

DIN 45684-1

ICS 17.140.30; 93.120

Ersatz für
DIN 45684-1:2006-09**Akustik –
Ermittlung von Fluggeräuschemissionen an Landeplätzen –
Teil 1: Berechnungsverfahren;
Text Deutsch und Englisch**

Acoustics –
Determination of aircraft noise exposure at airfields –
Part 1: Calculation method;
Text in German and English

Acoustique –
Détermination des expositions au bruits des avions autour des aérodromes –
Partie 1: Méthode de calcul;
Texte en allemand et anglais

Gesamtumfang 138 Seiten

Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS) im DIN und VDI

Inhalt

	Seite
Vorwort	6
1 Anwendungsbereich	8
2 Normative Verweisungen	9
3 Begriffe	10
4 Eingangsdaten	15
4.1 Allgemeines	15
4.2 Kenngrößen der Fluggeräuschemissionen	15
4.2.1 Einteilung der Luftfahrzeuge in Gruppen	15
4.2.2 Bildung von Luftfahrzeugklassen	19
4.2.3 Akustische Kennwerte der Luftfahrzeuge	21
4.2.4 Flugleistungsdaten der Luftfahrzeuggruppen	24
4.3 Landeplatz- und Flugbetriebsdaten	28
4.3.1 Allgemeine Landeplatzdaten	28
4.3.2 Flugstreckenbeschreibungen	29
4.3.3 Platzrunden	34
4.3.4 Flugbewegungszahlen	36
5 Berechnungsverfahren — das Modell der Linienschallquelle	37
5.1 Segmentierung der Flugbahn	37
5.2 Berechnung der Emissionspegel	40
5.2.1 Pegel der längenbezogenen Schallleistungsexposition	40
5.2.2 Schallleistungsexpositionspegel	41
5.3 Schallpegelminderung auf dem Ausbreitungsweg	42
5.3.1 Allgemeines	42
5.3.2 Berücksichtigung der Topografie	43
5.3.3 Richtwirkungsmaß	45
5.3.4 Abstandsmaß	46
5.3.5 Luftabsorptionsmaß	46
5.3.6 Bodendämpfungsmaß	47
5.3.7 Abschirmung	48
5.3.8 Raumwinkelmaß	48
5.4 Berechnung von Immissionskenngrößen	49
5.4.1 Grundlagen	49
5.4.2 Das Teilstückverfahren	49
5.4.3 Berechnung des äquivalenten Dauerschallpegels	53
5.4.4 Berechnung des Maximalpegels	53
6 Berechnungsergebnisse	55
6.1 Allgemeines	55
6.2 Berechnung für Rasterdarstellung	55
6.3 Isoliniendarstellung	55
6.4 Flächenhafte Darstellung der Berechnungsergebnisse	56
6.5 Mindestangaben im Ergebnisbericht	56

Contents

	Page
Foreword	6
1 Scope	8
2 Normative references	9
3 Terms and definitions	10
4 Input data	15
4.1 General	15
4.2 Parameters of aircraft sound emissions	15
4.2.1 Allocation of aircraft in groups	15
4.2.2 Formation of aircraft classes	19
4.2.3 Acoustic characteristics of the aircraft	21
4.2.4 Flight performance data of the aircraft groups	24
4.3 Airfield and flight operation data	28
4.3.1 General airfield data	28
4.3.2 Flight route descriptions	29
4.3.3 Circuit patterns	34
4.3.4 Number of flight movements	36
5 Calculation method — the model of the line sound source	37
5.1 Segmentation of the flight path	37
5.2 Calculation of the emission level	40
5.2.1 Level of the length-related sound power exposure	40
5.2.2 Sound power exposure level	41
5.3 Sound level reduction along the propagation path	42
5.3.1 General	42
5.3.2 Consideration of the topography	43
5.3.3 Directivity correction	45
5.3.4 Distance correction	46
5.3.5 Air absorption correction	46
5.3.6 Ground attenuation correction	47
5.3.7 Shielding	48
5.3.8 Solid angle correction	48
5.4 Calculation of exposure parameters	49
5.4.1 Principles	49
5.4.2 The sub-segment method	49
5.4.3 Calculation of the equivalent continuous sound level	53
5.4.4 Calculation of the maximum level	53
6 Calculation results	55
6.1 General	55
6.2 Calculation for a raster image	55
6.3 Isoline representation	55
6.4 Two-dimensional representation of the calculation results	56
6.5 Minimum information in the results report	56

Anhang A (normativ) Datensätze der Luftfahrzeugklassen	57
Anhang B (normativ) Datenblätter für das Rückwärtsstartverfahren mit Hubschraubern	73
Anhang C (normativ) Datenblätter zur Erfassung des Flugbetriebs am Landeplatz (Datenerfassungssystem, DES)	76
Anhang D (informativ) Rechenbeispiel	100
Literaturhinweise	137

Bilder

Bild 1 — Geometrie in der Bezugsebene für Ab- und Anflüge	27
Bild 2 — Aufteilung einer Flugstrecke mit Flugkorridor in fünf Flugwege	34
Bild 3 — Aufteilung der Flugbahn in Flugbahnteilsegmente (schematisch)	39
Bild 4 — Berücksichtigung der Topografie	45
Bild 5 — Definition des Abstrahlwinkels θ	46
Bild 6 — Unterteilung eines Flugbahnteilsegments in Teilstücke	51

Tabellen

Tabelle 1 — Luftfahrzeuggruppen	16
Tabelle 2 — Zuordnung von Zulassungsklassen zu Luftfahrzeuggruppen	17
Tabelle 3 — Beispiele der Zuordnung von Luftfahrzeugmustern zu den Luftfahrzeuggruppen	18
Tabelle 4 — Aufteilung der Luftfahrzeuggruppen in Luftfahrzeugklassen	19
Tabelle 5 — Oktav-Schallleistungspegel $L_{W,n}$ für die Luftfahrzeuggruppe P 1.3	21
Tabelle 6 — Schallleistungspegel L_{WA} der Luftfahrzeuggruppen	22
Tabelle 7 — Umrechnungskonstante K_{LVL} für Messwerte nach ICAO-Anhang 16, Band I und LVL	23
Tabelle 8 — Flugleistungsdaten der Luftfahrzeuggruppe P 1.3	25

Annex A (normative) Data sets of the aircraft classes	57
Annex B (normative) Data sheets for helicopters which practice backwards take-off	73
Annex C (normative) Data sheets for preparation of flight operations on the airfield (Data Acquisition System, DAS)	76
Annex D (informative) Calculation example	100
Bibliography	137

Figures

Figure 1 — Geometry on the reference plane for departures and arrivals	27
Figure 2 — Division of a flight route with a flight corridor in five ground tracks	34
Figure 3 — Division of the flight path into partial flight path segments (schematic)	39
Figure 4 — Consideration of the topography	45
Figure 5 — Definition of the emission angle θ	46
Figure 6 — Division of a partial flight path segment into sub-segments	51

Tables

Table 1 — Aircraft groups	16
Table 2 — Allocation of certification classes to aircraft groups	17
Table 3 — Examples of the allocation of aircraft types to aircraft groups	18
Table 4 — Division of aircraft groups into aircraft classes	19
Table 5 — Oktave sound power level $L_{W,n}$ for the aircraft group P 1.3	21
Table 6 — Sound power level L_{WA} of the aircraft groups	22
Table 7 — Conversion constant K_{LVL} for measurement values in accordance with ICAO Annex 16, Volume I and the LVL	23
Table 8 — Flight performance data for aircraft group P 1.3	25

Tabelle 9 — Verteilung der Flugbewegungen der Flugstrecke auf die Flugwege für eine Zerlegung in 5, 7 bzw. 9 Teilkorridore.....	32	Table 9 — Distribution of the flight movements of the flight route on the ground tracks for a sub-division in 5, 7 or 9 sub-corridors	32
Tabelle 10 — Werte für den Zusatzpegel bei Platzrunden	35	Table 10 — Values for the additional level for circuit patterns	35
Tabelle 11 — Absorptionskoeffizienten, Werte der asymptotischen Pegelminderung zur Berechnung des Bodendämpfungsmaßes und Frequenzkorrekturen zur A-Bewertung	43	Table 11 — Absorption coefficient, value of the asymptotic sound level reduction for the calculation of the ground attenuation correction and the correction for A-frequency weighting	43
Tabelle A.1 — Akustische Kenndaten der Luftfahrzeuggruppe P 1.0	57	Table A.1 — Acoustic characteristics of aircraft group P 1.0	57
Tabelle A.2 — Flugleistungsdaten der Luftfahrzeuggruppe P 1.0	58	Table A.2 — Flight performance data of aircraft group P 1.0	58
Tabelle A.3 — Akustische Kenndaten der Luftfahrzeuggruppe P 1.1	58	Table A.3 — Acoustic characteristics of aircraft group P 1.1	58
Tabelle A.4 — Flugleistungsdaten der Luftfahrzeuggruppe P 1.1	59	Table A.4 — Flight performance data of aircraft group P 1.1	59
Tabelle A.5 — Akustische Kenndaten der Luftfahrzeuggruppe P 1.2	59	Table A.5 — Acoustic characteristics of aircraft group P 1.2	59
Tabelle A.6 — Flugleistungsdaten der Luftfahrzeuggruppe P 1.2	60	Table A.6 — Flight performance data of aircraft group P 1.2	60
Tabelle A.7 — Akustische Kenndaten der Luftfahrzeuggruppe P 1.3	60	Table A.7 — Acoustic characteristics of aircraft group P 1.3	60
Tabelle A.8 — Flugleistungsdaten der Luftfahrzeuggruppe P 1.3	61	Table A.8 — Flight performance data of aircraft group P 1.3	61
Tabelle A.9 — Akustische Kenndaten der Luftfahrzeuggruppe P 1.4	61	Table A.9 — Acoustic characteristics of aircraft group P 1.4	61
Tabelle A.10 — Flugleistungsdaten der Luftfahrzeuggruppe P 1.4	62	Table A.10 — Flight performance data of aircraft group P 1.4	62
Tabelle A.11 — Akustische Kenndaten der Luftfahrzeuggruppe P 2.1	62	Table A.11 — Acoustic characteristics of aircraft group P 2.1	62
Tabelle A.12 — Flugleistungsdaten der Luftfahrzeuggruppe P 2.1	63	Table A.12 — Flight performance data of aircraft group P 2.1	63
Tabelle A.13 — Akustische Kenndaten der Luftfahrzeuggruppe P 2.2	63	Table A.13 — Acoustic characteristics of aircraft group P 2.2	63
Tabelle A.14 — Flugleistungsdaten der Luftfahrzeuggruppe P 2.2	64	Table A.14 — Flight performance data of aircraft group P 2.2	64
Tabelle A.15 — Akustische Kenndaten der Luftfahrzeuggruppe S 1.0	64	Table A.15 — Acoustic characteristics of aircraft group S 1.0	64
Tabelle A.16 — Flugleistungsdaten der Luftfahrzeuggruppe S 1.0	65	Table A.16 — Flight performance data of aircraft group S 1.0	65
Tabelle A.17 — Akustische Kenndaten der Luftfahrzeuggruppe S 5.1	65	Table A.17 — Acoustic characteristics of aircraft group S 5.1	65
Tabelle A.18 — Flugleistungsdaten der Luftfahrzeuggruppe S 5.1	66	Table A.18 — Flight performance data of aircraft group S 5.1	66
Tabelle A.19 — Akustische Kenndaten der Luftfahrzeuggruppe H 1.0	66	Table A.19 — Acoustic characteristics of aircraft group H 1.0	66

Tabelle A.20 — Flugleistungsdaten der Luftfahrzeuggruppe H 1.0.....	67	Table A.20 — Flight performance data of aircraft group H 1.0.....	67
Tabelle A.21 — Akustische Kenndaten der Luftfahrzeuggruppe H 1.1	68	Table A.21 — Acoustic characteristics of aircraft group H 1.1	68
Tabelle A.22 — Flugleistungsdaten der Luftfahrzeuggruppe H 1.1.....	69	Table A.22 — Flight performance data of aircraft group H 1.1	69
Tabelle A.23 — Akustische Kenndaten der Luftfahrzeuggruppe H 1.2	70	Table A.23 — Acoustic characteristics of aircraft group H 1.2.....	70
Tabelle A.24 — Flugleistungsdaten der Luftfahrzeuggruppe H 1.2.....	71	Table A.24 — Flight performance data of aircraft group H 1.2.....	71
Tabelle A.25 — Akustische Kenndaten der Luftfahrzeuggruppe H 2.1	71	Table A.25 — Acoustic characteristics of aircraft group H 2.1	71
Tabelle A.26 — Flugleistungsdaten der Luftfahrzeuggruppe H 2.1.....	72	Table A.26 — Flight performance data of aircraft group H 2.1	72
Tabelle B.1 — Akustische Kenndaten der Luftfahrzeuggruppe H 1.2.....	73	Table B.1 — Acoustic characteristics of aircraft group H 1.2.....	73
Tabelle B.2 — Flugleistungsdaten der Luftfahrzeuggruppe H 1.2.....	74	Table B.2 — Flight performance data of aircraft group H 1.2.....	74

Vorwort

Diese Norm wurde vom Unterausschuss NA 001-01-02-01 UA „Fluggeräusche“ im Arbeitsausschuss NA 001-01-02 AA „Geräuschimmission — Ermittlung, Bewertung, Beurteilung“ erstellt.

DIN 45684, *Akustik — Ermittlung von Fluggeräuschimmissionen an Landeplätzen* besteht aus:

- Teil 1: Berechnungsverfahren
- Teil 2: Messverfahren (wird z. Z. überarbeitet)

In DIN 45684-1 wird ein Verfahren zur Berechnung der Schallimmission in der Umgebung von Landeplätzen beschrieben, das für die meisten Luftfahrzeugmuster angewendet werden kann. Das Verfahren basiert auf einer Einteilung der Luftfahrzeuge in Luftfahrzeuggruppen. Für die Immissionsberechnung werden in dieser Norm tabellarische Daten der akustischen Kenngrößen und Flugleistungen der Luftfahrzeuggruppen bereitgestellt.

In DIN 45684-2 wird ein Emissionsmessverfahren zur Bestimmung von akustischen Kenngrößen beschrieben, die in das Berechnungsverfahren nach DIN 45684-1 eingehen können.

In der Praxis des Fluglärmschutzes haben sich Berechnungsverfahren als erforderlich erwiesen, mit denen Schallimmissionsprognosen über größere Entfernungen und unter Berücksichtigung von meteorologischen Einflüssen möglich sind. Solche Berechnungsverfahren sind insbesondere notwendig für die

- Bauleitplanung,
- Planung von Flugplätzen,
- Festlegung von Lärminderungsmaßnahmen,
- Kontrolle der Lärmbelastung.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. Das DIN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Foreword

This document has been prepared by Arbeitsausschuss NA 001-01-02 AA „Geräuschimmission — Grundlagen, Ermittlung, Beurteilung“ (Working Committee NA 001-01-02 AA „Sound immission — Principles, determination, assessment“) by Unterausschuss NA 001-01-02-01 UA „Fluggeräusche“ (Subcommittee NA 001-01-02-01 UA „Aircraft noise“).

DIN 45684, *Acoustics — Determination of aircraft noise exposure at airfields* consists of:

- Part 1: Calculation method
- Part 2: Measurement method (currently being revised)

DIN 45684-1 describes a method for the calculation of sound exposure in the vicinity of airfields, which can be used for most aircraft types. The method is based on a classification of aircraft into aircraft groups. Tabular data of acoustic parameters and flight performance of the aircraft groups is made available in this standard for the calculation of exposure.

