

Neubau Handwerkskammer Rheinhessen

Bericht zur Bauphysik Genehmigung (LP 4)

BAUVORHABEN: Neubau Handwerkskammer Rheinhessen

BAUHERR: Handwerkskammer Rheinhessen
Körperschaft des öffentlichen Rechts
Dagobertstraße 2
55116 Mainz

ARCHITEKT:

BAUPHYSIK:

PROJEKT-NR.:

Gesamtumfang
(inkl. Titelseite): 63 Seiten

Stand: 28.08.2024

INHALT

1	Projektbeschreibung / Planungsgrundlagen	4
2	Bauakustik (Schallschutz)	6
2.1	Schallschutz gegen Außenlärm	6
2.2	Vom Gebäude bzw. Freiflächen ausgehende Erschütterungen	9
2.3	Schallschutz bei haustechnischen Anlagen	9
2.3.1	Außenlärm infolge haustechnischer Anlagen.....	9
2.3.2	Zulässige Schalldruckpegel innerhalb schutzbedürftiger Räume	11
2.3.3	Zulässige Schalldruckpegel innerhalb von Technikzentralen	12
2.3.4	Bauteilanforderungen zu „besonders lauten“ Räumen.....	13
2.3.5	Körperschallentkopplung	14
2.3.6	Rohrnetz und Kanäle.....	14
2.3.7	Installationsschächte	15
2.3.8	Sanitäranlagen	15
2.3.9	Aufzugsanlagen	16
2.4	Bauteilanforderungen zu schutzbedürftigen Räumen	17
2.4.1	Schallschutzanforderungen in Schulen.....	18
2.4.2	Schallschutz innerhalb eigener Nutzungseinheiten (z.B. Büros).....	19
2.5	Bauteilnachweise	21
2.5.1	Flankierende Bauteile / Konstruktionshinweise.....	22
2.5.2	Trennwände zu Klassenräumen u. ä.	26
2.5.3	Trennwände zwischen Treppenhaus und Klassenräumen u. ä.	26
2.5.4	Trennwand zur Halle / Werkstatt.....	27
2.5.5	Trennwand zum Büro / zur Besprechung.....	28
2.5.6	Mobile Trennwand.....	29
2.5.7	Decken.....	29
2.5.8	Treppen und Treppenpodeste	30
3	Raumakustik	31
3.1	Nomenklatur Raumakustik	31
3.2	Klassenzimmer (Seminar-, Theorie-, Fachräume, etc.).....	32
3.3	Werkstatt (Halle, Betonlabor, Maschinen-, Schleif-, CNC-Raum etc.).....	34
3.4	Büroraum	37
3.5	Besprechungsraum etc.	38
3.6	Cafeteria / Foyer	40
3.7	Sonstige Aufenthaltsräume (z.B. Personalaufenthalt).....	41
3.8	Verkehrsflächen (mit / ohne Aufenthaltsqualität) / Umkleiden etc.....	42
4	Thermische Bauphysik	43
4.1	Bauteilübersicht.....	43
4.2	Sommerlicher Wärmeschutz	46
5	Gebäudeenergiegesetz (GEG).....	51
5.1.1	Gebäudedaten	52
5.1.2	Gebäudezonen.....	52
5.1.3	Beleuchtung	52
5.1.4	Anlagentechnik.....	52

5.1.5	Vorläufiger Energieausweis	55
5.1.6	Jährlicher Nutz-, End- und Primärenergiebedarf (informativ)	56
5.2	Nutzung erneuerbarer Energien	57
	Verrechnungsart nach GEG §23	57
	Photovoltaik gemäß GEG und DIN V 18599-9:2018	58
	Monatliche Verrechnung der Endenergie Strom nach GEG § 23 Abs. 2	58
6	Anhang – Übersichtspläne Schallschutz.....	60
7	Anhang – Übersichtspläne Raumakustik	62
	63	

1 PROJEKTbeschreibung / Planungsgrundlagen

In Mainz wird das bestehende Gebäude der Handwerkskammer abgebrochen und an dieser Stelle der Neubau errichtet. Der Neubau umfasst zwei oberirdische Geschosse (Erdgeschoss sowie Obergeschoss) und eine unterirdische Teilunterkellerung. Im Erdgeschoss sind die Hallen für Zimmerer, Mauerer, Fliesenleger, etc. sowie deren zugehörige Nebenräume im Osten des Grundstücks angeordnet. Die Mensa mit Foyer, zugehörigen Nebenflächen und Malerwerkstatt werden im Nordwesten des Grundstücks im Erdgeschoss platziert. Im Obergeschoss befinden sich Büro-, Besprechungs- und Seminarräume mit dazugehörigen Nebenflächen. Der Neubau wird in Massivbauweise errichtet. Die Hallendächer sollen jedoch eine leichte Holzdachkonstruktion erhalten.



Abbildung 1-1: Planauszug Lageplan (Architekten)

Im vorliegenden Bericht werden die wesentlichen Anforderungen und Ergebnisse des aktuellen Planungsstandes zur Bau- und Raumakustik, der thermischen Bauphysik und des Wärmeschutzes nach GEG 2024 (energetische Bilanzierung nach DIN V 18599) nach den Angaben des Architekturbüros dargestellt.

Planungsgrundlage

Folgende Dokumente und Planunterlagen sind Grundlage des vorliegenden Berichts:

- Lageplan, Grundrisse und Schnitte (Plansatz LP2) von Architekten verteilt am 03.-05.06.24

- Bodenaufbauten (LP 2) von Architekten verteilt am 02.06.24
- Lageplan, Grundrisse und Schnitte (Plansatz Grundlage Bauantrag LP4) von Architekten verteilt am 12.08.24
- AKTENNOTIZ 4 – BAUHERREN JOUR FIXE -PLANUNG vom 10.06.22 von Architekten
- laufende Abstimmungen per E-Mail und Telefon
- Bauphysik – Frageliste vom 20.07.22 von
- Thermische Simulation – Klassenzimmer vom 31.10.22
- ELT-Abfrageliste ausgefüllt von Elektroplanung mbH & Co. KG verteilt am 15.05.24
- laufende Abstimmungen per E-Mail und Telefon
- HLSK-Abfrageliste teilausgefüllt von Ingenieurgesellschaft mbH verteilt am 23.05.24
- Plansatz LP3 von Ingenieurgesellschaft mbH verteilt am 02.06.24
- laufende Abstimmungen per E-Mail und Telefon

Auf eine Aufzählung der einschlägigen Normen und Richtlinien wird an dieser Stelle verzichtet. Generell sind die anerkannten Regeln der Technik sowie Gesetze und Verordnungen aus den Gebieten der Energieeinsparung, Bau- und Raumakustik, thermischen Bauphysik sowie Abdichtungstechnik zu beachten und von den Fachplanern des jeweiligen Fachgebietes umzusetzen.

2 BAUAKUSTIK (SCHALLSCHUTZ)

Normative Grundlage des baulichen Schallschutzes ist die DIN 4109 „Schallschutz im Hochbau“ vom Juli 2016. Dort werden für den Schutz gegen Schallübertragung aus einem fremden Wohn- oder Arbeitsbereich und zum Schutz von Aufenthaltsräumen gegen Geräusche aus haustechnischen Anlagen sowie zum Schallschutz gegen Außenlärm Anforderungen formuliert, die verbindlich einzuhalten sind.

Der Schallschutz innerhalb eigener Nutzungseinheiten ist beispielsweise im Beiblatt 2 zur DIN 4109 durch Vorschläge für einen „normalen“ und einen „erhöhten“ Schallschutz formuliert. Diese Vorschläge haben empfehlenden Charakter und sind als Orientierung zu verstehen, über die mit dem Bauherrn bzw. Nutzer eine Vereinbarung zu treffen ist.

Wenn seitens des Bauherrn über die DIN 4109-1:2016-07 hinaus weiterführende Anforderungen an den Schallschutz zu bestimmten Räumen gestellt werden, so sind diese zu definieren und mit dem Ingenieurbüro abzustimmen.

2.1 Schallschutz gegen Außenlärm

Für die Festlegung der erforderlichen Luftschalldämmung von Bauteilen gegenüber Außenlärm werden in der DIN 4109-1:2016-07 verschiedene Lärmpegelbereiche zugrunde gelegt, denen die jeweils vorhandenen oder zu erwartenden „maßgeblichen Außenlärmpegel“ vor den jeweiligen Fassaden zuzuordnen sind.

In der näheren Umgebung (Entfernung ca. 400m Luftlinie) zur Handwerkskammer verläuft die Autobahn A60 mit hohem Verkehrsaufkommen. Die vielbefahrene Rheinhessenstraße befindet sich in ca. 300m Entfernung. Nennenswerter Außenlärm durch das Verkehrsaufkommen ist bei diesem Bauvorhaben aufgrund der größtenteils kompakten Bebauung des Stadtteils Mainz-Hechtsheim und der damit verbundenen Abschirmung nicht zu erwarten. Im Nordosten befindet sich lediglich eine unverbaute Schneise, in der sich nur Parkplatzflächen und Grünflächen befinden. Am Standort ist deshalb nennenswerter Außenlärm vornehmlich infolge der Gewerbenutzungen (z.B. naheliegender Logistikunternehmen und sonstigen Geschäften etc.) durch An- und Abfahrten der PKWs sowie Rangier- und Ladevorgänge insbesondere durch die LKWs gegeben.

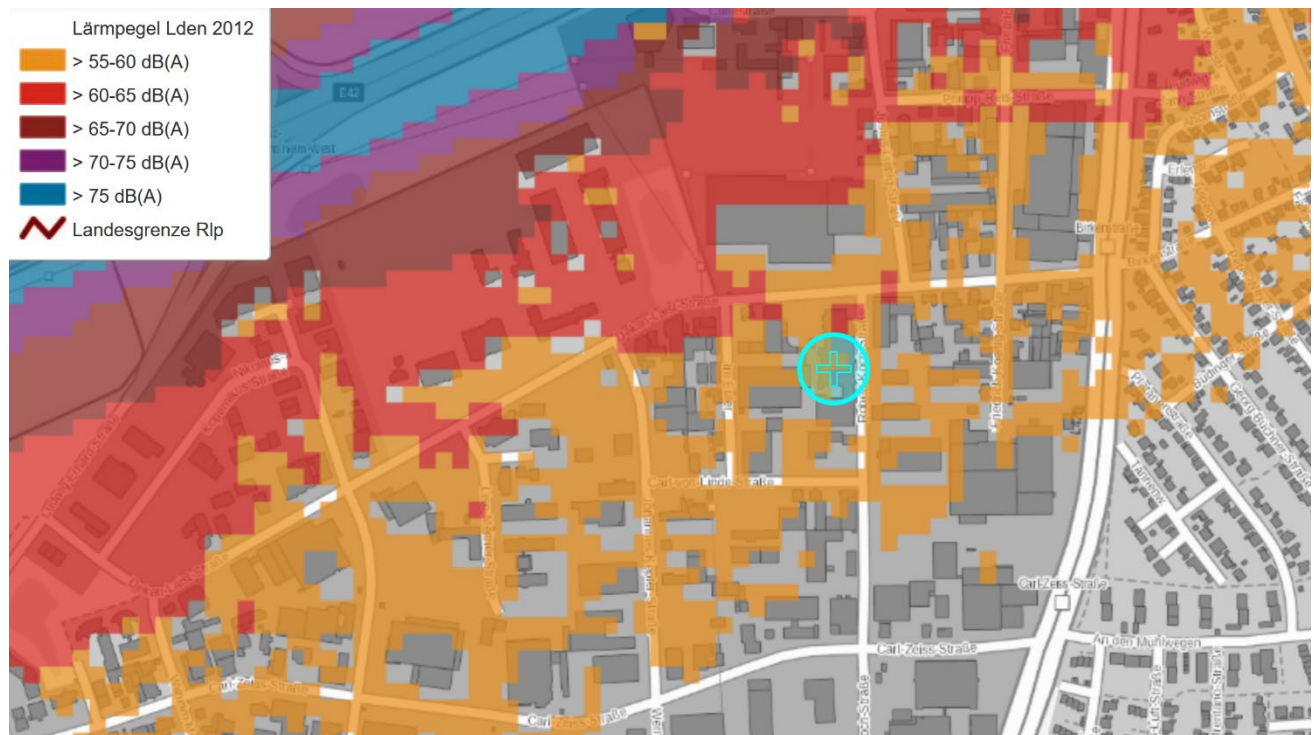


Abbildung 2-1: Lärmkartierung Mainz-Hechtsheim, Dekan-Laist-Straße zu Robert-Kochstraße LDEN (Quelle: Lärmkartierung Rheinland-Pfalz, Datenabruf vom 05.04.22)

Unter Berücksichtigung der Lage des Baufeldes wird das geplante Bauvorhaben in den Lärmpegelbereich III nach DIN 4109, Tab. 7 eingestuft (maßgeblicher zu erwartender Außenlärmpegel 60 – 65 dB(A)).

Daraus ergibt sich nach DIN 4109-1 folgende Anforderung an das resultierende Luftschalldämm-Maß der Außenbauteile (im betriebsfertigen, eingebauten Zustand):

Lärmpegelbereich III:	Unterrichtsräume & ähnliche Räume	erf. $R'_{w,res} \geq 35 \text{ dB}$
	Büros & sonst. Aufenthaltsräume	erf. $R'_{w,res} \geq 30 \text{ dB}$

Die Anforderungen entsprechen den mindestens einzuhaltenden Schalldämm-Maßen für Büroräume und Ähnliches nach DIN 4109.

An die Außenbauteile von Verkehrsflächen, Treppenträumen usw., in denen kein Aufenthalt von Personen vorgesehen ist, werden nach DIN 4109 keine Anforderungen gestellt.

Das resultierende Gesamtschalldämm-Maß wird bei massiven Außenwänden und Dächern maßgeblich durch die Fenster, Türen und Einbauten bestimmt. Fenster, Fenstertüren und Einbauten in Außenwänden etc. sollen folgende Schalldämm-Maße im betriebsfertigen Zustand aufweisen (Prüfstandswerte $R_{w,P}$ von Fenstern und Fenstertüren müssen mindestens 2 dB über dem geforderten Rechenwert liegen):

Tabelle 2-1: Übersicht der erforderlichen Schalldämm-Maße der Fenster, Fenstertüren und Einbauten

Lärmpegelbereich	Raumart	erf. Schalldämm-Maß der Fenster, Fenstertüren etc. erf. R_w im eingebauten Zustand	erf. Schalldämm-Maß der Fenster, Fenstertüren etc. erf. $R_{w,P}$ / R_w (vom Hersteller nachzuweisender Prüfstandswert)	entsprechende Schallschutzklasse (SSK) nach VDI 2719
III (alle Fasadensaden)	Büroräume und ähnliche	≥ 30 dB	≥ 32 dB	SSK 2
III (alle Fasadensaden)	Unterrichtsräume, Gruppenräume und ähnliche	≥ 35 dB	≥ 37 dB	SSK 3

Hallendach Trapezprofil: erf. $R_{w,P}$ / erf. $R_w \geq 40$ dB gemäß Zulassung / Prüfbericht

Verwendung einer Schallschluckplatte (im Bereich der gelochten Akustik-Stahl-Trapezprofile) unter der Dampfsperre, schweren Dämmung (z.B. MF-Dämmung Rohdichte ≥ 140 kg/m³ in ≥ 140 mm Dicke) sowie zusätzlicher Auflast (Bekiesung, Begrünung, etc.), um das Schalldämmmaß des Daches zu erreichen und gegebenenfalls zu verbessern.

Empfehlung Dampfsperre: Bitumenschweißbahn (anstelle PE-Folie)

Leichte Hallenfassade (transluzent und opak): erf. $R_{w,P}$ / erf. $R_w \geq 40$ dB gemäß Zulassung / Prüfbericht

z.B. doppelschalige Profilitfassade gem. Herstellerangaben o. glw.

Rolltor: erf. $R_{w,P}$ / erf. $R_w \geq 25$ dB gemäß Zulassung / Prüfbericht

Für Fenster, Dachflächenfenster und ähnliches der Hallen und Werkstätten sind ebenfalls die Anforderungen analog zu den Unterrichtsräumen und ähnlichen Räumen zu erfüllen: Einerseits zum gegenseitigen Schutz der Hallennutzungen zueinander bei lauten Tätigkeiten, andererseits zum Schutz der Nachbarschaft bei lauten Arbeiten in den Hallen und zu den angrenzenden eigenen Aufenthaltsräumen.

Die Angaben des Schallimmissionsgutachtens bzw. die Baugenehmigung, im weiteren Planungsverlauf, sind zu beachten.

Aufgrund der Lage des es Cafeteria zur Schreinerhalle ist bei zeitgleicher Nutzung, in Kombination mit lauten Tätigkeiten in der Schreinerhalle, vorrangig bei geöffnetem Fenster etc., eine Lärmbelästigung im Außenbereich der Cafeteria gegeben. Es ist hier organisatorisch sicherzustellen, dass eine Lärmbelästigung im Cafeteriabereich möglichst reduziert wird.

2.2 Vom Gebäude bzw. Freiflächen ausgehende Erschütterungen

Nach Abstimmung mit dem Bauherrn für die Werkstattausstattungen (vom Bauherrn überreichte Maschinenliste) ergeben sich nach unserer Einschätzung bei üblichem Betrieb innerhalb des Gebäudes keine größeren Erschütterungen, die sich aus dem Gebäude auf den Baugrund und darüber hinaus auf andere Gebäude negativ auswirken. Es kommen kaum Geräte in den Werkhallen zum Einsatz, welche nennenswerte Körperschallemissionen aufweisen. Auf der sicheren Seite wird jedoch die fest montierte CNC Abbund Maschine auf ein Maschinenfundament, welches elastisch entkoppelt ist, aufgestellt. Alle anderen mobilen bzw. beweglichen Maschinen und Geräten sind sorgfältig und wirksam vom Baukörper körperschallentkoppelt aufzustellen. Zudem sind durch die umlaufende Gebäudefugen die Werkhallen vollständig von dem nebenstehenden Baukörper (Seminarräume etc.) getrennt. Die Perimeterdämmung der Werkhallen unter der Bodenplatte trägt zudem zur Bedämpfung mit bei.

Es ist jedoch zu beachten, dass für die Anlieferungen ein LKW-Verkehr vor dem Gebäude entsteht, und es erfahrungsgemäß durchaus passieren kann, dass z.B. Container oder Paletten etc. „unsanft“ abgestellt werden – solche Ereignisse können bei Betrieb der Handwerkskammer nicht ausgeschlossen werden. Bei der Freifläche Straßenbau / Tiefbau sind zeitweise Erschütterungen durch z.B. Rüttelmaschinen und ähnliches tagsüber zu erwarten. Nach Angaben des Bauherrn werden entsprechend der von der SOKA zertifizierten Lehrgänge im Bereich der Grundstufe Hochbau/Tiefbau in der Summe jährlich drei Ausbildungsgruppen mit 13 Wochen überbetriebliche Lehrlingsunterweisung vorgesehen. Davon sieben Wochen im Straßenbau und sechs Wochen im Tiefbau. Die Nutzung der Rüttelplatte oder des Vibrationsstampfers erfolgt während einer Kurswoche – sowohl im Straßen- als auch im Tiefbau – an zwei bis drei von fünf Tagen (3x täglich 20 Minuten an 2-3 Tagen pro Unterweisungswoche). Der tägliche Einsatz der Maschinen ist nicht vorgesehen. Zudem werden die Geräte nicht parallel betrieben. Angaben zu den Erschütterungen sind nicht Teil des Berichts und ggf. separat (z.B. seitens Baugrundgutachters etc.) hinzuzuziehen.

2.3 Schallschutz bei haustechnischen Anlagen

Die Luft- und Körperschallemissionen haustechnischer Anlagen sind derart zu reduzieren, dass innerhalb des Gebäudes, an den Fassaden eigener schutzbedürftiger Räume und in der Nachbarschaft die in den aktuellen Regelwerken aufgeführten Richtwerte eingehalten werden. Die wesentlichen Anforderungen werden in den nachfolgenden Abschnitten aufgeführt.

2.3.1 Außenlärm infolge haustechnischer Anlagen

Grundsätzlich sind die im Bebauungsplan bzw. in der TA-Lärm aufgeführten Immissionsrichtwerte einzuhalten. Diese Richtwerte gelten 0,5 m vor den Fenstern von Aufenthaltsräumen in der Nachbarschaft und vor den eigenen Fassaden und dürfen auch infolge haustechnischer Anlagen (Summenpegel) nicht überschritten werden (z.B. Schallimmissionen infolge von Wärmepumpen, Lüftungsanlagen, Kühlaggregaten, etc.). Es ist bei Außenaufstellung auf eine besonders schallarme

Ausführung zu achten. Besonders laute Geräte sind entsprechend akustisch abgeschirmt aufzustellen (z.B. Kapselung, Anordnung von Lärmschutzwänden etc.).

