BAUPHYSIK

Entwurf- und Genehmigungsplanung
Raumakustik

BAUVORHABEN:	Neubau Schulcampus für Gesundheits- und Pflegeberufe Berlin Stadtrandstraße 555 13589 Berlin
BAUTEIL:	Schulgebäude
BAUHERR:	Evangelisches Waldkrankenhaus Spandau Stadtrandstraße 555 13589 Berlin
OBJEKTPLANUNG:	thoma architekten wilhelmine-gemberg-weg 6 10179 Berlin
BAUPHYSIK:	KREBS+KIEFER Ingenieure GmbH Altmarkt 10a | 01067 Dresden T 0351 250968-0 | F 0351 250968-129

Aktenzeichen: 20232107
Dresden, 16.05.2025
Unterschrift:

.....
Dipl.-Ing. Karsten Däumer

Schlussseite

zur Entwurfs- und Genehmigungsplanung Raumakustik gemäß Inhaltsverzeichnis.

AUFGESTELLT: Seiten 1 bis 46

Dresden, 16.05.2025
Unterschrift:

.....

B. Eng. Robin Leuschner

GEGENGELESEN: Seiten 1 bis 46

Dresden, 16.05.2025
Unterschrift:

.....

Kathleen Seßler B.Sc.

Inhaltsverzeichnis

Schlussseite 2
Inhaltsverzeichnis 3
1 Zusammenfassung 4
2 Vorbemerkungen 6
2.1 Objektbeschreibung 6
2.2 Aufgabenstellung 7
2.3 Planungsgrundlagen 7
3 Grundlagen der Raumakustik 9
4 Raumakustische Zielgrößen 10
4.1 Raumakustische Zielgrößen gemäß DIN 18041 10
4.1.1 Räume der Gruppe A 10
4.1.2 Räume der Gruppe B 11
4.1.3 Inklusion 13
4.2 Arbeitsstättenrichtlinie ASR A3.7 (informativ) 14
4.3 Empfohlene projektspezifische Zielgrößen 16
5 Raumakustische Maßnahmen 17
5.1 Grundlagen zur Dimensionierung raumakustischer Maßnahmen 17
5.1.1 Einzelbüros (u.a. Schulleiter, ect.) 19
5.1.2 Mehrpersonenbüros, (u.a. Skills Labs-Videoüberwachung) 22
5.1.3 Besprechung Allgemein 25
5.1.4 Klassenräume 27
5.1.5 Gruppenräume 29
5.1.6 Skills Labs 31
5.1.7 Bibliothek/ Multimedia 34
5.1.8 Treppenraum 36
5.1.9 Foyer, Forum, Flure (Verkehrsflächen) 38
Forum 38
Flure 38
5.1.10 Verwendete Absorbertypen 46

1 Zusammenfassung

Für das vorliegende Bauvorhaben „Schulcampus für Gesundheits- und Pflegeberufe“ in Berlin werden im Rahmen der Entwurfs- und Genehmigungsplanung geeignete Zielgrößen für die Nachhallzeit bzw. das A/V-Verhältnis gemäß DIN 18041:2016-03 benannt und notwendige raumakustische Maßnahmen zur Erfüllung dieser Zielkennwerte aufgezeigt. Die aus der Vorplanung festgelegten Zielkennwerte wurden dabei an die aktuelle Grundrissplanung des Architekturbüros AWB Architekten GmbH angepasst und das Raumakustikkonzept fortgeschrieben.

Die in dieser Unterlage geplanten raumakustischen Maßnahmen werden anhand von exemplarischen Nutzungsbereichen ausgelegt und können auf andere Räume mit vergleichbarer Kubatur und Nutzung übertragen werden.

Zum derzeitigen Planungsstand ergeben sich folgende Besonderheiten:

+ Bei Erfüllung der Anforderungen an Räume der Gruppe A sowie Empfehlungen der Gruppe B der DIN 18041 werden die Anforderungen der ASR 3.7 3automatisch erfüllt, Lediglich die Anforderungen der ASR 3.7 für Mehrpersonenbüros ist höher als die der DIN 18041. Für den Fall werden zwei Varianten in den Berechnungen aufgezeigt, die zur Erfüllung des jeweiligen Anforderungsniveaus führen.

+ Gemäß DIN 18041 sind der Öffentlichkeit zugängliche Neubauten inklusiv zu errichten. Für das vorliegende Bauvorhaben werden alle Gruppenräume zusätzlich hinsichtlich der inklusiven Anforderungen ausgelegt.

+ Für das vorliegende Bauvorhaben wird sowohl eine Sprachalarmierungsanlage sowie Elektroakustische Anlagen in den Skill Lab-Räumen geplant. In diesem Zusammenhang ergeben sich gegebenenfalls zusätzliche Anforderungen an Sprachverständlichkeit und raumakustische Maßnahmen. Diese sind durch den zuständigen Fachplaner für zu definieren und müssen bei der Auslegung der raumakustischen Maßnahmen berücksichtigt werden.

+ Im Zuge der Nachweisführung werden für die geplanten raumakustischen Maßnahmen exemplarische Absorberprodukte angegeben, mit denen die festgelegten Zielwerte erreicht werden können. Von diesen beispielhaften Absorbern kann abgewichen werden, sofern die in Kapitel 5.1.9 aufgeführten frequenzabhängigen Schallabsorptionsgrade eingehalten werden.

+ Für die Berechnung wurde eine Abhanghöhe von 400 mm gemäß den Herstellerangaben berücksichtigt. Größere Deckenabstände wurden vom Produkthersteller nicht geprüft und können daher nicht in den Berechnungen berücksichtigt werden. Es sind somit geringe Abweichungen in den tatsächlichen Absorptionswerten zu erwarten, die sich i.d.R. positiv auf die Nachhallzeit auswirken

+ Die Auslegung der Raumakustischen Maßnahmen im Raumverbund des Foyers, Forum und anliegenden Verkehrsflächen erfolgt mittels Strahlenverfolgung. Mit den beschriebenen raumakustischen Maßnahmen nach Abschnitt 5.1.9 für das Forum, Foyer und die anliegenden Verkehrsflächen werden die Zielkennwerte gemäß DIN 18041 annähernd erfüllt. Die Umrechnung der Anforderungen an Räume der Gruppe B (A/V-Verhältnis) in die erforderliche Nachhallzeit erfolgt mittels der Formel nach Sabine. Die Umrechnung des A/V – Verhältnisses zu einer Nachhallzeit nach Sabine gilt nur für Räume mit gleichmäßig ausgeführten Raumvolumina und gleich verteilten raumakustischen Maßnahmen an allen Raumbegrenzungsflächen. Da diese Umstände im Raumverbund Forum, Foyer und den Anliegenden Verkehrsflächen nicht gegeben ist, wird ein Toleranzbereich von +/-20% mit aufgeführt.

+ Im Raum Videoüberwachung werden drei Arbeitsplätze entstehen, in welchem gleichzeitig mit den Auszubildenen in den unterschiedlichen Skillräumen kommuniziert werden soll [10]. Diese Räume sind aus Fachplanerischer Sicht raumakustisch wie Mehrpersonenbüros auszulegen.

Im Vorliegenden Dokument wurden für alle Raumtypen und Nutzungsarten die geeigneten Maßnahmen zur Einhaltung der raumakustischen Zielgrößen auf Grundlage der Nutzungs- und Möblierungskonzepte festgelegt und detailliert berechnet. Weitere Variantenuntersuchungen bzw. die Fortschreibung der Raumakustischen Maßnahmen werden in Abhängigkeit des konkreten Leistungsumfangs im Zuge der Genehmigungsplanung vorgenommen.

2 Vorbemerkungen

2.1 Objektbeschreibung

Das Architekturbüro thoma architekten plant im Auftrag des Evangelischen Waldkrankenhauses Spandau den Neubau des Schulcampus für Gesundheits- und Pflegeberufe Berlin. Der Neubau ist mit 3 Geschossen geplant. Im Zentrum soll ein Forum mit Oberlicht entstehen.

In den ersten 2 Geschossen sind Unterrichtsräume, Skill Labs sowie ein Forum und eine Bibliothek geplant. Im obersten Geschoss befinden sich Büro- und Verwaltungsräume.



Abbildung 2.1: Visualisierung Nordansicht (thoma architekten, Stand: 30.04.2024)

2.2 Aufgabenstellung

Für das Bauvorhaben ist die KREBS+KIEFER Ingenieure GmbH unter anderem mit der Leistung der Raumakustik beauftragt.

In dieser Unterlage werden im Rahmen der Entwurfs- und Genehmigungplanung geeignete raumakustische Zielgrößen für exemplarische Räume aufgestellt und Maßnahmen benannt, die zur Einhaltung der definierten Zielgrößen führen.

2.3 Planungsgrundlagen

Für die Erstellung des vorliegenden Berichts wurden folgende Planungsgrundlagen verwendet:

Pläne

Grundrisse Ebene EG bis 2.OG, Dachaufsicht	M 1:100	vom 13.12.2024
Schnitte A-A, B-B	M 1:100	vom 13.12.2024
Ansichten NO, NW, SO, SW	M 1:100	vom 13.12.2024

angefertigt von:
thoma architekten
wilhelmine-gemberg-weg 6
10179 Berlin

Literatur

[1] DIN 18041:2016-03 Hörsamkeit in Räumen – Anforderungen, Empfehlungen und Hinweise für die Planung
[2] DIN 18040-1:2010-10 Barrierefreies Bauen – Planungsgrundlagen, Öffentlich zugängliche Gebäude
[3] Fasold, Sonntag, Winkler: Bauphysikalische Entwurfslehre - Bau- u. Raumakustik, Verlag für Bauwesen, Berlin. 1987
[4] DIN EN 12354-6:2004-04 Bauakustik - Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften, Schallabsorption in Räumen, Deutsche Fassung EN 12354-6:2003
[5] Standards für den Neubau von Schulen, Berliner Schulbauoffensive, Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen, Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Familie Berlin Februar 2019
[6] Memorandum zur ASR A3.7 „Lärm“ und den annerkanten Regeln der Technik, Deutsche Gesellschaft für Akustik e.V, Fachausschuss Bau- und Raumakustik, DEGA BR 0107, November 2021
[7] Technische Regeln für Arbeitsstätten – Lärm – ASR A3.7, Ausgabe März 2021

Weitere Planungsgrundlagen

[8] Vorgaben zu baulichen Standards für Objekte der Stadt Leipzig, Stadt Leipzig, Amt für Gebäudemanagement, 14.09.2017
[9] E-Mail bzgl. Nutzung der Skill Lab-Räume vom 11.12.2024 mit Betreff: „WG: [Extern] 20SGP_Fragen zu Nutzung Skills Labs und Lager-Skills Labs“ gesendet von thoma architekten
[10] E-Mail bzgl. Nutzung des Skill Labs-Videoüberwachung vom 11.12.2024 mit Betreff “WG: [Extern] 20SGP_Fragen zu Nutzung Skills Labs und Lager-Skills Labs“, gesendet von thoma architekten
[11] E-Mail vom 12.02.2025 mit Betreff „AW: 250212_SGP_Raumakustik“, gesendet von thoma architekten

Software

[12] Raumakustik Simulations-Software Ease 5 Second Edition der Firma AFMG Technologies GmbH

3 Grundlagen der Raumakustik

Die „Raumakustik“ beschäftigt sich mit der Hörsamkeit und der Lärmminderung innerhalb von geschlossenen Räumen. In Abgrenzung zum „Schallschutz“ ist hier nicht die Behandlung von Maßnahmen zur Begrenzung der von außen eindringenden Geräuschen gemeint. Es geht vielmehr darum, die vorhandene Geräuschsituation eines Raumes zu behandeln und gegebenenfalls so zu regulieren, dass eine für den Verwendungszweck geeignete „Akustik“ erzeugt wird.

Die Ziele für eine gute Raumakustik innerhalb von Musik-, Vortrags- und Kommunikationsräumen sind die Optimierung der Silbenverständlichkeit, der Sprachdeutlichkeit und damit einer ungehinderten bzw. ungestörten Kommunikation. In Aufenthaltsräumen (z.B. Foyer, Verkehrsflächen, Unterrichtsräume, Büros) dienen die raumakustischen Maßnahmen dagegen, aufgrund von hohen Schalldruckpegeln im Raum, vorrangig der Raumbedämpfung und somit der Begrenzung der Halligkeit.

Ein wesentliches Beurteilungskriterium bei der raumakustischen Planung und Bewertung ist die Nachhallzeit, welche mit der empfundenen „Halligkeit“ eines Raums in direktem Zusammenhang steht. Die Nachhallzeit wird durch die schallabsorbierenden Eigenschaften der im Raum befindlichen Oberflächen beeinflusst. Eine Senkung der Nachhallzeit ist im Allgemeinen mit einer Erhöhung der Sprachverständlichkeit und einer Verminderung von Schalldruckpegeln verbunden.

Die Nachhallzeit kann durch den Einbau geeigneter Elemente mit schallabsorbierenden Eigenschaften oder stark strukturierten Oberflächen gesenkt werden. Hierzu können beispielsweise Konstruktionen mit porösen und oberflächenoffenen Materialien wie gelochte Gipskartonplatten, Faserdämmstoffe, schwere Textilien oder andere speziell hierfür geschaffene Materialien in Ansatz gebracht werden. Im Gegensatz hierzu sind glatte Oberflächen mit einer hohen Rohdichte (z.B. Stahlbeton, Stein- oder Parkettböden) als schallhart anzusehen und weisen überwiegend reflektierende Eigenschaften auf.

Die Zielkennwerte hinsichtlich der akustischen Verhältnisse richten sich nach der geplanten Nutzung und dem Volumen der Räume. Durch die empfohlenen Maßnahmen soll eine bestimmungsgemäße Nutzung der Räume ermöglicht werden.
In Räumen ohne raumakustische Maßnahmen geht eine Nutzung durch mehrere Personen gleichzeitig im Allgemeinen nur mit Einschränkungen hinsichtlich der Sprachverständlichkeit, der Hörsamkeit sowie psycho-physiologischer Art (individuelle Wahrnehmung) einher.

4 Raumakustische Zielgrößen

4.1 Raumakustische Zielgrößen gemäß DIN 18041

Für die Festlegung der raumakustischen Zielgrößen ist die Nutzung eines Raumes maßgebend (z.B. Sprachvorträge, Musikdarbietungen, Aufenthaltsnutzung, Nutzung mit konzentriertem Arbeiten etc.) Empfehlungen für die Zielgrößen in Abhängigkeit der Nutzung werden in der DIN 18041 „Hörsamkeit in Räumen – Anforderungen, Empfehlungen und Hinweise für die Planung“ [1] festgelegt. Dabei werden zunächst zwei Raumgruppen unterschieden:

+ Räume der Gruppe A (Hörsamkeit über mittlere und größere Entfernungen)
+ Räume der Gruppe B (Hörsamkeit über geringere Entfernung)

Die raumakustischen Anforderungen an beide Raumgruppen unterscheiden sich im Wesentlichen durch die akustischen Parameter, für die Sollgrößen vorgegeben werden. In Räumen der Gruppe A werden *Anforderungen* an die Nachhallzeit T_{SOLL} sowie an deren Frequenzverlauf gestellt. Im Gegensatz dazu werden für Räume der Gruppe B abhängig von der Raumhöhe *Empfehlungen* für das Verhältnis von äquivalenter Absorptionsfläche zum Raumvolumen (A/V-Verhältnis) formuliert.

