

Schalltechnisches Gutachten

Abschluss Bau- und raumakustische Entwurfsplanung (LPH 3)

Neubau eines Zentrums
für Feuerwehrwesen und Katastrophenschutz
Hohenheide
25770 Hemmingstedt

Auftraggeber: Kreisverwaltung Dithmarschen
- Der Landrat –
Stettiner Straße 30
25746 Heide

Projekt-Nr.: 2022266 Datum Gutachten: 2023-06-01

Bearbeitung: Dipl.-Ing. (FH) Ralf König

2022266 BA+RA gta002/RK/ju

Rellinger Str. 26 - 25421 Pinneberg - Telefon 04101 51779-0 - Telefax 04101 51779-10
E-Mail: email@taubertundruhe.de - Internet: www.taubertundruhe.de

Unsere Ausarbeitungen unterliegen dem Urheberrecht und sind nur im Rahmen des erteilten Auftrages für das darin bezeichnete Objekt bestimmt. Jede anderweitige Verwertung sowie Mitteilung oder Weitergabe an Dritte - sei es vollständig oder in Auszügen - bedarf unserer vorherigen schriftlichen Zustimmung.

Amtsgericht Pinneberg HRB 1953 - Geschäftsführender Gesellschafter: Dipl.-Ing. (FH) Klaus Focke

Inhaltsverzeichnis

1	Aufgabenstellung	5
2	Grundlagen	6
3	Schalltechnische Situation	8
4	Schalltechnische Anforderungen	10
4.1	Bauakustische Anforderungen.....	10
4.1.1	Mindestanforderungen zwischen Arbeitsräumen gemäß DIN 4109:2018-01	10
4.1.2	Empfehlungen für den Schallschutz in Büros nach VDI 2569:2019-10	11
4.1.3	Schulungsräume.....	14
4.1.4	Besonders laute Räume	15
4.1.5	Maximal zulässige Schalldruckpegel	17
4.1.6	Außenlärm	18
4.1.7	Technische Regeln für Arbeitsstätten - ASR A3.7 - „Lärm“	21
4.2	Raumakustische Anforderungen	23
4.2.1	Allgemeines zu raumakustischen Anforderungen.....	23
4.2.2	Räume für sprachliche Nutzungen	25
4.2.3	Büroräume.....	27
4.2.4	Sonstige Räume	31
5	Bauakustische Entwurfsplanung	34
5.1	Decke zwischen EG und OG	34
5.2	Holzdach	35
5.2.1	Dachaufbau allgemein	35
5.2.2	Schalllängsübertragung über Brettsperrholzplatten	37
5.2.3	Anschlüsse der Trennwände an Dachkonstruktion.....	38
5.2.4	Schalldämmende Unterdecke Kompressorraum	39
5.2.5	Haustechnische Geräte auf Dachflächen	39
5.3	Boden im EG	40
5.4	Innenwände	41
5.4.1	Innenwände ohne Türen.....	41
5.4.2	Innenwände mit Türen	42
5.4.3	Wände zu Verkehrsflächen.....	43
5.5	Mobilwand	43
5.6	Außenwände	46
5.7	Treppen	47
5.8	Aufzüge	47

5.9	Türen	48
5.10	Fenster und Fassaden.....	49
5.10.1	Durchgangsdämmung	49
5.10.2	Norm-Flankenschallpegeldifferenz	51
5.11	Körperschallentkopplung Lüftungsgeräte	51
5.12	Telefonieübertragung über Lüftungskanäle	53
6	Raumakustische Entwurfsplanung.....	55
6.1	Schulungsräume 1 bis 3	55
6.1.1	Übersicht Maßnahmen	55
6.1.2	Gipskarton-Lochdecke.....	57
6.1.3	Mobilwand mit schallabsorbierenden Eigenschaften	58
6.1.4	Wandverkleidung.....	58
6.1.5	Berechnung der Nachhallzeit.....	59
6.2	Schulungsraum 4 (FTZ).....	60
6.2.1	Übersicht über Maßnahmen	60
6.2.2	Unterdecke Gipskarton-Lochplatten	61
6.2.3	Wandabsorber sonstige Räume	62
6.2.4	Berechnung der Nachhallzeit.....	62
6.3	Büroräume.....	63
6.4	Lage- und Führungsraum, Lagezentrum	64
6.5	Kommunikationsraum, Bürgertelefon	66
6.6	Kantine, Teeküche, Aufenthaltsräume.....	68
6.7	Küchenräume	69
6.8	Werkstätten und ähnliche Arbeitsräume	69
6.8.1	Flure	71
7	Zusammenfassung	72

Anlagen

Lageplan	1
Grundrisse	2.1 und 2.2
Fassadenschnitt	3
Berechnung maßgeblicher Außenlärmpegel	4
Produktbeispiele schallabsorbierende Mobilwand	5.1 und 5.2
Nachhallzeitprognose Schulungsraum 3 und 1 bis 3	6.1 und 6.2
Nachhallzeitprognose Schulungsraum 4	7
Nachhallzeitprognose Lagezentrum	8
Details Mobilwand	9.1 und 9.2

1 Aufgabenstellung

In Hemmingstedt wird ein neues Zentrum für Feuerwehrwesen und Katastrophenschutz geplant. In dem vorliegenden Gutachten wird Planstand zum Ende der Entwurfsplanung (LPH 3) zur Bauakustik (Schallschutz) und zur Raumakustik dargestellt. Zunächst werden die schalltechnischen Anforderungen gemäß Normen und Richtlinien sowie weiteren Veröffentlichungen benannt. Die mit den Beteiligten abgestimmten Wand- und Deckenaufbauten werden beschrieben. Auf Grundlage dieser Aufbauten wurden Berechnungen durchgeführt. Im Hinblick auf die Raumakustik werden Berechnungen zur Nachhallzeit mit den geplanten Schallabsorbern an Decken und Wänden durchgeführt.

2 Grundlagen

Vom Auftraggeber wurde ein Projektserver eingerichtet. Die vorliegenden Berechnungen basieren auf den Planständen vom Mai 2023 sowie von aktuellen Abstimmungen mit den Architekten. Das Gutachten wurde auf Grundlage folgender Veröffentlichungen erstellt:

Autor/Dokument	Titel	Ausgabe
DIN 4109	Schallschutz im Hochbau	
Teil 1	Mindestanforderungen	2018-01
Teil 2	Rechnerische Nachweise der Erfüllung der Anforderungen	2018-01
Teil 31	Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) – Rahmendokument	2016-07
Teil 32	Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) – Massivbau	2016-07
Teil 33	Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) – Holz-, Leicht- und Trockenbau	2016-07
Teil 34	Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) – Vorsatzkonstruktionen vor massiven Bauteilen	2016-07
Teil 34/A1	Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) – Vorsatzkonstruktionen vor massiven Bauteilen	2019-12
Teil 35	Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) – Elemente, Fenster, Türen, Vorhangfassaden	2016-07
Teil 35/A1	Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) – Elemente, Fenster, Türen, Vorhangfassaden	2019-12
Teil 36	Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) – Gebäudetechnische Anlagen	2016-07

Autor/Dokument	Titel	Ausgabe
DIN 18041	Hörsamkeit in Räumen – Anforderungen, Empfehlungen und Hinweise für die Planung	2016-03
DIN 8989	Schallschutz in Gebäuden - Aufzüge	2019-08
VDI 2081 Blatt 1	Raumlufttechnik – Geräuscherzeugung und Lärminderung	2022-04
VDI 2569	Schallschutz und akustische Gestaltung in Büros	2019-10
VDI 3728	Schalldämmung beweglicher Raumabschlüsse – Türen und Mobilwände	2012-03
VDI 3762	Schalldämmung von Doppel- und Hohlböden	2012-01

3 Schalltechnische Situation

Der Neubau des Zentrums für Feuerwehrwesen und Katastrophenschutz in Hemmingstedt liegt zwischen der Bundesstraße B 5 und den Gleisen der Marschbahn. Weiter südlich verläuft die Autobahn A 23. Das Grundstück ist Teil des Gewerbeparks Westküste und grenzt nördlich, südlich und westlich an mögliche Gewerbeflächen. Ein gültiger Bebauungsplan liegt nicht vor.

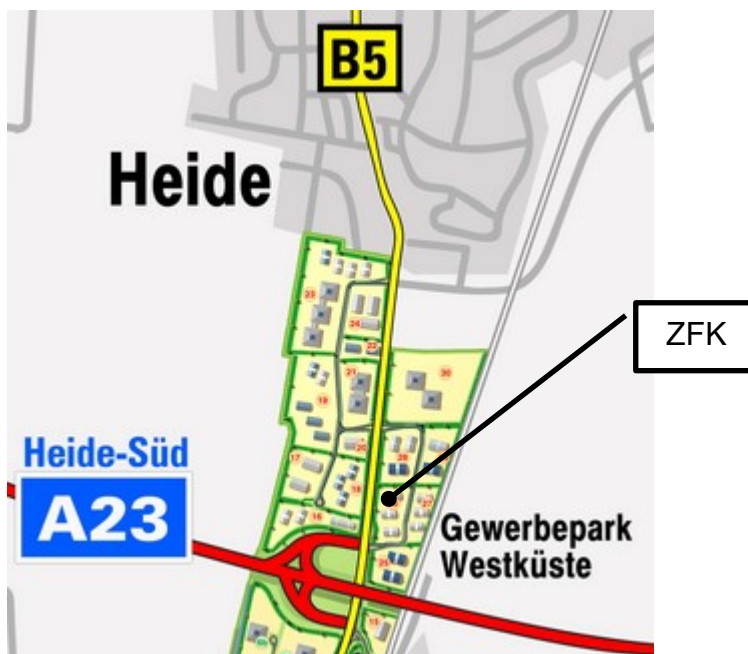


Abbildung 1: Umgebungskarte Gewerbepark Westküste (Quelle Entwicklungsagentur Region Heide)

In Anlage 1 ist ein Lageplan des Grundstücks beigefügt. In dem mäanderförmig angeordneten Gebäudekomplex sind folgende Nutzungen vorgesehen:

Abschnitt 1 - Fahrzeughalle

Abschnitt 2 - Schulungsräume und Verwaltung

Abschnitt 3 - Werkstatt

Abschnitt 4 - FTZ Fahrzeug- und Prüfhalle

Die Gebäude werden in ein oder zweigeschossiger Bauweise errichtet. Das statische Konzept sieht Stahlbetonwände und eine Stahlbetonsohle für das Erdgeschoss und die Decke über dem Erdgeschoss vor. Das Obergeschoss und das Dach sollen in Holzbauweise errichtet werden. Die Innen- und Außenwände werden dabei überwiegend als Holztafelwände und das Dach in Massivholzbauweise errichtet. Im Teilbereichen liegen die Massivholzplatten auf Brett-schichtholzträgern auf.

Die Beheizung des Gebäudes erfolgt über Fernwärme. Die zwischenzeitlich geplante Aufstellung von Wärmepumpen entfällt. Das ursprünglich vorgesehene Konzept zur Kühlung einiger Räume wird derzeit überarbeitet.

4 Schalltechnische Anforderungen

4.1 Bauakustische Anforderungen

4.1.1 Mindestanforderungen zwischen Arbeitsräumen gemäß DIN 4109:2018-01

Die nachfolgend genannten Anforderungen gelten strenggenommen für die Angrenzungen von fremden Nutzungseinheiten. Im vorliegenden Fall wird das Gebäude jedoch einheitlich vom Kreis Dithmarschen errichtet und betrieben. Für verschiedene Bauteile wird dennoch der Schallschutz gemäß DIN 4109:2018-01 herangezogen.

DIN 4109-1:2018-01 enthält in Tabelle 2 die Anforderungen an die Luftschalldämmung R'_w und Trittschalldämmung $L'_{n,w}$ zwischen unterschiedlichen fremden Nutzungseinheiten, z. B. fremden Arbeitsbereichen, wie folgt:

Tabelle 1: Auszug aus DIN 4109-1-2018-01, Tabelle 2 „Anforderungen an die Schalldämmung in Mehrfamilienhäusern, Bürogebäuden und in gemischt genutzten Gebäuden“

Bauteile	Anforderungen		Bemerkungen
	R'_w dB	$L'_{n,w}$ dB	
Trenndecken (auch Treppen) zwischen fremden Arbeitsräumen bzw. vergleichbaren Nutzungseinheiten	≥ 54	≤ 53	
Decken über Kellern, Hausfluren, Treppenträumen unter Aufenthaltsräumen	≥ 52	≤ 50	Die Anforderung an die Trittschalldämmung gilt für die Trittschallübertragung in fremde Aufenthaltsräume in alle Schallausbreitungsrichtungen.
Decken unter Bad und WC ohne/mit Bodenentwässerung	≥ 54	≤ 53	Die Anforderung an die Trittschalldämmung gilt für die Trittschallübertragung fremder Aufenthaltsräume in alle Schallausbreitungsrichtungen.
Treppenläufe und -podeste	-	≤ 53	

Bauteile	Anforderungen		Bemerkungen
	R' _w dB	L' _{n,w} dB	
Wohnungstrennwände und Wände zwischen fremden Arbeitsräumen	≥ 53	-	Wohnungstrennwände sind Bauteile, die Wohnungen voneinander oder von fremden Arbeitsräumen trennen.
Treppenraumwände und Wände neben Hausfluren	≥ 53	-	Für Wände mit Türen gilt die Anforderung R' _w (Wand) = R _w (Tür) + 15 dB. Darin bedeutet R _w (Tür) die erforderliche Schalldämmung der Tür nach dieser Tabelle. Wandbreiten ≤ 30 cm bleiben dabei unberücksichtigt.
Schachtwände von Aufzugsanlagen an Aufenthaltsräumen	≥ 57	-	

Bei versetzt zueinander angeordneten Räumen mit einer gemeinsamen Fläche < 10 m² wird anstelle des Schalldämm-Maßes R'_w die Norm-Schallpegeldifferenz D_n, die zahlenmäßig den oben genannten Wert für die Luftschalldämmung R'_w erreichen muss, berechnet.

4.1.2 Empfehlungen für den Schallschutz in Büros nach VDI 2569:2019-10

Von Seiten der Nutzer wurden keine konkreten einzuhaltenden Kenngrößen benannt. Von Seiten des Gutachters werden daher Empfehlungen ausgesprochen. Diese sind durch Fettdruck in den nachfolgenden Tabellen hervorgehoben. Durch die vorgeschlagenen Kennwerte wird für Büroräume ein erhöhter Schallschutz erreicht. Dieser Schallschutz wird von dem beratenden Akustiker für Nutzungen empfohlen, bei denen angrenzende Büroräume dauerhaft gleichzeitig genutzt werden.

Im Beiblatt 2 zu DIN 4109:1989-11 waren Empfehlungen für den Schallschutz in eigenen Arbeitsbereichen aufgeführt. Diese Norm wurde zurückgezogen und wird daher nicht mehr verwendet.

Die Richtlinie VDI 2569:2019-10 enthält Empfehlungswerte zum Luft- und Trittschallschutz im eigenen Arbeitsbereich mit der Klasse A für hohen Schallschutz bis zur Klasse C mit geringerem Schallschutz. Die Empfehlungen für den Luftschallschutz sind unterteilt in Empfehlungen zwischen Büroräumen und in Empfehlungen von Büroräumen gegenüber Verkehrsflächen.

Die Empfehlungen für vertrauliche Büros können nach VDI 2569:2019-10 sinngemäß für Besprechungsräume angewandt werden. Sofern in diesem Gutachten nicht anders vermerkt, wird diese Einstufung der Besprechungsräume als vertrauliche Büros vorausgesetzt. Bei Besprechungsräumen ohne besonderer Anspruch an die Vertraulichkeit, wird die Empfehlung für Einzelbüros der Schallschutzklasse A empfohlen.

Folgende Wahrnehmung der Geräusche aus benachbarten Räumen ist zu erwarten:

Tabelle 2: Auszug aus VDI 2569:2019-10, Tabelle 1 „Wahrnehmung der Geräusche aus benachbarten Räumen“

Schallschutzklasse	Einzelbüro / Mehrpersonbüro	Vertrauliches Büro
A	Normale Sprache im Allgemeinen nicht verstehbar	Angehobene Sprache im Allgemeinen nicht verstehbar
B	Normale Sprache teilweise verstehbar	Angehobene Sprache im Allgemeinen kaum verstehbar
C	Normale Sprache verstehbar	
Anmerkung: Der verbalen Beschreibung der Tabelle liegt im Falle der Mehrpersonbüros ein A-bewerteter Fremdgeräuschpegel von ≥ 35 dB und in allen anderen Fällen von ≥ 30 dB zugrunde.		

In VDI 2569:2019-10 sind Empfehlungen für den Luftschallschutz zwischen Büroräumen im eigenen Bereich enthalten. Diese Empfehlungen werden in der nachfolgenden Tabelle 3 dargestellt:

Tabelle 3: Auszug aus VDI 2569:2019-10, Tabelle 2 „Empfehlungen für die bewertete Standard-Schallpegeldifferenz $D_{nT,w}$ in dB“

	Schallschutz-Klasse		
	A	B	C
Einzelbüro	≥ 42	≥ 37	≥ 32
Mehrpersonenbüro	≥ 37	≥ 32	≥ 27
Vertrauliches Büro	≥ 50	≥ 45	
Anmerkung 1: Nach Auffassung des Gutachtes sind die Empfehlungen für Einzelbüros auf 2-Personenbüros anzuwenden, bei denen häufig nur 1 Arbeitsplatz besetzt ist.			

In VDI 2569:2019-10 sind Empfehlungen für den Luftschallschutz von Büros gegenüber Verkehrsflächen enthalten. Diese Empfehlungen werden in der nachfolgenden Tabelle 4 dargestellt:

Tabelle 4: Auszug aus VDI 2569:2019-10, Tabelle 3 „Empfehlungen für die bewertete Standard-Schallpegeldifferenz $D_{nT,w}$ gegenüber Verkehrsflächen in dB“

	Schallschutz-Klasse		
	A	B	C
Einzelbüro gering frequentierte Verkehrsflächen	≥ 37	≥ 32	≥ 27
Einzelbüro hoch frequentierte Verkehrsflächen	≥ 42	≥ 37	≥ 32
Mehrpersonenbüro	≥ 37	≥ 32	≥ 27
Vertrauliches Büro	≥ 45	≥ 40	
Anmerkung 1: Bei transparenten Wänden sind gegebenenfalls um 3 dB geringere Werte ausreichend, da eine Sichtverbindung gegeben ist.			
Anmerkung 2: Die angegebenen Empfehlungen beziehen sich auf alle Schallübertragungswege inklusive Türen.			

In VDI 2569:2019-10 sind Empfehlungen für den Trittschallschutz von Verkehrswegen und sonstigen Bereichen enthalten. Diese Empfehlungen werden in der nachfolgenden Tabelle 5 dargestellt:

Tabelle 5: Auszug aus VDI 2569:2019-10, Tabelle 4 „Empfehlungen für den bewertete Standard-Trittschallpegel $L'_{nT,w}$ in dB“

	Schallschutz-Klasse		
	A	B	C
Einzelbüro	≤ 55	≤ 60	≤ 65
Mehrpersonenbüro			
Vertrauliches Büro			

4.1.3 Schulungsräume

DIN 4109-1:2018-01 enthält in Tabelle 6 die Anforderungen an die Luftschalldämmung R'_w und Trittschalldämmung $L'_{n,w}$ zwischen den Räumen in Schulen und vergleichbaren Einrichtungen, z. B. Ausbildungsstätten, wie folgt:

Tabelle 6: Auszug aus DIN 4109-1:2018-01, Tabelle 6 „Anforderung an die Luft- und Trittschalldämmung, Schalldämmung in Schulen und vergleichbaren Einrichtungen“

Bauteile	Anforderungen		Bemerkungen
	R'_w dB	$L'_{n,w}$ dB	
Wände zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen untereinander und zu Fluren	≥ 47	-	Zu ähnlichen Räumen gehören auch solche Räume mit erhöhtem Ruhebedürfnis, z. B. Schlafräume.
Türen zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und Fluren	≥ 32	-	Bei Türen gilt R_w nach DIN 4109-1, Tabelle 1. Nach DIN 4109-2 muss ein Sicherheitsbeiwert von 5 dB berücksichtigt werden.
Türen zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen untereinander	≥ 37	-	Bei Türen gilt R_w nach DIN 4109-1, Tabelle 1. Nach DIN 4109-2 muss ein Sicherheitsbeiwert von 5 dB berücksichtigt werden.

4.1.4 Besonders laute Räume

DIN 4109-1:2018-01 enthält in Tabelle 8 die Anforderungen an die Luftschalldämmung R'_w und Trittschalldämmung $L'_{n,w}$ zwischen „besonders lauten“ Räumen“ und schutzbedürftigen Räumen. „Besonders laute“ Räume sind Räume, in denen der Schalldruckpegel des Luftschalls $L_{AF,max}$ häufig mehr als 75 dB(A) beträgt bzw. Räume, in denen häufigere und größere Körperschallanregungen stattfinden als in Wohnungen. Im vorliegenden Fall könnten folgende Räume in die Gruppe von besonders lauten Räumen eingestuft werden (siehe Anlage 2.1):

- Waschhalle (je nachdem welche Reinigungstechnik verbaut wird)
- Pumpenprüfhalle
- Werkstatt FTZ
- Geräteraum FTZ
- Hydraulikwerkstatt
- Prüfhalle
- Schlauchpflege
- Kompressorraum
- Füllraum
- Lüftungszentrale
- Küchen und Kantinenräume

In Räumen für Lüftungsanlagen und Heizungen liegen die Schallpegel zumeist unter 75 dB(A). In Räumen mit Kältemaschinen können auch Schallpegel ≥ 75 dB(A) auftreten. Im Kompressorraum sind besonders hohe Schallpegel bei Betrieb der Geräte zu erwarten. Die Kompressoren stellen jedoch Teil der Arbeitsgeräte dar und sind nicht wie gebäudetechnische Anlagen zu betrachten

Bei der Luftschallübertragung sind auch die Flankenübertragung über andere Bauteile und sonstige Nebenwegübertragungen, z. B. RLT-Anlagen, zu berücksichtigen.

Es sind mindestens Schallschutzmaßnahmen nach den in Tabelle 8, DIN 4109-1:2018-01, genannten Anforderungen zwischen den „besonders lauten“ Räumen und den schutzbedürftigen Räumen erforderlich, um die in Tabelle 9, DIN 4109-1:2018-01, zulässigen Schalldruckpegel einzuhalten.