DIN 45684-2 describes a measurement method for emissions for the determination of acoustic parameters on the basis of the calculation method in accordance with DIN 45684-1.

In the practice aircraft noise protection calculation methods have proved necessary, especially for sound exposure forecasts. Such methods must be able to model the sound propagation over larger distances taking into account meteorological influences. They are particularly necessary for

- urban land-use planning,
- airport planning,
- specification of noise mitigation measures,
- noise control.

The possibility has been indicated that certain elements of this document refer to patent rights. DIN does not have the responsibility to identify any or all of the patent rights referred to.

Änderungen

Gegenüber DIN 45684-1:2006-09 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Aktualisierung der Verweisungen (insbesondere auf AzB und AzD vom November 2008);
- b) Verwendung der Kenngröße Schallleistungspegel;
- c) Bilder überarbeitet und neue Bilder hinzugefügt;
- d) Verschärfung der Bedingungen für das Teilstückverfahren;
- e) Bedeutung für Maximalpegel nach NAT-Kriterium;
- f) Erweiterung der Anforderungen an Bedingungen der Rasterdarstellung;
- g) Einführung von Oktavpegeln der Schallleistung in den Datensätzen in Anhang A;
- h) Anpassung aller Datensätze (Anhang A) an die AzB.

Frühere Ausgaben

DIN 45684-1: 2006-09

Amendments

The following amendments have been carried out with respect to DIN 45684-1:2006-09:

- a) update of references (particularly with respect to the AzB [Anleitung zur Berechnung von Lärmschutzbereichen: German Instructions on the Calculation of Noise Protection Areas] and AzD [Anleitung zur Datenerfassung über den Flugbetrieb: German Instructions on the Acquisition of Data on Flight Operations] from November 2008);
- b) use of the parameter sound power level;
- c) figures revised and new figures incorporated;
- d) intensification of the conditions for the sub-segment method;
- e) relevance of maximum sound levels for the calculation of NAT criteria;
- f) expansion of the requirements for the raster image conditions;
- g) introduction of octave sound power levels in the data sets in Annex A;
- h) adaptation of all data sets (Annex A) to the AzB.

Previous versions

DIN 45684-1: 2006-09

1 Anwendungsbereich

Diese Norm legt ein Verfahren zur Berechnung der Fluggeräuschemissionen fest, die in der Nähe von Landeplätzen auftreten. Die Norm ist nicht anwendbar auf Wasserlandeplätze.

Der Zweck dieser Norm ist es, die Geräuschemission in der Umgebung von bestehenden oder geplanten Landeplätzen zu berechnen und die Grundlagen für eine spätere Beurteilung bereitzustellen. Hierfür liefert das in dieser Norm beschriebene Berechnungsverfahren als Ergebnis akustische Kennwerte an einem beliebigen Ort in der Nähe des Landeplatzes.

Es ist nicht Zweck dieser Norm, Beurteilungsverfahren festzulegen oder Festlegungen für die Beurteilung von Fluggeräuschemissionen an Landeplätzen zu treffen.

An Landeplätzen verkehren in der Regel Luftfahrzeuge mit einer Höchststartmasse bis 5 700 kg, an einigen Landeplätzen auch bis 20 000 kg. Aus diesem Grund sind in dieser Norm nur die Kenngrößen der Geräuschemission von Ultraleichtflugzeugen, Motorseglern, Propellerflugzeugen und Strahlflugzeugen mit höchstzulässiger Startmasse bis 20 000 kg sowie Hubschrauber mit höchstzulässiger Startmasse bis 10 000 kg enthalten.

In der Regel sind die Geräusche durch rollende Luftfahrzeuge, durch Hubschrauber im Schwebeflug mit Bodeneffekt und durch den Betrieb von Hilfstriebwerken sowie Geräusche aufgrund der Durchführung von Triebwerksprobeläufen auf den Flugbetriebsflächen gegenüber den Geräuschen der startenden und landenden Luftfahrzeuge zu vernachlässigen und deshalb in dieser Norm nicht zu betrachten.

ANMERKUNG In Einzelfällen können zur Beschreibung der hier nicht betrachteten Geräusche ersatzweise die Berechnungsvorschriften zum Vollzug des Gesetzes zum Schutz gegen Fluglärm herangezogen werden (AzD und AzB).

1 Scope

This standard specifies a method for the calculation of aircraft noise exposure occurring in the vicinity of airfields. The standard is not applicable to water aerodromes.

The purpose of this standard is to calculate the sound exposure in the vicinity of existing or planned airfields and to supply the basis for later assessment. For this purpose, the calculation method described in this standard provides acoustic parameters for an arbitrary site in the vicinity of an airfield as a result.

It is not the purpose of this standard to specify assessment methods or to create specifications for the assessment of aircraft noise exposure at airfields.

In general, aircraft with a maximum take-off mass (MTOM) of up to 5 700 kg operate at airfields, however at certain airfields aircraft with a maximum take-off mass of up to 20 000 kg operate as well. For this reason, only the parameters of sound emissions of ultra-light aircraft, power gliders, propeller aircraft and jet aircraft with a maximum take-off mass of up to 20 000 kg, as well as helicopters with a maximum take-off mass of up to 10 000 kg, are contained in this standard.

In general, the sounds generated by taxiing aircraft, by hovering helicopters with hover out of ground effect and by the operation of auxiliary power units as well as sounds due to engine run up tests on the aircraft operation areas are neglectable compared with the noise of departing and approaching aircraft.

NOTE In individual cases, the calculation regulations for execution of the act for protection against aircraft noise (AzD and AzB) can be alternatively consulted for description of the sounds which are not considered here.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

DIN 18005-2, *Schallschutz im Städtebau — Lärmkarten — Kartenmäßige Darstellung von Schallimmissionen*

DIN 45682, *Schallimmissionspläne*

DIN 45684-2, *Akustik — Ermittlung von Fluggeräuschimmissionen an Landeplätzen — Teil 2: Bestimmung akustischer und flugbetrieblicher Kenngrößen*

DIN ISO 9613-2:1999-10, *Akustik — Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien — Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren (ISO 9613-2:1996)*

AzD und AzB, Bekanntmachung der *Anleitung zur Datenerfassung über den Flugbetrieb (AzD) und der Anleitung zur Berechnung von Lärmschutzbereichen (AzB)* vom 19. November 2008 (BAnz. Nr. 195a vom 23. Dezember 2008)

LVL, *Lärmvorschrift für Luftfahrzeuge* vom 1. August 2004. In: *Nachrichten für Luftfahrer*, NfL II 70/04

Bekanntmachung über die Änderung der Anwendung der NfL II-70/04 „Bekanntmachung der Lärmvorschrift für Luftfahrzeuge (LVL)“ für Luftfahrzeuge, NfL II 27/09

AIP Germany, *Luftfahrthandbuch* (AIP, Aeronautical Information Publication) Deutschland

ICAO, Annex 16 to the Convention on International Civil Aviation: Environmental Protection. Volume I — Aircraft Noise (Anhang 16 zum Abkommen über die Internationale Zivilluftfahrt vom 7. Dezember 1944, Band I)

2 Normative references

The following documents, in whole or in part, are normatively referenced in this document and are indispensable for its application. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

DIN 18005-2, *Noise abatement in town planning — Noise maps — Graphical representation of noise pollution*

DIN 45682, *Sound immission maps*

DIN 45684-2, *Acoustics — Determination of aircraft noise exposure at airfields — Part 2: Determination of acoustic and aircraft operational parameters*

DIN ISO 9613-2:1999-10, *Acoustics — Attenuation of sound during propagation outdoors — Part 2: General method of calculation (ISO 9613-2:1996)*

AzD und AzB, Bekanntmachung der *Anleitung zur Datenerfassung über den Flugbetrieb (AzD) und der Anleitung zur Berechnung von Lärmschutzbereichen (AzB)* [Announcement regarding German Instructions on the Acquisition of Data on Flight Operations (AzD) and German Instructions on the Calculation of Noise Protection Areas (AzB)] from November 19, 2008 (BAnz. No. 195a from December 23, 2008)

LVL, *Lärmvorschrift für Luftfahrzeuge* [German Noise Regulation for Aircraft] from August 1, 2004. In: *Nachrichten für Luftfahrer* [German Aviation Journal], NfL II 70/04

Bekanntmachung über die Änderung der Anwendung der NfL II-70/04 „Bekanntmachung der Lärmvorschrift für Luftfahrzeuge (LVL)“ für Luftfahrzeuge, [Announcement regarding the amendments to the application of NfL [German Aviation Journal] II-70/04 „Announcement of German Noise Regulation for Aircraft (LVL)“ for aircraft], NfL II 27/09

AIP Germany, *Luftfahrthandbuch* [AIP, Aeronautical Information Publication] Germany

ICAO, Annex 16 to the Convention on International Civil Aviation from December 7, 1944: Environmental Protection. Volume I — Aircraft Noise

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

Kontrollzone

um einen Landeplatz oder um mehrere Landeplätze zum Schutz des Flugplatzverkehrs festgelegter kontrollierter Luftraum von bestimmten Abmessungen

3.2

Landeplatz

festgelegtes Gebiet auf dem Land (einschließlich der Gebäude, Anlagen und Ausrüstung), das ganz oder teilweise für Ankunft, Abflug und Bewegungen von Luftfahrzeugen bestimmt ist

3.3

Start- und Landebahn

festgelegte rechteckige Fläche auf einem Landeplatz, die für den Start und die Landung von Luftfahrzeugen hergerichtet ist

3.4

Flugplatzbezugspunkt

Punkt, der die geografische Lage eines Landeplatzes bestimmt

3.5

Bezugsebene

<Fluggeräusche> Horizontalfläche, die den Flugplatzbezugspunkt enthält

3.6

Bahnbezugspunkt

Punkt, der die geografische Lage einer Start- und Landebahn bestimmt

3.7

Flugbewegung

Start oder Landung oder Platzrunde

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine Platzrunde besteht aus einem Start-, einem Horizontalflug- und einem Landeteil und geht in die Berechnung als eine Flugbewegung ein.

3.8

VFR-Flugbetrieb

Flugbetrieb nach Sichtflugregeln

Anmerkung 1 zum Begriff: VFR: Visual Flight Rules

3.9

Anflugführungssystem

elektronische oder optische Anflughilfe

Anmerkung 1 zum Begriff: Z. B. ILS: Instrumenten-Landesystem, PAPI: Precision Approach Path Indicator.

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.

3.1

control zone

specified controlled airspace of determined dimensions around an airfield or around multiple airfields for the safety of the airport traffic

3.2

airfield

specified area on land (including buildings, installations and equipment) which is entirely or partially assigned to the arrival, departure and movements of aircraft

3.3

runway

specified rectangular area on an airfield which is prepared for the departure and approach of aircraft

3.4

airport reference point

point which determines the geographical position of an airfield

3.5

plane of reference

<aircraft noise> horizontal area containing the airport reference point

3.6

runway reference point

point which determines the geographical position of a runway

3.7

flight movement

departure, approach or circuit pattern

Note 1 to entry: A circuit pattern consists of a departure, a horizontal flight and an approach and is considered one flight movement in the calculations.

3.8

VFR flight operation

flight operation in accordance with visual flight rules

Note 1 to entry: VFR: Visual Flight Rules

3.9

approach guidance system

electronic or optical assistance for approaches

Note 1 to entry: e.g. ILS: Instrument Landing System, PAPI: Precision Approach Path Indicator.

3.10**Schalleistung** W

zeitliche Ableitung der Schallenergie

3.11**A-bewerteter Schalleistungspegel** L_{WA} zehnfacher dekadischer Logarithmus des Verhältnisses der A-bewerteten Schalleistung zur Bezugsschalleistung $W_0 = 1 \text{ pW}$

Anmerkung 1 zum Begriff: In Anlehnung an DIN 1320.

3.12**A-bewerteter Schalleistungsexpositionspegel** L_{WAE} zehnfacher dekadischer Logarithmus des Verhältnisses der A-bewerteten, immissionsortbezogenen, energieäquivalenten Schalleistungsexposition zur Bezugsschalleistungsexposition $W_{E0} = 1 \text{ pWs}$

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Definitionsgleichung des A-bewerteten Schalleistungsexpositionspegels lautet:

$$L_{WAE} = 10 \lg \left(\frac{W_{AE}}{W_{E0}} \right)$$

Dabei ist

 W_{AE} A-bewerteter energieäquivalente Schalleistungsexposition der einzelnen Flugbewegung:

$$W_{AE} = \int_T P_A(t, r(t)) dt$$

 P_A flugzeitabhängige Schalleistung auf der Flugstrecke der einzelnen Flugbewegung in Abhängigkeit von der relativen Lage der Flugstrecke zum Immissionsort; $r(t)$ Vektor zwischen der momentanen Position des Fluggerätes und dem Immissionsort; T Dauer der einzelnen Flugbewegung.**3.13****A-bewerteter Pegel der längenbezogenen Schalleistungsexposition** L'_{WAE} zehnfacher dekadischer Logarithmus des Verhältnisses der A-bewerteten längenbezogenen Schalleistungsexposition zur auf die Einheitslänge bezogenen Bezugsschalleistungsexposition W_{E0}/m **3.10****sound power** W

derivative of sound energy with respect to time

3.11**A-weighted sound power level** L_{WA} ten times the logarithm to the base 10 of the ratio of the A-weighted sound power to the reference sound power $W_0 = 1 \text{ pW}$

Note 1 to entry: Following the example in DIN 1320.

3.12**A-weighted sound power exposure level** L_{WAE} ten times the logarithm to the base 10 of the ratio of the A-weighted, receiver-based, energy equivalent sound power exposure to the reference sound power exposure $W_{E0} = 1 \text{ pWs}$

Note 1 to entry: The defining equation of the A-weighted sound power exposure level is:

$$L_{WAE} = 10 \lg \left(\frac{W_{AE}}{W_{E0}} \right)$$

where

 W_{AE} is the A-weighted energy-equivalent sound power exposure of the individual flight movement:

$$W_{AE} = \int_T P_A(t, r(t)) dt$$

 P_A is the flight time-dependent sound power on the flight route of the individual flight movement dependent on the relative position of the flight route to the observation point; $r(t)$ is the vector between the momentary position of the aircraft and the observation point; T is the duration of the individual flight movement.**3.13****A-weighted level of the length-related sound power exposure** L'_{WAE} ten times the logarithm to the base 10 of the ratio of the A-weighted length-related sound power exposure to the reference sound power exposure W_{E0}/m based on the unit length

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Kurvenintegral über die längenbezogene Schalleistungsexposition entlang der gesamten Flugbahn einer einzelnen Flugbewegung ist die unter 3.11 definierte Schalleistungsexposition:

$$W_{AE} = \int_l W'_{AE}(s) ds$$

Anmerkung 2 zum Begriff: Die längenbezogene Schalleistungsexposition ist die immissionsortbezogene, energie-äquivalente differentielle Schalleistungsexposition am Ort s der Flugbahn. Bei konstanter Schalleistungsexposition der Flugbahn ist sie identisch mit der Schalleistungsexposition eines Teilstückes von 1 m Länge.

