



Raumakustik mit Knauf Grundlagen und Konzepte

Cleaneo **C**lassic

Cleaneo **M**odule

Cleaneo **S**ingle

Inhalt

Einleitung	
Hinweise	3
Nutzungshinweise	3
Bestimmungsgemäßer Gebrauch von Knauf Systemen	3
Allgemeine Hinweise	3
Grundlagen	
Ziel raumakustischer Maßnahmen	5
Bedeutung der DIN 18041:2004 und DIN 18041:2016	6
Bedeutung der DIN 18041:2004 und DIN 18041:2016	6
Normative Anforderungen und Empfehlungen	6
Definitionen der Schallabsorptionsgrade in Anlehnung an DIN EN ISO 11654	9
Schallabsorptionsgrade in Anlehnung an DIN EN ISO 11654	9
Konzepte	
Einleitung	12
Räume der Gruppe A	13
Grundsätzliches	13
Unterrichtsraum mit Inklusion	14
Unterrichtsraum ohne Inklusion	16
Kindergarten-Gruppenraum mit Inklusion	18
Kindergarten-Gruppenraum ohne Inklusion	20
Musikraum mit aktivem Musizieren und Gesang	22
Hörsäle	24
Hörsäle ohne Sitzreihenüberhöhung	26
Hörsäle mit Sitzreihenüberhöhung	28
Gemeinde- oder Versammlungsraum	30
Tagungsräume mit Inklusion	32
Tagungsräume ohne Inklusion	34
Sporthallen	36
Räume der Gruppe B	38
Grundsätzliches	39
Einpersonen- und Zweipersonenbüros	40
Gruppen- und Mehrpersonenbüros	42
Aulen in Schulen	44
Verkehrsflächen	46
Kantinen	48
Empfangshallen mit Arbeitsplatz	50
Bibliothek	52
Ausstellungsräume	54
Restaurants	56
Referenzen	
Evangelischer Kindergarten St. Nikolaus Albertshofen	60
Firmenzentrale Knauf Gips KG	64
Stadtbibliothek Hanau	66

Nutzungshinweise

Hinweise zum Dokument

Diese Technische Broschüre ist die Informationsunterlage zu speziellen Themen sowie Fachkompetenzen von Knauf. Die enthaltenen Informationen und Vorgaben, Konstruktionsvarianten, Ausführungsdetails und aufgeführten Produkte basieren, soweit nicht anders ausgewiesen, auf den zum Zeitpunkt der Erstellung gültigen Verwendbarkeitsnachweisen (z. B. allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnisse abP und/oder allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen abZ) und Normen. Zusätzlich sind bauphysikalische (Brandschutz und Schallschutz), konstruktive und statische Anforderungen berücksichtigt. Die enthaltenen Ausführungsdetails stellen Beispiele dar und können für verschiedene Beplankungsvarianten des jeweiligen Systems analog angewendet werden. Dabei sind bei Anforderungen an den Brand- und/oder Schallschutz jedoch die ggf. erforderlichen Zusatzmaßnahmen und/oder Einschränkungen zu beachten.

Verweise auf weitere Dokumente

Technische Broschüren

- Raumakustik mit Knauf – Daten für die Planung, AK02.de
- Schallschutz mit Knauf – Grundlagen, SS01.de
- Schallschutz mit Knauf – Innenwände, SS02.de
- Schallschutz mit Knauf – Decken, SS03.de
- Schallschutz mit Knauf – Außenbauteile, SS04.de
- Schallschutz mit Knauf – Raum-in-Raum-Systeme, SS05.de

Technische Blätter

- Technische Blätter der einzelnen Knauf Systemkomponenten

Detailblätter

- Knauf Cleaneo Akustik-Plattendecken, D12.de
- Knauf Cleaneo Akustik-Kassettendecken, D14.de
- Knauf Cleaneo Akustik-Wandsysteme, AK04.de

Knauf-App TOPview

In der App TOPview finden sie interessante Aspekte zu den Themen Akustik erleben und Akustik messen. Die App steht für iOS und Android zur Verfügung, siehe auch auf der Knauf Homepage unter:

<https://www.knauf.de/profi/tools-services/tools/vr-app-topview/>

Bestimmungsgemäßer Gebrauch von Knauf Systemen

Beachten Sie Folgendes:

Achtung

Knauf Systeme dürfen nur für die in den Knauf-Dokumenten angegebenen Anwendungsfälle zum Einsatz kommen. Falls Fremdprodukte oder Fremdkomponenten zum Einsatz kommen, müssen diese von Knauf empfohlen bzw. zugelassen sein. Die einwandfreie Anwendung der Produkte/Systeme setzt sachgemäßen Transport, Lagerung, Aufstellung, Montage und Instandhaltung voraus.

Allgemeine Hinweise

Begriffsdefinitionen

A/V-Verhältnis

Äquivalente Schallabsorptionsfläche A in m² zu Raumvolumen V in m³

Bedämpfung

Unter einer guten akustischen Bedämpfung eines Raumes versteht man die ausreichende Reduktion des Lärmpegels und Einstellung einer auf die Raumsituation angepassten Nachhallzeit. Je höher der Zahlenwert des A/V-Verhältnisses, desto mehr Schallabsorptionsfläche befindet sich im Raum und um so stärker ist der Raum akustisch bedämpft.



Grundlagen

Kurze Einführung in die Raumakustik

Ist der Nachbar zu laut, können Decken und Wände zwischen den Räumen akustisch aufgewertet werden, dringt Straßenverkehrslärm ins Innere, kann das Fenster geschlossen werden. Was aber tun, wenn der Lärm im Raum selbst entsteht, in dem man sich gerade befindet. Hier greift die Raumakustik. Dabei ist der Begriff Lärm zu allgemein gefasst. Innerhalb eines Raumes kommt es nicht nur darauf an, den von Arbeitskollegen verursachten Lärmpegel zu senken, das ausgelassene Toben von Kindern in Kindergärten erträglicher zu machen oder Schallimmissionen von Maschinen zu reduzieren. Für manche Räume ist es notwendig, den Schall in die richtigen Bahnen zu lenken.

So kommt es beispielsweise in Hörsälen darauf an, alle Anwesenden ausreichend mit Schallenergie zu versorgen, damit das gesprochene Wort auch in der letzten Reihe ohne Verlust der Sprachverständlichkeit übertragen wird.

Auch in Hinblick auf die Auswirkungen der architektonischen Trends hin zu glatten Flächen wie Sichtbeton, Glas und puristischen Einrichtungen ist das Wissen um die Notwendigkeit der Raumakustik von großer Bedeutung.

Eine mangelhafte Raumakustik führt in den unterschiedlichen Raumnutzungen zu differenzierten Problemen:

- Störende Schallreflexionen, mit negativen Auswirkungen auf die Sprachverständlichkeit mindern die Konzentrationsfähigkeit bei sprachlichen Darbietungen
- Eine mangelhafte Versorgung mit Direktschall bei Sprachveranstaltungen und damit der Verlust der Wort- und Satzverständlichkeit führt zu einer Unruhe und „Hintergrundgemurmel“ bei den Anwesenden

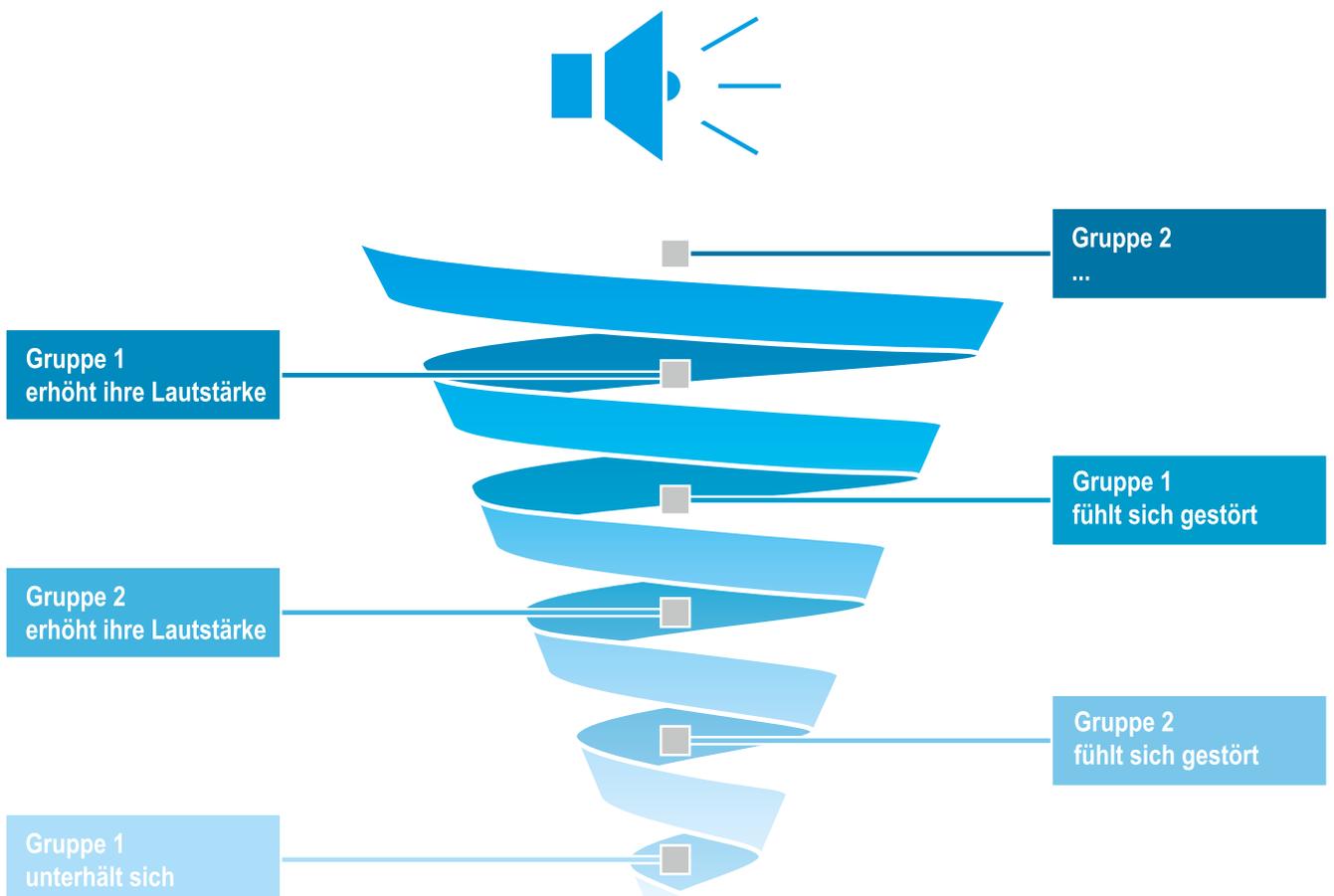
- Eine Überlagerung von Gesprächen bei mehreren Sprechern führt bei einer mangelhaften Raumakustik zum Verschwimmen der Hörsamkeit und somit zu einer Anhebung der Sprachlautstärke, wodurch sich dieser Effekt weiter verstärkt
- Keine oder unzureichende Berücksichtigung der raumakustischen Qualität führt zu hohen Lärmpegeln in geschlossenen Räumen und dadurch zu
 - Erhöhten Anforderungen an die kognitiven Prozesse
 - Lediglich geringer Abnahme des Lärmpegels, auch auf eine längere Distanz
 - Auralen (das Gehör betreffend) und extraauralen (Auswirkungen auf die Psyche und den Organismus außerhalb des Gehörs) Schäden

Die Lautheitsspirale

Bei mehreren Sprechern innerhalb eines Raumes (in Schulen, Büros, Restaurants usw.) und einer schlechten raumakustischen Qualität kommt es aufgrund des folgenden Effekts zu einem schnellen Aufschaukeln des Lärmpegels:

Eine Gruppen von Personen unterhält sich. Eine weitere Gruppe in der Nähe fühlt sich dadurch gestört und erhebt unbewusst ihre Sprachlautstärke, um ihre Kommunikation ungestört fortzusetzen. Das wiederum animiert, ebenfalls unbewusst, die erste Gruppe dazu, ihrerseits die Stimmlautstärke zu erhöhen um sich wiederum verständlich zu machen. Somit setzt sich die Lautheitsspirale in Gang. Der Effekt verstärkt sich zusätzlich mit jeder weiteren Gruppe. Das ist beispielsweise der Grund dafür, dass man sich in Restaurants oder Kantinen nicht unterhalten kann ohne sich anzuschreien.

Ziel von raumakustischen Maßnahmen muss es demnach sein, eine dem Verwendungszweck entsprechende Nutzung des Raumes zu gewährleisten und bereits das Entstehen der Lautheitsspirale zu verhindern



Bedeutung der DIN 18041:2004 und DIN 18041:2016

Prinzipiell sind sowohl die DIN 18041:2004 als auch die DIN 18041:2016 baurechtlich nicht eingeführt. Jedoch wird in einer Vielzahl weiterer Normen und Richtlinien auf diese Norm verwiesen. So beispielsweise in:

- DIN 18040-1: Barrierefreies Bauen
- Technische Regeln für Arbeitsstätten (ASR)
- Zertifizierungssysteme wie BNB und DGNB

Darüber hinaus ist diese Norm als allgemein anerkannte Regel der Technik anzusehen.

Ein wesentlicher Unterschied zwischen der DIN 18041:2004 und der DIN 18041:2016 sind neben der Angabe von Orientierungswerten für das Verhältnis von äquivalenter Schallabsorptionsfläche zum Raumvolumen die deutlichen Hinweise zur notwendigen Berücksichtigung der Inklusion von Menschen mit Handicap. So ist bei der Planung von Räumen für sprachliche Darbietungen/Kommunikation besonders auf Personen mit einem erhöhten Bedürfnis einer guten Sprachwahrnehmung zu achten.

Entsprechend sind Neubauten gemäß Bundesgleichstellungsgesetz sowie vergleichbaren Landesregelungen und der UN-Konvention über die Rechte von Menschen mit Behinderung inklusiv zu gestalten.

Normative Anforderungen und Empfehlungen

Der Normenbezug dieser Broschüre beschränkt sich auf die DIN 18041:2004 bzw. DIN 18041:2016 und somit überwiegend auf Anforderungen an eine Soll-Nachhallzeit und Orientierungswerte für das A/V-Verhältnis (äquivalente Schallabsorptionsfläche A zu Raumvolumen V).

Die **Nachhallzeit T** ist die Zeit in Sekunden, die ein innerhalb eines Raumes eingebrachtes Schallsignal benötigt, um vom ursprünglichen Schalldruckpegel um 60 dB abzufallen. Eine Differenz von 60 dB entspricht 1 Millionstel der ursprünglichen Schallenergie.

Da diese Differenz aufgrund äußerer Umstände nicht immer erzeugt werden kann, wird die Nachhallzeit (NHZ) in der Praxis häufig als T30 oder T20 angegeben. Das bedeutet, es wird lediglich die Zeit gemessen, die das eingebrachte Schallsignal benötigt, um 30 dB bzw. 20 dB zu fallen. Anschließend findet eine Umrechnung auf T60 statt.

Im Wesentlichen ist die Nachhallzeit abhängig von:

- Raumvolumen
- Raumgeometrie
- Oberflächenbeschaffenheit der Raumbegrenzungsflächen
- Einrichtungszustand

Befinden sich viele schallabsorbierende Flächen in einem Raum, werden die Schallreflexionen des eingebrachten Schallsignals stark bedämpft und die Nachhallzeit sinkt. Demzufolge findet eine schnelle Reduktion der Schallenergie statt und der Geräuschpegel wird reduziert.

Werden hingegen keine oder kaum schallabsorbierende Materialien in einem Raum vorgesehen, verstärken die Schallreflexionen das eingebrachte Schallsignal und der Geräuschpegel erhöht sich.

Neben den Anforderungen an die Nachhallzeit werden in der DIN 18041:2016 Orientierungswerte hinsichtlich des A/V-Verhältnisses angegeben. Dabei steht A für die äquivalente Schallabsorptionsfläche und V für das Raumvolumen.

Die äquivalente Schallabsorptionsfläche innerhalb eines Raumes gibt Aufschluss darüber, wie viel Quadratmeter der gesamten Raumbooberflächen ggf. inkl. Mobiliar die Schallenergie zu 100% absorbieren. Je höher das A/V-Verhältnis ist, desto stärker ist der Raum bedämpft.

Tabelle 1: Volumenkenzzahlen für verschiedene Hauptnutzungen eines Raumes

Hauptnutzung des Raumes	Volumenkenzzahl k in m³ pro Platz
Sprachdarbietung	4 bis 6
Musik- und Sprachdarbietung	6 bis 8
Musikdarbietung	7 bis 12
Kleine Musikproberäume für bis zu 10 gleichzeitig Musizierenden	15 bis 20
Größere Musikproberäume für bis zu 10 gleichzeitig Musizierenden	30 bis 50

Tabelle 2: Anforderungen an die Nachhallzeit in Abhängigkeit der Nutzungsarten

Raumgruppe	Nutzungsart	Anforderung
A1	Musik	$T_{soll, A1} = \left(0,45 \log \frac{V}{m^3} + 0,07 \right) s$ $30 m^3 \leq V < 1000 m^3$
A2	Sprache/Vortrag	$T_{soll, A2} = \left(0,37 \log \frac{V}{m^3} - 0,14 \right) s$ $50 m^3 \leq V < 5000 m^3$
A3	Unterricht/Kommunikation (bis 1000 m³) sowie Sprache/Vortrag (bis 5000 m³) inklusiv	$T_{soll, A3} = \left(0,32 \log \frac{V}{m^3} - 0,17 \right) s$ $30 m^3 \leq V < 5000 m^3$
A4	Unterricht/Kommunikation inklusiv	$T_{soll, A4} = \left(0,26 \log \frac{V}{m^3} - 0,14 \right) s$ $30 m^3 \leq V < 500 m^3$
A5	Sport	$T_{soll, A5} = \left(0,75 \log \frac{V}{m^3} - 1,00 \right) s$ $200 m^3 \leq V < 10\,000 m^3$ $T_{soll, A5} = 2,0 s$ $V \geq 10\,000 m^3$

Bei der Auslegung der akustischen Anforderungen und Empfehlungen unterscheidet die Norm zwischen zwei Anwendungen:

Räume mit einer Hörsamkeit über mittlere und größere Entfernung, bei denen es neben einer dem Verwendungszweck entsprechenden Grundbedämpfung der Geräuschpegel auf eine ausreichende Versorgung aller anwesenden Personen mit Schallenergie ankommt. Diese Räume werden in die **Gruppe A** eingeteilt, siehe Tabelle 2. Hierzu zählen unter anderem:

- Unterrichtsräume
- Gruppenräume in Kindergärten
- Konferenz- und Seminarräume
- Hörsäle
- Sport- und Schwimmhallen

Dementgegen stehen die Räume der **Gruppe B** bei denen es auf eine möglichst hohe Geräuschpegelminderung und Begrenzung der Halligkeit ankommt, siehe Tabelle 3 auf Seite 9. Hierunter fallen unter anderem:

- Verkehrsflächen mit Aufenthaltsqualität
- Speiseräume und Kantinen
- Ausstellungsräume
- Eingangshallen
- Büros

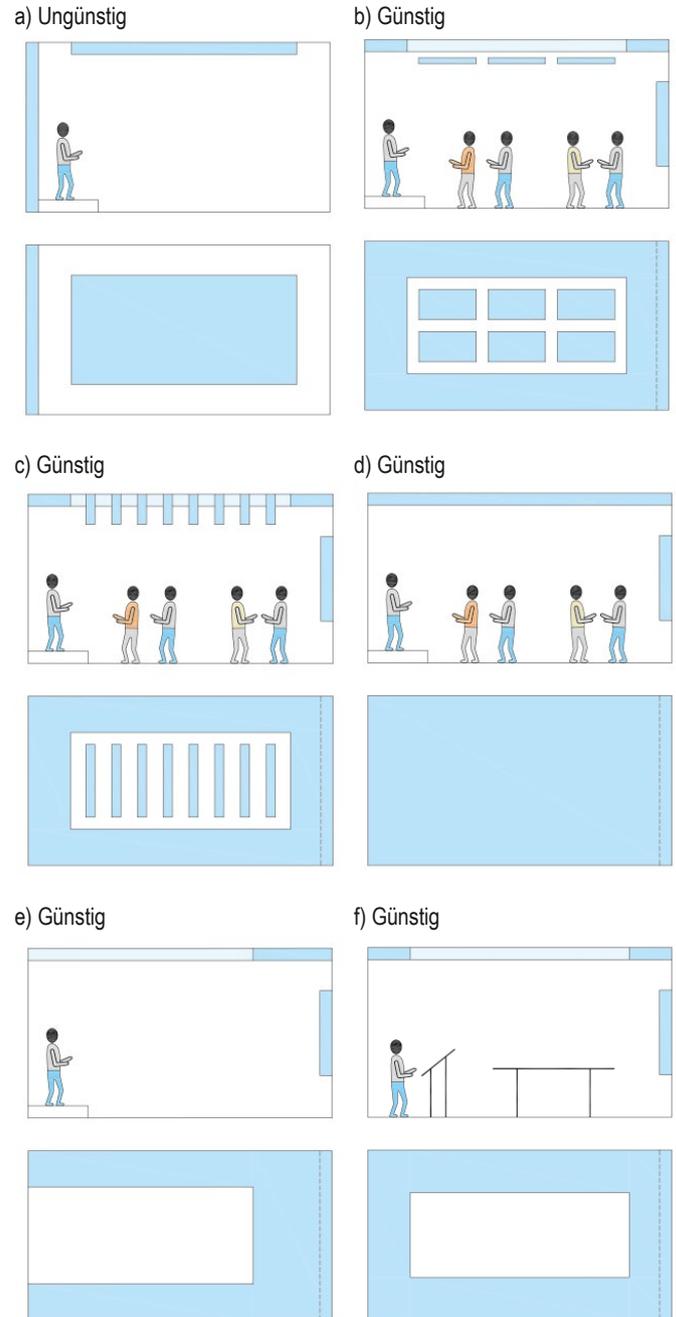
Die einzuhaltende Nachhallzeit in den Räumen der Gruppe A ist abhängig vom Raumvolumen und der Nutzungsart. Hierbei wird nach DIN 18041:2016 zwischen 5 Nutzungsarten unterschieden, siehe Tabelle 2 auf Seite 6.

Entsprechend der Verwendung der Räume sollte in Abhängigkeit des Volumens eine Spanne von vorgesehenen Plätzen weder über- noch unterschritten werden, siehe Tabelle 1 auf Seite 6. Befinden sich in einem kleinen Raum für den angestrebten Verwendungszweck zu viele Personen, kann es dazu führen, dass die vorgeschriebene Nachhallzeit unterschritten wird und der Raum somit zu stark bedämpft ist. Das hat insbesondere für musikalische Darbietungen, bei denen eine bestimmte Nachhallzeit nicht unterschritten werden soll, negative Auswirkungen auf das Klangbild. Für sprachliche Darbietungen sind in diesem Fall ggf. elektroakustische Beschallungsanlagen notwendig. Befinden sich hingegen zu wenige Personen in einem Raum, der beispielsweise zur sprachlichen Nutzung ausgelegt ist, kann es zu einer Überschreitung der angestrebten Nachhallzeit und somit zu einer schlechten Sprachverständlichkeit kommen. Demnach sind bestimmte Volumenkenzahlen für verschiedene Hauptnutzungszwecke anzustreben.

Neben der Einhaltung der Soll-Nachhallzeiten und dem Berücksichtigen der Volumenkenzahlen ist auf die richtige Positionierung und Verteilung schallabsorbierender und reflektierender Flächen zu achten, siehe Abbildungen. Prinzipiell sollten schallabsorbierende Materialien möglichst gleichmäßig im Raum verteilt werden. Um störende Mehrfachreflexionen zwischen parallel zueinander stehenden Wänden zu vermeiden, ist bei kleineren Räumen bis ca. 250 m³ die dem Redner gegenüberliegende Wandfläche zumindest teilweise schallabsorbierend zu gestalten.

Störende Echos treten ab einer zeitlichen Differenz zwischen dem Eintreffen des Direktschall und der ersten Schallreflexion von 50 ms auf, was einer Wegstrecke von 17 m entspricht. Entsprechend ist bei der Planung größerer Räume darauf zu achten, dass diese Wegdifferenz zwischen dem Direktschall und den Reflexionen durch richtig positionierte schallabsorbierende oder schalllenkende Flächen nicht überschritten wird, siehe „Berücksichtigung der Laufwegunterschiede zwischen Direktschall und Reflexion“ auf Seite 8.

Verteilung von Schallabsorptionsflächen für Räume kleiner bis mittlerer Raumgröße nach DIN 18041:2016



Darüber hinaus gilt es auf folgende Punkte zu achten:

- Bei größeren Räumen sollten bei parallel zueinander stehenden Flächen wenigstens eine Wandfläche teilweise schallabsorbierend, segmentiert (den Schall diffus streuend) oder mit einer Schrägstellung von min. 5° ausgeführt werden.
- Um bei größeren Räumen eine gleichmäßige Versorgung der Anwesenden mit Direktschall zu gewährleisten, ist mit gezielten, schalllenkenden Elementen zu arbeiten.
- Die Wand hinter dem Redner ist für die mittleren und hohen Frequenzen schallhart auszubilden.
- Kreisförmige und elliptische Grundrisse sollten ohne eingehender, raumakustischer Planung vermieden werden.
- Konkav gekrümmte Wand- und Deckenflächen können zu Problemen führen und bedürfen zusätzlicher, raumakustischer Maßnahmen.

