



IBC Ingenieurbau-Consult GmbH
Im Niedergarten 12
55124 Mainz
Telefon 06131 / 94911-0
Telefax 06131 / 94911-144
E-Mail info@ibc-ing.de
Web www.ibc-ing.de

IC 225416 S 003

Entwurfsplanung - Raumakustik

Leistungsphase 3

Offene Schule Waldau (OSW) Kassel

Stegerwaldstraße 45

34123 Kassel

Bauherr: **Stadt Kassel Immobilien GmbH & Co. KG**

Obere Königstraße 8
34117 Kassel

Auftraggeber: **Stadt Kassel Immobilien GmbH & Co. KG**

Obere Königstraße 8
34117 Kassel

Kooperationspartner: **Montag Stiftung Jugend und Gesellschaft**

Raiffeisenstr. 5
53113 Bonn

Objektplaner: **CF Møller Architects**

Hillerødgade 30A
2200 København N (Dänemark)

Aufgestellt: 07.07.2023



Revision

Rev.	Datum	Inhalt / Bemerkungen	Aufsteller
S 001	06.07.2022	Vorentwurf Raumakustiksimulation 1. Rechenlauf	BA/KP
S 002	18.11.2022	Vorplanung Raumakustik	BA/KP/LSp
S 003	07.07.2023	Entwurfsplanung Raumakustik	BA/KP/LSp

INHALTSVERZEICHNIS

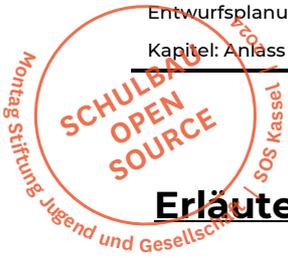
REVISION

2

ERLÄUTERUNGSBERICHT

4

1	Anlass und Auftrag	4
1.1	Grundlagen.....	4
1.2	Beschreibung.....	5
1.2.1	Grundstück und Gebäudelage.....	5
1.2.2	Gebäude- und Nutzungsbeschreibung	5
1.2.3	Konstruktionsweise	7
1.2.4	Besondere bauliche Merkmale	9
2	Bearbeitungsgrundlagen	10
2.1	Planunterlagen	10
2.2	Weitere Beurteilungsunterlagen	10
2.3	Bauordnungsrechtliche Vorschriften und Richtlinien.....	12
2.4	Verwendete Software.....	12
2.5	Normen, Verordnungen, Richtlinien	13
3	Raumakustiksimulation - Vorabzug	16
3.1	Voruntersuchung Raumakustik in offenen Lernlandschaften.....	17
3.2	Untersuchung Nachhallzeit in offener Mitte.....	17
3.3	STI-Untersuchungsvariante: Sprecher in offener Mitte	18
3.4	STI-Untersuchungsvariante: Sprecher in offener Mitte	19
4	Raumakustische Bewertung DIN 18041	20
4.1	Anforderungen und Empfehlungen	20
4.2	Raum- und Oberflächengestaltung	24
4.2.1	Deckenabsorber.....	25
4.2.2	Wandabsorber (Filz)	27
4.2.3	Wandabsorber (gelochte Holzoberfläche)	28
4.3	Betrachtete Räume	29
4.3.1	Geschlossene Lernorte	30
4.3.2	Geschlossene Differenzierungsräume	32
4.3.3	Offene Mitten.....	34
5	Schlussbemerkung	36
ANHANG I – TECHNISCHE DATENBLÄTTER ANGESETZTER ABSORBER		I



Erläuterungsbericht

1 Anlass und Auftrag

1.1 Grundlagen

Die GWG Projektentwicklung GmbH beabsichtigt, in 34123 Kassel Stegerwaldstraße 45, ein Schulgebäude neu zu errichten. Aus diesem Anlass wurde die IBC Ingenieurbau Consult GmbH beauftragt, das Objekt unter anderem bau- und raumakustischen Gesichtspunkten zu bewerten und ein Schallschutzkonzept zu erarbeiten.

Diese Entwurfsplanung zur Betrachtung der Raumakustik dient der Bauherrschaft als Planungshilfe und als Grundlage zur weiteren Abstimmung innerhalb des Projektteams sowie den Nutzern.

Im Folgenden werden die Dokumente zur Raumakustik fortgeschrieben und im Rahmen der Entwurfsplanung Betrachtungen zur Raumakustik auf Grundlage des Vorplanstands sowie weiterer Abstimmungen im Planerteam bzw. mit dem Auftraggeber durchgeführt.

Eine unmittelbare Umsetzung bei der Ausführungsplanung oder der Ausschreibung kann jedoch erst nach weiterer Prüfung und Fortschreibung im Rahmen der Baugenehmigungsplanung bzw. Ausführungsplanung erfolgen. Die Betrachtungen zur Raumakustik sind mit fortlaufender Planung anzupassen bzw. fortzuschreiben

Im nachfolgenden Dokument wird der Entwurfsplanstand / U 4 / dokumentiert.

1.2 Beschreibung

1.2.1 Grundstück und Gebäudelage

Das Grundstück, auf welchem der geplante Schulneubau entsteht, ist westlich an der Lindenbergstraße in 34123 Kassel gelegen. Östlich grenzt das Grundstück an den Forstbachweg. Südlich wird das Grundstück durch die Marie-Curie-Straße und nördlich durch den Wahlenbach begrenzt.

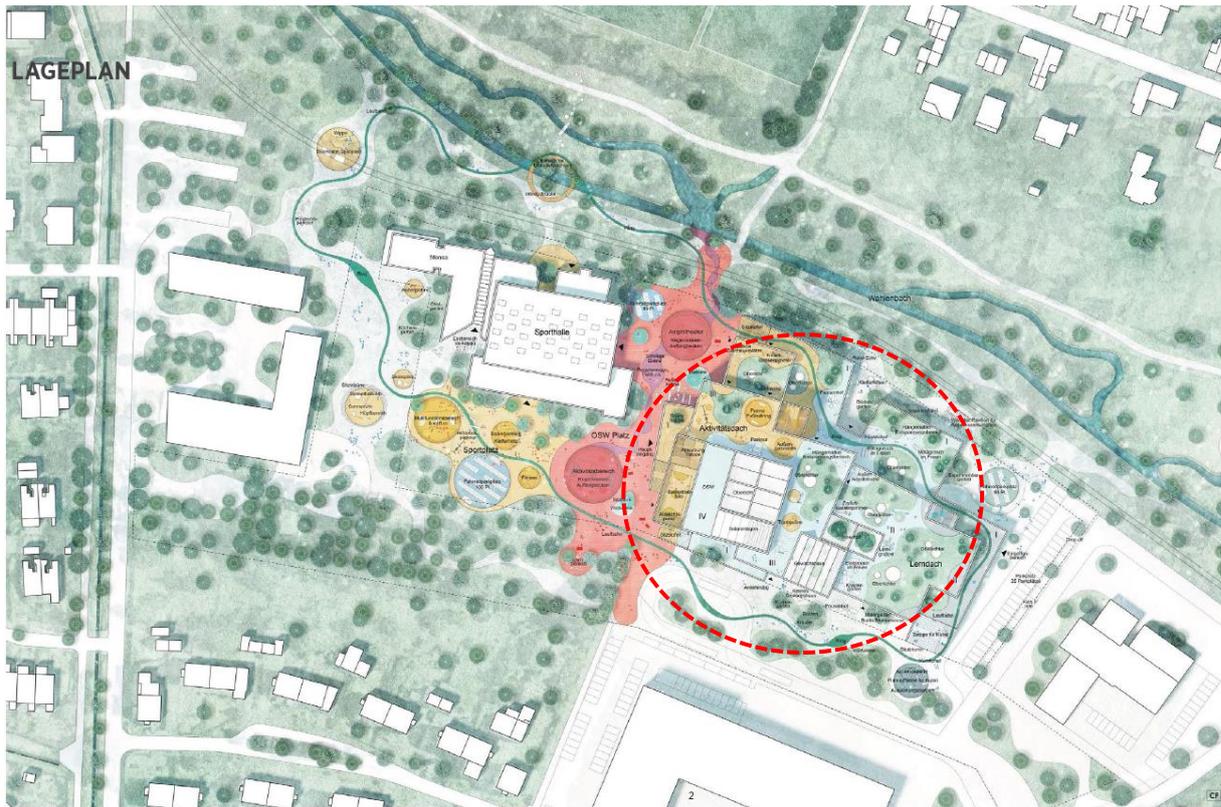


Abbildung 1: Lage des Gebäudes auf dem Grundstück

1.2.2 Gebäude- und Nutzungsbeschreibung

Beim betrachteten Gebäude handelt es sich um den Neubau eines Schulgebäudes, das künftig durch ca. 40 Klassen genutzt werden soll.

Das Gebäude weist insgesamt Abmessungen von ca. 16 m x 86 m auf und beinhaltet ein Untergeschoss zur Unterbringung von Technikflächen, ein Erdgeschoss sowie zwei Obergeschosse. Die Geschosse werden als Staffelgeschosse ausgebildet. Die Dachflächen aller Ebenen werden in die Gebäudenutzung einbezogen.

Im Erdgeschoss sind unterschiedliche Fachraumbereiche, administrative Büroräume sowie ein offener Forumsbereich untergebracht. Die beiden Obergeschosse enthalten



Lerncluster der unterschiedlichen Jahrgangsstufen mit offenen Lernbereichen als auch abgeschlossenen Rückzugsorten. Auf der Dachfläche des zweiten Obergeschosses sind neben Räumen zur Unterbringung technischer Einrichtungen auch nutzbare Dachflächen sowie ein Gewächshaus angeordnet. Weiterhin wird eine PV-Anlage vorgesehen.

Eine geschossverbindende Halle verknüpft die unterschiedlichen Cluster als transparenter Kern des Gebäudes im westlichen Gebäudebereich. Im östlichen Gebäudebereich ist im Zentrum der Lerncluster ein Lichthof angeordnet.

Die hauptsächliche Erschließung des Gebäudes erfolgt über zentrale Zugänge zum Gebäude in der Nord- und Südfassade.

Im Gebäude sind vier Treppenträume vorhanden, die als Rettungswege dienen. In der alltäglichen Nutzung haben die Treppenträume eine untergeordnete Bedeutung. Die Geschosse werden über die zentrale Treppenanlage in der geschossverbindenden Halle sowie Außentreppe, die die unterschiedlichen Dachflächen verbinden, erschlossen.

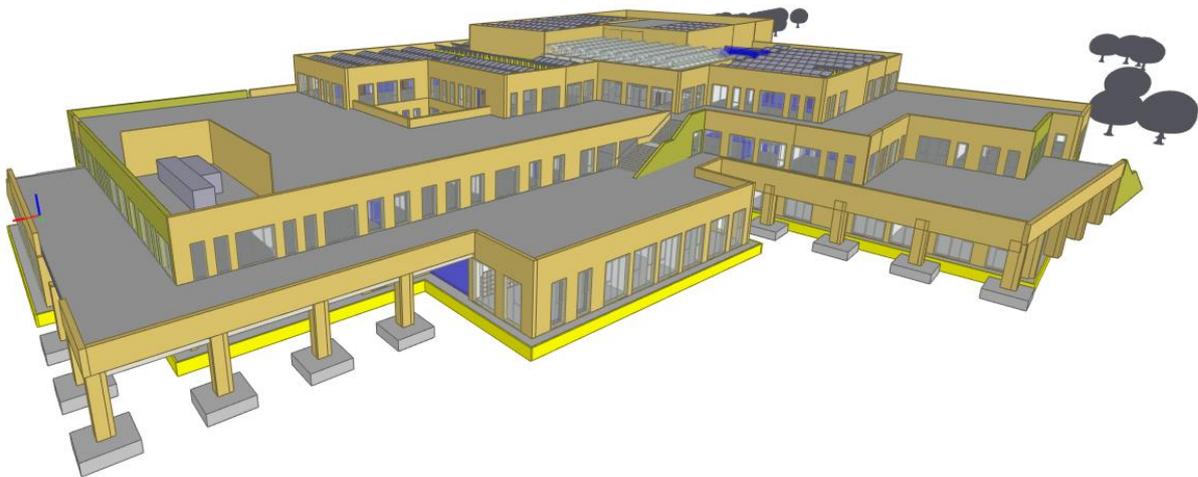
1.2.3 Konstruktionsweise

Die tragenden und aussteifenden Bauteile des Gebäudes sollen, mit Ausnahme des Untergeschosses, in Holzbauweise errichtet werden. Geplant sind Stützen als Massivholzbauteile sowie eine Holzrippendecke. Die nichttragenden Außenwände sollen in Holzrahmenbauweise entstehen. Innenseitig wird eine Installationsebene vorgesehen, welche raumseitig mit einer Lehmbauplatte abgeschlossen wird.

Nichttragende Innenwände, die auch als Umfassungsbauteile der Lerncluster dienen, sollen als leichte Trennwände mit Ständern, Mineralwolldämmung und einer Bekleidung aus Platten auf Lehmbasis oder Gipskarton hergestellt werden. Weiterhin werden im Bereich der Cluster teilweise Möbelwände mit i.d.R. offenstehenden Glastelementen vorgesehen, wodurch diese Trennungen als „geöffnete“ Wände angesehen werden.

Aufgrund der gewünschten Offenheit bzw. Transparenz der Bereiche werden viele Glaselemente in die trennenden Bauteile integriert.

Treppenträume sowie die Brandwand werden in massiver Bauweise aus nichtbrennbaren Baustoffen errichtet.



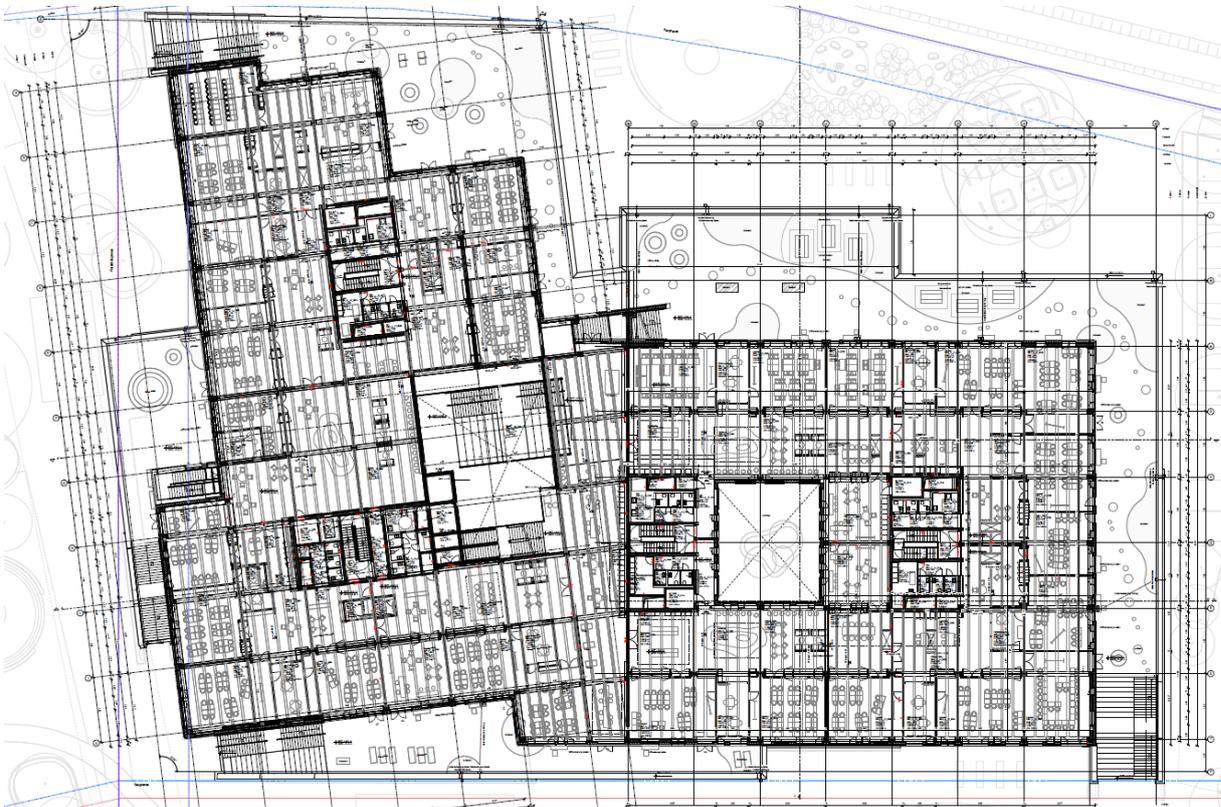
Beispielhafte 3D-Ansicht aus IFC-Modell / U 1 /



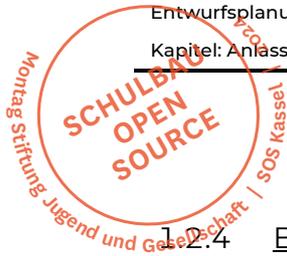
Visualisierung Wettbewerb



Beispielhafte 3D-Ansicht aus Design Manual / L 11 /



Gebäudegrundriss 1. Obergeschoss / U 4 /



1.2.4 Besondere bauliche Merkmale

Das Gebäude soll eine Schule mit einem modernen Lernkonzept beherbergen. Um dieses Lernkonzept umsetzen zu können, sind Lernbereiche in Form von offenen Clustern notwendig. Offene Mitten in den Clustern sowie eine geschossverbindende Halle im Zentrum des Gebäudes stellen wesentliche Elemente zur Umsetzung des Lernkonzepts dar.

