

DIN 45684-1

ICS 17.140.30; 93.120

**Akustik –
Ermittlung von Fluggeräuschemissionen an Landeplätzen –
Teil 1: Berechnungsverfahren**

Acoustics –
Determination of aircraft noise exposure at airfields –
Part 1: Calculation method

Acoustique –
Détermination des immissions des bruits des avions aux aérodomes –
Partie 1: Méthode de calcul

Gesamtumfang 62 Seiten

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

Inhalt

	Seite
Vorwort	5
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
4 Berechnung der Fluggeräuschemissionen	11
4.1 Allgemeines	11
4.2 Kenngrößen der Fluggeräuschemissionen	11
4.3 Flugplatz- und Flugbetriebsdaten	17
4.4 Schallpegelminderung auf dem Ausbreitungsweg	20
4.5 Berechnung von Immissionskenngrößen	25
5 Berechnungsergebnisse	31
5.1 Allgemeines	31
5.2 Berechnung für Rasterdarstellung	31
5.3 Isoliniendarstellung	31
5.4 Flächenhafte Darstellung der Berechnungsergebnisse	32
5.5 Mindestangaben im Ergebnisbericht	32
Anhang A (normativ) Datensätze mit den Oktav-Schallleistungspegeln und Flugleistungsdaten der Luftfahrzeuggruppen	33
Anhang B (informativ) Datenblätter zur Erfassung von allgemeinen Flugplatzdaten, Flugstreckenbeschreibungen und Flugbewegungszahlen	46
Anhang C (informativ) Erläuterungen	56
Anhang D (informativ) Rechenbeispiel	57
Literaturhinweise	62

Bilder

Bild 1 — Geometrie in der Bezugsebene für Ab- und Anflüge	17
Bild 2 — Aufteilung einer Flugstrecke mit Flugkorridor in fünf Flugwege	19
Bild 3 — Lage des Höhenwinkels beim Vorbeiflug eines Luftfahrzeuges	24
Bild 4 — Aufteilung der Flugbahn in Bahnteilsegmente (schematisch)	27
Bild 5 — Unterteilung eines Bahnteilsegmentes in drei Teilstücke	29
Bild D.1 — Die Lage der Flugbahn im Raum	59
Bild D.2 — Die Lage der Flugstrecke in der Bezugsebene	59

Tabellen

Tabelle 1 — Luftfahrzeuggruppen	11
Tabelle 2 — Zuordnung von Zulassungsklassen zu Luftfahrzeuggruppen	12
Tabelle 3 — Beispiele der Zuordnung von Luftfahrzeugmustern zu den Luftfahrzeuggruppen	13

Tabelle 4 — Oktav-Schallleistungspegel $L_{W,n}$ für die Luftfahrzeuggruppe P 1.3.....	14
Tabelle 5 — Schallleistungspegel L_{WA} der Luftfahrzeuggruppen	14
Tabelle 6 — Umrechnungskonstante K_{LVL} für Messwerte nach LVL, Teil II, dritter, vierter und fünfter Abschnitt	15
Tabelle 7 — Flugleistungsdaten der Luftfahrzeuggruppe P 1.3.....	16
Tabelle 8 — Verteilung der Flugbewegungen der Flugstrecke auf die Flugwege	20
Tabelle 9 — Absorptionskoeffizienten und Werte der asymptotischen Pegelminderung zur Berechnung des Bodendämpfungsmaßes.....	23
Tabelle 10 — Werte für den Zusatzpegel bei Platzrunden	26
Tabelle A.1 — Oktav-Schallleistungspegel L_W der Luftfahrzeuggruppe P 1.0	33
Tabelle A.2 — Flugleistungsdaten der Luftfahrzeuggruppe P 1.0	33
Tabelle A.3 — Oktav-Schallleistungspegel L_W der Luftfahrzeuggruppe P 1.1	34
Tabelle A.4 — Flugleistungsdaten der Luftfahrzeuggruppe P 1.1	34
Tabelle A.5 — Oktav-Schallleistungspegel L_W der Luftfahrzeuggruppe P 1.2	35
Tabelle A.6 — Flugleistungsdaten der Luftfahrzeuggruppe P 1.2	35
Tabelle A.7 — Oktav-Schallleistungspegel L_W der Luftfahrzeuggruppe P 1.3	36
Tabelle A.8 — Flugleistungsdaten der Luftfahrzeuggruppe P 1.3	36
Tabelle A.9 — Oktav-Schallleistungspegel L_W der Luftfahrzeuggruppe P 1.4	37
Tabelle A.10 — Flugleistungsdaten der Luftfahrzeuggruppe P 1.4	37
Tabelle A.11 — Oktav-Schallleistungspegel L_W der Luftfahrzeuggruppe P 2.1	38
Tabelle A.12 — Flugleistungsdaten der Luftfahrzeuggruppe P 2.1	38
Tabelle A.13 — Oktav-Schallleistungspegel L_W der Luftfahrzeuggruppe P 2.2	39
Tabelle A.14 — Flugleistungsdaten der Luftfahrzeuggruppe P 2.2	39
Tabelle A.15 — Oktav-Schallleistungspegel L_W der Luftfahrzeuggruppe S 1.0	40
Tabelle A.16 — Flugleistungsdaten der Luftfahrzeuggruppe S 1.0	40
Tabelle A.17 — Oktav-Schallleistungspegel L_W der Luftfahrzeuggruppe S 5.1	41
Tabelle A.18 — Flugleistungsdaten der Luftfahrzeuggruppe S 5.1	41
Tabelle A.19 — Oktav-Schallleistungspegel L_W der Luftfahrzeuggruppe H 1.0	42
Tabelle A.20 — Flugleistungsdaten der Luftfahrzeuggruppe H 1.0	42
Tabelle A.21 — Oktav-Schallleistungspegel L_W der Luftfahrzeuggruppe H 1.1	43

