

DIN EN 61265



ICS 17.140.30; 49.020

Einsprüche bis 2018-01-10
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 61265:1999-03

Entwurf

**Elektroakustik –
Geräte zur Messung des Geräuschs von Luftfahrzeugen –
Anforderungen an die Eigenschaften von Systemen zur Messung von
Schalldruckpegeln bei der Zertifizierung von Luftfahrzeugen
(IEC 29/958/CDV:2017);
Deutsche und Englische Fassung prEN 61265:2017**

Electroacoustics –
Instruments for measurement of aircraft noise –
Performance requirements for systems to measure sound pressure levels in noise
certification of aircraft (IEC 29/958/CDV:2017);
German and English version prEN 61265:2017

Électroacoustique –
Instruments pour la mesure du bruit des aéronefs –
Exigences relatives aux systèmes de mesure des niveaux de pression acoustique pour la
certification acoustique des aéronefs (CEI 29/958/CDV:2017);
Version allemande et anglaise prEN 61265:2017

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2017-11-10 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und
Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs
besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nals@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN/VDI-Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS), 10772 Berlin, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten
Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 47 Seiten

DIN/VDI-Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS)
DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Nationales Vorwort

Dieser Norm-Entwurf enthält die Deutsche Fassung des Europäischen Norm-Entwurfs prEN 61265:2017. Der diesem Europäischen Entwurf zugrunde liegende internationale Norm-Entwurf IEC 29/958/CDV:2017 ist im Technischen Komitee 29 „Electroacoustics“ der IEC (Sekretariat: DS, Dänemark) erstellt worden. Für die deutsche Mitarbeit ist der Gemeinschaftsausschuss NA 001-01-03 GA (NALS/DKE A 3) „Schallmessgeräte“ unter Federführung des DIN/VDI-Normenausschusses Akustik, Lärmminderung und Schwingungstechnik (NALS) zuständig.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfs gelten gleichermaßen auch für den englischen IEC-Text.

Normen mit der Bezeichnung IEC xxx entsprechen den Normen mit der Bezeichnung EN xxx, die auf Deutsch als DIN EN xxx veröffentlicht sind. IEC 60050(801) ist in der IEC Electropedia enthalten (siehe Abschnitt 3).

Änderungen

Gegenüber DIN EN 61265:1999-03 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Ergänzung von Anleitungen zur Messung von anderen Luftfahrzeugen als großen Transportflugzeugen;
- b) Ergänzung von Mikrofonen, die in Bodenplatten-Messsystemen eingesetzt werden;
- c) für bestimmte Flugzeugtypen Ergänzung von Messungen weiterer bewerteter Schallpegel als nur Terzbandmessungen;
- d) Überarbeitung und Klarstellung von Anforderungen an digitale Geräuschaufnahmen;
- e) Ergänzung von Anforderungen an die Ermittlung der Messunsicherheit.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 60942, *Elektroakustik — Schallkalibratoren*

DIN EN 61000-4-2 (VDE 0847-4-2), *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) — Teil 4-2: Prüf- und Messverfahren – Prüfung der Störfestigkeit gegen die Entladung statischer Elektrizität*

DIN EN 61000-4-3 (VDE 0847-4-3), *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) — Teil 4-3: Prüf- und Messverfahren – Prüfung der Störfestigkeit gegen hochfrequente elektromagnetische Felder*

DIN EN 61094-4, *Messmikrofone — Teil 4: Anforderungen an Gebrauchs-Normalmikrofone*

DIN EN 61260-1, *Elektroakustik — Bandfilter für Oktaven und Bruchteile von Oktaven — Teil 1: Anforderungen*

DIN EN 61326-1, *Elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte — EMV-Anforderungen — Teil 1: Allgemeine Anforderungen*

DIN EN 61672-1, *Elektroakustik — Schallpegelmesser — Teil 1: Anforderungen*

— Leerseite —

**Elektroakustik — Geräte zur Messung des Geräuschs von Luftfahrzeugen —
Anforderungen an die Eigenschaften von Systemen zur Messung von Schalldruckpegeln
bei der Zertifizierung von Luftfahrzeugen (IEC 29/958/CDV:2017)**

Electroacoustics — Instruments for measurement of aircraft noise — Performance requirements for systems to measure sound pressure levels in noise certification of aircraft (IEC 29/958/CDV:2017)

Électroacoustique — Instruments pour la mesure du bruit des aéronefs — Exigences relatives aux systèmes de mesure des niveaux de pression acoustique pour la certification acoustique des aéronefs (CEI 29/958/CDV:2017)

