

Paul-Mahr-Schule Erweiterung

Energetisches Pflichtenheft

Genehmigungsplanung



Projekt
Leistungsphase
Index
Datum

2408 Paul-Mahr-Schule Erweiterung
Genehmigungsplanung
C
09. Sep. 2025

Inhaltsverzeichnis

1	Grundlagen.....	4
1.1	Projektbeschreibung	4
1.2	Plangrundlage.....	4
1.2.1	Architektur.....	4
1.2.2	TGA (Heizung, Lüftung, Warmwasser)	4
1.2.3	Elektrotechnik (Beleuchtung und PV)	4
1.2.4	Tragwerksplanung	4
1.2.5	Küchenplanung	5
1.3	Aufsteller	5
2	Festgelegte Anforderungen für Planung und Ausführung.....	6
2.1	Bauordnungsrechtliche Mindestanforderungen (Nachweis gem. GEG).....	6
2.2	Zusätzliche, frei vereinbarte Anforderungen	7
2.2.1	Planungsstandards für Schulen im Main-Taunus-Kreis	7
2.2.2	Passivhaus.....	7
2.2.3	Effizienzhaus 40 NH	7
3	Energetisches Entwurfskonzept.....	8
3.1	Thermische Hülle	8
3.2	Zonierung 18599 (GEG).....	8
3.3	U-Werte und Mindestwärmeschutz (DIN 4108-2).....	9
3.4	Feuchteschutz Regelbauteile (DIN 4108-3).....	10
3.4.1	Wände in Holzbauart nach DIN 68800-2.....	10
3.5	Wärmebrücken	11
3.6	Luftdichtheit	11
3.7	Sommerlicher Wärmeschutz.....	12
3.7.1	Nachweis Sommerlicher Wärmeschutz DIN 4108-2:2013.....	12
3.8	Mindestdämmung der Leitungen und Armaturen	13
4	Gebäudetechnik.....	14
4.1	Heizung.....	14
4.1.1	Wärmeerzeuger.....	14
4.1.2	Wärmeverteilung	14
4.1.3	Wärmeübergabe.....	14
4.2	Brauchwarmwasser.....	14
4.2.1	Wärmeerzeuger.....	14
4.2.2	Wärmeverteilung	14
4.3	Kühlung.....	15
4.3.1	Kälteerzeuger.....	15
4.3.2	Kälteverteilung	15
4.3.3	Kälteübergabe.....	15
4.4	Mechanische Belüftung	15

4.5	Beleuchtungssysteme	16
4.6	PV Anlagen.....	16
5	Energetische Bewertung	17
5.1	Bewertung GEG.....	17
5.1.1	Nachweis der thermischen Hülle	17
5.1.2	Nachweis des Primärenergiebedarfs	17
5.1.3	Nachweis der Nutzung erneuerbarer Energien	17
5.1.4	Bundesförderprogramme (BEG).....	18
5.2	Bewertung PHPP.....	19
6	Anlagen zur Nachweisführung	20
6.1	Bauteilentwurf LP4	21
6.1.1	Bodenplatte (BP).....	21
6.1.2	AW STB mit WDVS Klinkerriemchen (A1)	22
6.1.3	AW STB WDVS hinter Raffstore Klinkerriemchen (A7).....	23
6.1.4	AW HRB (A3).....	24
6.1.5	AW HRB hinter Raffstore (A4).....	26
6.1.6	AW HRB vor STB (A5).....	28
6.1.7	AW Technik STB mit VHF (A6)	30
6.1.8	Fenster (F).....	31
6.1.9	Vorhangfassade (VF).....	32
6.1.10	Außentür (T)	33
6.1.11	Decke nach Unten (DU)	34
6.1.12	Flachdach KALZIP (D1)	35
6.1.13	Flachdach über Technikraum (D2).....	36
6.1.14	Innendecke über SIBE (ID).....	37
6.1.15	Innenwand GK SIBE (A8).....	38
6.1.16	Innenwand STB SIBE/Verbindungsgang (A2)	39
6.2	Zonierung gem. DIN 18599	40