Die Vorgaben der geltenden Schulbaurichtlinie bzw. entsprechenden Normen sind nicht auf moderne Lernformen zugeschnitten und lassen sich daher nicht mit der notwendigen Architektur für diese vereinbaren. Es soll ein Gebäude errichtet werden, welches nicht einer typischen Schule mit Klassenräumen und Fluren entspricht, sondern transparente, flexible Lernbereiche bietet.

Eine Besonderheit stellen die Dachflächen des Gebäudes dar, die in die Gebäudenutzung integriert werden. Die Obergeschosse werden als Staffelgeschosse hergestellt, sodass in jedem Geschoss nutzbare Dachflächen bereitgestellt werden können. Die wesentlichen Dachflächen der Geschosse werden über Außentreppen miteinander verbunden. Weiterhin führen von allen Dachflächen Außentreppen zum umliegenden Gelände. Auch aus den Lernclustern in den Obergeschossen sind daher großteils Ausgänge ins Freie vorhanden, die auf die Dachflächen und von dort über die Außentreppen der Dachflächen zur ebenen Erde und zu öffentlichen Verkehrsflächen führen.

Weiterhin spielt die Nachhaltigkeit der Gebäudeplanung und des Gebäudebetriebs bei der Planung eine entscheidende Rolle. Die Fachplanungen müssen auch die Nachhaltigkeitsbestrebungen beachten. Es sollen Möglichkeiten gefunden werden eine möglichst nachhaltige Planung im Sinne der Ressourceneinsparung und der Kreislaufwirtschaft zu ermöglichen.

Die Holzbauweise soll aufgrund des stark forcierten Nachhaltigkeitsgedankens möglichst komplett sichtbar bleiben. Holzoberflächen der Bauteile sollen aus diesem Grund nicht mit einer Bekleidung versehen werden. An den Außenwänden in Holzrahmenbauweise soll teilweise eine hinterlüftete Außenwandbekleidung mit keramischen Platten angebracht werden. Eine hinterlüftete Außenwandbekleidung aus Holz ist im Bereich des Innenhofs vorgesehen.



2 Bearbeitungsgrundlagen

2.1 Planunterlagen

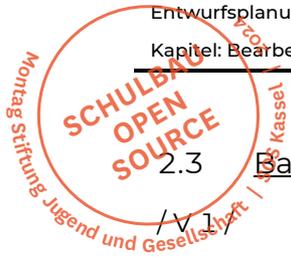
- / U 1 / IFC-Modell „DE-10145-OSW_KASSEL“ des Architekturbüros
- / U 2 / Vorentwurfs-Pläne (Grundrisse UG, EG, OG1-3; Schnitte A, B, 1) des Architekturbüros CF Møller Architects vom 04.11.2022
- / U 3 / Design Freeze LP3 Entwurfsplanung (Grundrisse UG, EG, OG1-3, Dachaufsicht; Schnitte A, B, 1; Ansichten Nord, Süd, Ost, West; Abwicklung Podiumsfassade, Innenhof) des Architekturbüros CF Møller Architects vom 21.04.2023
- / U 4 / Plangrundlage LP3 Entwurfsplanung (Grundrisse UG, EG, OG1-3, Dachaufsicht; Schnitte A, B, 1; Ansichten Nord, Süd, Ost, West; Abwicklung Podiumsfassade, Innenhof) des Architekturbüros CF Møller Architects vom 27.05.2023

2.2 Weitere Beurteilungsunterlagen

- / L 1 / Bebauungsplan Nr. VII/10 „Wahlebach, Forstbachweg“, Inkrafttreten 14.01.2022 (Online Aufruf 16.11.2022: www.kassel.de)
- / L 2 / Online-Lärmkarten Lärmviewer Hessen des Hessischen Landesamts für Naturschutz, Umwelt und Geologie - Lärmkartierung 2017 (Aufruf 15.11.2022: <https://laerm.hessen.de>)
- / L 3 / Schallschutzmatrix Bauteile IC225416 OSW des Ingenieurbüros IBC Ingenieurbau-Consult GmbH vom 30.05.2022
- / L 4 / Informationsdienst Holz – Schallschutz im Holzbau – Grundlagen und Vorbemessung – Holzbau Handbuch. Reihe 3, Teil 3, Folge 1, 03/2019
- / L 5 / Informationsdienst Holz – Flachdächer in Holzbauweise – Holzbau Handbuch. Reihe 3, Teil 2, Folge 1, 01/2019
- / L 6 / Skizzen O2 Cluster-Konzept + Raumakustik des Architekturbüros CF Møller Architects vom 31.03.2023
- / L 7 / Skizzen O2 Cluster-Konzept + Raumakustik des Architekturbüros CF Møller Architects vom 04.04.2023
- / L 8 / Grundrissübersicht Aufteilung Cluster OG1 und OG2 – Arbeitsstand des Architekturbüros CF Møller Architects vom 12.05.2023
- / L 9 / Skizzen geänderte Wandübersichten OG1, OG2 nach Nutzerworkshop – Arbeitsstand des Architekturbüros CF Møller Architects vom 17.05.2023
- / L 10 / Skizzen geänderte Wandübersichten OG1, OG2 Konzeptskizze Cluster Transparenz – Arbeitsstand des Architekturbüros CF Møller Architects vom 22.05.2023
- / L 11 / Design Manual LP3 - Vorabzug des Architekturbüros CF Møller Architects vom 30.05.2023



- / L 12 / Leitfaden: Ökologische Trockenbauwände im System von CLAYTEC GmbH & Co. KG mit Stand 04/2023
- / L 13 / Grundrissübersicht Aufteilung EG – Skizze des Architekturbüros CF Møller Architects vom 01.06.2023
- / L 14 / Arbeitsdokument (Excel) Aufbauten Übersicht bezüglich Decken und Dächer des Architekturbüros CF Møller Architects vom 27.02.2023
- / L 15 / Bericht Prüfung Norm-Trittschallpegel Regupol BSW GmbH eines begehbaren Flachdachs (REGUPOL sound and drain 22 unter Betongehwegplatten auf Stelzlagern (DA_A4)) der Holz Forschung Austria mit Datum vom 17.08.2022 (<https://acoustics.regupol.de/pruefberichte/>)
- / L 16 / Design Manual LP3 des Architekturbüros CF Møller Architects vom 16.06.2023
- / L 17 / Bauliche und technische Standards in städtischen Gebäuden – Kassel documenta Stadt mit Stand September 2022
- / L 18 / Troldekt – Übersicht Schallabsorptionsgrade – Deckenkonstruktionen mit Troldekt getestet nach DS/ISO, Stand 2018, www.troldekt.de
- / L 19 / Troldekt – Übersicht Schallabsorptionsgrade – Gemessene Konstruktionen (Excel-Tabelle), Stand Feb. 2018, Mailverkehr mit Troldekt 16.05.2023
- / L 20 / ARCHISONIC – Akustikbroschüre von IMPACT ACOUSTIC – Akustische Spezifikationen Archisonic Material 24mm
- / L 21 / BER Deckensysteme – Schallabsorptionsgrad nach DIN EN ISO 354:2005 – Produkt BER Holz-F/L 8-16 – Angaben bzw. Datenblätter aus Mailverkehr mit Objektplanung vom 23.05.2023
- / L 22 / Erläuterungsbericht und Design Manuel Objektplanung zur Entwurfsplanung LP3 des Architekturbüros CF Møller Architects vom 16.06.2023
- / L 23 / Offene Schulkonzepte – Anforderungen an die Raumakustik 13.01.2023 – Präsentation Studienergebnisse Zwischenstand des Akustikbüros Moll



2.3

Bauordnungsrechtliche Vorschriften und Richtlinien

- /V 1/ Hessische Bauordnung (HBO) vom Mai 2018, zuletzt geändert durch Gesetz vom 31. Mai 2023
- /V 2/ Hessische Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (H-VV TB) Ausgabe 2021/1 vom 29.09.2022
- /V 3/ DIN 4109 Schallschutz im Hochbau mit allen Teilen (u.a. Teil 1 Mindestanforderungen (2018-01), Teil 33 Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) – Holz-, Leicht- und Trockenbau (2016-07))
- /V 4/ DIN 4109 Beiblatt 2 Schallschutz im Hochbau; Hinweise für Planung und Ausführung; Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz; Empfehlungen für den Schallschutz im eigenen Wohn- oder Arbeitsbereich (1989-11) (Normenstand wurde überarbeitet und Beiblatt 2 zurückgezogen)

2.4 Verwendete Software

Raumakustiksimulation: SP-Version 9.0; Update 24.02.2023



2.5 Normen, Verordnungen, Richtlinien

Es gilt die DIN 18041 „Hörsamkeit in Räumen“ vom März 2016.

Die Norm DIN 18041 gilt für Räume mit einem Raumvolumen bis etwa 5 000 m³, für Sport- und Schwimmhallen bis 30 000 m³. Sie legt die akustischen Anforderungen, Empfehlungen und Planungsrichtlinien zur Sicherung der Hörsamkeit vorrangig für die Sprachkommunikation einschließlich der dazu erforderlichen Maßnahmen fest. In der Norm werden zwei Anwendungen unterschieden:

1. Die der Hörsamkeit über mittlere und größere Entfernungen (**Räume der Gruppe A**) in Räumen, die der sprachlichen Kommunikation dienen, wie z.B.
Unterrichtsräume in Schulen, Gruppenräume in Kindertageseinrichtungen, Konferenzräume, Gerichts- und Ratssäle, Seminarräume, Hörsäle, Tagungsräume, Räume in Seniorentagesstätten, Sport- und Schwimmhallen.
Bei der Raumgruppe A handelt es sich um Räume, in denen die Hörsamkeit über mittlere und große Entfernungen durch eine für die Nutzung angepasste Nachhallzeit und Schalllenkung sichergestellt wird.
2. Die der Hörsamkeit über geringe Entfernungen (**Räume der Gruppe B**) wie z. B. Verkehrsflächen mit Aufenthaltsqualität, Speiseräume, Kantinen, Spielfläure und Umkleiden in Schulen und Kindertageseinrichtungen, Ausstellungsräume, Eingangshallen, Schalterhallen, Büros.
Bei der Raumgruppe B wird die Hörsamkeit über geringe Entfernungen durch Schallabsorption und Störgeräuschminderung erreicht.



Tabelle 1 — Beschreibung der Nutzungsarten der Räume der Gruppe A

Nutzungsart	Kurzbezeichnung und Beschreibung der Nutzungsart	Subjektive Wahrnehmung	Beispiele
A1	Kurzbezeichnung: „Musik“ Vorwiegend musikalische Darbietungen	Gute Hörsamkeit für unverstärkte Musik. Sprachliche Darbietungen sind nur mit gewissen Einschränkungen der Sprachverständlichkeit möglich.	Musikraum mit aktivem Musizieren und Gesang
A2	Kurzbezeichnung: „Sprache/Vortrag“ Sprachliche Darbietungen stehen im Vordergrund, in der Regel von einer (frontalen) Position. Gleichzeitige Kommunikation zwischen mehreren Personen an verschiedenen Stellen im Raum wird selten durchgeführt.	Sprachliche Darbietungen einzelner Sprecher erzielen eine hohe Sprachverständlichkeit. Musikalische Darbietungen werden in der Regel als zu transparent und klar empfunden, jedoch günstig für musikalische Probenarbeit.	Gerichts- und Ratssaal, Gemeindesaal Hörsaal Versammlungsraum Schulaula
A3	Kurzbezeichnung: „Sprache/Vortrag inklusiv“ Räume der Nutzungsart A2 für Personen, die in besonderer Weise auf gutes Sprachverstehen angewiesen sind Erforderlich für inklusive Nutzung ^a	Sprachliche Darbietungen einzelner Sprecher erzielen eine hohe Sprachverständlichkeit, auch für Personen mit Höreinschränkungen oder bei z. B. fremdsprachlicher Nutzung.	Gerichts- und Ratssaal Gemeindesaal Hörsaal Versammlungsraum Schulaula
	Kurzbezeichnung: „Unterricht/Kommunikation“ Kommunikationsintensive Nutzungen mit mehreren gleichzeitigen Sprechern verteilt im Raum	Sprachliche Kommunikation ist mit mehreren (teilweise gleichzeitigen) Sprechern möglich.	Unterrichtsraum Differenzierungsraum Tagungsraum Besprechungsraum Konferenzraum Seminarraum Gruppenraum in Kindertageseinrichtungen, Pflegeeinrichtungen und Seniorenheimen
A4	Kurzbezeichnung: „Unterricht/Kommunikation inklusiv“ Kommunikationsintensive Nutzungen mit mehreren gleichzeitigen Sprechern verteilt im Raum entsprechend Nutzungsart A3, jedoch für Personen, die in besonderer Weise auf gutes Sprachverstehen angewiesen sind Für Räume größer als 500 m ³ und für musikalische Nutzungen ist diese Nutzungsart nicht geeignet. Erforderlich für inklusive Nutzung ^a	Sprachliche Kommunikation ist mit mehreren (teilweise gleichzeitigen) Sprechern möglich, auch für Personen mit Höreinschränkungen oder bei z. B. fremdsprachlicher Nutzung.	Unterrichtsraum Differenzierungsraum Tagungsraum Besprechungsraum Konferenzraum Seminarraum Gruppenraum in Kindertageseinrichtungen, Pflegeeinrichtungen und Seniorenheimen Video-Konferenzraum
A5	Kurzbezeichnung: „Sport“ In Sport- und Schwimmhallen kommunizieren mehrere Gruppen (auch gleichzeitig) mit unterschiedlichen Inhalten	Sprachliche Kommunikation über kurze Entfernungen ist im Allgemeinen gut möglich.	Sport- und Schwimmhallen für nahezu ausschließliche Nutzung als Sportstätte
^a Aus dem Behindertengleichstellungsgesetz, vergleichbaren Landesregelungen 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.			

