

DIN ISO 226

ICS 13.140

Mit DIN EN ISO 389-7:2006-04
Ersatz für
DIN 45630-2:1967-09

**Akustik –
Normalkurven gleicher Lautstärkepegel (ISO 226:2003)**

Acoustics –
Normal equal-loudness-level contours (ISO 226:2003)

Acoustique –
Lignes isosoniques normales (ISO 226:2003)

Gesamtumfang 23 Seiten

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

Nationales Vorwort

Die Internationale Norm ISO 226:2003 „Acoustics — Normal equal-loudness-level contours“ ist vom ISO/TC 43 „Acoustics“ unter deutscher Mitarbeit erstellt worden. Bei der Überarbeitung wurde ISO 226:1987 in zwei separate Normen aufgeteilt: Die Bezugshörschwellen unter Freifeld- und Diffusfeldbedingungen wurden in ISO 389-7 festgelegt; die Normalkurven gleicher Lautstärkepegel im freien Schallfeld bei frontalem Schalleinfall wurden von der ISO/TC 43/WG 1 „Threshold of hearing“ in ISO 226:2003 festgelegt. Ungeachtet dessen finden sich in der vorliegenden Norm die Werte der Hörschwelle unter Freifeldbedingungen für den Frequenzbereich 20 Hz bis 12 500 Hz in der letzten Spalte von Tabelle 1.

Die in ISO 226:2003 verwendete Abkürzung „PSE“ bedeutet „point of subjective equality“ und wurde mit „subjektive Beurteilung gleicher Lautstärke“ übersetzt. Damit ist die Entscheidung eines Probanden gemeint, ob er zwei dargebotene Stimuli als gleich laut wahrnimmt.

Für die deutsche Mitarbeit ist der Arbeitsausschuss NALS A 2 „Geräuschimmission – Grundlagen, Ermittlung, Beurteilung“ zuständig.

Diese zweite Ausgabe von ISO 226 ersetzt die erste Ausgabe (ISO 226:1987), die inhaltlich überarbeitet wurde.

Zu den im Inhalt genannten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO 266 siehe DIN EN ISO 266

ISO 389-7 siehe DIN EN ISO 389-7

Die Deutschen Normen sind in Anhang NA aufgeführt.

Änderungen

Gegenüber DIN 45630-2:1967-09 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) aktuelles Datenmaterial zur Feststellung der Normalkurven gleicher Lautstärkepegel ausgewertet;
- b) Beschränkung der Festlegung der Normalkurven gleicher Lautstärkepegel auf den Frequenzbereich 20 Hz bis 12 500 Hz sowie auf Lautstärkepegel zwischen (10) 20 phon und 90 (100) phon;
- c) Ergänzung von Tabellen mit Zahlenwerten der Normalkurven gleicher Lautstärkepegel;
- d) eingehende Erläuterung der Herleitung der Normalkurven gleicher Lautstärkepegel in einem Anhang;
- e) Festlegung der Hörschwelle entfallen (siehe DIN EN ISO 389-7).

Frühere Ausgaben

DIN 45630-2: 1967-09

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 266, *Akustik — Normfrequenzen*

DIN EN ISO 389-7:2006-04, *Akustik — Standard-Bezugspegel für die Kalibrierung von audiometrischen Geräten — Teil 7: Bezugshörschwellen unter Freifeld- und Diffusfeldbedingungen (ISO 389-7:2005); Deutsche Fassung EN ISO 389-7:2005*

Akustik
Normalkurven gleicher Lautstärkepegel

Inhalt

	Seite
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
4 Gleichungen zur Berechnung der Normalkurven gleicher Lautstärkepegel	7
4.1 Berechnung des Schalldruckpegels aus dem Lautstärkepegel	7
4.2 Berechnung des Lautstärkepegels aus dem Schalldruckpegel	7
Anhang A (normativ) Normalkurven gleicher Lautstärkepegel für reine Töne im freien Schallfeld	9
Anhang B (normativ) Zahlenwerte der Normalkurven gleicher Lautstärkepegel für reine Töne im freien Schallfeld	10
Anhang C (informativ) Erläuterungen zur Herleitung der Normalkurven gleicher Lautstärkepegel	13
Literaturhinweise	22

