

Gutachten Bauakustik
Genehmigungsplanung

GKEN – Neubau Gymnasium + Sporthalle
Kirchheim bei München

Bericht Nr. 825-5860-2.3

im Auftrag des

Zweckverbands Staatliche weiterführende Schulen
im Osten des Landkreises München

München, im Oktober 2019

Gutachten Bauakustik Genehmigungsplanung

GKEN – Neubau Gymnasium + Sporthalle
Kirchheim bei München

Bericht-Nr.: 825-5860-2.3

Datum: 24.10.2019

Auftraggeber: Zweckverband Staatliche weiterführende
Schulen im Osten des Landkreises München
Räterstraße 26
85551 Kirchheim b. München

Auftragnehmer: Möhler + Partner Ingenieure AG
Beratung in Schallschutz + Bauphysik
Landaubogen 10
D-81373 München
T + 49 89 544 217 - 0
F + 49 89 544 217 - 99
www.mopa.de
info@mopa.de

Bearbeiter: Carolin Debona M.Sc.
Dipl.-Ing. (FH) Julian Krafft

Inhaltsverzeichnis:

1. Aufgabenstellung	11
2. Anforderungen nach DIN 4109	12
3. Geplante Baukonstruktionen	14
4. Schalltechnische Nachweise	14
4.1 Trenndecken	14
4.1.1 Decken zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen/Decken unter Fluren und Decken zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und „lauten“ Räumen	14
4.1.2 Decken zwischen schutzbedürftigen Räumen zu lauten Technikräumen	16
4.1.3 Decken zwischen Aula und Bibliothek	17
4.2 Trennwände	18
4.2.1 Wände zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen untereinander, Trockenbauwand, oder massive Wand, $R'_w \geq 47$ dB, ohne Lüftungskanäle	18
4.2.2 Wände zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen untereinander, massive Wand, $R'_w \geq 47$ dB, mit Lüftungskanälen	20
4.2.3 Wände zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen untereinander mit Türen, Trockenbauwand, $R'_w \geq 47$ dB	22
4.2.4 Wände zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen zu Fluren, Trockenbauwand, $R'_w \geq 47$ dB	24
4.2.5 Wände zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und Treppenhäusern, massive Wand, $R'_w \geq 52$ dB	26
4.2.6 Wände zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und „lauten“ Räumen (z.B. Speiseräume, Cafeterien, Musikräume, Spielräume, Technikzentralen) massive Wand, $R'_w \geq 55$ dB und Wände zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und z.B. Sporthallen, Werkräumen massive Wand, $R'_w \geq 60$ dB	28
4.2.7 Faltwand, mobile Trennwand	28
4.2.8 Trennvorhang für die Vierfachsporthalle	28
4.3 Türen	30
4.4 Treppenläufe und -podeste	30
4.4.1 Treppenlauf der Stahlbetontreppen	30
4.4.2 Treppenpodest	30
4.5 Einbringen von technischen Installation in Trennwände	31
4.5.1 HLS	31
4.5.2 ELT	31
4.6 Geräusche der Sanitärinstallationen und von haustechnischen Installationen	32
4.6.1 Allgemeines	32
4.6.2 Einschalige Musterinstallationswand Massivbau	32
4.6.3 Musterinstallationswand Leichtbau	32

4.6.4 Vorwandinstallationen, Vorsatzschalen vor leichten Massivwänden	33
4.6.5 Armaturen	34
4.6.6 Schächte in nichtschutzbedürftigen Räumen – z.B. Bad/WC.....	34
4.6.7 Verzüge innerhalb von Massivdecken	35
4.6.8 Abwasserleitungen.....	35
4.6.9 Aufzugsschachtwände.....	35
4.6.10 Aufstellung haustechnischer Anlagen	36
5. Schallschutz gegen Außenlärm	37
5.1 Maßgeblicher Außenlärmpegel.....	37
5.2 Anforderungen nach DIN 4109.....	37
5.3 Berechnungen und Nachweise	37
5.3.1 Vorbereitung + Sammlung 2.15 (Eckraum).....	38
5.3.2 Klassenraum Q11, 1.35.1	38
5.3.3 Betragt / Psych 7.1	39
5.3.4 Spielfeld 10.1	39
6. Anlagen	41

Abbildungsverzeichnis:

Abbildung 1:	Ansicht West, 23.09.2019;	11
Abbildung 2:	Trockenbauwand JSA-Büro 7.2 zu SMV-Raum 7.5.....	18
Abbildung 3:	Massive Wand Schülerlabor 2.7 zu Lehrsaal Chemie 2.5.1	20
Abbildung 4:	Trockenbauwand OS-Koordination 1.47 zu OS-Sekretariat 1.46	22
Abbildung 5:	Trockenbauwand Lehrsaal Chemie 2.5.2 zu Atrium	24
Abbildung 6:	Stahlbetontrennwand Schülerlabor / IT 2.8 zu Treppe 2, TH 2.1	26

Tabellenverzeichnis:

Tabelle 1:	Kennwerte für schalltechnische Anforderungen DIN 4109-1:2016-07, Schulnutzung	12
Tabelle 2:	Kennwerte für schalltechnische Anforderungen DIN 4109-1:2016-07, besonders laute Räume	13
Tabelle 3:	Luftschalldämmung: Trenndecke Aufenthaltsraum Schüler Q 1.40.8 zu Klassenraum JG9 1.25.2	15
Tabelle 4:	Trittschalldämmung: Trenndecke Aufenthaltsraum Schüler Q 1.40.8 zu Klassenraum JG9 1.25.2	15
Tabelle 5:	Luftschalldämmung: Trenndecke MiD 4.3.2 zu Haustechnik, HLS 8.6.1	16
Tabelle 6:	Trittschalldämmung: Trenndecke MiD 4.3.2 zu Haustechnik, HLS 8.6.1	16
Tabelle 7:	Trittschalldämmung: Trenndecke Aula und Bibliothek	17
Tabelle 8:	Luftschalldämmung: Trockenbauwand JSA-Büro 7.2 zu SMV-Raum 7.5.....	19
Tabelle 9:	Luftschalldämmung: Massive Wand Schülerlabor 2.7 zu Lehrsaal Chemie 2.5.1	21
Tabelle 10:	Luftschalldämmung: Trockenbauwand OS-Koordination 1.47 zu OS-Sekretariat 1.46	23
Tabelle 11:	Luftschalldämmung: Trockenbauwand Lehrsaal Chemie 2.5.2 zu Atrium	25
Tabelle 12:	Luftschalldämmung: Stahlbetontrennwand Schülerlabor / IT 2.8 zu Treppe 2, TH 2.1	27
Tabelle 13:	Luftschalldämmung: Trennvorhang.....	29
Tabelle 14:	Luftschalldämmung: Türen.....	30
Tabelle 15:	Anforderungen an die Luftschalldämmung zwischen Außen und Räumen in Gebäuden, DIN 4109-1:2018-01	37
Tabelle 16:	Außenlärmrechnung: Vorbereitung + Sammlung 2.15.....	38
Tabelle 17:	Außenlärmrechnung: Klassenraum Q11, 1.35.1.....	38
Tabelle 18:	Außenlärmrechnung: Betragt / Psych 7.1.....	39
Tabelle 19:	Außenlärmrechnung: Klassenraum OGS 1.7	39

Grundlagenverzeichnis:

- [1] Planunterlagen, , Stand 19.07.2019, 23.09.2019 und 21.10.2019
- [2] DIN 4109-1, Schallschutz im Hochbau - Teil 1: Mindestanforderungen, Juli 2016
- [3] E DIN 4109-1/A1 Schallschutz im Hochbau - Teil 1: Mindestanforderungen, Januar 2017
- [4] DIN 4109-2, Schallschutz im Hochbau - Teil 2: Rechnerische Nachweise der Erfüllung der Anforderungen, Juli 2016
- [5] DIN 4109-32, Schallschutz im Hochbau Teil 32: Daten für die rechnerischen Nachweis des Schallschutzes (Bauteilkatalog) Massivbau, Juli 2016
- [6] DIN 4109-33, Schallschutz im Hochbau Teil 33: Daten für die rechnerischen Nachweise des Luftschallschutzes (Bauteilkatalog) Holz-, Leicht- und Trockenbau, Juli 2016
- [7] DIN 4109-34, Schallschutz im Hochbau Teil 34: Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) - Vorsatzkonstruktionen vor massiven Bauteilen, Juli 2016
- [8] DIN 4109-35, Schallschutz im Hochbau Teil 35: Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes - Elemente, Fenster, Türen, Vorhangfassaden, Juli 2016
- [9] DIN 4109-36, Schallschutz im Hochbau Teil 36: Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) - Gebäudetechnische Anlagen, Juli 2016
- [10] VDI 2719, Schalldämmung von Fenstern und deren Zusatzeinrichtungen
- [11] Lärmengenkarte Bayern, Stand August 2013
- [12] KS-Rechner, Version 6.01

Zusammenfassung:

Der Zweckverband Staatliche weiterführende Schulen im Osten des Landkreises München plant den Neubau eines Gymnasiums mit Sporthalle in Kirchheim bei München.

Im Erdgeschoss des Gymnasiums befinden sich neben einer großen Aula mit Bühne ein Foyer, der Speisesaal, die Kunst- Werk- und Musikräume und der Verwaltungsbereich. Das Foyer ist durch das gesamte Gebäude als ein offener Raum geplant. Im 1.Obergeschoss befinden sich die Fachklassen und ein Bibliotheksbereich. In den Obergeschossen 2 bis 4 sind die normalen Klassenräume angeordnet. Im Untergeschoss sind Technikräume geplant.

In der Aula finden neben der Nutzung durch die Schule auch öffentliche nicht-schulische Veranstaltungen statt.

Das Sporthallengebäude besteht überwiegend aus der Nutzung Sporthalle und einem Eingangsreich. Im Untergeschoss sind Technikräume, Lagerräume und eine Tiefgarage geplant.

In dieser Untersuchung wurden folgende Berechnungen und Nachweise aufgestellt:

- Erarbeiten des Planungskonzeptes, Festlegen der Schallschutzanforderungen
- Erarbeiten eines qualifizierten Entwurfs einschließlich der Nachweise des Schallschutzes

In der DIN 4109 werden für Trennwände und Trenndecken für Unterrichtsräume oder ähnliche Räume verschiedene Anforderungswerte unterschieden.

Trenndecken:

Für die Trenndecken sollte bei der Trittschalldämmung in jedem Fall der Wert für die Kategorie „laute“ Räume erf. $L'_{n,w} \leq 46 \text{ dB}$ eingehalten werden, für die Luftschalldämmung ist im Regelfall $R'_w \geq 55 \text{ dB}$ maßgeblich.

Die Luftschalldämmung wird durch die Dicke der Stahlbetondecke erreicht. Für den Trittschallschutz ist eine Trittschalldämmung (z.B. Isover Akustic EP 5, $s' \leq 20 \text{ MN/m}^3$) mit einem schwimmenden Estrich vorzusehen.

Für die Terrassen und Fluchtbalkone ist keine zum Unterricht parallele Nutzung geplant. Daher sind für diese Bauteile aus schalltechnischer Sicht keine Anforderungen einzuhalten.

Für die Aula ist ein Doppelboden vorgesehen. Der nächste schutzbedürftige Raum (Bibliothek) liegt oberhalb der Aula. Die erforderliche Trittschallminderung des Doppelbodens ist $\Delta L_w \geq 18 \text{ dB}$.

Das erforderliche Schalldämm-Maß für die Trenndecke zwischen lauten Technikräumen im Untergeschoss zu den darüber liegenden schutzbedürftigen Räumen hängt im Wesentlichen von der Lautstärke in den Räumen ab. Bei der Annahme eines Schalldruckpegels $L_{AF,max} \leq 80 \text{ dB (A)}$ muss das Schalldämm-Maß $R'_w \geq 57 \text{ dB}$ sein. Diese kann mit der geplanten Deckenstärke erreicht werden.

Trennwände:

Für die Trennwände zwischen normalen Unterrichtsräumen (Kunst- Lehrsaal, Fachklassen, normale Klassenräume, Räume der Verwaltungsebene) gilt es die Luftschalldämmung $R'_w \geq 47$ dB einzuhalten. Die Anforderung wird mit den geplanten Stahlbetonwänden ($d \geq 25$ cm) erfüllt. Für die Bereiche in denen Trockenbauwände geplant sind, kann die Anforderung mit einer Trockenbauwand ($d_{ges} = 150$ mm, beplankt mit jeweils $2 \times 12,5$ mm Knauf-GK-Bauplatte, CW-100 Profil, Mineralwoll-dämmung im Gefach $d = 80$ mm) erreicht werden. Für den Anschluss an einen Fassadenpfosten muss die erforderliche Norm-Flankenschallpegeldifferenz ($D_{n,f,w} \geq 52$ dB, Herstellernachweis erforderlich) beachtet werden. Türen in diesen Wänden müssen mit erf. $R_w \geq 37$ dB ($R_{w,P} \geq 42$ dB) geplant werden.

