

DIN EN ISO 3382-1



ICS 91.120.20

Mit DIN EN ISO 3382-2:2008-09
Ersatz für
DIN EN ISO 3382:2000-03

**Akustik –
Messung von Parametern der Raumakustik –
Teil 1: Aufführungsräume (ISO 3382-1:2009);
Deutsche Fassung EN ISO 3382-1:2009**

Acoustics –
Measurement of room acoustic parameters –
Part 1: Performance spaces (ISO 3382-1:2009);
German version EN ISO 3382-1:2009

Acoustique –
Mesurage des paramètres acoustiques des salles –
Partie 1: Salles de spectacles (ISO 3382-1:2009);
Version allemande EN ISO 3382-1:2009

Gesamtumfang 31 Seiten

Normenausschuss Materialprüfung (NMP) im DIN
Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS) im DIN und VDI
Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 3382-1:2009) wurde vom Komitee ISO/TC 43/SC 2 „Building acoustics“, dessen Sekretariat vom DIN (Deutschland) gehalten wird, in Abstimmung mit dem Technischen Komitee CEN/TC 126 „Akustische Eigenschaften von Bauteilen und von Gebäuden“, dessen Sekretariat von AFNOR (Frankreich) gehalten wird, erarbeitet. Das zuständige deutsche Gremium ist der Arbeitsausschuss NA 062-02-31 AA „Schalldämmung und Schallabsorption, Messung und Bewertung“ im Normenausschuss Materialprüfung (NMP).

Für die in diesem Dokument zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen.

IEC 61260 siehe DIN EN 61260
IEC 61672-1 siehe DIN EN 61672-1

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 3382:2000-03 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Inhalt in zwei Norm-Teile aufgeteilt und erweitert;
- b) 4.3 „Messpunkte“ abgeändert;
- c) 5.3.3 „Integration der Impulsantwort“ geändert;
- d) Abschnitt 6 „Auswertung der Abklingkurven“ abgeändert;
- e) Abschnitt 7 „Messunsicherheit“ hinzugefügt;
- f) Anhang C „Aus Impulsantworten abgeleitete Bühnennormgrößen“ hinzugefügt.

Frühere Ausgaben

DIN 52216: 1965-08
DIN EN ISO 3382: 2000-03

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 61260, *Elektroakustik — Bandfilter für Oktaven und Bruchteile von Oktaven*

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

Deutsche Fassung

**Akustik —
Messung von Parametern der Raumakustik —
Teil 1: Aufführungsräume
(ISO 3382-1:2009)**

Acoustics —
Measurement of room acoustic parameters —
Part 1: Performance spaces
(ISO 3382-1:2009)

Acoustique —
Mesurage des paramètres acoustiques des salles —
Partie 1: Salles de spectacles
(ISO 3382-1:2009)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 14. Juni 2009 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum des CEN oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Management-Zentrum: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
Einleitung.....	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	5
4 Messbedingungen	7
5 Messverfahren.....	10
6 Auswertung der Abklingkurven	13
7 Messunsicherheit.....	13
8 Räumliche Mittelwertbildung.....	14
9 Angabe der Ergebnisse.....	15
Anhang A (informativ) Aus Impulsantworten abgeleitete Messgrößen (Gütemaße) für den Zuhörerraum.....	16
Anhang B (informativ) Binaurale Messgrößen in Zuhörerräumen, hergeleitet aus Impulsantworten.....	25
Anhang C (informativ) Aus Impulsantworten abgeleitete Bühnen-Messgrößen	27
Literaturhinweise	29

Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 3382-1:2009) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 43 „Acoustics“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 126 „Akustische Eigenschaften von Bauteilen und von Gebäuden“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom AFNOR gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Dezember 2009, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Dezember 2009 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN [und/oder CENELEC] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument ersetzt EN ISO 3382:2000.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 3382-1:2009 wurde vom CEN als EN ISO 3382-1:2009 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Diese erste Ausgabe der ISO 3382-1 stellt eine technische Überarbeitung dar und ersetzt zusammen mit ISO 3382-2 und ISO 3382-3 die ISO 3382:1997. Anhang A wurde um die Informationen über JND („Unterscheidungsschwelle“, en: just noticeable difference), die empfohlene Frequenz-Mittelwertbildung und die Einbeziehung eines neuen Parameters für die LEV (Zuhörer-Einhüllung, en: Listener Envelopment) erweitert. Es wurde ein neuer Anhang C hinzugefügt, der die Parameter für die akustischen Bedingungen auf der Orchesterbühne behandelt.