Vor den eigenen Fassaden darf durch den Betrieb haustechnischer Anlagen folgender Schalldruckpegel nicht überschritten werden:

Richtwert Tag:	$L_r \leq 59 \text{ dB (A)}$
Richtwert Nacht:	$L_r \leq 44 \text{ dB (A)}$

Die Außen- und Fortluftöffnungen der Lüftungsanlage sind mit entsprechenden Schalldämpfern auszustatten. Die Auslegung und Abstimmung erfolgt im weiteren Planungsverlauf.

Einzelne kurzzeitige Geräuschspitzen dürfen die Immissionsrichtwerte tagsüber nicht mehr als 30 dB (A) und in der Nacht nicht mehr als 20 dB (A) überschreiten.

Bei Außenaufstellung lauter Geräte (z.B. Rückkühlwerke, Außeneinheiten von Splitgeräten o.Ä.) ist das IB frühzeitig zu informieren, um eventuell erforderliche Lärmschutzmaßnahmen zu definieren.

Derzeit sind 2 Wärmepumpen an der Nordfassade im Erdgeschoss vor dem Lackierraum in $\geq 4\text{m}$ Entfernung angeordnet. Die Schallleistungspegel je Wärmepumpe sind auf $< 72 \text{ dB}$ begrenzt, so dass tagsüber die auch die Immissionsrichtwerte gemäß TA Lärm eingehalten werden können. Für den nächtlichen Betrieb ist, bei Nutzung, ein Teillastbetrieb erforderlich, um die Richtwerte an der eigenen Fassade einhalten zu können.

Wenn die oben angegebenen Schallleistungspegel der Geräte höher ausfallen, sich die Anzahl der Geräte erhöht oder sich die Betriebszeiten verändern, ist dies baldmöglichst dem Ingenieurbüro mitzuteilen. Gegebenenfalls sind Lärmschutzmaßnahme erforderlich. Im weiteren Planungsverlauf sind die Geräteangaben des Herstellers dem Ingenieurbüro zur Überprüfung der Anforderungswerte vorzulegen.

Haustechnische Anlagen sind entsprechend Körperschallentkoppelt aufzustellen (siehe Abschnitt 2.3.5).

2.3.2 Zulässige Schalldruckpegel innerhalb schutzbedürftiger Räume

Durch den Betrieb gebäudetechnischer Anlagen und durch Luft-/Körperschallübertragungen aus den Zentralen bzw. Schächten innerhalb des Gebäudes dürfen folgende Schalldruckpegel in schutzbedürftigen Aufenthaltsräumen nicht überschritten werden (normative Mindestanforderungen nach DIN 4109-1:2016-07). Die Schalldruckpegel sind jeweils bei normalem Lastfall und bei gleichzeitigem Betrieb aller haustechnischen Anlagen einzuhalten.

Spalte	1	2	3	4
Zeile	Geräuschquellen		Maximal zulässige A-bewertete Schalldruckpegel dB	
			Wohn- und Schalfräume	Unterrichts- und Arbeitsräume
1	Sanitärtechnik/Wasserinstallationen (Wasserversorgungs- und Abwasseranlagen gemeinsam)		$L_{AF,max,n} \leq 30^{a,b,c}$	$L_{AF,max,n} \leq 35^{a,b,c}$
2	Sonstige hausinterne, fest installierte technische Schallquellen der technischen Ausrüstung, Ver- und Entsorgung sowie Garagenanlagen		$L_{AF,max,n} \leq 30^c$	$L_{AF,max,n} \leq 35^c$
3	Gaststätten einschließlich Küchen, Verkaufsstätten, Betriebe u. Ä.		$L_r \leq 35$ $L_{AF,max} \leq 45$	$L_r \leq 35$ $L_{AF,max} \leq 45$
4			nachts nach TALärm $L_r \leq 25$ $L_{AF,max} \leq 35$	$L_r \leq 35$ $L_{AF,max} \leq 45$
^a Einzelne kurzzeitige Geräuschspitzen, die beim Betätigen der Armaturen und Geräte nach Tabelle 11 (Öffnen, Schließen, Umstellen, Unterbrechen) entstehen, sind derzeit nicht zu berücksichtigen.				
^b Voraussetzungen zur Erfüllung des zulässigen Schalldruckpegels: — 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.				
^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).				

Abbildung 2-2: Maximal zulässige Schalldruckpegel in fremden schutzbedürftigen Räumen, erzeugt von gebäudetechnischen Anlagen und baulich mit dem Gebäude verbundenen Betrieben nach DIN 4109-1 (Auszug aus DIN 4109-1:2016-07, Tabelle 9)

Folgende Auslegungsschallpegel sind in Anlehnung an die DIN EN 13779, Tab. A.12 von den Lüftungsanlagen und Klimageräten (z.B. Umluftkühlgeräten) als Dauergeräusch einzuhalten, auffällige Einzeltöne sind nicht zulässig. Die Werte gelten bei üblichem Betrieb aller einen Raum versorgenden Anlagen:

Raumart	Empfohlener Bereich Schalldruckpegel in dB(A)
Einzelbüros	30 - 35
Großraumbüros	40 - 45 *)
Cafeteria	35 - 50
Besprechung	30 – 35
Küchen (in Anlehnung an E DIN EN 16798-1:2015)	< 40 - 45
Klassenräume	35 - 40 *)
*) bei Lüftungstechnischen Anlagen, sofern keine auffälligen Einzeltöne enthalten sind	

Derzeit wird geplant die Lüftungsleitungen in den Klassenzimmern und ähnlichen Aufenthaltsräumen sichtbar zu lassen. Bei Kanal-Durchdringungen durch die Trennwände (vor allem zwischen Klassenräumen und anderen schutzbedürftigen Räumen) ist auf eine schallbrückenfreie Trennung des Rohrnetzes vom Baukörper zu achten. Sämtliche Öffnungen für Einbauten und Durchdringungen sind in Wandqualität (z.B. mit Weichschott und Ablationsbeschichtung) zu schließen oder akustisch gleichwertig zu schotten. Bei Durchführung von Lüftungskanälen durch Metallständerwände ist in den Wänden eine entsprechende Laibung aus Gipskarton herzustellen, um eine sorgfältige Ausstopfung mit schwerer Mineralwolle (Stopfdichte $\geq 90 \text{ kg/m}^3$) zu ermöglichen. Zur Vermeidung von Schallübertragung über den Kanal sind geeignete Telefonieschalldämpfer vorzusehen.

2.3.3 Zulässige Schalldruckpegel innerhalb von Technikzentralen

In den Technikzentralen sind folgende mittlere Schalldruckpegel bei üblichem Betrieb aller haustechnischen Anlagen nicht zu überschreiten:

Technikzentralen im Untergeschoss: $L_{AFm} \leq 75 \text{ dB(A)}$

Technikzentralen im Erd- oder Obergeschoss: $L_{AFm} \leq 70 \text{ dB(A)}$

In z. B. Kältezentralen können höhere Schalldruckpegel $> 75 \text{ dB(A)}$ entstehen. Es sind die Bauteilanforderungen zu „besonders lauten“ Räumen, siehe nachfolgenden Abschnitt zu beachten. Zudem ist die genaue Lage der Kältezentrale mit dem Ingenieurbüro abzustimmen.

Die Einhaltung dieser Pegel ist grundsätzlich durch Auswahl geeigneter bzw. gekapselter Geräte zu gewährleisten. Alternativ ist bei einer erwarteten Überschreitung der o.g. Schalldruckpegel eine absorbierende Auskleidung des Raumes (Pegelminderung durch Absorption) oder der Einbau einer abgehängten GK-Schallschutzdecke möglich. Die Auslegung der erforderlichen Absorptionsflächen und die Auswahl geeigneter Absorber erfolgen im weiteren Planungsverlauf.

2.3.4 Bauteilanforderungen zu „besonders lauten“ Räumen

Die Bauteile zwischen „besonders lauten“ und schutzbedürftigen Räumen müssen je nach erwartetem Schallpegel die Schallschutzanforderungen DIN 4109-1 Tab. 8 einhalten.

Spalte	1	2	3	4	5
Zeile	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	
1.1	Räume mit „besonders lauten“ gebäudetechnischen Anlagen oder Anlageteilen	Decken, Wände	≥ 57	≥ 62	—
1.2		Fußböden	—		$\leq 43^c$
2.1	Betriebsräume von Handwerks- und Gewerbebetrieben, Verkaufsstätten	Decken, Wände	≥ 57	≥ 62	—
2.2		Fußböden	—		≤ 43
3.1	Küchenräume der Küchenanlagen von Beherbergungsstätten, Krankenhäusern, Sanatorien, Gaststätten, Imbissstuben und dergleichen (bis 22:00 Uhr in Betrieb)	Decken, Wände	≥ 55		—
3.2		Fußböden	—		≤ 43
3.3	Küchenräume wie Zeile 3.1/3.2, jedoch auch nach 22:00 Uhr in Betrieb	Decken, Wände	$\geq 57^d$		—
3.4		Fußböden	—		≤ 33
4.1	Gasträume (bis 22:00 Uhr in Betrieb)	Decken, Wände	≥ 55	≥ 57	—
4.2		Fußböden	—		≤ 43
5.1	Gasträume $L_{AF,max} \leq 85$ dB (auch nach 22:00 Uhr in Betrieb)	Decken, Wände	≥ 62		—
5.2		Fußböden	—		≤ 33
6.1	Räume von Kegelbahnen	Decken, Wände	≥ 67		—
6.2		Fußböden			
		— Keglertube	—		≤ 33
		— Bahn	—		≤ 13
7.1	Gasträume $85 \text{ dB} \leq L_{AF,max} \leq 95$ dB, z. B. mit elektroakustischen Anlagen	Decken, Wände	≥ 72		—
7.2		Fußböden	—		≤ 28

^a Jeweils in Richtung der Schallausbreitung.

^b Die für Maschinen erforderliche Körperschalldämmung ist mit diesem Wert nicht erfasst; hierfür sind gegebenenfalls weitere Maßnahmen erforderlich. Ebenso kann je nach Art des Betriebes 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.

^c Nicht erforderlich, wenn geräuscherzeugende Anlagen ausreichend körperschallgedämmt aufgestellt werden; eventuelle Anforderungen nach Tabellen 2 bis 6 bleiben hiervon unberührt.

^d Handelt es sich um Großküchenanlagen und darüber liegende Wohnungen als schutzbedürftige Räume gilt $R'_{w} \geq 62$ dB.

Abbildung 2-3: Anforderungen nach DIN 4109-1 an den Schallschutz zwischen „besonders lauten“ und schutzbedürftigen Räumen

Zur Erfüllung der Schallschutzziele in den angrenzenden Aufenthaltsräumen ist zusätzlich auf eine ausreichende Körperschallentkopplung zu achten (Anforderungen siehe 2.3.5).

2.3.5 Körperschallentkopplung

Für die schwingungs- und körperschallisolierte Aufstellung der haustechnischen Anlagen ist in Abhängigkeit der Anlagenart und des Aufstellortes eine einfach- oder doppeltelastische Aufstellung erforderlich. Bei unmittelbar darüber- oder darunterliegenden schutzbedürftigen Räumen, ist bei Aufstellung von Geräten mit hohen Körperschallemissionen eine doppelt-elastische Lagerung mittels KSD-Elementen o. glw. vorzusehen.

Der höchstzulässige Schalldruckpegel in schutzbedürftigen Räumen (siehe Kapitel 2.3.2) ist grundsätzlich – auch infolge von Körperschallübertragung – einzuhalten.

Folgende Isolierwirkungsgrade sind bei Nenndrehzahl zu erreichen:

TGA-Anlagen in Untergeschossen:	$\eta \geq 90\%$
TGA-Anlagen in Technikzentralen in Erd-, Obergeschossen / auf Dachflächen:	$\eta \geq 95\%$

Die oben genannten Anforderungen gelten auch für die Maschinen in den Hallen und Werkstätten der Handwerkskammer.

Nach Angaben der Tragwerksplanung und seitens Architektur werden die Hallen vollständig (allseitig Dach, Wand und Boden/Decke) vom anschließenden Baukörper getrennt. Demnach sind meist keine zusätzlichen Maschinenfundamente erforderlich, um Störungen in den Theorie- und Verwaltungsbereichen zu mindern. Lediglich die CNC Abbund Maschine erhält ein Bodenfundament, welches von der Bodenplatte elastisch getrennt (z.B. mittels Sylomer Platten o. akustisch glw.) wird. Um jedoch die Störungen in den Hallen zueinander zu reduzieren, sind alle weiteren Geräte mit Körperschallemissionen (doppelt-)elastisch gelagert aufzustellen, die Anforderungen zu den Entkopplungsaufgaben erfolgen seitens Gerätehersteller. (Bei Bedarf Abstimmung im weiteren Planungsverlauf möglich).

2.3.6 Rohrnetz und Kanäle

Für den Einbau von Rohrleitungen und Kanälen gilt generell: Das Rohrleitungsnetz wird durch Verwendung von körperschalldämmenden Manschetten oder Ummantelungen grundsätzlich vom Baukörper getrennt. Bei nachträglichem Verguss von Durchbrüchen, Schlitzten etc. ist auf eine schallbrückenfreie Trennung des Rohrnetzes vom Baukörper zu achten. Um eine Schallübertragung über Bauteildurchbrüche zu vermeiden, sind die Durchbrüche akustisch luftdicht abzuschotten, z.B. mittels schwerer Mineralwolle (Stopfdichte $> 90 \text{ kg/m}^3$) und dauerelastischer Abdichtung der Fuge.

An elastisch gelagerten Anlagen und Anlagenteilen angeschlossene Bauteile (z.B. Ventilatoren, Kanäle, Kälteleitungen etc.) sind ebenfalls elastisch, z.B. mittels Kompensatoren, anzuschließen.

2.3.7 Installationsschächte

Sofern Schächte im Bereich von schutzbedürftigen Räumen vorgesehen werden, sind Maßnahmen zum Schutz vor Schallübertragung über die Schächte erforderlich. Die Ausführung variiert dabei je nach erwartetem Schalldruckpegel innerhalb des Schachtes. Es sind grundsätzlich die höchstzulässigen Schalldruckpegel im Raum einzuhalten (vgl. Abschnitt 2.2.2). Dies kann – je nach Schutzbedürfnis – z.B. mit einer Abkofferung mit Gipskarton-Platten und Hohlraumdämmung (bei hohen Anforderungen und höheren Schalldruckpegeln) oder mit einer Dämmung der Lüftungskanäle mit Mineralwolle (bei niedrigen Schalldruckpegeln) erfolgen. Die erforderlichen Maßnahmen sind mit dem Ingenieurbüro abzustimmen. Es ist auf eine schalltechnische Entkopplung der Lüftungsschächte von der Abkofferung zu achten.

Darüber hinaus ist die vertikale Schallübertragung zwischen den Geschossen über Schächte möglichst zu reduzieren. Dies ist bestenfalls durch eine brandschutztechnische Schottung in Deckenebene ausführbar. Durchgehende Schachtwände (ohne Verschluss in Deckenebene) sind im weiteren Planungsverlauf zu detaillieren und abzustimmen. In der Regel ist mindestens eine zweilagige raumseitige Beplankung sowie der Einsatz einer Hohlraumdämmung zur Bedämpfung des Schachthohlraums erforderlich. Die Anforderungen zur Erfüllung der Brandschutzanforderungen sind zu beachten.

Für die Türen zu den Schachträumen wird ein Schalldämm-Maß von R_w (im eingebauten Zustand) ≥ 32 dB empfohlen.

Schallpegel in Schächten zu schutzbedürftigen Räumen: $L_{AFm} \leq 60$ dB(A)

2.3.8 Sanitäranlagen

Bei sämtlichen Rohrleitungen, sowohl der Ver- als auch den Entsorgungsleitungen, muss auf eine körperschallgedämmte Lagerung und Entkopplung zu den angrenzenden und umschließenden Bauteilen sowie von der Unterkonstruktion und Bekleidung von Leichtbauwänden geachtet werden.

Armaturen und Wasserinstallationen dürfen nur an oder in Massivwänden mit mind. 220 kg/m^2 Flächengewicht befestigt werden. Bei geschlitzten Massivwänden muss der Restquerschnitt der Wand diese Anforderung erfüllen.

Stehen keine geeigneten Massivwände zur Verfügung, so sind Vorwandinstallationsebenen zu schaffen oder entsprechende Eignungszeugnisse der leichteren Wand vorzulegen. Beim Einbau in Metallständerwände oder in Vorsatzschalen sind Körperschallbrücken von Rohrleitungen zu Trennwänden oder Bekleidungen nicht zulässig.

Es sind grundsätzlich körperschallentkoppelte und geräuscharme Armaturen (Auslaufarmaturen, Geräteanschlüsse, Druckspüler, Spülkästen, Durchgangs- und Drosselarmaturen etc.) der

Armaturengruppe I nach DIN 4109 einzusetzen. Abwasserleitungen sind aus Stahlgussrohren (z.B. SML oder akustisch glw.) zu fertigen.

Starke Richtungsumlenkungen (90°-Bögen) sind aus schalltechnischer Sicht möglichst zu vermeiden. Dies gilt auch für innenliegende Entwässerungsleitungen (Dachentwässerung).

Insbesondere bei Trennwänden zu Aufenthaltsräumen ist auf eine sorgfältige Körperschallentkopplung und akustische Abdichtung aller Einbauten zu achten. Die Schallschutzanforderungen sind in diesem Fall z.B. mit einer nochmals zusätzlich vorgesetzten Vorwandinstallationsebene vor der Trennwand zu erfüllen. Die Befestigung sämtlicher Installationen erfolgt wie oben beschrieben in der geeigneten Vorwandinstallationsebene. Durchdringungen durch die geschlossene Trennwand sind soweit wie möglich zu reduzieren. Die Anschlussdetails sind vorab mit dem Ingenieurbüro abzustimmen.

GK-Koffer Entwässerungsleitungen

Wenn Wasserinstallationen (z.B. auch Rohrleitungen zur Entwässerung der Dachflächen) innerhalb von Aufenthaltsräumen verlaufen, ist grundsätzlich der höchstzulässige Schalldruckpegel im Raum nach DIN 4109-1, Tabelle 9 einzuhalten (vgl. Kapitel 2.3.2 des vorliegenden Berichts). Wenn diese Anforderung durch die Rohrleitung alleine nicht erfüllt werden kann, sind zusätzliche bauakustische Maßnahmen erforderlich. Dies kann bei Bedarf z.B. mittels Abkofferung dieser Rohrleitungen mit Gipskartonplatten erfolgen.

2.3.9 Aufzugsanlagen

Bei der Ausführungsplanung der Aufzugsanlagen ist die DIN 8989 (Ausgabe August 2019: Schallschutz in Gebäude – Aufzügen) sowie die VDI 2566 zu beachten. Grundsätzlich ist hier hinreichender baulicher Schallschutz gegeben, die körperschalldämmenden Maßnahmen an den Aufzugsanlagen sind so auszulegen, dass unter diesen Voraussetzungen der maximal zulässige Störpegel in den angrenzenden schutzbedürftigen Räumen in jedem Fall eingehalten wird.

Nach aktueller Planung grenzt eine Aufzugsschacht-Wand nicht unmittelbar an schutzbedürftige Aufenthaltsräume (z.B. Unterrichtsräume) an. Der Aufzug ist ins Treppenhaus integriert.

Derzeit ist eine Stahlbetonwand von 25cm an der Treppenhauswand sowie an der Aufzugsschachtwand geplant. Dies entspricht einer flächenbezogenen Masse von $m' \geq 580 \text{ kg/m}^2$.

Hochwertige Körperschallentkopplung des Aufzugstriebwerks mit elastischen Elementen und aller beweglichen Teile gemäß VDI 2566 (bzw. DIN 8989), **Elastische Lagerung EL1**

Die Konstruktionshinweise an die flankierenden Bauteile, nach Abschnitt 2.5.1 sind dabei zu beachten und umzusetzen.

Hinweis: In DIN 8989 sind Schachtwände mit einer Dicke von min. ca. 30 cm gefordert – dies ist aus bauakustischer Sicht zur Erfüllung der Anforderungen der DIN 4109-1 aufgrund der Nutzung als Schule und aufgrund der Lage des Aufzugs aus bauakustischer Sicht nicht erforderlich. Da der Aufzug voraussichtlich, aus organisatorischen Gründen, während der Unterrichtszeiten kaum in Benutzung sein wird. Zudem sind, u.a. an Unterrichtsräume etc., die Schallschutzziele nach DIN 4109, ein maximal zulässiger Schalldruckpegel erzeugt von gebäudetechnischen Anlagen und baulich mit dem Gebäude verbundenen Betrieben nach DIN 4109-1, von $L_{AF \max, n} \leq 35 \text{ dB}$ einzuhalten. Die Schutzziele werden mit einer Auslegung der Schachtwände nach VDI 2566 erfüllt.

2.4 Bauteilanforderungen zu schutzbedürftigen Räumen

Im Folgenden werden Hinweise zu den geplanten Konstruktionen und den flankierenden Bauteilen (erforderliche Schalllängsdämm-Maße, Normflankenpegeldifferenzen) gegeben (→ Kapitel 2.4.1 und 2.4.2). Anschließend werden die erforderlichen Schalldämm-Maße (erf. R_w) für alle bauakustisch relevanten Bauteile benannt und mögliche Konstruktionen aufgezeigt.