In Abstimmung mit dem Bauherrn soll die Anforderung $R'_w \geq 47$ dB auch für die Trennwände zum Atrium eingehalten werden. Die Anforderung wird mit Trockenbauwänden ($d_{ges} = 150$ mm, beplankt mit jeweils $2 \times 12,5$ mm Knauf-GK-Bauplatte, CW-100 Profil, Mineralwoll-dämmung im Gefach $d = 80$ mm) erreicht. Wenn eine Festverglasung geplant ist, muss diese $R_{w,P} \geq 50$ dB erfüllen. Durchdringungen der Trennwand durch Lüftungstrassen (EG und 1.OG) sind berücksichtigt. Die Auslegung der Schalldämpfer muss in Abstimmung mit dem HLS-Planer in der Ausführungsplanung erfolgen. Für die Tür ist nach DIN 4109-1 erf. $R_w \geq 32$ dB ($R_{w,P} \geq 37$ dB) einzuhalten. Wir empfehlen die Türen solcher Räume zu dem lauten Atrium mit erf. $R_w \geq 37$ dB ($R_{w,P} \geq 42$ dB) auszuführen.

Für Wände zwischen Unterrichtsräumen und Treppenhäusern muss $R'_w \geq 52$ dB eingehalten werden. Die Anforderung wird mit den geplanten Stahlbetonwänden ($d \geq 25$ cm) erfüllt.

Hinweis zu der Trockenbauwand:

Die geprüften Schalldämm-Maße der Trockenbauwand beziehen sich auf gerade Wände. Ob es durch die geplanten Rundungen zu einer Abminderung der Schalldämmung kommt, muss mit einem Hersteller (z.B. Fa. Knauf) geklärt werden.

Wände zu besonderen Bereichen

Zwischen der Aula und dem Foyer ist eine Faltwand geplant. Je nach geplanter paralleler Nutzung der beiden Bereiche ergibt sich das erforderliche Schalldämm-Maß. Zum aktuellen Stand wird die Aula wie ein Klassenraum betrachtet. Für diese sollen die Trennwände zum Atrium das Schalldämm-Maß $R'_w \geq 47$ dB erreichen. Daher sollte für die Faltwand ebenfalls $R'_w \geq 47$ dB erreicht werden.

Durch den Bauherren wurde entschieden (Abstimmung 06.08.2019), dass für die Faltwand im Trainingsraum 7.4 $R'_w \geq 35 - 37$ dB ausreichend sind.

Türen

Als Tür wird nur die eigentliche Tür betrachtet. Seiten- und Oberlichter müssen wie Festverglasungen bewertet werden. Das bedeutet, dass nur die Tür für sich das Schalldämm-Maß (R_w) im eingebauten Zustand erfüllen muss. Die Anforderung an Türen zwischen Unterrichtsräumen und Fluren beträgt erf. $R_w \geq 32$ dB ($R_{w,P} \geq 37$ dB) und für Türen zwischen Unterrichtsräumen erf. $R_w \geq 37$ dB ($R_{w,P} \geq 42$ dB). Wir empfehlen die Türen von schutzbedürftigen Räumen zum lauten Atrium mit erf. $R_w \geq 37$ dB ($R_{w,P} \geq 42$ dB) auszuführen.

Schallschutz im Sporthallengebäude

In dem Sporthallengebäude sind keine schutzbedürftigen Räume geplant. Das bedeutet, dass für die Baukörper nur die Schalldämmung der Trennvorhänge zwischen den einzelnen Spielfeldern bewertet werden muss.

Haustechnische Anlagen

Für die Trennwände Erdgeschoss und 1. Obergeschoss sind zwischen einem Raum und dem Atrium Lüftungskanäle mit ca. $2 \times 0,5 \text{ m} \times 0,25 \text{ m} = 0,25 \text{ m}^2$ vorgesehen. Ebenfalls gibt es die Situation, dass im 1. Obergeschoss zwischen zwei Räumen die Trennwände durch Lüftungstrassen geschwächt. Im ungünstigsten Fall sind es zwei Kanäle $0,7 \text{ m} \times 0,2 \text{ m} + 0,8 \text{ m} \times 0,2 \text{ m} = 0,30 \text{ m}^2$. Der Lüftungskanal muss das Schalldämm-Maß $R'_w \geq 30 \text{ dB}$, bezogen auf die Bauteilgröße, erfüllen.

Wenn HLS-Trassen in Wänden mit höheren Anforderungen verlaufen (z.B. Wände zu Treppenhäusern), müssen diese zusätzlich mit einem GK-Koffer versehen werden.

ELT-Trassen und Kabeldurchführungen, die durch Trennwände mit Schallschutzanforderungen verlaufen, müssen geschottet ausgeführt werden (z.B. Hilti Brandschott CP 673 oder ZZ-Steine von Zapp-Zimmermann). Wenn ELT-Trassen in Wänden mit höheren Anforderungen verlaufen, müssen diese zusätzlich mit einem GK-Koffer versehen werden.

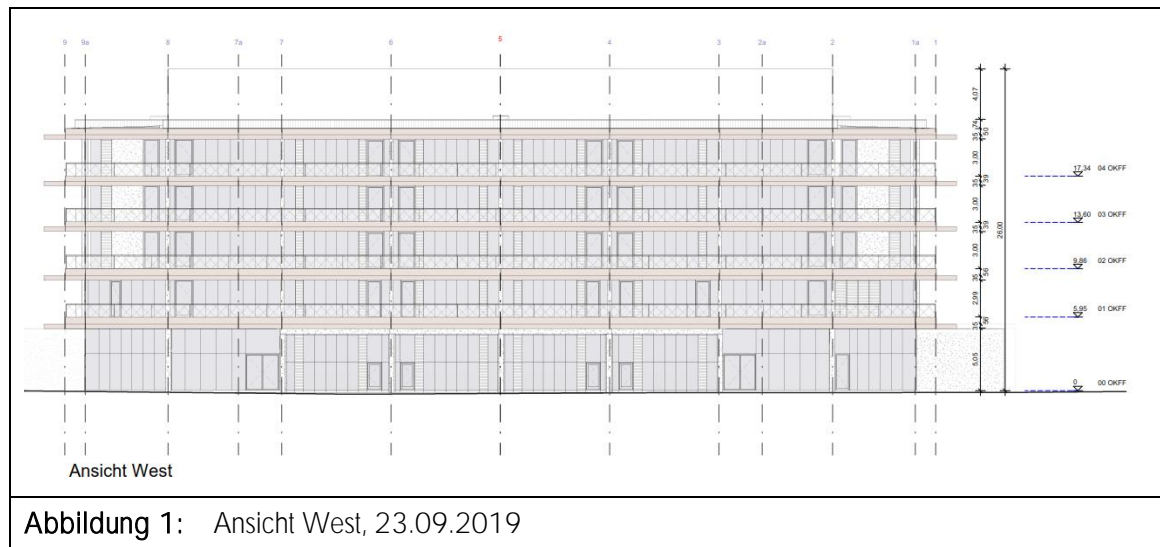
In den Technikräumen ist kein schwimmender Fußbodenaufbau geplant, daher müssen die Geräte körperschallentkoppelt aufgestellt werden.

Schallschutz gegen Außenlärm

Alle Fenster im gesamten Gebäude benötigen das Schalldämm-Maß $R_w \geq 37 \text{ dB}$ (entspricht dem erforderlichen bewerteten Schalldämm-Maß des im Prüfstand eingebauten Fensters - $R_{w,p} \geq 37 \text{ dB}$).

1. Aufgabenstellung

Der Zweckverband Staatliche weiterführende Schulen im Osten des Landkreises München plant den Neubau eines Gymnasiums mit Sporthalle in Kirchheim bei München.



Mit der Durchführung der Untersuchung wurde die Möhler + Partner Ingenieure AG am 12.11.2018 von dem Zweckverband Staatliche weiterführende Schulen im Osten des Landkreises München beauftragt.

2. Anforderungen nach DIN 4109

Das baukonstruktive Konzept des Neubau Gymnasium + Sporthalle in Kirchheim bei München beruht auf einer Grundstruktur aus massiven Decken und massiven Schottenwänden zwischen den Klassenräumen. Der Innenausbau erfolgt in Trockenbauweise. Die Schallschutzanforderungen ergeben sich grundsätzlich aus Tabelle 6 „Schulen und vergleichbare Einrichtungen“ – in DIN 4109 und werden wie folgt zusammengefasst:

Tabelle 1: Kennwerte für schalltechnische Anforderungen DIN 4109-1:2016-07, Schulnutzung	
Bauteile	Kennwerte
Tab. 6 – Anforderungen an die Luft- und Trittschalldämmung, Schalldämmung in Schulen und vergleichbaren Einrichtungen	
Decken zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen/Decken unter Fluren ¹⁾	Luftschalldämmung $R'_w \geq 55$ dB Trittschalldämmung $L'_{n,w} \leq 53$ dB
Decken zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und „lauten“ Räumen (z.B. Speiseräume, Cafeterien, Musikräume, Spielräume, Technikzentralen)	Luftschalldämmung $R'_w \geq 55$ dB Trittschalldämmung $L'_{n,w} \leq 46$ dB
Decken zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und z.B. Sporthallen, Werkräumen	Luftschalldämmung $R'_w \geq 60$ dB Trittschalldämmung $L'_{n,w} \leq 46$ dB
Wände zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen untereinander und zu Fluren	Luftschalldämmung $R'_w \geq 47$ dB
Wände zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und Treppenhäusern	Luftschalldämmung $R'_w \geq 52$ dB
Wände zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und „lauten“ Räumen (z.B. Speiseräume, Cafeterien, Musikräume, Spielräume, Technikzentralen)	Luftschalldämmung $R'_w \geq 55$ dB
Wände zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und z.B. Sporthallen, Werkräumen	Luftschalldämmung $R'_w \geq 60$ dB
Türen zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und Fluren	Luftschalldämmung $R_w \geq 32$ dB entsprechend $R_{w,p} \geq 37$ dB unter Berücksichtigung eines Sicherheitsbeiwert von 5 dB bei Türen
Türen zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen untereinander	Luftschalldämmung $R_w \geq 37$ dB entsprechend $R_{w,p} \geq 42$ dB unter Berücksichtigung eines Sicherheitsbeiwert von 5 dB bei Türen
Treppenläufe und -podeste	Tabelle 6 in DIN 4109 enthält für Treppen keine Trittschallanforderungen. Für Treppenpodeste und Treppenläufe gilt die Empfehlung: Trittschalldämmung $L'_{n,w} \leq 46$ dB

Für besonders laute Räume (Räume mit gebäudetechnischen Anlagen) ergeben sich die Anforderungen aus der folgenden Tabelle.

Tabelle 2: Kennwerte für schalltechnische Anforderungen DIN 4109-1:2016-07, besonders laute Räume	
Tab. 8 – Anforderungen an die Luft- und Trittschalldämmung von Bauteilen zwischen „besonders lauten“ und schutzbedürftigen Räumen	
Räume mit „besonders lauten“ gebäudetechnischen Anlagen oder Anlagenteilen Schalldruckpegel $L_{AF,max}$: 75 – 80 dB	Luftschalldämmung $R'_w \geq 57$ dB Trittschalldämmung $L'_{n,w} \leq 43$ dB (nicht nötig, wenn geräuscherzeugende Anlagen ausreichend Körperschallgedämmt aufgestellt werden)
Räume mit „besonders lauten“ gebäudetechnischen Anlagen oder Anlagenteilen Schalldruckpegel $L_{AF,max}$: 81 – 85 dB	Luftschalldämmung $R'_w \geq 62$ dB Trittschalldämmung $L'_{n,w} \leq 43$ dB (nicht nötig, wenn geräuscherzeugende Anlagen ausreichend Körperschallgedämmt aufgestellt werden)

Der maximal zulässige A-bewertete Schalldruckpegel für gebäudetechnische Anlagen ergibt sich aus der Tabelle 9 in DIN 4109:

DIN 4109-1:2018-01, Tab. 9 – Maximal zulässige A-bewertete Schalldruckpegel in fremden schutzbedürftigen Räumen, erzeugt von gebäudetechnischen Anlagen und baulich mit dem Gebäude verbundenen Betrieben	
Sanitärtechnik/Wasserinstallationen	$L_{AF,max,n} \leq 35$ dB (A)
Sonstige hausinterne, fest installierte technische Schallquellen der technischen Ausrüstung, Ver- und Entsorgung sowie Garagenanlagen	$L_{AF,max,n} \leq 35$ dB (A)

1) Der Wert von erf. $L'_{n,w} \leq 46$ dB entspricht dem Stand der Technik und sollte grundsätzlich auch bei Decken zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen bzw. unter Fluren geplant werden.