Vorgesehen als Ersatz für
EN 61265:1995

Dokument-Typ:
Dokument-Untertyp:
Dokumentstufe:
Dokumentsprache: D

STD Version 2.8l

Inhalt

	Seite
Einleitung	3
1 Anwendungsbereich.....	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Begriffe	4
4 Zweck.....	8
5 Anforderungen	8
5.1 Allgemeines	8
5.1.1 Ergebnisdaten.....	8
5.1.2 Zeitverlauf des Schalldrucks	9
5.1.3 Messung des Schalls von Luftfahrzeug-Bodenstromversorgungsanlagen	9
5.1.4 Messung des Betriebs des Luftfahrzeugs am Boden	9
5.2 Messunsicherheit.....	9
5.2.1 Zusammenhang mit behördlichen Anforderungen.....	9
5.2.2 Bestätigung der Eigenschaften	9
5.2.3 Regelmäßige Prüfungen.....	9
5.3 Referenzumgebungsbedingungen.....	10
5.4 Schallkalibrator.....	10
5.5 Mikrofonsystem	10
5.5.1 Druck- und Freifeldmikrofone	10
5.5.2 Mikrofonkonfiguration für streifenden Einfall	11
5.5.3 Bodenpattenmikrofon	12
5.5.4 Messkonfigurationen	13
5.6 Messsystem ohne Mikrofon	13
5.6.1 Frequenzgang.....	13
5.6.2 Lineare Arbeitsbereiche	13
5.6.3 Messsysteme mit gleitendem Messbereich.....	13
5.7 System für die Spektralanalyse	14
5.7.1 Analyse in Terzbändern.....	14
5.7.2 Zeitkonstante	14
5.7.3 Zeitversatz.....	14
5.7.4 Anti-Aliasing.....	14
5.8 Auflösung der Anzeigeeinrichtung.....	15
5.9 Empfindlichkeit gegen verschiedene Umgebungseinflüsse.....	15
5.9.1 Allgemeines	15
5.9.2 Atmosphärischer Druck.....	15
5.9.3 Lufttemperatur.....	15
5.9.4 Luftfeuchte	15
5.9.5 Elektromagnetische Verträglichkeit	16
Anhang A (informativ) Prüfverfahren für die elektroakustischen Eigenschaften eines Messsystems	17
Anhang B (informativ) Zusammenhang zwischen dem Toleranzintervall, dem zugehörigen Akzeptanzintervall und der höchstzulässigen Messunsicherheit.....	19
Literaturhinweise.....	21

Einleitung

Dieses Dokument beschreibt Anforderungen an die elektroakustischen Eigenschaften von Geräten zur Messung von Schall, der von Luftfahrzeugen im Flug oder am Boden oder von einem Luftfahrzeugmotor erzeugt wird, der auf einem Prüfstand im Freien zum Nachweis der Einhaltung derjenigen Zertifizierung von Luftfahrzeugen aufgebaut ist, die durch die zuständigen Luftfahrtbehörden erstellt wurde, sowie für weitere Vergleiche zwischen Luftfahrzeugmodellen. Die Geräte können Komponenten eines vollständigen Messsystems sein. Außerdem werden Verfahren angegeben, mit denen die Eigenschaften solcher Geräte regelmäßig geprüft werden können.

Verfahren zur Messung und Analyse bei der Zertifizierung von Luftfahrzeugen sind in Band I von Anhang 16 der Konvention über die Internationale Zivile Luftfahrt (Volume I of Annex 16 to the Convention of International Civil Aviation) mit ergänzenden Hinweisen auf Beschreibungen von akzeptablen „gleichwertigen Verfahren“ in dem *Umwelttechnischen Handbuch (Environmental Technical Manual)* beschrieben, das von dem ICAO-Komitee über Umweltschutz in der Luftfahrt (ICAO Committee on Aviation Environmental Protection, CAEP) ausgearbeitet wurde. Gemeinsam werden diese Dokumente in diesem Dokument als „ICAO-Anhang 16“ bezeichnet. Das Verfahren umfasst die Messung und Analyse des Geräuschs von Luftfahrzeugen im Flug und, unter bestimmten Umständen, des Geräuschs von stationären Motoren und sich in der Prüfung befindenden Motoren unter bestimmten Betriebs- und Umgebungsbedingungen.

Verschiedene in diesem Dokument festgelegte Anforderungen unterscheiden sich von den Anforderungen nach IEC 61672-1 über Schallpegelmesser, insbesondere was den Frequenzgang, die Richtcharakteristik, den linearen Arbeitsbereich und die Empfindlichkeit gegen verschiedene Umgebungseinflüsse betrifft. Viele dieser Unterschiede sind durch die Anforderung an einen ebenen Frequenzgang in einem breiten Bereich von Schalleinfallswinkeln bedingt, während ein Luftfahrzeug den Zertifizierungsflug absolviert. Falls das Ausgangssignal eines Messsystems, das diesem Dokument entspricht, in einen Gesamtschalldruckpegel für alle Frequenzbänder umgerechnet wird, würde sich der so erhaltene Pegel von dem mit einem Schallpegelmesser nach IEC 61672 ermittelten unterscheiden.