In vielen Fällen ist eine zusätzliche Körperschalldämmung von Maschinen, Geräten und Rohrleitungen erforderlich. Sie kann zahlenmäßig nicht genau angegeben werden, weil sie von der Größe der Körperschallerzeugung der Maschinen und Geräte abhängt, die sehr unterschiedlich sein kann (siehe auch DIN 4109-36). Die Anforderungen lauten:

Tabelle 7: Auszug aus DIN 4109-1:2018-01, Tabelle 8 „Anforderungen an die Luft- und Trittschalldämmung von Bauteilen zwischen „besonders lauten“ und schutzbedürftigen Räumen“

Art der Räume	Bauteile	Bewertetes Schalldämm-Maß R'_w dB		Bewerteter Norm-Trittschallpegel $L'_{n,w}$ ^{a,b} dB
		Schalldruckpegel $L_{AF,max}$ dB		
		75 - 80	81 - 85	
Räume mit „besonders lauten“ gebäudetechnischen Anlagen oder Anlagenteilen	Decken, Wände	≥ 57	≥ 62	-
	Fußböden	-		≤ 43 ^c
Betriebsräume von Handwerks- und Gewerbebetrieben, Verkaufsstätten	Decken, Wände	≥ 57	≥ 62	-
	Fußböden	-		≤ 43
Küchenräume der Küchenanlagen von Beherbergungsstätten, Krankenhäusern, Sanatorien, Gaststätten, Imbissstuben und dergleichen (bis 22:00 Uhr in Betrieb)	Decken, Wände	≥ 55		-
	Fußböden	-		≤ 43

Art der Räume	Bauteile	Bewertetes Schalldämm-Maß R'_w dB		Bewerteter Norm-Trittschallpegel $L'_{n,w}$ ^{a,b} dB
		Schalldruckpegel $L_{AF,max}$ dB		
		75 - 80	81 - 85	
Gasträume (bis 22:00 Uhr in Betrieb)	Decken, Wände	≥ 55	≥ 57	-
	Fußböden	-		≤ 43
<p>^a Jeweils in Richtung der Schallausbreitung</p> <p>^b Die für Maschinen erforderliche Körperschalldämmung ist mit diesem Wert nicht erfasst; hierfür sind gegebenenfalls weitere Maßnahmen erforderlich. Ebenso kann je nach Art des Betriebs ein niedrigeres $L'_{n,w}$ notwendig sein; dies ist im Einzelfall zu überprüfen. Wegen der verstärkten Übertragung tiefer Frequenzen können zusätzliche Maßnahmen zur Schalldämmung erforderlich sein.</p> <p>^c Nicht erforderlich, wenn geräuscherzeugende Anlagen ausreichend körperschalldämmend aufgestellt werden; eventuelle Anforderungen nach Tabellen 2 bis 6, DIN 4109-1, bleiben hiervon unberührt.</p>				

Die Einhaltung der in Tabelle 7 genannten Werte ist hinreichend um gesunde Arbeitsverhältnisse auch während der Nachtzeit (z. B. im Stabsbereich) zu ermöglichen.

4.1.5 Maximal zulässige Schalldruckpegel

Gebäudetechnische Anlagen sind nach DIN 4109-1:2018-01 dem Gebäude dienende Versorgungs- und Entsorgungsanlagen, Transportanlagen, fest eingebaute betriebstechnische Anlagen.

Die maximal zulässigen A-bewerteten Schalldruckpegel der von gebäudetechnischen Anlagen und Betrieben emittierten und auf schutzbedürftige Räume einwirkenden Geräusche sind aus nachfolgender Tabelle 8 gemäß DIN 4109-1:2018-01 zu ersehen.

Nutzergeräusche (z. B. Aufstellen eines Zahnputzbeckers auf eine Abstellplatte, Öffnen und Schließen des WC-Deckels) unterliegen nicht den Anforderungen.

Tabelle 8: Auszug aus DIN 4109-01:2018-01, Tabelle 9 „Maximal zulässige A-bewertete Schalldruckpegel in fremden schutzbedürftigen Räumen, erzeugt von gebäudetechnischen Anlagen und baulich mit dem Gebäude verbundenen Betriebsanlagen“

Geräuschquellen	Maximal zulässige A-bewertete Schalldruckpegel dB(A) Unterrichts- und Arbeitsräume
Sanitärtechnik/Wasserinstallationen (Wasserversorgungs- und Abwasseranlagen gemeinsam)	$L_{AF,max,n} \leq 35^{a,b,c}$
Sonstige hausinterne fest installierte technische Schallquellen der technischen Ausrüstung, Ver- und Entsorgung sowie Garagenanlagen	$L_{AF,max,n} \leq 35^c$
<p>^a Einzelne kurzzeitige Geräuschspitzen, die beim Betätigen der Armaturen und Geräte nach Tabelle 11. DIN 4109-1 (Öffnen, Schließen, Umstellen, Unterbrechen) entstehen, sind derzeit nicht zu berücksichtigen.</p> <p>^b Voraussetzungen zur Erfüllung des zulässigen Schalldruckpegels:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Die Ausführungsunterlagen müssen die Anforderungen des Schallschutzes berücksichtigen, d. h. zu den Bauteilen müssen die erforderlichen Schallschutznachweise vorliegen; - außerdem muss die verantwortliche Bauleitung benannt und zu einer Teilabnahme vor Verschließen bzw. Bekleiden der Installation hinzugezogen werden. <p>^c Abweichend von DIN EN ISO 10052:2010-10, 6.3.3, wird auf Messung in der lautesten Raumecke verzichtet (siehe auch DIN 4109-4).</p>	

4.1.6 Außenlärm

DIN 4109-1:2018-01 enthält sowohl Anforderungen an den Schallschutz innerhalb von Gebäuden zwischen verschiedenen Arbeits- bzw. Mietbereichen als auch an die erforderlichen passive Schallschutzmaßnahmen zum Schutz gegenüber Außenlärm. Die Anforderungen an den Schutz gegen Außenlärm beziehen sich auf einen vor den Fassaden von Aufenthaltsräumen vorhandenen oder zu erwartenden Außenlärmpegel. Für die Festlegung der erforderlichen Luftschalldämmung von Außenbauteilen gegenüber Außenlärm werden in

DIN 4109-1:2018-01 die jeweils vorhandenen oder zu erwartenden „maßgeblichen Außenlärmpegel“ L_a zugrunde gelegt, die nach DIN 4109-2:2018-01 ermittelt werden. Zur Bestimmung von L_a werden die Lärmbelastungen in der Regel berechnet.

Nach DIN 4109-2:2018-01 ergibt sich der maßgebliche Außenlärmpegel gemäß Ziffer 4.4.5 der Norm

- für den Tag aus dem zugehörigen Beurteilungspegel (06:00 bis 22:00 Uhr) und einem Zuschlag von 3 dB

Bei Büro- und Unterrichtsräumen ist der Tagwert heranzuziehen.

Die Beurteilungspegel tags und nachts ausgehend von Straßen- und Schienenverkehr sind nach der 16. BImSchV zu berechnen. Dabei ist der für Schienenverkehr ermittelte Beurteilungspegel gemäß Festlegung in DIN 4109-2:2018-01, Ziffer 4.4.5.3, pauschal um 5 dB zu mindern.

Weicht die tatsächliche bauliche Nutzung im Einwirkungsbereich der Anlage erheblich von der im Bebauungsplan festgesetzten baulichen Nutzung ab, so ist von der tatsächlichen baulichen Nutzung unter Berücksichtigung der vorgesehenen baulichen Entwicklung des Gebietes auszugehen. Entsteht die Geräuschbelastung aus mehreren (gleich- oder verschiedenartigen) Quellen, so sind die Anteile der einzelnen Quellenarten energetisch zu addieren.

Die Anforderung an das gesamte bewertete Bau-Schalldämm-Maße $R'_{w,ges}$ der Außenbauteile von schutzbedürftigen Räumen ergibt sich unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Raumarten wie folgt:

$$R'_{w,ges} = L_a - K_{Raumart}$$

mit:

$$K_{Raumart} = 35 \text{ dB für Büroräume und Ähnliches}$$

Mindestens einzuhalten sind:

$$R'_{w,ges} = 30 \text{ dB für Übernachtungsräume in Beherbergungsstätten, Unterrichtsräume, Büroräume und Ähnliches}$$

Die erforderlichen gesamten bewerteten Bau-Schalldämm-Maße $R'_{w,ges}$ sind in Abhängigkeit vom Verhältnis der vom Raum aus gesehenen gesamten Außenfläche eines Raumes S_s zur Grundfläche des Raumes S_G nach DIN 4109-2:2018-01, Gleichung (32), mit dem Korrekturwert K_{AL} nach Gleichung (33) zu korrigieren.

Für Außenbauteile, die unterschiedlich zur maßgeblichen Lärmquelle orientiert sind, ist eine Fallunterscheidung nach DIN 4109-2:2018-01, 4.4.1 vorzunehmen, je nachdem, ob an den Außenbauteilen unterschiedliche oder gleiche maßgebliche Außenlärmpegel L_a vorliegen.

Einfluss von Lüftungseinrichtungen

Bauliche Maßnahmen an Außenbauteilen zum Schutz gegen Außenlärm sind nur wirksam, wenn die Fenster und Türen bei der Lärmeinwirkung geschlossen bleiben und die geforderte Luftschalldämmung durch zusätzliche Lüftungseinrichtungen nicht verringert wird. Bei der Berechnung des Schalldämm-Maßes $R'_{w,ges}$ sind zur vorübergehenden Lüftung vorgesehene Einrichtungen (z. B. Lüftungsflügel, und -klappen) im geschlossenen Zustand, zur dauernden Lüftung vorgesehene Einrichtungen (z. B. schallgedämpfte Lüftungsöffnungen, auch mit maschinellem Antrieb) im Betriebszustand zu berücksichtigen.

4.1.7 Technische Regeln für Arbeitsstätten - ASR A3.7 - „Lärm“

Die Technischen Regeln für Arbeitsstätten (ASR) geben den Stand der Technik, Arbeitsmedizin und Hygiene sowie sonstige gesicherte arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse für das Einrichten und Betreiben von Arbeitsstätten wieder. Sie werden vom Ausschuss für Arbeitsstätten ermittelt bzw. angepasst und vom Bundesministerium für Arbeit und Soziales im Gemeinsamen Ministerialblatt bekannt gemacht.

Diese ASR A3.7 konkretisiert im Rahmen des Anwendungsbereiches die Anforderungen der ArbStättV. Bei Einhaltung der Technischen Regeln kann der Arbeitgeber insoweit davon ausgehen, dass die entsprechenden Anforderungen der Verordnung erfüllt sind.

Die ASR A3.7 gilt für das Einrichten und Betreiben von Arbeitsstätten und Arbeitsplätzen in Arbeitsräumen, um Gefährdungen und Beeinträchtigungen für Sicherheit und Gesundheit von Beschäftigten durch Lärmeinwirkungen zu vermeiden. Sie gilt jedoch nicht für Gefährdungen von Gesundheit und Sicherheit der Beschäftigten durch Lärmeinwirkungen einschließlich extra-auraler Wirkungen im Hörschallbereich mit Frequenzen zwischen 16 Hz und 16 000 Hz (Hörschall) ab einem A-bewerteten äquivalenten Dauerschallpegel von 80 dB(A). Hierfür ist die LärmVibrationsArbSchV einschließlich der sie konkretisierenden TRLV Lärm anzuwenden.

Konkret werden in der ASR A3.7 in Ziffer 3.16 drei Tätigkeitskategorien beschrieben, für die unter Ziffer 5.1 unterschiedliche maximal zulässige Beurteilungspegel gegeben werden:

5.1 Maximal zulässige Beurteilungspegel (Auszug aus ASR A3.7)

Tätigkeitskategorie I – hohe Konzentration oder hohe Sprachverständlichkeit:

Tätigkeiten, die eine andauernd hohe Konzentration erfordern [...].

→ *Beurteilungspegel während der Tätigkeit: ≤ 55 dB(A)*

Tätigkeitskategorie II – mittlere Konzentration oder mittlere Sprachverständlichkeit:

Tätigkeiten, die eine mittlere bzw. nicht andauernd hohe Konzentration oder gutes Verstehen gesprochener Sprache bedingen [...].

→ *Beurteilungspegel während der Tätigkeit: ≤ 70 dB(A)*

*Tätigkeitskategorie III – geringere Konzentration oder geringere Sprachverständlichkeit:
Tätigkeiten, die eine geringere Konzentration infolge überwiegend vorgegebener Arbeitsabläufe mit hohen Routineanteilen erfordern sowie geringere Anforderungen an die Sprachverständlichkeit stellen.*

→ *Reduktion des Beurteilungspegels unter Berücksichtigung betrieblicher Lärminderungsmaßnahmen soweit wie möglich*

4.2 Raumakustische Anforderungen

4.2.1 Allgemeines zu raumakustischen Anforderungen

Zur Beurteilung der Raumakustik stehen verschiedene Literaturquellen, wie Normen oder wissenschaftliche Publikationen, und raumakustische Parameter zur Verfügung. Dabei erfolgt die Bewertung und Auslegung in Abhängigkeit von der konkreten Raumnutzung. Zu betrachtende Nutzungsarten sind zum Beispiel Büroräume, Besprechungs- und Unterrichtsräume. Übliche raumakustische Beurteilungskriterien sind die Nachhallzeit und die äquivalente Schallabsorptionsfläche. Daneben können noch weitere raumakustische Parameter in die Beurteilung mit einbezogen werden.

DIN 18041:2016-03 „Hörsamkeit in Räumen“ enthält Angaben zu raumakustischen Anforderungen und Empfehlungen für eine Vielzahl von Raumnutzungen und wird von den Mitgliedern der Deutschen Gesellschaft für Akustik DEGA als allgemein anerkannte Regel der Technik angesehen. In DIN 18041:2016-03 werden Räume in Abhängigkeit der Hörsamkeit über Entfernungen, verschiedener Nutzungsarten, Aufenthaltsqualitäten und Verweildauern differenziert. Grundsätzlich werden dabei zwei Hauptanwendungen bzw. Raumgruppen sowie zugehörige Anforderungen und Empfehlungen unterschieden:

- Raumgruppe A: Anforderungen an die Hörsamkeit über mittlere und größere Entfernungen
- Raumgruppe B: Empfehlungen für die Hörsamkeit über geringere Entfernungen

Bei Raumgruppe A (RG A1 bis RG A5) wird die Hörsamkeit über eine für die Nutzung angepasste Nachhallzeit und Schalllenkung erreicht. Bei Raumgruppe B (RG B1 bis RG B5) wird die Hörsamkeit dagegen maßgeblich über Schallabsorption und Störgeräuschkinderung gewährleistet. Weiterhin ist in Räumen der Gruppe A die Hörsamkeit über geringere Entfernungen miteingeschlossen. In Räumen der Gruppe B ist die Hörsamkeit über größere Entfernungen stark eingeschränkt.

Für Räume in Bildungsstätten, Büroräume und sonstige Räume mit Sprachkommunikation ist zusätzlich anzumerken, dass hier generell die Technischen Regeln für Arbeitsstätten „Lärm“ ASR A3.7:2021-03 zu beachten sind. Vom Fachausschuss Bau- und Raumakustik der DEGA wird jedoch empfohlen, für diese Räume für die Planung die Anforderungen und Empfehlungen gemäß DIN 18041:2016-03 und VDI 2569:2019-10 zu verwenden (DEGA BR 0107 - Memorandum zur ASR A3.7 „Lärm“ und den anerkannten Regeln der Technik in der Raumakustik). Bei Einhaltung der Zielvorgaben nach DIN 18041:2016-03 und VDI 2569:2019-10 kann davon ausgegangen werden, dass ein vergleichbarer Schutz für die Gesundheit der Beschäftigten erreicht wird.

4.2.2 Räume für sprachliche Nutzungen

Bei Räumen, in denen vorrangig Sprachkommunikation etwa im Sinne von Unterricht stattfindet und in denen daher eine gute Sprachverständlichkeit gegeben sein muss, werden gewöhnlich zwei Hauptnutzungsformen unterschieden. Die Unterscheidung bezieht sich, wie nachfolgend zusammengefasst, insbesondere auf die Anzahl sprechender Personen, und ob eine inklusive Nutzung vorliegt. Für das ZFK wird davon ausgegangen, dass die Schulungsräume wie Hörsäle einzustufen sind. Die Räume sollen inklusiv geplant werden

Tabelle 9: Subjektive Wahrnehmung von Räumen für sprachliche Nutzungen

Hauptnutzung	Subjektive Wahrnehmung	Raumbeispiele
Sprache/Vortrag <i>Inklusiv¹</i>	<ul style="list-style-type: none"> - sprachliche Darbietungen einzelner Sprecher bei hoher Sprachverständlichkeit - musikalische Probenarbeit bei transparentem und klarem Klang - <i>geeignet für Personen mit Höreinschränkungen / bei fremdsprachlicher Nutzung</i> 	Hörsaal Versammlungsraum
Unterricht/Kommunikation <i>Inklusiv¹</i>	<ul style="list-style-type: none"> - sprachliche Kommunikation mit mehreren (teilweise zeitlich parallelen) Sprechern - <i>geeignet für Personen mit Höreinschränkungen / bei fremdsprachlicher Nutzung</i> 	Besprechungsraum
<p>¹ 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.</p>		

Räume, die hauptsächlich zur sprachlichen Kommunikation genutzt werden, können raumakustisch nach DIN 18041:2016-03 und ASR A3.7:2021-03 beurteilt werden. Als Hauptbeurteilungskriterium wird in beiden Regelwerken die Nachhallzeit herangezogen, wobei in DIN 18041:2016-03 die Raumnutzungsart den Raumgruppen A2 bis A4 zugeordnet wird. In ASR A3.7:2021-03 erfolgt

dagegen keine Unterscheidung. Die Anforderungswerte berechnen sich gemäß der in der folgenden Tabelle angegebenen Formeln:

Tabelle 10: Anforderungen an die Nachhallzeit in Räumen für eine sprachliche Nutzungen

Hauptnutzung	DIN 18041:2016-03 ¹	ASR A3.7:2021-03 ²
Sprache/Vortrag inklusiv - wie zuvor aber mit inklusiver Nutzung - erhöhte Anforderungen an die Sprachverständlichkeit	Raumgruppe A3 $T_{\text{soll}} = \left(0,32 \lg \frac{V}{\text{m}^3} - 0,17 \right) \text{ s}$ für $30 \text{ m}^3 \leq V < 5000 \text{ m}^3$ Unterricht/Kommunikation $< 1000 \text{ m}^3$	Räume in Bildungsstätten $T_{\text{soll}} = \left(0,32 \lg \frac{V}{\text{m}^3} - 0,17 \right) \text{ s}$
Unterricht/Kommunikation inklusiv - wie zuvor aber mit inklusiver Nutzung - erhöhte Anforderungen an die Sprachverständlichkeit	Raumgruppe A4 $T_{\text{soll}} = \left(0,26 \lg \frac{V}{\text{m}^3} - 0,14 \right) \text{ s}$ für $30 \text{ m}^3 \leq V < 500 \text{ m}^3$	keine explizite Anforderung
¹ Die Anforderungen an die Nachhallzeit beziehen sich auf den zu 80 % besetzten Raumzustand und sind in den Oktaven im Frequenzbereich von 250 Hz bis 2000 Hz unter Berücksichtigung einer Toleranz von ± 20 % einzuhalten. Zu 125 Hz darf der Wert nochmals bis zu 20 % ansteigen/abfallen und zu 4000 Hz bis zu 20 % abfallen. ² Nach ASR A3.7:2021-03 wird ebenfalls der besetzte Raum betrachtet, allerdings ohne Angabe des konkreten Besetzungsgrades. Weiterhin werden nur die Oktavbänder von 250 Hz bis 2000 Hz berücksichtigt, wobei für die Nachhallzeiten ebenfalls eine Toleranz von ± 20 % zulässig ist.		

Weiterhin wird im informativen, d. h. nicht normativen Anhang B von DIN 18041:2016-03 empfohlen, dass der Störschalldruckpegel bauseitiger Geräusche $L_{\text{NA,Bau}}$ und der Störschalldruckpegel von Betriebsgeräuschen $L_{\text{NA,Betrieb}}$ in den Raumgruppen A2 bis A4 ($L_{\text{NA,Bau}} = L_{\text{NA,Betrieb}} \leq 35 \text{ dB}$) betragen sollte.

Für den vorliegenden Raum/die vorliegenden Räume für eine sprachliche Nutzung gilt:

Tabelle 11: Anforderungen an die Nachhallzeit für sprachliche Nutzung im vorliegenden Fall

Raumbezeichnung	Nutzungsart	Raumvolumen	Anforderungswert
Schulungsraum 1	Sprache/Vortrag inklusiv ¹	$V \approx 410 \text{ m}^3$	$T_{\text{soll}} = 0,67 \text{ s}$
Schulungsraum 2	Sprache/Vortrag inklusiv ¹	$V \approx 490 \text{ m}^3$	$T_{\text{soll}} = 0,69 \text{ s}$
Schulungsraum 3	Sprache/Vortrag inklusiv ¹	$V \approx 414 \text{ m}^3$	$T_{\text{soll}} = 0,67 \text{ s}$
Schulungsraum 1-3	Sprache/Vortrag inklusiv ¹	$V \approx 1330 \text{ m}^3$	$T_{\text{soll}} = 0,83 \text{ s}$
Schulungsraum 4	Sprache/Vortrag inklusiv ¹	$V \approx 270 \text{ m}^3$	$T_{\text{soll}} = 0,60 \text{ s}$
¹ maßgebliches Regelwerk: DIN 18041:2016-03 ² maßgebliches Regelwerk: ASR A3.7:2021-03			

Nach Angaben der Nutzer werden die Schulungsräume 1-3 zumeist unterteilt genutzt.

4.2.3 Büroräume

In Büroräumen besteht üblicherweise primär der Bedarf einer guten Sprachverständlichkeit über geringe Entfernungen, wobei andere, nicht beteiligte Personen nach Möglichkeit nicht gestört werden sollen. Zusätzlich besteht ein Bedarf an Lärminderung, dieser bezieht sich vor allem auf den Schutz der arbeitenden Personen (Arbeitsschutz).

Nach DIN 18041:2016-03 werden Büroräume der Raumgruppe B4 bzw. B3 zugeordnet. Allerdings wird in der Norm explizit auf VDI 2569:2019-10 verwiesen, in welcher die Beurteilung der Raumakustik von Büroräumen deutlich umfangreicher behandelt wird. Daher wird VDI 2569:2019-10 nachfolgend als Beurteilungsgrundlage herangezogen, während DIN 18041:2016-03 keine weitere

Berücksichtigung findet. Neben der Richtlinie VDI 2569:2019-10 ist außerdem die ASR A3.7:2021-03, welche sich aus dem Arbeitsschutzgesetz bzw. der Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV) ableitet, zu beachten und anzuwenden.

4.2.3.1 Raumakustische Klassifizierung von Büroräumen

Als grundlegendes raumakustisches Beurteilungskriterium wird in der Richtlinie VDI 2569:2019-10 und der ASR A3.7:2021-03 die Nachhallzeit verwendet, welche in Abhängigkeit verschiedener Büroarten, z. B. Einzel- oder Mehrpersonnbüros, variiert. In VDI 2569:2019-10 erfolgt zudem eine Klassifizierung der raumakustischen Bedingungen in drei Raumakustik-Klassen (A, B und C) unter Verwendung der Nachhallzeit sowie weiterer Kenngrößen. Die Klassen beziehen sich weiterhin insbesondere auf das Niveau der Nutzer hinsichtlich der Erwartung an die raumakustischen Bedingungen (hoch, mittel, gering).