Die in der DIN 4109-1:2016-07 genannten Anforderungen an die Luft- und Trittschalldämmung sind als Mindestschallschutzanforderungen zu verstehen, die lediglich vor „unzumutbaren Belästigungen durch Schallübertragung“ schützen und eine „gegenseitige Rücksichtnahme durch Vermeidung unnötigen Lärms“ voraussetzen. Diese Mindestanforderungen sind in jedem Fall verbindlich einzuhalten.

Ein über die Anforderungen der DIN 4109-1:2016-07 hinausgehender, erhöhter Schallschutz zwischen Nutzungseinheiten ist in bestimmten Fällen empfehlenswert, muss jedoch vom Bauherrn gewählt und festgelegt werden.

Die Lage der Wände und Türen mit Anforderungen an den Schallschutz können den Übersichtsplänen im Anhang entnommen werden (→ Anhang – Übersichtspläne Schallschutz).

Die vollständigen Bauteilnachweise nach DIN 4109 finden sich im zugehörigen Dokument „Bauteilkatalog und Bauteilnachweise“.

2.4.1 Schallschutzanforderungen in Schulen

Tabelle 2-2: Schalldämmung in Schulen und vergleichbaren Einrichtungen nach DIN 4109-1:2016-1, Tab. 6

Bauteile	Räume	Bew. Luftschalldämm- Maß erf. R'_w	Norm-Trittschallpegel erf. $L'_{n,w}$
Decken	Decken zwischen Unterrichtsräumen / Decken unter Fluren	≥ 55 dB	≤ 53 dB
	Decken zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und „lau- ten“ Räumen (z.B. Speiseräume, Cafe- terien, Musikräume, Spielräume, Tech- nikzentralen)	≥ 55 dB	≤ 46 dB
	Decken zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und z.B. Sporthallen, Werkräumen etc.	≥ 60 dB	≤ 46 dB
Wände	Wände zwischen Unterrichtsräumen untereinander und zu Fluren	≥ 47 dB	-
	Wände zwischen Unterrichtsräumen und Treppenhäusern	≥ 52 dB	-
	Wände zwischen Unterrichtsräumen und „lauten“ Räumen (z.B. Speise- räume, Cafeterien, Musikräume, Spiel- räume, Technikzentralen)	≥ 55 dB	-
	Wände zwischen Unterrichtsräumen und z.B. Sporthallen, Werkräumen etc.	≥ 60 dB	
Türen	Türen zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und Fluren	≥ 32 dB (erf. R_w im betriebsferti- gen Zustand)	-
	Türen zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen untereinander	≥ 37 dB (erf. R_w im betriebsferti- gen Zustand)	-

2.4.2 Schallschutz innerhalb eigener Nutzungseinheiten (z.B. Büros)

An die trennenden Bauteile innerhalb eigener Nutzungseinheiten werden nach DIN 4109-1:2016-07 keine Mindestanforderungen an den Schallschutz gestellt. Zur Vermeidung von Störgeräuschen aus benachbarten Arbeitsbereichen oder zur Behandlung vertraulicher Angelegenheiten (z.B. bei Büros von Vorgesetzten und Abteilungsleitern) sind geeignete Schallschutzstandards vom Bauherrn/Nutzer festzulegen.

Die nachfolgend genannten Schalldämm-Maße sind den Empfehlungen für Schallschutzstandards innerhalb eigener Nutzungsbereiche nach Beiblatt 2 zu DIN 4109:1989-11 entnommen und stellen einen üblichen bis hochwertigen Bürostandard dar.

Raumtypen (Beispiele)	Qualitative Bewertung	Festgelegte Schalldämm-Maße			
		Bei Wänden: Schalldämm-Maß der Gesamtwand inkl. Tür, sonstigen Einbauten und Flankenübertragung; Bei Türen: $R_{w,R}$ im eingebauten Zustand			
		Bürotrenn- wand R'_w	Flurtrenn- wand R'_w	Türen erf. $R_{w,R}$ im eingebauten Zustand	
zwischen Büros	zum Flur				
Büros Mindestschallschutz	Keine Anforderung an die Vertraulichkeit, Standardschalldämmung zu benachbarten, gleich genutzten Räumen	≥ 37 dB	≥ 37 dB <i>Richtwert, ohne Berücksichtigung der Tür bei $R_{w,R,Tür} = 27$ dB</i>	≥ 32 dB	≥ 27 dB
Büros & Besprechungsräume Erhöhter Schallschutz bei normaler Gesprächslautstärke	Üblicher, hochwertiger Bürostandard bei Anforderungen an die Vertraulichkeit bei normaler Gesprächslautstärke (Gespräche sind im Nachbarraum wahrnehmbar, aber i.d.R. nicht verständlich)	≥ 45 dB	≥ 42 dB	≥ 37 dB <i>Empfehlung bei den Büros des Vorstandes: $R_{w,R,Tür} \geq 40$ dB</i>	≥ 37 dB
Trenndecken Decke über EG					
Luftschalldämm-Maß:		erf. $R'_w \geq 52$ dB			
Norm-Trittschallpegel:		erf. $L'_{n,w} \leq 53$ dB			
<i>Diese Werte entsprechen den empfohlenen, normalen Anforderungen an den Schallschutz innerhalb von Büro- und Verwaltungsgebäuden nach Beiblatt 2 zu DIN 4109:1989.</i>					
<i>Folgender Wert entspricht den empfohlenen, erhöhten Anforderungen an den Schallschutz innerhalb von Büro- und Verwaltungsgebäuden nach Beiblatt 2 zu DIN 4109:1989-11.</i>					
Norm-Trittschallpegel:		erf. $L'_{n,w} \leq 46$ dB			
Treppenläufe und –podeste (Mindestanforderung nach DIN 4109-01:2016-01)					
Norm-Trittschallpegel:		erf. $L'_{n,w} \leq 53$ dB			
<i>Nach DIN 4109-1 gelten – abweichend zu DIN 4109:1989-11 – auch Anforderungen an den Trittschallpegel von Treppenläufen und -podesten in Gebäuden mit Aufzugsanlagen.</i>					

Tabelle 2-3: Empfehlungen für normale und erhöhte Schallschutzanforderungen an Trennwände und Türen zu eigenen Büroräumen sowie an Decken und Treppenläufe innerhalb eigener Nutzungseinheiten in Anlehnung Beiblatt 2 zu DIN 4109:1989-11

2.5 Bauteilnachweise

Im Folgenden werden Hinweise zu den geplanten Konstruktionen und den flankierenden Bauteilen (erforderliche Schalllängsdämm-Maße, Normflankenpegeldifferenzen) gegeben (→ Kapitel 2.5.1).

R'_w Bewertetes Schalldämm-Maß im eingebauten Zustand inkl. aller flankierenden Bauteile / Nebenwegübertragungen über Einbauten, Durchdringungen etc.
→ **Bauteilanforderung bzgl. Luftschallschutz im fertigen Zustand**

$R_{w,P}$ Prüfstandswert des bewerteten Schalldämm-Maßes ohne flankierende Bauteile (gemessene Schalldämmung unter definierten Labor-Randbedingungen); der Rechenwert ergibt sich aus dem Prüfstandswert unter Abzug eines Vorhaltemaßes:
Bei Wänden / Decken / Fenstern i.d.R.: $R_{w,R} = R_{w,P} - 2\text{dB}$
Bei Türen i.d.R.: $R_{w,R} = R_{w,P} - 5\text{dB}$
Die Vorhaltemaße können je nach Bauteil und Hersteller auch deutlich höher ausfallen (z.B. mobile Trennwände z.T. 10 dB Abzug erforderlich, Systemtrennwände)
→ **Abstimmung mit Hersteller erforderlich, Prüfberichte beachten**

$R_{L,w,R}$ Rechenwert des bewerteten Schalllängsdämm-Maßes von flankierenden Bauteilen, oft auch als Norm-Flankenschallpegeldifferenz ($D_{n,f,w}$) angegeben
→ **charakterisiert die Nebenwegübertragung über Bauteilanschlüsse des trennenden Bauteils**

Hinweis: Bei Trennwänden ist es in der Regel sinnvoller, anstelle des Anforderungswertes im eingebauten Zustand **R'_w** , die entsprechenden erforderlichen Rechenwerte **$R_{w,R}$** der einzelnen Bauteile und ggf. Einbauten auszuschreiben.

$L'_{n,w}$ Bewerteter Norm-Trittschallpegel im eingebauten Zustand inkl. aller flankierenden Bauteile / Nebenwegübertragungen
→ **Bauteilanforderung bzgl. Trittschallschutz im fertigen Zustand**

$\Delta L_{w,R}$ Trittschallverbesserungsmaß der Deckenauflage (Rechenwert)

s' Dynamische Steifigkeit von Dämmschichten (bei schwimmenden Bodenaufbauten/Holzfußböden)
→ **charakterisiert das Federungsvermögen einer Trittschalldämmplatte**
→ **je größer die dynamische Steifigkeit der Trittschalldämmung, desto geringer fällt das Trittschallverbesserungsmaß aus**

Hinweis: Bei der Ausschreibung von schwimmenden Fußbodenaufbauten empfiehlt es sich im Zweifel, beide Anforderungswerte (**$\Delta L_{w,R}$** und **s'**) anzugeben.

Die folgenden bauakustischen Anforderungen basieren auf Erfahrungswerten und sind vorbehaltlich der detaillierten Auslegung im weiteren Planungsverlauf zu verstehen. Im weiteren Planungsverlauf können sich deshalb noch Änderungen ergeben.

2.5.1 Flankierende Bauteile / Konstruktionshinweise

Die nachfolgend genannten Schalllängsdämm-Maße und Hinweise sind zwingend zu beachten und umzusetzen, um den gewünschten Schallschutzstandard im eingebauten Zustand zu erreichen.

Die Norm-Flankenschallpegeldifferenzen ($D_{n,f,w}$) sind als Anforderungswerte zu verstehen.

Schwimmender Estrich:

Im Bereich von schwimmenden Fußbodenaufbauten sind die Trennwände gemäß Herstellerangaben am Rohboden anzuschließen. Der schwimmende Estrich ist an allen aufgehenden Bauteilen mittels Randdämmstreifen vollständig körperschallentkoppelt anzuschließen.

Metallständerwände ohne Schallschutzanforderung (z.B. zwischen reinen Lagern oder Putzmitteln) können auf den Estrich gestellt werden.

Systemboden

Metallständerwände (von Büroräumen u. ä.) können ggf. auf dem Systemboden (Hohlraumboden / Doppelboden) gestellt werden. Sofern die Anforderung an die Schalllängsdämmung nicht allein durch den Systemboden erfüllt werden kann, sind unter den Trennwänden ggf. geeignete Schotts gemäß den Herstellerangaben vorzusehen. Um die Anforderung an den Trittschallschutz zu erfüllen sind ggf. Trittschall-Pads o.ä. erforderlich. Der Systemboden ist an allen aufgehenden Bauteilen mittels Randdämmstreifen vollständig körperschallentkoppelt anzuschließen. Die entsprechenden Prüfberichte des gewählten Systems sind dem Ingenieurbüro vorzulegen.

Um die Raumnutzung bei späteren Umbauten flexibel gestalten zu können, werden die Anforderungswerte des Systembodens so ausgelegt, dass die Trennwände auf den Boden gestellt werden können.

Richtqualität: z.B. Knauf GIFAfloor FHB 32 mit „PGR-Dämmplättchen“ gemäß Herstellerangaben oder bauakustisch gleichwertig.

Erforderliche Schalllängsdämm-Maße erf. $D_{n,f,w}$ / erf. $R_{L,w}$:

Übliche Büroräume (ohne Anforderung an die Vertraulichkeit)

Systemboden erf. $D_{n,f,w} \geq 50$ dB

Räume mit erhöhten Anforderungen

Systemboden erf. $D_{n,f,w} \geq 55$ dB

(Büros der Vorstände, Raum für Gespräche mit Anforderung an die Vertraulichkeit z.B. Besprechungsräume, Klassenzimmer u. ä. etc.)

Zur Erfüllung des hohen Schalllängsdämm-Maßes ist gemäß dem Prüfbericht des Herstellers in der Regel zumindest eine Fuge im Systemboden sowie eine akustische Schottung des Hohlraums erforderlich. Die Angaben des Herstellers sind zu beachten.

Erforderliches Trittschallverbesserungsmaß:

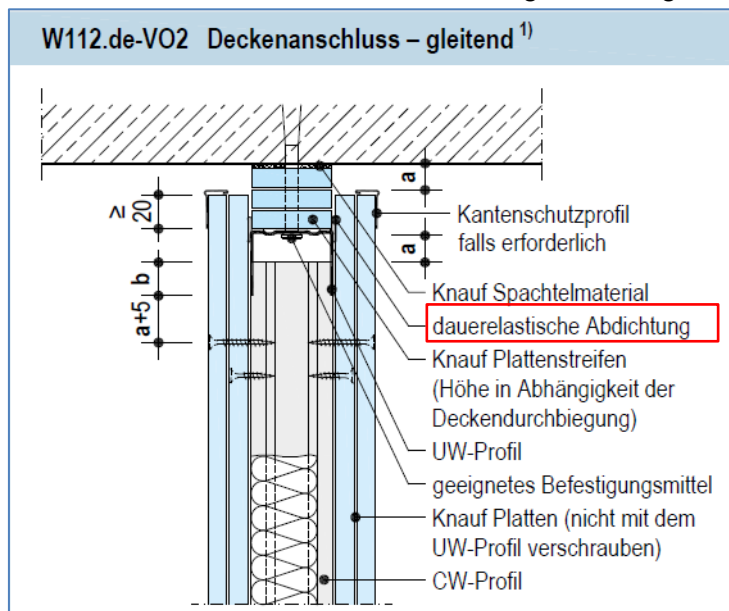
Systemboden erf. $\Delta L_w \geq 16 \text{ dB}$ (Mindestschallschutz)

Die verbessernde Wirkung eines weichfedernden Bodenbelags darf zur Erfüllung der Anforderung herangezogen werden.

Um die **erhöhten Anforderungen an den erforderlichen Norm-Trittschallpegel bei Büro- und Verwaltungsgebäude** nach DIN 4109:1989 zu erfüllen ist ein **Trittschallverbesserungsmaß des Bodenaufbaus: $\Delta L_w \geq 23 \text{ dB}$** erforderlich.

Deckenanschluss:

Metallständerwände sind gemäß den Herstellerangaben an der Rohdecke anzuschließen. Dies gilt gleichermaßen für massive Wände. Sofern aufgrund der erwarteten Deckenbewegungen gleitende Deckenanschlüsse erforderlich sind, sind diese für den Trockenbau mittels Plattenstreifen gemäß Knauf Detail W112-VO2 oder akustisch gleichwertig auszuführen:



Quelle: Knauf Publikation „W11 Knauf Metallständerwände“ vom August 2015
Akustisch gleichwertige Ausführung gemäß den Herstellerangaben anderer Trennwandsysteme ebenfalls möglich.

Dachanschluss – Hallen:

Die Dachkonstruktion ist durch die Trennwand zu unterbrechen, im Bereich des Wandkopfes bedämpft und abgeschottet.

Norm-Flankenpegeldifferenz $D_{n,f,w}$ (horizontal): **erf. $D_{n,f,w} \geq 65 \text{ dB}$**

Dieser Anschluss tritt derzeit nur von lauten zu lauten Hallen auf. Ggf. kann die Anforderung an die Norm-Flankenpegeldifferenz, falls die Anforderung nicht erfüllt werden kann, im weiteren Planungsverlauf reduziert werden. Abstimmung bei Bedarf im weiteren Planungsverlauf.

Flankierende Innenwände:

Die Beplankung flankierender Metallständerwände ist im Bereich der Trennwände vollständig durch eine Fuge zu trennen, sofern keine Brandschutzanforderungen dagegensprechen. Beim Anschluss von massiven Trennwänden (z.B. Mauerwerk an Stahlbeton) ist die Stoßfuge satt zu vermörteln. Massive Trennwände müssen eine flächenbezogene Masse von ca. 460 kg/m² (entspricht ca. 20 cm Stahlbetonwand) aufweisen (Angaben vorbehaltlich detaillierter Berechnung, ggf. Anpassung im weiteren Planungsverlauf).

Systemtrennwände:

Bei Systemtrennwänden (z.B. beim Besprechungsraum) ist zu beachten, dass je nach Hersteller der Prüfstandswert ($R_{w,P}$) um ein gewisses Vorhaltemaß über dem geforderten Bau-Schalldämm-Maß liegen muss (z.B. Fa. Lindner: Vorhaltemaß min. 5 dB). Flankierende Trennwände sind lediglich im Bereich der Trennfuge anzuschließen (Norm-Flankenpegeldifferenz $D_{n,f,w} \geq 52$ dB). Systemtrennwände werden laut Hersteller (z. B. Fa. Lindner o. glw.) grundsätzlich mit gleitenden Deckenanschlüssen ausgeführt. Der Einfluss gleitender Deckenanschlüsse auf das resultierende Schalldämm-Maß ist im Prüfwert bereits enthalten.

Es wird dringend empfohlen, die Anschlüsse an die flankierenden Bauteile sowie Einbauten frühzeitig zu detaillieren und mit einem Hersteller von Systemtrennwänden abzustimmen, um den gewünschten Schallschutzstandard im eingebauten Zustand zu erreichen. Die Auslegung erfolgt im weiteren Planungsverlauf.

Überströmelemente:

Werden Überströmelemente in Trennwänden mit Schallschutzanforderung vorgesehen ist das Ingenieurbüro möglichst frühzeitig zu informieren, um die Schallschutzanforderungen zu definieren.

Wandverjüngungen:

Wandverjüngungen (falls vorhanden) dürfen das Schalldämm-Maß der Gesamtwand nicht wesentlich verschlechtern und sind flächenmäßig auf höchstens etwa 15% der gesamten Wandfläche zu begrenzen. Die Auslegung der Konstruktion erfolgt im weiteren Planungsverlauf.

Bei Räumen mit Schallschutzanforderungen ist von einer akustisch hochwertigen Wandverjüngung auszugehen. Die Ausführung der Wandverjüngung kann z.B. mit beidseitiger Stahlblecheinlage und/oder mit Schallschutzbeplankung und besonders schwerer Hohlraumdämmung (gemäß Knauf Detail W112-SO-H1 bis -H4 oder akustisch gleichwertig) erfolgen.

Durchdringungen / Einbauten:

Durchdringungen (Elektrotrassen, Lüftungskanäle etc.) und Einbauten dürfen das Schalldämm-Maß der Trennwand nicht maßgeblich beeinträchtigen (die Herstellerangaben des Wandsystems, z.B. zur möglichen Anordnung von Steckdosen sind zu beachten, insbesondere z.B. bei gegenüberliegenden Einbauten, Steckdosen etc.). Luftein- und -auslässe und Kanäle von Lüftungsanlagen sind mit entsprechenden Schalldämpfern auszustatten, um eine unzulässige Schallübertragung über die Lüftungsanlage (Telefonie-Effekt) zu vermeiden. Das Schalldämm-Maß von Luftein- und Luftauslässen, Überstromkästen usw. (falls vorhanden) wird im weiteren Planungsverlauf ermittelt.

Sämtliche Öffnungen für Einbauten und Durchdringungen sind in Wandqualität zu schließen oder akustisch gleichwertig zu schotten.

Bei Durchführung von Lüftungskanälen durch Metallständerwände ist in den Wänden eine entsprechende Laibung aus Gipskarton herzustellen, um eine sorgfältige Ausstopfung mit schwerer Mineralwolle (Stopfdichte $\rho \geq 90 \text{ kg/m}^3$) zu ermöglichen. Elektrotrassen können z.B. mittels Weichschott (samt Ablationsbeschichtung) in Wandebene akustisch geschlossen werden (die Einbaubedingungen des Schottsystems sind zu beachten). D.h. bei schutzbedürftigen Räumen ist die Schallübertragung über das angeregte Rohrnetz (bzw. angeregte Luft im Rohrnetz) zwischen den Räumlichkeiten zu unterbinden. Entsprechend sind Schalldämpfer möglichst direkt in der jeweiligen Trennwand anzubringen und die entsprechende Aussparung in Wandqualität zu schließen (wie bereits oben beschrieben).

Schalldämpfer:

Zum Klassenraum / zum Büro mit Anforderung an Vertraulichkeit (z.B. Besprechung)

erf. $D_{n,e,w} \sim 49 \text{ dB}$

Zum Büro ohne Anforderung an Vertraulichkeit

erf. $D_{n,e,w} \sim 40 \text{ dB}$

Genaue Abstimmung erfolgt im weiteren Planungsverlauf nach Vorlage der Abmessungen und Produktdatenblätter etc..