1 Grundlagen

1.1 Projektbeschreibung

Bauvorhaben	Paul-Mahr-Schule Erweiterung
Bauort	Werner-vom-Siemens-Straße 20 65439 Flörsheim am Main
Bauherr	Main-Taunus-Kreis Der Kreisausschuss Hochbau- und Liegenschaftsamt Am Kreishaus 1-5 65719 Hofheim am Taunus
Architekt	<i>Siehe Bauherr</i>
Aufsteller	khh – Ingenieure Hanauer Landstraße 196 60314 Frankfurt am Main
Bearbeiter	SZ

Art des Gebäudes: Schul-/Bildungsbau. Neubau

1.2 Plangrundlage

Sämtliche Untersuchungen und Ergebnisse in diesem Bericht beziehen sich auf folgende Planungsleistungen Dritter.

1.2.1 Architektur

Planstand Architektur „Genehmigungsplanung“, M 1:100, Stand 21.05.2025; Verfasser „Bauherr (Hochbau-Liegenschaftsamt des Main-Taunus-Kreis)“ in Funktion des Entwurfsarchitekten.

1.2.2 TGA (Heizung, Lüftung, Warmwasser)

Planstand Entwurf, Grundrisse, Stand 27.02.2025, Verfasser „Ingenieurbüro Frank Fuchs“

Datenblätter Lüftungsanlagen, Stand 24.05.2025, Bereitgestellt durch „Ingenieurbüro Frank Fuchs“

Datenblatt Wärmepumpe, Stand 12.07.2024, Bereitgestellt durch „Ingenieurbüro Frank Fuchs“

Strangschemen, Stand 22.04.2025, Verfasser „Ingenieurbüro Frank Fuchs“

LP3 Anlagenbeschreibung Heiztechnik, Stand 26.06.25, Verfasser „Ingenieurbüro Frank Fuchs“

LP3 Anlagenbeschreibung Raumluftechnik, Stand 26.06.25, Verfasser „Ingenieurbüro Frank Fuchs“

LP 3 Anlagenbeschreibung Sanitär, Stand 26.06.25, Verfasser „Ingenieurbüro Frank Fuchs“

1.2.3 Elektrotechnik (Beleuchtung und PV)

Entwurfsplanung Elektrotechnik, Stand 31.01.2025, Verfasser „Ingenieurteam für Technische Gebäudeausstattung“

Bericht „PV-Anlage Neubau Paul-Maar-Schule Flörsheim“, Stand 24.01.2025, Verfasser „Ingenieurteam für Technische Gebäudeausstattung“

1.2.4 Tragwerksplanung

Es wurden die koordinierten Qualitäten (Bauteilabmessungen, Konstruktionsweisen, Materialien, etc.) aus den Architekturplänen entnommen.

1.2.5 Küchenplanung

Bericht „Regenerierküche mit Ausgabe Betriebsbeschreibung“, Stand 30.06.2025, Verfasser „PROFIL Gastronomie Planung + Innovation GmbH“

Dieses Dokument stellt die Genehmigungsplanung zum Wärmeschutz/ Nachweis GEG dar.

1.3 Aufsteller

KHB Ingenieure
Hanauer Landstraße 196
60314 Frankfurt am Main
E-Mail: Info@khh-ing.de

Bearbeiter: Zille
Nachweisberechtigter: Kais Bashariar

aufgestellt am 09. Sep. 2025

Kais Bashariar



Ingenieure in Hessen

URKUNDE

über die Eintragung in eine bei der Ingenieurkammer Hessen geführte Liste der Nachweisberechtigten für bautechnische Nachweise gemäß § 68 HBO 2018.

Herr M. Sc. Kais Hassan Bashariar B. Eng.