Tabelle 12: Erläuterungen zur Klassifizierung in Anlehnung an VDI 2569:2019-10

Raumakustik-Klasse (Erwartungsniveau)	Beschreibung
A (hoch)	<p>Einzelbüro</p> <ul style="list-style-type: none"> - hohe akustische Behaglichkeit - sehr gute Sprachverständlichkeit innerhalb des Raumes und bei Telefonaten <p>Mehrpersonenbüro</p> <ul style="list-style-type: none"> - sehr umfangreiche und hoch wirksame raumakustische Maßnahmen zur Raumbedämpfung und zur Minderung der Schallausbreitung notwendig - Maximal mögliche raumakustische Gestaltung für offene Bürostruktur - gut geeignet für kommunikationsintensive Nutzungen, Call Center
B (mittel)	<p>Einzelbüro</p> <ul style="list-style-type: none"> - gute Sprachverständlichkeit - i.d.R. keine Beanstandungen über unzureichende raumakustische Bedingungen zu erwarten <p>Mehrpersonenbüro</p> <ul style="list-style-type: none"> - umfangreiche und wirksame raumakustische Maßnahmen zur Raumbedämpfung und zur Minderung der Schallausbreitung - gut geeignet für Vertrieb, Konstruktion, Verwaltung
C (gering)	<p>Einzelbüro</p> <ul style="list-style-type: none"> - bei Telefonaten und Besprechungen eine zu geringe empfundene Raumbedämpfung wahrscheinlich

Raumakustik-Klasse (Erwartungsniveau)	Beschreibung
	- Beanstandungen über unzureichende raumakustische Bedingungen nicht auszuschließen Mehrpersonenbüro - wirksame raumakustische Maßnahmen zur Raumbedämpfung und zur Minderung der Schallausbreitung - geeignet für Vertrieb, Konstruktion, Verwaltung

4.2.3.2 Anforderungen an die Nachhallzeit

Das raumakustische Erwartungsniveau lässt sich in Büroräumen hauptsächlich von den Anforderungen an die Nachhallzeit ableiten. Dieser Parameter stellt gemäß VDI 2569:2019-10 neben dem maximalen Störschalldruckpegel $L_{NA,Bau}$ eine der beiden raumakustischen Kenngrößen für Büroräume dar. In der ASR A3.7:2021-03 wird dagegen ausschließlich die Nachhallzeit als Beurteilungsgröße für Büroräume herangezogen. Die Anforderungswerte an die Nachhallzeit für die verschiedenen Büroarten ergeben sich gemäß der Richtlinie VDI 2569:2019-10 und ASR A3.7:2021-03 wie folgt:

Tabelle 13: Anforderungen an die Nachhallzeit in Büroräumen

Hauptnutzung	VDI 2569:2019-10			ASR A3.7:2021-03
Einzelbüro - sprachliche Nutzung - keine/seltene gleichzeitige Kommunikation	T_{soll}			$T_{soll} = 0,8 \text{ s}$ (für 250 Hz bis 2000 Hz)
	Klasse	125 Hz	250 Hz - 4000 Hz	
	A	$\leq 0,8 \text{ s}$	$\leq 0,6 \text{ s}$	
	B	$\leq 1,0 \text{ s}$	$\leq 0,8 \text{ s}$	
	C	$\leq 1,2 \text{ s}$	$\leq 1,0 \text{ s}$	
Zweipersonenbüro - sprachliche Nutzung - mehrere gleichzeitige Sprecher im Raum möglich	T_{soll}			$T_{soll} = 0,8 \text{ s}$ (für 250 Hz bis 2000 Hz)
	Klasse	125 Hz	250 Hz - 4000 Hz	
	A	$\leq 0,6 \text{ s}$	$\leq 0,4 \text{ s}$	
	B	$\leq 0,7 \text{ s}$	$\leq 0,5 \text{ s}$	
	C	$\leq 0,9 \text{ s}$	$\leq 0,7 \text{ s}$	

Hauptnutzung	VDI 2569:2019-10			ASR A3.7:2021-03
Kommunikationsraum und Bürgertelefon - intensive sprachliche Nutzung - mehrere gleichzeitige Sprecher im Raum üblich	T_{soll}			$T_{soll} = 0,5 \text{ s}$ (für 250 Hz bis 2000 Hz)
	Klasse	125 Hz	250 Hz - 4000 Hz	
	A	$\leq 0,8 \text{ s}$	$\leq 0,6 \text{ s}$	
	B	$\leq 0,9 \text{ s}$	$\leq 0,7 \text{ s}$	
	C	$\leq 1,1 \text{ s}$	$\leq 0,9 \text{ s}$	
¹ Die Nachhallzeit sollte in kleinen Mehrpersonenbüros nach den Angaben der VDI 2569:2019-10 nicht kürzer als 0,2 s bis 0,3 s sein.				

Um den besonderen Anforderung der Räume des Krisenstabs Rechnung zu tragen wird in diesen Räumen die Einhaltung der Raumakustikklasse A empfohlen.

Für die exemplarisch ausgewählten Räume gilt:

Tabelle 14: Anforderungen an die Nachhallzeit für Büroräume im vorliegenden Fall

Raumbezeichnung	Nutzungsart	Raumvolumen	Anforderungswert
Bürraum 2 AP	Einpersonnbüro ²	$V \approx 75 \text{ m}^3$	$T_{soll} = 0,7 \text{ s}$
Kommunikationsraum	Großes Mehrpersonnbüro ²	$V \approx 91 \text{ m}^3$	$T_{soll} = 0,6 \text{ s}$
¹ maßgebliches Regelwerk: ASR A3.7:2021-03 ² maßgebliches Regelwerk: VDI 2569:2019-10			

4.2.3.3 Maximaler Störschalldruckpegel bauseitiger Geräusche $L_{NA,Bau}$

Zur raumakustischen Bewertung eines Büros gehört auch die Betrachtung des Einflusses störender Geräusche. Daher stellt die Richtlinie VDI 2569:2019-10 Forderungen an den maximalen Störschalldruckpegel bauseitiger Geräusche $L_{NA,Bau}$. Diese stehen in direkter Verbindung mit dem Erwartungsniveau.

Da die Empfehlungswerte aufgrund der unterschiedlichsten Einflüsse und der Möglichkeit unterschiedlicher Betriebszustände nur unzureichend prognostizierbar und nachweisbar sind, werden die entsprechenden maximalen Störschall-druckpegel nur der Form halber nachfolgend angegeben:

Tabelle 15: Empfehlungen für den maximalen Störschalldruckpegel bauseitiger Geräusche $L_{NA,Bau}$ gemäß VDI 2569:2019-10

Hauptnutzung	Raumakustik-Klasse	$L_{NA,Bau}$
Einzelbüro / Mehrpersonenbüro	A	$\leq 30 \text{ dB} / \leq 35 \text{ dB}$
	B	$\leq 35 \text{ dB} / \leq 40 \text{ dB}$
	C	$\leq 40 \text{ dB} / \leq 40 \text{ dB}$
Nach Auffassung des Gutachters sollten in kleinen Mehrpersonenbüros der Schallpegel $L_{NA,Bau} \leq 35 \text{ dB}$ betragen.		

4.2.4 Sonstige Räume

Räume bzw. Gebäudebereiche wie Verkehrsflächen mit Wartezonen, Speisräume und Kantinen, Pausen-, Ruhe- oder Verkaufsräume dienen in der Regel nicht primär einer sprachlichen oder musikalischen Nutzung. Vielmehr steht bei diesen Räumen der Bedarf der Lärminderung durch eine geeignete Raumbelastung im Vordergrund, so dass sich etwa eine Reduzierung des Störgeräuschpegels und damit eine gute Sprachverständlichkeit über geringe Entfernungen ergibt. In diesen Räumen, in denen sich mehrere oder auch viele Personen gleichzeitig aufhalten können, wird ein maßgeblicher Anteil des Störgeräuschpegels durch die Personen selbst erzeugt. In diesen Fällen stellen sich durch Maßnahmen zur Schallabsorption häufig stärkere Pegelminderungen ein als nach der Berechnung zu erwarten wäre, da sich die Sprechlautstärke mit abnehmendem Störgeräuschpegel reduziert (sogenannter „Lombard-Effekt“).

Räume oder Gebäudebereiche, in denen vor allem eine Senkung des Störgeräuschpegels benötigt wird, können beispielsweise hinsichtlich der Dauer, die Personen dort verweilen, oder auch hinsichtlich des notwendigen Raumkomforts unterschieden werden. Eine umfangreiche Betrachtung dieser Raumkategorie erfolgt in DIN 18041:2016-03. Hier werden die Räume den Raumgruppen B1 bis B5 zugeordnet. Raumgruppe B1 dient dabei einzig als informative Vorgabe für Räume ohne Aufenthaltsqualität, wie z. B. Flure als reine Verkehrsflächen, so dass an diese Raumgruppe keine expliziten Empfehlungen gestellt werden.

Anders als bei Räumen, bei denen eine sprachliche Nutzung im Vordergrund steht, wird bei den vorliegenden Räumen nicht die Nachhallzeit als raumakustisches Beurteilungskriterium, sondern das A/V-Verhältnis herangezogen. Die Empfehlungswerte nach DIN 18041:2016-03 stellen sich wie folgt dar:

Tabelle 16: Anforderungen an sonstige Räume

Hauptnutzung	DIN 18041:2016-03	
	Raumhöhe $h \leq 2,5 \text{ m}$	Raumhöhe $h > 2,5 \text{ m}$
Raumbeispiele kurzfristiges Verweilen - Verkehrsflächen mit Aufenthaltsqualität	Raumgruppe B2 $A/V \geq 0,15 \frac{\text{m}^2}{\text{m}^3}$	Raumgruppe B2 $A/V \geq \frac{1}{4,80 + 4,69 \lg(h)} \frac{\text{m}^2}{\text{m}^3}$
längerfristiges Verweilen - Pausen- und Ruheräume - Speiseräume und Kantinen	Raumgruppe B3 $A/V \geq 0,20 \frac{\text{m}^2}{\text{m}^3}$	Raumgruppe B3 $A/V \geq \frac{1}{3,13 + 4,69 \lg(h)} \frac{\text{m}^2}{\text{m}^3}$
besonderer Bedarf an Lärminderung und Raumkomfort - Arbeitsräume mit besonders hohem Geräuschaufkommen - Leitstellen	Raumgruppe B5 $A/V \geq 0,30 \frac{\text{m}^2}{\text{m}^3}$	Raumgruppe B5 $A/V \geq \frac{1}{1,47 + 4,69 \lg(h)} \frac{\text{m}^2}{\text{m}^3}$

Für die exemplarisch gewählten Räume gilt:

Tabelle 17: Empfehlungen für das A/V-Verhältnis im vorliegenden Fall

Raumbezeichnung	Nutzungsart	Raumhöhe	Empfehlungswert
Flur mit Wartezone	kurzfristiges Verweilen	h = 3,0 m	$A/V_{\text{soll}} = 0,14 \text{ m}^{-1}$
Kantine	längerfristiges Verweilen	h = 3,0 m	$A/V_{\text{soll}} = 0,19 \text{ m}^{-1}$
Prüfhalle (Laute Werkstatt)	Bedarf an Lärminderung und Raumkomfort	h = 8,0 m	$A/V_{\text{soll}} = 0,18 \text{ m}^{-1}$

Neben den Empfehlungswerten in DIN 18041:2016-03 sind raumakustische Anforderungen an sonstige, nicht weiter mit Beispielen benannte, Räume auch in der ASR A3.7:2021-03 bei den akustischen Anforderungen an Räume mit Sprachkommunikation zu finden. Als Beurteilungskriterium gilt hierbei ein mittlerer Schallabsorptionsgrad von mindestens $\bar{\alpha} = 0,3$ beim eingerichteten Raum. Diese raumakustische Anforderung ist in vielen Räumen nur sehr schwer umzusetzen. In der Prüfhalle sind die Empfehlungen aufgrund der großen Raumhöhe nicht sinnvoll anzuwenden.

5 Bauakustische Entwurfsplanung

5.1 Decke zwischen EG und OG

In den meisten Räumen wird bei den Decken zwischen dem Erdgeschoss und dem Obergeschoss folgender Aufbau verwendet:

*Tabelle 18: Massive Decke zwischen EG und OG mit **schwimmendem Estrich***

Nr.	Bauteil	Dicke [mm]
1	Oberbelag	Linoleum oder Parkett
2	ggf. Abdichtung	
3	Zementestrich ggf. als Heizestrich	≥ 65
4	Trennlage, PE-Folie	-
5	Mineralfaser- bzw. EPS-Trittschalldämmschicht nach DIN EN 13162 bzw. DIN EN 13163, $s' \leq 30 \text{ MN/m}^3$, $c \leq 5 \text{ mm}$	$d_L = 30$
6	Höhenausgleichsschicht für Rohrleitungen und Kabel aus drucksteifen EPS-Platten	nach Erfordernis
7	Stahlbeton	
	- Schulungsräume	350
	- Verwaltung	300
	- Werkstätten	240
	- Technikräume OG neben Krisenstab	260
8	Unterschiedliche schallabsorbierende Unterdecken	nach Bedarf und Auswahl

Mit diesem Bodenaufbau werden auch die Anforderungen an die Luft- und Trittschalldämmung zwischen lauten Räumen (Küche und Kantine) und den darunter liegenden Büroräumen eingehalten. In der Leistungsphase 5 sind Details zu etwaigen Bodeneinläufen und Sockeln für die Kucheneinrichtungen abzustimmen.

In den Räumen des Krisenstabs wird ein Hohlboden mit folgendem Aufbau errichtet:

Tabelle 19: Massive Decke mit Hohlraumboden im Krisenstab

Nr.	Bauteil	Dicke [mm]
1	Teppich, Trittschallminderung $\Delta L_{w,P} \geq 18$ dB	ca.5-10
2	Hohlraumboden aus Fließestrich, Trägerplatte und Unterkonstruktion mit Stützfüßen	ca. 150
3	Stahlbeton	300
Anmerkungen:		
1	Norm-Flankenpegeldifferenz des Hohlbodens	$D_{n,f,w,P} \geq 52$ dB
2	Trittschallminderung des Hohlbodens vertikal einschließlich Belag	$\Delta L_{w,P} \geq 18$ dB
3	Norm-Flanken-Trittschallpegel des Hohlbodens, horizontal durchlaufend einschließlich Belag	$L_{n,f,w,P} \leq 50$ dB

Die Estriche bzw. Hohlböden sind jeweils nach Errichtung der Trennwände raumweise einzubauen. Im Bereich von Türen ist eine definierte Trennfuge mit einem Randdämmstreifen vorzusehen. Mit den geplanten Deckenaufbauten können die Anforderungen gemäß DIN 4109:2018-01 eingehalten werden.

5.2 Holzdach

5.2.1 Dachaufbau allgemein

Die Planung der Dachaufbauten ist derzeit noch in Abstimmung. Es werden selbsttragende Brettsperrholzplatten (CLT) oder Brettsperrholzplatten auf Holzbalken eingesetzt. Sofern die Brettsperrholzplatten auf Balken gelagert werden, ist die Dicke reduziert, was Einfluss auf die Durchgangsdämmung und die Normflankenpegeldifferenz hat.

Tabelle 20: Dachaufbau über Verwaltung und Krisenstab

Nr.	Bauteilschicht (von oben nach unten)	Dicke [mm]
1	Begrünung	≥ 50 mm
2	Abdichtung	-
3	Wärmedämmschicht	(nach GEG-Nachweis)
4	Dampfsperre	-
5	Brettschicht-Sperrholz (Rohdichte 500 kg/m³)	
	- über Schulungsräumen 1-3	160
	- über Krisenstab	320
	- Flur neben Krisenstab	120
	- über Kantine	260
	- über Prüfung Wartung	120
	- über Kompressorraum	160
	- über Schulungsraum 4	120

Gemäß der Website www.dataholz.eu kann bei einem derartigen Dachaufbau mit einem Brettsperrholz $d \geq 125$ mm (mindestens 5-lagig, Decklage mindestens 27,5 mm) unter Berücksichtigung der Begrünung von einem Schalldämmmaß $R_w = 50$ dB ausgegangen werden.

Das Dach über den Schulungsräumen ist als Massivholzkonstruktion auf Holzträgern geplant:

Tabelle 21: Dachaufbau über Schulungsräumen

Nr.	Bauteilschicht (von oben nach unten)	Dicke [mm]
1	Begrünung	ca. 60 mm
2	Abdichtung	-
3	Wärmedämmschicht (mineralisch)	(nach GEG-Nachweis)
4	Dampfsperre/Bitumenbahn	-
5	Massivholzplatte	≥ 160
6	tragende Holzbalken	≥ 500
7	schallabsorbierende Unterdecke	

Über den Mobilwänden ist eine Trennung der Brettschichtplatten erforderlich, um eine zu hohe Flanken-Schallübertragung zu vermeiden. Hierzu ist eine Abstimmung mit dem Tragwerksplaner erforderlich.

Gemäß DIN 4109-33:2016-07 kann für einen Dachaufbau ohne Begrünung ein Schalldämm-Maß von $R_w = 45$ dB angesetzt werden. Durch die Begrünung ist von einer Verbesserung um mindestens 3 dB auszugehen.

5.2.2 Schalllängsübertragung über Brettsperrholzplatten

Die Norm-Flankenschallpegeldifferenz für eine 320 mm dicke Brettsperrholzplatte beträgt mindestens $D_{n,f,w} \geq 49$ dB. Für eine 160 mm dicke Brettsperrholzplatte kann von $D_{n,f,w} = 44$ dB ausgegangen werden. Durch Trennfugen mit Elastomerlagern kann die Norm-Flankenschallpegeldifferenz erhöht werden. Die Platten werden jedoch aus statischen Gründen entweder direkt oder über die Holzbalken, auf denen sie aufliegen, durch Schrauben verbunden werden,

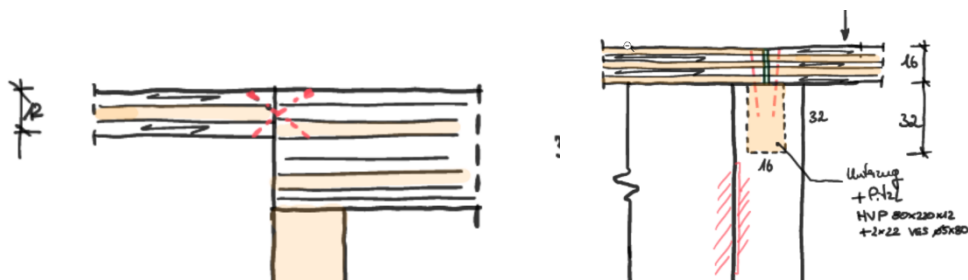


Abbildung 2: Stoßstellen von Brettschichtholzplatten mit direkter Verschraubung (links) und mit Elastomerlager und Verschraubung über den Balken (rechts)

womit wiederum eine Verringerung der Norm-Flankenschallpegeldifferenz einhergeht. Zur Norm-Flankenpegeldifferenz derartiger Übergänge liegen keine gesicherten Daten vor. Durch Unterdecken kann die Schalllängsübertragung vermindert werden.

5.2.3 Anschlüsse der Trennwände an Dachkonstruktion

Der Anschluss der (massiven) Trennwände an die Dachkonstruktion ist zu detaillieren.

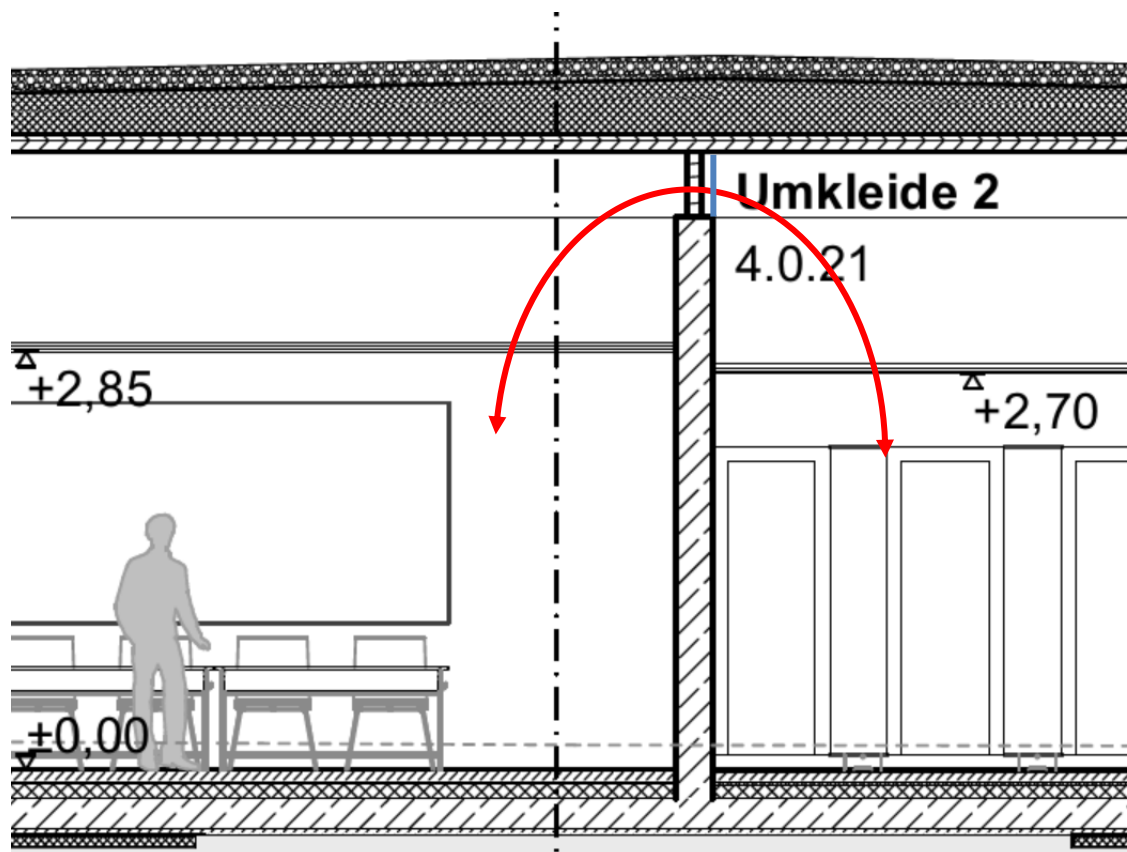


Abbildung 3: Ertüchtigung dünner Holzbinden durch GK-Vorsatzschale (blau)

Bei der Angrenzung schutzbedürftigen Räumen, wie z. B. dem Schulungsraum und den Umkleiden ist gegebenenfalls eine Ertüchtigung der Holzbinden erforderlich. Hierzu könnte z. B. eine Trockenbauschale (blau) vorgesehen werden.

5.2.4 Schalldämmende Unterdecke Kompressorraum

In dem Kompressorraum 4.0.12 ist von einem Schalldruckpegel von ca. $L_p = 90 \text{ dB(A)}$ auszugehen. In Kompressorraum ist eine abgehängte, schalldämmende Unterdecke erforderlich. Diese sollte an Weitspannträgern befestigt werden, die nur auf den Wänden aufliegen, um die Schalleinleitung in die leichte Dachkonstruktion zu vermeiden. Die Bepankung besteht aus 2 Lagen schwerer Gipskartonplatten ($m' \geq 12 \text{ kg/m}^2$). Auf die Platten sind $\geq 40 \text{ mm}$ Mineralfaserdämmstoff aufzulegen.

