen Fällen entscheidet die zuständige Stelle, welche Maßnahmen getroffen werden.

6.2.4 Hubschrauberstrecken

Hubschrauberstrecken sind Abflugstrecken, Anflugstrecken und Platzrunden von Hubschraubern (Flugzeuggruppen H 1 und H 2). Der Verlauf der Hubschrauberstrecken ergibt sich aus dem VBUF-DES. Die Flugzeugdichte bei Hubschrauberstrecken ist $D_i(\sigma) = 1$.

6.2.5 Weitere Flugstrecken

Vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit werden im Einvernehmen mit dem Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung weitere Arten von Flugstrecken festgesetzt, wenn es sich als notwendig erweist.

7 Berechnung

7.1 Feststellung eines Vorbeifluges am Immissionsort P

Für jeden Abschnitt j jeder Flugstrecke i wird festgestellt, ob der Immissionsort P im Einflussbereich des Abschnittes liegt. Bei Abflugstrecken wird außerdem festgestellt, ob der Immissionsort P im Einflussbereich des Startpunktes P_S liegt. Der Einflussbereich ist ein in der Bezugsebene liegendes Gebiet, das begrenzt wird:

- bei einem geraden Streckenabschnitt durch die Flugstreckennormalen, die durch die Endpunkte des Streckenabschnitts gehen (Abbildung 6),
- bei einem kreisbogenförmigen Streckenabschnitt durch die Strahlen, die vom zugehörigen Kreismittelpunkt M durch die Endpunkte des Streckenabschnitts gehen (Abbildung 7),
- bei einem Startpunkt P_S durch die Flugstreckennormale, die durch den Startpunkt P_S geht; der Einflussbereich liegt auf der Seite der Normalen, auf der sich die Abflugstrecke nicht befindet (Abbildung 8).

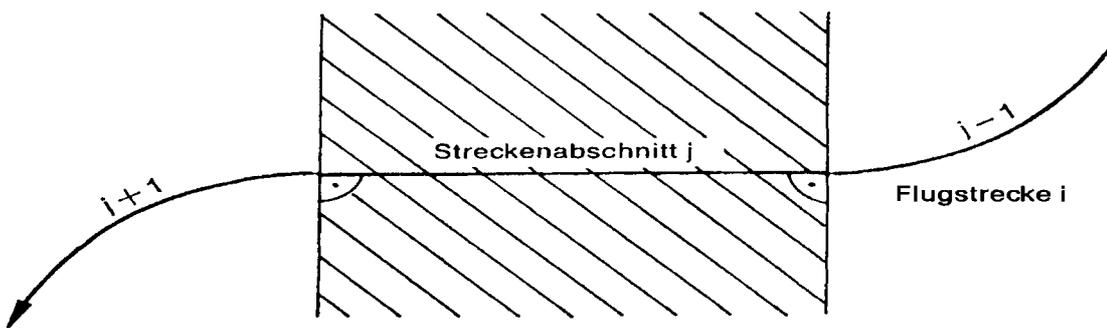


Abbildung 6: Einflussbereich (schraffiert) eines geraden Streckenabschnittes

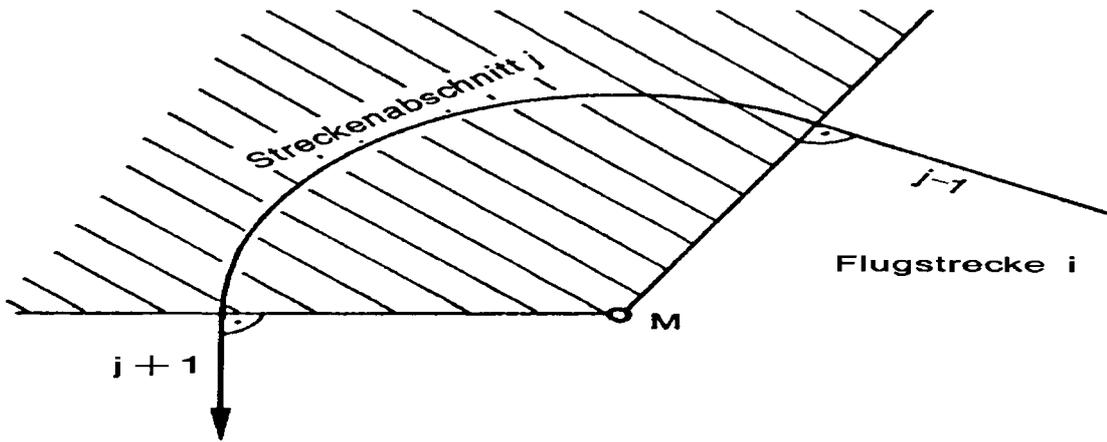


Abbildung 7: Einflussbereich (schraffiert) eines kreisbogenförmigen Streckenabschnittes

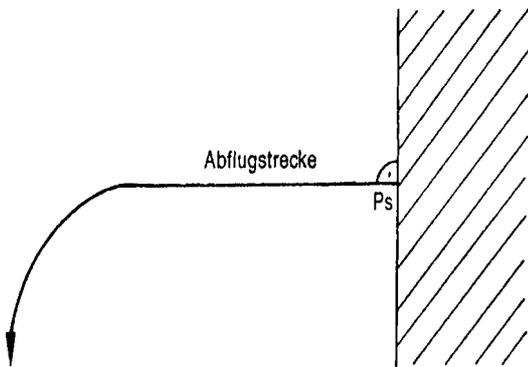


Abbildung 8: Einflussbereich (schraffiert) eines Startpunktes P_S

Der Startpunkt P_S wird wie ein Abschnitt nummeriert; er erhält die Abschnittsnummer $j = 0$.

Bei An- und Abflugstrecken von Hubschraubern wird die Hubschrauberstart- und -landestelle wie der Startpunkt einer Abflugstrecke behandelt.

7.2 Vorbeifluggeometrie

Liegt der Immissionsort P im Einflussbereich des Abschnittes j der Flugstrecke i , so wird vom Immissionsort P das Lot auf Abschnitt j gefällt. Gibt es bei einem kreisbogenförmigen Abschnitt mit einem Zentriwinkel $\geq 180^\circ$ zwei Lote, so wird nur das kürzere Lot berücksichtigt. Der Fußpunkt des Lots wird mit F_{ij} bezeichnet (Abbildung 9).

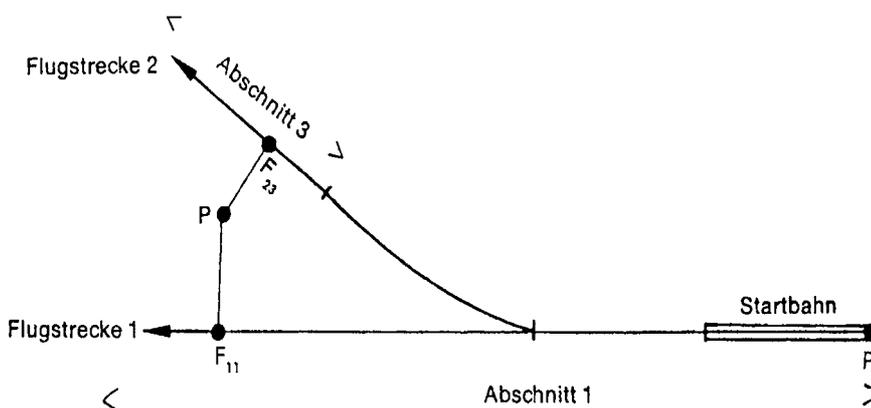


Abbildung 9: Lote vom Immissionsort P auf Abschnitt 1 der Flugstrecke 1 und auf Abschnitt 3 der Flugstrecke 2. Beide Flugstrecken sind Abflugstrecken

Liegt der Immissionsort P im Einflussbereich eines Startpunktes P_S , so werden der Immissionsort P und der Startpunkt P_S durch eine Gerade verbunden. Die Gerade wird wie das Lot in den anderen Fällen behandelt; der Startpunkt P_S gilt als Fußpunkt F_{i0} (Abbildung 10).

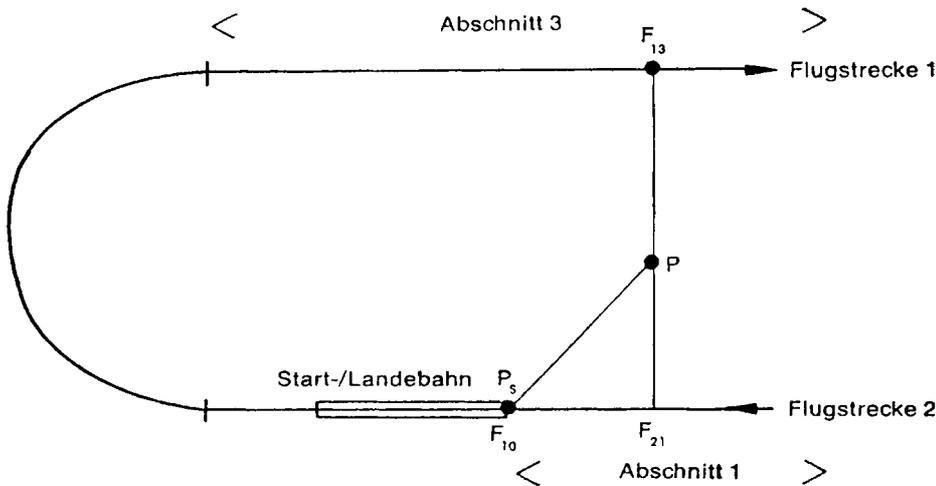


Abbildung 10: Lote vom Immissionsort P auf Abschnitt 3 der Flugstrecke 1 (Abflugstrecke) und auf Abschnitt 1 der Flugstrecke 2 (Anflugstrecke) sowie geradlinige Verbindung vom Immissionsort P zum Startpunkt P_S der Flugstrecke 1. Die Zählung der Abschnitte beginnt unabhängig von der Flugrichtung auf der Start- und Landebahn. Die Pfeile an den Flugstrecken bezeichnen die Zählrichtung.

Es werden die Abstände ρ_{ij} des Immissionsortes P von den Fußpunkten F_{ij} ermittelt.

Der Abstand ρ_{ij} hat ein positives Vorzeichen, wenn der Immissionsort P – in Richtung zunehmender Bogenlänge gesehen – rechts von der Flugstrecke liegt, andernfalls ein negatives Vorzeichen. Handelt es sich bei dem Fußpunkt F_{ij} um den Startpunkt P_S , so hat ρ_{i0} ein positives Vorzeichen.

Die Bogenlängen σ_{ij} der Fußpunkte F_{ij} werden ermittelt.

Der Abstand s_{ijk} , den ein Luftfahrzeug der Flugzeugklasse k vom Immissionsort P hat, wenn es den Punkt U überfliegt, ist

$$s_{ijk}(\eta) = \sqrt{(\rho_{ij} - \eta b_i(\sigma_{ij}))^2 + h_k^2(\sigma_{ij})}.$$

Dabei ist $h_k(\sigma)$ die Flughöhe eines Luftfahrzeugs der Klasse k.

Ergibt sich für $s_{ijk}(\eta)$ ein Wert $\leq \sqrt{1000}$ m, so wird gesetzt

$$s_{ijk}(\eta) = \sqrt{1000} \text{ m.}$$

Der Höhenwinkel $\alpha_{ijk}(\eta)$ zwischen der vom Immissionsort P zum Luftfahrzeug führenden Geraden und der Bezugsebene ist

$$\alpha_{ijk}(\eta) = \arcsin \frac{h_k(\sigma_{ij})}{s_{ijk}(\eta)}.$$

7.3 Berechnung des höchsten Schallpegels $L_k(s, \sigma, \alpha)$ eines Vorbeifluges

Die zur Berechnung der Lärmindizes L_{DEN} und L_{Night} für die Flugzeugklasse k benötigten höchsten Schallpegel $L_k(s, \sigma, \alpha)$ werden aus den Daten der Flugzeugklasse k wie folgt bestimmt (der Index k wird dabei zur Vereinfachung weggelassen).

7.3.1 Umrechnung des Oktavspektrums von der Bezugsentfernung s_0 auf die Entfernung s bei Luft-Boden-Schallausbreitung

Zur Bestimmung des Oktavspektrums eines Vorbeifluggeräusches in der Entfernung s werden die für die Bezugsentfernung s_0 gültigen Oktavpegel O_n unter Berücksichtigung des Richtungsfaktors R_n und der Dämpfungskonstante d_n (Tabelle 11) für jede einzelne Oktave n nach der folgenden Gleichung umgerechnet:

$$O_n(s) = O_n - 20 \lg(s/s_0) - R_n \cdot d_n \cdot (s - s_0).$$

Dabei ist \lg der Logarithmus zur Basis 10.

n	Oktavmittenfrequenz [Hz]	d_n [dB/m]	G_n [dB]	A_n [dB]
1	63	$0,33 \cdot 10^{-3}$	5	-26,2
2	125	$0,66 \cdot 10^{-3}$	7,5	-16,1
3	250	$1,3 \cdot 10^{-3}$	10	-8,6
4	500	$2,3 \cdot 10^{-3}$	9	-3,2
5	1 000	$4,9 \cdot 10^{-3}$	8	0
6	2 000	$10,2 \cdot 10^{-3}$	7	1,2
7	4 000	$25,6 \cdot 10^{-3}$	6	1,0
8	8 000	$43,0 \cdot 10^{-3}$	5	-1,1

Tabelle 11: Zahlenwerte für die Dämpfungskonstante d_n , die asymptotische Pegelminderung G_n und die Konstante A_n für die A-Bewertung der Oktavpegel

7.3.2 Berechnung der Oktavpegelminderung $B_n(s)$ bei Boden-Boden-Schallausbreitung

Erfolgt die Schallausbreitung unmittelbar über der Erdoberfläche (Luftfahrzeug bei Start und Landung am Boden ($\alpha = 0$)), so wird für jede Oktave n eine Pegelminderung $B_n(s)$ bestimmt, um die die Oktavpegel $O_n(s)$ reduziert werden. Die Oktavpegelminderung wird nach folgender Gleichung berechnet:

$$B_n(s) = G_n \cdot \frac{R_n \cdot s / s_1}{\sqrt{1 + (R_n \cdot s / s_1)^2}}$$

Die Oktavpegelminderung $B_n(s)$ hängt ab von der asymptotischen Pegelminderung G_n für Boden-Boden-Schallausbreitung, dem Richtungsfaktor R_n und dem Verhältnis der Entfernung s zu der konstanten Entfernung s_1 . Dabei ist $s_1 = 700$ m. Die Konstanten G_n sind in Tabelle 11 angegeben.

7.3.3 Berechnung des A-bewerteten Schallpegels $L_A(s)$ bei Luft-Boden-Schallausbreitung und $L_B(s)$ bei Boden-Boden-Schallausbreitung

Für Luft-Boden-Schallausbreitung ($\alpha > 15^\circ$) wird der A-bewertete Schallpegel $L_A(s)$ aus dem berechneten Oktavpegel $O_n(s)$ und den Konstanten A_n für die A-Bewertung (Tabelle 11) nach folgender Gleichung bestimmt:

$$L_A(s) = 10 \lg \sum_n 10^{[O_n(s) + A_n] / 10}$$

Für Boden-Boden-Schallausbreitung ($\alpha = 0$) wird der A-bewertete Schallpegel $L_B(s)$ unter Berücksichtigung der berechneten Oktavpegelminderungen $B_n(s)$ nach folgender Gleichung berechnet:

$$L_B(s) = 10 \lg \sum_n 10^{[O_n(s) - B_n(s) + A_n] / 10}$$

Für $\alpha \leq 15^\circ$ siehe Nr. 7.3.4 der VBUF-AzB.

Die A-Pegelminderung $E(s)$ bei Boden-Boden-Schallausbreitung ergibt sich aus der Gleichung

$$E(s) = L_A(s) - L_B(s).$$

Die Werte $L_A(s)$ und $E(s)$ für die einzelnen Flugzeugklassen sind in den Tabellenblättern der VBUF-AzB angegeben. Sie werden der Berechnung zugrunde gelegt. Zwischenwerte werden durch lineare Interpolation in $\lg s$ ermittelt.

7.3.4 Berechnung des höchsten A-bewerteten Schallpegels $L(s, \sigma, \alpha)$ bei einem Vorbeiflug

Der höchste A-bewertete Schallpegel $L(s, \sigma, \alpha)$ in der Entfernung s , hervorgerufen durch ein Flugzeug an der Stelle σ der Flugstrecke bei einem Höhenwinkel α , wird unter Berücksichtigung der Pegelminderung $E(s)$ und des Zusatzpegels $Z(\sigma')$ nach folgender Gleichung ermittelt:

$$L(s, \sigma, \alpha) = L_A(s) - c(\alpha) E(s) + Z(\sigma')$$

Die Funktion $c(\alpha)$ beschreibt den Einfluss der Boden-Boden-Schalldämpfung als Funktion des Höhenwinkels α . Sie wird wie folgt bestimmt:

$$c(\alpha) = \begin{cases} 1 - \sin \alpha / \sin \alpha_g & \text{für } \alpha \leq \alpha_g \\ 0 & \text{für } \alpha > \alpha_g \end{cases}$$

Dabei ist $\alpha_g = 15^\circ$.

7.3.5 Herstellung eines stetigen Übergangs von einem Datensatz zu einem anderen Datensatz

Für den Sonderfall, dass auf einer Flugstrecke (z. B. bei einer Platzrunde) unterschiedliche Datensätze des Oktavpegels O_n und des Richtungsfaktors R_n benutzt werden müssen, werden die Datensätze

$$\begin{aligned} O_n^{(1)}, R_n^{(1)} & \text{ für den Bereich } \sigma' \leq \sigma_1' \\ O_n^{(2)}, R_n^{(2)} & \text{ für den Bereich } \sigma' \geq \sigma_2' \end{aligned}$$

festgesetzt. Im Übergangsbereich $\sigma_1' < \sigma' < \sigma_2'$ wird dann folgendermaßen verfahren:

Gemäß der VBUF-AzB wird der Schallpegel $L^{(1)}(s, \sigma, \alpha)$ aus den Datensätzen $O_n^{(1)}, R_n^{(1)}$ und der Schallpegel $L^{(2)}(s, \sigma, \alpha)$ aus den Datensätzen $O_n^{(2)}, R_n^{(2)}$ berechnet. Daraus wird der Schallpegel $L(s, \sigma, \alpha)$ nach der folgenden Gleichung bestimmt:

$$L(s, \sigma, \alpha) = q \cdot L^{(1)}(s, \sigma, \alpha) + (1 - q) \cdot L^{(2)}(s, \sigma, \alpha)$$

mit

$$q = \frac{\sigma_2' - \sigma'}{\sigma_2' - \sigma_1'}$$

7.4 Berechnung der Geräuschkdauer $t(s, \sigma)$ eines Vorbeifluges

Die Geräuschkdauer $t(s, \sigma)$ eines Vorbeifluges wird aus der Fluggeschwindigkeit V und der Entfernung s mit den Koeffizienten a und b nach der folgenden Gleichung berechnet:

$$t(s, \sigma) = \frac{a \cdot s}{V(\sigma') + \frac{s}{b}}$$

Die Koeffizienten a und b für die einzelnen Flugzeugklassen sind Tabelle 12 zu entnehmen.

Flugzeugklasse	a	b [s]
P 1.0 – Ab	3	50
P 1.0 – An	3	50
P 1.1 – Ab	3	50
P 1.1 – An	3	50
P 1.2 – Ab	3	50
P 1.2 – An	3	50

Flugzeugklasse	a	b [s]
P 1.3 – Ab	3	50
P 1.3 – An	3	50
P 1.4 – Ab	3	50
P 1.4 – An	3	50
P 2.1 – Ab	3	50
P 2.1 – An	3	50
P 2.2 – Ab	3	50
P 2.2 – An	3	50
S 1.0 – Ab	3	50
S 1.0 – An	3	50
S 1.1 – Ab	3	50
S 1.1 – An	3	50
S 1.2 – Ab	3	50
S 1.2 – An	3	50
S 1.3 – Ab	3	50
S 1.3 – An	3	50
S 2 – Ab	3	50
S 2 – An	3	50
S 3.1 a) – Ab	3	50
S 3.1 b) – Ab	3	50
S 3.1 a/b) – An	3	50
S 3.2 a) – Ab	3	50
S 3.2 b) – Ab	3	50
S 3.2 a/b) – An	3	50
S 4 a) – Ab	3	50
S 4 b) – Ab	3	50
S 4 a/b) – An	3	50
S 5.1 – Ab	5	12
S 5.1 – An	6	12
S 5.2 – Ab	5	12
S 5.2 – An	6	12
S 5.3 – Ab	5	12
S 5.3 – An	6	12
S 6.1 – Ab	5	12
S 6.1 – An	6	12
S 6.2 a) – Ab	5	12
S 6.2 b) – Ab	5	12
S 6.2 a/b) – An	6	12
S 6.3 – Ab	5	12
S 6.3 – An	6	12
S 7 a) – Ab	5	12
S 7 b) – Ab	5	12
S 7 a/b) – An	6	12
H 1 – Ab/An	5	30
H 2 – Ab/An	5	30

Tabelle 12: Koeffizienten zur Berechnung der Geräuschkdauer

7.5 Berechnung der Lärmindizes L_{DEN} und L_{Night} am Immissionsort P

Es wird für jede in Frage kommende Kombination von Flugstrecke i , Abschnitt j und Flugzeugklasse k der Anteil A_{ijk} ermittelt, den ein einzelner Vorbeiflug zum Lärmindex L_{DEN} bzw. L_{Night} am Immissionsort P beiträgt.

Hat die Korridorbreite b_i (σ) an der Stelle σ_{ij} den Wert Null, so ergibt sich der Anteil A_{ijk} aus der Gleichung:

$$A_{ijk} = \frac{1}{2T} \left[10^{L_k(s_{ijk}(0), \sigma_{ij}, \alpha_{ijk}(0)) / 10} \cdot t_k(s_{ijk}(0), \sigma_{ij}) \right].$$

Ist der Schallpegel $L_k \leq 50$ dB(A), so wird der Anteil $A_{ijk} = 0$ gesetzt.

Ist die Korridorbreite b_i an der Stelle σ_{ij} von Null verschieden, so ergibt sich der Anteil A_{ijk} aus der Gleichung:

$$A_{ijk} = \frac{1}{2T} \int_{-1/2}^{1/2} \left\{ 10^{L_k(s_{ijk}(\eta), \sigma_{ij}, \alpha_{ijk}(\eta)) / 10} \cdot t_k(s_{ijk}(\eta), \sigma_{ij}) \cdot v(\eta) \right\} d\eta.$$

Das Integral wird nur für den Teil des Integrationsintervalls berechnet, in dem der Schallpegel $L_k > 50$ dB(A) ist. Ist der Schallpegel L_k im ganzen Intervall ≤ 50 dB(A), so wird der Anteil $A_{ijk} = 0$ gesetzt.

T bezeichnet die Beurteilungszeit und beträgt $T = 3,1536 \cdot 10^7$ s.

Zur näherungsweisen Berechnung des Anteils A_{ijk} ist der Flugkorridor in Abhängigkeit vom Verhältnis der Entfernung e zur Korridorbreite b_i in mindestens folgende Teilkorridore zu unterteilen (Tabelle 13):

Verhältnis e/b_i	Anzahl der Teilkorridore
$e/b_i \leq 2$	50
$2 < e/b_i \leq 4$	20
$e/b_i > 4$	10

Tabelle 13: Anzahl der Teilkorridore in Abhängigkeit vom Verhältnis e/b_i
e Entfernung zwischen Immissionsort P und Fußpunkt F

Beträgt die Korridorbreite b_i weniger als 1 m, so kann die Aufteilung der Korridore in Teilkorridore entfallen.

Die Lärmindizes L_{DEN} und L_{Night} werden nach folgenden Gleichungen ermittelt:

$$L_{DEN} = 10 \cdot \lg \left\{ \sum_i \sum_j D_i(\sigma_{ij}) \cdot \sum_k 1,0 \cdot N_{ikt} \cdot A_{ijk} + 3,16 \cdot N_{ika} \cdot A_{ijk} + 10 \cdot N_{ikn} \cdot A_{ijk} \right\},$$

$$L_{Night} = 10 \cdot \lg \left\{ \sum_i \sum_j D_i(\sigma_{ij}) \cdot \sum_k 1 \cdot N_{ikn} \cdot A_{ijk} \right\}.$$

N_{ikt} bezeichnet die Zahl der Flugbewegungen von Luftfahrzeugen der Flugzeugklassen k auf der Flugstrecke i in der Beurteilungszeit T zur Tageszeit (06.00 bis 18.00 Uhr); N_{ika} bezeichnet die Zahl der entsprechenden Flugbewegungen zur Abendzeit (18.00 bis 22.00 Uhr); N_{ikn} bezeichnet die Zahl der entsprechenden Flugbewegungen zur Nachtzeit (22.00 bis 06.00 Uhr). Die Flugbewegungszahlen ergeben sich aus dem VBUF-DES.