Tabelle A.22 — Flugleistungsdaten der Luftfahrzeuggruppe H 1.1	43
Tabelle A.23 — Oktav-Schallleistungspegel L_W der Luftfahrzeuggruppe H 1.2	44
Tabelle A.24 — Flugleistungsdaten der Luftfahrzeuggruppe H 1.2	44
Tabelle A.25 — Oktav-Schallleistungspegel L_W der Luftfahrzeuggruppe H 2.1	45
Tabelle A.26 — Flugleistungsdaten der Luftfahrzeuggruppe H 2.1	45
Tabelle D.1 — Bahnteilsegmente	60
Tabelle D.2 — Immissionsanteile durch die Bahnteilsegmente	61

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 (zzt. Entwurf)

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 die 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.

1 Anwendungsbereich

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

Der Zweck dieser Norm ist es, die Geräuschimmission 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 Fluggeräuschimmissionen 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 ist der Bodenschall (Rollen der Luftfahrzeuge, Abbremsen und Triebwerksprobeläufe) gegenüber den Fluggeräuschen zu vernachlässigen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente 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*

E DIN 45684-2, *Akustik — Ermittlung von Fluggeräuschimmissionen an Landeplätzen — Teil 2: Messverfahren*

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

AzB, *Anleitung zur Berechnung von Lärmschutzbereichen an zivilen und militärischen Flugplätzen nach dem Gesetz zum Schutz gegen Fluglärm vom 30. März 1971 — Anleitung zur Berechnung (AzB) vom 27. Februar 1975*. In: GMBI, 1975, Nr. 8, S. 126¹⁾

LVL, *Lärmvorschrift für Luftfahrzeuge vom 1. August 2004*. In: Nachrichten für Luftfahrer, NfL II-70/04²⁾

AIP Germany, *Luftfahrthandbuch (AIP, Aeronautical Information Publication) Deutschland*³⁾

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)* ⁴⁾

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

Landeplatz

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

3.2

Flugplatzbezugspunkt

Punkt, der die geografische Lage eines Landeplatzes bestimmt

3.3

Bezugsebene

<Fluggeräusche> Horizontalfläche, die den Flugplatzbezugspunkt enthält

1) Zu beziehen durch: Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin; Telefon: (0 30) 26 01-0; E-Mail: postmaster@beuth.de; Internet: www.beuth.de

2) Zu beziehen durch: DFS Deutsche Flugsicherung GmbH, Am DFS-Campus 10, 63225 Langen; Telefon: (0 61 03) 7 07-0; E-Mail: info@dfs.de; Internet: www.dfs.de

3) Zu beziehen durch: R. Eisenschmidt GmbH, Flugplatz 1, 63324 Egelsbach; Telefon: (0 61 03) 2 05 96-0; E-Mail: info@eisenschmidt.de; Internet: www.eisenschmidt.de

4) Zu beziehen durch: International Civil Aviation Organization; 999 University Street; Montréal, Quebec; Canada H3C 5H7; Telefon: (00 15 14) 9 54-80 22; E-Mail: sales@icao.int; Internet: www.icao.int

3.4**Piste**

Start- und Landebahn

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

3.5**Pistenbezugspunkt**

Punkt, der die geografische Lage einer Piste bestimmt

3.6**Flugbewegung**

Start oder Landung oder Platzrunde

ANMERKUNG Eine Platzrunde besteht aus einem Start, einem Horizontalflugteil und einer Landung und wird bei der Berechnung als eine Flugbewegung behandelt.