Sollte in den Klassenräumen eine etwas erhöhte Schallübertragung über die Wandung des Schalldämpfers auftreten, könnte diese ggf. z.B. durch eine zusätzliche Verkleidung des Schalldämpfers (z.B. mit 2-3 cm Hohlraumdämmung und zusätzlicher Blechverkleidung) kompensiert werden.

Alternativ ist die Ausbildung eines GK-Kanals (doppellagig beplankt) mit sorgfältiger Ausstopfung des Hohlraumes (Länge ca. 0,5 m beidseits der Trennwand; Stopfdichte $\rho \geq 90 \text{ kg/m}^3$) möglich. Die entsprechenden Regeldetails der Durchdringungen sind möglichst frühzeitig – insbesondere auch wegen der erwarteten hohen Installationsdichte – möglichst mit dem Ingenieurbüro

abzustimmen, um die geforderten Schalldämm-Maße der Bauteile im eingebauten Zustand sicherzustellen.

2.5.2 Trennwände zu Klassenräumen u. ä.

Die nachfolgend aufgeführten Anforderungswerte sind von den Trennwänden zu Theorieräumen, Fachräumen, Seminarräumen, etc. zu erfüllen. Die Schallschutzanforderungen nach DIN 4109 können z.B. durch Metallständerwände oder Stahlbetonwände mit folgenden Aufbauten (oder bauakustisch gleichwertig) erfüllt werden:

Metallständerwände

erf. $R_w \geq 56$ dB (nach DIN 4109:2018)

Möglicher Aufbau z.B. (oder bauakustisch gleichwertig):

Einfach-Metallständerwand $D = 125$ mm

2 x 12,5 mm Beplankung mit GK-Platten gem. Herstellerangaben

Profil CW 75, 60 mm Hohlraumdämmung gem. Herstellerangaben

Alternativ:

Massive Wände:

Stahlbetonwand (z.B. ≥ 20 cm Dicke)

Türen zwischen Klassenräumen u. ä.:

erf. $R_{w,P} \geq 42$ dB

erf. $R_w \geq 37$ dB (im eingebauten Zustand)

Türen von Fluren zu Klassenräumen u. ä.:

erf. $R_{w,P} \geq 37$ dB

erf. $R_w \geq 32$ dB (im eingebauten Zustand)

2.5.3 Trennwände zwischen Treppenhaus und Klassenräumen u. ä.

Die nachfolgend aufgeführten Anforderungswerte sind von den Trennwänden zu Theorieräumen, Fachräumen, Seminarräumen, etc. zu erfüllen. Die Schallschutzanforderungen nach DIN 4109 können z.B. durch Metallständerwände oder Stahlbetonwände mit folgenden Aufbauten (oder bauakustisch gleichwertig) erfüllt werden:

Metallständerwände

erf. $R_w \geq 63$ dB (nach DIN 4109:2018)

Möglicher Aufbau z.B. (oder bauakustisch gleichwertig):

Einfach-Metallständerwand $D = 150$ mm

2 x 12,5 mm Beplankung mit Schallschutzbeplankung gem. Herstellerangaben (z.B. Knauf Diamant o. glw.)
Profil CW 100, 80 mm Hohlraumdämmung gem. Herstellerangaben

Alternativ:

Massive Wände:

Stahlbetonwand (z.B. $\geq 25\text{cm}$ Dicke)

2.5.4 Trennwand zur Halle / Werkstatt

Die nachfolgend aufgeführten Anforderungswerte sind von den Trennwänden zu lauten Räumen z. B. zu Hallen, Werkstätten (Maschinenraum, CNC-Raum, etc.) zu erfüllen. Die Schallschutzanforderungen nach DIN 4109 können z.B. durch Metallständerwände oder Stahlbetonwände mit folgenden Aufbauten (oder bauakustisch gleichwertig) erfüllt werden:

Metallständerwände

erf. $R_w \geq 65 \text{ dB}$ (nach DIN 4109:2018)

Möglicher Aufbau z.B. (oder bauakustisch gleichwertig):

Einfach-Metallständerwand $D = 150 \text{ mm}$

2 x 12,5 mm Beplankung mit GK-Schallschutzplatten (Mischbeplankung Silentboard mit Diamant o. glw.) gem. Herstellerangaben

Profil CW 75, 60 mm Hohlraumdämmung gem. Herstellerangaben

Oder akt. glw. Doppelständerwandaufbau

Alternativ:

Massive Wände:

Stahlbetonwand (z.B. $\geq 30\text{cm}$ Dicke)

Türen zur Halle / Werkstatt:

erf. $R_{w,P} \geq 42 \text{ dB}$

erf. $R_w \geq 37 \text{ dB}$ (im eingebauten Zustand)

Das Schalldämm-Maß des Hallen-Wandbereichs zum Flur, Lager bzw. Ausbilderbüro wird maßgeblich durch Türen (und Festverglasungen, falls vorhanden) bestimmt. Hier ist $R'_w \geq 47 \text{ dB}$ für die Wandelemente qualitativ ausreichend. Anforderungen an die Trennwand siehe Abschnitt 2.5.2.

Es ist organisatorisch sicherzustellen, dass keine lauten Tätigkeiten in den Hallen bzw. Werkstätten nahe den Theorieräumen stattfinden, währenddessen in Theorieräumen ein erhöhtes Schutzbedürfnis besteht (z. B. während Theorieprüfungen o. ä.).

Gesamtes Schalldämm-Maß der Wand (z.B. zum Meisterbüro) mit allen Einbauten wird maßgeblich durch die Tür und die Festverglasung bestimmt:

Festverglasung:

erf. $R_{w,P} \geq 39 \text{ dB}$

erf. $R_w \geq 37$ dB (im eingebauten Zustand)

2.5.5 Trennwand zum Büro / zur Besprechung

Die Mindestanforderungen an den Schallschutz zu üblich genutzten Büroräumen und zu Büro mit Vertraulichkeitsanforderung bzw. zu Besprechungsräumen können zum Beispiel mit folgendem Aufbau erfüllt werden:

Metallständerwände

erf. $R_w \geq 56$ dB (nach DIN 4109:2018)

Möglicher Aufbau z.B. (oder bauakustisch gleichwertig):

Einfach-Metallständerwand $D = 125$ mm

2 x 12,5 mm Beplankung mit GK-Platten gem. Herstellerangaben

Profil CW 75, 60 mm Hohlraumdämmung gem. Herstellerangaben

Bürotüren:

erf. $R_{w,P} \geq 37$ dB

erf. $R_w \geq 32$ dB (im eingebauten Zustand)

Der Mindestschallschutz stellt einen Schutz vor unzumutbaren Belästigungen dar. Soll eine höhere Vertraulichkeit zwischen den Büros und den angrenzenden Flurbereichen erzielt werden (z.B. zum Führen vertraulicher Gespräche), wird empfohlen, eine höherwertige Schallschutztür mit mindestens folgendem Schalldämm-Maß vorzusehen (vgl. Abschnitt 2.3.2):

Bürotüren mit erhöhten Schallschutzanforderungen / Besprechung:

erf. $R_{w,P} \geq 42$ dB

erf. $R_w \geq 37$ dB (im eingebauten Zustand)

Die Prüfstandswerte $R_{w,P}$ von Türen müssen in jedem Fall mindestens 5 dB über dem Anforderungswert im eingebauten Zustand liegen.

Festverglasung (z.B. Teeküche - Working Zone):

erf. $R_{w,P} \geq 42$ dB

erf. $R_w \geq 40$ dB (im eingebauten Zustand)

Bei weiteren Verglasungsanteilen z.B. in Büros zum Flur ist Rücksprache mit IB zu halten. Ggf. ist eine Anpassung der Anforderungswerte erforderlich.

2.5.6 Mobile Trennwand

Bei mobilen Trennwänden sind die hohen Vorhaltemaße je nach Hersteller zu beachten (ca. 10-12 dB). Für eine Kosteneinsparung kann zwischen Klassenräumen oder zur Mensa, falls erforderlich, bei einer funktionierenden Raumakustik, die Anforderung der mobilen Trennwand mit $R'_w \geq 42$ dB somit $R_{w,P}$ (Prüfwert) ≥ 54 dB, gewählt werden (-> qualitativ ausreichend).

Es wird dringend empfohlen, die Anschlüsse an die flankierenden Bauteile frühzeitig zu detaillieren und mit einem Hersteller von mobilen Trennwänden abzustimmen, um den gewünschten Schallschutzstandard im eingebauten Zustand zu erreichen.

2.5.7 Decken

Die Decken sind derzeit als Stahlbetondecke mit einer Dicke von ≥ 32 cm geplant. Als Bodenaufbau ist ein schwimmender Estrich oder Systemboden vorgesehen. Mit den derzeit geplanten Stahlbetondecke mit Aufbau können die Schallschutzanforderungen erfüllt werden.

Geplante Stahlbetondecke:

flächenbezogene Masse $m' \geq 720 \text{ kg/m}^2$

z.B. Stahlbetondecke, $D \geq 30$ cm

Bzw. **Erforderliches Luftschalldämm-Maß**
Erforderlicher Norm-Trittschallpegel

erf. $R'_w \geq 55$ dB (nach DIN 4109:2016)

erf. $L'_{n,w} \leq 53$ dB

Bei Einbau von Hohlkörper- oder anderen Systemdecken; Nachweis durch Vorlage entsprechender Prüfberichte.

Systemboden:

Trittschallverbesserungsmaß des Bodenaufbaus: $\Delta L_w \geq 16$ dB (Mindestschallschutz)

Um die **erhöhten Anforderungen an den erforderlichen Norm-Trittschallpegel bei Büro- und Verwaltungsgebäude** nach DIN 4109:1989 zu erfüllen, ist ein **Trittschallverbesserungsmaß des Bodenaufbaus: $\Delta L_w \geq 23$ dB** erforderlich.

Schwimmenden Estrich:

Trittschalldämmung nach Raumnutzung

Die Trittschalldämmungen dürfen höchstens die nachfolgend genannten dynamischen Steifigkeiten aufweisen:

In allen Räumen im OG und im EG:

erf. $s' \leq 50 \text{ MN/m}^3$

erf. Estrichmasse $\geq 100 \text{ kg/m}^2$

(Trittschallverbesserungsmaß des Bodenaufbaus: $\Delta L_w \geq 23 \text{ dB}$)

Da die Anforderungen an den Trittschall nicht nur in vertikaler Richtung, sondern auch horizontal und diagonal einzuhalten sind, ist auch im Bodenaufbau im Erdgeschoss eine entsprechende Trittschalldämmung von $s' \leq 50 \text{ MN/m}^3$ vorzusehen.

Wird in den Hallenbereichen (Hallen, Meisterbüros, etc.) kein Bodenaufbau z.B. mittels schwimmenden Estrichs, trittschallverbessernden Bodenbelag o. ä. seitens Bauherrn gewünscht, erfolgt durch die fehlende Entkopplung eine stärkere Körperschallübertragung in die umliegenden Räumlichkeiten. Die körperschallemittierenden Schallquellen können vor allem in naheliegenden Räumen hörbar und ggf. auch als störend empfunden werden.

Um die Störungen durch den fehlenden Bodenaufbau zu reduzieren, sind folgende Maßnahmen vorzusehen:

- Geräte und Maschinen, welche Körperschall emittieren, sind körperschallentkoppelt aufzustellen (elastische Lagerung der Geräte und Maschinen in den Hallen, ggf. auf eigenen Maschinenfundamenten).
- Rollwägen oder andere verschiebbaren Elemente sind, wenn möglich, mit weichen Rollen auszustatten
- Zu Prüfungszeiten ist organisatorisch sicherzustellen, dass die naheliegende Halle nicht belegt ist oder dort lediglich ruhige Tätigkeiten mit möglichst wenig Körperschallübertragung ausgeführt werden, um Störungen in den anschließenden Räumen oder auch in den Klassenräumen etc. zu verringern.

2.5.8 Treppen und Treppenpodeste

Nach DIN 4109 gelten in Schulen und vergleichbaren Bauten keine Anforderungen an den Trittschallpegel von Treppenläufen und -podesten.

Für Verwaltungs- und Bürogebäude gelten nach der DIN 4109-1 – abweichend zu DIN 4109:1989-11 – auch Anforderungen an den Trittschallpegel von Treppenläufen und -podesten in Gebäuden mit Aufzugsanlagen.

Nach DIN 4109:2018 sind auch in Verwaltungsgebäuden mit Aufzugsanlage Mindestanforderungen an den Trittschallpegel von Treppenläufen und -podesten gefordert.

Zur Erfüllung der Anforderung sind konstruktiv folgende Maßnahmen (oder akustisch gleichwertig) erforderlich:

Norm-Trittschallpegel: erf. $L'_{n,w} \leq 53 \text{ dB}$

Treppenläufe

elastische Lagerung auf den Podesten, erf. Trittschallverbesserungsmaß $\Delta L_{w,R} \geq \text{ca. } 10 \text{ dB}$

Podeste

Bei monolithischem Verbund mit den Stahlbeton-Treppenraumwänden ist ein schwimmender Estrich o. Ä. auf den Podesten erforderlich.

erf. Trittschallverbesserungsmaß Bodenaufbau Podeste $\Delta L_{w,R} \geq \text{ca. } 15 \text{ dB}$

3 RAUMAKUSTIK

In den Arbeits- und Aufenthaltsräumen, insbesondere den Klassen- und Besprechungsräumen, sind raumakustische Maßnahmen vorzusehen, um unnötig lange Nachhallzeiten zu vermeiden, in lauten Räumen den Lärmpegel soweit wie möglich zu reduzieren und um die Sprachverständlichkeit zu erhöhen.

Grundsätzlich wird in allen Aufenthaltsbereichen angestrebt, die Anforderungen nach DIN 18041 zu erfüllen oder raumakustisch gleichwertig auszuführen. Werden seitens Bauherrn höhere Anforderungen als nach DIN 18041 gestellt, gelten die Anforderungen seitens Bauherrn.

Die Lage der Wände und Türen mit Anforderungen an den Schallschutz können den Übersichtsplänen im Anhang entnommen werden (→ Anhang – Übersichtspläne Raumakustik).

Die vollständigen Bauteilnachweise nach DIN 4109 finden sich im zugehörigen Dokument „Bauteilkatalog und Bauteilnachweise“.

3.1 Nomenklatur Raumakustik

Hinweise zur Ausschreibung Raumakustik (informativ):

Häufig wird bei der Ausschreibung von raumakustischen Maßnahmen der bewertete Einzahlwert α_w ausgeschrieben. Dieser Wert lässt jedoch keine Aussage über den Frequenzverlauf der Schallabsorption zu. Es handelt sich dabei auch nicht, wie häufig angenommen, um den arithmetischen Mittelwert der gemessenen frequenzabhängigen Einzelwerte.

Wir empfehlen daher dringend, anstelle des Einzahlwerts die erforderlichen Absorptionsgrade in Oktavbändern (praktische Absorptionsgrade α_p) auszuscribeiben.

Nomenklatur Raumakustik:

- | | |
|-----------------------------|--|
| α (bzw. α_p) | Schallabsorptionsgrad (bzw. praktischer Schallabsorptionsgrad) auf die Oktavbänder umgerechnet nach DIN EN ISO 11654 |
| α_w | <p>Bewerteter Schallabsorptionsgrad, Angabe als Einzahlwert</p> <p>Einzahlangabe des Schallabsorptionsgrades ermittelt aus verschobener Bezugskurve (negative Abweichung $\leq 0,10$) und Schnittpunkt bei 500 Hz nach DIN EN ISO 11654 (kein arithmetischer Mittelwert der gemessenen frequenzabhängigen Einzelwerte)</p> <p>schallharte (schallreflektierende) Materialien → α_w ist nahezu 0</p> |

schallabsorbierende Materialien

→ α_w ist nahezu 1

Einteilung von Schallabsorberklassen in Abhängigkeit des bewerteten Schallabsorptionsgrades:

α_w - Werte	Schallabsorberklassen	Bewertung
$\geq 0,90$	A	Höchst absorbierend
0,80 – 0,85	B	
0,60 – 0,75	C	Hoch absorbierend
0,30 – 0,55	D	Absorbierend
0,15 – 0,25	E	Gering absorbierend
$\leq 0,10$	nicht klassifiziert	Reflektierend

Hinweis: Schallabsorberklassen geben keinen Aufschluss darüber, ob das betrachtete Produkt für den angedachten Einsatz und Verwendungszweck geeignet ist. Sie geben lediglich einen Bereich an, in dem der bewertete Schallabsorptionsgrad liegt. **Für hochwertige Raumakustik muss der Frequenzverlauf der Absorptionsleistung betrachtet und auf die Anforderungen des Raumes abgestimmt werden.**

Für die raumakustischen Prognosen sind die frequenzabhängigen Absorptionswerte α (bzw. α_p) in Abhängigkeit des Lochbilds, der Konstruktionstiefe und Dämmstoffauflage notwendig. Diese Angaben sollten in der Ausschreibung angegeben werden.

Die Prüfberichte der gewählten Produkte sind dem Ingenieurbüro zur Verfügung zu stellen. Bei unbekannten oder abweichenden Aufbauten sind im Vorfeld (vor der Ausführung) Messungen im Hallraum durchzuführen.

3.2 Klassenzimmer (Seminar-, Theorie-, Fachräume, etc.)

In der DIN 18041 werden Klassenräume u. ä. der Raumgruppe A4 „Unterricht und Kommunikation inklusiv“ zugeordnet (Kommunikationsintensive Nutzungen mit mehreren gleichzeitigen Sprechern verteilt im Raum). Da Neubauten gemäß Bundesgleichstellungsgesetz grundsätzlich inklusiv zu erreichen sind, gelten die höheren Anforderungen an inklusive Nutzungen, d.h. es werden kürzere Nachhallzeiten angestrebt, um auch Personen mit Höreinschränkungen oder bei fremdsprachlicher Nutzung die Kommunikation zu erleichtern.

In den Räumen erfolgt die Grundbedämpfung nach derzeitigem Planungstand über Akustikdecken und teilweise Akustikwände. Es ist ein schallharter Bodenbelag (Linoleum o.ä.) vorgesehen.

Es sind derzeit folgende Absorber vorgesehen:

Deckenabsorber

Absorber	Mindestens erforderliche Schallabsorptionsgrade α_s bei der angegebenen Absorberfläche					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1.000 Hz	2.000 Hz	4.000 Hz
Akustikdecke vollflächig ($\geq 70\%$ der gesamten Deckenfläche) <i>z.B. mittels Holzwolleplatten, 25mm Heradesign Superfine mit 50mm Akustikauflage, Abhanghöhe ≥ 85 mm</i> <i>Oder akustisch gleichwertiges System</i>	0,35	0,90	0,95	0,85	0,90	0,90

Zur Erfüllung der Anforderungen an die Raumgruppe A4 sind zusätzlich zur absorbierenden Decke Wandabsorber erforderlich.

Die erforderliche Fläche an Wandabsorbern ergibt sich aus der zusätzlich erforderlichen äquivalenten Absorptionsfläche in m^2 (Prinzip: je höher der Schallabsorptionsgrad α , desto geringer ist die erforderliche Fläche).

Wandabsorber

(z.B. an der Rückwand im oberen Bereich, jedoch in Sprech- und Hörebene anzubringen)

Absorber	Mindestens erforderliche Schallabsorptionsgrade α_s bei der angegebenen Absorberfläche					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1.000 Hz	2.000 Hz	4.000 Hz
Wandabsorber Fläche $\geq 25\%$ der gesamten Raumgrundfläche <i>(z.B. mittels Holzwolleplatten, 25mm Heradesign Superfine mit 50mm Akustikauflage, Abhanghöhe ≥ 85 mm)</i> <i>Oder akustisch gleichwertiges System)</i>	0,35	0,90	0,95	0,85	0,90	0,90

Da zum aktuellen Planungsstand die geplante Möblierung und die eventuell vorhandenen Einbauten noch nicht bekannt sind und somit nicht berücksichtigt wurden, kann alternativ auch die zusätzliche erforderliche Fläche mittels einer raumakustischen Messung unter Berücksichtigung aller Einbauten und der Möblierung erfolgen, um die tatsächlich erforderliche Fläche, welche für die ggf. zusätzliche Pegelminderung erforderlich ist, zu ermitteln.

Alternativ zu den Wandabsorbern – akustisch wirksame mobile Trennwand

Die mikroperforierte mobile Trennwand muss mindestens folgende Schallabsorptionsgrade aufweisen:

Absorber	Mindestens erforderliche Schallabsorptionsgrade α_s bei der angegebenen Absorberfläche					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1.000 Hz	2.000 Hz	4.000 Hz
Vollflächig mikroperforierte mobile Trennwand <i>z.B. Nüsing gelochte Akustikplatte Typ 3,2/1-26 Lochung 1mm Ø Plattenstärke 26mm oder akustisch gleichwertig</i>	0,05	0,20	0,45	0,85	0,75	0,45

3.3 Werkstatt (Halle, Betonlabor, Maschinen-, Schleif-, CNC-Raum etc.)

Zur Sicherstellung einer ausreichenden Sprachverständlichkeit sowie zur Pegelminderung in lauten Räumen sind in der Werkstatt u. ä. raumakustische Maßnahmen erforderlich.

