

Geschwister-Scholl-Gymnasium Garbsen

Raumakustische Untersuchung

Auftraggeber:	Stadt Garbsen Rathausplatz 1 30823 Garbsen
Objekt:	Erweiterungsbau Geschwister-Scholl-Gymnasium
Bearbeiter:	Dipl.-Ing. Kristoffer Wasserberg
Datum:	9. April 2024
Berichtsnummer:	230804-RA
Umfang:	19 Seiten DIN A4

akustikwerkstatt
Ingenieurbüro für Akustik und Studiodesign

Inh. Dipl.-Ing. Kristoffer Wasserberg
Kopernikusstraße 14
30167 Hannover
Tel.: 05141 / 4099880
Mail: info@akustikwerkstatt.com


Hannover, 9. April 2024

INHALTSVERZEICHNIS

1. Aufgabenstellung	3
2. Verwendete Unterlagen	3
2.1. PLÄNE	3
2.2. NORMEN & RICHTLINIEN	3
3. Grundlagen	4
3.1. RAUMAKUSTISCHE KENNGRÖßEN	4
3.2. RAUMAKUSTISCHE ANFORDERUNGEN UND EMPFEHLUNGEN NACH DIN 18041	5
4. Raumakustische Untersuchung	7
4.1. RÄUME DER RAUMGRUPPE A NACH DIN 18041	7
4.1.1. UNTERSUCHUNGSERGEBNIS AUR 1.01	7
4.1.2. UNTERSUCHUNGSERGEBNIS AUR 1.01 (INKLUSIVE NUTZUNG)	8
4.1.3. UNTERSUCHUNGSERGEBNIS AUR 1.03 (ECKRÄUME)	9
4.1.4. UNTERSUCHUNGSERGEBNIS FÜR KUNSTRAUM 1.36	10
4.1.5. UNTERSUCHUNGSERGEBNIS FÜR KUNSTRAUM 1.36 (INKLUSIVE NUTZUNG)	11
4.1.6. UNTERSUCHUNGSERGEBNIS FÜR MUSIKRAUM 1.17	12
4.1.7. UNTERSUCHUNGSERGEBNIS DIFF.RAUM 2.25	13
4.1.8. UNTERSUCHUNGSERGEBNIS LEHRERZIMMER 0.11	14
4.2. RÄUME DER RAUMGRUPPE B NACH DIN 18041	15
4.2.1. UNTERSUCHUNGSERGEBNIS MITTE 1.14	15
4.2.2. UNTERSUCHUNGSERGEBNIS FOYER/FLUR 1/SITZBEREICH/BÜHNE/SCHÜLERAUFWENTHALT	16
4.2.3. UNTERSUCHUNGSERGEBNIS MITTE 1.39 INKL. FLUR	17
4.2.4. UNTERSUCHUNGSERGEBNIS TRH 01 INKL. FLUR (EG)	18
4.2.5. UNTERSUCHUNGSERGEBNIS SEKRETARIAT 0.01	19

1. AUFGABENSTELLUNG

Die *Stadt Garbsen* beabsichtigt am bestehenden Standort des Geschwister-Scholl-Gymnasiums in Garbsen einen Erweiterungsbau. Der dreigeschossige Neubau soll neben allgemeinen und Fachunterrichtsräumen auch noch offene Lernflächen, eine Bibliothek, einen Ganztags- und Freizeitbereich sowie die Verwaltungsbereiche der Schule unterbringen. Geplant ist der Neubau in einer Holz-Hybrid-Bauweise.

Die akustikwerkstatt wurde von der *Stadt Garbsen* mit der Beratung zur Bau- und Raumakustik beauftragt. Der vorliegende Bericht dokumentiert die mit der Objektplanung in der Entwurfsplanung abgestimmten raumakustischen Maßnahmen für exemplarische Musterräume sowie die damit rechnerisch erreichbaren Nachhallzeiten. Die Ergebnisse sind prinzipiell auf Räume vergleichbarer Größe und Nutzung übertragbar.

2. VERWENDETE UNTERLAGEN

Die folgenden Unterlagen wurden bei der Bearbeitung zugrunde gelegt.

2.1. Pläne

GRUNDRISSE

- Deckenspiegel-Raster EG, Maßstab 1:100, Stand, LPH 3, Stand 08.04.2024 (Vorabzug), h4a Gessert + Randecker + Legner Architekten GmbH
- Deckenspiegel-Raster 1.OG, Maßstab 1:100, Stand, LPH 3, Stand 08.04.2024 (Vorabzug), h4a Gessert + Randecker + Legner Architekten GmbH
- Deckenspiegel-Raster 2. OG, Maßstab 1:100, Stand, LPH 3, Stand 08.04.2024 (Vorabzug), h4a Gessert + Randecker + Legner Architekten GmbH
- Erdgeschoss Abhangdecke , Maßstab 1:100, Stand, LPH 3, Stand 13.03.2024 (Vorabzug), h4a Gessert + Randecker + Legner Architekten GmbH
- 1. Obergeschoss Abhangdecke , Maßstab 1:100, Stand, LPH 3, Stand 13.03.2024 (Vorabzug), h4a Gessert + Randecker + Legner Architekten GmbH
- 2. Obergeschoss Abhangdecke , Maßstab 1:100, Stand, LPH 3, Stand 13.03.2024 (Vorabzug), h4a Gessert + Randecker + Legner Architekten GmbH

2.2. Normen & Richtlinien

- DIN 18041:2016, „Hörsamkeit in Räumen - Anforderungen, Empfehlungen und Hinweise für die Planung“, Beuth Verlag
- DIN EN 12354-6:2004, „Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften - Teil 6: Schallabsorption in Räumen“, Beuth Verlag
- ASR 3.7 „Lärm - Technische Regeln für Arbeitsstätten“, März 2021

3. GRUNDLAGEN

3.1. Raumakustische Kenngrößen

In der Raumakustik werden die akustischen Eigenschaften von Räumen und ihr Einfluss auf das Schallereignis innerhalb eines Raumes behandelt. Aus akustischer Sicht sollen Räume eine für die Nutzung geeignete Hörsamkeit aufweisen. Darunter wird die Eignung des Raumes für bestimmte Schalldarbietungen verstanden, also beispielsweise eine gute Sprachverständlichkeit bei Unterrichts- und Besprechungsräumen oder reduzierte Halligkeit in Spielfluren oder Eingangshallen. Maßgeblich bestimmt wird die Raumakustik durch die geometrischen Abmessungen sowie durch die akustischen Eigenschaften der Raumbegrenzungsflächen und der Einrichtungsgegenstände.

Eine der wichtigsten Kenngrößen in der Raumakustik ist die Nachhallzeit T . Die Nachhallzeit beschreibt den Zeitraum, in dem der Schalldruck nach dem Abschalten einer Schallquelle auf eintausendstel seines Ursprungswertes bzw. um 60 dB abgefallen ist. Sie ist damit ein Maß für die Halligkeit eines Raumes und wird frequenzabhängig entweder in Oktav- oder Terzbandbreite betrachtet.

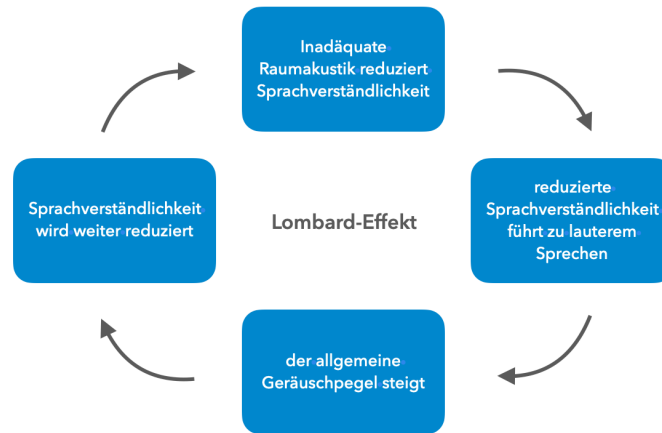
Die Nachhallzeit ist in der Regel umso länger, je größer das Raumvolumen V bei gleichbleibender Schallabsorptionsfläche A innerhalb eines Raumes ist. Die äquivalente Schallabsorptionsfläche A beschreibt eine theoretische Fläche, die die auftreffenden Schallwellen vollständig absorbiert und damit einen Schallabsorptionsgrad von $\alpha = 1$ aufweist. Der Schallabsorptionsgrad α bemisst das frequenzabhängige Absorptionsvermögen von Oberflächen und liegt üblicherweise zwischen $\alpha = 0$ (vollständige Reflexion) und $\alpha = 1$ (vollständige Absorption).

Die Nachhallzeit lässt sich sowohl messtechnisch als auch rechnerisch bestimmen. Die rechnerische Prognose der Nachhallzeit kann entweder auf Basis einer statistischen Nachhallzeitberechnung oder durch eine Computer-Simulationen erfolgen. Die Prognose ist dabei umso genauer, je gleichmäßiger die Schallabsorptionsfläche im Raum verteilt ist. Ist die Absorptionsfläche dagegen sehr ungleich verteilt, beispielsweise nur an der Decke, kann sich messtechnisch eine wesentlich längere Nachhallzeit gegenüber der Prognose ergeben.