4.1.1 Räume der Gruppe A

In den Räumen, die der Gruppe A zuzuordnen sind, steht die Kommunikation und damit die Sprachverständlichkeit von einem Redner zu einem Publikum im Vordergrund.

Da innerhalb der Gruppe A nutzungsabhängig unterschiedliche raumakustische Anforderungen bestehen (z.B. ist in Musikaufführungsräumen eine längere Nachhallzeit als in einem Unterrichtsraum gewünscht), sind in Tabelle 1 der DIN 18041:2016-03 fünf Raumgruppen RG A1 bis A5 definiert und Beispiele für die jeweilige Raumgruppe benannt.

In der folgenden Tabelle sind die Nutzungsarten der Räume gemäß Gruppe A aufgelistet.

Tabelle 4.1: Nutzungsarten der Räume der Gruppe A, nach DIN 18041:2016-03 Tabelle 1

Nutzungsart	Bezeichnung	Beispiele
A1	Musik	Musikraum mit aktivem Musizieren und Gesang
A2	Sprache / Vortrag	Gerichts- und Ratssaal Gemeindesaal Hörsaal Versammlungsraum Schulaula

Nutzungsart	Bezeichnung	Beispiele
A3	Sprache / Vortrag inklusiv **Erforderlich für inklusive Nutzung***	Gerichts- und Ratssaal Gemeindesaal Hörsaal Versammlungsraum Schulaula
	Unterricht / Kommunikation	Unterrichtsraum Differenzierungsraum Tagungsraum Besprechungsraum Konferenzraum Seminarraum Gruppenraum in Kindertageseinrichtungen, Pflegereinrichtungen und Seniorenheimen
A4	Unterricht / Kommunikation inklusiv **Erforderlich für inklusive Nutzung***	Unterrichtsraum Differenzierungsraum Tagungsraum Besprechungsraum Konferenzraum Seminarraum Gruppenraum in Kindertageseinrichtungen, Pflegereinrichtungen und Seniorenheimen Video-Konferenzen
A5	Sport	Sport- und Schwimmhallen für nahezu ausschließliche Nutzung als Sportstätte
*Aus dem Behindertengleichstellungsgesetz, vergleichbaren Landesreglungen und der UN-Konvention über die Rechte von Menschen mit Behinderungen ergibt sich, dass der Öffentlichkeit zugängliche Neubauten inklusiv zu errichten sind, soweit dies nicht nur mit einem unverhältnismäßigen Mehraufwand erfüllt werden kann. Näheres ist den jeweiligen Landesgesetzen zu entnehmen.		

4.1.2 Räume der Gruppe B

In Räumen der Gruppe B steht die Hörsamkeit über geringe Entfernungen und damit vor allem die Raum- „Bedämpfung", d.h. die Senkung des Störgeräuschpegels, der seinen Ursprung zumeist im selben Raum hat, im Vordergrund (oftmals ist dabei verhaltensbedingter Lärm die Hauptursache für störende Geräusche im Raum).

Für diese Räume werden die raumakustischen Empfehlungen nicht für den Parameter Nachhallzeit ausgesprochen, sondern es werden in Abhängigkeit der Raumhöhe Empfehlungen für das Verhältnis der äquivalenten Schallabsorptionsfläche zum Volumen gegeben (A/V-Verhältnis).
Für die Räume der Gruppe B werden in der Norm (Tabelle 2, DIN 18041:2016-03) fünf Raumgruppen differenziert.

Tabelle 4.2: Nutzungsarten der Räume der Gruppe B, nach DIN 18041:2016-03 Tabelle 2

Nutzungsart	Bezeichnung	Beispiele
B1	Räume ohne Aufenthaltsqualität	Eingangshallen, Flure, Treppenhäuser u. Ä. als reine Verkehrsfläche (ausgenommen Verkehrsflächen in Schulen, Kindertageseinrichtungen, Krankenhäusern und Pflegeeinrichtungen)
B2	Räume zum kurzfristigen Verweilen	Eingangshallen, Flure, Treppenhäuser u. ä. Verkehrsflächen mit Aufenthaltsqualität (Empfangsbereich mit Wartezone etc.) Ausstellungsräume Schalterhallen Umkleiden in Sporthallen
B3	Räume zum längerfristigen Verweilen	Ausstellungsräume mit Interaktivität oder erhöhtem Geräuschaufkommen (Multimedia, Klang-/Videokunst etc.) Verkehrsflächen in Schulen und Kindertageseinrichtungen (Kindergarten, Kinderkrippe, Hort, etc.) Verkehrsflächen mit Aufenthaltsqualität in Krankenhäusern und Pflegeeinrichtungen (z.B. offene Wartezonen) Patientenwarteräume Pausenräume Bettenzimmer, Ruheräume Operationssäle, Behandlungsräume Untersuchungsräume, Sprechzimmer Speiseräume, Kantinen Labore Bibliotheken Verkaufsräume
B4	Räume mit Bedarf an Lärmminderung und Raumkomfort	Rezeption / Schalterbereich mit ständigem Arbeitsplatz Labore mit ständigem Arbeitsplatz Ausleihbereiche von Bibliotheken Ausgabebereich in Kantinen Bewohnerzimmer in Pflegeeinrichtungen Bürgerbüro Büroräume *,**

Nutzungsart	Bezeichnung	Beispiele
B5	Räume mit besonderem Bedarf an Lärmminderung und Raumkomfort	Speiseräume und Kantinen in Schulen, Kindertageseinrichtungen (Kindergarten, Kinderkrippe, Hort etc.), Krankenhäusern und Pflegeeinrichtungen Arbeitsräume mit besonders hohem Geräuschaufkommen (z.B. Werkstätten, Werkräume, Großküchen, Spülküchen) Callcenter *, Leitstellen, Sicherheitszentralen Intensivpflegebereich, Wachstationen Bewegungsräume in Kindertageseinrichtungen Spielflure und Umkleiden in Schulen und Kindertageseinrichtungen (Kindergarten, Kinderkrippe, Hort etc.)
* Empfehlungen für Büroräume sowie Callcenter werden ausführlich in der Richtlinie VDI 2569 behandelt. ** Einzelbüros können unter Nutzungsart B3 eingeordnet werden.		

4.1.3 Inklusion

Die DIN 18040 „Barrierefreies Bauen – Planungsgrundlagen – Teil 1: Öffentlich zugängliche Gebäude“ stellt dar, unter welchen technischen Voraussetzungen bauliche Anlagen barrierefrei sind. Dies bezieht sich auch auf die auditive Barrierefreiheit, d.h. dass akustische Informationen auch für Menschen mit eingeschränktem Hörvermögen hörbar und verstehbar sein müssen. Zu den öffentlich zugänglichen Gebäuden gehören insbesondere Einrichtungen des Kultur- und des Bildungswesens, Sport- und Freizeitstätten, Einrichtungen des Gesundheitswesens, Büro-, Verwaltungs- und Gerichtsgebäude, Verkaufs- und Gaststätten, ... (vgl. § 50 Abs. 2 MBO). Als Planungsgrundlage im Hinblick auf die Akustik verweist die DIN 18040 auf die DIN 18041. Um die erhöhten Bedarfe von Menschen mit inklusiven Anforderungen (z.B. Menschen mit auditiven Einschränkungen oder Menschen, die nicht in ihrer Muttersprache kommunizieren) zu berücksichtigen, werden in der DIN 18041 explizit Anforderungen für die inklusive Nutzung angegeben.

Für die Planungen von Gebäuden ist zu beachten, dass sich die Erforderlichkeit für raumakustische Maßnahmen in Räumen nicht nur auf Personen mit einem eingeschränkten Hörvermögen im Sinne auditiver Einschränkungen bezieht. Selbst geringe Hörstörungen können in einer Welt des immer schneller werdenden Informationsaustausches zum Nachteil werden. Mutter- und/oder Nichtmuttersprachler, die z.B. an fremdsprachigem Unterricht teilnehmen oder Personen, die von temporären akustischen Hörstörungen betroffen sind (Erkältung, Grippe etc.), laufen Gefahr dem hörsprachlichen Austausch nicht mehr schnell genug folgen zu können und werden beruflich, familiär oder sozial isoliert.

4.2 Arbeitsstättenrichtlinie ASR A3.7 (informativ)

Gemäß [7] geben die Technischen Regeln für Arbeitsstätten (ASR) den Stand der Technik, Arbeitsmedizin und Hygiene sowie sonstige gesicherte arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse für das Errichten und Betreiben von Arbeitsstätten wieder.

Formal stellen die Technischen Regeln für Arbeitsstätten (ASR) ein Hilfsmittel zur praktischen Umsetzung der übergeordneten Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV) dar. Die Ermächtigungsgrundlage zum Erlass der Verordnung über Arbeitsstätten bildet wiederum das Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG). Aus rechtlicher Sicht betrachtet, haben die verschiedenen ASR nicht den Status einer Bauvorschrift und sind im Gegensatz zur ArbStättV auch nicht zivilrechtlich als gesetzliche Regelung einzuordnen.

Im übergeordneten Zusammenhang ergeben sich für die ASR ein Vermutungsprinzip – von der Einhaltung der Anforderung der ArbStättV kann bei Anwendung der Technischen Regeln ausgegangen werden. Wird eine andere Lösung gewählt, muss damit die gleiche Sicherheit und der gleiche Gesundheitsschutz gewährleistet werden.

Die ASR A3.7 (Ausgabe: März 2021) konkretisiert für den Anwendungsbereich der Akustik die in der ArbStättV geforderte Reduzierung der Schalldruckpegel in Arbeitsstätten und an Arbeitsplätzen in Arbeitsräumen. In Abs. 5.2.1 dieser Technischen Regel sind für Büroräume in Abhängigkeit der Nutzungsart im unbesetzten Raum Nachhallzeiten festgelegt. Die Zielkennwerte sollen in den Oktavbändern von 250 Hz bis 2000 Hz nicht überschritten werden:

+ Callcenter (Büro für kommunikationsbasierte Dienstleistungen): T = 0,5 s
+ Mehrpersonen- und Großraumbüros: T = 0,6 s
+ Ein- und Zweipersonenbüro: T = 0,8 s

Gemäß Abs. 5.2.2 dieser Technischen Regel darf in Bildungsstätten, z. B. Kindertageseinrichtungen, Schulen, Hochschulen, in besetztem Zustand des Raumes für die Anforderung „Unterricht mit Personen ohne Bedürfnis nach erhöhter Sprachverständlichkeit“ die Nachhallzeit T_{soll} die mit nachfolgender Formel errechneten Werte in den Oktavbändern von 250 Hz bis 2000 Hz nicht überschreiten. Dabei ist in den Oktavbändern von 250 Hz bis 2000 Hz jeweils eine Toleranz von +/-20 % zulässig.

$$T_{soll} = (0{,}32 \cdot lg \frac{V}{m^3} - 0{,}17)\ s$$

Die Anforderung der ASR A3.7 für diese Nutzungen entspricht dem Nutzungsprofil A3 der DIN 18041. und wird somit für entsprechende Nutzungen im Rahmen des normativen Nachweises obligatorisch eingehalten.

Akustische Anforderungen an sonstige Räume mit Sprachkommunikation

Weiterhin werden in der ASR A3.7 akustische Anforderungen an alle sonstigen Arbeitsräume mit Sprachkommunikation definiert. Nach dem DEGA-Memorandum BR 0107 [6] wird jedoch nicht eindeutig formuliert, um welche Art von Arbeitsräumen es sich dabei explizit handelt. Eine Einordnung von

Besprechungs-, Schulungs- und vergleichbaren Räumen entsprechend DIN 18041, Raumgruppe A, hat dem Fachausschuss für Bau- und Raumakustik der DEGA zufolge nicht zwangsläufig in die Kategorie „Sonstige Räume mit Sprachkommunikation" zu erfolgen: „Es ist davon auszugehen, dass alle derartigen Räume als geeignet im Sinne der ASR A3.7 zu bewerten sind, wenn sie den Anforderungen an vergleichbare Räume in Bildungseinrichtungen erfüllen. [7]

Auch in Bezug auf Arbeitsräume, die gemäß DIN 18041 in die Nutzungsart B einzustufen sind, hält der Ausschuss die in diesem Abschnitt genannten Vorgaben an den mittleren Schallabsorptionsgrad für nicht umsetzbar und nimmt dazu wie folgt Stellung: „Die anerkannten Regeln der Technik zur Planung von sonstigen Arbeitsräumen in denen Sprachkommunikation erfolgt, werden durch die Orientierungswerte für die entsprechenden Räume der Gruppe B von DIN 18041 beschrieben".

Arbeitsräume, in denen Sprachkommunikation erforderlich ist, sollen gemäß ASR A3.7 durch raumakustische Maßnahmen so gestaltet werden, dass folgender mittlerer Schallabsorptionsgrad $\bar{\alpha}$ beim eingerichteten Raum erreicht wird:

+ mittlerer Schallabsorptionsgrad $\bar{\alpha}$ = 0,30

Als anzusetzender Schallabsorptionsgrad α der Oberflächenmaterialien ist der arithmetische Mittelwert der Absorptionsgrade in den Oktavbändern mit den Mittenfrequenzen von 250-2000 Hz zu nehmen.

4.3 Empfohlene projektspezifische Zielgrößen

In nachfolgender Tabelle werden für unterschiedliche Raumnutzungen entsprechende Zielkennwerte für die Nachhallzeit bzw. das A/V-Verhältnis gemäß DIN 18041:2016-03 aufgeführt.