Die Räumlichkeiten Werkstatt (Halle, Betonlabor, Maschinen-, Schleif-, CNC-Raum etc.) ordnen sich nach DIN 18041 in die Raumgruppe RG B5 ein. Seitens Bauherrn / Fördergeber sollen diese Räumlichkeiten jedoch in die Raumgruppe RG A3 eingeordnet werden (siehe hierzu AKTENNOTIZ 4 – BAUHERREN JOUR FIXE -PLANUNG vom 10.06.22) dies erfordert, im Vergleich zur RG B5, teilweise größere Absorberflächen.

In den Räumen erfolgt die Grundbedämpfung nach derzeitigem Planungstand über Akustikdecken und teilweise Akustikwänden. Es ist ein schallharter Bodenbelag vorgesehen.

Hallen

Absorber	Mindestens erforderliche Schallabsorptionsgrade α_s bei der angegebenen Absorberfläche					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1.000 Hz	2.000 Hz	4.000 Hz
Akustisch wirksame Trapezprofildecke 135/310, vollflächig <i>Lochanteil ca. $\geq 19\%$, mit Sickenfüllern (ca. 20 -30 mm Vlieskaschierte Mineralfaser in den Trapezsicken)</i>	0,25	0,75	0,70	0,65	0,60	0,65
Oder akustisch gleichwertiges Deckensystem						

Je nach Flächenbelegung und Ausführung der Deckenstrahlplatten (möglichst gelochtes Blech), ist die Wandabsorberfläche im weiteren Planungsverlauf ggf. anzupassen. Abstimmung im weiteren Planungsverlauf nach genauen Angaben der Belegung (Deckenspiegel) und Art der Deckenstrahlplatten.

Zur Erfüllung der Anforderungen an die Raumgruppe RG B5 bzw. A3 sind zusätzlich zur absorbierenden Decke Wandabsorber erforderlich.

Die erforderliche Fläche an Wandabsorbern ergibt sich aus der zusätzlich erforderlichen äquivalenten Absorptionsfläche in m² (Prinzip: je höher der Schallabsorptionsgrad α , desto geringer ist die erforderliche Fläche).

Wandabsorber

(z.B. möglichst umlaufend im oberen Bereich, jedoch auch in Sprech- und Hörebene anzubringen)

Absorber	Mindestens erforderliche Schallabsorptionsgrade α_s bei der angegebenen Absorberfläche					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1.000 Hz	2.000 Hz	4.000 Hz
Wandabsorber Fläche ≥ 90 % der gesamten Raumgrundfläche <i>(z.B. mittels Holzwoleplatten, 25mm Heradesign Superfine mit 50mm Akustikauflege, Abhanghöhe ≥ 85 mm)</i> <i>Oder akustisch gleichwertiges System)</i>	0,35	0,90	0,95	0,85	0,90	0,90

Hinweis: Die Erfahrung zeigt, dass aufgrund der geringen Streuung in großen Hallen die gemessenen Nachhallzeiten häufig deutlich höher als die prognostizierten Nachhallzeiten liegen. Die Prognoseberechnung basiert auf der Annahme ideal diffuser Schallfelder, die insbesondere bei großen Hallen so nicht gegeben sind. Um diesem Effekt Rechnung zu tragen, wird eine tendenziell (wo möglich) niedrigere Nachhallzeit (möglichst unter dem Toleranzbereich) in den Hallen angestrebt.

Betonlabor, Maschinen-, Schleif-, CNC-Raum etc.

Absorber	Mindestens erforderliche Schallabsorptionsgrade α_s bei der angegebenen Absorberfläche					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1.000 Hz	2.000 Hz	4.000 Hz
Akustikdecke vollflächig ($\geq 75\%$ der gesamten Deckenfläche) <i>z.B. mittels Holzwolleplatten, 25mm Heradesign Superfine mit 50mm Akustikauflage, Abhanghöhe ≥ 85 mm</i> <i>Oder akustisch gleichwertiges System)</i>	0,35	0,90	0,95	0,85	0,90	0,90

Anders als bei der Raumgruppe RG B5 sind zur Erfüllung der Raumgruppe RG A3 in Betonlabor, Maschinen-, Schleif-, CNC-Raum etc. zusätzliche Wandabsorber notwendig.

Wandabsorber

(z.B. an der Rückwand im oberen Bereich, jedoch in Sprech- und Hörebene anzubringen)

Absorber	Mindestens erforderliche Schallabsorptionsgrade α_s bei der angegebenen Absorberfläche					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1.000 Hz	2.000 Hz	4.000 Hz
Wandabsorber Fläche $\geq 15\%$ der gesamten Raumgrundfläche <i>(z.B. mittels Holzwolleplatten, 25mm Heradesign Superfine mit 50mm Akustikauflage, Abhanghöhe ≥ 85 mm)</i> <i>Oder akustisch gleichwertiges System)</i>	0,35	0,90	0,95	0,85	0,90	0,90

Direkt im Bereich der Schallquelle (Maschinen) können zusätzl. Absorber (z.B. aixFOAM o.glw.) platziert werden, um den Schalldruckpegel zu reduzieren (Pegelminderung durch Absorption), aufgrund von möglichem Funkenflug und großer Hitzeentwicklung etc. sind die Absorber in der entsprechenden Brandklasse auszuführen.

3.4 Büroraum

In den Büroräumen werden Heiz-Kühldecken-Segel eingebaut. Nach Angaben der TGA-Fachplanung werden ca. 60% der Deckenfläche aktiv belegt, die nachfolgend aufgeführten Schallabsorptionsgrade sind einzuhalten. Nach Abzug von schallharten Einbauten, Randfriesen, etc. ist die passive Deckenfläche möglichst effektiv schallabsorbierend auszuführen, die unten genannten Schallabsorptionsgrade gelten für die aktiven Elemente. Bei passiven Elementen sind im Regelfall deutlich bessere /höhere Schallabsorptionsgrade möglich.

Deckenabsorber

Absorber	Mindestens erforderliche Schallabsorptionsgrade α_s bei der angegebenen Absorberfläche					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1.000 Hz	2.000 Hz	4.000 Hz
Aktiverte Deckensegel ohne Isolierung möglichst vollflächig ($\geq 60\%$ der Deckenfläche) <i>z.B. Zehnder GmbH, gelochte Aluminium Deckensegel aktiv belegt ohne Dämmlage, 400mm Konstruktionstiefe (Abhanghöhe), freier Querschnitt 22%, oder akustisch gleichwertig</i>	0,55	0,75	0,70	0,75	0,70	0,55

Informativ: Baffeln sind als Deckenabsorber für Büroräume (vor allem für Großraumbüros) u. ä. ungünstig. Bei ungünstiger Anordnung und Sprechrichtung in Kombination ist die Deckenabsorption der Baffeln durch deren Stellung unwirksam und Gespräche / andere Geräusche sind unerwünscht am anderen Raumende deutlich wahrnehmbar oder auch verständlich. Abstimmung im weiteren Planungsverlauf folgt.

Wird lediglich eine aktivierte Deckensegelfläche von ca. 30% zur Deckenfläche belegt ist entsprechend mehr Wand- oder Deckenabsorberfläche erforderlich. Zur Erfüllung der RG B4 zusätzlich z.B. 70% der sichtbaren Deckenfläche (abzüglich Deckensegelfläche) akustisch wirksam, gemäß Punkt 3.5 zu belegen.

3.5 Besprechungsraum etc.

In allen Besprechungsräumen u. ä. ist die Decke möglichst vollflächig schallabsorbierend, nach Abzug von schallharten Einbauten, Randfriesen, etc., auszuführen. Es ist zusätzlich eine Wandabsorberfläche einzubauen.

Deckenabsorber

Absorber	Mindestens erforderliche Schallabsorptionsgrade α_s bei der angegebenen Absorberfläche					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1.000 Hz	2.000 Hz	4.000 Hz
Akustikdecke vollflächig ($\geq 70\%$ der gesamten Deckenfläche) <i>z.B. mittels Holzwolleplatten, 25mm Heradesign Superfine mit 50mm Akustikauflage, Abhanghöhe ≥ 85 mm</i> <i>Oder akustisch gleichwertiges System)</i>	0,35	0,90	0,95	0,85	0,90	0,90

Alternative Deckenabsorber bei Heizkühl-Deckensegel

Absorber	Mindestens erforderliche Schallabsorptionsgrade α_s bei der angegebenen Absorberfläche					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1.000 Hz	2.000 Hz	4.000 Hz
Aktivierte Deckensegel mit Isolierung möglichst vollflächig ($\geq 70\%$ der Deckenfläche) <i>z.B. Zehnder GmbH, gelochte Aluminium Deckensegel aktiv belegt mit Dämmauflage 25mm, 400mm Konstruktionstiefe (Abhanghöhe), freier Querschnitt 22%, oder akustisch gleichwertig</i>	0,55	0,90	1,00	1,10	1,05	0,85

Wird lediglich eine aktivierte Deckensegelfläche von ca. 35% zur Deckenfläche belegt ist entsprechend mehr Wandabsorberfläche erforderlich. Zur Erfüllung der RG A3 zusätzlich 25% Wandabsorberfläche zur Raumgrundfläche erforderlich. Zur Erfüllung der RG A4 wären es 40% Wandabsorberfläche zur Raumgrundfläche, bei gleicher Deckensegelbelegung, erforderlich.

Informativ: Baffeln sind als Deckenabsorber für Besprechungsräume u. ä. ungünstig. Bei ungünstiger Anordnung und Sprechrichtung in Kombination ist die Deckenabsorption der Baffeln durch deren Stellung unwirksam und Gespräche / andere Geräusche sind unerwünscht am anderen Raumende deutlich wahrnehmbar oder auch verständlich. Abstimmung im weiteren Planungsverlauf folgt.

Zur Erfüllung der Anforderungen an die Raumgruppe A4 sind zusätzlich zur absorbierenden Decke Wandabsorber erforderlich.

Die erforderliche Fläche an Wandabsorbern ergibt sich aus der zusätzlich erforderlichen äquivalenten Absorptionsfläche in m² (Prinzip: je höher der Schallabsorptionsgrad α , desto geringer ist die erforderliche Fläche).

Wandabsorber

(z.B. an der Rückwand im oberen Bereich, jedoch in Sprech- und Hörebene anzubringen)

Absorber	Mindestens erforderliche Schallabsorptionsgrade α_s bei der angegebenen Absorberfläche					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1.000 Hz	2.000 Hz	4.000 Hz
Wandabsorber Fläche $\geq 25\%$ der gesamten Raumgrundfläche <i>(z.B. mittels Holzwolleplatten, 25mm Heradesign Superfine mit 50mm Akustikauflage, Abhanghöhe ≥ 85 mm)</i> <i>Oder akustisch gleichwertiges System)</i>	0,35	0,90	0,95	0,85	0,90	0,90

Da zum aktuellen Planungsstand die geplante Möblierung und die eventuell vorhandenen Einbauten noch nicht bekannt sind und somit nicht berücksichtigt wurden, kann alternativ auch die zusätzliche erforderliche Fläche mittels einer raumakustischen Messung unter Berücksichtigung aller Einbauten und der Möblierung erfolgen, um die tatsächlich erforderliche Fläche, welche für die ggf. zusätzliche Pegelminderung erforderlich ist, zu ermitteln.

Alternativ zu den Wandabsorbern – akustisch wirksame mobile Trennwand

Die mikroperforierte mobile Trennwand muss mindestens folgende Schallabsorptionsgrade aufweisen:

Absorber	Mindestens erforderliche Schallabsorptionsgrade α_s bei der angegebenen Absorberfläche					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1.000 Hz	2.000 Hz	4.000 Hz
Vollflächig mikroperforierte mobile Trennwand <i>z.B. Nüsing gelochte Akustikplatte Typ 3,2/1-26 Lochung 1mm Ø Plattenstärke 26mm oder akustisch gleichwertig</i>	0,05	0,20	0,45	0,85	0,75	0,45

Informativ: Die Variante Heiz-Kühldecken-Segel als Deckenabsorber in Kombination mit der mikroperforierten mobilen TW reichen hier nicht aus, um die Anforderungen nach DIN 18041 A4 zu

erfüllen. Deshalb ist entweder die Fläche der HK-Deckensegel zu erhöhen, z.B. mit passiven Elementen, oder zusätzlich zur mikroperforierten mobilen TW ein Teil der Wandabsorberfläche notwendig (erforderliche Schallabsorptionsgrade siehe oben). Der hier benötigte Flächenanteil an Wandabsorber würde noch ca. 15% der Raumgrundfläche (in Kombination mit der mikroperforierten mobilen Trennwand) betragen. Abstimmung bei Bedarf im weiteren Planungsverlauf.

3.6 Cafeteria / Foyer

Im Foyer / Cafeteria ist, um den zu erwartenden hohen Innenpegel zu reduzieren, die Decke möglichst vollflächig und Teile der Wandfläche schallabsorbierend, nach Abzug von schallharten Einbauten, Randfriesen, etc., auszuführen. Es gelten analog die empfohlenen Maßnahmen wie bei den Klassenräumen u. ä. (Abschnitt 3.2):

Deckenabsorber

Absorber	Mindestens erforderliche Schallabsorptionsgrade α_s bei der angegebenen Absorberfläche					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1.000 Hz	2.000 Hz	4.000 Hz
Akustikdecke vollflächig (gesamter Deckenbereich) <i>z.B. mittels Holzwolleplatten, 25mm Heradesign Superfine mit 50mm Akustikauflage, Abhanghöhe ≥ 85 mm</i> <i>Oder akustisch gleichwertiges System)</i>	0,35	0,90	0,95	0,85	0,90	0,90

Die erforderliche Fläche an Wandabsorbern ergibt sich aus der zusätzlich erforderlichen äquivalenten Absorptionsfläche in m^2 (Prinzip: je höher der Schallabsorptionsgrad α , desto geringer ist die erforderliche Fläche).

Wandabsorber

(z.B. möglichst umlaufend im oberen Bereich, jedoch auch in Sprech- und Hörebene anzubringen)

Absorber	Mindestens erforderliche Schallabsorptionsgrade α_s bei der angegebenen Absorberfläche					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1.000 Hz	2.000 Hz	4.000 Hz
Wandabsorber Fläche $\geq 90\%$ der gesamten Raumgrundfläche <i>(z.B. mittels Holzwolleplatten, 25mm Heradesign Superfine mit 50mm Akustikauflage, Abhanghöhe ≥ 85 mm)</i> <i>Oder akustisch gleichwertiges System)</i>	0,35	0,90	0,95	0,85	0,90	0,90

Hinweis: Die Erfahrung zeigt, dass aufgrund der geringen Streuung in großen Hallen die gemessenen Nachhallzeiten häufig deutlich höher als die prognostizierten Nachhallzeiten liegen. Die Prognoseberechnung basiert auf der Annahme ideal diffuser Schallfelder, die insbesondere bei großen Hallen so nicht gegeben sind. Um diesem Effekt Rechnung zu tragen, wird eine tendenziell (wo möglich) niedrigere Nachhallzeit (möglichst unter dem Toleranzbereich) in den Hallen angestrebt.

3.7 Sonstige Aufenthaltsräume (z.B. Personalaufenthalt)

Um einen guten akustischen Komfort sicherzustellen, wird empfohlen, in allen Räumen, die dem Aufenthalt von Personen dienen, raumakustische Maßnahmen vorzusehen. Es gelten analog die empfohlenen Maßnahmen wie bei den Arbeitsräumen/Büroräumen (Abschnitt 3.4):

Richtwert der Schallabsorptionsgrade geeigneter Deckensysteme:

Absorber	Mindestens erforderliche Schallabsorptionsgrade α_s bei der angegebenen Absorberfläche					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1.000 Hz	2.000 Hz	4.000 Hz
Akustikdecke möglichst vollflächig <i>z.B. mittels Holzwolleplatten, 25mm Heradesign Superfine mit 50mm Akustikauflage, Abhanghöhe ≥ 85 mm</i> <i>Oder akustisch gleichwertiges System)</i>	0,35	0,90	0,95	0,85	0,90	0,90

Informativ: Baffeln sind als Deckenabsorber für (sonstige) Aufenthaltsräume (Marktplatz o. ä.) u. ä. ungünstig. Bei ungünstiger Anordnung und Sprechrichtung in Kombination ist die Deckenabsorption der Baffeln durch deren Stellung unwirksam und Gespräche / andere Geräusche sind unerwünscht

am anderen Raumeinde deutlich wahrnehmbar oder auch verständlich. Abstimmung im weiteren Planungsverlauf folgt.

3.8 Verkehrsflächen (mit / ohne Aufenthaltsqualität) / Umkleiden etc.

An Verkehrsflächen, großen Umkleiden und großen Sanitärräumen werden in DIN 18041 keine Anforderungen an die Nachhallzeiten gestellt, es wird jedoch empfohlen, die raumakustische Qualität der Raumgruppe B3 (nach Abschnitt 3.4) zu erfüllen. Aufgrund der langen, ansonsten schallharten Flure wird in diesem Bauvorhaben empfohlen, die Decken absorbierend auszuführen.

In Fluren ohne Aufenthaltsqualität / Umkleiden kann auf Dämmauflagen der Akustikdecken i.d.R. verzichtet werden.

4 THERMISCHE BAUPHYSIK

Der Neubau umfasst drei Geschosse, Untergeschoss, Erdgeschoss sowie ein Obergeschoss. Die thermische Hülle des Neubaus verläuft grundsätzlich entlang der äußeren Umfassungsflächen. Das Kellergeschoss ist mit inbegriffen. Falls sich im Untergeschoss Räumlichkeiten mit Verbindung zur Außenluft, z.B. Notstromaggregat, Trafo etc. befinden, sind diese zudem an den Bauteilen (z. B. Decke / Innenwand) zum beheizten Bereich mit einer Dämmung von $WLG \leq 045$ und einer Dicke von $\geq 6\text{cm}$ zu dämmen. Zudem sind Schleppstreifen mit ca. 1m Länge auszuführen. Bei Bauteilen die ggf. die thermische Hüllfläche durchdringen, z.B. Fortluftkanal etc., ist eine Flankendämmung anzubringen, Abstimmung im weiteren Planungsverlauf.

4.1 Bauteilübersicht

Hinweis: Die nachfolgend aufgeführten Dämmstärken basieren auf Erfahrungswerten. Naturgemäß können hierbei im weiteren Planungsverlauf (meist geringfügige) Änderungen der Dämmstärken erforderlich werden, um beispielsweise auf Änderungen der Gebäudegeometrie, der Konstruktion oder auf Änderungen bei der Anlagentechnik zu reagieren.

Tabelle 4-1: Neubau ohne den Hallenbereich

Bauteil	Dämmstoffdicke ¹⁾ in cm	Wärmeleitfähigkeit in W/(mK)	U-Wert in W/(m²K)	Bemerkung / Hinweis
Außenwand gegen Außenluft	16 / 18	0,035 / 0,040	≈ 0,24	Fassadenanker oder sonstige Unterkonstruktionen, die die Dämmebene durchdringen, sind thermisch zu entkoppeln; höchstzulässiger Zuschlag infolge der Fassaden-Unterkonstruktion: max. $\Delta U = 0,05 \text{ W/m}^2\text{K}$ ($0,03 \text{ W/m}^2\text{K}$ bei z. B. Edelstahl-UK möglich). Bei z. B. Alu-UK kann der max. ΔU ggf. nicht eingehalten werden, die Dämmstärke ist entsprechend zu erhöhen. Ggf. ist je nach Fugenbreite bzw. Fugenanteil bei vorgehängten hinterlüfteten Fassaden eine diffusionsoffene Folie vorzusehen.
Außenwand gegen Erdreich	12	0,040	≤ 0,31	Perimeterdämmung; Abdichtung gemäß Bodengutachten, erf. Druckbelastbarkeit gemäß Angaben Tragwerksplanung

Bauteil	Dämmstoffdicke ¹⁾ in cm	Wärmeleitfähigkeit in W/(mK)	U-Wert in W/(m²K)	Bemerkung / Hinweis
Decke gegen Außenluft unten (z.B. Eingangsbereich - Durchfahrt)	16 / 18	0,035 / 0,040	0,21	<p>Bei Rücksprüngen des darunterliegenden Geschosses (-> Eingänge) unterseitige Dämmung des auskragenden Bauteils. Bei Durchfahrten absorbierende Dämmung z.B. Tektalan o. glw.</p> <p>Bei vorgehängten Fassaden U-Wert: $\leq 0,24$ W/m²K: Fassadenanker oder sonstige Unterkonstruktionen, die die Dämmebene durchdringen, sind thermisch zu entkoppeln; höchstzulässiger Zuschlag infolge der Fassaden-Unterkonstruktion: max. $\Delta U = 0,05$ W/m²K (0,03 W/m²K bei z. B. Edelstahl-UK möglich). Bei z. B. Alu-UK kann der max. ΔU ggf. nicht eingehalten werden, die Dämmstärke ist entsprechend zu erhöhen.</p> <p>Ggf. ist je nach Fugenbreite bzw. Fugenanteil bei vorgehängten hinterlüfteten Fassaden eine diffusionsoffene Folie vorzusehen.</p>
Bodenplatte UG	12	0,040	$\leq 0,31$	Perimeterdämmung; Abdichtung gemäß Bodengutachten, erf. Druckbelastbarkeit gemäß Angaben Tragwerksplanung
Bodenplatte EG	16 (inkl. TSD)	0,040	$\leq 0,24$	Perimeterdämmung Dicke ≥ 12 cm; Abdichtung gemäß Bodengutachten, erf. Druckbelastbarkeit gemäß Angaben Tragwerksplanung
Flachdächer / Dachterrassen	energetisches Mittel ca. 18	0,035	0,19	U-Wert = Anforderungswert. Bei Gefälledämmung: konstruktiv min. 12 cm an tiefster Stelle; Nachweis des U-Wertes mittels Gefälleplan.
Fenster / Fassade	$U_w / U_{cw} \leq 1,0$ Richtwerte Verglasung: $U_g \leq 0,6$			Dreischeibenverglasung mit thermisch verbessertem Randverbund; thermisch optimierte Pfosten-Riegel-Konstruktionen / Rahmen;
Fassade mit opaken Paneelen (falls vorhanden)	≥ 14	0,035	$\approx 0,24$	
Dachflächenfenster / Dachoberlichter	$U_w \leq 1,4$ g-Wert $\leq 0,30$			sommerlichen Wärmeschutz beachten. Anbringung eines außenliegenden Sonnenschutzes ist zu empfehlen. (Falls dies nicht möglich ist: Einsatz einer Sonnenschutzverglasung mit g-Wert $\leq 0,30$ (Richtwert))
Türen	1,80 1,2 Cafeteria			Große verglaste Eingangstüren (z.B. Cafeteria) mit U-Wert $\leq 1,20$ W/m²K

- 1) Bei Verwendung von Baustoffen mit geringerer Wärmeleitfähigkeit kann die Dämmstoffdicke verringert werden.