7.6 Berechnung von Kurven mit konstantem Lärmindex L_{DEN} bzw. L_{Night}

7.6.1 Allgemeine Beschreibung

Zur Ermittlung der Lärmkarten werden Kurven mit den Lärmindizes $L_{DEN}(x, y) = \text{const.} = L_{ot}$ bzw. $L_{Night}(x, y) = \text{const.} = L_{on}$ bestimmt. Dabei hat L_{ot} die Werte 55 dB(A), 60 dB(A), 65 dB(A), 70 dB(A) und 75 dB(A) und L_{on} die Werte 50 dB(A), 55 dB(A), 60 dB(A), 65 dB(A) und 70 dB(A).

Die Kurven werden jeweils durch eine Anzahl von Punkten dargestellt, die längs der Kurve aufeinander folgen. Diese Punkte werden als Kurvenpunkte bezeichnet. Die gerade Verbindungslinie zweier aufeinander folgender Kurvenpunkte wird als Sehne bezeichnet.

Die Kurvenpunkte werden zunächst in der Bezugsebene berechnet und danach in Koordinatensysteme der Landesvermessung transformiert.

Der Berechnung der Kurvenpunkte liegen die Funktionen $L_{\text{DEN}}(x, y)$ und $L_{\text{Night}}(x, y)$ zugrunde. Die Funktionen sind durch Nr. 7.1 bis 7.5 der VBUF-AzB und die in Ausführung von Nr. 7.1 bis 7.5 der VBUF-AzB angewendeten mathematischen Näherungsverfahren bestimmt.

7.6.2 Ermittlung von Kurvenpunkten in der Bezugsebene

Für die Ermittlung von Kurvenpunkten in der Bezugsebene gelten folgende Regeln:

- Die Abweichung der Kurvenpunkte von der Kurve $L_{\text{DEN}}(x, y) = L_{\text{ot}}$ bzw. $L_{\text{Night}}(x, y)$ liegt in der Größenordnung von 5 m.
- Die Sehnenlänge Δ beträgt mindestens 10 m und höchstens 160 m.
- Das Verhältnis der Längen Δ_1 und Δ_2 zweier aufeinander folgender Sehnen sollte mindestens 0,5 und höchstens 2 betragen.
- Für die Anpassung der Sehnenlänge an die Kurvenkrümmung gilt

$$\beta \cdot \text{Max}(\Delta_1, \Delta_2) \leq 16 \text{ m.}$$

Dabei bezeichnet der Winkel β den Betrag der Richtungsänderung einer Sehne gegenüber der vorangehenden Sehne im Bogenmaß (Abbildung 14).

Widerspricht die Regel d) im Einzelfall den Regeln b) und c), so gehen die Regeln b) und c) vor.

Bei Unstetigkeiten im Kurvenverlauf ist nach Nr. 7.6.3 der VBUF-AzB zu verfahren. Dabei sind die Regeln a) bis d) ebenfalls zu beachten.

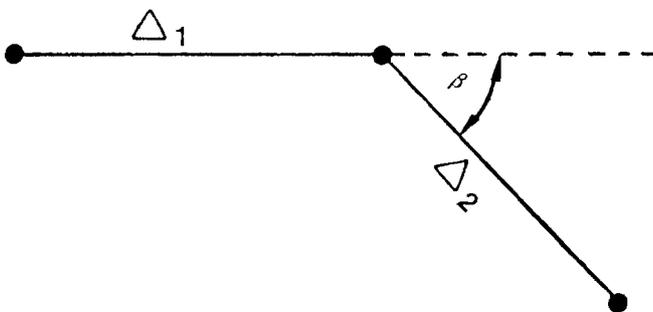


Abbildung 14: Winkel β

7.6.3 Besonderheiten im Kurvenverlauf

Bei der Berechnung der Kurvenpunkte können Besonderheiten (z. B. Sprungstellen und Enklaven) auftreten. Sprungstellen sind Unstetigkeiten im Kurvenverlauf. Unter Enklave wird ein von der Lärmkontur eingeschlossenes Gebiet verstanden, für das ein Lärmindex $L_{\text{DEN}} \leq L_{\text{ot}}$ bzw. ein Lärmindex $L_{\text{Night}} \leq L_{\text{on}}$ berechnet worden ist.

Beim Auftreten von Besonderheiten im Kurvenverlauf wird wie folgt verfahren:

Sprungstellen, deren Stufenhöhe nicht mehr als 50 m beträgt, sowie Enklaven, deren Flächeninhalt nicht mehr als 1 000 m² beträgt, werden bei der Berechnung ausgeglichen. Bei den Sprungstellen wird dazu der – von der höher lärmbelasteten Isolinie aus gesehen – weiter außen liegende Kurventeil so fortgesetzt, dass die Kurve nach einer Strecke von mindestens der fünffachen Stufenhöhe in die weiter innen liegende Kurve glatt übergeht. Hierzu wird an den Übergangspunkten (Eckpunkten) zwischen Geradenstück und Bogenstück bzw. Bogenstück und Geradenstück der Flugbahn eine Normale (Lot) auf die Lärmkontur ge-

bildet. Beiderseits des Lotes werden in 0,1 m Abstand neue Isolinienpunkte gesucht. Das gleiche Verfahren wird auf dem anderen (zweiten) Nachbar-Lot wiederholt. Auf diese Weise erhält man $\pm 0,1$ m neben dem Eckpunkt-Lot je einen Punkt auf der Isolinie. Der Abstand zwischen diesen Punkten wird als Sprunghöhe bezeichnet.

Die Enklaven werden in die sie umgebende Isolinie einbezogen.

Bei anderen Besonderheiten im Kurvenverlauf entscheidet die zuständige Behörde welche Maßnahmen getroffen werden.

8 Tabellenblätter

Die Tabellenblätter enthalten die Einzeldaten des A-bewerteten Schallpegels L_A bei Luft-Boden-Schallausbreitung und der A-Pegelminderung E bei Boden-Boden-Schallausbreitung in ihrer Abhängigkeit von der Entfernung s. Die Stufung der Entfernung s ist so gewählt, dass sich gleiche Abstände von $\lg s$ ergeben.

Flugzeugklasse P 1.0 – Ab Tabellenblatt

s [m]	$\lg s$	L_A [dB(A)]	E [dB(A)]
31,6	1,50	81,042	0,380
35,5	1,55	80,025	0,426
39,8	1,60	79,006	0,479
44,7	1,65	77,984	0,537
50,1	1,70	76,961	0,603
56,2	1,75	75,935	0,676
63,1	1,80	74,906	0,758
70,8	1,85	73,874	0,851
79,4	1,90	72,839	0,954
89,1	1,95	71,800	1,070
100,0	2,00	70,758	1,199
112,2	2,05	69,711	1,343
125,9	2,10	68,660	1,503
141,3	2,15	67,604	1,681
158,5	2,20	66,543	1,879
177,8	2,25	65,477	2,097
199,5	2,30	64,405	2,337
223,9	2,35	63,326	2,600
251,2	2,40	62,241	2,886
281,8	2,45	61,149	3,194
316,2	2,50	60,049	3,524
354,8	2,55	58,941	3,873
398,1	2,60	57,824	4,238
446,7	2,65	56,697	4,615
501,2	2,70	55,560	4,996
562,3	2,75	54,412	5,377
631,0	2,80	53,252	5,750
707,9	2,85	52,079	6,108
794,3	2,90	50,892	6,444
891,3	2,95	49,690	6,754
1 000,0	3,00	48,472	7,032
1 122,0	3,05	47,237	7,278
1 258,9	3,10	45,983	7,491
1 412,5	3,15	44,709	7,670
1 584,9	3,20	43,415	7,817
1 778,3	3,25	42,098	7,934
1 995,3	3,30	40,757	8,023
2 238,7	3,35	39,391	8,088

**Flugzeugklasse P 1.0 – An
Tabellenblatt**

s [m]	lg s	L_A [dB(A)]	E [dB(A)]
31,6	1,50	71,042	0,380
35,5	1,55	70,025	0,426
39,8	1,60	69,006	0,479
44,7	1,65	67,984	0,537
50,1	1,70	66,961	0,603
56,2	1,75	65,935	0,676
63,1	1,80	64,906	0,758
70,8	1,85	63,874	0,851
79,4	1,90	62,839	0,954
89,1	1,95	61,800	1,070
100,0	2,00	60,758	1,199
112,2	2,05	59,711	1,343
125,9	2,10	58,660	1,503
141,3	2,15	57,604	1,681
158,5	2,20	56,543	1,879
177,8	2,25	55,477	2,097
199,5	2,30	54,405	2,337
223,9	2,35	53,326	2,600
251,2	2,40	52,241	2,886
281,8	2,45	51,149	3,194
316,2	2,50	50,049	3,524
354,8	2,55	48,941	3,873
398,1	2,60	47,824	4,238
446,7	2,65	46,697	4,615
501,2	2,70	45,560	4,996
562,3	2,75	44,412	5,377
631,0	2,80	43,252	5,750
707,9	2,85	42,079	6,108
794,3	2,90	40,892	6,444
891,3	2,95	39,690	6,754
1 000,0	3,00	38,472	7,032

**Flugzeugklasse P 1.1 – Ab
Tabellenblatt**

s [m]	lg s	L_A [dB(A)]	E [dB(A)]
31,6	1,50	86,042	0,380
35,5	1,55	85,025	0,426
39,8	1,60	84,006	0,479
44,7	1,65	82,984	0,537
50,1	1,70	81,961	0,603
56,2	1,75	80,935	0,676
63,1	1,80	79,906	0,758
70,8	1,85	78,874	0,851
79,4	1,90	77,839	0,954
89,1	1,95	76,800	1,070
100,0	2,00	75,758	1,199
112,2	2,05	74,711	1,343
125,9	2,10	73,660	1,503
141,3	2,15	72,604	1,681
158,5	2,20	71,543	1,879
177,8	2,25	70,477	2,097
199,5	2,30	69,405	2,337
223,9	2,35	68,326	2,600
251,2	2,40	67,241	2,886
281,8	2,45	66,149	3,194
316,2	2,50	65,049	3,524
354,8	2,55	63,941	3,873
398,1	2,60	62,824	4,238
446,7	2,65	61,697	4,615
501,2	2,70	60,560	4,996
562,3	2,75	59,412	5,377
631,0	2,80	58,252	5,750
707,9	2,85	57,079	6,108
794,3	2,90	55,892	6,444
891,3	2,95	54,690	6,754
1 000,0	3,00	53,472	7,032
1 122,0	3,05	52,237	7,278
1 258,9	3,10	50,983	7,491
1 412,5	3,15	49,709	7,670
1 584,9	3,20	48,415	7,817
1 778,3	3,25	47,098	7,934
1 995,3	3,30	45,757	8,023
2 238,7	3,35	44,391	8,087
2 511,9	3,40	42,998	8,128
2 818,4	3,45	41,575	8,148
3 162,3	3,50	40,121	8,148
3 548,1	3,55	38,635	8,129

**Flugzeugklasse P 1.1 – An
Tabellenblatt**

s [m]	lg s	L_A [dB(A)]	E [dB(A)]
31,6	1,50	76,042	0,380
35,5	1,55	75,025	0,426
39,8	1,60	74,006	0,479
44,7	1,65	72,984	0,537
50,1	1,70	71,961	0,603
56,2	1,75	70,935	0,676
63,1	1,80	69,906	0,758
70,8	1,85	68,874	0,851
79,4	1,90	67,839	0,954
89,1	1,95	66,800	1,070
100,0	2,00	65,758	1,199
112,2	2,05	64,711	1,343
125,9	2,10	63,660	1,503
141,3	2,15	62,604	1,681
158,5	2,20	61,543	1,879
177,8	2,25	60,477	2,097
199,5	2,30	59,405	2,337
223,9	2,35	58,326	2,600
251,2	2,40	57,241	2,886
281,8	2,45	56,149	3,194
316,2	2,50	55,049	3,524
354,8	2,55	53,941	3,873
398,1	2,60	52,824	4,238
446,7	2,65	51,697	4,615
501,2	2,70	50,560	4,996
562,3	2,75	49,412	5,377
631,0	2,80	48,252	5,750
707,9	2,85	47,079	6,108
794,3	2,90	45,892	6,444
891,3	2,95	44,690	6,754
1 000,0	3,00	43,472	7,032
1 122,0	3,05	42,237	7,278
1 258,9	3,10	40,983	7,490
1 412,5	3,15	39,709	7,669

**Flugzeugklasse P 1.2 – Ab
Tabellenblatt**

s [m]	lg s	L_A [dB(A)]	E [dB(A)]
31,6	1,50	90,284	0,377
35,5	1,55	89,264	0,423
39,8	1,60	88,242	0,475
44,7	1,65	87,218	0,533
50,1	1,70	86,191	0,598
56,2	1,75	85,161	0,671
63,1	1,80	84,128	0,753
70,8	1,85	83,091	0,845
79,4	1,90	82,051	0,947
89,1	1,95	81,006	1,062
100,0	2,00	79,958	1,191
112,2	2,05	78,904	1,334
125,9	2,10	77,845	1,494
141,3	2,15	76,781	1,672
158,5	2,20	75,711	1,869
177,8	2,25	74,635	2,088
199,5	2,30	73,552	2,328
223,9	2,35	72,461	2,591
251,2	2,40	71,363	2,877
281,8	2,45	70,257	3,186
316,2	2,50	69,142	3,518
354,8	2,55	68,018	3,869
398,1	2,60	66,883	4,237
446,7	2,65	65,738	4,617
501,2	2,70	64,580	5,003
562,3	2,75	63,410	5,390
631,0	2,80	62,226	5,769
707,9	2,85	61,027	6,134
794,3	2,90	59,812	6,479
891,3	2,95	58,580	6,798
1 000,0	3,00	57,330	7,087
1 122,0	3,05	56,059	7,344
1 258,9	3,10	54,768	7,568
1 412,5	3,15	53,454	7,759
1 584,9	3,20	52,116	7,919
1 778,3	3,25	50,753	8,049
1 995,3	3,30	49,364	8,152
2 238,7	3,35	47,946	8,229
2 511,9	3,40	46,498	8,284
2 818,4	3,45	45,018	8,317
3 162,3	3,50	43,505	8,333
3 548,1	3,55	41,956	8,324
3 981,1	3,60	40,369	8,301
4 466,8	3,65	38,744	8,261

**Flugzeugklasse P 1.2 – An
Tabellenblatt**

s [m]	lg s	L_A [dB(A)]	E [dB(A)]
31,6	1,50	80,284	0,377
35,5	1,55	79,264	0,423
39,8	1,60	78,242	0,475
44,7	1,65	77,218	0,533
50,1	1,70	76,191	0,598
56,2	1,75	75,161	0,671
63,1	1,80	74,128	0,753
70,8	1,85	73,091	0,845
79,4	1,90	72,051	0,947
89,1	1,95	71,006	1,062
100,0	2,00	69,958	1,191
112,2	2,05	68,904	1,334
125,9	2,10	67,845	1,494
141,3	2,15	66,781	1,672
158,5	2,20	65,711	1,869
177,8	2,25	64,635	2,088
199,5	2,30	63,552	2,328
223,9	2,35	62,461	2,591
251,2	2,40	61,363	2,877
281,8	2,45	60,257	3,186
316,2	2,50	59,142	3,518
354,8	2,55	58,018	3,869
398,1	2,60	56,883	4,237
446,7	2,65	55,738	4,617
501,2	2,70	54,580	5,003
562,3	2,75	53,410	5,390
631,0	2,80	52,226	5,769
707,9	2,85	51,027	6,134
794,3	2,90	49,812	6,479
891,3	2,95	48,580	6,798
1 000,0	3,00	47,330	7,087
1 122,0	3,05	46,059	7,344
1 258,9	3,10	44,768	7,567
1 412,5	3,15	43,454	7,759
1 584,9	3,20	42,117	7,918
1 778,3	3,25	40,754	8,048
1 995,3	3,30	39,365	8,151

**Flugzeugklasse P 1.3 – Ab
Tabellenblatt**

s [m]	lg s	L_A [dB(A)]	E [dB(A)]
31,6	1,50	92,284	0,377
35,5	1,55	91,264	0,423
39,8	1,60	90,242	0,475
44,7	1,65	89,218	0,533
50,1	1,70	88,191	0,598
56,2	1,75	87,161	0,671
63,1	1,80	86,128	0,753
70,8	1,85	85,091	0,845
79,4	1,90	84,051	0,947
89,1	1,95	83,006	1,062
100,0	2,00	81,958	1,191
112,2	2,05	80,904	1,334
125,9	2,10	79,845	1,494
141,3	2,15	78,781	1,672
158,5	2,20	77,711	1,869
177,8	2,25	76,635	2,088
199,5	2,30	75,552	2,328
223,9	2,35	74,461	2,591
251,2	2,40	73,363	2,877
281,8	2,45	72,257	3,186
316,2	2,50	71,142	3,518
354,8	2,55	70,018	3,869
398,1	2,60	68,883	4,237
446,7	2,65	67,738	4,617
501,2	2,70	66,580	5,003
562,3	2,75	65,410	5,390
631,0	2,80	64,226	5,769
707,9	2,85	63,027	6,134
794,3	2,90	61,812	6,479
891,3	2,95	60,580	6,798
1 000,0	3,00	59,330	7,087
1 122,0	3,05	58,059	7,344
1 258,9	3,10	56,768	7,568
1 412,5	3,15	55,454	7,759
1 584,9	3,20	54,116	7,919
1 778,3	3,25	52,753	8,049
1 995,3	3,30	51,364	8,152
2 238,7	3,35	49,946	8,230
2 511,9	3,40	48,498	8,284
2 818,4	3,45	47,018	8,317
3 162,3	3,50	45,505	8,330
3 548,1	3,55	43,956	8,325
3 981,1	3,60	42,368	8,301
4 466,8	3,65	40,743	8,260
5 011,9	3,70	39,076	8,202

**Flugzeugklasse P 1.3 – An
Tabellenblatt**

s [m]	lg s	L_A [dB(A)]	E [dB(A)]
31,6	1,50	82,284	0,377
35,5	1,55	81,264	0,423
39,8	1,60	80,242	0,475
44,7	1,65	79,218	0,533
50,1	1,70	78,191	0,598
56,2	1,75	77,161	0,671
63,1	1,80	76,128	0,753
70,8	1,85	75,091	0,845
79,4	1,90	74,051	0,947
89,1	1,95	73,006	1,062
100,0	2,00	71,958	1,191
112,2	2,05	70,904	1,334
125,9	2,10	69,845	1,494
141,3	2,15	68,781	1,672
158,5	2,20	67,711	1,869
177,8	2,25	66,635	2,088
199,5	2,30	65,552	2,328
223,9	2,35	64,461	2,591
251,2	2,40	63,363	2,877
281,8	2,45	62,257	3,186
316,2	2,50	61,142	3,518
354,8	2,55	60,018	3,869
398,1	2,60	58,883	4,237
446,7	2,65	57,738	4,617
501,2	2,70	56,580	5,003
562,3	2,75	55,410	5,390
631,0	2,80	54,226	5,769
707,9	2,85	53,027	6,134
794,3	2,90	51,812	6,479
891,3	2,95	50,580	6,798
1 000,0	3,00	49,330	7,087
1 122,0	3,05	48,059	7,344
1 258,9	3,10	46,768	7,567
1 412,5	3,15	45,454	7,759
1 584,9	3,20	44,116	7,918
1 778,3	3,25	42,754	8,049
1 995,3	3,30	41,364	8,151
2 238,7	3,35	39,947	8,229

**Flugzeugklasse P 1.4 – Ab
Tabellenblatt**

s [m]	lg s	L_A [dB(A)]	E [dB(A)]
31,6	1,50	100,215	0,376
35,5	1,55	99,193	0,422
39,8	1,60	98,169	0,473
44,7	1,65	97,141	0,531
50,1	1,70	96,111	0,596
56,2	1,75	95,078	0,669
63,1	1,80	94,041	0,751
70,8	1,85	93,000	0,843
79,4	1,90	91,955	0,945
89,1	1,95	90,905	1,060
100,0	2,00	89,851	1,189
112,2	2,05	88,791	1,333
125,9	2,10	87,725	1,493
141,3	2,15	86,653	1,671
158,5	2,20	85,575	1,869
177,8	2,25	84,489	2,088
199,5	2,30	83,396	2,329
223,9	2,35	82,295	2,593
251,2	2,40	81,185	2,881
281,8	2,45	80,065	3,193
316,2	2,50	78,936	3,527
354,8	2,55	77,796	3,882
398,1	2,60	76,644	4,254
446,7	2,65	75,480	4,639
501,2	2,70	74,302	5,031
562,3	2,75	73,109	5,425
631,0	2,80	71,900	5,813
707,9	2,85	70,674	6,187
794,3	2,90	69,430	6,542
891,3	2,95	68,165	6,873
1 000,0	3,00	66,878	7,175
1 122,0	3,05	65,568	7,446
1 258,9	3,10	64,233	7,686
1 412,5	3,15	62,871	7,894
1 584,9	3,20	61,480	8,072
1 778,3	3,25	60,060	8,221
1 995,3	3,30	58,607	8,344
2 238,7	3,35	57,119	8,443
2 511,9	3,40	55,595	8,519
2 818,4	3,45	54,031	8,575
3 162,3	3,50	52,427	8,610
3 548,1	3,55	50,778	8,627
3 981,1	3,60	49,084	8,625
4 466,8	3,65	47,341	8,603
5 011,9	3,70	45,548	8,562
5 623,4	3,75	43,702	8,500
6 309,6	3,80	41,804	8,417
7 079,5	3,85	39,853	8,313

**Flugzeugklasse P 1.4 – An
Tabellenblatt**

s [m]	lg s	L_A [dB(A)]	E [dB(A)]
31,6	1,50	93,215	0,376
35,5	1,55	92,193	0,422
39,8	1,60	91,169	0,473
44,7	1,65	90,141	0,531
50,1	1,70	89,111	0,596
56,2	1,75	88,078	0,669
63,1	1,80	87,041	0,751
70,8	1,85	86,000	0,843
79,4	1,90	84,955	0,945
89,1	1,95	83,905	1,060
100,0	2,00	82,851	1,189
112,2	2,05	81,791	1,333
125,9	2,10	80,725	1,493
141,3	2,15	79,653	1,671
158,5	2,20	78,575	1,869
177,8	2,25	77,489	2,088
199,5	2,30	76,396	2,329
223,9	2,35	75,295	2,593
251,2	2,40	74,185	2,881
281,8	2,45	73,065	3,193
316,2	2,50	71,936	3,527
354,8	2,55	70,796	3,882
398,1	2,60	69,644	4,254
446,7	2,65	68,480	4,639
501,2	2,70	67,302	5,031
562,3	2,75	66,109	5,425
631,0	2,80	64,900	5,813
707,9	2,85	63,674	6,187
794,3	2,90	62,430	6,542
891,3	2,95	61,165	6,873
1 000,0	3,00	59,878	7,175
1 122,0	3,05	58,568	7,446
1 258,9	3,10	57,233	7,686
1 412,5	3,15	55,871	7,894
1 584,9	3,20	54,480	8,072
1 778,3	3,25	53,060	8,221
1 995,3	3,30	51,607	8,344
2 238,7	3,35	50,119	8,443
2 511,9	3,40	48,595	8,519
2 818,4	3,45	47,032	8,575
3 162,3	3,50	45,427	8,610
3 548,1	3,55	43,779	8,627
3 981,1	3,60	42,084	8,624
4 466,8	3,65	40,342	8,602
5 011,9	3,70	38,549	8,561