Neben der Nachhallzeit spielen auch das Schallreflexionsverhalten und der Gesamtstörschalldruckpegel eine Rolle für die akustische Qualität eines Raumes. Insbesondere in Aufenthaltsräumen hat die raumakustische Qualität maßgeblich einen Einfluss auf den akustischen Komfort und die Sprachverständlichkeit und damit auch auf das Verhalten der anwesenden Personen.

Eine für die Nutzung ungünstige Raumakustik verschlechtert die Sprachverständlichkeit. Die reduzierte Sprachverständlichkeit führt unbewusst dazu, dass die anwesenden Personen ihre Sprechlautstärke und Tonhöhe anheben, wodurch gerade in Räumen, in denen viele Leute kommunizieren, wie beispielsweise in Mensen oder auch in Gruppenarbeitsräumen, der Grundgeräuschpegel weiter steigt. Durch den erhöhten Geräuschpegel sinkt die Sprachverständlichkeit weiter, so dass die Personen unbewusst weiter ihre Sprechstimme erhöhen. Diese Lärmspirale wird als Lombard-Effekt bezeichnet und lässt sich durch ein für die Nutzung optimierte Raumakustik unterbrechen oder zumindest reduzieren.

Abbildung 1: Lärmspirale (Lombard-Effekt)



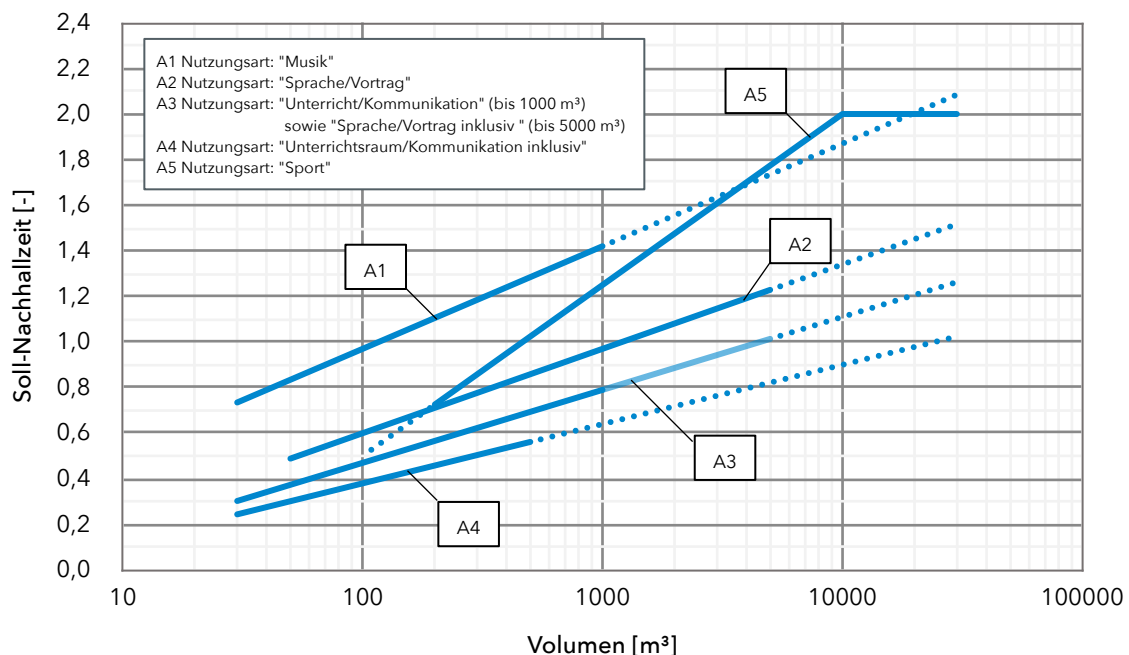
3.2. Raumakustische Anforderungen und Empfehlungen nach DIN 18041

Die nutzungsabhängigen Anforderungen und Empfehlungen der DIN 18041 gelten im Bereich der Raumakustik als allgemein anerkannte Regel der Technik und sollten daher bei Neubauten oder Sanierungen beachtet werden. Die Norm unterscheidet zunächst zwischen Räumen der Gruppe A, in denen über eine mittlere und größere Entfernung eine gute Hörsamkeit (z.B. hohe Sprachverständlichkeit) erreicht werden soll, und Räumen der Gruppe B, in denen vorrangig Maßnahmen zur Lärmreduzierung empfohlen werden.

GRUPPE A NACH DIN 18041

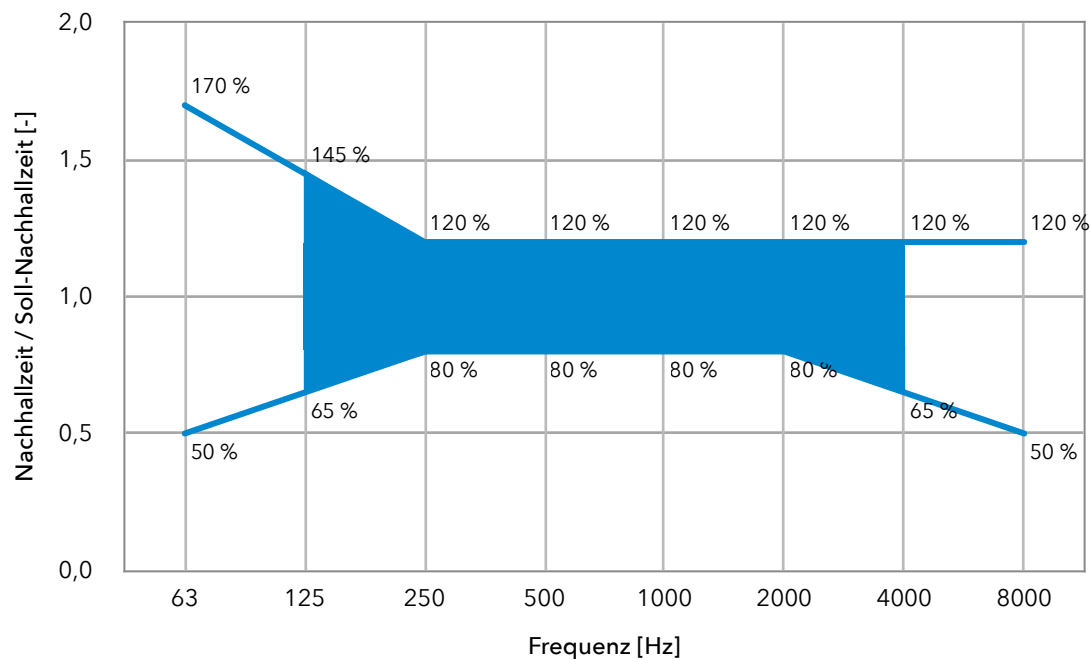
Für die Gruppe A werden in der Norm Soll-Nachhallzeiten T_{soll} in Abhängigkeit von der Nutzung und dem Volumen des Raumes definiert. In der folgenden Abbildung sind die Soll-Nachhallzeiten der fünf unterschiedenen Nutzungsarten dargestellt.

Abbildung 1: Soll-Nachhallzeiten nach DIN 18041 für die Nutzungsarten A1 bis A5



Die Soll-Nachhallzeit gilt dabei für den teilbesetzten Zustand (80 % Besetzungsgrad) und soll sich zwischen 125 Hz bis 4000 Hz innerhalb der Toleranzen gemäß nachfolgender Abbildung bewegen. Für die Nutzungsart „Sport“ der Raumgruppe A5 gilt die Nachhallzeitanforderung im Frequenzbereich von 250 Hz bis 2000 Hz.

Abbildung 2: Toleranzbereich der Nachhallzeit für die Nutzungsarten A1 bis A4 nach DIN 18041



GRUPPE B NACH DIN 18041

Für die Gruppe B wird je nach Nutzung ein minimales Verhältnis der äquivalenten Absorptionsfläche A zum Raumvolumen V (das sogenannte A/V -Verhältnis) in der Norm empfohlen. Je länger sich Personen typischerweise in Räumen der Gruppe B aufhalten, desto höher ist der Bedarf an lärmindernden Maßnahmen.

Den höchsten Bedarf haben Räume der Gruppe B5, wie z.B. Schulmensen oder Spielfläure in Kitas. Für Räume der Gruppe B1, die nicht zum Aufenthalt gedacht sind, wie z.B. Lager- oder Technikräume, sind entsprechend keine raumakustischen Maßnahmen erforderlich.

Zur Bewertung und besseren Vergleichbarkeit von Räumen der Gruppe B lässt sich aus dem A/V -Verhältnis näherungsweise eine obere Ziel-Nachhallzeit ableiten.