Formelzeichen:

R'_w	bewertetes Schalldämm-Maß in dB
$L'_{n,w}$	bewerteter Norm-Trittschallpegel in dB
ΔL_w	Rechenwert des Trittschallverbesserungsmaßes in dB
$R_{L,w}$	bewertetes Schalllängsdämm-Maß in dB
Anm.: in der Fassadenplanung wird häufig die Größe „Norm-Flankenpegeldifferenz“ oder „Norm-Schallpegeldifferenz“ $D_{n,f,w}$ verwendet. Diese ist – bei anderen physikalischen Bezugsgrößen – dem bewerteten Schalllängsdämm-Maß zahlenmäßig gleich	
$R'_{w,R}, L'_{n,w,R}, \Delta L_{w,R}, R_{L,w,R}$	bezeichnen jeweils den Rechenwert nach DIN 4109 / Beiblatt 1 zu DIN 4109
L_{AF}	Schalldruckpegel
$L_{AF,max,n}$	kennzeichnender Schalldruckpegel
m'	flächenbezogene Masse in kg/m^2

weitere Formelzeichen die im Laufe des Gutachtens vorkommen:

$R_{d,w}$	Bewertete Flanken-Direktschalldämm-Maß.
$R_{f,w}$	Bewertete Flankenschalldämm-Maß mit allen Nebenwegen für das jeweilige Bauteil
U_{prog}	Sicherheitsbeiwert Luft- bzw. Trittschall zur Berücksichtigung der Prognoseunsicherheit
$D_{n,f,w}$	Bewertete Norm-Flankenschallpegeldifferenz
K_{AL}	Korrekturfaktor Außenlärm

3. Geplante Baukonstruktionen

- Außenwände/Fassade:
Stahlbeton und Außendämmung
Glasfassade mit opaken Elementen
- Massive Innenwände:
Aus Stahlbeton 25 cm (Schottenwand) bis 30 cm (Technik- und Aufzugsschächte)
+ 2 x 1,5 cm Gipsputz
- Trockenbauwände:
15 cm Gipskartonwände
- Trenndecken:
25 cm bzw. 35 cm Stahlbeton mit schwimmendem Estrich auf Trittschalldämmung
- Dach:
25 cm Stahlbeton und Außendämmung

4. Schalltechnische Nachweise

4.1 Trenndecken

Für die Trenndecken werden folgende Situationen untersucht.

- Es wird empfohlen für die Situation „Decken zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen/Decken unter Fluren“ ebenfalls $L'_{n,w} \leq 46$ dB zu erreichen. Daher werden die beiden Raumsituationen „Decke zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen/Decken unter Fluren“ und „Decken zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und „lauten“ Räumen“ zusammen betrachtet. Es wird beispielhaft Aufenthaltsraum die Situation Schüler Q 1.40.8 zu Klassenraum JG9 1.25.2 betrachtet.
- Die Situation Decken zwischen schutzbedürftigen Räumen zu lauten Technikräumen wird am Beispiel MiD 4.3.2 zu Haustechnik, HLS 8.6.1 untersucht.

4.1.1 Decken zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen/Decken unter Fluren und Decken zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und „lauten“ Räumen

Die folgenden Berechnungen gelten für alle Decken zwischen Unterrichtsräumen und ähnlichen Räumen (z.B. Räume der Verwaltungsebene).

Fußbodenaufbau:

- Zementestrich: $m' \geq 140 \text{ kg/m}^2$ ($\geq 7 \text{ cm}$ Zementestrich, Rohdichte 2000 kg/m^3)
- Trittschalldämmung: **dynamische Steifigkeit:** $s' \leq 20 \text{ MN/m}^3$, Verkehrslast 5 kPa , $d = 20 \text{ mm}$, (z.B. Isover Akustic EP5)
- Rohdecke: $m' = 600 \text{ kg/m}^2$ (25 cm Stahlbeton, Rohdichte 2400 kg/m^3)

Flankierende Bauteile:

- Außenwand/Fassade: Die Trenndecke schließt an eine massive Außenwand an. In der weiteren Planung muss das Anschlussdetail abgestimmt werden.
- Trockenbauwände: Die Trockenbauwände durchdringen den Estrich und schließen an die Rohdecke und den Rohboden an.
- Massive Wände: Die massiven Wände durchdringen den Estrich und schließen an die Rohdecke und den Rohboden an.

Tabelle 3: Luftschalldämmung: Trenndecke Aufenthaltsraum Schüler Q 1.40.8 zu Klassenraum JG9 1.25.2

Trennbauenteil	Fläche	$R_{d,w}$
Decke	66,6 m ²	67,6 dB
Flankierende Bauteile	Kantenlänge	$R_{fl,w}$
Innenwand zu Klasse, massiv	6,50 m	78,2 dB
Innenwand zu Flur, Trockenbauwand	10,25 m	74,7 dB
Außenwand, massiv	6,50 m	76,8 dB
Außenwand, massiv	10,25 m	74,8 dB
Ergebnisse		
Bauschalldämm-Maß <small>ohne Sicherheitsbeiwert</small>		65,6 dB
Sicherheitsbeiwert Luftschall	u_{prog}	-2 dB
Bauschalldämm-Maß	R'_w	63 dB
Anforderungen	erf. R'_w	55 dB
Der Nachweis kann geführt werden.		

Tabelle 4: Trittschalldämmung: Trenndecke Aufenthaltsraum Schüler Q 1.40.8 zu Klassenraum JG9 1.25.2

Äquivalenter bewerteter Norm-Trittschallpegel Decke	$L_{n,w,eq}$	66,8 dB
Trittschallminderung	ΔL_w	-30,2 dB
Ergebnisse		
Norm-Trittschallpegel <small>ohne Sicherheitsbeiwert</small>		36,6 dB
Sicherheitsbeiwert Trittschall	u_{prog}	+3,0 dB
Korrekturfaktor für die Trittschallübertragung	K	+0,9 dB
Bewerteter Norm-Trittschallpegel	$L'_{n,w}$	41 dB
Anforderungen	zul. $L'_{n,w}$	46 dB
Der Nachweis kann geführt werden.		

4.1.2 Decken zwischen schutzbedürftigen Räumen zu lauten Technikräumen

Fußbodenaufbau:Zementestrich: $m' \geq 140 \text{ kg/m}^2$ ($\geq 7 \text{ cm}$ Zementestrich, Rohdichte 2000 kg/m^3)Trittschalldämmung: **dynamische Steifigkeit:** $s' \leq 20 \text{ MN/m}^3$, Verkehrslast 5 kPa , $d = 20 \text{ mm}$, (z.B. Isover Akustic EP5)Rohdecke: $m' = 600 \text{ kg/m}^2$ (25 cm Stahlbeton, Rohdichte 2400 kg/m^3)Flankierende Bauteile:

Außenwand/Fassade: Die Trenndecke schließt an eine massive Außenwand an. In der weiteren Planung muss das Anschlussdetail abgestimmt werden.

Trockenbauwände: Die Trockenbauwände durchdringen den Estrich und schließen an die Rohdecke und den Rohboden an.

Massive Wände: Die massiven Wände durchdringen den Estrich und schließen an die Rohdecke und den Rohboden an.

Tabelle 5: Luftschalldämmung: Trenndecke MiD 4.3.2 zu Haustechnik, HLS 8.6.1		
Trennbau teil	Fläche	$R_{d,w}$
Decke	25,4 m ²	67,6 dB
Flankierende Bauteile	Kantenlänge	$R_{fl,w}$
Innenwand zu Klasse, massiv	4,50 m	79,9 dB
Innenwand zu Flur, Trockenbauwand	5,65 m	75,3 dB
Außenwand, massiv	4,50 m	74,2 dB
Außenwand, massiv	5,65 m	77,5 dB
Ergebnisse		
Bauschalldämm-Maß <small>ohne Sicherheitsbeiwert</small>		65,7 dB
Sicherheitsbeiwert Luftschall	u_{prog}	-2 dB
Bauschalldämm-Maß	R'_{w}	63 dB
Anforderungen	erf. R'_{w}	57 dB
Der Nachweis kann geführt werden.		

Tabelle 6: Trittschalldämmung: Trenndecke MiD 4.3.2 zu Haustechnik, HLS 8.6.1		
Äquivalenter bewerteter Norm-Trittschallpegel Decke	$L_{n,w,eq}$	66,8 dB
Trittschallminderung	ΔL_w	-30,2 dB
Ergebnisse		
Norm-Trittschallpegel <small>ohne Sicherheitsbeiwert</small>		36,6 dB
Sicherheitsbeiwert Trittschall	u_{prog}	+3,0 dB
Korrekturfaktor für die Trittschallübertragung	K	+0,9 dB
Bewerteter Norm-Trittschallpegel	$L'_{n,w}$	41 dB
Anforderungen	zul. $L'_{n,w}$	43 dB
Der Nachweis kann geführt werden.		

4.1.3 Decken zwischen Aula und Bibliothek

Fußbodenaufbau in der Aula:Doppelboden: Trittschallminderung $\Delta L_w \geq 18 \text{ dB}$ Rohdecke: $m' = 480 \text{ kg/m}^2$ (20 cm Stahlbeton, Rohdichte 2400 kg/m^3)

Tabelle 7: Trittschalldämmung: Trenndecke Aula und Bibliothek		
Äquivalenter bewerteter Norm-Trittschallpegel Decke	$L_{n,w,eq}$	70,2 dB
Trittschallminderung	ΔL_w	-18,0 dB
Ergebnisse		
Norm-Trittschallpegel <small>ohne Sicherheitsbeiwert</small>		52,2 dB
Sicherheitsbeiwert Trittschall	u_{prog}	+3,0 dB
Korrekturfaktor für die Trittschallübertragung	K_T	-10,0 dB
Bewerteter Norm-Trittschallpegel	$L'_{n,w}$	46 dB
Anforderungen	zul. $L'_{n,w}$	46 dB
Der Nachweis kann geführt werden.		

4.2 Trennwände

In Abstimmung mit dem Bauherrn soll die Anforderung $R'_w \geq 47$ dB auch für die Trennwände zum Atrium eingehalten werden. Zu den ähnlichen Räumen werden gemäß DIN 4109-1 auch die Räume der Verwaltung (z.B. Lehrerzimmer, Beratung/Psychologie, St. Schulleitung usw.), Elternzimmer und der Bibliotheksbereich **gezählt**. Hier ist **ebenfalls** die Anforderung $R'_w \geq 47$ dB einzuhalten.

4.2.1 Wände zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen untereinander, Trockenbauwand, oder massive Wand, $R'_w \geq 47$ dB, ohne Lüftungskanäle

Die Trennwände sind in der Anlage 1 hellgrün dargestellt.

Trennwand: z.B. W112 der Fa. Knauf, $d_{ges} = 150$ mm, beplankt mit jeweils $2 \times 12,5$ mm Knauf-GK-Bauplatte, CW-100 Profil, Mineralwolldämmung im Gefach $d = 80$ mm

Schalldämm-Maß $R_{w,p} \geq 58$ dB ($R_{w,R} \geq 56$ dB)

Oder Massive Trennwand, Stahlbeton 25 cm, $m' \geq 600$ kg/m², $R_w \geq 63$ dB

Die Trennwand wird durch keine HLS- oder ELT-Trassen geschwächt

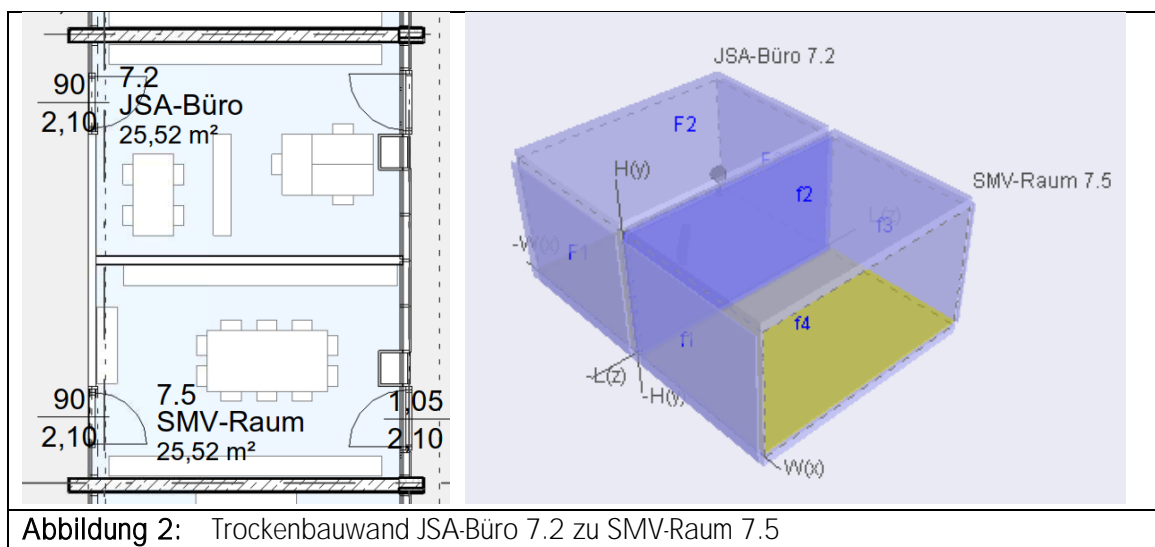


Abbildung 2: Trockenbauwand JSA-Büro 7.2 zu SMV-Raum 7.5

Anschlussituationen:

- Anschluss Fassade: Anschluss an eine massive Außenwand,
Wenn der Anschluss an einen Fassadenpfosten erfolgt, muss dieser $D_{n,f,w} \geq 52$ dB erreichen. Hier ist ein Herstellerprüfzeugnis erforderlich.
- Oberer Anschluss: Die Trennwand schließt an die Rohdecke an, abgehängte Unterdecken werden (falls vorhanden) unterbrochen.
- Innenwandanschluss: Trennwand schließt an eine Trockenbauwand an. Die flankierende Wand muss mit durchgehender Fuge an innenseitiger Bekleidung ausgeführt werden:
 $D_{n,f,w} \geq 60$ dB (DIN 4109-33:2016-07 Tab. 26, Z.6, Sp.4).
- Unterer Anschluss: Die Trennwand durchdringt den Estrich und schließt an den Rohboden an.