Die in diesem Dokument festgelegten Systeme werden zur Durchführung von Messungen verwendet, die die Anforderungen von ICAO-Anhang 16 oder den spezifischen Verfahren einer Zertifizierungsbehörde entsprechen, um nachzuweisen, dass ein Luftfahrzeug während eines Testflugs die Schallpegelgrenzen in Bodennähe einhält. Die Messunsicherheit wurde bei der Erstellung des Prüfverfahrens berücksichtigt, und es ist nicht die Absicht dieses Dokuments, die Analyse des Vertrauensintervalls des Luftfahrzeug-Prüfverfahrens zu wiederholen.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt Anforderungen an die Eigenschaften von Messgerätesystemen fest, die für die Schallmessung bei der Zertifizierung von Luftfahrzeugen und für andere Vergleiche von Luftfahrzeugmodellen verwendet werden, und empfiehlt Verfahren, mit denen bei regelmäßigen Prüfungen bestätigt werden kann, dass die Eigenschaften den gegebenen Anforderungen innerhalb der festgelegten Grenzabweichungen entsprechen.

Ein für diesen Zweck bestimmtes Schallmesssystem umfasst im Allgemeinen eine Kombination aus Geräten mit einem Mikrofon, einschließlich seinem Windschirm und anderer Zusatzkomponenten, über Geräte zur Aufzeichnung und Verarbeitung von Daten bis hin zu einem geeigneten Ausgang. Einzelne Messsysteme führen unabhängig von ihrer Zusammensetzung die notwendigen Funktionen in verschiedener Weise aus und arbeiten entweder analog oder digital.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. 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).

IEC 60942:2003, *Sound calibrators*

IEC 61094-4, *Measurement microphones — Part 4: Specifications for working standard microphones*

IEC 61260-1:2014, *Electroacoustics — Octave-band and fractional-octave-band filters — Part 1: Specifications*

IEC 61672-1:2013, *Electroacoustics — Sound level meters — Part 1: Specifications*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- IEC Electropedia: unter <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online Browsing Platform: unter <http://www.iso.org/obp>

3.1 Kalibrierprotokoll

Zeitverlauf des Schalldrucks oder während einer Kalibrierung aufgezeichneter Wert, der aus dem Ausgangssignal des Messsystems besteht, dessen akustisches Eingangssignal von einem Schallkalibrator bereitgestellt wird

3.2 EPNL, EPNdB

effektiv wahrgenommener Geräuschpegel, Zahlenwert der subjektiven Auswirkung des Luftfahrzeuggeräuschs auf den Menschen, angegeben in Dezibel (EPNdB) nach ICAO-Anhang 16, Annex I

3.3 Messsystem mit gleitendem Messbereich

Messsystem, das über eine automatische Pegelbereichumschaltung verfügt

3.4

Freifeldmikrofon

Mikrofon mit einem im Wesentlichen ebenen Frequenzgang für ebene fortschreitende Schallwellen, die in im Wesentlichen normalen Winkeln auf die Ebene der Mikrofonmembran treffen

3.5

Freifeld-Übertragungskoeffizient eines Mikrofonsystems

für eine sinusförmige ebene fortschreitende Schallwelle einer festgelegten Frequenz bei festgelegtem Schalleinfallswinkel Quotient des Effektivwerts der Ausgangsspannung eines Mikrofonsystems zum Effektivwert des Schalldrucks, der am Ort des Mikrofons bei Abwesenheit des Mikrofons herrschen würde, angegeben in Volt je Pascal

3.6

Freifeld-Übertragungsmaß eines Mikrofons

zwanzigfacher dekadischer Logarithmus des Quotienten des Freifeld-Übertragungskoeffizienten zum Bezugs-Übertragungskoeffizienten von ein Volt je Pascal, angegeben in Dezibel

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Freifeld-Übertragungsmaß kann bestimmt werden, indem der Schalldruckpegel (angegeben in dB re 20 µPa) des am Mikrofon einfallenden Schalls vom Spannungspegel (in dB re 1 V) am Ausgang des Mikrofonsystems abgezogen wird und 93,98 dB zum Ergebnis addiert wird.