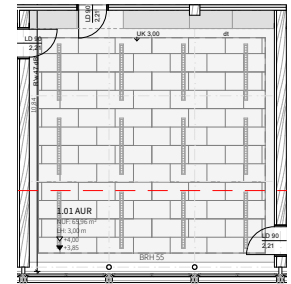
4. RAUMAKUSTISCHE UNTERSUCHUNG

4.1. Räume der Raumgruppe A nach DIN 18041

4.1.1. Untersuchungsergebnis AUR 1.01

RAUMDATEN

Grundfläche:	ca. 66,0 m ²
mittlere Raumhöhe:	ca. 3,1 m
Raumvolumen:	ca. 217 m ³
Nutzung:	Unterricht
Zustand:	möbliert
Norm:	DIN 18041
Raumgruppe:	A3
Soll-Nachhallzeit:	0,58 s

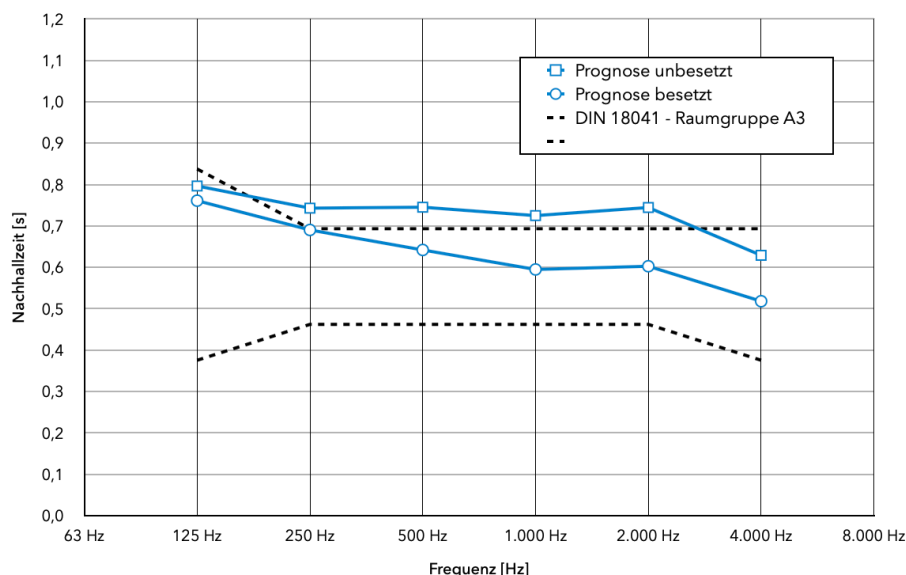


RAUMAKUSTISCH WIRKSAME FLÄCHEN

- Boden:**
- Linoleum, Kautschuk o.ä.
- Decke:**
- ≥ 49,5 m² Akustikdecke aus Holzwolleplatten, d = 25 mm, Faserbreite 1 mm, 40 mm Dämmstoffauflage (längenbezogener Strömungswiderstand $r \geq 10 \text{ kPa s/m}^2$), tKh = 470 mm, bewerteter Schallabsorptionsgrad $\alpha_w \geq 0,95$ bei 200 mm tKh ($\alpha_w \geq 0,90$ bei 300 mm tKh), z.B. *Heradesign superfine* oder *Troldekt ultrafine*
 - Rest der Deckenfläche schallharte Einbauten wie Einbauleuchten, Lüftungsöffnungen bzw. die Rohdecke
- Wände:**
- nicht geplant

Die genannten Produkte sind exemplarisch und können durch akustisch vergleichbare Fabrikate ersetzt werden.

STATISTISCHE NACHHALLZEITPROGNOSE



Frequenz	unbesetzt	teilbesetzt
125 Hz	0,80 s	0,76 s
250 Hz	0,74 s	0,69 s
500 Hz	0,75 s	0,64 s
1000 Hz	0,73 s	0,59 s
2000 Hz	0,74 s	0,60 s
4000 Hz	0,63 s	0,52 s

Für die Umrechnung auf den teilbesetzten Zustand wurden 24 Personen angesetzt.

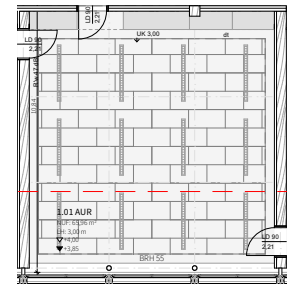
BEWERTUNG

Mit den geplanten akustisch wirksamen Maßnahmen werden die Anforderungen der DIN 18041 für einen Unterrichtsraum rechnerisch erfüllt. Bei tiefen Frequenzen wird der Soll-Bereich nur knapp erreicht, so dass in der Praxis eine leichte Überschreitung der Zielnachhallzeit nicht ausgeschlossen werden kann, die aber als unkritisch für die Nutzung eingeschätzt wird.

4.1.2. Untersuchungsergebnis AUR 1.01 (inklusive Nutzung)

RAUMDATEN

Grundfläche:	ca. 66,0 m ²
mittlere Raumhöhe:	ca. 3,1 m
Raumvolumen:	ca. 217 m ³
Nutzung:	Unterricht inklusiv
Zustand:	möbliert
Norm:	DIN 18041
Raumgruppe:	A4
Soll-Nachhallzeit:	0,47 s

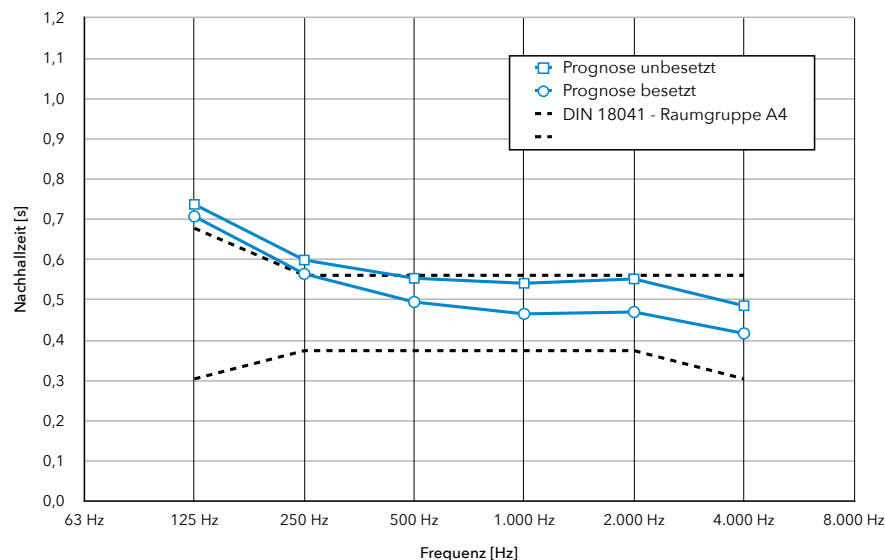


RAUMAKUSTISCH WIRKSAME FLÄCHEN

- Boden:**
- Linoleum, Kautschuk o.ä.
- Decke:**
- $\geq 49,5$ m² Akustikdecke aus Holzwolleplatten, d = 25 mm, Faserbreite 1 mm, 40 mm Dämmstoffauflage (längenbezogener Strömungswiderstand $r \geq 10$ kPa s/m²), tKh = 470 mm, bewerteter Schallabsorptionsgrad $\alpha_w \geq 0,95$ bei 200 mm tKh ($\alpha_w \geq 0,90$ bei 300 mm tKh), z.B. *Heradesign superfine* oder *Troldtekt ultrafine*
 - Rest der Deckenfläche schallharte Einbauten wie Einbauleuchten, Lüftungsöffnungen bzw. die Rohdecke
- Wände:**
- ca. 18 m² Wandabsorber, idealerweise auf einer Höhe von etwa 100 - 200 cm, verteilt auf die Rückwand und die der Außenfenster gegenüberliegende Wand, d $\approx$ 40 mm, bewerteter Schallabsorptionsgrad $\alpha_w \approx 1,0$, z.B. *Rockfon VertiQ* oder *Ecophon Akusto Wall*

Die genannten Produkte sind exemplarisch und können durch akustisch vergleichbare Fabrikate ersetzt werden.

STATISTISCHE NACHHALLZEITPROGNOSE



Frequenz	unbesetzt	teilbesetzt
125 Hz	0,74 s	0,71 s
250 Hz	0,60 s	0,56 s
500 Hz	0,55 s	0,49 s
1000 Hz	0,54 s	0,47 s
2000 Hz	0,55 s	0,47 s
4000 Hz	0,49 s	0,42 s

Für die Umrechnung auf den teilbesetzten Zustand wurden 24 Personen angesetzt.

BEWERTUNG

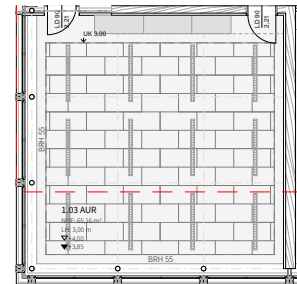
Um die höheren Inklusions-Anforderungen der DIN 18041 u.a. für Personen mit Hörbeeinträchtigungen zu erfüllen, sind zur Verbesserung des Reflexionsverhaltens und der Absenkung der Nachhallzeit schallabsorbierende Flächen an den Wänden erforderlich. Mit den geplanten akustisch wirksamen Maßnahmen werden die Anforderungen der DIN 18041 für einen Unterrichtsraum rechnerisch - bis auf bei den tiefen Frequenzen - erfüllt. Die leichte Überschreitung in diesem Frequenzbereich wird als noch vertretbar eingestuft.

Der vergleichsweise hohe Flächenbedarf an den Wänden lässt sich reduzieren, in dem die schallabsorbierende Fläche an der Decke erhöht und/oder das Mobiliar akustisch aktiviert wird.