ISO 3382 besteht aus folgenden Teilen unter dem Haupttitel *Akustik — Messung von Parametern der Raumakustik*:

Teil 1: Aufführungsräume

Teil 2: Nachhallzeit in gewöhnlichen Räumen

Durchgehende Räume werden das Thema eines zukünftigen Teil 3 sein.

Einleitung

Die Nachhallzeit eines Raumes galt bisher als wesentliche Kenngröße für seine akustischen Eigenschaften. Wenn die Nachhallzeit auch weiterhin als wichtiger Parameter angesehen wird, so besteht doch weitgehend Übereinstimmung darüber, dass andersartige Messungen wie diejenige des relativen Schalldruckpegels, des Verhältnisses von früh zu spät eintreffender Energie, des Seitenschallgrads, interauraler Kreuzkorrelationsfunktionen und des Störpegels zu einer umfassenderen Bewertung der akustischen Eigenschaften von Räumen erforderlich sind. Diese Internationale Norm legt weiterhin raumakustische Qualität nur durch die Nachhallzeit fest, führt aber zwei weitere Komplexitätsebenen bei raumakustischen Messungen ein.

In diesem Teil der ISO 3382 wird ein Messverfahren beschrieben, mit dem die Nachhallzeiten aus Impulsantworten und aus abgeschaltetem Rauschen erhalten werden. In den Anhängen werden Grundlagen und Einzelheiten von Verfahren zur Messung einiger neuerer Größen eingeführt; diese Anhänge sind jedoch nicht Bestandteile der verbindlichen Festlegungen in diesem Teil der ISO 3382. Es sollte ermöglicht werden, Messungen der Nachhallzeit untereinander mit größerer Sicherheit zu vergleichen, und der Gebrauch der neuen Größen und die allgemeine Übereinstimmung bei deren Anwendung sollte gefördert werden.

Im Anhang A werden Messgrößen behandelt, deren Grundlage quadrierte Impulsantworten sind: eine weitere Größe für den Nachhall (frühe Abklingzeit) und solche für den relativen Schallpegel, das Verhältnis von früh zu spät eintreffender Energie und den Seitenschallgrad in Zuhörerräumen. Innerhalb dieser Gruppen von Messgrößen ist noch zu entscheiden, welche der Größen für eine Normung am besten geeignet sind, wobei es jedoch angemessen ist, die Impulsantwort als Grundlage für die Normmessungen einzuführen, da alle anderen Größen aus Impulsantworten abgeleitet werden können. Anhang B behandelt binaurale Messungen und die Kopf- und Rumpf-Nachbildungen (Kunstköpfe), die für solche Messungen erforderlich sind. In Anhang C werden die unterstützenden Messgrößen vorgestellt, die sich bei der Beurteilung akustischer Bedingungen vom Standpunkt des Musikers aus als hilfreich erwiesen haben.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der ISO 3382 legt Verfahren für die Messung der Nachhallzeit und anderer raumakustischer Parameter in Aufführungsräumen fest. Sie beschreibt das Messverfahren, die benötigten Geräte, die erforderliche Messpunktdichte und das Verfahren zur Auswertung der Daten und zum Erstellen des Prüfberichts. Er ist für die Anwendung moderner digitaler Messtechniken und die Bewertung raumakustischer, aus Impulsantworten abgeleiteter Parameter vorgesehen.

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).