3.7

streifender Einfall

Bedingung, bei der Schall von der interessierenden Quelle größtenteils in einem Einfallswinkel auf das Mikrofon auftrifft, der parallel zur Ebene der Mikrofonmembran liegt

3.8

L_{ASmax}

Maximalwert, der in einem festgelegten Zeitintervall oder während eines Ereignisses als A-frequenzbewerteter und S-zeitbewerteter Schalldruckpegel gemessen wird

3.9

L_{AE}

Schallexpositionspegel (SEL) des Zeitintegrals des quadrierten A-bewerteten Schalldrucks über ein bestimmtes Zeitintervall oder ein Ereignis, bezogen auf das Quadrat des Bezugsschalldrucks von 20 µPa und eine Referenzdauer von einer Sekunde, angegeben in Dezibel und bereitgestellt von einem integrierenden Schallpegelmessgerät in Übereinstimmung mit ICAO-Anhang 16, Anlage 4

BEISPIEL L_{AE} ist die Schallenergie eines akustischen, eine Sekunde andauernden Ereignisses, die der Schallenergie des gemessenen Ereignisses während des Zeitintervalls entspricht, während dessen sich der A-bewertete Schalldruckpegel innerhalb eines Bereichs von 10 dB unter seinem Maximalwert befindet. Sie ist in der Regel 7 dB bis 12 dB höher als L_{Amax} während desselben Zeitintervalls.

3.10

Pegeldifferenz

in Dezibel angegebener gemessener Terzband-Ausgangspegel eines beliebigen Pegelbereichs abzüglich des Pegels des zugehörigen elektrischen Eingangssignals, wobei für den gemessenen Terzband-Ausgangspegel eine Korrektur um den Wert der Differenz zwischen der Einstellung des Pegelbereichsschalters für diesen Pegelbereich und dem Bezugspegelbereich erfolgt

3.11

Pegel-Nichtlinearität

in Dezibel angegebene Pegeldifferenz in einem beliebigen Pegelbereich und für eine gewählte Terzbandmittelfrequenz abzüglich der Bezugspegeldifferenz, wobei alle Eingangs- und Ausgangssignale auf dieselbe Bezugsgröße bezogen werden

3.12

Pegelbereich

in Dezibel angegebene Einstellung der Schalter des Messsystems für die Aufnahme und die Spektralanalyse eines Schalldruckeingangssignals

3.13

Linearitätsbereich

für einen gegebenen Pegelbereich der Bereich von Pegeln in Dezibel für sinusförmige elektrische Dauersignale, eingespeist in den Eingang eines Messsystems ohne Mikrofonsystem, ausgehend von einer unteren Grenze bis zu einer oberen Grenze, über die die Pegel-Nichtlinearität innerhalb der in 5.6.2 genannten Grenzwerte liegt

3.14

Messsystem

Kombination aus Geräten zur Messung von Schalldruckpegeln einschließlich eines Schallkalibrators, eines Mikrofonsystems, von Einrichtungen zur Signalaufzeichnung und -konditionierung sowie eines Systems zur Spektralanalyse in Terzbändern oder Messung von A-frequenzbewerteten und S-zeitbewerteten Schallpegeln, wie für den zu bewertenden Luftfahrzeugtyp erforderlich

Anmerkung 1 zum Begriff: Das in diesem Dokument beschriebene Messsystem enthält keine Analysiereinrichtungen zur Berechnung von Kenngrößen, wie EPNL (EPNdB) oder SEL (L_{AE}).

Anmerkung 2 zum Begriff: In der Praxis können die Messanlagen mehrere Mikrofonsysteme enthalten, deren Ausgangssignale von einer Mehrkanal-Speichereinrichtung gleichzeitig aufgezeichnet werden. Die Einrichtungen zur Aufzeichnung und Konditionierung der Signale und/oder das System für die Spektralanalyse können getrennte parallele Kanäle und außerdem Einrichtungen haben, mit denen der Eingang oder der Ausgang gewählt werden kann. Für die Zwecke dieser Norm bildet jede Kombination aus einem einzelnen Mikrofonsystem und einem einzelnen Kanal zur Speicherung und Analyse des Signals zusammen mit anderen Geräten ein eigenes vollständiges Messsystem, für das die Anforderungen entsprechend gelten.

3.15

Mikrofon

elektroakustischer Wandler, mit dem Tonfrequenz-Luftdruckschwankungen in Wechselspannung umgewandelt werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Mikrofone zur Zertifizierung von Luftfahrzeugen sind üblicherweise elektrostatische oder Kondensatormikrofone, die über eine Ausgangsimpedanz verfügen, für die ein Vorverstärker erforderlich ist, der direkt am Mikrofon angebracht ist anstatt in einer externen Einrichtung, die über ein Kabel mit dem Mikrofon verbunden ist.