Geburtsdatum: **28.06.1983**
Geburtsort: **Kabul, Afghanistan**
Wohn-/Büroanschrift: **khh Bau Ingenieure
Hanauer Landstraße 192
60314 Frankfurt**

ist auf Grund des Beschlusses des Eintragungsausschusses am **22.08.2019** in eine Liste der Nachweisberechtigten für bautechnische Nachweise gemäß § 9 Abs. 1 Nachweisberechtigten-Verordnung -NBVO vom 3. Dezember 2002 (GVBl. I, S. 729), zuletzt geändert durch Verordnung vom 24. November 2015 (GVBl. Nr. 30 vom 14. Dezember 2015 S. 546 ff.) eingetragen und wird geführt als Nachweisberechtigter

für Wärmeschutz gem. § 4 Abs. 4 NBVO

Diese Urkunde dient zum Nachweis der Eintragung gegenüber der Bauherrschaft und ist nur wirksam in Zusammenhang mit dem zugrunde liegenden Bescheid und dem Nachweis einer Haftpflichtversicherung in ausreichender Höhe im Sinne von § 6 Abs. 3 NBVO.

Die Eintragung als Nachweisberechtigter erlischt - unbeschadet der Möglichkeit der Löschung und des Widerrufs aus anderen Gründen - spätestens mit Vollendung des 70. Lebensjahres.

Die Urkunde verbleibt im Eigentum der Ingenieurkammer und ist bei einer Löschung der Eintragung auf einfaches Verlangen an diese zurückzugeben.

Der Listeneintrag wird geführt unter der Nummer **W-2323A-IngKH**.

Wiesbaden, den 9. September 2019

I. Kluge

Dipl.-Ing. Ingolf Kluge
Präsident
der Ingenieurkammer Hessen

Siegel

P. Starfinger

Dipl.-Ing. (FH) Peter Starfinger
Geschäftsführer
der Ingenieurkammer Hessen

2 Festgelegte Anforderungen für Planung und Ausführung

Folgende Anforderungen werden an die energetische Planung des Gebäudes gestellt:

1. Bauordnungsrechtliche Mindestanforderung: Einhaltung der Mindestanforderungen gem. Teil 2 GEG 2024 an Nichtwohngebäude, Anforderungen an zu errichtende Gebäude (NEUBAU).
2. Zusätzliche, frei vereinbarte Anforderungen:
 - 2.1. Anwendung der Planungsstandards für Schulen im MTK, Oktober 2023
 - 2.2. Nachweisführung gem. Passivhaus Projektierungspaket (PHPP 10.5), ohne Zertifizierung durch das PHI
 - 2.3. Nachweis Effizienzhaus 40 NH gem. technischer Vorgaben der KfW Bank

2.1 Bauordnungsrechtliche Mindestanforderungen (Nachweis gem. GEG)

Aufgrund der festgelegten Anforderungen sind folgende Nachweise in die energetische Planung zu integrieren

§ 10 Grundsatz und Niedrigstenergiegebäude

Gem §18 ist der Jahres-Primärenergiebedarf eines Nichtwohngebäudes für Heizung, Warmwasserbereitung, Lüftung, Kühlung und eingebaute Beleuchtung auf das 0,55fache des auf die Nettogrundfläche bezogenen Wertes des Jahres-Primärenergiebedarfs eines Referenzgebäudes, das die gleiche Geometrie, Nettogrundfläche, Ausrichtung und Nutzung, einschließlich der Anordnung der Nutzungseinheiten, wie das zu errichtende Gebäude aufweist und der technischen Referenzausführung der Anlage 2 entspricht, zu begrenzen.

Gem §19 ist ein zu errichtendes Nichtwohngebäude so zu errichten, dass die Höchstwerte der mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten der wärmeübertragenden Umfassungsfläche der Anlage 3 nicht überschritten werden.