IEC 61260, *Electroacoustics — Octave-band and fractional-octave-band filters*

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

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

Abklingkurve

graphische Darstellung der Abnahme des Schalldruckpegels in einem Raum als Funktion der Zeit nach dem Abschalten der Schallquelle

[ISO 354:2003, 3.1]

ANMERKUNG 1 Dieser Abklingvorgang kann entweder nach dem tatsächlichen Abschalten einer kontinuierlich tönenden Schallquelle im Raum gemessen oder aus der Rückwärts-Integration der quadrierten Impulsantwort des Raumes abgeleitet werden (siehe Abschnitt 5).

ANMERKUNG 2 Der nach nicht-kontinuierlicher Anregung eines Raumes (z. B. durch Aufzeichnung eines Pistolenschusses mit einem Pegelschreiber) direkt gewonnene Abklingvorgang wird für eine genaue Auswertung der Nachhallzeit nicht empfohlen. Dieses Verfahren sollte nur für überschlägige Messungen nach dem Kurzverfahren angewendet werden. Das Abklingen der Impulsantwort in einem Raum ist üblicherweise kein einfaches exponentielles Abklingen und dementsprechend ist der Anstieg anders als der der integrierten Impulsantwort.

3.2

Verfahren mit abgeschaltetem Rauschen

Verfahren mit dem die Abklingkurven durch direkte Aufzeichnung des abklingenden Schalldruckpegels bestimmt werden, wenn die Anregung eines Raumes mit Breitbandrauschen oder Rauschen mit Bandbegrenzung erfolgt

[ISO 354:2003, 3.3]

3.3

Verfahren mit integrierter Impulsantwort

Verfahren mit dem die Abklingkurven durch Rückwärtsintegration der quadrierten Impulsantworten bestimmt werden

[ISO 354:2003, 3.4]

3.4

Impulsantwort

zeitliche Entwicklung des Schalldrucks, der an einem Ort in einem Raum als Ergebnis der Emission eines Dirac-Impulses an einem anderen Ort im Raum beobachtet wird

[ISO 354:2003, 3.5]

ANMERKUNG In der Praxis ist es nicht möglich echte Diracsche Delta-Funktionen zu erzeugen und abzustrahlen, jedoch können kurze, transiente Schallvorgänge (z. B. von Pistolenschüssen) für praktische Messungen hinreichend genaue Näherungen bieten. Ein alternatives Messverfahren beruht jedoch auf der Verwendung einer Periode eines Signals vom Typ einer Maximalfolge (en: maximum-length sequence, MLS) oder eines anderen deterministischen Signals mit flachem Spektrum wie ein Sinus-Sweep und Rück-Umrechnung der gemessenen Antwort in eine Impulsantwort.

3.5

Nachhallzeit

T

<raumakustische Parameter> Zeit, die erforderlich ist, damit die räumlich gemittelte Schallenergiedichte in einem geschlossenen Raum um 60 dB sinkt, nachdem die Schallquelle abgeschaltet wurde.

ANMERKUNG 1 Die Nachhallzeit wird in Sekunden angegeben.

ANMERKUNG 2 *T* kann basierend auf einem kürzeren Dynamikbereich als 60 dB ermittelt und auf eine Abklingzeit von 60 dB extrapoliert werden. Sie wird dann entsprechend gekennzeichnet. So wird sie, wenn *T* aus der Zeit ermittelt wird, zu der die Abklingkurve erstmalig die Werte 5 dB und 25 dB unter dem Anfangspegel erreicht, mit *T*₂₀, gekennzeichnet. Werden Abklingwerte von 5 dB bis 35 dB unter dem Anfangspegel verwendet, werden sie mit *T*₃₀ gekennzeichnet.

3.6

Besetzungszustände

3.6.1

unbesetzter Zustand

Zustand eines Raumes, der für Nutzung vorbereitet und für die Sprecher oder vortragenden Künstler und das Publikum bereit ist, in dem jedoch keine dieser Personen anwesend ist und in dem bei Konzerthallen und Opernhäusern die Stühle für die Künstler, Notenständer und Perkussionsinstrumente usw. vorzugsweise vorhanden sind

3.6.2

Studiozustand

<Räume für Sprach- und Musikdarbietungen> Zustand eines Raumes, in dem sich nur Künstler oder Sprecher befinden und kein Publikum (zum Beispiel bei Proben oder während Tonaufnahmen); die Anzahl an Künstlern oder anderen Personen, wie Technikern, entspricht dabei der üblichen Anzahl

3.6.3

besetzter Zustand

Zustand einer Zuhörerräume oder Theaters, in dem 80 % bis 100 % der Sitzplätze belegt sind

ANMERKUNG Die in einem Raum gemessene Nachhallzeit wird von der Anzahl anwesender Personen bestimmt und die oben genannten Besetzungszustände wurden für Messzwecke definiert.