Tabelle 4.3: Anforderung an die Nachhallzeit sowie Empfehlung für das A/V-Verhältnis nach DIN 18041

Raum	Zielkennwert [DIN 18041]	Anmerkung	raumakustische Maßnahmen
Einzelbüros (u.a. Schulleiter, etc.) LH: 3 m	A/V ≥ 0,19 m²/m³	Nutzungsart B3 „Räume zum längerfristigen Verweilen“	abgehängte Lochdecke
Mehrpersonenbüros, Videoüberwachung LH: 3 m	A/V ≥ 0,23 m²/m³	Nutzungsart B3 „Räume zum längerfristigen Verweilen“	abgehängte Lochdecke, Kantenabsorber,
Besprechung Allgemein A: ~ 87 m² V: ~ 262 m³	T_{Soll} ≤ 0,49 s	Nutzungsart A4 „Unterricht/Kommunikation inlusiv“	abgehängte Lochdecke, Wandabsorber
Bibliothek / Multimedia LH: 3 m	A/V ≥ 0,19 m²/m³	Nutzungsart B3 „Räume mit Bedarf an Lärmminderung und Raumkomfort“	abgehängte Lochdecke
Klassenräume A: ~ 65 m² V: ~ 196 m³	T_{Soll} ≤ 0,46 s	Nutzungsart A4 „Unterricht/Kommunikation inklusiv“	abgehängte Lochdecke, Wandabsorber
Gruppenräume A: ~ 22 m² V: ~ 78 m³	T_{Soll} ≤ 0,33 s	Nutzungsart A4 „Unterricht/Kommunikation inklusiv“	abgehängte Lochdecke, Kantenabsorber, Wandabsorber
Skill Labs A: ~ 38 m² V: ~ 114 m³	T_{Soll} ≤ 0,39 s	Nutzungsart A4 „Unterricht/Kommunikation inklusiv“	abgehängte Lochdecke, Kantenabsorber, Wandabsorber
Treppenräume LH: 3 m	A/V ≥ 0,10 m²/m³	Nutzungsart B2 „Räume zum kurzfristigen Verweilen“	abgehängte Lochdecke,
Foyer, Forum LH: 3 m, LH: ~9,5 m	A/V ≥ 0,13 m²/m³	Nutzungsart B3 „Räume mit Bedarf an Lärmminderung und Raumkomfort“	Abgehängte Metalldecke, Wandabsorber
Verkehrsflächen LH: 3 m	A/V ≥ 0,19 m²/m³	Nutzungsart B3 „Räume mit Bedarf an Lärmminderung und Raumkomfort“	Abgehängte Metalldecke, Wandabsorber

5 Raumakustische Maßnahmen

5.1 Grundlagen zur Dimensionierung raumakustischer Maßnahmen

Berechnungsmethode
Der rechnerische Nachweis der äquivalenten Schallabsorptionsfläche (A/V-Verhältnis) sowie der Nachhallzeit erfolgt mit Verweis auf die DIN EN 12354-6 Abs. 4 mithilfe statistischer Methoden und gilt für Räume, für die ein annähernd diffuses Schallfeld angenommen werden kann.

Raumakustische Planung
Die in dieser Unterlage geplanten raumakustischen Maßnahmen werden anhand von exemplarischen Nutzungsbereichen ausgelegt und können auf andere Räume in Abhängigkeit der Nettoraumfläche bei gleicher lichter Höhe übertragen werden.

Überdämpfung
Gemäß DIN 18041 ist in kleinen Räumen mit Volumina bis etwa 250 m³ eine Überdämpfung durch schallabsorbierende Maßnahmen in der Regel nicht zu befürchten, so dass größere Absorberflächen keinen negativen Einfluss auf die Hörsamkeit haben.
In großen Mehrpersonenbüros kann dagegen eine Überdämpfung des Raumes bei sehr kurzen Nachhallzeiten nicht pauschal ausgeschlossen werden und einen unerwünschten Anstieg der Sprachverständlichkeit zur Folge haben. In Einzelfällen wird als präventive Maßnahme empfohlen, die Umsetzung der raumakustischen Maßnahmen sukzessive durchzuführen und messtechnisch begleiten zu lassen.

Positionierung akustisch wirksamer Flächen
Absorbierenden Flächen und akustisch wirksame Elemente sind gleichmäßig auf die Raumoberflächen bzw. im Raum zu verteilen. Schallabsorber mit bevorzugter Wirksamkeit im tieffrequenten Bereich sind gemäß [1] besonders in Schallquellennähe, in Raumecken oder -kanten wirksam.

Um in Räumen mit Sprachkommunikation – insbesondere bei Frontalunterricht - störende Reflexionen an den Wänden zu verringern und damit die Sprachverständlichkeit zu erhöhen, sind Absorber an der Raumrückwand vorzusehen. Der Rückwandabsorber sollte dabei möglichst auf Ohrhöhe bzw. ab einer Höhe von 1,00 m über OKFF montiert werden, um einerseits eine optimierte raumakustische Wirksamkeit zu erzielen und andererseits Verschmutzungen sowie Beschädigungen zu minimieren.

In Schulen ohne Frontalunterricht können alternativ zu den Wandabsorbern geeignete streuende Objekte an den Wänden aufgestellt werden (z.B. offene, eingeräumte Regale mit einer Tiefe von ≥ 20 cm).

Textile Behänge
Die Schallabsorption von Vorhängen oder anderen innenliegenden Verdunklungsmaßnahmen ist stark von der Anordnung, dem gewählten Material und von der dauerhaft vorhandenen wirksamen Fläche abhängig.

Sprachverständlichkeit in Räumen mit Länge > 9 m

In Räumen mit einer Länge von mehr als 9 m können von der Rückwand direkt oder über Winkelspiegelreflexionen langverzögert Schallanteile in den vorderen Raumbereich gelenkt werden, die zu einer Minderung der Sprachverständlichkeit führen. In diesem Fall müssen diese Reflexionsflächen schallabsorbierend ausgestattet werden. Zusätzlich wird eine Beschallungsanlage mit Mikrofonierung empfohlen, damit die Sprachverständlichkeit auch am anderen Ende des Raums gewährleistet werden kann. Wenn dies nicht möglich ist, müssen neben Absorberflächen auch Reflexionsflächen eingeplant werden.

Schirmung

In Mehrpersonenbüros sind neben der Raumbedämpfung auch die Reduzierung der Schallausbreitung sowie in Open Space Nutzungen zusätzlich die Verminderung der Sprachverständlichkeit über größere Entfernungen zu berücksichtigen. Dazu sind grundsätzlich schirmende Elemente wie Tischaufsatzwände oder Stellwände erforderlich, deren Mindesthöhe je nach Raumsituation individuell zu bestimmen ist, im Falle sitzender Tätigkeit jedoch mindestens 1,25 m über OKFF betragen sollte.

Störeffekte

In Räumen mit rechteckigen Grundrissen können zwischen schallharten parallelen Oberflächen Flatterechos auftreten, die zu einer Beeinträchtigung der Hörsamkeit führen. Das Auftreten dieses unerwünschten Effekts wird durch eine vollständig schallabsorbierend bekleidete Decke gefördert. Durch den gezielten Einsatz von raumakustischen Maßnahmen lässt sich die Wirkung von Flatterechos abschwächen. Bei zueinander parallelen Flächen sollte zumindest eine der gegenüberliegenden Flächen gegliedert oder schallabsorbierend gestaltet werden. Auch eine Schrägstellung der Flächen um mindestens etwa 5° wirkt günstig.

Weiterhin können sich bei raumakustisch ungünstigen Grundrissen, wie annähernd quadratischen Räumen oder Räumen, deren Maße ein Vielfaches voneinander betragen, Raummoden („stehende Wellen“) einstellen, die vorwiegend im Bassbereich zu Einschränkungen der Hörsamkeit führen. Voraussetzung für diesen Störeffekt sind auch hier schallharte parallele Oberflächen, so dass entsprechende raumakustischen Maßnahmen an diesen Bauteilen den Störeffekt abschwächen.

Verwendete Absorber

Im Zuge der Nachweisführung werden für die geplanten raumakustischen Maßnahmen exemplarische Absorberprodukte angegeben, mit denen die festgelegten Zielwerte erreicht werden können. Von diesen beispielhaften Absorbern kann abgewichen werden, sofern die in Kapitel 5.1.10 dargestellten frequenzabhängigen Schallabsorptionsgrade eingehalten werden.

5.1.1 Einzelbüros (u.a. Schulleiter, ect.)

Raumparameter

Nachweisraum:	10.2.12, Schulleitung
Grundfläche:	~ 34 m²
Raumhöhe:	3 m
Raumvolumen:	~ 101 m³
Belegung:	Unbesetzter Zustand gemäß DIN 18041:2016-03
Zielwerte:	DIN 18041 Nutzungsart B3: „Räume zum längerfristigen Verweilen“ **A/V ≥ 0,19 m²/m³** ASR 3.7: „Ein- und Zweipersonenbüro“ **T ≤ 0,80 s**

Anmerkung

In Büroräumen und dergleichen dienen die erforderlichen Maßnahmen der Reduzierung der Halligkeit und damit der Verringerung des Gesamtstörschalldruckpegels.
Zur Einhaltung der Empfehlungen nach DIN 18041 sind folgende Maßnahmen geeignet:

Mögliche raumakustische Maßnahmen

Abbildung 5.1: Raumakustikmaßnahmen Schulleitung

Bauteil	Raumakustische Maßnahmen	Nachweis
Boden Decke	Industrie-Parkett 21 m² abgehängte Lochdecke, (entspricht ca. 60 % der Deckenfläche) (Rigips, Rigitone Activ'Air 12/25R, 50 mm Mineralwollauflage, Konstruktionshöhe d_{TKH} = 400 mm)	DIN 18041 ✔ ASR 3.7 ✔

Berechnungsergebnisse

Der Sollwert des A/V - Verhältnisses gemäß DIN 18041:2016-03, Nutzungsart B3: „Räume zum längerfristigen Verweilen“: **A/V ≥ 0,19 m²/m³**

Tabelle 5.1: Berechnungsergebnisse A/V - Verhältnis Schulleitung

A/V –Verhältnis [m²/m³]	Frequenz f [Hz]					
	125	250	500	1k	2k	4k
Soll A/V-Verhältnis	-	0,19	0,19	0,19	0,19	-
Ohne Akustikmaßnahmen	0,09	0,07	0,07	0,06	0,08	0,11
Variante 1	0,23	0,20	0,21	0,23	0,23	0,24

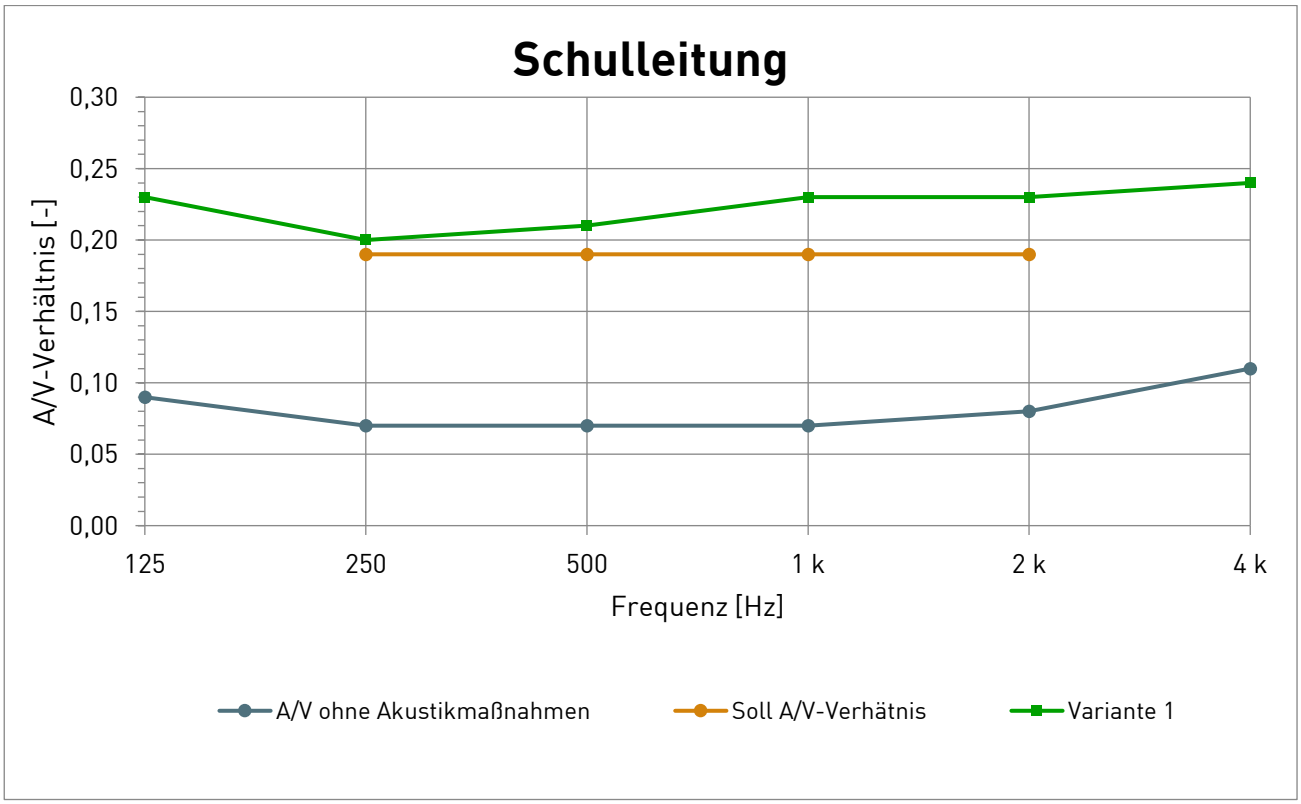


Abbildung 5.2: A/V - Verhältnis ohne und mit Akustikmaßnahmen - Schulleitung

Tabelle 5.2: Berechnungsergebnisse T (Nachhallzeit) Schulleitung

Nachhallzeit [s]	Frequenz f [Hz]					
	125	250	500	1k	2k	4k
Anforderung ASR 3.7	-	0,8	0,8	0,8	0,8	-
Ohne Akustikmaßnahmen	1,69	2,14	2,34	2,4	2,09	1,51
Variante 1	0,69	0,80	0,75	0,69	0,70	0,66

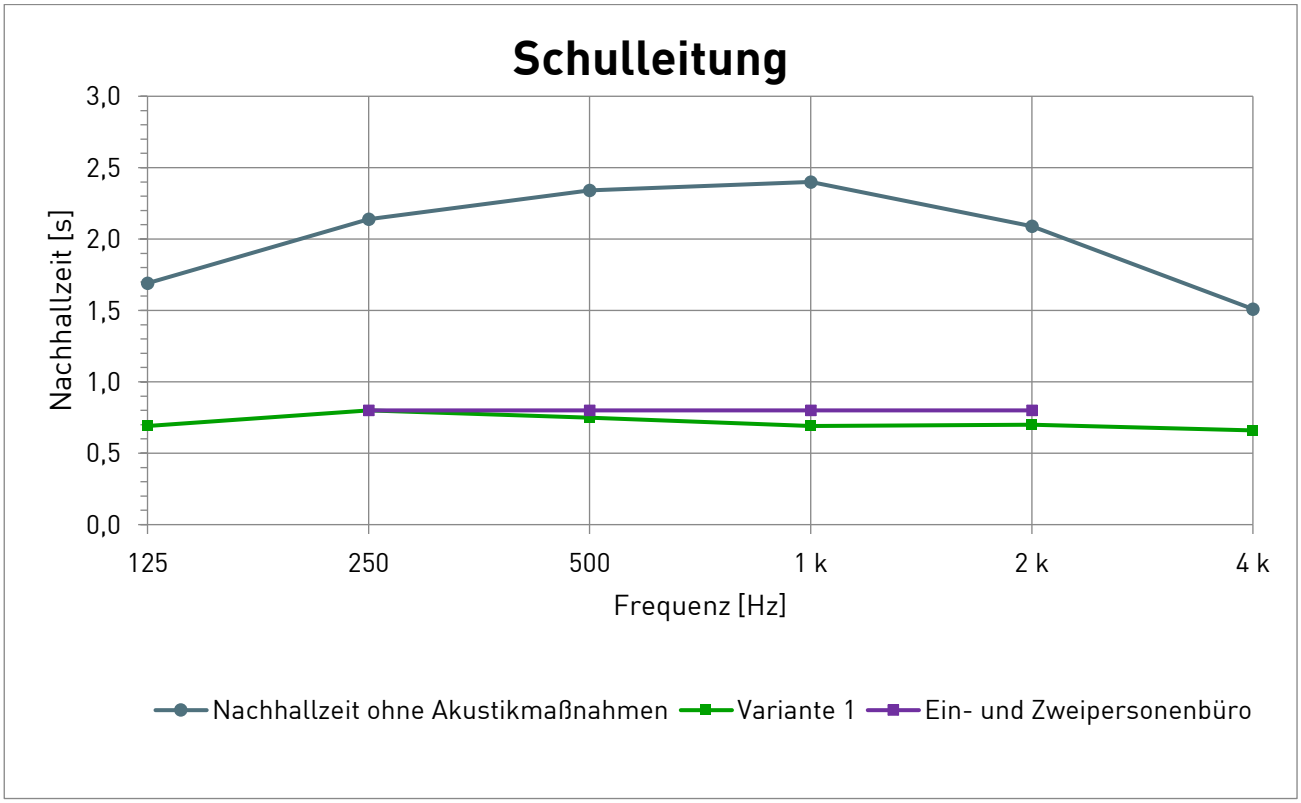


Abbildung 5.3 Nachhallzeit ohne und mit Akustikmaßnahmen – Schulleitung (ASR 3.7)

