

Baulich konstruktiver Schallschutznachweis

Nach DIN 4109-1

Projekt: Erweiterung Werner-von-Siemens Gymnasium - Gronau
Projekt-Nr.: 1-23-1056 / 01

Straße: Laubstiege 23
Ort: 48599 Gronau

Bauherr: Gebäude- und Liegenschaftsmanagement
Nebenstelle Planen, Bauen und Umwelt
Straße: Grünstiege 64
Plz Ort: 48599 Gronau

Entwurfsverfasser: rheinpark_r + k5
Straße: Grabenstr. 3
Plz Ort: 44787 Bochum

Aufsteller: LINDSCHULTE Ingenieurgesellschaft mbH
Dipl.-Ing. Eckhard Barth - Energieberater TGA
Jens Karl M. Sc. (Bauphysik)
Straße: Nino-Allee 30
Plz Ort: 48529 Nordhorn
Tel.: 05921/8844-0

Dämmwerk-Version: Dämmwerk 2024
Software-Update: 07.02.2024

Erstellt:
i. A. Jens Karl

Geprüft:
i. A. Eckhard Barth

Datum: Nordhorn, der 12.02.2024

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeines	3
1.1	Vorbemerkung	3
1.2	Planungsgrundlage	3
1.3	Zusammenfassung der Ergebnisse	3
2	Anforderungen an den Schallschutz	4
2.1	Mindestanforderungen nach DIN 4109-1:2018-01	4
3	Übersichten	5
4	Übersicht Trennbauteile (Ausschnitt 1. OG)	10
5	Vorgaben und Annahmen für die Berechnung	11
5.1	Trennwände in Massivbauweise	11
5.2	Trennwände in Leichtbauweise	11
5.3	Trenndecken	11
5.4	Außenlärm	14
5.5	Türen	14
6	Zusammenfassung der Berechnungen	15
6.1	TD02: Geschossdecke zwischen Unterrichtsräumen (Typ E)	15
6.2	TW01: Trennwand Stahlbeton zwischen Klassenräumen / Musikraum und Lernbereich	15
6.3	TW02: Trennwand Leichtbau zwischen Klassenraum und Gruppenraum	16
6.4	TW03: Trennwand Stahlbeton zwischen Klassenraum und Treppenhaus	16
6.5	AW01: Außenwand mit Fenster	16
7	Berechnungen zum Schallschutz	17
7.1	Deckenbauteil "TD02 - Geschossdecke UG/EG/1.OG (Typ E)"	17
7.2	Wandbauteil "TW01 – Trennwand zwischen Klassenräumen und zu Musikräumen"	20
7.3	Wandbauteil "TW02 – Trennwand zwischen Klasse und Gruppenraum"	23
7.4	Wandbauteil "TW03 – Trennwand zwischen Klasse und Treppenhaus"	25
7.5	Wandbauteil "AW01 - Außenwand"	27

Version	Datum	Änderung
01	12.02.2024	/

1 Allgemeines

1.1 Vorbemerkung

Der Nachweis des baulich konstruktiven Schallschutzes wird nach DIN 4109 in der aktuell gültigen Fassung geführt. Die Nachweise werden für einzelne Bauteile (Trennwände und -Decken) geführt. Die Anforderungen und planerischen Grundlagen werden im vorliegenden Dokument festgehalten. Den Übersichten kann die Lage der betrachteten Bauteile entnommen werden. Falls notwendig, werden Vorgaben zur Einhaltung von Materialeigenschaften bzw. Minderungen (bspw. Trittschallminderung eines Bodenbelages) gemacht, die bei Ausführung zu beachten und durch entsprechende Zertifikate zu belegen sind.

Ziel der schalltechnischen Untersuchung ist die Dokumentation der Einhaltung der Mindestanforderungen bzw. Anforderungen gemäß Aufgabenstellung. Somit wird die Einhaltung der Anforderungen und die damit einhergehenden eventuellen Vorgaben zur Einhaltung dokumentiert. Bei Nichteinhaltung oder Einschränkungen (bspw. Sanierung eines Bestandsgebäudes) wird explizit darauf hingewiesen.

1.2 Planungsgrundlage

Die schalltechnische Untersuchung wurde auf Grundlage der zur Verfügung gestellten Unterlagen durchgeführt:

Plan-Bezeichnung	Stand
3-322 – Grundriss EG – Index J	30.01.2024
3-323 – Grundriss 1. OG – Index J	30.01.2024
3-324 – Grundriss 2. OG – Index J	30.01.2024
3-327 – Querschnitt / Längsschnitt – Index J	30.01.2024
3-331 – Bauteilkatalog	18.10.2023

Bei Planungsänderungen sowie abweichenden Ausführungen zu den Berechnungen sind eventuelle Auswirkungen auf die schalltechnischen Belange zu prüfen.

Auszugsweise (schalltechnisch relevante Bereiche) sind die Unterlagen im Kapitel 3 abgebildet.

1.3 Zusammenfassung der Ergebnisse

In Rücksprache mit der Architektur sind die Bauteilaufbauten so geplant, dass im Massivbau die Anforderungen nach DIN 4109-1 eingehalten werden, dies gilt auch für die Trenndecken im Kern des Gebäudes (Holzdecken). Wände zu Treppenträumen sind prinzipiell aus Stahlbeton, auch wenn diese nicht an Klassenräume grenzen. Die direkten Trennwände zu den Musikräumen sind ebenfalls in Stahlbeton geplant.

Vereinzelte Räume werden durch Leichtbauwände gegenüber Klassenräume abgetrennt. Hierfür wird eine Vorgabe an das Schalldämm-Maß der Leichtbauwand gemacht, sodass die Anforderungen nach DIN 4109 eingehalten werden.

Gegenüber Außenlärm sind aufgrund der nördlich des Gebäudes verlaufenden Straße in den Unterrichtsräumen Fenster der Schallschutzklasse 3 vorzusehen.

2 Anforderungen an den Schallschutz

Sowohl die Anforderungen an den Schallschutz als auch die Berechnung werden in der DIN 4109 geregelt. Hierbei unterscheidet die Norm zwischen dem Schutz im Gebäudeinneren und dem Schutz gegen Außenlärm. Im Gebäudeinneren sollen Aufenthaltsräume gegen Schallübertragung aus fremden Wohn- und / oder Arbeitsbereichen geschützt werden. Die Mindest-Anforderungen an den Schallschutz gegenüber fremden Bereichen werden in der DIN 4109-1:2018-01 festgelegt. Erhöhte Anforderungen an den Schallschutz, wie sie im Wohnungsbau herangezogen werden können, sind in der DIN 4109-5:2020-08 festgelegt. Anforderungen an den Schallschutz gegenüber Schallübertragung aus dem eigenen Bereich sind hierbei nicht Gegenstand der Betrachtung. In Rücksprache mit dem Nutzer kann in Büronutzungen (eigener Bereich) hilfsweise das Beiblatt 2 der DIN 4109 (1989) herangezogen werden. Nachfolgend werden für das vorliegende Projekt relevante Auszüge mit den geforderten Schalldämm-Maßen sowie zulässigen Trittschallpegeln aufgeführt.

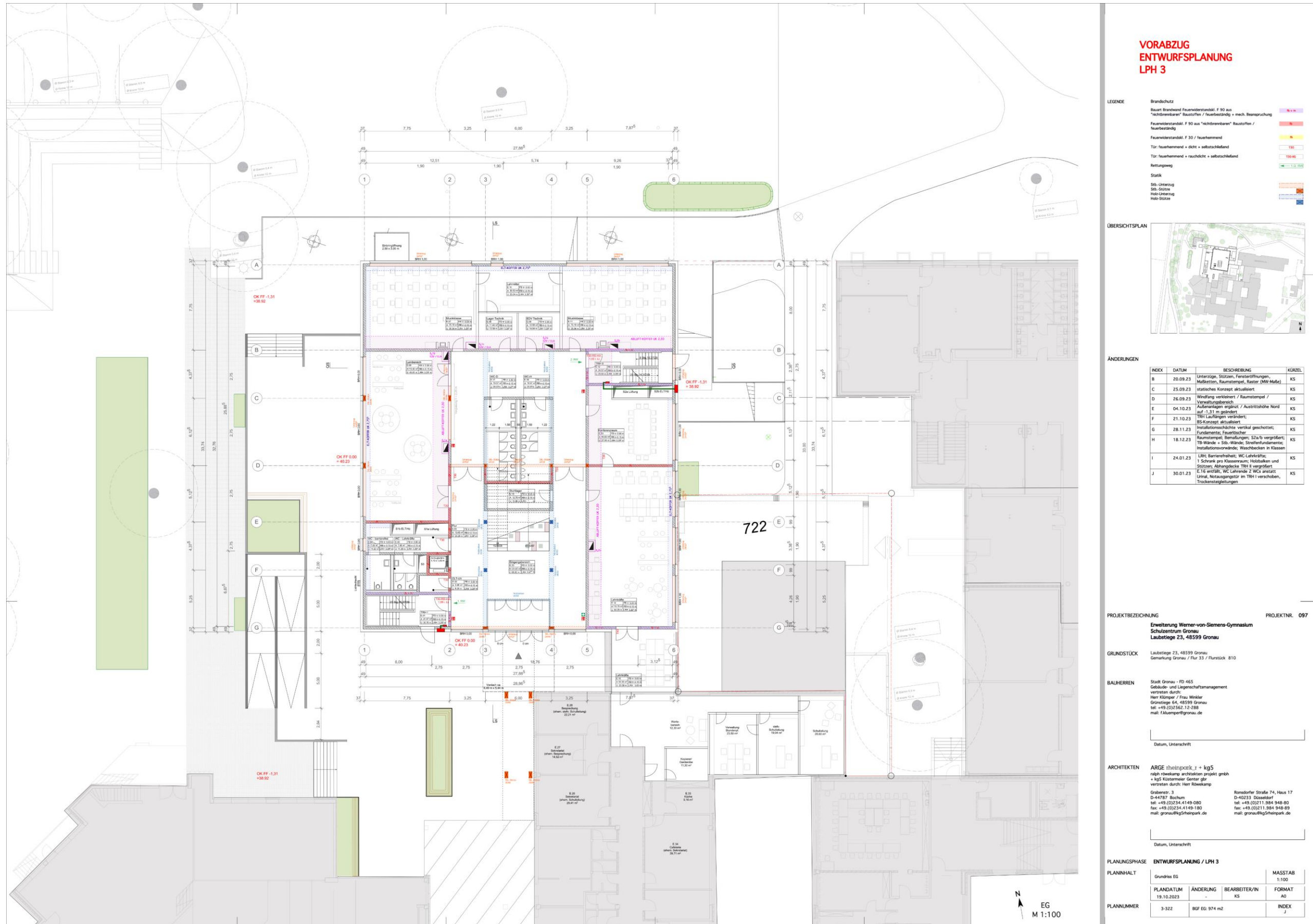
2.1 Mindestanforderungen nach DIN 4109-1:2018-01

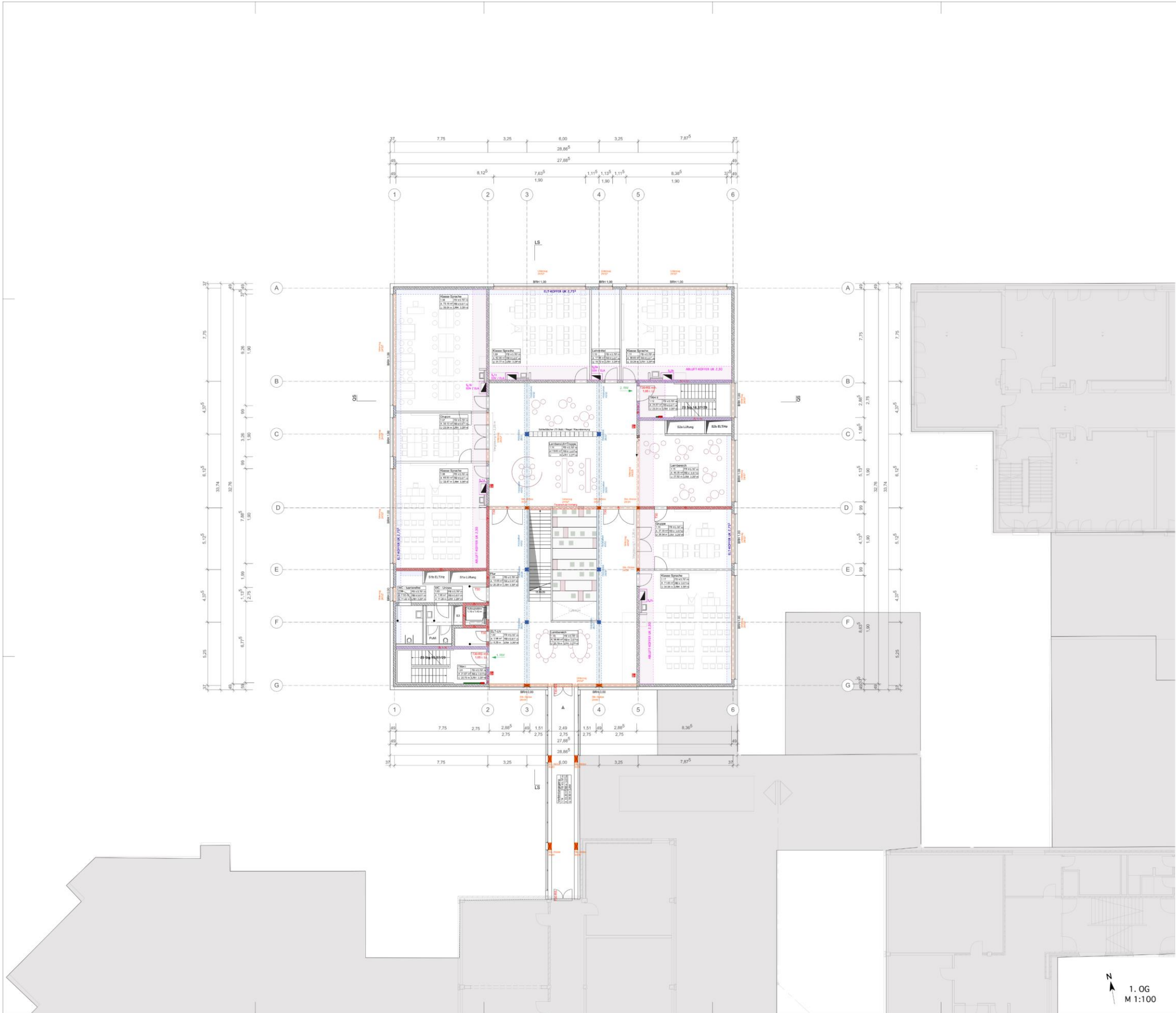
Tabelle 1: Auszug aus der Tabelle 6 der DIN 4109-1:2018-01 „Anforderungen an die Luft- und Trittschalldämmung in Schulen und vergleichbaren Einrichtungen“