**Flugzeugklasse P 2.1 – Ab
Tabellenblatt**

s [m]	lg s	L_A [dB(A)]	E [dB(A)]
31,6	1,50	102,492	0,323
35,5	1,55	101,430	0,363
39,8	1,60	100,361	0,409
44,7	1,65	99,284	0,460
50,1	1,70	98,200	0,517
56,2	1,75	97,107	0,582
63,1	1,80	96,005	0,655
70,8	1,85	94,893	0,738
79,4	1,90	93,771	0,831
89,1	1,95	92,638	0,936
100,0	2,00	91,494	1,054
112,2	2,05	90,339	1,187
125,9	2,10	89,172	1,337
141,3	2,15	87,993	1,505
158,5	2,20	86,803	1,694
177,8	2,25	85,602	1,904
199,5	2,30	84,392	2,138
223,9	2,35	83,172	2,398
251,2	2,40	81,945	2,683
281,8	2,45	80,712	2,994
316,2	2,50	79,474	3,330
354,8	2,55	78,231	3,689
398,1	2,60	76,986	4,067
446,7	2,65	75,738	4,460
501,2	2,70	74,488	4,861
562,3	2,75	73,235	5,263
631,0	2,80	71,977	5,658
707,9	2,85	70,713	6,039
794,3	2,90	69,441	6,398
891,3	2,95	68,158	6,730
1 000,0	3,00	66,863	7,031
1 122,0	3,05	65,552	7,299
1 258,9	3,10	64,224	7,533
1 412,5	3,15	62,877	7,734
1 584,9	3,20	61,509	7,903
1 778,3	3,25	60,119	8,041
1 995,3	3,30	58,705	8,151
2 238,7	3,35	57,265	8,235
2 511,9	3,40	55,798	8,295
2 818,4	3,45	54,302	8,332
3 162,3	3,50	52,775	8,349
3 548,1	3,55	51,215	8,346
3 981,1	3,60	49,620	8,324
4 466,8	3,65	47,987	8,284
5 011,9	3,70	46,314	8,227
5 623,4	3,75	44,599	8,152
6 309,6	3,80	42,839	8,061
7 079,5	3,85	41,033	7,955
7 943,3	3,90	39,179	7,833

**Flugzeugklasse P 2.1 – An
Tabellenblatt**

s [m]	lg s	L_A [dB(A)]	E [dB(A)]
31,6	1,50	101,514	0,300
35,5	1,55	100,439	0,337
39,8	1,60	99,354	0,379
44,7	1,65	98,261	0,426
50,1	1,70	97,156	0,479
56,2	1,75	96,040	0,538
63,1	1,80	94,911	0,605
70,8	1,85	93,768	0,681
79,4	1,90	92,610	0,765
89,1	1,95	91,435	0,861
100,0	2,00	90,243	0,968
112,2	2,05	89,031	1,089
125,9	2,10	87,800	1,225
141,3	2,15	86,546	1,378
158,5	2,20	85,271	1,549
177,8	2,25	83,972	1,741
199,5	2,30	82,650	1,955
223,9	2,35	81,305	2,194
251,2	2,40	79,938	2,458
281,8	2,45	78,549	2,750
316,2	2,50	77,143	3,068
354,8	2,55	75,720	3,414
398,1	2,60	74,285	3,784
446,7	2,65	72,841	4,175
501,2	2,70	71,392	4,583
562,3	2,75	69,941	4,999
631,0	2,80	68,491	5,415
707,9	2,85	67,041	5,823
794,3	2,90	65,590	6,214
891,3	2,95	64,136	6,580
1 000,0	3,00	62,674	6,918
1 122,0	3,05	61,200	7,223
1 258,9	3,10	59,708	7,495
1 412,5	3,15	58,194	7,736
1 584,9	3,20	56,653	7,946
1 778,3	3,25	55,083	8,127
1 995,3	3,30	53,479	8,283
2 238,7	3,35	51,839	8,414
2 511,9	3,40	50,158	8,523
2 818,4	3,45	48,432	8,611
3 162,3	3,50	46,658	8,680
3 548,1	3,55	44,832	8,729
3 981,1	3,60	42,948	8,760
4 466,8	3,65	41,003	8,770
5 011,9	3,70	38,994	8,757

**Flugzeugklasse P 2.2 – Ab
Tabellenblatt**

s [m]	lg s	L_A [dB(A)]	E [dB(A)]
31,6	1,50	109,992	0,323
35,5	1,55	108,930	0,363
39,8	1,60	107,861	0,409
44,7	1,65	106,784	0,460
50,1	1,70	105,700	0,517
56,2	1,75	104,607	0,582
63,1	1,80	103,505	0,655
70,8	1,85	102,393	0,738
79,4	1,90	101,271	0,831
89,1	1,95	100,138	0,936
100,0	2,00	98,994	1,054
112,2	2,05	97,839	1,187
125,9	2,10	96,672	1,337
141,3	2,15	95,493	1,505
158,5	2,20	94,303	1,694
177,8	2,25	93,102	1,904
199,5	2,30	91,892	2,138
223,9	2,35	90,672	2,398
251,2	2,40	89,445	2,683
281,8	2,45	88,212	2,994
316,2	2,50	86,974	3,330
354,8	2,55	85,731	3,689
398,1	2,60	84,486	4,067
446,7	2,65	83,238	4,460
501,2	2,70	81,988	4,861
562,3	2,75	80,735	5,263
631,0	2,80	79,477	5,658
707,9	2,85	78,213	6,039
794,3	2,90	76,941	6,398
891,3	2,95	75,658	6,730
1 000,0	3,00	74,363	7,031
1 122,0	3,05	73,052	7,299
1 258,9	3,10	71,724	7,533
1 412,5	3,15	70,377	7,734
1 584,9	3,20	69,009	7,903
1 778,3	3,25	67,619	8,041
1 995,3	3,30	66,205	8,151
2 238,7	3,35	64,765	8,235
2 511,9	3,40	63,298	8,295
2 818,4	3,45	61,802	8,332
3 162,3	3,50	60,275	8,349
3 548,1	3,55	58,715	8,346
3 981,1	3,60	57,120	8,324
4 466,8	3,65	55,487	8,284
5 011,9	3,70	53,814	8,227
5 623,4	3,75	52,098	8,152
6 309,6	3,80	50,338	8,062
7 079,5	3,85	48,532	7,955
7 943,3	3,90	46,677	7,834
8 912,5	3,95	44,773	7,699
10 000,0	4,00	42,818	7,553
11 220,2	4,05	40,811	7,397
12 589,3	4,10	38,749	7,234

**Flugzeugklasse P 2.2 – An
Tabellenblatt**

s [m]	lg s	L_A [dB(A)]	E [dB(A)]
31,6	1,50	101,514	0,300
35,5	1,55	100,439	0,337
39,8	1,60	99,354	0,379
44,7	1,65	98,261	0,426
50,1	1,70	97,156	0,479
56,2	1,75	96,040	0,538
63,1	1,80	94,911	0,605
70,8	1,85	93,768	0,681
79,4	1,90	92,610	0,765
89,1	1,95	91,435	0,861
100,0	2,00	90,243	0,968
112,2	2,05	89,031	1,089
125,9	2,10	87,800	1,225
141,3	2,15	86,546	1,378
158,5	2,20	85,271	1,549
177,8	2,25	83,972	1,741
199,5	2,30	82,650	1,955
223,9	2,35	81,305	2,194
251,2	2,40	79,938	2,458
281,8	2,45	78,549	2,750
316,2	2,50	77,143	3,068
354,8	2,55	75,720	3,414
398,1	2,60	74,285	3,784
446,7	2,65	72,841	4,175
501,2	2,70	71,392	4,583
562,3	2,75	69,941	4,999
631,0	2,80	68,491	5,415
707,9	2,85	67,041	5,823
794,3	2,90	65,590	6,214
891,3	2,95	64,136	6,580
1 000,0	3,00	62,674	6,918
1 122,0	3,05	61,200	7,223
1 258,9	3,10	59,708	7,495
1 412,5	3,15	58,194	7,736
1 584,9	3,20	56,653	7,946
1 778,3	3,25	55,083	8,127
1 995,3	3,30	53,479	8,283
2 238,7	3,35	51,839	8,414
2 511,9	3,40	50,158	8,523
2 818,4	3,45	48,432	8,611
3 162,3	3,50	46,658	8,680
3 548,1	3,55	44,832	8,729
3 981,1	3,60	42,948	8,760
4 466,8	3,65	41,003	8,770
5 011,9	3,70	38,994	8,757

**Flugzeugklasse S 1.0 – Ab
Tabellenblatt**

s [m]	lg s	L_A [dB(A)]	E [dB(A)]
31,6	1,50	106,386	0,336
35,5	1,55	105,339	0,377
39,8	1,60	104,286	0,424
44,7	1,65	103,227	0,476
50,1	1,70	102,163	0,535
56,2	1,75	101,091	0,601
63,1	1,80	100,012	0,676
70,8	1,85	98,925	0,759
79,4	1,90	97,829	0,854
89,1	1,95	96,724	0,959
100,0	2,00	95,609	1,078
112,2	2,05	94,483	1,211
125,9	2,10	93,347	1,361
141,3	2,15	92,199	1,528
158,5	2,20	91,039	1,714
177,8	2,25	89,867	1,922
199,5	2,30	88,683	2,152
223,9	2,35	87,486	2,406
251,2	2,40	86,277	2,684
281,8	2,45	85,055	2,987
316,2	2,50	83,821	3,315
354,8	2,55	82,575	3,664
398,1	2,60	81,318	4,034
446,7	2,65	80,048	4,419
501,2	2,70	78,765	4,814
562,3	2,75	77,470	5,213
631,0	2,80	76,161	5,608
707,9	2,85	74,836	5,992
794,3	2,90	73,495	6,360
891,3	2,95	72,135	6,705
1 000,0	3,00	70,755	7,023
1 122,0	3,05	69,353	7,312
1 258,9	3,10	67,927	7,571
1 412,5	3,15	66,475	7,800
1 584,9	3,20	64,996	8,000
1 778,3	3,25	63,488	8,173
1 995,3	3,30	61,949	8,320
2 238,7	3,35	60,378	8,444
2 511,9	3,40	58,772	8,545
2 818,4	3,45	57,128	8,627
3 162,3	3,50	55,445	8,689
3 548,1	3,55	53,720	8,732
3 981,1	3,60	51,950	8,758
4 466,8	3,65	50,132	8,766
5 011,9	3,70	48,263	8,755
5 623,4	3,75	46,342	8,726
6 309,6	3,80	44,366	8,677
7 079,5	3,85	42,333	8,608
7 943,3	3,90	40,244	8,519
8 912,5	3,95	38,099	8,410

**Flugzeugklasse S 1.0 – An
Tabellenblatt**

s [m]	lg s	L_A [dB(A)]	E [dB(A)]
31,6	1,50	100,832	0,315
35,5	1,55	99,770	0,354
39,8	1,60	98,701	0,398
44,7	1,65	97,624	0,447
50,1	1,70	96,539	0,503
56,2	1,75	95,444	0,565
63,1	1,80	94,339	0,635
70,8	1,85	93,223	0,714
79,4	1,90	92,094	0,803
89,1	1,95	90,953	0,903
100,0	2,00	89,797	1,015
112,2	2,05	88,627	1,141
125,9	2,10	87,440	1,283
141,3	2,15	86,237	1,441
158,5	2,20	85,016	1,619
177,8	2,25	83,777	1,818
199,5	2,30	82,521	2,038
223,9	2,35	81,246	2,283
251,2	2,40	79,954	2,554
281,8	2,45	78,645	2,850
316,2	2,50	77,320	3,171
354,8	2,55	75,982	3,518
398,1	2,60	74,631	3,886
446,7	2,65	73,270	4,273
501,2	2,70	71,900	4,672
562,3	2,75	70,521	5,076
631,0	2,80	69,133	5,479
707,9	2,85	67,737	5,872
794,3	2,90	66,329	6,247
891,3	2,95	64,908	6,599
1 000,0	3,00	63,469	6,924
1 122,0	3,05	62,010	7,219
1 258,9	3,10	60,526	7,483
1 412,5	3,15	59,014	7,717
1 584,9	3,20	57,473	7,923
1 778,3	3,25	55,897	8,102
1 995,3	3,30	54,287	8,258
2 238,7	3,35	52,638	8,391
2 511,9	3,40	50,949	8,504
2 818,4	3,45	49,216	8,599
3 162,3	3,50	47,439	8,675
3 548,1	3,55	45,610	8,735
3 981,1	3,60	43,732	8,779
4 466,8	3,65	41,799	8,806
5 011,9	3,70	39,809	8,815

**Flugzeugklasse S 1.1 – Ab
Tabellenblatt**

s [m]	lg s	L_A [dB(A)]	E [dB(A)]
31,6	1,50	122,116	0,388
35,5	1,55	121,079	0,436
39,8	1,60	120,039	0,490
44,7	1,65	118,994	0,550
50,1	1,70	117,943	0,618
56,2	1,75	116,888	0,694
63,1	1,80	115,826	0,780
70,8	1,85	114,757	0,876
79,4	1,90	113,682	0,984
89,1	1,95	112,599	1,105
100,0	2,00	111,507	1,241
112,2	2,05	110,406	1,392
125,9	2,10	109,296	1,562
141,3	2,15	108,176	1,751
158,5	2,20	107,044	1,961
177,8	2,25	105,901	2,193
199,5	2,30	104,746	2,450
223,9	2,35	103,579	2,731
251,2	2,40	102,398	3,036
281,8	2,45	101,203	3,367
316,2	2,50	99,995	3,719
354,8	2,55	98,771	4,092
398,1	2,60	97,533	4,481
446,7	2,65	96,278	4,879
501,2	2,70	95,005	5,282
562,3	2,75	93,715	5,681
631,0	2,80	92,405	6,069
707,9	2,85	91,074	6,439
794,3	2,90	89,719	6,787
891,3	2,95	88,340	7,107
1 000,0	3,00	86,933	7,398
1 122,0	3,05	85,497	7,658
1 258,9	3,10	84,030	7,889
1 412,5	3,15	82,529	8,091
1 584,9	3,20	80,994	8,268
1 778,3	3,25	79,421	8,420
1 995,3	3,30	77,809	8,550
2 238,7	3,35	76,156	8,661
2 511,9	3,40	74,460	8,753
2 818,4	3,45	72,718	8,828
3 162,3	3,50	70,927	8,887
3 548,1	3,55	69,085	8,929
3 981,1	3,60	67,188	8,955
4 466,8	3,65	65,233	8,964
5 011,9	3,70	63,218	8,955
5 623,4	3,75	61,139	8,926
6 309,6	3,80	58,993	8,877
7 079,5	3,85	56,779	8,807
7 943,3	3,90	54,496	8,714
8 912,5	3,95	52,142	8,598
10 000,0	4,00	49,717	8,461

**Flugzeugklasse S 1.1 – An
Tabellenblatt**

s [m]	lg s	L_A [dB(A)]	E [dB(A)]
31,6	1,50	122,116	0,388
35,5	1,55	121,079	0,436
39,8	1,60	120,039	0,490
44,7	1,65	118,994	0,550
50,1	1,70	117,943	0,618
56,2	1,75	116,888	0,694
63,1	1,80	115,826	0,780
70,8	1,85	114,757	0,876
79,4	1,90	113,682	0,984
89,1	1,95	112,599	1,105
100,0	2,00	111,507	1,241
112,2	2,05	110,406	1,392
125,9	2,10	109,296	1,562
141,3	2,15	108,176	1,751
158,5	2,20	107,044	1,961
177,8	2,25	105,901	2,193
199,5	2,30	104,746	2,450
223,9	2,35	103,579	2,731
251,2	2,40	102,398	3,036
281,8	2,45	101,203	3,367
316,2	2,50	99,995	3,719
354,8	2,55	98,771	4,092
398,1	2,60	97,533	4,481
446,7	2,65	96,278	4,879
501,2	2,70	95,005	5,282
562,3	2,75	93,715	5,681
631,0	2,80	92,405	6,069
707,9	2,85	91,074	6,439
794,3	2,90	89,719	6,787
891,3	2,95	88,340	7,107
1 000,0	3,00	86,933	7,398
1 122,0	3,05	85,497	7,658
1 258,9	3,10	84,030	7,889
1 412,5	3,15	82,529	8,091
1 584,9	3,20	80,994	8,268
1 778,3	3,25	79,421	8,420
1 995,3	3,30	77,809	8,550
2 238,7	3,35	76,156	8,661
2 511,9	3,40	74,460	8,753
2 818,4	3,45	72,718	8,828
3 162,3	3,50	70,927	8,887
3 548,1	3,55	69,085	8,929
3 981,1	3,60	67,188	8,955
4 466,8	3,65	65,233	8,964
5 011,9	3,70	63,218	8,955
5 623,4	3,75	61,139	8,926
6 309,6	3,80	58,993	8,877
7 079,5	3,85	56,779	8,807
7 943,3	3,90	54,496	8,714

**Flugzeugklasse S 1.2 – Ab
Tabellenblatt**

s [m]	lg s	L_A [dB(A)]	E [dB(A)]
31,6	1,50	124,116	0,388
35,5	1,55	123,079	0,436
39,8	1,60	122,039	0,490
44,7	1,65	120,994	0,550
50,1	1,70	119,943	0,618
56,2	1,75	118,888	0,694
63,1	1,80	117,826	0,780
70,8	1,85	116,757	0,876
79,4	1,90	115,682	0,984
89,1	1,95	114,599	1,105
100,0	2,00	113,507	1,241
112,2	2,05	112,406	1,392
125,9	2,10	111,296	1,562
141,3	2,15	110,176	1,751
158,5	2,20	109,044	1,961
177,8	2,25	107,901	2,193
199,5	2,30	106,746	2,450
223,9	2,35	105,579	2,731
251,2	2,40	104,398	3,036
281,8	2,45	103,203	3,367
316,2	2,50	101,995	3,719
354,8	2,55	100,771	4,092
398,1	2,60	99,533	4,481
446,7	2,65	98,278	4,879
501,2	2,70	97,005	5,282
562,3	2,75	95,715	5,681
631,0	2,80	94,405	6,069
707,9	2,85	93,074	6,439
794,3	2,90	91,719	6,787
891,3	2,95	90,340	7,107
1 000,0	3,00	88,933	7,398
1 122,0	3,05	87,497	7,658
1 258,9	3,10	86,030	7,889
1 412,5	3,15	84,529	8,091
1 584,9	3,20	82,994	8,268
1 778,3	3,25	81,421	8,420
1 995,3	3,30	79,809	8,550
2 238,7	3,35	78,156	8,661
2 511,9	3,40	76,460	8,753
2 818,4	3,45	74,718	8,828
3 162,3	3,50	72,927	8,887
3 548,1	3,55	71,085	8,929
3 981,1	3,60	69,188	8,955
4 466,8	3,65	67,233	8,964
5 011,9	3,70	65,218	8,955
5 623,4	3,75	63,139	8,926
6 309,6	3,80	60,993	8,877
7 079,5	3,85	58,779	8,807
7 943,3	3,90	56,496	8,714
8 912,5	3,95	54,142	8,598

**Flugzeugklasse S 1.2 – An
Tabellenblatt**

s [m]	lg s	L_A [dB(A)]	E [dB(A)]
31,6	1,50	107,367	0,307
35,5	1,55	106,290	0,345
39,8	1,60	105,206	0,388
44,7	1,65	104,111	0,436
50,1	1,70	103,005	0,490
56,2	1,75	101,888	0,551
63,1	1,80	100,757	0,619
70,8	1,85	99,612	0,696
79,4	1,90	98,451	0,783
89,1	1,95	97,273	0,880
100,0	2,00	96,076	0,990
112,2	2,05	94,858	1,114
125,9	2,10	93,618	1,252
141,3	2,15	92,355	1,408
158,5	2,20	91,067	1,583
177,8	2,25	89,753	1,778
199,5	2,30	88,412	1,997
223,9	2,35	87,043	2,239
251,2	2,40	85,645	2,508
281,8	2,45	84,221	2,804
316,2	2,50	82,770	3,127
354,8	2,55	81,294	3,477
398,1	2,60	79,796	3,852
446,7	2,65	78,279	4,247
501,2	2,70	76,747	4,659
562,3	2,75	75,203	5,079
631,0	2,80	73,650	5,500
707,9	2,85	72,090	5,913
794,3	2,90	70,522	6,309
891,3	2,95	68,946	6,681
1 000,0	3,00	67,360	7,025
1 122,0	3,05	65,761	7,339
1 258,9	3,10	64,145	7,621
1 412,5	3,15	62,510	7,874
1 584,9	3,20	60,854	8,097
1 778,3	3,25	59,175	8,294
1 995,3	3,30	57,472	8,465
2 238,7	3,35	55,741	8,610
2 511,9	3,40	53,979	8,732
2 818,4	3,45	52,183	8,831
3 162,3	3,50	50,347	8,910
3 548,1	3,55	48,466	8,968

**Flugzeugklasse S 1.3 – Ab
Tabellenblatt**

s [m]	lg s	L_A [dB(A)]	E [dB(A)]
31,6	1,50	106,867	0,307
35,5	1,55	105,790	0,345
39,8	1,60	104,706	0,388
44,7	1,65	103,611	0,436
50,1	1,70	102,505	0,490
56,2	1,75	101,388	0,551
63,1	1,80	100,257	0,619
70,8	1,85	99,112	0,696
79,4	1,90	97,951	0,783
89,1	1,95	96,773	0,880
100,0	2,00	95,576	0,990
112,2	2,05	94,358	1,114
125,9	2,10	93,118	1,252
141,3	2,15	91,855	1,408
158,5	2,20	90,567	1,583
177,8	2,25	89,253	1,778
199,5	2,30	87,912	1,997
223,9	2,35	86,543	2,239
251,2	2,40	85,145	2,508
281,8	2,45	83,721	2,804
316,2	2,50	82,270	3,127
354,8	2,55	80,794	3,477
398,1	2,60	79,296	3,852
446,7	2,65	77,779	4,247
501,2	2,70	76,247	4,659
562,3	2,75	74,703	5,079
631,0	2,80	73,150	5,500
707,9	2,85	71,589	5,913
794,3	2,90	70,022	6,309
891,3	2,95	68,446	6,681
1 000,0	3,00	66,860	7,025
1 122,0	3,05	65,261	7,339
1 258,9	3,10	63,645	7,621
1 412,5	3,15	62,010	7,874
1 584,9	3,20	60,354	8,097
1 778,3	3,25	58,675	8,294
1 995,3	3,30	56,972	8,465
2 238,7	3,35	55,241	8,610
2 511,9	3,40	53,479	8,732

**Flugzeugklasse S 1.3 – An
Tabellenblatt**

s [m]	lg s	L_A [dB(A)]	E [dB(A)]
31,6	1,50	108,367	0,307
35,5	1,55	107,290	0,345
39,8	1,60	106,206	0,388
44,7	1,65	105,111	0,436
50,1	1,70	104,005	0,490
56,2	1,75	102,888	0,551
63,1	1,80	101,757	0,619
70,8	1,85	100,612	0,696
79,4	1,90	99,451	0,783
89,1	1,95	98,273	0,880
100,0	2,00	97,076	0,990
112,2	2,05	95,858	1,114
125,9	2,10	94,618	1,252
141,3	2,15	93,355	1,408
158,5	2,20	92,067	1,583
177,8	2,25	90,753	1,778
199,5	2,30	89,412	1,997
223,9	2,35	88,043	2,239
251,2	2,40	86,645	2,508
281,8	2,45	85,221	2,804
316,2	2,50	83,770	3,127
354,8	2,55	82,294	3,477
398,1	2,60	80,796	3,852
446,7	2,65	79,279	4,247
501,2	2,70	77,747	4,659
562,3	2,75	76,203	5,079
631,0	2,80	74,650	5,500
707,9	2,85	73,089	5,913
794,3	2,90	71,522	6,309
891,3	2,95	69,946	6,681
1 000,0	3,00	68,360	7,025
1 122,0	3,05	66,761	7,339
1 258,9	3,10	65,145	7,621
1 412,5	3,15	63,510	7,874
1 584,9	3,20	61,854	8,097
1 778,3	3,25	60,175	8,294
1 995,3	3,30	58,472	8,465
2 238,7	3,35	56,741	8,610
2 511,9	3,40	54,979	8,732