Bei den Räumen der Raumgruppe B wird ebenfalls zwischen 5 Nutzungsarten unterschieden, wobei an die erste Nutzungsart keine Anforderung / Empfehlung gestellt wird, siehe Tabelle 3 auf Seite 9. Der Orientierungswert zur Auslegung der raumakustischen Qualität ist lediglich von der Raumhöhe h abhängig. Das bestehende A/V-Verhältnis zur Gegenüberstellung mit dem Orientierungswert wird entweder mittels eines Berechnungsverfahrens prognostiziert oder über die gemessene Nachhallzeit umgerechnet.

Bei der Prognose des bestehenden A/V-Verhältnisses werden sämtliche, im Raum verbauten Materialien mit deren Schallabsorptionsgraden hinterlegt und mit der verbauten Fläche multipliziert. Die so für jedes Material gewonnene, äquivalente Schallabsorptionsfläche wird summiert und ins Verhältnis zum Volumen gesetzt. Dieses A/V-Verhältnis kann jetzt mit den Orientierungswerten verglichen und es können ggf. weiterführende Maßnahmen ergriffen werden. In der Regel erfolgt dies frequenzabhängig in den Oktavfrequenzen von 250 Hz bis 2000 Hz.

Eine Alternative zum Prognoseverfahren ist die Messung der Nachhallzeit in bereits bestehenden Räumen. Die gemessenen Nachhallzeiten können durch die Formel von Sabine in die äquivalente Schallabsorptionsfläche umgerechnet werden.

Nachhallzeitformel nach Sabine:

$$T = 0,163 \cdot V/A$$

T Nachhallzeit in s

V Raumvolumen in m^3

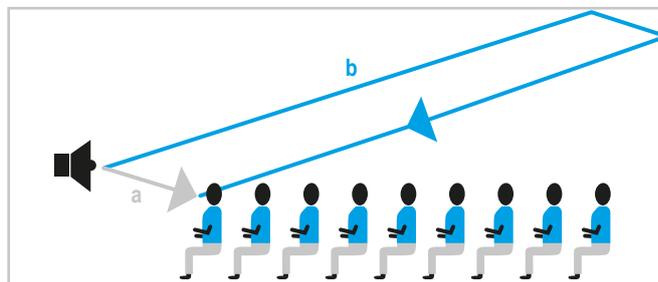
A äquivalente Schallabsorptionsfläche in m^2

Da T gemessen wurde, kann die Formel auf A umgestellt und so das A/V-Verhältnis gebildet werden:

$$A = 0,163 \cdot V/T$$

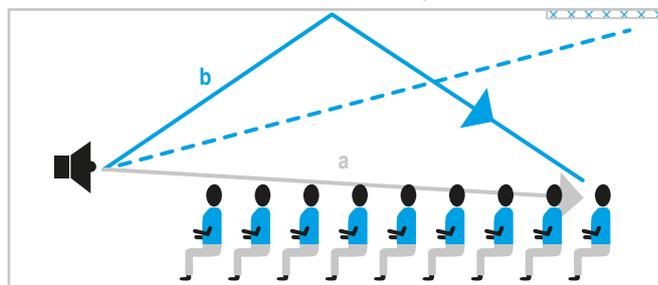
Berücksichtigung der Laufwegunterschiede zwischen Direktschall und Reflexion

Ungünstig
 $b - a \geq 17 \text{ m}$



Günstig
 $b - a < 17 \text{ m}$

Schallabsorber im Kantenbereich zur Minderung der Rückwandreflexionen



Günstig
 $b - a < 17 \text{ m}$

Reflexionsfläche im Kantenbereich zur Lenkung der Rückwandreflexionen

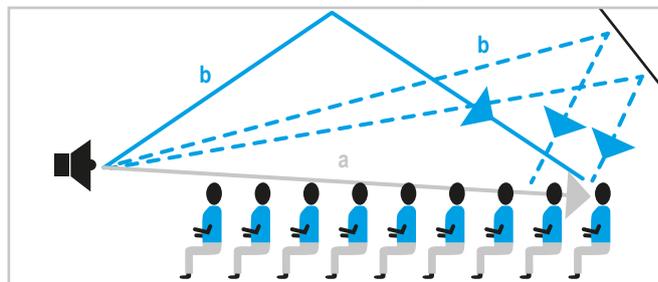


Tabelle 3: Orientierungswerte für das A/V-Verhältnis in Abhängigkeit der Nutzungsarten

Raumgruppe	Nutzungsart	Anforderung
B1	Räume ohne Aufenthaltsqualität	Keine Anforderung
B2	Räume zum kurzfristigen Verweilen	$A/V \geq \frac{1}{4,8 + 4,69 \log\left(\frac{h}{1\text{ m}}\right)}$
B3	Räume zum längerfristigen Verweilen	$A/V \geq \frac{1}{3,13 + 4,69 \log\left(\frac{h}{1\text{ m}}\right)}$
B4	Räume mit Bedarf an Lärminderung und Raumkomfort	$A/V \geq \frac{1}{2,13 + 4,69 \log\left(\frac{h}{1\text{ m}}\right)}$
B5	Räume mit besonderen Bedarf an Lärminderung und Raumkomfort	$A/V \geq \frac{1}{1,47 + 4,69 \log\left(\frac{h}{1\text{ m}}\right)}$

Definitionen der Schallabsorptionsgrade in Anlehnung an DIN EN ISO 11654

Die in einem Raum eingesetzten Baustoffe und Materialien können aus akustischer Sicht schallhart sein, das heißt keine/kaum schallabsorbierende Eigenschaften aufweisen. In diesem Fall ist der bewertete Schallabsorptionsgrad α_w nahezu 0.

Im Gegenzug kann ein Material hoch schallabsorbierend sein. Wird 100% der auftreffenden Schallenergie absorbiert, d. h. die Schallenergie wird vollständig in Wärmeenergie umgewandelt, beträgt der bewertete Schallabsorptionsgrad α_w nahezu 1.

α_s bezeichnet die Werte des frequenzabhängigen Schallabsorptionsgrades gemessen im Hallraum in Terzen. Aus ihnen wird der praktische Schallabsorptionsgrad gebildet.

α_p sind die Werte des frequenzabhängigen, praktischen Schallabsorptionsgrades aus je 3 Terzen. Sie werden häufig für frequenzabhängige Prognosen herangezogen.

α_w ist der bewertete Schallabsorptionsgrad. Er ist frequenzunabhängig und wird als Einzahlwert angegeben. Die Ermittlung der Einzahlbewertung erfolgt nach dem auf Seite 10 beschriebenen Verfahren.

Formindikatoren hinter dem bewerteten Schallabsorptionsgrad geben Aufschluss darüber, ob ein absorbierendes Material besonders im tiefen, mittleren oder hohen Frequenzbereich wirksam ist.

Dabei werden folgende Indikatoren verwendet:

- **L**, wenn das Produkt im Bereich der tiefen Frequenzen besonders wirksam ist.
Z. B. $\alpha_w = 0,60$ (L)
- **M**, wenn das Produkt im Bereich der mittleren Frequenzen besonders wirksam ist.
Z. B. $\alpha_w = 0,70$ (M)
- **H**, wenn das Produkt im Bereich der hohen Frequenzen besonders wirksam ist.
Z. B. $\alpha_w = 0,85$ (H)

Kombinationen sind möglich.

Z. B. $\alpha_w = 0,70$ (MH)

Schallabsorptionsgrad und verbale Bewertung nach VDI 3755

Bewerteter Schallabsorptionsgrad α_w	Bewertung
$\geq 0,80$	Höchst absorbierend
0,60 – 0,75	Hoch absorbierend
0,30 – 0,55	Absorbierend
0,15 – 0,25	Gering absorbierend
$\leq 0,10$	Reflektierend

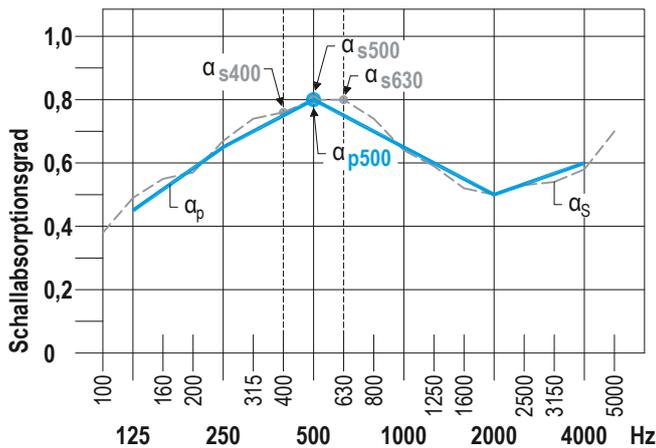
Ermittlung der Einzahlbewertung des Schallabsorptionsgrades α_w

1. Schallabsorptionsgrad

α_s = Schallabsorptionsgrad für Terzbandbreite
frequenzabhängiger Wert des Schallabsorptionsgrades nach
DIN EN ISO 354, gemessen in Terzbändern

α_p = Praktischer Schallabsorptionsgrad
aus α_s auf Oktavbänder umgerechnet
nach DIN EN ISO 11654

Beispiel für 500 Hz: $\alpha_p 500 = \frac{\alpha_s 400 + \alpha_s 500 + \alpha_s 630}{3}$



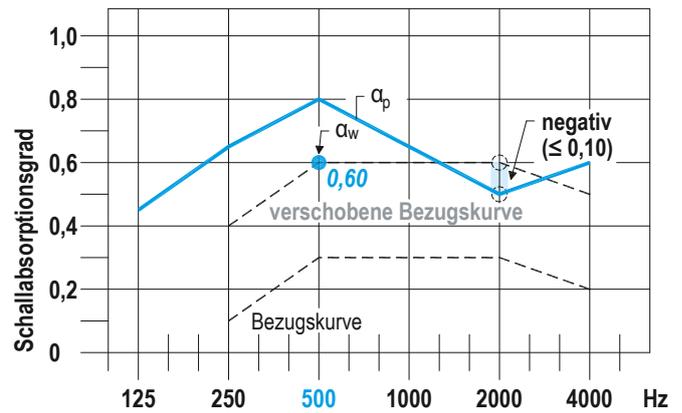
2. Bewerteter Schallabsorptionsgrad

α_w = Bewerteter Schallabsorptionsgrad
nach DIN EN ISO 11654

Einzahlangabe des Schallabsorptionsgrades

ermittelt aus verschobener Bezugskurve
(die Summe aller negativen Abweichungen $\leq 0,10$) und der
Schnittpunkt bei 500 Hz nach DIN EN ISO 11654

Beispiel:



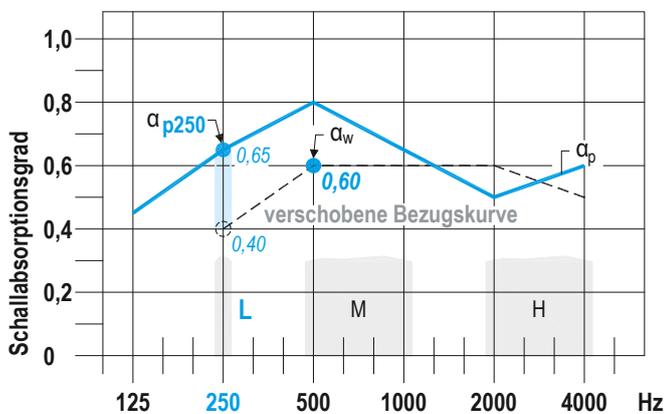
3. Formindikatoren

α_w mit Formindikatoren = $\alpha_w (...)$

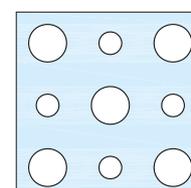
wenn α_p für einzelne Oktavfrequenzen die Bezugskurve um $\geq 0,25$
überschreitet dann Zusatz:

(L) bei 250 Hz (M) bei 500 oder 1000 Hz (H) bei 2000 oder 4000 Hz

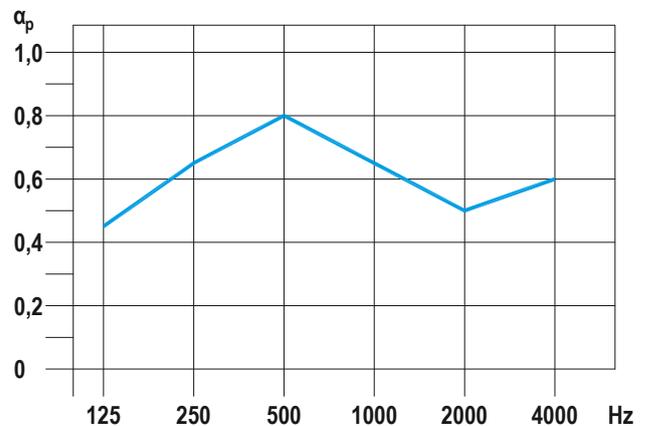
Beispiel (250 Hz): $0,65 - 0,40 = 0,25 (\geq 0,25) = (L) \rightarrow \alpha_w = 0,60 (L)$



Beispiel



Versetzte Rundlochung 12/20/66 R
mit Akustikvlies
Lochanteil: 19,6 %



Konstruktionstiefe 200 mm

α_p	0,45	0,65	0,80	0,65	0,50	0,60
------------	------	------	------	------	------	------

$\alpha_w = 0,60 (L)$

Hoch absorbierend



Konzepte

Räume der Gruppe A

Räume der Gruppe B



Auf den folgenden Seiten werden Musterausbauten für verschiedene Räume und Nutzungsarten aufgeführt. Die Materialwahl der Begrenzungsflächen sowie die Abmessungen entsprechen teilweise realitätsgetreuen Ausführungen, teilweise realistischen Annahmen. Die Musterausbauten sollen auf die Notwendigkeit raumakustischer Maßnahmen hinweisen und bei der Planung und Auslegung der Räumlichkeiten unterstützen. Wie im Kapitel Grundlagen beschrieben wird bei der Bestimmung der Anforderungen zwischen Räumen der Gruppe A und der Gruppe B unterschieden. Für die Räume der Gruppe A findet eine weitere Separation zwischen der Auslegung mit und ohne Inklusion statt.

Die Prognose der Nachhallzeit erfolgt nach der statistischen Nachhalltheorie. Bei diesem Verfahren wird die Position von absorbierenden Materialien nicht berücksichtigt. Vielmehr wird von einem diffusen Schallfeld ausgegangen. Für kleine bis mittelgroße Räume mit ausreichender Diffusität, hervorgerufen durch das Mobiliar oder anderweitigen Einrichtungen ist diese Herangehensweise ausreichend. Bei größeren Räumen oder Hallen kann in der Regel nicht von einem diffusen Schallfeld ausgegangen werden. Mit diesem Wissen und in erster Näherung wird im Folgenden dennoch die statistische Nachhalltheorie angewandt, um die Nachhallzeit zu prognostizieren.

Grundsätzliches

Die zu berechnende Soll-Nachhallzeit stellt einen Zielwert für die mittleren Frequenzen (500 Hz und 1000 Hz) dar. Da eine Auslegung der raumakustischen Qualität auf exakt diese Zielwerte nicht immer möglich ist und um ein deutliches, frequenzabhängiges Über- oder Unterschreiten der Anforderungen zu vermeiden, wird für die Räume der Raumgruppe A1 bis A4 ein Toleranzbereich angegeben, in dem die frequenzabhängige Nachhallzeit liegen muss.

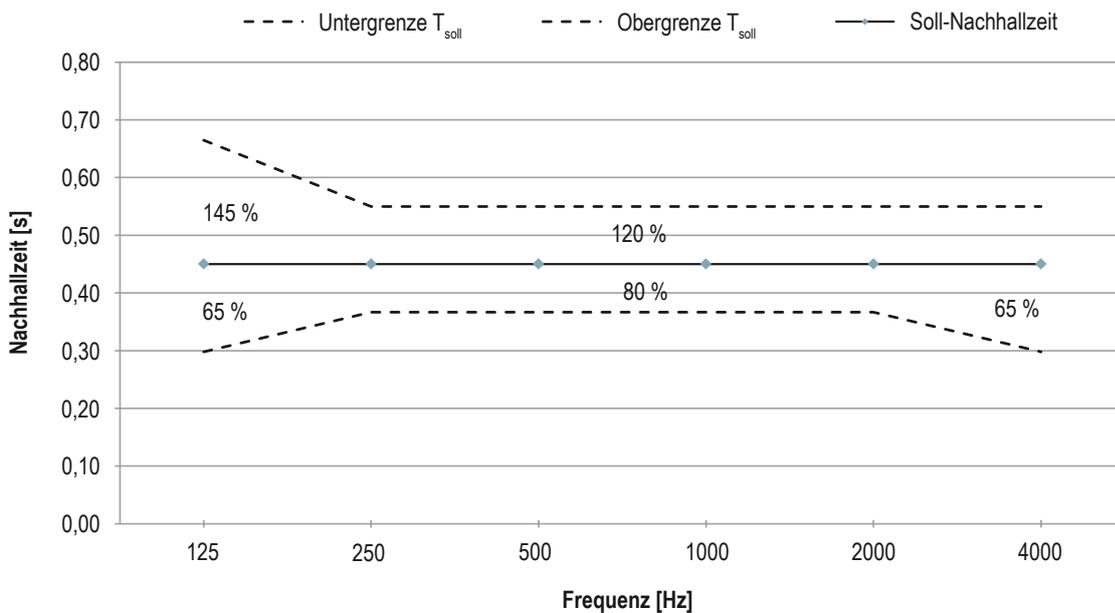
Für die Raumgruppe A5 (Sport- und Schwimmhallen) ist die Soll-Nachhallzeit in den Frequenzen 250 Hz bis 2000 Hz mit einer Genauigkeit von $\pm 20\%$ einzuhalten. Lässt sich ein Raum aufgrund seiner Verwendungen nicht eindeutig einer Raumgruppe zuordnen, ist ein gewichteter Mittelwert entsprechend der Hauptverwendung zu ermitteln.

Die definierten Anforderungen beziehen sich immer auf den besetzten und möblierten Zustand. Entsprechend ist dies bei der Auslegung des Raumes zu berücksichtigen. In der Regel wird ein Besetzungszustand von 80 % in den Prognoseberechnungen angesetzt. Ist aufgrund der Nutzung des Raumes

auch ein geringerer Besetzungszustand zu erwarten, sollte der Raum auf 80 % des Hauptbesetzungszustands ausgelegt und Kompensationsmaßnahmen ergriffen werden. Solche Kompensationsmaßnahmen sind beispielsweise schallabsorbierende Bestuhlung falls der Sitzplatz nicht besetzt ist oder mobile Absorberflächen in Form von akustisch wirksamen Vorhängen, die in Abhängigkeit des Besetzungszustandes vor einer schallharten Wandfläche geöffnet, teilweise geöffnet oder geschlossen werden können.

Die DIN 18041:2016 unterscheidet zwischen einer Nutzung der Räume mit und ohne erhöhte Anforderungen (mit und ohne Inklusion). Die definierten Anforderungen an eine Soll-Nachhallzeit mit Inklusion berücksichtigt die Notwendigkeit einer besseren raumakustischen Qualität für Menschen mit eingeschränktem Hörvermögen, Aufmerksamkeits- und Sprachschwächen sowie einer Kommunikation in einer Sprache, die nicht der Muttersprache entspricht. Insbesondere Neubauten sollten daher immer unter Berücksichtigung der erhöhten Anforderungen geplant und ausgeführt werden.

Beispielhafter Toleranzbereich für den Hauptverwendungszweck der Kommunikation und einer Soll-Nachhallzeit von 0,45 s



Unterrichtsraum mit Inklusion



Konzept für Unterrichtsräume mit Inklusion

In kleineren Räumen bis ca. 250 m³ besteht kaum die Gefahr einer Überbedämpfung. Vielmehr wird eine erhöhte Grundbedämpfung und damit einhergehend eine deutliche Reduktion der Lärmpegel befürwortet. Eine Ergreifung raumakustischer Maßnahmen kommt dem aktiven Unterricht insofern entgegen, dass der Stimmufwand der Lehrer/Lehrerinnen deutlich gesenkt werden kann und somit auch die Kommunikation mit den Schülern wesentlich entspannter geführt werden kann. Somit werden Unruhen im Klassenzimmer aufgrund der raumakustischen Qualität gemindert und die Disziplin und Konzentrationsfähigkeit der Schüler erhöht.

**Erhöhte
Anforderung**

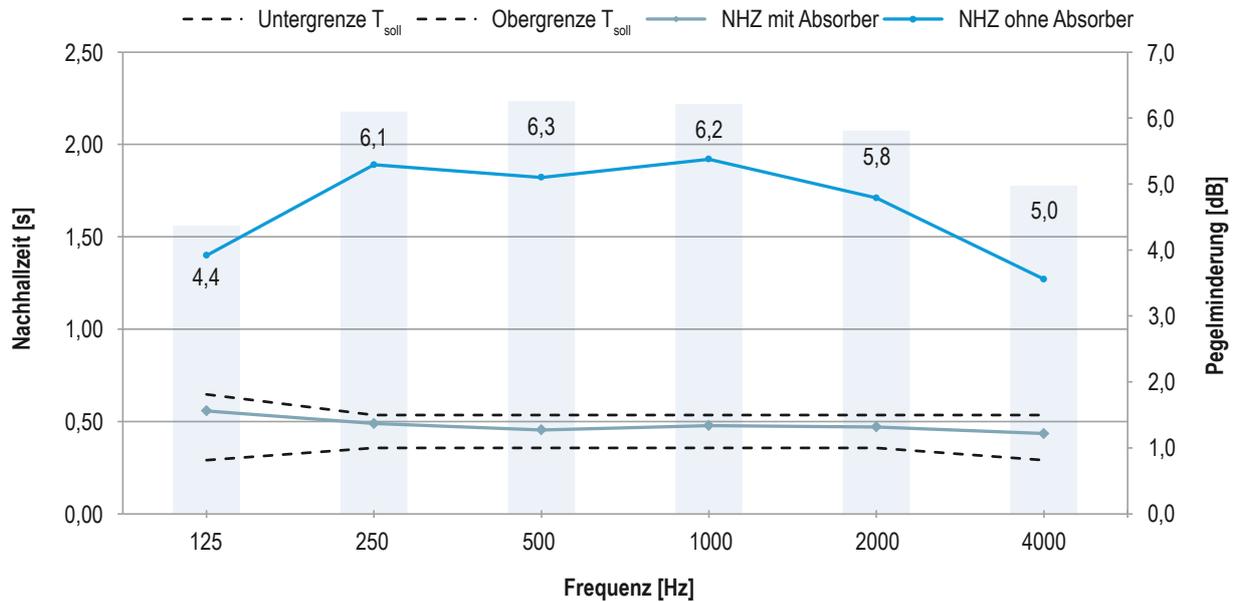
Eingangsdaten für die raumakustische Prognose

Raumgeometrie

- Länge 10 m
- Breite 6 m
- Höhe 3 m
- Volumen 180 m³

Verwendete Materialien

- Außenwand Verputztes Mauerwerk mit Fensterband
- Flurwand Leichtbauwand
- Trennwände Leichtbauwand
- Bodenbelag Linoleum
- Decke Stahlbetondecke



Raumakustische Daten

Prognostizierte Nachhallzeit inkl. 20 Schüler, ohne Absorber	T = 1,67 s
Soll-Nachhallzeit zwischen 250 Hz bis 2000 Hz	T = 0,36 – 0,54 s
Prognostizierte Nachhallzeit	T = 0,47 s
Physikalische Lärmpegelminderung gemittelt zwischen 125 Hz bis 4000 Hz	5 – 6 dB

Die Anforderung wird durch den Einsatz folgender Systeme bzw. Produkte erfüllt

Akustische Maßnahme	System / Produkt	Konstruktive Angaben	Raumakustisch wirksame Belegung
Deckenabsorber	D127.de Cleaneo Akustik-Plattendecke Mit Mineralwollauflage 20 mm (Knauf Insulation Akustik-Dämmplatte TP 120 A oder gleichwertig) Lochbild: Gerade Quadratlochung 12/25 Q	Konstruktionstiefe 200 mm	Vollflächig
Wandabsorber	W112C.de Cleaneo Akustik-Wand Lochbild: Gerade Quadratlochung 12/25 Q	Wanddicke 132,5 mm	Flächenanteil Cleaneo Akustikplatten 50 %

Alternativ zu den vorgeschlagenen Systemen bzw. Produkten können Absorber mit folgenden Eigenschaften verwendet werden

Absorber	Bewerteter Schallabsorptionsgrad α_w
Deckenabsorber (z. B. Belgravia, Lochbild: Unity 3)	$\geq 0,70$
Wandabsorber (z. B. Adit)	$\geq 0,80$

Eine Produktübersicht befindet sich in der Technischen Broschüre Raumakustik mit Knauf – Daten für die Planung.