5.1.2 Mehrpersonenbüros, (u.a. Skills Labs-Videoüberwachung)

Raumparameter

Nachweisraum:	10.2.09, Büro Lehrer
Grundfläche:	~ 28 m²
Raumhöhe:	3 m
Raumvolumen:	~ 83 m³
Belegung:	Unbesetzter Zustand gemäß DIN 18041:2016-03
Zielwerte:	DIN 18041 Nutzungsart B4: „Räume mit Bedarf an Lärmminderung und Raumkomfort“ **A/V ≥ 0,23 m²/m³**
	ASR 3.7: „Mehrpersonen- und Großraumbüro“ **T ≤ 0,60 s**

Anmerkung

In Mehrpersonenbüros, also Räumen zum selbstständigen Arbeiten sowie mit konzentrierten und büroähnlichen Tätigkeiten steht die Reduzierung der Halligkeit und damit der Verringerung des Gesamtstörschalldruckpegels im Vordergrund. Dabei ist die gegenseitige Beeinflussung von aneinandergrenzenden, aber auch weiter voneinander entfernten Arbeitsplätzen maßgebend. Es besteht die Möglichkeit, dass auch über größere Entfernungen Gespräche mitgehört werden können, was im Allgemeinen als unangenehm empfunden wird und das Konzentrationsvermögen wesentlich verringert.

Im Videoüberwachungsraum sollen die Skills-Labs überwacht werden. Dabei wird über ein Mikrofon ggf. gleichzeitig mit den Auszubildenden kommuniziert. Dem Raum sind aus Fachplanerischer Sicht dieselben Empfehlungen an das A/V-Verhältnis wie den Mehrpersonenbüros zuzuordnen [10].

Zur Einhaltung der Empfehlungen nach DIN 18041 sind folgende Maßnahmen geeignet:

raumakustische Maßnahmen

Abbildung 5.4: Raumakustikmaßnahmen Büro Lehrer

Bauteil	Raumakustische Maßnahmen	Nachweis
Variante 1: DIN 18041 B4 + ASR 3.7		
Boden	Industrie-Parkett	
Decke	22 m² abgehängte Lochdecke, (entspricht ca. 80 % der Deckenfläche) (Rigips, Rigitone Activ'Air 12/25R, 50 mm Mineralwolauflage, Konstruktionshöhe d_{TKH} = 400 mm)	DIN 18041 ✔
	1,6 m² Kantenabsorber (4 m Kantenlänge), voll bedämpft mit Faserdämmstoff nach DIN EN 13162 mit einem längenbezogenen Strömungswiederstand von r ≥ 5 kPa x s/m² zur Hohlraumbedämpfung [11]	ASR 3.7 ✔

Bauteil	Raumakustische Maßnahmen	Nachweis
Variante 2: DIN 18041 B4		
Boden	Industrie-Parkett	
Decke	22 m² abgehängte Lochdecke, (entspricht ca. 80 % der Deckenfläche) (Rigips, Rigitone Activ'Air 12/25R, 50 mm Mineralwolauflage, Konstruktionshöhe d_{TKH} = 400 mm)	DIN 18041 ✔

Berechnungsergebnisse

Der Sollwert des A/V - Verhältnisses gemäß DIN 18041:2016-03, Nutzungsart B4: Räume mit Bedarf an Lärmminderung und Raumkomfort" **A/V ≥ 0,23 m²/m³.**

Tabelle 5.3: Berechnungsergebnisse A/V - Verhältnis Büro Lehrer

A/V –Verhältnis [m²/m³]	Frequenz f [Hz]					
	125	250	500	1k	2k	4k
Soll A/V-Verhältnis	-	0,23	0,23	0,23	0,23	-
Ohne Akustikmaßnahmen	0,11	0,08	0,07	0,07	0,08	0,10
Variante 1	0,31	0,27	0,27	0,30	0,29	0,30
Variante 2	0,29	0,25	0,26	0,29	0,28	0,29

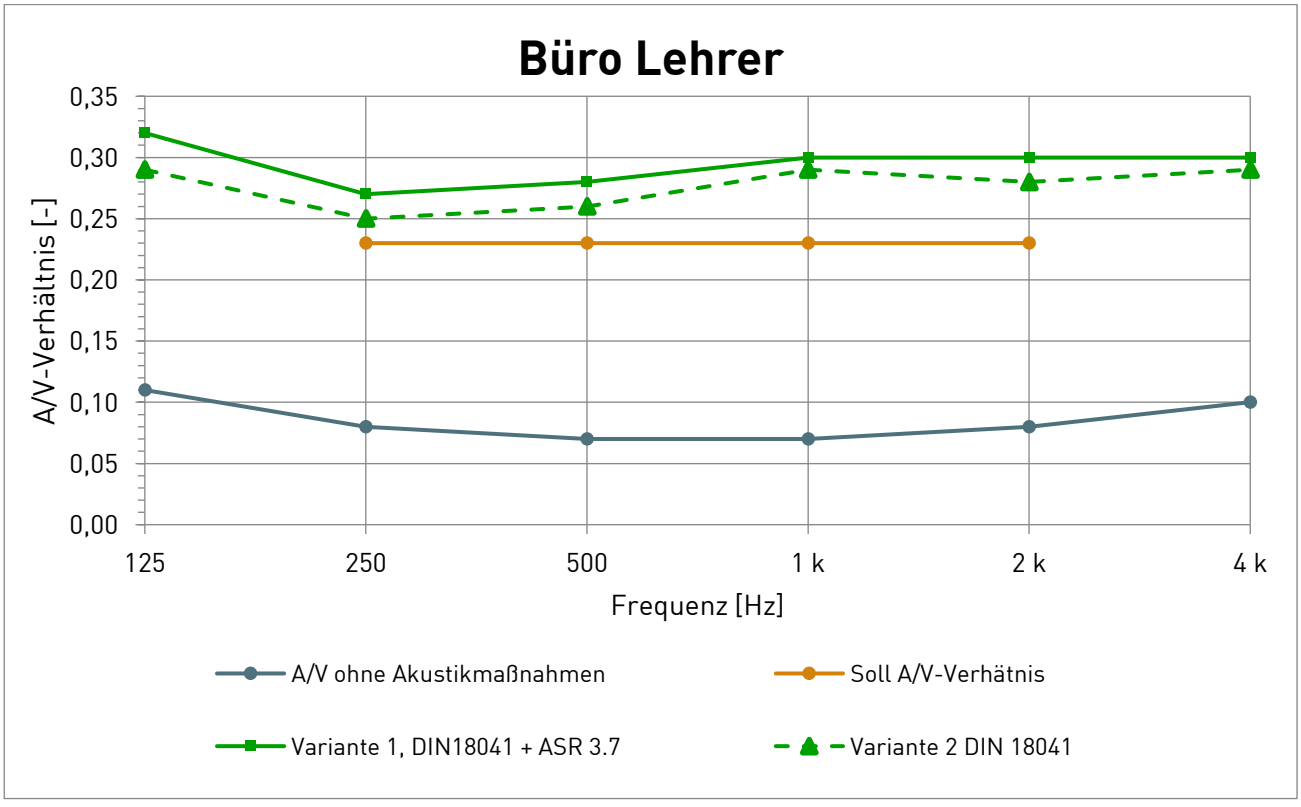


Abbildung 5.5: A/V - Verhältnis ohne und mit Akustikmaßnahmen – Büro Lehrer

Tabelle 5.4: Berechnungsergebnisse T (Nachhallzeit) Büro Lehrer

Nachhallzeit [s]	Frequenz f [Hz]					
	125	250	500	1k	2k	4k
Anforderung ASR 3.7	-	0,60	0,60	0,60	0,60	-
Ohne Akustikmaßnahmen	1,45	1,93	2,26	2,29	2,02	1,55
Variante 1	0,51	0,60	0,58	0,53	0,54	0,54
Variante 2	0,55	0,64	0,61	0,55	0,57	0,56

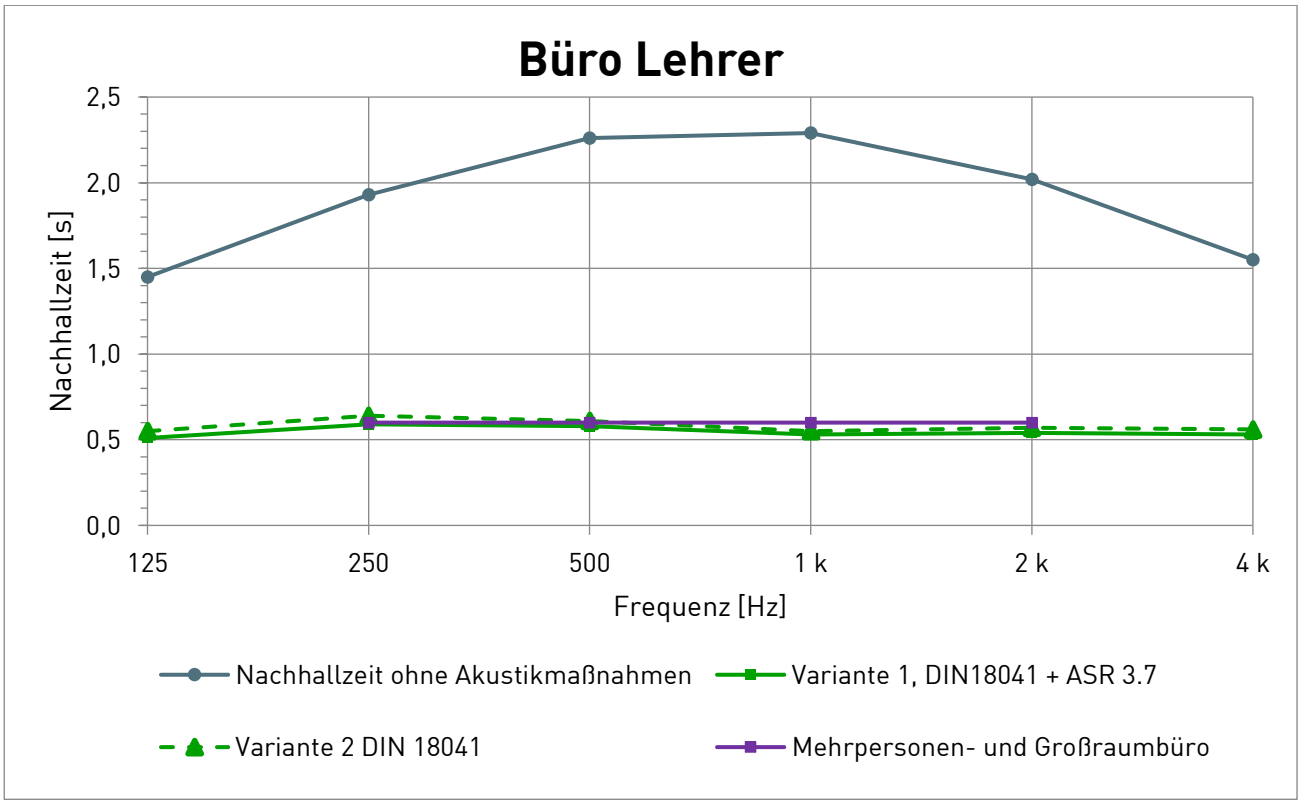


Abbildung 5.6: Nachhallzeit ohne und mit Akustikmaßnahmen – Mehrpersonenbüro (ASR 3.7)

5.1.3 Besprechung Allgemein

Raumparameter

Nachweisraum:	10.2.21, Besprechung Allgemein
Grundflächen:	~ 87 m²
Raumhöhen:	3 m
Raumvolumen:	~ 262 m³
Belegung:	80% Raumbelegung gemäß DIN 18041:2016-03
Zielwerte:	DIN 18041 Nutzungsart A4: „Unterricht/Kommunikation inklusiv“ **$T_{SOLL} \leq 0{,}49$ s** ASR 3.7: „Räume in Bildungsstätten“ **$T_{soll} = 0{,}60$ s**

Anmerkung

In Besprechungsräumen finden kommunikationsintensive Nutzungen mit mehreren gleichzeitigen Sprechern verteilt im Raum statt. Um eine der Nutzung angemessene Sprachverständlichkeit im Raum herzustellen, ist i.d.R. der Einbau von Decken- und Wandabsorbern, ggf. in Verbindung mit einem Teppichbelag erforderlich. Für den Fall, dass eine vorrangige Sprechposition im Raum vorgegeben ist, wird empfohlen die dem Sprecher gegenüberliegende Wand akustisch wirksam auszuführen.

Zur Einhaltung der Empfehlungen nach DIN 18041 sind folgende Maßnahmen geeignet:

Raumakustische Maßnahmen

Tabelle 5.5: *Raumakustische Maßnahmen Besprechung Allgemein*

Bauteil	Raumakustische Maßnahmen	Nachweis
Boden	Industrie-Parket	
Decke	70 m² abgehängte Lochdecke, (entspricht ca. 80 % der Deckenfläche) ((Rigips, Rigitone Activ'Air 12/25R, 50 mm Mineralwolauflage, Konstruktionshöhe d_{TKH} = 400 mm)	DIN 18041 ✔
Wand	8,8 m² Wandabsorber, (entspricht ca. 7,5 % der Wandfläche) (Ecophon, Akusto Wall A/Texona + 1 x Extrabass, Konstruktionshöhe dTKH = 90 mm)	ASR 3.7 ✔
Möbel	Holzstühle 30 stk.	