Die schallabsorbierende Unterdecke aus gelochten Deckenplatten ist unter der schalldämmenden Unterdecke abzuhängen. Installationen (z. B. Lüftungskanäle) sollten unterhalb der schalldämmenden Unterdecke abgehängt werden. An den Wänden sind gegebenenfalls zusätzliche schallabsorbierende Paneele zu befestigen.

5.2.5 Haustechnische Geräte auf Dachflächen

Sofern Geräte auf dem Dach aufgestellt werden, welche eine Luft- und Körperschallabstrahlung bewirken, sind diese mit dem beratenden Akustiker abzustimmen. Das technische Konzept zur Kühlung bestimmter Räume wird derzeit überarbeitet. Laute haustechnische Anlagen sind nicht oberhalb von schutzbedürftigen Räumen aufzustellen.

5.3 Boden im EG

Im Erdgeschoss ist folgender Bodenaufbau geplant:

Tabelle 22: Bodenaufbau im EG (über Gebäudesohle)

Nr.	Bauteil	Dicke [mm]
1	Oberbelag	(nach Wahl)
2	Zementestrich ggf. als Heizestrich	≥ 65
3	Trennlage, PE-Folie	-
4	Mineralfaser- bzw. EPS-Trittschalldämmschicht nach DIN EN 13162 bzw. DIN EN 13163, $s' \leq 40 \text{ MN/m}^3$, $c \leq 5 \text{ mm}$	$d_L = 30$
5	Höhenausgleichsschicht für Rohrleitungen und Kabel aus drucksteifen EPS-Platten	nach Erfordernis
6	Wärmedämmschicht	
7	Stahlbetonsohle	200

Die schwimmenden Estriche sind wie im Erdgeschoss raumweise zu verlegen. Im Bereich der Türen ist eine definierte Trennfuge mit einem Randdämmstreifen vorzusehen.

Im Technikraum im EG kann gegebenenfalls auf einen schwimmenden Estrich verzichtet werden, da Technikräume in der Regel nur selten begangen werden und keine störende Trittschallübertragung auftritt. Für die Maschinen ist eine geeignete Körperschallentkopplung vorzusehen.

5.4 Innenwände

5.4.1 Innenwände ohne Türen

Die Innenwände sollen als Holzständerwände ausgeführt werden. Für „normale“ Büroräume, bei denen die Empfehlung für die Schallschutzklasse A (erf. $D_{nT,w} \geq 42$ dB) einzuhalten sind, müssen die Wände mindestens ein Schall-dämm-Maß von $R_w = 47$ dB (Prüfzeugniswert) aufweisen. Gemäß DIN 4109-33:2016-07 Tabelle 3 wäre z. B. folgender Wandaufbau geeignet:

Tabelle 23: Einfachständerwand, doppelt beplankt ($d \approx 170$ mm); Prüfwert $R_{w,P} \geq 47$ dB

Nr.	Bauteil	Dicke [mm]
1	Gipsfaserplatte	10
2	Gipsfaserplatte 12,5 mm oder Holzwerkstoffplatte 13 bis 16 mm	12,5 / 16
3	Holzständer $s \geq 120$ mm (im Hohlraum 120 mm Mineralfaser oder Holzfaser, Übermaß des Dämmstoffs ist zu vermeiden)	120
4	Gipsfaserplatte 12,5 mm oder Holzwerkstoffplatte 13 bis 16 mm	12,5 / 16
5	Gipsfaserplatte	10

Sofern lediglich die Empfehlung für die Schallschutzklasse B (erf. $D_{nT,w} \geq 37$ dB) eingehalten werden soll, wäre folgender Wandaufbau ausreichend:

Tabelle 24: Einfachständerwand, einfach beplankt ($d \approx 85$ mm); Prüfwert $R_{w,P} \geq 42$ dB

Nr.	Bauteil	Dicke [mm]
1	Gipsfaserplatte	12,5
2	Holzständer $s \geq 60$ mm (im Hohlraum ≥ 40 mm Mineralfaser oder Holzfaser, Übermaß des Dämmstoffs ist zu vermeiden)	60
5	Gipsfaserplatte	12,5

Bei Räumen mit erhöhten Schallschutzanforderungen (z. B. Technikräume mit lauten Aggregaten, insbesondere Kompressorraum) sind Doppelständerwände mit folgendem Aufbau vorzusehen:

Tabelle 25: Doppelständerwand, doppelt beplankt ($d \approx 190$ mm); Prüfwert $R_{w,P} \geq 54$ dB

Nr.	Bauteil	Dicke [mm]
1	Gipsfaserplatte	10
2	Gipsfaserplatte 12,5 mm oder Holzwerkstoffplatte 13 bis 16 mm	12,5 / 13..-16
3	Holzständer $s \geq 60$ mm (im Hohlraum 60 mm Mineralfaser oder Holzfaser, Übermaß des Dämmstoffs ist zu vermeiden)	60
4	Abstand (Rähm durchlaufend)	20
5	Holzständer $s \geq 60$ mm (im Hohlraum 60 mm Mineralfaser oder Holzfaser, Übermaß des Dämmstoffs ist zu vermeiden)	60
6	Gipsfaserplatte 12,5 mm oder Holzwerkstoffplatte 13 bis 16 mm	12,5 / 13-16
7	Gipsfaserplatte	10
Anmerkung: Wenn das Rähm geteilt wird, gilt: $R_{w,P} \geq 66$ dB		

Bei Angrenzungen zwischen Räumen ohne Schallschutzanforderungen kann die Art des Ständerwerks und die Beplankung frei gewählt werden.

5.4.2 Innenwände mit Türen

Im Krisenstab sind Verbindungstüren zwischen dem Kommunikationsraum, dem Raum Lage- und Führungsraum, dem Lagezentrum und dem Bürgertelefon vorgesehen. Durch die Türen wird der Schallschutz verringert. Um die Anforderungen an Wände zwischen vertraulichen Büros (erf. $D_{nT,w} \geq 45$ dB) zu erreichen, sind folgende Maßnahmen vorzusehen:

- Doppelständerwand gemäß Tabelle 25 auf Rohdecke
- Estrich raumweise mit Trennfugen im Bereich der Türen
- Schalldämmende Unterdecke mit zusätzlicher Auflage aus MF
- Innere Beplankung der Flurwand nicht durchlaufend

5.4.3 Wände zu Verkehrsflächen

Für Flurwände zu gering frequentierten Fluren (z. B. Büroräume im EG) wäre folgender Aufbau ausreichend, da das Schalldämm-Maß maßgeblich durch die Türen bestimmt wird:

Tabelle 26: Einfachständerwand, einfach beplankt ($d \approx 85 \text{ mm}$); Prüfwert $R_{w,P} \geq 38 \text{ dB}$

Nr.	Bauteil	Dicke [mm]
1	Gipskarton- oder Gipsfaserplatte	12,5
2	Holzständer $s \geq 60 \text{ mm}$ (im Hohlraum 40 mm Mineralfaser oder Holzfaser, Übermaß des Dämmstoffs ist zu vermeiden)	60
3	Gipskarton- oder Gipsfaserplatte	12,5

Bei Räumen mit erhöhten Schallschutzanforderungen ist ein Aufbau für die Flurwand gemäß Tabelle 23 oder Tabelle 25 zu wählen.

Nach den Berechnungen kann die raumseitige Beplankung der Flurwände im Krisenstab und in den Büroräumen ohne Trennfuge durchlaufen.

5.5 Mobilwand

Für die Mobilwände hat der Auftragnehmer einen Rechenwert des bewerteten Schalldämm-Maßes ohne Nebenwegübertragungen von mindestens $R_{w,R} = 52 \text{ dB}$ nachzuweisen. Unter Anwendung des Vorhaltemaßes $V_{m, \text{Mobilwand}} = 5 \text{ dB}$ gemäß VDI 3728:2012-03, Ziffer 3.5.17 müssen Prüfzeugnisse aus dem Labor ohne Nebenwegübertragungen mindestens auf $R_{w,P} = 57 \text{ dB}$ lauten. Produktbeispiele, welche diese Werte erreichen, sind in Anlage 5.1 und 5.2

beigefügt. Bei einer Abnahmemessung als Güteprüfung am Bau (möglichst durch eine VMPA-anerkannte Schallschutzprüfstelle) ist einschließlich aller Flanken- und Nebenwegübertragungen ein Bau-Schalldämm-Maß von erf. $R'_w = R'_{w,B} = 45$ dB als Mindestwert einzuhalten.

Um diesen Wert rechnerisch zu erreichen, dürfen die innenliegende Beplankung der Flurwand und der Fassade nicht durchlaufen.

Die Trennung im Boden sollte durch einen Verbundstreifen mit rechts- und linksseitiger Entkopplung des Estrichs und des Oberbelags erfolgen. In Anlage 9.1 ist ein entsprechendes Detail beigefügt. Mit dieser Konstruktion kann eine Norm-Flankenpegeldifferenz von $D_{n,f,w} = 70$ dB erreicht werden. Die Fugen müssen auch den Oberbelag trennen. Da die Estrichplatten durch 2 Fugen entkoppelt sind, ist die Fehlertoleranz entsprechend höher.

Wird lediglich eine Trennfuge unterhalb der Mobilwand vorgesehen (siehe Anlage 9.2), so ist von einer Norm-Flankenpegeldifferenz von $D_{n,f,w,P} = 55$ dB auszugehen. Rechnerisch würde dies auch ausreichen, jedoch ist die Toleranz gegenüber kleineren Schallbrücken entsprechend geringer.

Die Mobilwand soll zwischen den parallelen Dachbalken angeordnet werden. Vermutlich wird ein Anschlussschott in Trockenbauweise errichtet. Hierzu ist mit dem Mobilwand-Hersteller ein Detail zu entwerfen.

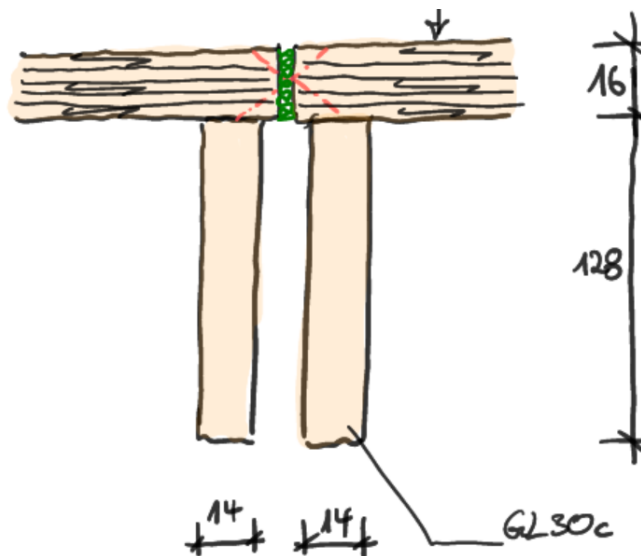


Abbildung 4: Schnitt Dach über Mobilwand in Schulungsräumen 1-3

Die Brettschichtholzplatten der Dachkonstruktion werden über den Balken, unter denen sich die Mobilwände befinden mit einer Trennfuge versehen werden.

Durchdringungen der Schottung über der Mobilwand durch Lüftungskanäle sollte möglichst vermieden werden. Sollte dies nicht vermeidbar sein sind Abkastelungen aus Gipskarton und/oder Schalldämpfer vorzusehen. Durchdringungen durch Kabel- und Rohrleitungen müssen sorgfältig abgedichtet werden. Hierzu erfolgt eine Detailplanung in der Leistungsphase 5.

Bei einer Mobilwand mit beidseitiger schallabsorbierender Bekleidung ist mit einer Dicke von $d \geq 120$ mm je Element zu rechnen (siehe Anlage 5.1 und 5.2). Dies ist bei der Planung des Platzbedarfes der Parkbuchten zu berücksichtigen.

Der Anschluss der Mobilwände an die Stützen vor der Außenfassade ist mit dem Mobilwandhersteller abzustimmen und dem beratenden Akustiker zur Prüfung vorzulegen. Für Hinweise zu den schallabsorbierenden Eigenschaften der Mobilwand siehe Ziffer 6.1.3.

5.6 Außenwände

In Anlage 3 ist ein Fassadendetail beigelegt, welches den derzeitigen Planungsstand wiedergibt. Im Erdgeschoss ist eine 250 mm dicke Stahlbetonwand als Außenbauteil vorgesehen. Für diesen Wandaufbau kann von einem Schalldämm-Maß $R_w \geq 60$ dB ausgegangen werden.

Im Obergeschoss werden die Außenwände in Holztafelbauweise errichtet. Für den geplanten Aufbau einschließlich der innenseitigen Vorsatzschale kann von einem Schalldämm-Maß von $R_w \geq 50$ dB ausgegangen werden.

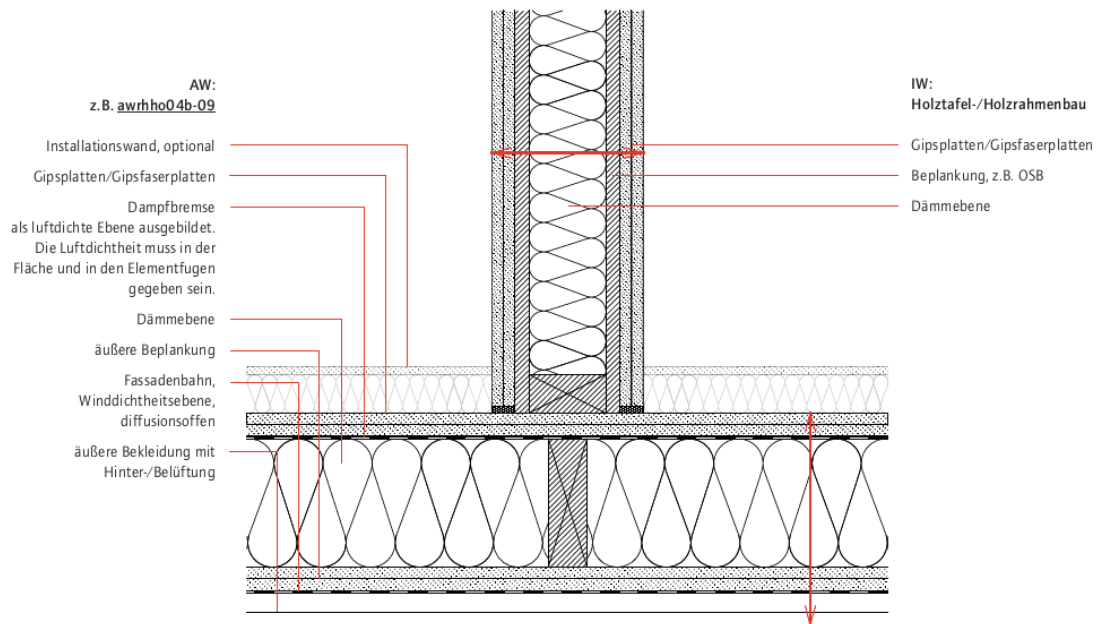


Abbildung 5: T-Stoß zwischen Außenwand mit Installationsebene und Trennwand (Quelle dataholz.eu)

5.7 Treppen

Die Treppenträume TR 01 und TR 02 sind jeweils durch mehrere Pufferräume von schutzbedürftigen Räumen getrennt. Auf eine schalltechnische Entkoppelung der Treppenläufe kann daher verzichtet werden.

5.8 Aufzüge

Die Aufzüge sind jeweils durch mehrere Pufferräume von schutzbedürftigen Räumen getrennt. Die Schachtwände sollen jeweils in 250 mm dicken Stahlbeton errichtet werden. Diese flächenbezogene Masse ist aus schalltechnischer Sicht im vorliegenden Fall ausreichend, um die Anforderungen an den maximal zulässigen Schalldruckpegel für Arbeitsräume zu erfüllen. Die geräuschemittierenden Anlagenteile müssen schalltechnisch entkoppelt am Baukörper befestigt werden.

5.9 Türen

In VDI 2569:2019-10 wird zwischen hoch- und geringfrequentierten Verkehrsflächen unterschieden. Für die Flure vor den Büroräumen im Erdgeschoss wird von einer geringen Frequentierung ausgegangen. Für die Türen vor den Schulungsräumen sowie vor dem Krisenstab wird von einer höheren Frequentierung ausgegangen. Gleiches gilt auch für die Flur- und Wartezone im Bereich der ATU.

Die durchgeführten Berechnungen ergaben, dass mit Türen mit einem Schalldämm-Maß $R_{w,P} \geq 32$ dB gemäß Tabelle 27 die Empfehlung für Flurwände von Einzelbüros (Klasse A) erfüllt wird.

Tabelle 27: Tür, erf. $R_w \geq 27$ dB (erf. $R_{w,P} \geq 32$ dB)

Nr.	Bauteil	Dicke [mm]
1	Röhrenspan-Türblatt in Standardzarge, stumpf oder überfälzt einschlagend nach Vorgabe der Architekten, Lippendichtungen im Falz, mit Bodendichtung nach Hersteller-Prüfzeugnis	40

Für die Zugangstüren zu den Schulungsräumen sowie für die Türen zu den Räumen des Krisenstabs sollten hochschalldämmende Türen verwendet werden:

Tabelle 28: Tür, erf. $R_w \geq 37$ dB (erf. $R_{w,P} \geq 42$ dB)

Nr.	Bauteil	Dicke [mm]
1	Türblatt mit Spezial-Schalldämm-Einlage in Stahl- oder Holzzarge, langfedernde Lippendichtungen im Zargenfalz und im Türblattüberschlag, mit automatisch absenkbarer Bodendichtung, dreidimensional justierbare Bänder, luftdichter Anschluss aller Einbau- und Funktionsfugen, Schwellendichtung nach Hersteller-Prüfzeugnis erforderlich	ca. 70 je nach Oberflächenbeschichtung

Für die verschiedenen Türen ergeben sich somit folgende Anforderungen:

	Anforderung Prüfwert	Anforderung im eingebauten Zustand
Türen „normale“ Büroräume	erf. $R_{w,P} = 32$ dB	$R_{w,Bau} = 27$ dB
Türen Schulungsräume	erf. $R_{w,P} = 42$ dB	$R_{w,Bau} = 37$ dB
Türen Krisenstab	erf. $R_{w,P} = 42$ dB	$R_{w,Bau} = 37$ dB

Für die Türen von lauten Räumen müssen die Anforderungen auf Grundlage des noch zu berechnenden Innenpegel festgelegt werden.

5.10 Fenster und Fassaden

5.10.1 Durchgangsdämmung

Für die Berechnungen der erforderlichen Fenster-Schalldämm-Maße wurde zunächst der maßgebliche Außenlärmpegel berechnet. Dabei wurden die Geräuschmissionen durch den Straßenverkehr, die Marschbahn und die bebauten/geplanten Gewerbegebietsflächen (einschließlich Autohof) berücksichtigt.

Geräusche des eigenen Betriebs sind bei den Nachweisen zum Schutz gegen Außenlärm nicht zu berücksichtigen. Davon abweichend sollen im vorliegenden Fall gemäß Abstimmung mit dem Bauherrn auch die Geräusche von Fahrzeugen im Innenhof im Hinblick auf die Schalleinwirkung auf die Fenster des Krisenstabes berücksichtigt werden.

Der Außenlärmpegel wird maßgeblich durch die Bundesstraße B 4 bestimmt. Die höchsten Außenlärmpegel (74,4 dB(A)) treten dabei an der Nordwestfassade im 1. OG auf. In Anlage 4 sind die maßgeblichen Außenlärmpegel als farbige Immissionsraster für die Höhe des 1. OG dargestellt. Der Schulungsraum 2 ist aus schalltechnischer Sicht besonders kritisch, da dieser 2 lärmzugewandte Fassaden und die ebenfalls mit Lärm beaufschlagte Dachfläche aufweist. Zudem sind die Fensterflächen des Schulungsraumes 3 deutlich größer als beispielsweise die Büroräume an der Westfassade, welche als Lochfassade ausgebildet ist.

Die Schalldämm-Maße der Fenster liegen etwa zwischen erf. $R_{w,F,P} \geq 42$ dB und $R_{w,F,P} \geq 30$ dB. Für den jetzigen Planungsstand in der LPH 3 ist von folgenden Schalldämm-Maßen auszugehen:

Tabelle 29: Schalltechnische Anforderungen an Türen

	Anforderung Prüfwert
Fenster Schulungsräume 1-3	erf. $R_{w,F,P} \approx 42$ dB
Fenster Büroräume	erf. $R_{w,F,P} \approx 33$ dB
Fenster Aufenthaltsraum	erf. $R_{w,F,P} \approx 31$ dB
Fenster Krisenstab	erf. $R_{w,F,P} \approx 37$ dB
Büro Werkstattleiter	erf. $R_{w,F,P} \approx 37$ dB
Fenster Schulungsraum 4	erf. $R_{w,F,P} \approx 30$ dB

Die Schalldämm-Maße für die Fenster Krisenstab und für die Fenster zu den Büroräumen am Innenhof ergeben sich aus den Geräuschemissionen eines im Hof rangierenden Lkws.

Durch übliche Isolierverglasungen wird bereits ein Schalldämm-Maß von $R_{w,F,P} \geq 34$ dB erreicht. Sobald die Außenbauteile endgültig abgestimmt sind, können die genauen Fensterschalldämm-Maße berechnet werden. Dann erfolgt eine Vereinheitlichung, um zu viele unterschiedliche Fenstertypen zu vermeiden.

5.10.2 Norm-Flankenschallpegeldifferenz

Für die Fassaden wird von einer Norm-Flankenschallpegeldifferenz von $D_{n,f,w,P} \geq 55$ dB ausgegangen. Dieser Wert ist dort zu erreichen, wo Trennwände mit Schallschutzanforderungen an durchlaufende Fassadenelemente anschließen (z. B. Krisenstab und Schulungsräume mit Mobilwänden). Für die gewählte Konstruktion müssen entsprechende Prüfzeugnisse der Hersteller vorliegen.

5.11 Körperschallentkopplung Lüftungsgeräte

In Abbildung 6 ist eine typische Lagerung von Lüftungsgeräten dargestellt. Nach Angaben des Haustechnikplaners soll auf den Betonsockel verzichtet werden. Die Geräte sind auf die Rohdecke und nicht auf den schwimmenden Estrich zu stellen. In den Technikräumen kann in der Regel auf einen schwimmenden Estrich verzichtet werden, da diese nur selten begangen werden.