Unterrichtsraum ohne Inklusion



Konzept für Unterrichtsräume ohne Inklusion

Eingangsdaten für die raumakustische Prognose

Raumgeometrie

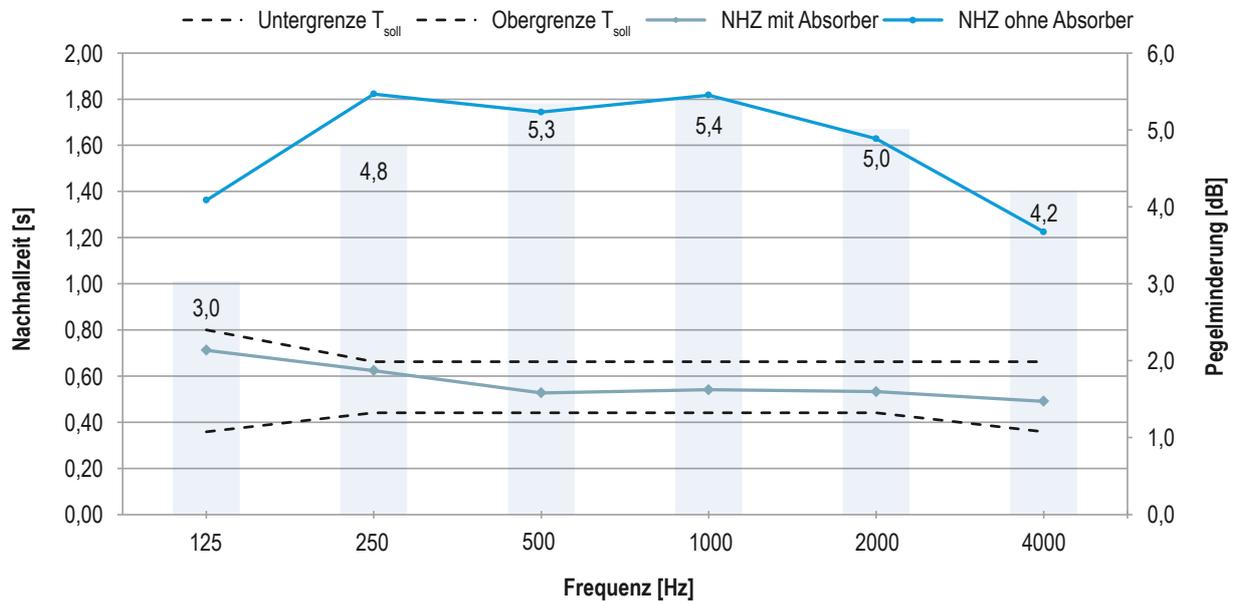
- Länge 10 m
- Breite 6 m
- Höhe 3 m
- Volumen 180 m³

Verwendete Materialien

- Außenwand Verputztes Mauerwerk mit Fensterband
- Flurwand Leichtbauwand
- Trennwände Leichtbauwand
- Bodenbelag Linoleum

■ Decke

Stahlbetondecke



Raumakustische Daten

Prognostizierte Nachhallzeit inkl. 20 Schüler, ohne Absorber	T = 1,67 s
Soll-Nachhallzeit zwischen 250 Hz bis 2000 Hz	T = 0,44 – 0,66 s
Prognostizierte Nachhallzeit	T = 0,56 s
Physikalische Lärmpegelminderung gemittelt zwischen 125 Hz bis 4000 Hz	4 – 5 dB

Die Anforderung wird durch den Einsatz folgender Systeme bzw. Produkte erfüllt

Akustische Maßnahme	System / Produkt	Konstruktive Angaben	Raumakustisch wirksame Belegung
Deckenabsorber	D145.de Akustik-Kassettendecke Belgravia Lochbild: Tangent	Konstruktionstiefe 200 mm	2/3 der Deckenfläche
Wandabsorber	Wandabsorber Adit	–	1/3 der Fläche der Rückwand

Alternativ zu den vorgeschlagenen Systemen bzw. Produkten können Absorber mit folgenden Eigenschaften verwendet werden

Absorber	Bewerteter Schallabsorptionsgrad α_w
Deckenabsorber (z. B. Cleaneo Akustik-Plattendecke, Lochbild: 8/18 R mit Akustikvlies)	$\geq 0,60$
Wandabsorber (z. B. Cleaneo Akustik-Wand 1/3 gelocht, Lochbild: 8/18 R)	$\geq 0,80$

Eine Produktübersicht befindet sich in der Technischen Broschüre Raumakustik mit Knauf – Daten für die Planung.

Kindergarten-Gruppenraum mit Inklusion



Erhöhte Anforderung

Konzept für Kindergärten mit Inklusion

Insbesondere in Kindergärten und Kindertagesstätten zählt Lärm zu den Hauptbelastungen für Erzieherinnen und Erzieher aber auch für die Kinder an sich. Eine hohe Lärmbelastung bringt nicht nur aurale Schädigungen (Schädigungen des Gehörs) mit sich, sondern hat darüber hinaus Auswirkungen auf das Herz-Kreislaufsystem, die Psyche des Menschen und damit einhergehend erhöhte Stresserscheinungen (sogenannte extraaurale Schäden). Gerade Kinder leiden aufgrund der noch nicht vollständigen körperlichen und geistigen Entwicklung und haben unter Lärmeinwirkung deutlich größere Probleme mit der Konzentrations- und Lernfähigkeit.

Wie auch bei Unterrichtsräumen unterscheidet die DIN 18041:2016 bei der Definition von Anforderungen zwischen Gruppenräumen in Kindergärten mit und ohne Inklusion. Da nicht davon ausgegangen werden kann, dass sich ausschließlich Kinder mit einwandfreiem Gehör und ohne Aufmerksamkeitschwächen bzw. Kinder, deren Muttersprache deutsch ist in den Kindergärten aufhalten, sollten insbesondere Neubauten immer inklusiv geplant und ausgeführt werden.

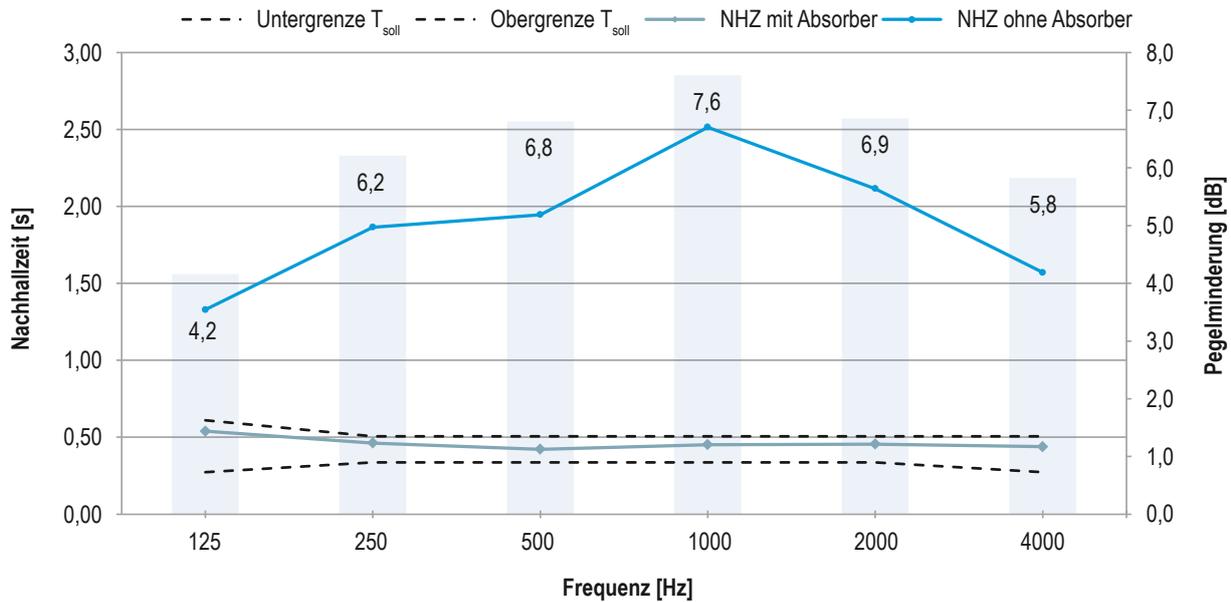
Eingangsdaten für die raumakustische Prognose

Raumgeometrie

■ Länge	8 m
■ Breite	6 m
■ Höhe	3 m
■ Volumen	144 m ³

Verwendete Materialien

■ Außenwand	Verputztes Mauerwerk mit Fensterband
■ Flurwand	Leichtbauwand
■ Trennwände	Leichtbauwand
■ Bodenbelag	Linoleum
■ Decke	Stahlbetondecke



Raumakustische Daten

Prognostizierte Nachhallzeit inkl. 10 Schüler, ohne Absorber	T = 1,92 s
Soll-Nachhallzeit zwischen 250 Hz bis 2000 Hz	T = 0,34 – 0,51 s
Prognostizierte Nachhallzeit mit Absorber	T = 0,45 s
Physikalische Lärmpegelminderung gemittelt zwischen 125 Hz bis 4000 Hz	6 – 7 dB

In Abhängigkeit der Einrichtung wie Teppiche, Vorhänge, offene Bücherregale, Stoffcouch usw. kann die vorhandene Nachhallzeit variieren.

Die Anforderung wird durch den Einsatz folgender Systeme bzw. Produkte erfüllt

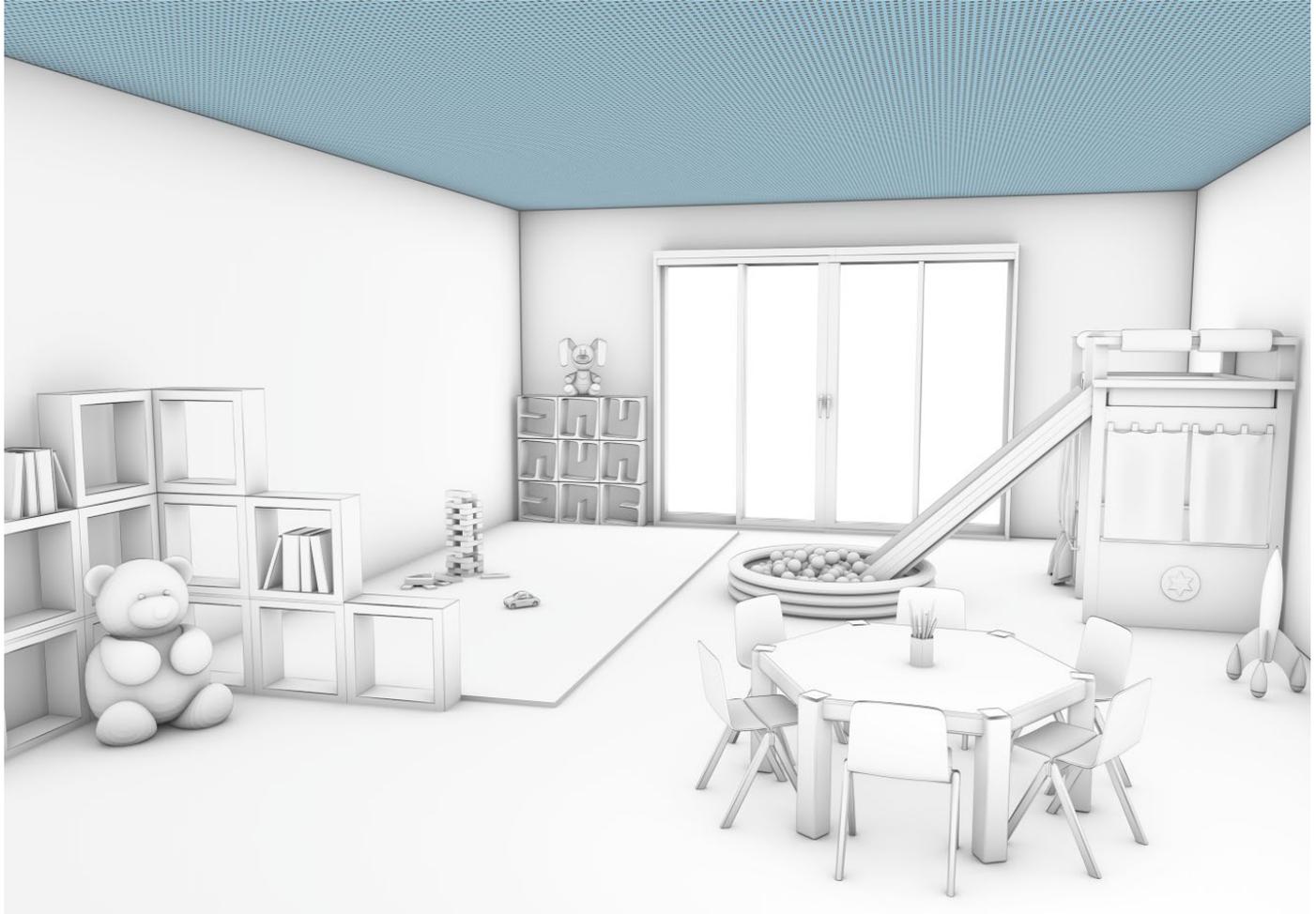
Akustische Maßnahme	System / Produkt	Konstruktive Angaben	Raumakustisch wirksame Belegung
Deckenabsorber	D127.de Cleaneo Akustik-Plattendecke Mit Mineralwollauflage 20 mm (Knauf Insulation Akustik-Dämmplatte TP 120 A oder gleichwertig) Lochbild: Quadratlochung 12/25 Q	Konstruktionstiefe 200 mm	Vollflächig
Wandabsorber	Wandabsorber Adit	–	Ca. 1/3 der einer Wandfläche

Alternativ zu den vorgeschlagenen Systemen bzw. Produkten können Absorber mit folgenden Eigenschaften verwendet werden

Absorber	Bewerteter Schallabsorptionsgrad α_w
Deckenabsorber	$\geq 0,80$
Wandabsorber	$\geq 0,80$

Eine Produktübersicht befindet sich in der Technischen Broschüre Raumakustik mit Knauf – Daten für die Planung.

Kindergarten-Gruppenraum ohne Inklusion



Konzept für Kindergärten ohne Inklusion

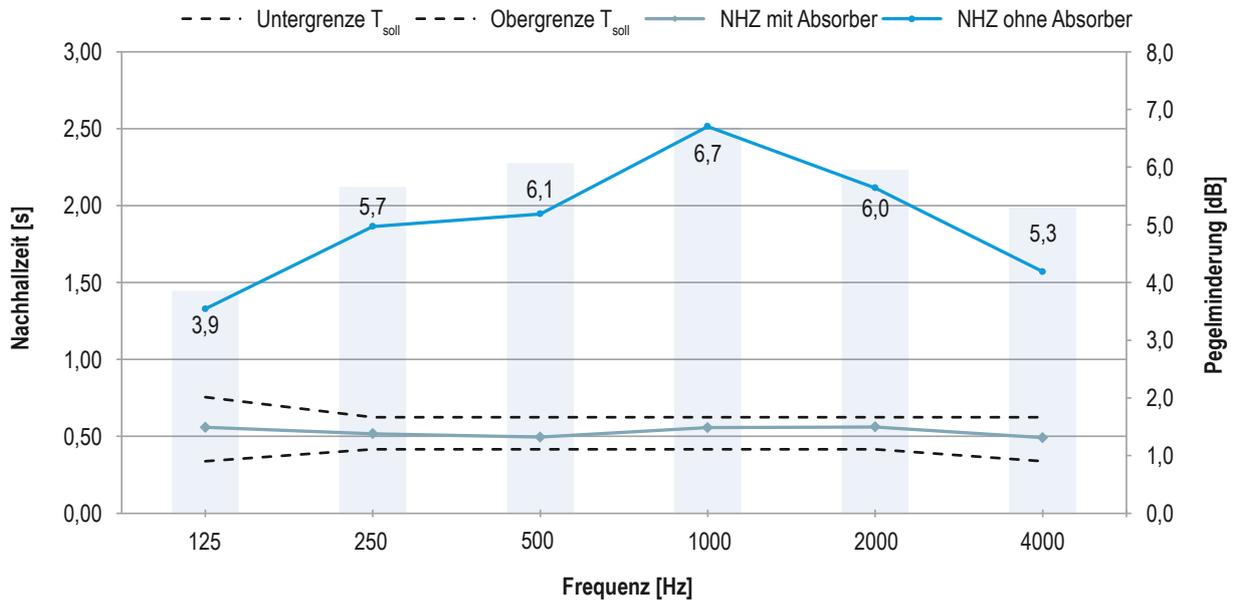
Eingangsdaten für die raumakustische Prognose

Raumgeometrie

- Länge 8 m
- Breite 6 m
- Höhe 3 m
- Volumen 144 m³

Verwendete Materialien

- Außenwand Verputztes Mauerwerk mit Fensterband
- Flurwand Leichtbauwand
- Trennwände Leichtbauwand
- Bodenbelag Linoleum
- Decke Stahlbetondecke



Raumakustische Daten

Prognostizierte Nachhallzeit inkl. 10 Schüler, ohne Absorber	T = 1,92 s
Soll-Nachhallzeit zwischen 250 Hz bis 2000 Hz	T = 0,42 – 0,62 s
Prognostizierte Nachhallzeit mit Absorber	T = 0,53 s
Physikalische Lärmpegelminderung gemittelt zwischen 125 Hz bis 4000 Hz	5 – 6 dB

Die Anforderung wird durch den Einsatz folgender Systeme bzw. Produkte erfüllt

Akustische Maßnahme	System / Produkt	Konstruktive Angaben	Raumakustisch wirksame Belegung
Deckenabsorber	D127.de Cleaneo Akustik-Plattendecke Mit Mineralwollauflage 20 mm (Knauf Insulation Akustik-Dämmplatte TP 120 A oder gleichwertig) Lochbild: Quadratlochung 12/25 Q	Konstruktionstiefe 200 mm	Vollflächig

Es kann eine bessere, raumakustische Qualität erreicht werden, wenn die Absorberflächen auf die Decken- und Wandflächen verteilt werden. z. B.:

- 2/3 der Deckenfläche akustisch wirksam, z. B. Cleaneo Akustik-Plattendecke 8/18 R mit Akustikvlies in Kombination mit
- 2x 10 m² Designpanel T3L1 an den Wänden

Alternativ zu den vorgeschlagenen Systemen bzw. Produkten können Absorber mit folgenden Eigenschaften verwendet werden

Absorber	Bewerteter Schallabsorptionsgrad α_w
Deckenabsorber	$\geq 0,75$

Eine Produktübersicht befindet sich in der Technischen Broschüre Raumakustik mit Knauf – Daten für die Planung.

Musikraum mit aktivem Musizieren und Gesang

**Konzept für Musikraum mit aktivem Musizieren und Gesang**

Pauschale Aussagen zur richtigen Auslegung von Musikräumen unabhängig von den verwendeten Instrumenten oder der Art des Gesangs lassen sich kaum treffen. Laut E DIN 18041:2015 sorgen längere Nachhallzeiten in Unterrichtsräumen für jüngere Musikschüler z. B. bei Gesang oder Blockflöte für eine Erhöhung der Spielfreude. Dementgegen werden für Blas- oder Streichinstrumente sowie Schlagzeug kürzere Nachhallzeiten bevorzugt.

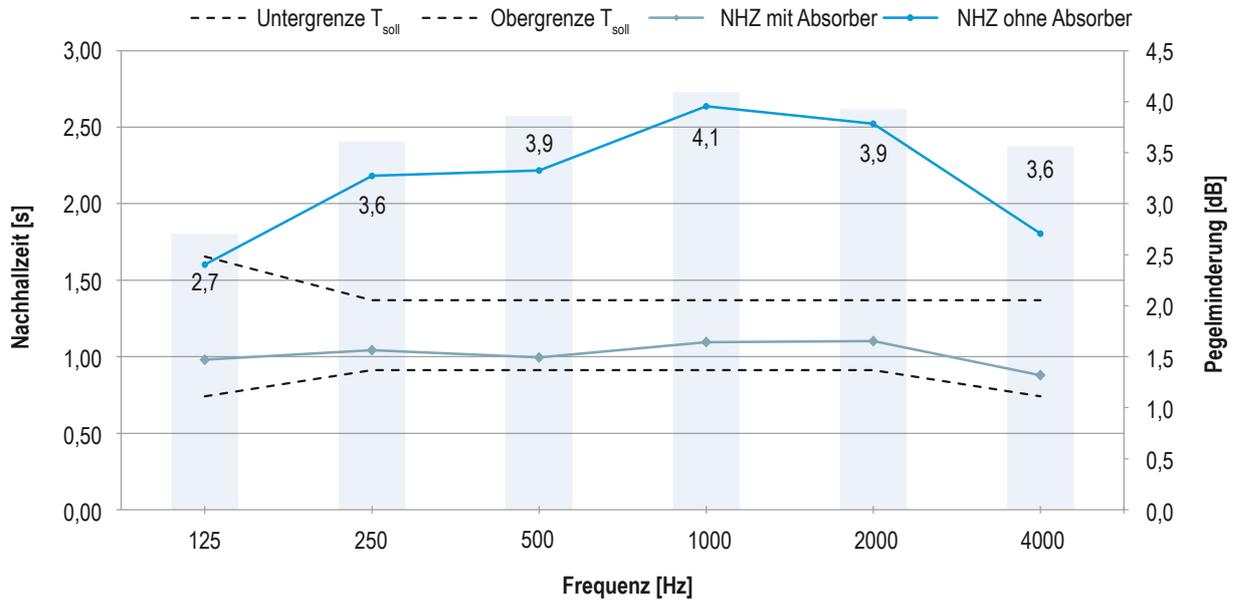
Die folgende Auslegung beschränkt sich daher auf die Anforderungen einer Soll-Nachhallzeit analog der Raumgruppe A1 für Musikräume mit aktivem Musizieren und Gesang in Bildungseinrichtungen.

Eingangsdaten für die raumakustische Prognose**Raumgeometrie**

■ Länge	10 m
■ Breite	8 m
■ Höhe	3 m
■ Volumen	240 m ³

Verwendete Materialien

■ Außenwand	Verputztes Mauerwerk mit Fensterband
■ Flurwand	Leichtbauwand
■ Trennwände	Leichtbauwand
■ Bodenbelag	Parkett
■ Decke	Stahlbetondecke



Raumakustische Daten

Prognostizierte Nachhallzeit inkl. 15 Musiker/Sänger, ohne Absorber	T = 1,92 s
Soll-Nachhallzeit zwischen 250 Hz bis 2000 Hz	T = 0,91 – 1,37 s
Prognostizierte Nachhallzeit mit Absorber	T = 1,06 s
Physikalische Lärmpegelminderung gemittelt zwischen 125 Hz bis 4000 Hz	3 – 4 dB

Die Anforderung wird durch den Einsatz folgender Systeme bzw. Produkte erfüllt

Akustische Maßnahme	System / Produkt	Konstruktive Angaben	Raumakustisch wirksame Belegung
Deckenabsorber	D127.de Cleaneo Akustik-Plattendecke Lochbild: Rundlochung 6/18 R	Konstruktionstiefe 200 mm	50 % der Deckenfläche
Wandabsorber	W112C.de Cleaneo Akustik-Wand Lochbild: Rundlochung 8/18 R	Wanddicke 132,5 mm	Flächenanteil Cleaneo Akustikplatten 50 %

Alternativ zu den vorgeschlagenen Systemen bzw. Produkten können Absorber mit folgenden Eigenschaften verwendet werden

Absorber	Bewerteter Schallabsorptionsgrad α_w
Deckenabsorber	$\geq 0,45$
Wandabsorber	$\geq 0,75$

Eine Produktübersicht befindet sich in der Technischen Broschüre Raumakustik mit Knauf – Daten für die Planung.

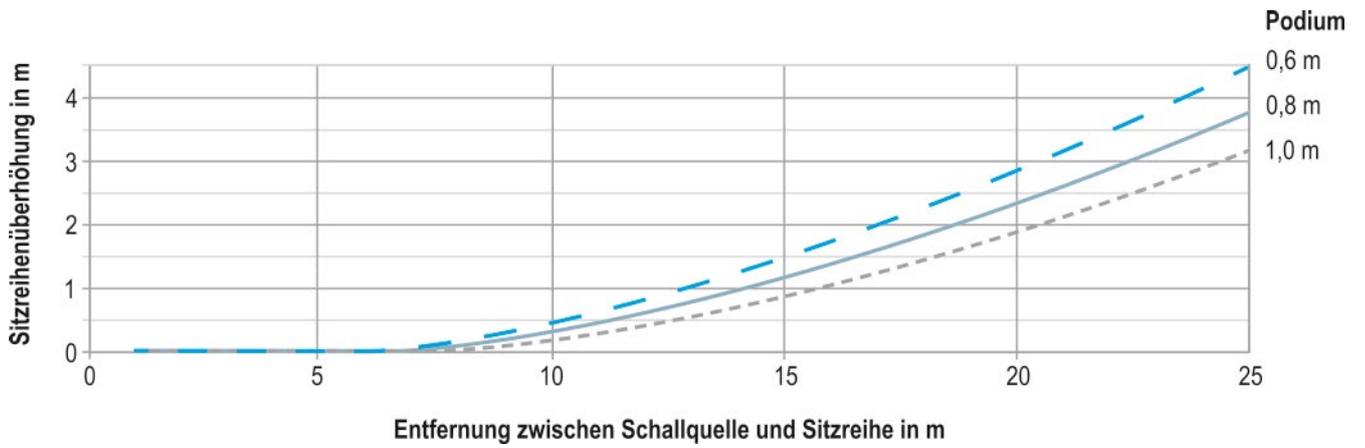
Hörsäle



Aufgrund der Raumgröße von typischen Hörsälen sind neben der Anforderung an die Soll-Nachhallzeit weitere Parameter zu berücksichtigen, um für eine gute Sprachverständlichkeit zu sorgen. Für Sprachdarbietungen ist darauf zu achten, dass eine Volumenkenzahl von 4 bis 6 m³/Platz eingehalten wird. Bei parallel zueinander stehenden Wandflächen ist eine Wandfläche zumindest teilweise schallabsorbierend auszuführen. Alternativ ist eine Belegung einer Wandfläche mit großformatigen Segmenten möglich, die für eine gezielte Schalllenkung eingesetzt werden.