Berechnungsergebnisse

Dargestellt ist der Sollwert der Nachhallzeit gemäß DIN 18041:2016-03, Nutzungsart A4: „Unterricht/Kommunikation inklusiv“ **$T_{SOLL} \leq 0{,}49$ s**

Tabelle 5.6: Berechnungsergebnisse T_{soll} Besprechung Allgemein

Nachhallzeit [s]	Frequenz f [Hz]					
	125	250	500	1k	2k	4k
Obere Toleranzgrenze	0,32	0,39	0,39	0,39	0,39	0,32
Untere Toleranzgrenze	0,71	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59
Anforderung ASR 3.7	-	0,60	0,60	0,60	0,60	-
Ohne Akustikmaßnahmen	2,04	1,95	1,73	1,62	1,38	1,10
Variante 1	0,60	0,58	0,50	0,46	0,45	0,44

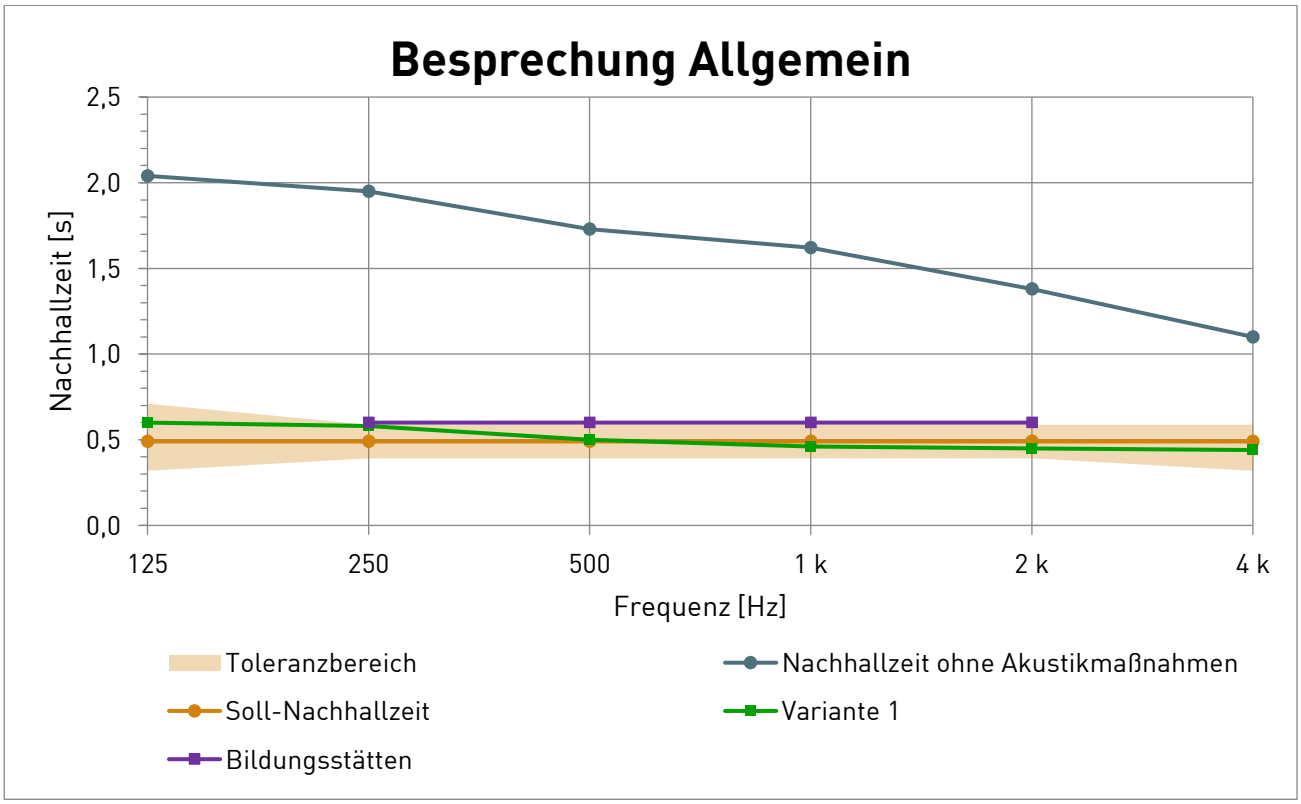


Abbildung 5.7: Nachhallzeit ohne und mit Akustikmaßnahmen – Besprechung Allgemein

5.1.4 Klassenräume

Raumparameter

Nachweisraum:	10.1.07, Klassenraum
Grundfläche:	~ 65 m²
Raumhöhe:	3 m
Raumvolumen:	~ 196 m³
Belegung:	80% Raumbelegung gemäß DIN 18041:2016-03
Zielgröße:	
	DIN 18041 Nutzungsart A4: „Unterricht/Kommunikation inklusiv“
	$T_{SOLL} \leq 0{,}46$ s
	ASR 3.7: „Räume in Bildungsstätten“
	$T_{soll} = 0{,}56$ s

Anmerkung

Klassenräume und unterrichtsähnliche Räume sind DIN 18041 inklusiv auszulegen.

Aufgrund der rechteckigen Grundrisse besteht bei einer vollflächig schallabsorbierenden Decke die Gefahr des Flatterechos. Zur Vermeidung dieser sind an mindestens einer der Wände schallabsorbierende und/ oder schallstreuende Elemente vorzusehen. Für den Fall, dass eine vorrangige Sprechposition in den Räumen vorgegeben ist, wird empfohlen die Rückwand (die dem Sprecher gegenüberliegende Wand) akustisch wirksam auszuführen.

Zur Einhaltung der Empfehlungen nach DIN 18041 sind folgende Maßnahmen geeignet:

Raumakustische Maßnahmen

Tabelle 5.7: *Raumakustische Maßnahmen Klassenraum A4 inklusiv*

Bauteil	Raumakustische Maßnahmen	Nachweis
Boden	Industrie-Parkett	
Decke	52 m² abgehängte Lochdecke, (entspricht ca. 80 % der Deckenfläche) (Rigips, Rigitone Activ'Air 12/25R, 50 mm Mineralwolauflage, Konstruktionshöhe d_{TKH} = 400 mm)	DIN 18041 ✔
Wand	4,9 m² Wandabsorber, ~ 4 % der Wandfläche (Ecophon, Akusto Wall A/Texona + 1 x Extrabass, Konstruktionshöhe d_{TKH} = 90 mm)	ASR 3.7 ✔

Berechnungsergebnisse

Dargestellt ist der Sollwert der Nachhallzeit gemäß DIN 18041:2016-03, Nutzungsart A4: „Unterricht/Kommunikation inklusiv“: **$T_{SOLL} \leq 0{,}46$ s**

Tabelle 5.8: Berechnungsergebnisse T_{soll} Klassenraum

Nachhallzeit [s]	Frequenz f [Hz]					
	125	250	500	1k	2k	4k
Obere Toleranzgrenze	0,30	0,37	0,37	0,37	0,37	0,30
Untere Toleranzgrenze	0,67	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
Anforderung ASR 3.7	-	0,56	0,56	0,56	0,56	-
Ohne Akustikmaßnahmen	1,14	1,29	1,33	1,29	1,10	0,95
Variante 1	0,49	0,52	0,48	0,44	0,43	0,42

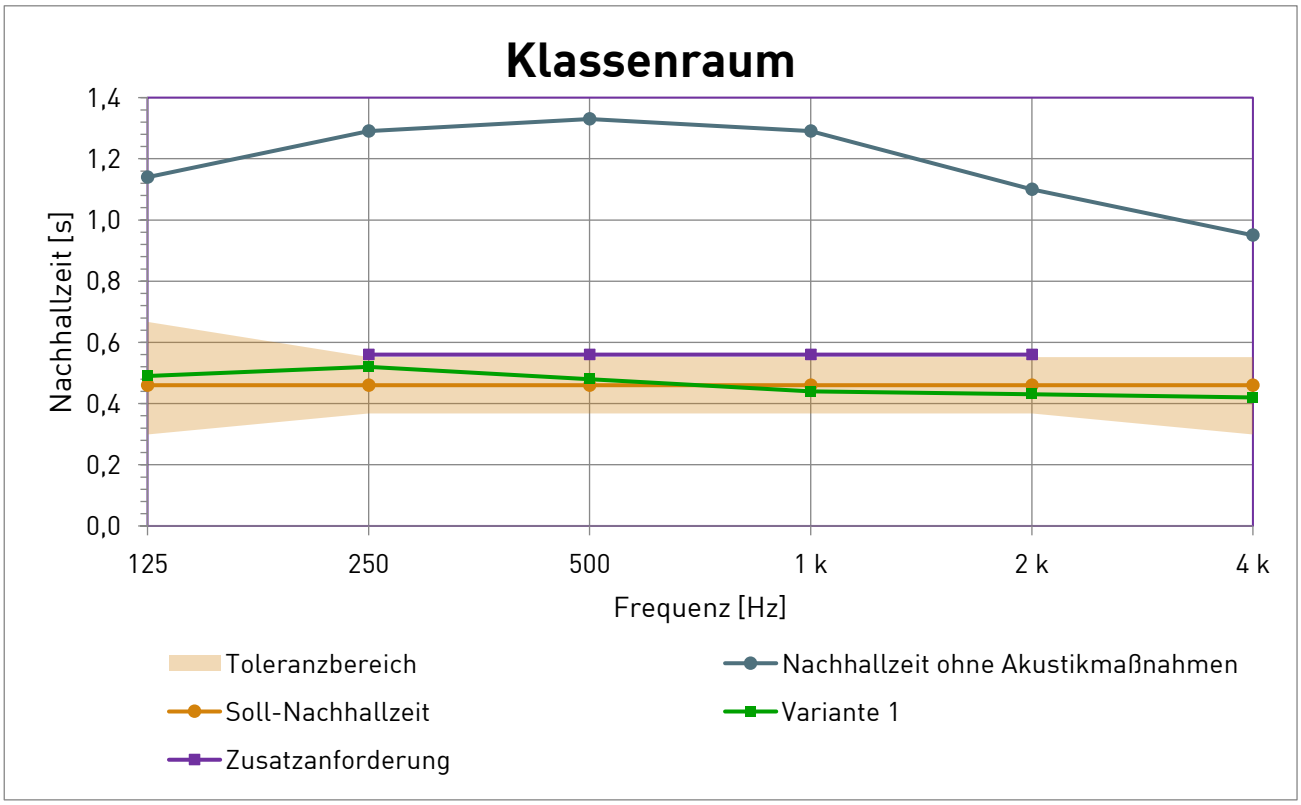


Abbildung 5.8: Nachhallzeit ohne und mit Akustikmaßnahmen – Klassenraum

5.1.5 Gruppenräume

Raumparameter

Nachweisraum:	10.0.05, Gruppenraum
Grundfläche:	~ 22 m²
Raumhöhe:	3 m
Raumvolumen:	~ 65 m³
Belegung:	80% Raumbelegung gemäß DIN 18041:2016-03
Zielgröße:	DIN 18041 Nutzungsart A4: „Unterricht/Kommunikation inklusiv“ **$T_{SOLL} \leq 0{,}33$ s** ASR 3.7: „Räume in Bildungsstätten“ **$T_{soll} = 0{,}41$ s**

Anmerkung

Gruppenräume, in welchen überwiegend sprachliche Kommunikation stattfindet, sind wie Unterrichtsräume gemäß DIN 18041 inklusiv auszulegen.

Die Einhaltung der geforderten Zielkennwerte ist mit folgenden Maßnahmen erreichbar:

Raumakustische Maßnahmen

Tabelle 5.9: *Raumakustische Maßnahmen Klassenraum A4 inklusiv*

Bauteil	Raumakustische Maßnahmen	Nachweis
Boden	Industrie-Parkett	
Decke	30 m² abgehängte Lochdecke, (entspricht ca. 80 % der Deckenfläche) (Rigips, Rigitone Activ'Air 12/25R, 50 mm Mineralwolauflage, Konstruktionshöhe d_{TKH} = 400 mm)	
	4 m² Kantenabsorber (10 m Kantenlänge), voll bedämpft mit Faserdämmstoff nach DIN EN 13162 mit einem längenbezogenen Strömungswiederstand von r ⩾ 5 kPa x s/m² zur Hohlraumbedämpfung [11]	DIN 18041 ✔ ASR 3.7 ✔
Wand	6,5 m² Wandabsorber, 5 % der Wandfläche (Ecophon, Akusto Wall A/Texona + 1 x Extrabass, Konstruktionshöhe dTKH = 90 mm)	
Möbel	Holzstühle 6 stk.	

Berechnungsergebnisse

Dargestellt ist der Sollwert der Nachhallzeit gemäß DIN 18041:2016-03, Nutzungsart A4: „Unterricht/Kommunikation inklusiv“: **$T_{SOLL} \leq 0,33$ s**

Tabelle 5.10: Berechnungsergebnisse T_{soll} Gruppenraum A4 inklusiv

Nachhallzeit [s]	Frequenz f [Hz]					
	125	250	500	1k	2k	4k
Obere Toleranzgrenze	0,21	0,26	0,26	0,26	0,26	0,21
Untere Toleranzgrenze	0,48	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Anforderung ASR 3.7	-	0,41	0,41	0,41	0,41	-
Ohne Akustikmaßnahmen	1,49	1,58	1,50	1,42	1,19	1,97
Variante 1	0,35	0,35	0,34	0,31	0,31	0,30

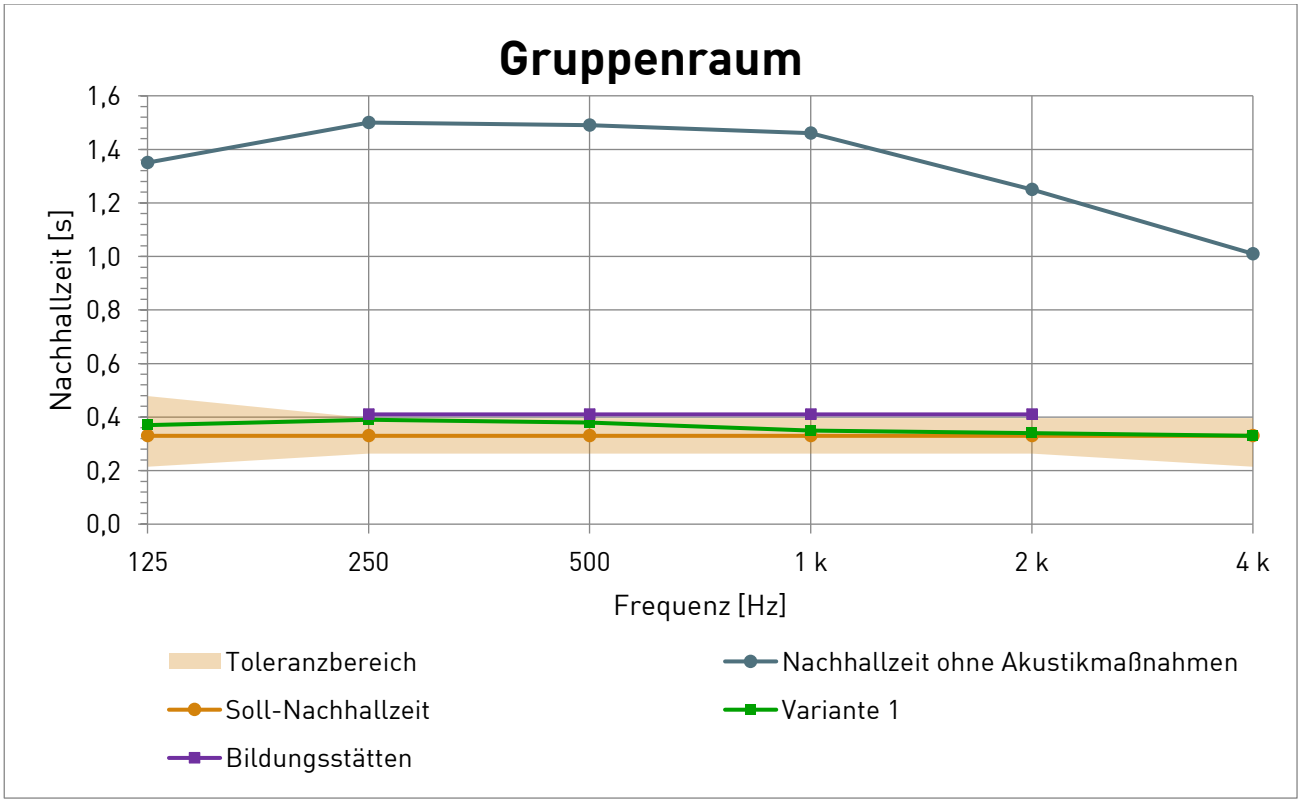


Abbildung 5.9: Nachhallzeit ohne und mit Akustikmaßnahmen – Gruppenraum

5.1.6 Skills Labs

Raumparameter

Nachweisraum:	10.0.14, Skills Lab-Akutpflege
Grundfläche:	~ 38 m²
Raumhöhe:	3 m
Raumvolumen:	~ 114 m³
Belegung:	80% Raumbelegung gemäß DIN 18041:2016-03
Zielgröße:	DIN 18041 Nutzungsart A4: „Unterricht/Kommunikation inklusiv“ **$T_{SOLL} \leq 0{,}39$ s** ASR 3.7: „Räume in Bildungsstätten“ **$T_{soll} = 0{,}49$ s**