**Flugzeugklasse S 2 – Ab
Tabellenblatt**

s [m]	lg s	L_A [dB(A)]	E [dB(A)]
31,6	1,50	123,616	0,388
35,5	1,55	122,579	0,436
39,8	1,60	121,539	0,490
44,7	1,65	120,494	0,550
50,1	1,70	119,443	0,618
56,2	1,75	118,388	0,694
63,1	1,80	117,326	0,780
70,8	1,85	116,257	0,876
79,4	1,90	115,182	0,984
89,1	1,95	114,099	1,105
100,0	2,00	113,007	1,241
112,2	2,05	111,906	1,392
125,9	2,10	110,796	1,562
141,3	2,15	109,676	1,751
158,5	2,20	108,544	1,961
177,8	2,25	107,401	2,193
199,5	2,30	106,246	2,450
223,9	2,35	105,079	2,731
251,2	2,40	103,898	3,036
281,8	2,45	102,703	3,367
316,2	2,50	101,495	3,719
354,8	2,55	100,271	4,092
398,1	2,60	99,033	4,481
446,7	2,65	97,778	4,879
501,2	2,70	96,505	5,282
562,3	2,75	95,215	5,681
631,0	2,80	93,905	6,069
707,9	2,85	92,574	6,439
794,3	2,90	91,219	6,787
891,3	2,95	89,840	7,107
1 000,0	3,00	88,433	7,398
1 122,0	3,05	86,997	7,658
1 258,9	3,10	85,530	7,889
1 412,5	3,15	84,029	8,091
1 584,9	3,20	82,494	8,268
1 778,3	3,25	80,921	8,420
1 995,3	3,30	79,309	8,550
2 238,7	3,35	77,656	8,661
2 511,9	3,40	75,960	8,753
2 818,4	3,45	74,218	8,828
3 162,3	3,50	72,427	8,887
3 548,1	3,55	70,585	8,929
3 981,1	3,60	68,688	8,955
4 466,8	3,65	66,733	8,964
5 011,9	3,70	64,718	8,955
5 623,4	3,75	62,639	8,926
6 309,6	3,80	60,493	8,877
7 079,5	3,85	58,279	8,807
7 943,3	3,90	55,996	8,714
8 912,5	3,95	53,642	8,598
10 000,0	4,00	51,217	8,461

**Flugzeugklasse S2 – An
Tabellenblatt**

s [m]	lg s	L_A [dB(A)]	E [dB(A)]
31,6	1,50	112,367	0,307
35,5	1,55	111,290	0,345
39,8	1,60	110,206	0,388
44,7	1,65	109,111	0,436
50,1	1,70	108,005	0,490
56,2	1,75	106,888	0,551
63,1	1,80	105,757	0,619
70,8	1,85	104,612	0,696
79,4	1,90	103,451	0,783
89,1	1,95	102,273	0,880
100,0	2,00	101,076	0,990
112,2	2,05	99,858	1,114
125,9	2,10	98,618	1,252
141,3	2,15	97,355	1,408
158,5	2,20	96,067	1,583
177,8	2,25	94,753	1,778
199,5	2,30	93,412	1,997
223,9	2,35	92,043	2,239
251,2	2,40	90,645	2,508
281,8	2,45	89,221	2,804
316,2	2,50	87,770	3,127
354,8	2,55	86,294	3,477
398,1	2,60	84,796	3,852
446,7	2,65	83,279	4,247
501,2	2,70	81,747	4,659
562,3	2,75	80,203	5,079
631,0	2,80	78,650	5,500
707,9	2,85	77,090	5,913
794,3	2,90	75,522	6,309
891,3	2,95	73,946	6,681
1 000,0	3,00	72,360	7,025
1 122,0	3,05	70,761	7,339
1 258,9	3,10	69,145	7,621
1 412,5	3,15	67,510	7,874
1 584,9	3,20	65,854	8,097
1 778,3	3,25	64,175	8,294
1 995,3	3,30	62,472	8,465
2 238,7	3,35	60,741	8,610
2 511,9	3,40	58,979	8,732
2 818,4	3,45	57,183	8,831
3 162,3	3,50	55,347	8,910
3 548,1	3,55	53,466	8,968
3 981,1	3,60	51,533	9,007
4 466,8	3,65	49,543	9,026

**Flugzeugklasse S 3.1 a) – Ab
Tabellenblatt**

s [m]	lg s	L_A [dB(A)]	E [dB(A)]
31,6	1,50	119,245	0,347
35,5	1,55	118,196	0,390
39,8	1,60	117,142	0,438
44,7	1,65	116,081	0,492
50,1	1,70	115,014	0,552
56,2	1,75	113,939	0,620
63,1	1,80	112,856	0,697
70,8	1,85	111,763	0,783
79,4	1,90	110,661	0,880
89,1	1,95	109,549	0,989
100,0	2,00	108,424	1,110
112,2	2,05	107,288	1,247
125,9	2,10	106,137	1,400
141,3	2,15	104,972	1,570
158,5	2,20	103,792	1,760
177,8	2,25	102,596	1,971
199,5	2,30	101,382	2,205
223,9	2,35	100,150	2,462
251,2	2,40	98,899	2,743
281,8	2,45	97,629	3,048
316,2	2,50	96,338	3,376
354,8	2,55	95,026	3,725
398,1	2,60	93,692	4,092
446,7	2,65	92,336	4,473
501,2	2,70	90,957	4,861
562,3	2,75	89,553	5,251
631,0	2,80	88,123	5,635
707,9	2,85	86,665	6,007
794,3	2,90	85,179	6,361
891,3	2,95	83,663	6,693
1 000,0	3,00	82,115	7,001
1 122,0	3,05	80,533	7,282
1 258,9	3,10	78,918	7,537
1 412,5	3,15	77,269	7,767
1 584,9	3,20	75,585	7,972
1 778,3	3,25	73,869	8,155
1 995,3	3,30	72,119	8,315
2 238,7	3,35	70,337	8,454
2 511,9	3,40	68,521	8,572
2 818,4	3,45	66,673	8,670
3 162,3	3,50	64,789	8,746
3 548,1	3,55	62,870	8,801
3 981,1	3,60	60,911	8,834
4 466,8	3,65	58,911	8,844
5 011,9	3,70	56,866	8,829
5 623,4	3,75	54,772	8,788

**Flugzeugklasse S 3.1 b) – Ab
Tabellenblatt**

s [m]	lg s	L_A [dB(A)]	E [dB(A)]
31,6	1,50	119,245	0,347
35,5	1,55	118,196	0,390
39,8	1,60	117,142	0,438
44,7	1,65	116,081	0,492
50,1	1,70	115,014	0,552
56,2	1,75	113,939	0,620
63,1	1,80	112,856	0,697
70,8	1,85	111,763	0,783
79,4	1,90	110,661	0,880
89,1	1,95	109,549	0,989
100,0	2,00	108,424	1,110
112,2	2,05	107,288	1,247
125,9	2,10	106,137	1,400
141,3	2,15	104,972	1,570
158,5	2,20	103,792	1,760
177,8	2,25	102,596	1,971
199,5	2,30	101,382	2,205
223,9	2,35	100,150	2,462
251,2	2,40	98,899	2,743
281,8	2,45	97,629	3,048
316,2	2,50	96,338	3,376
354,8	2,55	95,026	3,725
398,1	2,60	93,692	4,092
446,7	2,65	92,336	4,473
501,2	2,70	90,957	4,861
562,3	2,75	89,553	5,251
631,0	2,80	88,123	5,635
707,9	2,85	86,665	6,007
794,3	2,90	85,179	6,361
891,3	2,95	83,663	6,693
1 000,0	3,00	82,115	7,001
1 122,0	3,05	80,533	7,282
1 258,9	3,10	78,918	7,537
1 412,5	3,15	77,269	7,767
1 584,9	3,20	75,585	7,972
1 778,3	3,25	73,869	8,155
1 995,3	3,30	72,119	8,315
2 238,7	3,35	70,337	8,454
2 511,9	3,40	68,521	8,572
2 818,4	3,45	66,673	8,670
3 162,3	3,50	64,789	8,746
3 548,1	3,55	62,870	8,801
3 981,1	3,60	60,911	8,834
4 466,8	3,65	58,911	8,844
5 011,9	3,70	56,866	8,829
5 623,4	3,75	54,772	8,788

**Flugzeugklasse S 3.1 a/b) – An
Tabellenblatt**

s [m]	lg s	L_A [dB(A)]	E [dB(A)]
31,6	1,50	110,855	0,321
35,5	1,55	109,785	0,361
39,8	1,60	108,707	0,406
44,7	1,65	107,620	0,456
50,1	1,70	106,524	0,513
56,2	1,75	105,417	0,577
63,1	1,80	104,298	0,648
70,8	1,85	103,166	0,729
79,4	1,90	102,021	0,821
89,1	1,95	100,860	0,923
100,0	2,00	99,682	1,039
112,2	2,05	98,487	1,169
125,9	2,10	97,274	1,316
141,3	2,15	96,040	1,480
158,5	2,20	94,786	1,664
177,8	2,25	93,510	1,870
199,5	2,30	92,213	2,100
223,9	2,35	90,893	2,355
251,2	2,40	89,552	2,636
281,8	2,45	88,189	2,945
316,2	2,50	86,807	3,279
354,8	2,55	85,406	3,639
398,1	2,60	83,989	4,020
446,7	2,65	82,558	4,417
501,2	2,70	81,114	4,824
562,3	2,75	79,659	5,233
631,0	2,80	78,191	5,634
707,9	2,85	76,711	6,019
794,3	2,90	75,216	6,380
891,3	2,95	73,702	6,712
1 000,0	3,00	72,164	7,012
1 122,0	3,05	70,596	7,279
1 258,9	3,10	68,996	7,514
1 412,5	3,15	67,356	7,720
1 584,9	3,20	65,675	7,900
1 778,3	3,25	63,950	8,056
1 995,3	3,30	62,180	8,191
2 238,7	3,35	60,364	8,307
2 511,9	3,40	58,503	8,404
2 818,4	3,45	56,599	8,483
3 162,3	3,50	54,652	8,543
3 548,1	3,55	52,667	8,583
3 981,1	3,60	50,645	8,600

**Flugzeugklasse S 3.2 a) – Ab
Tabellenblatt**

s [m]	lg s	L_A [dB(A)]	E [dB(A)]
31,6	1,50	122,245	0,347
35,5	1,55	121,196	0,390
39,8	1,60	120,142	0,438
44,7	1,65	119,081	0,492
50,1	1,70	118,014	0,552
56,2	1,75	116,939	0,620
63,1	1,80	115,856	0,697
70,8	1,85	114,763	0,783
79,4	1,90	113,661	0,880
89,1	1,95	112,549	0,989
100,0	2,00	111,424	1,110
112,2	2,05	110,288	1,247
125,9	2,10	109,137	1,400
141,3	2,15	107,972	1,570
158,5	2,20	106,792	1,760
177,8	2,25	105,596	1,971
199,5	2,30	104,382	2,205
223,9	2,35	103,150	2,462
251,2	2,40	101,899	2,743
281,8	2,45	100,629	3,048
316,2	2,50	99,338	3,376
354,8	2,55	98,026	3,725
398,1	2,60	96,692	4,092
446,7	2,65	95,336	4,473
501,2	2,70	93,957	4,861
562,3	2,75	92,553	5,251
631,0	2,80	91,123	5,635
707,9	2,85	89,665	6,007
794,3	2,90	88,179	6,361
891,3	2,95	86,663	6,693
1 000,0	3,00	85,115	7,001
1 122,0	3,05	83,533	7,282
1 258,9	3,10	81,918	7,537
1 412,5	3,15	80,269	7,767
1 584,9	3,20	78,585	7,972
1 778,3	3,25	76,869	8,155
1 995,3	3,30	75,119	8,315
2 238,7	3,35	73,337	8,454
2 511,9	3,40	71,521	8,572
2 818,4	3,45	69,673	8,670
3 162,3	3,50	67,789	8,746
3 548,1	3,55	65,870	8,801
3 981,1	3,60	63,911	8,834
4 466,8	3,65	61,911	8,844
5 011,9	3,70	59,866	8,829
5 623,4	3,75	57,772	8,788
6 309,6	3,80	55,626	8,719
7 079,5	3,85	53,425	8,623

**Flugzeugklasse S 3.2 b) – Ab
Tabellenblatt**

s [m]	lg s	L_A [dB(A)]	E [dB(A)]
31,6	1,50	122,245	0,347
35,5	1,55	121,196	0,390
39,8	1,60	120,142	0,438
44,7	1,65	119,081	0,492
50,1	1,70	118,014	0,552
56,2	1,75	116,939	0,620
63,1	1,80	115,856	0,697
70,8	1,85	114,763	0,783
79,4	1,90	113,661	0,880
89,1	1,95	112,549	0,989
100,0	2,00	111,424	1,110
112,2	2,05	110,288	1,247
125,9	2,10	109,137	1,400
141,3	2,15	107,972	1,570
158,5	2,20	106,792	1,760
177,8	2,25	105,596	1,971
199,5	2,30	104,382	2,205
223,9	2,35	103,150	2,462
251,2	2,40	101,899	2,743
281,8	2,45	100,629	3,048
316,2	2,50	99,338	3,376
354,8	2,55	98,026	3,725
398,1	2,60	96,692	4,092
446,7	2,65	95,336	4,473
501,2	2,70	93,957	4,861
562,3	2,75	92,553	5,251
631,0	2,80	91,123	5,635
707,9	2,85	89,665	6,007
794,3	2,90	88,179	6,361
891,3	2,95	86,663	6,693
1 000,0	3,00	85,115	7,001
1 122,0	3,05	83,533	7,282
1 258,9	3,10	81,918	7,537
1 412,5	3,15	80,269	7,767
1 584,9	3,20	78,585	7,972
1 778,3	3,25	76,869	8,155
1 995,3	3,30	75,119	8,315
2 238,7	3,35	73,337	8,454
2 511,9	3,40	71,521	8,572
2 818,4	3,45	69,673	8,670
3 162,3	3,50	67,789	8,746
3 548,1	3,55	65,870	8,801
3 981,1	3,60	63,911	8,834
4 466,8	3,65	61,911	8,844
5 011,9	3,70	59,866	8,829
5 623,4	3,75	57,772	8,788
6 309,6	3,80	55,626	8,719
7 079,5	3,85	53,425	8,623

**Flugzeugklasse S 3.2 a/b) – An
Tabellenblatt**

s [m]	lg s	L_A [dB(A)]	E [dB(A)]
31,6	1,50	110,855	0,321
35,5	1,55	109,785	0,361
39,8	1,60	108,707	0,406
44,7	1,65	107,620	0,456
50,1	1,70	106,524	0,513
56,2	1,75	105,417	0,577
63,1	1,80	104,298	0,648
70,8	1,85	103,166	0,729
79,4	1,90	102,021	0,821
89,1	1,95	100,860	0,923
100,0	2,00	99,682	1,039
112,2	2,05	98,487	1,169
125,9	2,10	97,274	1,316
141,3	2,15	96,040	1,480
158,5	2,20	94,786	1,664
177,8	2,25	93,510	1,870
199,5	2,30	92,213	2,100
223,9	2,35	90,893	2,355
251,2	2,40	89,552	2,636
281,8	2,45	88,189	2,945
316,2	2,50	86,807	3,279
354,8	2,55	85,406	3,639
398,1	2,60	83,989	4,020
446,7	2,65	82,558	4,417
501,2	2,70	81,114	4,824
562,3	2,75	79,659	5,233
631,0	2,80	78,191	5,634
707,9	2,85	76,711	6,019
794,3	2,90	75,216	6,380
891,3	2,95	73,702	6,712
1 000,0	3,00	72,164	7,012
1 122,0	3,05	70,596	7,279
1 258,9	3,10	68,996	7,514
1 412,5	3,15	67,356	7,720
1 584,9	3,20	65,675	7,900
1 778,3	3,25	63,950	8,056
1 995,3	3,30	62,180	8,191
2 238,7	3,35	60,364	8,307
2 511,9	3,40	58,503	8,404
2 818,4	3,45	56,599	8,483
3 162,3	3,50	54,652	8,543
3 548,1	3,55	52,667	8,583
3 981,1	3,60	50,645	8,600

**Flugzeugklasse S 4 a) – Ab
Tabellenblatt**

s [m]	lg s	L_A [dB(A)]	E [dB(A)]
31,6	1,50	126,378	0,333
35,5	1,55	125,311	0,374
39,8	1,60	124,237	0,421
44,7	1,65	123,155	0,473
50,1	1,70	122,063	0,532
56,2	1,75	120,962	0,599
63,1	1,80	119,849	0,674
70,8	1,85	118,725	0,758
79,4	1,90	117,587	0,854
89,1	1,95	116,435	0,961
100,0	2,00	115,268	1,082
112,2	2,05	114,085	1,218
125,9	2,10	112,885	1,372
141,3	2,15	111,667	1,544
158,5	2,20	110,430	1,738
177,8	2,25	109,175	1,954
199,5	2,30	107,900	2,196
223,9	2,35	106,607	2,465
251,2	2,40	105,296	2,761
281,8	2,45	103,968	3,086
316,2	2,50	102,626	3,439
354,8	2,55	101,271	3,817
398,1	2,60	99,906	4,218
446,7	2,65	98,534	4,635
501,2	2,70	97,156	5,060
562,3	2,75	95,775	5,484
631,0	2,80	94,390	5,899
707,9	2,85	93,001	6,293
794,3	2,90	91,605	6,660
891,3	2,95	90,201	6,994
1 000,0	3,00	88,784	7,292
1 122,0	3,05	87,349	7,553
1 258,9	3,10	85,893	7,779
1 412,5	3,15	84,411	7,971
1 584,9	3,20	82,902	8,134
1 778,3	3,25	81,363	8,269
1 995,3	3,30	79,792	8,380
2 238,7	3,35	78,187	8,467
2 511,9	3,40	76,547	8,533
2 818,4	3,45	74,870	8,580
3 162,3	3,50	73,155	8,607
3 548,1	3,55	71,400	8,615
3 981,1	3,60	69,603	8,606
4 466,8	3,65	67,763	8,579
5 011,9	3,70	65,879	8,535
5 623,4	3,75	63,947	8,475
6 309,6	3,80	61,968	8,400
7 079,5	3,85	59,939	8,311
7 943,3	3,90	57,858	8,212
8 912,5	3,95	55,721	8,104
10 000,0	4,00	53,523	7,992
11 220,2	4,05	51,259	7,877

**Flugzeugklasse S 4 b) – Ab
Tabellenblatt**

s [m]	lg s	L_A [dB(A)]	E [dB(A)]
31,6	1,50	126,378	0,333
35,5	1,55	125,311	0,374
39,8	1,60	124,237	0,421
44,7	1,65	123,155	0,473
50,1	1,70	122,063	0,532
56,2	1,75	120,962	0,599
63,1	1,80	119,849	0,674
70,8	1,85	118,725	0,758
79,4	1,90	117,587	0,854
89,1	1,95	116,435	0,961
100,0	2,00	115,268	1,082
112,2	2,05	114,085	1,218
125,9	2,10	112,885	1,372
141,3	2,15	111,667	1,544
158,5	2,20	110,430	1,738
177,8	2,25	109,175	1,954
199,5	2,30	107,900	2,196
223,9	2,35	106,607	2,465
251,2	2,40	105,296	2,761
281,8	2,45	103,968	3,086
316,2	2,50	102,626	3,439
354,8	2,55	101,271	3,817
398,1	2,60	99,906	4,218
446,7	2,65	98,534	4,635
501,2	2,70	97,156	5,060
562,3	2,75	95,775	5,484
631,0	2,80	94,390	5,899
707,9	2,85	93,001	6,293
794,3	2,90	91,605	6,660
891,3	2,95	90,201	6,994
1 000,0	3,00	88,784	7,292
1 122,0	3,05	87,349	7,553
1 258,9	3,10	85,893	7,779
1 412,5	3,15	84,411	7,971
1 584,9	3,20	82,902	8,134
1 778,3	3,25	81,363	8,269
1 995,3	3,30	79,792	8,380
2 238,7	3,35	78,187	8,467
2 511,9	3,40	76,547	8,533
2 818,4	3,45	74,870	8,580
3 162,3	3,50	73,155	8,607
3 548,1	3,55	71,400	8,615
3 981,1	3,60	69,603	8,606
4 466,8	3,65	67,763	8,579
5 011,9	3,70	65,879	8,535
5 623,4	3,75	63,947	8,475
6 309,6	3,80	61,968	8,400
7 079,5	3,85	59,939	8,311
7 943,3	3,90	57,858	8,212
8 912,5	3,95	55,721	8,104
10 000,0	4,00	53,523	7,992
11 220,2	4,05	51,259	7,877

**Flugzeugklasse S 4 a/b) – An
Tabellenblatt**

s [m]	lg s	L_A [dB(A)]	E [dB(A)]
31,6	1,50	119,216	0,291
35,5	1,55	118,139	0,327
39,8	1,60	117,053	0,367
44,7	1,65	115,956	0,412
50,1	1,70	114,849	0,463
56,2	1,75	113,730	0,520
63,1	1,80	112,597	0,584
70,8	1,85	111,448	0,655
79,4	1,90	110,284	0,736
89,1	1,95	109,100	0,826
100,0	2,00	107,897	0,927
112,2	2,05	106,672	1,041
125,9	2,10	105,423	1,167
141,3	2,15	104,148	1,309
158,5	2,20	102,846	1,467
177,8	2,25	101,512	1,642
199,5	2,30	100,147	1,837
223,9	2,35	98,748	2,051
251,2	2,40	97,312	2,287
281,8	2,45	95,838	2,544
316,2	2,50	94,324	2,822
354,8	2,55	92,770	3,120
398,1	2,60	91,174	3,437
446,7	2,65	89,534	3,768
501,2	2,70	87,851	4,110
562,3	2,75	86,123	4,457
631,0	2,80	84,348	4,805
707,9	2,85	82,526	5,146
794,3	2,90	80,652	5,477
891,3	2,95	78,723	5,792
1 000,0	3,00	76,736	6,091
1 122,0	3,05	74,688	6,374
1 258,9	3,10	72,578	6,642
1 412,5	3,15	70,410	6,900
1 584,9	3,20	68,192	7,154
1 778,3	3,25	65,940	7,406
1 995,3	3,30	63,676	7,657
2 238,7	3,35	61,428	7,901
2 511,9	3,40	59,219	8,126
2 818,4	3,45	57,062	8,320
3 162,3	3,50	54,958	8,468
3 548,1	3,55	52,893	8,567
3 981,1	3,60	50,849	8,618

**Flugzeugklasse S 5.1 – Ab
Tabellenblatt**

s [m]	lg s	L_A [dB(A)]	E [dB(A)]
31,6	1,50	102,386	0,336
35,5	1,55	101,339	0,377
39,8	1,60	100,286	0,424
44,7	1,65	99,227	0,476
50,1	1,70	98,163	0,535
56,2	1,75	97,091	0,601
63,1	1,80	96,012	0,676
70,8	1,85	94,925	0,759
79,4	1,90	93,829	0,854
89,1	1,95	92,724	0,959
100,0	2,00	91,609	1,078
112,2	2,05	90,483	1,211
125,9	2,10	89,347	1,361
141,3	2,15	88,199	1,528
158,5	2,20	87,039	1,714
177,8	2,25	85,867	1,922
199,5	2,30	84,683	2,152
223,9	2,35	83,486	2,406
251,2	2,40	82,277	2,684
281,8	2,45	81,055	2,987
316,2	2,50	79,821	3,315
354,8	2,55	78,575	3,664
398,1	2,60	77,318	4,034
446,7	2,65	76,048	4,419
501,2	2,70	74,765	4,814
562,3	2,75	73,470	5,213
631,0	2,80	72,161	5,608
707,9	2,85	70,836	5,992
794,3	2,90	69,495	6,360
891,3	2,95	68,135	6,705
1 000,0	3,00	66,755	7,023
1 122,0	3,05	65,353	7,312
1 258,9	3,10	63,927	7,571
1 412,5	3,15	62,475	7,800
1 584,9	3,20	60,996	8,000
1 778,3	3,25	59,488	8,173
1 995,3	3,30	57,949	8,320
2 238,7	3,35	56,378	8,444
2 511,9	3,40	54,772	8,545
2 818,4	3,45	53,128	8,627
3 162,3	3,50	51,445	8,689
3 548,1	3,55	49,720	8,732
3 981,1	3,60	47,950	8,758
4 466,8	3,65	46,132	8,766
5 011,9	3,70	44,264	8,755
5 623,4	3,75	42,342	8,725
6 309,6	3,80	40,366	8,676
7 079,5	3,85	38,334	8,607