3.14 AS-bewerteter Schalldruckpegel

L_{pAS}

zehnfacher dekadischer Logarithmus des Verhältnisses des Quadrates des Effektivwertes des Schalldruckes (bei Anwendung der Frequenzbewertung A und der Zeitbewertung S) zum Quadrat des Bezugsschalldruckes $p_0 = 20 \mu Pa$

3.15 AS-bewerteter Maximalschalldruckpegel

$L_{pAS,max}$

Maximalwert des AS-bewerteten Schalldruckpegels

3.16 A-bewerteter Schalldruckexpositionspegel

L_{pAE}

zehnfacher dekadischer Logarithmus des Verhältnisses der Schallexposition E zur Bezugsschallexposition $E_0 = [400 (\mu Pa)^2 s]$

Anmerkung 1 zum Begriff: Dabei ist die Schallexposition das Integral des zeitabhängigen Quadrates des frequenzbewerteten Momentanschallldruckpegels über eine gegebene Dauer T oder über ein Ereignis.

Anmerkung 2 zum Begriff: E_0 ist gleich dem Quadrat des Bezugsschalldruckpegels von $20 \mu Pa$ multipliziert mit der Dauer 1 s.

Anmerkung 3 zum Begriff: Die Definitionsgleichung des A-bewerteten Schalldruckexpositionspegels lautet:

$$L_{pAE} = 10 \lg \left(\frac{E}{E_0} \right)$$

Dabei ist

$$E = \int_T p^2(t) dt$$

Note 1 to entry: The line-integral over the length-related sound power exposure along the total flight path of an individual flight movement is the sound power exposure defined in 3.11:

$$W_{AE} = \int_l W'_{AE}(s) ds$$

Note 2 to entry: The length-related sound power exposure is the receiver-based, energy-equivalent differential sound power exposure at flight path point s . During constant sound power exposure of the flight path, it is identical to the sound power exposure of a sub-segment of 1 m length.

3.14 AS-weighted sound pressure level

L_{pAS}

ten times the logarithm to the base 10 of the ratio of the square of the root-mean-square of the sound pressure (when using frequency weighting A and time weighting S) to the square of the reference sound pressure $p_0 = 20 \mu Pa$

3.15 AS-weighted maximum sound pressure level

$L_{pAS,max}$

maximum value of the AS-weighted sound pressure level

3.16 A-weighted sound pressure exposure level

L_{pAE}

ten times the logarithm to the base 10 of the ratio of the sound exposure E to the reference sound exposure $E_0 = [400 (\mu Pa)^2 s]$

Note 1 to entry: Thereby the sound exposure is the integral of the time-dependent square of the frequency-weighted momentary sound pressure level over a given duration T or over a sound event.

Note 2 to entry: E_0 is equal to the square of the reference sound pressure level of $20 \mu Pa$, multiplied by the duration of 1 s.

Note 3 to entry: The defining equation of the A-weighted sound pressure exposure level is:

$$L_{pAE} = 10 \lg \left(\frac{E}{E_0} \right)$$

with

$$E = \int_T p^2(t) dt$$

Anmerkung 4 zum Begriff: Der Schalldruckexpositionspegel wird in Dezibel (dB) angegeben.

Note 4 to entry: The sound pressure exposure level is given in decibels (dB).

Anmerkung 5 zum Begriff: Die Schalldruckexposition wird in Quadratpascal-Sekunden (Pa²s) angegeben.

Note 5 to entry: The sound pressure exposure is given in pascal-squared seconds (Pa²s).

3.17

äquivalenter Dauerschallpegel

Mittelungspegel

zehnfacher dekadischer Logarithmus des Verhältnisses eines über die Zeit T gemittelten Schalldruckquadrates zum Quadrat des Bezugsschalldruckes p_0

3.17

equivalent continuous sound level time-averaged sound level

ten times the logarithm to the base 10 of the ratio of the sound pressure square determined over time T to the square of the reference sound pressure p_0

Anmerkung 1 zum Begriff: Der äquivalente Dauerschallpegel $L_{pAeq,T}$ wird für die Frequenzbewertung A wie folgt gebildet:

Note 1 to entry: The equivalent continuous sound level $L_{pAeq,T}$ is depicted for the frequency-weighting A as follows:

$$L_{pAeq,T} = 10 \lg \left[\frac{1}{T} \int_0^T \left(p_A^2 / p_0^2 \right) dt \right]$$

$$L_{pAeq,T} = 10 \lg \left[\frac{1}{T} \int_0^T \left(p_A^2 / p_0^2 \right) dt \right]$$

Anmerkung 2 zum Begriff: Im Gesetz zum Schutz gegen Fluglärm ist der äquivalente Dauerschallpegel anders definiert.

Note 2 to entry: The equivalent continuous sound level is defined differently in the German Act on Protection against Aircraft Noise.

Anmerkung 3 zum Begriff: In Anlehnung an DIN 1320:2009-12, 4.7.

Note 3 to entry: modified from DIN 1320:2009-12, 4.7.

3.18

Kennzeichnungszeit

<Fluggeräusche> durch die Aufgabenstellung vorgegebener Zeitabschnitt, für den die Kenngrößen die Geräuschimmission beschreiben sollen

3.18

identification time

<aircraft noise> the time period assigned based on the given task, the parameters of which shall describe the sound exposure

Anmerkung 1 zum Begriff: Kennzeichnungszeiten können z. B. sein:

Note 1 to entry: Identification times can be, e.g.:

- alle Kalendertage innerhalb eines Jahres;
- alle Tage tagsüber innerhalb der sechs verkehrsreichsten Monate des Jahres;
- alle Nächte der sechs verkehrsreichsten Monate des Jahres;
- alle Samstage tagsüber innerhalb der sechs verkehrsreichsten Monate des Jahres;
- alle Sonn- und Feiertage innerhalb der drei verkehrsreichsten Monate des Jahres;
- alle Tage je Betriebsrichtung.

- all calendar days within one year;
- all days during the daytime of the busiest six months within one year;
- all nights of the busiest six months within one year;
- the daytimes of all Saturdays of the busiest six months within one year;
- all Sundays and holidays in the busiest three months within one year;
- all days with a defined operational direction.

3.19

Flugbahn

<Fluggeräusche> angenommene Bewegungslinie eines Luftfahrzeuges im Raum, deren Projektion auf die Bezugsebene mit einem Flugweg übereinstimmt

3.19

flight path

<aircraft noise> assumed trajectory of an aircraft in space whose projection on the plane of reference coincides with a ground track

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine Flugbahn setzt sich aus mindestens zwei Bahnsegmenten zusammen.

Note 1 to entry: A flight path is composed of at least two path segments.

3.20

Flugstrecke

festgelegte oder üblicherweise benutzte Streckenführung, die von Luftfahrzeugen eingehalten werden soll

Anmerkung 1 zum Begriff: Es werden Abflugstrecken, Anflugstrecken und Platzrunden unterschieden.

Anmerkung 2 zum Begriff: Eine Flugstrecke wird in den Datenblättern zur Erfassung der Flugstreckenbeschreibungen durch Streckenabschnitte (Geraden, Kreisbögen) beschrieben (siehe Anhang B).

3.21

Flugkorridor einer Flugstrecke

Korridor, der die tatsächlichen Flugwege mit seitlicher Abweichung zur Flugstrecke einschließt

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Flugstrecke ist die Mittellinie des Flugkorridors.

3.22

Flugweg

Projektion der tatsächlichen Flugbahn des Luftfahrzeuges auf die Bezugsebene zur Berücksichtigung der seitlichen Abweichung der Flüge von der Flugstrecke

3.23

Streckenteilabschnitt

nach Unterteilung von kreisbogenförmigen Flugstreckenabschnitten in Sehnen entstehendes geradliniges Segment einer Flugstrecke

3.24

Profilsegment

geradliniges Segment des Flughöhenprofils

3.25

Bahnsegment

durch Überlagerung des in der Vertikalebene durch Profilsegmente beschriebenen Flughöhenprofils und der durch Streckenteilsegmente in der Horizontalebene beschriebenen Flugstrecke entstehendes geradliniges Segment der dreidimensionalen Flugbahn

3.26

Bahnsegment

durch Belegung von Bahnsegmenten mit spezifischen Emissionen entstehendes, geradliniges Segment der dreidimensionalen Flugbahn

3.27

Teilstück

bezogen auf einen spezifischen Immissionsort durchgeführte Unterteilung von Bahnsegmenten

3.20

flight route

specifically or normally used routing which should be followed by aircraft

Note 1 to entry: A distinction is made between departure routes, arrival routes and circuit patterns.

Note 2 to entry: A flight route is described in the data sheets for preparation of flight route descriptions by route segments (straight, circular arc) (see Annex B).

3.21

flight corridor of a flight route

corridor which encloses the actual ground tracks with lateral deviations to the flight route

Note 1 to entry: The flight route is the centre line of the flight corridor.

3.22

ground track

projection of the actual flight path of the aircraft on the plane of reference for consideration of the lateral deviations of flights from the flight route

3.23

partial route segment

straight segment of a flight route after division of arc-shaped flight route segments into chords

3.24

profile segment

straight segment of the altitude profile

3.25

path segment

straight segment of the three-dimensional flight path resulting from overlapping of the altitude profile described on the vertical plane by profile segments and the flight route described on the horizontal plane by partial route segments

3.26

partial path segment

straight segment of the three-dimensional flight path resulting from allocation of path segments with specific emissions

3.27

sub-segment

division of partial path segments in relation to a specific observation point

4 Eingangsdaten

4.1 Allgemeines

Die Fluggeräusche an Immissionsorten in der Umgebung von Landeplätzen lassen sich nach dem in dieser Norm beschriebenen Berechnungsverfahren mithilfe eines Schallausbreitungsmodells und verschiedener Eingangsdaten ermitteln. In die Berechnung gehen vor allem die Geräuschemission der Luftfahrzeuge, die Daten des Landeplatzes sowie des Flugbetriebs ein. Die Geräuschemission eines Luftfahrzeuges wird dabei durch den Schallleistungspegel L_{WA} des Luftfahrzeuges gekennzeichnet. Für die Berechnung der Geräuschimmission wird der Pegel der längenbezogenen Schallleistungsexposition L'_{WAE} verwendet.

4.2 Kenngrößen der Fluggeräuschemissionen

4.2.1 Einteilung der Luftfahrzeuge in Gruppen

Für die Berechnung der Fluggeräuschimmissionen werden die Luftfahrzeuge in Gruppen eingeteilt; die Luftfahrzeuggruppen sind in Tabelle 1 angegeben.

4 Input data

4.1 General

Aircraft sounds at observation points in the vicinity of airfields can be determined in accordance with the calculation method described in this standard by means of a sound propagation model and different input data. Most importantly, the sound emission of an aircraft, the airfield data and the air traffic data are entered in the calculation. The sound emission of an aircraft is characterised thereby by the sound power level L_{WA} of the aircraft. The level of the length-based sound power exposure L'_{WAE} is used for the calculation of the sound exposure.

4.2 Parameters of aircraft sound emissions

4.2.1 Allocation of aircraft in groups

For calculation of aircraft sound exposure, aircraft is divided into groups; the aircraft groups are given in Table 1.

Tabelle 1 — Luftfahrzeuggruppen

Luftfahrzeuggruppe	Benennung
P 1.0	Ultraleichtflugzeuge
P 1.1	Motorsegler
P 1.2	Propellerflugzeuge mit einer Höchststartmasse bis 2 000 kg oder Motorsegler jeweils beim Segelflugzeugschlepp
P 1.3	Propellerflugzeuge mit einer Höchststartmasse bis 2 000 kg
P 1.4	Propellerflugzeuge mit einer Höchststartmasse über 2 000 kg bis 5 700 kg
P 2.1	Propellerflugzeuge mit einer Höchststartmasse über 5 700 kg, die den Anforderungen des Anhangs 16 zum Abkommen über die Internationale Zivilluftfahrt (ICAO), Band I, Kapitel 3, Kapitel 4 oder Kapitel 10 entsprechen.
P 2.2	Propellerflugzeuge mit einer Höchststartmasse über 5 700 kg, die nicht der Luftfahrzeuggruppe P 2.1 zugeordnet werden können.
S 1.0	Strahlflugzeuge mit einer Höchststartmasse bis 20 000 kg, die den Anforderungen des Anhangs 16 zum Abkommen über die Internationale Zivilluftfahrt (ICAO), Band I, Kapitel 2 entsprechen.
S 5.1	Strahlflugzeuge mit einer Höchststartmasse bis 20 000 kg, die den Anforderungen des Anhangs 16 zum Abkommen über die Internationale Zivilluftfahrt (ICAO), Band I, Kapitel 3 oder Kapitel 4 entsprechen.
H 1.0	Hubschrauber mit einer Höchststartmasse bis 1 000 kg
H 1.1	Hubschrauber mit einer Höchststartmasse über 1 000 kg bis 3 000 kg
H 1.2	Hubschrauber mit einer Höchststartmasse über 3 000 kg bis 5 000 kg
H 2.1	Hubschrauber mit einer Höchststartmasse über 5 000 kg bis 10 000 kg

Table 1 — Aircraft groups

Aircraft group	Definition
P 1.0	ultra-light aircraft
P 1.1	motor gliders
P 1.2	propeller aircraft with a maximum take-off mass of up to 2 000 kg or motor gliders for each respective glider tow
P 1.3	propeller aircraft with a maximum take-off mass of up to 2 000 kg
P 1.4	propeller aircraft with a maximum take-off mass of more than 2 000 kg up to 5 700 kg
P 2.1	propeller aircraft with a maximum take-off mass of more than 5 700 kg, which correspond with the requirements of Annex 16 to the Convention on International Civil Aviation (ICAO), Volume I, Chapter 3, Chapter 4 or Chapter 10
P 2.2	propeller aircraft with a maximum take-off mass of more than 5 700 kg, which can not be allocated to aircraft group P 2.1
S 1.0	jet aircraft with a maximum take-off mass of up to 20 000 kg, which correspond with the requirements of Annex 16 to the Convention on International Civil Aviation (ICAO), Volume I, Chapter 2
S 5.1	jet aircraft with a maximum take-off mass of up to 20 000 kg, which correspond with the requirements of Annex 16 to the Convention on International Civil Aviation (ICAO), Volume I, Chapter 3 or Chapter 4
H 1.0	helicopters with a maximum take-off mass of up to 1 000 kg
H 1.1	helicopters with a maximum take-off mass of more than 1 000 kg up to 3 000 kg
H 1.2	helicopters with a maximum take-off mass of more than 3 000 kg up to 5 000 kg
H 2.1	helicopters with a maximum take-off mass of more than 5 000 kg up to 10 000 kg

Eine Zuordnung der in Deutschland zugelassenen Luftfahrzeuge zu den in Tabelle 1 aufgeführten Gruppen kann in der Regel auch anhand des ersten Buchstabens des Eintragungszeichens des Luftfahrzeuges (Zulassungsklasse) vorgenommen werden (siehe Tabelle 2).

An allocation of the aircraft registered in Germany to the groups listed in Table 1 can generally be carried out by using the first letter of the aircraft registration string (certification class) (see Table 2).