Anmerkung

In den Skill Lab-Räumen simulieren die Auszubildenen pflegerische Handlungen. Dabei werden sich bis zu 6 Personen in den Räumen aufhalten [9] und der Fokus liegt auf sprachlicher Darbietung bzw. Unterricht womit diese der Nutzungsart A4 „Unterricht/Kommunikation inklusiv“ zuzuordnen. Zusätzliche Anforderung an z.B. Behandlungsräume (B3) erden damit automatisch erfüllt. Zusätzlich sollen Lautsprecher geplant werden [10]. Falls diesbezüglich zusätzliche Anforderungen entstehen, sind diese vom entsprechenden Fachplaner auszulegen und zu bewerten.

Die Einhaltung der geforderten Zielkennwerte ist mit folgenden Maßnahmen erreichbar:

Raumakustische Maßnahmen

Tabelle 5.11: *Raumakustische Maßnahmen Skill Lab-Akutpflege A4 inklusiv*

Bauteil	Raumakustische Maßnahmen	Nachweis
Boden	Industrie-Parkett	DIN 18041 ✔ ASR 3.7 ✔
Decke	30 m² abgehängte Lochdecke, (entspricht ca. 80 % der Deckenfläche) (Rigips, Rigitone Activ'Air 12/25R, 50 mm Mineralwolauflage, Konstruktionshöhe d_{TKH} = 400 mm)	
	4,4 m² Kantenabsorber (11 m Kantenlänge), voll bedämpft mit Faserdämmstoff nach DIN EN 13162 mit einem längenbezogenen Strömungswiederstand von r ⩾ 5 kPa x s/m² zur Hohlraumbedämpfung	
Wand	7,2 m² Wandabsorber, (entspricht ca. 7 % der Wandfläche) (Ecophon, Akusto Wall A/Texona + 1 x Extrabass, Konstruktionshöhe dTKH = 90 mm)	

Berechnungsergebnisse

Dargestellt ist der Sollwert der Nachhallzeit gemäß DIN 18041:2016-03, Nutzungsart A4: „Unterricht/Kommunikation inklusiv": **$T_{SOLL} \leqslant 0,39$ s**

Tabelle 5.12: Berechnungsergebnisse T_{soll} Skill Lab-Akutpflege A4 inklusiv

Nachhallzeit [s]	Frequenz f [Hz]					
	125	250	500	1k	2k	4k
Obere Toleranzgrenze	0,25	0,31	0,31	0,31	0,31	0,25
Untere Toleranzgrenze	0,57	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47
Anforderung ASR 3.7	-	0,49	0,49	0,49	0,49	-
Ohne Akustikmaßnahmen	1,67	1,93	1,82	1,67	1,39	1,07
Variante 1	0,43	0,46	0,43	0,38	0,38	0,36

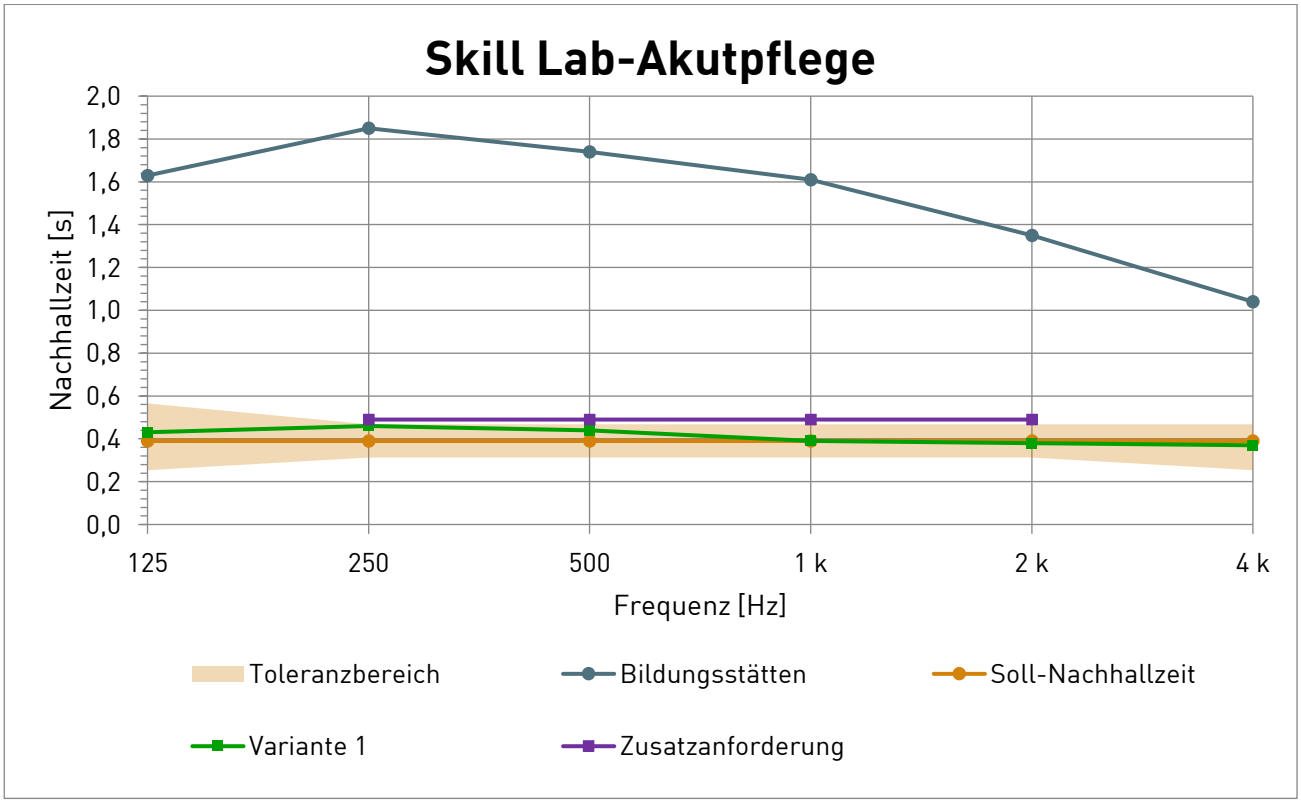


Abbildung 5.10: Nachhallzeit ohne und mit Akustikmaßnahmen – Skill Lab-Akutpflege

5.1.7 Bibliothek/ Multimedia

Raumparameter

Nachweisraum:	10.2.19, Multimedia/Bibliothek
Grundfläche:	~ 64 m²
Raumhöhe:	3 m
Raumvolumen:	~ 192 m³
Belegung:	Unbesetzter Zustand gemäß DIN 18041:2016-03
Zielwerte:	DIN 18041 Nutzungsart B3: „Räume zum längerfristigen Verweilen“ **A/V ≥ 0,19 m²/m³** ASR 3.7: „sonstige Räume mit Sprachkommunikation“ $\bar{\alpha}$ **≥ 0,3** (s. Abschnitt 4.2)

Anmerkung

In der Bibliothek dienen die erforderlichen Maßnahmen der Reduzierung der Halligkeit und damit der Verringerung des Gesamtstörschalldruckpegels.

Zur Einhaltung der Empfehlungen nach DIN 18041 sind folgende Maßnahmen geeignet:

Mögliche raumakustische Maßnahmen

Abbildung 5.11: Raumakustikmaßnahmen Schulleitung

Bauteil	Raumakustische Maßnahmen	Nachweis
Boden Decke	Industrie-Parkett 45 m² abgehängte Lochdecke, (entspricht ca. 70 % der Deckenfläche) (Rigips, Rigitone Activ'Air 12/25R, 50 mm Mineralwollauflage, Konstruktionshöhe d_{TKH} = 400 mm)	DIN 18041 ✔ ASR 3.7 ✔

Berechnungsergebnisse

Der Sollwert des A/V - Verhältnisses gemäß DIN 18041:2016-03, Nutzungsart B3: „Räume zum längerfristigen Verweilen“: **A/V ≥ 0,19 m²/m³**

Tabelle 5.13: Berechnungsergebnisse A/V - Verhältnis Bibliothek/ Multimedia

A/V –Verhältnis [m²/m³]	Frequenz f [Hz]					
	125	250	500	1k	2k	4k
Soll A/V-Verhältnis	-	0,19	0,19	0,19	0,19	-
Ohne Akustikmaßnahmen	0,07	0,06	0,05	0,05	0,06	0,09
Variante 1	0,23	0,20	0,22	0,24	0,24	0,25

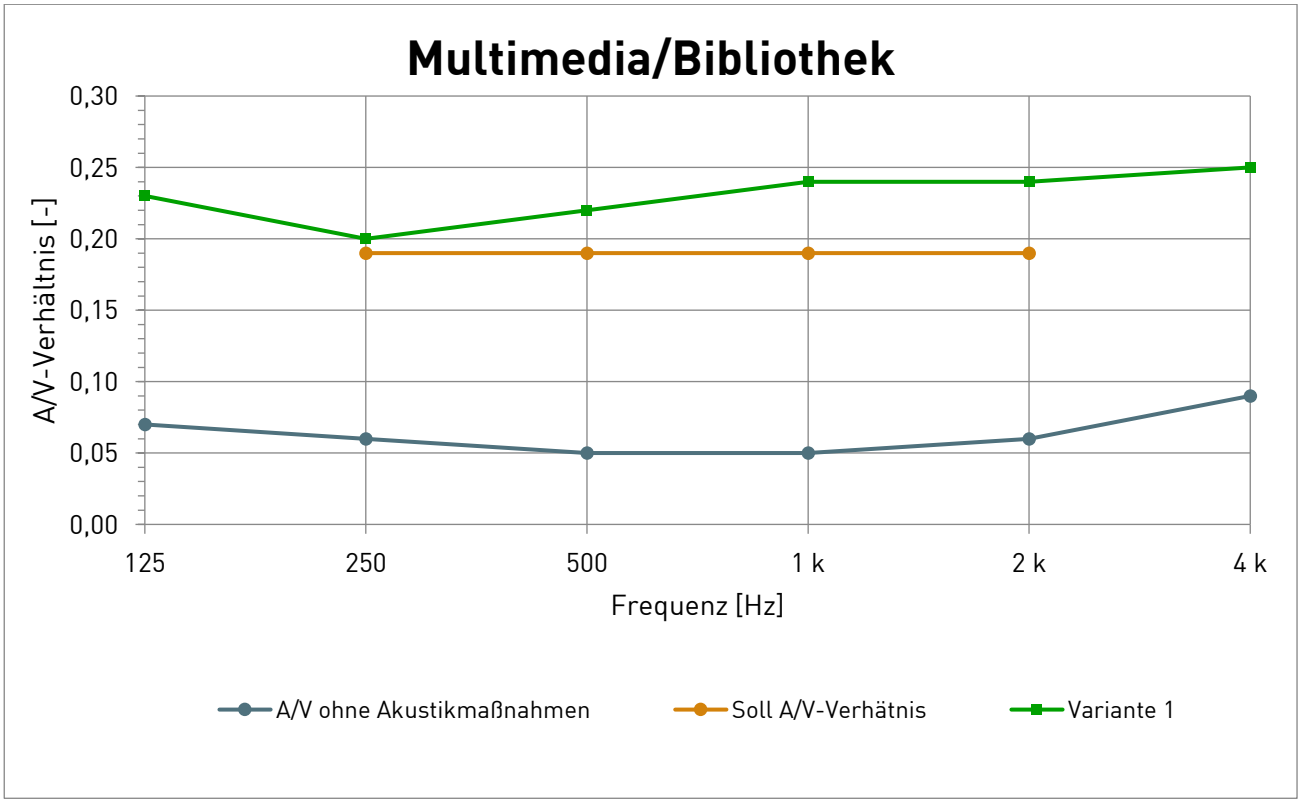


Abbildung 5.12: A/V - Verhältnis ohne und mit Akustikmaßnahmen – Bibliothek/ Multimedia

5.1.8 Treppenraum

Raumparameter

Nachweisraum:	10.0.55, Treppenraum
Grundfläche:	~ 23 m²
Raumhöhe:	11 m
Raumvolumen:	~ 254 m³
Belegung:	Unbesetzter Zustand gemäß DIN 18041:2016-03
Zielwert:	DIN 18041 Nutzungsart B2: „Räume zum kurzfristigen Verweilen“ **A/V ≥ 0,10 m²/m³**

Anmerkung

Für Verkehrsflächen werden raumakustische Maßnahmen zur Reduzierung der Halligkeit und damit zur Verringerung des Gesamtstörschalldruckpegels empfohlen.