4.1.3. Untersuchungsergebnis AUR 1.03 (Eckräume)

RAUMDATEN

Grundfläche:	ca. 65,1 m ²
mittlere Raumhöhe:	ca. 3,1 m
Raumvolumen:	ca. 211 m ³
Nutzung:	Unterricht
Zustand:	möbliert
Norm:	DIN 18041
Raumgruppe:	A3
Soll-Nachhallzeit:	0,57 s

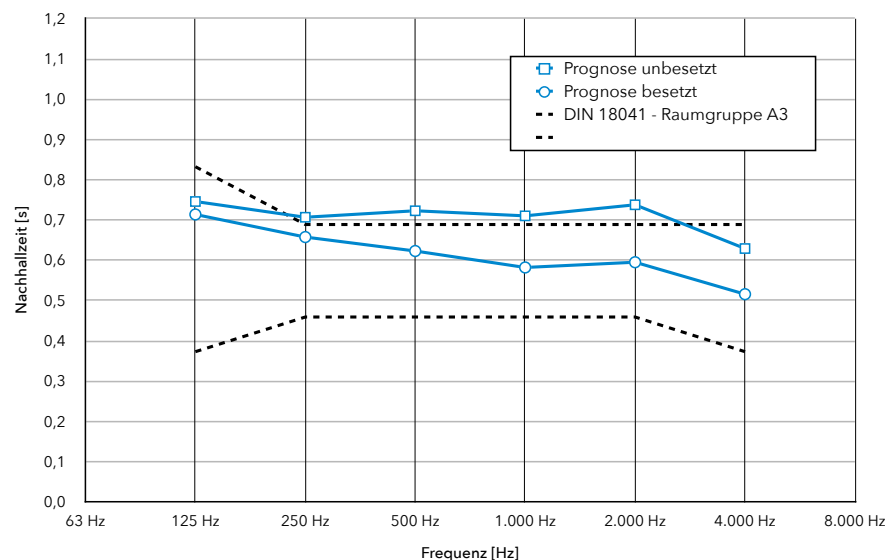


RAUMAKUSTISCH WIRKSAME FLÄCHEN

- Boden:**
- Linoleum, Kautschuk o.ä.
- Decke:**
- ≥ 48,9 m² Akustikdecke aus Holzwolleplatten, d = 25 mm, Faserbreite 1 mm, 40 mm Dämmstoffauflage (längenbezogener Strömungswiderstand $r \geq 10 \text{ kPa s/m}^2$), tKh = 470 mm, bewerteter Schallabsorptionsgrad $\alpha_w \geq 0,95$ bei 200 mm tKh ($\alpha_w \geq 0,90$ bei 300 mm tKh), z.B. *Heradesign superfine* oder *Troldekt ultrafine*
 - Rest der Deckenfläche schallharte Einbauten wie Einbauleuchten, Lüftungsöffnungen bzw. die Rohdecke
- Wände:**
- nicht geplant

Die genannten Produkte sind exemplarisch und können durch akustisch vergleichbare Fabrikate ersetzt werden.

STATISTISCHE NACHHALLZEITPROGNOSE



Frequenz	unbesetzt	teilbesetzt
125 Hz	0,75 s	0,71 s
250 Hz	0,71 s	0,66 s
500 Hz	0,72 s	0,62 s
1000 Hz	0,71 s	0,58 s
2000 Hz	0,74 s	0,60 s
4000 Hz	0,63 s	0,52 s

Für die Umrechnung auf den teilbesetzten Zustand wurden 24 Personen angesetzt.

BEWERTUNG

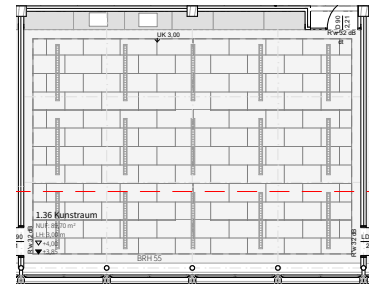
Mit den geplanten akustisch wirksamen Maßnahmen werden die Anforderungen der DIN 18041 für einen Unterrichtsraum rechnerisch erfüllt. Bei tiefen Frequenzen wird der Soll-Bereich nur knapp erreicht, so dass in der Praxis eine leichte Überschreitung der Zielnachhallzeit nicht ausgeschlossen werden kann, die aber als unkritisch für die Nutzung eingeschätzt wird.

Auf Grund der großen, schallharten Fensteranteile bei den Eckräumen sind diese für eine inklusive Unterrichtsnutzung nicht geeignet.

4.1.4. Untersuchungsergebnis FÜR Kunstraum 1.36

RAUMDATEN

Grundfläche:	ca. 89,7 m ²
mittlere Raumhöhe:	ca. 3,1 m
Raumvolumen:	ca. 280 m ³
Nutzung:	Unterricht
Zustand:	möbliert
Norm:	DIN 18041
Raumgruppe:	A3
Soll-Nachhallzeit:	0,61 s

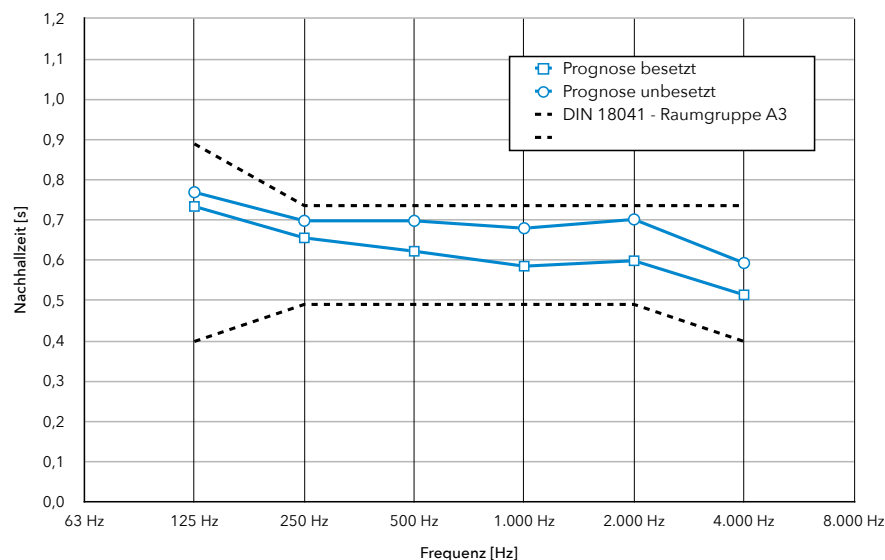


RAUMAKUSTISCH WIRKSAME FLÄCHEN

- Boden:**
- Linoleum, Kautschuk o.ä.
- Decke:**
- ≥ 69,7 m² Akustikdecke aus Holzwolleplatten, d = 25 mm, Faserbreite 1 mm, 40 mm Dämmstoffauflage (längenbezogener Strömungswiderstand $r \geq 10 \text{ kPa s/m}^2$), tKh = 470 mm, bewerteter Schallabsorptionsgrad $\alpha_w \geq 0,95$ bei 200 mm tKh ($\alpha_w \geq 0,90$ bei 300 mm tKh), z.B. *Heradesign superfine* oder *Troldekt ultrafine*
 - Rest der Deckenfläche schallharte Einbauten wie Einbauleuchten, Lüftungsöffnungen bzw. die Rohdecke
- Wände:**
- nicht geplant

Die genannten Produkte sind exemplarisch und können durch akustisch vergleichbare Fabrikate ersetzt werden.

STATISTISCHE NACHHALLZEITPROGNOSE



Frequenz	unbesetzt	teilbesetzt
125 Hz	0,77 s	0,73 s
250 Hz	0,70 s	0,66 s
500 Hz	0,70 s	0,62 s
1000 Hz	0,68 s	0,59 s
2000 Hz	0,70 s	0,60 s
4000 Hz	0,59 s	0,51 s

Für die Umrechnung auf den teilbesetzten Zustand wurden 24 Personen angesetzt.

BEWERTUNG

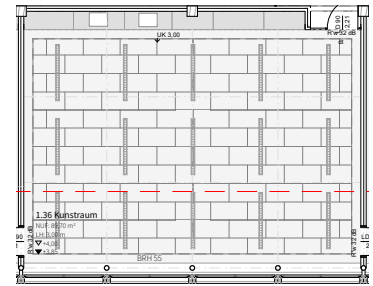
Mit den geplanten akustisch wirksamen Maßnahmen werden die Anforderungen der DIN 18041 für einen Unterrichtsraum rechnerisch erfüllt.

Auf Grund der Raumlänge von über 9 m sind von der Rückwand späte und energiereiche Reflexionen zu erwarten, die die Sprachverständlichkeit reduzieren und die Nachhallzeit erhöhen können. Neben einer entsprechenden Untergliederung der Wandfläche mit Möbeln oder Bildern / Pinnwänden sind auch schallabsorbierenden Wandpaneele geeignet, diese Reflexionen zu reduzieren.