Tabelle 4-2: Hallenbereich

Bauteil	Dämmstoffdicke ¹⁾ in cm	Wärmeleitfähigkeit in W/(mK)	U-Wert in W/(m²K)	Bemerkung / Hinweis
Außenwand gegen Außenluft	12 / 14	0,035 / 0,040	≈ 0,30	Fassadenanker oder sonstige Unterkonstruktionen, die die Dämmebene durchdringen, sind thermisch zu entkoppeln; höchstzulässiger Zuschlag infolge der Fassaden-Unterkonstruktion: max. $\Delta U = 0,05 \text{ W/m}^2\text{K}$ Ggf. ist je nach Fugenbreite bzw. Fugenanteil bei vorgehängten hinterlüfteten Fassaden eine diffusionsoffene Folie vorzusehen.
Bodenplatte EG	12	0,040	≤ 0,31	Perimeterdämmung; Abdichtung gemäß Bodengutachten, erf. Druckbelastbarkeit gemäß Angaben Tragwerksplanung;
Flachdächer / Dachterrassen	energetisches Mittel ca. 14	0,035	0,24	U-Wert = Anforderungswert. Bei Gefälledämmung: konstruktiv min. 8 cm an tiefster Stelle; Nachweis des U-Wertes mittels Gefälleplan.
Fenster / transluzente Fassade	$U_w / U_{cw} \leq 1,2$ Richtwerte Verglasung: $U_g \leq 1,0$ Transluzente Fassade: g-Wert ≤ 0,30			Transparente Zweischeibenverglasung mit thermisch verbessertem Randverbund; thermisch optimierte Pfosten-Riegel-Konstruktionen / Rahmen;
Fassade mit opaken Paneelen (falls vorhanden)	≥ 14	0,035	≈ 0,24	
Dachflächenfenster / Dachoberlichter (falls vorhanden)	$U_w \leq 1,4$ g-Wert ≤ 0,30			Falls Dachflächenfenster/Dachoberlichter vorhanden sind: sommerlichen Wärmeschutz beachten. Anbringung eines außenliegenden Sonnenschutzes ist zu empfehlen. (Falls dies nicht möglich ist: Einsatz einer Sonnenschutzverglasung mit g-Wert ≤ 0,30 (Richtwert))
Türen / Tore	1,80			

- 1) Bei Verwendung von Baustoffen mit geringerer Wärmeleitfähigkeit kann die Dämmstoffdicke verringert werden.

Es wird pauschal ein Wärmebrückenzuschlag ΔU_{WB} von $0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$ angesetzt. Unabhängig davon sind die Anforderungen an den Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2, den Feuchteschutz nach DIN 4108-3 und die Luftdichtheit nach 4108-7 zu erfüllen.

4.2 Sommerlicher Wärmeschutz

Grundsätzlich ist anzumerken, dass ein außenliegender automatisch nach Solarstrahlung gesteuerter Sonnenschutz vor Arbeits- und Aufenthaltsräumen aus thermischer Sicht zu bevorzugen ist. Soll überwiegend kein außenliegender automatisch nach Solarstrahlung gesteuerter Sonnenschutz eingebaut werden, sind folgende Maßnahmen zu berücksichtigen:

Vor allen transparenten Bauteilen (Fenstern, Fenstertüren etc.) von Arbeits- und Aufenthaltsräumen in Ost-, Süd- und Westausrichtungen ist ein Sonnenschutzverglasung $g\text{-Wert} \leq 0,40$ sowie ein innenliegender hochreflektierender Blendschutz $F_c \leq 0,65$ mit geringer Transparenz $\leq 10\%$ und hoher Reflexion von $\geq 60\%$ vorzusehen. Aufgrund der diffusen Strahlung ist auch an den nach Norden ausgerichteten Arbeits- und Aufenthaltsräumen, zumindest ein innenliegender hochreflektierender Blendschutz $F_c \leq 0,65$ vorzusehen. Die bauliche Verschattung durch den Balkonvorbau an der Ost- und teilweise Südfassade ist an der Decken- bzw. Bodenfläche möglichst opak auszubilden, um den direkten Strahlungseintrag möglichst zu vermeiden (transparente Baustoffe wie z.B. Gitterroste etc. sind nicht zulässig). Wird die vertikale Begrünung an den Balkonvorbauten in der Nutzung nicht ausreichend gepflegt und entsteht somit keine flächige „grüne Wand“ (zumindest von Frühjahr bis Herbst), sind durch eine erhöhte direkte Solareinstrahlung auch höhere Innentemperaturen möglich (ggf. unzureichender sommerlicher Wärmeschutz). Auch das Vordach an der Westseite im Bereich der Hallen ist möglichst opak auszubilden.

Die Ausnahme gilt für die Südfassade von Arbeits- und Aufenthaltsräumen ohne Vorbauten (bauliche Verschattungen). Hier ist vor den transparenten Bauteilen (Fenstern, etc.) von Arbeits- und Aufenthaltsräumen ein außenliegender Sonnenschutz mit $F_c \leq 0,25$ vorzusehen (vor Fenstertüren kann weiterhin die Sonnenschutzverglasung mit $g\text{-Wert} \leq 0,40$ eingesetzt werden). Das Sonnenschutzsystem ist automatisch fassadenweise in Abhängigkeit der Solarstrahlung zu steuern. Bei den außenliegenden Sonnenschutzsystemen ist auf eine möglichst windstabile Ausführung zu achten (Empfehlung: schienengeführtes System).

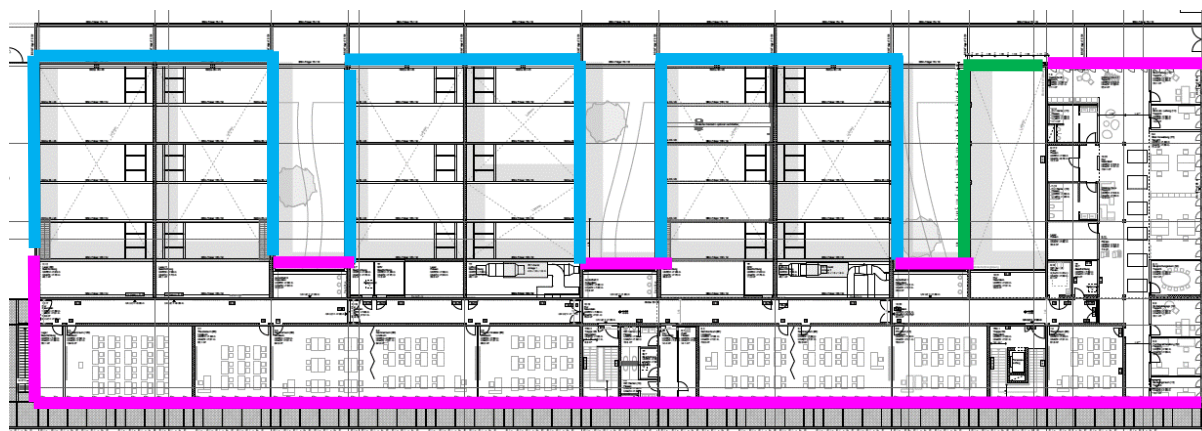
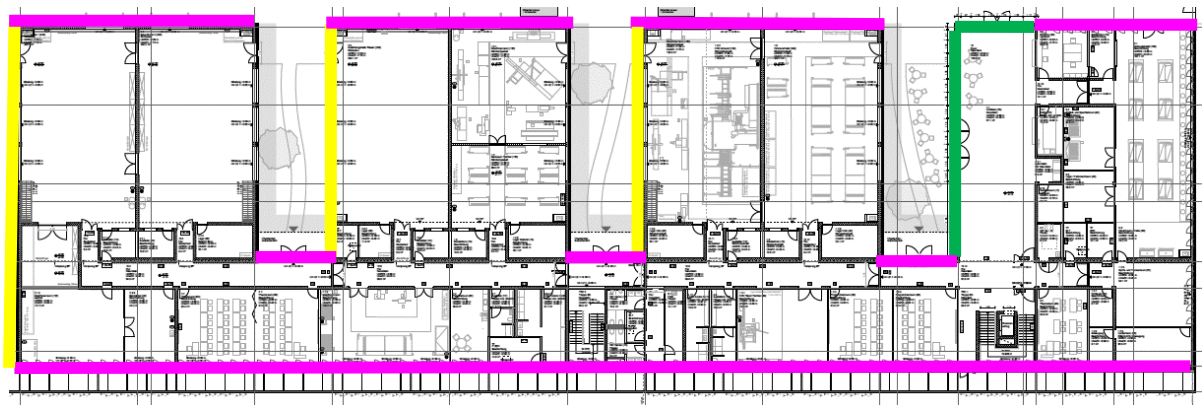
Im Obergeschoss der Werkstätten sind die transluzenten Fassaden (Profilitverglasung o. glw.) mit einem $g\text{-Wert}$ von ca. $\leq 0,30$ vorzusehen. Aufgrund der starken Besonnung ist die transluzente Fassade an der Südseite der Werkstätten auf $\leq 60\%$ der Gesamtfläche der Südseite im Obergeschoss zu reduzieren. Die restlichen $\geq 40\%$ der Fläche sind opak auszuführen.

Aufgrund des hohen Transparentanteils im Foyer / in der Cafeteria ist neben einem außenliegenden Sonnenschutz an allen Orientierungen mit $F_c \leq 0,25$ eine leichte Sonnenschutzverglasung mit $g\text{-Wert} \leq 0,40$ vorzusehen. Eine Reduzierung des Transparentanteils wird aus bauphysikalischer Sicht empfohlen. Da die Cafeteria / das Foyer nicht mechanisch belüftet werden soll, sind ausreichende Öffnungselemente möglichst verteilt im EG und OG anzuordnen, um eine gute Durchströmung zu ermöglichen und eine Überhitzung zu reduzieren.

Flure & Treppenraum

Es wird empfohlen, auch im Flur & Treppenraum bauliche Maßnahmen zum sommerlichen Wärmeschutz zu ergreifen, um eine übermäßige Aufheizung der Räume zu vermeiden. Wenn kein

außenliegender Sonnenschutz gewünscht wird (der aus thermischer Sicht immer zu bevorzugen ist), sollte zumindest eine Sonnenschutzverglasung mit einem Gesamtenergiedurchlassgrad von $g \leq 0,40$ eingesetzt werden. Darüber hinaus wird dringend empfohlen, möglichst großflächige Öffnungsflächen zur natürlichen Wärmeabfuhr vorzusehen (z.B. über Öffnungsflügel und die Rauchabzugsöffnung), alternativ kann die Wärmeabfuhr in den Verkehrsflächen auch über die Lüftungsanlage mit entsprechendem Luftvolumenstrom (≥ 2 1/h Luftwechselrate) erfolgen.



- | | |
|--|--|
| ■ | Sonnenschutzverglasung $g\text{-Wert} \leq 0,40$ |
| ■ | Außenliegender Sonnenschutz $F_c\text{-Wert} \leq 0,25$ |
| ■ | Transluzente Fassade $g\text{-Wert ca.} \leq 0,30$ |
| ■ | Sonnenschutzverglasung $g\text{-Wert} \leq 0,40$ + außenliegender Sonnenschutz $F_c\text{-Wert} \leq 0,25$ |

Abbildung 4-2: Sonnenschutzmaßnahmen Grundriss EG (oben) und Grundriss OG (unten)

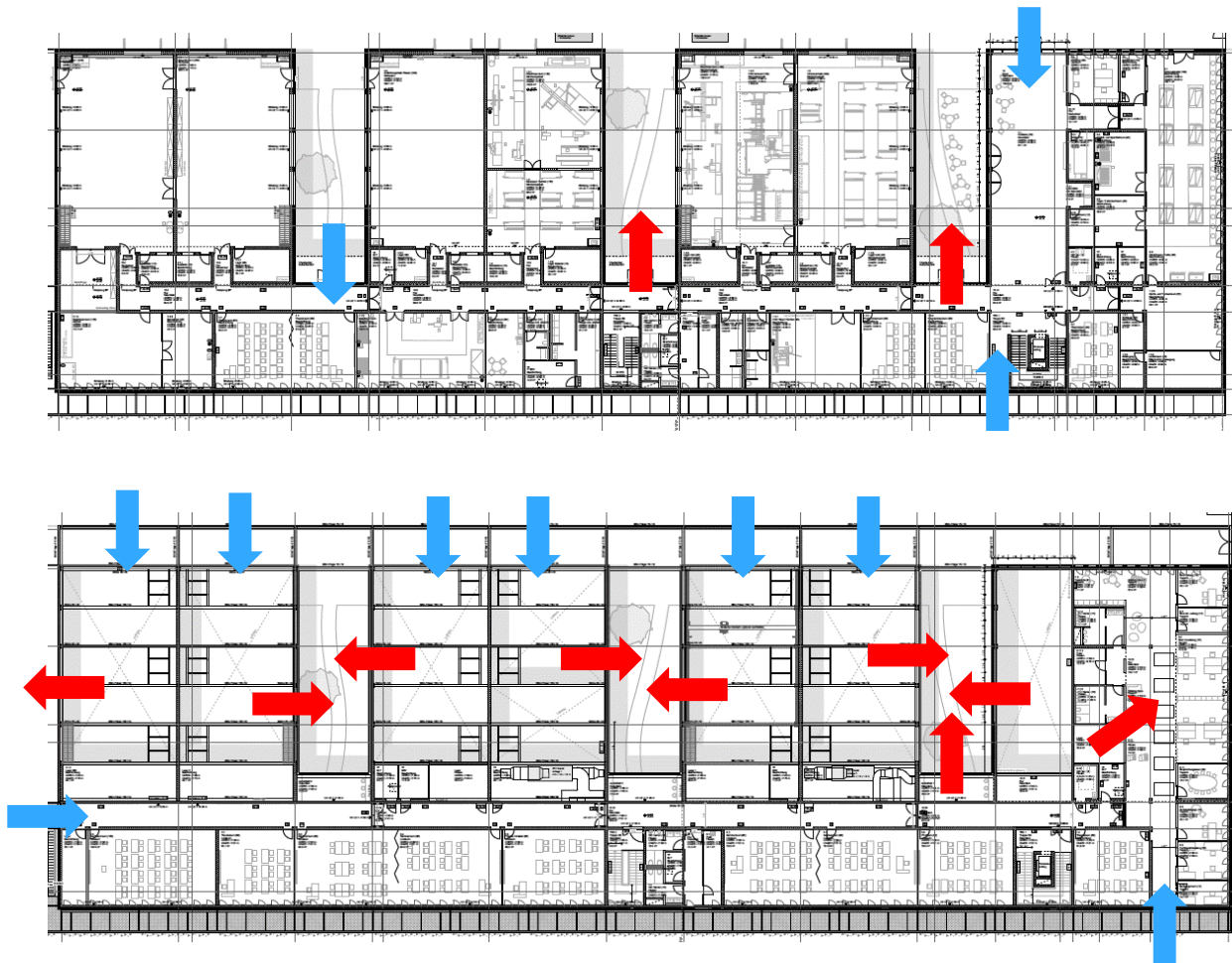


Abbildung 4-2: Nachtentwärmungskonzept über Verkehrsflächen, Hallen, Bürobereich und Foyer / Cafeteria: Grundriss EG (oben) und Grundriss OG (unten)

Lichtkuppeln / Dachoberlichter

Bei transparenten oder transluzenten Lichtkuppeln oder Dachoberlichtern sind diese zumindest mit einer Sonnenschutzverglasung (oder thermisch gleichwertig, z.B. bedruckt o.Ä.) auszuführen:

Gesamtenergiedurchlassgrad (g-Wert) Dachoberlichter / Lichtkuppeln: $g \leq 0,30$

Nachtentwärmung

Für den vereinfachten Nachweis nach DIN 4108-2 sind in allen Aufenthaltsräumen Möglichkeiten zur Nachtentwärmung erforderlich. Die Nachtentwärmung kann über die geplante Lüftungsanlage (≥ 2 1/h Luftwechselrate) oder über die natürliche Fensterlüftung erfolgen (Witterungsschutz / Einbruchschutz / Insektenschutz beachten, Empfehlung motorisierte Öffnungselemente). Zudem wird empfohlen, auch die Verkehrsflächen zu entwärmen. Stehen die Innentüren offen und sind somit die Arbeits- und Aufenthaltsräume im Bürobereich im Luftverbund zu den Verkehrsflächen, können ggf. die Arbeits- und Aufenthaltsräume über die Verkehrsflächen bei entsprechenden

Öffnungsquerschnitten in der Fassade entwärmt werden. Auch in den Hallen und im Foyer sind Öffnungsklappen für die Nachtentwärmung im oberen und unteren Bereich der Fassade vorzusehen. Die Öffnungselemente sind versetzt anzuordnen, um möglichst eine Durchströmung des kompletten Raumes zu ermöglichen.

Falls die Möglichkeit zur Nachtentwärmung nicht konsequent genutzt wird, ist im Gebäude ggf. mit höheren Raumtemperaturen und mit mehr Temperatur-Überschreitungsstunden zu rechnen.

Temperierung / Entwärmung des Gebäudes im Sommer

Um im Gebäude vor allem in Seminar-, Besprechungsräumen u. ä. sowie der Mensa im Sommer akzeptable Raumtemperaturen sicherstellen zu können, ist neben den Sonnenschutzmaßnahmen und der Nachtentwärmung eine effiziente Wärmeabfuhr in den Räumen erforderlich. Aus thermischer Sicht ist der Einsatz flächiger, bauteilintegrierter Systeme zu bevorzugen (z.B. Kühlung mittels Fußbodenheizung / -kühlung), um die thermische Speicherfähigkeit des Baukörpers zu nutzen und um günstige Systemtemperaturen einsetzen zu können. Seitens Bauherrn wurde entschieden keine flächigen bauteilintegrierten Systeme vorzusehen. Stattdessen wird in diesen Bereichen mithilfe mechanischer Be- und Entlüftung die Zuluft gekühlt in die Räumlichkeiten eingebracht (diese deckt jedoch mit den üblichen Luftvolumenströmen nicht den gesamten Kühlbedarf ab). Detailliertere Angaben sind dem Dokument – „thermische Simulation Klassenzimmer“ vom 31.10.22 zu entnehmen. In den Bürobereichen sind zur Entwärmung Kühldeckensegel geplant. Besonders im Bereich mit natürlicher Lüftung ist aus bauphysikalischer Sicht die Kombination mit den Kühldeckensegel nicht optimal. Um dem Kondensatausfall entgegenzuwirken, ist zumindest eine Sensorik mit vorzusehen, welche die Entwärmung über die Kühldeckensegel deaktiviert, wenn die Fenster, bei niedrigeren Außentemperaturen, geöffnet werden.

Hinweis: Es ist zu beachten, dass der vereinfachte Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes keine Aussagen über die erwarteten Raumtemperaturen und über die tatsächliche Wirksamkeit einer Nachtentwärmung zulässt (es wird pauschal ein 2-facher Luftwechsel angesetzt).