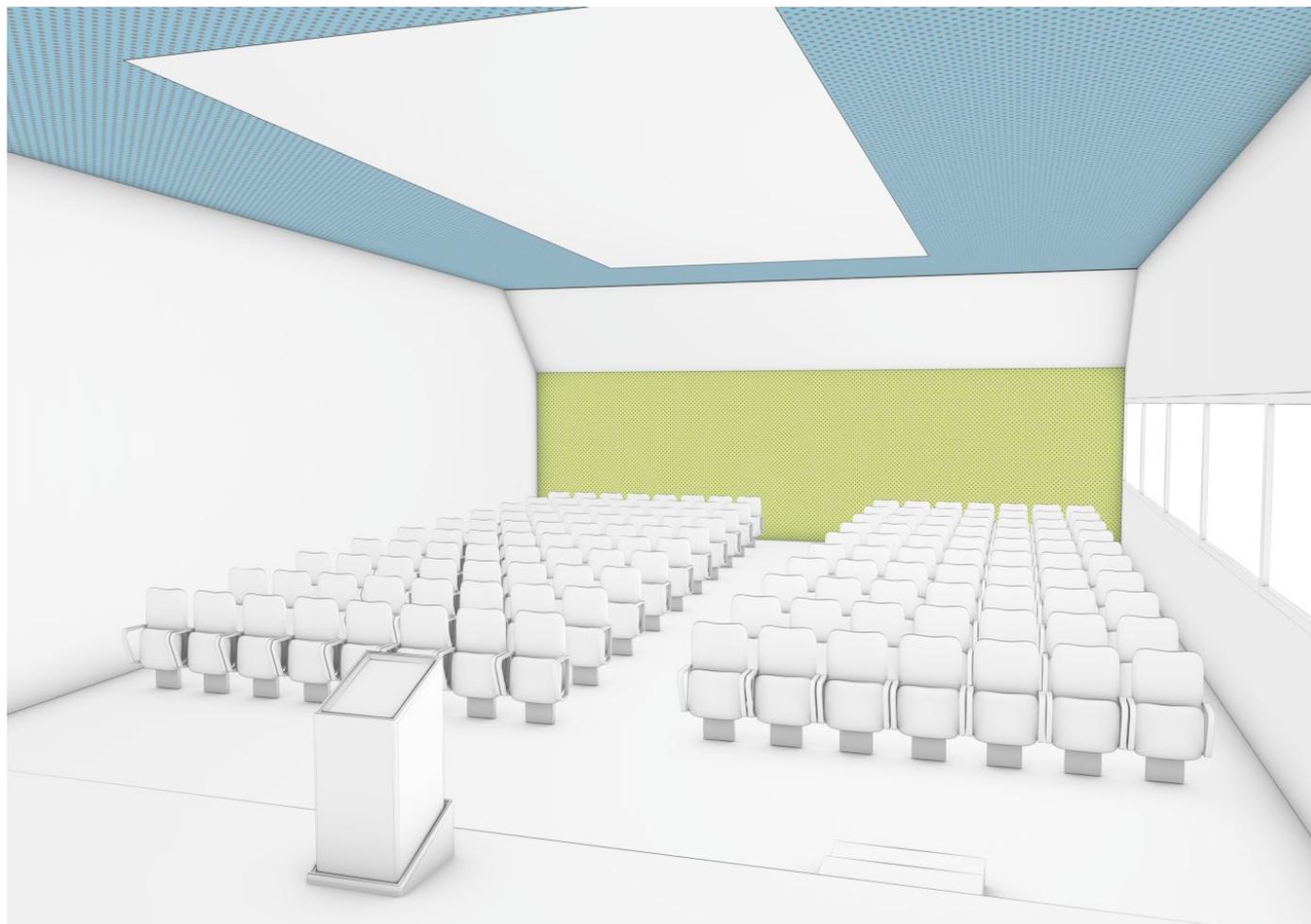
Ist eine Schrägstellung der Wände zur Vermeidung störender Schallreflexionen vorgesehen, sollte die Schrägstellung min. 5° betragen.

Um den Direktschall des Sprechers möglichst gleichmäßig zu verteilen, können über dem Rednerpult großformatige, schallharte Deckensegel mit einem Neigungswinkel vorgesehen werden, der eine Schallweiterleitung in den hinteren Bereich des Raumes gewährleistet. Ab ca. 10 Sitzreihen ist zur besseren Hör- und Sichtbeziehung eine Sitzreihenüberhöhung sinnvoll. Die notwendige Sitzreihenüberhöhung in Abhängigkeit zur Entfernung der Zuhörer und der Podiumshöhe kann der folgenden Abbildung entnommen werden. Des Weiteren sind durch schallabsorbierende und/oder schalllenkende Maßnahmen Wegstreckendifferenzen ≥ 17 m zwischen der Schallquelle zu Empfänger und Schallquelle, Reflexion und Empfänger zu vermeiden.



Als zusätzliche Maßnahmen können insbesondere bei leisen Sprechern und / oder einer großen Anzahl an Zuhörern elektroakustische Beschallungsanlagen notwendig werden.

Hörsäle ohne Sitzreihenüberhöhung

**Konzept für Hörsäle ohne Sitzreihenüberhöhung**

Für eine ausreichende Hör- und Sichtbeziehung sollten Hörsäle ohne Sitzreihenüberhöhung maximal mit 10 Sitzreihen bestückt werden.

Aufgrund der Volumenkenzahl ergibt sich für den Raum eine Bestuhlung für 150 bis 225 Personen.

Des Weiteren ist über dem Rednerpodium eine abgeschrägte Decke oder Deckensegel mit einem Neigungswinkel zwischen 15° bis 25° vorzusehen um den Schall in den Zuhörerbereich zu lenken.

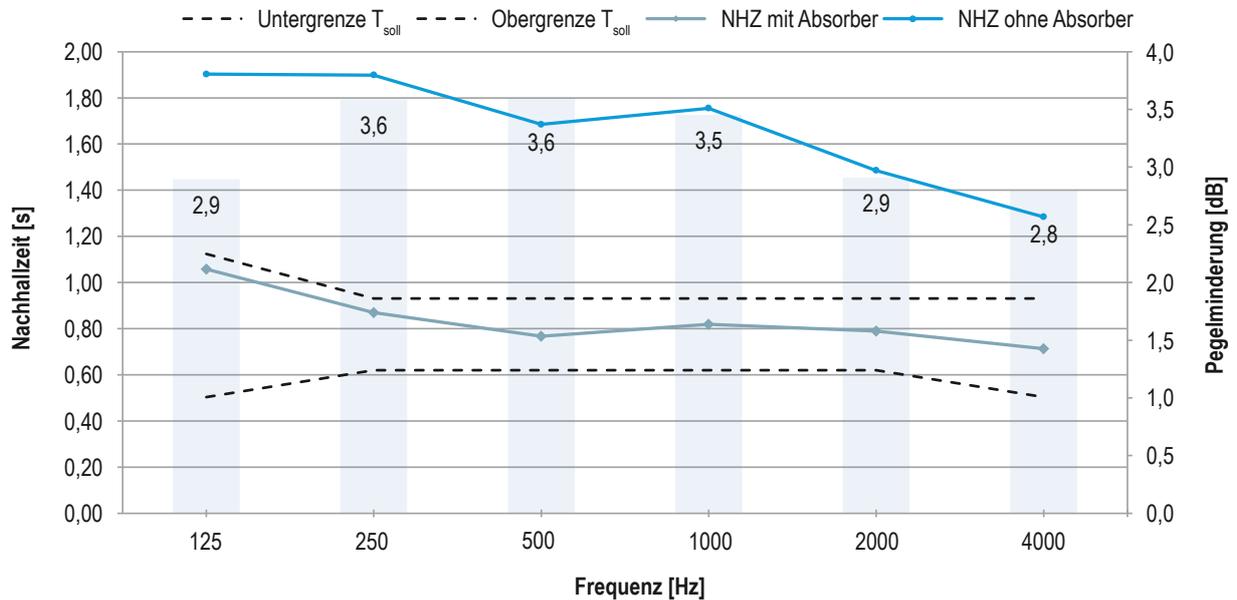
Zur Vermeidung störender Rückwandreflexionen ist die dem Sprecher gegenüber liegende Wandfläche akustisch wirksam zu gestalten.

Eingangsdaten für die raumakustische Prognose**Raumgeometrie**

- Länge 18 m
- Breite 10 m
- Höhe 5 m
- Volumen 900 m³

Verwendete Materialien

- Außenwand Verputztes Mauerwerk mit Fensterband
- Trennwände Leichtbauwand
- Bodenbelag Parkett
- Decke Unterdecke mit Gipsplattenbeplankung (ungelocht)



Raumakustische Daten

Prognostizierte Nachhallzeit inkl. 120 (80 %) Personen, ohne Absorber	T = 1,55 s
Soll-Nachhallzeit zwischen 250 Hz bis 2000 Hz	T = 0,62 – 0,93 s
Prognostizierte Nachhallzeit mit Absorber	T = 0,81 s
Physikalische Lärmpegelminderung gemittelt zwischen 125 Hz bis 4000 Hz	3 – 4 dB

Die Anforderung wird durch den Einsatz folgender Systeme bzw. Produkte erfüllt

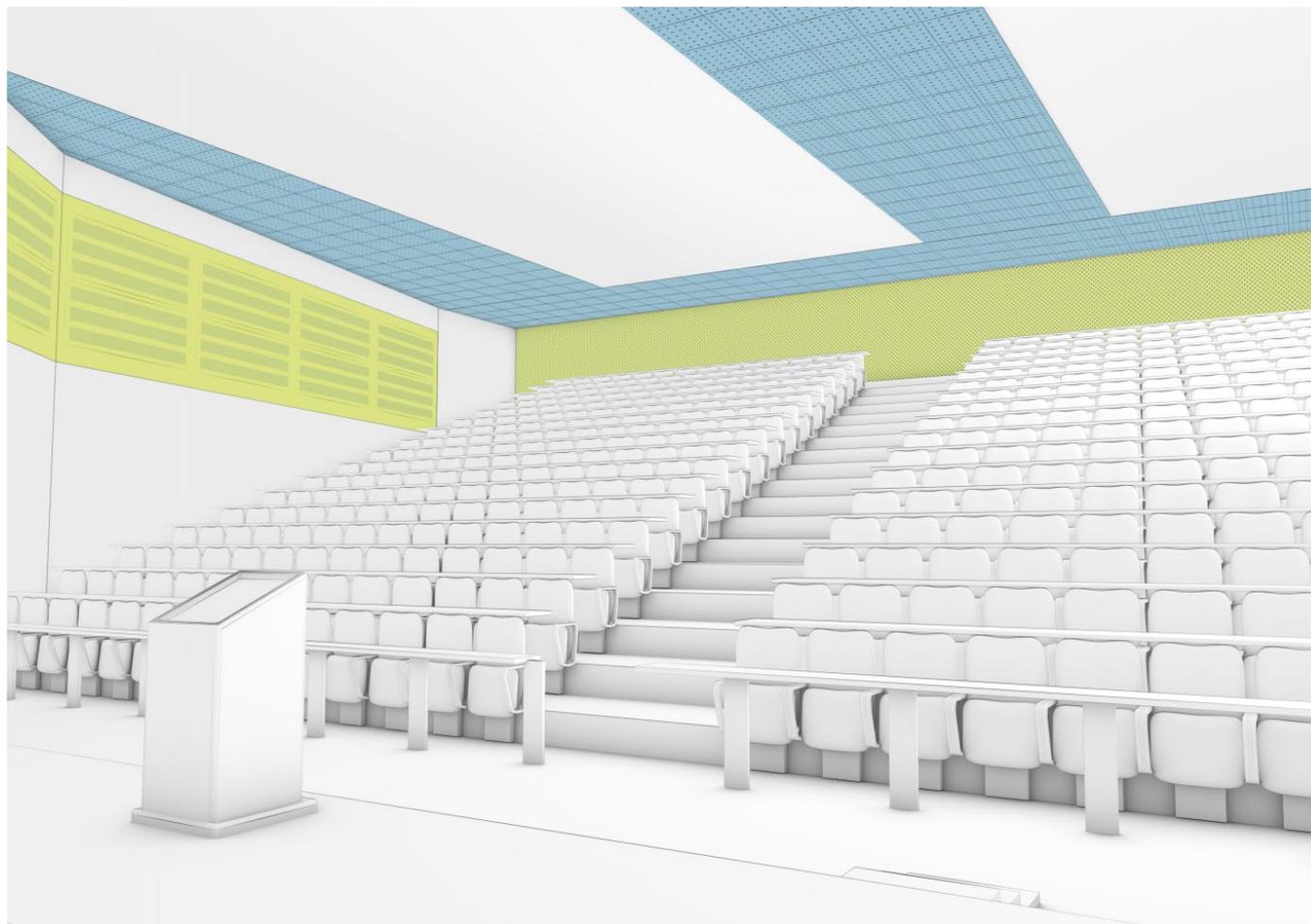
Akustische Maßnahme	System / Produkt	Konstruktive Angaben	Raumakustisch wirksame Belegung
Deckenabsorber	D127.de Cleaneo Akustik-Plattendecke Lochbild: Rundlochung 10/23 R	Konstruktionstiefe 200 mm	2/3 der Deckenfläche
Wandabsorber	Wandbekleidung W623C.de Vorsatzschale Cleaneo Akustikplatten mit CD 60/27 Lochbild: Rundlochung 8/18 R	Flächenanteil Cleaneo Akustikplatten 100 % Konstruktionstiefe 112,5 mm	Rückwand vollflächig

Alternativ zu den vorgeschlagenen Systemen bzw. Produkten können Absorber mit folgenden Eigenschaften verwendet werden

Absorber	Bewerteter Schallabsorptionsgrad α_w
Deckenabsorber	$\geq 0,60$
Wandabsorber	$\geq 0,70$

Eine Produktübersicht befindet sich in der Technischen Broschüre Raumakustik mit Knauf – Daten für die Planung.

Hörsäle mit Sitzreihenüberhöhung



Konzept für Hörsäle mit Sitzreihenüberhöhung

Für eine ausreichende Hör- und Sichtbeziehung ist eine Sitzreihenüberhöhung vorgesehen.

Aufgrund der Volumenkenzahl ergibt sich für den Raum eine Bestuhlung für 365 bis 550 Personen.

Die Kubatur des Raumes ist so zu wählen, dass störende Reflexionen vermieden werden und möglichst viel Direktschall in den Zuhörerbereich gelenkt wird. Bei Räumen dieser Größenordnung und Anzahl von Personen ist eine elektroakustische Beschallungsanlage vorzusehen.

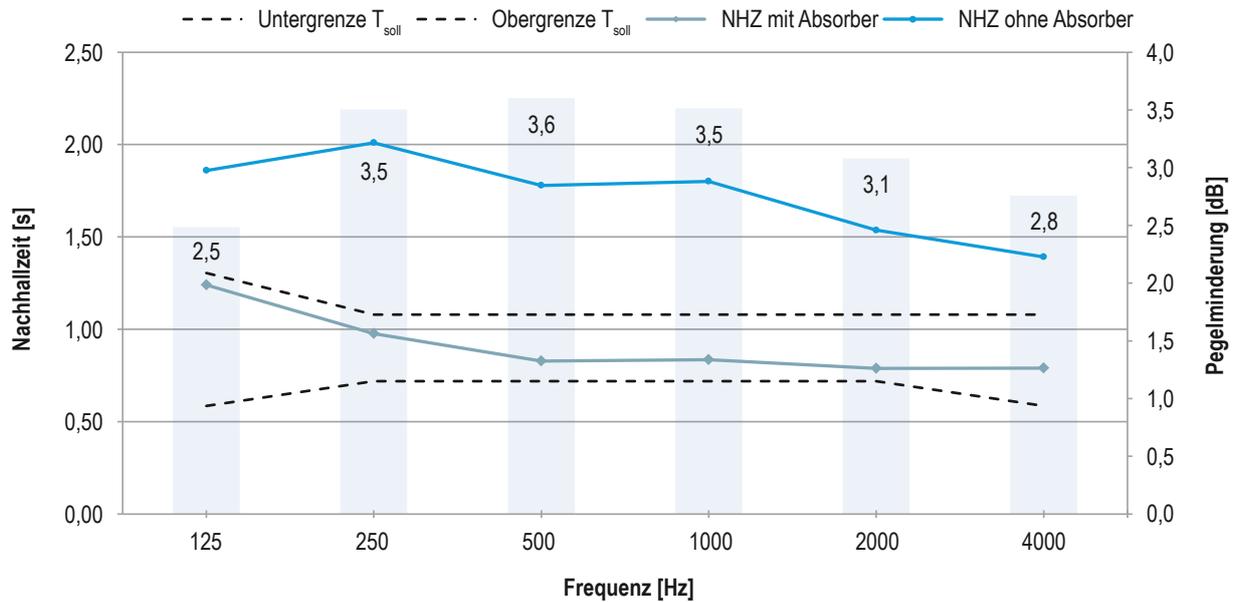
Eingangsdaten für die raumakustische Prognose

Volumen

2200 m³

Verwendete Materialien

- | | |
|--------------|--|
| ■ Trennwände | Betonwände |
| ■ Bodenbelag | Parkett |
| ■ Decke | Unterdecke mit Gipsplattenbeplankung (ungelocht) |



Raumakustische Daten

Prognostizierte Nachhallzeit inkl. 290 (80 %) Personen, ohne Absorber	T = 1,73 s
Soll-Nachhallzeit zwischen 250 Hz bis 2000 Hz	T = 0,72 – 1,08 s
Prognostizierte Nachhallzeit mit Absorber	T = 0,86 s
Physikalische Lärmpegelminderung gemittelt zwischen 125 Hz bis 4000 Hz	3 – 4 dB

Die Anforderung wird durch den Einsatz folgender Systeme bzw. Produkte erfüllt

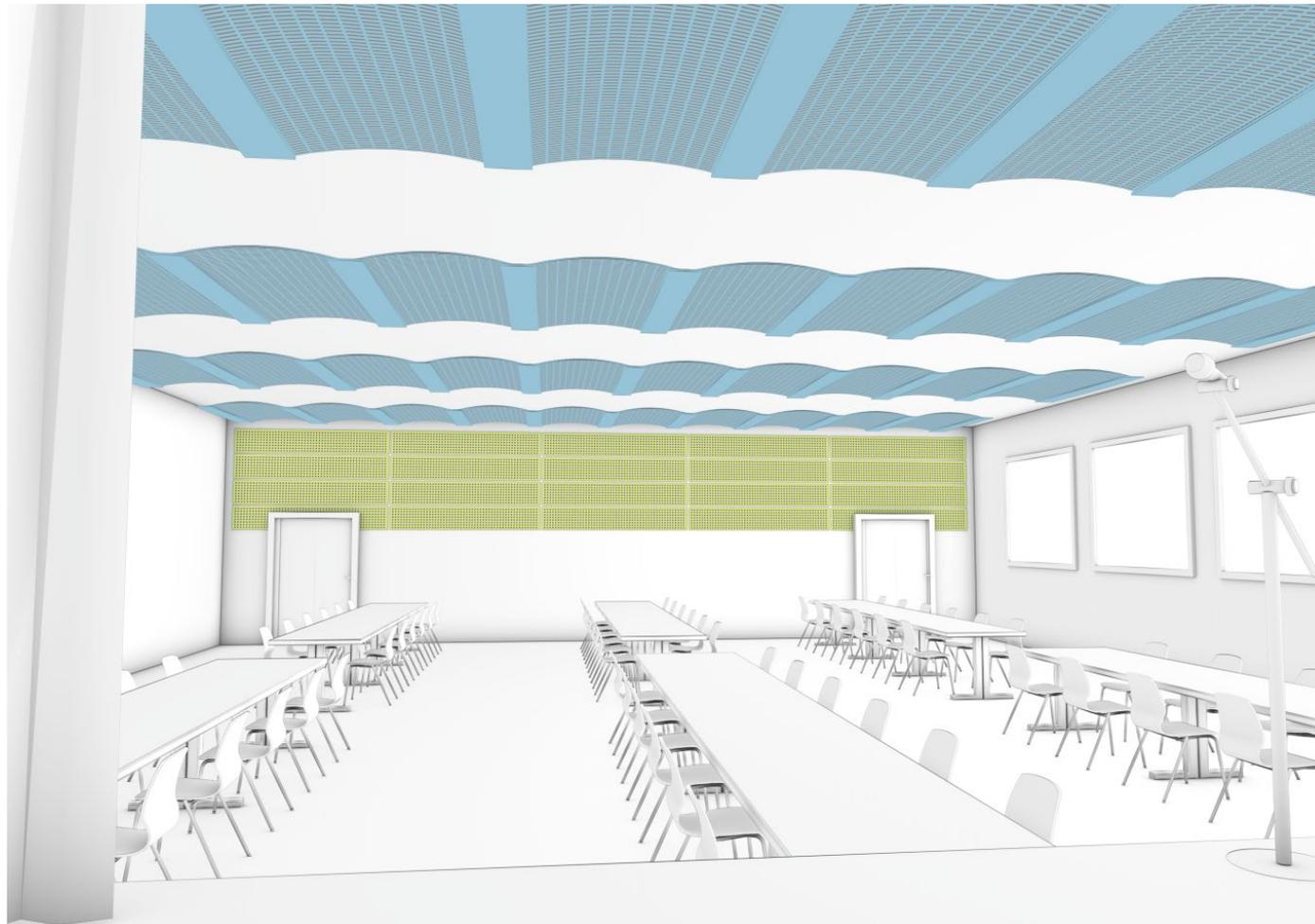
Akustische Maßnahme	System / Produkt	Konstruktive Angaben	Raumakustisch wirksame Belegung
Deckenabsorber	D147.de Cleaneo Akustik-Kassettendecke Contur Lochbild: Micro	Konstruktionstiefe 200 mm	2/3 der Deckenfläche
Wandabsorber	W623D.de Cleaneo Akustik-Wandbekleidung Designpanel Lochbild: Tangent T3L1	Flächenanteil Designpanel 100 % Konstruktionstiefe 77,5 mm	Rückwand vollflächig
Wandabsorber	W623D.de Cleaneo Akustik-Wandbekleidung Designpanel Lochbild: Tangent T3L1	Flächenanteil Designpanel 33 %, Konstruktionstiefe 77,5 mm	1/3 der der Fläche der Seitenwände

Alternativ zu den vorgeschlagenen Systemen bzw. Produkten können Absorber mit folgenden Eigenschaften verwendet werden

Absorber	Bewerteter Schallabsorptionsgrad α_w
Deckenabsorber	$\geq 0,65$
Wandabsorber	$\geq 0,70$

Eine Produktübersicht befindet sich in der Technischen Broschüre Raumakustik mit Knauf – Daten für die Planung.

Gemeinde- oder Versammlungsraum



Konzept für Gemeinde- oder Versammlungsraum

Gemeinde- und Versammlungsräume dienen häufig mehreren Nutzungsarten. So zum Beispiel für Vereinsitzungen- und feiern, Musikproben und Musikaufführungen oder als Seminar- und Vortragsraum. Entsprechend ist eine Auslegung der raumakustischen Qualität gewichtet auf einen Hauptverwendungszweck (sprachliche oder musikalische Darbietungen) zu wählen. Alternativ kann mit mobilen Absorberelementen gearbeitet werden, die optimal auf nahezu jede Verwendung des Raumes abgestimmt werden können. In der Praxis zeigt sich jedoch, dass solche Elemente in derartigen Räumen meist keine Akzeptanz bzw. Anwendung finden und mobile Absorberelemente lediglich bei der theoretischen Prognose funktionieren. Entsprechend wird das folgende Musterausbaukonzept raumakustisch so ausgelegt, dass sprachliche Darbietungen einzelner Sprecher eine hohe Sprachverständlichkeit erzielen sowie gute Bedingungen für musikalische Proben möglich sind. Als Kompromisslösung muss jedoch akzeptiert werden, dass musikalische Darbietungen in der Regel als zu transparent wahrgenommen werden. Das heißt, die Nachhallzeit im Raum ist für die meisten instrumentalen und gesanglichen Aufführungen zu kurz.

Eingangsdaten für die raumakustische Prognose

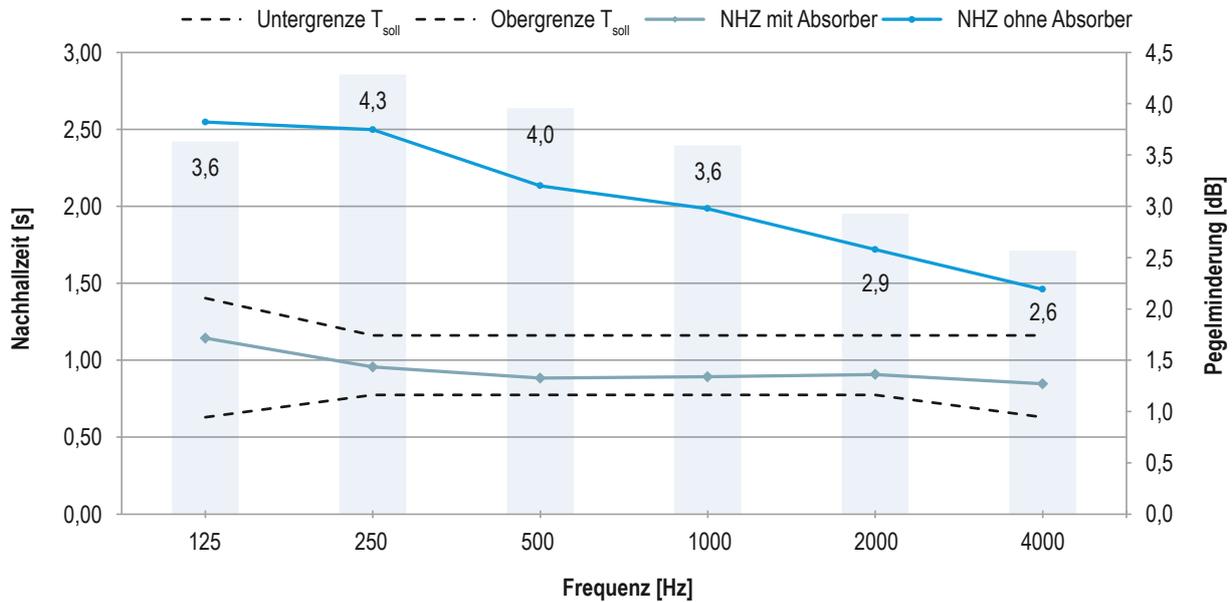
Raumgeometrie

- Länge 20 m
- Breite 13 m
- Höhe 3,8 m
- Volumen 988 m³

Inklusive einer Bühne an der Stirnseite.