4 Messbedingungen

4.1 Allgemeines

Die Messungen der Nachhallzeit können mit dem Raum in jeglichem oder allen Besetzungszuständen durchgeführt werden. Wenn der Raum mit einstellbaren Komponenten zur Herstellung variabler akustischer Bedingungen ausgestattet ist, kann es von Bedeutung sein, getrennte Messungen mit diesen Komponenten in jeder ihrer Normaleinstellungen durchzuführen. Die Temperatur und relative Luftfeuchte im Raum sollten mit einer Grenzabweichung von $\pm 1\text{ °C}$ und $\pm 5\%$ gemessen werden.

Eine genaue Beschreibung des Besetzungszustandes des Raumes ist von entscheidender Bedeutung bei der Beurteilung der durch Messung der Nachhallzeit erhalten Ergebnisse.

In Theatern muss zwischen „Sicherheitsvorhang auf“ und „Sicherheitsvorhang zu“ sowie zwischen „Orchestergraben offen“ und „Orchestergraben geschlossen“ bzw. „Orchester sitzt auf der Bühne“ mit oder ohne Konzertsimmerraufbau unterschieden werden. In all diesen Fällen können Messungen hilfreich sein. Bei offenem Sicherheitsvorhang ist die Bühnenausstattung von Bedeutung und muss beschrieben werden.

Wenn variable Komponenten aktive (z. B. elektronische) Technik enthalten, sollten deren Auswirkungen ebenfalls gemessen werden, da jedoch bestimmte Arten elektronischer Nachhall-Verbesserungssysteme zeitlich nichtstationäre Bedingungen im Raum hervorrufen, wird es keine einheitliche Impulsantwort geben und ist bei der Ausführung synchroner Mittelwertbildung während des Messverlaufs mit Vorsicht vorzugehen.

4.2 Prüfeinrichtungen

4.2.1 Schallquelle

Die Schallquelle muss so ungerichtet wie möglich sein (siehe Tabelle 1). Sie muss einen genügend hohen Schallpegel erzeugen, so dass sich Abklingkurven mit dem erforderlichen Mindest-Dynamikbereich ohne ungünstigen Störpegel-Einfluss ergeben. Wenn Impulsantworten mit pseudostatistischen Folgen gemessen werden, darf der erforderliche Schalldruckpegel ziemlich niedrig sein, weil eine deutliche Verbesserung des Störabstands durch synchrone Mittelung möglich ist. Bei Messungen, bei denen kein synchrones (oder anderes) Mittelungsverfahren zur Vergrößerung des Abklingbereiches angewendet wird, ist eine Schallquelle erforderlich, deren Abstrahlung um wenigstens 45 dB über dem Störpegel im jeweiligen Frequenzband liegt. Wenn nur T_{20} gemessen werden soll, genügt es, einen Pegel von wenigstens 35 dB über dem Störpegel zu erzeugen.

In Tabelle 1 sind die höchstzulässigen Abweichungen von kugelförmiger Abstrahlung angegeben, gemittelt über „gleitende“ 30°-Bogenbereiche in einem Freifeld. Falls kein Drehteller verwendet werden kann, sollte in 5°-Schritten gemessen werden mit anschließender „gleitender“ Mittelung über jeweils sechs benachbarte Punkte. Der Bezugswert ist aus einem 360°-Energie-Mittel in der Messebene zu bestimmen. Der Minimal-Abstand zwischen Quelle und Mikrofon muss 1,5 m betragen.