Um zuverlässige Prognosen der Raumtemperaturen und der Wirksamkeit der geplanten Maßnahmen zu erhalten, ist stets die detaillierte dynamisch-thermische Simulation zu beachten. In dieser Simulation werden alle relevanten Energieströme (solare und interne Wärmegewinne, natürliche Nachtentwärmung über Fensterlüftung, etc.) realitätsnah angesetzt. Als Ergebnis erhält man dadurch aussagekräftige Informationen zum sommerlichen Temperaturverhalten des untersuchten Raumes.

Vereinfachter Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes nach DIN 4108-2:2013-02

Exemplarische Berechnung eines maßgebenden Klassenraums

Vorhandener Sonneneintragskennwert				
Maßgebender Raum	2.7 Theorie			
Nettogrundfläche A_G	=	62,10	m ²	
Fensterflächen				
	m ²	g-Wert	Fc-Wert	g_{tot}
Fensterfläche vertikal $A_{W,vert}$	16,20	0,40	0,65	0,260
Fensterfläche vertikal $A_{W,vert}$				0,000
Fensterfläche geneigt (0 - 60°) $A_{W,neig}$				0,000
Fensterfläche Nord/verschattet $A_{W,Nord}$				0,000
Fensterfläche Nord/verschattet $A_{W,Nord}$				0,000
gesamte Fensterfläche $A_{w,gesamt}$	=	16,20		
				$S_{vorh} = 0,068$
Zulässiger Sonneneintragskennwert				
S_1 - Nachtlüftung und Bauart	Nutzung: Nichtwohngebäude Klimaregion: C Nachtlüftung: erhöhte Nachtlüftung ($n \geq 2 \text{ h-1}$) Bauart: mittel			
				$S_1 = 0,072$
S_2 - Grundflächenbezogener Fensterflächenanteil	$f_{WG} = 0,261$ $S_2 = 0,000$			
S_3 - Sonnenschutzglas ($g \leq 0,40$)	Anteil Sonnenschutzglas: 1,000 $S_3 = 0,030$			
S_4 - Fensterneigung	$f_{neig} = 0,000$ $S_4 = 0,000$			
S_5 - Orientierung	$f_{Nord} = 0,000$ Nord-, NO-, NW-orientierte Fenster (Neigung $> 60^\circ$) sowie dauernd vom Gebäude selbst verschattete Fenster $S_5 = 0,000$			
S_6 - Einsatz passiver Kühlung	nein Systeme zur Raumkühlung, bei denen nur Energie zur Förderung des Kühlmediums erforderlich ist (z.B. geothermische Kühlung etc.) $S_6 = 0,000$			
				$\sum S_{zul} = 0,102$
Nachweis				
S_{vorh}			S_{zul}	
0,068		≤	0,102	Nachweis erfüllt

5 GEBÄUDEENERGIEGESETZ (GEG)

Bei der Planung wird das jeweils aktuelle, eingeführte Gebäudeenergiegesetz (GEG) berücksichtigt. Ab dem Zeitpunkt der Baueingabe, gilt bis zur Fertigstellung des Gebäudes, die zum Zeitpunkt der Bauantragstellung gültige Fassung des GEG. Für diese Bauvorhaben gilt, nach derzeitigem Kenntnisstand, das GEG 2024 (ab 01.01.24 in Kraft).

Der Neubau fällt in den Geltungsbereich des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) 2024, Teil 2 „Anforderungen an zu errichtende Gebäude“, Abschnitt 2 „Jahres-Primärenergiebedarf und baulicher Wärmeschutz bei zu errichtenden Gebäuden“ Unterabschnitt 2 „Nichtwohngebäude“.

Bei der energetischen Bilanzierung nach DIN V 18599 gemäß GEG wird ein 3-dimensionales thermisches Gebäudemodell erstellt, das die wärmetauschende Hüllfläche sowie die geplante Anlagentechnik abbildet. Das Gebäude wird in Nutzungszonen unterteilt, denen standardisierte Nutzungsprofile nach DIN V 18599-10 zugewiesen werden. Die Bilanzierung erfolgt mit der Software ZUB Helena 2013 Ultra in der aktuellen Version (derzeit v7.122).

Der gesamte Nutz-, End-, und Primärenergiebedarf wird zonenweise bilanziert. Man erhält als Ergebnis den Primärenergiebedarf $Q_{P,ist}$.

Der Anforderungswert wird über ein sogenanntes Referenzgebäude ermittelt. Das Referenzgebäude entspricht in seiner Nutzung und Geometrie dem geplanten Gebäude. Es werden jedoch vom Gesetzgeber vorgegebene Referenzwerte für die energetische Qualität der Hüllflächenbauteile und der Anlagentechnik für die Bilanzierung verwendet. Dieses Referenzgebäude wird ebenso wie das vorliegende Gebäude berechnet und man erhält den Referenz-Primärenergiebedarf $Q_{P,ref}$, welcher den öffentlich-rechtlichen Anforderungswert (Vergleichswert) darstellt.

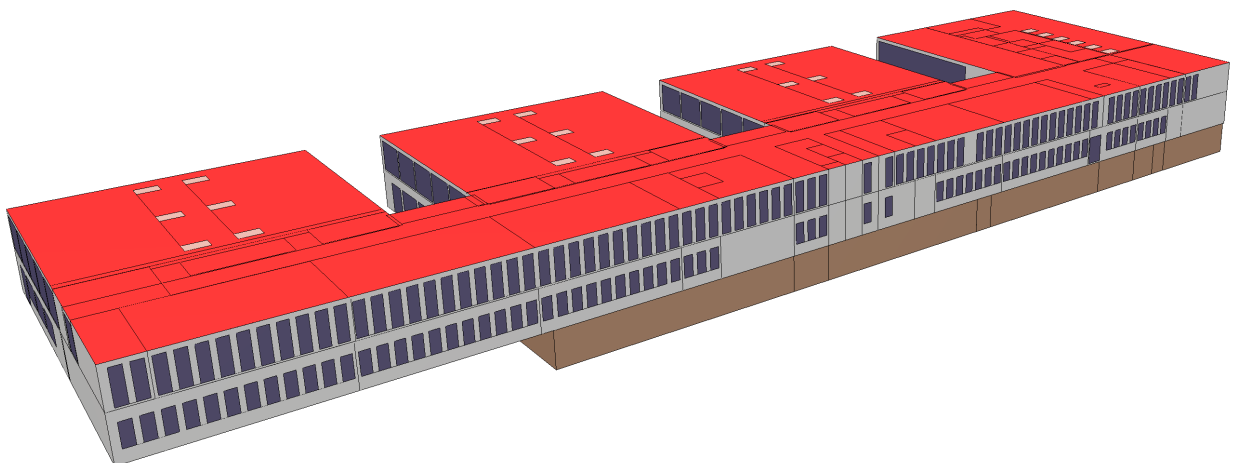


Abbildung 5-1: 3-dimensionales thermisches Gebäudemodell (Perspektive Südost)

5.1.1 Gebäudedaten

Gebäude:	Neubau Handwerkskammer Rheinhessen
Nutzungstyp:	Schule
Geschosse:	3 Geschosse (inkl. Kellergeschoss)
Nettovolumen:	ca. 23.277 m ³
Nettogrundfläche ¹⁾ :	ca. 6.195 m ²
Ort:	Mainz

¹⁾ Energiebezugsfläche für die Bilanzierung nach DIN V 18599 gemäß GEG. Hierbei kann es zu Abweichungen zur vom Architekten ermittelten Fläche kommen.

5.1.2 Gebäudezonen

Folgende Nutzungsprofile wurden den bilanzierten Gebäudezonen zugewiesen:

Bezeichnung	Nutzungsprofil	Nettovolumen [m ³]	Nettogrundfläche [m ²]	Flächenanteil [%]
Arbeitshallen - mittelschwer	22.2 Gewerbliche und industrielle Hallen - mittelschwere Arbeit, überwiegend stehende Tätigkeit	7948,87	1636,32	26,4
Lager, Technik	20. Lager, Technik, Archiv	3751,0	1223,03	19,7
Verkehrsflächen	19. Verkehrsfläche	3387,12	1065,44	17,2
Unterricht, Theorie	8. Klassenzimmer (Schule), Gruppenraum (Kindergarten)	3199,5	974,31	15,7
Büro, Aufenthalt	2. Gruppenbüro (zwei bis sechs Arbeitsplätze)	1590,39	483,51	7,8
Arbeitsräume mittelschwer	22.2 Gewerbliche und industrielle Hallen - mittelschwere Arbeit, überwiegend stehende Tätigkeit	1598,71	462,05	7,5
Mensa	12. Kantine	1376,32	222,14	3,6
Sanitär	16. WC und Sanitärräume in Nichtwohngebäuden	424,54	127,52	2,1

5.1.3 Beleuchtung

Die Beleuchtung wird im derzeitigen Planungsstand nach dem Tabellenverfahren nach DIN V 18599-4 angesetzt. Es werden die zum derzeitigen Planungsstand vorliegenden Angaben der Elektroplanung mbH & Co. KG (Abfrageliste Elektro verteilt am 15.05.24) berücksichtigt. Es wird in allen Räumen von einer direkten LED-Beleuchtung ausgegangen, Ausnahme Cafeteria / Foyer mit direkt/indirekter Beleuchtung. Die Beleuchtungssteuerung erfolgt manuell, außer in den Sanitär- und Verkehrsflächen. Dort wird eine automatische Präsenzerfassung vorgesehen.

5.1.4 Anlagentechnik

Anlagentechnisches Grobkonzept gemäß den Angaben Ingenieur-gesellschaft mbH:

Wärmeerzeugung:

- Luft-Wasser-Wärmepumpe(n) (für RLT und Heizung), mit bivalenter Betriebsweise (Spitzenlastabdeckung durch Heizstab mit ca. 2% Deckungsanteil)
- 2.000l Speicher

Wärmeübergabe:

- Heiz(kühl)decke in den Verwaltungsräumen (Büroräumen)
- Heizkörper im Klassenzimmer (Theorieräumen), Verkehrsflächen, Mensa, Sanitär, Arbeitsräumen, Lager / Technik, u. ä. sowie Cafeteria
- Deckenstrahlplatten in den Hallen

Trinkwarmwasser:

- Dezentrale Warmwasserversorgung der Sanitärräume mittels Elektrowärmeerzeuger

Be- und Entlüftung:

- Mechanische Be- und Entlüftung mit Kühlfunktion (mit Wärmerückgewinnung $\geq 73\%$) der Klassenräume, der Besprechungsräume
- Einfaches Zu- und Abluftsystem in den innenliegenden Räumen (z.B. Lager / Technik, Sanitär, etc.)
- Natürliche Belüftung (Fensterlüftung) der Verkehrsflächen, Büroräume, Hallen und Arbeitsräumen etc.

Photovoltaik:

- Anlage mit insgesamt $100\text{kW}_{\text{Peak}}$ Spitzenleistung nach Ost und West orientiert (ca. 10° Neigung)

Solarthermie:

- Keine Anlage vorgesehen

Kälteerzeugung und -übergabe:

- Entwärmung über die (Heiz-) Kühldecken mit der reversiblen L-W-Wärmepumpe in den Sommermonaten
- Zulufttemperierung (adiabate Kühlung) der mechanischen Be- und Entlüftung in den Sommermonaten (in den Klassen- und Besprechungsräumen)

Bei fehlenden Angaben der Anlagentechnik wurden für die Bilanzierung die Standardrandbedingungen nach DIN V 18599 angenommen. Diese können von tatsächlichen anlagentechnischen Kennwerten abweichen, sodass in erster Linie immer die Angaben des TGA-Planungsbüros zu beachten sind.

Die nachfolgende Abbildung zeigt einen Überblick über die thermische Konditionierung der Zonen:

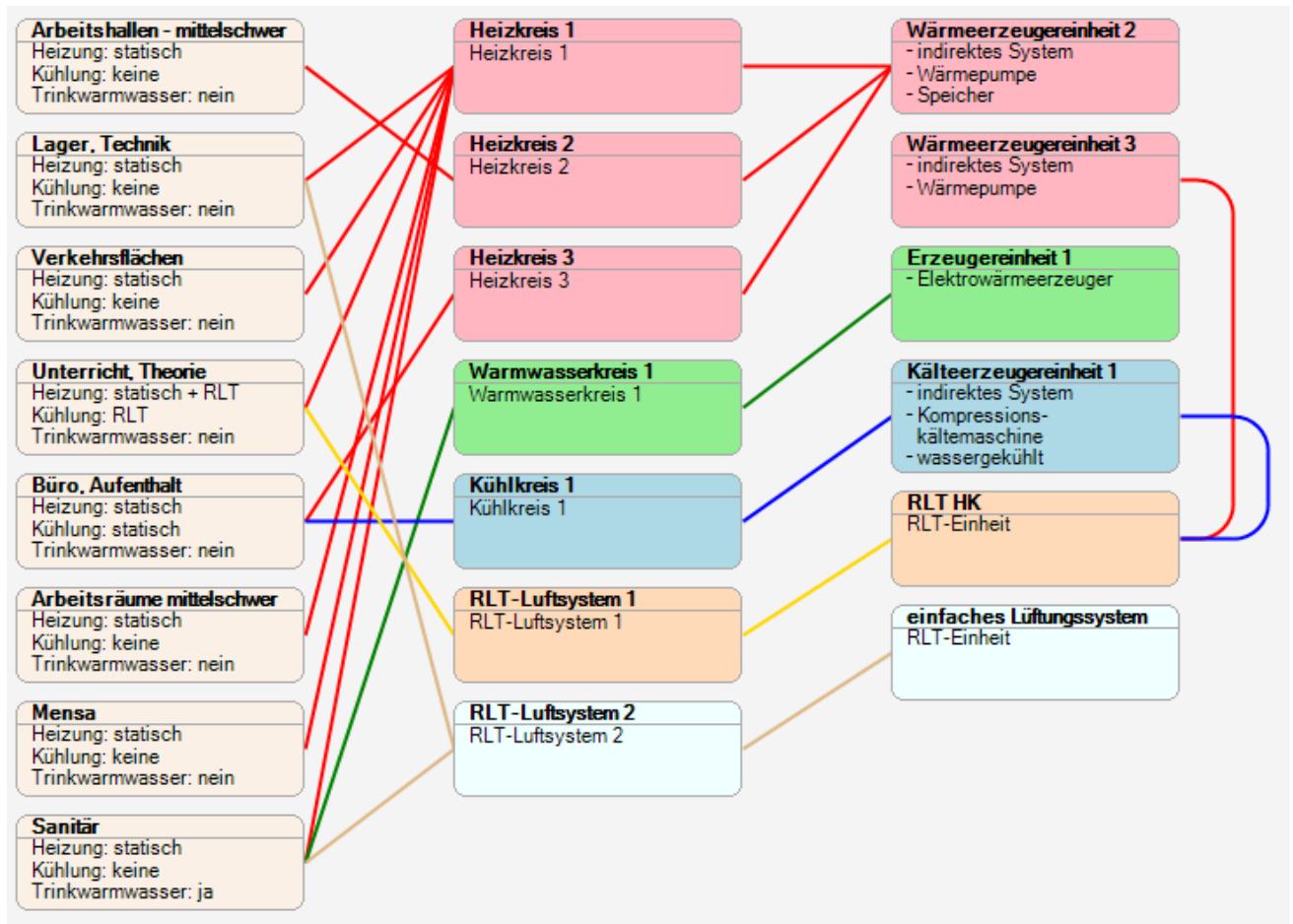


Abbildung 5-2: Übersicht der thermischen Konditionierung der Zonen (Ausschnitt)

5.1.5 Vorläufiger Energieausweis

Gemäß derzeitigem Planungsstand werden die Anforderungen des aktuell gültigen Gebäudeenergiegesetzes an Neubauten erfüllt. Die Stromerzeugung durch die PV-Anlage wurde gem. § 23 Abs. 2 bzw. 3 auf den End- und Primärenergiebedarf angerechnet.

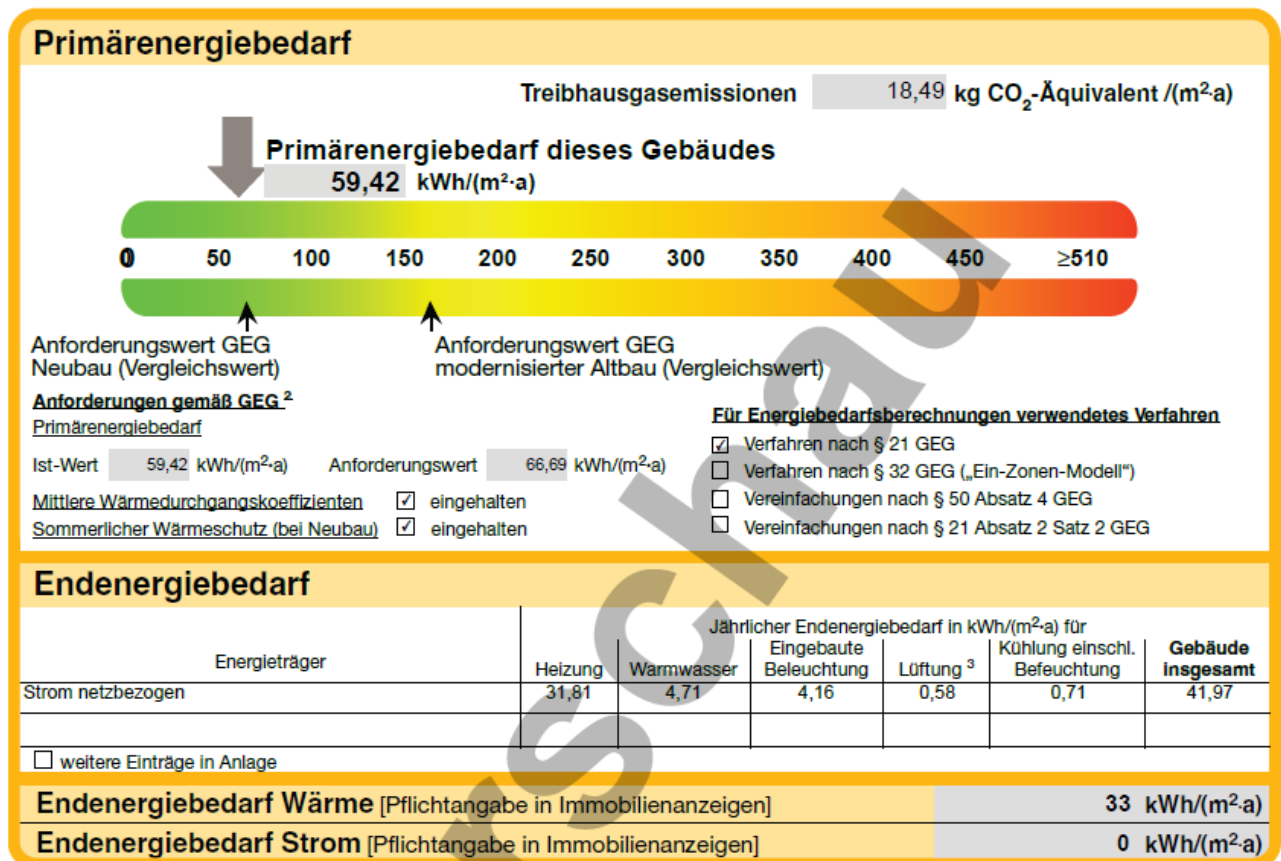


Abbildung 5-3: Ergebnisübersicht **vorläufiger Energieausweis** (Ausschnitt, Vorabzug)

Hinweis: Während der Planungs- und Bauphase kann immer nur ein vorläufiger Energieausweis erstellt werden, der die Ergebnisse zum aktuellen Planungsstand widerspiegelt. Der endgültige Energieausweis kann erst mit Baufertigstellung ausgestellt werden.

Weiterhin ist zu beachten, dass sich aufgrund von Planungsänderungen, genaueren Kenntnissen der TGA, der künstlichen Beleuchtung etc. sowohl der Anforderungswert des Referenzgebäudes als auch der Ergebniswert im weiteren Verlauf der Planung (z.T. deutlich) verändern können.