Tabelle 8: Luftschalldämmung: Trockenbauwand JSA-Büro 7.2 zu SMV-Raum 7.5			
Trennende Bauteile	Fläche	$R_{d,w}$	Anmerkungen
Trennwand	20,56 m ²	58,0 dB	GK-Trennwand $R_{w,p} \geq 58$ dB Oder 25 cm Stahlbeton $R_w \geq 63$ dB
Flankierende Bauteile	Kantenlänge	$R_{n,w}$	
Außenwand/Fassade	3,37 m	54,3 dB	Anschluss an Fassadenpfosten (ungünstiger Fall) $D_{n,f,w} \geq 52$ dB
Decke	6,10 m	65,7 dB	Anschluss an die Rohdecke 25 cm Stahlbeton $m' \geq 600$ kg/m ³
Flurwand	3,37 m	62,3 dB	Anschluss an Trockenbauwand $D_{n,f,w} \geq 60$ dB
Boden	6,10 m	74,9 dB	Anschluss an den Rohboden 25 cm Stahlbeton $m' \geq 600$ kg/m ³ Estrich durch Trennwand konstruktiv getrennt
Ergebnisse			
Bauschalldämm-Maß <small>ohne Sicherheitsbeiwert</small>			52,1 dB
Sicherheitsbeiwert Luftschall		U_{prog}	-2 dB
Bauschalldämm-Maß		R'_w	50 dB
Anforderungen		erf. R'_w	47 dB
Der Nachweis kann geführt werden.			

4.2.2 Wände zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen untereinander, massive Wand, $R'_w \geq 47$ dB, mit Lüftungskanälen

Die Trennwände sind in der Anlage 1 hellgrün dargestellt.

Im 1.Obergeschoss werden die Trennwände zwischen den Klassenräumen durch Lüftungstrassen geschwächt. Im ungünstigsten Fall sind es zwei Kanäle (700/200 und 800/200).

Trennwand: Massive Trennwand, Stahlbeton 25 cm, $m' \geq 600$ kg/m², $R_w \geq 63$ dB
Die Trennwand wird durch zwei Lüftungstrassen (700/200 und 800/200)
 $A = 0,30$ m² geschwächt.

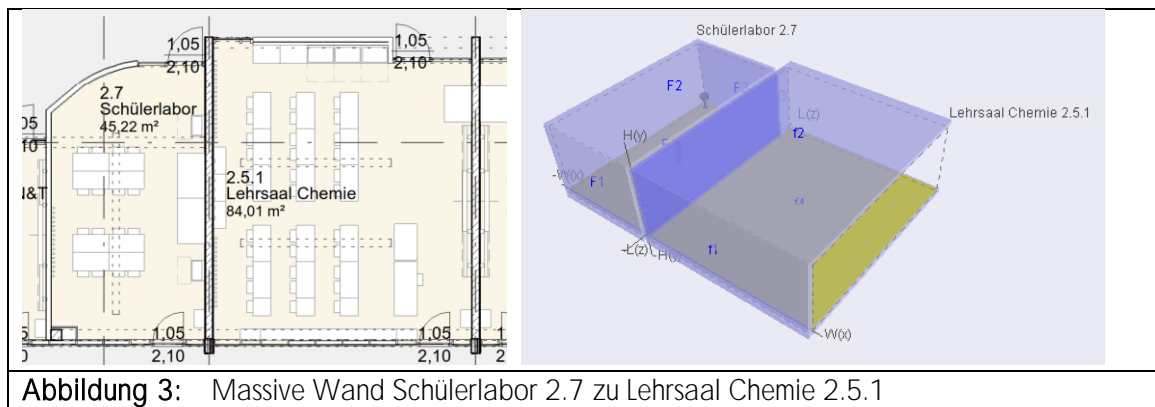


Abbildung 3: Massive Wand Schülerlabor 2.7 zu Lehrsaa Chemie 2.5.1

Anschlussituationen:

- Anschluss Fassade: Anschluss an eine massive Außenwand,
 Oberer Anschluss: Die Trennwand schließt an die Rohdecke an, abgehängte Unterdecken werden (falls vorhanden) unterbrochen.
 Innenwandanschluss: Die massive Innenwand läuft durch.
 Unterer Anschluss: Die Trennwand durchdringt den Estrich und schließt an den Rohboden an.

Tabelle 9: Luftschalldämmung: Massive Wand Schülerlabor 2.7 zu Lehrsaal Chemie 2.5.1			
Trennende Bauteile	Fläche	$R_{d,w}$	Anmerkungen
Trennwand	20,56 m ²	50,1 dB	Besteht aus: Trennwand: $R_{w,p} \geq 63 \text{ dB}$, $A = 31,91 \text{ m}^2$ Lüftungstrasse: ¹⁾ $R_w = 30 \text{ dB}$, $A = 0,30 \text{ m}^2$
Flankierende Bauteile	Kantenlänge	$R_{f,w}$	
Außenwand/Fassade	3,54 m	68,2 dB	Anschluss an massive Außenwand 25 cm Stahlbeton $m' \geq 600 \text{ kg/m}^3$
Decke	9,10 m	64,1 dB	Anschluss an die Rohdecke 25 cm Stahlbeton $m' \geq 600 \text{ kg/m}^3$
Flurwand	3,54 m	> 75 dB	Massive Innenwand läuft durch 25 cm Stahlbeton $m' \geq 600 \text{ kg/m}^3$
Boden	9,10 m	73,3 dB	Anschluss an den Rohboden 25 cm Stahlbeton $m' \geq 600 \text{ kg/m}^3$ Estrich durch Trennwand konstruktiv getrennt
Ergebnisse			
Bauschalldämm-Maß <small>ohne Sicherheitsbeiwert</small>			49,8 dB
Sicherheitsbeiwert Luftschall		U_{prog}	-2 dB
Bauschalldämm-Maß		R'_w	47 dB
Anforderungen		erf. R'_w	47 dB
Der Nachweis kann geführt werden.			

1) Vgl. Kapitel 4.5.1

4.2.3 Wände zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen untereinander mit Türen, Trockenbauwand, $R'_w \geq 47$ dB

Die Trennwände sind in der Anlage 1 hellgrün dargestellt. Die Türen sind in der Anlage 1 orange dargestellt.

Die Situation entspricht im Prinzip den normalen Trennwänden zwischen Unterrichtsräumen mit dem Unterschied, dass in der Trennwand eine Tür enthalten ist. Die Anforderung $R'_w \geq 47$ dB wird wie unter Punkt 4.2.1 dargestellt erfüllt. Es wird untersucht welches resultierende Schalldämm-Maß die Wand mit Tür erreichen kann. Formal müssen die Bauteile Wand (inkl. Festverglasung, ggf. Durchdringung HLS oder ELG) und die Tür die jeweilige Anforderung erfüllen.

Trennwand:

z.B. W112 der Fa. Knauf, $d_{\text{ges}} = 150$ mm, beplankt mit jeweils 2 x 12,5 mm Knauf-GK-Bauplatte, CW-100 Profil, Mineralwolldämmung im Gefach $d = 80$ mm

Schalldämm-Maß $R_{w,p} \geq 58$ dB ($R_{w,R} \geq 56$ dB)

Verbindungstür zwischen zwei Unterrichtsräumen $R_w \geq 37$ dB ($R_{w,p} \geq 42$ dB)

Die Trennwand wird durch keine HLS- oder ELT-Trassen geschwächt

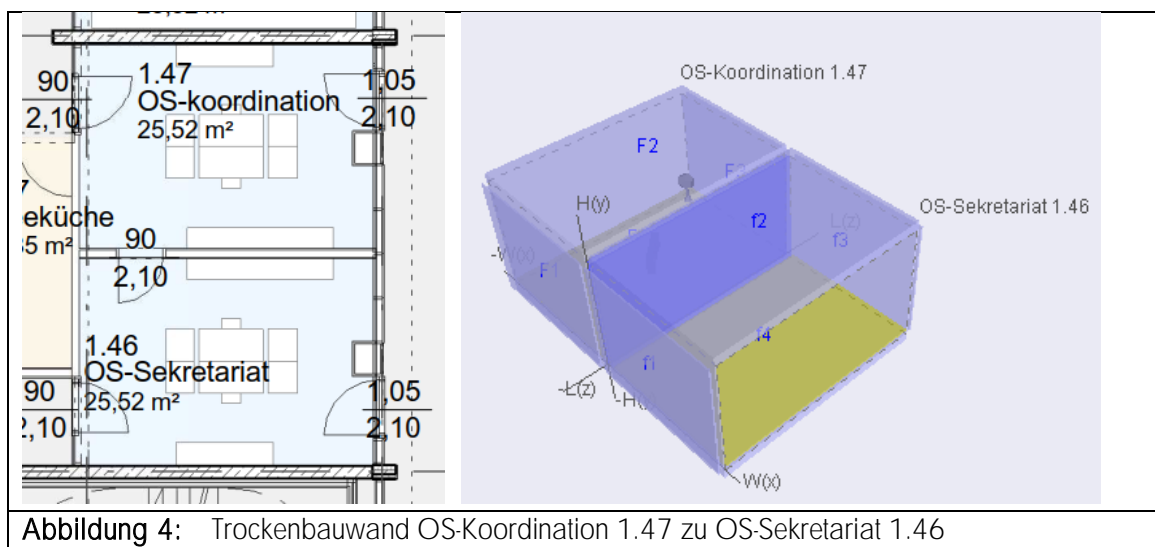


Abbildung 4: Trockenbauwand OS-Koordination 1.47 zu OS-Sekretariat 1.46

Anschlussituationen:

- Anschluss Fassade: Anschluss an eine massive Außenwand,
Wenn der Anschluss an einen Fassadenpfosten erfolgt, muss dieser $D_{n,f,w} \geq 52$ dB erreichen. Hier ist ein Herstellerprüfzeugnis erforderlich.
- Oberer Anschluss: Die Trennwand schließt an die Rohdecke an, abgehängte Unterdecken werden (falls vorhanden) unterbrochen.
- Innenwandanschluss: Trennwand schließt an eine Trockenbauwand an. Die flankierende Wand muss mit durchgehender Fuge an innenseitiger Bekleidung ausgeführt werden:
 $D_{n,f,w} \geq 60$ dB (DIN 4109-33:2016-07 Tab. 26, Z.6, Sp.4).
- Unterer Anschluss: Die Trennwand durchdringt den Estrich und schließt an den Rohboden an.

Tabelle 10: Luftschalldämmung: Trockenbauwand OS-Koordination 1.47 zu OS-Sekretariat 1.46

Trennende Bauteile	Fläche	$R_{d,w}$	Anmerkungen
Zusammengesetztes Bauteil	20,56 m ²	45,9 dB	Besteht aus: GK-Trennwand: $R_{w,p} \geq 58$ dB, $A = 17,92$ m² Verbindungstür: $R_w \geq 37$ dB; $R_{w,p} \geq 42$ dB, $A = 2,50$ m²
Flankierende Bauteile	Kantenlänge	$R_{n,w}$	
Außenwand/Fassade	3,37 m	54,3 dB	Anschluss an Fassadenpfosten (ungünstiger Fall) $D_{n,f,w} \geq 52$ dB
Decke	6,10 m	65,6 dB	Anschluss an die Rohdecke 25 cm Stahlbeton $m' \geq 600$ kg/m ³
Flurwand	3,37 m	62,3 dB	Anschluss an Trockenbauwand $D_{n,f,w} \geq 60$ dB
Boden	6,10 m	74,8 dB	Anschluss an den Rohboden 25 cm Stahlbeton $m' \geq 600$ kg/m ³ Estrich durch Trennwand konstruktiv getrennt
Ergebnisse			
Bauschalldämm-Maß <small>ohne Sicherheitsbeiwert</small>			45,2 dB
Sicherheitsbeiwert Luftschall		U_{prog}	-2 dB
Bauschalldämm-Maß		R'_w	43 dB

4.2.4 Wände zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen zu Fluren, Trockenbauwand, $R'_w \geq 47 \text{ dB}$

Die Trennwände sind in der Anlage 1 hellgrün dargestellt. Nach DIN 4109-1 müssen die Türen in diesen Wänden $R_w \geq 32 \text{ dB}$ erfüllen. Damit die Schalldämmung der gesamten Wandkonstruktion zu dem lauten Atrium / Flurbereichen nicht zu gering ist, empfehlen wir die Türen mit $R_w \geq 37 \text{ dB}$ auszuführen. Die Türen, für die $R_w \geq 32 \text{ dB}$ ausreicht sind in der Anlage 1 dunkelgrün dargestellt. Die Türen für die wir $R_w \geq 37 \text{ dB}$ sind in der Anlage rot dargestellt.