Bauteil	erf. R'_w [dB]	zul $L'_{n,w}$ [dB]
Decken zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen / Decken unter Fluren	≥ 55	≤ 53
Decken zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und „lauten“ Räumen (z. B. Speiseräume, Cafeterien, Musikräume, Spielräume, Technikzentralen)	≥ 55	≤ 46
Wände zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen untereinander und zu Fluren	≥ 47	-
Wände zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und Treppenhäusern	≥ 52	-
Wände zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und „lauten“ Räumen (z. B. Speiseräume, Cafeterien, Musikräume, Spielräume, Technikzentralen)	≥ 55	-
Türen zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und Fluren	$\geq 32^*$	-
Türen zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen untereinander	$\geq 37^*$	-

* Bei Türen gilt R_w (nicht „bewertetes Schalldämm-Maß R'_w “); Gemäß DIN 4109-2 muss ein Sicherheitsbeiwert von 5 dB berücksichtigt werden

3 Übersichten





VORABZUG
ENTWURFSPLANUNG
LPH 3

LEGENDE

Brandschutz	
Bauart Brandwand Feuerwiderstandskl. F 90 aus "nichtbrennbaren" Bauteilen / feuerbeständig + mech. Beanspruchung	BS + A
Feuerwiderstandskl. F 90 aus "nichtbrennbaren" Bauteilen / feuerbeständig	BS
Feuerwiderstandskl. F 30 / feuerhemmend	FS
Tür feuerhemmend + dicht + selbstschließend	TSD
Tür feuerhemmend + rauchdicht + selbstschließend	TSD+R
Rettungsweg	→ 1,2, 100
Statik	
Stb.-Unterzug	Stb.
Stb.-Stütze	Stb.
Holz-Unterzug	Holz
Holz-Stütze	Holz



ÄNDERUNGEN

INDEX	DATUM	BESCHREIBUNG	KÜRZEL
B	20.09.23	Unterzüge, Stützen, Fensteröffnungen, Maßketten, Raumstempel, Raster (MM-Maße)	KS
C	25.09.23	statisches Konzept aktualisiert	KS
D	27.09.23	Raumstempel / Fensteröffnungen	KS
F	21.10.23	TBH Länglen verändert; Stützen Brücke Außenbereich; BS-Konzept aktualisiert	KS
G	28.11.23	Feuerlöscher; Installationsabschnitte horizontal geschüttet; Raumstempel; Bemalungen; S2a/b vergrößert; TB-Wände + Stb.-Wände; Installationsvorwände; Waschbecken in Klassen	KS
H	18.12.23		
I	24.01.23	LPH; Barrierefreiheit; WC-Unterz; WC-barrierefrei; Holzbalken und Stützen; 1 Schrank pro Klassenraum; Abhangende TBH-B vergrößert	KS
J	30.01.23	1.13 entfernt, WC-Unterz Urinal entfernt, Trockensteigtungen	KS

PROJEKTBEZEICHNUNG
Erweiterung Werner-von-Siemens-Gymnasium
Schulzentrum Gronau
Laubstiege 23, 48599 Gronau

PROJEKTNR. 097

GRUNDSTÜCK
Laubstiege 23, 48599 Gronau
Gemarkung Gronau / Flurstück 810

BALHERRN
Stadt Gronau - FD 465
Gebäude- und Liegenschaftsmanagement
vertreten durch:
Herr Köpfer / Frau Winkler
Grünstraße 64, 48599 Gronau
tel: +49 (0)2362 12-288
mail: f.koepfer@gronau.de

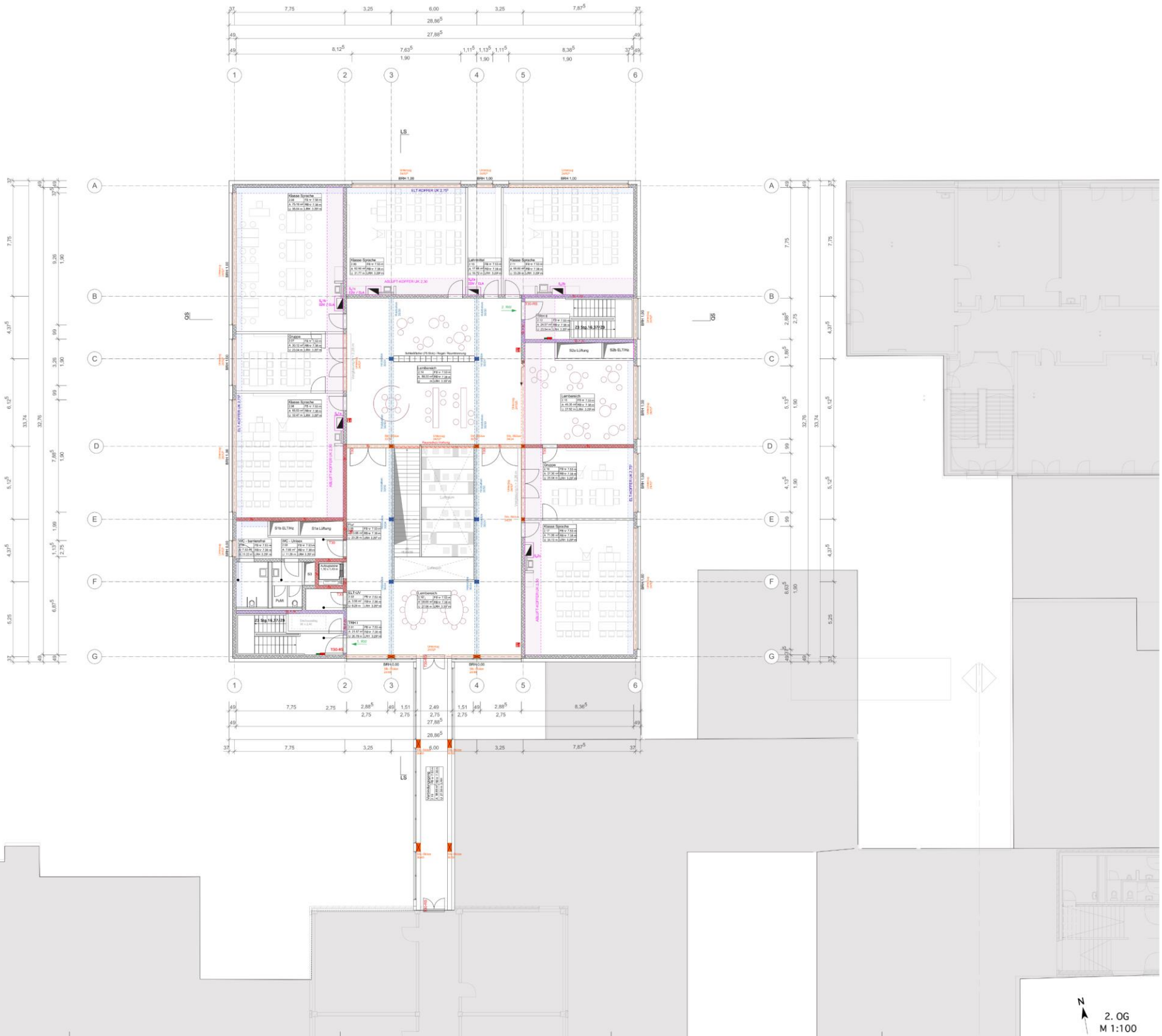
Datum, Unterschrift

ARCHITEKTEN
ARGE rheinpark_r + kg5
reinhildewald architekten projekt gmbh
+ kg5 Künstlermeister Gertler gGmbH
vertreten durch: Herr Reinhold
Grabenstr. 3
D-44787 Bochum
tel: +49 (0)234 4149-080
fax: +49 (0)234 4149-180
mail: gronau@reinhildewald.de
Ronsdorfer Straße 74, Haus 17
D-40233 Düsseldorf
tel: +49 (0)211 984 948-80
fax: +49 (0)211 984 948-89
mail: gronau@reinhildewald.de

Datum, Unterschrift

PLANUNGSFASE ENTWURFSPLANUNG / LPH 3

PLANINHALT	PLANDATUM	ÄNDERUNG	BEARBEITER/IN	FORMAT	MASSTAB
Grundriss 1. OG	19.10.2023	-	KS	A0	1:100
PLANNUMMER	3-323	BGF 1.0G: 1.017 m2		INDEX	J



VORABZUG
ENTWURFSPLANUNG
LPH 3

LEGENDE

Brandschutz	
Bauart Brandwand Feuerschutzwand, F 90 aus "nichtbrennbaren" Baustoffen / feuerbeständig + mech. Beanspruchung	Feuerschutzwand
Feuerschutzwand, F 90 aus "nichtbrennbaren" Baustoffen / feuerbeständig	Feuerschutzwand
Feuerschutzwand, F 30 / feuerhemmend	Feuerschutzwand
Tür: feuerhemmend + dicht + selbstschließend	Tür
Tür: feuerhemmend + rauchdicht + selbstschließend	Tür
Rettenweg	Rettenweg
Stark	Stark
Stb.-Unterzug	Stb.-Unterzug
Stb.-Stütze	Stb.-Stütze
Holz-Unterzug	Holz-Unterzug
Holz-Stütze	Holz-Stütze



ÄNDERUNGEN

INDEX	DATUM	BESCHREIBUNG	KÜRZEL
B	20.09.23	Unterzüge, Stützen, Fensteröffnungen, Maßhalten, Raumtempel, Bester (MVR-Made)	KS
C	25.09.23	statisches Konzept aktualisiert	KS
D	27.09.23	Raumtempel / Fensteröffnungen	KS
F	21.10.23	TBH Laufwegen verändert; Stützen Brücke Außenbereich; BS-Konzept aktualisiert	KS
G	28.11.23	Feuerlöscher; Installationsröhre, horizontal geschichtet; Raumtempel; Bemalungen; S2a/b vergrößert; TB-Wände + Stb.-Wände; Installationsvorwände; Waschbecken in Klassen	KS
H	18.12.23		
I	24.01.23	LPH; Barrierefreiheit; WC-Unterzug; WC-Barrierefreiheit; Holzkäulen und Stützen; 1 Schrank pro Klassenraum; Abhängleuchte; TBM 4 vergrößert	KS
J	30.01.23	2.13 erfüllt; WC-Unterzug erfüllt; Trockensteigeleitungen	KS

PROJEKTBEZEICHNUNG
Erweiterung Werner-von-Siemens-Gymnasium
Schulzentrum Gronau
Laubsteige 23, 48599 Gronau

PROJEKTNR. 097

GRUNDSTÜCK
Laubsteige 23, 48599 Gronau
Gemarkung Gronau / Flur 33 / Flurstück 810

BAUHERREN
Stadt Gronau - FD 465
Gebäude- und Liegenschaftsmanagement
vertreten durch:
Herr Klümper / Frau Winkler
Gründelsteige 64, 48599 Gronau
tel: +49 (0)2562 12-288
mail: f.kluemper@gronau.de

Datum, Unterschrift

ARCHITEKTEN
ARGE rheinpark_r + kg5
ralph riewkamp architekten projekt gmbh
+ kg5 Klausmeier Genter gbr
vertreten durch: Herr Riewkamp
Grabenstr. 3
D-44787 Bochum
tel: +49 (0)234 4149-080
fax: +49 (0)234 4149-180
mail: gronau@kg5rheinpark.de

Rondorfer Straße 74, Haus 17
D-40233 Düsseldorf
tel: +49 (0)211 384 948-80
fax: +49 (0)211 384 948-89
mail: gronau@kg5rheinpark.de

Datum, Unterschrift

PLANUNGSFASE ENTWURFSPLANUNG / LPH 3

PLANINHALT	Grundriss 2. OG	MASSTAB	1:100
PLANDATUM	19.10.2023	ÄNDERUNG	KS
PLANNUMMER	3-324	BEARBEITER/IN	KS
	BGF 2. OG: 1.017 m²	FORMAT	A0
		INDEX	J