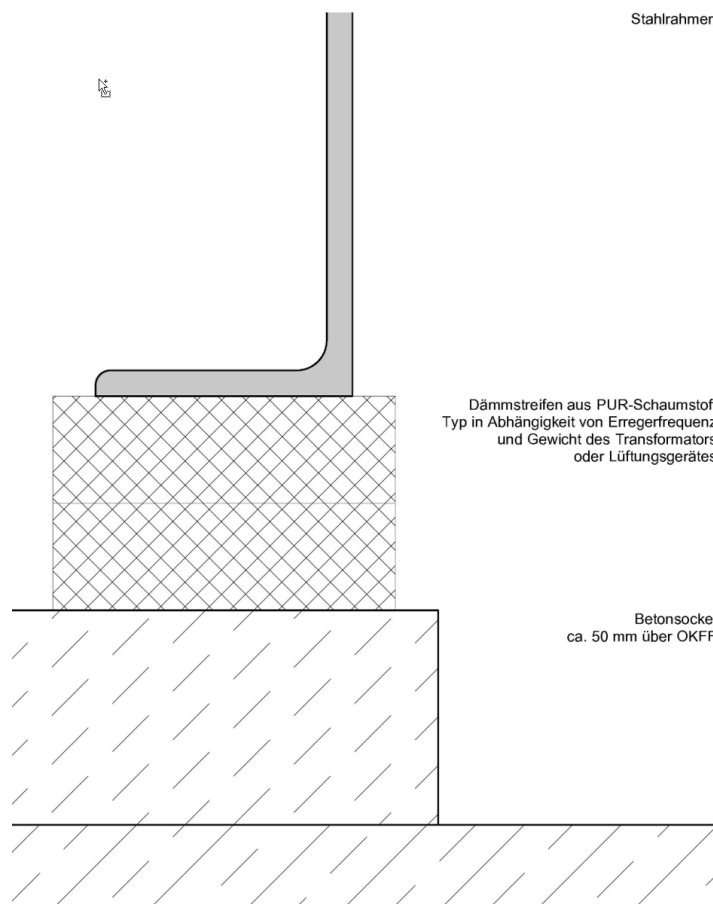


Abbildung 6: Prinzipdetail Auflagerung Lüftungsgeräte

Die Lüftungsgeräte müssen auf genau definierten Elastomerlagern aufgestellt werden. Hierzu sind geschlossenzellige Polyurethanstreifen (z. B. Firma Getzner, Typ Sylomer oder BSW Regupol, Typ Regufoam) geeignet. Um auch bei tiefen Frequenzen eine ausreichende Körperschalldämmung zu erreichen, werden in der Regel zwei Lagen jeweils 25 mm dicke Platten erforderlich. Die genaue Materialauswahl sowie die Größe der einzusetzenden Elemente muss genau auf die Geräteabmessungen, Gewichte und Drehzahlen abgestimmt werden.

Für die Geräte, die auf dem Holzdach aufgestellt werden, muss eine Detailplanung erfolgen.

5.12 Telefonieübertragung über Lüftungskanäle

Nach dem Lüftungskonzept sollen Zu- und Abluft über die Flure verteilt werden, was schalltechnisch aufgrund der Umlenkungen und Verzweigungen günstig ist.

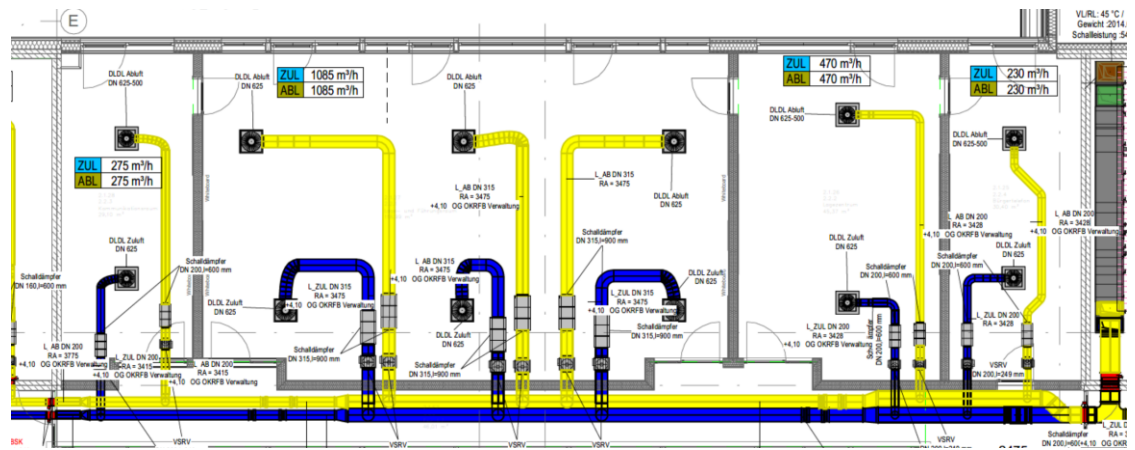


Abbildung 7: Grundrissausschnitt mit Lüftungsplanung Krisenstab

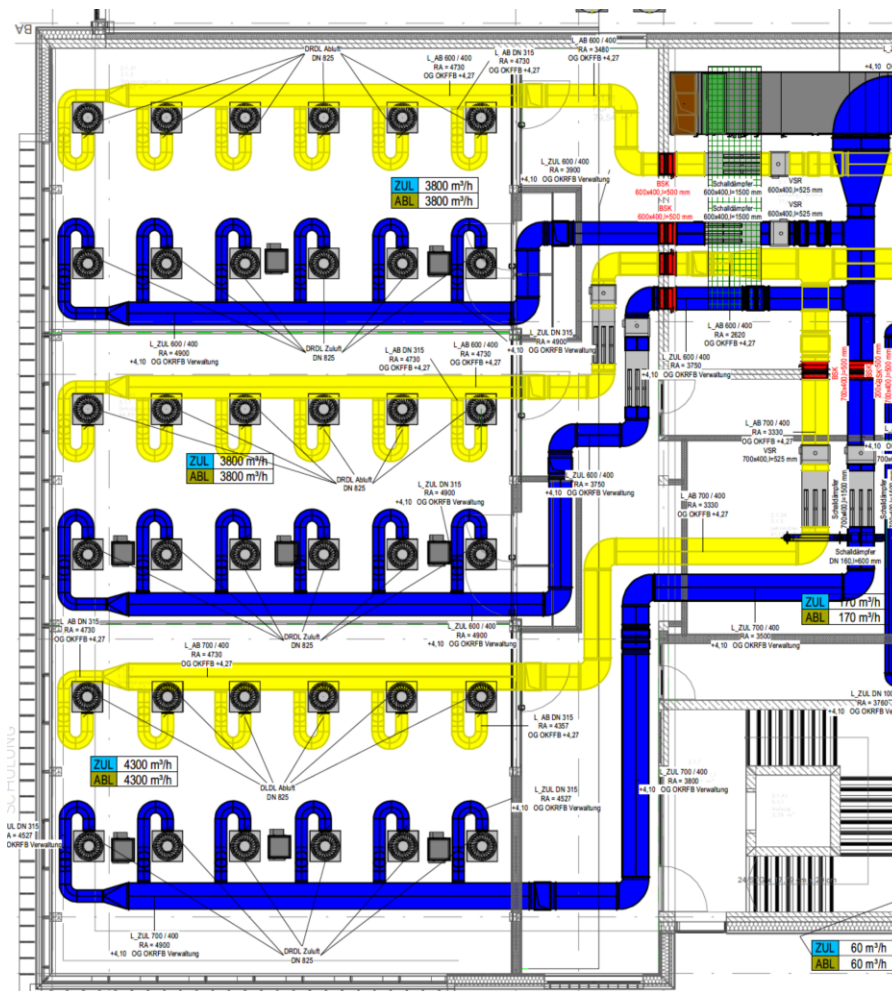


Abbildung 8: Grundrissausschnitt mit Lüftungsplanung Schulungsräume

Bei hohen Schallschutzanforderungen sind – günstigerweise in den Stichkanälen - Schalldämpfer vorgesehen, um eine Telefonieübertragung über die Lüftungskanäle zu vermeiden.

Die Einfügungsdämpfung der Schalldämpfer hinsichtlich der Übertragung über das Kanalnetz ist so zu dimensionieren, dass einschließlich weiterer Einbauten und der Kanalführung eine Norm-Schallpegeldifferenz erreicht wird, die 10 dB oberhalb des benötigten Schalldämm-Maßes der Trennwand liegt (z. B. $D_n = 45 \text{ dB} + 10 \text{ dB} = 55 \text{ dB}$).

6 Raumakustische Entwurfsplanung

6.1 Schulungsräume 1 bis 3

6.1.1 Übersicht Maßnahmen

Die Schulungsräume 1 bis 3 befinden sich im Obergeschoss des Verwaltungstraktes. Die drei Räume können über Mobilwände zu einem großen Raum verbunden werden. Der Bodenbelag soll aus einem Industrieparkett bestehen. An den Wänden werden schallabsorbierende Bekleidungen erforderlich. Die Decke wird eine abgehängte Unterdecke aus gelochten Gipskartonplatten mit zusätzlicher Dämmstoffauflage erhalten. Die Dämmstoffauflage muss in den Schulungsräumen dicker (80 mm) ausgeführt werden (siehe Tabelle 31), um eine erhöhte Schalllängsdämmung zu erreichen.

Die Unterdecke soll zwischen den tragenden Dachbalken mit einem Abstand zur Unterkante der Balken von ca. 200 mm abgehängt werden. Oberhalb der Unterdecke werden Installationen, wie Lüftungskanäle und Ähnliches verzogen. Aus Abbildung 8 ist zu erkennen, dass zahlreiche Lüftungsauslässe vorgesehen sind.

Verschiedene Bestuhlungsarten in Längs- und in Querrichtung sind denkbar. In Räumen für Sprachkommunikation sollten jeweils an der Wand, welche dem Sprecher gegenüberliegt, sowie mindestens an einer Längswand schallabsorbierende Bekleidungen vorgesehen werden, um Flatterechos zu vermeiden. Die Anordnung der Wandabsorber ist in Abbildung 9 dargestellt.

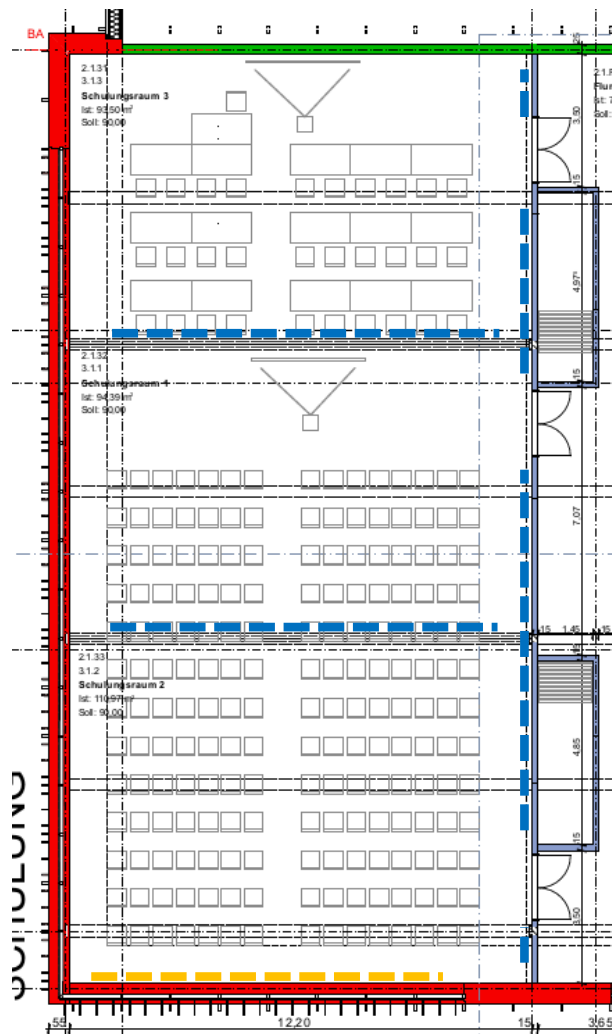


Abbildung 9: Grundriss Schulungsräume 1 bis 3 mit Bestuhlung (1fach geteilt) und Wandabsorbieren (blau gestrichelt) bzw. Vorhänge (orange gestrichelt)

Tabelle 30: Übersicht Maßnahmen Schulungsräume 1-3 (vorläufig)

Grundfläche ca. 94 - 110 m ²	lichte Raumhöhe ca. 4,5 m	
Decke	Gipskarton-Lochplatten mit Dämmstoffauflage	nahezu vollflächig
Wände	z. B. gelochte oder geschlitzte Holzverkleidung vor Hohlraum mit Dämmstoffeinlage	ca. 20 m ²
Mobilwand	schallabsorbierende Oberfläche	ca. 30 m ²
innenliegender Blendschutz	schallabsorbierend	vor Westfassade

Bei den Berechnungen wird davon ausgegangen, dass - abzüglich der Lüftungsöffnungen - 90 % der zur Verfügung stehenden Deckenfläche effektiv schallabsorbierend ausgeführt wird. Der ungelochte Randfries muss entsprechend schmal ausgeführt werden.

6.1.2 Gipskarton-Lochdecke

Eine Gipskarton-Lochdecke mit einer Rundlochung 12/25 R müsste beispielsweise folgende akustische Eigenschaften aufweisen:

Tabelle 31: Akustische Eigenschaften Gipskarton-Lochdecke 12/25 R Schulungsraum (geschätzt)

	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Absorptionsgrad α_p	$\geq 0,65$	$\geq 0,75$	$\geq 0,70$	$\geq 0,75$	$\geq 0,65$	$\geq 0,65$
entspricht bewertetem Absorptionsgrad α_w 0,70						
Allgemein: Gipskarton-Lochdecke						
Lochdurchmesser:	12 mm		Lochanteil:		18 %	
Totale Konstruktionshöhe:	≥ 800 mm					
Plattendicke:	12 mm					
Faser-Dämmstoff-Auflage:	≥ 80 mm		längenbezogener Strömungswiderstand:		≥ 5 kPa*s/m ²	
Produktbeispiel:						
Platte	Fa.	Knauf	Typ	12/25 R		
Auflage	Fa.	Isover	Typ	SSP 1		

6.1.3 Mobilwand mit schallabsorbierenden Eigenschaften

Von verschiedenen Herstellern von Mobilwänden werden Mobilwandelemente mit schallabsorbierenden Eigenschaften angeboten. Von der Firma Dorma Hüppe wird ein Produkt mit einer gelochten Oberfläche und hohem Schallabsorptionsgrad angeboten. In Anlage 5.1 und 5.2 ist ein Produktinformationsblatt beigefügt. Die schallabsorbierende Aufdopplung der Mobilwand sollte folgende Eigenschaften aufweisen:

Tabelle 32: Akustische Eigenschaften Mobilwand mit schallabsorbierender Oberfläche

	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Absorptionsgrad α_p	$\geq 0,10$	$\geq 0,30$	$\geq 0,75$	$\geq 0,75$	$\geq 0,65$	$\geq 0,35$
entspricht bewertetem Absorptionsgrad α_w 0,50						
Allgemein: Mobilwand mit schallabsorbierender Oberfläche						
Totale Konstruktionsdicke:		≥ 120 mm				
Schalldämm-Maß $R_{w,P}$		≥ 57 dB				
Produktbeispiel:						
	Fa.	Dorma-Hüppe	Typ	Variflex Mikro-Perforierung 1,5-6		

6.1.4 Wandverkleidung

Die Längswand, in der sich die Parkflächen für die Mobilwände befinden, muss ebenfalls schallabsorbierend verkleidet werden. Hierzu könnte eine Vorsatzschale aus gelochten oder geschlitzten Holzelementen vorgesehen werden. Eine genaue Produktauswahl muss im Zuge der weiteren Ausführungsplanung erfolgen. Der bewertete Schallabsorptionsgrad der verwendeten Konstruktion muss mindestens $\alpha_w \geq 0,5$ betragen. Um auch bei tiefen Frequenzen eine Schallabsorption zu bewirken, ist eine Konstruktionstiefe von mindestens 100 mm vorzuhalten. Rückseitig ist auf derartigen Akustikelementen in der Regel ein schallabsorbierendes Vlies aufgebracht. Hinter diesem Vlies sind zusätzlich ca. 40 mm Faserdämmstoff vorzusehen.

Nach Angaben der Nutzer werden die Schulungsräume 1 bis 3 überwiegend geteilt betrieben. Während bei einer alleinigen Nutzung des Schulungsraumes 3 eine schallreflektierende Ausbildung von Teilen der Decke nicht zwingend erforderlich ist, wäre bei einer Nutzung ohne Beschallungsanlage und mit geöffneten Mobilwänden der Einbau von schallreflektierenden Deckenfeldern zur Fortleitung des Schalls in die hinteren Zuhörerreihen von Vorteil. Hierdurch würde sich jedoch die Nachhallzeit verlängern. Im geteilten Zustand könnten die Anforderungen nicht mehr vollständig eingehalten werden. Es wird davon ausgegangen, dass im bei Veranstaltungen mit geöffneten Mobilwänden eine Beschallungsanlage genutzt wird. Die Decke soll daher vollständig schallabsorbierend ausgebildet werden.

6.1.5 Berechnung der Nachhallzeit

In Anlage 6.1 ist ein Berechnungsblatt zur Nachhallzeit für den abgeteilten Schulungsraum 3 beigefügt. Aus der grafischen Darstellung ist zu entnehmen, dass bei mittleren und hohen Frequenzen die Nachhallzeit innerhalb des Toleranzbereiches gemäß DIN 18041:2016-03 liegt. Im Bereich tiefer Frequenzen liegt die Nachhallzeit über den Anforderungen, aber noch an der Obergrenze des Toleranzbereichs. Bei den Berechnungen wurde der Schallabsorptionsgrad für die große Abhängöhe von ca. 800 mm abgeschätzt, da keine Prüfzeugnisse hierzu vorliegen. Diese Annahmen waren dem Bauherrn erläutert worden. In Anlage 6.2 ist ein Berechnungsblatt zur Nachhallzeit für den ungeteilten Schulungsraum beigefügt. Die Anforderungen gemäß DIN 18041:2016-03 werden eingehalten.

6.2 Schulungsraum 4 (FTZ)

6.2.1 Übersicht über Maßnahmen

Der Schulungsraum 4 befindet sich im Gebäudeabschnitt des FTZ. Der Raum soll mit einer schallabsorbierenden Unterdecke aus Mineralfaserplatten im Schienenraaster versehen werden. Auch in diesem Raum sind zusätzliche Schallabsorber an den Wänden erforderlich. Folgende raumakustische Maßnahmen wurden bei der nachfolgenden Berechnung berücksichtigt:

Tabelle 33: Übersicht Maßnahmen Schulungsraum 4

Grundfläche ca. 90 m ²	lichte Raumhöhe ca. 3,0 m	
Decke	Gipskarton-Lochplatten mit Dämmstoffauflage	vollflächig (max. 20 % unge- locht)
Wände	z. B. Mineralfaserplatten mit Textiloberfläche oder PET-Filz	ca. 6 m ²

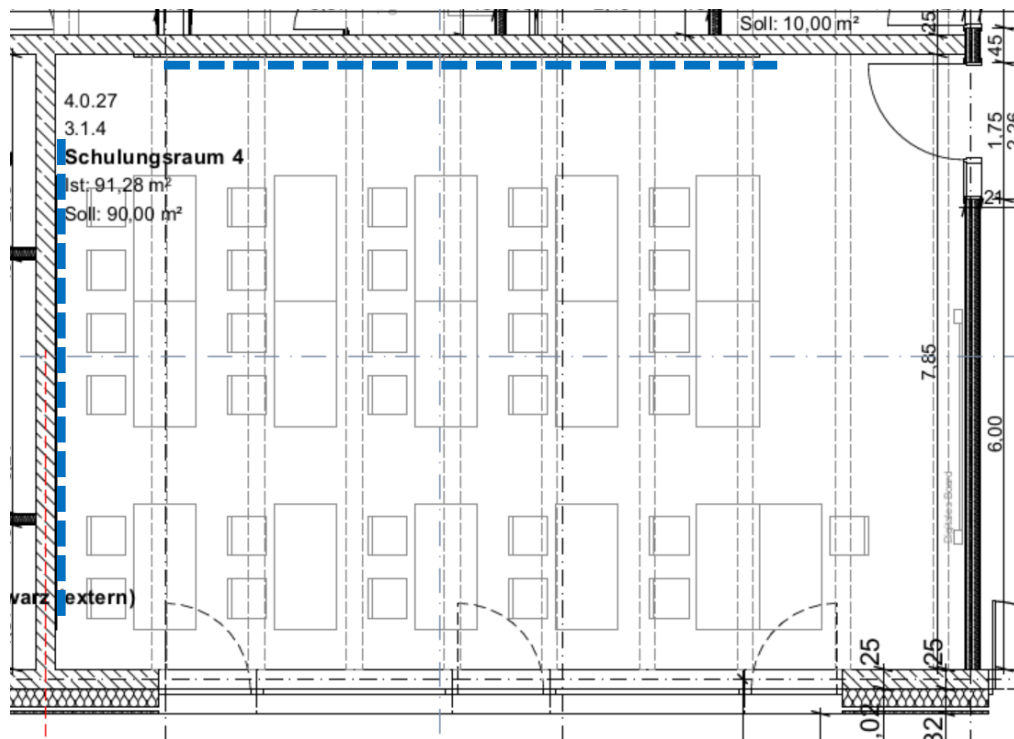


Abbildung 10: Grundriss Schulungsraum 4 mit Bestuhlung und Wandabsorbieren (blau gestrichelt)

6.2.2 Unterdecke Gipskarton-Lochplatten

Eine Gipskarton-Lochdecke mit einer Rundlochung 12/25 R mit einer 20 mm dicken Mineralfaser-Auflage müsste beispielsweise folgende akustische Eigenschaften aufweisen:

Tabelle 34: Akustische Eigenschaften Gipskarton-Lochdecke 12/25 R Schulungsraum 4 (geschätzt)

	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Absorptionsgrad α_p	$\geq 0,55$	$\geq 0,65$	$\geq 0,70$	$\geq 0,75$	$\geq 0,65$	$\geq 0,65$
entspricht bewertetem Absorptionsgrad α_w 0,70						
Allgemein: Gipskarton-Lochdecke						
Lochdurchmesser:	12 mm		Lochanteil:		18 %	
Totale Konstruktionshöhe:	≥ 800 mm					
Plattendicke:	12 mm					
Faser-Dämmstoff-Auflage:	≥ 20 mm		längenbezogener Strömungswiderstand:		≥ 11 kPa*s/m ²	
Produktbeispiel:						
Platte	Fa.	Knauf	Typ	12/25 R		
Auflage	Fa.	Isover	Typ	SSP 1		

6.2.3 Wandabsorber (z. B. Mineralfaserplatten)

Schallabsorber, die auf die Wände aufgebracht werden, müssen folgende Eigenschaften aufweisen:

Tabelle 35: Akustische Eigenschaften Wandabsorber in sonstigen Räumen

	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Absorptionsgrad α_p	$\geq 0,20$	$\geq 0,50$	$\geq 0,80$	$\geq 0,9$	$\geq 0,90$	$\geq 0,90$
entspricht bewertetem Absorptionsgrad α_w 0,80						
Allgemein: z. B. Mineralfaserplatten oder PET-Filz						
Totale Konstruktionshöhe:		≥ 40 mm				
Plattendicke:		≥ 40 mm				
Produktbeispiel:						
Platte	Fa.	Knauf	Typ	Cleanso Smart (PET-Filz)		
	Fa.	Ecophon	Typ	Akustio Wall (MF mit Textil)		
	Fa.	Rockfon	Typ	VertiQ (MF mit Textil)		

Die Platten sollten idealerweise ab einer Höhe von ca. 1,2 m mit einer Höhe von mindestens 0,6 m an den Wänden befestigt werden. Im Zuge der Ausführungsplanung ist festzulegen, welche Wandflächen für eine Belegung mit schallabsorbierenden Platten zur Verfügung stehen und nicht durch Möbel oder beschreibbare Wandflächen blockiert sind.