Verwendete Materialien

- Außenwand Verputztes Mauerwerk mit Fensterband
- Stirnwand 1 Verputztes Mauerwerk mit Holzbekleidung
- Stirnwand 2 Verputztes Mauerwerk
- Vorhang zugezogen im Bühnenbereich
- Flurwand Leichtbauwand
- Bodenbelag Parkett
- Decke Stahlbetondecke



Raumakustische Daten

Prognostizierte Nachhallzeit inkl. 50 Personen, ohne Absorber	T = 2,06 s
Soll-Nachhallzeit zwischen 250 Hz bis 2000 Hz	T = 0,77 – 1,16 s
Prognostizierte Nachhallzeit mit Absorber	T = 0,91 s
Physikalische Lärmpegelminderung gemittelt zwischen 125 Hz bis 4000 Hz	3 – 4 dB

Die Anforderung wird durch den Einsatz folgender Systeme bzw. Produkte erfüllt

Akustische Maßnahme	System / Produkt	Konstruktive Angaben	Raumakustisch wirksame Belegung
Deckenabsorber	D127.de Cleaneo Akustik-Plattendecke Mit Mineralwollauflage 20 mm (Knauf Insulation Akustik-Dämmplatte TP 120 A oder gleichwertig) Lochbild: Slotline B6	Konstruktionstiefe 200 mm	50 % der Deckenfläche
Wandabsorber	W629C.de Wandbekleidung Vorsatzschale Cleaneo Akustikplatten mit CW-Doppelprofilen Lochbild: Quadratlochung 12/25 Q	Flächenanteil Cleaneo Akustikplatten 50 %, Konstruktionstiefe 112,5 mm	50 % der Fläche der der Bühne gegenüber liegenden Wand

Alternativ zu den vorgeschlagenen Systemen bzw. Produkten können Absorber mit folgenden Eigenschaften verwendet werden

Absorber	Bewerteter Schallabsorptionsgrad α_w
Deckenabsorber	$\geq 0,65$
Wandabsorber	$\geq 0,70$

Eine Produktübersicht befindet sich in der Technischen Broschüre Raumakustik mit Knauf – Daten für die Planung.

Tagungsräume mit Inklusion



**Erhöhte
Anforderung**

Konzept für Besprechungsräume mit Inklusion

In Tagungs-, Konferenz- und Besprechungsräumen ist ein Aufenthalt von mehreren Stunden nicht selten. Häufig kommt es zu Beschwerden wie Erschöpfung, Müdigkeit und Verlust der Aufnahmefähigkeit. Zum einen hat dies sicherlich mit den Gesprächsinhalten mit weitreichenden Entscheidungen zu tun. Jedoch werden diese Symptome durch eine schlechte Raumakustik zusätzlich gefördert. Ohne akustische Maßnahmen kommt es in geschlossenen Räumen durch die Lautstärke der Sprecher und einer hohen Anzahl von Schallreflexionen zu einem schnellen Aufschaukeln des Lärmpegels. Dies führt direkt zu einer enormen körperlichen Belastung und zusätzlichen Anstrengung aber auch zur Minderung der Wort-, Satz- und Silbenverständlichkeit, was dem menschlichen Gehirn zusätzliche Leistungsfähigkeit abverlangt, um dem Gesprochenen folgen zu können. Dieser Effekt verstärkt sich zusätzlich, wenn die Kommunikation nicht in der Muttersprache geführt wird und/oder aufgrund gesundheitlicher Einschränkungen oder dem Alter eine Hörschwäche der Teilnehmer vorliegt.

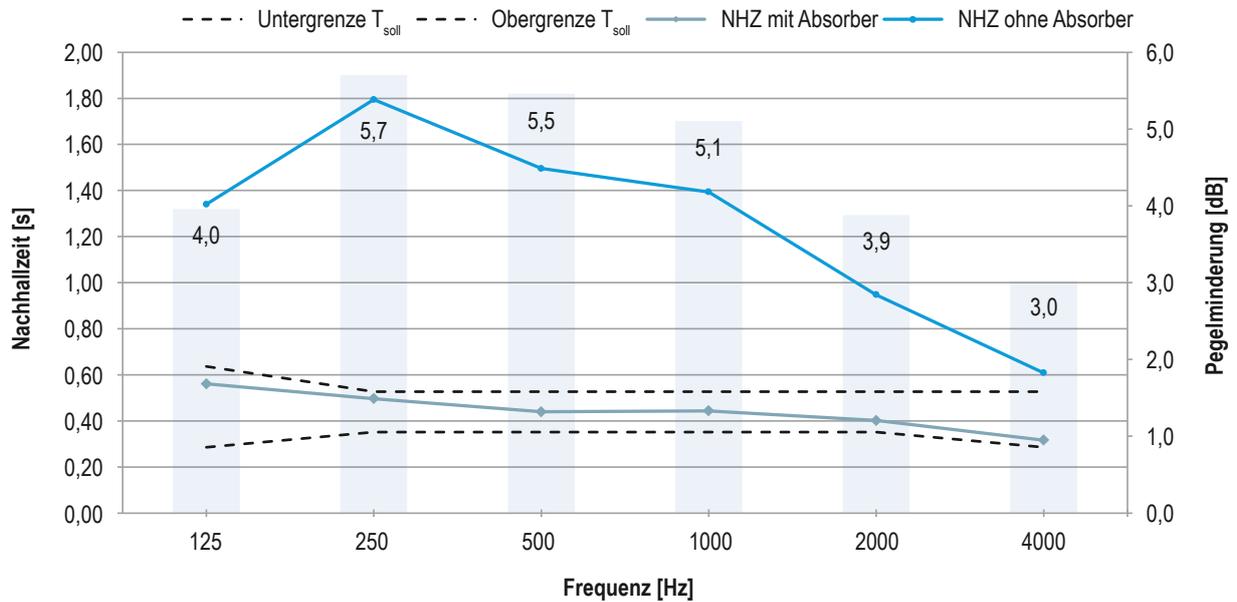
Eingangsdaten für die raumakustische Prognose

Raumgeometrie

- Länge 12,5 m
- Breite 4,5 m
- Höhe 3 m
- Volumen 169 m³

Verwendete Materialien

- Außenwand Glasfassade
- Flurwand Leichtbauwand
- Trennwände Leichtbauwand
- Bodenbelag Nadelfilz
- Decke Stahlbetondecke



Raumakustische Daten

Prognostizierte Nachhallzeit inkl. 6 Personen, ohne Absorber	T = 1,26 s
Soll-Nachhallzeit zwischen 250 Hz bis 2000 Hz	T = 0,35 – 0,53 s
Prognostizierte Nachhallzeit mit Absorber	T = 0,45 s
Physikalische Lärmpegelminderung gemittelt zwischen 125 Hz bis 4000 Hz	4 – 5 dB

In Abhängigkeit der Einrichtung wie Teppiche, Vorhänge, offene Bücherregale, Stoffcouch usw. kann die vorhandene Nachhallzeit variieren.

Die Anforderung wird durch den Einsatz folgender Systeme bzw. Produkte erfüllt

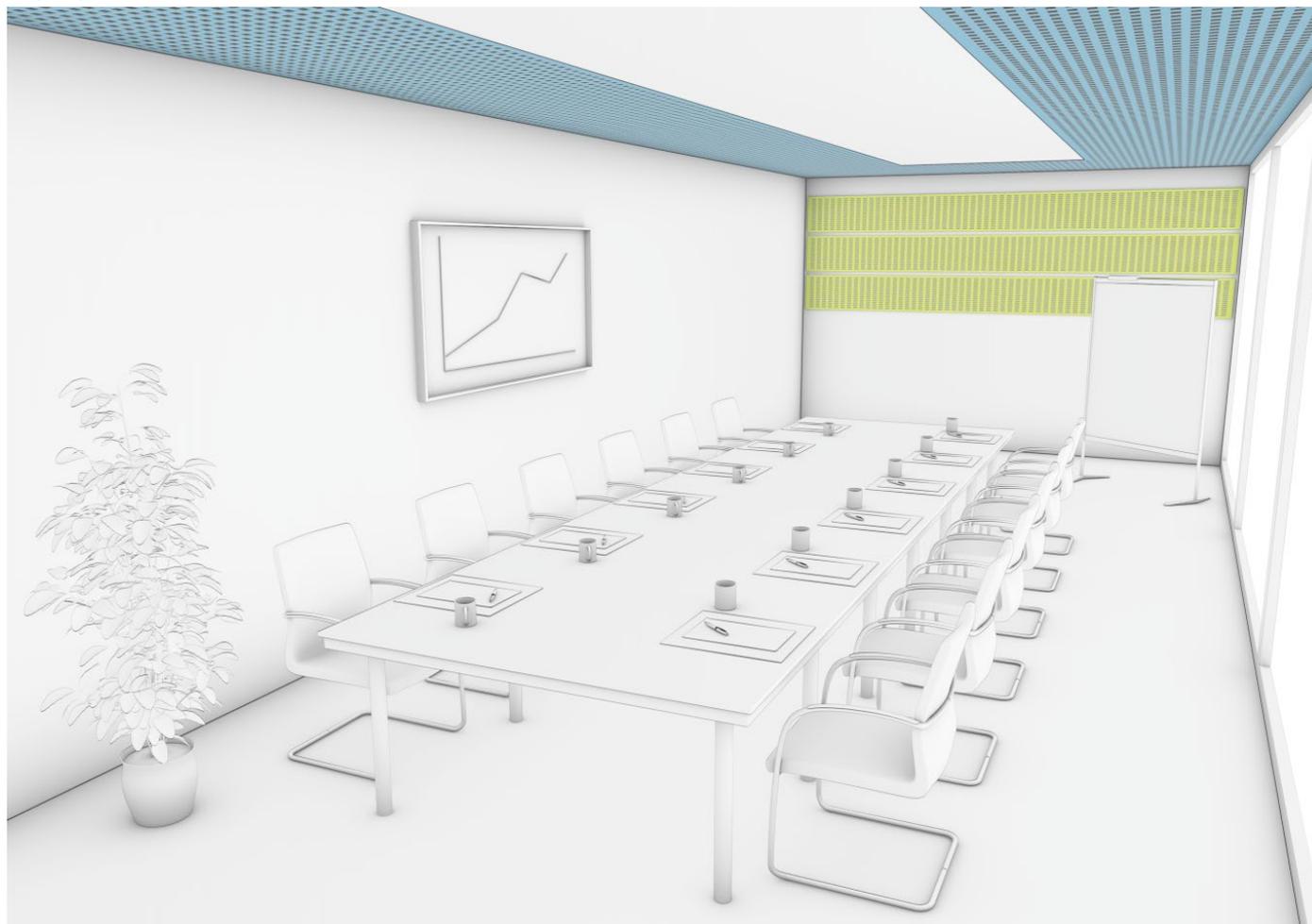
Akustische Maßnahme	System / Produkt	Konstruktive Angaben	Raumakustisch wirksame Belegung
Deckenabsorber	D127.de Cleaneo Akustik-Plattendecke Mit Mineralwollauflage 20 mm (Knauf Insulation Akustik-Dämmplatte TP 120 A oder gleichwertig) Lochbild: Quadratlochung 8/18 Q	Konstruktionstiefe 200 mm	Vollflächig
Wandabsorber	Wandabsorber Adit	–	1/3 der Fläche einer Stirnwand

Alternativ zu den vorgeschlagenen Systemen bzw. Produkten können Absorber mit folgenden Eigenschaften verwendet werden

Absorber	Bewerteter Schallabsorptionsgrad α_w
Deckenabsorber	$\geq 0,75$
Wandabsorber	$\geq 0,80$

Eine Produktübersicht befindet sich in der Technischen Broschüre Raumakustik mit Knauf – Daten für die Planung.

Tagungsräume ohne Inklusion



Konzept für Besprechungsräume ohne Inklusion

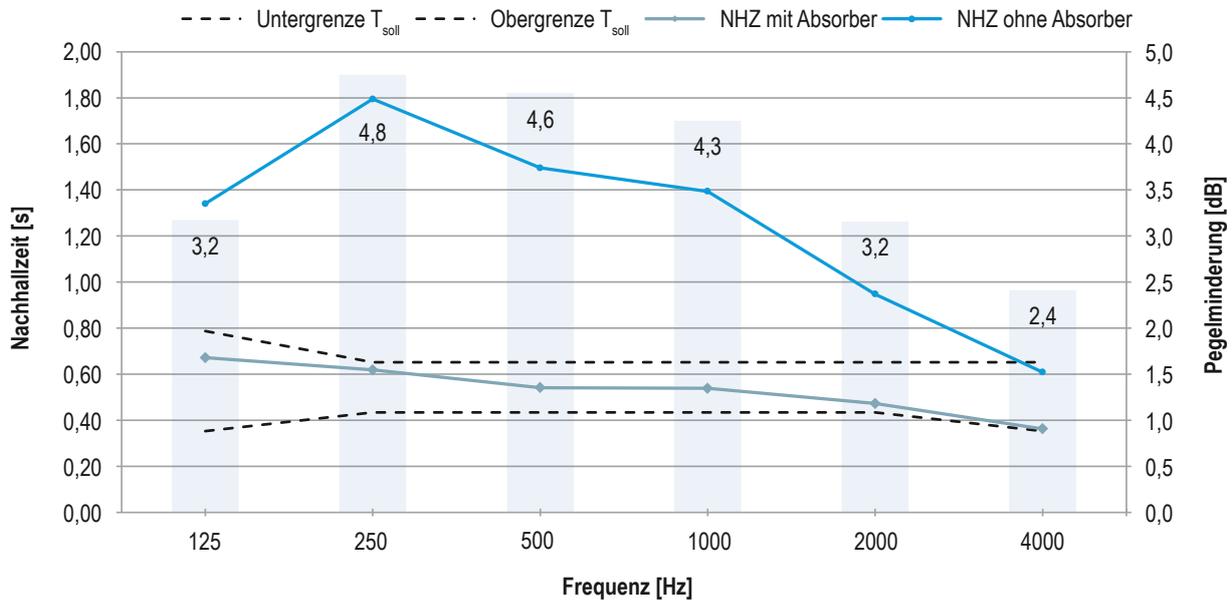
Eingangsdaten für die raumakustische Prognose

Raumgeometrie

- Länge 12,5 m
- Breite 4,5 m
- Höhe 3 m
- Volumen 169 m³

Verwendete Materialien

- Außenwand Glasfassade
- Flurwand Leichtbauwand
- Trennwände Leichtbauwand
- Bodenbelag Nadelfilz
- Decke Stahlbetondecke



Raumakustische Daten

Prognostizierte Nachhallzeit inkl. 6 Personen, ohne Absorber	T = 1,26 s
Soll-Nachhallzeit zwischen 250 Hz bis 2000 Hz	T = 0,43 – 0,65 s
Prognostizierte Nachhallzeit mit Absorber	T = 0,54 s
Physikalische Lärmpegelminderung gemittelt zwischen 125 Hz bis 4000 Hz	3 – 4 dB

Die Anforderung wird durch den Einsatz folgender Systeme bzw. Produkte erfüllt

Akustische Maßnahme	System / Produkt	Konstruktive Angaben	Raumakustisch wirksame Belegung
Deckenabsorber	D127.de Cleaneo Akustik-Plattendecke Mit Mineralwollauflage 20 mm (Knauf Insulation Akustik-Dämmplatte TP 120 A oder gleichwertig) Lochbild: Quadratlochung 8/18 Q	Konstruktionstiefe 200 mm	2/3 der Deckenfläche
Wandabsorber	Wandabsorber Adit	–	1/3 der Fläche einer Stirnwand

Alternativ zu den vorgeschlagenen Systemen bzw. Produkten können Absorber mit folgenden Eigenschaften verwendet werden

Absorber	Bewerteter Schallabsorptionsgrad α_w
Deckenabsorber	$\geq 0,75$
Wandabsorber	$\geq 0,80$

Eine Produktübersicht befindet sich in der Technischen Broschüre Raumakustik mit Knauf – Daten für die Planung.

Sporthallen

**Konzept für Sporthallen**

Beim Sport muss mit erhöhten Lärmpegeln gerechnet werden. Sei es durch das Spielen mit dem Ball, der lautstarken Kommunikation untereinander, den Anfeuerungsrufen oder einer musikalischen Untermalung bei rhythmischen Sportarten. In der Freizeit bleibt es jedem selbst überlassen, ob man sich dieser Geräuschbelastung aussetzen möchte. Beim Schulsport hingegen können sich weder die Lehrkräfte, noch die Schüler diesen Einflüssen entziehen. Insbesondere bei mehrzügigen, d. h. bei parallelem Schulsport mehrerer Klassen, kann kaum Einfluss auf den vorherrschenden Lärmpegel genommen werden. Lärmpegel von 80 bis 90 dB(A) sind in Sport- und Schwimmhallen keine Seltenheit.

Auch für Sport- und Schwimmhallen werden Anforderungen an eine einzuhaltende Soll-Nachhallzeit gestellt. Im Vergleich zu den vorab beschriebenen Räumen beschränkt sich der Toleranzbereich jedoch lediglich auf die Frequenzen 250 Hz bis 2000 Hz mit einer Genauigkeit von $\pm 20\%$.

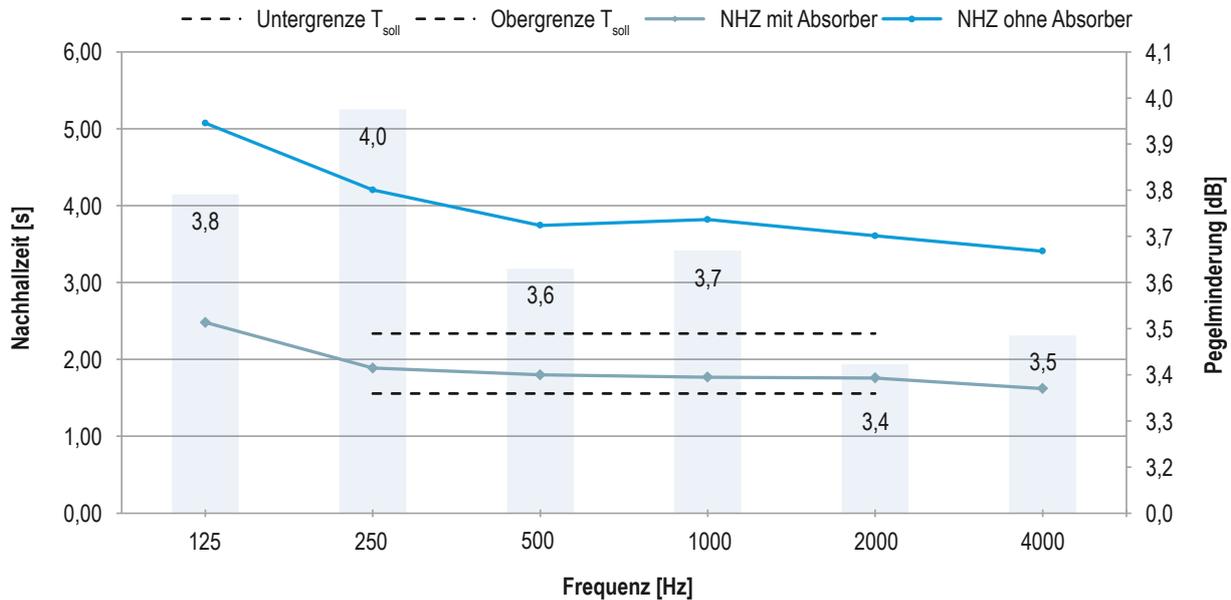
Die schallabsorbierenden Materialien sind in der Sporthalle so zu verteilen, dass auch bei herunter gelassenen Trennvorhängen die Anforderungen an die Soll-Nachhallzeit, insbesondere im Mittelteil eingehalten werden. Bei der Ergreifung von Maßnahmen sind diese nach DIN 18032-1 ballwurfsicher auszuführen.

Eingangsdaten für die raumakustische Prognose**Raumgeometrie**

■ Länge	45 m
■ Breite	27 m
■ Höhe	7 m
■ Volumen	8505 m ³

Verwendete Materialien

■ Außenwand	Bis 2,5 m Höhe Prallwand, darüber Ziegelmauerwerk mit Profilbauglas
■ Flurwand	Bis 2,5 m Höhe Prallwand, darüber Ziegelmauerwerk mit Profilbauglas
■ Trennwände	Bis 2,5 m Höhe Prallwand, darüber Ziegelmauerwerk mit Profilbauglas
■ Bodenbelag	Linoleum auf Schwingboden
■ Decke	Stahltrapezblechdecke mit Unterzügen



Raumakustische Daten

Prognostizierte Nachhallzeit inkl. 20 Schüler, ohne Absorber	T = 3,98 s
Soll-Nachhallzeit zwischen 250 Hz bis 2000 Hz	T = 1,56 – 2,34 s
Prognostizierte Nachhallzeit mit Absorber	T = 1,80 s
Physikalische Lärmpegelminderung gemittelt zwischen 125 Hz bis 4000 Hz	3 – 4 dB

Die Anforderung wird durch den Einsatz folgender Systeme bzw. Produkte erfüllt

Akustische Maßnahme	System / Produkt	Konstruktive Angaben	Raumakustisch wirksame Belegung
Deckenabsorber	D127.de Cleaneo Akustik-Plattendecke Mit Mineralwollauflage 20 mm (Knauf Insulation Akustik-Dämmplatte TP 120 A oder gleichwertig) Lochbild: Rundlochung 8/18 R	Konstruktionstiefe 400 mm	50 % der Deckenfläche
Wandabsorber	W623D.de Cleaneo Complete Wandbekleidung Lochbild: Globe	Flächenanteil Cleaneo Complete: 2 m hoher Streifen ab OK Prallwand, Konstruktionstiefe 77,5 mm	2 m hoher, umlaufender Streifen an den Stirnwänden und der Flurwand

Es sei darauf hingewiesen, dass in diesem Teil nur die Raumgrundbedämpfung zur Bekämpfung hoher Lärmpegel betrachtet wird. Ein weiteres, ausschlaggebendes Kriterium zur Minderung der Lärmpegel bei mehrzügigen Sportunterricht ist die Schalldämmung der Trennvorhänge, die in diversen Untersuchungen der Fraunhofer Gesellschaft – Institut für Bauphysik aufgrund der Ausführung mit Schlupföffnungen, Lücken zwischen den Begrenzungsflächen sowie Undichtigkeiten im Bereich der Anschlussstelle an Tribünen oft zu wünschen übrig lässt.

Alternativ zu den vorgeschlagenen Systemen bzw. Produkten können Absorber mit folgenden Eigenschaften verwendet werden

Absorber	Bewerteter Schallabsorptionsgrad α_w
Deckenabsorber	$\geq 0,60$
Wandabsorber	$\geq 0,70$

Eine Produktübersicht befindet sich in der Technischen Broschüre Raumakustik mit Knauf – Daten für die Planung.



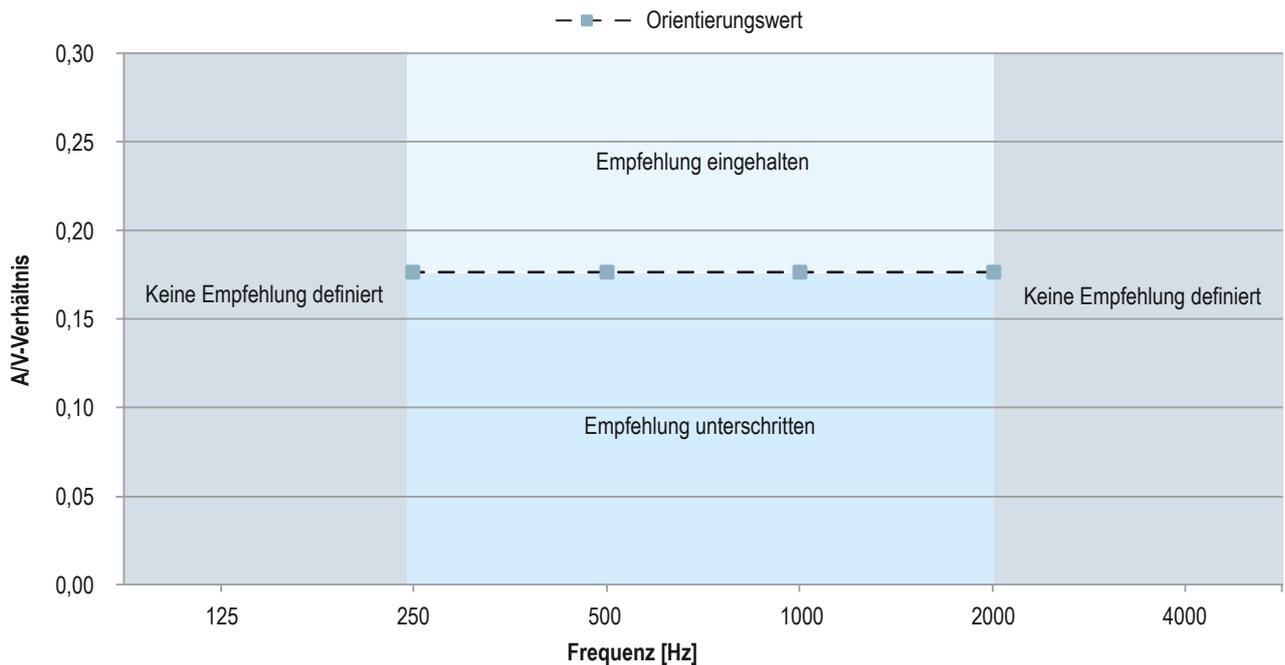
Grundsätzliches

Entgegen einer ausreichenden Versorgung aller Anwesenden mit Schallenergie, kommt es bei den Räumen der Gruppe B auf eine Minderung des Lärmpegels und Reduzierung der Halligkeit an, sodass eine gute Sprachverständlichkeit lediglich über eine geringe Entfernung erzielt wird. Eine Schallweiterleitung auf längere Distanz soll bewusst vermieden werden. Als Orientierungswert wird in DIN 18041:2016 ein A/V-Verhältnis (äquivalente Schallabsorptionsfläche zu Raumvolumen) über den Frequenzbereich zwischen 250 bis 2000 Hz angegeben. Je höher der Zahlenwert dieses Verhältnisses ist, desto mehr Schallabsorptionsfläche befindet sich im Raum und umso stärker ist der Raum akustisch bedämpft. Das heißt, es findet eine stärkere Reduktion des Lärmpegels statt.