**Flugzeugklasse S 5.1 – An
Tabellenblatt**

s [m]	lg s	L_A [dB(A)]	E [dB(A)]
31,6	1,50	97,832	0,315
35,5	1,55	96,770	0,354
39,8	1,60	95,701	0,398
44,7	1,65	94,624	0,447
50,1	1,70	93,539	0,503
56,2	1,75	92,444	0,565
63,1	1,80	91,339	0,635
70,8	1,85	90,223	0,714
79,4	1,90	89,094	0,803
89,1	1,95	87,953	0,903
100,0	2,00	86,797	1,015
112,2	2,05	85,627	1,141
125,9	2,10	84,440	1,283
141,3	2,15	83,237	1,441
158,5	2,20	82,016	1,619
177,8	2,25	80,777	1,818
199,5	2,30	79,521	2,038
223,9	2,35	78,246	2,283
251,2	2,40	76,954	2,554
281,8	2,45	75,645	2,850
316,2	2,50	74,320	3,171
354,8	2,55	72,982	3,518
398,1	2,60	71,631	3,886
446,7	2,65	70,270	4,273
501,2	2,70	68,900	4,672
562,3	2,75	67,521	5,076
631,0	2,80	66,133	5,479
707,9	2,85	64,737	5,872
794,3	2,90	63,329	6,247
891,3	2,95	61,908	6,599
1 000,0	3,00	60,469	6,924
1 122,0	3,05	59,010	7,219
1 258,9	3,10	57,526	7,483
1 412,5	3,15	56,014	7,717
1 584,9	3,20	54,473	7,923
1 778,3	3,25	52,897	8,102
1 995,3	3,30	51,287	8,258
2 238,7	3,35	49,638	8,391
2 511,9	3,40	47,949	8,504
2 818,4	3,45	46,216	8,598
3 162,3	3,50	44,438	8,675
3 548,1	3,55	42,611	8,735
3 981,1	3,60	40,732	8,779
4 466,8	3,65	38,799	8,805

**Flugzeugklasse S 5.2 – Ab
Tabellenblatt**

s [m]	lg s	L_A [dB(A)]	E [dB(A)]
31,6	1,50	110,386	0,336
35,5	1,55	109,339	0,377
39,8	1,60	108,286	0,424
44,7	1,65	107,227	0,476
50,1	1,70	106,163	0,535
56,2	1,75	105,091	0,601
63,1	1,80	104,012	0,676
70,8	1,85	102,925	0,759
79,4	1,90	101,829	0,854
89,1	1,95	100,724	0,959
100,0	2,00	99,609	1,078
112,2	2,05	98,483	1,211
125,9	2,10	97,347	1,361
141,3	2,15	96,199	1,528
158,5	2,20	95,039	1,714
177,8	2,25	93,867	1,922
199,5	2,30	92,683	2,152
223,9	2,35	91,486	2,406
251,2	2,40	90,277	2,684
281,8	2,45	89,055	2,987
316,2	2,50	87,821	3,315
354,8	2,55	86,575	3,664
398,1	2,60	85,318	4,034
446,7	2,65	84,048	4,419
501,2	2,70	82,765	4,814
562,3	2,75	81,470	5,213
631,0	2,80	80,161	5,608
707,9	2,85	78,836	5,992
794,3	2,90	77,495	6,360
891,3	2,95	76,135	6,705
1 000,0	3,00	74,755	7,023
1 122,0	3,05	73,353	7,312
1 258,9	3,10	71,927	7,571
1 412,5	3,15	70,475	7,800
1 584,9	3,20	68,996	8,000
1 778,3	3,25	67,488	8,173
1 995,3	3,30	65,949	8,320
2 238,7	3,35	64,378	8,444
2 511,9	3,40	62,772	8,545
2 818,4	3,45	61,128	8,627
3 162,3	3,50	59,445	8,689
3 548,1	3,55	57,720	8,732
3 981,1	3,60	55,950	8,758
4 466,8	3,65	54,132	8,766
5 011,9	3,70	52,263	8,755
5 623,4	3,75	50,342	8,726
6 309,6	3,80	48,365	8,677
7 079,5	3,85	46,333	8,608
7 943,3	3,90	44,243	8,520
8 912,5	3,95	42,098	8,411
10 000,0	4,00	39,896	8,284

**Flugzeugklasse S 5.2 – An
Tabellenblatt**

s [m]	lg s	L_A [dB(A)]	E [dB(A)]
31,6	1,50	100,832	0,315
35,5	1,55	99,770	0,354
39,8	1,60	98,701	0,398
44,7	1,65	97,624	0,447
50,1	1,70	96,539	0,503
56,2	1,75	95,444	0,565
63,1	1,80	94,339	0,635
70,8	1,85	93,223	0,714
79,4	1,90	92,094	0,803
89,1	1,95	90,953	0,903
100,0	2,00	89,797	1,015
112,2	2,05	88,627	1,141
125,9	2,10	87,440	1,283
141,3	2,15	86,237	1,441
158,5	2,20	85,016	1,619
177,8	2,25	83,777	1,818
199,5	2,30	82,521	2,038
223,9	2,35	81,246	2,283
251,2	2,40	79,954	2,554
281,8	2,45	78,645	2,850
316,2	2,50	77,320	3,171
354,8	2,55	75,982	3,518
398,1	2,60	74,631	3,886
446,7	2,65	73,270	4,273
501,2	2,70	71,900	4,672
562,3	2,75	70,521	5,076
631,0	2,80	69,133	5,479
707,9	2,85	67,737	5,872
794,3	2,90	66,329	6,247
891,3	2,95	64,908	6,599
1 000,0	3,00	63,469	6,924
1 122,0	3,05	62,010	7,219
1 258,9	3,10	60,526	7,483
1 412,5	3,15	59,014	7,717
1 584,9	3,20	57,473	7,923
1 778,3	3,25	55,897	8,102
1 995,3	3,30	54,287	8,258
2 238,7	3,35	52,638	8,391
2 511,9	3,40	50,948	8,504
2 818,4	3,45	49,216	8,599
3 162,3	3,50	47,437	8,676
3 548,1	3,55	45,610	8,736
3 981,1	3,60	43,731	8,779
4 466,8	3,65	41,798	8,806
5 011,9	3,70	39,807	8,816

**Flugzeugklasse S 5.3 – Ab
Tabellenblatt**

s [m]	lg s	L_A [dB(A)]	E [dB(A)]
31,6	1,50	115,295	0,354
35,5	1,55	114,261	0,397
39,8	1,60	113,224	0,446
44,7	1,65	112,183	0,501
50,1	1,70	111,138	0,563
56,2	1,75	110,087	0,632
63,1	1,80	109,032	0,710
70,8	1,85	107,970	0,797
79,4	1,90	106,902	0,895
89,1	1,95	105,827	1,004
100,0	2,00	104,745	1,127
112,2	2,05	103,655	1,264
125,9	2,10	102,557	1,418
141,3	2,15	101,449	1,589
158,5	2,20	100,332	1,779
177,8	2,25	99,205	1,991
199,5	2,30	98,067	2,224
223,9	2,35	96,917	2,480
251,2	2,40	95,756	2,760
281,8	2,45	94,582	3,064
316,2	2,50	93,395	3,392
354,8	2,55	92,194	3,740
398,1	2,60	90,978	4,108
446,7	2,65	89,747	4,489
501,2	2,70	88,498	4,881
562,3	2,75	87,232	5,275
631,0	2,80	85,947	5,666
707,9	2,85	84,642	6,047
794,3	2,90	83,314	6,412
891,3	2,95	81,964	6,756
1 000,0	3,00	80,589	7,074
1 122,0	3,05	79,188	7,365
1 258,9	3,10	77,760	7,627
1 412,5	3,15	76,303	7,860
1 584,9	3,20	74,815	8,066
1 778,3	3,25	73,296	8,247
1 995,3	3,30	71,742	8,403
2 238,7	3,35	70,153	8,537
2 511,9	3,40	68,525	8,651
2 818,4	3,45	66,856	8,747
3 162,3	3,50	65,142	8,826
3 548,1	3,55	63,380	8,889
3 981,1	3,60	61,568	8,936
4 466,8	3,65	59,700	8,967
5 011,9	3,70	57,773	8,982
5 623,4	3,75	55,784	8,981
6 309,6	3,80	53,728	8,961
7 079,5	3,85	51,602	8,921
7 943,3	3,90	49,406	8,860
8 912,5	3,95	47,138	8,774
10 000,0	4,00	44,798	8,664
11 220,2	4,05	42,389	8,528
12 589,3	4,10	39,911	8,367

**Flugzeugklasse S 5.3 – An
Tabellenblatt**

s [m]	lg s	L_A [dB(A)]	E [dB(A)]
31,6	1,50	98,795	0,354
35,5	1,55	97,761	0,397
39,8	1,60	96,724	0,446
44,7	1,65	95,683	0,501
50,1	1,70	94,638	0,563
56,2	1,75	93,587	0,632
63,1	1,80	92,532	0,710
70,8	1,85	91,470	0,797
79,4	1,90	90,402	0,895
89,1	1,95	89,327	1,004
100,0	2,00	88,245	1,127
112,2	2,05	87,155	1,264
125,9	2,10	86,057	1,418
141,3	2,15	84,949	1,589
158,5	2,20	83,832	1,779
177,8	2,25	82,705	1,991
199,5	2,30	81,567	2,224
223,9	2,35	80,417	2,480
251,2	2,40	79,256	2,760
281,8	2,45	78,082	3,064
316,2	2,50	76,895	3,392
354,8	2,55	75,694	3,740
398,1	2,60	74,478	4,108
446,7	2,65	73,247	4,489
501,2	2,70	71,998	4,881
562,3	2,75	70,732	5,275
631,0	2,80	69,447	5,666
707,9	2,85	68,142	6,047
794,3	2,90	66,814	6,412
891,3	2,95	65,464	6,756
1 000,0	3,00	64,089	7,074
1 122,0	3,05	62,688	7,365
1 258,9	3,10	61,260	7,627
1 412,5	3,15	59,803	7,860
1 584,9	3,20	58,315	8,066
1 778,3	3,25	56,796	8,247
1 995,3	3,30	55,242	8,403
2 238,7	3,35	53,653	8,537
2 511,9	3,40	52,025	8,651
2 818,4	3,45	50,356	8,747
3 162,3	3,50	48,642	8,826
3 548,1	3,55	46,880	8,889
3 981,1	3,60	45,068	8,936
4 466,8	3,65	43,200	8,967
5 011,9	3,70	41,273	8,982
5 623,4	3,75	39,284	8,981

**Flugzeugklasse S 6.1 – Ab
Tabellenblatt**

s [m]	lg s	L_A [dB(A)]	E [dB(A)]
31,6	1,50	111,886	0,336
35,5	1,55	110,839	0,377
39,8	1,60	109,786	0,424
44,7	1,65	108,727	0,476
50,1	1,70	107,663	0,535
56,2	1,75	106,591	0,601
63,1	1,80	105,521	0,676
70,8	1,85	104,425	0,759
79,4	1,90	103,329	0,854
89,1	1,95	102,224	0,959
100,0	2,00	101,109	1,078
112,2	2,05	99,983	1,211
125,9	2,10	98,847	1,361
141,3	2,15	97,699	1,528
158,5	2,20	96,539	1,714
177,8	2,25	95,367	1,922
199,5	2,30	94,183	2,152
223,9	2,35	92,986	2,406
251,2	2,40	91,777	2,684
281,8	2,45	90,555	2,987
316,2	2,50	89,321	3,315
354,8	2,55	88,075	3,664
398,1	2,60	86,818	4,034
446,7	2,65	85,548	4,419
501,2	2,70	84,265	4,814
562,3	2,75	82,970	5,213
631,0	2,80	81,661	5,608
707,9	2,85	80,336	5,992
794,3	2,90	78,995	6,360
891,3	2,95	77,635	6,705
1 000,0	3,00	76,255	7,023
1 122,0	3,05	74,853	7,312
1 258,9	3,10	73,427	7,571
1 412,5	3,15	71,975	7,800
1 584,9	3,20	70,496	8,000
1 778,3	3,25	68,988	8,173
1 995,3	3,30	67,449	8,320
2 238,7	3,35	65,878	8,444
2 511,9	3,40	64,272	8,545
2 818,4	3,45	62,628	8,627
3 162,3	3,50	60,945	8,689
3 548,1	3,55	59,220	8,732
3 981,1	3,60	57,450	8,758
4 466,8	3,65	55,632	8,766
5 011,9	3,70	53,763	8,755
5 623,4	3,75	51,842	8,726
6 309,6	3,80	49,865	8,677
7 079,5	3,85	47,832	8,609
7 943,3	3,90	45,743	8,520
8 912,5	3,95	43,597	8,412
10 000,0	4,00	41,395	8,285
11 220,2	4,05	39,138	8,142

**Flugzeugklasse S 6.1 – An
Tabellenblatt**

s [m]	lg s	L_A [dB(A)]	E [dB(A)]
31,6	1,50	103,332	0,315
35,5	1,55	102,270	0,354
39,8	1,60	101,201	0,398
44,7	1,65	100,124	0,447
50,1	1,70	99,039	0,503
56,2	1,75	97,944	0,565
63,1	1,80	96,839	0,635
70,8	1,85	95,723	0,714
79,4	1,90	94,594	0,803
89,1	1,95	93,453	0,903
100,0	2,00	92,297	1,015
112,2	2,05	91,127	1,141
125,9	2,10	89,940	1,283
141,3	2,15	88,737	1,441
158,5	2,20	87,516	1,619
177,8	2,25	86,277	1,818
199,5	2,30	85,021	2,038
223,9	2,35	83,746	2,283
251,2	2,40	82,454	2,554
281,8	2,45	81,145	2,850
316,2	2,50	79,820	3,171
354,8	2,55	78,482	3,518
398,1	2,60	77,131	3,886
446,7	2,65	75,770	4,273
501,2	2,70	74,400	4,672
562,3	2,75	73,021	5,076
631,0	2,80	71,633	5,479
707,9	2,85	70,237	5,872
794,3	2,90	68,829	6,247
891,3	2,95	67,408	6,599
1 000,0	3,00	65,969	6,924
1 122,0	3,05	64,510	7,219
1 258,9	3,10	63,026	7,483
1 412,5	3,15	61,514	7,717
1 584,9	3,20	59,973	7,923
1 778,3	3,25	58,397	8,102
1 995,3	3,30	56,787	8,258
2 238,7	3,35	55,138	8,391
2 511,9	3,40	53,448	8,504
2 818,4	3,45	51,716	8,599
3 162,3	3,50	49,937	8,676
3 548,1	3,55	48,110	8,736
3 981,1	3,60	46,231	8,779
4 466,8	3,65	44,298	8,806
5 011,9	3,70	42,307	8,816
5 623,4	3,75	40,258	8,808
6 309,6	3,80	38,147	8,780

**Flugzeugklasse S 6.2 a) – Ab
Tabellenblatt**

s [m]	lg s	L_A [dB(A)]	E [dB(A)]
31,6	1,50	116,386	0,336
35,5	1,55	115,339	0,377
39,8	1,60	114,286	0,424
44,7	1,65	113,227	0,476
50,1	1,70	112,163	0,535
56,2	1,75	111,091	0,601
63,1	1,80	110,012	0,676
70,8	1,85	108,925	0,759
79,4	1,90	107,829	0,854
89,1	1,95	106,724	0,959
100,0	2,00	105,609	1,078
112,2	2,05	104,483	1,211
125,9	2,10	103,347	1,361
141,3	2,15	102,199	1,528
158,5	2,20	101,039	1,714
177,8	2,25	99,867	1,922
199,5	2,30	98,683	2,152
223,9	2,35	97,486	2,406
251,2	2,40	96,277	2,684
281,8	2,45	95,055	2,987
316,2	2,50	93,821	3,315
354,8	2,55	92,575	3,664
398,1	2,60	91,318	4,034
446,7	2,65	90,048	4,419
501,2	2,70	88,765	4,814
562,3	2,75	87,470	5,213
631,0	2,80	86,161	5,608
707,9	2,85	84,836	5,992
794,3	2,90	83,495	6,360
891,3	2,95	82,135	6,705
1 000,0	3,00	80,755	7,023
1 122,0	3,05	79,353	7,312
1 258,9	3,10	77,927	7,571
1 412,5	3,15	76,475	7,800
1 584,9	3,20	74,996	8,000
1 778,3	3,25	73,488	8,173
1 995,3	3,30	71,949	8,320
2 238,7	3,35	70,378	8,444
2 511,9	3,40	68,772	8,545
2 818,4	3,45	67,128	8,627
3 162,3	3,50	65,445	8,689
3 548,1	3,55	63,720	8,732
3 981,1	3,60	61,950	8,758
4 466,8	3,65	60,123	8,766
5 011,9	3,70	58,263	8,755
5 623,4	3,75	56,342	8,726
6 309,6	3,80	54,365	8,677
7 079,5	3,85	52,332	8,609
7 943,3	3,90	50,243	8,520
8 912,5	3,95	48,097	8,412
10 000,0	4,00	45,895	8,285
11 220,2	4,05	43,638	8,142
12 589,3	4,10	41,324	7,985
14 125,4	4,15	38,951	7,819

**Flugzeugklasse S 6.2 b) – Ab
Tabellenblatt**

s [m]	lg s	L_A [dB(A)]	E [dB(A)]
31,6	1,50	116,386	0,336
35,5	1,55	115,339	0,377
39,8	1,60	114,286	0,424
44,7	1,65	113,227	0,476
50,1	1,70	112,163	0,535
56,2	1,75	111,091	0,601
63,1	1,80	110,012	0,676
70,8	1,85	108,925	0,759
79,4	1,90	107,829	0,854
89,1	1,95	106,724	0,959
100,0	2,00	105,609	1,078
112,2	2,05	104,483	1,211
125,9	2,10	103,347	1,361
141,3	2,15	102,199	1,528
158,5	2,20	101,039	1,714
177,8	2,25	99,867	1,922
199,5	2,30	98,683	2,152
223,9	2,35	97,486	2,406
251,2	2,40	96,277	2,684
281,8	2,45	95,055	2,987
316,2	2,50	93,821	3,315
354,8	2,55	92,575	3,664
398,1	2,60	91,318	4,034
446,7	2,65	90,048	4,419
501,2	2,70	88,765	4,814
562,3	2,75	87,470	5,213
631,0	2,80	86,161	5,608
707,9	2,85	84,836	5,992
794,3	2,90	83,495	6,360
891,3	2,95	82,135	6,705
1 000,0	3,00	80,755	7,023
1 122,0	3,05	79,353	7,312
1 258,9	3,10	77,927	7,571
1 412,5	3,15	76,475	7,800
1 584,9	3,20	74,996	8,000
1 778,3	3,25	73,488	8,173
1 995,3	3,30	71,949	8,320
2 238,7	3,35	70,378	8,444
2 511,9	3,40	68,772	8,545
2 818,4	3,45	67,128	8,627
3 162,3	3,50	65,445	8,689
3 548,1	3,55	63,720	8,732
3 981,1	3,60	61,950	8,758
4 466,8	3,65	60,123	8,766
5 011,9	3,70	58,263	8,755
5 623,4	3,75	56,342	8,726
6 309,6	3,80	54,365	8,677
7 079,5	3,85	52,332	8,609
7 943,3	3,90	50,243	8,520
8 912,5	3,95	48,097	8,412
10 000,0	4,00	45,895	8,285
11 220,2	4,05	43,638	8,142
12 589,3	4,10	41,324	7,985
14 125,4	4,15	38,951	7,819

**Flugzeugklasse S 6.2 a/b) – An
Tabellenblatt**

s [m]	lg s	L_A [dB(A)]	E [dB(A)]
31,6	1,50	105,832	0,315
35,5	1,55	104,770	0,354
39,8	1,60	103,701	0,398
44,7	1,65	102,624	0,447
50,1	1,70	101,539	0,503
56,2	1,75	100,444	0,565
63,1	1,80	99,339	0,635
70,8	1,85	98,223	0,714
79,4	1,90	97,094	0,803
89,1	1,95	95,953	0,903
100,0	2,00	94,797	1,015
112,2	2,05	93,627	1,141
125,9	2,10	92,440	1,283
141,3	2,15	91,237	1,441
158,5	2,20	90,016	1,619
177,8	2,25	88,777	1,818
199,5	2,30	87,521	2,038
223,9	2,35	86,246	2,283
251,2	2,40	84,954	2,554
281,8	2,45	83,645	2,850
316,2	2,50	82,320	3,171
354,8	2,55	80,982	3,518
398,1	2,60	79,631	3,886
446,7	2,65	78,270	4,273
501,2	2,70	76,900	4,672
562,3	2,75	75,521	5,076
631,0	2,80	74,133	5,479
707,9	2,85	72,737	5,872
794,3	2,90	71,329	6,247
891,3	2,95	69,908	6,599
1 000,0	3,00	68,469	6,924
1 122,0	3,05	67,010	7,219
1 258,9	3,10	65,526	7,483
1 412,5	3,15	64,014	7,717
1 584,9	3,20	62,473	7,923
1 778,3	3,25	60,897	8,102
1 995,3	3,30	59,287	8,258
2 238,7	3,35	57,638	8,391
2 511,9	3,40	55,948	8,504
2 818,4	3,45	54,216	8,599
3 162,3	3,50	52,437	8,676
3 548,1	3,55	50,610	8,736
3 981,1	3,60	48,731	8,779
4 466,8	3,65	46,798	8,806
5 011,9	3,70	44,807	8,816
5 623,4	3,75	42,758	8,808
6 309,6	3,80	40,647	8,780
7 079,5	3,85	38,475	8,733

**Flugzeugklasse S 6.3 – Ab
Tabellenblatt**

s [m]	lg s	L_A [dB(A)]	E [dB(A)]
31,6	1,50	112,386	0,336
35,5	1,55	111,339	0,377
39,8	1,60	110,286	0,424
44,7	1,65	109,227	0,476
50,1	1,70	108,163	0,535
56,2	1,75	107,091	0,601
63,1	1,80	106,012	0,676
70,8	1,85	104,925	0,759
79,4	1,90	103,829	0,854
89,1	1,95	102,724	0,959
100,0	2,00	101,609	1,078
112,2	2,05	100,483	1,211
125,9	2,10	99,347	1,361
141,3	2,15	98,199	1,528
158,5	2,20	97,039	1,714
177,8	2,25	95,867	1,922
199,5	2,30	94,683	2,152
223,9	2,35	93,486	2,406
251,2	2,40	92,277	2,684
281,8	2,45	91,055	2,987
316,2	2,50	89,821	3,315
354,8	2,55	88,575	3,664
398,1	2,60	87,318	4,034
446,7	2,65	86,048	4,419
501,2	2,70	84,765	4,814
562,3	2,75	83,470	5,213
631,0	2,80	82,161	5,608
707,9	2,85	80,836	5,992
794,3	2,90	79,495	6,360
891,3	2,95	78,135	6,705
1 000,0	3,00	76,755	7,023
1 122,0	3,05	75,353	7,312
1 258,9	3,10	73,927	7,571
1 412,5	3,15	72,475	7,800
1 584,9	3,20	70,996	8,000
1 778,3	3,25	69,488	8,173
1 995,3	3,30	67,949	8,320
2 238,7	3,35	66,378	8,444
2 511,9	3,40	64,772	8,545
2 818,4	3,45	63,128	8,627
3 162,3	3,50	61,445	8,689
3 548,1	3,55	59,720	8,732
3 981,1	3,60	57,950	8,758
4 466,8	3,65	56,123	8,766
5 011,9	3,70	54,263	8,755
5 623,4	3,75	52,342	8,726
6 309,6	3,80	50,365	8,677
7 079,5	3,85	48,332	8,609
7 943,3	3,90	46,243	8,520
8 912,5	3,95	44,097	8,412
10 000,0	4,00	41,895	8,285
11 220,2	4,05	39,638	8,142