5.1.6 Jährlicher Nutz-, End- und Primärenergiebedarf (informativ)

Jährlicher Nutzenergiebedarf	spezifisch [kWh/(m²a)]	absolut [kWh/a]
Heizung	70,32	435.572,72
Trinkwarmwasser	4,67	28.958,25
Beleuchtung	2,21	13.686,19
Belüftung	0,00	0,00
Kühlung	3,45	21.386,77
Gesamt	80,66	499.603,94

Jährlicher Endenergiebedarf (brennwertbezogen)	spezifisch [kWh/(m²a)]	absolut [kWh/a]
Heizung	30,41	188.358,53
Trinkwarmwasser	1,70	10.546,59
Beleuchtung	0,52	3.213,62
Belüftung	0,38	2.376,85
Kühlung	0,00	0,00
Gesamt	33,01	204.495,60

Jährlicher Endenergiebedarf (heizwertbezogen)	spezifisch [kWh/(m²a)]	absolut [kWh/a]
Heizung	30,41	188.358,53
Trinkwarmwasser	1,70	10.546,59
Beleuchtung	0,52	3.213,62
Belüftung	0,38	2.376,85
Kühlung	0,00	0,00
Gesamt	33,01	204.495,60

Endenergiebedarf nach Energieträgern (brennwertbezogen)	spezifisch [kWh/(m²a)]	absolut [kWh/a]
Strom-Mix	41,97	259.954,8
Korrektur nach GEG §23	-8,95	-55.459,2
Gesamt	33,01	204.495,6

Endenergiebedarf nach Energieträgern (heizwertbezogen)	spezifisch [kWh/(m²a)]	absolut [kWh/a]
Strom-Mix	41,97	259.954,8
Korrektur nach GEG §23	-8,95	-55.459,2
Gesamt	33,01	204.495,6

Jährlicher Primärenergiebedarf (heizwertbezogen)	spezifisch [kWh/(m²a)]	absolut [kWh/a]
Heizung	57,26	354.689,16
Trinkwarmwasser	8,47	52.469,80
Beleuchtung	7,48	46.364,09
Belüftung	1,04	6.452,86
Kühlung	1,28	7.942,70
Korrektur für erneuerbaren Strom nach GEG § 23	-16,12	-99.826,50
Gesamt	59,42	368.092,09

GEG-Werte	Ist-Wert	Soll-Wert	% vom Soll-Wert
spez. Primärenergiebedarf [kWh/(m²a)]	59,42	66,69	89,1 % (zulässig)

Mittlere U-Werte [W/(m²K)]	Ist-Wert	Soll-Wert	% vom Soll-Wert
Opake Außenbauteile ($\geq 19\text{ °C}$)	0,20	0,28	71,4 %
Transparente Außenbauteile ($\geq 19\text{ °C}$)	1,0	1,5	66,7 %
Glasdächer, Lichtbänder, Lichtkuppeln ($\geq 19\text{ °C}$)	1,4	2,5	56,0 %
Opake Außenbauteile (12-19 °C)	0,23	0,50	46,0 %
Transparente Außenbauteile (12-19 °C)	1,2	2,8	42,9 %
Glasdächer, Lichtbänder, Lichtkuppeln (12-19 °C)	1,4	3,1	45,2 %

5.2 Nutzung erneuerbarer Energien

Die Anforderungen an die Heizungsanlagen gemäß GEG 2024, §71 sind erfüllt.

Wärmepumpe 2: Wärmepumpe (§71 c) (vollständig)

Wärmepumpe 1: Wärmepumpe (§71 c) (vollständig)

Elektrowärmeerzeuger 2: Dezentral-elektrische Warmwasserbereitung (§71 Abs. 5) (vollständig)

Verrechnungsart nach GEG §23

Stromdirektheizung vorhanden	nein
Energienutzung für Beheizung (Endenergie)	197.050 kWh/a
Stromnutzung für andere Bereiche	62.905 kWh/a
Verrechnungsart der Stromerzeugung	Über monatliche Verrechnung nach GEG §23 Abs. 2

Photovoltaik gemäß GEG und DIN V 18599-9:2018

Peakleistung P_{pk} [kW]	99,9 (Standardwert)
mittl. Peakleistung $P_{pk,m}$ [kW]	89,9 (Standardwert)
Art des Photovoltaikmoduls	Polykristallines Silizium
Oberfläche der Module A [m ²]	602,00
Baujahr der Module [-]	Ab 2017
Peakleistungskoeffizient K_{pk} [kW/m ²]	0,166
Art der Gebäudeintegration	Mäßig belüftete Module, < 0,5 m auf Dach aufgesetzt
Systemleistungsfaktor f_{perf} [-]	0,75
Ausrichtung	West
Winkel	10°

Monatliche Erträge der Photovoltaikanlage

Monat	PV-Anlage [kWh/Monat]
Januar	1.388,48
Februar	1.934,04
März	4.750,93
April	8.903,94
Mai	10.773,23
Juni	11.348,48
Juli	10.171,00
August	8.782,52
September	6.054,68
Oktober	3.747,21
November	1.473,20
Dezember	836,43
Gesamt [kWh/Jahr]	70.164,14

Monatliche Verrechnung der Endenergie Strom nach GEG § 23 Abs. 2

Monat	regen. Strom (Endenergie)	Korrekturen der End- energie [kWh/Monat]				
	[kWh/Monat]	Kühlung	Beleuchtung	Warmwas- ser	Heizung	Lüftung
Januar	1.388,5	0,0	1.388,5	0,0	0,0	0,0
Februar	1.934,0	0,0	1.934,0	0,0	0,0	0,0
März	4.750,9	0,0	2.157,6	2.476,7	116,6	0,0

Monat	regen. Strom (Endenergie)	Korrekturen der End- energie [kWh/Monat]				
	[kWh/Monat]	Kühlung	Beleuchtung	Warmwas- ser	Heizung	Lüftung
April	8.903,9	45,2	2.057,3	2.396,0	4.405,5	0,0
Mai	10.773,2	417,2	2.104,7	2.475,0	2.128,4	304,5
Juni	11.348,5	1.016,5	2.031,7	2.394,7	428,7	294,7
Juli	10.171,0	1.576,8	2.110,0	2.474,1	94,6	304,5
August	8.782,5	1.173,9	2.131,2	2.474,2	130,4	304,5
September	6.054,7	174,4	2.098,3	2.395,1	1.386,8	0,0
Oktober	3.747,2	8,6	2.221,1	1.517,5	0,0	0,0
November	1.473,2	0,0	1.473,2	0,0	0,0	0,0
Dezember	836,4	0,0	836,4	0,0	0,0	0,0
Gesamt	70.164,1	4.412,6	22.544,2	18.603,3	8.691,0	1.208,1

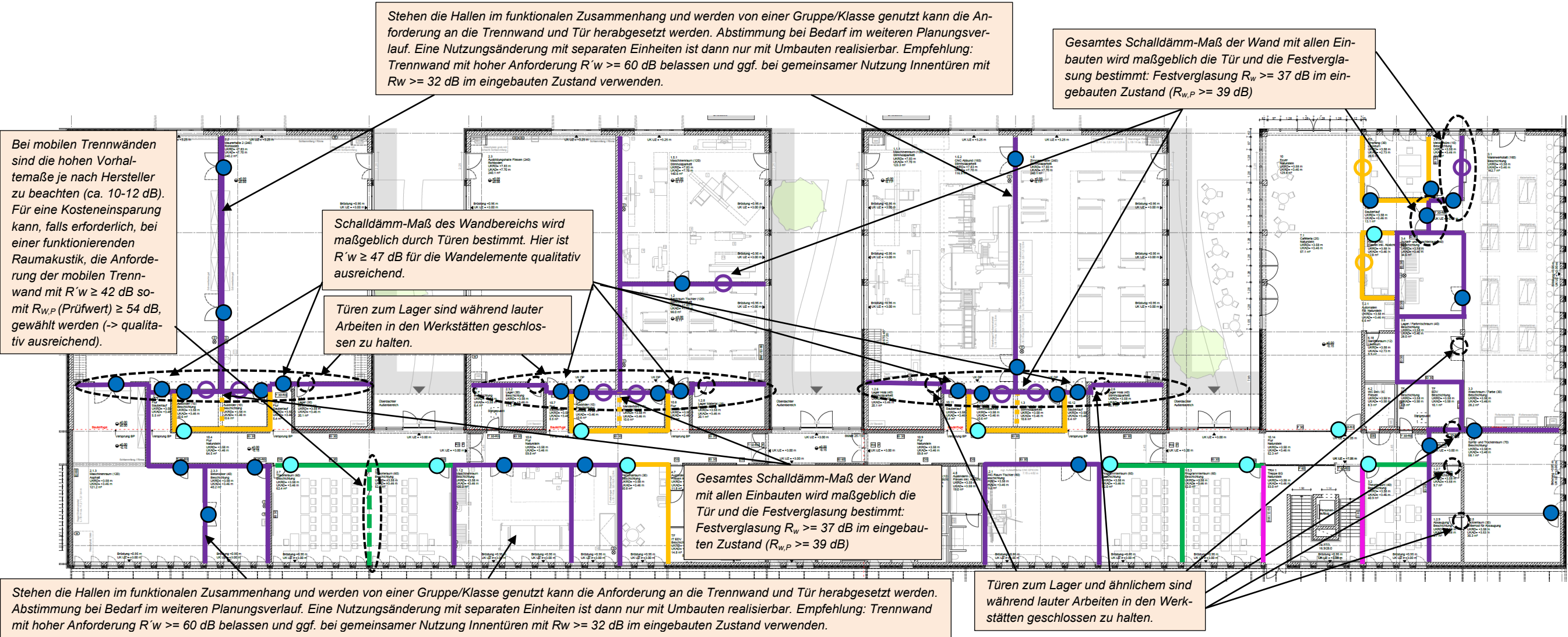
Verrechnung des Endenergiebedarfs

	Endenergie- bedarf [kWh/a]	gedeckt durch erneuer- bare Energien [kWh/a]	Deckungsanteil
Heizung	197.049,5	8.691,0	4,4 %
Warmwasser	29.149,9	18.603,3	63,8 %
Kühlung	4.412,6	4.412,6	100,0 %
Beleuchtung	25.757,8	22.544,2	87,5 %
Lüftung	3.584,9	1.208,1	33,7 %
Gesamt	259.954,8	55.459,2	21,3 %

6 ANHANG – ÜBERSICHTSPLÄNE SCHALLSCHUTZ

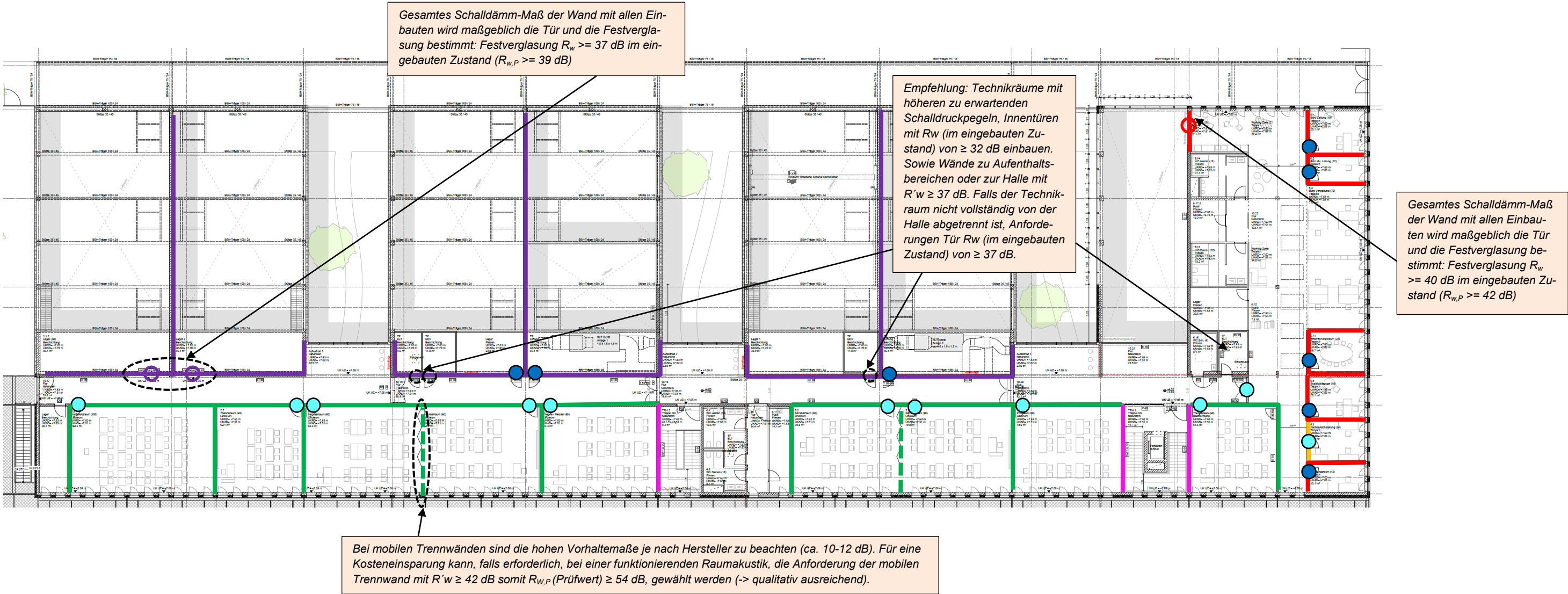
Auszug Erdgeschoss

Schallschutzanforderungen nach DIN 4109 bzw. Empfehlungen		
Wände in Schulen und vergleichbaren Einrichtungen		
<div></div>	erf. R'w ≥ 47 dB	Wände zwischen Unterrichtsräumen untereinander sowie zu Fluren
<div></div>	erf. R'w ≥ 52 dB	Wände zwischen Unterrichtsräumen und Treppenhäusern
<div></div>	erf. R'w ≥ 60 dB	Wände zwischen Unterrichtsräumen und z. B. Sporthallen, Werkräumen
Wände zu Büro- und Verwaltungsräumen (Empfehlungen, Festlegung erfolgt durch den Bauherrn)		
<div></div>	erf. R'w ≥ 37 dB	Üblich genutzte Büros ohne Anforderung an die Vertraulichkeit
<div></div>	erf. R'w ≥ 42 dB	Büros mit Anforderung an die Vertraulichkeit
Türen (erf. Rw im eingebauten Zustand – der Prüfstandwert R _{w,P} muss 5 dB über dem angegebenen Rechenwert liegen)		
<div></div>	erf. Rw ≥ 32 dB	z.B. Türen zwischen Unterrichtsräumen und Fluren, Türen zu Büros ohne Vertraulichkeitsanforderung
<div></div>	erf. Rw ≥ 37 dB	z.B. Türen zwischen Unterrichtsräumen untereinander, Türen zwischen Büros mit Vertraulichkeit und Fluren, zu lauten Räumen



Auszug Obergeschoss

Schallschutzanforderungen nach DIN 4109 bzw. Empfehlungen		
Wände in Schulen und vergleichbaren Einrichtungen		
<div></div>	erf. R'w ≥ 47 dB	Wände zwischen Unterrichtsräumen untereinander sowie zu Fluren
<div></div>	erf. R'w ≥ 52 dB	Wände zwischen Unterrichtsräumen und Treppenhäusern
<div></div>	erf. R'w ≥ 60 dB	Wände zwischen Unterrichtsräumen und z. B. Sporthallen, Werkräumen
Wände zu Büro- und Verwaltungsräumen (Empfehlungen, Festlegung erfolgt durch den Bauherrn)		
<div></div>	erf. R'w ≥ 37 dB	Üblich genutzte Büros ohne Anforderung an die Vertraulichkeit
<div></div>	erf. R'w ≥ 42 dB	Büros mit Anforderung an die Vertraulichkeit
Türen (erf. Rw im eingebauten Zustand – der Prüfstandswert R _{w,P} muss 5 dB über dem angegebenen Rechenwert liegen)		
<div></div>	erf. Rw ≥ 32 dB	z.B. Türen zwischen Unterrichtsräumen und Fluren, Türen zu Büros ohne Vertraulichkeitsanforderung
<div></div>	erf. Rw ≥ 37 dB	z.B. Türen zwischen Unterrichtsräumen untereinander, Türen zwischen Büros mit Vertraulichkeit und Fluren, zu lauten Räumen

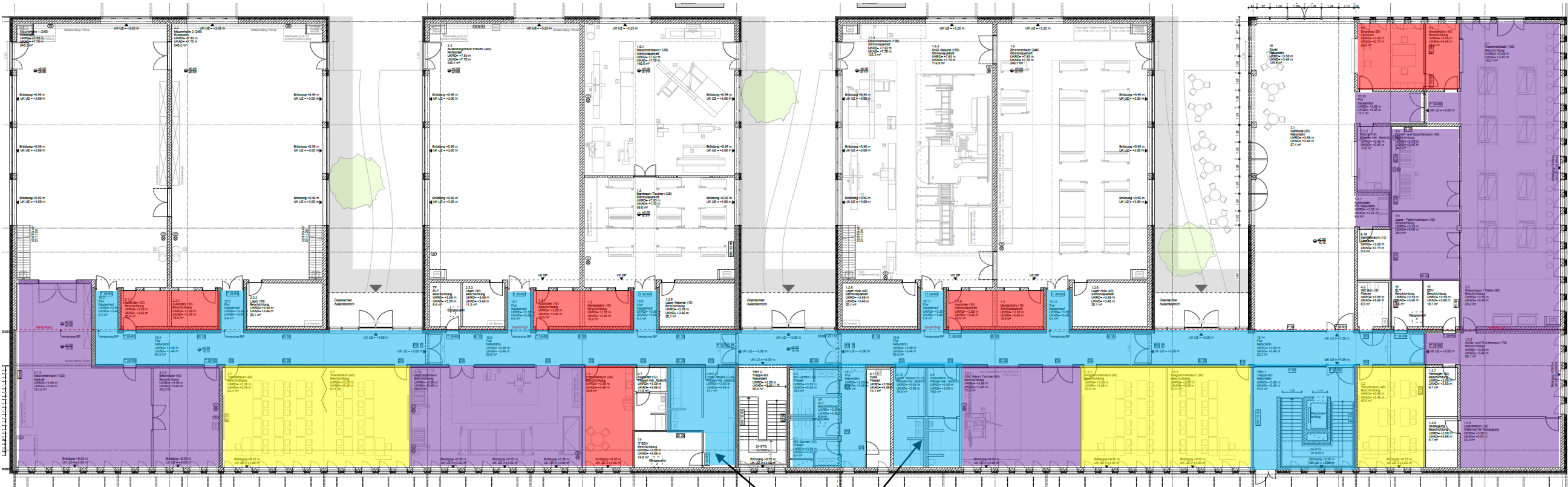


7 ANHANG – ÜBERSICHTSPLÄNE RAUMAKUSTIK

Auszug Erdgeschoss

Legende Anforderungen Raumakustik nach DIN 18041			
	Raumgruppe nach DIN 18041	Raumnutzung	Mögliche Ausführung Zusätzliche Hinweise im Bericht beachten
	RG A4 „Unterricht / Kommuni- kation inklusiv“	Inklusiv: Unterrichtsräume und ähnliche Räume	Vollflächig absorbierende Decke (zusätzliche kleinere Fläche an Wandabsorbern)
	RG B2 „Räume zum kurzfristigen Verwei- len“	Verkehrsflächen	Möglichst vollflächig absorbierende Ausbildung der Deckenflächen
	RG B3/4 „Arbeitsräume“	Büroräume, Aufenthalts- räume, Lehrerzimmer, Personal	Möglichst vollflächig absorbierende Ausbildung der Deckenflächen
	RG B5 *) „Räume mit besonde- rem Bedarf an Lärm- minderung“	Speiseraum / Küche / Aula / Werkstatt	Möglichst vollflächig absorbierende Ausbildung der Deckenflächen (in den Hallen z.B. zusätzlich teils große Fläche an Wandabsorbern er- forderlich)

*) Seitens Angaben des Bauherrn wird in den Hallen/ Werkstätten die Raumgruppe A3 nach DIN 18041 gefordert (siehe hierzu AKTENNOTIZ 4 – BAUHERREN JOUR FIXE -PLANUNG vom 10.06.22) im Vergleich zur Raumgruppe RG B5 ist die benötigte Fläche an Wandabsorbern teilweise etwas zu erhöhen.



Empfehlung: Aufgrund der ansonsten Schallharten Oberfläche, Deckenabsorber analog zu Verkehrsflächen in großen Umkleiden und größeren Sanitäranlagen.



Auszug Obergeschoss

Legende Anforderungen Raumakustik nach DIN 18041			
	Raumgruppe nach DIN 18041	Raumnutzung	Mögliche Ausführung Zusätzliche Hinweise im Bericht beachten
	RG A4 „Unterricht / Kommunikation inklusiv“	Inklusiv: Unterrichtsräume und ähnliche Räume	Vollflächig absorbierende Decke (zusätzliche kleinere Fläche an Wandabsorbern)
	RG B2 „Räume zum kurzfristigen Verweilen“	Verkehrsflächen	Möglichst vollflächig absorbierende Ausbildung der Deckenflächen
	RG B3/4 „Arbeitsräume“	Büroräume, Aufenthaltsräume, Lehrerzimmer, Personal	Möglichst vollflächig absorbierende Ausbildung der Deckenflächen
	RG B5 *) „Räume mit besonderem Bedarf an Lärm-minderung“	Speiseraum / Küche / Aula / Werkstatt	Möglichst vollflächig absorbierende Ausbildung der Deckenflächen (in den Hallen z.B. zusätzlich teils große Fläche an Wandabsorbern erforderlich)

*) Seitens Angaben des Bauherrn wird in den Hallen / Werkstätten die Raumgruppe A3 nach DIN 18041 gefordert (siehe hierzu AKTENNOTIZ 4 – BAUHERREN JOUR FIXE -PLANUNG vom 10.06.22) im Vergleich zur Raumgruppe RG B5 ist die benötigte Fläche an Wandabsorbern teilweise etwas zu erhöhen.