Im Gegensatz zu den Anforderungen für Räume der Gruppe A wird kein Toleranzbereich vorgegeben. Vielmehr kommt es bei der Auslegung der Räume der Gruppe B darauf an, möglichst nahe an den frequenzabhängigen Orientierungswert heranzukommen. Weiterhin wird die Schallabsorption durch Personen bei der Prognose nicht berücksichtigt.

Da das Ziel dieser raumakustischen Auslegung darin besteht, sämtliche Störgeräusche zu mindern und eine Schallausbreitung im Raum zu reduzieren, findet keine separate Berücksichtigung erhöhter Anforderung hinsichtlich einer inklusiven Gestaltung statt. Die Einhaltung der getroffenen Empfehlung wirkt sich jedoch auch auf Menschen mit eingeschränkten Hörfähigkeiten, Aufmerksamkeitsstörungen oder Kommunikation in einer Fremdsprache auf kurze Distanz positiv aus.

Beispielhafte Darstellung eines Orientierungswertes zwischen 250 Hz bis 2000 Hz an das A/V-Verhältnis



Einpersonen- und Zweipersonenbüros



Konzept für Ein- und Zweipersonenbüros

Da auch in Ein- und Zweipersonenbüros Kommunikationen mit Kollegen oder Kunden, persönlich in einer kleinen Besprechung oder am Telefon stattfinden und zusätzlich Lärm von außen in das Büro eindringt, sollten die Orientierungswerte zur Auslegung der raumakustischen Qualität eingehalten werden. Häufig werden Einpersonenbüros durch Umnutzungen oder Flächenoptimierung zu Zweipersonenbüros. Entsprechend werden auch an solche Bürotypen identische Empfehlungen gestellt.

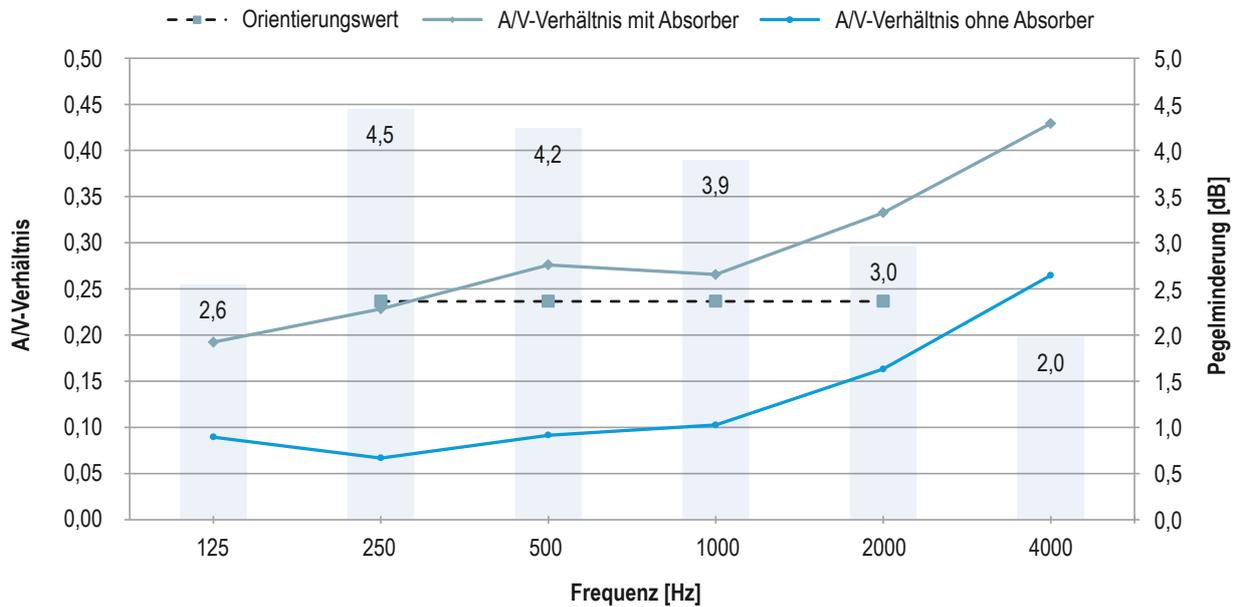
Eingangsdaten für die raumakustische Prognose

Raumgeometrie

- Länge 5,70 m
- Breite 5,10 m
- Höhe 2,80 m
- Volumen 81,4 m³

Verwendete Materialien

- Außenwand Verputztes Mauerwerk mit Fensterband
- Flurwand Leichtbauwand
- Trennwände Leichtbauwand
- Bodenbelag Nadelfilz
- Decke Stahlbetondecke



A/V-Verhältnis zwischen 250 Hz bis 2000 Hz

Prognostiziertes A/V-Verhältnis ohne Absorber	A/V = 0,10 1/m
Empfohlenes A/V-Verhältnis	A/V = 0,24 1/m
Prognostiziertes A/V-Verhältnis mit Absorber	A/V = 0,28 1/m
Physikalische Lärmpegelminderung gemittelt zwischen 250 Hz bis 2000 Hz	3 – 4 dB

Die Empfehlung wird durch den Einsatz folgender Systeme bzw. Produkte erfüllt

Akustische Maßnahme	System / Produkt	Konstruktive Angaben	Raumakustisch wirksame Belegung
Deckenabsorber	Cleaneo Up	Format 1000 mm x 2000 mm, Konstruktionstiefe 200 mm	4 Stück
Wandabsorber	W112C.de Cleaneo Akustik-Wand Lochbild: Quadratlochung 12/25 Q	Wanddicke 132,5 mm	Flächenanteil Cleaneo Akustikplatten 50 %

Alternativ zu den vorgeschlagenen Systemen bzw. Produkten können Absorber mit folgenden Eigenschaften verwendet werden

Absorber	Bewerteter Schallabsorptionsgrad α_w
Deckenabsorber	$\geq 0,65$ bei halber Deckenflächenbelegung
Wandabsorber	$\geq 0,75$

Eine Produktübersicht befindet sich in der Technischen Broschüre Raumakustik mit Knauf – Daten für die Planung.

Gruppen- und Mehrpersonenbüros



Konzept für Gruppen- und Mehrpersonenbüros

Insbesondere bei der Auslegung von Mehrpersonen- und Großraumbüros ist es oftmals nicht ausreichend, nur die Raumgrundbedämpfung zu berücksichtigen. Bereits während der Planungsphase sollte darauf geachtet werden, dass differenzierte Funktionsgruppen nicht auf eine gemeinsame Fläche gesetzt werden. Sollte sich das nicht vermeiden lassen, sind wirksame, schallschirmende Maßnahmen zu ergreifen, um eine konzentrierte und leistungsgerechte Arbeitswelt sicher zu stellen. In Teambüros ist dafür zu sorgen, dass die Lärmpegel so gering wie möglich gehalten werden. Das beginnt bereits bei der Anschaffung notwendiger Büroausrüstungen wie Drucker oder Lüfter für die PC sowie bei der Konzeptionierung von gebäudetechnischen Anlagen wie Klimatisierung und Lüftung. Eine gute Raumakustik sorgt zusätzlich zur Minderung sämtlicher Geräusche im Raum und reduziert somit die Sprachlautstärke der Mitarbeiter. Weitere Empfehlungen für Büroräume behandelt die VDI 2569.

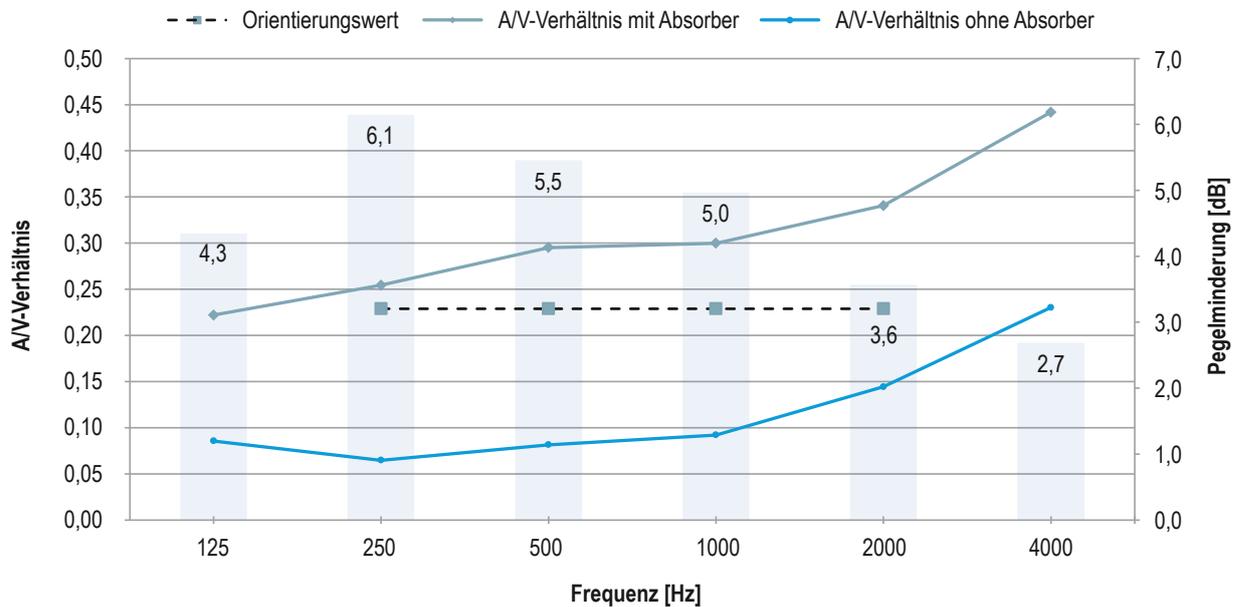
Eingangsdaten für die raumakustische Prognose

Raumgeometrie

- Länge 15,0 m
- Breite 5,5 m
- Höhe 3,0 m
- Volumen 247,5 m³

Verwendete Materialien

- Außenwand Verputztes Mauerwerk mit Fensterfront
- Flurwand Leichtbauwand
- Trennwände Leichtbauwand
- Bodenbelag Nadelfilz
- Decke Stahlbetondecke



A/V-Verhältnis zwischen 250 Hz bis 2000 Hz

Prognostiziertes A/V-Verhältnis ohne Absorber	A/V = 0,10 1/m
Empfohlenes A/V-Verhältnis	A/V = 0,23 1/m
Prognostiziertes A/V-Verhältnis mit Absorber	A/V = 0,30 1/m
Physikalische Lärmpegelminderung gemittelt zwischen 250 Hz bis 2000 Hz	4 – 6 dB

Die Empfehlung wird durch den Einsatz folgender Systeme bzw. Produkte erfüllt

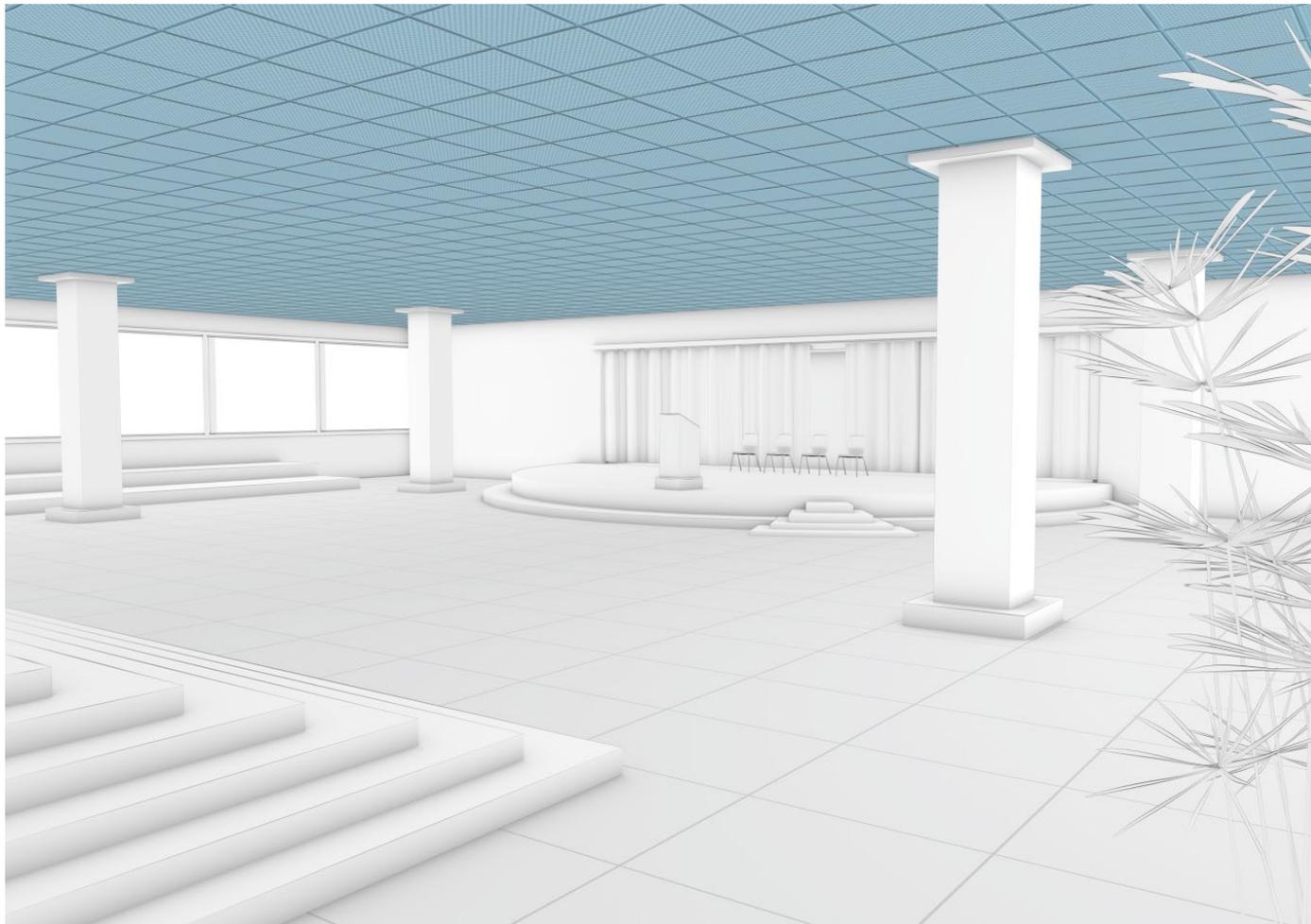
Akustische Maßnahme	System / Produkt	Konstruktive Angaben	Raumakustisch wirksame Belegung
Deckenabsorber	D127.de Cleaneo Akustik-Plattendecke Mit Mineralwollauflage 20 mm (Knauf Insulation Akustik-Dämmplatte TP 120 A oder gleichwertig) Lochbild: Quadratlochung 8/18 Q	Konstruktionstiefe 200 mm	2/3 der Deckenfläche
Wandabsorber	Adit	–	1/3 der Flächen der Stirnwände

Alternativ zu den vorgeschlagenen Systemen bzw. Produkten können Absorber mit folgenden Eigenschaften verwendet werden

Absorber	Bewerteter Schallabsorptionsgrad α_w
Deckenabsorber	$\geq 0,70$
Wandabsorber	$\geq 0,80$

Eine Produktübersicht befindet sich in der Technischen Broschüre Raumakustik mit Knauf – Daten für die Planung.

Aulen in Schulen

**Konzept für Aulen in Schulen**

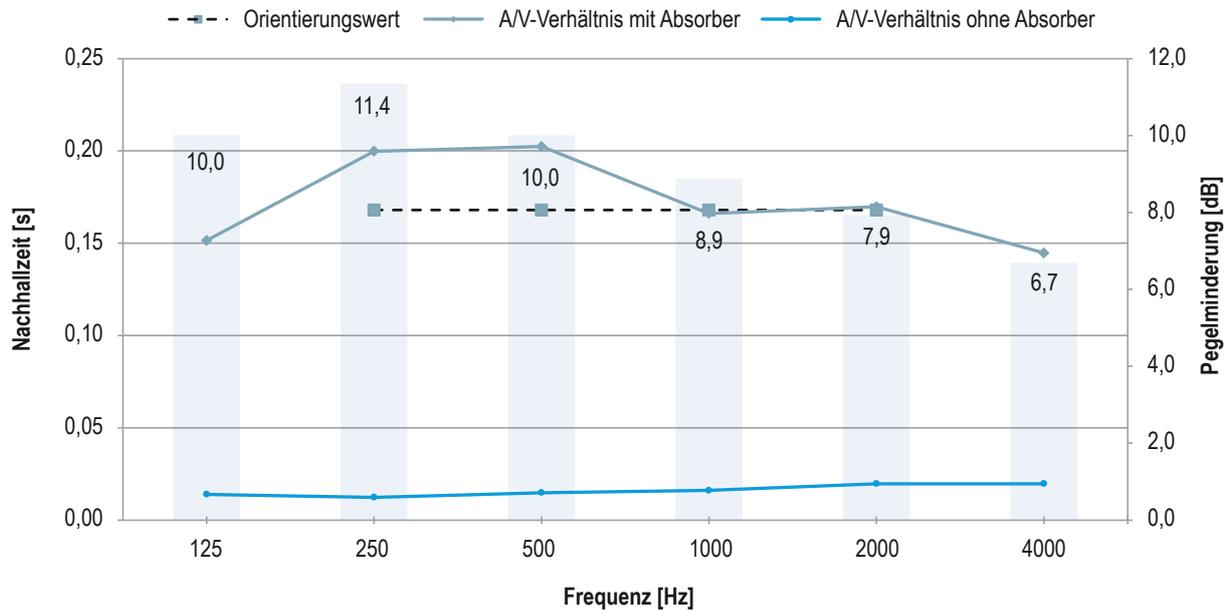
Aulen in Schulen dienen häufig mehreren Nutzungen. Als Aufenthaltsort für die Schüler bei Pausen, für Musikaufführungen sowie Sprachdarbietungen bei Schulveranstaltungen. Entsprechend sollte die Raumakustik so ausgelegt werden, dass eine Kommunikation sowohl untereinander in mehreren Gruppen als auch mit lediglich einem Vortragenden auf der Bühne sowie musikalische Darbietungen möglich sind. Da der Hauptverwendungszweck jedoch dem Aufenthalt von Schülern dient, werden Aulen an dieser Stelle wie Räume zum längerfristigen Verweilen analog Verkehrsflächen in Schulen und Pausenräume behandelt. Sollte die Verwendung der Aula primär auf Aufführungen ausgelegt werden, ist eine Herangehensweise analog der bei Hörsälen oder Gemeinderäumen vorzusehen.

Eingangsdaten für die raumakustische Prognose**Raumgeometrie**

■ Länge	20,0 m
■ Breite	24,0 m
■ Höhe	4,0 m
■ Volumen	1920 m ³

Verwendete Materialien

■ Wände	Stahlbetonwände mit Verglasungselementen
■ Bodenbelag	Linoleum
■ Decke	Stahlbetondecke



A/V-Verhältnis zwischen 250 Hz bis 2000 Hz

Prognostiziertes A/V-Verhältnis ohne Absorber	A/V = 0,02 1/m
Empfohlenes A/V-Verhältnis	A/V = 0,17 1/m
Prognostiziertes A/V-Verhältnis mit Absorber	A/V = 0,18 1/m
Physikalische Lärmpegelminderung gemittelt zwischen 250 Hz bis 2000 Hz	9 – 10 dB

Die Empfehlung wird durch den Einsatz folgender Systeme bzw. Produkte erfüllt

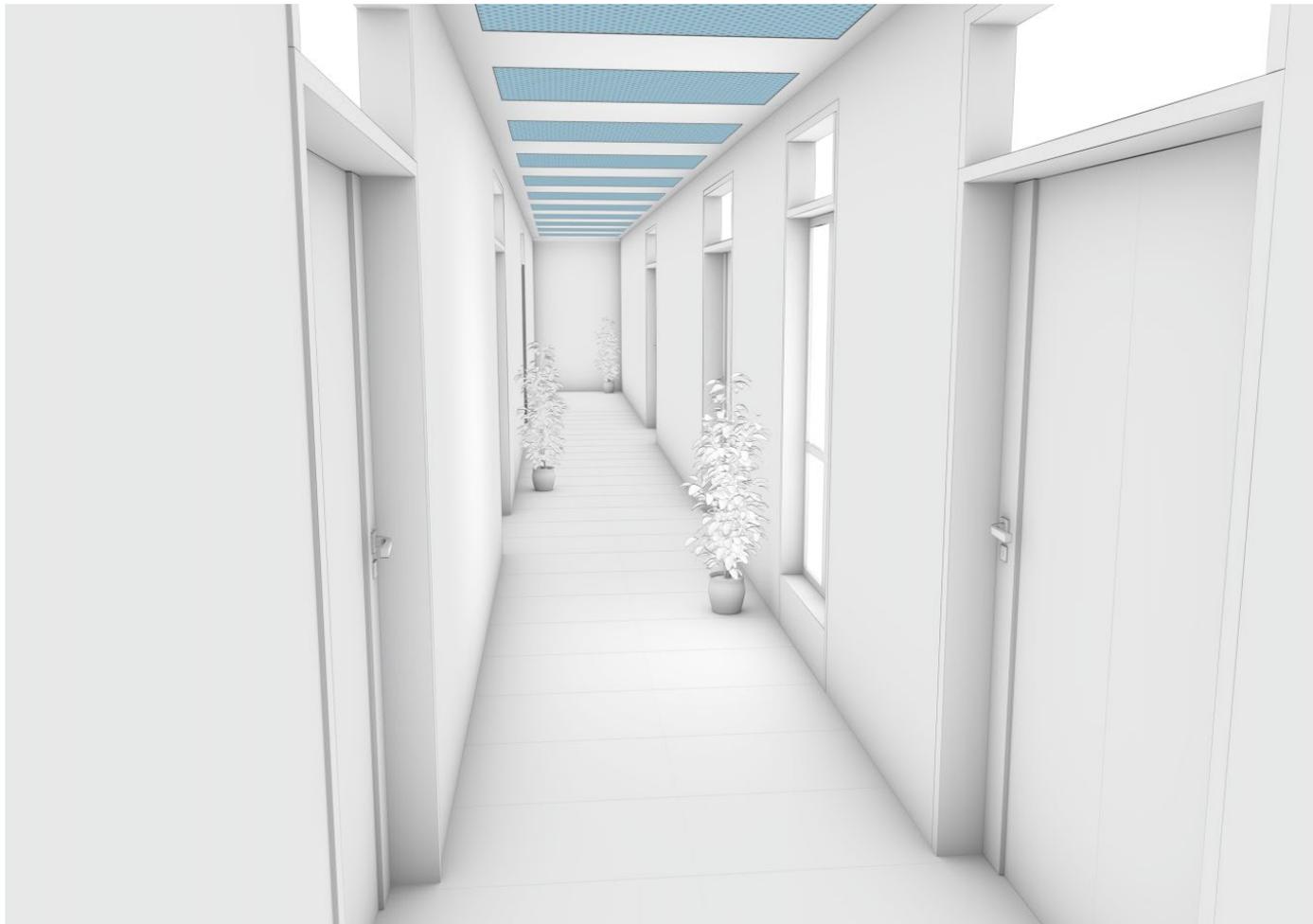
Akustische Maßnahme	System / Produkt	Konstruktive Angaben	Raumakustisch wirksame Belegung
Deckenabsorber	D145.de Cleaneo Akustik-Kassettendecke Belgravia Mit Mineralwollauflage 30 mm (Knauf Insulation Akustik-Dämmplatte TP 120 A oder gleichwertig) Lochbild: Globe	Konstruktionstiefe 200 mm	Vollflächig

Alternativ zu den vorgeschlagenen Systemen bzw. Produkten können Absorber mit folgenden Eigenschaften verwendet werden

Absorber	Bewerteter Schallabsorptionsgrad α_w
Deckenabsorber	$\geq 0,60(L)$

Eine Produktübersicht befindet sich in der Technischen Broschüre Raumakustik mit Knauf – Daten für die Planung.