4.1.5. Untersuchungsergebnis FUR Kunstraum 1.36 (inklusive Nutzung)

RAUMDATEN

Grundfläche:	ca. 89,7 m ²
mittlere Raumhöhe:	ca. 3,1 m
Raumvolumen:	ca. 280 m ³
Nutzung:	Unterricht inklusiv
Zustand:	möbliert
Norm:	DIN 18041
Raumgruppe:	A4
Soll-Nachhallzeit:	0,50 s

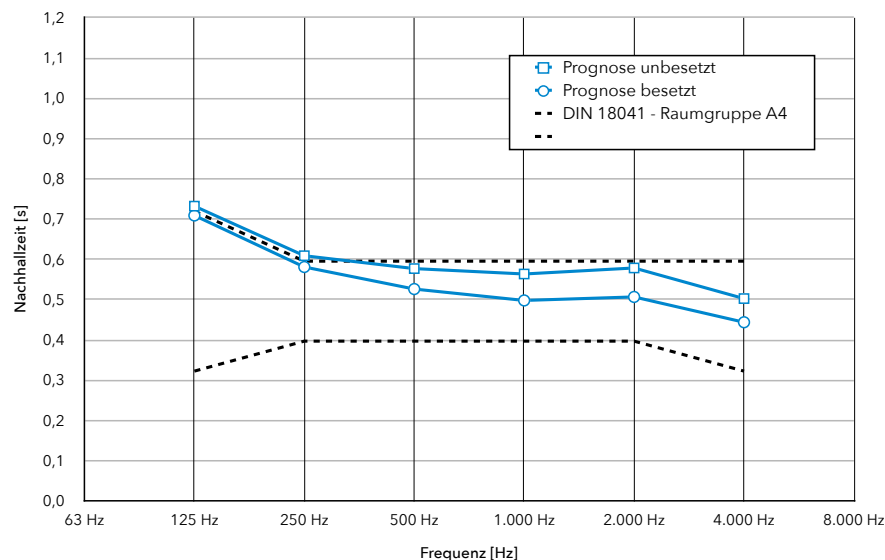


RAUMAKUSTISCH WIRKSAME FLÄCHEN

Boden:	Linoleum, Kautschuk o.ä.
Decke:	≥ 69,7 m² Akustikdecke aus Holzwolleplatten, d = 25 mm, Faserbreite 1 mm, 40 mm Dämmstoffauflage (längenbezogener Strömungswiderstand $r \geq 10 \text{ kPa s/m}^2$), tKh = 470 mm, bewerteter Schallabsorptionsgrad $\alpha_w \geq 0,95$ bei 200 mm tKh ($\alpha_w \geq 0,90$ bei 300 mm tKh), z.B. <i>Heradesign superfine</i> oder <i>Troldtekt ultrafine</i> - Rest der Deckenfläche schallharte Einbauten wie Einbauleuchten, Lüftungsöffnungen bzw. die Rohdecke
Wände:	ca. 15 m² Wandabsorber, idealerweise auf einer Höhe von etwa 100 - 200 cm, verteilt auf die Rückwand und die der Außenfenster gegenüberliegende Wand, d ≈ 40 mm, bewerteter Schallabsorptionsgrad $\alpha_w \approx 1,0$, z.B. <i>Rockfon VertiQ</i> oder <i>Ecophon Akusto Wall</i>

Die genannten Produkte sind exemplarisch und können durch akustisch vergleichbare Fabrikate ersetzt werden.

STATISTISCHE NACHHALLZEITPROGNOSE



Frequenz	unbesetzt	teilbesetzt
125 Hz	0,73 s	0,71 s
250 Hz	0,61 s	0,58 s
500 Hz	0,58 s	0,53 s
1000 Hz	0,56 s	0,50 s
2000 Hz	0,58 s	0,51 s
4000 Hz	0,50 s	0,44 s

Für die Umrechnung auf den teilbesetzten Zustand wurden 24 Personen angesetzt.

BEWERTUNG

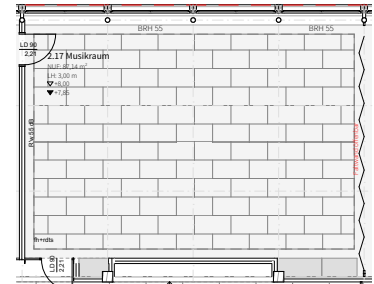
Um die höheren Inklusions-Anforderungen der DIN 18041 u.a. für Personen mit Hörbeeinträchtigungen zu erfüllen, sind zur Verbesserung des Reflexionsverhaltens und der Absenkung der Nachhallzeit schallabsorbierende Flächen an den Wänden erforderlich. Mit den geplanten akustisch wirksamen Maßnahmen werden die Anforderungen der DIN 18041 für einen Unterrichtsraum mit Inklusionsanforderungen erfüllt.

Der vergleichsweise hohe Flächenbedarf an den Wänden lässt sich reduzieren, in dem die schallabsorbierende Fläche an der Decke erhöht und/oder das Mobiliar akustisch aktiviert wird.

4.1.6. Untersuchungsergebnis FÜR Musikraum 1.17

RAUMDATEN

Grundfläche:	ca. 87,1 m ²
mittlere Raumhöhe:	ca. 3,1 m
Raumvolumen:	ca. 280 m ³
Nutzung:	Musikunterricht
Zustand:	möbliert
Norm:	DIN 18041
Raumgruppe:	A2
Soll-Nachhallzeit:	0,77 s

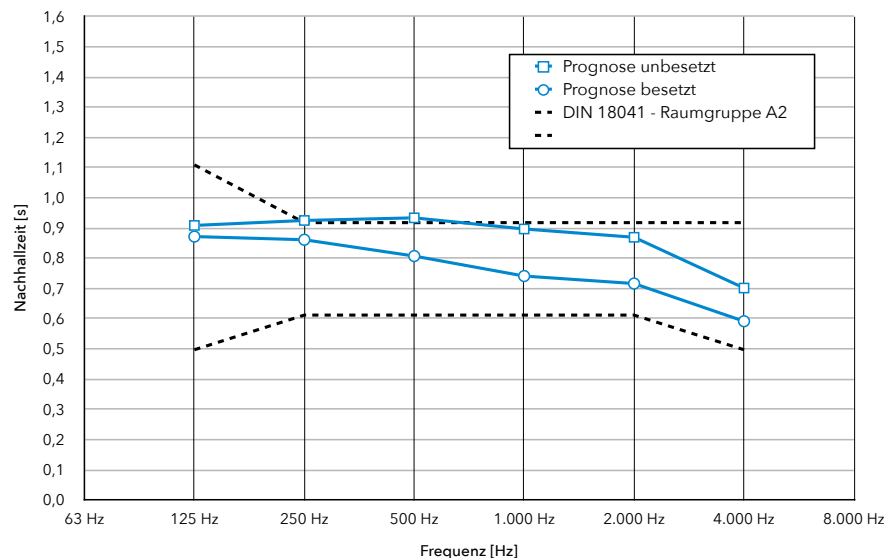


RAUMAKUSTISCH WIRKSAME FLÄCHEN

- Boden:**
- Linoleum, Kautschuk o.ä.
- Decke:**
- $\geq 69,5$ m² Akustikdecke aus Holzwolleplatten, ca. 1/3 schallreflektierend, ca. 2/3 schallabsorbierend, d = 25 mm, Faserbreite 1 mm, 40 mm Dämmstoffauflage (längenbezogener Strömungswiderstand $r \geq 10$ kPa s/m²), tKh = 470 mm, bewerteter Schallabsorptionsgrad schallabsorbierend $\alpha_w \geq 0,95$ bei 200 mm tKh ($\alpha_w \geq 0,90$ bei 300 mm tKh), schallreflektierend $\alpha_w \geq 0,15$ bei 200 mm tKh z.B. *Heradesign superfine (Reflektorplatte)* oder *Troldekt ultrafine*
 - Rest der Deckenfläche schallharte Einbauten wie Einbauleuchten. Lüftungsöffnungen bzw. die
- Wände:**
- Akustikvorhang zur variablen Anpassung der Raumakustik empfehlenswert

Die genannten Produkte sind exemplarisch und können durch akustisch vergleichbare Fabrikate ersetzt werden.

STATISTISCHE NACHHALLZEITPROGNOSE



Frequenz	unbesetzt	teilbesetzt
125 Hz	0,91 s	0,87 s
250 Hz	0,93 s	0,86 s
500 Hz	0,93 s	0,81 s
1000 Hz	0,90 s	0,74 s
2000 Hz	0,87 s	0,72 s
4000 Hz	0,70 s	0,59 s

Für die Umrechnung auf den teilbesetzten Zustand wurden 24 Personen angesetzt.

BEWERTUNG

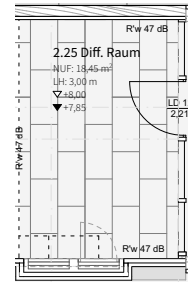
Mit Hilfe abwechselnd schallabsorbierenden und schallreflektierenden Deckenfelder wird eine Raumakustik entsprechend der Raumgruppe A2 erreicht, die günstig für musikalische Probenarbeit mit noch akzeptabler Sprachverständlichkeit ist. Zur Anpassung der Raumakustik an unterschiedliche Nutzungen (Unterricht, Probe etc.) wird ein schallabsorbierender Akustikvorhang an den Innenwänden empfohlen. Die genaue Abstimmung zu den Nutzungsprofilen muss noch erfolgen.

Der Musikraum kann über eine Faltwand (ohne Schallschutzanforderungen !?) mit dem Nachbarraum verschaltet werden, so dass ein vergleichsweise langer Raum entsteht. Zur Vermeidung von späten und energiereichen Echoreflexionen muss an der Stirnseiten bzw. der Rückwand ein schallstreuendes oder schallabsorbierendes Material angebracht werden.