Nummer	Bauteil	Höchstwerte der Mittelwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten	
		Zonen mit Raum-Soll-temperaturen im Heizfall $\geq 19^\circ\text{C}$	Zonen mit Raum-Soll-temperaturen im Heizfall von 12 bis $< 19^\circ\text{C}$
1	Opake Außenbauteile, soweit nicht in Bauteilen der Nummern 3 und 4 enthalten	$\bar{U} = 0,28 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	$\bar{U} = 0,50 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
2	Transparente Außenbauteile, soweit nicht in Bauteilen der Nummern 3 und 4 enthalten	$\bar{U} = 1,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	$\bar{U} = 2,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
3	Vorhangfassade	$\bar{U} = 1,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	$\bar{U} = 3,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
4	Glasdächer, Lichtbänder, Lichtkuppeln	$\bar{U} = 2,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	$\bar{U} = 3,1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

§ 11 Mindestwärmeschutz

Bauteile, die gegen die Außenluft, das Erdreich oder gegen Gebäudeteile mit wesentlich niedrigeren Innentemperaturen abgrenzen, sind so auszuführen, dass die Anforderungen des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2: 2013-02 und DIN 4108-3: 2018-10 erfüllt werden.

§ 12 Wärmebrücken

Der Einfluss konstruktiver Wärmebrücken auf den Jahres-Heizwärmebedarf ist nach den anerkannten Regeln der Technik und nach den im jeweiligen Einzelfall wirtschaftlich vertretbaren Maßnahmen so gering wie möglich zu halten

§ 13 Dichtheit

Das Gebäude ist so zu errichten, dass die wärmeübertragende Umfassungsfläche einschließlich der Fugen dauerhaft luftundurchlässig nach den anerkannten Regeln der Technik abgedichtet ist.

§ 14 Sommerlicher Wärmeschutz

Ein Gebäude ist so zu errichten, dass der Sonneneintrag durch einen ausreichenden baulichen sommerlichen Wärmeschutz nach den anerkannten Regeln der Technik begrenzt wird.

Ein ausreichender sommerlicher Wärmeschutz liegt vor, wenn die Anforderungen nach DIN 4108-2: 2013-02 Abschnitt 8 (Sonneneintragskennwertverfahren) oder ein Nachweis anhand des Berechnungsverfahrens nach DIN 4108-2: 2013-02 Abschnitt 8.4 (Simulationsrechnung) aufzeigt, dass der Grenzwert der Übertemperatur-Gradstunden für das geplante Nichtwohngebäude nicht überschritten wird.

2.2 Zusätzliche, frei vereinbarte Anforderungen

2.2.1 Planungsstandards für Schulen im Main-Taunus-Kreis

Gem. zusätzlicher Vereinbarung sind bei der Planung des Gebäudes die Vorgaben des „Planungsstandards für Schulen im Main-Taunus-Kreis, Version 5.0, Stand Oktober 2023“ zu berücksichtigen. Die Maßgebliche erhöhte Anforderung für die energetische Planung besteht darin, das Gebäude nicht nach den Mindestanforderungen des GEG, sondern nach vereinfachten Bewertungskriterien des Passivhaus-Projektierung Pakets zu planen.

2.2.2 Passivhaus

Neben der Bilanzierung nach DIN 18599 wird das geplante Gebäude auch mit dem Passivhaus-Projektierungspaket (PHPP) bilanziert. Der Passivhausnachweis wird gesondert über das PHPP geführt. Eine zertifizierte Nachweisführung mit Prüfung durch das PHI ist nicht vorgesehen.

2.2.3 Effizienzhaus 40 NH

Des Weiteren soll das Gebäude sämtliche Förderkriterien für ein „Klimafreundliches Nichtwohngebäude mit QNG-Zertifizierung“ entsprechen. Hierfür ist innerhalb der energetischen Planung der Nachweis zu erbringen, dass das Gebäude die technischen Anforderungen an ein Effizienzhaus 40 der KfW erfüllt.