Tabelle 1 — Höchstzulässige Abweichungen der Schallquelle in Dezibel für die Anregung mit Oktavbändern des Rosa-Rauschens bei Messung im Freifeld

Frequenz, Hertz	125	250	500	1 000	2 000	4 000
Höchstabweichung, Dezibel	± 1	± 1	± 1	± 3	± 5	± 6

4.2.2 Mikrofone, Aufnahme- und Analysegeräte

4.2.2.1 Allgemeines

Zur Ermittlung des Schalldrucks sind ungerichtete Mikrofone einzusetzen, deren Ausgangssignale entweder eingespeist werden:

- direkt in einen Verstärker, eine Filterbaugruppe und ein System zur Darstellung der Abklingkurven oder einem Analysegerät zur Ableitung der Impulsantworten; oder
- in ein Signalaufzeichnungsgerät zur späteren Analyse.

4.2.2.2 Mikrofone und Filter

Das Messgerät muss den in IEC 61672-1 an ein Schallpegelmessgerät vom Typ 1 gestellten Anforderungen genügen. Die Oktav- oder Terzfilter müssen IEC 61260 entsprechen. Das Mikrofon sollte so klein wie möglich sein und vorzugsweise einen Membrandurchmesser von höchstens 13 mm aufweisen. Mikrofone mit Durchmessern bis zu 26 mm sind zulässig, wenn es sich um reine Druckempfänger handelt oder sie als Freifeld-Mikrofone mit einem Diffusor-Vorsatz ausgestattet sind, womit sich bei diffusem Schalleinfall eine frequenz-unabhängige Übertragungscharakteristik ergibt.

4.2.2.3 Aufnahmegerät

Wenn das Abklingen des Schalls anfänglich auf Magnetband oder einer digitalen Aufzeichnungseinrichtung aufgezeichnet wird, dürfen keine automatischen Verstärkungsregler oder andere Schaltungen für die dynamische Optimierung des Rauschabstandes verwendet werden. Die Aufnahmedauer muss bei jedem Abklingen lange genug sein, um die Bestimmung des dem Abklingen folgenden Dauerstörpegels zu erlauben; als Minstdauer werden 5 s plus der erwarteten Nachhallzeit empfohlen.

Das Aufnahmegerät muss für die jeweilige Kombination aus angewendeter Aufzeichnungs- und Wiedergabegeschwindigkeit folgende Eigenschaften haben.

- a) Der Frequenzgang muss über den Frequenzbereich der Messung flach sein mit einer Grenzabweichung kleiner als ± 3 dB.
- b) Der Dynamikbereich muss ausreichend sein, um den erforderlichen Mindestbereich der Abklingkurve zuzulassen. Im Fall von Abklingvorgängen mit abgeschaltetem Rauschen, muss das Aufzeichnungsgerät einen Rauschabstand von mindestens 50 dB in jedem betrachteten Frequenzband bieten können.
- c) Das Verhältnis der Wiedergabegeschwindigkeit zur Aufnahmegeschwindigkeit muss auf ± 2 % genau $10^{0,1 \cdot n}$ betragen, wobei n eine ganze Zahl, null eingeschlossen, ist.

ANMERKUNG Wenn bei der Wiedergabe eine Geschwindigkeitsumsetzung angewendet wird, dann wird die zugehörige Frequenzumsetzung eine ganze Zahl Standard-Terzbandabstände oder, wenn n ein Vielfaches von Drei ist, Oktavbandabstände sein.

Wenn ein Tonbandgerät verwendet wird, dann bezieht sich T (siehe 4.2.2.4) bezüglich der Ansprechgeschwindigkeit der Apparatur zur Aufzeichnung der Schalldruckpegel-Abnahme mit der Zeit auf die Effektivnachhallzeit des wiedergegebenen Signals. Diese wird sich von der wahren Nachhallzeit des geschlossenen Raumes nur unterscheiden, wenn die Wiedergabegeschwindigkeit von der Aufnahmegeschwindigkeit abweicht.

Wenn das Abklingen für die Wiedergabe durch Filter und eine Integriereinrichtung aufgenommen wurde, kann es nützlich sein, die Antwortsignale während der Wiedergabe zeitlich umzukehren (siehe [10]).