Abbildung 2: Auszug aus DIN 18041:2016-03

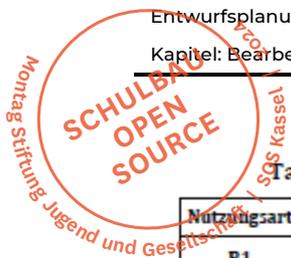
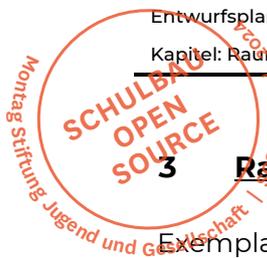


Tabelle 2 — Nutzungsarten mit Beschreibung und Beispiele für Räume der Gruppe B

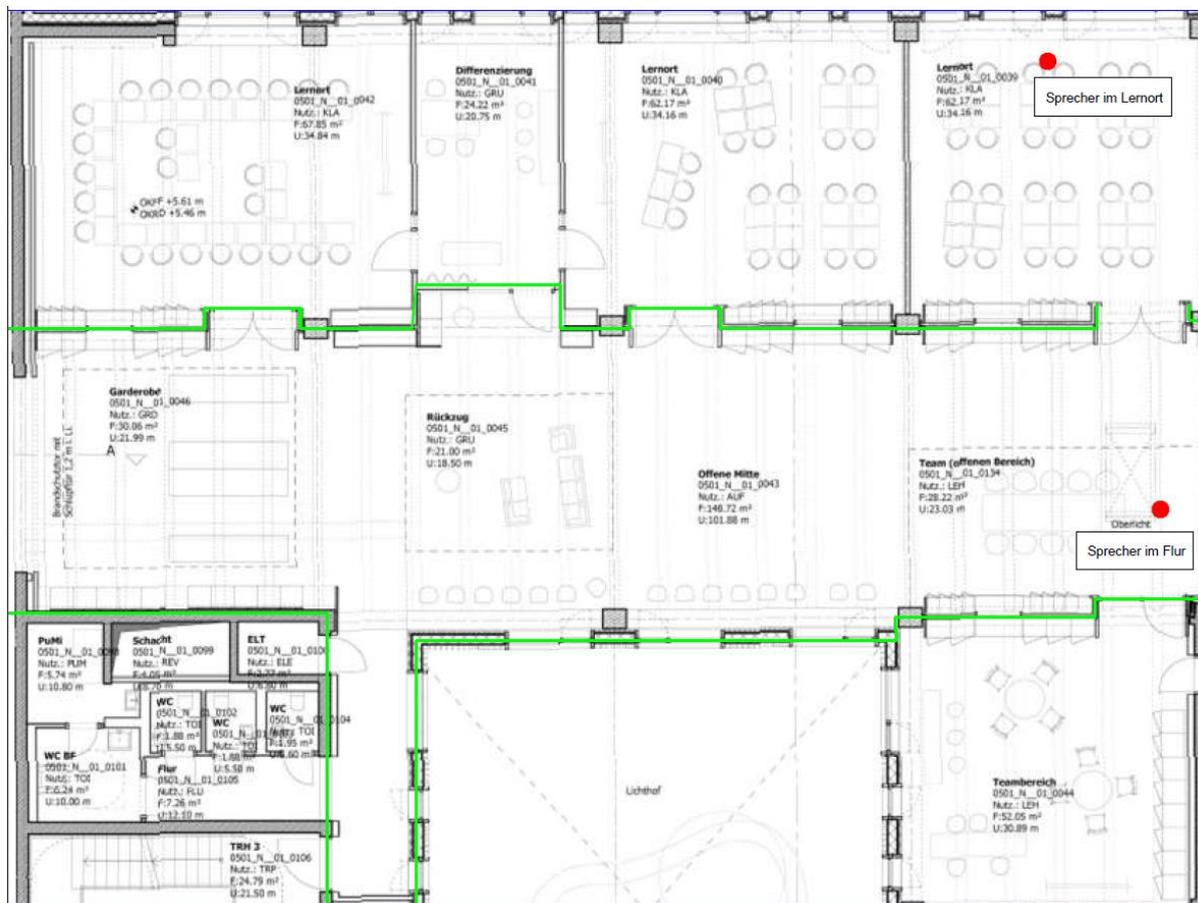
Nutzungsart	Beschreibung	Beispiele
B1	Räume ohne Aufenthaltsqualität	Eingangshallen, Flure, Treppenhäuser u. Ä. als reine Verkehrsfläche (ausgenommen Verkehrsflächen in Schulen, Kindertageseinrichtungen, Krankenhäusern und Pflegeeinrichtungen)
B2	Räume zum kurzfristigen Verweilen	Eingangshallen, Flure, Treppenhäuser u. ä. Verkehrsflächen mit Aufenthaltsqualität (Empfangsbereich mit Wartezonen 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, Bettzimmer, Ruheräume, Operationssäle, Behandlungsräume, Untersuchungsräume, Sprechzimmer, Speiseräume, Kantinen, Labore, Bibliotheken, Verkaufsräume
B4	Räume mit Bedarf an Lärminderung und Raumkomfort	Rezeption/Schalterbereich mit ständigem Arbeitsplatz, Labore mit ständigem Arbeitsplatz, Ausleihbereiche von Bibliotheken, Ausgabebereiche in Kantinen, Bewohnerzimmer in Pflegeeinrichtungen, Bürgerbüro, Büroräume ^{a, b}
B5	Räume mit besonderem Bedarf an Lärminderung 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 ^a , Leitstellen, Sicherheitszentralen, Intensivpflegebereiche, Wachstationen, Bewegungsräume in Kindertageseinrichtungen, Spielflure und Umkleiden in Schulen und Kindertageseinrichtungen (Kindergarten, Kinderkrippe, Hort etc.)
<p>^a Empfehlungen für Büroräume sowie Callcenter werden ausführlich in der Richtlinie VDI 2569 behandelt.</p> <p>^b Einzelbüros können unter Nutzungsart B3 eingeordnet werden.</p>		

Abbildung 3: Auszug aus DIN 18041:2016-03



3 Raumakustiksimulation - VORABZUG

Exemplarisch wurden mittels Simulation offene Mitte und Lernort im 1. Obergeschoss (01_0039, 01_0043/0,1_0134) untersucht / U 4 /.



Es wurde für die offene Mitte die Nachhallzeit bestimmt sowie der STI für zwei unterschiedliche Sprecherpositionen. Hierbei wurde die Tür als offen angesetzt.

Grundlage der vorliegenden Simulation sind folgende Oberflächen: Putz, Schrankflächen, Glasflächen, Schrankwände mit Hohlraum, akustische Deckenabsorber, Teppichbelag.

Die Untersuchungen sind in der weiteren Planung fortzuführen.



3.1 Voruntersuchung Raumakustik in offenen Lernlandschaften

Das Akustikbüro Moll wurde von der Montag Stiftung Jugend und Gesellschaft beauftragt eine Studie zu Anforderungen und Maßnahmen bezüglich der Raumakustik in offenen Lernlandschaften durchzuführen / L 23 /.

Im Rahmen der Studie wurden u.a. unterschiedliche Planungen offener Lernkonzepte aus verschiedenen Ländern untersucht und folgende Empfehlungen an Kriterien zur Bewertung der raumakustischen Qualität herausgearbeitet.

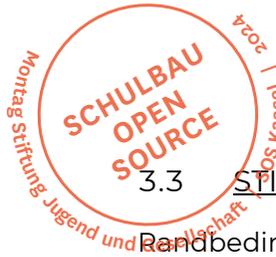
Auszug aus Präsentation Studienergebnisse (/ L 23 /):

Raumtyp	Nachhallzeit	STI innerhalb einer Gruppe	STI zwischen Gruppen	Hintergrundgeräuschpegel L_{Aeq}
Offene Lernlandschaft	$\leq 0,40$ s	$\geq 0,60$	$\leq 0,3$	≤ 35 dB(A)

3.2 Untersuchung Nachhallzeit in offener Mitte

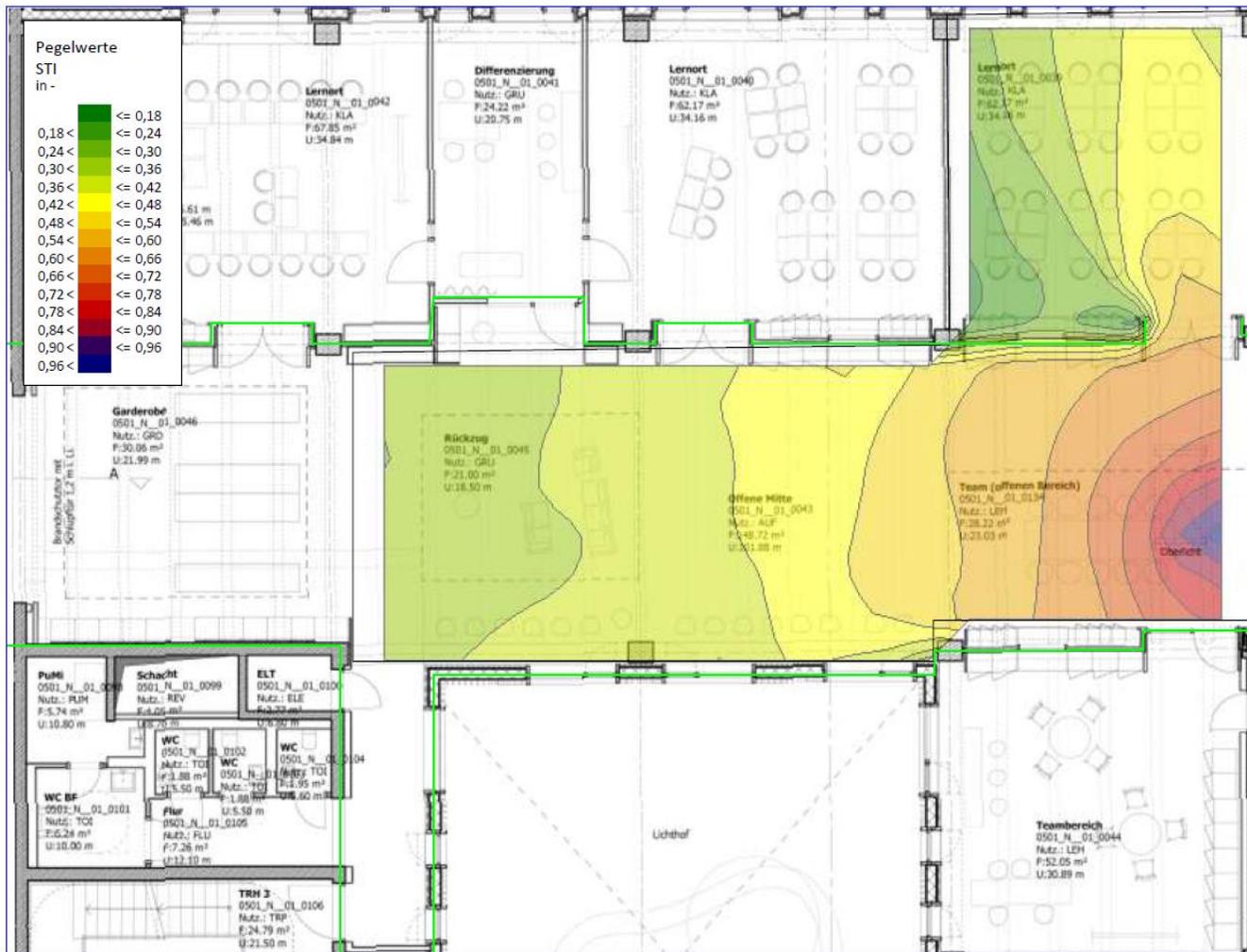
$T_{soll} = \leq 0,40$ s (Studie Akustikbüro Moll)	Ermittelte Nachhallzeit T_{60} in offener Mitte					
	f [Hz]					
$T_{Ziel} = \leq 0,50$ s (Abstimmung: bauliche Maßnahmen ohne Möblierung)	125	250	500	1000	2000	4000
$0,63$ s = T_{60}	0,87 s	0,79 s	0,51 s	0,45 s	0,52 s	0,62 s
$0,03$ s = $\sigma(T_{60})$	0,01 s	0,01 s	0,01 s	0,02 s	0,02 s	0,01 s

Gemäß der Simulation wird lediglich eine Nachhallzeit von 0,63s erreicht. Die Nachhallzeit ist zur Erreichung des abgestimmten Zielwerts von 0,5s, welcher allein durch bauliche Maßnahmen erreicht werden soll, weiter zu reduzieren.



3.3 STI-Untersuchungsvariante: Sprecher in offener Mitte

Randbedingungen / Berechnungsansätze: Sprecher in offener Mitte; Türen geöffnet; Hintergrundpegel 45 dB(A)



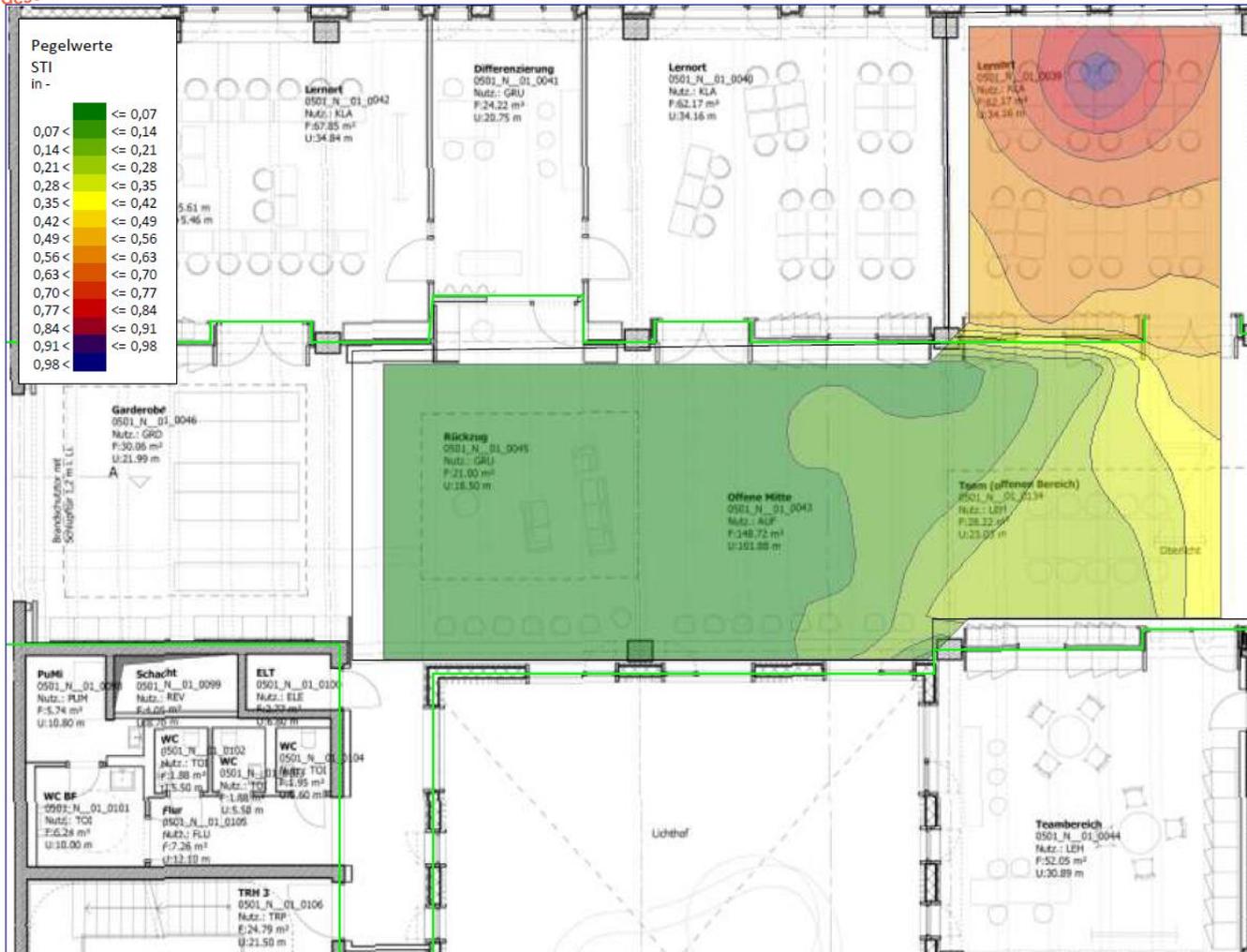
Befindet sich der Sprecher in der offenen Mitte vor der geöffneten Tür zum Lernort, wird in der offenen Mitte im Nahbereich ein STI von $>0,6$ erreicht, was der Empfehlung innerhalb einer Gruppe entspricht. In der offenen Mitte breitet sich der Schall weiträumig aus, sodass ein Erreichen der Empfehlung zu anderen Gruppen mit einem $STI < 0,3$ weite Entfernung benötigt. Um diesem Effekt entgegenzuwirken wird empfohlen in der weiteren Planung abschirmende Möblierung zu platzieren, um das Arbeiten von mehreren Gruppen in der offenen Mitte zu akustisch zu verbessern.