3.7**VFR-Flugbetrieb**

Flugbetrieb nach Sichtflugregeln

ANMERKUNG VFR = Visual Flight Rules

3.8**Anflugführungssystem**

elektronische oder optische Anflughilfe

ANMERKUNG Z. B. ILS: Instrumenten-Landesystem, PAPI: Precision Approach Path Indicator.

3.9**Schallleistung**

W

zeitliche Ableitung der Schallenergie

ANMERKUNG Die Schallleistung ist gleich dem Produkt aus Schalldruck und Schallfluss.

[DIN 1320:1997-06]

3.10**A-bewerteter Schallleistungspegel**

L_{WA}

zehnfacher dekadischer Logarithmus des Verhältnisses der A-bewerteten Schallleistung zur Bezugsschallleistung $W_0 = 1 \text{ pW}$

ANMERKUNG In Anlehnung an DIN 1320.

3.11**A-bewerteter Schallleistungsexpositionspegel**

L_{WAE}

zehnfacher dekadischer Logarithmus des Verhältnisses der A-bewerteten, immissionsortbezogenen, energieäquivalenten Schallleistungsexposition zur Bezugsschallleistungsexposition $W_{E0} = 1 \text{ pWs}$

ANMERKUNG 1 Die Schallleistungsexposition ist das auf 1 s bezogene Zeitintegral einer isolierten Flugbewegung. Sie ist hier immissionsortbezogen, weil in Abhängigkeit von der relativen Lage des Immissionsortes zur Flugstrecke der isolierten Flugbewegung (Richtung und Abstand) die im mitgeführten Koordinatensystem des Luftfahrzeuges konstante Schallleistung zu unterschiedlichen Beiträgen im ortsfesten Koordinatensystem führen kann.

ANMERKUNG 2 Die Definitionsgleichung des A-bewerteten Schallleistungsexpositionspegels lautet:

$$L_{WA E} = 10 \lg (W_{AE}/W_{E0}) \text{ dB} \quad (1)$$

Dabei ist

W_{AE} die A-bewertete energieäquivalente Schallleistungsexposition der isolierten Flugbewegung:

$$W_{AE} = \int_T P_A(t, r(t)) dt; \quad (2)$$

P_A die flugzeitabhängige Schallleistung auf der Flugstrecke der isolierten Flugbewegung in Abhängigkeit von der relativen Lage der Flugstrecke zum Immissionsort;

$r(t)$ der Differenzvektor zwischen der momentanen Position des Fluggerätes und dem Immissionsort;

T die Dauer der isolierten Flugbewegung.

3.12

A-bewerteter Pegel der längenbezogenen Schallleistungsexposition

L'_{WAE}

zehnfacher dekadischer Logarithmus des Verhältnisses der A-bewerteten längenbezogenen Schallleistungsexposition zur auf die Einheitslänge bezogenen Bezugsschallleistungsexposition W_{E0}/m

ANMERKUNG 1 Das Kurvenintegral über die längenbezogene Schallleistungsexposition entlang der gesamten Flugbahn einer isolierten Flugbewegung ist die unter 3.11 definierte Schallleistungsexposition:

$$W_{AE} = \int_l W'_{AE}(s) ds \quad (3)$$

ANMERKUNG 2 Die längenbezogene Schallleistungsexposition ist die immissionsortbezogene, energieäquivalente differentielle Schallleistungsexposition am Ort s der Bahn. Bei konstanter Schallleistungsexposition einer Bahn ist sie identisch mit der Schallleistungsexposition eines Teilstückes von 1 m Länge.

3.13

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 $p_0 = 20 \mu\text{Pa}$

3.14

A-bewerteter Schalldruckexpositionspegel

L_{pAE}

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

ANMERKUNG 1 Dabei ist die Schallexposition das Integral des zeitabhängigen Quadrates des frequenzbewerteten Momentanschalldruckpegels über eine gegebene Dauer T oder über ein Ereignis.

ANMERKUNG 2 E_0 ist gleich dem Quadrat des Bezugsschalldruckpegels von $20 \mu\text{Pa}$ multipliziert mit der Dauer 1 s.

ANMERKUNG 3 Die Definitionsgleichung des A-bewerteten Schalldruckexpositionspegels lautet:

$$L_{pAE} = 10 \lg \left(\frac{E}{E_0} \right) \text{ dB} \quad (4)$$

Dabei ist

$$E = \int_T p^2(t) dt \quad (5)$$

ANMERKUNG 4 Der Schalldruckexpositionspegel wird in Dezibel (dB) angegeben.