Verkehrsflächen

**Konzept für Verkehrsflächen**

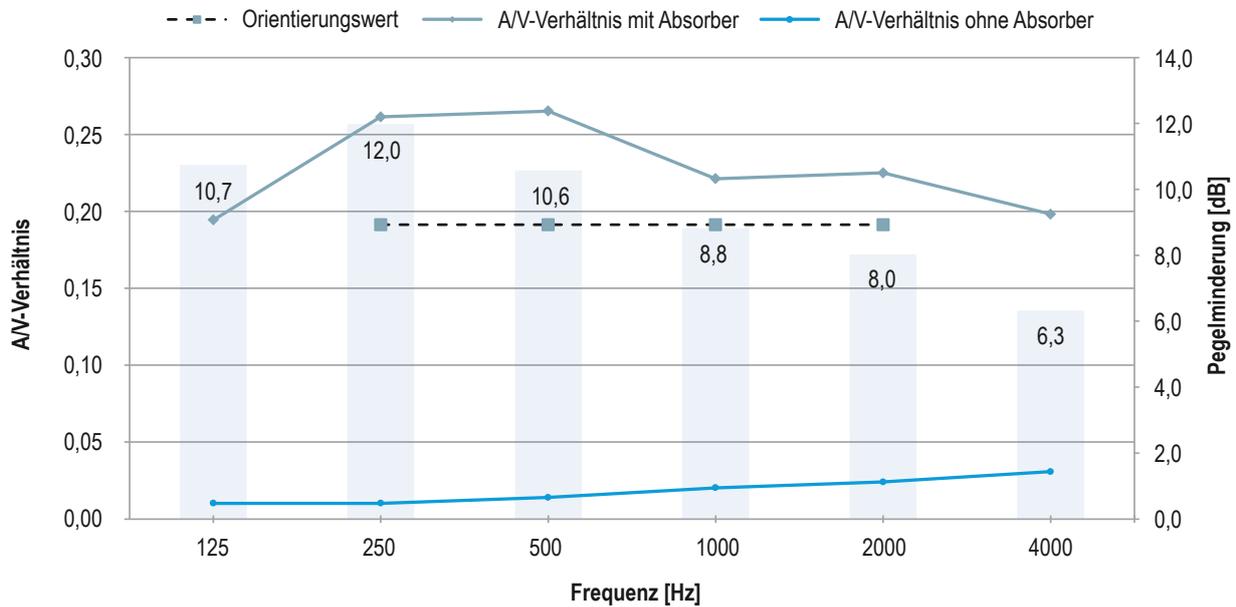
Verkehrsflächen werden in vielen Einrichtungen auch zum kommunikativen Austausch genutzt. So entstehen in akustisch unbehandelten Räumen relativ hohe Geräuschpegel, die sich im gesamten Stockwerk ausbreiten und über die Türen in die angrenzenden Räume geleitet werden. Daher empfiehlt die E DIN 18041 sowohl im Mehrfamilien-Wohnungsbau bei den Zugangsfluren, als auch in öffentlichen Gebäuden wie Krankenhäuser, Schulen, Kindergärten usw., raumakustische Maßnahmen für Verkehrsflächen.

Eingangsdaten für die raumakustische Prognose**Raumgeometrie**

- Länge 20,0 m
- Breite 1,6 m
- Höhe 2,8 m

Verwendete Materialien

- Wände Verputztes Mauerwerk
- Bodenbelag Fliesen
- Decke Stahlbetondecke



A/V-Verhältnis zwischen 250 Hz bis 2000 Hz

Prognostiziertes A/V-Verhältnis ohne Absorber	A/V = 0,02 1/m
Empfohlenes A/V-Verhältnis	A/V = 0,19 1/m
Prognostiziertes A/V-Verhältnis mit Absorber	A/V = 0,24 1/m
Physikalische Lärmpegelminderung gemittelt zwischen 250 Hz bis 2000 Hz	9 – 10 dB

Die Empfehlung wird durch den Einsatz folgender Systeme bzw. Produkte erfüllt

Akustische Maßnahme	System / Produkt	Konstruktive Angaben	Raumakustisch wirksame Belegung
Deckenabsorber	D146.de Akustik-Kassettendecke Plaza Mit Mineralwollauflage 30 mm (Knauf Insulation Akustik-Dämmplatte TP 120 A oder gleichwertig) Lochbild: Globe	Konstruktionstiefe 200 mm	1/3 der Deckenfläche

Alternativ zu den vorgeschlagenen Systemen bzw. Produkten können Absorber mit folgenden Eigenschaften verwendet werden

Absorber	Bewerteter Schallabsorptionsgrad α_w
Deckenabsorber	$\geq 0,60(L)$

Eine Produktübersicht befindet sich in der Technischen Broschüre Raumakustik mit Knauf – Daten für die Planung.

Kantinen

**Konzept für Kantinen**

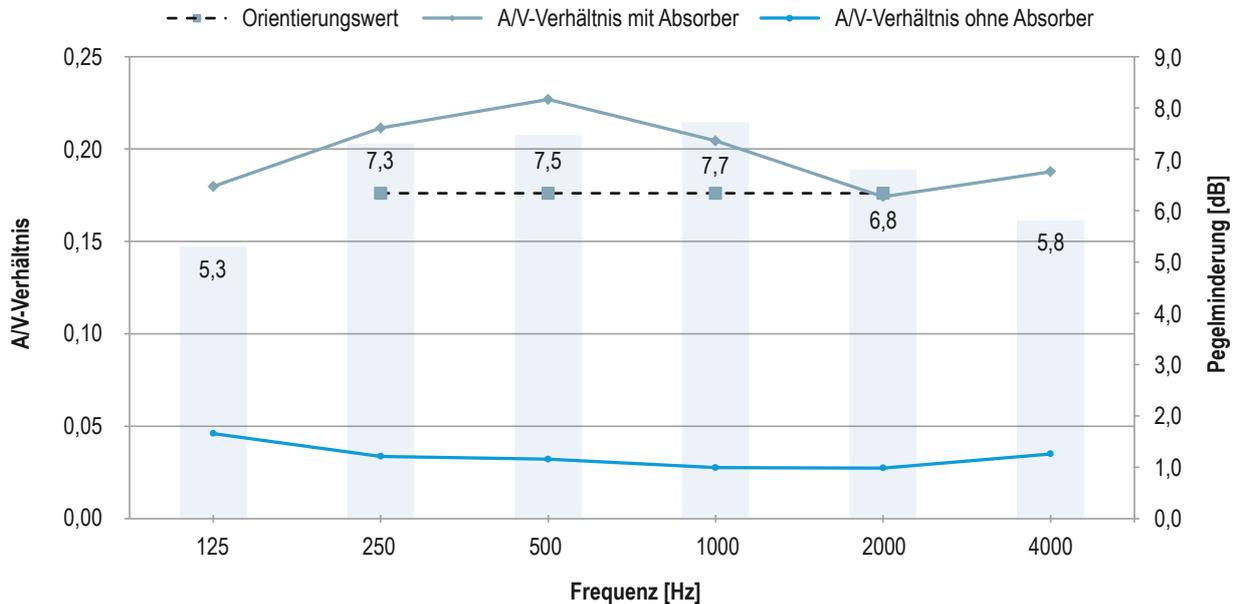
Kantinen sollten nicht nur zur schnellen Nahrungsaufnahme genutzt werden, sondern auch zum Kommunikationsaustausch mit Kunden und Kollegen sowie zum Kraftschöpfen und Ausruhen. In häufig vorgefundenen Kantinen ist es nicht möglich, sich ohne das Anheben der Stimmlautstärke zu verständigen. Der permanent hohe Lärmpegel sorgt für eine zusätzliche Stressbelastung und lässt keine entspannte Kommunikation zu.

Eingangsdaten für die raumakustische Prognose**Raumgeometrie**

- Länge 16,5 m
- Breite 14,0 m
- Höhe 3,5 m

Verwendete Materialien

- Außenwand Verputztes Mauerwerk mit Fensterband
- Innenwände Leichtbauwand
- Bodenbelag Parkett
- Decke Stahlbetondecke



A/V-Verhältnis zwischen 250 Hz bis 2000 Hz

Prognostiziertes A/V-Verhältnis ohne Absorber	A/V = 0,03 1/m
Empfohlenes A/V-Verhältnis	A/V = 0,18 1/m
Prognostiziertes A/V-Verhältnis mit Absorber	A/V = 0,20 1/m
Physikalische Lärmpegelminderung gemittelt zwischen 250 Hz bis 2000 Hz	7 – 8 dB

Die Empfehlung wird durch den Einsatz folgender Systeme bzw. Produkte erfüllt

Akustische Maßnahme	System / Produkt	Konstruktive Angaben	Raumakustisch wirksame Belegung
Deckenabsorber	D127.de Cleaneo Akustik-Plattendecke Mit Mineralwollauflage 20 mm (Knauf Insulation Akustik-Dämmplatte TP 120 A oder gleichwertig) Lochbild: Streulochung PLUS 10/16/22 R	Konstruktionstiefe 200 mm	2/3 der Deckenfläche
Wandabsorber	W623D.de Akustik-Wandbekleidung Designpanel Lochbild: Tangent T3L1	Konstruktionstiefe 65 mm	1/3 der Flächen der Innenwände

Alternativ zu den vorgeschlagenen Systemen bzw. Produkten können Absorber mit folgenden Eigenschaften verwendet werden

Absorber	Bewerteter Schallabsorptionsgrad α_w
Deckenabsorber	$\geq 0,55(L)$
Wandabsorber	$\geq 0,70$

Eine Produktübersicht befindet sich in der Technischen Broschüre Raumakustik mit Knauf – Daten für die Planung.

Empfangshallen mit Arbeitsplatz



Konzept für Empfangshallen und Foyers

Empfangshallen und Foyers sind aufgrund ihrer Abmessungen und der Verwendung überwiegend schallharter Materialien in aller Regel äußerst hallig. Entsprechend führen Schallreflexionen an den Begrenzungsflächen zu starker Echoerscheinung und das gesprochene Wort wird undeutlich. Dies ist besonders dann störend, wenn sich in der Empfangshalle ein Tresen mit permanentem Arbeitsplatz befindet. Gespräche am Empfang, sowohl persönlich, als auch am Telefon sind im gesamten Raum zu hören, was selbst ein Gespräch mit vertraulichem Inhalt nahezu unmöglich macht. Aber auch der Empfang einer Besuchergruppe und die damit verbundene Kommunikation mit ggf. mehreren Sprechern wird aufgrund der schlechten Sprachverständlichkeit und des hohen Lärmpegels problematisch.

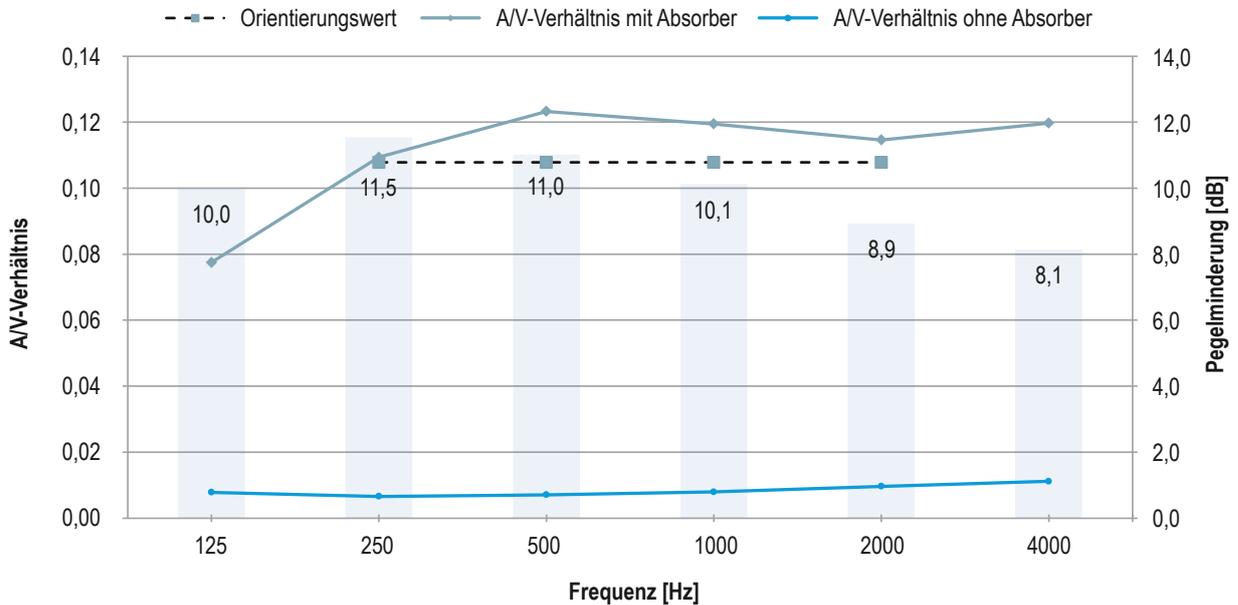
Eingangsdaten für die raumakustische Prognose

Raumgeometrie

- Länge 16 m
- Breite 18 m
- Höhe 9,0 m

Verwendete Materialien

- Außenwand Glasfassade integriert in verputztes Mauerwerk
- Innenwände Unverputztes Mauerwerk
- Bodenbelag Fliesen
- Decke Stahlbetondecke



A/V-Verhältnis zwischen 250 Hz bis 2000 Hz

Prognostiziertes A/V-Verhältnis ohne Absorber	A/V = 0,01 1/m
Empfohlenes A/V-Verhältnis	A/V = 0,11 1/m
Prognostiziertes A/V-Verhältnis mit Absorber	A/V = 0,12 1/m
Physikalische Lärmpegelminderung gemittelt zwischen 250 Hz bis 2000 Hz	10 – 11 dB

Die Empfehlung wird durch den Einsatz folgender Systeme bzw. Produkte erfüllt

Akustische Maßnahme	System / Produkt	Konstruktive Angaben	Raumakustisch wirksame Belegung
Deckenabsorber	D127.de Cleaneo Akustik-Plattendecke Mit Mineralwollauflage 20 mm (Knauf Insulation Akustik-Dämmplatte TP 120 A oder gleichwertig) Lochbild: Rundlochung 10/23 R	Konstruktionstiefe 200 mm	2/3 der Deckenfläche
Wandabsorber	W623D.de Akustik-Wandbekleidung Designpanel Lochbild: Tangent T3L1	Konstruktionstiefe 65 mm	50 % der Flächen der Innenwände

Alternativ zu den vorgeschlagenen Systemen bzw. Produkten können Absorber mit folgenden Eigenschaften verwendet werden

Absorber	Bewerteter Schallabsorptionsgrad α_w
Deckenabsorber	$\geq 0,65$
Wandabsorber	$\geq 0,70$

Eine Produktübersicht befindet sich in der Technischen Broschüre Raumakustik mit Knauf – Daten für die Planung.

Bibliothek

**Konzept für Bibliotheken**

Bibliotheken dienen nicht nur dem Verleih, sondern häufig auch dem Studium von Büchern. Entsprechend hoch sind die Anforderungen an die Konzentrationsfähigkeit der Nutzer von Bibliotheken. Dies wiederum bedarf einer möglichst lärmarmen Umgebung, was den Einsatz von schallabsorbierenden Materialien notwendig macht. Ein großer Vorteil solcher Räumlichkeiten sind die mit Büchern, Ordnern und Zeitschriften gefüllten, offenen Regale, die bereits über gewisse schallabsorbierende Eigenschaften verfügen. Es müssen umso mehr Schallabsorber vorgesehen werden, je spärlicher der Raum gestaltet ist. In Rückzugszonen, die lediglich mit Tischen und Stühlen ausgestattet sind, müssen mehr Maßnahmen ergriffen werden im Vergleich zu den Bereichen, die mit Bücherregalen bestückt sind.

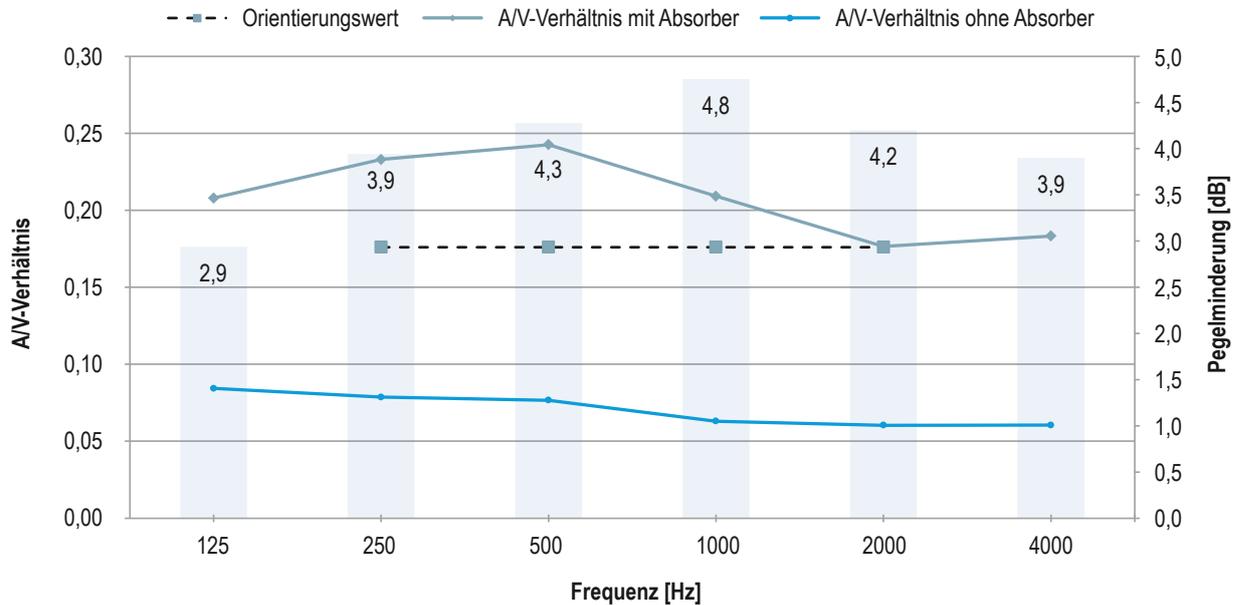
Da opake Begrenzungsflächen überwiegend mit Bücherregalen belegt sind, scheidet häufig der Einsatz von Wandabsorber aus. Aufgrund der schallabsorbierenden Eigenschaften von mit Büchern gefüllten Regalen ist dies auch nicht zwingend erforderlich.

Eingangsdaten für die raumakustische Prognose**Raumgeometrie**

■ Länge	22 m
■ Breite	12 m
■ Höhe	3,5 m

Verwendete Materialien

■ Außenwand	Zwei verputzte Massivwände mit Fensterband
■ Innenwände	Leichtbauwand
■ Bodenbelag	Parkett
■ Decke	Unterdecke mit Gipsplattenbeplankung (ungelocht)



A/V-Verhältnis zwischen 250 Hz bis 2000 Hz

Prognostiziertes A/V-Verhältnis ohne Absorber	$A/V = 0,07 \text{ 1/m}$
Empfohlenes A/V-Verhältnis	$A/V = 0,18 \text{ 1/m}$
Prognostiziertes A/V-Verhältnis mit Absorber	$A/V = 0,22 \text{ 1/m}$
Physikalische Lärmpegelminderung gemittelt zwischen 250 Hz bis 2000 Hz	4 – 5 dB

Die Empfehlung wird durch den Einsatz folgender Systeme bzw. Produkte erfüllt

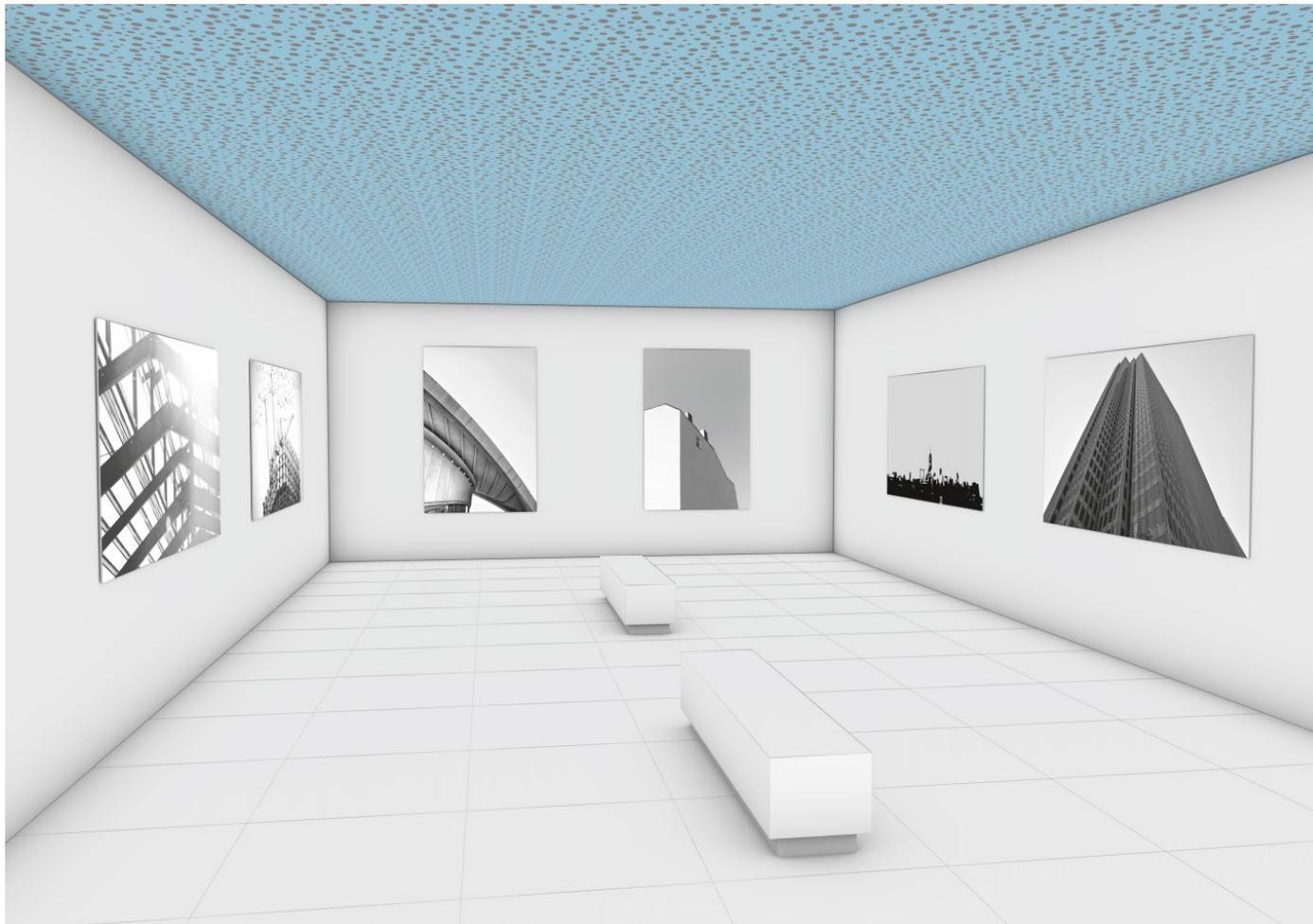
Akustische Maßnahme	System / Produkt	Konstruktive Angaben	Raumakustisch wirksame Belegung
Deckenabsorber	D127.de Cleaneo Akustik-Plattendecke Mit Mineralwollauflage 20 mm (Knauf Insulation Akustik-Dämmplatte TP 120 A oder gleichwertig) Lochbild: Streulochung PLUS 10/16/22 R	Konstruktionstiefe 200 mm	Vollflächig

Alternativ zu den vorgeschlagenen Systemen bzw. Produkten können Absorber mit folgenden Eigenschaften verwendet werden

Absorber	Bewerteter Schallabsorptionsgrad α_w
Deckenabsorber	$\geq 0,55(L)$

Eine Produktübersicht befindet sich in der Technischen Broschüre Raumakustik mit Knauf – Daten für die Planung.

Ausstellungsräume

**Konzept für Ausstellungsräume**

In der Norm wird zwischen Ausstellungsräume mit und ohne Interaktivität unterschieden. Als Interaktivität werden multimediale Wiedergaben, Klang- und Videokunst genannt. Ohne Interaktivität sind die Empfehlungen an die raumakustische Qualität geringer. Jedoch kann im Vorhinein kaum ausgeschlossen werden, dass in einem Ausstellungsraum keine solche Aktivität stattfindet. Um die Raumnutzung möglichst offen zu halten und somit dem Künstler und Besucher eine für die entsprechende Kunstform möglichst gut Umgebung bereit zu stellen, wird im folgenden Musterbeispiel ein Ausstellungsraum mit Interaktivität geplant.