Tabelle 2 — Zuordnung von Zulassungsklassen zu Luftfahrzeuggruppen

Table 2 — Allocation of certification classes to aircraft groups

Erster Buchstabe des Eintragungszeichens (z. B. D- <u>E</u> YWM)	Benennung	Luftfahrzeuggruppe	First letter of the aircraft registration (e.g. D- <u>E</u> YWM)	Designation	Aircraft group
M	Ultraleichtflugzeuge	P 1.0	M	ultra-light aircraft	P 1.0
K	Motorsegler	P 1.1 oder P 1.2	K	motor gliders	P 1.1 or P 1.2
E	einmotorige Flugzeuge bis 2,0 t	P 1.3 oder P 1.2	E	single engine aircraft up to 2,0 t	P 1.3 or P 1.2
G	mehrmotorige Flugzeuge bis 2,0 t	P 1.3	G	multi-engine aircraft up to 2,0 t	P 1.3
F	einmotorige Flugzeuge über 2,0 t bis 5,7 t	P 1.4	F	single-engine aircraft of more than 2,0 t up to 5,7 t	P 1.4
I	mehrmotorige Flugzeuge über 2,0 t bis 5,7 t	P 1.4	I	multi-engine aircraft of more than 2,0 t up to 5,7 t	P 1.4
C	sämtliche Flugzeuge über 5,7 t bis 14,0 t	P 2.1 oder P 2.2 bzw. S 1.0 oder S 5.1	C	all aircraft of more than 5,7 t up to 14,0 t	P 2.1 or P 2.2 or S 1.0 or S 5.1
B	sämtliche Flugzeuge über 14,0 t bis 20,0 t	P 2.1 oder P 2.2 bzw. S 1.0 oder S 5.1	B	all aircraft of more than 14,0 t up to 20,0 t	P 2.1 or P 2.2 or S 1.0 or S 5.1
H	Hubschrauber	H 1.0 bis H 2.1	H	helicopters	H 1.0 or H 2.1

Beispiele für die Zuordnung von Luftfahrzeugmustern zu den Luftfahrzeuggruppen sind in Tabelle 3 aufgeführt.

Tabelle 3 — Beispiele der Zuordnung von Luftfahrzeugmustern zu den Luftfahrzeuggruppen

Table 3 — Examples of the allocation of aircraft types to aircraft groups

Luftfahrzeuggruppe	Beispiele für Luftfahrzeugmuster (maximale Startmasse)	Aircraft group	Examples of aircraft types (maximum take-off mass)
P 1.0	Dewald Sunny, Flightstar II, Ikarus C42, Quicksilver MXL II, Sherpa, Stratos, Tecnam P92 Echo	P 1.0	Dewald Sunny, Flightstar II, Ikarus C42, Quicksilver MXL II, Sherpa, Stratos, Tecnam P92 Echo
P 1.1	DG-400 (500 kg), Grob 109B (900 kg), H 36 Dimona (800 kg), Scheibe SF 25C (700 kg)	P 1.1	DG-400 (500 kg), Grob 109B (900 kg), H 36 Dimona (800 kg), Scheibe SF 25C (700 kg)
P 1.2	DR 400/180R (1 000 kg), H 36 Dimona (800 kg), PZL-104 „Wilga 35“ (1 200 kg), Scheibe SF 25 (700 kg)	P 1.2	DR 400/180R (1 000 kg), H 36 Dimona (800 kg), PZL-104 „Wilga 35“ (1 200 kg), Scheibe SF 25 (700 kg)
P 1.3	DR 400/180R (1 000 kg), Cessna 172N (1 000 kg), Piper PA-28-181 (1 200 kg), Piper PA-34-200 (1 900 kg)	P 1.3	DR 400/180R (1 000 kg), Cessna 172N (1 000 kg), Piper PA-28-181 (1 200 kg), Piper PA-34-200 (1 900 kg)
P 1.4	Antonov AN-2 (5 500 kg), Beech 200 (5 700 kg), Cessna 421C (3 400 kg), Piper PA-34-220T (2 200 kg)	P 1.4	Antonov AN-2 (5 500 kg), Beech 200 (5 700 kg), Cessna 421C (3 400 kg), Piper PA-34-220T (2 200 kg)
P 2.1	ATR 42-300 (16 900 kg), Beech 300 (6 400 kg), DHC-8-311 (19 500 kg), Dornier Do 228-212 (6 400 kg), Saab 340B (12 900 kg)	P 2.1	ATR 42-300 (16 900 kg), Beech 300 (6 400 kg), DHC-8-311 (19 500 kg), Dornier Do 228-212 (6 400 kg), Saab 340B (12 900 kg)
P 2.2	Fokker F27, Mk 100 und Mk 600 (18 400 kg bzw. 19 500 kg)	P 2.2	Fokker F27, Mk 100 und Mk 600 (18 400 kg or 19 500 kg)
S 1.0	Fan Jet Falcon (12 000 kg)	S 1.0	Fan Jet Falcon (12 000 kg)
S 5.1	Cessna 560 (7 400 kg), CL-600-1A11 (18 700 kg), Learjet 35A (8 300 kg), Mystere Falcon 50 (18 500 kg)	S 5.1	Cessna 560 (7 400 kg), CL-600-1A11 (18 700 kg), Learjet 35A (8 300 kg), Mystere Falcon 50 (18 500 kg)
H 1.0	CH-7 Angel (400 kg), Hughes 269 C (900 kg), R 22 BETA (600 kg)	H 1.0	CH-7 Angel (400 kg), Hughes 269 C (900 kg), R 22 BETA (600 kg)
H 1.1	AS 350 B (2 000 kg), AS 350 B2 (2 300 kg), Bell 206B (1 500 kg), Bell 206L-3 (1 900 kg), BO 105 S (2 500 kg), EC 120 B (1 700 kg), EC 135 P1 (2 800 kg), Hughes 369 D (1 400 kg), R 44 (1 100 kg), MD 902 Explorer (2948 kg)	H 1.1	AS 350 B (2 000 kg), AS 350 B2 (2 300 kg), Bell 206B (1 500 kg), Bell 206L-3 (1 900 kg), BO 105 S (2 500 kg), EC 120 B (1 700 kg), EC 135 P1 (2 800 kg), Hughes 369 D (1 400 kg), R 44 (1 100 kg), MD 902 Explorer (2948 kg)
H 1.2	Bell 205A-1 (4 300 kg), Bell 222B (3 700 kg), EC 145 (3 585 kg), EC 155 B (4 800 kg), MBB BK 117 B-2 (3 400 kg)	H 1.2	Bell 205A-1 (4 300 kg), Bell 222B (3 700 kg), EC 145 (3 585 kg), EC 155 B (4 800 kg), MBB BK 117 B-2 (3 400 kg)
H 2.1	Bell 412 HP (5 400 kg); Sikorsky S-76B (5 300 kg)	H 2.1	Bell 412 HP (5 400 kg); Sikorsky S-76B (5 300 kg)

4.2.2 Bildung von Luftfahrzeugklassen

Für die Berechnung der Fluglärmbelastung an Landeplätzen wird von standardisierten Luftfahrzeuggruppen ausgegangen, denen jeweils mindestens ein Datensatz (Luftfahrzeugklasse) für Start (S) oder Landung (L) zugeordnet ist (Tabelle 4). Eine Luftfahrzeugklasse besitzt einheitliche akustische und flugbetriebliche Eigenschaften für Start oder Landung.

4.2.2 Formation of aircraft classes

For the calculation of aircraft noise exposure around airfields standard aircraft groups are defined to each of which at least one data set (aircraft class) for departure (S) and approach (L) is allocated (Table 4). An aircraft class has uniform acoustic and flight operation properties for departures or approaches.

Tabelle 4 — Aufteilung der Luftfahrzeuggruppen in Luftfahrzeugklassen

Table 4 — Division of aircraft groups into aircraft classes

Luftfahrzeuggruppe	Betriebsbedingung	Luftfahrzeugklasse	Aircraft group	Operating conditions	Aircraft class
P 1.0	Abflug	P 1.0 – S	P 1.0	departure	P 1.0 – S
P 1.0	Anflug	P 1.0 – L	P 1.0	approach	P 1.0 – L
P 1.1	Abflug	P 1.1 – S	P 1.1	departure	P 1.1 – S
P 1.1	Anflug	P 1.1 – L	P 1.1	approach	P 1.1 – L
P 1.2	Abflug	P 1.2 – S	P 1.2	departure	P 1.2 – S
P 1.2	Anflug	P 1.2 – L	P 1.2	approach	P 1.2 – L
P 1.3	Abflug	P 1.3 – S	P 1.3	departure	P 1.3 – S
P 1.3	Anflug	P 1.3 – L	P 1.3	approach	P 1.3 – L
P 1.4	Abflug	P 1.4 – S	P 1.4	departure	P 1.4 – S
P 1.4	Anflug	P 1.4 – L	P 1.4	approach	P 1.4 – L
P 2.1	Abflug	P 2.1 – S	P 2.1	departure	P 2.1 – S
P 2.1	Anflug	P 2.1 – L	P 2.1	approach	P 2.1 – L
P 2.2	Abflug	P 2.2 – S	P 2.2	departure	P 2.2 – S

Tabelle 4 (fortgesetzt)

Table 4 (continued)

Luftfahrzeuggruppe	Betriebsbedingung	Luftfahrzeugklasse	Aircraft group	Operating conditions	Aircraft class
P 2.2	Anflug	P 2.2 – L	P 2.2	approach	P 2.2 – L
S 1.0	Abflug	S 1.0 – S	S 1.0	departure	S 1.0 – S
S 1.0	Anflug	S 1.0 – L	S 1.0	approach	S 1.0 – L
S 5.1	Abflug	S 5.1 – S	S 5.1	departure	S 5.1 – S
S 5.1	Anflug	S 5.1 – L	S 5.1	approach	S 5.1 – L
H 1.0	Abflug	H 1.0 – S	H 1.0	departure	H 1.0 – S
H 1.0	Anflug	H 1.0 – L	H 1.0	approach	H 1.0 – L
H 1.1	Abflug	H 1.1 – S	H 1.1	departure	H 1.1 – S
H 1.1	Anflug	H 1.1 – L	H 1.1	approach	H 1.1 – L
H 1.2	Abflug	H 1.2 – S	H 1.2	departure	H 1.2 – S
H 1.2	Anflug	H 1.2 – L	H 1.2	approach	H 1.2 – L
H 1.2	Abflug mit Rückwärtsstart	H 1.2 – SR	H 1.2	backwards take-off	H 1.2 – SR
H 1.2	Anflug bei Rückwärtsstart	H 1.2 – LR	H 1.2	approach with backwards take-off	H 1.2 – LR
H 2.1	Abflug	H 2.1 – S	H 2.1	departure	H 2.1 – S
H 2.1	Anflug	H 2.1 – L	H 2.1	approach	H 2.1 – L

4.2.3 Akustische Kennwerte der Luftfahrzeuge**4.2.3 Acoustic characteristics of the aircraft****4.2.3.1 Allgemeines****4.2.3.1 General**

Für die Bestimmung der Geräuschemission der an Landeplätzen verkehrenden Luftfahrzeuge sind die in 4.2.3.2 angegebenen akustischen Kennwerte zu verwenden. In 4.2.3.3 ist zusätzlich ein alternatives Verfahren beschrieben, das angewandt werden darf, wenn der Flugbetrieb einer Luftfahrzeuggruppe durch ein einzelnes Luftfahrzeugmuster dominiert wird (Anteil von mindestens 80 %), und dies gesondert betrachtet werden muss.

The acoustic characteristics given in 4.2.3.2 shall be used for the determination of the sound emissions of aircraft operating on airfields. Additionally, an alternative method is described in 4.2.3.3 which may be used if flight operation of an aircraft group is dominated by a single aircraft type (percentage of at least 80 %), and this is required to be specially considered.

Sofern akustische Kennwerte der auf dem Landeplatz verkehrenden Luftfahrzeugmuster bekannt sind, dürfen diese im konkreten Einzelfall in das Berechnungsverfahren nach Abschnitt 5 aufgenommen werden.

As long as acoustic characteristics of the aircraft types operating on the airfield are known, these can be incorporated in specific individual cases in the calculation method described in segment 5.

4.2.3.2 Schallleistungspegel L_W der Luftfahrzeuggruppen**4.2.3.2 Sound power level L_W of the aircraft groups**

Für die einzelnen Luftfahrzeuggruppen nach Tabelle 1 sind in den Datenblättern im Anhang A die unbewerteten Oktav-Schallleistungspegel in Abhängigkeit von den Flugzuständen Start und Landung angegeben. Beispielfhaft sind in Tabelle 5 für die Luftfahrzeuggruppe P 1.3 diese Oktav-Schallleistungspegel aus dem Anhang A aufgeführt.

For the individual aircraft groups in accordance with Table 1, the unweighted octave sound power levels depending on the operational modes departure and approach are given in the data sheets in Annex A. Exemplary, these octave sound power levels from Annex A are listed in Table 5 for aircraft group P 1.3.

Tabelle 5 — Oktav-Schallleistungspegel $L_{W,n}$ für die Luftfahrzeuggruppe P 1.3

Table 5 — Octave sound power level $L_{W,n}$ for the aircraft group P 1.3

Oktav-Nummer, n Octave Number, n	Mittenfrequenz Centre frequency Hz	Oktav-Schallleistungspegel, $L_{W,n}$ Octave sound power level, $L_{W,n}$ dB	
		Start Departure	Landung Approach
1	63	137,1	127,1
2	125	136,2	126,2
3	250	131,9	121,9
4	500	128,2	118,2
5	1 000	124,0	114,0
6	2 000	119,6	109,6
7	4 000	117,2	107,2
8	8 000	114,4	104,4

In Tabelle 6 ist eine Übersicht über die A-bewerteten Gesamt-Schallleistungspegel L_{WA} in Abhängigkeit von den Flugzuständen (Start, Landung) angegeben.

An overview of the A-weighted total sound power level L_{WA} depending on the operational mode (departure, approach) is given in Table 6.

Tabelle 6 — Schallleistungspegel L_{WA} der Luftfahrzeuggruppen

Table 6 — Sound power level L_{WA} of the aircraft groups

Luftfahrzeuggruppe Aircraft group	Schallleistungspegel, L_{WA} Sound power level, L_{WA} dB	
	Start Departure	Landung Approach
P 1.0	119,2	109,2
P 1.1	124,2	114,2
P 1.2	128,4	118,4
P 1.3	130,4	120,4
P 1.4	138,4	131,4
P 2.1	141,0	140,1
P 2.2	148,5	140,1
S 1.0	144,8	139,3
S 5.1	140,8	136,3
H 1.0	128,5	128,5
H 1.1	133,7	133,7
H 1.2	136,3	136,3
H 2.1	138,5	138,5

ANMERKUNG Die Schallleistungspegel der Luftfahrzeuggruppen weisen im Mittel eine Standardabweichung von etwa 3 dB auf (siehe auch 5.4.4).

NOTE The sound power levels of the aircraft groups show a standard deviation of approximately 3 dB on average (also see 5.4.4).

Für Propellerflugzeuge, die den erhöhten Schallschutzanforderungen der Landeplatz-Lärmschutz-Verordnung entsprechen, wird ein pauschaler Bonus von 5 dB vergeben. Der Bonus ist von den im Anhang A angegebenen Schallleistungspegeln der jeweiligen Luftfahrzeuggruppe (P 1.1 bis P 2.2) abziehen.

A general bonus of 5 dB is given to propeller aircraft which correspond to the increased noise protection requirements of the German Airfield Noise Protection Order. The bonus is to be subtracted from the sound power levels of each aircraft group (P 1.1 to P 2.2) given in Annex A.