4.1.7. Untersuchungsergebnis Diff.Raum 2.25

RAUMDATEN

Grundfläche:	ca. 18,5 m ²
mittlere Raumhöhe:	ca. 3,0 m
Raumvolumen:	ca. 55,4 m ³
Nutzung:	Gruppenraum
Zustand:	möbliert
Norm:	DIN 18041
Raumgruppe:	A3
Soll-Nachhallzeit:	0,39 s

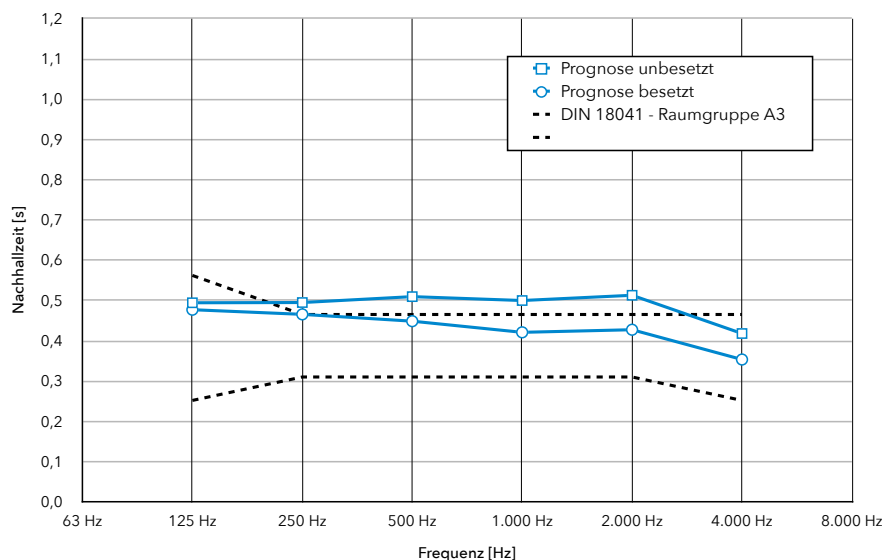


RAUMAKUSTISCH WIRKSAME FLÄCHEN

- Boden:**
- Linoleum, Kautschuk o.ä.
- Decke:**
- $\geq 15,7$ m² Akustikdecke aus Holzwolleplatten, d = 25 mm, Faserbreite 1 mm, 40 mm Dämmstoffauflage (längenbezogener Strömungswiderstand $r \geq 10$ kPa s/m²), tKh = 470 mm, bewerteter Schallabsorptionsgrad $\alpha_w \geq 0,95$ bei 200 mm tKh ($\alpha_w \geq 0,90$ bei 300 mm tKh), z.B. *Heradesign superfine* oder *Troldekt ultrafine*
 - Rest der Deckenfläche schallharte Einbauten wie Einbauleuchten, Lüftungsöffnungen bzw. die Rohdecke
- Wände:**
- nicht geplant

Die genannten Produkte sind exemplarisch und können durch akustisch vergleichbare Fabrikate ersetzt werden.

STATISTISCHE NACHHALLZEITPROGNOSE



Frequenz	unbesetzt	teilbesetzt
125 Hz	0,49 s	0,48 s
250 Hz	0,50 s	0,47 s
500 Hz	0,51 s	0,45 s
1000 Hz	0,50 s	0,42 s
2000 Hz	0,51 s	0,43 s
4000 Hz	0,42 s	0,35 s

Für die Umrechnung auf den teilbesetzten Zustand wurden 6 Personen angesetzt.

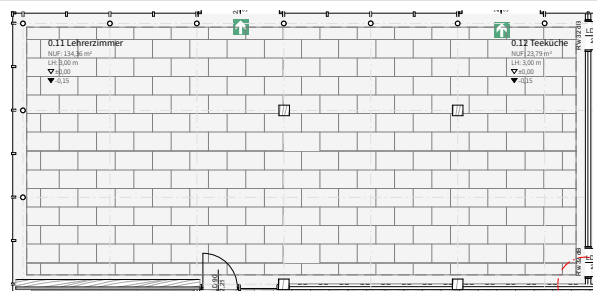
BEWERTUNG

Mit den geplanten akustisch wirksamen Maßnahmen werden die Anforderungen der DIN 18041 für einen Gruppenraum rechnerisch erfüllt. Bei tiefen Frequenzen wird der Soll-Bereich nur knapp erreicht, so dass in der Praxis eine leichte Überschreitung der Zielnachhallzeit nicht ausgeschlossen werden kann, die aber als unkritisch für die Nutzung eingeschätzt wird.

4.1.8. Untersuchungsergebnis Lehrerzimmer 0.11

RAUMDATEN

Grundfläche:	ca. 158,2 m ²
mittlere Raumhöhe:	ca. 3,0 m
Raumvolumen:	ca. 474 m ³
Nutzung:	Kommunikation inklusiv
Zustand:	möbliert
Norm:	DIN 18041
Raumgruppe:	A4
Soll-Nachhallzeit:	0,56 s

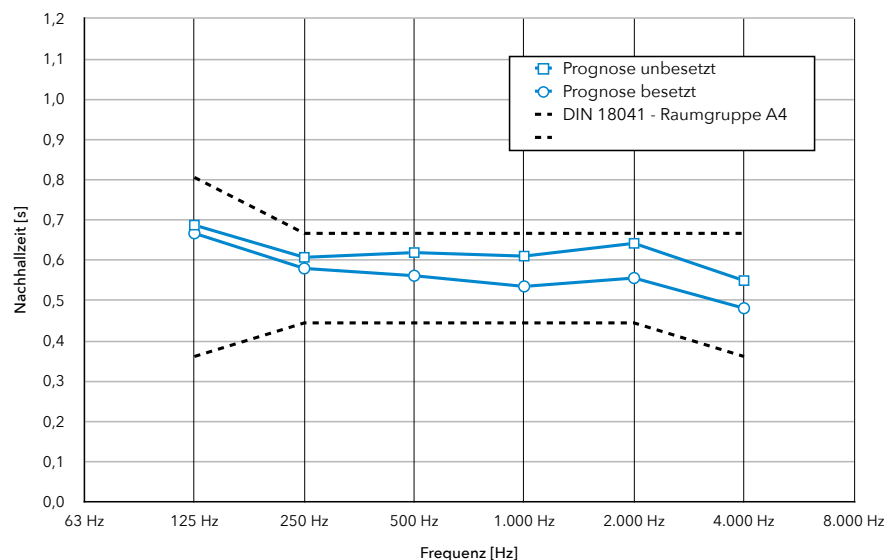


RAUMAKUSTISCH WIRKSAME FLÄCHEN

Boden:	• Linoleum, Kautschuk o.ä.
Decke:	• $\geq 134 \text{ m}^2$ Akustikdecke aus Holzwolleplatten, $d = 25 \text{ mm}$, Faserbreite 1 mm, 40 mm Dämmstoffauflage (längenbezogener Strömungswiderstand $r \geq 10 \text{ kPa s/m}^2$), $t_{Kh} = 470 \text{ mm}$, bewerteter Schallabsorptionsgrad $\alpha_w \geq 0,95$ bei $200 \text{ mm } t_{Kh}$ ($\alpha_w \geq 0,90$ bei $300 \text{ mm } t_{Kh}$), z.B. <i>Heradesign superfine</i> oder <i>Troldekt ultrafine</i> • Rest der Deckenfläche schallharte Einbauten wie Einbauleuchten, Lüftungsöffnungen bzw. die Rohdecke
Wände:	• je nach Möblierung Maßnahmen an den Wänden empfehlenswert

Die genannten Produkte sind exemplarisch und können durch akustisch vergleichbare Fabrikate ersetzt werden.

STATISTISCHE NACHHALLZEITPROGNOSE



Frequenz	unbesetzt	teilbesetzt
125 Hz	0,69 s	0,67 s
250 Hz	0,61 s	0,58 s
500 Hz	0,62 s	0,56 s
1000 Hz	0,61 s	0,54 s
2000 Hz	0,64 s	0,56 s
4000 Hz	0,55 s	0,48 s

Für die Umrechnung auf den teilbesetzten Zustand wurden 40 Personen angesetzt.

BEWERTUNG

Für das Lehrerzimmer wird eine inklusive Auslegung der Raumakustik nach Nutzungsart A4 der DIN 18041 empfohlen. Mit den geplanten akustisch wirksamen Maßnahmen werden die Anforderungen der Norm für einen Kommunikationsraum mit erhöhten Anforderungen an die Inklusion rechnerisch erfüllt.

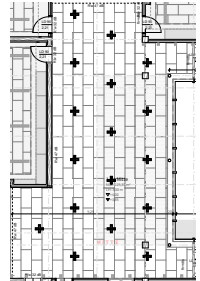
Vorrangig zur Vermeidung von Mehrfachreflexionen zwischen den schallharten Glasfassaden und der Innenwand wird in Abhängigkeit von der geplanten Möblierung der Teilbelegung der Innenwände mit schallabsorbierenden Elementen empfohlen. Die konkrete Auslegung kann erst in der Ausführungsplanung erfolgen.