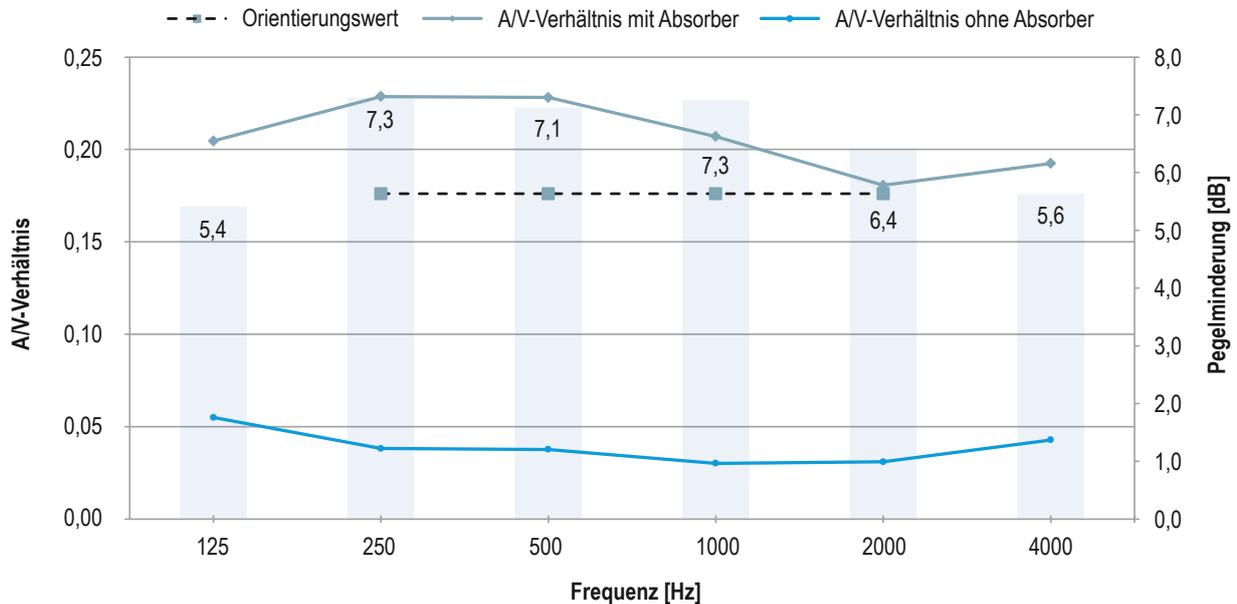
In Ausstellungsräumen werden meist die Boden- und Wandflächen zum Präsentieren der Exponate benötigt. Aus diesem Grund beschränken sich die akustischen Maßnahmen auf die Deckenfläche.

Eingangsdaten für die raumakustische Prognose**Raumgeometrie**

- Länge 15 m
- Breite 7 m
- Höhe 3,5 m

Verwendete Materialien

- Außenwände Betonwand
- Innenwände Leichtbauwand
- Bodenbelag Parkett
- Decke Stahlbetondecke



A/V-Verhältnis zwischen 250 Hz bis 2000 Hz

Prognostiziertes A/V-Verhältnis ohne Absorber	A/V = 0,04 1/m
Empfohlenes A/V-Verhältnis	A/V = 0,18 1/m
Prognostiziertes A/V-Verhältnis mit Absorber	A/V = 0,21 1/m
Physikalische Lärmpegelminderung gemittelt zwischen 250 Hz bis 2000 Hz	7 – 8 dB

Die Empfehlung wird durch den Einsatz folgender Systeme bzw. Produkte erfüllt

Akustische Maßnahme	System / Produkt	Konstruktive Angaben	Raumakustisch wirksame Belegung
Deckenabsorber	D127.de Cleaneo Akustik-Plattendecke Mit Mineralwollauflage 20 mm (Knauf Insulation Akustik-Dämmplatte TP 120 A oder gleichwertig) Lochbild: Streulochung PLUS 10/16/22 R	Konstruktionstiefe 200 mm	Vollflächig

Alternativ zu den vorgeschlagenen Systemen bzw. Produkten können Absorber mit folgenden Eigenschaften verwendet werden

Absorber	Bewerteter Schallabsorptionsgrad α_w
Deckenabsorber	$\geq 0,65(L)$

Eine Produktübersicht befindet sich in der Technischen Broschüre Raumakustik mit Knauf – Daten für die Planung.

Restaurants

**Konzept für Restaurants**

In Restaurants wird häufig viel Wert auf das äußere Erscheinungsbild gelegt. Die Räumlichkeiten sollen ansprechend wirken und zum Verweilen einladen. Dafür werden Raum- und Farbkonzepte entworfen, um es dem Gast so gemütlich wie möglich zu machen. Was dabei jedoch oft vernachlässigt wird, ist neben dem Speisen der zweite Hauptverwendungszweck. Der kommunikative Austausch zu zweit oder in größeren Gruppen. Nicht selten lässt die raumakustische Qualität in Restaurants jedoch keine ungestörten Gespräche zu, weil der Grundgeräuschpegel so hoch ist, dass laut gesprochen werden muss, um sich verständlich zu machen, was wiederum zur Erhöhung des Grundgeräuschpegels führt. Ziel eines Raumakustikkonzepts sollte die Schaffung einer entspannten Umgebung sein, mit der Möglichkeit, sich in angemessener Lautstärke zu unterhalten.

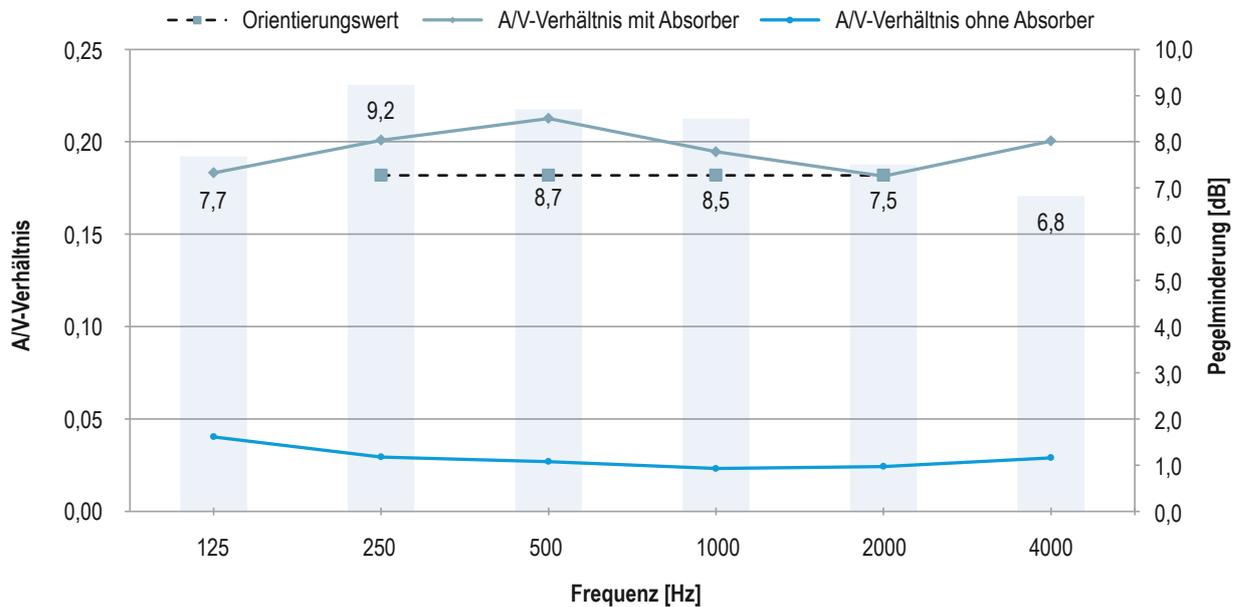
Zur Dimensionierung der raumakustischen Maßnahmen werden die Orientierungswerte der Raumgruppe B3 „Räume zum längerfristigen Verweilen“ herangezogen.

Eingangsdaten für die raumakustische Prognose**Raumgeometrie**

■ Länge	14 m
■ Breite	13 m
■ Höhe	3,2 m

Verwendete Materialien

■ Außenwände	Verputztes Mauerwerk mit Fensterband
■ Innenwände	Leichtbauwand
■ Bodenbelag	Fliesen
■ Decke	Stahlbetondecke



A/V-Verhältnis zwischen 250 Hz bis 2000 Hz

Prognostiziertes A/V-Verhältnis ohne Absorber	A/V = 0,03 1/m
Empfohlenes A/V-Verhältnis	A/V = 0,18 1/m
Prognostiziertes A/V-Verhältnis	A/V = 0,20 1/m
Physikalische Lärmpegelminderung gemittelt zwischen 250 Hz bis 2000 Hz	8 – 9 dB

Die Empfehlung wird durch den Einsatz folgender Systeme bzw. Produkte erfüllt

Akustische Maßnahme	System / Produkt	Konstruktive Angaben	Raumakustisch wirksame Belegung
Deckenabsorber	D127.de Cleaneo Akustik-Plattendecke Mit Mineralwollauflage 20 mm (Knauf Insulation Akustik-Dämmplatte TP 120 A oder gleichwertig) Lochbild: Blocklochung B6 mit Rundlochung 8/18 R	Konstruktionstiefe 200 mm	Vollflächig

Alternativ zu den vorgeschlagenen Systemen bzw. Produkten können Absorber mit folgenden Eigenschaften verwendet werden

Absorber	Bewerteter Schallabsorptionsgrad α_w
Deckenabsorber	$\geq 0,60$

Eine Produktübersicht befindet sich in der Technischen Broschüre Raumakustik mit Knauf – Daten für die Planung.



Referenzen

Evangelischer Kindergarten St. Nikolaus

Firmenzentrale Knauf Gips KG

Stadtbibliothek Hanau



Gruppenraum

Anforderung

- Raumgruppe A4 Gruppenraum in Kindergärten
- Erhöhte Anforderungen mit Inklusion

Hinweis

Zusätzliche prognostizierter Besetzungszustand von 80 % mit Kindern, nach DIN 18041

Raumakustische Maßnahme

Vollflächige Belegung der Decke mit D127.de Cleaneo Akustik-Plattendecke
Lochbild: Gerade Rundlochung 8/18 R



Nachhallzeitmessung nach DIN EN ISO 3382
Soll-Nachhallzeit nach DIN 18041:2016
Beschreibung des Raumes

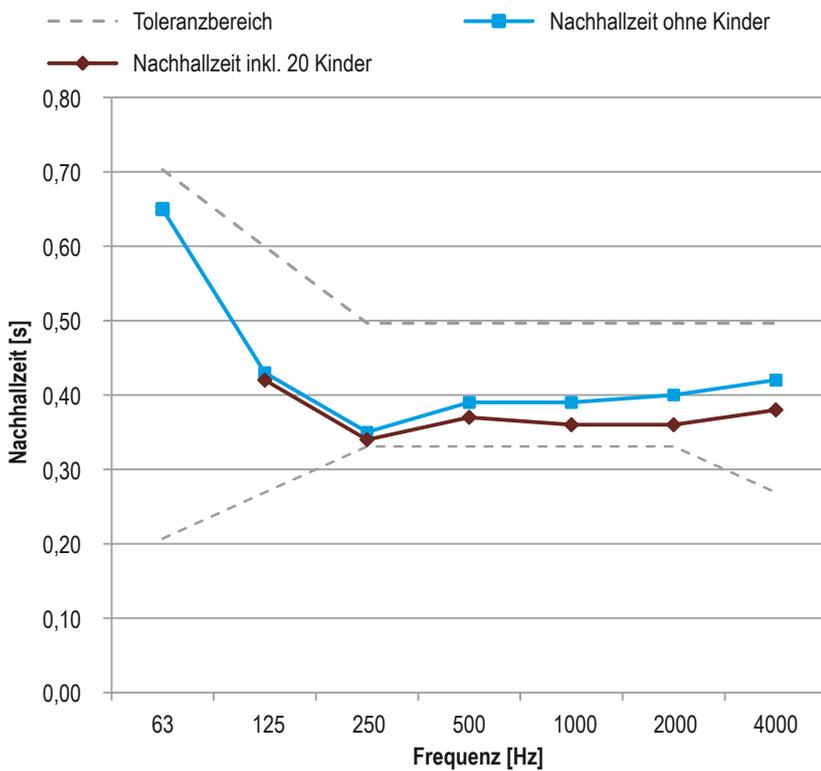
Fußboden Linoleum
 Decke Cleaneo Akustik-Plattendecke
 Lochbild 8/18 R
 Lochanteil 15,5 %
 Konstruktionstiefe 65 mm
 Mit Mineralwollauflage
 Wände Holzvertäfelung
 Einrichtung Tische und Stühle für 25 Kinder, 3 Teppiche, Bücher- und Spieleregale

Besetzungszustand des Raumes

Gemessen wurde ohne Anwesenheit von Personen

Daten

Datum der Messung 13.07.2015
 Messort Kindergarten
 Raumbezeichnung Gruppenraum im Kindergarten
 Grundfläche 50,7 m²
 Volumen 135 m³

Diagramm


Frequenz f Hz	Gemessene Nachhallzeit ohne Kinder s	Nachhallzeit mit Kindern s
63	0,65	–
125	0,43	0,42
250	0,35	0,34
500	0,39	0,37
1000	0,39	0,36
2000	0,40	0,36
4000	0,42	0,38

Mittlere Nachhallzeit zwischen 125 Hz bis 4000 Hz

Ohne Kinder	$T_{m, \text{ohne Kinder}} =$	0,40 s
Mit Kinder	$T_{m, \text{mit Kinder}} =$	0,37 s





Flur

Anforderung

Raumgruppe B3 Verkehrsflächen in Schulen und Kindertagesstätten

Raumakustische Maßnahme

Vollflächige Belegung der Decke mit
D127.de Cleaneo Akustik-Plattendecke
Lochbild: Gerade Rundlochung 8/18 R



Nachhallzeitmessung nach DIN EN ISO 3382
Soll-Nachhallzeit nach DIN 18041:2016
Beschreibung des Raumes

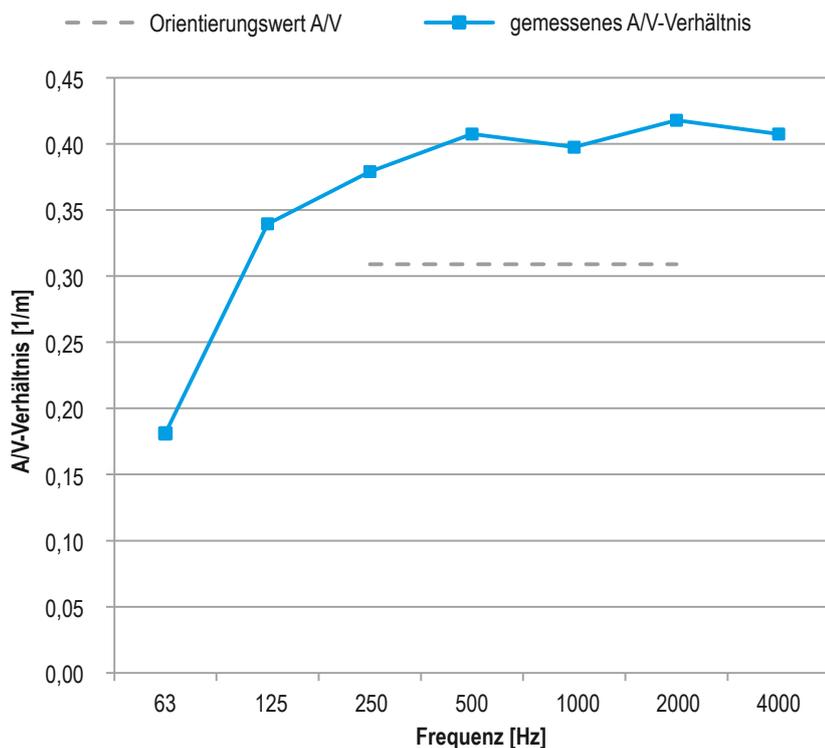
Fußboden Linoleum
 Decke Cleaneo Akustik-Plattendecke
 Lochbild 8/18 R
 Lochanteil 15,5 %
 Konstruktionstiefe 65 mm
 Mit Mineralwollauflage
 Wände Holzvertäfelung, Ziegelwand
 Einrichtung Sitzbänke, Garderobe

Besetzungszustand des Raumes

Gemessen wurde ohne Anwesenheit von Personen

Daten

Datum der Messung 13.07.2015
 Messort Kindergarten
 Raumbezeichnung Spielflur im Kindergarten
 Grundfläche 24,1 m²
 Volumen 57,4 m³

Diagramm


Frequenz f Hz	Gemessene Nachhallzeit s	A/V-Verhältnis 1/m
63	0,90	0,18
125	0,48	0,34
250	0,43	0,38
500	0,40	0,41
1000	0,41	0,40
2000	0,39	0,42
4000	0,40	0,41

**A/V-Verhältnis gemittelt über den
Frequenzbereich 125 Hz bis 4000 Hz**

0,40 1/m





Einpersonnbüro

Anforderung

Raumgruppe B4 Einzel- und Mehrpersonnbüro

Raumakustische Maßnahme

Vollflächige Belegung der Decke mit

D127.de Cleaneo Akustik-Plattendecke

Lochbild: Gerade Quadratlochung 8/18 Q



Nachhallzeitmessung nach DIN EN ISO 3382

Soll-Nachhallzeit nach DIN 18041:2016

Beschreibung des Raumes

Fußboden	Parkett
Decke	Cleaneo Akustik-Plattendecke Lochbild 8/18 Q Lochanteil 19,8 % Konstruktionstiefe 100 mm Mit Mineralwollauflage
Außenwand	Stahlbetonwand mit Fensterband
Innenwände	Metallständerwand mit GK-Beklankung
Einrichtung	2 Tische, 9 Stühle, Schrankwand

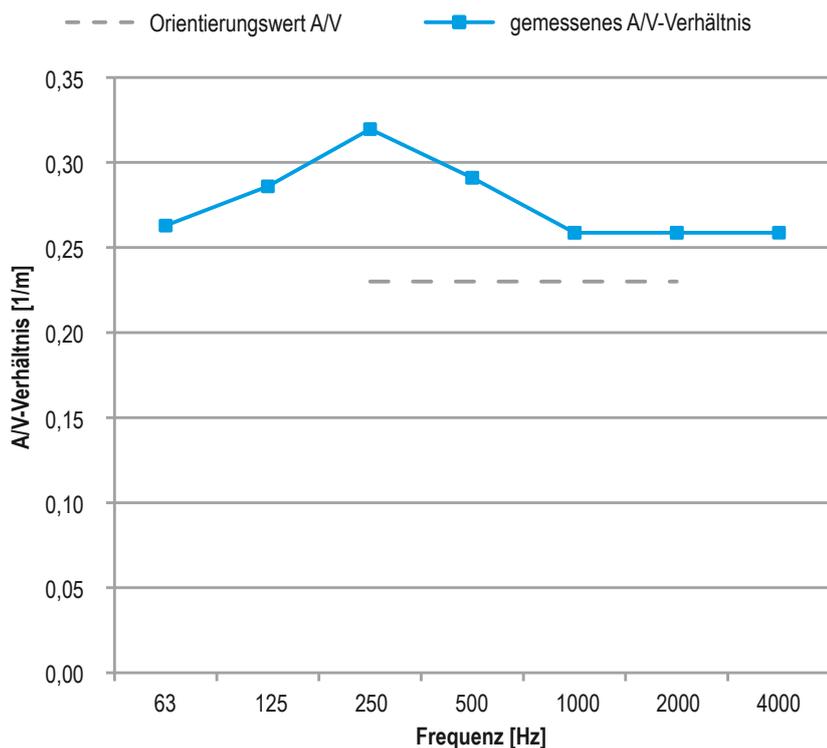
Besetzungszustand des Raumes

Gemessen wurde ohne Anwesenheit von Personen

Daten

Datum der Messung	23.06.2015
Messort	Knauf Gips KG Iphofen
Raumbezeichnung	Einpersonbüro
Grundfläche	33,4 m ²
Volumen	103,0 m ³

Diagramm



Frequenz f Hz	Gemessene Nachhallzeit s	A/V-Verhältnis 1/m
63	0,62	0,26
125	0,57	0,29
250	0,51	0,32
500	0,56	0,29
1000	0,63	0,26
2000	0,40	0,26
4000	0,42	0,26

 A/V-Verhältnis gemittelt über den
Frequenzbereich 125 Hz bis 4000 Hz

0,28 1/m



Bibliothek

Anforderung

Raumgruppe B3 Bibliothek

Raumakustische Maßnahme

Vollflächige Belegung der Decke mit
D127.de Cleaneo Akustik-Plattendecke
Lochbild: Streulochung PLUS 8/18/20



Nachhallzeitmessung nach DIN EN ISO 3382
Soll-Nachhallzeit nach DIN 18041:2016
Beschreibung des Raumes

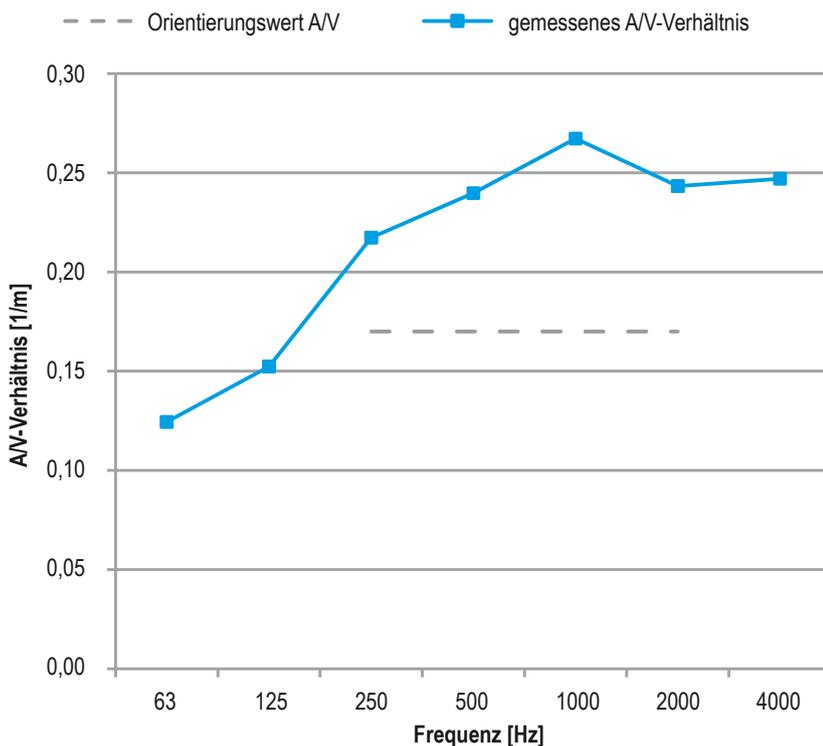
Fußboden	Teppich
Decke	Cleaneo Akustik-Plattendecke Lochbild Streulochung PLUS 8/18/20 Lochanteil 13,1 % Konstruktionstiefe 1100 mm Ohne Mineralwollauflage
Wände	Massivwände mit raumhohen Fenstersegmenten
Einrichtung	Im Bereich der Messungen ca. 30 Bücherregale Höhe 1,0 m bis 1,8 m Länge 2,0 m bis 4,0 m

Daten

Datum der Messung	05.08.2015
Messort	EKZ Hanau
Raumbezeichnung	Bibliothek
Grundfläche	2675 m ²
Volumen	10700 m ³

Besetzungszustand des Raumes

Gemessen wurde ohne Anwesenheit von Personen

Diagramm


Frequenz f Hz	Gemessene Nachhallzeit s	A/V-Verhältnis 1/m
63	0,48	0,12
125	0,43	0,15
250	0,40	0,22
500	0,41	0,24
1000	0,39	0,27
2000	0,40	0,24
4000	0,42	0,25

**A/V-Verhältnis gemittelt über den
Frequenzbereich 250 Hz bis 2000 Hz**
0,24 1/m




NUTZEN SIE DIE WERTVOLLEN SERVICES VON KNAUF



KNAUF DIREKT

Unser technischer Auskunftsservice – von Profis für Profis! Wählen Sie den direkten Draht zur „just in time“ Beratung und nutzen Sie unsere langjährige Erfahrung für Ihre Sicherheit.

- > **Trockenbau- und Boden-Systeme**
Tel. 09001 31-1000 *
- > **Putz- und Fassadensysteme**
Tel. 09001 31-2000 *

Mo–Do 7:00–18:00
und Fr 7:00–17:00 Uhr



KNAUF AKADEMIE

Mit qualitativ hochwertigen sowie praxisorientierten Seminaren bieten wir Ihnen frisches Wissen für heute und auch morgen. Nutzen Sie diesen Vorsprung für sich und Ihre Mitarbeiter, denn Bildung ist Zukunft!

- > Tel. 09323 31-487
- > seminare@knauf-akademie.de



KNAUF DIGITAL

Web, App oder Social Media – Technische Unterlagen, interaktive Animationen, Videos und vieles mehr gibt es rund um die Uhr stets aktuell und natürlich kostenlos in der digitalen Welt von Knauf. Diese Klicks lohnen sich!

- > www.knauf.de
- > www.youtube.com/knauf
- > www.twitter.com/knauf_press

* Ein Anruf bei Knauf Direkt wird mit 0,39 €/Min. berechnet. Anrufer, die nicht mit Telefonnummer in der Knauf Gips KG Adressdatenbank hinterlegt sind, z. B. private Bauherren oder Nicht-Kunden, zahlen 1,69 €/Min. aus dem deutschen Festnetz. Mobilfunkanrufe können abweichen, sie sind abhängig von Netzbetreiber und Tarif.

Knauf Gips KG
Am Bahnhof 7
97346 Iphofen

Knauf AMF
Decken-Systeme

Knauf Aquapanel
TecTem® Innendämmung
Dämmstoffschüttungen

Knauf Bauprodukte
Profi-Lösungen für Zuhause

Knauf Design
Oberflächenkompetenz

Knauf Gips
Trockenbau-Systeme
Boden-Systeme
Putz- und Fassadensysteme

Knauf Insulation
Dämmsysteme für Sanierung
und Neubau

Knauf Integral
Gipsfasertechnologie für
Boden, Wand und Decke

Knauf PFT
Maschinentechnik und
Anlagenbau

Marbos
Mörtelsysteme für
Pflasterdecken im Tiefbau

Sakret Bausysteme
Trockenmörtel für
Neubau und Sanierung