3.16

Mikrofonsystem

Komponenten des Messsystems, die als Antwort auf ein Schalldruckeingangssignal ein elektrisches Ausgangssignal erzeugen und die im Allgemeinen ein Mikrofon, einen Vorverstärker, Verlängerungskabel und, soweit erforderlich, andere Vorrichtungen umfassen

3.17

Druck-Übertragungskoeffizient eines Mikrofonsystems

für sinusförmigen Schalldruck einer bestimmten Frequenz an der Mikrofonmembran Quotient des Effektivwerts der Ausgangsspannung eines Mikrofonsystems zum Effektivwert des Schalldrucks, angegeben in Volt je Pascal

3.18

Druck-Übertragungsmaß eines Mikrofonsystems

zwanzigfacher dekadischer Logarithmus des Quotienten des Druck-Übertragungskoeffizienten zum Bezugs-Übertragungskoeffizienten von ein Volt je Pascal, angegeben in Dezibel

3.19

Druckmikrofon

Mikrofon mit einem im Wesentlichen ebenen Frequenzgang für den Schalldruck an der Mikrofonmembran

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei Frequenzen, deren Wellenlänge im Vergleich zum Durchmesser der Mikrofonmembran groß ist, verfügen Druckmikrofone für gewöhnlich über gleiche Frequenzgänge wie für ebene fortschreitende Wellen, die in Winkeln auftreten, die größtenteils in der Ebene der Mikrofonmembran liegen, was auch als streifender Einfall bezeichnet wird.

3.20

Hauptachse

Linie senkrecht zur Mikrofonmembran und durch ihr Zentrum

3.21

Bezugsflugbahn

geplante Flugbahn des zu prüfenden Luftfahrzeugs, wie nach dem relevanten Zertifizierungsprotokoll festgelegt

3.22

Bezugsfrequenz

festgelegte Frequenz des sinusförmigen Schalldrucksignals, das vom Schallkalibrator erzeugt wird, angegeben in Hertz

3.23

Bezugspegeldifferenz

in Dezibel angegebene Pegeldifferenz bei der Bezugspegelbereichseinstellung für ein dem Bezugsschalldruckpegel entsprechenden elektrischen Bezugseingangssignal

3.24

Bezugspegelbereich

in Dezibel angegebener Pegelbereich zur Überprüfung des akustischen Übertragungsmaßes des Messsystems, der den Bezugsschalldruckpegel enthält

3.25

Bezugsschalldruckpegel

in Dezibel angegebener Schalldruckpegel, der unter Referenzumgebungsbedingungen in dem Hohlraum des Kupplers des Schallkalibrators erzeugt wird, der zur Überprüfung des akustischen Gesamtübertragungsmaßes eines Messsystems verwendet wird

3.26

Schalleinfallswinkel

in Grad angegebener Winkel zwischen der Hauptachse des Mikrofons und einer Geraden von der Schallquelle zum Mittelpunkt der Mikrofonmembran

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei einem Schalleinfallswinkel von 0° wird von „senkrechtem Schalleinfall“, bei einem Schalleinfallswinkel von 90° von „streifendem Schalleinfall“ gesprochen.

3.27

zeitlich gemittelter Bandschalldruckpegel

für ein festgelegtes Zeitintervall der in Dezibel angegebene zehnfache dekadische Logarithmus des Verhältnisses des zeitlichen quadratischen Mittelwerts des Schalldruck-Momentanwerts zum Quadrat des Bezugsschalldrucks von 20 µPa

4 Zweck

Zweck dieses Dokuments ist es, sicherzustellen, dass die verschiedenen Messsysteme zur Zertifizierung von Luftfahrzeugen mit ihren elektroakustischen Eigenschaften unter bestimmten Referenzumgebungsbedingungen innerhalb der festgelegten Grenzwerte übereinstimmen. Dieses Dokument enthält weder Empfehlungen für die Aufstellung von Mikrofonen oder für Mikrofonwindschirme noch Festlegungen für die bei der Zertifizierung von Luftfahrzeugen verwendeten Mess- und Analysierverfahren, sondern beschränkt sich auf Anforderungen an die Eigenschaften der Messsysteme, die zur Messung der in bestimmten Frequenzbereichen und mit bestimmten Frequenzbewertungen gemittelten Schalldruckpegel in einem bestimmten Zeitintervall verwendet werden. Einige der Anforderungen gelten für das gesamte Messsystem einschließlich jeglicher vor der Analyse vorgenommener Speicherungen des zeitlichen Verlaufs des zu messenden Schalldrucksignals. Andere Anforderungen gelten speziell für das Mikrofon, das ein elektrisches Signal als Antwort auf den empfangenen Schalldruck erzeugt. Weitere Anforderungen gelten nur für die Geräte, die das Signal so verarbeiten, dass am Ausgang Schalldruckpegel in Terzbändern oder bewertete Schalldruckpegel zur Verfügung stehen.