Einleitung

Die Kurven, die solche reinen Töne miteinander verbinden, die die gleiche Lautstärkewahrnehmung hervorrufen, aber unterschiedliche Frequenz und eventuell verschiedene Schalldruckpegel haben, beschreiben eine der wichtigsten Eigenschaften des menschlichen Gehörs und sind deshalb für die Psychoakustik von wesentlicher Bedeutung. Zusammen mit den Daten für die Hörschwelle unter Freifeld- und unter Diffusfeldbedingungen waren diese Kurven gleicher Lautstärkepegel in ISO 226:1987 festgelegt.

ANMERKUNG 1 Gleiche Lautstärkepegel können auch für bandbegrenztes Rauschen bestimmt werden. In der vorliegenden Internationalen Norm sind jedoch nur die Kurven gleicher Lautstärkepegel für reine Töne festgelegt, da nicht genügend Daten für solche Kurven bei bandbegrenztem Rauschen vorliegen. Trotzdem gilt diese Internationale Norm – eventuell eingeschränkt – auch für Rauschsignale in Terzbändern.

Bei der Erarbeitung dieser Internationalen Norm wurde entschieden, die Werte für die Hörschwelle und die Werte für die Kurven gleicher Lautstärkepegel oberhalb der Hörschwelle in zwei separaten Normen festzulegen, weil die verfügbaren Daten für die gleichen Lautstärkepegel zum damaligen Zeitpunkt nicht ausreichend waren, die Festlegung der Hörschwelle aber dringend benötigt wurde. Die Werte für die Hörschwelle wurden in ISO 389-7:1996 „Acoustics — Reference zero for the calibration of audiometric equipment — Part 7: Reference threshold of hearing under free-field and diffuse-field listening conditions“ festgelegt. Diese Norm gehört zu der Reihe Internationaler Normen über die Standard-Bezugspegel für die Kalibrierung audiometrischer Geräte. Die Werte für die Kurven gleicher Lautstärkepegel sind in der vorliegenden Internationalen Norm festgelegt. Sie sind im Vergleich zu denjenigen in ISO 226:1987 überarbeitet.

ANMERKUNG 2 ISO 389-7:1996 wird zur Zeit überarbeitet, um die Werte für die Hörschwelle mit der vorliegenden Ausgabe von ISO 226 in Einklang zu bringen^{N1)}.

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm legt Kombinationen von Schalldruckpegeln und Frequenzen reiner Dauertöne fest, die vom Menschen als gleich laut empfunden werden. Die Festlegungen gelten unter folgenden Annahmen:

- a) Das Schallfeld besteht bei Abwesenheit des Hörers aus einer sich frei ausbreitenden ebenen Welle;
- b) die Schallquelle befindet sich direkt vor dem Hörer;
- c) die Schallsignale sind reine Töne;
- d) der Schalldruckpegel wird in Abwesenheit des Hörers an der Position des Mittelpunktes seines Kopfes gemessen;
- e) das Hören erfolgt binaural;
- f) die Hörer sind otologisch normale Personen im Alter von 18 Jahren bis 25 Jahren.

Die Daten sind in Anhang A als Kurven und in Anhang B als Zahlenwerte für die Normfrequenzen der Terzen nach ISO 266 von 20 Hz bis 12 500 Hz angegeben.

N1) Nationale Fußnote: Diese Überarbeitung ist mit ISO 389-7:2005 abgeschlossen, siehe DIN EN ISO 389-7:2006-04.

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).