ANMERKUNG 5 Die Schalldruckexposition wird in Quadratpascal-Sekunden (Pa²s) angegeben.

ANMERKUNG 6 Bei Schalldruckexpositionspegeln eines Ereignisses sollte das Ereignis benannt werden.

3.15

äquivalenter Dauerschallpegel

Mittelungspegel

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

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

$$L_{pAeq,T} = 10 \lg \left[\frac{1}{T} \int_0^T \left(p_A^2 / p_0^2 \right) dt \right] \text{ dB} \quad (6)$$

ANMERKUNG 2 Im Gesetz zum Schutz gegen Fluglärm ist der äquivalente Dauerschallpegel anders definiert.

[DIN 1320:1997-06]

3.16

Kennzeichnungszeit

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

ANMERKUNG Kennzeichnungszeiten können z. B. sein:

- 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.

3.17

Flugbahn

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

ANMERKUNG Eine Flugbahn setzt sich aus mindestens zwei Bahnsegmenten zusammen.

3.18

Flugstrecke

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

ANMERKUNG 1 Es werden Abflugstrecken, Anflugstrecken und Platzrunden unterschieden.

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

3.19

Flugkorridor einer Flugstrecke

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

ANMERKUNG Die Flugstrecke ist die Mittellinie des Flugkorridors.

3.20

Flugweg

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

3.21

Kontrollzone

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

3.22

Streckenteilabschnitt

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

3.23

Profilsegment

geradliniges Segment des Flughöhenprofils

3.24

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

3.25

Bahnsegment

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

3.26

Teilstück

bezogen auf einen spezifischen Immissionsort durchgeführte Unterteilung von Bahnsegmenten

3.27

Flughöhe

h

<Fluggeräusche> Höhe der Flugbahn über der Höhe des Pistenbezugspunktes

3.28

Zusatzpegel

Z

Pegel-Aufschlag oder -Abschlag, der Änderungen in der Triebwerksleistung auf den Schalleistungspegel berücksichtigt

4 Berechnung der Fluggeräuschemissionen

4.1 Allgemeines

Die Fluggeräusche an Immissionsorten in der Umgebung von Landeplätzen lassen sich nach dem in dieser Norm beschriebenen Berechnungsverfahren mithilfe eines Schallausbreitungsmodells aus den Geräuschemissionsdaten der Luftfahrzeuge, den geometrischen Daten der Pisten sowie der Flugstrecken, den statistischen Angaben zum Flugbetrieb und den Daten des Flugplatzes ermitteln. Die Geräuschemission eines Luftfahrzeuges wird dabei durch den Schallleistungspegel L_{WA} des Luftfahrzeuges gekennzeichnet. Für die Berechnung der Geräuschemission wird der Pegel der längenbezogenen Schallleistungsexposition L'_{WAE} eingeführt.

4.2 Kenngrößen der Fluggeräuschemissionen

4.2.1 Einteilung der Luftfahrzeuge in Gruppen

Für die Berechnung der Fluggeräuschemissionen wird von der Einteilung der Luftfahrzeuge in Gruppen ausgegangen. Die Luftfahrzeuge werden in die in Tabelle 1 angegebenen Gruppen eingeteilt.

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 oder Kapitel 10 entsprechen
P 2.2	Propellerflugzeuge mit einer Höchststartmasse über 5 700 kg, die nicht der Flugzeuggruppe 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 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

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

Tabelle 2 — Zuordnung von Zulassungsklassen zu Luftfahrzeuggruppen

Erster Buchstabe des Eintragungszeichens (Zulassungsklasse, z. B. D- <u>E</u> YWM)	Benennung	Luftfahrzeuggruppe
M	Ultraleichtflugzeuge	P 1.0
K	Motorsegler	P 1.1 (oder P 1.2)
E	einmotorige Flugzeuge bis 2,0 t	P 1.3 (oder P 1.2)
G	mehrmotorige Flugzeuge bis 2,0 t	P 1.3
F	einmotorige Flugzeuge von 2,0 t bis 5,7 t	P 1.4
I	mehrmotorige Flugzeuge von 2,0 t bis 5,7 t	P 1.4
C	sämtliche Flugzeuge von 5,7 t bis 14,0 t	P 2.1 oder P 2.2 bzw. S 1.0 oder S 5.1
B	sämtliche Flugzeuge von 14,0 t bis 20,0 t	P 2.1 oder P 2.2 bzw. S 1.0 oder S 5.1
H	Hubschrauber	H 1.0 bis 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

Luftfahrzeuggruppe	Beispiele für Luftfahrzeugmuster (maximale Startmasse)
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 1.2	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 1.4	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 2.2	Fokker F27, Mk 100 und Mk 600 (18 400 kg bzw. 19 500 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), MystereFalcon 50 (18 500 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)
H 1.2	Bell 205A-1 (4 300 kg), Bell 222B (3 700 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)

4.2.2 Akustische Kennwerte der Luftfahrzeuge

4.2.2.1 Allgemeines

Für die Bestimmung der Geräuschemission der an Landeplätzen verkehrenden Luftfahrzeuge sind die in 4.2.2.2 angegebenen akustischen Kennwerte zu verwenden. In 4.2.2.3 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.