4.2. Räume der Raumgruppe B nach DIN 18041

4.2.1. Untersuchungsergebnis Mitte 1.14

RAUMDATEN

Grundfläche:	ca. 125,3 m ²
Raumhöhe:	ca. 3,0 m
Raumvolumen:	ca. 356 m ³
Nutzung:	Lernflur
Zustand:	unmöbliert
Norm:	DIN 18041
Raumgruppe:	B4
empf. Nachhallzeit:	0,72 s

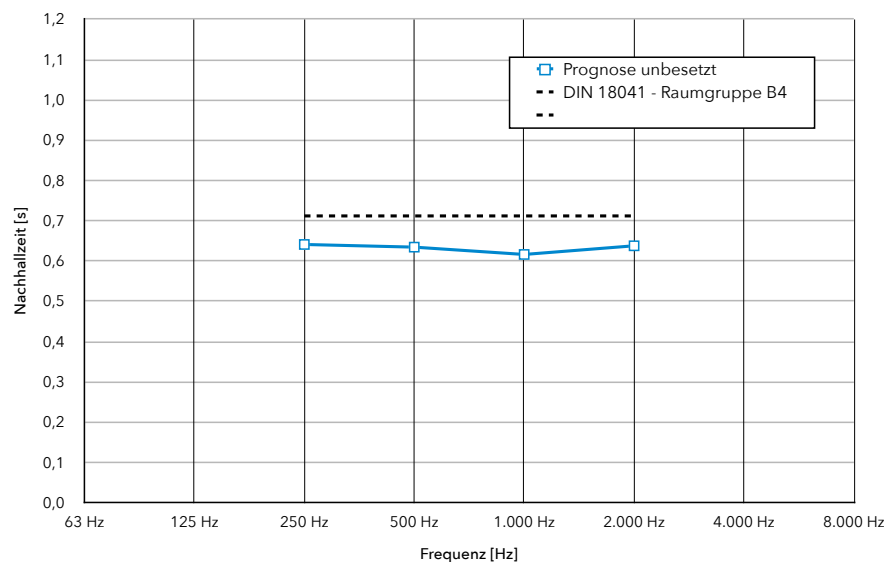


RAUMAKUSTISCH WIRKSAME FLÄCHEN

- Boden:**
- Betonwerkstein
- Decke:**
- ca. 106,5m² Akustikdecke aus Holzwolleplatten (ca. 85 % der Deckenfläche), d = 25 mm, Faserbreite 1 mm, 40 mm Dämmstoffauflage (längenbezogener Strömungswiderstand $r \geq 10 \text{ kPa s/m}^2$), tKh = 390 mm, bewerteter Schallabsorptionsgrad $\alpha_w \geq 0,95$ bei 200 mm tKh ($\alpha_w \geq 1,0$ bei 300 mm tKh), z.B. *Heradesign superfine* oder *Troldekt ultrafine*
 - Rest der Deckenfläche schallharte Einbauten wie Einbauleuchten, Lüftungsöffnungen etc.
- Wände:**
- nicht geplant

Die genannten Produkte sind exemplarisch und können durch akustisch vergleichbare Fabrikate ersetzt werden.

STATISTISCHE NACHHALLZEITPROGNOSE



Frequenz	unbesetzt	teilbesetzt
125 Hz	-	-
250 Hz	0,64 s	-
500 Hz	0,63 s	-
1000 Hz	0,62 s	-
2000 Hz	0,64 s	-
4000 Hz	-	-

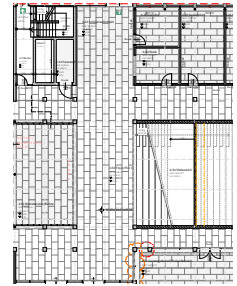
BEWERTUNG

Mit der geplanten Akustikdecke werden die Empfehlungen der DIN 18041 für offene Arbeits- und Lernbereiche rechnerisch erreicht.

4.2.2. Untersuchungsergebnis Foyer/Flur 1/Sitzbereich/Bühne/Schüleraufenthalt

RAUMDATEN

Grundfläche:	ca. 378 m ²
Raumhöhe:	ca. 3 m
Raumvolumen:	ca. 1143 m ³
Nutzung:	Verkehrsfläche Schule
Zustand:	unmöbliert
Norm:	DIN 18041
Raumgruppe:	B3
empf. Nachhallzeit:	1,41 s

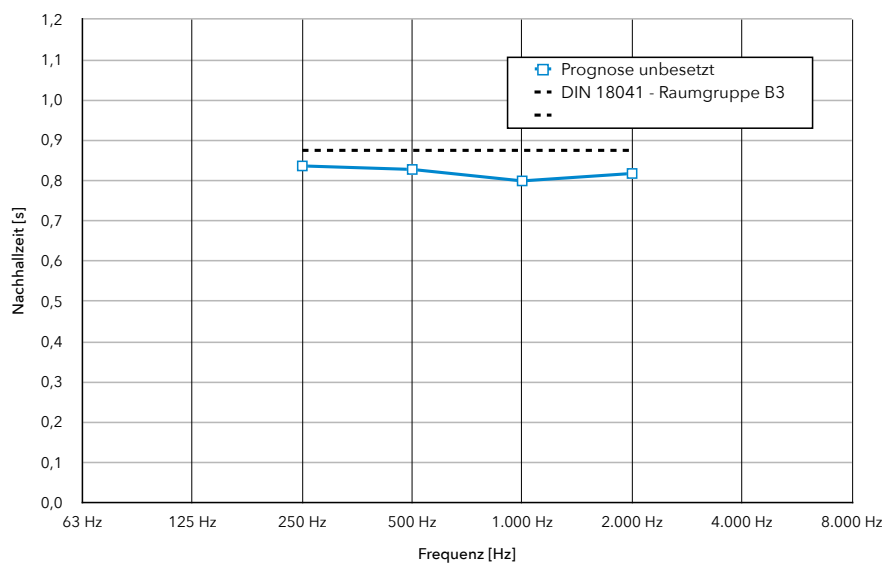


RAUMAKUSTISCH WIRKSAME FLÄCHEN

Boden:	• Betonwerkstein
Decke:	• ca. 244 m ² Akustikdecke aus Holzwolleplatten, d = 25 mm, Faserbreite 1 mm, 40 mm Dämmstoffauflage (längenbezogener Strömungswiderstand $r \geq 10 \text{ kPa s/m}^2$), tKh = 390 mm, bewerteter Schallabsorptionsgrad $\alpha_w \geq 0,95$ bei 200 mm tKh ($\alpha_w \geq 1,0$ bei 300 mm tKh), z.B. <i>Heradesign superfine</i> oder <i>Troldekt ultrafine</i>
Wände:	• nicht geplant

Die genannten Produkte sind exemplarisch und können durch akustisch vergleichbare Fabrikate ersetzt werden.

STATISTISCHE NACHHALLZEITPROGNOSE



Frequenz	unbesetzt	teilbesetzt
125 Hz	-	-
250 Hz	0,84 s	-
500 Hz	0,83 s	-
1000 Hz	0,80 s	-
2000 Hz	0,82 s	-
4000 Hz	-	-

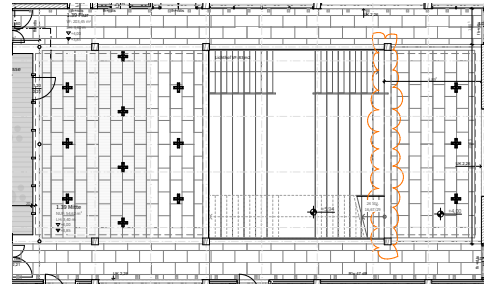
BEWERTUNG

Mit der geplanten Akustikdecke werden die Empfehlungen der DIN 18041 für Verkehrsflächen in Schulen rechnerisch erreicht.

4.2.3. Untersuchungsergebnis Mitte 1.39 inkl. Flur

RAUMDATEN

Grundfläche:	ca. 313 m ²
Raumhöhe:	ca. 3 m
Raumvolumen:	ca. 939 m ³
Nutzung:	Verkehrsfläche Schule
Zustand:	unmöbliert
Norm:	DIN 18041
Raumgruppe:	B3
empf. Nachhallzeit:	1,41 s

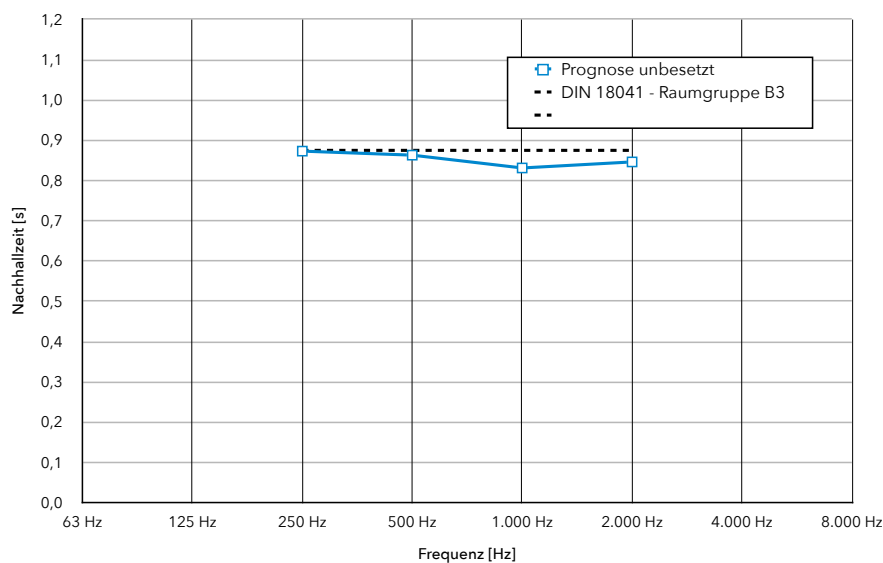


RAUMAKUSTISCH WIRKSAME FLÄCHEN

Boden:	• Betonwerkstein
Decke:	• ca. 189 m ² Akustikdecke aus Holzwolleplatten, d = 25 mm, Faserbreite 1 mm, 40 mm Dämmstoffauflage (längenbezogener Strömungswiderstand $r \geq 10 \text{ kPa s/m}^2$), tKh = 390 mm, bewerteter Schallabsorptionsgrad $\alpha_w \geq 0,95$ bei 200 mm tKh ($\alpha_w \geq 1,0$ bei 300 mm tKh), z.B. <i>Heradesign superfine</i> oder <i>Troldekt ultrafine</i>
Wände:	• nicht geplant

Die genannten Produkte sind exemplarisch und können durch akustisch vergleichbare Fabrikate ersetzt werden.