Befindet sich der Sprecher in der offenen Mitte vor der geöffneten Tür zum Lernort, wird innerhalb des Lernorts erst im Schallschaltten-Bereich der Türöffnung ein STI von $<0,3$ erreicht, was der Empfehlung zwischen Gruppen entspricht. Für eine erhöhte Abschirmung sind bei solchen Nutzerpositionen die Türen zu schließen.



STI-Untersuchungsvariante: Sprecher in offener Mitte

Randbedingungen / Berechnungsansätze: Sprecher im Lernort; Türen geöffnet; Hintergrundpegel 45 dB(A)



Befindet sich der Sprecher im Lernort mit geöffneter Tür wird, innerhalb des Lernorts ein STI von ca. 0,6 erreicht, was der Empfehlung innerhalb einer Gruppe entspricht.

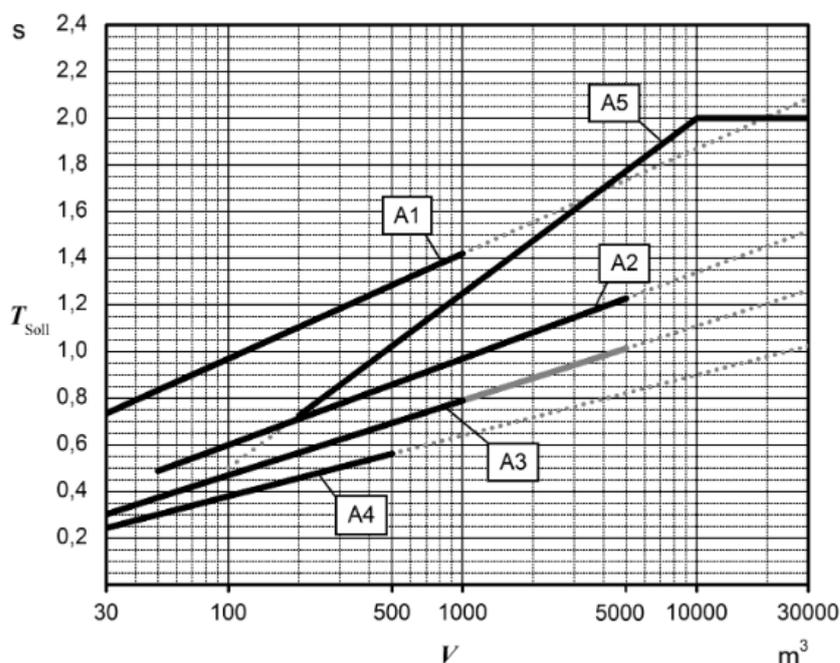
Befindet sich der Sprecher im Lernort mit geöffneter Tür wird in der offenen Mitte, außerhalb des direkten Einflussbereichs der offenen Tür ein STI <0,35 erreicht, was recht gut zu der Empfehlung zwischen Lerngruppen passt. Es ist darauf hinzuweisen, dass bei offener Tür der direkte Bereich davor nicht genügen abgegrenzt ist.



4 Raumakustische Bewertung DIN 18041

4.1 Anforderungen und Empfehlungen

Maßgebend für die raumakustische Qualität eines Raumes sind dessen Primärstruktur, wie Raumform und -größe, und dessen Sekundärstruktur, wie Oberflächenbeschaffenheit der Raumbegrenzungsflächen, Einrichtungsgegenstände oder Anteil und Verteilung schallabsorbierender Flächen im Raum. Ein raumakustisches Gütemerkmal ist die Nachhallzeit. In Abhängigkeit der Nutzungsart und des Raumvolumens gibt die DIN 18041 frequenzabhängige Werte für die optimale Nachhallzeit vor.



Legende

T_{Soll} Soll-Nachhallzeit in Sekunden

V Volumen in Kubikmeter

Soll-Nachhallzeit in Abhängigkeit vom Raumvolumen für im Sinne dieser Norm typische Raumvolumina in Sekunden

Soll-Nachhallzeit in Abhängigkeit vom Raumvolumen in Sekunden

Soll-Nachhallzeit in Abhängigkeit vom Raumvolumen für im Sinne dieser Norm untypische Raumvolumina in Sekunden

A1 Nutzungsart: „Musik“

A2 Nutzungsart: „Sprache/Vortrag“

A3 Nutzungsart: „Unterricht/Kommunikation“ (bis 1 000 m³) sowie „Sprache/Vortrag inklusiv“ (bis 5 000 m³)

A4 Nutzungsart: „Unterricht/Kommunikation inklusiv“

A5 Nutzungsart: „Sport“

Bild 1 — Sollwert T_{Soll} der Nachhallzeit für unterschiedliche Nutzungsarten A1 bis A5

Abbildung 4: Sollwert der Nachhallzeit für unterschiedliche Nutzungsarten (DIN 18041:2016-03)



Je nach Nutzungsart eines Raumes wird die optimale Nachhallzeit in Abhängigkeit des Raumvolumens V bestimmt zu

A1 „Musik“:

$$T_{\text{soll,A1}} = (0,45 \lg V/m^3 + 0,07) \text{ s} \quad 30 \text{ m}^3 \leq V < 1\,000 \text{ m}^3$$

A2 „Sprache/ Vortrag“:

$$T_{\text{soll,A2}} = (0,37 \lg V/m^3 - 0,14) \text{ s} \quad 50 \text{ m}^3 \leq V < 5\,000 \text{ m}^3$$

A3 „Unterricht/ Kommunikation“ (bis 1000 m³) sowie „Sprache/ Vortrag inklusiv“ (bis 5000 m³):

$$T_{\text{soll,A3}} = (0,32 \lg V/m^3 - 0,17) \text{ s} \quad 30 \text{ m}^3 \leq V < 5\,000 \text{ m}^3$$

A4 „Unterricht/ Kommunikation inklusiv“:

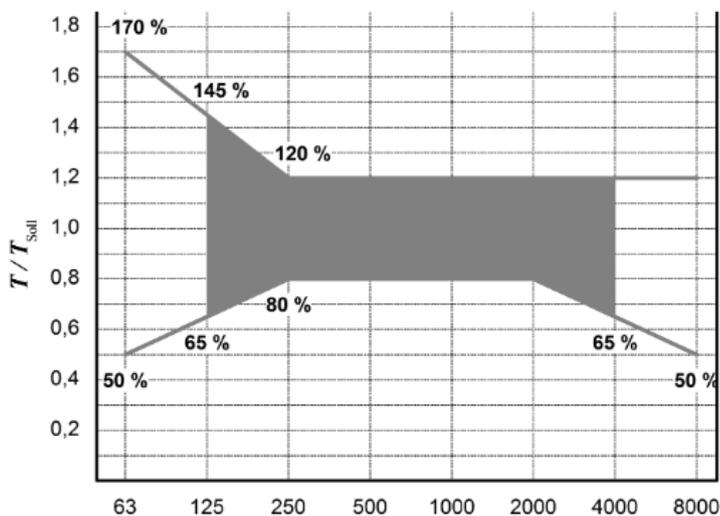
$$T_{\text{soll,A4}} = (0,26 \lg V/m^3 - 0,14) \text{ s} \quad 30 \text{ m}^3 \leq V < 500 \text{ m}^3$$

A5 „Sport“:

$$T_{\text{soll,A5}} = (0,75 \lg V/m^3 - 1,00) \text{ s} \quad 200 \text{ m}^3 \leq V < 10\,000 \text{ m}^3$$

$$T_{\text{soll,A5}} = 2,0 \text{ s} \quad V \geq 10\,000 \text{ m}^3$$

Für die geforderte frequenzabhängige Soll-Nachhallzeit gibt die Norm zudem einen Toleranzbereich bzw. eine Bandbreite für die Nutzungsarten A1 bis A4 an, worin die Nachhallzeiten eines Raums liegen sollen. Für die Frequenzbereiche kleiner 125 Hz bzw. größer 4 000 Hz werden durch Stiche in der Abbildung Orientierungswerte angegeben. Der Anforderungswert für die Nutzungsart A5 gemäß der oben genannten Gleichungen ist zwischen 250 Hz und 2 000 Hz mit einer Genauigkeit von $\pm 20\%$ einzuhalten.



Legende

T/T_{soll} frequenzabhängige Nachhallzeit T bezogen auf die Soll-Nachhallzeit T_{soll}

f Frequenz in Hertz

Bild 2 — Toleranzbereich der Nachhallzeit T in Abhängigkeit von der Frequenz für die Nutzungsarten A1 bis A4

Abbildung 5: Toleranzbereich der Nachhallzeit (Auszug aus DIN 18041:2016-03)



Mit verschiedenen schallabsorbierenden Eigenschaften der Raumumschließungsflächen wird die Nachhallzeit beeinflusst. Sie lässt sich (frequenzabhängig) bestimmen zu

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

mit T: Nachhallzeit [s];

V: Raumvolumen [m³];

A: Äquivalente Absorptionsfläche des Raumes [m²].

Die Äquivalente Absorptionsfläche A einer Oberfläche hängt von der Flächengröße S und dem (frequenzabhängigen) Schallabsorptionsgrad α ab.

$$A = S \cdot \alpha$$

Die schallabsorbierenden Eigenschaften verschiedener Oberflächen sind frequenzabhängig in Produktdatenblättern, einschlägigen Tabellenwerken bzw. in der DIN 18041 aufgeführt.

Grundsätzlich sind Aufenthaltsräume mit Maßnahmen zur Raumakustik auszuführen. Die Ausführung von Nebenräumen wie z.B. Lager- und Geräteräumen ist optional. Hier sollte eine eventuelle spätere Umwidmung eines solchen Raumes in einen Aufenthaltsraum Berücksichtigung finden.

Für Räume der Kategorie B werden abhängig Ihrer Nutzungsart Maßnahmen zur Bedämpfung des Raumes empfohlen. Hierdurch kann der Grundgeräuschpegel im Raum gesenkt und die Halligkeit begrenzt werden. Hierfür werden im Frequenzbereich von 250 bis 2 000 Hz abhängig der Nutzungsart Empfehlungen für das Verhältnis zwischen äquivalenter Schallabsorptionsfläche A und Volumen eines Raumes (A/V -Verhältnis) angegeben.

Tabelle 3 — Orientierungswerte für das Verhältnis von äquivalenter Schallabsorptionsfläche A zum Raumvolumen V

Nutzungsart	bei Raumhöhen $h \leq 2,5$ m	bei Raumhöhen $h > 2,5$ m
	m^2/m^3	m^2/m^3
B1	ohne Anforderung	ohne Anforderung
B2	$A/V \geq 0,15$	$A/V \geq [4,80 + 4,69 \lg(h/1 \text{ m})]^{-1}$ (7)
B3	$A/V \geq 0,20$	$A/V \geq [3,13 + 4,69 \lg(h/1 \text{ m})]^{-1}$ (8)
B4	$A/V \geq 0,25$	$A/V \geq [2,13 + 4,69 \lg(h/1 \text{ m})]^{-1}$ (9)
B5	$A/V \geq 0,30$	$A/V \geq [1,47 + 4,69 \lg(h/1 \text{ m})]^{-1}$ (10)

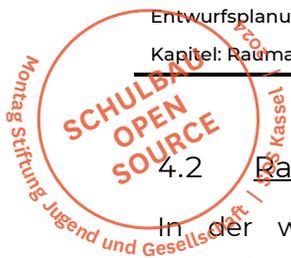
Dabei ist

A die äquivalente Schallabsorptionsfläche eines Raums in Quadratmeter

V das Raumvolumen in Kubikmeter

h die lichte Raumhöhe in Meter

Abbildung 6: Empfehlungen A/V -Verhältnis für Räume der Kategorie B (Auszug aus DIN 18041:2016-03)



4.2 Raum- und Oberflächengestaltung

In der weiteren Planungsphase wurden neben der LP2-Dokumentation weitere Betrachtungen zur raumakustischen Gestaltung durchgeführt. Grundlage hierfür waren skizzenhafte Darstellungen bis hin zum LP3-Design-Freeze sowie der Plangrundlage LP3. Zwischenzeitlich wurden aufgrund der Nutzerabstimmung weitere Varianten u.a. mit erhöhtem Transparenzanteil untersucht.

Für die Entwurfsplanung wird jedoch gemäß Abstimmung der Planungsstand LP3 vom 27.05.2023 / U 4 / sowie des Design Manuals / L 16 / des Architekturbüros CF Møller Architects zu Grunde gelegt.

Die Betrachtungen zur Nachhallzeit gemäß DIN 180401 wurden anhand der bisher geplanten raumumschließenden Oberflächen und entsprechenden Produktansätzen durchgeführt.

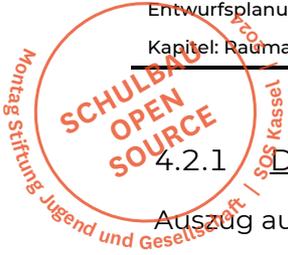
Im Rahmen von Variantenbetrachtungen wurden u.a. die Deckenbelegung mit Absorbern in unterschiedlichen Belegungsgraden, mögliche Bodenbeläge, Wandflächen, Wandabsorberflächen sowie akustisch wirksame Trennwandgestaltung untersucht. Aus den vorangegangenen Projektbesprechungen und Planungen heraus, werden zur raumakustischen Betrachtung, neben Ansätzen aus der DIN 18041, zudem gewisse Produktansätze (z.B. für Wand- und Deckenabsorber) angenommen.

Im weiteren Planungsverlauf ist der Einfluss der Versorgungstrassen auf die ansetzbare Absorberfläche an der Decke zu prüfen. Nachfolgende Oberflächen wurden für die unterschiedlichen Bereiche erarbeitet und besprochen.

Für die Bodenoberfläche ist Linoleum geplant. Bei Bedarf kann in vereinzelten Rückzugsbereichen Teppichbelag genutzt werden.

Die Innenwände werden im Erschließungskern als Stahlbetonwände und im übrigen Gebäude v.a. als Trockenbauwände mit Beplankungen aus Lehmbauplatten bzw. Gipskartonplatten umgesetzt. Auf den Innenwänden der Lernorte sind oberhalb der Türöffnungen Wandabsorber vorgesehen. In einigen Trennwänden werden Glaselemente integriert bzw. die Türen als br. Zwischen den Lernorten und den offenen Mitten sollen „Möbeltrennwände“ umgesetzt werden, welche u.a. als Stauraum und durch transparente Nischeneinschnitte als Sitzgelegenheit dienen.

Die Geschossdecken sind als Holz-Rippen-Decke mit tragenden Holzbalken in Kombination mit einer massiven Brettsperrholzdecke mit Rohdeckenbeschwerung und schwimmenden Estrich geplant. Da die Decke eine gute Möglichkeit bietet Absorptionsflächen anzuordnen, werden hier absorbierend Plattenmaterialien vorgesehen. Planungswunsch ist es die Holzbalken in den meisten Bereichen sichtbar zu lassen und lediglich zwischen den Balken Absorber anzuordnen. In kleineren abgeschlossenen Räumen, wie die Differenzierungsräume, sind die Absorber vollflächig unterhalb der Holzbalken geplant.