Trennwand: z.B. W112 der Fa. Knauf, $d_{\text{ges}} = 150 \text{ mm}$, beplankt mit jeweils $2 \times 12,5 \text{ mm}$ Knauf-GK-Bauplatte, CW-100 Profil, Mineralwolldämmung im Gefach $d = 80 \text{ mm}$
 Schalldämm-Maß $R_{w,p} \geq 58 \text{ dB}$ ($R_{w,R} \geq 56 \text{ dB}$)
 Tür ($1,3 \text{ m} \times 2,2 \text{ m} = 2,86 \text{ m}^2$)
 Festverglasung ($2 \times 1,3 \text{ m} \times 3,0 \text{ m} + 1,3 \text{ m} \times 0,8 \text{ m} = 8,84 \text{ m}^2$, z.B. Fa. Strähle System 2000, ESG/Float 8 + VSG-Si 8 mm, 100 mm),
 $R_{w,p} \geq 50 \text{ dB}$
 Obergeschosse 2 bis 4 keine Durchdringungen durch HLS- und ELT-Trassen
 Erdgeschoss und 1. Obergeschoss Durchdringungen durch HLS-Trassen, bis zu $2 \times 0,7 \text{ m} \times 0,2 \text{ m} = 0,28 \text{ m}^2$ (vgl. Lehrsaal N&T 2.14.1).

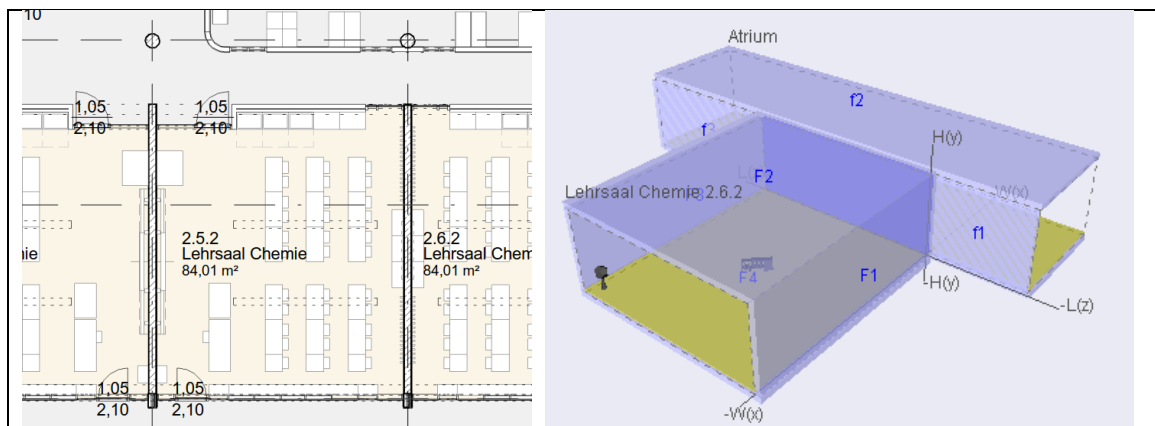


Abbildung 5: Trockenbauwand Lehrsaal Chemie 2.5.2 zu Atrium

Anschlussituationen:

Oberer Anschluss: Die Trennwand schließt an die Rohdecke an, abgehängte Unterdecken werden (falls vorhanden) unterbrochen.

Innenwandanschluss: Trennwand schließt an eine massive Innenwand an.

Unterer Anschluss: Die Trennwand durchdringt den Estrich und schließt an den Rohboden an.

Tabelle 11: Luftschalldämmung: Trockenbauwand Lehrsaal Chemie 2.5.2 zu Atrium			
Trennende Bauteile	Fläche	$R_{d,w}$	Anmerkungen
Zusammengesetztes Bauteil	32,39 m ²	49,4 dB	Besteht aus: Trennwand: $R_{w,p} \geq 58 \text{ dB}, A = 23,30 \text{ m}^2$ Festverglasung $R_{w,p} = 50 \text{ dB}, A = 8,84 \text{ m}^2$ Lüftungstrasse: ¹⁾ $R_w = 30 \text{ dB}, A = 0,28 \text{ m}^2$
Flankierende Bauteile	Kantenlänge	$R_{fl,w}$	
Innenwand	3,54 m	75,6 dB	Anschluss an massive Innenwand 25 cm Stahlbeton $m' \geq 600 \text{ kg/m}^3$
Decke	8,55 m	64,1 dB	Anschluss an die Rohdecke 25 cm Stahlbeton $m' \geq 600 \text{ kg/m}^3$
Innenwand	3,54 m	75,6 dB	Anschluss an massive Innenwand 25 cm Stahlbeton $m' \geq 600 \text{ kg/m}^3$
Boden	8,55 m	73,3 dB	Anschluss an den Rohboden 25 cm Stahlbeton $m' \geq 600 \text{ kg/m}^3$ Estrich durch Trennwand konstruktiv getrennt
Ergebnisse			
Bauschalldämm-Maß <small>ohne Sicherheitsbeiwert</small>			49,2 dB
Sicherheitsbeiwert Luftschall		U_{prog}	-2 dB
Bauschalldämm-Maß		R'_w	47 dB
Anforderungen		erf. R'_w	47 dB
Der Nachweis kann geführt werden.			

1) Vgl. Kapitel 4.5.1

Hinweis:

Das erreichbare bewertete Schalldämm-Maß des zusammengesetzten Bauteils (Trennwand mit Einbauten und Türen) wird durch das Schalldämm-Maß des schalltechnisch schwächsten Bauteils bestimmt. Gemäß DIN 4109 ist der Nachweis für die Trennwand ohne die Türen zu führen.

Bei Berücksichtigung einer Tür (2,86 m²) kann ein bewertetes Schalldämm-Maß des gesamten Bauteils von

- $R'_w = 43 \text{ dB}$ (bei Türen mit $R_w \geq 37 \text{ dB}$; $R_{w,P} \geq 42 \text{ dB}$)
- $R'_w = 39 \text{ dB}$ (bei Türen mit $R_w \geq 32 \text{ dB}$; $R_{w,P} \geq 37 \text{ dB}$)

erreicht werden.

Fazit:

Damit die Schalldämmung der gesamten Wandkonstruktion zu dem lauten Atrium / Flurbereichen nicht zu gering ist, empfehlen wir die Türen mit $R_w \geq 37 \text{ dB}$ ($R_{w,P} \geq 42 \text{ dB}$) auszuführen.

4.2.5 Wände zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und Treppenhäusern, massive Wand, $R'_w \geq 52 \text{ dB}$

Die Trennwände sind in der Anlage 1 blau dargestellt.

Trennwand: Massive Trennwand (Schottenwand), Stahlbeton 25 cm, $m' \geq 600 \text{ kg/m}^2$, $R_w \geq 63 \text{ dB}$

Die Trennwand wird durch keine HLT- oder ELT-Trassen geschwächt

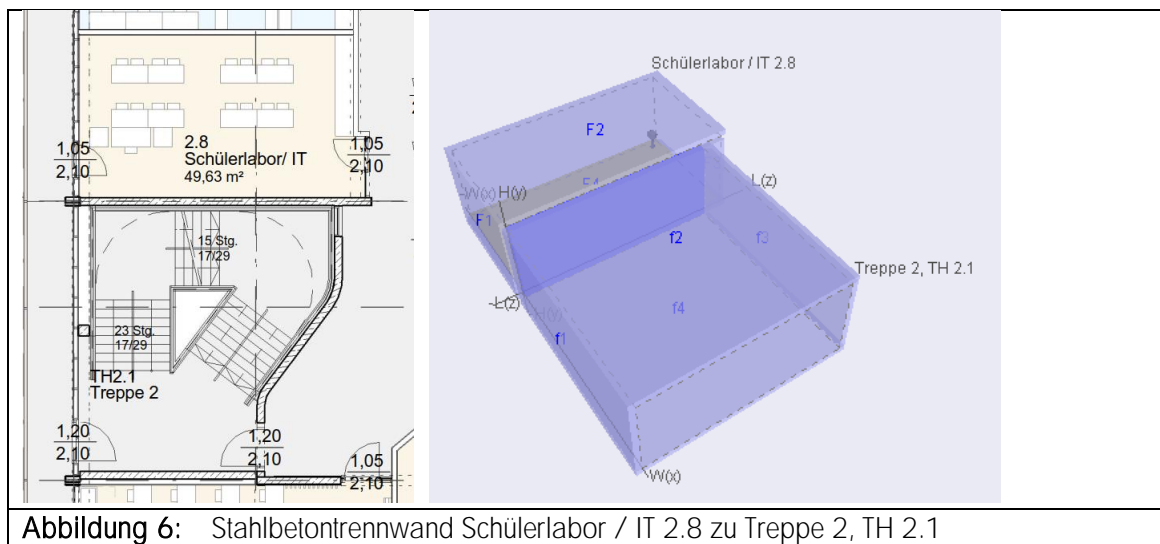


Abbildung 6: Stahlbetontrennwand Schülerlabor / IT 2.8 zu Treppe 2, TH 2.1

Anschlussituationen:

Anschluss Fassade: Anschluss an eine massive Außenwand.

Oberer Anschluss: Die Trennwand schließt an die Rohdecke an, abgehängte Unterdecken werden (falls vorhanden) unterbrochen.

Innenwandanschluss: Anschluss an eine massive Innenwand.

Unterer Anschluss: Die Trennwand durchdringt den Estrich und schließt an den Rohboden an.

Tabelle 12: Luftschalldämmung: Stahlbetontrennwand Schülerlabor / IT 2.8 zu Treppe 2, TH 2.1

Trennende Bauteile	Fläche	$R_{d,w}$	Anmerkungen
Massive Trennwand	29,74 m ²	62,7 dB	25 cm Stahlbeton $m' \geq 600 \text{ kg/m}^3$
Flankierende Bauteile	Kantenlänge	$R_{f,w}$	
Außenwand/Fassade	3,54 m	75,0 dB	Anschluss an massive Außenwand 25 cm Stahlbeton $m' \geq 600 \text{ kg/m}^3$
Decke	8,40 m	71,3 dB	Anschluss an die Rohdecke 25 cm Stahlbeton $m' \geq 600 \text{ kg/m}^3$
Flurwand	3,54 m	76,0 dB	Anschluss an massive Innenwand 25 cm Stahlbeton $m' \geq 600 \text{ kg/m}^3$
Boden	8,40 m	73,0 dB	Anschluss an den Rohboden 25 cm Stahlbeton $m' \geq 600 \text{ kg/m}^3$ Estrich durch Trennwand konstruktiv getrennt
Ergebnisse			
Bauschalldämm-Maß <small>ohne Sicherheitsbeiwert</small>			61,4dB
Sicherheitsbeiwert Luftschall		u_{prog}	-2 dB
Bauschalldämm-Maß		R'_{w}	59 dB
Anforderungen		erf. R'_{w}	52 dB
Der Nachweis kann geführt werden.			

4.2.6 Wände zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und „lauten“ Räumen (z.B. Speiseräume, Cafeterien, Musikräume, Spielräume, Technikzentralen) massive Wand, $R'_w \geq 55$ dB und Wände zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und z.B. Sporthallen, Werkräumen massive Wand, $R'_w \geq 60$ dB

In der aktuellen Planung grenzen keine schutzbedürftigen Unterrichtsräume oder ähnliche Räume (z.B. Verwaltungsebene) direkt an „laute“ Räume (z.B. Speiseräume, Cafeterien, Musikräume, Spielräume, Technikzentralen).

Ebenfalls grenzen nach aktueller Planung keine schutzbedürftigen Unterrichtsräume oder ähnliche Räume (z.B. Verwaltungsebene) an Sporthallen oder Werkräume.

4.2.7 Faltwand, mobile Trennwand

Zwischen der Aula und dem Foyer ist eine Faltwand geplant. Je nach geplanter paralleler Nutzung der beiden Bereiche ergibt sich das erforderliche Schalldämm-Maß. Zum aktuellen Stand wird die Aula wie ein Klassenraum betrachtet. Für diese sollen die Trennwände zum Atrium das Schalldämm-Maß $R'_w \geq 47$ dB erreichen. Daher sollte für die Faltwand ebenfalls $R'_w \geq 47$ dB erreicht werden.

Die Faltwand im Trainingsraum 7.4 ist ebenfalls mit $R'_w \geq 47$ dB zu planen.

Um diesen Wert am Bau zu erreichen, muss der Prüfwert für die Trennwand $R_{w,P} \geq 59$ dB betragen. Die Firma Nüsing bietet Systeme an, die diesen Prüfwert erreichen.

Bauteilanschlüsse, Trennschnitte, Schottungen müssen unter Beachtung der Herstellerangaben (z.B. Nüsing oder Dorma) geplant und sorgfältig ausgeführt werden.

4.2.8 Trennvorhang für die Vierfachsporthalle

Im Folgenden wird der Schallschutz bei Ausführung von durchlaufenden Trennvorhängen und nicht durchlaufenden Trennvorhängen im Bereich der Tribüne/Flur beschrieben und bewertet.

In der aktuellen Planung ist es möglich, den Trennvorhang im Bereich der Tribüne/Flur vollständig bis an eine Stahlbetonwand fortzusetzen. Das ist für die Schalldämmung zwischen den Sportfeldern positiv und sollte daher auch gemacht werden. Es ist zu beachten, dass in diesem Fall keine Öffnungen für z.B. Durchgänge im Trennvorhang vorhanden sein dürfen.

Der obere Anschluss des Trennvorhangs erfolgt an der Rohdecke.

Schalldämmung Trennvorhang: z. B. Trennvorhang Trenomat, bewertetes Schalldämm-Maß $R_w \geq 22$ dB, mit schallabsorbierender Oberfläche.