6.2.4 Berechnung der Nachhallzeit

In Anlage 7 ist ein Berechnungsblatt zur Nachhallzeit für den Schulungsraum 4 beigelegt. Die Anforderungen gemäß der Raumgruppe RGA 3 für den Hörsäle unter Berücksichtigung der Inklusion werden eingehalten.

6.3 Büroräume

In den Büroräumen sind folgende Maßnahmen angedacht:

Tabelle 36: Übersicht Maßnahmen Büroraum

Grundfläche ca. 19 m ²	lichte Raumhöhe ca. 2,85 m	
Decke	Segel aus Holzwolleplatten	12 m ²
Wände	z. B. Mineralfaserplatten mit Textiloberfläche oder PET-Filz	ca. 2-4 m ² (bei Bedarf)
innenliegender Blendschutz (sofern geplant)	schallabsorbierend	

Die Deckensegel müssen mindestens folgende Schallabsorptionsgrade aufweisen. Gegebenenfalls ist eine Dämmstoffauflage vorzusehen.

Tabelle 37: Akustische Eigenschaften Akustiksegel aus Holzwolleplatten

	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Absorptionsgrad α_p	$\geq 0,3$	$\geq 0,60$	$\geq 0,70$	$\geq 0,70$	$\geq 0,70$	$\geq 0,70$
entspricht bewertetem Absorptionsgrad α_w 0,70						
Allgemein: Holzwolleplatten als großflächiges Segel (3,0 x 4,0 m)						
Totale Konstruktionshöhe:	≥ 500 mm					
Plattendicke:	≥ 20 mm					
Faser-Dämmstoff-Auflage (nach Bedarf):	≥ 20 mm		längenbezogener Strömungswiderstand:		≥ 11 kPa*s/m ²	
Produktbeispiel:						
Platte	Fa.	Heradesign, Troldtekt, Fibro-Kustik				
Auflage	Fa.	Iso		Typ	SSP 1	

Grundsätzlich würde der Einbau der Deckensegel mit diesen Platten rechnerisch ausreichen, um die Anforderung an die Nachhallzeit einzuhalten. zwischen den Wänden können sich jedoch Echos ausbilden, die die Nachhallzeit verlängern. Daher sind optional Wandabsorber vorzusehen.

6.4 Lage- und Führungsraum, Lagezentrum

Zum Krisenstab gehören der Lage- und Führungsraum sowie der angrenzende Raum „Lagezentrum“. Die Räume Kommunikationsraum und der Raum Bürger-telefon werden unter Ziffer 6.5 beschrieben. Neben der Decke, die wiederum als Rasterdecke ausgebildet wird, sind wiederum schallabsorbierende Wand-bekleidungen erforderlich.

Derzeit ist in den Räumen des Krisenstabs ein Parkettboden vorgesehen. Die Anforderungen an die Nachhallzeit können auch mit diesem schallreflektieren-den Bodenbelag eingehalten werden. Zur Verbesserung der Raumakustik und Minderung von Störgeräuschen wäre in diesen Räumen ein Teppich-Oberbelag zu bevorzugen.

Tabelle 38: Übersicht Maßnahmen Lage und Führungsraum und Lagezentrum

Grundfläche 120 m ² /52 m ²	lichte Raumhöhe ca. 3,0 m	
Boden	Parkett	aus akustischer Sicht Tep-pich-Oberbelag günstiger
Decke	Gipskarton-Lochplatten mit Dämmstoffauflage	vollflächig (max. 10 % unge-locht)
Wände	z. B. Mineralfaserplatten mit Textiloberfläche oder PET-Filz	ca. 10 m ²
innenliegender Blendschutz (sofern geplant)	schallabsorbierend	
Möbelfronten	ggf. schallabsorbierend	

Da die nicht gelochte Anteil der Decke maximal 10 % betragen darf, muss die Lochung an der gesamten Deckenfläche erfolgen.

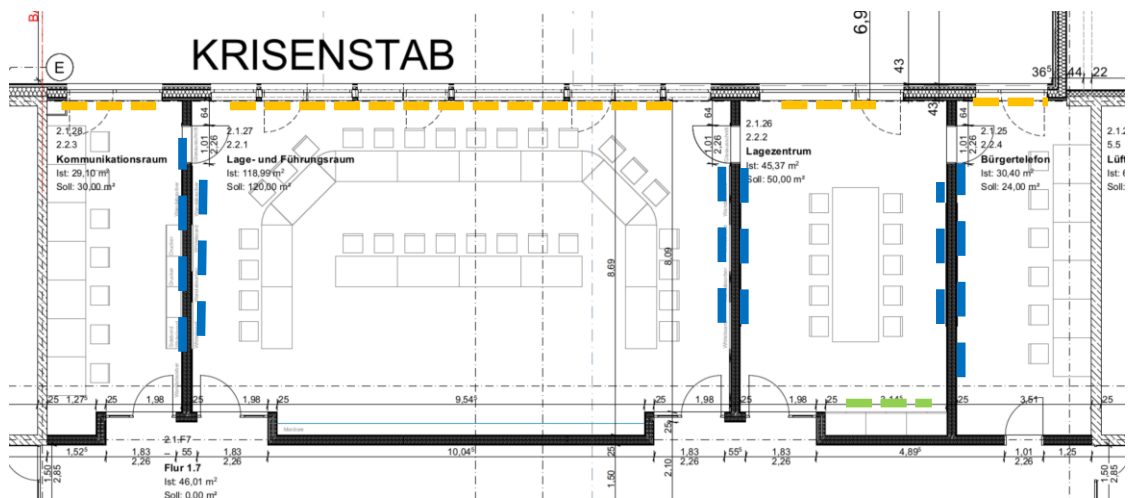


Abbildung 11: Grundriss Räume Krisenstab mit Wandabsorbern (blau gestrichelt) bzw. Vorhänge (orange gestrichelt) oder schallabsorbierende Möbelfronten (grün)

Im Lage- und Führungsraum und im Lagezentrum sind schallabsorbierende Vorhänge vorzusehen, die bei Bedarf zugezogen werden können. An den Stirnwänden wechselseitig gegenüberliegende Wandabsorber vorzusehen. Diese sollen zwischen beschreibbaren Wandflächen angeordnet werden. Mögliche Absorber wurden in Tabelle 35 beschrieben.

Die Maßnahmen sind sinngemäß auf den Besprechungsraum-Lagezentrum zu übertragen. In Anlage 8 ist ein Berechnungsblatt für den Lage- und Führungsraum beigelegt. Gemäß den Anforderungen für die Raumgruppe B wird dort nicht die Nachhallzeit, sondern das Verhältnis der äquivalenten Absorptionsfläche A zum Raumvolumen V berechnet. Die Anforderungen für die Raumgruppe RG B5 von erf. $A/V \geq 0,27 \text{ 1/m}$ wird im gesamten Frequenzbereich erreicht und eingehalten.

6.5 Kommunikationsraum, Bürgertelefon

In dem Kommunikationsraum sowie im Raum Bürgertelefon werden mehrere Telefonarbeitsplätze ähnlich einem Call-Center untergebracht. Auch hier ist die Decke wieder schallabsorbierend mit den Mineralfaserplatten zu belegen.

Tabelle 39: Übersicht Maßnahmen Kommunikationsraum und Bürgertelefon

Grundfläche 30 m ² /25 m ²	lichte Raumhöhe ca. 3,0 m	
Decke	Gipskarton-Lochplatten mit Dämmstoffauflage	vollflächig (max. 10 % unge- locht)
Wände (optional)	z. B. Mineralfaserplatten mit Textiloberfläche oder PET-Filz	ca. 10 m ²
Telefonarbeitsplätze	schallabsorbierende Schirme	
innenliegender Blendschutz (sofern geplant)	schallabsorbierend	

Um eine Geräuschübertragung zu vermeiden, sind Telefonarbeitsplätze herzustellen, die aus schallabsorbierenden Möbelflächen und entsprechenden Abschirmungen bestehen. Die Möblierung ist mit dem beratenden Akustiker abzustimmen.



Abbildung 12: Beispiel schallabsorbierender Arbeitsplatz (Bild Fa.EOS Büromöbel)

Auch wenn die Absorptionsfläche der Decke sowie der Arbeitsplätze und des Teppichoberbelages rechnerisch ausreichen, sollten Absorber an einer Stirnwand sowie an der Längswand, die den Arbeitsplätzen gegenüberliegt, zumindest optional vorgesehen werden.

6.6 Kantine, Teeküche, Aufenthaltsräume

In der Kantine sind Holzwole-Mehrschichtplatten in Direktmontage vorgesehen. Die Holzwole-Mehrschichtplatten müssen folgende akustische Eigenschaften aufweisen:

Tabelle 40: Akustische Eigenschaften Holzwole-Mehrschichtplatte

	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Absorptionsgrad α_p	$\geq 0,30$	$\geq 0,80$	$\geq 0,95$	$\geq 0,90$	$\geq 0,85$	$\geq 0,90$
entspricht bewertetem Absorptionsgrad α_w 0,90						
Allgemein: 2-Schicht-Holzwole-Platte mit aufkaschierter Steinwole						
Totale Konstruktionshöhe:		≥ 50 mm				
Plattendicke:		≥ 50 mm				
Produktbeispiel:						
	Fa.	Heraklith	Typ	Tektalan A2-Silent oder A2-Smartec		
	Fa.	Fibrolith	Typ	Fibro-THERM-S3N – 040 B1		

Optional können bei Bedarf Absorber an den Wandflächen vorgesehen werden. Um Schallreflexionen von den Glasflächen zu reduzieren, sollten schallabsorbierende Blendschutzeinrichtungen vorgesehen werden.

In Kantinen wird oftmals ein hoher Geräuschpegel durch das Bewegen von Metallrohrstühlen auf dem Boden erzeugt. Bei der Auswahl der Bestuhlung ist daher auf wirksame Filzgleiter zu achten, die regelmäßig ausgewechselt werden müssen.

Auch in anderen Aufenthalts- und Pausenräumen (z. B. 2.1.23 Aufenthaltsraum mit Teeküche und 2.0.18 Aufenthaltsraum) sind schallabsorbierende Unterdecken vorzusehen.

6.7 Küchenräume

In den Küchenräumen sind, sofern möglich, schallabsorbierende Deckenplatten vorzusehen, um gemäß der Arbeitsstättenverordnung den Schallpegel so weit wie nach Art des Betriebes möglich zu senken. Von verschiedenen Herstellern (z. B. Firma Ecophon und Firma Rockfon) werden entsprechende Produkte „Hygienedecken“ angeboten, die auch in Küchen oder anderen Reinräumen, eingesetzt werden können.

6.8 Werkstätten und ähnliche Arbeitsräume

In Räumen mit ständigen oder nahezu ständigen Arbeitsplätzen (z. B. Prüfungen + Wartung Artenschutz oder Prüfhalle) sind schallabsorbierende Maßnahmen zu ergreifen. Nach Angabe der Nutzer ist in folgenden Räumen je nach Auftragslage mit Nutzungszeiten über 5 Stunden auszugehen.

- • Waschhalle
- • Pumpenprüfhalle
- • Werkstatt FTZ
- • Geräteraum FTZ
- • Hydraulikwerkstatt
- • Prüfhalle
- • Schlauchpflege

In diesen Räumen sind raumakustische Maßnahmen zu treffen. Diese Räume sind zudem auch als laute Räume gekennzeichnet.

Eindeutige Anforderungen, z. B. an eine einzuhaltende Nachhallzeit, sind in der Arbeitsstättenrichtlinie nicht benannt. Hier heißt es lediglich, dass raumakustische Maßnahmen zu ergreifen sind, die nach Art des Betriebes möglich sind.

In ASR A3.7 wird für sonstige Arbeitsräume **mit Kommunikation** eine Anforderung an einen mittleren Schallabsorptionsgrad $\alpha_{\text{mittel}} \geq 0,3$ angegeben. In DIN 18041:2016-03 werden laute Werkstätten der Raumgruppe RG B4 zugeordnet. Sofern in Räumen mit einer üblichen Raumhöhe von ca. 3 m eine schallabsorbierende Unterdecke gemäß oder Mehrschicht-Holzwolleplatten gemäß Tabelle 40 eingebaut werden, können die Anforderungen zumeist erfüllt werden.

Sonderfall Prüfhalle

Die Prüfhalle weist eine große Raumhöhe auf. Um die Anforderungen gemäß DIN 18041:2016-03 zu erreichen, wäre in der Prüfhalle die Decke vollständig schallabsorbierend auszubilden und zusätzlich noch $\geq 100 \text{ m}^2$ Wandfläche zu belegen. Dieser Aufwand wäre nach Auffassung des Gutachters für einen Werkstatttraum ungewöhnlich hoch.

Aus akustischer Sicht könnte eine nahezu vollständige Belegung der Decke erfolgen und bei Bedarf Absorber auf Wandflächen nach Inbetriebnahme nachgerüstet werden. Alternativ könnten von Beginn an Teile der Decke und Teile der Wand mit schallabsorbierenden Elementen belegt werden.

6.9 Flure

In DIN 18041 Raumgruppe B wird zwischen reinen Verkehrsflächen ohne Aufenthaltsqualität und Fluren mit Aufenthaltsqualität unterschieden. Beim dem Bauvorhaben ZFK Hemmingstedt könnten in Abstimmung mit den Architekten folgende Flure als Flächen mit Aufenthaltsqualität definiert werden:

- Flur Eingang
- Flur vor der Kantine
- Flur vor dem Krisenstab
- Flur vor den Schulungsräumen 1 bis 3
- Flur vor dem Schulungsraum 4

In diesen Fluren sollte die Decke schallabsorbierend ausgebildet werden. Geplant ist die Direktverklebung der Holzwohle-Mehrschichtplatten gemäß Tabelle 40 oder Gipskarton-Lochplatten gemäß Tabelle 34 vorgesehen.

7 Zusammenfassung

In Hemmingstedt wird ein Zentrum für Katastrophenschutz neu errichtet. In dem vorliegenden Gutachten erfolgt die bau- und raumakustische Planung als Abschluss des Entwurfs (Leistungsphase 3). Hierbei wurden die Innen- und Außenbauteile im Hinblick auf den Schallschutz und die Raumakustik bewertet.

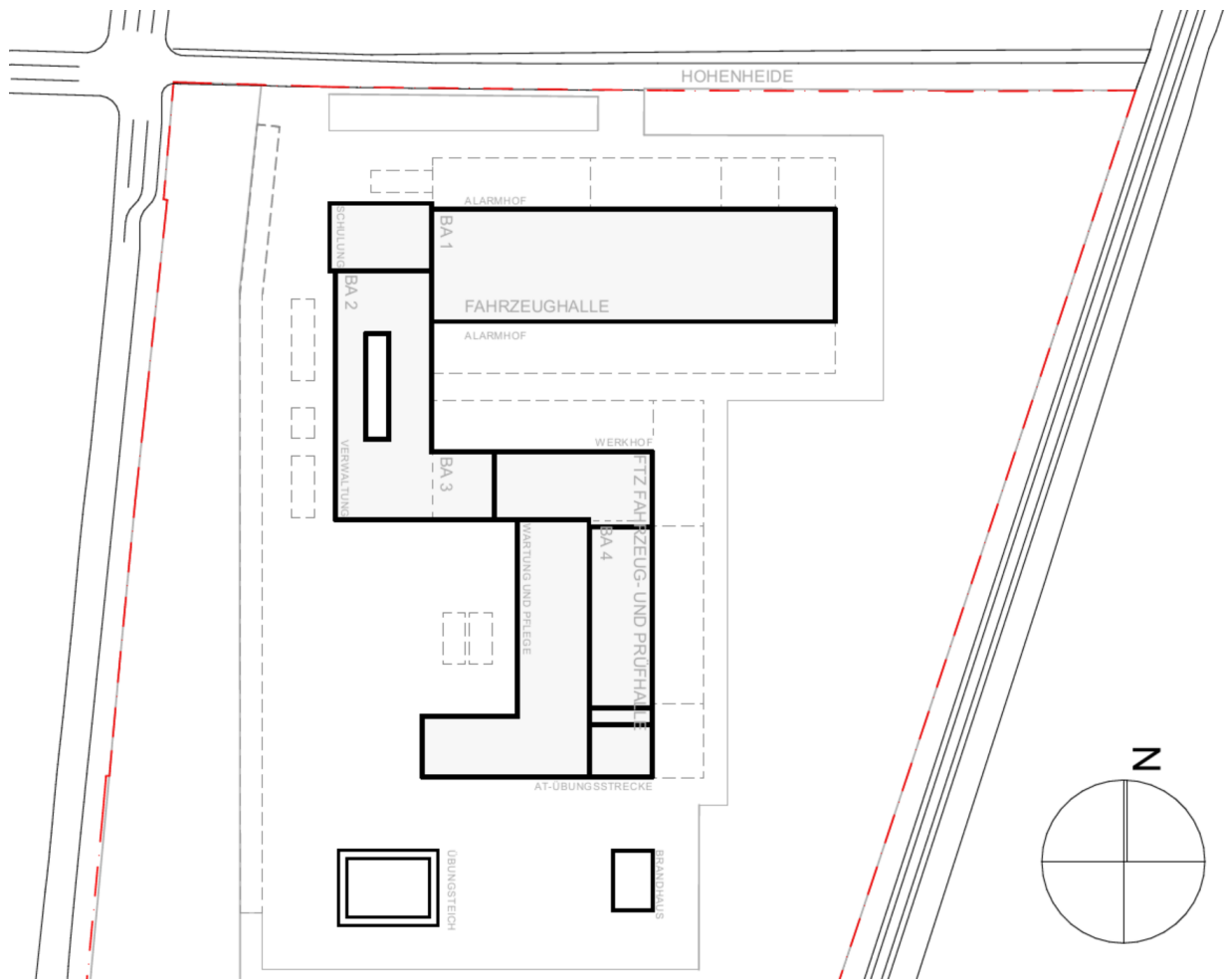
Gemäß der bisherigen Planung können die Anforderungen und Empfehlungen der verschiedenen Normen, Richtlinien und weiteren Veröffentlichungen eingehalten werden.

TAUBERT und RUHE GmbH

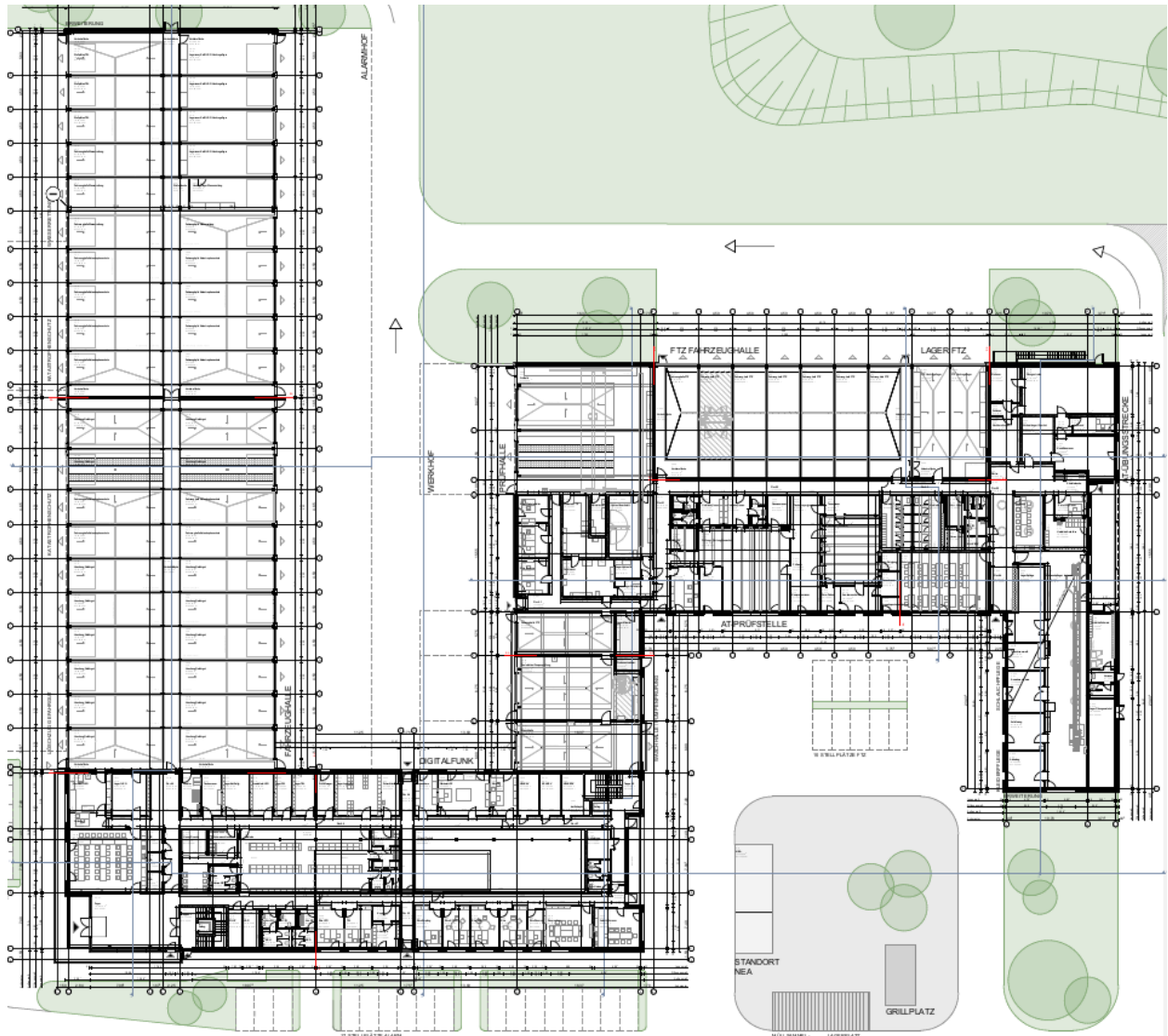
(PDF-Dokument, ohne Unterschrift gültig)