4.2.1 Deckenabsorber

Auszug aus Design Manual LP3 / L 22 /:

Holzwoleplatten Glatt
siehe Übersicht

Typ: BKI-201
Hersteller: z.B. Troldekt o. g/w.
Produkt: -
Oberfläche: Ultrafein, Natur

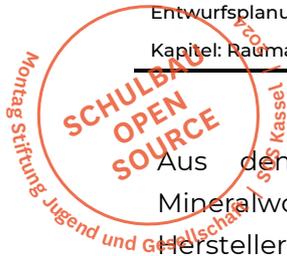
Holzwoleplatten Lamellenstruktur

Differenzierungsräume, Rückzugsbereiche (geschlossen), Flure, Büros, Werken, NaWi-Räume, Innenliegende Besprechungs- und Gruppenräume

Typ: BKI-202
Hersteller: z.B. Troldekt o. g/w.
Produkt: Line
Oberfläche: Ultrafein

Auszug aus Übersicht Schallabsorptionsgrade (/L 18/) Troldekt Installation bei abgehängten Decken - Troldekt 35 mm:

Ausführung mit Troldekt 35 mm und Troldekt Plus 35 mm	Frequenz [Hz]							Spezifikationen			Datum	Institut	
	125	250	500	1000	2000	4000	a _w	NRC	Klasse				
	Fein Struktur	0,25	0,70	0,70	0,60	0,85	1,00	0,70	0,70	C	20.06.17	SRL	
	Ultrafein Struktur	0,25	0,70	0,75	0,65	0,85	1,00	0,75	0,75	C	20.06.17	SRL	
	Extrem fein Struktur	0,25	0,70	0,80	0,65	0,85	1,00	0,75	0,75	C	20.06.17	SRL	
	Fein Struktur	0,40	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,10	A	21.06.17	SRL	
	Ultrafein Struktur	0,45	0,95	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,05	A	21.06.17	SRL	
	Extrem fein Struktur	0,45	0,95	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,05	A	21.06.17	SRL	
	Fein Struktur	0,45	1,00	1,00	0,95	0,95	1,00	1,00	1,00	A	20.06.17	SRL	
	Ultrafein Struktur	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	A	20.06.17	SRL	
	Extrem fein Struktur	0,45	1,00	1,00	0,95	1,00	1,00	1,00	1,00	A	20.06.17	SRL	
	Fein Struktur	0,70	1,00	1,00	0,95	1,00	1,00	1,00	1,00	A	20.06.17	SRL	
	Ultrafein Struktur	0,65	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,05	A	20.06.17	SRL	
	Extrem fein Struktur	0,65	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,05	A	20.06.17	SRL	
	Fein Struktur	0,70	1,00	1,00	0,95	1,00	1,00	1,00	1,05	A	21.06.17	SRL	
	Ultrafein Struktur	0,75	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,10	A	21.06.17	SRL	
	Extrem fein Struktur	0,70	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,05	A	21.06.17	SRL	
	Fein Struktur	0,40	0,90	1,00	1,00	0,95	1,00	1,00	1,05	A	21.06.17	SRL	
	Ultrafein Struktur	0,40	0,95	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,05	A	21.06.17	SRL	
	Extrem fein Struktur	0,40	0,95	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,05	A	21.06.17	SRL	

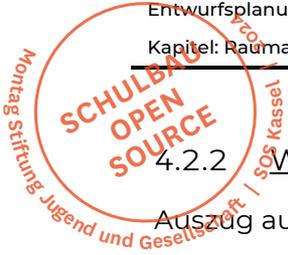


Aus dem Nachhaltigkeits- und C2C-Ansatz heraus, soll wenn möglich, die Mineralwollauflage durch eine Holzfaserdämmung ersetzt werden. Hierfür wurden beim Hersteller mögliche Alternativen angefragt. Troldekt hat vereinzelt Konstruktion neben der Mineralwolle mit einer PAVATHERM-Holzfaserdämmplatte bezüglich der Absorptionsgrade messtechnisch untersucht, leider nicht für die in diesem Projekt geplanten Konstruktionen / L 19 /. Bei den sowohl mit Mineralwoll- (Isover SSP2 – GW40) als auch mit Holzfaserdämmplatte (Pavatherm - PT40) zeigt sich, dass die Absorptionsgrade der Holzfaserdämmung größtenteils die der Mineralwolle übersteigt. Demnach werden in den weiteren Betrachtungen die Absorptionsgrade der geprüften und oben markierten Systeme angesetzt und davon ausgegangen, dass die Werte mit Austausch der Mineralwolle durch das entsprechende Holzfaserprodukt weiterhin einen guten Ansatz darstellen.

Die 45mm Mineralwollauflage wäre demnach durch eine mindestens 40mm dicke, besser noch 60mm, Holzfaserdämmplatte (Pavatherm) zu ersetzen.

Die 95mm Mineralwollauflage wäre demnach durch eine 100mm dicke Holzfaserdämmplatte (Pavatherm) zu ersetzen.

Sollten darüberhinausgehende oder abweichende Informationen bekannt werden, ist dies mitzuteilen.



4.2.2 Wandabsorber (Filz)

Auszug aus Design Manual LP3 / L 22 /:

Filzlamellen

obere Teil der Wand zw. Lernort und Lernort bzw. Lernort und Differenzierungsraum

Typ: NT-301
Hersteller: z.B. ARCHISONIC o. g/w.
Produkt: -
Oberfläche: Filz

Oberhalb der Türöffnungen (über 2,30m) werden an den inneren Trennwänden Wandabsorber mit dem Produkt gemäß Objektplanungsvorschlag Archisonic 24mm mit 50mm Hinterdämmung angesetzt.

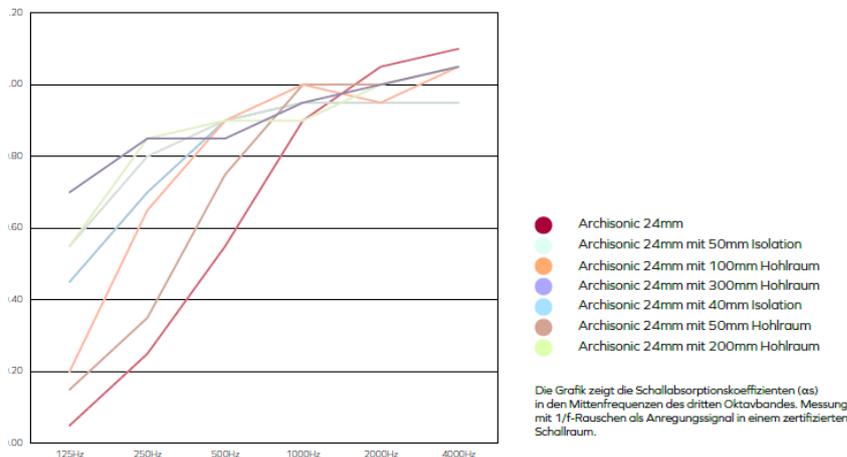
Auszug aus Technische Daten Archisonic (/ L 20 /) - Archisonic 24mm:

Akustische Spezifikationen

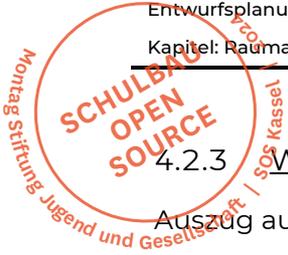
Archisonic Material 24mm

Frequenz (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	α_w	NRC
Archisonic 24mm	0.05	0.25	0.55	0.90	1.05	1.10	0.55	0.70
Archisonic 24mm mit 40mm Isolation	0.45	0.70	0.90	0.95	0.95	0.95	0.80	0.90
Archisonic 24mm mit 50mm Isolation	0.55	0.80	0.90	0.95	0.95	0.95	0.85	0.90
Archisonic 24mm mit 50mm Hohlraum	0.15	0.35	0.75	1.00	1.00	1.05	0.65	0.80
Archisonic 24mm mit 100mm Hohlraum	0.20	0.65	0.90	1.00	0.95	1.05	0.90	0.90
Archisonic 24mm mit 200mm Hohlraum	0.55	0.85	0.90	0.90	1.00	1.05	0.95	0.90
Archisonic 24mm mit 300mm Hohlraum	0.70	0.85	0.85	0.95	1.00	1.05	0.95	0.90

Schallabsorptionskoeffizient (α_s) nach EN ISO 354
 Universität Stuttgart – Institut für Akustik und Bauphysik IABP



Die Grafik zeigt die Schallabsorptionskoeffizienten (α_s) in den Mittenfrequenzen des dritten Oktavbandes. Messung mit 1/f-Rauschen als Anregungssignal in einem zertifizierten Schallraum.



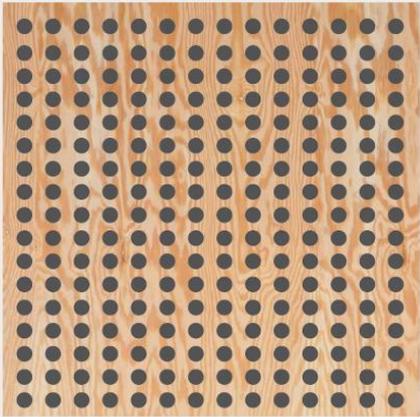
4.2.3 Wandabsorber (gelochte Holzoberfläche)

Auszug aus Design Manual LP3 / L 22 /:

**Holzbekleidung
gelocht**

Möbelwände zwischen Lernorten und Offenen Mitten, Kernwände, Wände zum Atrium, Musikbereich, Jugendhaus, Bibliothek

Typ: NT-202, NT-203, BKI-204, BKI-601
Ausführung: MMA (mma-as.dk) o. g/w.
Produkt: (Tischlerarbeiten)
Oberfläche: Kiefer Sperrholz



Zwischen den Lernorten und den offenen Mitten werden "Möbeltrennwände" geplant, welche durch gelochte Holzplatten mit Hinterdämmung vollflächig akustisch wirksam hergestellt werden. Für die Berechnung wurde gemäß Vorgabe bzw. Abstimmung mit der Objektplanung das Produkt BER Holz-F Akustikplatte Typ L 8-16 mit Lochanteil und rückseitigem aufkaschiertem Vlies sowie 30 mm Mineralwolle angesetzt.

Auszug aus Technische Daten BER Deckensysteme (/ L 21 /) – BER-F/L 8-16:

Typ: **L 8-16** (D = 8 mm, Achsabstand = 16 mm)
 Vlies rückseitig aufkaschiert
 Auflage: 30 mm Mineralwolle
 Gewicht ca. 45 kg/m³
 Höhe: 200 mm Gesamtaufbau

$\alpha_{L,M} = 0,78$ $NRC = 0,90$ $\alpha_w = 0,85$ (L) Kl. B

f [Hz]	125	250	500	1000	2000	4000
α_s	0,39	0,93	0,96	0,87	0,80	0,72

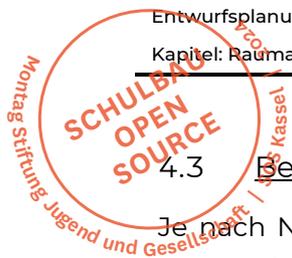
Geprüft Fraunhofer Institut für Bauphysik Stuttgart

Typ: **L 8-16** (D = 8 mm, Achsabstand = 16 mm)
 Vlies rückseitig aufkaschiert
 Auflage: 30 mm Mineralwolle
 Gewicht ca. 45 kg/m³
 Höhe: 400 mm Gesamtaufbau

$\alpha_{L,M} = 0,77$ $NRC = 0,80$ $\alpha_w = 0,85$ Kl. B

f [Hz]	125	250	500	1000	2000	4000
α_s	0,59	0,82	0,76	0,90	0,80	0,77

Geprüft Fraunhofer Institut für Bauphysik Stuttgart



4.3 Betrachtete Räume

Je nach Nutzungsart eines Raumes wird die optimale Nachhallzeit in Abhängigkeit des Raumvolumens bestimmt. Aufgrund des inklusiven Ansatzes des Schulkonzepts, wird auch eine entsprechende raumakustische Qualität angestrebt, um die Räume bei sprachlicher Kommunikation auch für Personen, die in besonderer Weise auf gutes Sprachverstehen angewiesen sind, wie z.B. Personen mit Höreinschränkungen oder für fremdsprachliche Nutzung, auszugestalten. Auch die Stadt Kassel beschreibt in einer Veröffentlichung /L17/, dass Unterrichtsräume in Schulen als Raumkategorie A4 „Unterricht / Kommunikation inklusiv“ auszulegen sind.

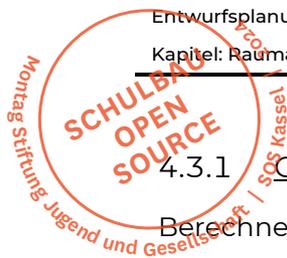
Im aktuellen Planungstand werden die geschlossenen Lernbereiche als auch die Differenzierungsräume gemäß Raumkategorie A4 ausgelegt. In den offenen Mitten wird der Zielwert mit einer etwas erhöhten Nachhallzeit von 0,5 s angesetzt, wobei in diesem Schritt die Möblierung und freien Trennwände wie etwa Garderoben noch nicht berücksichtigt werden. Durch die freie Möblierung sollen in der weiteren Planung die Nachhallzeiten weiter reduziert werden.

Die nachfolgenden Betrachtungen gelten ausschließlich für die untersuchte Raumkonfiguration gemäß vorgelegtem Planstand bzw. durchgeführter Abstimmung. Sie sind nicht auf andere Objekte ohne vorherige Prüfung übertragbar.

Grundlage für die raumakustischen Betrachtungen sind die vorliegenden Entwurfspläne (/ U 4 /).

Im Rahmen dieser Betrachtung werden drei repräsentative Raumsituationen in Form eines abgetrennten Lernorts, geschlossenem Differenzierungsraums als auch einer skizzenhaften Darstellung einer offenen Mitte dargelegt.

Es wurde eine raumakustische Betrachtung der entsprechenden Räume mithilfe des Tabellenkalkulationsprogramms Excel durchgeführt.