Variante A – Durchlaufender Trennvorhang im Bereich von Sportfläche, Tribünen und Flur

Diese Variante trennt die Hallenbereiche auch im Bereich der angeschlossenen Nebenzonen (Tribüne/Flur) und stellt systematisch die durchgängigste Lösung dar. In der späteren Ausführung muss allerdings erwartet werden, dass die Vielzahl der erforderlichen Anschlüsse an Decke, Hallenwände,

Brüstungen, Stufen im Bereich der Zuschauertribüne etc. nicht lückenlos möglich sein wird. Für die Berechnung wurde ein verbleibender Anschlusspalt von ca. 40 bis 50 mm angesetzt. Beim konkreten objektbezogenen Einbau tritt häufig eine Minderung des Schalldämmwertes auf. Dies führt dazu, dass **in der Praxis $R'_w \geq 18$ dB am Bau häufig auch bei grundsätzlich vollflächiger Abdeckung der Hallenschnittflächen nicht nachgewiesen werden kann. Werte von $R'_w = 15 - 18$ dB sind realistisch.**

Variante B – Kein Trennvorhang im Tribünen- und Flurbereich:

Für diese Variante wurde das Einfügungsdämm-Maß $D_{e,s}$ nach VDI 2720-2 zu $D_{e,s} = 12$ dB berechnet. $D_{e,s}$ ist ein Maß für die Abschirmung des Schalls von einem Hallenteil zum anderen bei Vernachlässigung des Schalldurchgangs durch den Trennvorhang (kann vernachlässigt werden, da die Schalldämmung des Trennvorhangs von $R_w \geq 22$ dB **wesentlich höher liegt als das Einfügungsdämm-Maß**).

Bei nicht durchlaufendem Trennvorhang im Bereich der Tribüne/Flur ist ein wesentlicher Schallübertragungsweg durch Schallreflexion an den Raumbegrenzungsflächen in diesem Bereich (Rückwand, Decke, Sitzfläche Tribüne) vorhanden. Die Anschlüsse an die flankierenden Bauteile mindern den Wert $D_{e,s}$ von 12 dB um ca. 2 dB. Somit ist in der Praxis bei geschlossenem Trennvorhang (nicht durchlaufend im Bereich Tribüne/Flur) ein Schalldämm-Maß von ca. $R'_w = 10$ dB zu erwarten.

Um die Schallreflexionen im Bereich der Tribüne/Flur zu verringern sind hier raumakustische Maßnahmen (z.B. GK-Lochdecke und Vorhänge) vorzusehen.

Fazit der Bewertung der Schalldämmung der Trennvorhänge:

In folgender Tabelle sind die Kennwerte für die Schalldämmung zwischen den Hallenteilen gegenübergestellt:

Tabelle 13: Luftschalldämmung: Trennvorhang		
	Variante A	Variante B
Bewertetes Schalldämm-Maß R'_w am Bau	ca. 15 - 18 dB	ca. 10 dB

Wie Tabelle 13 zeigt, kann der Soll-Wert $R'_w \geq 18$ dB nach DIN 18032-4 voraussichtlich nur für die Variante A, unter Berücksichtigung von sehr gut ausgearbeiteten Anschlussdetails, erreicht werden.

Raumakustische Maßnahmen Tribüne und Flur

Um die Schallreflexionen im Bereich der Tribüne zu reduzieren, sind raumakustische Maßnahmen (Akustikdecke, akustische Maßnahmen vor der Stahlbetonwand) hier zweckmäßig und zu empfehlen.

4.3 Türen

Als Tür wird nur die eigentliche Tür betrachtet. Seiten- und Oberlichter müssen wie Festverglasungen bewertet werden. Das bedeutet, dass nur die Tür für sich das Schalldämm-Maß (R_w) im eingebauten Zustand erfüllen muss.

Bei Türen muss ein Sicherheitsbeiwert von 5 dB berücksichtigt werden. Das heißt $R_{w,P} = R_w + 5$ dB.

Tabelle 14: Luftschalldämmung: Türen		
Einbausituation	R_w	$R_{w,P}$
Türen zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und Fluren	≥ 32 dB	≥ 37 dB
Türen zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen untereinander	≥ 37 dB	≥ 42 dB

4.4 Treppenläufe und -podeste

In der DIN 4109-1 sind für Schulen und vergleichbare Einrichtungen keine Anforderungen an den Trittschallschutz für Treppen formuliert.

Durch den Bauherren wurde festgelegt, dass die Treppenläufe und -podest mit einer Trittschallentkopplung (entweder schwimmender Estrich auf Trittschalldämmung oder Tronsole) auszuführen sind.

Die Treppen im Atrium sind aufgrund geplanten Stahlkonstruktion eine hohe Lärmquelle welche bei Nutzung in den angrenzenden Klassenräumen als störend wahrgenommen werden könnte. Die Auslegung der Lagerung der Stahltreppe kann nicht durch uns erfolgen. Wir gehen davon aus, dass hierfür z.B. Sylomerlager erforderlich sind.

4.4.1 Treppenlauf der Stahlbetontreppen

Nachweis nach DIN 4109-32:2016-07, Abschnitt 4.9, Tabelle 6, Zeile 6, Spalte 3

Treppenlauf Lagerung auf Tronsolen:

Prüfzeugnisse der Firma Schöck erreichen Werte $L_{n,w} \leq 40$ dB.

Anforderung (erf. $L'_{n,w} \leq 46$ dB) kann nachgewiesen werden.

4.4.2 Treppenpodest

Nachweis nach DIN 4109-32:2016-07, Abschnitt 4.9, Tabelle 6, Zeile 1, Spalte 2

Treppenpodest Lagerung auf Tronsolen:

Prüfzeugnisse der Firma Schöck erreichen Werte $L_{n,w} \leq 40$ dB.

Anforderung (erf. $L'_{n,w} \leq 46$ dB) kann nachgewiesen werden.

4.5 Einbringen von technischen Installation in Trennwände

4.5.1 HLS

RLT-Anlage, Schalldämmung von Raum zu Raum

Für die Trennwände Erdgeschoss und 1. Obergeschoss sind zwischen einem Raum und dem Atrium Lüftungskanäle mit ca. $2 \times 0,7 \text{ m} \times 0,2 \text{ m} = 0,28 \text{ m}^2$ vorgesehen. Ebenfalls gibt es die Situation, dass im 1. Obergeschoss zwischen zwei Räumen die Trennwände durch Lüftungstrassen geschwächt. Im ungünstigsten Fall sind es zwei Kanäle $0,7 \text{ m} \times 0,2 \text{ m} + 0,8 \text{ m} \times 0,2 \text{ m} = 0,30 \text{ m}^2$.

Um die unter den Kapitel 4.2.2 und 4.2.4 beschriebene Anforderung zu erfüllen, muss der Lüftungskanal ein Schalldämm-Maß $R'_w \geq 30 \text{ dB}$ bezogen auf die Bauteilgröße erfüllen.

Für den Zu- und Abluftkanal müssen die Schalldämpfer so dimensioniert sein, dass diese, bezogen auf die Bauteilgröße $R_w \geq 30 \text{ dB}$ erreichen.

Eine genaue Abstimmung der Größe, Position, Ausführung und Schalldämpfer der Lüftungskanäle muss in der Ausführungsplanung erfolgen.

Wenn HLS-Trassen in Wänden mit höheren Anforderungen verlaufen, müssen diese zusätzlich mit einem GK-Koffer versehen werden.

In den Stockwerken 2. bis 4. Obergeschoss sind keine Lüftungskanäle in Trennwänden mit Schallschutzanforderungen geplant.

4.5.2 ELT

ELT-Trasse

ELT-Trassen und Kabeldurchführungen die durch Trennwände mit Schallschutzanforderungen verlaufen, müssen geschottet ausgeführt werden (z.B. Hilti Brandschott CP 673 oder ZZ-Steine von Zapp-Zimmermann). Wenn ELT-Trassen in Wänden mit höheren Anforderungen verlaufen, müssen diese zusätzlich mit einem GK-Koffer versehen werden.

Steckdosen:

Bei Steckdosen ist ein Abstand von mindestens 30 cm zu beachten. Bei Verlegung in Trockenbauwände dürfen die Steckdosen nicht im selben Gefach angeordnet werden. Bei dem Einsatz von Schallschutzdosen (z.B. Firma f-tronic SP3700 oder Firma Kaiser Typ 9069) können die Steckdosen und anderen Einbauteile auch direkt gegenüber voneinander eingebaut werden.

Mediensäulen:

Die Integration von Mediensäulen in GK-Wände ist grundsätzlich möglich, muss aber anhand eines Details abgestimmt werden.

4.6 Geräusche der Sanitärinstallationen und von haustechnischen Installationen

Die Geräusche der haustechnischen Anlagen dürfen einen maximal zulässigen kennzeichnenden Schalldruckpegel von 35 dB(A) nicht überschreiten. Für Ruheräume sollte ein geringerer Wert angestrebt werden z.B. $L_{AF,max,n} = (25) - 30 \text{ dB(A)}$.

4.6.1 Allgemeines

In der DIN 4109-36:16-07 [9] sind Hinweise für die Planung und Ausführung von gebäudetechnischen Anlagen enthalten. In den nachfolgenden Abschnitten wird der Schallschutz gegenüber Geräuschen sanitärtechnischer Anlagen behandelt. Sowohl bei der Planung und Ausführung als auch beim schalltechnischen Nachweis ist dabei stets das Zusammenwirken der Sanitärinstallationen und der Installationswand zu berücksichtigen, da die resultierenden Installationsgeräusche von beidem Bereichen beeinflusst werden. In dieser Norm werden sogenannte Muster Installationswände beschrieben, diese unterscheiden sich durch die jeweilige Bauweise.

4.6.2 Einschalige Musterinstallationswand Massivbau

Eine einschalige Musterinstallationswand muss eine flächenbezogene Masse von $\geq 220 \text{ kg/m}^2$ haben. Des Weiteren sind folgende schalltechnische Maßnahmen zur Einhaltung der Anforderungen unter Massivbaubedingungen vom jeweiligen Produkthersteller nachzuweisen.

- Trink- und Abwasserleitungen sind schallentkoppelt vor der Wand anzubringen. Hierzu sind körperschallentkoppelte Rohrschellen zu verwenden. Falls eine Verlegung in Wandschlitzern vorgesehen ist, müssen die Leitungen vollständig ummantelt werden.
- Abwasserleitungen dürfen nicht frei an Wänden in schutzbedürftigen Räumen verlegt werden.
- Das Installationssystem muss vom Gebäudekörper schallentkoppelt befestigt werden.

4.6.3 Musterinstallationswand Leichtbau

Die Leichtbau Musterinstallationswand ist eine Wand aus Gipsplatten nach DIN 18183-1. Diese wird entweder als Einfachständerwand mit zusätzlicher Vorwandinstallation oder als Doppelständerwand mit zusätzlicher Vorwandinstallation oder Doppelständer mit innenliegender Sanitärinstallation ausgeführt. Die Anschlüsse an die flankierenden Bauteile sind mit geeigneten Dichtungsmitteln auszuführen. **Der Nachweis ist nur zulässig, wenn die flächenbezogene Masse der Decke $\geq 450 \text{ kg/m}^2$ beträgt, dies entspricht einer Stahlbetondecke mit $d \geq 19 \text{ cm}$.**

Bei Ausführung für Ständerwände mit zusätzlicher Vorwandinstallation gilt für die Ständerwand und die Vorwandinstallation folgende Mindestausführungen. Eine zweilagige Beplankung je Seite aus **12,5 mm Gipsplatten mit einer flächenbezogenen Masse von $\geq 11 \text{ kg/m}^2$ je Plattenlage** ist vorzusehen. Des Weiteren gilt für diese Ständerwände ein Mindestschalenabstand (Hohlraumdicke) von $\geq 75 \text{ mm}$, mit mindestens 60 mm Faserdämmstoff mit einem längenspezifischen Strömungswiderstand $\geq 5 \text{ kPa} \cdot \text{s/m}^2$.

Bei Doppelständerwänden mit innenliegender Sanitärinstallation gelten zudem folgende Festsetzungen:

- Die Ständerprofile der beiden Wandseiten können mittels Gipsplattenstreifen oder Blechprofilen in Höhe von 1/3 und 2/3 der Wandhöhe durch Laschen zug- und druckfest miteinander verbunden werden.
- Rohrleitungen und Rohrschellen sind an einer selbsttragenden Unterkonstruktion aus Ständerprofilen zu befestigen, welche freistehend und ohne Kontakt zur äußeren Konstruktion sind.

Die Zulässigkeit von Doppelständerwänden mit innenliegender Sanitärinstallation muss über die Beschreibung in DIN 4109-36 [9] hinaus im Einzelfall projektbezogen geprüft werden.

Des Weiteren sind folgende schalltechnischen Maßnahmen zur Einhaltung der Anforderungen der beiden Leichtbauinstallationswände vom jeweiligen Produkthersteller nachzuweisen.

- Die Installationssysteme, die innerhalb der Installationswand oder Vorwand eingebaut sind, müssen vom Gebäudekörper schallentkoppelt befestigt sein.
- Rohrleitungen sind mit Rohrschellen mit Dämmeinlage zu befestigen und zur Reduzierung der Luftschallabstrahlung akustisch wirksam zu ummanteln
- Durchdringungen der Leichtbauschalen durch Leitungen und Armaturen sind so auszuführen, dass die Körperschallübertragung durch elastische Manschetten oder freie Durchführung vermieden wird.

