



Hauptkriteriengruppe

**Soziokulturelle und funktionale Qualität**

Kriteriengruppe

**Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit**

Kriterium

**Akustischer Komfort**

### Relevanz und Zielsetzungen

Ziel ist die Sicherstellung einer geeigneten raumakustischen Qualität entsprechend der jeweiligen Nutzung der Räume. Die raumakustische Qualität bestimmt die akustische Behaglichkeit und hat wesentlichen Einfluss auf die Leistungsfähigkeit und die Kommunikationsbedingungen für die Gebäudenutzer. Durch eine frühzeitige raumakustische Planung kann die Schaffung guter raumakustischer Verhältnisse gewährleistet werden.

### Beschreibung

Die Einhaltung der in diesem Abschnitt aufgestellten Anforderungen an akustische Parameter dient im Wesentlichen der Minderung von unerwünschten Geräuschen, welche durch die Nutzer im Raum selbst verursacht werden, und der Sicherstellung einer hohen Sprachverständlichkeit, da der sprachlichen Kommunikation die Schlüsselrolle in der Nutzungsart Unterricht zukommt. In Szenarien mit genau einem Sprecher bedeutet dies etwa die Sicherstellung einer mühelosen und auch über Stunden ermüdungsfreien Möglichkeit der Raumbeschallung mit oder ohne elektroakustische Hilfsmittel bei gleichzeitiger Bedämpfung der Publikumsgeräusche. In Szenarien, bei denen mehrere Gespräche von voneinander unabhängigen Gruppen im gleichen Raum geführt werden, dient die Schallabsorption vor allem der Unterbindung des unwillkürlichen Anhebens der Sprechlautstärke. Der Schutz vor Geräuschen, die außerhalb des Raumes oder von technischen Installationen erzeugt werden, wird im Abschnitt Schallschutz behandelt.

### Bewertung

Quantitative Bewertung der Nachhallzeit  $T$  [s].

### Methode

Anzuwendendes Kriterium zur Bewertung des akustischen Komforts in Unterrichtsgebäuden ist die Nachhallzeit  $T$  [s]. Die Messung bzw. Berechnung der Nachhallzeit muss in den Oktavbändern von 125 Hz bis 4000 Hz erfolgen. Bewertet wird der nach Gleichung [1] gebildete Mittelwert  $T$  der Nachhallzeiten  $T_i$  der sechs Oktavbänder.

$$T = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^6 T_i \quad [1]$$

Die Zuordnung von Räumen in Unterrichtsgebäuden zu abgrenzbaren Raumnutzungsarten sowie die Festlegung entsprechender raumakustischer Anforderungswerte an die Nachhallzeit(en) erfolgt gemäß der einschlägigen DIN 18041:

#### Gruppe A: Räume über mittlere und größere Entfernungen

- **Unterricht** (z. B. Unterrichtsräume, Hörsäle, Seminar-/ Besprechungs-/ Konferenzräume, Tele-Teaching, Musikunterrichtsräume ausschließlich für elektroakustische Nutzung)
- **Sprache** (Probenraum ausschließlich für Musik ohne elektroakustischer Unterstützung, Sport- und Schwimmhallen mit Publikum)
- **Musik** (z. B. Musikunterrichtsraum mit aktivem Musizieren und Gesang)
- **Sport 1:** (z. B. Sport- und Schwimmhallen ohne Publikum, normaler einzügiger Unterrichtsbetrieb)
- **Sport 2** (z. B. Sport- und Schwimmhallen ohne Publikum, mehrzügiger, paralleler Unterrichtsbetrieb)

Für Räume der Nutzungsarten Unterricht und Sprache mit Raumvolumina  $< 250 \text{ m}^3$  gelten für die einzelnen Oktavbänder 250 bis 2000 Hz als Zielwertanforderung zusätzlich um 20% verringerte Nachhallzeiten  $T_i$ , um Personen, die ein Bedürfnis nach erhöhter Sprachverständlichkeit haben – z. B. wegen eingeschränktem Hörvermögen – eine günstigere raumakustische Situation in Anlehnung an die DIN 18041 zu bieten.