Der Jahres-Primärenergiebedarf ist auf das **0,40-fache** des auf die Nettogrundfläche bezogenen Wertes des Jahres-Primärenergiebedarfs des Referenzgebäudes nach GEG zu begrenzen.

Die Höchstwerte der mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten der wärmeübertragenden Umfassungsfläche sind gem. der nachfolgenden Auflistung stärker zu begrenzen:

Nummer	Bauteil	Zonen mit Raum-Soll-temperaturen im Heizfall $\geq 19^{\circ}\text{C}$	
1	Opake Außenbauteile, soweit nicht in Bauteilen der Nummern 3 und 4 enthalten	$\bar{U} = 0,18 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	
2	Transparente Außenbauteile, soweit nicht in Bauteilen der Nummern 3 und 4 enthalten	$\bar{U} = 1,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	
3	Vorhangfassade	$\bar{U} = 1,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	
4	Glasdächer, Lichtbänder, Lichtkuppeln	$\bar{U} = 1,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	
Bei der Berechnung des Mittelwerts des jeweiligen Bauteils sind die Bauteile nach Maßgabe ihres Flächenanteils zu berücksichtigen.			

3 Energetisches Entwurfskonzept

3.1 Thermische Hülle

Festlegung zum Verlauf der thermischen Hülle:

Das gesamte umbaute Gebäudevolumen, ausgenommen des Verbindungsbaus, befindet sich innerhalb der thermischen Hüllfläche:

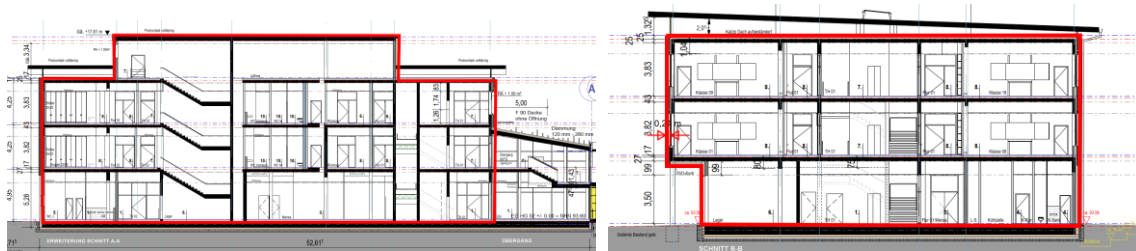


Abbildung 1 : Verlauf thermische Hülle im Schnitt

Das Technikgeschoss befindet sich innerhalb der thermischen Hülle (indirekt mitbeheizt).

Der Übergangsbau zum Bestand wird als unbeheizt definiert und befindet sich daher nicht innerhalb der thermischen Hülle.

3.2 Zonierung 18599 (GEG)

Nichtwohngebäude: Mehrzonenmodell, Nutzungen gem. nachfolgender Tabelle

Gebäudezonen gem DIN 18599-10				
Nr	Profil Nummer	Beschreibung	Volumen [m³]	Fläche [m²]
1	8	Klassenzimmer (Schule)	3852	1284
2	12	Mensa	931	266
3	14	Küche in Nichtwohngebäuden	179	51
4	16	WC und Sanitärräume in Nichtwohngebäuden	276	79
4.1	16	WC und Sanitärräume in Nichtwohngebäuden Innenliegend	199	66
5	17	Sonstige Aufenthaltsräume (Bibliothek, Büro Küche)	491	140
5.1	17	Sonstige Aufenthaltsräume Innenliegend (Rückzug)	176	59
6	19	Verkehrsfläche	3568	1137
7	20	Lager, Technik	1842	522

$A_{NGF} = 3603,5\text{m}^2$, $n_G = 3$ Geschosse + 1 Staffelgeschoß (Technik)

Ein grafischer Zonierungsplan kann der Anlage entnommen werden.