4.2.3.3 Schalleistungspegel, abgeleitet aus Messwerten

Gemäß Artikel 6 der Verordnung (EG) Nr. 216/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates zur Festlegung gemeinsamer Vorschriften für die Zivilluftfahrt und zur Errichtung einer Europäischen Agentur für Flugsicherheit müssen Luftfahrzeuge die im „Anhang 16, Band I“ der Internationalen Zivilluftfahrt-Organisation ICAO festgelegten Lärmgrenzwerte einhalten. Für diejenigen Luftfahrzeuge, die nach der Verordnung weiterhin dem nationalen Luftrecht unterliegen, gelten die in der „Lärmvorschrift für Luftfahrzeuge (LVL)“ angegebenen Lärmgrenzwerte (z. B. für Ultraleichtflugzeuge).

Die für die Luftfahrzeuge ermittelten Lärmpegel werden von der Europäischen Agentur für Flugsicherheit bzw. vom Luftfahrt-Bundesamt veröffentlicht. Aus den Lärmpegeln erhält man durch die Addition der Umrechnungskonstanten K_{LVL} in dB, näherungsweise den Schalleistungspegel.

Die Umrechnungskonstante K_{LVL} ist Tabelle 7 zu entnehmen. Bei der Umrechnung ist von einer Standardunsicherheit des Ergebnisses für die Bestimmung des Schalleistungspegels von 3 dB auszugehen.

4.2.3.3 Sound power level derived from measured values

In accordance with Article 6 of Regulation (EC) No. 216/2008 of the European Parliament and of the Council for the specification of common rules in the field of civil aviation and establishing a European Aviation Safety Agency, aircraft are required to conform with the noise limits specified in “Annex 16, Volume I” of the International Civil Aviation Organization ICAO. For those aircraft which are subject to the national air traffic law in accordance with the regulation, the noise limits given in the “German Noise Regulation for Aircraft (LVL)” (Lärmvorschrift für Luftfahrzeuge) are applicable (e.g. for ultra-light aircraft).

The noise levels determined for the aircraft will be published by the European Aviation Safety Agency or by the German Federal Aviation Office (Luftfahrt-Bundesamt). The sound power level can be approximately obtained from the noise level by the addition of the conversion constant K_{LVL} in dB.

The conversion constant K_{LVL} is to be taken from Table 7. A standard uncertainty of the results for determination of the sound power level of 3 dB is assumed for the conversion.

Tabelle 7 — Umrechnungskonstante K_{LVL} für Messwerte nach ICAO-Anhang 16, Band I und LVL

Table 7 — Conversion constant K_{LVL} for measurement values in accordance with ICAO Annex 16, Volume I and the LVL

Luftfahrzeuggruppe Aircraft group	Umrechnungskonstante K_{LVL} für die Schalleistungspegel der Luftfahrzeuggruppen nach Tabelle 1 Conversion constant K_{LVL} for the sound power levels of the aircraft groups in accordance with Table 1	
	Start Departure	Landung Approach
P 1.1	51	41
P 1.2	53	43
P 1.3	53	43
P 1.4	54	47
H 1.0	39	37
H 1.1	39	37

Liegen für Luftfahrzeuge keine Messwerte aus der Lärmzulassung vor, sind Messungen der akustischen Kenngrößen nach DIN 45684-2 durchzuführen.

If there are no measurement values for aircraft available in the noise certificate, the measurement of the acoustic parameters shall be performed in accordance with DIN 45684-2.

4.2.4 Flugleistungsdaten der Luftfahrzeuggruppen

Den jeweiligen Luftfahrzeuggruppen sind in den Datenblättern im Anhang A Flugleistungsdaten zugeordnet.

4.2.4 Flight performance data of the aircraft groups

Flight performance data is allocated to each aircraft group in the data sheets in Annex A.

ANMERKUNG Einen Sonderfall bilden Hubschrauberlandeplätze mit sehr kleiner Start- und Landefläche, wie sie häufig an Krankenhäusern vorkommen. Hier wird für den Hubschrauberstart ein spezielles Flugverfahren angewendet, das so genannte Rückwärtsstartverfahren. Dieses Flugverfahren wird aus Gründen der Flugsicherheit praktiziert, um bei einem möglichen Triebwerksausfall während der Startphase noch sicher auf der Startfläche landen zu können. Datenblätter für dieses Flugverfahren finden sich im Anhang B.

NOTE Helicopter landing sites with a very small departure and approach area, such as often seen at hospitals, form a special case. A special flight procedure is used for a helicopter departure, the so-called backwards take-off procedure. This flight procedure is practiced for reasons of flight safety in order to still be able to land safely on the departure area in the case of possible engine failure during the departure phase. Data sheets for this flight procedure are found in Annex B.

Durch die Datensätze im Anhang A werden die Fluggeschwindigkeit V und die Flughöhe H als stückweise lineare Funktion der Bogenlänge σ' erklärt. Der Zusatzpegel Z berücksichtigt die Änderungen der Schallemission durch Änderungen des Flugzustandes als Funktion der Bogenlänge σ' . 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 Verlauf. 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 Verläufe der drei Funktionen in den Spalten „ $dV/d\sigma'$ “, „ $dZ/d\sigma'$ “ und „ $dH/d\sigma'$ “ der Datensätze (siehe Anhang A) angegeben.

By the data set in Annex A, the flight speed V and the height H are described as a stepwise linear function of the arc length σ' . The additional level Z accounts for the changes of the sound emission due to changes in engine performance as a function of the arc length σ' . The numerical values in the column σ' define the inflexion points of this function. The values assumed by these functions at an inflexion point σ' are given in the corresponding rows. A dash in one of these rows means that this point σ' for the corresponding function is not an inflexion point. Between two consecutive inflexion points, the functions have a constant slope. For values of the arc length σ' which are smaller than the first numerical value of σ' , the functions are constant and have the value from the first row. For values of arc length σ' which are larger than the last numerical value in row σ' , the slopes of the three functions are given in the columns „ $dV/d\sigma'$ “, „ $dZ/d\sigma'$ “ and „ $dH/d\sigma'$ “ of the data sheet (see Annex A).

Beispielhaft sind in Tabelle 8 für die Luftfahrzeuggruppe P 1.3 diese Flugleistungsdaten aus dem Anhang A aufgeführt.

For example, these flight performance data from Annex A are listed in Table 8 for the aircraft group P 1.3.

Tabelle 8 — Flugleistungsdaten der
Luftfahrzeuggruppe P 1.3Table 8 — Flight performance data for
aircraft group P 1.3

P 1.3 Start/Departure							P 1.3 Landung/Approach						
σ' m	Z dB	V m/s	H m	$dZ/d\sigma'$ dB/m	$dV/d\sigma'$ s ⁻¹	$dH/d\sigma'$	σ' m	Z dB	V m/s	H m	$dZ/d\sigma'$ dB/m	$dV/d\sigma'$ s ⁻¹	$dH/d\sigma'$
0	0	10	0				$-150 - S_V$	-10	10	0			
250	0	36	0				-150	0	31	0			
X	0	36	h_0				$X - 1\,000$	0	31	–			
$X + 1\,000$	-8	43	h_0				X	2	43	h_0			
$> X + 1\,000$				0	0	0	$> X$				0	0	0
$h_Q = 1,2\text{ m}$ $Q_\sigma = 3\text{ dB}$ $X = \frac{h_0}{0,105} + 250\text{ m}$							$h_Q = 1,2\text{ m}$ $Q_\sigma = 3\text{ dB}$ $S_V = 300\text{ m}$ $X = \frac{h_0}{\tan w} - 150\text{ m}$						

In den Datensätzen gelten folgende Formelzeichen:

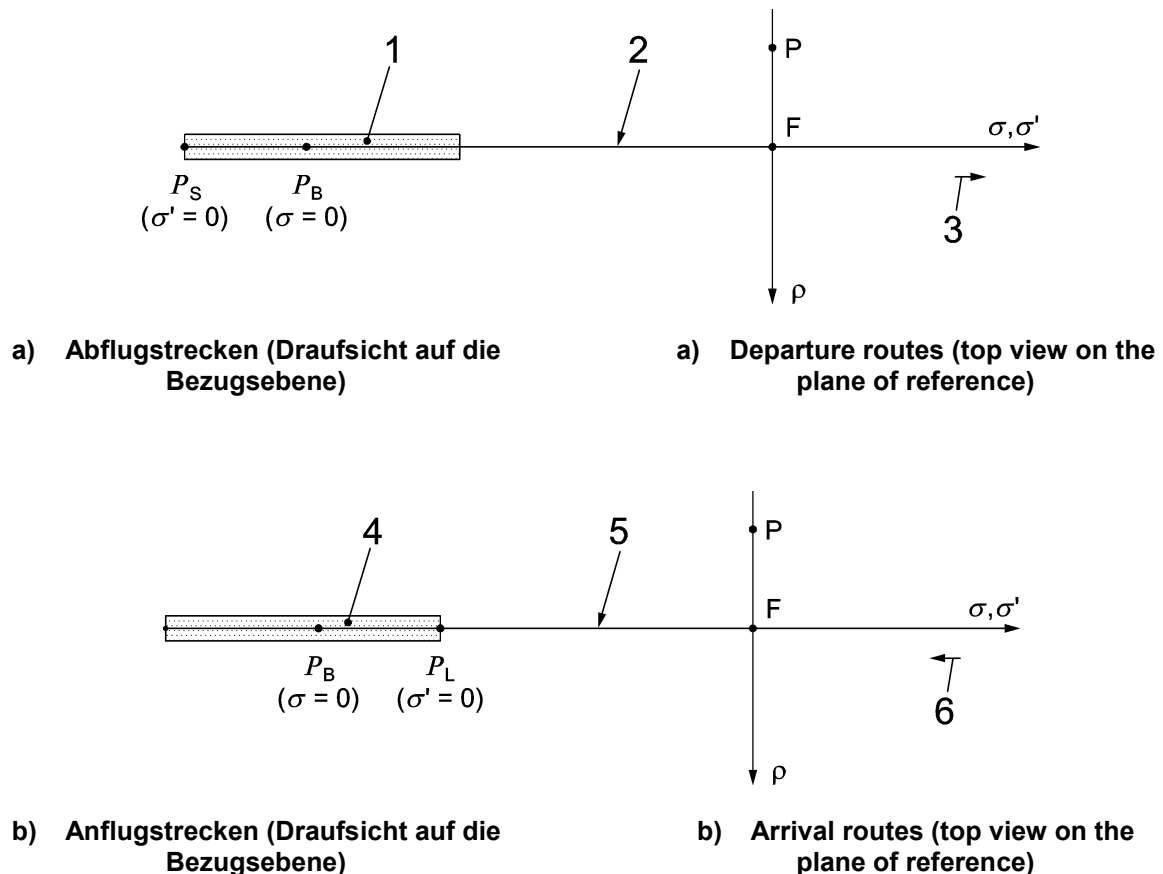
The following symbols are applicable in the data sheets:

σ'	Bogenlänge der Flugstrecke bezogen auf den Startpunkt P_S bzw. die Landeschwelle/Hubschrauberaufsetzpunkt P_L , in Meter (m);	σ'	arc length of the flight route measured from the start of roll P_S or the landing threshold/helicopter touchdown point P_L in metres (m);
Z	Zusatzpegel zur Berücksichtigung der Änderung der Triebwerksleistung, in Dezibel (dB);	Z	additional level to account for the changes in engine performance, in decibels (dB);
V	Fluggeschwindigkeit als Funktion der Bogenlänge σ' , in Meter je Sekunde (m/s);	V	flight speed as a function of arc length σ' , in metres per second (m/s);
H	Flughöhe als Funktion der Bogenlänge σ' , in Meter (m);	H	height as a function of arc length σ' , in metres (m);
h_Q	Höhe der Schallquelle über dem Boden, wenn sich das Luftfahrzeug am Boden befindet, in Meter (m);	h_Q	the elevation of the sound source above the ground, if the aircraft is located on the ground, in metres (m);
Q_σ	Luftfahrzeugklassenspezifische Standardabweichung der Geräusch-Emissionsdaten (Streuung der Maximalpegel um den Klassenmittelwert), in Dezibel (dB);	Q_σ	aircraft class-specific standard deviation of the sound emission data (scatter of the maximum level around the average value of the class), in decibels (dB);
S_V	Verzögerungsstrecke nach dem Aufsetzen auf der Landebahn, in Meter (m);	S_V	deceleration distance after touching down on the runway, in metres (m);

X	Bogenlänge der Stelle, an der eine bestimmte Flughöhe erreicht wird, in Meter (m);	X	arc length of the point at which a certain height is reached, in metres (m);
h_0	die Flughöhe nach Anhang C, Datenblatt 2 für Abflüge, Datenblatt 3 für Anflüge oder Datenblatt 4 für Platzrunden, in Meter (m);	h_0	height in accordance with Annex C, data sheet 2 for departures, data sheet 3 for approaches or data sheet 4 for circuit patterns, in metres (m);
w	der Gleitwinkel nach Anhang C, Datenblatt 3 für Anflüge oder Datenblatt 4 für Platzrunden, in Grad (°).	w	glide angle in accordance with Annex C, data sheet 3 for approaches or data sheet 4 for circuit patterns in degrees (°).

Die in Tabelle 7 und im Anhang A verwendeten Größen sind in Bild 1 veranschaulicht.

The parameters used in Table 7 and Annex A are illustrated in Figure 1.



Legende

- P** Immissionsort
- F** Fußpunkt des von **P** auf die Flugstrecke gefällten Lots
- σ Bogenlänge der Flugstrecke bezogen auf den Bahnbezugspunkt
- σ' Bogenlänge der Flugstrecke bezogen auf Startpunkt bzw. Landeschwelle
- ρ Koordinate senkrecht zur Flugstrecke durch den Immissionsort
- P_B Bahnbezugspunkt
- P_S Startpunkt
- P_L Landeschwelle
- 1 Startbahn
- 2 Abflugstrecke
- 3 Flugrichtung
- 4 Landebahn
- 5 Anflugstrecke
- 6 Flugrichtung

Key

- P** observation point
- F** foot of the perpendicular dropped by **P** on the flight route
- σ arc length of the flight route measured from the runway reference point
- σ' arc length of the flight route measured from the start of roll or landing threshold
- ρ coordinate perpendicular to the flight route through the observation point
- P_B runway reference point
- P_S start of roll
- P_L landing threshold
- 1 runway for departures
- 2 departure route
- 3 flight direction
- 4 runway for approaches
- 5 arrival route
- 6 flight direction

Bild 1 — Geometrie in der Bezugsebene für Ab- und Anflüge

Figure 1 — Geometry on the reference plane for departures and arrivals

4.3 Landeplatz- und Flugbetriebsdaten

4.3.1 Allgemeine Landeplatzdaten

Für die Ermittlung der Fluglärmbelastung werden zumindest folgende Landeplatzdaten benötigt:

— Flugplatzbezugspunkt

Der Flugplatzbezugspunkt ist sowohl in geographischen als auch in Universal Transverse Mercator (UTM) Koordinaten (ETRS 89) anzugeben. Die geographischen Koordinaten sind bezogen auf WGS 84 anzugeben und können in der Regel dem Luftfahrthandbuch Deutschland entnommen werden.

— Lage der Start- und Landebahn

Die Lage der Start- und Landebahn wird durch die Angabe eines Bahnbezugspunktes in UTM-Koordinaten, der Bahnrichtung, bezogen auf rechtweisend Nord (rwN) und auf Gitter-Nord (UTM), sowie die Festlegung des Startpunktes und der Landeschwelle für jede Start-/Landerichtung beschrieben. Die Angabe dieser Punkte sind in demselben Bezugssystem wie die Angabe des Flugplatzbezugspunktes vorzunehmen.