ISO 266, *Acoustics — Preferred frequencies*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

otologisch normale Person

Person in normalem Gesundheitszustand, die frei von allen Anzeichen oder Symptomen einer Ohren-erkrankung ist, deren Gehörgänge nicht von Cerumen verschlossen sind und die bisher keiner übermäßigen Lärmeinwirkung ausgesetzt war, keine möglicherweise ototoxische Medikamente eingenommen oder familiär bedingten Hörverlust erlitten hat

3.2

freies Schallfeld

Schallfeld, bei dem die Raumbegrenzungen einen vernachlässigbaren Einfluss auf die Schallwellen haben

3.3

Lautstärkepegel

in phon angegebener Wert für ein Geräusch, der zahlenmäßig dem in dB angegebenen Schalldruckpegel eines Referenzschalls entspricht, der aus einer frontal einfallenden ebenen Welle mit der Frequenz 1 000 Hz besteht und als gleich laut wie das Geräusch empfunden wird

3.4

Beziehung gleicher Lautstärke

Kurve oder Funktion, die für einen reinen Ton mit gegebener Frequenz die Beziehung zwischen seinem Lautstärkepegel und seinem Schalldruckpegel angibt

3.5

Kurve gleichen Lautstärkepegels

Kurve, die diejenigen reine Töne darstellenden Punkte in der Hörfläche (Schalldruckpegel über Frequenz) miteinander verbindet, die als gleich laut empfunden werden

3.6

Normalkurve gleichen Lautstärkepegels

Kurve gleichen Lautstärkepegels, die den Mittelwert der Lautstärkeempfindung otologisch normaler Personen im Alter von 18 Jahren bis 25 Jahren angibt

ANMERKUNG Das Vorgehen bei der Herleitung der Normalkurven gleicher Lautstärkepegel ist in Anhang C beschrieben.

3.7

Hörschwelle

Schalldruckpegel, bei dem eine Person bei wiederholten Darbietungen unter bestimmten Bedingungen in der Hälfte der Fälle die Wahrnehmung des dargebotenen Signals richtig angibt

4 Gleichungen zur Berechnung der Normalkurven gleicher Lautstärkepegel

4.1 Berechnung des Schalldruckpegels aus dem Lautstärkepegel

Der Schalldruckpegel L_p eines reinen Tons mit der Frequenz f und dem Lautstärkepegel L_N ergibt sich aus

$$L_p = \frac{10}{\alpha_f} \cdot \lg A_f \text{ dB} - L_U + 94 \text{ dB} \quad (1)$$

Dabei ist

$$A_f = 4,47 \times 10^{-3} \times (10^{0,025 L_N} - 1,15) + \left[0,4 \times 10^{\frac{T_f + L_U}{10} - 9} \right]^{\alpha_f}$$

T_f die Hörschwelle

α_f Exponent der Lautstärkeempfindung

L_U Betrag der linearen Übertragungsfunktion, normiert auf 1000 Hz.

Werte für diese Parameter sind in Tabelle 1 angegeben.

Bei allen Frequenzen gilt Gleichung (1) für Werte ab 20 phon bis zu der folgenden oberen Grenze:

20 Hz bis 4 000 Hz: 90 phon

5 000 Hz bis 12 500 Hz: 80 phon.

Für Lautstärkepegel unter 20 phon ist Gleichung (1) wegen fehlender experimenteller Daten zwischen 20 phon und der Hörschwelle nur informativ. Dasselbe gilt für Lautstärkepegel über 90 phon bis 100 phon bei Frequenzen von 20 Hz bis 1 000 Hz, da für 100 phon nur Daten von einem einzigen Institut vorliegen.

4.2 Berechnung des Lautstärkepegels aus dem Schalldruckpegel

Der Lautstärkepegel L_N eines reinen Tons mit der Frequenz f und dem Schalldruckpegel L_p ergibt sich aus

$$L_N = 40 \lg B_f \text{ phon} + 94 \text{ phon} \quad (2)$$

Dabei ist

$$B_f = \left[0,4 \times 10^{\frac{L_p + L_U}{10} - 9} \right]^{\alpha_f} - \left[0,4 \times 10^{\frac{T_f + L_U}{10} - 9} \right]^{\alpha_f} + 0,005 135$$

T_f , α_f und L_U sind dieselben Parameter wie in 4.1.

Für Gleichung (2) gelten dieselben Einschränkungen wie für Gleichung (1).