Sofern akustische Kennwerte der auf dem Landeplatz verkehrenden Luftfahrzeugmuster bekannt sind, dürfen diese im konkreten Einzelfall in das Berechnungsverfahren nach 4.5 aufgenommen werden.

4.2.2.2 Schallleistungspegel L_W der Luftfahrzeuggruppen

Für die einzelnen Luftfahrzeuggruppen nach Tabelle 1 sind im Anhang A die unbewerteten Oktav-Schallleistungspegel in Abhängigkeit von den Flugzuständen Start und Landung angegeben. Beispielhaft sind in Tabelle 4 für die Luftfahrzeuggruppe P 1.3 diese Oktav-Schallleistungspegel aus dem Anhang A aufgeführt.

Tabelle 4 — Oktav-Schallleistungspegel $L_{W,n}$ für die Luftfahrzeuggruppe P 1.3

Oktav- Nummer, n	Mittenfrequenz Hz	Oktav-Schallleistungspegel, $L_{W,n}$ dB	
		Start	Landung
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 5 ist eine Übersicht über die A-bewerteten Gesamt-Schallleistungspegel L_{WA} in Abhängigkeit von den Flugzuständen (Start, Landung) angegeben.

Tabelle 5 — Schallleistungspegel L_{WA} der Luftfahrzeuggruppen

Luftfahrzeug- gruppe	Schallleistungspegel, L_{WA} dB	
	Start	Landung
P 1.0	119	109
P 1.1	124	114
P 1.2	128	118
P 1.3	130	120
P 1.4	138	131
P 2.1	141	140
P 2.2	148	140
S 1.0	145	139
S 5.1	141	136
H 1.0	129	129
H 1.1	134	134
H 1.2	136	136
H 2.1	139	139

ANMERKUNG Die Schallleistungspegel der Luftfahrzeuggruppen weisen im Mittel eine Standardabweichung von etwa 3 dB auf (siehe auch 4.5.2.3).

Für Propellerflugzeuge, die nach Bekanntgabe durch das Luftfahrt-Bundesamt den erhöhten Schallschutzanforderungen entsprechen, wird ein pauschaler Bonus von 4 dB vergeben. Der Bonus ist von den im

Anhang A angegebenen Schallleistungspegeln der jeweiligen Luftfahrzeuggruppe (P 1.1 bis P 2.2) abziehen (siehe Tabellen A.3, A.5, A.7, A.9, A.11 und A.13).

4.2.2.3 Schallleistungspegel, abgeleitet aus Messwerten

Gemäß § 2 Abs. 1 Nr 4 Luftverkehrsgesetz (LuftVG) muss bei der Verkehrszulassung der Nachweis erbracht werden, dass die technische Ausrüstung des Luftfahrzeuges so gestaltet ist, dass die durch seinen Betrieb entstehenden Geräusche das nach dem jeweiligen Stand der Technik unvermeidbare Maß nicht übersteigen. Die Lärmvorschrift für Luftfahrzeuge (LVL) enthält Bestimmungen und Hinweise über die anwendbaren Verfahren zur Ermittlung der Geräuschpegel von Luftfahrzeugen sowie Lärmgrenzwerte für die in Deutschland der Zulassungspflicht unterliegenden motorgetriebenen Luftfahrzeuge.

Die für die Luftfahrzeuge ermittelten Lärmpegel werden vom Luftfahrt-Bundesamt veröffentlicht. Aus den Lärmpegeln erhält man durch die Addition der Umrechnungskonstanten K_{LVL} in dB, näherungsweise den Schallleistungspegel. Die Zuordnung zwischen den Luftfahrzeuggruppen und der LVL ist wie folgt:

- Nicht-eigenstartfähige Motorsegler (Luftfahrzeuggruppe P 1.1); LVL, dritter Abschnitt;
- Propellerflugzeuge bis zu einer höchstzulässigen Startmasse bis 5,7 t und eigenstartfähige Motorsegler (Luftfahrzeuggruppen P 1.1 bis P 1.4); ICAO Anhang 16, Band I, Kapitel 6 und 10;
- Hubschrauber (Luftfahrzeuggruppen H 1.0 bis H 1.2); ICAO Anhang 16, Band I, Kapitel 8.