STATISTISCHE NACHHALLZEITPROGNOSE



Frequenz	unbesetzt	teilbesetzt
125 Hz	-	-
250 Hz	0,87 s	-
500 Hz	0,86 s	-
1000 Hz	0,83 s	-
2000 Hz	0,85 s	-
4000 Hz	-	-

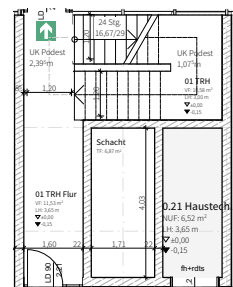
BEWERTUNG

Mit der geplanten Akustikdecke werden die Empfehlungen der DIN 18041 für Verkehrsflächen in Schulen rechnerisch erreicht.

4.2.4. Untersuchungsergebnis TRH 01 inkl. Flur (EG)

RAUMDATEN

Grundfläche:	ca. 22,1 m ²
Raumhöhe:	ca. 3,6 m
Raumvolumen:	ca. 80,67 m ³
Nutzung:	Verkehrsfläche Schule
Zustand:	unmöbliert
Norm:	DIN 18041
Raumgruppe:	B3
empf. Nachhallzeit:	0,94 s

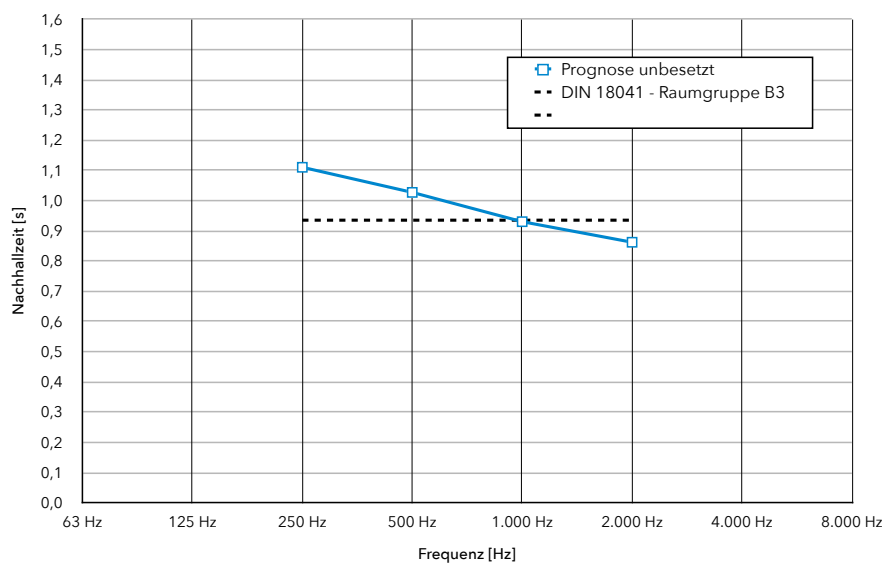


RAUMAKUSTISCH WIRKSAME FLÄCHEN

Boden:	• Betonwerkstein
Decke:	• ca. 10 m ² Akustikdecke aus Holzwolleplatten, d = 25 mm, Faserbreite 1 mm, 40 mm Dämmstoffauflage (längenbezogener Strömungswiderstand $r \geq 10 \text{ kPa s/m}^2$), tKh = 390 mm, bewerteter Schallabsorptionsgrad $\alpha_w \geq 0,95$ bei 200 mm tKh ($\alpha_w \geq 1,0$ bei 300 mm tKh), z.B. <i>Heradesign superfine</i> oder <i>Troldekt ultrafine</i>
Wände:	• nicht geplant

Die genannten Produkte sind exemplarisch und können durch akustisch vergleichbare Fabrikate ersetzt werden.

STATISTISCHE NACHHALLZEITPROGNOSE



Frequenz	unbesetzt	teilbesetzt
125 Hz	-	-
250 Hz	1,11 s	-
500 Hz	1,03 s	-
1000 Hz	0,93 s	-
2000 Hz	0,86 s	-
4000 Hz	-	-

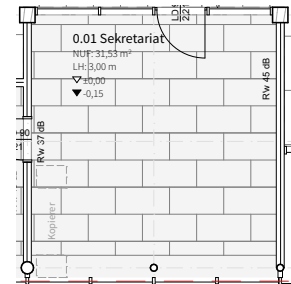
BEWERTUNG

Mit der geplanten Akustikdecke werden die Empfehlungen der DIN 18041 für Verkehrsflächen in Schulen bei einer geschossweisen Betrachtung rechnerisch nicht vollständig erreicht. Allerdings ist die Betrachtung gegenüber einer Berechnung über die Gesamthöhe des Treppenhauses auch strenger. Über alle Geschosse hinweg werden die Vorgaben der DIN 18041 für eine Verkehrsfläche in einer Schule vollständig erreicht.

4.2.5. Untersuchungsergebnis Sekretariat 0.01

RAUMDATEN

Grundfläche:	ca. 31,5 m ²
Raumhöhe:	ca. 3,1 m
Raumvolumen:	ca. 98,6 m ³
Nutzung:	Einzelbüro
Zustand:	unmöbliert
Norm:	ASR 3.7
Raumgruppe:	Einzelbüro
obere Nachhallzeit:	0,80 s

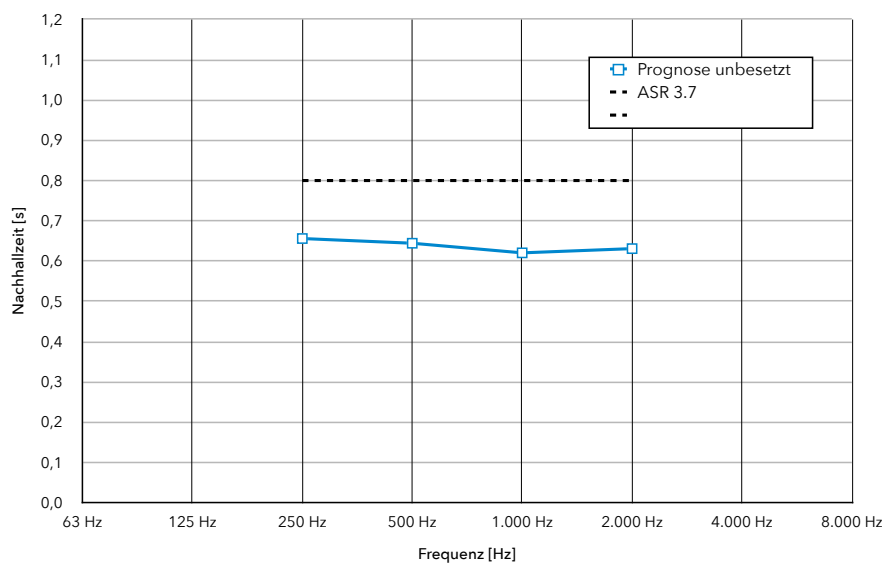


RAUMAKUSTISCH WIRKSAME FLÄCHEN

Boden:	Linoleum
Decke:	ca. 26 m² Akustikdecke aus Holzwolleplatten, d = 25 mm, Faserbreite 1 mm, 40 mm Dämmstoffauflage (längenbezogener Strömungswiderstand $r \geq 10 \text{ kPa s/m}^2$), tKh = 390 mm, bewerteter Schallabsorptionsgrad $\alpha_w \geq 0,95$ bei 200 mm tKh ($\alpha_w \geq 1,0$ bei 300 mm tKh), z.B. <i>Heradesign superfine</i> oder <i>Troldekt ultrafine</i>
Wände:	nicht geplant

Die genannten Produkte sind exemplarisch und können durch akustisch vergleichbare Fabrikate ersetzt werden.

STATISTISCHE NACHHALLZEITPROGNOSE



Frequenz	unbesetzt	teilbesetzt
125 Hz	-	-
250 Hz	0,66 s	-
500 Hz	0,64 s	-
1000 Hz	0,62 s	-
2000 Hz	0,63 s	-
4000 Hz	-	-

BEWERTUNG

Mit der geplanten Akustikdecke wird die Anforderung der ASR 3.7 an Einzelbüros rechnerisch erreicht. Gleichzeitig werden die Empfehlungen der DIN 18041 für Einzelbüros entsprechend Nutzungsart B3 erfüllt.