**Flugzeugklasse S 6.3 – An
Tabellenblatt**

s [m]	lg s	L_A [dB(A)]	E [dB(A)]
31,6	1,50	101,832	0,315
35,5	1,55	100,770	0,354
39,8	1,60	99,701	0,398
44,7	1,65	98,624	0,447
50,1	1,70	97,539	0,503
56,2	1,75	96,444	0,565
63,1	1,80	95,339	0,635
70,8	1,85	94,223	0,714
79,4	1,90	93,094	0,803
89,1	1,95	91,953	0,903
100,0	2,00	90,797	1,015
112,2	2,05	89,627	1,141
125,9	2,10	88,440	1,283
141,3	2,15	87,237	1,441
158,5	2,20	86,016	1,619
177,8	2,25	84,777	1,818
199,5	2,30	83,521	2,038
223,9	2,35	82,246	2,283
251,2	2,40	80,954	2,554
281,8	2,45	79,645	2,850
316,2	2,50	78,320	3,171
354,8	2,55	76,982	3,518
398,1	2,60	75,631	3,886
446,7	2,65	74,270	4,273
501,2	2,70	72,900	4,672
562,3	2,75	71,521	5,076
631,0	2,80	70,133	5,479
707,9	2,85	68,737	5,872
794,3	2,90	67,329	6,247
891,3	2,95	65,908	6,599
1 000,0	3,00	64,469	6,924
1 122,0	3,05	63,010	7,219
1 258,9	3,10	61,526	7,483
1 412,5	3,15	60,014	7,717
1 584,9	3,20	58,473	7,923
1 778,3	3,25	56,897	8,102
1 995,3	3,30	55,287	8,258
2 238,7	3,35	53,638	8,391
2 511,9	3,40	51,948	8,504
2 818,4	3,45	50,216	8,599
3 162,3	3,50	48,437	8,676
3 548,1	3,55	46,610	8,736
3 981,1	3,60	44,731	8,779
4 466,8	3,65	42,798	8,806
5 011,9	3,70	40,807	8,816
5 623,4	3,75	38,758	8,808

**Flugzeugklasse S 7 a) – Ab
Tabellenblatt**

s [m]	lg s	L_A [dB(A)]	E [dB(A)]
31,6	1,50	119,886	0,336
35,5	1,55	118,839	0,377
39,8	1,60	117,786	0,424
44,7	1,65	116,727	0,476
50,1	1,70	115,663	0,535
56,2	1,75	114,591	0,601
63,1	1,80	113,512	0,676
70,8	1,85	112,425	0,759
79,4	1,90	111,329	0,854
89,1	1,95	110,224	0,959
100,0	2,00	109,109	1,078
112,2	2,05	107,983	1,211
125,9	2,10	106,847	1,361
141,3	2,15	105,699	1,528
158,5	2,20	104,539	1,714
177,8	2,25	103,367	1,922
199,5	2,30	102,183	2,152
223,9	2,35	100,986	2,406
251,2	2,40	99,777	2,684
281,8	2,45	98,555	2,987
316,2	2,50	97,321	3,315
354,8	2,55	96,075	3,664
398,1	2,60	94,818	4,034
446,7	2,65	93,548	4,419
501,2	2,70	92,265	4,814
562,3	2,75	90,970	5,213
631,0	2,80	89,661	5,608
707,9	2,85	88,336	5,992
794,3	2,90	86,995	6,360
891,3	2,95	85,635	6,705
1 000,0	3,00	84,255	7,023
1 122,0	3,05	82,853	7,312
1 258,9	3,10	81,427	7,571
1 412,5	3,15	79,975	7,800
1 584,9	3,20	78,496	8,000
1 778,3	3,25	76,988	8,173
1 995,3	3,30	75,449	8,320
2 238,7	3,35	73,878	8,444
2 511,9	3,40	72,272	8,545
2 818,4	3,45	70,628	8,627
3 162,3	3,50	68,945	8,689
3 548,1	3,55	67,220	8,732
3 981,1	3,60	65,450	8,758
4 466,8	3,65	63,632	8,766
5 011,9	3,70	61,763	8,755
5 623,4	3,75	59,842	8,726
6 309,6	3,80	57,865	8,677
7 079,5	3,85	55,832	8,609
7 943,3	3,90	53,743	8,520
8 912,5	3,95	51,597	8,412
10 000,0	4,00	49,395	8,285
11 220,2	4,05	47,138	8,142
12 589,3	4,10	44,824	7,985
14 125,4	4,15	42,451	7,819
15 848,9	4,20	40,015	7,648

**Flugzeugklasse S7 b) – Ab
Tabellenblatt**

s [m]	lg s	L_A [dB(A)]	E [dB(A)]
31,6	1,50	119,886	0,336
35,5	1,55	118,839	0,377
39,8	1,60	117,786	0,424
44,7	1,65	116,727	0,476
50,1	1,70	115,663	0,535
56,2	1,75	114,591	0,601
63,1	1,80	113,512	0,676
70,8	1,85	112,425	0,759
79,4	1,90	111,329	0,854
89,1	1,95	110,224	0,959
100,0	2,00	109,109	1,078
112,2	2,05	107,983	1,211
125,9	2,10	106,847	1,361
141,3	2,15	105,699	1,528
158,5	2,20	104,539	1,714
177,8	2,25	103,367	1,922
199,5	2,30	102,183	2,152
223,9	2,35	100,986	2,406
251,2	2,40	99,777	2,684
281,8	2,45	98,555	2,987
316,2	2,50	97,321	3,315
354,8	2,55	96,075	3,664
398,1	2,60	94,818	4,034
446,7	2,65	93,548	4,419
501,2	2,70	92,265	4,814
562,3	2,75	90,970	5,213
631,0	2,80	89,661	5,608
707,9	2,85	88,336	5,992
794,3	2,90	86,995	6,360
891,3	2,95	85,635	6,705
1 000,0	3,00	84,255	7,023
1 122,0	3,05	82,853	7,312
1 258,9	3,10	81,427	7,571
1 412,5	3,15	79,975	7,800
1 584,9	3,20	78,496	8,000
1 778,3	3,25	76,988	8,173
1 995,3	3,30	75,449	8,320
2 238,7	3,35	73,878	8,444
2 511,9	3,40	72,272	8,545
2 818,4	3,45	70,628	8,627
3 162,3	3,50	68,945	8,689
3 548,1	3,55	67,220	8,732
3 981,1	3,60	65,450	8,758
4 466,8	3,65	63,632	8,766
5 011,9	3,70	61,763	8,755
5 623,4	3,75	59,842	8,726
6 309,6	3,80	57,865	8,677
7 079,5	3,85	55,832	8,609
7 943,3	3,90	53,743	8,520
8 912,5	3,95	51,597	8,412
10 000,0	4,00	49,395	8,285
11 220,2	4,05	47,138	8,142
12 589,3	4,10	44,824	7,985
14 125,4	4,15	42,451	7,819
15 848,9	4,20	40,015	7,648

**Flugzeugklasse S7 a/b) – An
Tabellenblatt**

s [m]	lg s	L_A [dB(A)]	E [dB(A)]
31,6	1,50	106,332	0,315
35,5	1,55	105,270	0,354
39,8	1,60	104,201	0,398
44,7	1,65	103,124	0,447
50,1	1,70	102,039	0,503
56,2	1,75	100,944	0,565
63,1	1,80	99,839	0,635
70,8	1,85	98,723	0,714
79,4	1,90	97,594	0,803
89,1	1,95	96,453	0,903
100,0	2,00	95,297	1,015
112,2	2,05	94,127	1,141
125,9	2,10	92,940	1,283
141,3	2,15	91,737	1,441
158,5	2,20	90,516	1,619
177,8	2,25	89,277	1,818
199,5	2,30	88,021	2,038
223,9	2,35	86,746	2,283
251,2	2,40	85,454	2,554
281,8	2,45	84,145	2,850
316,2	2,50	82,820	3,171
354,8	2,55	81,482	3,518
398,1	2,60	80,131	3,886
446,7	2,65	78,770	4,273
501,2	2,70	77,400	4,672
562,3	2,75	76,021	5,076
631,0	2,80	74,633	5,479
707,9	2,85	73,237	5,872
794,3	2,90	71,829	6,247
891,3	2,95	70,408	6,599
1 000,0	3,00	68,969	6,924
1 122,0	3,05	67,510	7,219
1 258,9	3,10	66,026	7,483
1 412,5	3,15	64,514	7,717
1 584,9	3,20	62,973	7,923
1 778,3	3,25	61,397	8,102
1 995,3	3,30	59,787	8,258
2 238,7	3,35	58,138	8,391
2 511,9	3,40	56,448	8,504
2 818,4	3,45	54,716	8,599
3 162,3	3,50	52,937	8,676
3 548,1	3,55	51,110	8,736
3 981,1	3,60	49,231	8,779
4 466,8	3,65	47,298	8,806
5 011,9	3,70	45,307	8,816
5 623,4	3,75	43,258	8,808
6 309,6	3,80	41,147	8,780
7 079,5	3,85	38,975	8,733

Flugzeugklasse H 1 – Ab/An
Tabellenblatt

s [m]	lg s	L_A [dB(A)]	E [dB(A)]
31,6	1,50	90,638	0,527
35,5	1,55	89,607	0,592
39,8	1,60	88,574	0,664
44,7	1,65	87,537	0,745
50,1	1,70	86,496	0,836
56,2	1,75	85,451	0,938
63,1	1,80	84,401	1,052
70,8	1,85	83,346	1,180
79,4	1,90	82,286	1,323
89,1	1,95	81,220	1,482
100,0	2,00	80,148	1,659
112,2	2,05	79,069	1,855
125,9	2,10	77,982	2,073
141,3	2,15	76,888	2,312
158,5	2,20	75,785	2,575
177,8	2,25	74,673	2,861
199,5	2,30	73,551	3,172
223,9	2,35	72,418	3,504
251,2	2,40	71,273	3,858
281,8	2,45	70,115	4,230
316,2	2,50	68,943	4,615
354,8	2,55	67,755	5,008
398,1	2,60	66,550	5,404
446,7	2,65	65,326	5,795
501,2	2,70	64,082	6,174
562,3	2,75	62,816	6,536
631,0	2,80	61,527	6,874
707,9	2,85	60,211	7,185
794,3	2,90	58,868	7,468
891,3	2,95	57,494	7,720
1 000,0	3,00	56,088	7,942
1 122,0	3,05	54,647	8,136

**Flugzeugklasse H 2 – Ab/An
Tabellenblatt**

s [m]	lg s	L_A [dB(A)]	E [dB(A)]
31,6	1,50	100,638	0,527
35,5	1,55	99,607	0,592
39,8	1,60	98,574	0,664
44,7	1,65	97,537	0,745
50,1	1,70	96,496	0,836
56,2	1,75	95,451	0,938
63,1	1,80	94,401	1,052
70,8	1,85	93,346	1,180
79,4	1,90	92,286	1,323
89,1	1,95	91,220	1,482
100,0	2,00	90,148	1,659
112,2	2,05	89,069	1,855
125,9	2,10	87,982	2,073
141,3	2,15	86,888	2,312
158,5	2,20	85,785	2,575
177,8	2,25	84,673	2,861
199,5	2,30	83,551	3,172
223,9	2,35	82,418	3,504
251,2	2,40	81,273	3,858
281,8	2,45	80,115	4,230
316,2	2,50	78,943	4,615
354,8	2,55	77,755	5,008
398,1	2,60	76,550	5,404
446,7	2,65	75,326	5,795
501,2	2,70	74,082	6,174
562,3	2,75	72,816	6,536
631,0	2,80	71,527	6,874
707,9	2,85	70,211	7,185
794,3	2,90	68,868	7,468
891,3	2,95	67,494	7,720
1 000,0	3,00	66,088	7,942
1 122,0	3,05	64,647	8,136
1 258,9	3,10	63,169	8,304
1 412,5	3,15	61,651	8,448
1 584,9	3,20	60,089	8,570
1 778,3	3,25	58,480	8,674
1 995,3	3,30	56,821	8,759
2 238,7	3,35	55,107	8,829
2 511,9	3,40	53,334	8,884

9 Formelzeichen

Maßeinheiten sind in Klammern am Anfang der Erläuterungen angegeben. Dimensionslose Größen sind durch einen waagerechten Strich in der Klammer bezeichnet.

A	[–] Anteil, den ein einzelner Vorbeiflug eines Luftfahrzeugs der betreffenden Flugzeugklasse zum Lärmindex L_{DEN} bzw. L_{Night} der Richtlinie beiträgt
A_{ijk}	[–] Anteil A für ein Luftfahrzeug der Flugzeugklasse k, welches auf dem Abschnitt j der Flugstrecke i am Immissionsort P vorbeifliegt
A_n	[dB] Konstante für die A-Bewertung der Oktavpegel
a	[–] Konstante für die Berechnung der Geräuschkdauer
B_{ijk}	[–] Hilfsgröße zur Kontrollrechnung
$B_n(s)$	[dB] Oktavpegelminderungen bei Boden-Boden-Schallausbreitung als Funktion des Abstands s
b	[s] Konstante für die Berechnung der Geräuschkdauer
$b_i(\sigma)$	[m] Flugkorridorbreite als Funktion der Bogenlänge σ
C_{ijk}	[–] Hilfsgröße zur Kontrollrechnung
$c(\alpha)$	[–] Funktion zur Berücksichtigung der Boden-Boden-Schalldämpfung bei der Berechnung des Schallpegels L (s, σ , α)
$D_i(\sigma)$	[–] Flugzeugdichte auf der Flugstrecke i als Funktion der Bogenlänge σ
d_n	[dB/m] Dämpfungskonstante
dx	[m] Abkürzung für die Differenz R – x
dy	[m] Abkürzung für die Differenz H – y
e	[m] Entfernung zwischen Immissionsort P und Fußpunkt F
EDV	Elektronische Datenverarbeitung
E(s)	[dB(A)] Pegelminderung bei Boden-Boden-Schallausbreitung
F	Fußpunkt des vom Immissionsort P auf eine Flugstrecke gefällten Lotes
F_{ij}	Fußpunkt des Lotes, welches vom Immissionsort P auf den Abschnitt j der Flugstrecke i gefällt wird
G_n	[dB] Asymptotische Pegelminderung zur Berechnung der Oktavpegelminderung $B_n(s)$ bei Boden-Boden-Schallausbreitung
H	[m] Hochwert im Koordinatensystem der Landesvermessung
H_B	[m] Hochwert des Flugplatzbezugspunktes
$H(\sigma')$	[m] Flughöhe über Bezugsebene als Funktion der relativen Bogenlänge σ'
h	[m] Flughöhe über dem Überflugpunkt U
h_o	[m] Flughöhe im Horizontalflug
h_F	[m] Flugplatzhöhe über NN
$h(\sigma), h_k(\sigma)$	[m] Flughöhe von Luftfahrzeugen der Flugzeugklasse k über Bezugsebene als Funktion der Bogenlänge σ
i	Laufende Nummer einer Flugstrecke
j	Laufende Nummer des Abschnittes einer Flugstrecke
k	Laufende Nummer einer Flugzeugklasse
L	[dB(A)] Höchster Schallpegel beim Vorbeiflug eines Luftfahrzeugs am Immissionsort P
$L_A(s)$	[dB(A)] Schallpegel als Funktion der Entfernung s bei Luft-Boden-Schallausbreitung
$L_B(s)$	[dB(A)] Schallpegel als Funktion der Entfernung s bei Boden-Boden-Schallausbreitung
L_{DEN}	[dB(A)] Tag-Abend-Nacht-Lärmindex, entsprechend § 2 der 34. BImSchV.
$L_{DEN}(x, y)$	[dB(A)] Lärmindex als Funktion der Koordinaten x und y des lokalen Koordinatensystems

$L(s, \sigma, \alpha)$	[dB(A)] Schallpegel am Immissionsort P beim Vorbeiflug
$L_k(s, \sigma, \alpha)$	eines Luftfahrzeugs der Flugzeugklasse k als Funktion der Entfernung s, der Bogenlänge σ und des Höhenwinkels α
$L^{(1)}(s, \sigma, \alpha)$	[dB(A)] Schallpegel bei einem stetigen Übergang von
$L^{(2)}(s, \sigma, \alpha)$	einem Datensatz zu einem anderen
L_{Night}	[dB(A)] Nachtlärmindex, entsprechend § 2 der 34. BImSchV
L_{on}	[dB(A)] Konstanter Lärmindex der Grenzen der Isolinie ($L_{\text{on}} = 50 \text{ dB(A)}, 55 \text{ dB(A)}, 60 \text{ dB(A)}, 65 \text{ dB(A)}$ und 70 dB(A)) der Lärmkarte
L_{ot}	[dB(A)] Konstanter Lärmindex der Grenzen der Isolinie ($L_{\text{ot}} = 55 \text{ dB(A)}, 60 \text{ dB(A)}, 65 \text{ dB(A)}, 70 \text{ dB(A)}$ und 75 dB(A)) der Lärmkarte
M	Kreismittelpunkt
N	Laufende Nummer der Kurvenpunkte
N_{ik}	Zahl der Flugbewegungen von Luftfahrzeugen der Flugzeugklasse k auf der Flugstrecke i während der Beurteilungszeit T
N_{ikt}	Zahl der Flugbewegungen von Luftfahrzeugen der Flugzeugklasse k auf der Flugstrecke i in der der Zeit von 06.00 bis 18.00 Uhr (tags) während der Beurteilungszeit T
N_{ika}	Zahl der Flugbewegungen von Luftfahrzeugen der Flugzeugklasse k auf der Flugstrecke i in der der Zeit von 18.00 bis 22.00 Uhr (abends) während der Beurteilungszeit T
N_{ikn}	Zahl der Flugbewegungen von Luftfahrzeugen der Flugzeugklasse k auf der Flugstrecke i in der der Zeit von 22.00 bis 06.00 Uhr (nachts) während der Beurteilungszeit T
n	Index zur Bezeichnung der Oktavmittenfrequenzen
O_n	[dB] Oktavpegel für die Bezugsentfernung s_o
$O_n(s)$	[dB] Oktavpegel für die Entfernung s
$O_n^{(1)}, O_n^{(2)}$	[dB] Oktavpegel O_n im Sonderfall der Nr. 6.3.5 der VBUF-AzB
P	Immissionsort
P_B	Bahnbezugspunkt
P_F	Flugzeugklassen-Bezugspunkt
P_S	Startpunkt
q	[–] Hilfsgröße zur Berechnung des Schallpegels $L(s, \sigma, a)$
R	[m] Rechtswert im Koordinatensystem der Landesvermessung
R_B	[m] Rechtswert des Flugplatzbezugspunktes
R_n	[–] Richtungsfaktor für die Oktave n
r	[m] Radius der Gaußschen Schmiegunskugel
s	[m] Entfernung eines Flugzeugs vom Immissionsort P beim Überfliegen des Punktes U
$s_{ijk}(\eta)$	[m] Entfernung s eines Flugzeugs der Flugzeugklasse k, welches auf dem Abschnitt j der Flugstrecke i am Immissionsort P vorbeifliegt, als Funktion der dimensionslosen Lagekoordinate η des Überflugpunktes U
s_o	[m] Bezugesentfernung für den Oktavpegel O_n
s_1	[m] Konstante für die Berechnung der Oktavpegelminderung $B_n(s)$ für die Boden-Boden-Schallausbreitung ($s_1 = 700 \text{ m}$)
T	[s] Beurteilungszeit für die Berechnung der Lärmindizes L_{DEN} bzw. L_{Night} ($T = 3,1536 \cdot 10^7 \text{ s}$)
t	[s] Geräuschkdauer
$t(s, \sigma)$	[s] Geräuschkdauer am Immissionsort P beim Vorbeiflug
$t_k(s, \sigma)$	eines Luftfahrzeugs der Flugzeugklasse k als Funktion der Entfernung s und der Bogenlänge σ
U	Überflugpunkt auf dem vom Immissionsort P auf eine Flugstrecke gefällten Lot

$V(\sigma')$	[m/s] Fluggeschwindigkeit als Funktion der relativen Bogenlänge σ'
$v(\eta)$	[-] Verteilungsfunktion der Projektionen der Flugbahnen im Flugkorridor
w	[°] Gleitwinkel
X	[m] Relative Bogenlänge der Stelle, an der eine bestimmte Flughöhe erreicht wird
x	[m] Koordinate im lokalen Koordinatensystem
x_B	[m] x-Koordinate des Flugplatzbezugspunktes
x_o	[m] Betrag, um den die x-Koordinate eines Kurvenpunktes vermindert werden kann
x'	[m] x'-Koordinate, die um den Wert der Kennziffer des Meridianstreifens und um 500 km vermindert dargestellt ist
x'_B	[m] x'-Koordinate des Flugplatzbezugspunktes
y	[m] Koordinate im lokalen Koordinatensystem
y_B	[m] y-Koordinate des Flugplatzbezugspunktes
y_o	[m] Betrag, um den die y-Koordinate eines Kurvenpunktes vermindert werden kann
$Z(\sigma')$	[dB(A)] Zusatzpegel zur Berücksichtigung von Änderungen der Schallabstrahlung durch Änderungen des Flugzustandes als Funktion der relativen Bogenlänge σ'
Z	[dB(A)] Zusatzpegel für den Horizontalflugteil bei Platzrunden
α	[°] Höhenwinkel: Winkel, den die vom Immissionsort P zum Flugzeug führende Gerade mit der Bezugsebene einschließt, wenn das Flugzeug den Punkt U überfliegt
α_g	[°] Höhenwinkel α , bis zu dem Bodeneinflüsse berücksichtigt werden ($\alpha_g = 15^\circ$)
$\alpha_{ijk}(\eta)$	[°] Höhenwinkel α für ein Luftfahrzeug der Flugzeugklasse k, welches auf dem Abschnitt j der Flugstrecke i am Immissionsort P vorbeifliegt, als Funktion der dimensionslosen Lagekoordinate η des Überflugpunktes U
β	Betrag der Richtungsänderung einer Kurvensehne gegenüber der vorangehenden Sehne im Bogenmaß
Δ	[m] Sehnenlänge
Δ_1, Δ_2	[m] Längen zweier aufeinanderfolgender Sehnen
Δ_x	[m] Abkürzung für die Differenz $x - x_B$
Δ_y	[m] Abkürzung für die Differenz $y - y_B$
η	[-] Dimensionslose Lagekoordinate des Überflugpunktes U; Integrationsvariable
ρ	[m] Längenkoordinate auf der Normalen zu einer Flugstrecke an der Stelle σ
ρ_{io}	[m] Länge der Geraden zwischen Immissionsort P und Startpunkt P_S bzw. Hubschrauberstart- und -landestelle
ρ_{ij}	[m] ρ -Koordinate des Immissionsortes P auf dem von P auf den Abschnitt j der Flugstrecke i gefällten Lot
σ	[m] Bogenlänge auf einer Flugstrecke
σ_A	[m] Abkürzung für die Differenz $\sigma_S - 1500$ m
σ_a	[m] Bogenlänge des Beginns des Einfädungsbereiches einer Anflugstrecke
σ_E	[m] Bogenlänge des Landebahnendes
σ_e	[m] Bogenlänge des Endes des Einfädungsbereiches einer Anflugstrecke
σ_{ij}	[m] Bogenlänge des Fußpunktes F_{ij}
σ_S	[m] Bogenlänge der Landeschwelle
σ_o	[m] Bogenlänge des Flugzeugklassenbezugspunktes P_F
σ'	[m] Bogenlänge, die vom Flugzeugklassenbezugspunkt P_F an gezählt wird
σ'_1, σ'_2	[m] Grenzen des Übergangsbereiches, in welchem zwei Flugzeugklassen-Datensätze gemischt verwendet werden

**Vorläufige Berechnungsmethode
für den Umgebungslärm an Flugplätzen
(VBUF)
– Datenerfassungssystem (VBUF-DES) –**

Inhaltsübersicht

	Seite
1 Anwendungsbereich und Zielsetzung	179
2 Datenblätter	180
2.1 Flugplatz	180
2.2 Ab- und Anflugstrecken, Platzrunden	181
2.3 Flugbewegungen	187
2.4 Flugbeschränkungen	199
3 Erläuterungen	201

1 Anwendungsbereich und Zielsetzung

Das „Datenerfassungssystem (VBUF-DES)“ dient der Beschaffung der Eingabedaten zur Ausarbeitung der Lärmkarten an Großflughäfen und in Ballungsräumen an sonstigen Flugplätzen für den zivilen Luftverkehr nach § 47c des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) sowie der 34. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (34. BImSchV). Gegenüber dem Datenerfassungssystem (DES) nach dem Gesetz zum Schutz gegen Fluglärm werden im VBUF-DES auch die für die Berechnung erforderlichen Flugbewegungen am Abend (18.00 bis 22.00 Uhr) erfasst. Sofern im Einzelfall an den zivilen Flugplätzen Flugbewegungen militärischer Luftfahrzeuge zu berücksichtigen sind, sind die diesbezüglichen Regelungen des Datenerfassungssystems für die Ermittlung von Lärmschutzbereichen an militärischen Flugplätzen (DES-MIL) anzuwenden.