Die Umrechnungskonstante K_{LVL} ist Tabelle 6 zu entnehmen. Bei der Umrechnung ist von einer Standardunsicherheit des Ergebnisses für die Bestimmung des Schallleistungspegels von 3 dB auszugehen.

Tabelle 6 — Umrechnungskonstante K_{LVL} für Messwerte nach LVL, Teil II, dritter, vierter und fünfter Abschnitt

Luftfahrzeuggruppe	Umrechnungskonstante K_{LVL} für die Schallleistungspegel der Luftfahrzeuggruppen nach Tabelle 1 dB	
	Start	Landung
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
H 1.2	39	37

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

4.2.3 Flugleistungsdaten der Luftfahrzeuggruppen

Den jeweiligen Luftfahrzeuggruppen sind im Anhang A unterschiedliche Flugleistungsdaten zugeordnet.

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 (power setting) 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 der Spalte „ $dh/d\sigma'$ “ der Datensätze (siehe Anhang A) angegeben.

Beispielhaft sind in Tabelle 7 für die Luftfahrzeuggruppe P 1.3 diese Flugleistungsdaten aus dem Anhang A aufgeführt.

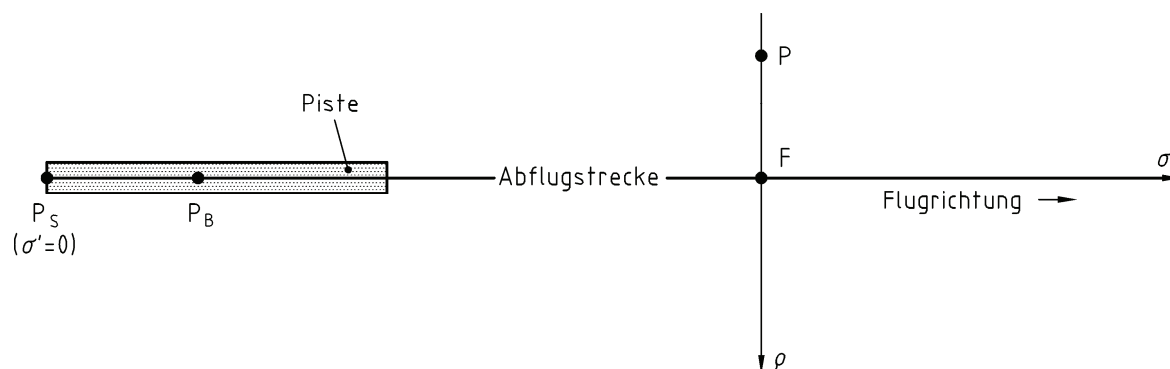
Tabelle 7 — Flugleistungsdaten der Luftfahrzeuggruppe P 1.3

P 1.3 — Start							P 1.3 — Landung						
σ'	Z dB	v m/s	h m	$dZ/d\sigma'$ dB/m	$dv/d\sigma'$ s^{-1}	$dh/d\sigma'$	σ'	Z dB	v m/s	h m	$dZ/d\sigma'$ dB/m	$dv/d\sigma'$ s^{-1}	$dh/d\sigma'$
0	0	18	0				–300 m	–5	4				
250 m	0	36	0				–150 m	0	31	0			
x	0	36	h_0				$x - 1\,000\text{ m}$	0	31	—			
$= (x + 1\,000\text{ m})$	–8	43	h_0				x	2	43	h_0			
$> (x + 1\,000\text{ m})$				0	0	0	$> x$				0	0	0
$h_Q = 1,2\text{ m}$ $x = \frac{h_0}{0,105} + 250\text{ m}$ Dabei ist h_0 die Flughöhe nach Anhang B, Datenblatt 2 für Abflüge oder Datenblatt 4 für Platzrunden.							$x = h_0 \cdot \cot w - 150\text{ m}$ Dabei ist h_0 die Flughöhe nach Anhang B, Datenblatt 3 für Anflüge oder Datenblatt 4 für Platzrunden; w der Gleitwinkel nach Anhang B, Datenblatt 3 für Anflüge oder Datenblatt 4 für Platzrunden.						