Dipl.-Ing. (FH) Klaus Focke
Beratender Ingenieur VBI

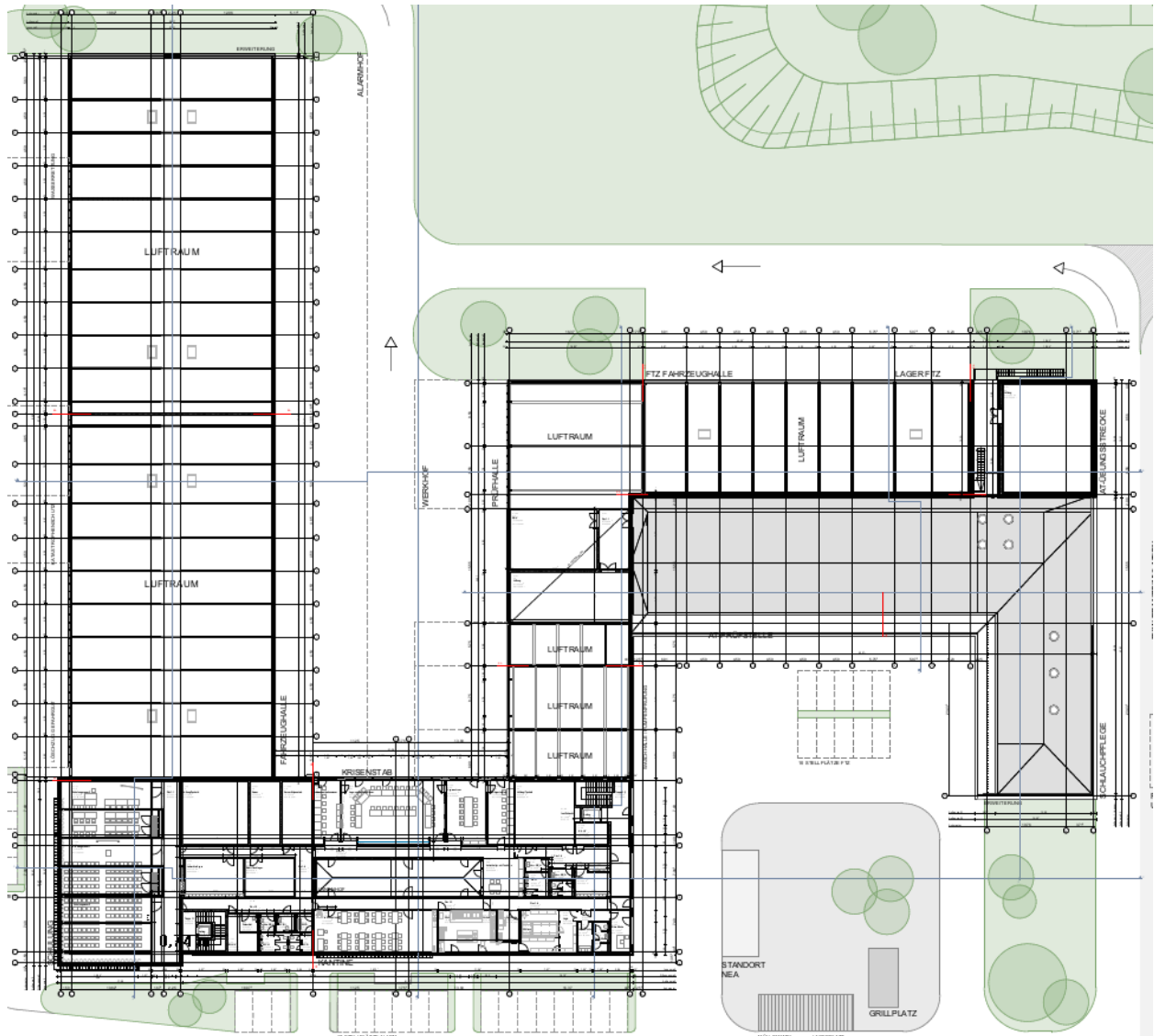
i. A. Dipl.-Ing. (FH) Ralf König



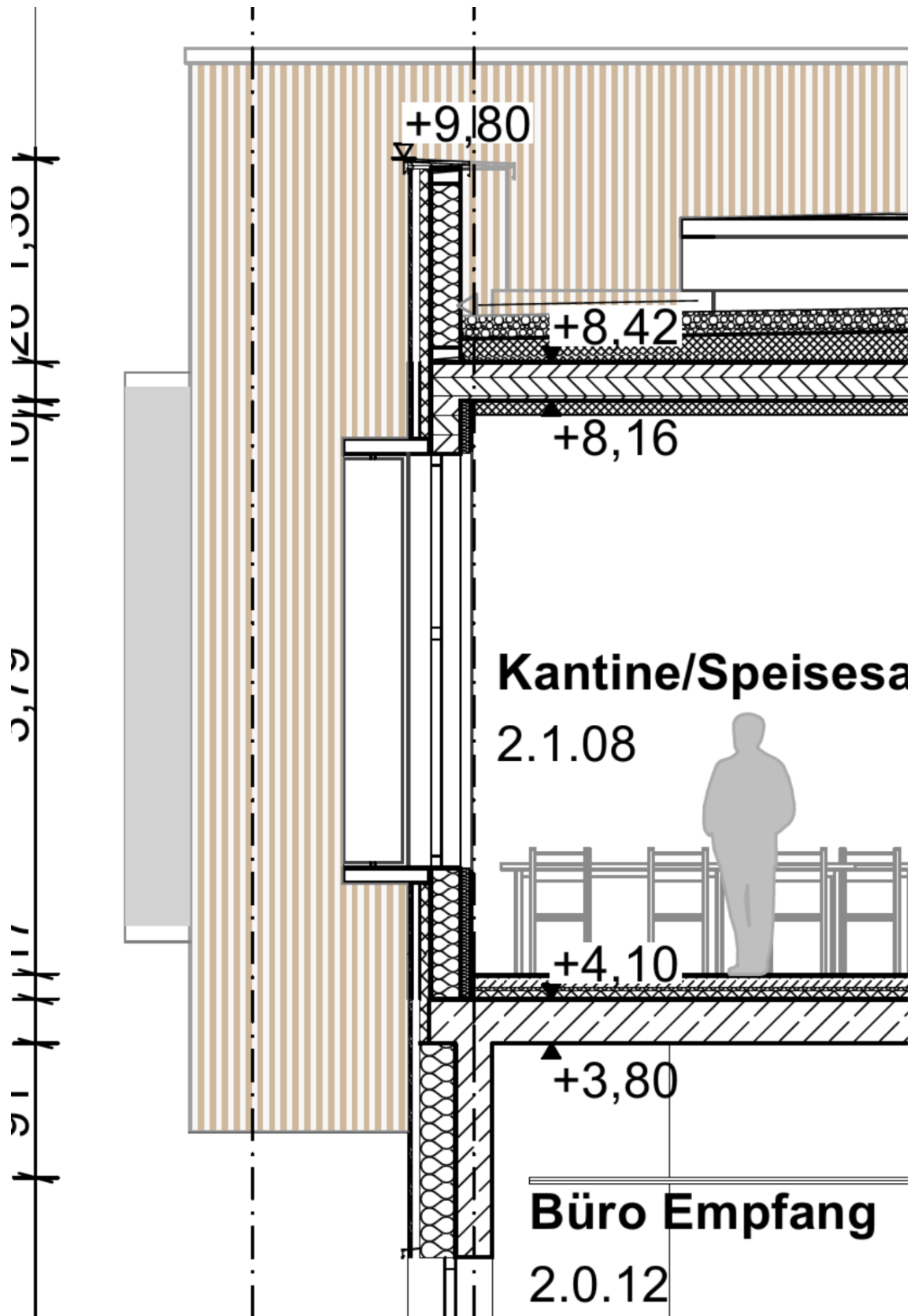
Lageplan



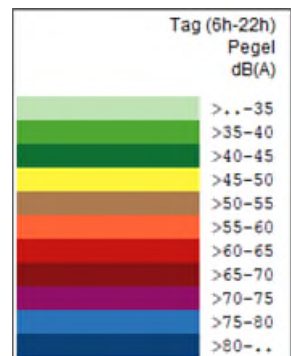
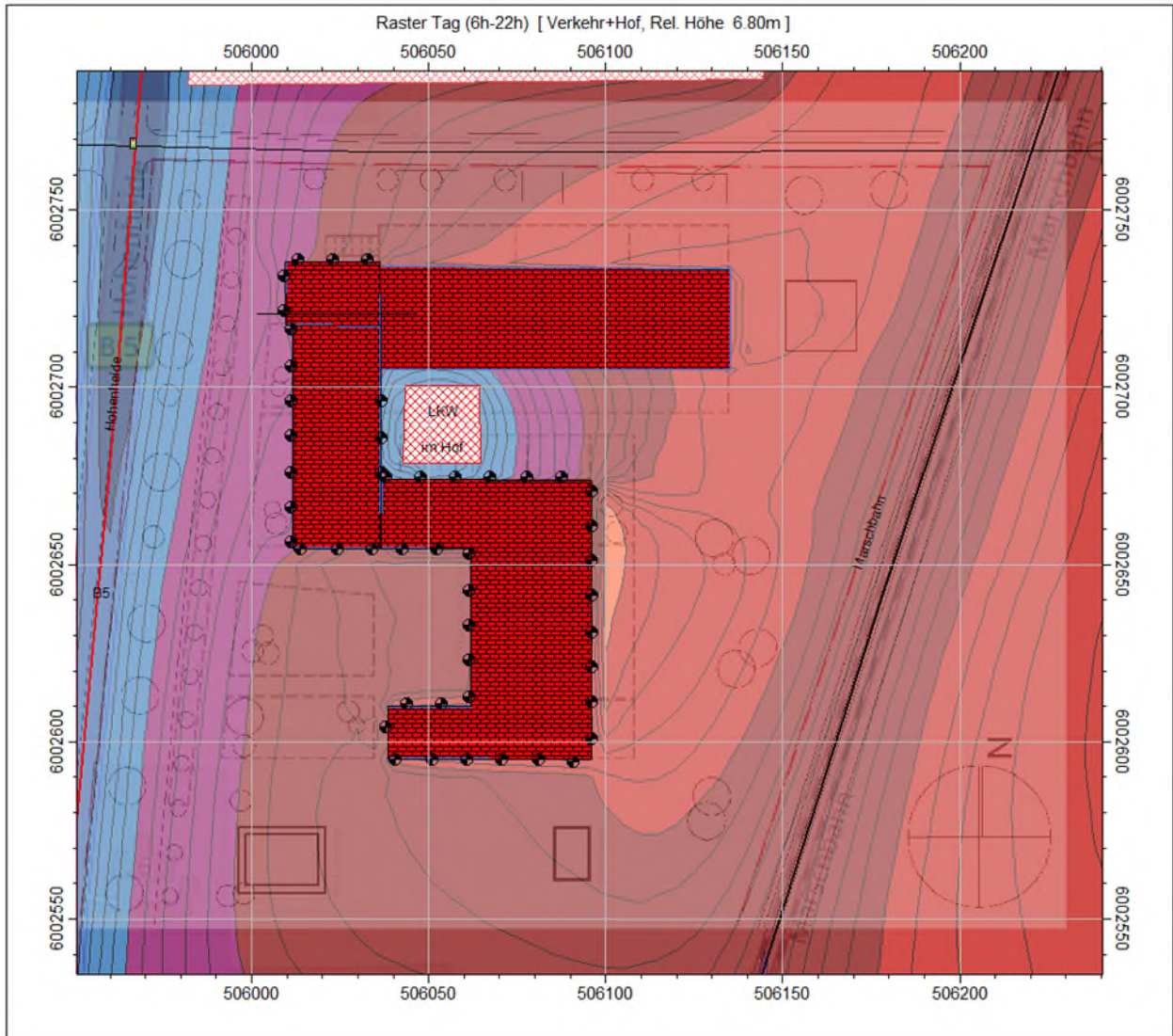
Grundriss EG



Grundriss OG



Fassadenschnitt



Beurteilungspegel tags, rel. Höhe 6,8 m

VARIFLEX AKUSTIK CLASSIC

Die effektive Kombination aus Schalldämmung und Schallabsorption

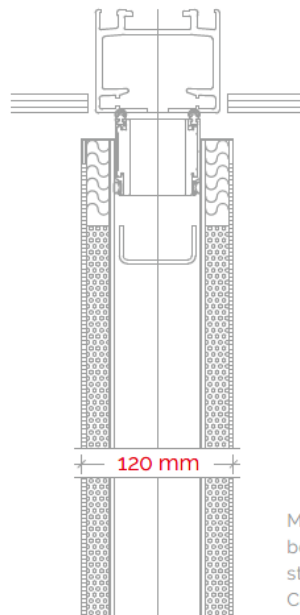
Zwei Lochbilder mit hervorragender Gesamtperformance

Für die raumakustische Planung stehen zwei elegante Lochbilder zur Verfügung. Der innovative Akustikaufbau ermöglicht es, dass mit beidseitigem Aufbau bei der geringen Trennwandstärke von nur 120 mm eine ausgezeichnete Schalldämmung und Schallabsorption erzielt werden. Die Schalldämmung wurde im Labor mit den Akustikoberflächen im Verbund geprüft. Zudem zeichnet sich das System durch seine Leichtigkeit aus.

Variflex Akustik Classic

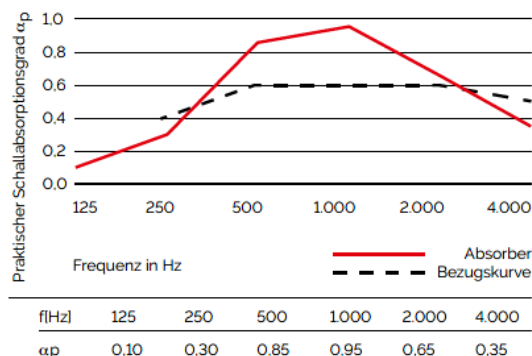
direkt eingehängt	Gewicht [kg/m ²]	Schall-dämmung [R _w dB]	Trennwand-stärke in [mm]
2-seitig	51	57	120
2-seitig	42	53	120

Innovativer Akustikaufbau sorgt für eine schlanke Lösung mit hoher Effizienz

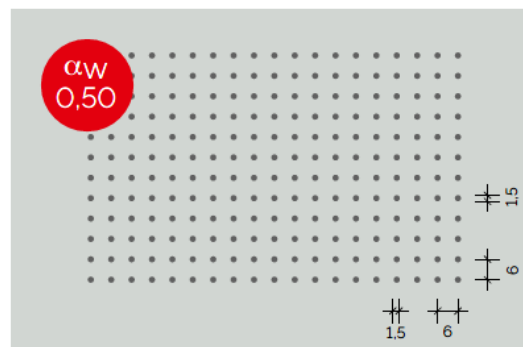


Mit einseitiger Akustik beträgt die Trennwandstärke der Variflex Akustik Classic 110 mm.

Variflex Akustik Classic Lochbild 1 – Mikro-Perforierung 1,5 – 6



Bewerteter Schallabsorptionsgrad $\alpha_w = 0,50$
Formindikator M



Lochmittenabstand: 6 mm (horizontal | vertikal)
Lochdurchmesser: 1.5 mm | Randabstand: 20 mm

VARIFLEX AKUSTIK SUPERFINE

Vereint wirkungsvollen Schallschutz mit höchster Eleganz

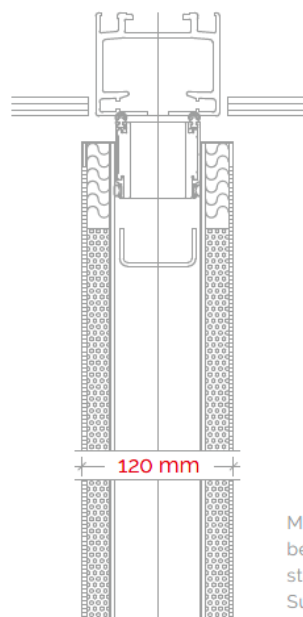
Die Optik und die Akustik prägen den Charakter eines Raumes

Diese elegante Akustik-Ausstattung einer Variflex Trennwand glänzt nicht nur mit ihren überzeugenden – im Verbund geprüften – Schalldämm- und Absorptionswerten, sondern auch mit ihrer puren Ästhetik. Mit einer sehr hohen Schallabsorption und einem dezenten, optisch kaum wahrnehmbaren Lochbild von nur 0,5 mm steigert die super-feine Premium-Variante des Akustikaufbaus das Wohlbefinden der Menschen im Raum.

Variflex Akustik SuperFine

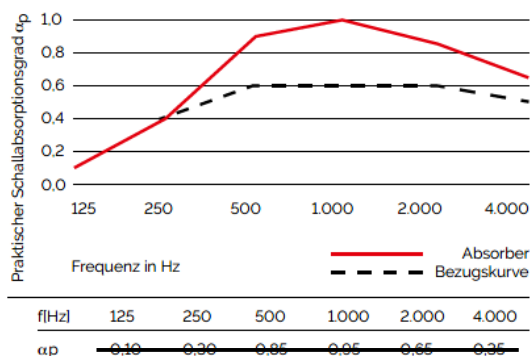
direkt eingehängt	Gewicht [kg/m²]	Schalldämmung [R _w dB]	Trennwandstärke in [mm]
2-seitig	51	57	120
2-seitig	42	53	120

Innovativer Akustikaufbau mit superfeiner Premium-Lochung

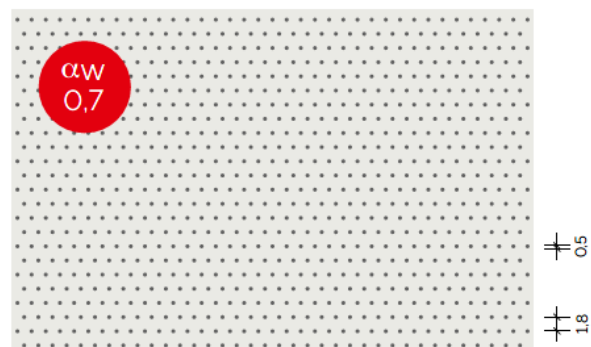


Mit einseitiger Akustik beträgt die Trennwandstärke der Variflex Akustik SuperFine 110 mm.

Variflex Akustik SuperFine mit Mikro-Perforierung 0,5 – 1,8



Bewerteter Schallabsorptionsgrad $\alpha_w = 0,70$
Formindikator M



Lochmittenabstand: 1,8 mm (versetzt)
Lochdurchmesser: 0,5 mm | Randabstand: 0 mm

Nachhallzeitberechnung

Projekt: Hemmingstedt ZFK
 Projekt-Nr.: 2022266

Raum: Schulungsraum 3 (2.1.31)
 Variante: V1 GK-Loch ohne refl. Deckenfeld

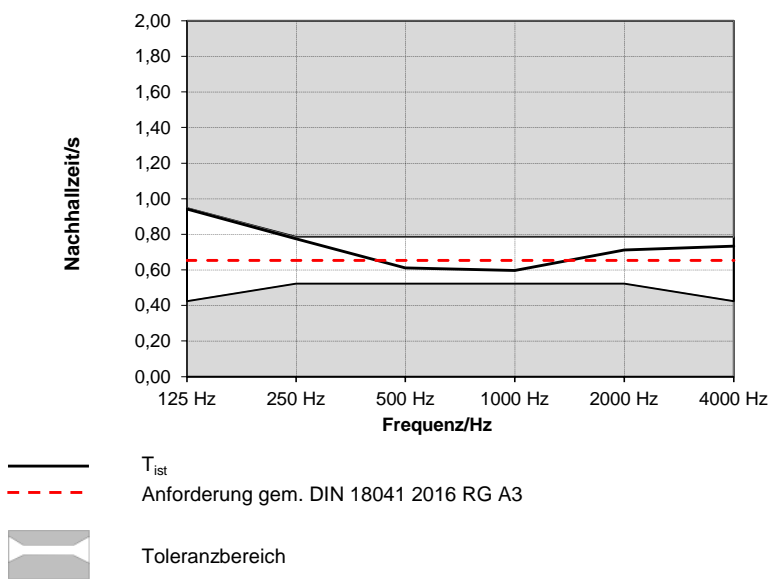
Nutzung: Hörsaal

Raumvolumen ca.: 377 m³
 Raumbofläche ca.: 331 m²
 Objektvolumen ca.: 0 m³

Grundfläche ca.: 92 m²
 Mittlere lichte Raumhöhe ca.: 4,10 m

		125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Material	Bauteil	Absorptionsgrade					
		Äquivalente Absorptionsfläche /m ²					
		Fläche / Anzahl					
Parkettfußboden, aufgeklebt	Boden Industrieparkett	$\alpha_w = 0,05 (-)$ 92,0 m ²	0,05 4,6	0,04 3,7	0,05 4,6	0,06 5,5	0,06 5,5
geschätzt	(Mobil-) Wände Holz reflektierend	$\alpha_w = 0,05 (-)$ 52,1 m ²	0,12 6,3	0,08 4,2	0,06 3,1	0,04 2,1	0,05 2,6
Glattputz	Wände Beton	$\alpha_w = 0,05 (-)$ 44,3 m ²	0,02 0,9	0,02 0,9	0,03 1,3	0,03 1,3	0,04 1,8
BER Holz-F A-BG Typ S 2/3-16, 17mm, 30mm MW, tKh=50mm (geprüft)	Wände schallabsorbierend	$\alpha_w = 0,5 (D)$ 20,0 m ²	0,22 4,5	0,68 13,7	0,95 19,0	0,68 13,7	0,42 8,5
Dorma Variflex Akustik SuperFine Mikro-Perforierung 1,5-6	Mobilwand schallabsorbierend	$\alpha_w = 0,5 (D)$ 20,0 m ²	0,10 2,0	0,30 6,0	0,85 17,0	0,95 19,0	0,65 13,0
Fenster, Glasfassade	Fenster	$\alpha_w = 0,05 (-)$ 16,2 m ²	0,12 1,9	0,08 1,3	0,05 0,8	0,04 0,6	0,03 0,5
Tür Holz lackiert	Türen	$\alpha_w = 0,05 (-)$ 3,6 m ²	0,10 0,4	0,08 0,3	0,06 0,2	0,05 0,2	0,05 0,2
Rigips, Gipskartonpl., geschl. m. MiWo, dw=400	Decke schallreflektierend	$\alpha_w = 0,1 (-)$ 8,3 m ²	0,21 1,7	0,12 1,0	0,09 0,7	0,06 0,5	0,06 0,5
Knauf Cleaneo 12/25R, dD=80mm, dw=800mm, 18,1% (geschätzt)	Decke schallabsorbierend (Abhängehöhe 800 mm)	$\alpha_w = 0,7 (C)$ 74,5 m ²	0,65 ** 38,8	0,70 ** 41,7	0,70 ** 41,7	0,75 ** 44,7	0,65 ** 38,8
Person, sitzend auf Holzgestühl: 0,5 m ² /Person	Personen (80 % Belegung)	24 Pers.	0,12 2,9	0,20 4,8	0,39 9,4	0,49 11,8	0,48 11,5
	Absorption durch Luft A _{air}		0,2 0,2	0,5 0,5	0,9 0,9	1,5 1,5	2,6 2,6
	Gesamtflächen	331,0 m ²	64,0	78,0	98,8	100,9	84,8

		125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Ergebnis Nachhallzeit	T / s	0,94	0,77	0,61	0,60	0,71	0,73
Anforderung gemäß DIN 18041 2016 RG A3 (Sprache/Vortrag inklusiv)	T _{soll} / s	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65



Nachhallzeitberechnung

Projekt: Hemmingstedt ZFK
 Projekt-Nr.: 2022266

Raum: Schulungsräume 1-3 (2.1.31 bis 2.1.33)
 Variante: V1 GK-Loch ohne refl. Deckenfeld