Auf der Grundlage der mit dem VBUF-DES erhobenen Daten über Art und Umfang des Flugbetriebes erfolgt die Fluglärmrechnung nach der „Anleitung zur Berechnung (VBUF-AzB)“.

2 Datenblätter

2.1 Flugplatz

2.1.1 Bezeichnung

2.1.2 Flugplatzbezugspunkt:

geographische Breite und Länge
(WGS 84)

N	O
---	---

Gauß-Krüger-Koordinaten
(DHDN, Bessel-Ellipsoid, Potsdam Datum)

R	H	
---	---	--

2.1.3 Flugplatzhöhe [m]

2.1.4 Flugplatzfläche [km²]

2.1.5 Start- und Landebahnen

		I	II	III	IV
1.	Bezeichnung	/	/	/	/
2.	vorhanden/geplant für				
3.	rechtweisende Richtung [°] - Gitter-Nord Gauß- Krüger - geographisch Nord	/ /	/ /	/ /	/ /
4.	Gesamtlänge [m]	/	/	/	/
5.	Koordinaten des Bahn- bezugspunktes	N O	N O	N O	N O
6.	Abstand des Bahn- bezugspunktes vom Flugplatzbezugspunkt [m]	$\Delta R =$ $\Delta H =$			
7.	Abstand des Startpunktes vom Bahnbezugspunkt [m]	/	/	/	/
8.	Abstand der Landeschwelle vom Bahnbezugspunkt [m]	/	/	/	/
9.	Meridiankonvergenz				

2.2 Ab- und Anflugstrecken, Platzrunden

2.2.1 Abflugstrecken mit zivilen Flugzeuggruppen

2.2.1.1 Bezeichnung

2.2.1.2 Startbahn

2.2.1.3 Beschreibung der Abflugstrecke
(in Flugrichtung)

1	2	3	4	5	6	7
Ab- schn. Nr.	Gerade [m]	Kurve			Korridorbreite am Anfang Ende des Abschnitts [m]	
		L/R	Kurs- änderung [°]	Radius [m]		

2.2.1.4 Flughöhe über Platz [m] (nur für VFR-Flüge)
oder beim Flugzeugschlepp Flughöhe über Platz beim Ausklinken [m]

2.2.2 Anflugstrecken mit zivilen Flugzeuggruppen

2.2.2.1 Bezeichnung

2.2.2.2 Landebahn

2.2.2.3 Gleitwinkel [°]

2.2.2.4 Einfädelungsbereich [m]

Beginn

Ende (vor Bahnbezugspunkt)

2.2.2.5 Beschreibung der Anflugstrecke (entgegen der Flugrichtung)

1	2	3	4	5	6	7
Abschn. Nr.	Gerade [m]	Kurve			Korridorbreite am Anfang Ende des Abschnitts [m]	
		L/R	Kurs- änderung [°]	Radius [m]		

2.2.2.6 Flughöhe über Platz [m] (nur für VFR-Flüge)

2.2.3 Platzrunden mit zivilen Flugzeuggruppen

2.2.3.1 Bezeichnung

2.2.3.2 Start- und Landebahn

2.2.3.3 Startrichtung

2.2.3.4 Beschreibung der Platzrunde
(entgegen der Flugrichtung)

1	2	3	4	5	6	7
Abschn. Nr.	Gerade [m]	Kurve			Korridorbreite am Anfang Ende des Abschnitts [m]	
		L/R	Kurs- änderung [°]	Radius [m]		

2.2.3.5 Flughöhe über Platz im Gegenanflug [m]

2.2.3.6 Gleitwinkel beim Anflug [°]

2.2.4 Abflugstrecken für Hubschrauber

2.2.4.1 Bezeichnung

2.2.4.2 Entfernung der Hubschrauberstart- und -landestelle vom nächstgelegenen Bahnbezugspunkt (bezogen auf Runway Centerline):

Koordinaten des nächstgelegenen Bahnbezugspunktes

Rechtswertdifferenz [m]

Hochwertdifferenz [m]

2.2.4.3 Rechtweisende Richtung des Abschnitts Nr. 1 der Abflugstrecke (rechtweisend) [°]

2.2.4.4 Beschreibung der Abflugstrecke (in Flugrichtung)

1	2	3	4	5	6	7
Ab-Schn. Nr.	Gerade	Kurve			Korridorbreite am	
	[m]	L/R	Kurs- änderung [°]	Radius [m]	Anfang	Ende
					des Abschnitts [m]	

2.2.4.5 Flughöhe über Platz [m]

2.2.5 Anflugstrecken für Hubschrauber

2.2.5.1 Bezeichnung

2.2.5.2 Entfernung der Hubschrauberstart- und -landestelle vom nächstgelegenen Bahnbezugspunkt (bezogen auf Runway Centerline):

Koordinaten des nächstgelegenen Bahnbezugspunktes	
Rechtswertdifferenz [m]	
Hochwertdifferenz [m]	

2.2.5.3 Rechtweisende Richtung des Abschnitts Nr. 1 der Anflugstrecke (rechtweisend) [°]

2.2.5.4 Beschreibung der Anflugstrecke (entgegen der Flugrichtung)

1	2	3	4	5	6	7
Ab-Schn. Nr.	Gerade [m]	Kurve			Korridorbreite am	
		L/R	Kurs- änderung [°]	Radius [m]	Anfang Ende	des Abschnitts [m]

2.2.5.5 Flughöhe über Platz [m]

2.2.6 Platzrunden der Hubschrauber

2.2.6.1 Bezeichnung

2.2.6.2 Entfernung der Hubschrauberstart- und -landestelle vom nächstgelegenen Bahnbezugspunkt (bezogen auf Runway Centerline):

Koordinaten des nächstgelegenen Bahnbezugspunktes

Rechtswertdifferenz [m]

Hochwertdifferenz [m]

2.2.6.3 Rechtweisende Richtung des Abschnitts Nr. 1 der Platzrunde [°]

2.2.6.4 Beschreibung der Platzrunde (entgegen der Flugrichtung)

1	2	3	4	5	6	7
Ab-Schn. Nr.	Gerade [m]	Kurve			Korridorbreite am Anfang Ende des Abschnitts [m]	
		L/R	Kurs- änderung [°]	Radius [m]		

2.2.6.5 Flughöhe über Platz [m]

2.3 Flugbewegungen

Bezugsjahr der Ist-Angaben

2.3.1 Flugbewegungen mit Flugzeugen im Ist-Jahr

Flugzeuggruppe	Ist			
	Anzahl der Flugbewegungen mit Flugzeugen			
	Tag (06.00 bis 18.00 Uhr)	Abend (18.00 bis 22.00 Uhr)	Nacht (22.00 bis 06.00 Uhr)	gesamt
P 1.0				
P 1.1				
P 1.2				
P 1.3				
P 1.4				
P 2.1				
P 2.2				
S 1.0				
S 1.1				
S 1.2				
S 1.3				
S 2				
S 3.1 a)				
S 3.1 b)				
S 3.1 a/b)				
S 3.2 a)				
S 3.2 b)				

Flugzeuggruppe	Ist			
	Anzahl der Flugbewegungen mit Flugzeugen			
	Tag (06.00 bis 18.00 Uhr)	Abend (18.00 bis 22.00 Uhr)	Nacht (22.00 bis 06.00 Uhr)	gesamt
S 3.2 a/b)				
S 4				
S 5.1				
S 5.2				
S 5.3				
S 6.1				
S 6.2 a)				
S 6.2 b)				
S 6.2 a/b)				
S 6.3				
S 7 a)				
S 7 b)				
S 7 a/b)				
insgesamt				

2.3.2 Flugbewegungen mit Hubschraubern im Ist-Jahr

Flugzeuggruppe	Ist			
	Anzahl der Flugbewegungen mit Hubschraubern			
	Tag (06.00 bis 18.00 Uhr)	Abend (18.00 bis 22.00 Uhr)	Nacht (22.00 bis 06.00 Uhr)	gesamt
H 1				
H 2				
insgesamt				

2.3.3 Aufteilung der Flugzeuggruppen auf die Ab- und Anflugstrecken (ohne Hubschrauber)

2.3.3.1 Abflugstrecke mit zivilen Flugzeuggruppen

Bezeichnung

Startbahn

Flugzeuggruppe	Ist			
	Anzahl der Abflüge			
	Tag	Abend	Nacht	gesamt
P 1.0				
P 1.1				
P 1.2				
P 1.3				
P 1.4				
P 2.1				
P 2.2				
S 1.0				
S 1.1				
S 1.2				
S 1.3				
S 2				
S 3.1 a)				
S 3.1 b)				
S 3.1 a/b)				
S 3.2 a)				
S 3.2 b)				

Flugzeuggruppe	Ist			
	Anzahl der Abflüge			
	Tag	Abend	Nacht	gesamt
S 3.2 a/b)				
S 4				
S 5.1				
S 5.2				
S 5.3				
S 6.1				
S 6.2 a)				
S 6.2 b)				
S 6.2 a/b)				
S 6.3				
S 7 a)				
S 7 b)				
S 7 a/b)				
insgesamt				

2.3.3.2 Anflugstrecke mit zivilen Flugzeuggruppen

Bezeichnung

Landebahn

Flugzeuggruppe	Ist			
	Anzahl der Anflüge			
	Tag	Abend	Nacht	gesamt
P 1.0				
P 1.1				
P 1.2				
P 1.3				
P 1.4				
P 2.1				
P 2.2				
S 1.0				
S 1.1				
S 1.2				
S 1.3				
S 2				
S 3.1 a)				
S 3.1 b)				
S 3.1 a/b)				
S 3.2 a)				
S 3.2 b)				

Flugzeuggruppe	Ist			
	Anzahl der Anflüge			
	Tag	Abend	Nacht	gesamt
S 3.2 a/b)				
S 4				
S 5.1				
S 5.2				
S 5.3				
S 6.1				
S 6.2 a)				
S 6.2 b)				
S 6.2 a/b)				
S 6.3				
S 7 a)				
S 7 b)				
S 7 a/b)				
insgesamt				

2.3.3.3 Platzrunde mit zivilen Flugzeuggruppen

Bezeichnung

Start- und Landebahn

Flugzeuggruppe	Ist			
	Anzahl der Platzrunden			
	Tag	Abend	Nacht	gesamt
P 1.0				
P 1.1				
P 1.2				
P 1.3				
P 1.4				
P 2.1				
P 2.2				
S 1.0				
S 1.1				
S 1.2				
S 1.3				
S 2				
S 3.1 a)				
S 3.1 b)				
S 3.1 a/b)				
S 3.2 a)				
S 3.2 b)				
S 3.2 a/b)				

Flugzeuggruppe	Ist			
	Anzahl der Platzrunden			
	Tag	Abend	Nacht	gesamt
S 4				
S 5.1				
S 5.2				
S 5.3				
S 6.1				
S 6.2 a)				
S 6.2 b)				
S 6.2 a/b)				
S 6.3				
S 7 a)				
S 7 b)				
S 7 a/b)				
insgesamt				

2.3.4 Aufteilung der Flugbewegungen der Hubschrauber (H 1, H 2)
auf Abflugstrecken, Anflugstrecken und Platzrunden

2.3.4.1 Abflugstrecke

Bezeichnung

--

Flugzeuggruppe	Ist			
	Anzahl der Abflüge			
	Tag	Abend	Nacht	gesamt
H 1				
H 2				
insgesamt				

2.3.4.2 Anflugstrecke

Bezeichnung

Flugzeuggruppe	Ist			
	Anzahl der Anflüge			
	Tag	Abend	Nacht	gesamt
H 1				
H 2				
insgesamt				

2.3.4.3 Platzrunde

Bezeichnung

Flugzeuggruppe	Ist			
	Anzahl der Platzrunden			
	Tag	Abend	Nacht	gesamt
H 1				
H 2				
insgesamt				

2.4 Flugbeschränkungen

2.4.1 Höhenbeschränkungen

1	2	3	4	5
Ab- oder Anflugstrecke	Entfernung vom Bahnbezugspunkt [m]	Flughöhe [m]	Gültigkeitsbereich	Bemerkungen

2.4.2 Lärmindernde Startverfahren

1	2	3	4	5	6
Abflugstrecke	Entfernung vom Bahnbezugspunkt [m]	Flughöhe [m]	Steigung	Gültigkeitsbereich	Bemerkungen

2.4.3 Lärmindernde Anflugverfahren

Beschreibung der Verfahren

3 Erläuterungen

Zu Nr. 2.1.1 bis Nr. 2.1.3:

Die Daten sind dem Luftfahrthandbuch Deutschland zu entnehmen, sofern keine genaueren Angaben vorliegen.

Zu Nr. 2.1.5:

Die Daten zu den Zeilen 1, 3 und 4 sind dem Luftfahrthandbuch Deutschland zu entnehmen, sofern keine genaueren Angaben vorliegen.

In Zeile 2 sind alle vorhandenen Start- und Landebahnen anzugeben.

In Zeile 3 ist die Richtung in Dezimalgrad auf 1/1000 Grad genau anzugeben.

In Zeile 6 ist für beide Startrichtungen der Abstand des Startpunktes (start of take-off roll) vom Bahnbezugspunkt anzugeben; dabei gehört der Abstand, der in Zeile 6 vor dem Schrägstrich anzugeben ist, zu der Richtung, die in Zeile 1 vor dem Schrägstrich bezeichnet ist. Entsprechendes gilt für Zeile 7.

Liegt der Startpunkt – vom Startbahnanfang in Startrichtung gesehen – hinter dem Bahnbezugspunkt, so ist der Abstandsangabe ein negatives Vorzeichen hinzuzufügen.

Zu Nr. 2.2:

Es ist für jede Ab- und Anflugstrecke sowie Platzrunde (Nr. 2.2.1 bis Nr. 2.2.3) ein besonderes Datenblatt auszufüllen.

Zu Nr. 2.2.1.3:

Die Beschreibung erfolgt abschnittsweise. Der Abschnitt Nr. 1 der Abflugstrecke beginnt am Bezugspunkt der Startbahn. Die weiteren Abschnitte beginnen jeweils am Ende des vorhergehenden Abschnitts. Der letzte Abschnitt endet beim Verlassen des Kreises mit einem Radius von mindestens 20 000 m um den Flugplatzbezugspunkt.

Ein Abschnitt ist entweder durch eine Gerade (Spalte 2) oder durch einen Kreisbogen (Spalten 3 bis 5) darzustellen.

In Spalte 3 ist bei Linkskurven der Buchstabe L, bei Rechtskurven der Buchstabe R einzusetzen. Die Spalten 6 und 7 dienen bei Auswertung der Datenblätter zur Berücksichtigung der Verteilung der tatsächlichen Flugwege innerhalb eines Korridors. Die dargestellte Abflugstrecke gilt als Mittellinie des Korridors.

Zu Nr. 2.2.1.4:

Es ist die geringste Flughöhe im Horizontalflug (h_0) anzugeben; beim Flugzeugschlepp ist die Flughöhe beim Ausklinken (h_{Schlepp}) anzugeben. Weicht die Geländehöhe erheblich von der Flugplatzhöhe ab, so ist auch die Flughöhe über Grund anzugeben.

Zu Nr. 2.2.2.3

Es ist der durch das Instrumenten-Landesystem (ILS), das Gleitwinkelbefeuerungssystem (z. B. Precision Approach Path Indicator, PAPI) oder ein anderes Landesystem festgelegte Gleitwinkel anzugeben. Sind diese Einrichtungen nicht vorhanden, so ist ein Verhältnis von 1:20 ($2,86^\circ$) einzusetzen.

Zu Nr. 2.2.2.4:

Der Einfädungsbereich befindet sich bei Instrumentenanflügen (z. B. ILS-Anflüge) im Allgemeinen auf der Anfluggrundlinie. Bei Anflügen nach Sichtflugregeln (Visual Flight Rules, VFR) endet der Einfädungsbereich an den Einflugpunkten (Pflichtmeldepunkte bzw. Bedarfsmeldepunkte) in die Kontrollzone (Control Zone, CTR).

Für den Einfädelungsbereich bei IFR-Anflugstrecken sollten folgende Werte verwendet werden, sofern keine genaueren Angaben vorliegen:

Beginn des Einfädelungsbereiches: 20 000 m

Ende des Einfädelungsbereiches: 18 500 m

Zu Nr. 2.2.2.5:

Anflugstrecken sind entgegen der Flugrichtung zu beschreiben. Die Anmerkungen zu Nr. 2.2.1.3 gelten entsprechend.

Zu Nr. 2.2.2.6:

Es ist die geringste Flughöhe im Horizontalflug anzugeben. Weicht die Geländehöhe erheblich von der Flugplathöhe ab, so ist auch die Flughöhe über Grund anzugeben.

Zu Nr. 2.2.3:

Angaben sind nur erforderlich, wenn die Platzrunde regelmäßig befliegen wird. Für jede Startrichtung ist ein besonderes Datenblatt Nr. 2.2.3 auszufüllen.

Zu Nr. 2.2.3.4:

Die Platzrunde wird entgegen der Flugrichtung beschrieben. Die Anmerkungen zu Nr. 2.2.1.3 gelten entsprechend.

Zu Nr. 2.2.3.6:

Angabe ist nur erforderlich, wenn ein Gleitwinkel festgelegt ist.

Zu Nr. 2.2.4.3:

Es gilt die Abschnittsnummerierung von Nr. 2.2.4.4. Die rechtweisende Richtung des Abschnittes Nr. 1 stimmt mit dem Abflugkurs der Hubschrauber überein.

Zu Nr. 2.2.5:

Die Anflugstrecken sind entgegen der Flugrichtung zu beschreiben. Die rechtweisende Richtung des Abschnittes Nr. 1 der Anflugstrecke ist deshalb die entgegengesetzte Richtung des tatsächlichen Landekurses der Hubschrauber. Es gilt die Abschnittsnummerierung von Nr. 2.2.5.4.

Zu Nr. 2.2.5.5:

Es ist die geringste Flughöhe im Horizontalflug anzugeben. Weicht die Geländehöhe erheblich von der Flugplathöhe ab, so ist auch die Flughöhe über Grund anzugeben.

Zu Nr. 2.2.6.3:

Die rechtweisende Richtung des Abschnittes Nr. 1 der Platzrunde ist die entgegengesetzte Richtung des tatsächlichen Landekurses der Hubschrauber. Es gilt die Abschnittsnummerierung von Nr. 2.2.6.4.

Zu Nr. 2.2.6.4:

Die Platzrunden sind – beginnend bei der Hubschrauberstart- und -landestelle – entgegen der Flugrichtung zu beschreiben. Die Anmerkungen zu Nr. 2.2.3.4 gelten entsprechend. Der letzte Abschnitt endet an der Hubschrauberstart- und -landestelle.

Zu Nr. 2.2.6.5:

Die Anmerkungen zu Nr. 2.2.5.5 gelten entsprechend.

Zu Nr. 2.3:

Eine Flugbewegung ist ein Start oder eine Landung. Es sind die Flugbewegungen von allen Luftfahrzeugen im Ist-Jahr zu erfassen; das Ist-Jahr ist das vorausgegangene Kalenderjahr.

Unter dem Begriff Leichtflugzeuge werden Propellerflugzeuge mit einer Höchststartmasse (MTOM) bis 2 000 kg verstanden.

Die Gesamtanzahl der Flugbewegungen sowie die Anzahl der Tag-, Abend- und Nachtflüge der einzelnen Flugzeuggruppen ist in den Datenblättern anzugeben. Für die genannten Zeiträume gelten folgende Definitionen:

- Tagflüge sind Flugbewegungen mit Luftfahrzeugen in der Zeit von 06.00 bis 18.00 Uhr.
- Abendflüge sind Flugbewegungen mit Luftfahrzeugen in der Zeit von 18.00 bis 22.00 Uhr.
- Nachtflüge sind Flugbewegungen mit Luftfahrzeugen in der Zeit von 22.00 bis 06.00 Uhr.

Geht ein Landeanflug nach Bodenberührung unverzüglich in einen Start über (touch and go), so ist dies als eine Landung und ein Start zu zählen.

Bei der Erarbeitung des Datenerfassungssystems sollten grundsätzlich folgende Bedingungen eingehalten werden:

- Übereinstimmung der Zahl der Starts mit der Zahl der Landungen in der Bezugszeit (für jede Flugzeugklasse)
- Beachtung von einheitlichen West/Ost-Start- bzw. Landeverhältnissen bei allen Flugzeugklassen.

Zu Nr. 2.3.1:

Bedeutung der Kurzbezeichnungen für die zivilen Flugzeuggruppen:

- P 1.0 Ultraleichtflugzeuge
- P 1.1 Motorsegler
- P 1.2 Propellerflugzeuge mit einer Höchststartmasse (Maximum Take-Off Mass, MTOM) bis 2 t oder Motorsegler beim Segelflugzeugschlepp.
- P 1.3 Propellerflugzeuge mit einer Höchststartmasse (MTOM) bis 2 t.
- P 1.4 Propellerflugzeuge mit einer Höchststartmasse (MTOM) über 2 bis 5,7 t.
- P 2.1 Propellerflugzeuge mit einer Höchststartmasse (MTOM) über 5,7 t, die den Anforderungen des Anhangs 16 zum Abkommen über die Internationale Zivilluftfahrt, Band I, Kapitel 3, Kapitel 4 oder Kapitel 10 entsprechen.
- P 2.2 Propellerflugzeuge mit einer Höchststartmasse (MTOM) über 5,7 t, die nicht der Flugzeuggruppe P 2.1 zugeordnet werden können.
- S 1.0 Strahlflugzeuge mit einer Höchststartmasse (MTOM) bis 34 t, die den Anforderungen des Anhangs 16 zum Abkommen über die Internationale Zivilluftfahrt, Band I, Kapitel 2 entsprechen.
- S 1.1 Strahlflugzeuge mit einer Höchststartmasse (MTOM) über 34 t bis 100 t, die den Anforderungen des Anhangs 16 zum Abkommen über die Internationale Zivilluftfahrt, Band I, Kapitel 2 entsprechen (ohne die Luftfahrzeugmuster Boeing 737 und Boeing 727).
- S 1.2 Flugzeuge des Luftfahrzeugmusters Boeing 737, die den Anforderungen des Anhangs 16 zum Abkommen über die Internationale Zivilluftfahrt, Band I, Kapitel 2 entsprechen.
- S 1.3 Flugzeuge des Luftfahrzeugmusters Boeing 727, die den Anforderungen des Anhangs 16 zum Abkommen über die internationale Zivilluftfahrt, Band I, Kapitel 2 entsprechen.
- S 2 Strahlflugzeuge mit einer Höchststartmasse (MTOM) bis 100 t, die nicht den Anforderungen des Anhangs 16 zum Abkommen über die Internationale Zivilluftfahrt, Band I entsprechen.