3.3 U-Werte und Mindestwärmeschutz (DIN 4108-2)

Nachfolgend werden die aufgrund der unter Kapitel 2 festgelegten Anforderungen mindestens einzuhaltenden U-Werte der thermischen Gebäudehüllfläche aufgeführt (Regelbauteile). Sofern keine zusätzlichen Hinweise zum Mindestwärmeschutz gem. DIN 4108-2/-3 aufgeführt werden, erfüllen die Bauteile die jeweiligen Mindestanforderungen ohne weiteren Nachweis bereits.

Wärmeverluste der thermischen Gebäudehülle

Bauteil	U-Wert W/(m²K)	U/U _{EnEV}	Fläche A m²	HT W/K
Außentür (T)	T	1,300	31	1 %
AW Technik STB mit VHF (A6)	A6	0,196	354	7 %
AW HRB vor STB (A5)	A5	0,137	334	7 %
AW HRB hinter Raffstore (A4)	A4	0,329	67	1 %
AW HRB (A3)	A3	0,169	446	9 %
AW IW GK (A8)	A8	0,334	21	0 %
AW IW STB (A2)	A2	0,298	47	1 %
AW STB WDVS hinter Raffsto	A7	0,337	11	0 %
AW STB mit WDVS Klinkerrie	A1	0,173	515	11 %
Decke nach Unten (DU)	DU	0,123	120	2 %
Bodenplatte (BP)	BP	0,207	1177	24 %
Fenster (F)	F	0,800	424	9 %
Flachdach über Technikraum	D2	0,154	347	7 %
Flachdach KALZIP (D1)	D1	0,134	931	19 %
ID über SIBE (ID)	ID	0,319	6	0 %
Vorhangsfassade (VF)	VF	1,000	49	1 %
			4879	100 %
			1.023	100 %

Hinweis Opake Bauteile

Opake Bauteile der Gebäudehülle werden rechnerisch anhand der maßgebliche wirksamen Dämmschicht dimensioniert, tragende und oder konstruktive Schichten werden, sofern nicht angegeben, aufgrund ihres vernachlässigbaren Einflusses auf den Wärmeschutz, nicht mit angegeben. Die für den Wärmeschutznachweis verwendeten detaillierten Bauteilaufbauten können der Anlage 6.1 entnommen werden.

Hinweis zum Nachweis Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2

Bezugnehmen auf Anlage A 6.2/1 Hessische Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (H-VV TB) Ausgabe 2024/1):

Ein gesonderter Nachweis nach DIN 4108-2 ist nicht erforderlich, da prognostiziert ist, dass die entsprechenden Anforderungen an den Gesamtenergiebedarf und den baulichen Wärmeschutz nach den § 15 bis 19 GEG bzw. der Anlage 5 oder 7 GEG erfüllt sind.

3.4 Feuchteschutz Regelbauteile (DIN 4108-3)

Sämtliche Bauteile, ausgenommen der Außenwände in Holzständerbauweise, sind gem. DIN 4108-3 als „Bauteile ohne gesonderten Nachweis“ klassifiziert.

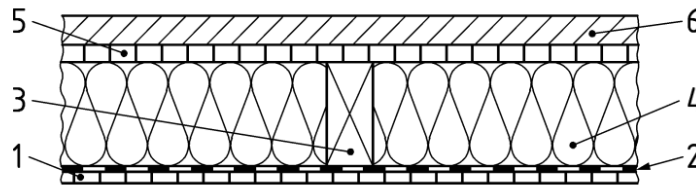
3.4.1 Wände in Holzbauart nach DIN 68800-2

Nachfolgend wird das Grundprinzip zur Erfüllung des Feuchteschutzes gem. DIN 4108-3 (Vermeidung von schädlichem Tauwasserausfall und Schimmelpilzbildung auf den Innenoberflächen) für alle Außenwände in Holzrahmenbauweise beschrieben:

Konstruktionsprinzip:

Wände in Holzbauart mit vorgehängten Außenwandbekleidungen mit raumseitiger diffusionshemmender Schicht $s_{d,i} \geq 2,0$ m und außenseitiger diffusionsoffener Schicht $s_{d,e} \leq 0,3$ m oder Holzfaserdämmplatte nach DIN EN 13171

Dies gilt auch für nicht belüftete Außenwandbekleidungen aus kleinformatigen Elementen, wenn auf der äußeren Beplankung eine zusätzliche wasserableitende Schicht mit $s_{d,e} \leq 0,3$ m aufgebracht ist



Legende

- 1 raumseitige Bekleidung oder Beplankung
- 2 Schicht zur Begrenzung des Diffusionsstroms, wenn nach 5.2.4 erforderlich
- 3 trockenes Holzprodukt
- 4 mineralischer Faserdämmstoff nach DIN EN 13162, Holzfaserdämmstoff nach DIN EN 13171 oder Dämmstoff, dessen Verwendbarkeit für diesen Anwendungsfall durch einen bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweis oder dessen Einsatz nach der MVVTB bzw. den technischen Baubestimmungen des jeweiligen Bundeslandes gegeben ist
- 5 äußere Bekleidung oder Beplankung
- 6 dauerhaft wirksamer Wetterschutz nach 5.2.1.2

Bild 1 — Außenwand-Querschnitt (Prinzip) in Holztafelbauart

Schlagregenschutz

Anforderung: Beanspruchungsgruppe III — starke Schlagregenbeanspruchung
 Art des Schlagregenschutzes: Konstruktiver Schlagregenschutz durch hinterlüftete Außenwandbekleidungen

Übertragung des Konstruktionsprinzips auf die geplanter Aufbauten:

Die geplanten Holzständerwände im 1. und 2. OG erhalten raumseitig ein modifizierte OSB Platte, welche einen erhöhten Wasserdampfdiffusionswiderstand aufweist (Richtqualität „SWISS KRONO OSB/3 EN300“) und in der gewählten Plattenstärke einen S_d Wert > 2 m erreicht. Die OSB-Plattenlage ist in den Stoßfugender Platten luftdicht zu verkleben. Die zu verwendenden Dichtbänder müssen ebenfalls einen S_d Wert ≥ 2 m aufweisen. Durch die beschriebenen Eigenschaften erfüllt die OSB-Schicht die Anforderung an Schicht 2 (Schicht zur Begrenzung des Diffusionsstroms) des Konstruktionsprinzips der DIN 68800/DIN 4108-3.

3.5 Wärmebrücken

Gem. Passivhausbewertung ist das Gebäude „wärmebrückenfrei“ zu konstruieren. Dies bedeutet, dass jede Wärmebrücke so zu konstruieren ist, dass ihr jeweiliger Verlust auf maximal $0,05 \text{ W/(mK)}$ zu begrenzen ist.

Anhand der durchgeführten Bilanzierung ist der rechnerische Einfluss der Wärmebrücken für den Effizienzhaus 40 Nachweis jedoch nicht relevant. Es würde eine pauschale Berücksichtigung von $\Delta U_{WB} = 0,100 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ ausreichen. In der parallel durchgeführten Passivhausbilanzierung wurde jedoch festgestellt, dass der Wärmebrückenzuschlag maximal $\Delta U_{WB} = 0,025 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ betragen darf.

Die Anforderung an Wärmebrücken betrifft sämtliche linienförmige Wärmebrücken im Gebäude.