VORABZUG
ENTWURFSPLANUNG
LPH 3

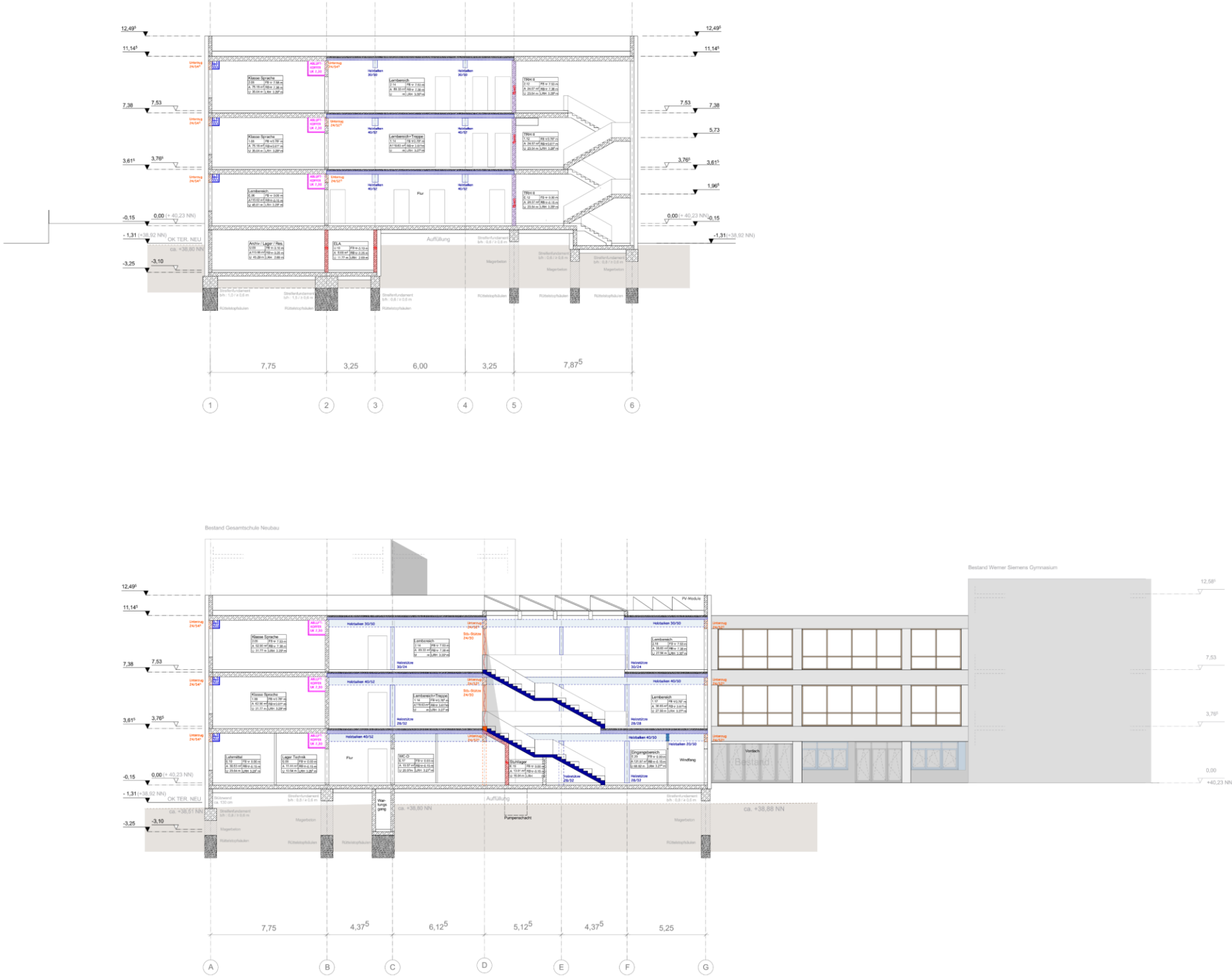
LEGENDE

Brandschutz	
Bauart Brandwand Feuerschutzwand, F 90 aus "nichtbrennbaren" Baustoffen / feuerbeständig + mech. Beanspruchung	h + m
Feuerschutzwand, F 90 aus "nichtbrennbaren" Baustoffen / feuerbeständig	h
Feuerschutzwand, F 30 / feuerhemmend	h
Tür: feuerhemmend + dicht + selbstschließend	T50
Tür: feuerhemmend + rauchdicht + selbstschließend	T50-45
Rettungsweg	1,2,40
Stark	
Stb.-Unterzug	
Stb.-Stütze	
Holz-Unterzug	
Holz-Stütze	
Bretterholzdecke + 100 mm Schüttung	



ÄNDERUNGEN

INDEX	DATUM	BESCHREIBUNG	KÜRZEL
D	26.09.23	Unterzüge, Stützen, Fensteröffnungen, Maßketten, Raumtemper., Bester (MfM-Maße)	KS
E	04.10.23	Außenanlagen ergänzt / Austrittshöhe Nord auf -1,31 m geändert	KS
F	24.10.23	Fundamente gem. Stark; TRH Lauflänge; Stützen, Brücke, BS-Konzept aktualisiert	KS
G	28.11.23	Feuerlöscher; Installationsröhre horizontal geschottert	KS
H	18.12.23	Raumtemper. Bemalungen, Stb's vergrößert; TB-Wände + Stb.-Wände; Fundamente; Deckenstärken angepasst; Stützwand	KS
I	24.01.24	Holzbohlen/Holzstützen ans statische Konzept angepasst; LPH angepasst	KS
J	30.01.23	Holzbohlen/Holzstützen ans statische Konzept angepasst; LPH angepasst	KS



PROJEKTBEZEICHNUNG
Erweiterung Werner-von-Siemens-Gymnasium
Schulzentrum Gronau
Laubetiege 23, 48599 Gronau

PROJEKTNR. 097

GRUNDSTÜCK
Laubetiege 23, 48599 Gronau
Gemarkung Gronau / Flur 33 / Flurstück 810

BAUHERREN
Stadt Gronau - FD 465
Gebäude- und Liegenschaftsmanagement
vertreten durch:
Herr Klümper / Frau Weider
Gründetiege 64, 48599 Gronau
tel: +49 (0)2562 12-288
mail: kluemper@gronau.de

Datum, Unterschrift

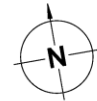
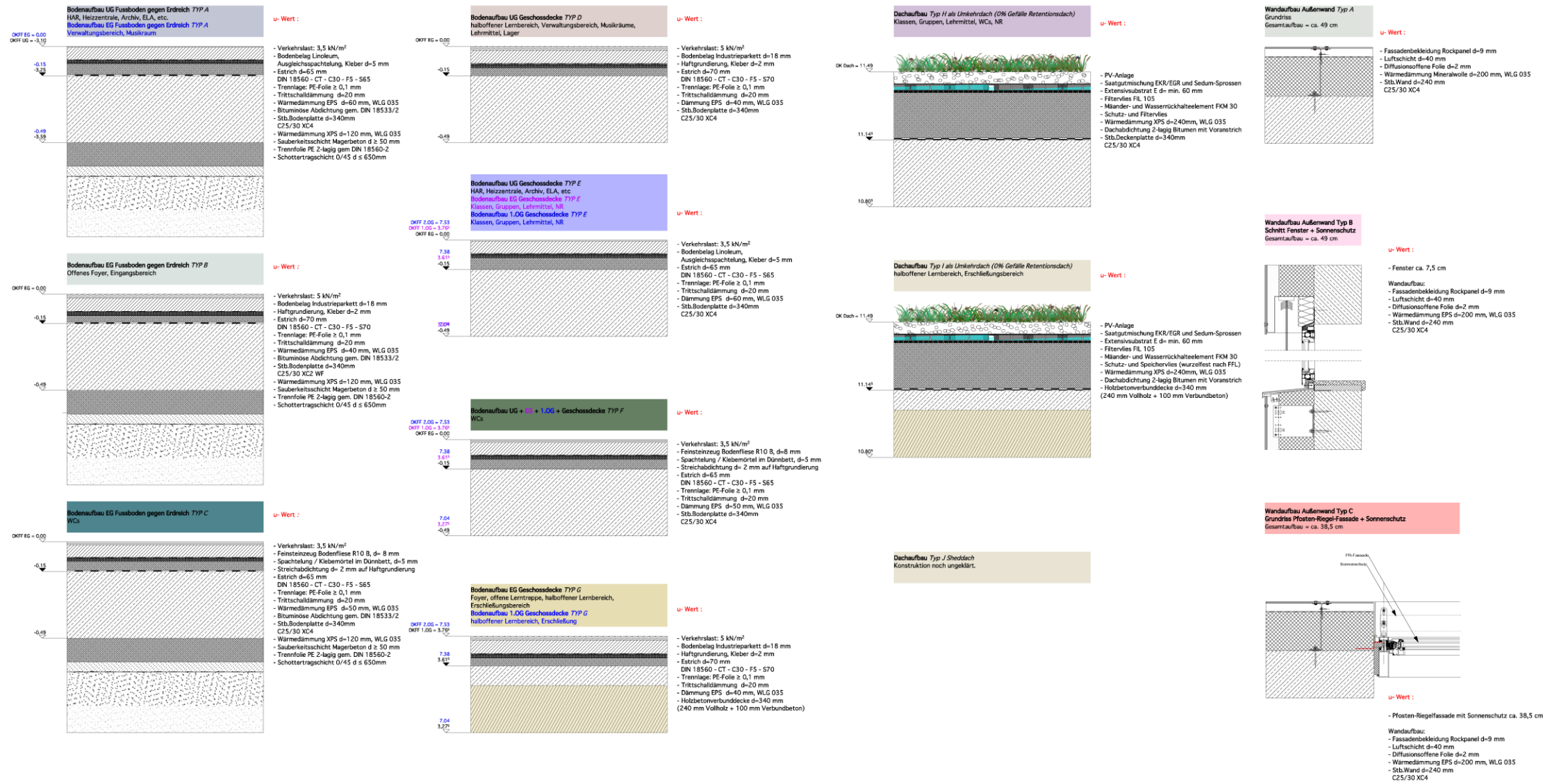
ARCHITEKTEN
ARGE rheinpark_r + kg5
ralph riewkamp architekten projekt gmbh
+ kg5 Klausenmeier Genter gbr
vertreten durch: Herr Riewkamp
Grabenstr. 3
D-44787 Bochum
tel: +49 (0)234 4149-080
fax: +49 (0)234 4149-180
mail: gronau@kg5rheinpark.de
Rondorfer Straße 74, Haus 17
D-40233 Düsseldorf
tel: +49 (0)211 384 948-80
fax: +49 (0)211 384 948-89
mail: gronau@kg5rheinpark.de

Datum, Unterschrift

PLANUNGSFASE ENTWURFSPLANUNG / LPH 3

PLANINHALT	Querschnitt / Längsschnitt			MASSTAB 1:100
	PLANDATUM 19.10.2023	ÄNDERUNG -	BEARBEITER/IN KS	FORMAT A0
PLANNUMMER	3-327			INDEX J

Bauteilkatalog



ÄNDERUNGEN

INDEX	DATUM	BESCHREIBUNG	KÜRZEL

PROJEKTBEZEICHNUNG

PROJEKTNR. 097

Erweiterung Werner-von-Siemens-Gymnasium
Schulzentrums Gronau
Laubstiege 23, 48599 Gronau

GRUNDSTÜCK

Laubstiege 23, 48599 Gronau
Gemarkung Gronau Flur 33 Flurstück 810

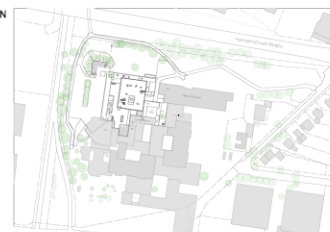
BAUHERREN

Gebäude- und Liegenschaftsmanagement
Nebenstelle Plänen,
Bauen und Umwelt
Grünstiege 64, 48599 Gronau

ARCHITEKTEN

rheinpark_r + kg5
ralph röwekamp architekten projekt gmbh
+ kg5 Küstermeier Genter gbr
Grabenstr. 3
D-44787 Bochum
tel: +49.(0)234.41 49-080
fax: +49.(0)234.41 49-180
mail: gronau@kg5rheinpark.de

ÜBERSICHTSPLAN



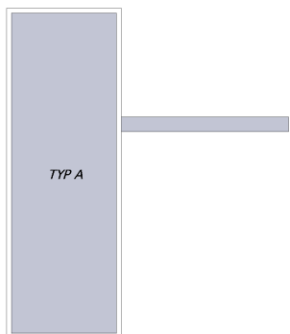
PLANUNGSPHASE

ENTWURFSPLANUNG / LPH 3

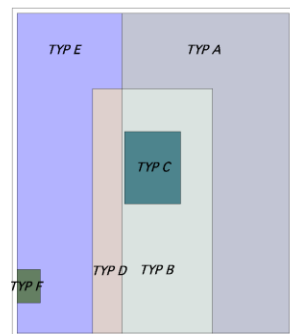
PLANINHALT

PLANDATUM	ÄNDERUNG	BEARBEITER/IN	FORMAT
18.10.2023	-	KS	AO
3-331			INDEX A

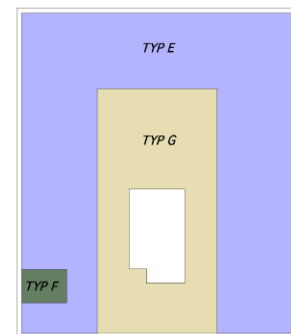
UG BODENAUFBAU



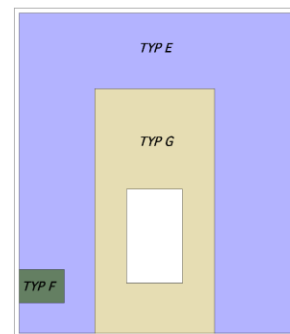
UG BODENAUFBAU GESCHOSSDECKE / EG BODENAUFBAU FUSSBODEN