Hauptkriteriengruppe

**Soziokulturelle und funktionale Qualität**

Kriteriengruppe

**Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit**

Kriterium

**Akustischer Komfort**

**Gruppe B: Räume über geringere Entfernung**, wie z. B. Verkehrsflächen (Treppehäuser, Flure, die nicht als Aufenthaltsfläche genutzt werden), Einzel- und Mehrpersonenbüros, Speiseräume und Kantinen über 50 m<sup>2</sup>, Bibliotheken, Pausenhallen, Foyers

Für die Bestimmung der Nachhallzeiten gelten folgende Randbedingungen:

### 1. Räume der Gruppe A

#### 1.1 Unterricht

Der Nachweis der Einhaltung des Nachhallzeitkriteriums erfolgt durch Messung im leeren Zustand gemäß dem Verfahren der DIN EN ISO 3382-2 oder speziell für Hörsäle nach der DIN EN ISO 3382-1. Daraus wird die äquivalente Absorptionsfläche im leeren Zustand nach dem Verfahren der DIN 18041 bestimmt, die äquivalente Absorptionsfläche für 80%-ige Besetzung (z.B. aus Anhang B der DIN 18041) hinzuaddiert und schließlich die Nachhallzeit für den 80% besetzten Zustand ermittelt. Alternativ kann die Nachhallzeit auch nach den Rechenvorschriften der DIN 18041 bestimmt werden.

#### 1.2 Sprache

Der Nachweis der Einhaltung des Nachhallzeitkriteriums erfolgt durch Messung im leeren Zustand gemäß dem Verfahren der DIN EN ISO 3382-2 oder speziell für Theateraufführungsräume nach der DIN EN ISO 3382-1. Daraus wird die äquivalente Absorptionsfläche im leeren Zustand nach dem Verfahren der DIN 18041 bestimmt, die äquivalente Absorptionsfläche für 80%-ige Besetzung (z.B. aus Anhang B der DIN 18041) hinzuaddiert und schließlich die Nachhallzeit für den 80% besetzten Zustand ermittelt. Alternativ kann die Nachhallzeit auch nach den Rechenvorschriften der DIN 18041 bestimmt werden.

#### 1.3 Musik

Der Nachweis der Einhaltung des Nachhallzeitkriteriums erfolgt durch Messung im leeren Zustand gemäß dem Verfahren der DIN EN ISO 3382-2 oder speziell für Konzertsäle nach der DIN EN ISO 3382-1. Daraus wird die äquivalente Absorptionsfläche im leeren Zustand nach dem Verfahren der DIN 18041 bestimmt, die äquivalente Absorptionsfläche für 80%-ige Besetzung (z.B. aus Anhang B der DIN 18041) hinzuaddiert und schließlich die Nachhallzeit für den 80% besetzten Zustand ermittelt. Alternativ kann die Nachhallzeit auch nach den Rechenvorschriften der DIN 18041 bestimmt werden.

#### 1.4 Sport 1

Der Nachweis der Einhaltung des Nachhallzeitkriteriums erfolgt durch Messung im leeren Zustand gemäß dem Verfahren der DIN EN ISO 3382-2. Alternativ kann die Nachhallzeit auch nach dem Rechenverfahren der DIN 18041 bestimmt werden.

#### 1.5 Sport 2

Der Nachweis der Einhaltung des Nachhallzeitkriteriums erfolgt durch Messung im leeren Zustand gemäß dem Verfahren der DIN EN ISO 3382-2. Alternativ kann die Nachhallzeit auch nach dem Rechenverfahren der DIN 18041 bestimmt werden.

### 2. Räume der Gruppe B

Der Nachweis der Einhaltung der Anforderungswerte für die Nachhallzeit erfolgt durch Messung im leeren Zustand gemäß dem Verfahren der DIN EN ISO 3382-2. Alternativ kann die Nachhallzeit auch nach dem Rechenverfahren der DIN 18041 bestimmt werden.

Hauptkriteriengruppe	<b>Soziokulturelle und funktionale Qualität</b>
Kriteriengruppe	<b>Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit</b>
Kriterium	<b>Akustischer Komfort</b>

### Maßgebende Regelwerke

- DIN 18041: 2004-05: Hörsamkeit in kleinen bis mittelgroßen Räumen
- DIN EN ISO 3382-1:2009 Akustik – Messung von Parametern für die Raumakustik – Teil 1: Aufführungsräume.
- DIN EN ISO 3382-2:2008 Akustik – Messung von Parametern für die Raumakustik – Teil 2: Nachhallzeit in gewöhnlichen Räumen.