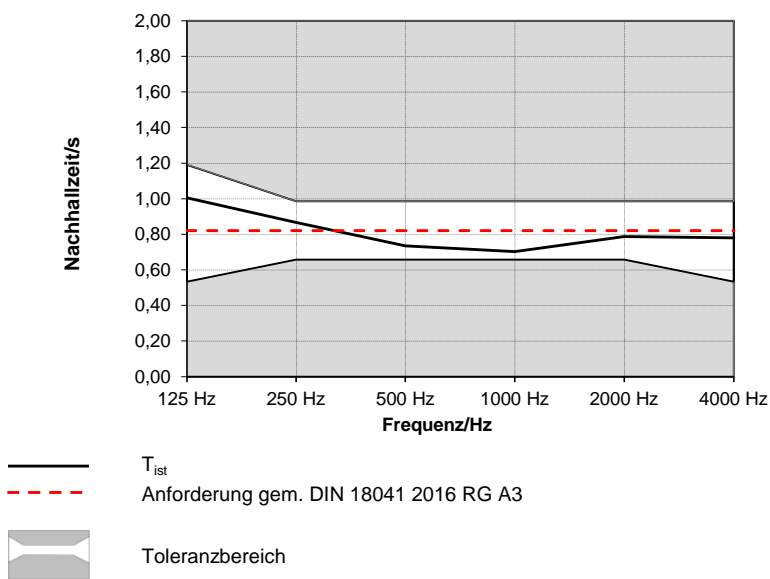
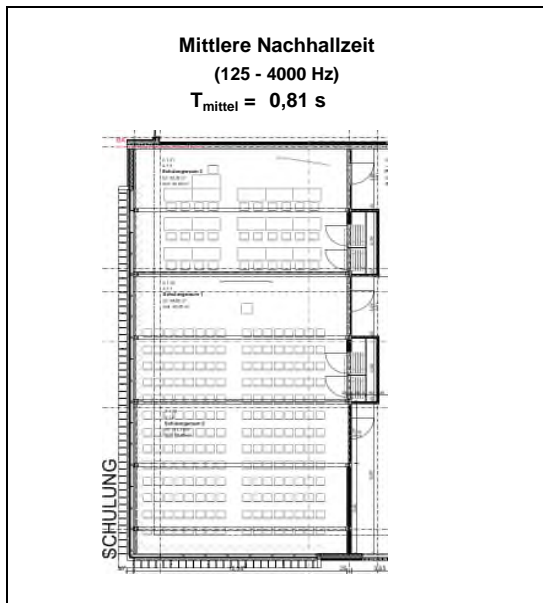
Nutzung: Hörsaal

Raumvolumen ca.: 1256 m³
 Raumbofläche ca.: 876 m²
 Objektvolumen ca.: 0 m³

Grundfläche ca.: 306 m²
 Mittlere lichte Raumhöhe ca.: 4,10 m

		125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Material	Bauteil	Absorptionsgrade					
		Äquivalente Absorptionsfläche /m ²					
		Fläche / Anzahl					
Parkettfußboden, aufgeklebt	Boden Industrieparkett	$\alpha_w = 0,05 (-)$ 306,3 m ²	0,05 15,3	0,04 12,3	0,05 15,3	0,06 18,4	0,06 18,4
geschätzt	(Mobil-) Wände Holz reflektierend	$\alpha_w = 0,05 (-)$ 63,5 m ²	0,12 7,6	0,08 5,1	0,06 3,8	0,04 2,5	0,05 3,2
Glattputz	Wände Beton	$\alpha_w = 0,05 (-)$ 50,8 m ²	0,02 1,0	0,02 1,0	0,03 1,5	0,03 1,5	0,04 2,0
BER Holz-F A-BG Typ S 2/3-16, 17mm, 30mm MW, tKh=50mm (geprüft)	Wände schallabsorbierend	$\alpha_w = 0,5 (D)$ 50,0 m ²	0,22 11,2	0,68 34,2	0,95 47,5	0,68 34,2	0,42 21,2
		$\alpha_w = 0,5 (D)$					
Fenster, Glasfassade	Fenster	$\alpha_w = 0,05 (-)$ 112,2 m ²	0,12 13,5	0,08 9,0	0,05 5,6	0,04 4,5	0,03 3,4
Tür Holz lackiert	Türen	$\alpha_w = 0,05 (-)$ 27,7 m ²	0,10 2,8	0,08 2,2	0,06 1,7	0,05 1,4	0,05 1,4
Rigips, Gipskartonpl., geschl. m. MiWo, dw=400	Decke schallreflektierend (10%)	$\alpha_w = 0,1 (-)$ 26,5 m ²	0,21 5,6	0,12 3,2	0,09 2,4	0,06 1,6	0,06 1,6
Knauf Cleaneo 12/25R, dD=20mm, dw=800mm, 18,1% (geschätzt)	Decke schallabsorbierend (Abhängehöhe 800 mm)	$\alpha_w = 0,7 (C)$ 238,8 m ²	0,65 ** 124,2	0,70 ** 133,7	0,70 ** 133,7	0,75 ** 143,3	0,65 ** 124,2
Person, sitzend auf Holzgestühl: 0,5 m ² /Person	Personen (80 % Belegung)	150 Pers.	0,12 18,0	0,20 30,0	0,39 58,5	0,49 73,5	0,48 72,0
	Absorption durch Luft A _{air}		0,5	1,5	3,0	5,0	20,6
	Gesamtflächen	875,8 m ²	199,6	232,1	273,1	285,9	257,5

		125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Ergebnis Nachhallzeit	T / s	1,01	0,87	0,74	0,70	0,79	0,78
Anforderung gemäß DIN 18041 2016 RG A3 (Sprache/Vortrag inklusiv)	T _{soll} / s	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82



Nachhallzeitberechnung

Projekt: Hemmingstedt ZFK
 Projekt-Nr.: 2022266

Raum: Schulungsraum 4 4.0.27
 Variante: V1

Nutzung: Hörsaal

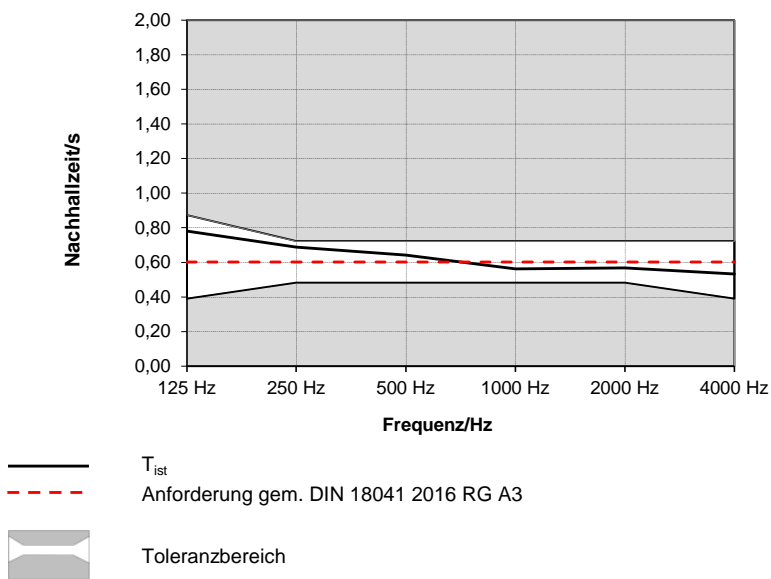
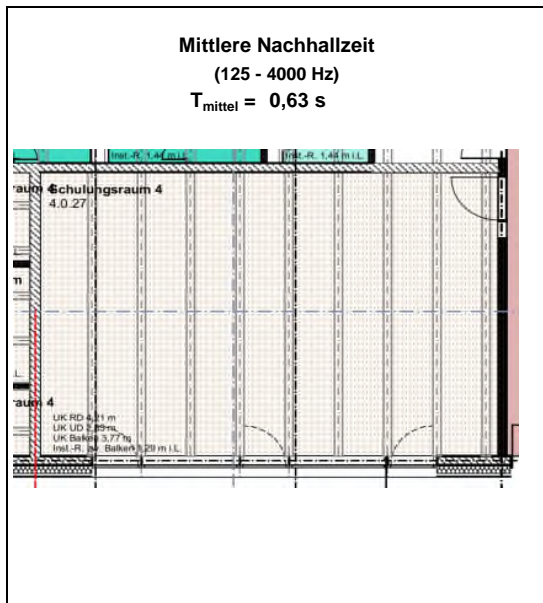
Raumvolumen ca.: 259 m³
 Raumbofläche ca.: 293 m²
 Objektvolumen ca.: 0 m³

Grundfläche ca.: 91 m²
 Mittlere lichte Raumhöhe ca.: 2,85 m

		125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
<i>Material</i>	Fläche / Anzahl	<i>Absorptionsgrade</i>					
		Äquivalente Absorptionsfläche /m²					
PVC-Fußbodenbelag (2,5 mm) auf Estrich (geschätzt) Boden Kautschuk o. ä. auf Estrich	$\alpha_w = 0,05 (-)$ 91,0 m ²	0,05 4,5	0,02 1,8	0,01 0,9	0,03 2,7	0,05 4,5	0,05 4,5
Glattputz Wände massiv verputzt	$\alpha_w = 0,05 (-)$ 86,5 m ²	0,02 1,7	0,02 1,7	0,03 2,6	0,03 2,6	0,04 3,5	0,06 5,2
Fenster, Glasfassade Fenster	$\alpha_w = 0,05 (-)$ 16,2 m ²	0,12 1,9	0,08 1,3	0,05 0,8	0,04 0,6	0,03 0,5	0,02 0,3
Tür Holz lackiert Tür	$\alpha_w = 0,05 (-)$ 2,1 m ²	0,10 0,2	0,08 0,2	0,06 0,1	0,05 0,1	0,05 0,1	0,05 0,1
Knauf Cleaneo 12/25R, dD=20mm,dw=800mm, 18,1% (geschätzt) Decke GK-Lochdecke (800 mm Abhängenhöhe)	$\alpha_w = 0,7 (C)$ 72,8 m ²	0,60 * 39,3	0,70 * 45,9	0,70 * 45,9	0,75 * 49,1	0,65 * 42,6	0,65 * 42,6
Unterdecke 12,5 mm Gipskartonpl., geschl. dw=200 dD=0 Decke GK ungelocht	$\alpha_w = 0,05 (-)$ 18,2 m ²	0,11 2,0	0,09 1,6	0,04 0,7	0,02 0,4	0,03 0,5	0,00 0,0
Ecophon Akusto Wall A/Super G, d=40mm, tKh=40mm Wandabsorber	$\alpha_w = 0,95 (A)$ 6,0 m ²	0,15 0,9	0,65 3,9	1,00 6,0	1,00 6,0	1,00 6,0	1,00 6,0
Person, sitzend 6,0 m ² /Person Personen an Tischen	20 Pers.	0,12 2,4	0,18 3,6	0,35 7,0	0,56 11,2	0,68 13,6	0,74 14,8
Absorption durch Luft A_{air}		0,1	0,3	0,6	1,0	1,8	4,3
Gesamtflächen	292,8 m ²	53,1	60,3	64,6	73,8	73,1	77,8

* alpha -10%

		125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Ergebnis Nachhallzeit	T / s	0,78	0,69	0,64	0,56	0,57	0,53
Anforderung gemäß DIN 18041 2016 RG A3 (Sprache/Vortrag inklusiv)	T _{soll} / s	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60



Nachhallzeitberechnung

Projekt: Hemmingstedt ZFK
 Projekt-Nr.: 2022266

Raum: Lage- und Führungsraum 2.1.27
 Variante: V2: GK-Lochdecke

Nutzung: Leitstelle

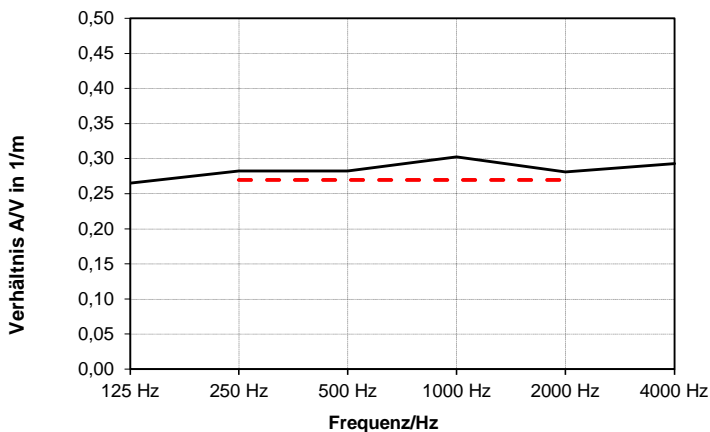
Raumvolumen ca.: 351 m³
 Raumbofläche ca.: 369 m²
 Objektvolumen ca.: 0 m³

Grundfläche ca.: 117 m²
 Mittlere lichte Raumhöhe ca.: 3,00 m

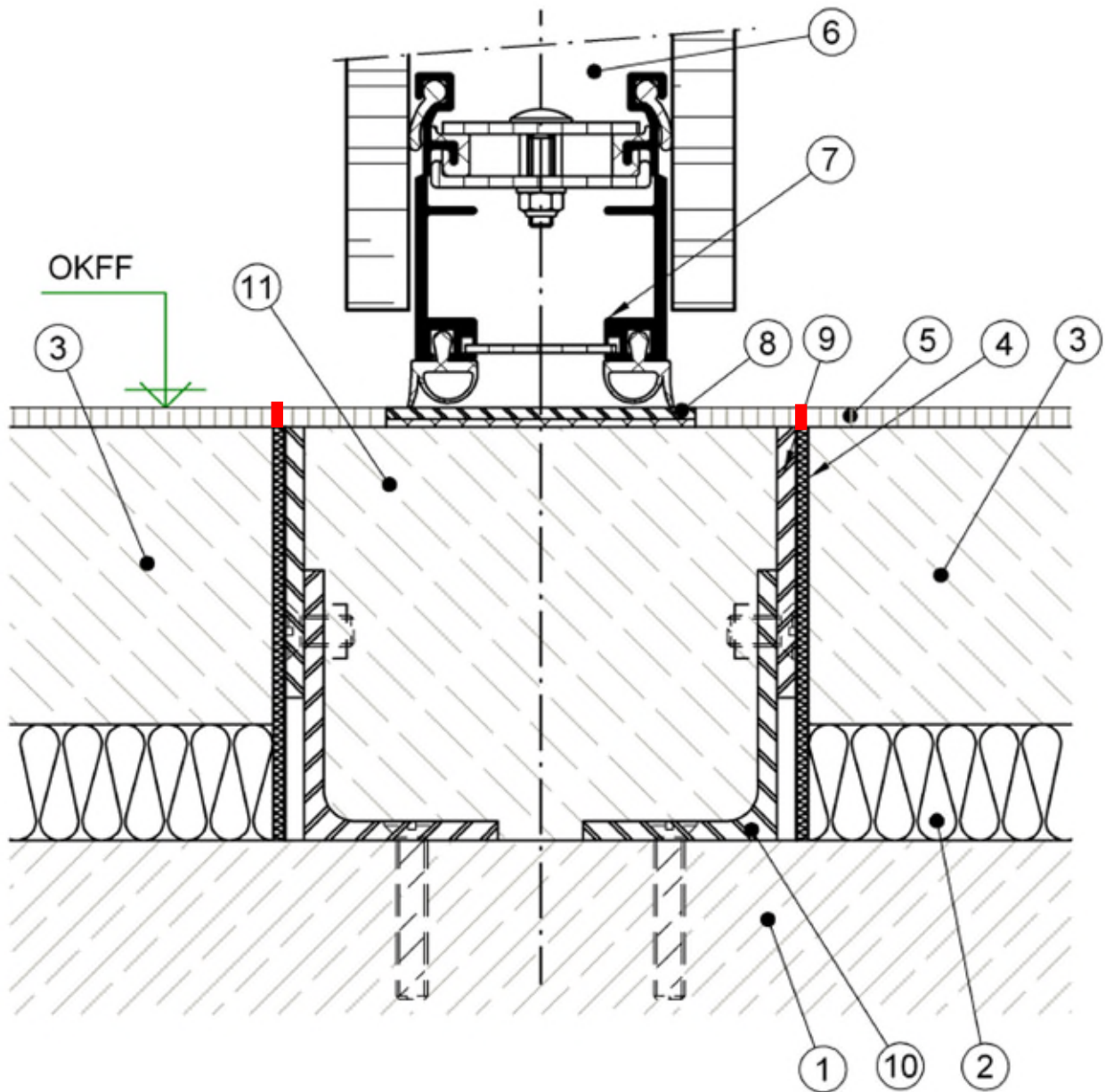
		125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
<i>Material</i>	Fläche / Anzahl	<i>Absorptionsgrade</i>					
		Äquivalente Absorptionsfläche /m²					
Parkettfußboden, aufgeklebt	$\alpha_w = 0,05 (-)$ Boden Teppich auf Hohlboden 117,0 m ²	0,05	0,04	0,05	0,06	0,06	0,06
Trockenbauwand doppelt beplankt mit MF-Bedämpfung	$\alpha_w = 0,05 (-)$ Wände Holzständerwände 100,1 m ²	0,15	0,10	0,06	0,04	0,04	0,05
Fenster, Glasfassade	$\alpha_w = 0,05 (-)$ Fenster 20,8 m ²	0,12	0,08	0,05	0,04	0,03	0,02
Tür Holz lackiert	$\alpha_w = 0,05 (-)$ Tür 10,5 m ²	0,10	0,08	0,06	0,05	0,05	0,05
Knauf Cleaneo 12/25R, dD=20mm,dw=800mm, 18,1% (geschätzt)	$\alpha_w = 0,7 (C)$ Decke GK-Lochplatten (800 mm Abhängenhöhe) 117,0 m ²	0,60	0,70	0,70	0,75	0,65	0,65
Knauf Cleaneo Smart 1,2m x 2,4m, dW=30mm, dD=0mm ohne Rahmen	Faktor 1 Wandabsorber (10 m²) 3 Stück	0,30	0,70	1,60	2,60	3,20	3,10
Vorhangstoff, 25 cm vor Wand	$\alpha_w = 0,7 (C)$ Vorhänge schallabsorbierend 4,0 m ²	0,30	0,60	0,75	0,60	0,70	0,75
	Absorption durch Objekte A_{obj} Vobj: 6,0 m ³						
	Absorption durch Luft A_{air}						
	Gesamtflächen 369,5 m ²	93,2	99,1	99,2	106,3	98,7	102,8

* alpha -10%

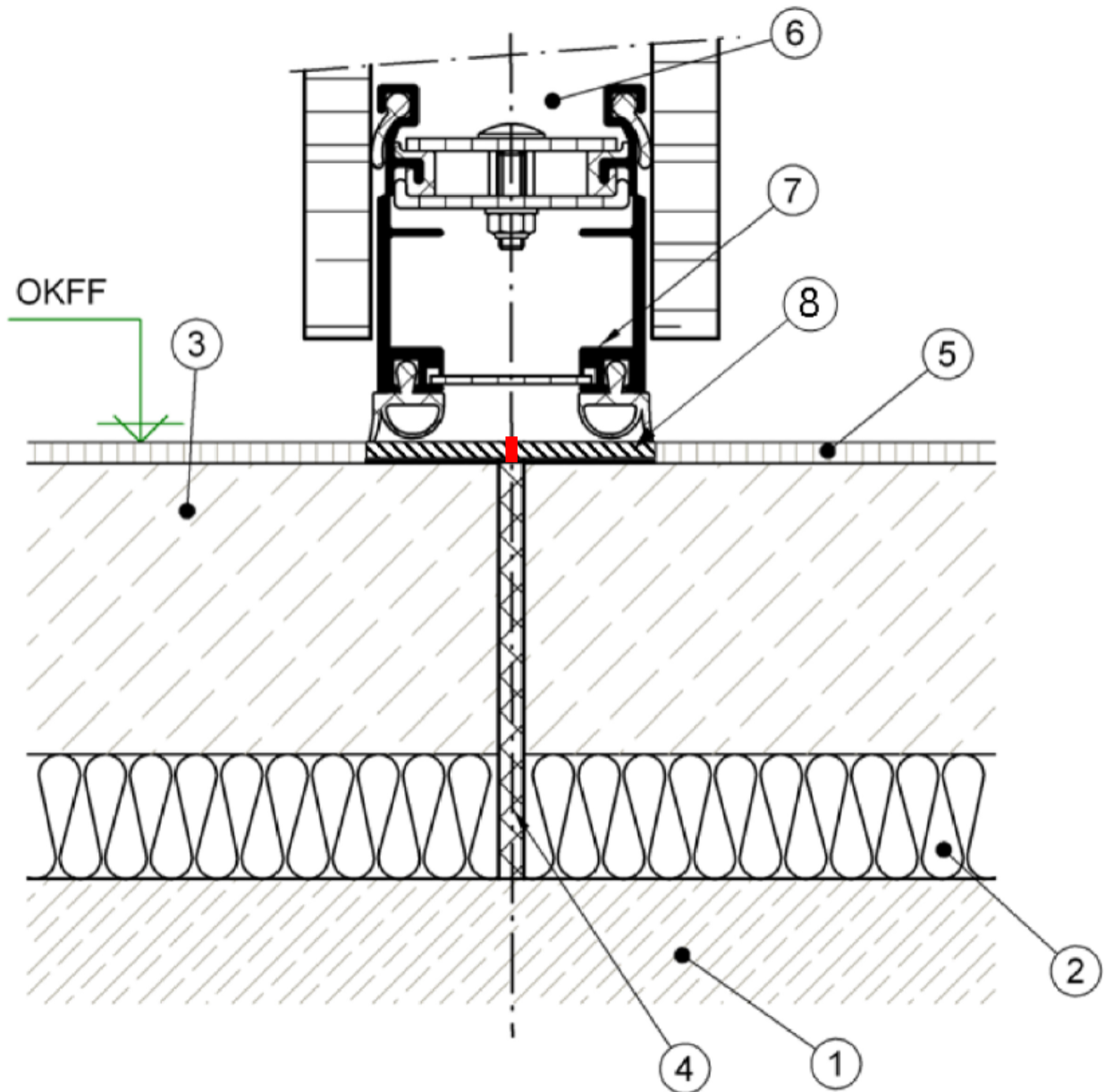
		125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Ergebnis Nachhallzeit	T / s	0,60	0,57	0,57	0,53	0,57	0,55
Ergebnis Absorpt.-Fläche / Volumen	A/V / m⁻¹	0,27	0,28	0,28	0,30	0,28	0,29
Empfehlung gemäß DIN 18041 2016 RG B5 (Besonderer Bedarf an Lärminderung)	A/V_{soll} / m⁻¹		0,27	0,27	0,27	0,27	



— AV_{ist}
 - - - Empfehlung gem. DIN 18041 2016 RG B5



Doppelte Bodentrennung unter Mobilwand mit weichfederndem Bodenbelag
 (bei hartem Bodenbelag muss auch eine Fuge
 ■ im Bodenbelag vorgesehen werden)



Einfache Bodentrennung unter Mobilwand mit weichfederndem Bodenbelag
 (bei hartem Bodenbelag muss auch eine Fuge
 ■ im Bodenbelag vorgesehen werden)