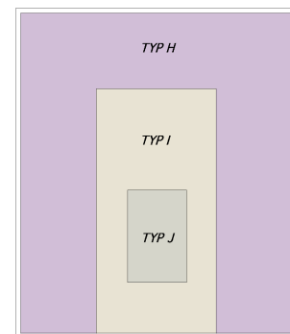
EG BODENAUFBAU GESCHOSSDECKE



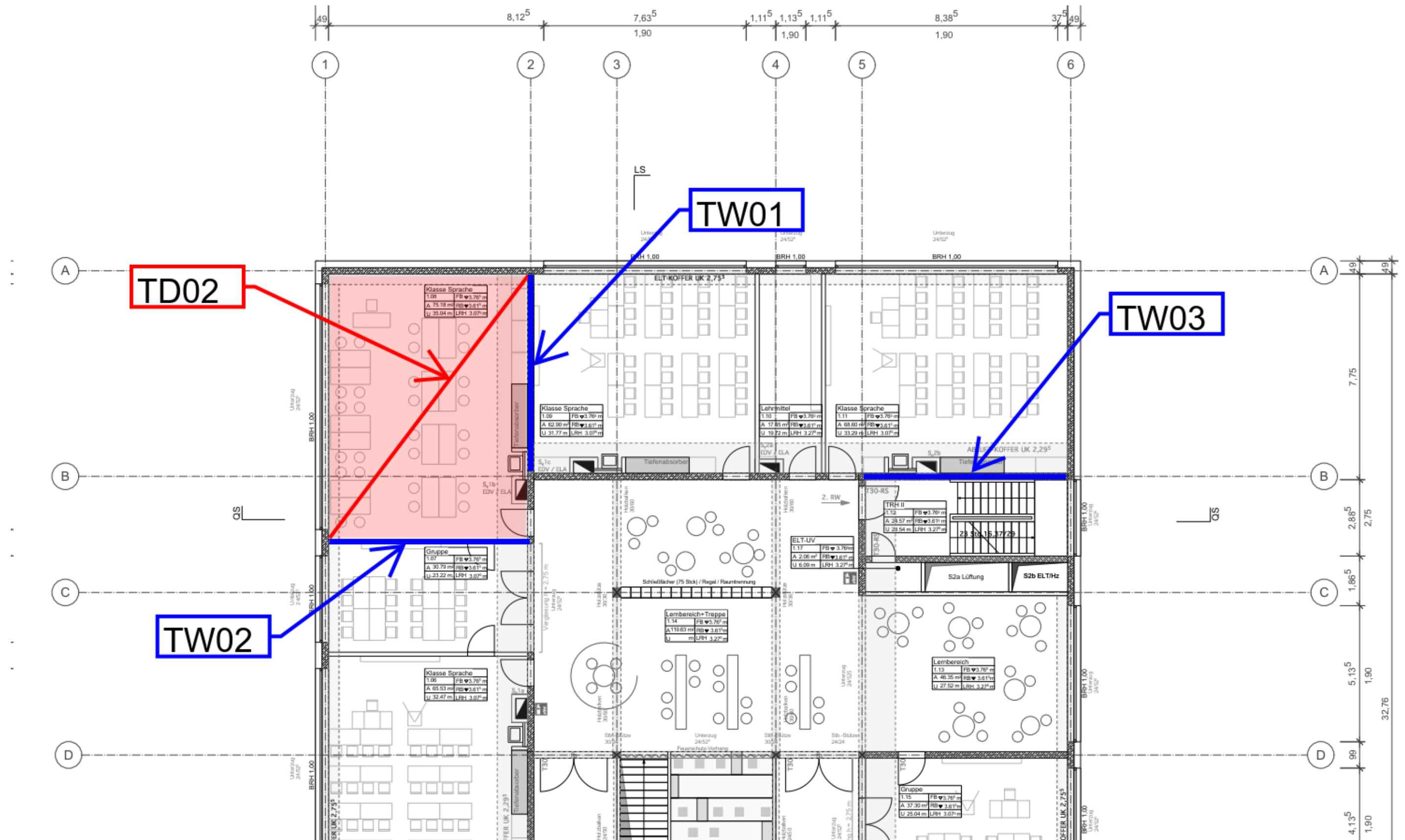
1.OG BODENAUFBAU GESCHOSSDECKE



2.OG DACHAUFBAU



4 Übersicht Trennbauteile (Ausschnitt 1. OG)



5 Vorgaben und Annahmen für die Berechnung

5.1 Trennwände in Massivbauweise

In den Berechnungen wurde für die massiven Trennwände zwischen den Räumen untereinander, zum Flur und auch zum Treppenhaus eine Stahlbetonwand mit einer Dicke von $d = 24 \text{ cm}$, beidseitig verputzt zu Grunde gelegt.

5.2 Trennwände in Leichtbauweise

5.2.1 Metallständerwand / GK-Trennwand

Zur Einhaltung der schalltechnischen Anforderungen an die Leichtbauwände sind in allen relevanten Bereichen doppelt beplankte Metallständerwände mit einem Ständerprofil CW100 und 60 mm Dämmung, Gesamtdicke $d = 150 \text{ mm}$ zu berücksichtigen. Das bewertete Schalldämm-Maß wird der DIN 4109-33:2016-07 entnommen. Der nachfolgende Wert wurde für die Berechnung berücksichtigt.

Schalldämm-Maß: $R_w \geq 51 \text{ dB}$

Ist ein gleitender Deckenanschluss notwendig, so ist die dafür zu berücksichtigende Korrektur vom Schalldämm-Maß des gewählten Produktes abzuziehen und auf Einhaltung der vorangegangenen Werte zu prüfen. Die Werte sind bei der Ausschreibung zu berücksichtigen und mit einem Zertifikat zu belegen.

5.2.2 Glastrennwände Gruppenräume

Die Trennwände zwischen Unterrichtsräumen und Gruppenräumen (bspw. 1. OG), sind als Trennwand wie in Kapitel 5.2.1 beschrieben berücksichtigt. Der Schutzanspruch wird hierbei so betrachtet, dass der Gruppenraum als einer dem Unterrichtsraum ähnliche Nutzung bewertet wird. Hieraus könnte somit der Anspruch an die Trennwand zwischen dem Gruppenraum und dem angrenzenden Flur ebenso betrachtet werden. Aus dieser Betrachtung würde für die Glastrennwände ein Schalldämm-Maß resultieren, welches dem der Metallständerwände gleichzusetzen wäre. Auch die darin enthaltenen Türen sind dann analog zu Kapitel 5.5 zu bewerten.

5.2.3 Flankierende Vorsatzkonstruktionen bei horizontaler Schallausbreitung

Trockenbauwände als Trennwände erreichen hohe Schalldämm-Maße, sodass flankierende Vorsatzkonstruktionen als begrenzende Bauteile für den Schallschutz in den Vordergrund rücken. Primär sind hierbei abgehängte Deckenkonstruktionen aber auch Bodenkonstruktionen wie Hohl- oder Doppelboden zu nennen. Daher wird empfohlen, die Trennwände bis an die Rohdecke bzw. auf den Rohfußboden zu führen und die flankierenden Konstruktionen dementsprechend in dem Bereich zu trennen.

Werden Trennwände bis auf den Estrich geführt, so ist eine Trennung des Estrich in Trennwandachse vorzusehen. Zusätzlich ist bei Hohl- / Doppelbodensystemen eine Schottung in Trennwandachse vorzusehen.

5.3 Trenndecken

5.3.1 Massivdecke Stahlbeton (Estrich mit Trittschalldämmung; „Typ E“)

Die massiven Trenndecken bestehen aus Stahlbeton. Auf den Decken ist ein Aufbau aus Trittschalldämmung sowie Fließestrich vorgesehen. Als Estrich wurde **Zementestrich mit einer Dicke von $d = 65 \text{ mm}$** für die Berechnungen berücksichtigt. Die Trittschalldämmung wurde entsprechend den Anforderungen mit einer **Dynamischen Steifigkeit von $s'_{\text{tot}} \leq 40 \text{ MN/m}^3$** vorgegeben.

5.3.2 Brettsperrholzdecke mit Schüttung (Estrich mit Trittschalldämmung; „Typ G“)

Die Geschossdecken im Kern des Gebäudes sind als Brettsperrholzdecke geplant. Im Kernbereich gibt es durch das offene Treppenhaus keine direkte Abtrennung der Geschosse. Das Schalldämm-Maß dieser Konstruktion ist hierbei als nicht relevant zu bewerten.

Nach DIN 4109-1 ist die Decke unter Fluren zu betrachten und zu bewerten. Somit ist für die Holzdecken im Kern des Gebäudes eine Bewertung des Trittschallpegels durchzuführen, um Übertragungen in Klassenräume zu minimieren. Eine direkte Berechnung, wie bei Massivbauteilen, ist nach der DIN nicht möglich bzw. vorgesehen. Es sind referenzbauteile heranzuziehen, die dem geplanten Aufbau entsprechen und darüber den bewerteten Trittschallpegel zu ermitteln.

Grundsätzlich werden bei Leichtbaudecken zusätzliche Korrekturfaktoren berücksichtigt, die eine erhöhte Flankenübertragung im Holzbau berücksichtigen. Die DIN gibt jedoch keine Vorgaben oder Ansätze vor, die eine im Massivbau (Stahlbetonwände und Stahlbetondecken in den umliegenden Bereichen) eingebundene Holzbaudecke berücksichtigen, wie es im vorliegenden Projekt der Fall ist. Somit ist das Berechnungsverfahren der DIN hier nicht direkt anwendbar. Daher wird eine annähernd vergleichbare Konstruktion der Decke zur Beurteilung herangezogen, Unterschiede aufgezeigt und anhand der Unterschreitung eine wahrscheinliche Einhaltung der Anforderungswerte dargelegt.

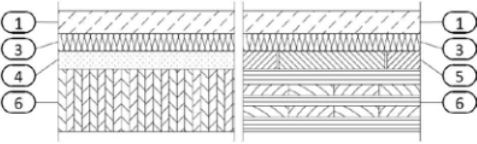
Tabelle 26: Massivholzdecken ohne Unterdecken						
Spalte	1	2	3	4	5	
Zeile	Schnitt	Dämmung d in mm s' in MN/m³	Beschwerung d in mm m' in kg/m²	$L_{n,w}$ ($C_{1,50-2500}$) in dB	R_w ($C_{50-5000}$; $C_{1,50-5000}$) in dB	
Massivholzdecken ohne Unterdecken mit Aufbauten aus mineralisch gebundenen Estrichen						
1		MW (DES-sh) d ≥ 40 s' ≤ 7	Schüttgut	-	56 ^a (3)	62 ^a (-6;-18)
2				d ≥ 40 m' ≥ 60	46 ^a (5)	68 ^a (-7;-20)
3				d ≥ 60 m' ≥ 90	40 ^c (8)	72 ^c (-8;-21)
4				d ≥ 100 m' ≥ 150	38 ^j (4)	77 ^j (-13;-28)
5			Platten	d ≥ 40 m' ≥ 100	45 ^a (4)	72 ^a (-8;-23)
6		MW (DES-sh) d ≥ 30 s' ≤ 8	Schüttgut	d ≥ 60 m' ≥ 90	40 ^g (9)	74 ^g (-9;-24)
7				d ≥ 100 m' ≥ 150	38 ^g (5)	76 ^g (-10;-25)

Abbildung 1: Ausschnitt aus Tabelle 26 des Holzbau Handbuch, Schallschutz im Hochbau ¹

Der in Abbildung 1 markierte Aufbau entspricht am ehesten dem geplanten im Kern des Gebäudes. Die Messung wurden dabei mit einer Holzdecke mit 120 mm Dicke durchgeführt. Der Estrich ist mit einer spezifischen Masse von $m' = 120 \text{ g/m}^2$ angegeben, das entspricht einer Dicke von $d = 6 \text{ cm}$ Zementestrich.

Die **Geplante Decke** ist mit einem **Estrich der Stärke von $d = 7 \text{ cm}$** geplant, das **Brettsperrholz ist statisch mit einer Dicke von $d = 240 \text{ mm}$** ausgelegt. Diese ist somit 120 mm dicker als die in der Messung. Rein auf die masstechnischen Eigenschaften von Brettsperrholz reduziert, entspricht dies einer zusätzlichen Masse von ca. 60 kg/m^2 gegenüber der untersuchten Konstruktion. Die **Schüttung** wird daher, gemäß des Referenzbauteils mit **$d = 60 \text{ mm}$ ($m' \geq 90 \text{ kg/m}^2$) festgelegt.**

¹ Holzbau Deutschland-Institut e.V.; Holzbau Handbuch; Reihe 3; Teil 3; Folge 1: Schallschutz im Hochbau – Grundlagen und Vorbemessung; 03/2019

Gegenüber der gemessenen Konstruktionen ist in jeglicher Hinsicht von einer Verbesserung durch erhöhten Massen auszugehen. Jedoch ist durch die zu berücksichtigenden Verkehrslasten die Auswahl der verfügbaren Trittschalldämmung stark eingeschränkt, sodass entgegen den üblichen Konstruktionen eine **Dynamische Steifigkeit von $s' \leq 9 \text{ MN/m}^3$** berücksichtigt werden muss. Als eine für diesen Zweck geeignete Trittschalldämmung sei auf das Produkt „Trittschalldämmplatte TPT 03“ mit einer Dicke von $d = 30 \text{ mm}$ der Knauf Insulation GmbH verwiesen (s. Abbildung 2). Andere Produkte können verwendet werden, sofern diese die Anforderungen an die Verkehrslast einhalten und dabei gleichwertige oder geringere Werte der dynamischen Steifigkeit erreichen.