Zur Einhaltung der Empfehlungen nach DIN 18041 sind folgende Maßnahmen geeignet:

Raumakustische Maßnahmen (Decke, 2.OG)

Tabelle 5.14: *Raumakustische Maßnahmen Treppenraum*

Bauteil	Raumakustische Maßnahmen (je Stockwerk)	Nachweis
Boden	Feinsteinzeug	
Decke	18 m² abgehängte Lochdecke, (entspricht ca. 80 % der Deckenfläche) (Rigips, Rigitone Activ'Air 12/25R, 50 mm Mineralwolauflage, Konstruktionshöhe d_{TKH} = 400 mm)	DIN 18041 ✔

Berechnungsergebnisse

Der Sollwert des A/V – Verhältnisses gemäß DIN 18041:2016-03, Nutzungsart B2: „Räume zum kurzfristigen Verweilen“: **A/V ≥ 0,10 m²/m³**

Tabelle 5.15: Berechnungsergebnisse A/V – Verhältnis Treppenraum

A/V –Verhältnis [m²/m³]	Frequenz f [Hz]					
	125	250	500	1k	2k	4k
Soll A/V-Verhältnis	-	0,10	0,10	0,10	0,10	-
Ohne Akustikmaßnahmen	0,08	0,06	0,05	0,04	0,05	0,08
Variante 1	0,13	0,11	0,10	0,10	0,10	0,13

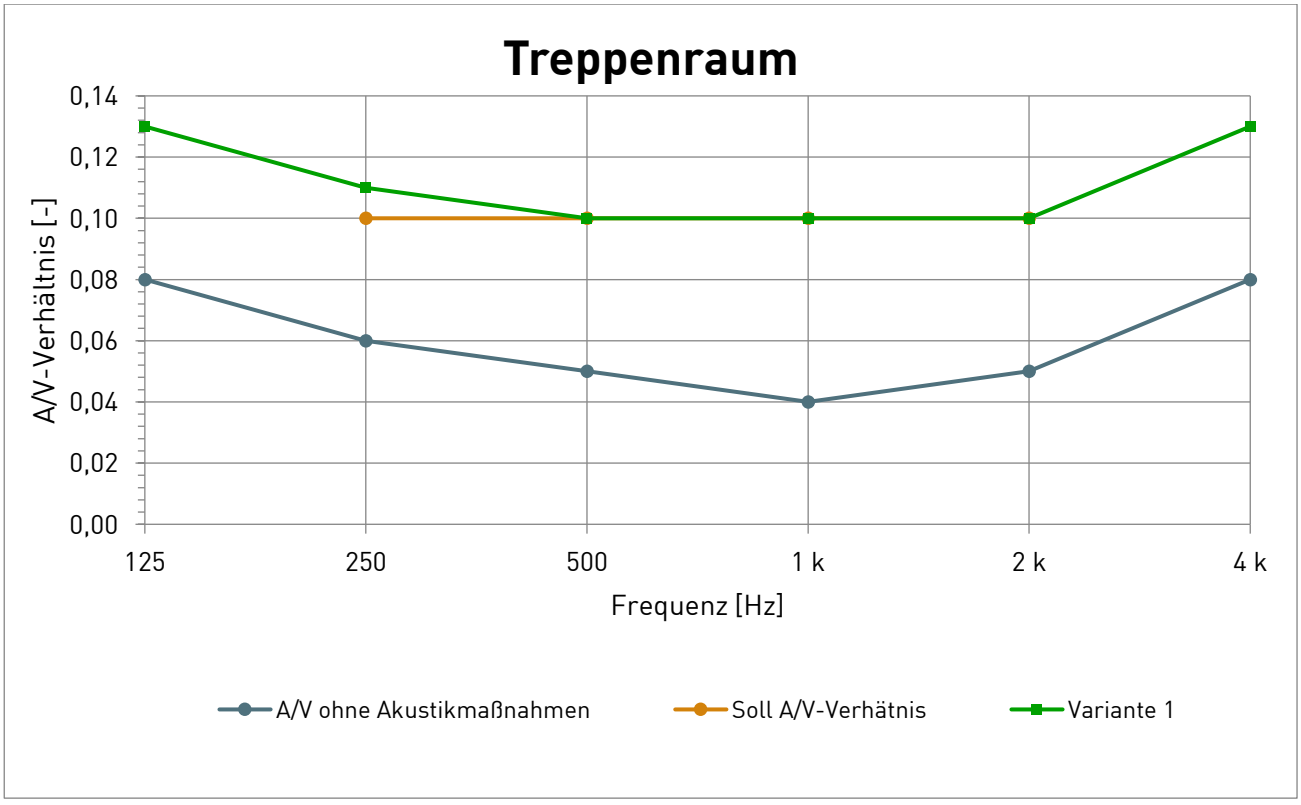


Abbildung 5.13: Nachhallzeit ohne und mit Akustikmaßnahmen - Treppenraum

5.1.9 Foyer, Forum, Flure (Verkehrsflächen)

Forum

Raumparameter

Nachweisraum:	TP 10.1.15 Forum
Grundfläche:	~ 186 m² (inkl. am Forum anliegende Flure)
Mittlere lichte Raumhöhe:	9,5 m
Raumvolumen:	~ 1750 m³
Belegung:	Unbesetzter Zustand gemäß DIN 18041:2016-03
Berechnungsmethode:	Strahlungsverfolgung
Zielgröße:	DIN 18041 Nutzungsart B3: Räume zum längerfristigen Verweilen **A/V ≥ 0,13 m²/m³** ASR 3.7: „sonstige Räume mit Sprachkommunikation“ $\bar{\alpha}$ **≥ 0,3** (s. Abschnitt 4.2)

Flure

Raumparameter

Nachweisraum:	TP 10.0.04 / 10.0.22 / 10.1.16 Schließfächer
Grundfläche:	~ 160 m² EG, ~ 63m² 1.OG, ~ 74m² 2.OG
Mittlere lichte Raumhöhe:	~ 3 m
Raumvolumen:	~ 500 m³ EG, ~ 200 m³ 1.OG, ~ 200 m³ 2.OG
Belegung:	Unbesetzter Zustand gemäß DIN 18041:2016-03
Berechnungsmethode:	Strahlungsverfolgung
Zielgröße:	DIN 18041 Nutzungsart B3: Räume zum längerfristigen Verweilen **A/V ≥ 0,19 m²/m³** ASR 3.7: „sonstige Räume mit Sprachkommunikation“ $\bar{\alpha}$ **≥ 0,3** (s. Abschnitt 4.2)

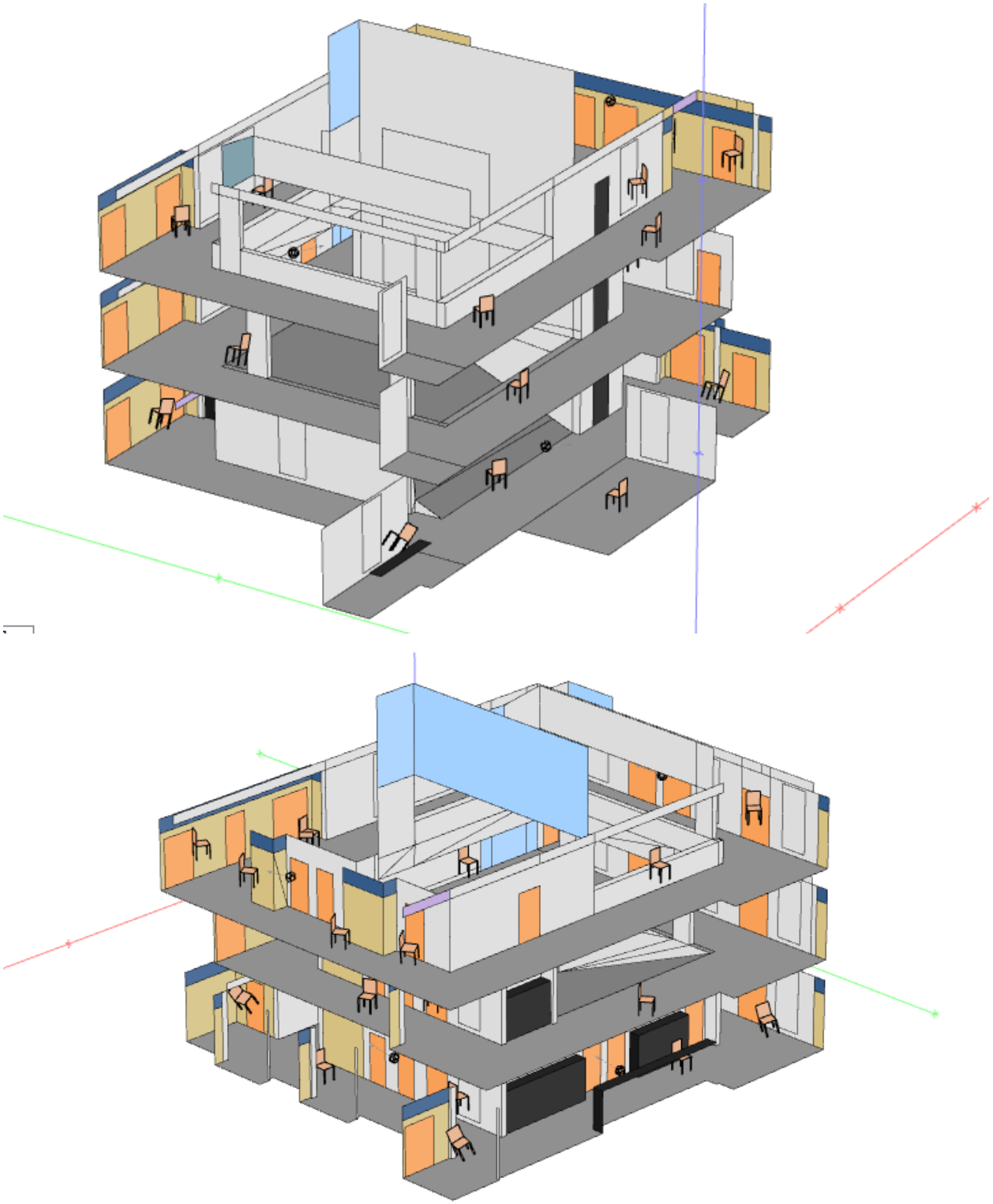


Abbildung 5.14: 3D-Ansicht Forum, Foyer, Flure

Raumakustische Maßnahmen



Abbildung 5.15: Verortung der raumakustischen Maßnahmen – Foyer, Forum, Flure EG

1. Obergeschoss

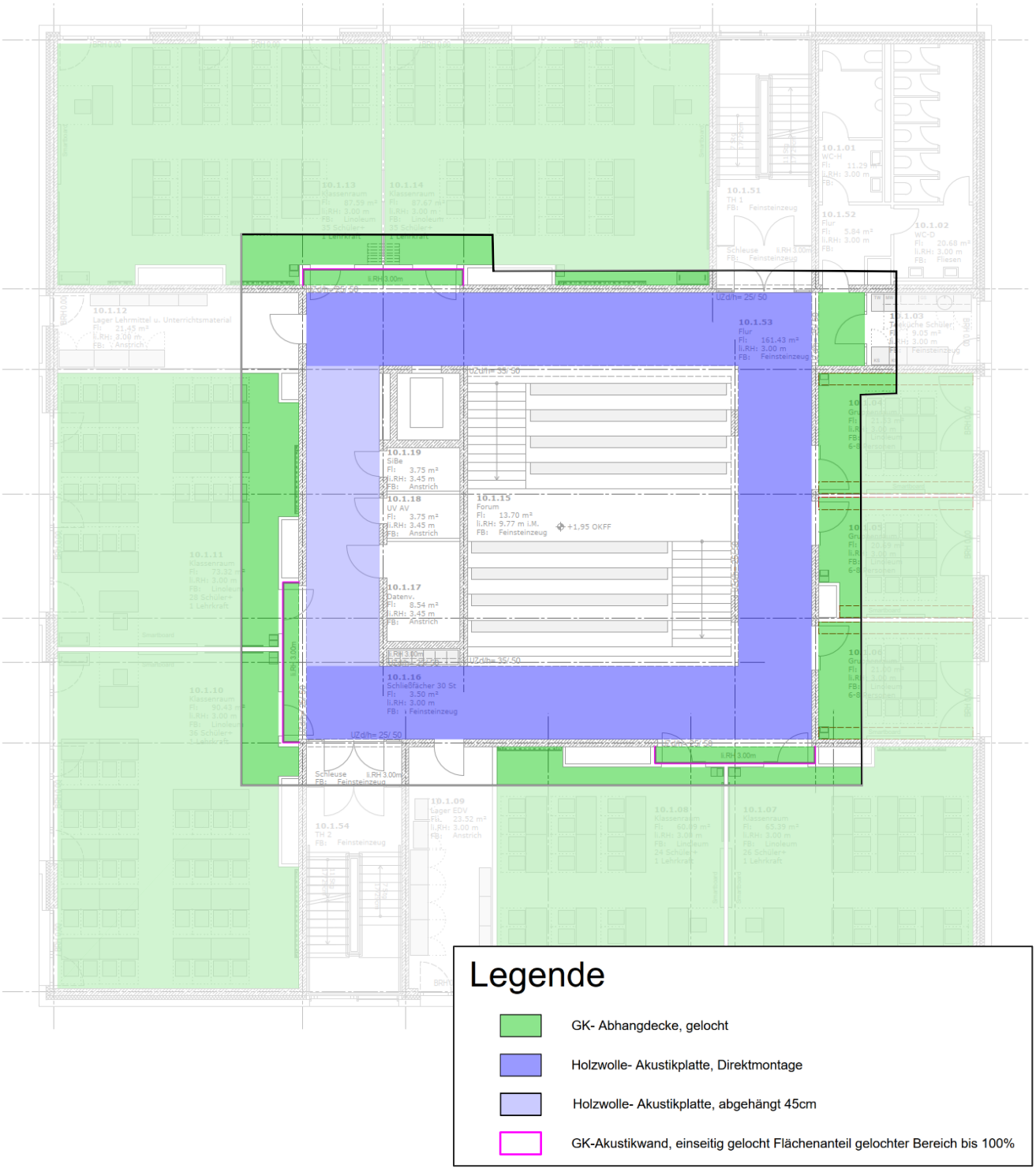


Abbildung 5.16: Exemplarische Verortung der raumakustischen Maßnahmen - Forum, Flure 1.OG