### Wechselwirkung zu weiteren Kriterien

- 3.1.1 Thermischer Komfort im Winter
- 3.1.2 Thermischer Komfort im Sommer
- 4.1.1 Schallschutz

In schutzbedürftigen Räumen darf ein maximal zulässiger Grundgeräuschpegel nicht überschritten werden. Das Teilkriterium Grundgeräuschpegel wird im Kriterium „Schallschutz“ bewertet.

### Für die Bewertung erforderliche Unterlagen

- a) Dokumentation der Messergebnisse der Nachhallzeit gemäß DIN EN ISO 3382-1 (Hörsäle) bzw. DIN EN ISO 3382-2 (sonst) im unbesetzten Zustand und ggf. der Berechnung für den zu 80 % besetzten Zustand
- b) Alternativ zu a): Dokumentation der Berechnungsergebnisse der Nachhallzeit gemäß DIN 18041.

Im Fall der rechnerischen Nachweisführung für die Nachhallzeit müssen die der Rechnung zugrunde liegenden Absorptionsgrade, Absorptionsflächen und Bauteilfläche zahlenmäßig und frequenzabhängig aufgeführt werden. Für die angenommenen Absorptionsgrade und Absorptionsflächen sind Nachweise vorzugsweise in Form von Prüfberichten gemäß ISO 354 oder gleichwertiger Quellen beizulegen. Im Fall der Messung sind die zum Zeitpunkt der Messung vorhandenen Raumbegrenzungsflächen vollständig mit ihren für die Schallabsorption relevanten Eigenschaften zu beschreiben.

### Hinweise zur Bewertung

Die Bewertung des Kriteriums erfolgt anhand einer Flächengewichtung der Einzelergebnisse der gemäß DIN 18041 relevanten Raumtypen:

$$F_{A\text{Typ}x} = N_{F\text{Typ}x} / N_{F\text{ges}}$$

Die Bewertung erfolgt zunächst für alle Raumtypen einzeln und gemäß den Anforderungen zu den jeweiligen Raumkategorien nach DIN 18041. Die Einzelergebnisse werden wie folgt benannt:

Räume Gruppe A: z. B.  $Erg_{A\text{Unt.Typ}1}$  (Ergebnis für Unterrichtsraum Typ 1)  
Räume Gruppe B:  $Erg_{B\text{Typ}3}$

Für die Gesamtbewertung werden die Einzelbewertungen mit den jeweiligen Faktoren multipliziert und summiert:

$$\sum (F_i \times Erg_i) = (F_{A\text{Typ}1} \times Erg_{A\text{Unt.Typ}1}) + (F_{A\text{Typ}2} \times Erg_{A\text{Unt.Typ}2}) + (F_{B\text{Typ}3} \times Erg_{B\text{Typ}3}) \dots$$

In der Flächengewichtung sind auch Räume zu berücksichtigen, für die ggf. keine Nachhallzeitwerte vorliegen.

Hauptkriteriengruppe

Soziokulturelle und funktionale Qualität

Kriteriengruppe

Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit

Kriterium

Akustischer Komfort

Bewertungsmaßstab

Anforderungsniveau	
Z:100	$\sum (F_i \times \text{Erg}_i) \geq 100$
R: 50	$\sum (F_i \times \text{Erg}_i) = 50$
G: 10	$\sum (F_i \times \text{Erg}_i) = 10$
0	$\sum (F_i \times \text{Erg}_i) < 10$

Zwischenwerte sind zulässig.

Alle angegebenen Nachhallzeiten sind – wenn nicht anders angegeben – arithmetische Mittelwerte aus den sechs Oktavbändern (125 bis 4000 Hz).  
Die Anforderungswerte können auf eine Nachkommastelle gerundet werden.