— Länge der Start- und Landebahn

Die Länge der Start- und Landebahn und deren Teilstrecken (Abstand Startpunkt — Bahnbezugspunkt bzw. Landeschwelle — Bahnbezugspunkt) sind anzugeben.

— Lage der Hubschrauberstart- und -lande-
stelle

Die Lage der Hubschrauberstart- und -lande-
stelle wird durch UTM-Koordinaten (ETRS 89) beschrieben. Die Angabe dieses Punktes ist in demselben Bezugssystem wie die Angabe des Flugplatzbezugspunktes vorzunehmen.

Die Erfassung der Daten sollte nach Anhang C, Datenblatt 1, vorgenommen werden.

ANMERKUNG Ergänzende Informationen können der AzD und AzB entnommen werden.

4.3 Airfield and flight operation data

4.3.1 General airfield data

For determination of the aircraft noise exposure the following minimum information about the airfield is required:

— airfield reference point

The airfield reference point is to be given in geographic as well as in Universal Transverse Mercator (UTM) coordinates (ETRS 89). The geographic coordinates are to be given based on WGS 84 and can be taken as a general rule from the German Aeronautical Information Publication (Luftfahrthandbuch Deutschland).

— position of the runways for both departure and approach

The position of the runways for departure and approach is described by the information about a runway reference point in UTM coordinates, based on True North (TN) and on grid north (UTM), as well as the specification of the start of roll and the landing threshold for each departure/approach direction. The information about these points is to be described in the same reference system as the information about the airfield reference point.

— length of the runways for departure and approach

The length of the runways for departure and approach and their sections (distance start of roll — runway reference point or landing threshold — runway reference point) are to be given.

— position of the helicopter departure and approach point

The position of the helicopter departure and approach point is described by UTM coordinates (ETRS 89). The information about this point is to be described in the same reference system as the information about the airfield reference point.

The preparation of data should be performed in accordance with Annex C, data sheet 1.

NOTE Supplementary information can be taken from the AzD and the AzB.

4.3.2 Flugstreckenbeschreibungen

Bei bereits genehmigten Landeplätzen sind die Ab- und Anflugstrecken sowie die festgelegten Platzrunden zugrunde zu legen. Anderenfalls ist von den geplanten Flugstrecken auszugehen.

Jede Ab- und Anflugstrecke bzw. Platzrunde ist einzeln zu erfassen. Die Beschreibung der Ab- und Anflugstrecken und der Platzrunden erfolgt abschnittsweise. Der erste Abschnitt beginnt jeweils am Bahnbezugspunkt; die weiteren Abschnitte beginnen jeweils am Ende des vorhergehenden Abschnitts. Der letzte Abschnitt endet beim Verlassen des Einflussbereiches des Landeplatzes bzw. bei Platzrunden am Ausgangspunkt (Bahnbezugspunkt). Anflugstrecken und Platzrunden werden entgegen der Flugrichtung beschrieben. Der Einflussbereich wird in Abhängigkeit von der zugrunde gelegten Anzahl der Starts mit Motorflugzeugen und Hubschraubern wie folgt definiert:

- Landeplätze mit bis zu 10 000 Starts je Jahr: Radius von mindestens 5 000 m um den Bahnbezugspunkt;
- Landeplätze mit mehr als 10 000 Starts je Jahr: Radius von mindestens 10 000 m um den Bahnbezugspunkt.

Bei der Festlegung des Einflussbereiches ist zu berücksichtigen, dass bei einem Segmentierungsverfahren die Flugstrecken über den Bereich hinaus beschrieben werden müssen, in dem die Immissionen zu berechnen sind. Dies ist notwendig, da auch Segmente außerhalb des Rechenbereiches zur Immission im Rechengebiet beitragen. Der Rechenbereich, in dem die Immissionskenngrößen zu ermitteln sind, sollte daher auf 3/5 des Radius des Einflussbereiches um den Bahnbezugspunkt begrenzt werden.

Bei Landeplätzen mit hohen Flugbewegungszahlen, aber nur mit VFR-Flugbetrieb, reicht es in der Regel aus, die Flugstrecken nur innerhalb eines Radius von 5 000 m um den Bahnbezugspunkt zu beschreiben. Abweichend davon sind bei Landeplätzen mit Kontrollzone die Flugstrecken in der Umgebung des Landeplatzes vom Bahnbezugspunkt bis zu den Einflughpunkten in die Kontrollzone (Pflichtmeldepunkte) zu beschreiben. In jedem Fall ist die Platzrunde vollständig zu beschreiben.

4.3.2 Flight route descriptions

For already approved airfields, the departure and arrival routes as well as the specified circuit patterns are used as a basis. In other cases, it shall be determined from the planned flight routes.

Each departure and arrival route, or circuit pattern, shall be prepared individually. The description of the departure and arrival routes and the circuit patterns takes place in sections. The first section begins in each case at the runway reference point; each further section begins at the end of the previous section. The final section ends once the area of influence of the airfield has been left, or for circuit patterns at the point of origin (runway reference point). Arrival routes and circuit patterns are described counter to the flight direction. The area of influence is defined as follows, depending on the underlying number of departures of motorized aircraft and helicopters:

- airfields with up to 10 000 departures per year; radius of at least 5 000 m around the runway reference point;
- airfields with more than 10 000 departures per year; radius of at least 10 000 m around the runway reference point.

When specifying the area of influence, it shall be considered that for a segmentation method the flight routes are required to be described beyond the range in which immission is to be calculated. This is necessary because segments outside of the calculation area contribute to immission in the calculation area. The calculation area in which exposure parameters are to be determined should therefore be limited to 3/5 of the radius of the area of influence around the runway reference point.

At airfields with high numbers of flight movements, but only VFR flight operations, it is generally sufficient to describe the flight routes within a radius of only 5 000 m around the runway reference point. For airfields with a control zone, the flight routes in the vicinity of the airfield are to be described, contrary to this, from the runway reference point to the VFR entry point in the control zone (mandatory reporting point). A circuit pattern shall always be completely described in each case.

Ein Abschnitt der Flugstrecke ist entweder durch eine Gerade oder einen Kreisbogen zu beschreiben. Für jeden Abschnitt der Flugstrecke wird zur Berücksichtigung der horizontalen Verteilung der tatsächlichen Flugwege innerhalb eines Flugkorridors eine Korridorbreite am Anfang und Ende des Abschnittes der Flugstrecke angegeben. Die beschriebene Flugstrecke gilt als Mittellinie des Flugkorridors.

Die Beschreibung der Ab- und Anflugstrecken sowie der Platzrunden sollte nach Anhang C, Datenblätter 2 bis 9 vorgenommen werden. Speziell bei der Beschreibung einer Abflugstrecke mit Rückwärtsstartverfahren ist darauf zu achten, dass hierbei auch der rückwärts geflogene Streckenteil beschrieben wird.

Für Anflugstrecken ist der durch ein Anflugführungssystem (z. B. ILS, PAPI) festgelegte Gleitwinkel anzugeben. Sind keine entsprechenden Systeme oder Angaben vorhanden, ist für Propellerflugzeuge ein Gleitwinkel von 5° und für Strahlflugzeuge von 3° einzusetzen. Für Hubschrauber ist der in den Datenblättern angegebene Standardwert zu verwenden, sofern keine anderen belastbaren Angaben vorliegen.

Zur Berücksichtigung der seitlichen Abweichung der Flüge von der festgesetzten Flugstrecke wird jeder Flugstrecke ein Flugkorridor mit einer Korridorbreite $b(\sigma)$ zugeordnet, die eine stückweise lineare Funktion von σ ist. Die horizontale Verteilung der Flugbewegungen im Flugkorridor wird durch die Verteilungsfunktion $v(\eta)$ beschrieben:

A segment of the flight route is described either as straight or as a circular arc. For each segment of the flight route, a corridor width is given at the start and end of this segment to account for the horizontal distribution of the actual ground tracks within a flight corridor. The flight route described represents the centre line of the flight corridor.

The description of the departure and arrival routes, as well as circuit patterns, should be carried out in accordance with Annex C, data sheets 2 through 9. With regard to the description of a departure with a backwards take-off procedure, it shall be especially observed that the partial route segment when flying backwards is also described in this case.

For arrival routes the glide angle specified by the approach guidance system (e.g. ILS, PAPI) shall be provided. If no corresponding systems or information are available, a glide angle of 5° for propeller aircraft and of 3° for jet aircraft shall be used. For helicopters, the standard value given in the data sheets shall be used, as long as no other significant information is available.

For consideration of the lateral deviations of flights from the specified flight route, each flight route is allocated a flight corridor with a corridor width $b(\sigma)$, which is a stepwise linear function of σ . The horizontal distribution of flight movements in the flight corridor is described by the distribution function $v(\eta)$:

$$v(\eta) = 30 \left(1/4 - \eta^2 \right)^2 \quad (8)$$

Dabei ist

where

$v(\eta)$ die Verteilungsfunktion der Anzahl der Flugbewegungen im Flugkorridor;

$\eta = \rho/b$ die mit der Korridorbreite normierte Längenkoordinate auf der Senkrechten zur Flugstrecke ($-1/2 \leq \eta \leq +1/2$);

b die Korridorbreite der Flugstrecke als Funktion der Bogenlänge σ längs der Flugstrecke;

ρ die Längenkoordinate auf der Senkrechten zur Flugstrecke.

$v(\eta)$ is the distribution function of flight movements in the flight corridor;

$\eta = \rho/b$ is the length coordinate perpendicular to the flight route normalized with the corridor width ($-1/2 \leq \eta \leq +1/2$);

b is the corridor width of the flight route as a function of the arc length σ along the flight route;

ρ is the length coordinate perpendicular to the flight route.

Die Verteilung der Flugbewegungen über den Flugkorridor wird durch eine Aufteilung des Korridors in eine ungerade Anzahl von gleich breiten Teilkorridoren realisiert. Bild 2 zeigt dies am Beispiel einer Zerlegung in fünf Teilkorridore. Die Mittellinie eines Teilkorridors wird als Flugweg bezeichnet. Die Flugwege und die zugehörigen Teilkorridore werden ausgehend von der Flugstrecke nach außen fortlaufend nummeriert: Die Flugstrecke als Korridor-mittellinie bekommt die laufende Nummer 1, die links zur Richtung der Flugstrecke liegenden Flugwege erhalten geradzahlige, die rechts davon liegenden Flugwege ungeradzahlige Nummern. Bei der Berechnung sollte eine Teilkorridorbreite von 200 m nicht überschritten werden.

Für Aufteilungen in 5, 7 und 9 Teilkorridore können die Werte für die Verteilung der der Flugstrecke zugeordneten Flugbewegungen auf die einzelnen Flugwege aus der Tabelle 9 entnommen werden. Diese Werte ergeben sich durch Integration der Verteilungsfunktion $v(\eta)$ (siehe Gleichung (8)) über die Teilkorridore.

The distribution of the flight movements across the flight corridor is realized by a sub-division of the corridor into an odd number of equally wide sub-corridors. Figure 2 demonstrates this for the example of sub-division into five sub-corridors. The centre line of a sub-corridor is designated as a ground track. The ground tracks and the corresponding sub-corridors are consecutively numbered outwardly from the flight route: the flight route as the corridor centre line receives the continuous number 1, the ground tracks lying on the left in the direction of the flight route receive even numbers, and the ground tracks lying to the right receive odd numbers. For the calculation, a sub-corridor width of 200 m should not be exceeded.

For divisions in 5, 7 and 9 sub-corridors, values for the distribution of flight movements allocated to the flight route to the individual ground tracks can be taken from Table 9. These values result from the integration of the distribution function $v(\eta)$ (see equation (8)) over the sub-corridors.

Tabelle 9 — Verteilung der Flugbewegungen der Flugstrecke auf die Flugwege für eine Zerlegung in 5, 7 bzw. 9 Teilkorridore

5 Teilkorridore	Flugweg Nr.	1	3/2	5/4		
	η-Koordinate	0	$\pm 1/5$	$\pm 2/5$		
	Anteil Flugbewegungen	36,4 %	26,0 %	5,8 %		
7 Teilkorridore	Flugweg Nr.	1	3/2	5/4	7/6	
	η-Koordinate	0	$\pm 1/7$	$\pm 2/7$	$\pm 3/7$	
	Anteil Flugbewegungen	26,4 %	22,4 %	12,1 %	2,3 %	
9 Teilkorridore	Flugweg Nr.	1	3/2	5/4	7/6	9/8
	η-Koordinate	0	$\pm 1/9$	$\pm 2/9$	$\pm 3/9$	$\pm 4/9$
	Anteil Flugbewegungen	20,6 %	18,7 %	13,3 %	6,5 %	1,2 %

Table 9 — Distribution of the flight movements of the flight route on the ground tracks for a sub-division in 5, 7 or 9 sub-corridors

5 sub-corridors	Ground track No.	1	3/2	5/4		
	η-coordinate	0	$\pm 1/5$	$\pm 2/5$		
	Proportion of flight movements	36,4 %	26,0 %	5,8 %		
7 sub-corridors	Ground track No.	1	3/2	5/4	7/6	
	η-coordinates	0	$\pm 1/7$	$\pm 2/7$	$\pm 3/7$	
	Proportion of flight movements	26,4 %	22,4 %	12,1 %	2,3 %	
9 sub-corridors	Ground track No.	1	3/2	5/4	7/6	9/8
	η-coordinate	0	$\pm 1/9$	$\pm 2/9$	$\pm 3/9$	$\pm 4/9$
	Proportion of flight movements	20,6 %	18,7 %	13,3 %	6,5 %	1,2 %

Jedem Flugweg sind aufgrund der unterschiedlichen Flugleistungsdaten der zu berücksichtigenden Luftfahrzeuggruppen (siehe Tabellen im Anhang A) in der Regel mehrere Flugbahnen zugeordnet, die sich voneinander durch unterschiedliche Fluggeschwindigkeiten und Flughöhen unterscheiden. Diese Werte werden punktweise den einzelnen Flugwegen zugeordnet. Zur Festlegung dieser Eigenschaften ist die Bogenlänge der Flugstrecke an der Position des Normalenfußpunktes maßgeblich, d. h., längs der Koordinate ρ werden die Flugleistungsdaten als konstant angenommen. Eine vertikale Streuung der Luftfahrzeugpositionen wird in dieser Norm nicht berücksichtigt.

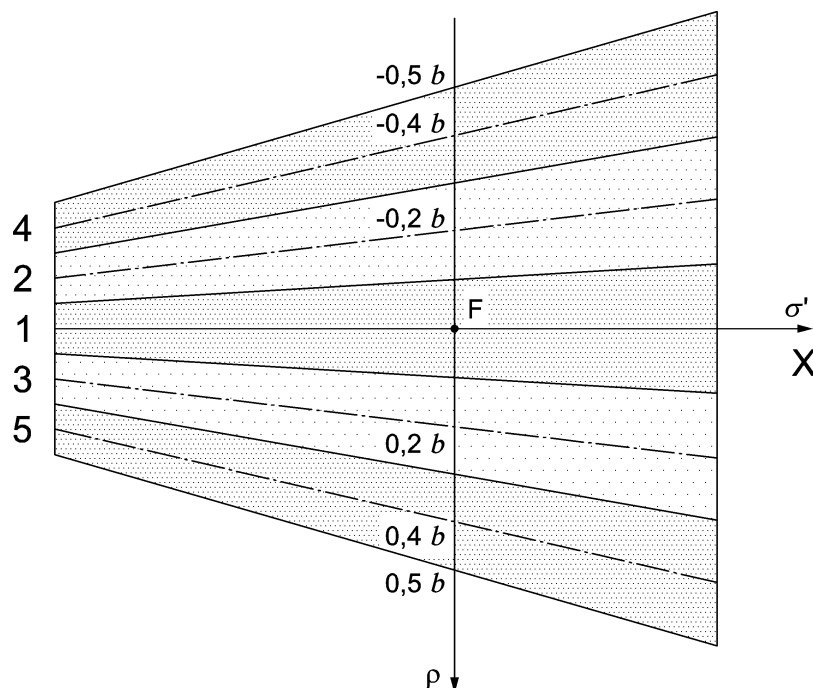
Die Korridoraufweitung beginnt entsprechend der flugbetrieblichen Praxis am Abhebe- oder Aufsetzpunkt.