TECHNISCHE DATEN

Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit (λ_b)	0,033 W/(m·K) (DIN 4108-4)
Brandverhalten	A1 (DIN EN 13501)
Bezeichnungsschlüssel	MW-EN 13162-T6-SDi-CP3

VORTEILE

- ✓ Hergestellt mit ECOSE® Technology
- ✓ Für Verkehrslasten bis 5 kPa (kN/m²) geeignet
- ✓ Dämmt Tritt- und Luftschall
- ✓ Nichtbrennbar

Bezeichnung	Zeichen	Beschreibung/Daten		Einheit	Norm
Werkstoff		Glaswolle			
Glimmverhalten		Keine Neigung zum kontinuierlichen Schwelen			DIN EN 16753
Wärmeleitfähigkeitsstufe	WLS	033			
Nennwert der Wärmeleitfähigkeit	λ_D	0,032		W/(m·K)	DIN EN 13162
Spezifische Wärmekapazität	c_p	850		J/(kg·K)	DIN EN 12524
Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl	μ	ca. 1			DIN EN 13162
Zusammendrückbarkeit	c	≤ 3		mm	DIN EN 13162
Grenzabmaße Dicke	T	T6			DIN EN 13162
Dicke	d	20	30	mm	
Nennwert des Wärmedurchlasswiderstands	R_D	0,60	0,90	(m²K)/W	DIN EN 13162
Bemessungswert des Wärmedurchlasswiderstands	R	0,61	0,91	(m²K)/W	DIN 4108-4
Dynamische Steifigkeit	s'	≤ 12	≤ 9	MN/m³	DIN EN 13162

Abbildung 2: Auszug aus Datenblatt zu Knauf Trittschall-Dämmplatte TPT03

Nach der DIN 4109-1 ist für Decken unter Fluren ein bewerteter Trittschallpegel von $L'_{nw} \leq 53 \text{ dB}$ einzuhalten. Unter Berücksichtigung des Prognosezuschlages nach DIN 4109-2 reduziert sich der einzuhaltende Wert auf $L'_{nw} \leq 50 \text{ dB}$.

Da durch die Gesamtkonstruktion eine höhere Masse in den äußeren Schichten erreicht wird und die dynamische Steifigkeit um das kleinstmögliche Maß überschritten wird, ist davon auszugehen, dass annähernd gleiche Werte für die Trittschallpegel erreicht werden. Somit läge der zu erwartende Trittschallpegel der geplanten Konstruktion 10 dB unterhalb des einzuhaltenden Wertes für den bewerteten Trittschallpegel inklusive der Schallnebenwege. Auch unter Einbeziehung des Spektrum-Anpassungswerts $C_{(1,50-2500)}$, wie er in einem alternativen Verfahren für die Vorbemessung von Bauteilen herangezogen werden kann², wird der einzuhaltende Trittschallpegel unterschritten.

Unter Berücksichtigung der beschriebenen Parameter ist davon auszugehen, dass die geplante Deckenkonstruktion den schalltechnischen Anforderungen nach DIN 4109-1 genügen wird.

² Holzbau Deutschland-Institut e.V.; Holzbau Handbuch; Reihe 3; Teil 3; Folge 1: Schallschutz im Hochbau – Grundlagen und Vorbemessung; 03/2019

5.4 Außenlärm

5.4.1 Maßgeblicher Außenlärmpegel

Nördlich des geplanten Gebäudes verläuft die L510 (Herrmann-Ehlers-Straße). Zur Ermittlung des maßgeblichen Außenlärmpegels, ausgehend von dieser Straße, werden die Verkehrszählraten aus dem Jahr 2021 des Landesbetrieb Straßenbau Nordrhein-Westfalen herangezogen. Für den Straßenabschnitt wird ein DTV von 8631 Kfz/24h angegeben. Im Sinne des Lärmschutzes wird konservativ auf 10.000 Kfz/24h aufgerundet. Aus dem Abstand des geplanten Gebäudes und der Verkehrsbelastung ergibt sich nach DIN 18005 an der Nordfassade ein Mittelungspegel von 64 dB(A)

Nach DIN 4109-2 ist zur Ermittlung des maßgeblichen Außenlärmpegels der Tag-Immissionsrichtwert der jeweiligen Gebietskategorie nach TA Lärm anzusetzen. Im Vorliegenden Fall ist das Baugebiet als Sondergebiet ausgewiesen und wird im Sinne des Schallschutzes mit dem Tag-Immissionsrichtwert eines Mischgebietes bewertet.

Ein schalltechnisches Gutachten, welches zusätzlich den westlich verlaufenden Schienenweg berücksichtigt, liegt zum Zeitpunkt der Berichterstellung nicht vor.

Aus den Vorangegangenen Eingangsgrößen ergibt sich der Lärmpegelbereich IV und somit ein maximaler maßgeblicher Außenlärmpegel von $L_a = 70$ dB an der nördlichen Fassade des geplanten Gebäudes.

5.4.2 Schalldämm-Maß der Außenbauteile

Nach DIN 4109-1 resultiert für Unterrichtsräume aus dem Lärmpegelbereich IV ein Schalldämm-Maß der Außenbauteile von $R'_{w,ges} = 40$ dB an der Nordfassade.

Gemäß der Berechnung sind zur Einhaltung des resultierenden bewerteten Schalldämm-Maß der **Nordfassade Fenster der Schallschutzklasse 3 nach VDI 2719 vorzusehen**. An der West- sowie Ostfassade wird aufgrund der Teilbeaufschlagung durch die Straße empfohlen in Unterrichtsräumen auch Fenster der Schallschutzklasse 3 vorzusehen.

5.5 Türen

5.5.1 Schalltechnische Anforderungen an Türen

Gemäß DIN 4109-2:2018-01 ist für das am Bau mindestens einzuhaltende Schalldämm-Maß der Tür allein (erf. R_w) ein Sicherheitsbeiwert von $u_{prog} = 5$ dB anzusetzen. Hieraus resultiert das erforderliche Prüfstands-Schalldämm-Maß der betriebsfertigen Tür einschließlich Zarge und Dichtungen:

$$R_{w,P} \geq \text{erf. } R_w + 5 \text{ dB}$$

Die Werte sind bei der Ausschreibung zu berücksichtigen und mit einem Prüfzeugnis zu belegen.

Im vorliegenden Fall beträgt das erforderliche Prüfstands-Schalldämm-Maß der Tür/en somit:

Türen zwischen Unterrichtsräumen (oder ähnlichen Räumen) und Fluren:

Prüfstands-Schalldämm-Maß: $R_{w,P} \geq 37$ dB.

Türen zwischen Unterrichtsräumen (oder ähnlichen Räumen) untereinander:

Prüfstands-Schalldämm-Maß: $R_{w,P} \geq 42$ dB.

5.5.2 Allgemeine Hinweise zur Ausführung von Innentüren:

- Bei hochschalldämmenden Türen hat die Bodendichtung eine hohe Bedeutung; es sollten Absenkungen oder Schleppdichtungen über Höckerswellen vorgesehen werden.
- Bodenaufbauten, wie Estrich oder Hohlraumboden, sollten unter der Tür getrennt werden und die Bodendichtung nicht auf Teppich abgesenkt werden, da dies zu Undichtigkeiten führt
- Stahlzargen sollten im Massivbau vermörtelt, Holzzargen mit Mineralwolle hinterfüllt und beidseitig dauerelastisch verfugt werden

6 Zusammenfassung der Berechnungen

Nachfolgend eine Übersicht über die Berechnungsannahmen sowie die daraus resultierenden Berechnungsergebnisse für die einzelnen Bauteile. Grundlage sind die Annahmen / Vorgaben aus dem vorangegangenen Kapitel 5. Die detaillierten Berechnungen sind dem anschließenden Kapitel 7 zu entnehmen.

6.1 TD02: Geschossdecke zwischen Unterrichtsräumen (Typ E)

Trennendes Bauteil	Decke, Stahlbeton d = 32 cm					
Flankierende Bauteile	Tragschale der Außenwand aus Stahlbeton Innenwände aus Stahlbeton					
Deckenauflage	Schwimmender Estrich Zementestrich, d = 6,5 cm Dynamische Steifigkeit $s'_{tot} \leq 40 \text{ MN/m}^3$					
Unterdecke	-					
Vorsatzkonstruktion	-					
Ergebnis	vorh. $R'_{w,R}$	64,9	dB	$\geq$	55	dB erf. $R'_{w,R}$
	vorh. $L'_{n,w,R}$	42,7	dB	$\leq$	46	dB zul. $L'_{n,w,R}$

6.2 TW01: Trennwand Stahlbeton zwischen Klassenräumen / Musikraum und Lernbereich

Trennendes Bauteil	Trennwand, Stahlbeton d = 24 cm					
Flankierende Bauteile	Tragschale der Außenwand aus Stahlbeton Innenwand aus Stahlbeton Trenndecken aus Stahlbeton					
Deckenauflage	-					
Unterdecke	-					
Vorsatzkonstruktion	-					
Ergebnis	vorh. $R'_{w,R}$	59,9	dB	$\geq$	55	dB erf. $R'_{w,R}$
	vorh. $L'_{n,w,R}$	-	dB	$\leq$	-	dB zul. $L'_{n,w,R}$

6.3 TW02: Trennwand Leichtbau zwischen Klassenraum und Gruppenraum

Trennendes Bauteil	Trennwand, Leichtbau Metallständerwand (Kap. 5.2)					
Flankierende Bauteile	Tragschale der Außenwand aus Stahlbeton					
	Innenwand aus Stahlbeton					
	Trenndecken aus Stahlbeton					
Deckenauflage	-					
Unterdecke	-					
Vorsatzkonstruktion	-					
Ergebnis	vorh. $R'_{w,R}$	48,3	dB	$\geq$	47	dB erf. $R'_{w,R}$
	vorh. $L'_{n,w,R}$	-	dB	$\leq$	-	dB zul. $L'_{n,w,R}$

6.4 TW03: Trennwand Stahlbeton zwischen Klassenraum und Treppenhaus

Trennendes Bauteil	Trennwand, Stahlbeton d = 24 cm					
Flankierende Bauteile	Tragschale der Außenwand aus Stahlbeton					
	Innenwand aus Kalksandstein					
	Wohnungstrenndecken aus Stahlbeton					
Deckenauflage	-					
Unterdecke	-					
Vorsatzkonstruktion	-					
Ergebnis	vorh. $R'_{w,R}$	59,8	dB	$\geq$	52	dB erf. $R'_{w,R}$
	vorh. $L'_{n,w,R}$	-	dB	$\leq$	-	dB zul. $L'_{n,w,R}$

6.5 AW01: Außenwand mit Fenster

Trennendes Bauteil	Außenwand, Tragschale aus Stahlbeton d = 24 cm					
	Vorgehängte hinterlüftete Fassade mit Dämmung					
	Fenster der Schallschutzklasse 3 (VDI 2719)					
Flankierende Bauteile	-					
Deckenauflage	-					
Unterdecke	-					
Vorsatzkonstruktion	-					
Ergebnis	vorh. $R'_{w,R}$	37,7	dB	$\geq$	37,3	dB erf. $R'_{w,R}$
	vorh. $L'_{n,w,R}$	-	dB	$\leq$	-	dB zul. $L'_{n,w,R}$

7 Berechnungen zum Schallschutz

7.1 Deckenbauteil "TD02 - Geschossdecke UG/EG/1.OG (Typ E)"

Bauteil: TD02 - Geschossdecke UG/EG/1.OG (Typ E)

Deckenbauteil in Gebäuden in Massivbauart
zum Schutz gegen Schallübertragung aus eigenen Wohn-/Arbeitsbereichen

7.1.1 Bau-Schalldämm-Maße nach DIN 4109:2018

Zusammenstellung der flächenbezogenen Masse (DIN 4109:2018)

von innen	s [cm]	ρ [kg/m ³]	Rechenwert [kg/m ³]	angesetzt [kg/m ²]
Bodenbelag	0,5	1390	1390	
Zementestrich	6,5	2000	2000	
EPS 040 DES	2,0	20	20	
EPS 035 DEO	6,0	20	20	
5 Beton 2400 (2% Stahl)	32,0	2400	2400	768,0
flächenbezogene Masse m'_{ges}				768,0

7.1.2 Schalldämm-Maß für das trennende Bauteil

$\text{vorh } R_w = 30,9 \cdot \text{LOG}(768,0) - 22,2 = 67,0 \text{ dB}$ (Bauteil aus Beton / Mauerwerk, T32 Gl.13)