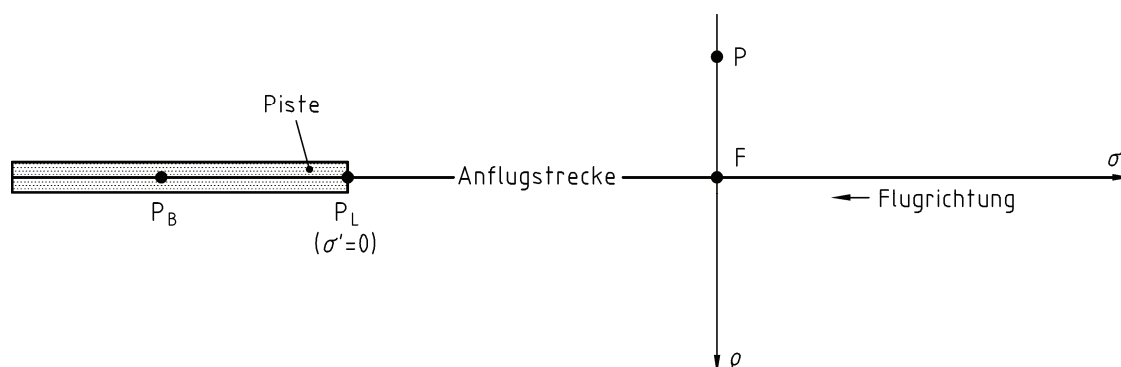
In den Datensätzen gelten folgende Formelzeichen:

- σ' Bogenlänge der Flugstrecke bezogen auf den Startpunkt bzw. die Landeschwelle, in Meter (m);
- Z Zusatzpegel, in Dezibel (dB);
- v Fluggeschwindigkeit als Funktion der Bogenlänge σ' , in Meter je Sekunde (m/s);
- h Flughöhe als Funktion der Bogenlänge σ' , in Meter (m);
- h_Q Quellhöhe über Piste, in Meter (m);
- x Bogenlänge der Stelle, an der eine bestimmte Flughöhe erreicht wird, in Meter (m).

Bild 1 dient zur Erläuterung der in den Datensätzen im Anhang A und in Tabelle 7 verwendeten Größen.



a) Draufsicht auf die Bezugsebene beim Startvorgang



b) Draufsicht auf die Bezugsebene beim Landevorgang

Legende

- P Immissionsort
- F Fußpunkt des von P auf die Flugstrecke gefällten Lots
- σ' Bogenlänge der Flugstrecke
- ρ Koordinate senkrecht zur Flugstrecke durch den Immissionsort
- P_B Pistenbezugspunkt
- P_S Startpunkt
- P_L Landeschwelle

Bild 1 — Geometrie in der Bezugsebene für Ab- und Anflüge**4.3 Flugplatz- und Flugbetriebsdaten****4.3.1 Allgemeine Flugplatzdaten**

Für die Ermittlung der Fluglärmbelastung in der Umgebung von Landeplätzen werden zumindest folgende Informationen benötigt:

- Flugplatzbezugspunkt

Der Flugplatzbezugspunkt ist sowohl in geografischen als auch in Gauß-Krüger-Koordinaten anzugeben. Die geografischen Koordinaten sind bezogen auf WGS 84 anzugeben und können in der Regel dem Luftfahrthandbuch Deutschland entnommen werden.

— Lage der Pisten

Die Lage der Pisten wird durch die Angabe eines Pistenbezugspunktes in Gauß-Krüger-Koordinaten, der Pistenrichtung, bezogen auf rechtweisend Nord (rwN) und auf Gitter-Nord Gauß-Krüger, 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 Pisten

Die Länge der Piste und deren Teilstrecken (Abstand Startpunkt – Pistenbezugspunkt bzw. Landeschwelle – Pistenbezugspunkt) sind in Meter anzugeben.

— Bodengebundene Operation von Luftfahrzeugen.

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

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 Pistenbezugspunkt; 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 (Pistenbezugspunkt). 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 Pistenbezugspunkt;

— Landeplätze mit mehr als 10 000 Starts je Jahr: Radius von mindestens 10 000 m um den Pistenbezugspunkt.

Bei der Festlegung des Einflussbereiches ist zu berücksichtigen, dass die Berechnung der Immissionskenngrößen nur in einem Bereich von 3/5 des Radius des Einflussbereiches (Rechenbereich) vorgenommen werden sollte (siehe 5.2).

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 Pistenbezugspunkt zu beschreiben. Abweichend davon sind bei Landeplätzen mit Kontrollzone die Flugstrecken in der Umgebung des Landeplatzes vom Pistenbezugspunkt bis zu den Einflughpunkten in die Kontrollzone (Pflichtmeldepunkte) zu beschreiben. In jedem Fall ist die Platzrunde vollständig zu beschreiben.