Analog zur Beschreibung des Beginns der Korridoraufweitung beginnt der 1. Abschnitt der Flugstrecke am Abhebe- bzw. Aufsetzpunkt der Luftfahrzeugklasse. Für die vor diesen Punkten liegenden Segmente des Höhenprofils der Luftfahrzeugklasse, die Startroll-, Verzögerung- und Hovering-Vorgänge beschreiben, werden die Werte $H(\sigma')$ des Datenblatts der Luftfahrzeugklasse übernommen

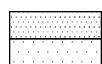
Each ground track is, due to the different flight performance data of the aircraft groups to be considered (see Tables in Annex A), generally allocated multiple flight paths which differ from one another due to different flight speeds and heights. These values are allocated point by point to the individual ground tracks. For specification of these characteristics, the arc length of the flight route at the position of the normal base point is relevant, i.e. the flight performance data are assumed to be constant along the coordinate ρ . A vertical scatter of aircraft positions is not considered in this standard.

In accordance with aviation practice, corridor enlargement begins at the lift-off or touch-down point.

Analogous to the description of the start of the corridor enlargements, the first segment of the flight route begins at the lift-off or touch-down point of the aircraft class. For the segments of the height profile of the aircraft class lying before this point which describe rolling take-off, deceleration and hovering processes, the value $H(\sigma')$ of the aircraft class data sheet is adopted.



Legende



Flugkorridor mit Teilkorridoren

- σ' Bogenlänge der Flugstrecke bezogen auf den Startpunkt bzw. die Landeschwelle
- F** Fußpunkt des vom Immissionsort auf die Flugstrecke gefällten Lots
- ρ Längenkoordinate auf der Senkrechten zur Flugstrecke durch den Fußpunkt **F**
- b Korridorbreite am Überflugpunkt
- X** Flugstrecke
- 1 Flugweg 1
- 2 Flugweg 2
- 3 Flugweg 3
- 4 Flugweg 4
- 5 Flugweg 5

Key



Flight corridor with sub-corridors

- σ' arc length of the flight route based on the start of roll or landing threshold
- F** base of the perpendicular dropped by the observation point on the flight route
- ρ the length coordinate perpendicular to the flight route through the base point **F**
- b corridor width at the flyover point
- X** flight route
- 1 ground track 1
- 2 ground track 2
- 3 ground track 3
- 4 ground track 4
- 5 ground track 5

Bild 2 — Aufteilung einer Flugstrecke mit Flugkorridor in fünf Flugwege

Figure 2 — Division of a flight route with a flight corridor in five ground tracks

4.3.3 Platzrunden

Für Platzrunden gelten besondere Bestimmungen: Die Platzrunde wird — im Datenblatt 4 für Flugzeuge und im Datenblatt 7 für Hubschrauber (siehe Anhang C) — entgegen der Flugrichtung beschrieben.

4.3.3 Circuit patterns

Special provisions are applicable for circuit patterns: the circuit pattern is described — in data sheet 4 for aircraft and in data sheet 7 for helicopters (see Annex C) — counter to the flight direction.

ANMERKUNG 1 Der Landeteil erstreckt sich vom Ende des Horizontalflugteils bis zum Ende der Verzögerungsstrecke.

NOTE 1 The landing section reaches from the end of the horizontal flight section to the end of the deceleration section.

ANMERKUNG 2 Die Flughöhe $H(\sigma')$ wird auf Abhebe- oder Aufsetzpunkte P_A bezogen, die unterschiedliche Höhen im DGM haben können. h_0 wird für den Anflug um die luftfahrzeuggruppenspezifische Höhendifferenz $\Delta H_{\text{DGM}}(P_A)$ der beiden Punkte P_A im DGM korrigiert (siehe Abschnitt 5.3.2). Damit haben an den Grenzen des Übergangsbereiches An- und Abflugteil die gleiche Höhenkoordinate im DGM (= Flughöhe über NN).

NOTE 2 The height $H(\sigma')$ is based on the lift-off or touch-down point P_A , which can have different elevations in the DTM. h_0 is corrected in the DTM for the approach based on the aircraft group-specific elevation difference $\Delta H_{\text{DGM}}(P_A)$ of both points P_A (see 5.3.2). Thus, departure and approach sections have the same altitude coordinates in the DTM (= height over NN) at the borders of the transition section.

Tabelle 10 — Werte für den Zusatzpegel bei Platzrunden

Table 10 — Values for the additional level for circuit patterns

Luftfahrzeuggruppe Aircraft group	Zusatzpegel Z Additional level 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	5
S 5.1	3
H 1.0	0
H 1.1	0
H 1.2	0
H 2.1	0

Für die Berechnung werden Platzrunden in drei Abschnitte (Start-, Horizontalflug- und Landeteil) gegliedert. Der Startteil erstreckt sich vom Startpunkt bis zum Beginn des Horizontalflugteiles. Der Horizontalflugteil fängt mit Erreichen der Flughöhe über Platz an und endet mit dem Verlassen dieser Flughöhe. Es schließt sich der Landeteil an, der bis zur Landeschwelle verläuft.

Circuit patterns are structured in three sections (departure, horizontal flight and approach sections) for the calculation. The departure section reaches from the start of roll to the start of the horizontal flight section. The horizontal flight section starts with the reaching of height over the field and ends with the leaving of this height. It closes with the approach section which runs to the landing threshold.

Für den Startteil sind grundsätzlich die Werte $V(\sigma')$ und $H(\sigma')$ der Luftfahrzeuggruppen für den Start zu verwenden. Während des Horizontalfluges werden die Werte $V(\sigma')$ und $H(\sigma')$ vom Ende des Startteiles beibehalten.

For the departure section generally the values $V(\sigma')$ and $H(\sigma')$ of the aircraft groups for the departure are to be used. During horizontal flight, the values $V(\sigma')$ and $H(\sigma')$ are maintained from the end of the departure section.

Die Werte $L_{W,n}$, R_n und $Z(\sigma')$ für den Start gelten nur — in Flugrichtung — bis 500 m vor dem Beginn des Horizontalflugteiles. Im Bereich 500 m vor bis 500 m hinter dem Beginn des Horizontalflugteiles gehen die Werte von $Z(\sigma')$ für den Start linear in die Werte für den Zusatzpegel Z nach Tabelle 10 über. Darüber hinaus gehen im angegebenen Bereich die Werte $L_{W,n}$ und R_n der für den Start linear in diejenigen für die Landung über.

Danach gelten die Werte $L_{W,n}$ und R_n der Luftfahrzeuggruppen für die Landung sowie die Zusatzpegel Z nach Tabelle 10.

Für den Landeteil werden grundsätzlich die Werte $L_{W,n}$, R_n , und $H(\sigma')$ der Luftfahrzeuggruppen für die Landung verwendet.

Für die Luftfahrzeuggruppen der Propellerflugzeuge (P 1.0 bis P 2.2) und Hubschrauber (H 1.0 bis H 2.1) sind vom Punkt 1 000 m hinter dem Ende des Horizontalflugteiles — in Flugrichtung — bis zum Landebahnde die Werte $V(\sigma')$ und $Z(\sigma')$ der Luftfahrzeuggruppen für die Landung zu benutzen. Entsprechendes gilt für die Luftfahrzeuggruppen der Strahlflugzeuge (S 1.0 und S 5.1) ab einem Punkt 7 400 m vor der in Flugrichtung gesehenen Landeschwelle. Im Übergangsbereich zwischen dem Ende des Horizontalflugteiles und den genannten Punkten sind $V(\sigma')$ und $Z(\sigma')$ zwischen den Werten für den Horizontalflugteil und den Landeteil linear zu interpolieren.

4.3.4 Flugbewegungszahlen

Für die Berechnung der Geräuschimmission ist die Kenntnis der Flugbewegungszahlen auf den Ab- und Anflugstrecken sowie Platzrunden notwendig. Zur Erfassung dieser Angaben sollten die Datenblätter 10 bis 12 nach Anhang C verwendet werden.

Um den Besonderheiten von Landeplätzen (z. B. ausgeprägte Wochengänge in den Bewegungshäufigkeiten) ausreichend Rechnung zu tragen, sind die Flugbewegungen auf angemessene Kennzeichnungszeiten zu beziehen.

The values $L_{W,n}$, R_n and $Z(\sigma')$ for the departure only apply — in the direction of flight — up to 500 m before the start of the horizontal flight section. In the range of 500 m in front of to 500 m behind the start of the horizontal flight section, the values of $Z(\sigma')$ for the departure change linear to the values for the additional level Z in accordance with Table 10. Furthermore, the values $L_{W,n}$ and R_n for the departure change linear to those for the approach in the given range.

Afterwards the values $L_{W,n}$ and R_n of the aircraft groups for approach are applicable, as well as the additional level Z in accordance with Table 10.

For the approach section, the values $L_{W,n}$, R_n , and $H(\sigma')$ of the aircraft groups for approach are fundamentally used.

For propeller aircraft groups (P 1.0 to P 2.2) and helicopters (H 1.0 to H 2.1), the values $V(\sigma')$ and $Z(\sigma')$ of the aircraft groups for the approach are to be used from a point 1 000 m behind the end of the horizontal flight section — in the direction of flight — to the end of the approach runway. The same shall apply for the jet aircraft groups (S 1.0 and S 5.1) from a point 7 400 m before the landing threshold in the direction of flight. In the transition range between the end of the horizontal flight section and the designated points, $V(\sigma')$ and $Z(\sigma')$ are to be interpolated linear between the values for the horizontal flight section and the approach section.

4.3.4 Number of flight movements

For the calculation of the sound exposure, knowledge about number of flight movements on the departure and arrival routes, as well as for circuit patterns, is necessary. The data sheets 10 to 12 in accordance with Annex C should be used for preparation of this information.

In order to account for the characteristics of airfields (e.g. pronounced weekly cycles in the movement frequency), the flight movements shall be based on appropriate identification times.

5 Berechnungsverfahren — das Modell der Linienschallquelle

5.1 Segmentierung der Flugbahn

Die Fluglärmberechnung nach dieser Norm geht von der Modellvorstellung einer bewegten Punktschallquelle aus, für die an jedem Punkt der Flugbahn die Schallleistung und die Geschwindigkeit bekannt sind. Die bewegte Punktschallquelle wird durch eine Linienschallquelle nachgebildet, die für die Berechnung der benötigten Immissionskenngrößen verwendet wird. Die einzelnen sich bewegenden Schallquellen repräsentieren die Luftfahrzeugklassen. Um dieses Modell anzuwenden, ist es zunächst notwendig, die dreidimensionale Flugbahn des betrachteten Luftfahrzeugs in geeigneter Form in eine Reihe von geradlinigen Segmenten zu zerlegen. Wie dies zu geschehen hat, ist in Bild 3 schematisch dargestellt.

Die dreidimensionale Flugbahn wird durch ihren Verlauf in der Horizontalebene sowie durch ein vertikales Flughöhenprofil (repräsentiert durch den Datensatz $H(\sigma')$) beschrieben. Diese Flugbahn wird in drei Schritten zerlegt:

- a) Der erste Schritt der Segmentierung ist die Zerlegung der Flugstrecke. Bei der Berechnung werden alle im Datenerfassungssystem (Anhang D) beschriebenen Flugstrecken berücksichtigt. Jede dieser Flugstrecken ist durch eine Folge von Abschnitten (Geraden, Kreisbögen) dargestellt. Kreisbögen mit Radius R und der Richtungsänderung ζ werden in n_1 Segmente mit konstanter Richtungsänderung $\Delta\zeta$ unterteilt:

$$\Delta\zeta = \zeta / n_1 \quad \text{mit} \quad n_1 = \zeta / 15^\circ \quad (9)$$

Bei der Division wird n_1 ganzzahlig aufgerundet. Falls die aus dieser Unterteilung resultierende Bogenlänge des Segments größer als 100 m ist, wird in n_2 Segmente nach

$$\Delta\zeta = \zeta / n_2 \quad \text{mit} \quad n_2 = \frac{\zeta \cdot \pi \cdot R}{100 \text{ m} \cdot 180^\circ} \quad (10)$$

unterteilt. Auch n_2 wird bei der Division ganzzahlig aufgerundet. Auf der Grundlage dieser Zerlegung wird der Kreisbogen durch eine Folge von Sekanten beschrieben. Dadurch ergibt sich der gesamte Flugstreckenverlauf als eine Folge von geradlinigen Streckenteilabschnitten (Bild 3).

5 Calculation method — the model of the line sound source

5.1 Segmentation of the flight path

The aircraft sound calculation in accordance with this standard is based on the model of a moving point sound source for which the sound power and the speed are known at each point on the flight path. The moving point sound source is modelled by a line sound source which is used for the calculation of the required exposure parameters. The individual moving sound sources represent the aircraft classes. In order to use this model, it is first necessary to divide the three-dimensional flight path of the aircraft considered in an appropriate form into a series of straight-lined segments. Figure 3 schematically depicts how this shall occur.

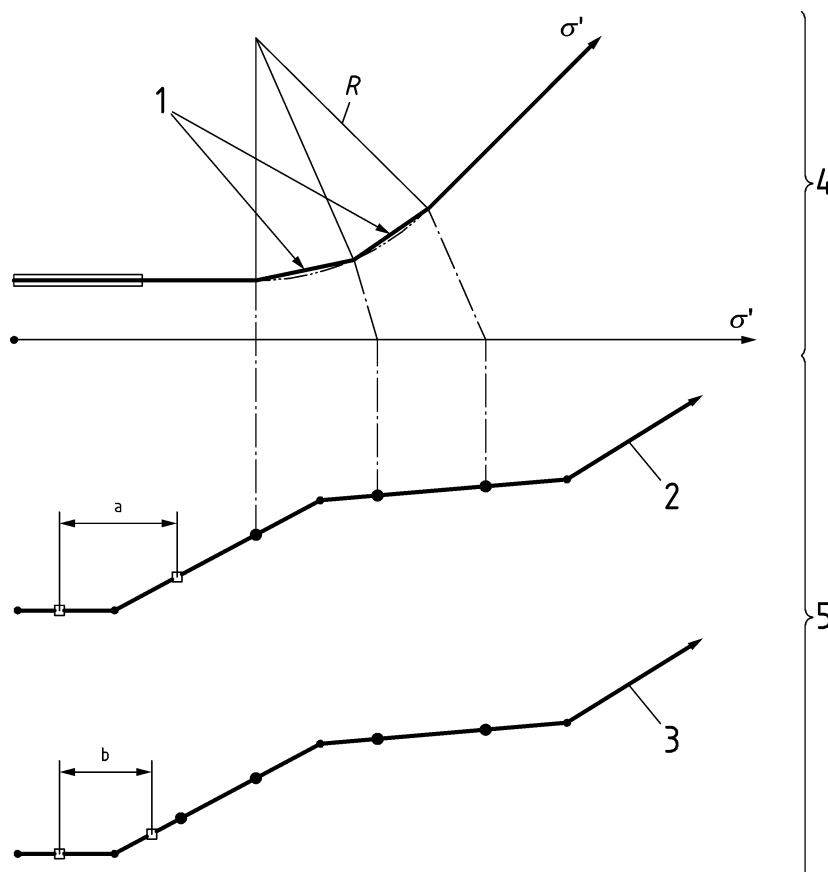
The three-dimensional flight path is described through its heading on the horizontal plane as well as a vertical height profile (represented by data set $H(\sigma')$). This flight path is divided in three steps:

- a) The first step is the segmentation of the flight route. All flight routes described in the data preparation system (Annex D) are considered for the calculation. Each of these flight routes is represented by a series of segments (straight, arc). Circular arcs with a radius R and directional change ζ are divided in n_1 segments with constant directional change $\Delta\zeta$:

For the division, n_1 is rounded up to the next integer. If the arc length of the segment resulting from this division is larger than 100 m, n_2 segments are divided in accordance with

For the division, n_2 is also rounded up to the next integer. On the basis of this division, the arc is described by a series of secants. Thus, the total flight route heading results as a series of straight-lined partial route segments (Figure 3).