Vorsatzkonstruktionen (trennendes Bauteil)
Zementestrich, $m' = 130 \text{ kg/m}^2$, $s' = 40 \text{ MN/m}^3$, weichfedernd (Estrich)
 $\Delta R_w = 74,4 - 20 \cdot \text{LOG}(89) - 0,5 \cdot 67,0 = 1,9 \text{ dB}$

$\text{vorh } R_{Dd,w} = R_{s,w} + \Sigma \Delta R_{Dd,w} = 67,0 + 1,9 = 68,9 \text{ dB}$ (T2 Gl.4ff)

flächenbezogene Masse m'_{ges} außerhalb der erlaubten Grenzwerte $65 < m'_{\text{ges}} < 720 \text{ kg/m}^2$

7.1.3 Raumanordnung

	Breite	Höhe	Tiefe	Versatz [m]
Senderraum	7,50	3,20	10,00	
Empfangsraum	7,50	3,20	10,00	0,00

Fläche des trennenden Bauteils (D) $S_s = 7,50 \cdot 10,00 = 75,00 \text{ m}^2$

7.1.4 Flankierende Bauteile in Massivbauweise

im Senderraum	$R_{i,w}$ dB	m_i kg/m ²	im Empfangsraum	$R_{j,w}$ dB	m_j kg/m ²
S1 AW01 - Außenwand	63,1	576	E1 AW01 - Außenwand	63,1	576
S2 AW01 - Außenwand	63,1	576	E2 AW01 - Außenwand	63,1	576
S3 TW01	63,8	606	E3 TW01	63,8	606
S4	0,0	0	E4	0,0	0

$R_{i,w}$ = Schalldämm-Maße der flankierenden Bauteile mit m_i = Bauteilgewicht (ohne Vorsatzschalen)

$\Delta R_{i,w}$ = Verbesserung der Schalldämm-Maße durch raumseitige Vorsatzschalen

Vorsatzkonstruktionen auf flankierenden Übertragungswegen

Vorsatzschale	m' kg/m ²	Typ	Flanken- bauteile	f_0 ΔR _{i,w} Hz dB	f_0 ΔR _{i,w} Hz dB
* Zementestrich	130	1	40 MN/m ³	D	89 1,9

m' = flächenbezogene Masse der Vorsatzkonstruktion (Estrich, Vorsatzschale)

Typ: 1 = Vorsatzkonstruktion mit weichfedernder Trennschicht mit s_{dyn} in MN/m³, 2 = freistehende Vorsatzkonstruktion mit Hohlraumdämmung mit Schalenabstand d in [m]

Flankenbauteile mit der beschriebenen Vorsatzkonstruktion, ggf. mehrere, * = trennendes Bauteil

f_0 = Resonanzfrequenz des Schwingungssystems Flankenbauteil + Vorsatzkonstruktion

ΔR_{i,w} = Verbesserungsmass der Schalldämmung des Flankenbauteils durch die Vorsatzkonstruktion

7.1.5 Flankenschalldämm-Maße für Massivbauteile

Übertragungsweg	l_f m	$R_{i,w}$ dB	$R_{j,w}$ dB	ΔR _{ij,w} dB	K_{ij} dB	$R_{ij,w}$ dB
Weg Ff						
Ff1 (S1 - E1)	7,50	63,1	63,1	0,0	7,6 T-Stoß	80,7
Ff2 (S2 - E2)	7,50	63,1	63,1	0,0	7,6 T-Stoß	80,7
Ff3 (S3 - E3)	7,50	63,8	63,8	0,0	11,8 Kreuzstoß	85,6
Weg Df						
Df1 (D - E1)	7,50	67,0	63,1	1,9	4,8 T-Stoß	81,7
Df2 (D - E2)	7,50	67,0	63,1	1,9	4,8 T-Stoß	81,7
Df3 (D - E3)	7,50	67,0	63,8	1,9	6,3 Kreuzstoß	83,6
Weg Fd						
Fd1 (S1 - d)	7,50	63,1	67,0	0,0	4,8 T-Stoß	79,8
Fd2 (S2 - d)	7,50	63,1	67,0	0,0	4,8 T-Stoß	79,8
Fd3 (S3 - d)	7,50	63,8	67,0	0,0	6,3 Kreuzstoß	81,7

Ff = Übertragungsweg flankierendes Bauteil im Senderaum ⇒ flankierendes Bauteil im Empfangsraum

Df = Übertragungsweg trennendes Bauteil im Senderaum ⇒ flankierendes Bauteil im Empfangsraum

Fd = Übertragungsweg flankierendes Bauteil im Senderaum ⇒ trennendes Bauteil im Empfangsraum

l_f = gemeinsame Kantenlängen und K_{ij} = Stoßstellendämm-Maße zum Übertragungsweg

$R_{i,w} / R_{j,w}$ = Schalldämm-Maße der flankierenden Bauteile im Sende- und Empfangsraum

ΔR_{ij,w} = bewertete Verbesserung der Schalldämm-Maße durch raumseitige Vorsatzschalen nach T2 Abs.4.2.2.1

K_{ij} = Stoßstellendämm-Maße nach T32, Gl.24 ff, Mindestwert nach T2 Gl.17

$R_{ij,w} = R_{i,w} / 2 + R_{j,w} / 2 + \Delta R_{ij,w} + K_{ij} + 10 \cdot \text{LOG}(S_S / (l_0 \cdot l_f))$ = bewertete Flankenschalldämm-Maße (T2 Gl.10)

7.1.6 Flankierende Bauteile in Leichtbauweise

flankierende Bauteile	l_f m	$D_{n,f,w}$ dB	$R_{Ff,w}$ dB
06 flankierende Metallständerwand	7,50	76,0	80,5
07			

06 $D_{n,f,w}$ für vertikale Schallübertragung über Metallständerwand durch Massivdecke getrennt

l_f = gemeinsame Kantenlänge zwischen flankierendem und trennendem Bauteil

l_{lab} = Bezugskantenlänge = 2,8 m für Längswände, 4,5 m für Decken

S_S = Fläche des trennenden Bauteils [m²]

$D_{n,f,w}$ = bewertete Norm-Schallpegeldifferenz des flankierenden Bauteils (tabelliert)

$R_{Ff,w}$ = Bewertetes Flankendämm-Maß Ff nach T2, Gl.23 = $D_{n,f,w} + 10 \cdot \text{LOG}(l_{lab} / l_f) + 10 \cdot \text{LOG}(S_S / 10)$

Die Schallnebenwege Fd und Df werden nicht beachtet (Leichtbauweisen)

7.1.7 bewertetes Bau-Schalldämm-Maß

$$R'_{w} = -10 \cdot \log(10^{-RDd,w/10} + \sum_{1,n} 10^{-R_{Ff,w}/10} + \sum_{1,n} 10^{-RDf,w/10} + \sum_{1,n} 10^{-R_{Fd,w}/10}) = 66,9 \text{ dB (T2 Gl.1)}$$

relevante Übertragungswege: $RDd=63\%$ $R_{Ff1}=4\%$ $RDf1=3\%$ $R_{Fd1}=5\%$ $R_{Ff2}=4\%$ $RDf2=3\%$ $R_{Fd2}=5\%$
 $R_{Fd3}=3\%$ $R_{Ff6}=4\%$

7.1.8 Rechenwert Bau-Schalldämm-Maß (DIN 4109:2018)

$$\text{vorh } R'_{w,R} = R'_{w} - 2,0 \text{ dB} = \mathbf{64,9 \text{ dB (T2 Gl.45)}}$$
 für den Nachweis

Standard-Schallpegeldifferenz zwischen Sende- und Empfangsraum
 $D_{nT,w} = 66,92 + 10 \cdot \log(0,32 \cdot 240,0 / 75,0) = 67,0 \text{ dB (T2, Gl.B.1)}$

7.1.9 Bewerteter Norm-Trittschallpegel nach DIN 4109:2018

$$\text{vorh } L_{n,eq,0,w} = 164 - 35 \cdot \log(720,0) = 64,0 \text{ dB (T32, Gl.21, Rohdecke für } m' = 720 \text{ kg/m}^2)$$

$$\text{vorh } \Delta L_w = 25,5 \text{ dB, (Verbesserungsmaß Deckenauflagen)}$$

$$\text{vorh } K = 1,2 \text{ dB (Korrekturwert für Flankenübertragung)}$$

$$L'_{n,w} = L_{n,eq,0,w} - \Delta L_w + K = 64,0 - 25,5 + 1,2 = 39,7 \text{ dB (T2 Gl.25)}}$$
 für den Nachweis

$L'_{n,w}$ = bewerteter Norm-Trittschallpegel mit Schallnebenwegen

25,5 dB Verbesserungsmaß durch schwimmenden Estrich mineralisch 130,0 kg/m², $s' = 40,0 \text{ MN/m}^3$
 K = Korrekturwert für Flankenübertragung mit $m'_{f,m} = 586,0 \text{ kg/m}^2$ und $m'_{s} = 768,0 \text{ kg/m}^2$ (T2, Gl.26)

$$\text{Standard-Trittschallpegel } L'_{nT,w} = 39,7 - 10 \cdot \log(0,032 \cdot 240,0) = 30,8 \text{ dB (T2, Gl.B.3)}$$

7.1.10 Anforderungen an die Luft- und Trittschalldämmung

aus DIN 4109-1:2018, Schallschutz im Hochbau

Decken zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und „lauten“ Räumen (z.B. Musikräume, Cafeteria)

$$\text{erf. } R'_{w} \geq 55 \text{ dB}$$

$$\text{zul. } L'_{n,w} \leq 46 \text{ dB}$$

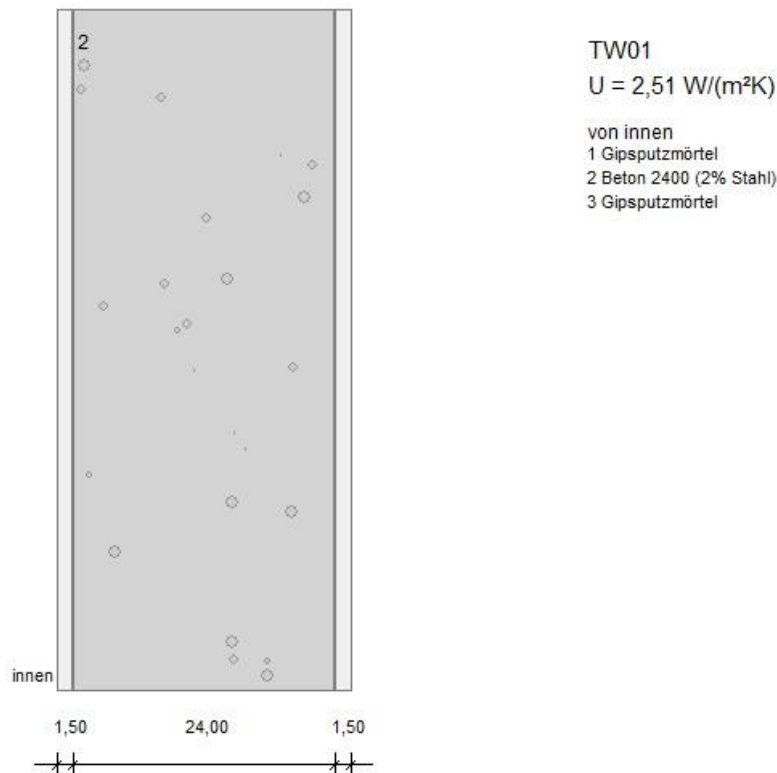
7.1.11 Nachweis

$$\text{vorh. } R'_{w,R} = 64,9 \text{ dB} \geq 55 \text{ dB} = \text{erf. } R'_{w} \quad \mathbf{\text{Konstruktion erfüllt DIN 4109.}}$$

$$\text{vorh. } L'_{n,w,R} = 39,7 + 3 = 42,7 \text{ dB} \leq 46 = \text{zul. } L'_{n,w} \quad \mathbf{\text{erfüllt DIN 4109.}}$$

2 dB Korrektur / Vorhaltemaß nach Abschnitt 4.1.1, DIN 4109 Bbl.1

7.2 Wandbauteil "TW01 – Trennwand zwischen Klassenräumen und zu Musikräumen"



Wandbauteil in Gebäuden in Massivbauart
zum Schutz gegen Schallübertragung aus eigenen Wohn-/Arbeitsbereichen

7.2.1 Bau-Schalldämm-Maße nach DIN 4109:2018

Zusammenstellung der flächenbezogenen Masse (DIN 4109:2018)

von innen	s [cm]	ρ [kg/m³]	Rechenwert [kg/m³]	angesetzt [kg/m²]
1 Gipsputzmörtel	1,5	1400	1000	15,0
2 Beton 2400 (2% Stahl)	24,0	2400	2400	576,0
3 Gipsputzmörtel	1,5	1400	1000	15,0
flächenbezogene Masse m'_{ges}				606,0

7.2.2 Schalldämm-Maß für das trennende Bauteil

$\text{vorh } R_w = 30,9 \cdot \text{LOG}(606,0) - 22,2 = 63,8 \text{ dB}$ (Bauteil aus Beton / Mauerwerk, T32 Gl.13)

Vorsatzkonstruktionen nicht vorhanden (trennendes Bauteil)

7.2.3 Raumanordnung

	Breite	Höhe	Tiefe	Versatz [m]
Senderraum	10,00	3,25	7,50	
Empfangsraum	7,50	3,25	8,40	0,00