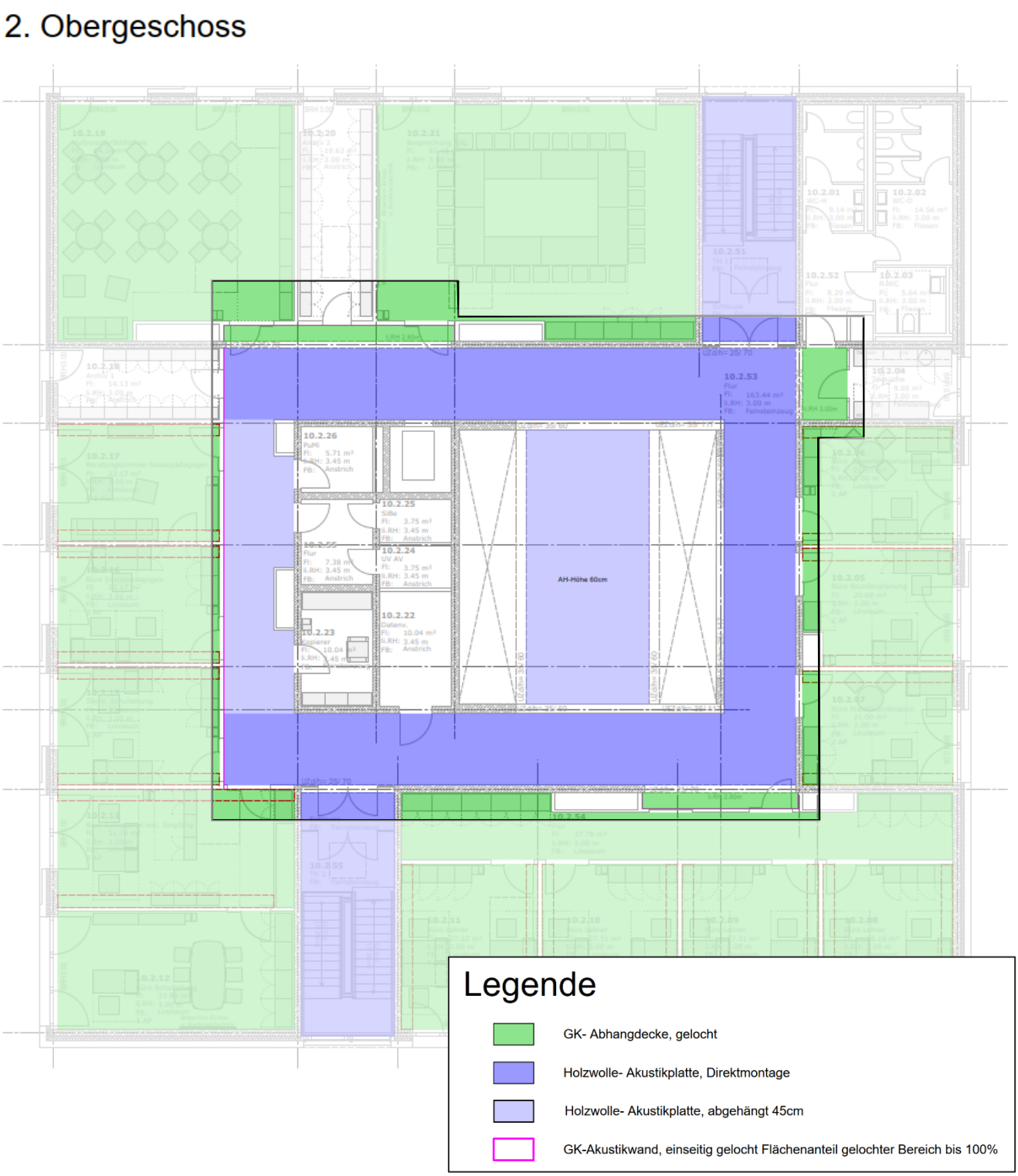


Abbildung 5.17: Exemplarische Verortung der raumakustischen Maßnahmen - Forum, Flure 2.OG

Tabelle 5.16: *Raumakustische Maßnahmen Foyer, Forum, Flure*

Bauteil	Raumakustische Maßnahmen	Nachweis
Decke	310 m² Holzwolle-platten, Direktinstallation z.B. Knauf Heradesign, Superfine A2 mit Akustikauflage, Konstruktionshöhe d_{TKH} = 55 mm 199 m² Holzwolle-platten, Abhangdecke z.B. Knauf Heradesign, Superfine A2 mit Akustikauflage, Konstruktionshöhe d_{TKH} = 200 mm[1] 47 m² abgehängte Lochdecke z.B. Rigips, Rigitone Activ'Air 8/18R, 50 mm Mineralwollauflage, Konstruktionshöhe d_{TKH} = 400 mm[1]	DIN 18041 ✔ ASR 3.7 ✔
Wand	55 m² raumakustisch wirksame Trockenbauwand z.B. Knauf Cleaneo Classic 8/18R, (20 % Flächenanteil der Wand)	

Berechnungsergebnisse

Anmerkung

Die Auslegung der Raumakustischen Maßnahmen im Raumverbund des Foyers, Forum und anliegenden Verkehrsflächen erfolgt mittels Strahlenverfolgung. Mit den beschriebenen raumakustischen Maßnahmen nach Abschnitt 5.1.9 für das Forum, Foyer und die anliegenden Verkehrsflächen werden die Zielkennwerte gemäß DIN 18041 annähernd erfüllt. Die Umrechnung der Anforderungen an Räume der Gruppe B (A/V-Verhältnis) in die erforderliche Nachhallzeit erfolgt mittels der Formel nach Sabine. Die Umrechnung des A/V – Verhältnisses zu einer Nachhallzeit nach Sabine gilt nur für Räume mit gleichmäßig ausgeführten Raumvolumina und gleich verteilten raumakustischen Maßnahmen an allen Raumbegrenzungsflächen. Da diese Umstände im Raumverbund Forum, Foyer und den Anliegenden Verkehrsflächen nicht gegeben ist, wird ein Toleranzbereich von +20% angesetzt.

Berechnungsergebnisse Forum

Der Sollwert des A/V - Verhältnisses gemäß DIN 18041:2016-03, Nutzungsart B3: „Räume zum längerfristigen Verweilen“: **A/V ≥ 0,13 m²/m³** entspricht einer Nachhallzeit von **T = 1,25 s**

Tabelle 5.17: Berechnungsergebnisse, Nachhallzeit – Forum

Nachhallzeit [s]	Frequenz f [Hz]			
	250	500	1k	2k
Zielkennwert DIN 18041	1,25	1,25	1,25	0,125
Oberer Toleranzbereich	1,50	1,50	1,50	1,50
Forum EG (Foyer)	1,12	1,05	0,86	0,76
Forum 1.OG	1,40	1,26	1,15	1,04
Forum 2.OG	1,53	1,40	1,06	0,93

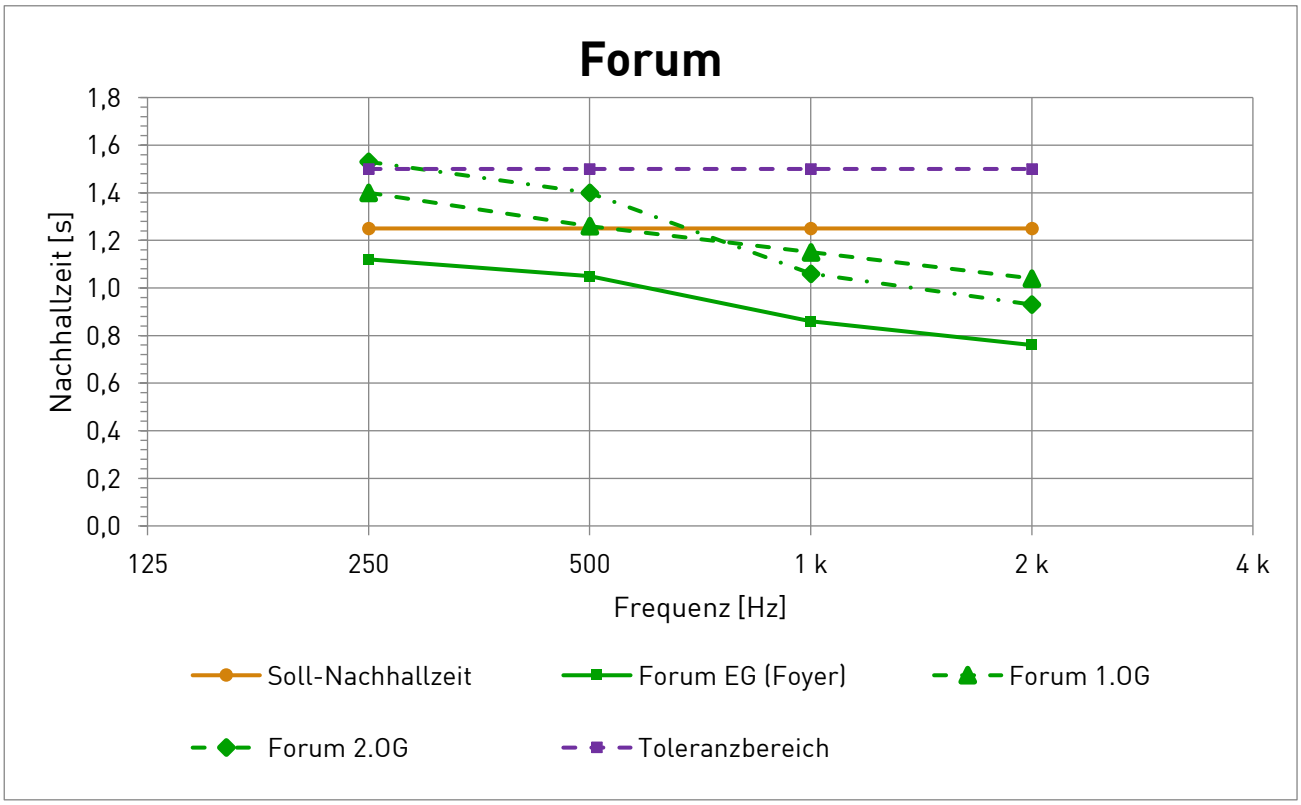


Abbildung 5.18 Nachhallzeit mit Akustikmaßnahmen – Forum

Berechnungsergebnisse Flure

Der Sollwert des A/V - Verhältnisses gemäß DIN 18041:2016-03, Nutzungsart B3: „Räume zum längerfristigen Verweilen“: **A/V ≥ 0,19 m²/m³** entspricht einer Nachhallzeit von **T = 0,86 s**

Tabelle 5.18: Berechnungsergebnisse, Nachhallzeit – Foyer, Flure

Nachhallzeit [s]	Frequenz f [Hz]			
	250	500	1k	2k
Zielkennwert DIN 18041	0,86	0,86	0,86	0,86
Oberer Toleranzbereich	1,03	1,03	1,03	1,03
Flur EG (an Skills Labs)	0,80	0,79	0,53	0,41
Flur EG (Schließfächer)	0,95	0,85	0,57	0,43
Flur 1.OG	0,90	0,85	0,53	0,41
Flur 2.OG	0,78	0,73	0,46	0,32

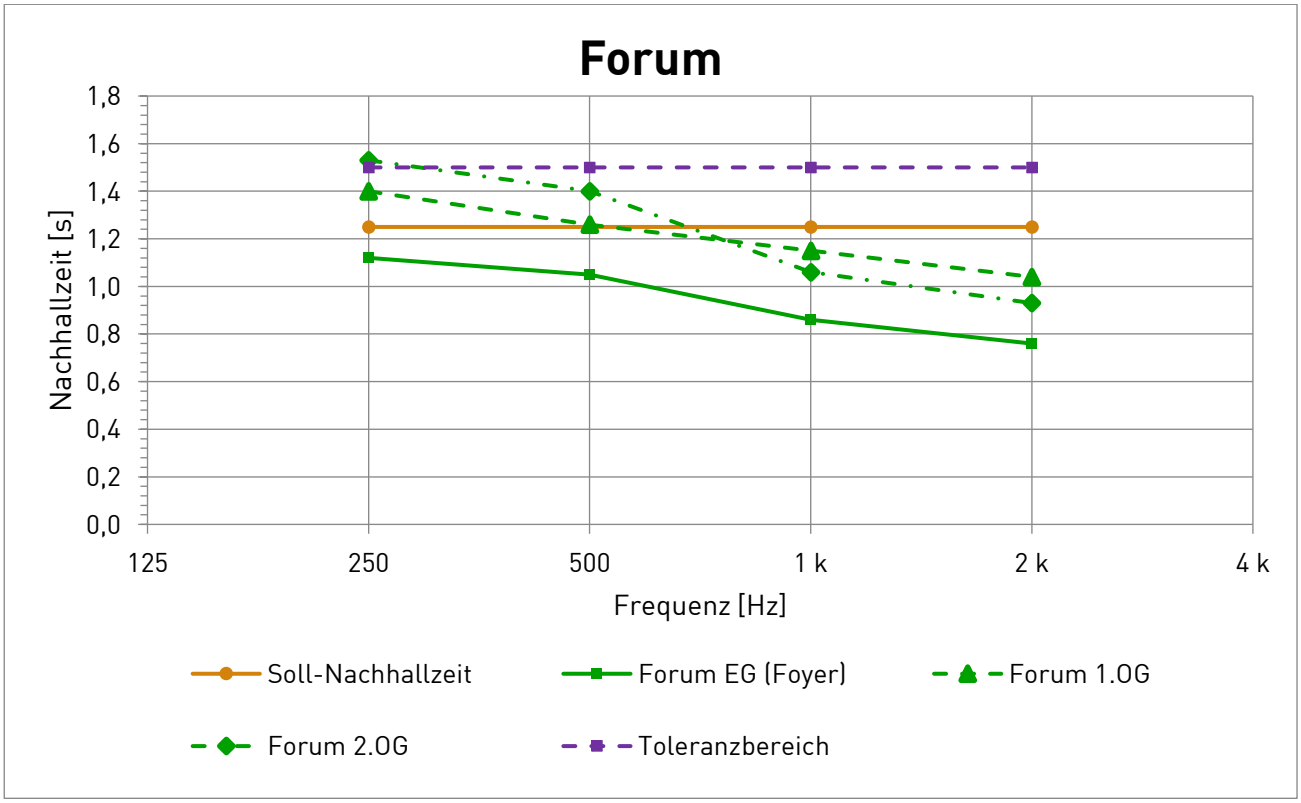


Abbildung 5.19: Nachhallzeit mit Akustikmaßnahmen – Flure

5.1.10 Verwendete Absorbertypen

Decken

Tabelle 5.19: Absorptionswerte Decken

Absorber	Schallabsorptionsgrad α_s in Frequenzen f [Hz]					
	125	250	500	1k	2k	4k
Deckenabsorber						
Knauf Heradesign, Superfine A2 mit Akustikauflage, Konstruktionshöhe d_{TKH} = 55 mm	0,15	0,60	1,00	0,95	0,80	1,00
Knauf Heradesign, Superfine A2 mit Akustikauflage, Konstruktionshöhe d_{TKH} = 200 mm	0,60	0,90	1,00	0,95	0,85	1,00
Lochdecke						
Rigips, Rigitone Activ'Air 12/25R, 50 mm Mineralwollauflage, Konstruktionshöhe d_{TKH} = 400 mm	0,70	0,65	0,75	0,85	0,80	0,75
Rigips, Rigitone Activ'Air 8/18R, 50 mm Mineralwollauflage, Konstruktionshöhe d_{TKH} = 400 mm	0,60	0,60	0,70	0,80	0,75	0,75

Wandabsorber & Wandsysteme

Tabelle 5.20: Absorptionswerte Akustikwände und Wandabsorber

Absorber	Schallabsorptionsgrad α_s in Frequenzen f [Hz]					
	125	250	500	1k	2k	4k
Lochdecke						
Ecophon, Akusto Wall C/Texona Konstruktionshöhe d_{TKH} = 43 mm	0,23	0,76	1,0	1,00	1,00	1,00
Ecophon, Akusto Wall C/Texona + Extra Bass Konstruktionshöhe d_{TKH} = 90 mm	0,70	0,83	0,88	0,99	1,00	1,00
Knauf Cleaneo Classic 8/18 R, (20 % Flächenanteil der Wand)	0,75	0,70	0,70	0,70	0,75	0,90

Möbel & Kantenabsorber

Tabelle 5.21: Verwendete Einrichtung

Absorber	Absorptionfläche A je Obj. in Frequenzen f [Hz]					
	125	250	500	1k	2k	4k
Akustisch wirksamer Dekostoff						
Stühle, Holz	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04	0,04
Kantenabsorber, voll bedämpft mit Faserdämmstoff nach DIN EN 13162, längenbezogener Strömungswiederstand von r ⩾ 5 kPa x s/m² zur Hohlraumbedämpfung [11]	0,50	0,40	0,30	0.30	0.30	0.30