### 1. Räume der Gruppe A

#### 1.1 Unterricht

Anforderungsniveau	
Pkt	Beschreibung
	<b>Raumvolumen <math>\geq 250 \text{ m}^3</math></b>
	<b>Raumvolumen <math>&lt; 250 \text{ m}^3</math></b>
100	$T \leq [0,32 \cdot \lg(V/\text{m}^3) - 0,17] \text{ s}$ <b>UND</b> $T_i \leq [0,32 \cdot \lg(V/\text{m}^3) - 0,17] \text{ s} \times 0,8$ in den Oktavbändern 250 bis 2000 Hz
90	-
80	$T \leq 1,2 \cdot [0,32 \cdot \lg(V/\text{m}^3) - 0,17] \text{ s}$
50	$T \leq 1,5 \cdot [0,32 \cdot \lg(V/\text{m}^3) - 0,17] \text{ s}$
0	$T > 1,5 \cdot [0,32 \cdot \lg(V/\text{m}^3) - 0,17] \text{ s}$

#### 1.2 Sprache

Anforderungsniveau	
Pkt	Beschreibung
	<b>Raumvolumen <math>\geq 250 \text{ m}^3</math></b>
	<b>Raumvolumen <math>&lt; 250 \text{ m}^3</math></b>
100	$T \leq [0,37 \cdot \lg(V/\text{m}^3) - 0,14] \text{ s}$ für Räume $\geq 250 \text{ m}^3$ <b>UND</b> $T_i \leq [0,37 \cdot \lg(V/\text{m}^3) - 0,14] \text{ s} \times 0,8$ in den Oktavbändern 250 bis 2000 Hz
90	-
80	$T \leq 1,2 \cdot [0,37 \cdot \lg(V/\text{m}^3) - 0,14] \text{ s}$
50	$T \leq 1,5 \cdot [0,37 \cdot \lg(V/\text{m}^3) - 0,14] \text{ s}$
0	$T > 1,5 \cdot [0,37 \cdot \lg(V/\text{m}^3) - 0,14] \text{ s}$

Hauptkriteriengruppe

**Soziokulturelle und funktionale Qualität**

Kriteriengruppe

**Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit**

Kriterium

**Akustischer Komfort**

### 1.3 Musik

Anforderungsniveau	
Pkt	Beschreibung
100	$T \leq [0,45 \cdot \lg(V/m^3) + 0,07]s$
80	$T \leq 1,2 \cdot [0,45 \cdot \lg(V/m^3) + 0,07]s$
50	$T \leq 1,5 \cdot [0,45 \cdot \lg(V/m^3) + 0,07]s$
0	$T > 1,5 \cdot [0,45 \cdot \lg(V/m^3) + 0,07]s$

### 1.4 Sport 1

Anforderungsniveau	
Pkt	Beschreibung
100	$T \leq [1,27 \cdot \lg(V/m^3) - 2,49]s$
80	$T \leq 1,2 \cdot [1,27 \cdot \lg(V/m^3) - 2,49]s$
50	$T \leq 1,5 \cdot [1,27 \cdot \lg(V/m^3) - 2,49]s$
0	$T > 1,5 \cdot [1,27 \cdot \lg(V/m^3) - 2,49]s$

### 1.5 Sport 2

Anforderungsniveau	
Pkt	Beschreibung
100	$T \leq [0,95 \cdot \lg(V/m^3) - 1,74]s$
80	$T \leq 1,2 \cdot [0,95 \cdot \lg(V/m^3) - 1,74]s$
50	$T \leq 1,5 \cdot [0,95 \cdot \lg(V/m^3) - 1,74]s$
0	$T > 1,5 \cdot [0,95 \cdot \lg(V/m^3) - 1,74]s$

## 2. Räume der Gruppe B

Anforderungsniveau	
Pkt	Beschreibung
100	$T \leq 0,8 s$
70	$T \leq 1,0 s$ für alle Raumgrößen
40	$T \leq 1,2 s$ für alle Raumgrößen
0	$T > 1,2 s$ für alle Raumgrößen

Für alle Bewertungsansätze gilt: Überschreitet die Nachhallzeit eines oder mehrerer Oktavbänder den berechneten Mittelwert um mehr als 30 % oder sogar 50 % ist folgende Tabelle zu beachten:

Punktabzug	
-20	Überschreitung des Mittelwerts in einem oder mehreren Oktavbändern um mehr als 30 %, jedoch nicht mehr als 50 %.
-40	Überschreitung des Mittelwerts in einem oder mehreren Oktavbändern um mehr als 50 %.