- b) Die den jeweiligen Luftfahrzeugklassen zugeordneten Vertikalprofile (Höhenprofile) stellen ebenfalls eine Folge von linearen Teilstücken dar, die als Profilsegmente bezeichnet werden. Art und Länge der Profilsegmente ergeben sich aus den Datenblättern der Luftfahrzeugklassen (siehe Anhang A). Im zweiten Schritt wird nun die segmentierte Flugstrecke mit dem Höhenprofil verschnitten. Daraus resultiert eine Folge von Flugbahnsegmenten.
- b) The vertical profiles (altitude profiles) allocated to each of the aircraft classes also represent a series of linear sub-segments which are classified as profile segments. The type and length of the profile segments are derived from the data sheets of the aircraft classes (see Annex A). In the second step, the segmented flight routes are combined with the altitude profile. A series of flight path segments result from this.
- c) Im dritten Schritt werden aus den Flugbahnsegmenten durch Belegung mit luftfahrzeugklassenspezifischen Emissionen Flugbahnteilsegmente generiert. Dazu werden die Pegel-differenzen δ_{LE} der längenbezogenen Schallleistungsexposition L_{WAE}' und δ_L der Schallleistungspegel L_{WA} (Abschnitt 5.4.4) zwischen Anfang und Ende des Flugbahnsegmentes gebildet und ganzzahlig aufgerundet. Aus diesen beiden Werten wird das Maximum $\delta_Z = \max(\delta_{LE}, \delta_L)$ bestimmt. Anschließend erfolgt eine Unterteilung in δ_Z gleich lange Flugbahnteilsegmente. Diese Unterteilung wird sukzessiv so lange durchgeführt, bis die Pegel der längenbezogenen Schallleistungsexposition L_{WAE}' bzw. die A-bewerteten Schallleistungspegel L_{WA} aufeinander folgender Flugbahnteilsegmente sich in keinem Fall um mehr als 1 dB unterscheiden. Die Flugbahnteilsegmente gehen dann als Schallquellen in die Berechnung ein.
- c) In the third step, partial flight path segments are generated from the flight path segments by allocation to aircraft class-specific emissions. For this purpose, the level differences δ_{LE} of the length-related sound power exposure L_{WAE}' and δ_L of the sound power level (5.4.4.) between the start and end of a flight path segment are estimated and rounded up to the next integer. The maximum $\delta_Z = \max(\delta_{LE}, \delta_L)$ is determined from these two values. Subsequently, a division in δ_Z identically long partial flight path segments takes place. This division is performed successively until the level of the length-related sound power exposure L_{WAE}' as well as the A-weighted sound power level L_{WA} of the successive partial flight path segments do not, under any circumstances, differ from one another by more than 1 dB. The partial flight path segments are then considered in the calculation as sound sources.



Legende

σ'	Bogenlänge der Flugstrecke bezogen auf den Startpunkt bzw. die Landeschwelle
R	Radius des kreisbogenförmigen Flugstreckenabschnittes
$\Delta L'_{WAE}$	Differenz des längenbezogenen Schallleistungsexpositionspegels zwischen zwei Bahnteilsegmenten
ΔL_{WA}	Differenz des Schallleistungspegels zwischen zwei Flugbahnteilsegmenten
1	Zerlegung des Kreisbogens in 2 Streckenteilabschnitte
2	Zerlegung in 7 Flugbahnteilsegmente durch Flugstreckensegmentierung
3	Zerlegung in 8 Flugbahnteilsegmente durch Anpassung der spezifischen Emissionen
4	Flugstrecke mit 3 Streckenabschnitten
5	Flugprofil mit 4 Profilsegmenten
a	$\Delta L'_{WAE} > 1 \text{ dB}$ oder $2 \text{ dB} \geq \Delta L_{WA} > 1 \text{ dB}$
b	$\Delta L'_{WAE} \leq 1 \text{ dB}$ und $\Delta L_{WA} \leq 1 \text{ dB}$

Key

σ'	arc length of the flight route based on the start of roll or landing threshold
R	radius of the arc-shaped flight route segments
$\Delta L'_{WAE}$	difference of the length-related sound power exposure level between two partial path segments
ΔL_{WA}	difference of the sound power level between two partial path segments
1	division of the arc into 2 partial route segments
2	division into 7 partial flight path segments by flight route segmentation
3	division into 8 partial flight path segments by adaptation of the specific emissions
4	flight route with 3 route segments
5	flight profile with 4 profile segments
a	$\Delta L'_{WAE} > 1 \text{ dB}$ or $2 \text{ dB} \geq \Delta L_{WA} > 1 \text{ dB}$
b	$\Delta L'_{WAE} \leq 1 \text{ dB}$ and $\Delta L_{WA} \leq 1 \text{ dB}$

Bild 3 — Aufteilung der Flugbahn in Flugbahnteilsegmente (schematisch)

Figure 3 — Division of the flight path into partial flight path segments (schematic)

Bei Vorhandensein eines Flugkorridors werden der Flugstrecke in Abhängigkeit von der Korridorbreite äquidistant verlaufende Flugwege zugeordnet (Bild 2). Für Kreisbögen mit nicht konstanter Korridorbreite entsprechen die zugeordneten Flugwegabschnitte daher Teilbögen einer archimedischen Spirale. Die durch Zerlegung des Flugwegabschnittes erzeugten Segmente ergeben sich aus den Schnittpunkten der durch den Kreismittelpunkt und die Enden der Streckenabschnitte des Flugweges 1 gehenden Geraden mit den jeweiligen spiralförmigen Flugwegabschnitten. Die Flugwege liegen damit ebenfalls in segmentierter Form vor. Anschließend werden die Flugbahnteilsegmente von der Flugstrecke (Flugweg 1) auf die jeweiligen Flugwege abgebildet, so dass jeder Flugweg in die gleiche Anzahl von Flugbahnteilsegmenten zerlegt wird. Die Werte der Kenngrößen Z , V und H an den Enden der jeweiligen Flugbahnteilsegmente sind für alle Flugwege gleich.

ANMERKUNG Bei der Segmentierung von Kreisbögen wird die Bogenlänge gegenüber dem Kreisbogen verkürzt. In die Berechnungen geht jeweils die Bogenlänge ein, die sich aus den aus der Segmentierung resultierenden Polygonzügen ergibt.

Es werden alle Flugstrecken innerhalb des Einflussbereiches (nach 4.3.2) berücksichtigt.

5.2 Berechnung der Emissionspegel

5.2.1 Pegel der längenbezogenen Schallleistungsexposition

Der Pegel der längenbezogenen Schallleistungsexposition L_{WE}' für die jeweilige Luftfahrzeugklasse für das n -te Oktavband wird nach folgender Gleichung berechnet:

$$L_{WE,n}'(\sigma', V) = L_{W,n} + D_V(V) + Z(\sigma') \quad (11)$$

Dabei ist

- n laufende Oktavbandnummer;
- D_V Geschwindigkeitsmaß;
- Z Zusatzpegel als Funktion der Bogenlänge σ' .

Das Geschwindigkeitsmaß D_V beschreibt den Zu- bzw. Abschlag für die Abweichung der teilsegmentbezogenen Fluggeschwindigkeit von der Bezugsgeschwindigkeit V_0 .

In the presence of a flight corridor, the flight route is allocated ground tracks which run equidistant, depending on the corridor width (Figure 2). For arcs with non-constant corridor widths, the allocated ground track segments correspond therefore with partial arcs of an Archimedean spiral. The partial segments produced by the division of the ground track segment result from the intersections of the straight lines running through the centre of the circle and the ends of the partial route segments of ground track 1 with the corresponding spiral ground track segments. The ground tracks are also present in segmented form therewith. Subsequently, the partial flight path segments are projected from the flight route (ground track 1) on each of the respective ground tracks, so that each ground track is divided into the same number of partial flight path segments. The values of the parameters Z , V and H at the ends of each of the respective partial flight path segments are the same for all ground tracks.

NOTE During segmentation of arcs, the arc length is shortened compared to the circular arc. In the calculation, the arc length which respectively results from the polygonal line derived by the segmentation is considered.

All flight routes within the area of influence (in accordance with 4.3.2) are considered.

5.2 Calculation of the emission level

5.2.1 Level of the length-related sound power exposure

The level of the length-related sound power exposure L_{WE}' for each respective aircraft class for the n -th octave band is calculated in accordance with the following equation:

where

- n is the continuous octave band number;
- D_V is the speed correction;
- Z is the additional level as a function of the arc length σ' .

The speed correction D_V describes the addition or reduction due to the deviation of the partial segment-related flight speed from the reference speed V_0 .

$$D_V(V) = -10 \cdot \lg \left(\frac{V(\sigma')}{V_0} \right) \quad (12)$$

Dabei ist

where

V mittlere Geschwindigkeit der Schallquelle innerhalb des Flugbahnteilsegmentes oder Teilstücks der Flugbahn

V is the average speed of the sound source within the partial flight path segment or sub-segment of the flight path;

V_0 Bezugsgeschwindigkeit ($V_0 = 1 \text{ m/s}$)

V_0 is the reference speed ($V_0 = 1 \text{ m/s}$).

Der A-bewertete längenbezogene Schallleistungspegel ergibt sich dann als

The A-weighted length-related sound exposure level then results as

$$L_{WAE}' = 10 \lg \left(\sum_{n=1}^8 10^{0,1(L_{WE,n}' + A_n)} \right) \quad (13)$$

Dabei ist

where

n laufende Oktavbandnummer;

n is the continuous octave band number;

$L_{WE,n}'$ Pegel der längenbezogenen Schallleistungsexposition für das n -te Oktavband;

$L_{WE,n}'$ is the level of the length-related sound power exposure for the n -th octave band;

A_n Frequenzkorrektur für die A-Bewertung für das n -te Oktavband (Tabelle 10).

A_n is the frequency correction for the A-weighting for the n -th octave band (Table 10).

5.2.2 Schalleistungsexpositionspegel

5.2.2 Sound power exposure level

Die Pegel der längenbezogenen Schalleistungsexposition $L_{WE,n}'$ und L_{WAE}' nach den Gleichungen (11) und (13) sind auf eine Bezugslänge von 1 m normiert. Die durch die Zerlegung in Flugbahnteilsegmente und die anschließende Bildung von Teilstücken (siehe Abschnitt 5.4.2) erzeugten Linienquellen haben in der Regel aber eine davon abweichende Länge. Einem solchen Teilstück i kann man einen Schalleistungsexpositionspegel $L_{WE,n,i}$ und $L_{WAE,i}$ zuordnen:

The level of the length-related sound power exposure $L_{WE,n}'$ and L_{WAE}' in accordance with equation (11) and (13) are normalized to a reference length of 1 m. However as a rule, the line sources produced by the division into partial flight path segments and the subsequent formation of sub-segments (see 5.4.2) have a length which deviates from this. One can allocate a sound power exposure level $L_{WE,n,i}$ and $L_{WAE,i}$ to each such sub-segment i :

$$L_{WE,n,i} = L_{WE,n,i}' + 10 \cdot \lg \left(\frac{l_i}{l_0} \right) \quad (14)$$

$$L_{WAE,i} = L_{WAE,i}' + 10 \cdot \lg \left(\frac{l_i}{l_0} \right) \quad (15)$$

Dabei ist

$L_{WE,n,i}'$	Pegel der längenbezogenen Schallleistungsexposition des i -ten Teilstückes für das n -te Oktavband;
$L_{WAE,i}'$	A-bewerteter Pegel der längenbezogenen Schallleistungsexposition des i -ten Teilstückes;
l_i	Länge des i -ten Teilstückes;
l_0	Bezugslänge ($l_0 = 1$ m);
i	hier: Nummer des Teilstückes des Flugweges.

where

$L_{WE,n,i}'$	is the level of the length-related sound power exposure of the i -th sub-segment for the n -th octave band;
$L_{WAE,i}'$	is the A-weighted level of the length-related sound power exposure of the i -th sub-segment;
l_i	is the length of the i -th sub-segment;
l_0	is the reference length ($l_0 = 1$ m);
i	here: is the number of the sub-segment of the ground track.

5.3 Schallpegelminderung auf dem Ausbreitungsweg

5.3.1 Allgemeines

Der Schalldruckexpositionspegel L_{pAE} an einem Immissionsort im Abstand s von einer Schallquelle ergibt sich nach den Gleichungen (16) und (17):

$$L_{pE,n}(s) = L_{WE,n} + D_{I,n} + D_s + D_{L,n} + D_{Z,n} + D_{bar,n} + D_{\Omega} \quad (16)$$

$$L_{pAE}(s) = 10 \lg \left(\sum_{n=1}^8 10^{0,1(L_{pE,n} + A_n)} \right) \quad (17)$$

5.3 Sound level reduction along the propagation path

5.3.1 General

The sound pressure exposure level L_{pAE} at an observation point at a distance s from a sound source results thusly in accordance with the equations (16) and (17):

Dabei ist

L_{pAE}	der A-bewertete Schalldruckexpositionspegel an einem Immissionsort im Abstand s vom Luftfahrzeug;
n	die laufende Oktavbandnummer (siehe Tabelle 11);
A_n	die Frequenzkorrektur A für die n -te Oktave (siehe Tabelle 11);
$L_{WE,n}$	der Schallleistungsexpositionspegel des Luftfahrzeuges für das n -te Oktavband;
$D_{I,n}$	das Richtwirkungsmaß für das n -te Oktavband (siehe 5.3.3);
D_s	das Abstandsmaß (siehe 5.3.4);

where

L_{pAE}	is the A-weighted sound pressure exposure level at an observation point at a distance s from the aircraft;
n	is the continuous octave band number (see Table 11);
A_n	is the frequency correction A for the n -th octave (see Table 11);
$L_{WE,n}$	is the sound power exposure level of the aircraft for the n -th octave band;
$D_{I,n}$	is the directivity correction for the n -th octave band (see 5.3.3);
D_s	is the distance correction (see 5.3.4);