Die Anforderungen dieses Dokuments gelten für Geräte zur Schallmessung an Luftfahrzeugen der Kategorien nach ICAO-Anhang 16. In Anhang 16 sind drei unterschiedliche Messprotokolle angegeben, die in den Anlagen 2, 4 und 6 des Anhangs 16 aufgeführt sind. Dieses Dokument stellt keine Messempfehlungen für Luftfahrzeuge zur Verfügung, für die Zertifizierungsanforderungen gelten, die älter als jene sind, die zum Zeitpunkt ihrer Veröffentlichung gelten.

Tabelle 1 — ICAO-Messprotokolle (informativ)

Anhang 16 Kapitel	Luftfahrzeugkategorie und -masse	Mikrofon-konfiguration	Geräusch-Kenngröße	Anhang 16 Anlage
3, 4 oder 14	Unterschall-Strahlflugzeuge und Propeller-Luftfahrzeuge > 8 618 kg	streifender Einfall	EPNdB	2
8	Hubschrauber	streifender Einfall	EPNdB	2
10	Propeller-Luftfahrzeuge ≤ 8 618 kg	Bodenplatte	L_{ASmax}	6
11	Hubschrauber ≤ 3 175 kg	streifender Einfall	L_{AE}	4
13	Kipprotor-Luftfahrzeuge	streifender Einfall	EPNdB	2

5 Anforderungen

5.1 Allgemeines

5.1.1 Ergebnisdaten

Das Messsystem muss geeignete für das Analysierverfahren festgelegte zeitlich indexierte Terzbänder oder A-bewertete Schallpegelmesswerte liefern.

Für Messungen, die zur Berechnung von EPNL-Werten verwendet werden sollen, muss das Messsystem zeitlich gemittelte Terzband-Schalldruckpegel liefern, die mindestens den Bereich der Mittenfrequenzen von 50 Hz bis 10 kHz abdecken.

Zur Messung von L_{AE} oder L_{ASmax} muss das Messsystem entweder Terzpegel oder A-bewertete Schalldruckpegel wie von IEC 61672-1 entsprechenden Messgeräten liefern. Terzmessungen können in anschließenden Datenanalysen, die nicht von diesem Dokument behandelt werden, in die erforderlichen L_{AE} - oder L_{ASmax} -Werte umgewandelt werden.

5.1.2 Zeitverlauf des Schalldrucks

Das Messsystem kann den unveränderten Zeitverlauf des Schalldrucks am Mikrofon messen, wodurch die ursprüngliche Wellenform jederzeit zur weiteren Verarbeitung und Analyse reproduziert werden kann, anstatt die Ergebnisse sofort in Terz- oder A-bewerteten Werten zu speichern. Einige Zertifizierungsanforderungen geben die obligatorische Aufzeichnung des Zeitverlaufs des Schalldrucks zusammen mit integrierten Werten vor. Selbst wenn solche Aufzeichnungen nicht erforderlich sind, werden sie nachdrücklich empfohlen. Wenn der Zeitverlauf des Schalldrucks aufgezeichnet wird, muss dies anhand einer unkomprimierten, zeitlich indexierten Impulscodemodulations-Wellenformdatei zusammen mit den Aufzeichnungen des Kalibrierereignisses erfolgen, damit die Messung für zukünftige Bewertungs- oder Analyseprotokolle rekonstruiert werden kann.

5.1.3 Messung des Schalls von Luftfahrzeug-Bodenstromversorgungsanlagen

Messungen der Schallpegel von Luftfahrzeug-Bodenstromversorgungsanlagen sind mit Schallpegelmessern nach IEC 61672-1 durchzuführen, wobei insbesondere auf die Kalibrierung und die potenziellen Auswirkungen der Schallstreuung durch den Benutzer zu achten ist, der, falls vorhanden, den Schallpegelmesser hält.

5.1.4 Messung des Betriebs des Luftfahrzeugs am Boden

Geräusche, die durch den Betrieb des Luftfahrzeugs am Boden entstehen, einschließlich der Prüfung von Luftfahrzeugmotoren, werden für gewöhnlich mit Mikrofonsystemen für den streifenden Einfall gemessen (siehe 5.5 für weitere Vorgaben), wobei die Hauptachse des Mikrofons vertikal ausgerichtet ist. Diese Geräusche werden als wahrgenommener Geräuschpegel (*PNL*) oder als A-bewerteter Schalldruckpegel (L_{ASmax}) ermittelt, um der menschlichen Wahrnehmung in ungefähr zu entsprechen. Freifeldmikrofone, die typischerweise an Schallpegelmessern vorhanden sind, können ebenfalls verwendet werden, vorausgesetzt, dass der Schalleinfallswinkel innerhalb der Winkel liegt, bei denen der Freifeld-Übertragungskoeffizient innerhalb der in 5.5.2.2 genannten Grenzwerte liegt.