4.6.4 Vorwandinstallationen, Vorsatzschalen vor leichten Massivwänden

Es sind grundsätzlich schalltechnisch geprüfte Vorwandinstallationen in Trockenbauweise zu verwenden.

Zusätzliche schalltechnisch biegeeweiche Vorsatzschalen sind erforderlich, wenn Wasserinstallationen in Bädern oder WC an fremde Aufenthaltsräume grenzen. Dies gilt auch, sofern Bade- oder Duschwannen an fremde Aufenthaltsräume grenzen. Sinngemäß gilt bei Küchen dasselbe und die Vorsatzschalen verringern weiterhin die Nutzergeräusche (z. B. Fleischklopfen, Zuschlagen von Küchenschubladen).

Wasser- und Abwasserleitungen dürfen nicht an den Wänden befestigt werden. In den Vorsatzschalen dürfen keine wasserführenden Leitungen verlegt werden. Steckdoseneinbauten usw. müssen schalltechnisch abgeschottet werden.

Die Vorsatzschalen sind in den Räumen neben Küche, Bad, WC anzubringen. Sofern dies im Einzelfall nicht möglich ist, kann die Vorsatzschale auch an der gegenüberliegenden Wandseite (also z.B. im Bad) liegen.

Empfohlener Aufbau der Vorsatzschalen z. B. Knauf W626:

$d = 2 \times 12,5$ mm Gipskartonplatten mit Metallständern CW 50-Profil, Hohlraum zu mind. 60% mit porösem Schallschluckstoff ausgefüllt (längenbezogener Strömungswiderstand $> 5 \text{ kPas/m}^2$)

4.6.5 Armaturen

Die DIN 4109-36:2016-07 [9] enthält Festlegungen mit Vorlagen für installationstechnische Randbedingungen die mit den Musterinstallationswänden berücksichtigt werden müssen. Es müssen Armaturen der Armaturengruppe I nach DIN 4109, Tabelle 11 verwendet werden. Der Ruhedruck der Wasserversorgungsanlagen darf 5 bar nicht übersteigen. Durchgangsarmaturen dürfen nicht zum Drosseln verwendet werden. Bei dem Betrieb von Armaturen darf der zugrunde gelegte Durchfluss (Durchflussklasse nach DIN 4109, Tabelle 12) nicht überschreiten. Die Auslaufvorrichtung darf keiner höheren Durchflussklasse angehören als der zugehörige Armaturenabgang.

4.6.6 Schächte in nichtschutzbedürftigen Räumen – z.B. Bad/WC

Empfehlung: Ausführung als 2 x GKF d = 12,5mm, CW50-Profil mit Mineralwolledämmung d = 40 mm im Gefach, Schacht vollständig ausgestopft.

Anordnung von Revisionsklappen u.ä. in Schachtwänden

Eventuell notwendige Revisionsöffnungen/-klappen in den Installationsschächten dürfen unter schalltechnischen Gesichtspunkten grundsätzlich nur in Nebenräumen (Bad, Küche, abgeschlossener Flur, Abstellraum) vorgesehen werden.

4.6.7 Verzüge innerhalb von Massivdecken

Verzüge in den Decken werden durch eine entsprechende Grundriss- und Installationsschachtplanung vermieden. Sollten dennoch Verzüge erforderlich werden, wird aufgrund der in diesem Zusammenhang meist auch vorliegenden kritischen Grundrissituation empfohlen, die Abwasserleitungen in diesem Bereich mit einer kombinierten PE-Schaum/Blei bzw. PE-Schaum/Metall-Folie (Geberit, Missel oder akustisch gleichwertig) körperschalldämmend und -entkoppelt zu isolieren.

4.6.8 Abwasserleitungen

Wasser- und Abwasserleitungen müssen mit schallentkoppelten Befestigungssystemen an einem von den angrenzenden Wänden getrennten Register befestigt werden und müssen im Regelfall ohne Verzüge geführt werden. Es müssen schalltechnisch geprüfte Installationssysteme und Komponenten verwendet werden. Zu beachten ist, dass solche Systeme und Komponenten auf dem Markt nur von einer begrenzten Zahl an Herstellern zur Verfügung gestellt werden.

Die Abwasserleitungen sind als schalltechnisch geprüfte:

- Gussrohre (z.B. Saint-Gobain PAM-Global S, o.ä.)^{*)}

oder als andere,

- schalltechnisch geprüfte Abflussrohre (z.B. Geberit Silent-dB 20, umwickelt mit Schwerfolie Geberit Isol, Befestigung der Leitungen mit Geberit Silent-db20 Rohrschellen, Dämmschlauch Geberit Silent-db20 im Bereich der Deckendurchführungen der Abwasserrohre)

auszuführen.

^{*)}Anm.: Die formalen Nachweise des Schallschutzes können aufgrund der geringeren Anzahl an Prüfzeugnissen für diese Produkte erschwert oder nicht möglich sein.

Ggf. unumgängliche Umleitungen des Fallrohres dürfen nicht als 90°-Bögen ausgeführt werden. Unterdeckenkonstruktionen sind dann erforderlich.

4.6.9 Aufzugsschachtwände

Die Geräusche der Aufzugsanlage dürfen in den schutzbedürftigen Aufenthaltsräumen einen kennzeichnenden Schalldruckpegel $L_{AF,max,n} = 35 \text{ dB(A)}$ nicht überschreiten. Für Ruheräume sollte ein geringerer Wert angestrebt werden z.B. $L_{AF,max,n} = (25) - 30 \text{ dB(A)}$. Dazu ist eine werkvertragliche Vereinbarung mit dem Aufzugbauer erforderlich. Dieser muss auf die baulichen Randbedingungen eindeutig hingewiesen werden.

Bauliche Anforderungen an die Schachtwand zur Einhaltung eines maximal zulässigen Schalldruckpegels von $L_{AF,max,n} \leq 30$ dB (A):

- erforderliche flächenbezogene Masse der Schachtwände und aller unmittelbar mit dieser verbundenen Wand- und Deckenkonstruktionen: $m' \geq 580$ kg/m² (einschalige Konstruktion in Stahlbeton einer Stärke von $d \geq 25$ cm, Rohdichte 2.400 kg/m³)
- sonstige flankierende Wände $m' \geq 250$ kg/m²

4.6.10 Aufstellung haustechnischer Anlagen

Die Aufstellung von haustechnischen Anlagen (z.B. Lüftungsanlage im Untergeschoss oder auf dem Dach) muss körperschallentkoppelt erfolgen.

5. Schallschutz gegen Außenlärm

5.1 Maßgeblicher Außenlärmpegel

Auf Grundlage des Lärmbelastungskataster [11] beträgt der Nachtpegel $L_{\text{Night}} \leq 50$ dB (A) und der Tagpegel mit $L_{\text{DEN}} \leq 60$ dB.

Der maßgebliche Außenlärmpegel ergibt sich, indem der Tagpegel um + 3 dB erhöht wird und beträgt $L_a = 63$ dB (A).

Für alle Fenster ergibt sich damit ein erforderliches Schalldämm-Maß $R_w = 37$ dB. Es wird empfohlen das Schalldämm-Maß des im Prüfstand eingebauten funktionsfähigen Fensters [10] $R_{w,p} = 37$ dB in die Ausschreibung aufzunehmen.

5.2 Anforderungen nach DIN 4109

Alle Unterrichtsräume (z.B. Klassenzimmer, Gruppenraum usw.) werden der Nutzung „Unterrichtsräume und Ähnliches“ zugeordnet. Die Büroräume (z.B. Lehrerzimmer, Besprechungsräume usw.) werden der Nutzung „Büroräume und Ähnliches“ zugeordnet.

Formal bestehen an die Verkehrsflächen (Flure, Foyer usw.) im Gebäude keine Anforderungen hinsichtlich der Luftschalldämmung der Außenbauteile. Es wird empfohlen das Schalldämm-Maß der Fenster wie in den angrenzenden schutzbedürftigen Räumen auszuführen.

Die Anforderung an das gesamte bewertete Bau-Schalldämm-Maß $R'_{w,ges}$ der Außenbauteile von schutzbedürftigen Räumen ergibt sich unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Raumarten nach folgender Gleichung.

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

Dabei ist

$K_{\text{Raumart}} = 30$ dB für Unterrichtsräume und Ähnliches

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

Dabei ist mindestens einzuhalten

$R'_{w,ges} \geq 30$ dB für Büroräume, Unterrichtsräume und Ähnliches

Tabelle 15: Anforderungen an die Luftschalldämmung zwischen Außen und Räumen in Gebäuden, DIN 4109-1:2018-01		
„Maßgeblicher Außenlärmpegel“ L_a	$R'_{w,ges}$ des Außenbauteil Büroräume und Ähnliches	$R'_{w,ges}$ des Außenbauteil Unterrichtsräume, Ähnliches
63 dB (A)	30 dB (Mindestanforderung)	33 dB

5.3 Berechnungen und Nachweise

Anhand von folgenden Räumen werden die Anforderungen an die Fensterdimensionierung errechnet:

- Vorbereitung + Sammlung 2.15
- Klassenraum Q11, 1.35.1

- Betrag / Psych 7.1
- Spielfeld 10.1

5.3.1 Vorbereitung + Sammlung 2.15 (Eckraum)

Die Berechnungen können auf alle Klassenräume mit Fenstern mit zwei Orientierungen übertragen werden.

Tabelle 16: Außenlärm Berechnung: Vorbereitung + Sammlung 2.15			
Trennende Bauteile	Fläche	R_w	Anmerkungen
Fenster Süd-Ost	46,9 m ²	37,0 dB	
Fenster Nord-Ost	19,8 m ²	37,0 dB	
Ergebnisse			
Bewertete Gesamtschalldämm-Maß aller Außenbauteile (Wand+Elemente) <small>ohne Sicherheitsbeiwert</small>			37,0 dB
Sicherheitsbeiwert		U_{prog}	-2,0 dB
Korrekturfaktor Außenlärm		K_{AL}	+0,9 dB
Bewertete Gesamtschalldämm-Maß aller Außenbauteile (Wand + Elemente)		$R'_{w,\text{ges}}$	35 dB
Anforderungen		erf. R'_w	33 dB
Der Nachweis kann geführt werden.			

5.3.2 Klassenraum Q11, 1.35.1

Die Berechnungen können auf alle Klassenräume mit Fenstern in eine Orientierung übertragen werden.

Tabelle 17: Außenlärm Berechnung: Klassenraum Q11, 1.35.1			
Trennende Bauteile	Fläche	R_w	Anmerkungen
Fenster Süd-Ost	25,8 m ²	37,0 dB	Die Anforderung gilt auf für die opaken Fassadenelemente.
Ergebnisse			
Bewertete Gesamtschalldämm-Maß aller Außenbauteile (Wand+Elemente) <small>ohne Sicherheitsbeiwert</small>			37,0 dB
Sicherheitsbeiwert		U_{prog}	-2,0 dB
Korrekturfaktor Außenlärm		K_{AL}	+3,4 dB
Bewertete Gesamtschalldämm-Maß aller Außenbauteile (Wand + Elemente)		$R'_{w,\text{ges}}$	38 dB
Anforderungen		erf. R'_w	33 dB
Der Nachweis kann geführt werden.			

5.3.3 Betragt / Psych 7.1

Die Berechnungen können auf alle Büroräume und ähnliche Räume übertragen werden.

Tabelle 18: Außenlärm Berechnung: Betragt / Psych 7.1			
Trennende Bauteile	Fläche	R_w	Anmerkungen
Fenster Nord-Ost	12,6 m ²	37,0 dB	Die Anforderung gilt auf für die opaken Fassadenelemente.
Ergebnisse			
Bewertete Gesamtschalldämm-Maß aller Außenbauteil (Wand+Elemente) <small>ohne Sicherheitsbeiwert</small>			37,0 dB
Sicherheitsbeiwert		U_{prog}	-2,0 dB
Korrekturfaktor Außenlärm		K_{AL}	-1,1 dB
Bewertete Gesamtschalldämm-Maß aller Außenbauteil (Wand + Elemente)		$R'_{w,\text{ges}}$	34 dB
Anforderungen		erf. R'_w	30 dB
Der Nachweis kann geführt werden.			

5.3.4 Spielfeld 10.1

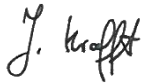
Es wird beispielhaft ein Spielfeld der Sporthalle untersucht.

Tabelle 19: Außenlärm Berechnung: Klassenraum OGS 1.7			
Trennende Bauteile	Fläche	R_w	Anmerkungen
Fenster Nord-West	69,3 m ²	37,0 dB	
Fenster Süd-West	126,0 m ²	37,0 dB	
Ergebnisse			
Bewertete Gesamtschalldämm-Maß aller Außenbauteil (Wand+Elemente) <small>ohne Sicherheitsbeiwert</small>			41,0 dB
Sicherheitsbeiwert		U_{prog}	-2,0 dB
Korrekturfaktor Außenlärm		K_{AL}	0,0 dB
Bewertete Gesamtschalldämm-Maß aller Außenbauteil (Wand + Elemente)		$R'_{w,\text{ges}}$	39 dB
Anforderungen		erf. R'_w	33 dB
Der Nachweis kann geführt werden.			