Fläche des trennenden Bauteils (D) $S_s = 3,25 \cdot 7,50 = 24,38 \text{ m}^2$

7.2.4 Flankierende Bauteile in Massivbauweise

im Senderraum	$R_{i,w}$ dB	m_i kg/m ²	im Empfangsraum	$R_{j,w}$ dB	m_j kg/m ²
S1 AW01 - Außenwand	63,1	576	E1 AW01 - Außenwand	63,1	576
S2 TD02 - Geschossdeck	67,0	768	E2 TD02 - Geschossdeck	67,0	768
S3 TW01	63,8	606	E3 TW01	63,8	606
S4 TD02 - Geschossdeck	67,0	768	E4 TD02 - Geschossdeck	67,0	768
S5	0,0	0	E5	0,0	0

$R_{i,w}$ = Schalldämm-Maße der flankierenden Bauteile mit m_i = Bauteilgewicht (ohne Vorsatzschalen)

$\Delta R_{i,w}$ = Verbesserung der Schalldämm-Maße durch raumseitige Vorsatzschalen

Vorsatzkonstruktionen auf flankierenden Übertragungswegen

Vorsatzschale	m' kg/m ²	Typ	Flanken- bauteile	f_0 Hz	$\Delta R_{i,w}$ dB	f_0 Hz	$\Delta R_{i,w}$ dB
---------------	---------------------------	-----	----------------------	-------------	------------------------	-------------	------------------------

m' = flächenbezogene Masse der Vorsatzkonstruktion (Estrich, Vorsatzschale)

Typ: 1 = Vorsatzkonstruktion mit weichfedernder Trennschicht mit s_{dyn} in MN/m³, 2 = freistehende Vorsatzkonstruktion mit Hohlraumdämmung mit Schalenabstand d in [m]

Flankenbauteile mit der beschriebenen Vorsatzkonstruktion, ggf. mehrere, * = trennendes Bauteil

f_0 = Resonanzfrequenz des Schwingungssystems Flankenbauteil + Vorsatzkonstruktion

$\Delta R_{i,w}$ = Verbesserungsmass der Schalldämmung des Flankenbauteils durch die Vorsatzkonstruktion

7.2.5 Flankenschalldämm-Maße für Massivbauteile

Übertragungsweg	l_f m	$R_{i,w}$ dB	$R_{j,w}$ dB	$\Delta R_{ij,w}$ dB	K_{ij} dB	$R_{ij,w}$ dB
Weg Ff						
Ff1 (S1 - E1)	3,25	63,1	63,1	0,0	4,7 T-Stoß	76,5
Ff2 (S2 - E2)	7,50	67,0	67,0	0,0	7,0 Kreuzstoß	79,1
Ff3 (S3 - E3)	3,25	63,8	63,8	0,0	5,7 T-Stoß	78,2
Ff4 (S4 - E4)	7,50	67,0	67,0	0,0	5,5 Kreuzstoß	77,6
Weg Df						
Df1 (D - E1)	3,25	63,8	63,1	0,0	4,7 T-Stoß	76,9
Df2 (D - E2)	7,50	63,8	67,0	0,0	5,9 Kreuzstoß	76,4
Df3 (D - E3)	3,25	63,8	63,8	0,0	4,7 T-Stoß	77,2
Df4 (D - E4)	7,50	63,8	67,0	0,0	6,3 Kreuzstoß	76,8
Weg Fd						
Fd1 (S1 - d)	3,25	63,1	63,8	0,0	4,7 T-Stoß	76,9
Fd2 (S2 - d)	7,50	67,0	63,8	0,0	5,9 Kreuzstoß	76,4
Fd3 (S3 - d)	3,25	63,8	63,8	0,0	4,7 T-Stoß	77,2
Fd4 (S4 - d)	7,50	67,0	63,8	0,0	6,3 Kreuzstoß	76,8

Ff = Übertragungsweg flankierendes Bauteil im Senderraum $\Rightarrow$ flankierendes Bauteil im Empfangsraum

Df = Übertragungsweg trennendes Bauteil im Senderraum $\Rightarrow$ flankierendes Bauteil im Empfangsraum

Fd = Übertragungsweg flankierendes Bauteil im Senderraum $\Rightarrow$ trennendes Bauteil im Empfangsraum

l_f = gemeinsame Kantenlängen und K_{ij} = Stoßstellendämm-Maße zum Übertragungsweg

$R_{i,w} / R_{j,w}$ = Schalldämm-Maße der flankierenden Bauteile im Sende- und Empfangsraum

$\Delta R_{ij,w}$ = bewertete Verbesserung der Schalldämm-Maße durch raumseitige Vorsatzschalen nach T2 Abs.4.2.2.1

K_{ij} = Stoßstellendämm-Maße nach T32, Gl.24 ff, Mindestwert nach T2 Gl.17

$R_{ij,w} = R_{i,w} / 2 + R_{j,w} / 2 + \Delta R_{ij,w} + K_{ij} + 10 \cdot \text{LOG}(S_s / (l_0 \cdot l_f))$ = bewertete Flankenschalldämm-Maße (T2 Gl.10)

7.2.6 bewertetes Bau-Schalldämm-Maß

$$R'_{w} = -10 \cdot \log(10^{-RDd,w/10} + \sum_{1,n} 10^{-RFf,w/10} + \sum_{1,n} 10^{-RDf,w/10} + \sum_{1,n} 10^{-RFd,w/10}) = 61,9 \text{ dB (T2 Gl.1)}$$

relevante Übertragungswege: $RDd=64\%$ $RFf1=3\%$ $RDf1=3\%$ $RFd1=3\%$ $RDf2=4\%$ $RFd2=4\%$ $RDf4=3\%$ $RFd4=3\%$

7.2.7 Rechenwert Bau-Schalldämm-Maß (DIN 4109:2018)

$$\text{vorh } R'_{w,R} = R'_{w} - 2,0 \text{ dB} = \mathbf{59,9 \text{ dB}} \text{ (T2 Gl.45) für den Nachweis}$$

Standard-Schallpegeldifferenz zwischen Sende- und Empfangsraum
 $D_{nT,w} = 61,87 + 10 \cdot \log(0,32 \cdot 204,8 / 24,38) = 66,2 \text{ dB (T2, Gl.B.1)}$

7.2.8 Anforderungen an die Luftschalldämmung

aus DIN 4109-1:2018, Schallschutz im Hochbau
Wände zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und „lauten“ Räumen (z.B. Speiseräume, Cafeterien, Technikzentralen)

$$\text{erf. } R'_{w} \geq 55 \text{ dB}$$

7.2.9 Nachweis

$$\text{vorh. } R'_{w,R} = 59,9 \text{ dB} \geq 55 \text{ dB} = \text{erf. } R'_{w} \quad \mathbf{\text{Konstruktion erfüllt DIN 4109.}}$$

7.3 Wandbauteil "TW02 – Trennwand zwischen Klasse und Gruppenraum"

Wandbauteil in Gebäuden in Holz- oder Skelettbauart
zum Schutz gegen Schallübertragung aus eigenen Wohn-/Arbeitsbereichen

7.3.1 Bau-Schalldämm-Maße nach DIN 4109:2018

Leichtbauweise DIN 4109-33:2016

Ausführung wie 2-10 Metallständerwand CW 100, 2 x GK, 60 mm MF, 51 dB

vorh R_w (C, C_{tr}) = 51 (-, -) dB

7.3.2 Raumanordnung

	Breite	Höhe	Tiefe	Versatz [m]
Senderraum	7,50	3,20	4,00	
Empfangsraum	7,50	3,20	10,00	0,00

Fläche des trennenden Bauteils (D) $S_s = 3,20 \cdot 7,50 = 24,00 \text{ m}^2$

7.3.3 Flankierende Bauteile in Massivbauweise

im Senderraum	$R_{i,w}$ dB	m_i kg/m ²	im Empfangsraum	$R_{j,w}$ dB	m_j kg/m ²
S1 AW01 - Außenwand	63,1	576	E1 AW01 - Außenwand	63,1	576
S2 TD02 - Geschossdeck	67,0	768	E2 TD02 - Geschossdeck	67,0	768
S3 TW01	63,8	606	E3 TW01	63,8	606
S4 TD02 - Geschossdeck	67,0	768	E4 TD02 - Geschossdeck	67,0	768
S5	0,0	0	E5	0,0	0

$R_{i,w}$ = Schalldämm-Maße der flankierenden Bauteile mit m_j = Bauteilgewicht (ohne Vorsatzschalen)

$\Delta R_{i,w}$ = Verbesserung der Schalldämm-Maße durch raumseitige Vorsatzschalen

Vorsatzkonstruktionen auf flankierenden Übertragungswegen

Vorsatzschale	m' kg/m ²	Typ	Flanken- bauteile	f_0 Hz	$\Delta R_{i,w}$ dB	f_0 Hz	$\Delta R_{i,w}$ dB
---------------	---------------------------	-----	----------------------	-------------	------------------------	-------------	------------------------

m' = flächenbezogene Masse der Vorsatzkonstruktion (Estrich, Vorsatzschale)

Typ: 1 = Vorsatzkonstruktion mit weichfedernder Trennschicht mit s_{dyn} in MN/m³, 2 = freistehende Vorsatzkonstruktion mit Hohlraumdämmung mit Schalenabstand d in [m]

Flankenbauteile mit der beschriebenen Vorsatzkonstruktion, ggf. mehrere, * = trennendes Bauteil

f_0 = Resonanzfrequenz des Schwingungssystems Flankenbauteil + Vorsatzkonstruktion

$\Delta R_{i,w}$ = Verbesserungsmass der Schalldämmung des Flankenbauteils durch die Vorsatzkonstruktion

7.3.4 Flankenschalldämm-Maße für Massivbauteile

Übertragungsweg	l_f m	$R_{i,w}$ dB	$R_{j,w}$ dB	$\Delta R_{ij,w}$ dB	K_{ij} dB	$R_{ij,w}$ dB
Weg Ff						
Ff1 (S1 - E1)	3,20	63,1	63,1	0,0	5,7	T-Stoß 77,6
Ff2 (S2 - E2)	6,50	67,0	67,0	0,0	4,0	T-Stoß 76,7
Ff3 (S3 - E3)	6,50	63,8	63,8	0,0	6,8	T-Stoß 76,2
Ff4 (S4 - E4)	6,50	67,0	67,0	0,0	4,0	T-Stoß 76,7

Ff = Übertragungsweg flankierendes Bauteil im Senderaum $\Rightarrow$ flankierendes Bauteil im Empfangsraum

keine Flankenübertragung Df und Fd bei trennenden Bauteilen in Leichtbauweise

l_f = gemeinsame Kantenlängen und K_{ij} = Stoßstellendämm-Maße zum Übertragungsweg

$R_{i,w} / R_{j,w}$ = Schalldämm-Maße der flankierenden Bauteile im Sende- und Empfangsraum

$\Delta R_{ij,w}$ = bewertete Verbesserung der Schalldämm-Maße durch raumseitige Vorsatzschalen nach T2 Abs.4.2.2.1

K_{ij} = Stoßstellendämm-Maße nach T32, Gl.24 ff, Mindestwert nach T2 Gl.17

$R_{ij,w} = R_{i,w} / 2 + R_{j,w} / 2 + \Delta R_{ij,w} + K_{ij} + 10 \cdot \log(S_S / (l_0 \cdot l_f))$ = bewertete Flankenschalldämm-Maße (T2 Gl.10)

7.3.5 Flankierende Bauteile in Leichtbauweise

flankierende Bauteile	l_f m	$D_{n,f,w}$ dB	$R_{FF,w}$ dB
06 flankierender Estrich	7,50	57,0	58,6
07			

06 $D_{n,f,w}$ horizontal über schwimmenden Estrich mit Trennfuge, T33 Tab.41-2

l_f = gemeinsame Kantenlänge zwischen flankierendem und trennendem Bauteil

l_{ab} = Bezugskantenlänge = 2,8 m für Längswände, 4,5 m für Decken

S_S = Fläche des trennenden Bauteils [m²]

$D_{n,f,w}$ = bewertete Norm-Schallpegeldifferenz des flankierenden Bauteils (tabelliert)

$R_{FF,w}$ = Bewertetes Flankendämm-Maß Ff nach T2, Gl.23 = $D_{n,f,w} + 10 \cdot \log(l_{ab} / l_f) + 10 \cdot \log(S_S / 10)$

Die Schallnebenwege Fd und Df werden nicht beachtet (Leichtbauweisen)

7.3.6 bewertetes Bau-Schalldämm-Maß

$$R'_{w} = -10 \cdot \log(10^{-RDd,w/10} + \sum_{1,n} 10^{-R_{FF,w}/10} + \sum_{1,n} 10^{-RDf,w/10} + \sum_{1,n} 10^{-R_{FD,w}/10}) = 50,3 \text{ dB (T2 Gl.1)}$$

relevante Übertragungswege: $RDd=84\%$ $R_{FF}=15\%$

7.3.7 Rechenwert Bau-Schalldämm-Maß (DIN 4109:2018)

vorh $R'_{w,R} = R'_{w} - 2,0 \text{ dB} = 48,3 \text{ dB}$ (T2 Gl.45) für den Nachweis

Standard-Schallpegeldifferenz zwischen Sende- und Empfangsraum

$$D_{nT,w} = 50,26 + 10 \cdot \log(0,32 \cdot 41,6 / 24,0) = 47,7 \text{ dB (T2, Gl.B.1)}$$