5.2 Messunsicherheit

5.2.1 Zusammenhang mit behördlichen Anforderungen

Messungen der Schallemissionen bei der Zertifizierung von Luftfahrzeugen werden nach den behördlichen Anforderungen von ICAO-Anhang 16 oder nationalen Zertifizierungsbehörden vorgenommen, die Geräuschgrenzwerte für bestimmte Luftfahrzeuge festlegen. Zertifizierungsbehörden können unter Umständen eine Dokumentation der Messunsicherheit fordern, um sicherzustellen, dass die Geräuschmesssysteme diesem Dokument entsprechen.

5.2.2 Bestätigung der Eigenschaften

Jede Systemkomponente muss unter Berücksichtigung der Rückführbarkeit auf relevante Normale kalibriert werden, einschließlich aller Zubehörteile, wie z. B. Vorverstärker, die für die Messung verwendet werden. Passive elektrische Zubehörteile, wie Kabel und Stecker, brauchen nicht Teil der Analyse zu sein. Die Beschreibung des Kalibrierverfahrens muss jeden Schritt beinhalten, der erforderlich ist, um den Freifeld-Übertragungskoeffizienten in den Richtungen, in denen die Messungen vorgenommen werden, abzuleiten. Das Kalibrierprotokoll sollte eine Analyse des Fehlerbereichs oder der erwarteten Unsicherheit basierend auf den Herstellerdaten und der Unsicherheit der angewandten Kalibrierverfahren mit einem Überdeckungsniveau von 95 % umfassen.

5.2.3 Regelmäßige Prüfungen

Verfahren für regelmäßige Prüfungen der elektroakustischen Eigenschaften eines Messsystems, die zu Ergebnissen führen, die zum Vergleich mit den Anforderungen dieses Dokuments geeignet sind, sind in Anhang A beschrieben. Die Ergebnisse solcher Prüfungen sind so anzupassen, dass sie den Referenzumgebungsbedingungen entsprechen (siehe 5.3 für weitere Angaben).

5.3 Referenzumgebungsbedingungen

Die Referenzumgebungsbedingungen für die Angabe der Eigenschaften eines Messsystems sind:

- Lufttemperatur: 23 °C
- statischer Luftdruck: 101,325 kPa
- relative Luftfeuchte: 50 %

5.4 Schallkalibrator

Der zur Überprüfung des gesamten akustischen Übertragungsmaßes des Messsystems verwendete Schallkalibrator muss mindestens die Anforderungen der Klasse 1 oder Klasse 1/C nach IEC 60942:2003 erfüllen. Der Bezugsschalldruckpegel, der im Hohlraum des Kupplers des Schallkalibrators erzeugt wird, muss unter Verwendung der vom Hersteller gelieferten Angaben über den Einfluss des statischen Luftdrucks und der Temperatur für die Referenzumgebungsbedingungen nach 5.3 berechnet werden.

Nationale Luftfahrzeug-Zertifizierungsbehörden können die Verwendung von Kalibratoren mit geringeren Genauigkeitsanforderungen zulassen, wenn die erhöhte Unsicherheit erwähnt wird.

5.5 Mikrofonsystem

5.5.1 Druck- und Freifeldmikrofone

Mikrofone, die für Messungen nach diesem Dokument verwendet werden, sind unidirektionale Druckmesswandler, die auf die momentane Differenz zwischen dem einfallenden Druck des Schallfelds und dem Druck eines internen Luftvolumens reagieren, das über eine lange akustische Zeitkonstante mit dem Schallfeld verbunden ist. Mikrofone werden üblicherweise „Druckmikrofone“ genannt, wenn ihre Übertragungsfunktion in Bezug auf die Frequenz des Schalldrucks an der Membran linear ist, oder „Freifeldmikrofone“, wenn die Übertragungsfunktion in Bezug auf die Frequenz einer einfallenden ebenen fortschreitenden Welle linear ist, ein Zustand, der häufig unter Freifeldbedingungen vorgefunden wird. Es stehen sowohl „Druckmikrofone“ als auch „Freifeldmikrofone“ zur Verfügung, die die erforderlichen Eigenschaften nach 5.5.2 und 5.5.3 aufweisen.

Mikrofone für den streifenden Einfall und Bodenplattenmikrofone sind typischerweise „Druckmikrofone“, bei denen ein im Wesentlichen ebener Frequenzgang für Schalldruck über der gesamten Membranfläche vorliegt.

„Druckmikrofone“ verfügen über einen im Wesentlichen ebenen Freifeld-Übertragungskoeffizienten für weit entfernten Schall, der in 90° auf die Hauptachse einfällt und weisen bei hohen Frequenzen für Winkel, die näher am nominalen Schalleinfall liegen, eine erhöhte Empfindlichkeit auf. Die Zertifizierungsnormen für Luftfahrzeuge basieren auf diesen Eigenschaften, damit Korrekturen für Schalleinfallswinkel innerhalb von $\pm 30^\circ$ bei streifendem Einfall nicht erforderlich sind. Druckmikrofone sollten nicht verwendet werden, wenn die Hauptachse des Mikrofons auf die Schallquelle gerichtet ist.