Dieses Gutachten umfasst 41 Seiten und 1 Anlage. Die auszugsweise Vervielfältigung des Gutachtens ist nur mit Zustimmung der Möhler + Partner Ingenieure AG gestattet.

München, den 24. Oktober 2019

Möhler + Partner
Ingenieure AG



i. V. Dipl.-Ing. (FH) Julian Krafft



i. V. Carolin Debona, M.Sc.

6. Anlagen

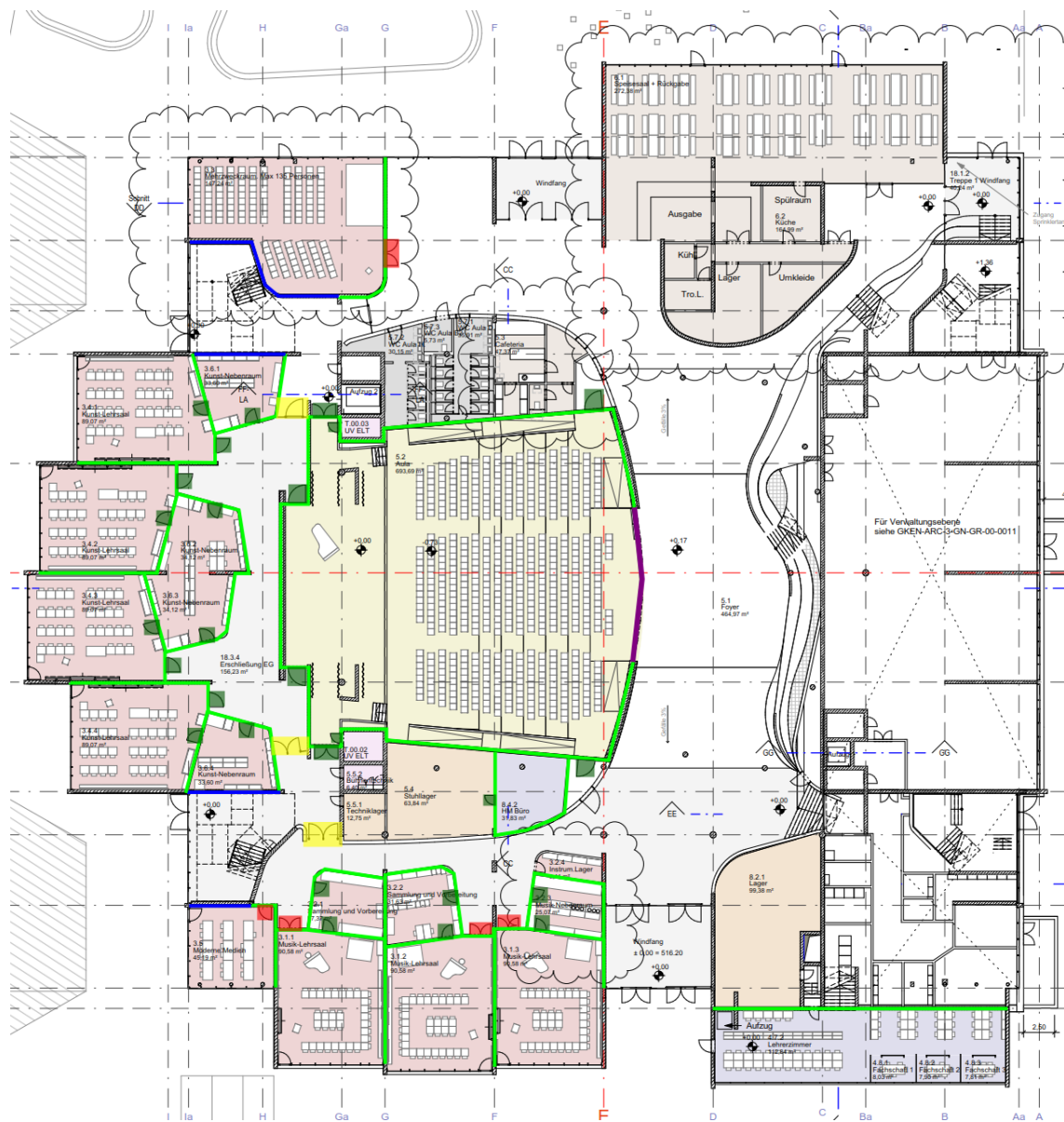
Anlage 1.1 – 1.5: Erforderliche Schalldämm-Maß der Trennwände und Türen in die Grundrisse eingezeichnet

Anlage 1.1 – 1.5: Erforderliche Schalldämm-Maß der Trennwände und Türen in die Grundrisse eingezeichnet

Legende

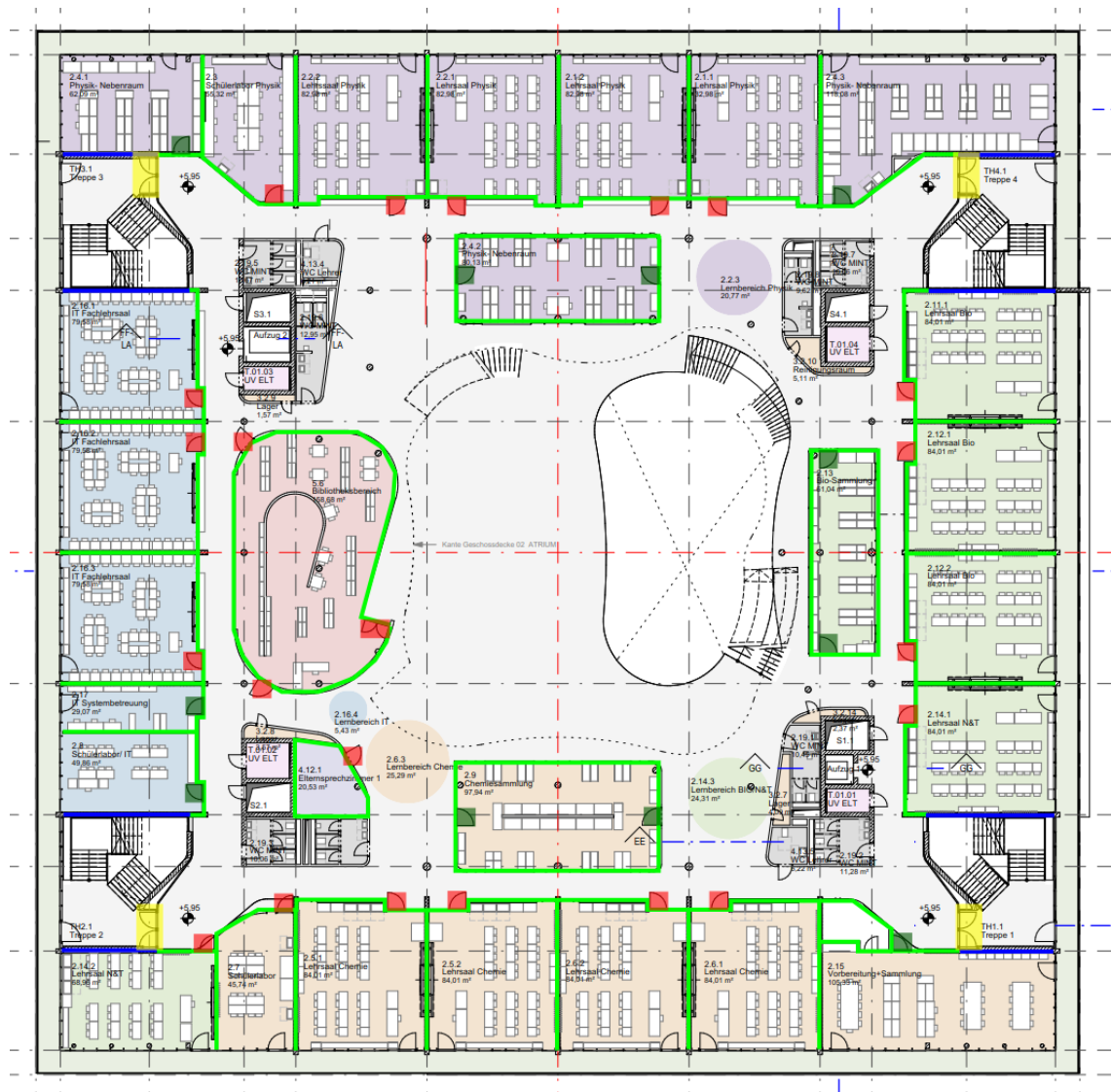
Farbe	Bauteil	erforderliches Schalldämm-Maß der Wand im eingebauten Zustand R'_w [dB]
	Wände zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen untereinander und zu Fluren	≥ 47 dB
	Wände zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und Treppenhäusern	≥ 52 dB
	Besondere Wände (z.B. Faltwände).	
Farbe	Bauteil	erforderliches Schalldämm-Maß der Tür im eingebauten Zustand R_w [dB]
	Türen zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und Fluren	≥ 32 dB ($R_{w,P} \geq 37$ dB)
	Türen zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und dem lauten Atrium (Empfehlung MoPa)	≥ 37 dB ($R_{w,P} \geq 42$ dB)
	Türen zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen untereinander	≥ 37 dB ($R_{w,P} \geq 42$ dB)
	Türen ohne schalltechnische Anforderungen gemäß DIN 4109, Empfehlung MoPa	≥ 27 dB ($R_{w,P} \geq 32$ dB)

Grundriss Erdgeschoss



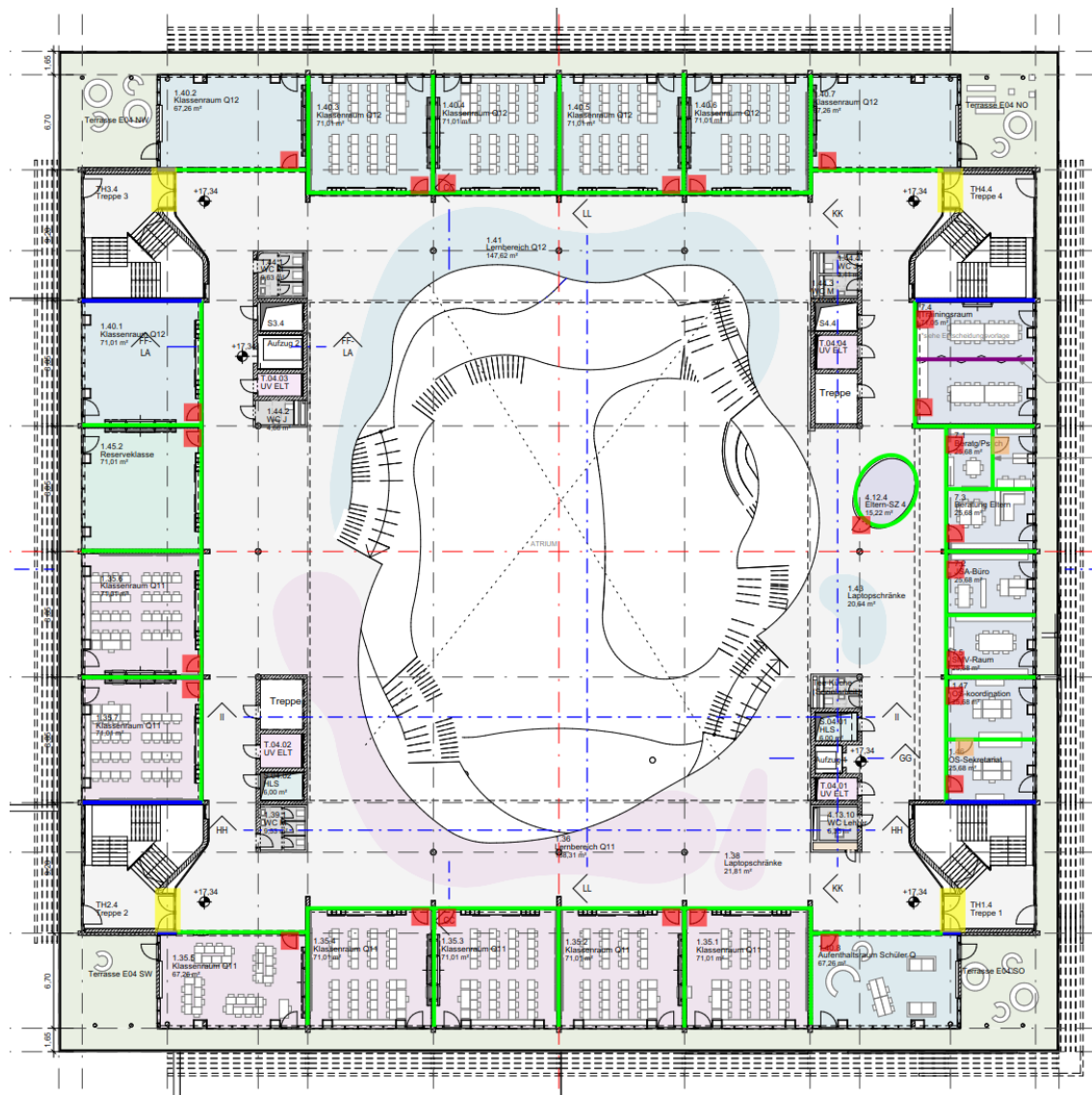
Planstand 19.07.2019

Grundriss 1.Obergeschoss



Planstand 19.07.2019

Grundriss 4.Obergeschoss



Planstand 19.07.2019