7.3.8 Anforderungen an die Luftschalldämmung

aus DIN 4109-1:2018, Schallschutz im Hochbau

Wände zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen

erf. $R'_{w} \geq 47 \text{ dB}$

7.3.9 Nachweis

vorh. $R'_{w,R} = 48,3 \text{ dB} \geq 47 \text{ dB} = \text{erf. } R'_{w}$ **Konstruktion erfüllt DIN 4109.**

7.4 Wandbauteil "TW03 – Trennwand zwischen Klasse und Treppenhaus"

Wandbauteil in Gebäuden in Massivbauart
zum Schutz gegen Schallübertragung aus eigenen Wohn-/Arbeitsbereichen

7.4.1 Bau-Schalldämm-Maße nach DIN 4109:2018

Zusammenstellung der flächenbezogenen Masse (DIN 4109:2018)

von innen	s [cm]	ρ [kg/m ³]	Rechenwert [kg/m ³]	angesetzt [kg/m ²]
1 Gipsputzmörtel	1,5	1400	1000	15,0
2 Beton 2400 (2% Stahl)	24,0	2400	2400	576,0
3 Gipsputzmörtel	1,5	1400	1000	15,0
flächenbezogene Masse m'_{ges}				606,0

7.4.2 Schalldämm-Maß für das trennende Bauteil

$\text{vorh } R_w = 30,9 \cdot \text{LOG}(606,0) - 22,2 = 63,8 \text{ dB}$ (Bauteil aus Beton / Mauerwerk, T32 Gl.13)

Vorsatzkonstruktionen nicht vorhanden (trennendes Bauteil)

7.4.3 Raumanordnung

	Breite	Höhe	Tiefe	Versatz [m]
Senderraum	7,50	3,20	2,90	
Empfangsraum	9,00	3,20	7,50	0,00

Fläche des trennenden Bauteils (D) $S_s = 3,20 \cdot 7,50 = 24,00 \text{ m}^2$

7.4.4 Flankierende Bauteile in Massivbauweise

im Senderraum	$R_{i,w}$ dB	m_i kg/m ²	im Empfangsraum	$R_{j,w}$ dB	m_j kg/m ²
S1 AW01 - Außenwand	63,1	576	E1 AW01 - Außenwand	63,1	576
S2 TD02 - Geschossdeck	67,0	768	E2 TD02 - Geschossdeck	67,0	768
S3 TW03	63,8	606	E3 TW01	60,8	486
S4 TD02 - Geschossdeck	67,0	768	E4 TD02 - Geschossdeck	67,0	768
S5	0,0	0	E5	0,0	0

$R_{i,w}$ = Schalldämm-Maße der flankierenden Bauteile mit m_i = Bauteilgewicht (ohne Vorsatzschalen)

$\Delta R_{i,w}$ = Verbesserung der Schalldämm-Maße durch raumseitige Vorsatzschalen

Vorsatzkonstruktionen auf flankierenden Übertragungswegen

Vorsatzschale	m' kg/m ²	Typ	Flanken- bauteile	f_0 Hz	$\Delta R_{i,w}$ dB	f_0 Hz	$\Delta R_{i,w}$ dB
---------------	---------------------------	-----	----------------------	-------------	------------------------	-------------	------------------------

m' = flächenbezogene Masse der Vorsatzkonstruktion (Estrich, Vorsatzschale)

Typ: 1 = Vorsatzkonstruktion mit weichfedernder Trennschicht mit s_{dyn} in MN/m³, 2 = freistehende Vorsatzkonstruktion mit Hohlraumdämmung mit Schalenabstand d in [m]

Flankenbauteile mit der beschriebenen Vorsatzkonstruktion, ggf. mehrere, * = trennendes Bauteil

f_0 = Resonanzfrequenz des Schwingungssystems Flankenbauteil + Vorsatzkonstruktion

$\Delta R_{i,w}$ = Verbesserungsmass der Schalldämmung des Flankenbauteils durch die Vorsatzkonstruktion

7.4.5 Flankenschalldämm-Maße für Massivbauteile

Übertragungsweg	l_f m	$R_{i,w}$ dB	$R_{j,w}$ dB	$\Delta R_{ij,w}$ dB	K_{ij} dB	$R_{ij,w}$ dB
Weg Ff						
Ff1 (S1 - E1)	3,20	63,1	63,1	0,0	6,0	T-Stoß 77,9
Ff2 (S2 - E2)	7,50	67,0	67,0	0,0	7,0	Kreuzstoß 79,0
Ff3 (S3 - E3)	3,20	63,8	60,8	0,0	6,4	T-Stoß 77,4
Ff4 (S4 - E4)	7,50	67,0	67,0	0,0	7,0	Kreuzstoß 79,0
Weg Df						
Df1 (D - E1)	3,20	63,8	63,1	0,0	4,7	T-Stoß 76,9
Df2 (D - E2)	7,50	63,8	67,0	0,0	5,9	Kreuzstoß 76,3
Df3 (D - E3)	3,20	63,8	60,8	0,0	4,7	T-Stoß 75,8
Df4 (D - E4)	7,50	63,8	67,0	0,0	5,9	Kreuzstoß 76,3
Weg Fd						
Fd1 (S1 - d)	3,20	63,1	63,8	0,0	4,7	T-Stoß 76,9
Fd2 (S2 - d)	7,50	67,0	63,8	0,0	5,9	Kreuzstoß 76,3
Fd3 (S3 - d)	3,20	63,8	63,8	0,0	4,7	T-Stoß 77,2
Fd4 (S4 - d)	7,50	67,0	63,8	0,0	5,9	Kreuzstoß 76,3

Ff = Übertragungsweg flankierendes Bauteil im Senderaum $\Rightarrow$ flankierendes Bauteil im Empfangsraum

Df = Übertragungsweg trennendes Bauteil im Senderaum $\Rightarrow$ flankierendes Bauteil im Empfangsraum

Fd = Übertragungsweg flankierendes Bauteil im Senderaum $\Rightarrow$ trennendes Bauteil im Empfangsraum

l_f = gemeinsame Kantenlängen und K_{ij} = Stoßstellendämm-Maße zum Übertragungsweg

$R_{i,w} / R_{j,w}$ = Schalldämm-Maße der flankierenden Bauteile im Sende- und Empfangsraum

$\Delta R_{ij,w}$ = bewertete Verbesserung der Schalldämm-Maße durch raumseitige Vorsatzschalen nach T2 Abs.4.2.2.1

K_{ij} = Stoßstellendämm-Maße nach T32, Gl.24 ff, Mindestwert nach T2 Gl.17

$R_{ij,w} = R_{i,w} / 2 + R_{j,w} / 2 + \Delta R_{ij,w} + K_{ij} + 10 \cdot \text{LOG}(S_S / (l_0 \cdot l_f))$ = bewertete Flankenschalldämm-Maße (T2 Gl.10)

7.4.6 bewertetes Bau-Schalldämm-Maß

$$R'_{w} = -10 \cdot \text{LOG}(10^{-R_{Dd,w}/10} + \sum_{1,n} 10^{-R_{Ff,w}/10} + \sum_{1,n} 10^{-R_{Df,w}/10} + \sum_{1,n} 10^{-R_{Fd,w}/10}) = 61,8 \text{ dB (T2 Gl.1)}$$

relevante Übertragungswege: $R_{Dd}=63\%$ $R_{Df1}=3\%$ $R_{Fd1}=3\%$ $R_{Df2}=4\%$ $R_{Fd2}=4\%$ $R_{Df3}=4\%$ $R_{Df4}=4\%$ $R_{Fd4}=4\%$

7.4.7 Rechenwert Bau-Schalldämm-Maß (DIN 4109:2018)

$$\text{vorh } R'_{w,R} = R'_{w} - 2,0 \text{ dB} = 59,8 \text{ dB (T2 Gl.45) für den Nachweis}$$

Standard-Schallpegeldifferenz zwischen Sende- und Empfangsraum

$$D_{nT,w} = 61,82 + 10 \cdot \text{LOG}(0,32 \cdot 216,0 / 24,0) = 66,4 \text{ dB (T2, Gl.B.1)}$$

7.4.8 Anforderungen an die Luftschalldämmung

aus DIN 4109-1:2018, Schallschutz im Hochbau

Wände zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und Treppenhäusern

$$\text{erf. } R'_{w} \geq 52 \text{ dB}$$

7.4.9 Nachweis

$$\text{vorh. } R'_{w,R} = 59,8 \text{ dB} \geq 52 \text{ dB} = \text{erf. } R'_{w} \quad \text{Konstruktion erfüllt DIN 4109.}$$

7.5 Wandbauteil "AW01 - Außenwand"

Wandbauteil in Gebäuden in Massivbauart
zum Schutz gegen Außenlärm

7.5.1 Bau-Schalldämm-Maße nach DIN 4109:2018

Zusammenstellung der flächenbezogenen Masse (DIN 4109:2018)

von innen	s [cm]	ρ [kg/m ³]	Rechenwert [kg/m ³]	angesetzt [kg/m ²]
1 Beton 2400 (2% Stahl)	24,0	2400	2400	576,0
Mineralwolle MW 035	20,0	20	20	
Luftschicht belüftet	4,0	1	1	
Vorgehängte Fassadenplatt	0,9	600	600	
flächenbezogene Masse m'_{ges}				576,0

7.5.2 Schalldämm-Maß für das trennende Bauteil

vorh $R_w = 30,9 \cdot \log(576,0) - 22,2 = 63,1$ dB (Bauteil aus Beton / Mauerwerk, T32 Gl.13)

Vorsatzkonstruktionen nicht vorhanden (trennendes Bauteil)

Fläche des Außenbauteils (D) $S_s = 8,3 \cdot 3,25 = 26,98$ m²

Resultierendes Direkt-Schalldämm-Maß $R_{w,ges}$

	S_i m ²	$R_{i,w}$ dB	$R_{e,i,w}$ dB	DIN-Bezug
AW01 - Außenwand	12,34	63,1	66,5	T2, Abs.4.4
1 Fenster $R_{w,Glas}$ 35, Falzdichtung	14,44	37,0	39,7	T35 Tab.1-7
2 Fuge mit Montageschaum gefüllt 20 mm	0,20	47,0	68,3	T35 Tab.8-8
3				
26,98				

bewertete Schalldämm-Maße $R_{e,i,w} = R_{i,w} + 10 \cdot \log(S_s / S_i)$ (T2, Gl.37)
bezogen auf die Fassadenfläche $S_s = 27,0$ m²

Fenster $R_{w,Glas}$ 35, Falzdichtung 37 dB, T35 Tab.1-7

Fuge mit Montageschaum gefüllt 20 mm 47 dB, T35 Tab.8-8

$R_{w,ges} = -10 \cdot \log(\sum 10^{-R_{e,i,w}/10}) = -10 \cdot \log(0,000107161) = 39,7$ dB (T2, Gl.35)

7.5.3 bewertetes Bau-Schalldämm-Maß

$R'_w = -10 \cdot \log(\sum 10^{-R_{e,i,w}/10} + \sum_{1,n} 10^{-R_{Ff,w}/10} + \sum_{1,n} 10^{-R_{Df,w}/10} + \sum_{1,n} 10^{-R_{Fd,w}/10}) = 39,7$ dB (T2 Gl.34)

relevante Übertragungswege: $Re=100\%$

7.5.4 Rechenwert Bau-Schalldämm-Maß (DIN 4109:2018)

vorh $R'_{w,R} = R'_w - 2,0$ dB = **37,7 dB** (T2 Gl.45) für den Nachweis

7.5.5 Schallschutz im Städtebau, Ermittlung der Schallimmissionen nach DIN 18005-1:2023

Vereinfachte Ermittlung der Beurteilungspegel $L_{r,i}$ mit Nomogrammen nach Anhang B

Schallquelle	Entfernung		Korrektur	$L_{r, \text{Tag}}$	$L_{r, \text{Nacht}}$
01 Landstraße	50 m	10.000 Kfz/d	0,0	64,0	56,0 dB
				64,0	56,0 dB

0,0:

$$L_{r, \text{ges}, \text{Tag}} = 10 \cdot \lg \sum 10^{0.1 \cdot L_{r,i, \text{Tag}}} + 3 = 67,0 \text{ dB[A]}, \text{ Lärmpegelbereich IV}$$

$$L_{r, \text{ges}, \text{Nacht}} = 10 \cdot \lg \sum 10^{0.1 \cdot L_{r,i, \text{Nacht}}} + 3 + 10 = 69,0 \text{ dB[A]}, \text{ Lärmpegelbereich IV}$$

Der Beurteilungspegel $L_{r, \text{ges}}$ wird nach DIN 4109-2:2018 Abs. 4.4.5 erhöht.

7.5.6 Anforderungen an die Luftschalldämmung

aus DIN 4109-1:2018, Abs.7 Anforderungen zum Schutz gegen Außenlärm im Lärmpegelbereich L_a bis 70 dB (IV)
Außenbauteile von Unterrichtsräumen

$$\text{erf } R'_{w, \text{res}} = 40 - 2,7 = 37,3 \text{ dB}$$

$$\text{Korrektur KAL nach DIN 4109-2:2018 Gl.33 (S/SG), } K_{AL} = 10 \cdot \text{LOG}(26,98 / (0,8 \cdot (62,25))) = -2,7 \text{ dB (T2 Gl.33)}$$

7.5.7 Nachweis

$$\text{vorh. } R'_{w, R, \text{res}} = 37,7 \text{ dB} \geq 37,3 \text{ dB} = \text{erf. } R'_{w, \text{res}} \quad \textbf{Konstruktion erfüllt DIN 4109.}$$