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 Flugkorridores eine Korridorbreite am Anfang und Ende des Abschnittes der Flugstrecke angegeben. Die beschriebene Flugstrecke gilt als Mittellinie des Flugkorridores.

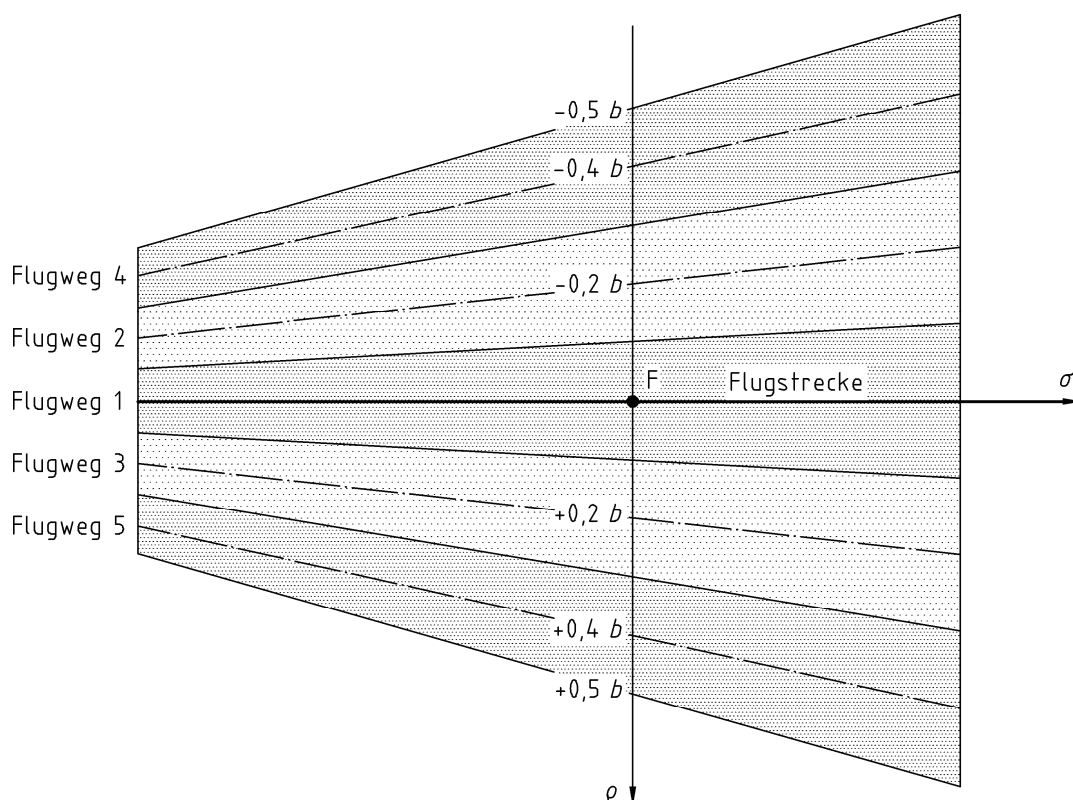
Die horizontale Verteilung der Flugbewegungen im Flugkorridor wird durch die Verteilungsfunktion $V(\eta)$ beschrieben (siehe Gleichung (7) und Bild 2).

$$V(\eta) = 30 \left(1/4 - \eta^2 \right)^2 \quad (7)$$

Dabei ist

- $V(\eta)$ die Verteilungsfunktion der Anzahl der Flugbewegungen im Flugkorridor;
- b_j die Korridorbreite der Flugstrecke als Funktion der Bogenlänge σ' längs der Flugstrecke, in Meter (m);
- ρ die Längenkoordinate auf der Senkrechten zur Flugstrecke, in Meter (m);
- $\eta = \rho/b$ die mit der Korridorbreite normierte Längenkoordinate auf der Senkrechten zur Flugstrecke ($-1/2 \leq \eta \leq +1/2$)

Die Verteilung der Flugbewegungen über den Flugkorridor wird durch eine Aufteilung des Korridores in eine ungerade Anzahl Teilkorridore realisiert. Die Mittellinie eines Teilkorridores wird als Flugweg bezeichnet.



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 Überflughpunkt

Bild 2 — Aufteilung einer Flugstrecke mit Flugkorridor in fünf Flugwege

Im Rahmen der angestrebten Berechnungsgenauigkeit ist in der Regel eine Unterteilung in fünf Flugwege ausreichend. Dabei sollte eine Teilkorridorbreite von 200 m nicht überschritten werden. Für die Berechnung mit fünf Flugwegen können die Werte für die Verteilung der Flugbewegungen auf der Flugstrecke auf die