- S 3.1 Strahlflugzeuge mit zwei oder drei Triebwerken und einer Höchststartmasse (MTOM) über 100 t, die den Anforderungen des Anhangs 16 zum Abkommen über die Internationale Zivilluftfahrt, Band I, Kapitel 2 entsprechen, bzw. die den Anforderungen des Anhangs 16 zum Abkommen über die Internationale Zivilluftfahrt, Band I, Kapitel 3 entsprechen und nicht in die Flugzeuggruppe S 5.2, S 6.1 oder S 6.2 fallen.
- a) Starts mit Flugzeugen der Flugzeuggruppe S 3.1, deren aktuelle Startmasse bis 85 % der Höchststartmasse (MTOM) beträgt.
 - b) Starts mit Flugzeugen der Flugzeuggruppe S 3.1, deren aktuelle Startmasse mehr als 85 % der Höchststartmasse (MTOM) beträgt.
- a/b) Landungen mit Flugzeugen der Flugzeuggruppe S 3.1
- S 3.2 Strahlflugzeuge mit vier Triebwerken und einer Höchststartmasse (MTOM) über 100 t, die den Anforderungen des Anhangs 16 zum Abkommen über die Internationale Zivilluftfahrt, Band I, Kapitel 2 entsprechen, bzw. die den Anforderungen des Anhangs 16 zum Abkommen über die Internationale Zivilluftfahrt, Band I, Kapitel 3 entsprechen und nicht in die Flugzeuggruppe S 5.2 oder S 6.2 fallen.
- a) Starts mit Flugzeugen der Flugzeuggruppe S 3.2, deren aktuelle Startmasse bis 85 % der Höchststartmasse (MTOM) beträgt.
 - b) Starts mit Flugzeugen der Flugzeuggruppe S 3.2, deren aktuelle Startmasse mehr als 85 % der Höchststartmasse (MTOM) beträgt
- a/b) Landungen mit Flugzeugen der Flugzeuggruppe S 3.2.
- S 4 Strahlflugzeuge mit einer Höchststartmasse (MTOM) über 100 t, die nicht den Anforderungen des Anhangs 16 zum Abkommen über die Internationale Zivilluftfahrt, Band I entsprechen.
- S 5.1 Strahlflugzeuge mit einer Höchststartmasse (MTOM) bis 50 t, die den Anforderungen des Anhangs 16 zum Abkommen über die Internationale Zivilluftfahrt, Band I, Kapitel 3 oder Kapitel 4 entsprechen.
- S 5.2 Strahlflugzeuge mit einer Höchststartmasse (MTOM) über 50 t bis 120 t und einem Triebwerks-Nebenstromverhältnis größer als 3, die den Anforderungen des Anhangs 16 zum Abkommen über die Internationale Zivilluftfahrt, Band I, Kapitel 3 oder Kapitel 4 entsprechen.
- S 5.3 Strahlflugzeuge mit einer Höchststartmasse (MTOM) über 50 t bis 120 t und einem Triebwerks-Nebenstromverhältnis bis 3, die den Anforderungen des Anhangs 16 zum Abkommen über die Internationale Zivilluftfahrt, Band I, Kapitel 3 oder Kapitel 4 entsprechen.
- S 6.1 Strahlflugzeuge mit zwei Triebwerken und einer Höchststartmasse (MTOM) über 120 t, die den Anforderungen des Anhangs 16 zum Abkommen über die Internationale Zivilluftfahrt, Band I, Kapitel 3 oder Kapitel 4 entsprechen. Die Luftfahrzeuge müssen im Verzeichnis lärmarmer Strahlflugzeuge mit einer Höchststartmasse über 120 t enthalten sein (s. u.).
- S 6.2 Strahlflugzeuge mit drei oder vier Triebwerken und einer Höchststartmasse (MTOM) über 120 t bis 300 t, die den Anforderungen des Anhangs 16 zum Abkommen über die Internationale Zivilluftfahrt, Band I, Kapitel 3 oder Kapitel 4 entsprechen (ohne das Luftfahrzeugmuster Airbus A340). Die Luftfahrzeuge müssen im Verzeichnis lärmarmer Strahlflugzeuge mit einer Höchststartmasse über 120 t (Anlage) enthalten sein (s. u.).
- a) Starts mit Flugzeugen der Flugzeuggruppe S 6.2, deren aktuelle Startmasse bis 70 % der Höchststartmasse (MTOM) beträgt.
 - b) Starts mit Flugzeugen der Flugzeuggruppe S 6.2, deren aktuelle Startmasse mehr als 70 % der Höchststartmasse (MTOM) beträgt
- a/b) Landungen mit Flugzeugen der Flugzeuggruppe S 6.2.
- S 6.3 Flugzeuge des Luftfahrzeugmusters Airbus A340.
- S 7 Strahlflugzeuge mit drei oder vier Triebwerken und einer Höchststartmasse (MTOM) über 300 t, die den Anforderungen des Anhangs 16 zum Abkommen über die Internationale Zivilluftfahrt, Band I, Kapitel 3 oder Kapitel 4 entsprechen.

- a) Starts mit Flugzeugen der Flugzeuggruppe S 7, deren aktuelle Startmasse bis 70 % der Höchststartmasse (MTOM) beträgt.
- b) Starts mit Flugzeugen der Flugzeuggruppe S 7, deren aktuelle Startmasse mehr als 70 % der Höchststartmasse (MTOM) beträgt.
- a/b) Landungen mit Flugzeugen der Flugzeuggruppe S 7.

**Verzeichnis lärmarmen Strahlflugzeuge
mit einer Höchststartmasse (MTOM) über 120 t
(nur Flugzeuggruppen S 6.1 und S 6.2)**

Luftfahrzeugmuster	Bemerkung
Airbus A300	(alle Baureihen mit Lärmzulassung nach ICAO-Anhang 16, Band I, Kapitel 3 oder Kapitel 4)
Airbus A310	(alle Baureihen)
Airbus A330	(alle Baureihen)
Boeing 757–300	
Boeing 767	(alle Baureihen)
Boeing 777	(alle Baureihen)
Lockheed 1011	(alle Baureihen mit Lärmzulassung nach ICAO-Anhang 16, Band I, Kapitel 3 oder Kapitel 4)
McDonnell Douglas DC 8–70-Serie	(alle Baureihen mit Lärmzulassung nach ICAO-Anhang 16, Band I, Kapitel 3 oder Kapitel 4)
McDonnell Douglas DC 10	(alle Baureihen mit Lärmzulassung nach ICAO-Anhang 16, Band I, Kapitel 3 oder Kapitel 4)
McDonnell Douglas MD-11	(alle Baureihen)

Zu Nr. 2.3.2:

Bedeutung der Kurzbezeichnungen:

H 1: zivile oder militärische Hubschrauber mit einer Höchststartmasse (MTOM) bis 2,5 t.

H 2: zivile oder militärische Hubschrauber mit einer Höchststartmasse (MTOM) über 2,5 t.

Zu Nr. 2.3.3.1:

Für jede Abflugstrecke ist ein besonderes Datenblatt auszufüllen. Die Bezeichnung der Abflugstrecke ergibt sich jeweils aus Nr. 2.2.1.1.

Es ist die Anzahl der Abflüge der einzelnen zivilen Flugzeuggruppen auf der jeweiligen Abflugstrecke für das Ist-Jahr anzugeben.

Zu Nr. 2.3.3.2:

Die Anmerkungen zu Nr. 2.3.3.1 gelten entsprechend.

Zu Nr. 2.3.3.3:

Die Anmerkungen zu Nr. 2.3.3.1 gelten entsprechend. Ein Platzrunde enthält einen Start und eine Landung.

Zu Nr. 2.3.4.1:

Für jede Abflugstrecke ist ein besonderes Datenblatt auszufüllen. Die Bezeichnung der Abflugstrecke ergibt sich jeweils aus Nr. 2.2.4.1.

Es ist die Anzahl der Abflüge der „Flugzeuggruppen“ H 1 und H 2 auf der jeweiligen Abflugstrecke für das Ist-Jahr anzugeben.

Zu Nr. 2.3.4.2:

Die Anmerkungen zu Nr. 2.3.4.1 gelten entsprechend.

Zu Nr. 2.3.4.3:

Die Anmerkungen zu Nr. 2.3.4.1 gelten entsprechend. Ein Platzrunde enthält einen Start und eine Landung.

Zu Nr. 2.4.1:

Es sind die bestehenden Höhenbeschränkungen anzugeben (Höhe über Platz). Sind in der Flugplatzgenehmigung Höhenbeschränkungen vorgesehen, so sind auch diese anzugeben. Die Bezeichnung der Ab- oder Anflugstrecke in Spalte 1 ergibt sich jeweils aus den entsprechenden Datenblättern.

In Spalte 3 sind Mindestflughöhen durch MIN und Höchstflughöhen durch MAX zu kennzeichnen.

In Spalte 4 ist der Gültigkeitsbereich der Beschränkung anzugeben, z. B. für welche Flugzeuggruppen oder für welche Zeiten die Beschränkung gilt.

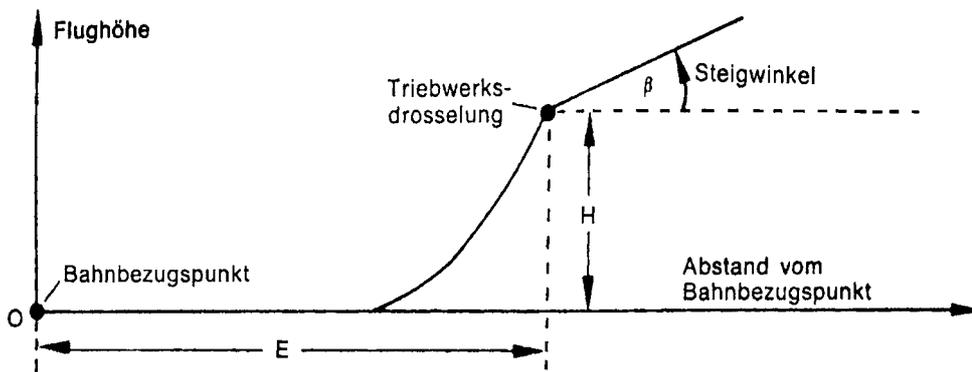
Zu Nr. 2.4.2:

Es sind die festgelegten lärmindernden Startverfahren anzugeben.

Die Bezeichnung der Abflugstrecke in Spalte 1 ergibt sich jeweils aus Nr. 2.2.1.1.

In den Spalten 2 und 3 ist entweder die Entfernung E oder die Höhe H anzugeben, von der ab eine Änderung des Steigwinkels β erfolgt (siehe Skizze).

In Spalte 4 ist der Steigwinkel β anzugeben; ersatzweise kann die Steigung ($\tan \beta$) als Zahlenverhältnis eingesetzt werden.



**Vorläufige Berechnungsmethode für den Umgebungslärm
durch Industrie und Gewerbe
(VBU)**

Inhaltsübersicht

	Seite
1 Anwendungsbereich und Zielsetzung	211
2 Begriffsbestimmungen	211
2.1 Tag-Abend-Nacht-Lärmindex L_{DEN} und Nacht-Lärmindex L_{Night}	211
2.2 Bewertungszeiträume	211
2.3 Berechnungspunkte	211
2.4 Mittlerer Schalleistungspegel	211
2.5 Einwirkzeit T_E	212
2.6 A-bewertete äquivalente Dauerschallpegel	212
3 Ermittlung der Geräuschimmissionen	212
3.1 Grundsätze	212
3.2 Eingangsdaten für die Berechnung	213
3.3 Schallausbreitungsrechnung	213
3.4 Berechnung des A-bewerteten äquivalenten Dauerschallpegels	214

1 Anwendungsbereich und Zielsetzung

Mit der „Vorläufigen Berechnungsmethode für den Umgebungslärm durch Industrie und Gewerbe (VBUI)“ können die Lärmindizes L_{DEN} (Tag-Abend-Nacht-Lärmindex) und L_{Night} (Nacht-Lärmindex) der 34. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über die Lärmkartierung – 34. BImSchV) für Industrie und Gewerbeanlagen berechnet werden, die für die Kartierung von Umgebungslärm nach § 47c des Bundes-Immissionsschutzgesetzes benötigt werden.

Die VBUI gilt nicht für Schallberechnungen nach der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm).

Die VBUI ist angelehnt an die TA Lärm, wurde jedoch an die Erfordernisse der Anhänge I und II der Richtlinie 2002/49/EG angepasst. Dies beinhaltet die ausschließliche Berücksichtigung von A-bewerteten äquivalenten Dauerschallpegeln ohne Beurteilungszu- oder -abschläge, die Berücksichtigung eines für die Lärmemission ausschlaggebenden und hinsichtlich der Witterungsbedingungen durchschnittlichen Jahres sowie die Lage der Ermittlungspunkte für die Immissionspegel.

Die VBUI ist bis zur verbindlichen Einführung eines harmonisierten Berechnungsverfahrens gemäß Artikel 5 Abs. 1 Satz 2 der Richtlinie 2002/49/EG anzuwenden.

2 Begriffsbestimmungen

2.1 Tag-Abend-Nacht-Lärmindex L_{DEN} und Nacht-Lärmindex L_{Night}

Der Tag-Abend-Nacht-Lärmindex (Day-Evening-Night) L_{DEN} in Dezibel (dB) ist mit folgender Gleichung definiert:

$$L_{DEN} = 10 \lg \frac{1}{24} \left(12 \cdot 10^{\frac{L_{Day}}{10}} + 4 \cdot 10^{\frac{L_{Evening} + 5}{10}} + 8 \cdot 10^{\frac{L_{Night} + 10}{10}} \right) \quad (G1)$$

Hierbei gilt:

- L_{Day} ist der A-bewertete äquivalente Dauerschallpegel gemäß ISO 1996–2: 1987, wobei der Beurteilungszeitraum ein Jahr beträgt und die Bestimmungen an allen Kalendertagen am Tage erfolgen.
- $L_{Evening}$ ist der A-bewertete äquivalente Dauerschallpegel gemäß ISO 1996–2: 1987, wobei der Beurteilungszeitraum ein Jahr beträgt und die Bestimmungen an allen Kalendertagen am Abend erfolgen.
- L_{Night} ist der A-bewertete äquivalente Dauerschallpegel gemäß ISO 1996–2: 1987, wobei der Beurteilungszeitraum ein Jahr beträgt und die Bestimmungen an allen Kalendertagen in der Nacht erfolgen.

2.2 Bewertungszeiträume

Für die Lärmindizes gilt:

- Als „Tag“ gilt ein Zeitraum von 12 Stunden, der um 6.00 Uhr beginnt, als „Abend“ gilt ein Zeitraum von 4 Stunden, der um 18.00 Uhr beginnt, als „Nacht“ gilt ein Zeitraum von 8 Stunden der um 22.00 Uhr beginnt.
- Ein Jahr ist das für die Schallemission ausschlaggebende und ein hinsichtlich der Witterungsbedingungen durchschnittliches Kalenderjahr.

2.3 Berechnungspunkte

Die Berechnungspunkte zur Ermittlung von L_{DEN} und L_{Night} liegen in einer Höhe von 4 Meter über dem Boden.

2.4 Mittlerer Schalleistungspegel

Der mittlere Schalleistungspegel L_{Weq} ist der Pegel der über die Einwirkzeit gemittelten Schalleistung. Die Frequenzbewertung bzw. das Frequenzband, für die der mittlere Schalleistungspegel gilt, werden durch Indizes, z. B. L_{WA} , L_{WOKt} , gekennzeichnet.

2.5 Einwirkzeit T_E

Die Einwirkzeit T_E einer Schallquelle oder einer Anlage ist die Zeit innerhalb der Bewertungszeit oder der Teilzeit, während der die Schallquelle oder Anlage in Betrieb ist.

2.6 A-bewertete äquivalente Dauerschallpegel

Die A-bewerteten äquivalenten Dauerschallpegel L_{Day} , L_{Evening} und L_{Night} werden in Anlehnung an DIN 45 645-1: 1996, Gleichung (1) gebildet. Impulszuschlag, Tonzuschlag, Zuschlag für Ruhezeiten und der Zu- oder Abschlag für bestimmte Geräusche und Situationen entfallen. Zusätzlich ist die meteorologische Korrektur nach DIN ISO 9613-2: 1999, Gleichung (6) zu berücksichtigen.

Treten während einer Mittelungszeit unterschiedliche Emissionen auf, so ist zur Ermittlung der Geräuschimmission während der gesamten Bewertungszeit diese in geeigneter Weise in Teilzeiten T_j aufzuteilen, in denen die Emissionen im Wesentlichen gleichartig und konstant sind. Eine solche Unterteilung ist z. B. bei zeitlich abgrenzbarem unterschiedlichem Betrieb der Anlage erforderlich.

Der Mittelungspegel wird dann nach Gleichung (G2) berechnet.

$$L_i = 10 \lg \left[\frac{1}{T_i} \sum_{j=1}^N T_j \cdot 10^{0,1 (L_{\text{Aeq},j} - C_{\text{met}})} \right] \quad (\text{G2})$$

mit

$$T_{\text{Day}} = \sum_{j=1}^N T_j = 12 \text{ h} \quad \text{für Bewertungszeitraum Tag}$$

$$T_{\text{Evening}} = \sum_{j=1}^N T_j = 4 \text{ h} \quad \text{für Bewertungszeitraum Abend}$$

$$T_{\text{Night}} = \sum_{j=1}^N T_j = 8 \text{ h} \quad \text{für Bewertungszeitraum Nacht}$$

i Bewertungszeitraum: Day, Evening, Night

T_j Teilzeit j

N Zahl der gewählten Teilzeiten

$L_{\text{Aeq},j}$ Mittelungspegel während der Teilzeit T_j

C_{met} meteorologische Korrektur nach DIN ISO 9613-2: 1999

mit

$$C_{0,\text{Day}} = 2 \text{ dB(A)}$$

$$C_{0,\text{Evening}} = 1 \text{ dB(A)}$$

$$C_{0,\text{Night}} = 0 \text{ dB(A)}$$

Die A-bewerteten äquivalenten Dauerschallpegel werden für die Bewertungszeiträume Tag, Abend und Nacht getrennt ermittelt.

3 Ermittlung der Geräuschimmissionen

3.1 Grundsätze

Bei der Ermittlung der Geräuschimmissionen sind alle Schallquellen einer Anlage einschließlich der Transport- und Verkehrsvorgänge auf dem Betriebsgrundstück der Anlage zu berücksichtigen.

Schallleistungspegel sollen möglichst nach einem Messverfahren der Normenreihe ISO 3740 bis ISO 3747 (für Maschinen) oder ISO 8297 (für Industrieanlagen) ermittelt werden. Falls die Umrechnung in Schallleistungspegel möglich ist, können auch Schalldruckpegel in bestimmten Abständen, insbesondere nach der Normenreihe DIN EN ISO 11 200 ermittelte Daten, herangezogen werden.

Für die Schallausbreitungsrechnung wird auf die Regelungen der DIN ISO 9613-2: 1999, für die Schallabstrahlung auf VDI 2714: 1988, Abschnitt 5 verwiesen.

Die Berechnung der Immissionspegel soll in Oktaven, in der Regel für die Mittenfrequenzen 63 bis 8000 Hz erfolgen. Dabei wird mit den für Oktavbänder ermittelten Schallleistungspegeln und Einflüssen auf dem Schallausbreitungsweg gerechnet.

Liegen die Emissionsdaten nur als A-bewertete Schallpegel vor, kann die Ermittlung mit diesen Werten entsprechend DIN ISO 9613-2: 1999, Abschnitt 1 durchgeführt werden.

3.2 Eingangsdaten für die Berechnung

Für die Berechnung werden für jede zu berücksichtigende Schallquelle der mittlere Schallleistungspegel, die Einwirkzeit T_E , gegebenenfalls getrennt nach Teilzeiten, die Richtwirkungskorrektur der Geräusche und die Lage und Höhe der Schallquellen benötigt.

Als Eingangsdaten für die Berechnung können Messwerte, Erfahrungswerte oder Herstellerangaben verwendet werden. Liegen keine detaillierten Werte vor bzw. steht deren Ermittlung in keinem Verhältnis zum erzielbaren Erkenntnisgewinn können flächenbezogene Schallleistungspegel aus Bebauungs- und Flächennutzungsplänen bzw. die Standardwerte der Tabelle 1 verwendet werden.

Gebietsnutzungen	Standardwerte für flächenbezogene Schallleistungspegel		
	Tag in dB(A)/m ²	Abend in dB(A)/m ²	Nacht in dB(A)/m ²
Gebiete mit Schwerindustrie	65	65	65
Gebiete mit Leichtindustrie	60	60	60
Gebiete mit gewerblicher Nutzung	60	60	45
Häfen	65	65	65

Tabelle 1: Standardwerte der flächenbezogenen Schallleistungspegel

Außerdem werden die Lage und Abmessung relevanter Hindernisse (Bebauung, Bewuchs, Schallschirme) berücksichtigt.

Für die Berechnung der Mittelungspegel der Geräusche, die von dem der Anlage zuzurechnenden Kraftfahrzeugverkehr auf Parkflächen des Betriebsgrundstückes ausgehen, ist bei der Bestimmung der Anzahl der Fahrzeugbewegungen je Stellplatz und Stunde, sofern keine genaueren Zahlen vorliegen, von bei vergleichbaren Anlagen gewonnenen Erfahrungswerten auszugehen.

Die von Teilflächen der Außenhaut eines Gebäudes abgestrahlten Schalleistungen sind nach der Richtlinie VDI 2571: 1976 in Oktavbändern zu ermitteln. Die in der Richtlinie angegebene Formel zur Berechnung der Innenschallpegel setzt ein diffuses Schallfeld im Raum voraus und ergibt in Fabrikhallen in der Regel zu hohe und nur für nahe an Außenhautelementen gelegene laute Schallquellen etwas zu niedrige Werte. Wenn genauere Berechnungsgrundlagen, z. B. nach VDI 3760: 1996, vorliegen, kann von den damit berechneten Innenschallpegeln ausgegangen werden.

3.3 Schallausbreitungsrechnung

Die Rechnung ist für jede Schallquelle und jede Oktave entsprechend DIN ISO 9613-2: 1999, Abschnitt 6 durchzuführen. Dabei werden die Schalldämpfung aufgrund von Schallausbreitung durch Bewuchs, Industriegelände und Bebauungsflächen nach Anhang A, Abschirmungen und Reflexionen nach den Abschnitten 7.4 und 7.5 der DIN ISO 9613-2: 1999, berücksichtigt. Der Bodeneffekt ist entsprechend Abschnitt 7.3.2 der DIN ISO 9613-2: 1999 zu ermitteln.

Der Mittelungspegel L_{Aeq} am Berechnungspunkt ergibt sich für jede Schallquelle nach Gleichung (5) der DIN ISO 9613-2: 1999.

3.4 Berechnung des A-bewerteten äquivalenten Dauerschallpegels

Für jeden Berechnungspunkt ist der A-bewertete äquivalente Dauerschallpegel nach Gleichung (G2) zu berechnen. Der Mittelungspegel $L_{Aeq,j}$ der Anlage für die Teilzeit T_j wird aus den Mittelungspegeln $L_{Aeq,k,j}$ und den Einwirkzeiten $T_{E,k,j}$ aller Schallquellen k nach Gleichung (G3) berechnet.

Die errechneten Mittelungspegel sind auf eine Nachkommastelle zu runden.

$$L_{Aeq,j} = 10 \lg \left[\frac{1}{T_j} \sum_k T_{E,k,j} \cdot 10^{0,1 L_{Aeq,k,j}} \right] \quad (G3)$$



Herausgeber: Bundesministerium der Justiz
Postfachanschrift: 11015 Berlin
Hausanschrift: Jerusalemer Straße 27, 10117 Berlin
Telefon: (0 1888) 580-0

Anschrift der Redaktion:
Bundesministerium der Justiz
Schriftleitung Bundesanzeiger
— Dienststelle Bonn —
Postfachanschrift: Postfach 2040, 53010 Bonn
Hausanschrift: Adenauerallee 99—103, 53113 Bonn
Telefon: (0 1888) 580-0

„Amtlicher Teil“:
Verantwortlich: Regierungsoberinspektor Manfred Halstenbach
Anschrift der Redaktion: Siehe Bundesministerium der Justiz,
Dienststelle Bonn

„Nichtamtlicher Teil“:
Verantwortlich: Fred Schuld
Anschrift der Redaktion: Siehe Verlag

Der Abdruck aus dem „Nichtamtlichen Teil“ bedarf der Zustimmung des Verlages.

„Gerichtliche und sonstige Bekanntmachungen“, „Zentralhandelsregister“ sowie
„Jahresabschlüsse und Hinterlegungsbekanntmachungen“:
Verantwortlich: Rainer Diesem
Anschrift der Redaktion: Siehe Verlag

Für Werbeanzeigen amtlichen oder juristischen Schrifttums gelten die Zusätzlichen
Geschäftsbedingungen in Verbindung mit der Anzeigenpreisliste Nr. 12/02.

Verlag: Bundesanzeiger Verlagsges.mBH.
Hausanschrift: Amsterdamer Straße 192, 50735 Köln
Postfachanschrift: Postfach 100534, 50445 Köln
Telefon: Köln (0221) 9 76 68-0
Die Gesellschaft ist eingetragen beim Amtsgericht Köln unter HRB 31 248.

Satz, Druck und buchbinderische Verarbeitung: M. DuMont Schauberg, Köln

Beilagen zum Bundesanzeiger werden nur im Rahmen eines Abonnements ohne Aufpreis ausgeliefert. Im Einzelbezugspreis des Bundesanzeigers sind Beilagen nicht enthalten.

DPAG – Postvertriebsstück – Entgelt bezahlt – G 1990

Nr. 154a/2006