4.3.1 Geschlossene Lernorte

Berechneter Raum: 0501_N__01N0039 – Lernort OG1

$A = 64 \text{ m}^2$; $h = 3,83 \text{ m}$; $V = 245 \text{ m}^3$

Oberflächen

Boden: Linoleum

Decke: Holz-Rippendecke

zwischen den Holzbalken Absorber-Platten (gemäß Angabe Objektplanung
ca. 75% belegbare Deckenfläche)

Trolldtekt 35 mm mit Dämmauflage (200 mm TKH; 45mm MiWo
bzw. 40-60mm Holzfaser; 35 mm Trolldtekt; ultrafeine Struktur)

Außenwand:

Außenfassade mit innenliegender Vorsatzschale, Hohlraum ausgedämmt

Fenster (Isolierverglasung) nach DIN 18041

Brüstung unter Fenster mit akustisch wirksamer gelochten Holzoberfläche

BER Holz-F/L 8-16 mit 30mm Hinterdämmung (MW) und ca. 40 cm
Hohlraum

Möbelwand zur offenen Mitte:

Glaselemente

Übrige Flächen mit akustisch wirksamer gelochten Holzoberfläche

BER Holz-F/L 8-16 mit 30mm Hinterdämmung (MW) und ca. 40 cm
Hohlraum

Innenwände zu Lernort:

Trockenbauwand, glatt gespachtelt, geschlossen

oberhalb 2,30m Höhe – Filzabsorber auf Trennwand

Archisonic 24mm mit 50mm Hinterdämmung

Innenwände zu Differenzierungsraum:

Trockenbauwand, glatt gespachtelt, geschlossen

Glaselement mit Tür

oberhalb 2,30m Höhe – Filzabsorber auf Trennwand

Archisonic 24mm mit 50mm Hinterdämmung

10 Personen: Schüler Primärstufe (bis 11 Jahre), sitzend an Tischen nach DIN 18041

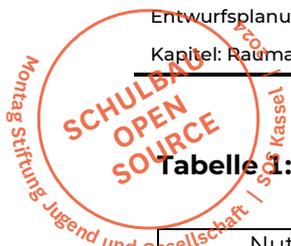


Tabelle 1: Nachhallzeiten für Geschlossene Lernorte

Nutzungsart: A4 Unterricht inkl.	Anzustrebender Bereich der Nachhallzeit							
	f [Hz]							
T _{opt} = 0,48 s	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
T _{max}	0,82 s	0,70 s	0,58 s					
T _{min}	0,24 s	0,31 s	0,38 s	0,38 s	0,38 s	0,38 s	0,31 s	0,24 s

Nutzungsart A: Räume mit Anforderung an die Hörsamkeit

**Lernort 01_0039_LP3 OG1 Lernort -
0501_N_01_0039 (BerVar
0501_N_01_0039-5)**

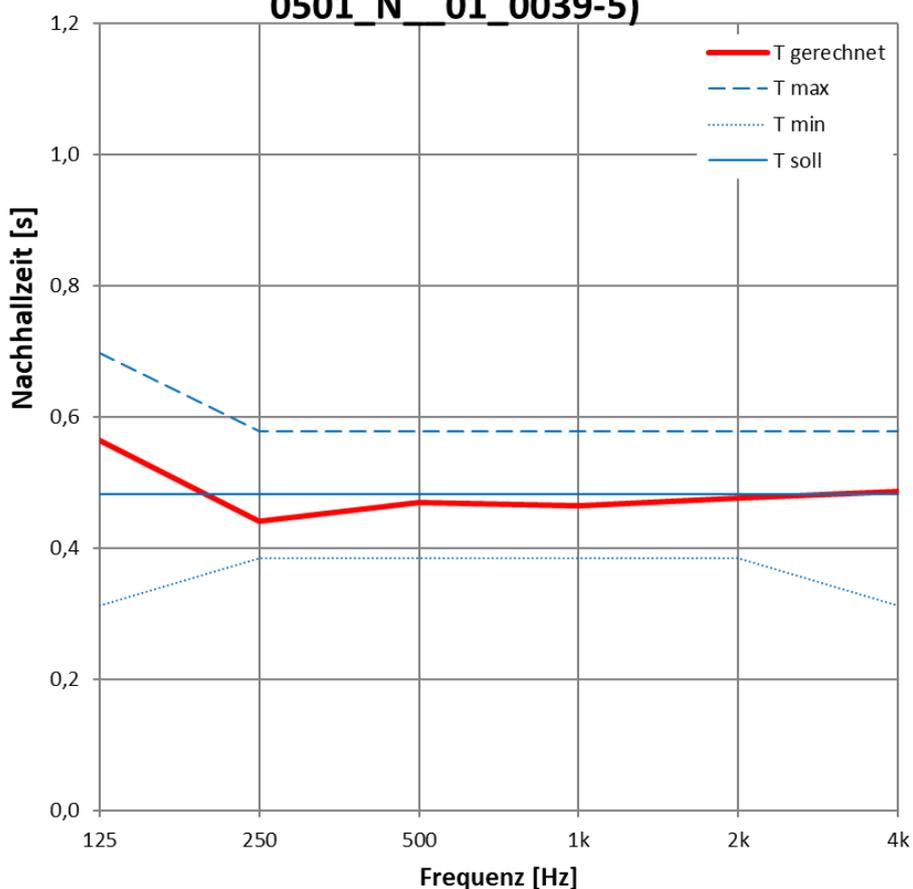
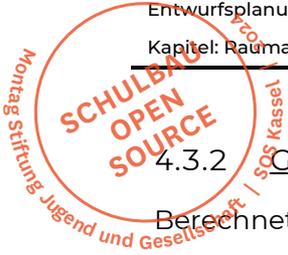


Abbildung 7: Graphik Nachhallzeiten Geschlossene Lernorte

Die berechnete Nachhallzeit dieser Raumkonfiguration liegt innerhalb des Toleranzbereichs der Soll-Nachhallzeit der angesetzten Nutzungsart gemäß DIN 18041.



4.3.2 Geschlossene Differenzierungsräume

Berechneter Raum: 0501_N_01_0038 – Differenzierung OG1

$A = 24 \text{ m}^2$; $h = 3,0 \text{ m}$; $V = 73 \text{ m}^3$

Oberflächen

Boden: Linoleum

Decke: Holz-Rippendecke

Unterhalb der Holzbalken Absorber-Platten (gemäß Angabe Objektplanung 100% der Deckenfläche)

Troldekt 35 mm mit Dämmauflage (200 mm TKH; 45mm MiWo bzw. 40-60mm Holzfaser; 35 mm Troldekt; ultrafeine Struktur)

Außenwand:

Außenfassade mit innenliegender Vorsatzschale, Hohlraum ausgedämmt

Fenster (Isolierverglasung) nach DIN 18041

Brüstung unter Fenster mit akustisch wirksamer gelochten Holzoberfläche

BER Holz-F/L 8-16 mit 30mm Hinterdämmung (MW) und ca. 40 cm Hohlraum

Innenwand zur offenen Mitte:

Trockenbauwand, glatt gespachtelt, geschlossen

Gleselement mit Tür → Vorhang geplant

oberhalb 2,30m Höhe – Filzabsorber auf Trennwand

Archisonic 24mm mit 50mm Hinterdämmung

Innenwände zu Lernorten:

Trockenbauwand, glatt gespachtelt, geschlossen

Gleselement mit Tür → Empfehlung min. auf einer Wand Vorhang vorsehen

oberhalb 2,30m Höhe – Filzabsorber auf Trennwand

Archisonic 24mm mit 50mm Hinterdämmung

2 Personen: Schüler Primärstufe (bis 11 Jahre), sitzend an Tischen nach DIN 18041

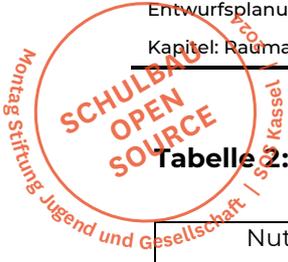


Tabelle 2: Nachhallzeiten für Geschlossene Differenzierungsräume

Nutzungsart: A4 Unterricht inkl.	Anzustrebender Bereich der Nachhallzeit							
	f [Hz]							
T _{opt} = 0,34 s	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
T _{max}	0,58 s	0,50 s	0,41 s					
T _{min}	0,17 s	0,22 s	0,28 s	0,28 s	0,28 s	0,28 s	0,22 s	0,17 s

Nutzungsart A: Räume mit Anforderung an die Hörsamkeit

**Diff-Raum 01_0038_LP3 OG1 Differenzierung
- 0501_N_01_0038 (BerVar
0501_N_01_0038-6)**

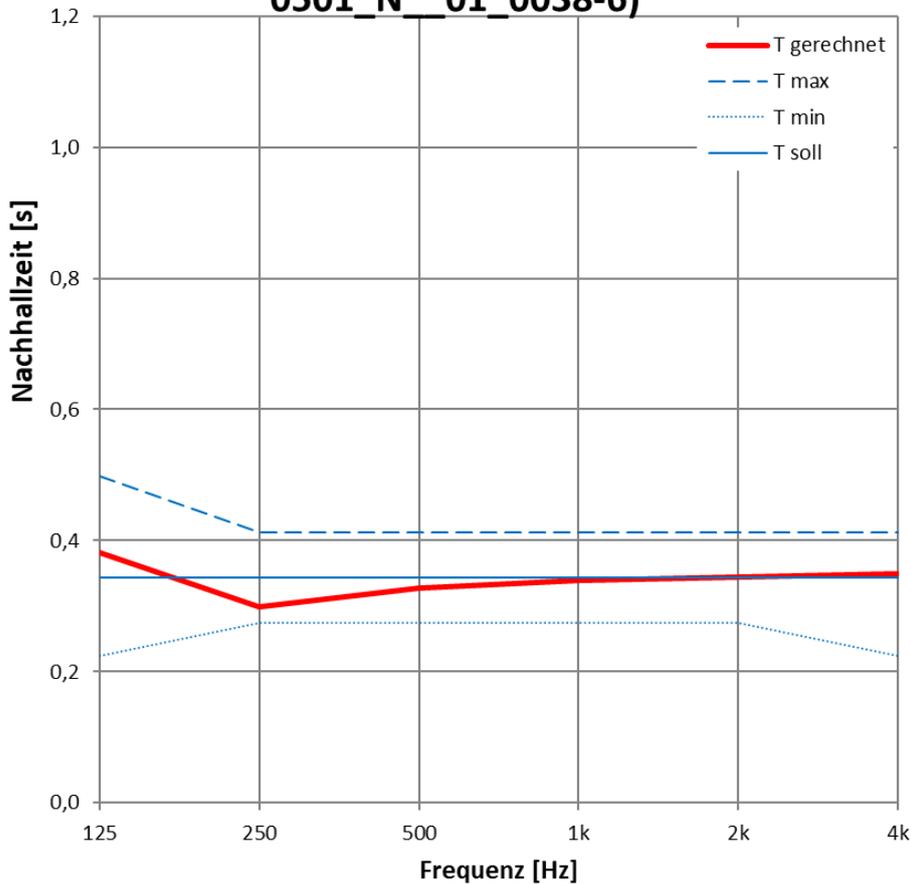
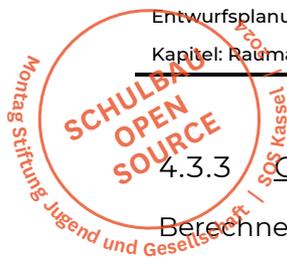


Abbildung 8: Graphik Nachhallzeiten Geschlossene Differenzierungsräume

Die berechnete Nachhallzeit dieser Raumkonfiguration liegt innerhalb des Toleranzbereichs der Soll-Nachhallzeit der angesetzten Nutzungsart gemäß DIN 18041.



4.3.3 Offene Mitten

Berechneter Raum: 0501_N_01_0019 – Offene Mitte OG1

$A = 230 \text{ m}^2$; $h = 3,83 \text{ m}$; $V = 879 \text{ m}^3$

→ Volumen außerhalb Anwendungsgrenzen der DIN 18041 → skizzenhafte Darstellung

Mit dem hohen Raumvolumen liegen die offenen Mitten außerhalb des Anwendungsbereichs für Räume mit A4-Anforderung gemäß DIN 18041. Aus diesem Grund wird eine zusätzliche Grenzwertlinie zur überschlägigen Einschätzung des Raums eingeführt. Die Berechnung ist als skizzenhafte Darstellung des Raumbereichs zu verstehen. Die Nachhallzeiten für diese Raumbereiche sind genauer durch die Simulation abzubilden.

Oberflächen

Boden: Linoleum

Decke: Holz-Rippendecke

zwischen den Holzbalken Absorber-Platten (gemäß Angabe Objektplanung ca. 75% belegbare Deckenfläche)

Troldekt 35 mm mit Dämmauflage (200 mm TKH; 95mm MiWo bzw. 100mm Holzfaser; 35 mm Troldekt; ultrafeine Struktur)

Außenwand:

Außenfassade mit innenliegender Vorsatzschale, Hohlraum ausgedämmt

Fenster (Isolierverglasung) nach DIN 18041

Brüstung unter Fenster mit akustisch wirksamer gelochten Holzoberfläche

BER Holz-F/L 8-16 mit 30mm Hinterdämmung (MW) und ca. 40 cm Hohlraum

Möbelwand zur offenen Mitte:

Glaselemente

Übrige Flächen mit akustisch wirksamer gelochten Holzoberfläche

BER Holz-F/L 8-16 mit 30mm Hinterdämmung (MW) und ca. 40 cm Hohlraum

Innenwände Trockenbau:

Trockenbauwand, glatt gespachtelt, geschlossen

Innenwände Massivbau:

Glattputz

10 Personen: Schüler Primärstufe (bis 11 Jahre), sitzend an Tischen nach DIN 18041

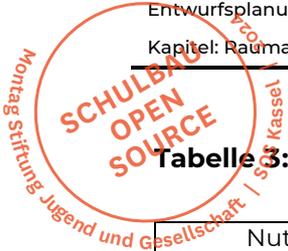


Tabelle 3: Nachhallzeiten für Offene Mitten

Nutzungsart:	Anzustrebender Bereich der Nachhallzeit							
	f [Hz]							
„A4“ Unterricht inkl.	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$T_{opt} = 0,5\text{ s}$								
T_{max}								
T_{min}								

„Nutzungsart A: Räume mit Anforderung an die Hörsamkeit“

Raumkategorie A4 ist normativ für Räume < 500 m³ definiert. Aus der Nutzung und den Abstimmungen heraus wird für die offenen Mitten eine Nachhallzeit durch bauliche Maßnahmen von 0,5s angestrebt, wobei in diesem Schritt die Möblierung und freien Trennwände wie etwa Garderoben noch nicht berücksichtigt werden. Durch die freie Möblierung sollen in der weiteren Planung die Nachhallzeiten weiter reduziert werden. Mit dem hohen Raumvolumen liegen die offenen Mitten außerhalb des Anwendungsbereichs für Räume mit A4-Anforderung gemäß DIN 18041. Aus diesem Grund wird eine zusätzliche Grenzwertlinie zur überschlägigen Einschätzung des Raums eingeführt.

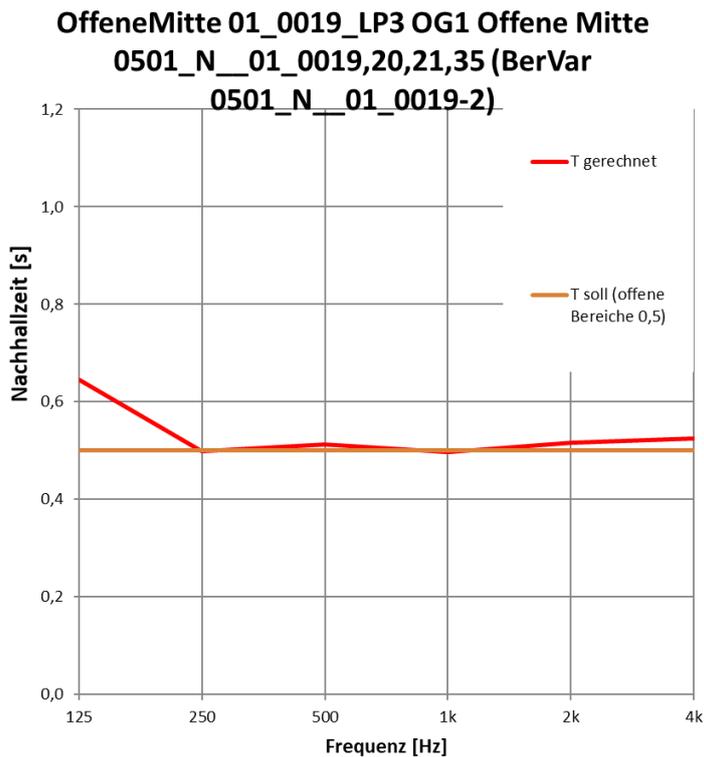


Abbildung 9: Graphik Nachhallzeiten Offene Mitten

Die berechnete Nachhallzeit dieser Raumkonfiguration liegt größtenteils bei 0,5s. Im tiefen Frequenzbereich überschreitet die Nachhallzeit 0,6s. Die offenen Mitten sind weiterführend durch Simulationen zu betrachten und weiter zu bewerten.



5 Schlussbemerkung

Mit den vorstehend gemachten Darlegungen kann die aktuell abgestimmte Raumplanung und deren raumakustische Qualitäten eingeschätzt und ggf. weitere notwendige Maßnahmen geplant bzw. besprochen werden. Die Darlegungen beruhen auf der Entwurfsplanung sowie den aufgezeigten Material- und Produktansätzen.

Im Zuge der weiteren Planung sind die Betrachtungen fortzuschreiben bzw. zu überprüfen. Im Besonderen ist die raumakustische Simulation fortzuschreiben.

Die vorangegangenen Betrachtungen gelten ausschließlich für den konkreten Einzelfall gemäß vorgelegtem Planstand bzw. durchgeführter Abstimmung. Sie sind nicht auf andere Objekte ohne vorherige Prüfung übertragbar.