„Freifeldmikrofone“ werden für gewöhnlich bei Schallmessern verwendet und dann eingesetzt, wenn die Hauptachse des Mikrofons direkt auf eine Schallquelle gerichtet ist. Messungen unter Ausrichtung des Mikrofons auf die Schallquelle, wie z. B. bei der Messung an Anlagen am Boden, werden für gewöhnlich mit Freifeldmikrofonen vorgenommen. Vorausgesetzt, sie erfüllen die Anforderungen an die in 5.5.2 und 5.5.3 beschriebenen Eigenschaften, können solche Mikrofone über den interessierenden Frequenzbereich als Druckmikrofone verwendet werden und sind für die Messung bei der Zertifizierung von Luftfahrzeugen geeignet.

Mikrofone, die den Anforderungen nach IEC 61094-4, Typ WS2P entsprechen, sind für Messungen nach den Anforderungen dieses Dokuments geeignet. Es können andere Mikrofontypen verwendet werden, wenn diese die relevanten elektroakustischen Anforderungen dieses Dokuments erfüllen.

5.5.2 Mikrofonkonfiguration für streifenden Einfall

5.5.2.1 Allgemeines

Mikrofone zur Messung unter streifendem Einfall nach Anlage 2 oder 4 von ICAO-Anhang 16 werden 1,2 m über dem Boden installiert. Dabei wird die Membran abgewandt vom Boden und im Wesentlichen in der Ebene ausgerichtet, die durch die Bezugsflugbahn des Luftfahrzeugs und der Messstation definiert wird.

5.5.2.2 Frequenzgang in der Messebene

Das Freifeld-Übertragungsmaß des Mikrofons für die Messung unter streifendem Einfall darf bei 90° zur Hauptachse des Mikrofons und bei Frequenzen, die sich mindestens über den Bereich der Terzmittenfrequenzen von 50 Hz bis 5 Hz erstrecken, um nicht mehr als $\pm 1,0$ dB von dem Freifeld-Übertragungsmaß bei der Bezugsfrequenz abweichen. Für die Mittenfrequenzen von 6,3 kHz, 8 kHz und 10 kHz darf die Abweichung $\pm 2,0$ dB nicht überschreiten. Diese Charakteristik kann durch Anwendung der Korrektionskurve des Herstellers für unterschiedliche Einfallswinkel auf die Charakteristik in einem geschlossenen Kuppler oder mit einer elektrostatischen Anregeeletrode bestätigt werden, je nachdem wie durch das Kalibrierverfahren des Herstellers gefordert.

5.5.2.3 Richtcharakteristik

Bei allen Terzmittenfrequenzen im Bereich von 50 Hz bis 10 Hz und bei Schalleinfallswinkel von 30°, 60°, 90°, 120° und 150° (siehe Bild 1) dürfen die Abweichungen des Freifeld-Übertragungsmaßes des Mikrofons, das zur Messung unter streifendem Einfall verwendet wird, von dem Freifeld-Übertragungsmaß für den Schalleinfallswinkel 0° („normaler Schalleinfall“) die in Tabelle 2 angegebenen Werte nicht überschreiten. Für Schalleinfallswinkel zwischen zwei benachbarten Schalleinfallswinkeln in Tabelle 2 dürfen die Abweichungen der Freifeld-Übertragungsmaße den Wert für den größeren Winkel nicht überschreiten.

ANMERKUNG Die in Tabelle 2 angegebenen Werte entsprechen normalerweise den Charakteristiken eines Messmikrofons mit der Größe eines halben Zolls oder kleiner.

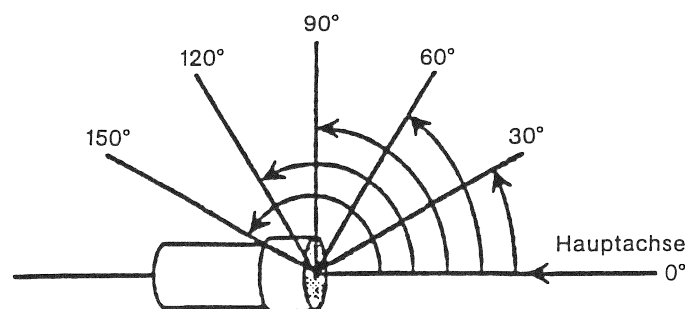


Bild 1 — Darstellung der Schalleinfallswinkel von der Hauptachse des Mikrofons