Das Ingenieurbüro IBC Ingenieurbau - Consult GmbH übernimmt nur für die vorstehenden Bauteile, unter den entsprechenden dort benannten Voraussetzungen, die Verantwortung. Sofern sich Änderungen bzw. Unstimmigkeiten ergeben, wird um Benachrichtigung gebeten.

Aufgestellt am 07.07.2023

Dipl.-Ing. (FH) Björn Abraham

Dr.-Ing. Lars Kützing

Lena Spies, M.Sc.



ANHANG I – Technische Datenblätter angesetzter Absorber

Auszüge aus:

Troldekt – Übersicht Schallabsorptionsgrade / L 18 /

ARCHISONIC – Akustikbroschüre von IMPACT ACOUSTIC / L 20 /

BER Deckensysteme – Schallabsorptionsgrad nach DIN EN ISO 354:2005 – Produkt BER
Holz-F/L 8-16 / L 21 /

Schallabsorptionsgrade

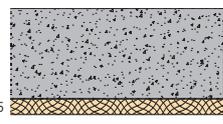
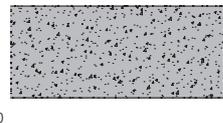
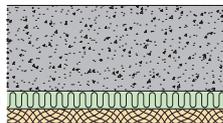
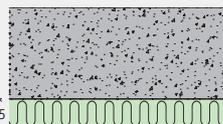
Deckenkonstruktionen mit Troldekt getestet nach DS/ISO 354

Die nachfolgend abgebildeten Schallabsorptionsgrade gelten sowohl für Platten der Baustoffklasse Bs1d0, als auch für A2s1d0,

da die längenbezogenen Strömungswiderstände der Platten identisch sind.

Abkürzungen: TKH = Totale Konstruktionshöhe - MiWo = Mineralwolle

Troldekt Installation auf Rohdecke

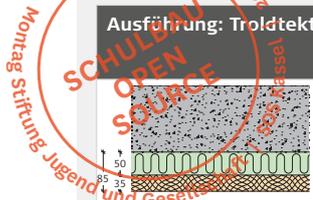
Ausführung: Troldekt 25 mm mit und ohne Mineralwolle	Frequenz [Hz]						Spezifikationen			Datum	Institut	
	125	250	500	1000	2000	4000	α_w	NRC	Klasse			
 25 mm TKH 25 mm Troldekt	Fein Struktur	0,10	0,15	0,30	0,65	0,95	0,85	0,35	0,55	D	05.04.17	SRL
	Ultrafein Struktur	0,10	0,15	0,30	0,60	0,90	0,80	0,35	0,50	D	05.04.17	SRL
	Extrem fein Struktur	0,10	0,15	0,30	0,60	0,90	0,70	0,35	0,50	D	05.04.17	SRL
 55 mm TKH 30 mm Abstand 25 mm Troldekt	Fein Struktur	0,10	0,20	0,55	0,90	0,70	0,95	0,50	0,60	D	05.04.17	SRL
	Ultrafein Struktur	0,10	0,20	0,50	0,85	0,70	0,90	0,50	0,55	D	05.04.17	SRL
	Extrem fein Struktur	0,10	0,20	0,30	0,60	0,70	0,85	0,50	0,55	D	05.04.17	SRL
 85 mm TKH 60 mm Abstand 25 mm Troldekt	Fein Struktur											
	Ultrafein Struktur	0,15	0,25	0,70	0,75	0,70	0,95	0,55	0,60	D	07.04.17	SRL
	Extrem fein Struktur											
 125 mm TKH 100 mm Abstand 25 mm Troldekt	Fein Struktur	0,20	0,40	0,75	0,60	0,65	0,90	0,65	0,60	C	05.04.17	SRL
	Ultrafein Struktur	0,20	0,35	0,70	0,65	0,65	0,90	0,70	0,70	C	05.04.17	SRL
	Extrem fein Struktur	0,15	0,40	0,70	0,65	0,60	0,85	0,65	0,65	C	05.04.17	SRL
 55 mm TKH 30 mm MiWo 70 kg/m³ 25 mm Troldekt	Fein Struktur	0,20	0,70	1,00	1,00	0,85	1,00	0,90	0,95	A	06.04.17	SRL
	Ultrafein Struktur	0,20	0,65	1,00	1,00	1,00	1,00	0,95	0,95	A	06.04.17	SRL
	Extrem fein Struktur	0,20	0,65	1,00	1,00	0,90	1,00	0,90	0,95	A	06.04.17	SRL
 70 mm TKH 45 mm MiWo 30 kg/m³ 25 mm Troldekt	Fein Struktur	0,25	0,85	1,00	0,90	0,85	1,00	0,90	0,95	A	06.04.17	SRL
	Ultrafein Struktur	0,25	0,75	1,00	1,00	0,90	1,00	0,95	0,95	A	06.04.17	SRL
	Extrem fein Struktur	0,25	0,80	1,00	0,95	0,85	1,00	0,95	0,95	A	06.04.17	SRL

Troldekt Installation auf Rohdecke



Ausführung: Troldekt 25 mm mit und ohne Mineralwolle		Frequenz [Hz]						Spezifikationen			Datum	Institut
		125	250	500	1000	2000	4000	a_w	NRC	Klasse		
	75 mm TKH 50 mm MiWo 90 kg/m³ 25 mm Troldekt											
	Fein Struktur	0,35	1,00	1,00	1,00	0,95	1,00	1,00	1,10	A	06.04.17	SRL
	Ultrafein Struktur	0,35	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,10	A	06.04.17	SRL
	Extrem fein Struktur	0,35	1,00	1,00	1,00	0,95	1,00	1,00	1,10	A	05.04.17	SRL
	120 mm TKH 95 mm MiWo 30 kg/m³ 25 mm Troldekt											
	Fein Struktur	0,55	1,00	1,00	0,90	0,80	1,00	0,90	1,00	A	06.04.17	SRL
	Ultrafein Struktur	0,55	1,00	1,00	0,95	0,90	1,00	0,95	1,05	A	06.04.17	SRL
	Extrem fein Struktur	0,55	1,00	1,00	0,95	0,90	1,00	0,95	1,00	A	06.04.17	SRL
	142 mm TKH 95 mm MiWo 22 mm Abstand 25 mm Troldekt											
	Fein Struktur	0,65	1,00	0,95	0,90	0,85	1,00	0,90	0,90	A	06.10.09	DELTA
	Ultrafein Struktur											
	Extrem fein Struktur											
Ausführung: Troldekt 35 mm mit und ohne Mineralwolle		Frequenz [Hz]						Spezifikationen			Datum	Institut
		125	250	500	1000	2000	4000	a_w	NRC	Klasse		
	35 mm TKH 35 mm Troldekt											
	Fein Struktur	0,10	0,25	0,45	0,85	0,85	0,90	0,50	0,60	D	19.06.17	SRL
	Ultrafein Struktur	0,10	0,25	0,45	0,80	0,90	0,90	0,50	0,60	D	19.06.17	SRL
	Extrem fein Struktur	0,10	0,25	0,50	0,85	0,90	0,90	0,50	0,60	D	19.06.17	SRL
	65 mm TKH 30 mm Abstand 35 mm Troldekt											
	Fein Struktur	0,15	0,30	0,75	0,90	0,70	0,95	0,60	0,65	C	19.06.17	SRL
	Ultrafein Struktur	0,15	0,30	0,70	0,90	0,75	0,95	0,60	0,65	C	19.06.17	SRL
	Extrem fein Struktur	0,15	0,30	0,75	0,95	0,75	1,00	0,60	0,70	C	19.06.17	SRL
	95 mm TKH 60 mm Abstand 35 mm Troldekt											
	Fein Struktur											
	Ultrafein Struktur	0,15	0,35	0,85	0,75	0,85	0,95	0,65	0,70	C	21.06.17	SRL
	Extrem fein Struktur											
	135 mm TKH 100 mm Abstand 35 mm Troldekt											
	Fein Struktur	0,15	0,35	0,80	0,65	0,75	1,00	0,65	0,65	C	19.06.17	SRL
	Ultrafein Struktur	0,15	0,40	0,85	0,75	0,80	1,00	0,70	0,65	C	19.06.17	SRL
	Extrem fein Struktur	0,15	0,40	0,85	0,80	0,80	1,00	0,70	0,70	C	19.06.17	SRL
	65 mm TKH 30 mm MiWo 70 kg/m³ 35 mm Troldekt											
	Fein Struktur	0,20	0,70	1,00	1,00	0,90	1,00	0,95	0,95	A	20.06.17	SRL
	Ultrafein Struktur	0,25	0,75	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,05	A	20.06.17	SRL
	Extrem fein Struktur	0,25	0,75	1,00	1,00	0,90	1,00	0,95	1,00	A	20.06.17	SRL
	80 mm TKH 45 mm MiWo 30 kg/m³ 35 mm Troldekt											
	Fein Struktur	0,30	0,85	1,00	0,85	0,90	1,00	0,90	0,95	A	20.06.17	SRL
	Ultrafein Struktur	0,30	0,85	1,00	0,95	0,90	1,00	0,95	1,00	A	20.06.17	SRL
	Extrem fein Struktur	0,30	0,85	1,00	0,95	0,95	1,00	1,00	0,95	A	20.06.17	SRL

Troldekt Installation auf Rohdecke



Ausführung: Troldekt 35 mm mit Mineralwolle		Frequenz [Hz]						Spezifikationen			Datum	Institut
		125	250	500	1000	2000	4000	a_w	NRC	Klasse		
	85 mm TKH 50 mm MiWo 90 kg/m³ 35 mm Troldekt											
	Fein Struktur	0,40	1,00	1,00	0,95	0,95	1,00	1,00	1,05	A	19.06.17	SRL
	Ultrafein Struktur	0,40	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,05	A	19.06.17	SRL
	Extrem fein Struktur											
	130 mm TKH 95 mm MiWo 30 kg/m³ 35 mm Troldekt											
	Fein Struktur	0,55	1,00	1,00	0,95	0,95	1,00	1,00	1,00	A	20.06.17	SRL
	Ultrafein Struktur	0,60	1,00	1,00	0,95	1,00	1,00	1,00	1,00	A	20.06.17	SRL
	Extrem fein Struktur	0,60	1,00	1,00	0,95	1,00	1,00	1,00	1,05	A	20.06.17	SRL
Ausführung: Troldekt Plus 25 mm		Frequenz [Hz]						Spezifikationen			Datum	Institut
		125	250	500	1000	2000	4000	a_w	NRC	Klasse		
	43 mm TKH 25+18 mm Troldekt Plus											
	Fein Struktur	0,15	0,40	1,00	1,00	0,85	1,00	0,70	0,80	C	05.04.17	SRL
	Ultrafein Struktur	0,15	0,40	0,90	1,00	0,90	1,00	0,70	0,80	C	05.04.17	SRL
	65 mm TKH 25+40 mm Troldekt Plus											
	Fein Struktur	0,30	0,95	1,00	1,00	0,95	1,00	1,00	1,05	A	05.04.17	SRL
	Ultrafein Struktur	0,30	0,85	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,05	A	05.04.17	SRL
	Extrem fein Struktur	0,25	0,85	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,05	A	05.04.17	SRL
Ausführung: Troldekt Plus 35 mm		Frequenz [Hz]						Spezifikationen			Datum	Institut
		125	250	500	1000	2000	4000	a_w	NRC	Klasse		
	53 mm TKH 35+18 mm Troldekt Plus											
	Fein Struktur	0,20	0,45	1,00	1,00	0,85	1,00	0,75	0,85	C	19.06.17	SRL
	Ultrafein Struktur	0,20	0,45	1,00	1,00	0,90	1,00	0,75	0,85	C	19.06.17	SRL
	Extrem fein Struktur	0,15	0,45	1,00	1,00	0,90	1,00	0,75	0,85	C	19.06.17	SRL
	75 mm TKH 35+40 mm Troldekt Plus											
	Fein Struktur	0,30	0,90	1,00	0,95	0,95	1,00	1,00	1,00	A	19.06.17	SRL
	Ultrafein Struktur	0,30	0,90	1,00	1,00	1,00	0,95	1,00	1,00	A	19.06.17	SRL
	Extrem fein Struktur	0,35	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,05	A	19.06.17	SRL

Troldtekt Installation bei abgehängten Decken



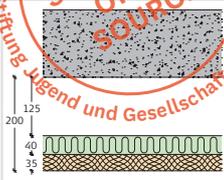
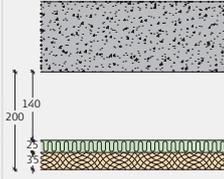
Ausführung: Troldtekt 25 mm, Troldtekt Plus 25 mm und Troldtekt A2 25 mm		Frequenz [Hz]						Spezifikationen			Datum	Institut
		125	250	500	1000	2000	4000	a_w	NRC	Klasse		
<p>200 mm TKH 175 mm Abstand 25 mm Troldtekt</p>	Fein Struktur	0,25	0,60	0,65	0,65	0,70	0,95	0,70	0,65	C	05.04.17	SRL
	Ultrafein Struktur	0,25	0,60	0,70	0,60	0,85	1,00	0,70	0,70	C	21.06.17	SRL
	Extrem fein Struktur	0,20	0,60	0,75	0,65	0,90	0,95	0,75	0,70	C	22.06.17	SRL
<p>200 mm TKH 145 mm Abstand 30 mm MiWo 70 kg/m³ 25 mm Troldtekt</p>	Fein Struktur	0,45	1,00	1,00	1,00	0,85	1,00	0,95	1,00	A	06.04.17	SRL
	Ultrafein Struktur	0,45	1,00	1,00	1,00	0,95	1,00	1,00	1,05	A	06.04.17	SRL
	Extrem fein Struktur	0,40	1,00	1,00	1,00	0,90	1,00	1,00	1,05	A	06.04.17	SRL
<p>200 mm TKH 130 mm Abstand 45 mm MiWo 30 kg/m³ 25 mm Troldtekt</p>	Fein Struktur	0,50	1,00	1,00	0,95	0,80	1,00	0,90	1,00	A	06.04.17	SRL
	Ultrafein Struktur	0,45	1,00	1,00	1,00	0,90	1,00	1,00	1,00	A	06.04.17	SRL
	Extrem fein Struktur	0,45	1,00	1,00	1,00	0,85	1,00	0,95	1,05	A	06.04.17	SRL
<p>200 mm TKH 80 mm Abstand 95 mm MiWo 30 kg/m³ 25 mm Troldtekt</p>	Fein Struktur	0,65	1,00	1,00	0,95	0,85	0,90	0,95	1,00	A	06.04.17	SRL
	Ultrafein Struktur	0,60	1,00	1,00	1,00	0,95	1,00	1,00	1,05	A	06.04.17	SRL
	Extrem fein Struktur	0,65	1,00	1,00	1,00	0,90	1,00	1,00	1,05	A	06.04.17	SRL
<p>200 mm TKH 75 mm Abstand 2x50 mm MiWo 70 kg/m³ 25 mm Troldtekt</p>	Fein Struktur	0,80	1,00	1,00	1,00	0,85	1,00	0,95	1,00	A	07.04.17	SRL
	Ultrafein Struktur	0,75	1,00	1,00	1,00	0,95	1,00	1,00	1,05	A	07.04.17	SRL
	Extrem fein Struktur	0,80	1,00	1,00	1,00	0,90	1,00	1,00	1,05	A	07.04.17	SRL
<p>200 mm TKH 157 mm Abstand 25+18 mm Troldtekt Plus</p>	Fein Struktur	0,45	0,95	1,00	0,95	0,85	1,00	0,95	0,95	A	07.04.17	SRL
	Ultrafein Struktur	0,40	0,95	1,00	1,00	0,95	1,00	1,00	1,00	A	07.04.17	SRL
	Extrem fein Struktur	0,45	0,95	1,00	1,00	0,95	1,00	1,00	1,00	A	06.04.17	SRL
<p>200 mm TKH 125 mm Abstand 25+40 mm Troldtekt Plus</p>	Fein Struktur	0,50	1,00	1,00	1,00	0,85	1,00	0,95	1,00	A	07.04.17	SRL
	Ultrafein Struktur	0,50	1,00	1,00	1,00	0,95	1,00	1,00	1,05	A	09.04.17	SRL
	Extrem fein Struktur	0,55	1,00	1,00	1,00	0,90	1,00	1,00	1,00	A	08.04.17	SRL

Trolldtekt Installation bei abgehängten Decken

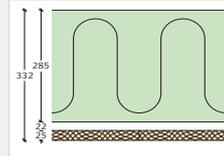


Ausführung mit Trolldtekt Ventilation 25 mm und Trolldtekt 25 mm mit Pagos Oris		Frequenz [Hz]						Spezifikationen			Datum	Institut
		125	250	500	1000	2000	4000	a _w	NRC	Klasse		
	200 mm TKH 150 mm Abstand 25+25 mm Trolldtekt Ventilation											
	Fein Struktur	0,45	1,00	1,00	0,90	0,85	1,00	0,90	0,95	A	07.04.17	SRL
	Ultrafein Struktur	0,40	0,95	1,00	0,95	0,90	1,00	0,95	1,00	A	07.04.17	SRL
	Extrem fein Struktur	0,40	0,95	1,00	0,90	0,90	1,00	0,95	0,95	A	07.04.17	SRL
	200 mm TKH 160 mm Abstand 15 mm Pagos Oris 25 mm Trolldtekt											
	Fein Struktur											
	Ultrafein Struktur	0,40	0,80	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	A	21.06.17	SRL
	Extrem fein Struktur											
Ausführung mit Trolldtekt 35 mm und Trolldtekt Plus 35 mm		Frequenz [Hz]						Spezifikationen			Datum	Institut
		125	250	500	1000	2000	4000	a _w	NRC	Klasse		
	200 mm TKH 165 mm Abstand 35 mm Trolldtekt											
	Fein Struktur	0,25	0,70	0,70	0,60	0,85	1,00	0,70	0,70	C	20.06.17	SRL
	Ultrafein Struktur	0,25	0,70	0,75	0,65	0,85	1,00	0,75	0,75	C	20.06.17	SRL
	Extrem fein Struktur	0,25	0,70	0,80	0,65	0,85	1,00	0,75	0,75	C	20.06.17	SRL
	200 mm TKH 145 mm Abstand 30 mm MiWo 70 kg/m³ 35 mm Trolldtekt											
	Fein Struktur	0,40	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,10	A	21.06.17	SRL
	Ultrafein Struktur	0,45	0,95	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,05	A	21.06.17	SRL
	Extrem fein Struktur	0,45	0,95	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,05	A	21.06.17	SRL
	200 mm TKH 120 mm Abstand 45 mm MiWo 30 kg/m³ 35 mm Trolldtekt											
	Fein Struktur	0,45	1,00	1,00	0,95	0,95	1,00	1,00	1,00	A	20.06.17	SRL
	Ultrafein Struktur	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	A	20.06.17	SRL
	Extrem fein Struktur	0,45	1,00	1,00	0,95	1,00	1,00	1,00	1,00	A	20.06.17	SRL
	200 mm TKH 70 mm Abstand 95 mm MiWo 30 kg/m³ 35 mm Trolldtekt											
	Fein Struktur	0,70	1,00	1,00	0,95	1,00	1,00	1,00	1,00	A	20.06.17	SRL
	Ultrafein Struktur	0,65	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,05	A	20.06.17	SRL
	Extrem fein Struktur	0,65	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,05	A	20.06.17	SRL
	200 mm TKH 65 mm Abstand 2x50 mm MiWo 70 kg/m³ 35 mm Trolldtekt											
	Fein Struktur	0,70	1,00	1,00	0,95	1,00	1,00	1,00	1,05	A	21.06.17	SRL
	Ultrafein Struktur	0,75	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,10	A	21.06.17	SRL
	Extrem fein Struktur	0,70	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,05	A	21.06.17	SRL
	200 mm TKH 147 mm Abstand 35+18 mm Trolldtekt Plus											
	Fein Struktur	0,40	0,90	1,00	1,00	0,95	1,00	1,00	1,05	A	21.06.17	SRL
	Ultrafein Struktur	0,40	0,95	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,05	A	21.06.17	SRL
	Extrem fein Struktur	0,40	0,95	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,05	A	21.06.17	SRL

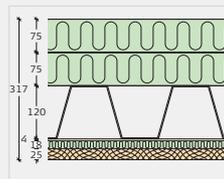
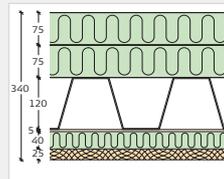
Trolldtekt Installation bei abgehängten Decken

Ausführung: Trolldtekt Plus 35 mm und Trolldtekt Ventilation 35 mm	Frequenz [Hz]						Spezifikationen			Datum	Institut	
	125	250	500	1000	2000	4000	a_w	NRC	Klasse			
 <p>200 mm TKH 125 mm Abstand 35+40 mm Trolldtekt Plus</p>												
	Fein Struktur	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	A	20.06.17	SRL
	Ultrafein Struktur	0,45	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,05	A	20.06.17	SRL
Extrem fein Struktur	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,05	A	21.06.17	SRL	
 <p>200 mm TKH 140 mm Abstand 35+25 mm Trolldtekt Ventilation</p>												
	Fein Struktur	0,40	0,95	1,00	1,00	0,95	1,00	1,00	1,00	A	21.06.17	SRL
	Ultrafein Struktur	0,35	0,95	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,05	A	21.06.17	SRL
Extrem fein Struktur	0,35	0,95	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,05	A	21.06.17	SRL	

Trolldtekt Installation bei Dachbalken und -sparren

Ausführung mit Trolldtekt 25 mm	Frequenz [Hz]						Spezifikationen			Datum	Institut	
	125	250	500	1000	2000	4000	a_w	NRC	Klasse			
 <p>TKH 332 mm 285 mm MiWo 22 mm Abstand Dampfbremse 25 mm Trolldtekt</p>												
	Fein Struktur	0,75	0,90	0,95	0,85	0,90	0,80	0,90	0,90	A	02.10.09	DELTA
	Ultrafein Struktur											
Extrem fein Struktur												

Trolldtekt Installation bei Trapezblechen

Ausführung mit Trolldtekt Plus 25 mm	Frequenz [Hz]						Spezifikationen			Datum	Institut	
	125	250	500	1000	2000	4000	a_w	NRC	Klasse			
 <p>TKH 317 mm 2x75 mm MiWo 120 mm Trapezbleche 25+18 mm Trolldtekt</p>												
	Fein Struktur	0,50	0,70	1,00	1,00	0,95	1,00	0,95	0,95	A	07.10.09	DELTA
	Ultrafein Struktur											
Extrem fein Struktur												
 <p>TKH 340 mm 2x75 mm MiWo 120 mm Trapezbleche 25+40 mm Trolldtekt</p>												
	Fein Struktur	0,55	0,90	1,00	1,00	0,95	1,00	1,00	1,00	A	07.10.09	DELTA
	Ultrafein Struktur											
Extrem fein Struktur												



Zusammensetzung

100% PET (60% zertifiziertes Rezyklat)

Wiederverwertung

24mm 88 PET-Flaschen pro m²
12mm 53 PET-Flaschen pro m²

Dichte

24mm 4000 g/m² (+/-10%)
12mm 2400 g/m² (+/-10%)

Dimensionen Rohplatten

24mm 1800 x 2400 x 24mm
 70" x 94" x 0.94" (+/-7%)
12mm 1200 x 2800 x 12mm
 47" x 110" x 0.47" (+/-7%)

Brandschutz

B-s1, d0 Klasse A
 DIN EN 13501-1 ASTM E84

Flüchtige Organische Verbindungen (VOC)

A+ Bestanden
 28 Tage (Franz. Regelung) 14 CDPH/EHLB



Nachhaltigkeit



ARCHISONIC®

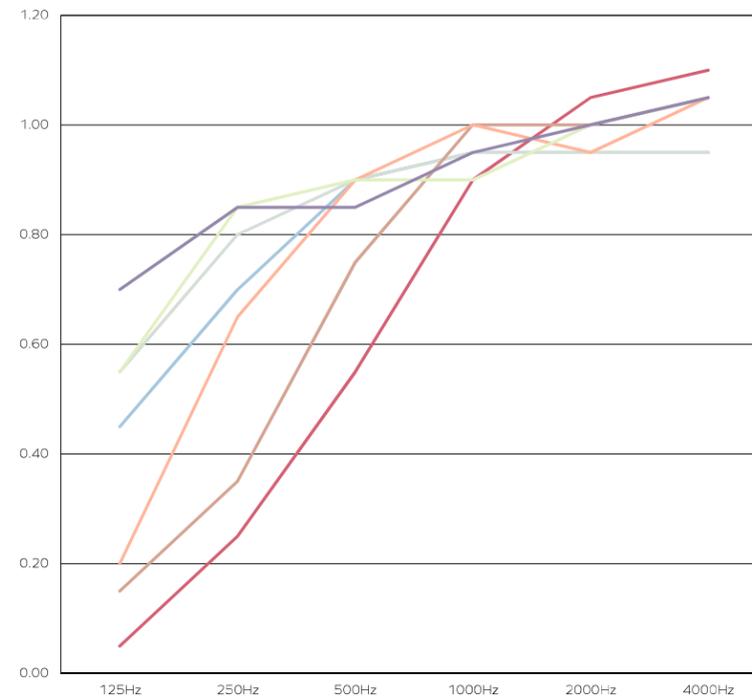
Akustische Spezifikationen

Archisonic Material 24mm

Frequenz (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	α_w	NRC
Archisonic 24mm	0.05	0.25	0.55	0.90	1.05	1.10	0.55	0.70
Archisonic 24mm mit 40mm Isolation	0.45	0.70	0.90	0.95	0.95	0.95	0.80	0.90
Archisonic 24mm mit 50mm Isolation	0.55	0.80	0.90	0.95	0.95	0.95	0.85	0.90
Archisonic 24mm mit 50mm Hohlraum	0.15	0.35	0.75	1.00	1.00	1.05	0.65	0.80
Archisonic 24mm mit 100mm Hohlraum	0.20	0.65	0.90	1.00	0.95	1.05	0.90	0.90
Archisonic 24mm mit 200mm Hohlraum	0.55	0.85	0.90	0.90	1.00	1.05	0.95	0.90
Archisonic 24mm mit 300mm Hohlraum	0.70	0.85	0.85	0.95	1.00	1.05	0.95	0.90

Schallabsorptionskoeffizient (α_s) nach EN ISO 354

Universität Stuttgart – Institut für Akustik und Bauphysik IABP



- Archisonic 24mm
- Archisonic 24mm mit 50mm Isolation
- Archisonic 24mm mit 100mm Hohlraum
- Archisonic 24mm mit 300mm Hohlraum
- Archisonic 24mm mit 40mm Isolation
- Archisonic 24mm mit 50mm Hohlraum
- Archisonic 24mm mit 200mm Hohlraum

Die Grafik zeigt die Schallabsorptionskoeffizienten (α_s) in den Mittenfrequenzen des dritten Oktavbandes. Messung mit 1/f-Rauschen als Anregungssignal in einem zertifizierten Schallraum.

Schallabsorptionsgrad nach DIN EN ISO 354:2005

Produkt: BER Holz-F/L 8-16

Schema - Schnitt ohne Auflage



Typ: **L 8-16** (D = 8 mm, Achsabstand = 16 mm)
Vlies rückseitig aufkaschiert

Auflage: 30 mm Mineralwolle
Gewicht ca. 45 kg/m³

Höhe: 50 mm Gesamtaufbau

$\alpha_{1M} = 0,70$ NRC = 0,85 $\alpha_w = 0,80$ Kl. B

f [Hz]	125	250	500	1000	2000	4000
α_s	0,17	0,56	1,00	1,01	0,74	0,70

Geprüft Fraunhofer Institut für Bauphysik Stuttgart

Typ: **L 8-16** (D = 8 mm, Abstand = 16 mm)
Vlies rückseitig aufkaschiert

Auflage: 30 mm Mineralwolle
Gewicht ca. 45 kg/m³

Höhe: 100 mm Gesamtaufbau

$\alpha_{1M} = 0,74$ NRC = 0,85 $\alpha_w = 0,80$ Kl. B

f [Hz]	125	250	500	1000	2000	4000
α_s	0,27	0,76	1,04	0,88	0,76	0,70

Geprüft Fraunhofer Institut für Bauphysik Stuttgart

Typ: **L 8-16** (D = 8 mm, Achsabstand = 16 mm)
Vlies rückseitig aufkaschiert

Auflage: 30 mm Mineralwolle
Gewicht ca. 45 kg/m³

Höhe: 200 mm Gesamtaufbau

$\alpha_{1M} = 0,78$ NRC = 0,90 $\alpha_w = 0,85$ (L) Kl. B

f [Hz]	125	250	500	1000	2000	4000
α_s	0,39	0,93	0,96	0,87	0,80	0,72

Geprüft Fraunhofer Institut für Bauphysik Stuttgart

Typ: **L 8-16** (D = 8 mm, Achsabstand = 16 mm)
Vlies rückseitig aufkaschiert

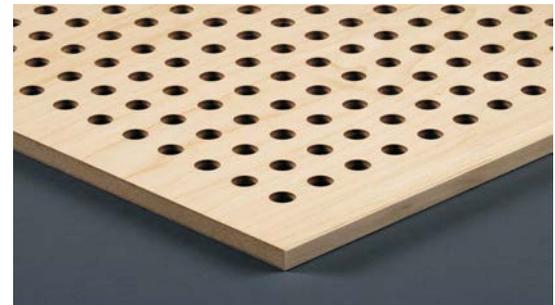
Auflage: 30 mm Mineralwolle
Gewicht ca. 45 kg/m³

Höhe: 400 mm Gesamtaufbau

$\alpha_{1M} = 0,77$ NRC = 0,80 $\alpha_w = 0,85$ Kl. B

f [Hz]	125	250	500	1000	2000	4000
α_s	0,59	0,82	0,76	0,90	0,80	0,77

Geprüft Fraunhofer Institut für Bauphysik Stuttgart



Technische Daten

Material:

BER Holz-F Akustikplatte Typ L 8-16 mit Lochanteil

beidseitig beschichtete MDF-Platte
ein natürlicher Holzwerkstoff aus nachhaltiger
Waldwirtschaft PEFC/04-31-3186 zertifiziert

Emissionsprüfung gemäß DIN EN 16516 (10/2020)
von flüchtigen organischen Verbindungen, VOC,
Formaldehyd, Bewertung gemäß AgBB-Schema 2018
Die im Prüfbericht 2521115/2 Entwicklungs- und
Prüflabor Holztechnologie Dresden dargestellte
Bewertung bezieht sich ausschließlich
auf die unbehandelte Trägerplatte

Brandverhalten nach Euroclass EN 13501-1
oder DIN 4102

B1 schwer entflammbar oder B2 normal entflammbar
die Klassifizierung des Brandverhaltens bezieht
sich ausschließlich auf die Trägerplatte

Schallabsorptionsgrad nach DIN EN ISO 354:2005
Absorberklasse siehe Produktbericht

Ballwurfsicherheit nach DIN 18 032
für Deckenverkleidung.
Ausführliche Informationen siehe bei den
jeweiligen Konstruktionsdetails

Plattendicke:

ca. 17 oder 19 mm

Gewicht:

ca. 10,3 kg/m², ohne Auflage
sichtbarer Lochflächenanteil 19,6%

Sichtseite wählbar:

Echtholz furnier
Farblackierung nach RAL / NCS, Farbkarte
HPL- oder Melaminharz Dekor-Oberflächen

Rückseite:

mit oder ohne Vlies

Aufteilformat:

wählbare Abmessungen,
werden auftragsbezogen produziert