Ausgenommen sind punktuelle Wärmebrückeneinflüsse aus Unterkonstruktionen der VHF-Fassade oder des aufgeständerten Blechdaches, welche direkt in den U-Wert der jeweiligen Bauteile einfließen (die berücksichtigten Zuschläge sind den jeweiligen Bauteilberechnungen im Anhang zu entnehmen). Ebenfalls ausgenommen sind Wärmebrücken innerhalb von Fenstern, Fenstertüren, Türen oder Vorhangfassaden, da bei diesen Bauteilen die Wärmebrückenverluste im jeweiligen U_w , U_d oder U_{cw} Wert integriert sind. Die üblichen Einbauwärmebrücken der Baukörperanschlüsse (Fenster/Wand, Tür/Wand oder Vorhangfassade/Wand) sind ebenfalls wärmebrückenfrei zu konstruieren.

3.6 Luftdichtheit

Die Dichtheit des Gebäudes ist nach Fertigstellung mittels Dichtheitsprüfung zu überprüfen.

Zielwert der Gebäudedichtheit ist gem. PHPP-Anforderung:

$n_{50} < 0,6 \text{ h}^{-1}$

Zielwert der Gebäudedichtheit ist gem. Effizienzhausberechnung:

$n_{50} < 1,0 \text{ h}^{-1}$

Auszug TFAQ KfW: Ein Luftdichtheitstest ist bei Nichtwohngebäuden nur dann verpflichtend durchzuführen, wenn im Nachweis für das Effizienzgebäude die Luftdichtheit der Kategorie I nach DIN V 18599-2: 2018-09 angesetzt wird.

Für den Nachweis des Effizienzhaus 40 Standards ist die Luftdichtheitsmessung nicht zwingend erforderlich. Eine Überprüfung der Luftdichtheit wird zur Prüfung der Bauausführung (Vermeidung von Bauschäden durch unkontrollierte Leckagen, Verringerung Heizwärmeverluste, Sicherstellung Luftschalldämmung) jedoch grundsätzlich empfohlen.

Um die hohe Anforderung an die Luftdichtheit gem. Passivhaus Nachweis erreichen zu können, sind

Fenster mindestens mit einer Luftdurchlässigkeit Klasse 4 nach EN 12207

und

Türen mindestens mit einer Luftdurchlässigkeit Klasse 3 nach EN 12207 auszuführen.

Aufgrund der Passivhausbewertung mit dem PHPP ist eine Messung der Luftdichtheit verpflichtend durchzuführen.

3.7 Sommerlicher Wärmeschutz

Die Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz werden durch folgende Maßnahmen erfüllt:

- Fenster von Aufenthaltsräumen erhalten einen automatisch gesteuerten, außenliegenden Sonnenschutz (bspw. Raffstore)
- Der g Wert der Verglasung darf 0,58 nicht überschreiten
- Es wird eine erhöhte Nachtlüftung (Luftwechselrate $\geq 2,0 \text{ h}^{-1}$) in Ansatz gebracht, dies bedeute die Möglichkeit zur nächtlichen Lüftung muss sowohl technisch als auch organisatorisch dauerhaft gewährleistet sein. Ist eine Fensterlüftung nicht ansetzbar, muss der Nachtluftwechsel über die Lüftungsanlage realisiert werden, hierzu ist die Wärmerückgewinnung mit einer geregelten Bypass-Funktion auszustatten.

3.7.1 Nachweis Sommerlicher Wärmeschutz DIN 4108-2:2013

Der Nachweis erfolgt über das Sonneneintragskennwertverfahren der DIN4108-2 für den gem. Norm „kritischen Raum“ (Klasse 03).

Betrachteter Raum: Klasse 03

Nettogrundfläche $A_G = 66,4 = 66,40 \text{ m}^2$

vorhandener Sonneneintragskennwert

Fensterflächen	Orientierung / Neigung	$A_W [\text{m}^2]$	g [%]	F_C	$A_W * g * F_C$
1 FSO 1	S-O 90°	17,02	58	0,25	2,47
17,0 m ²					2,47

eingesetzte Sonnenschutzvorrichtungen: $F_C = 0,25$ Verglasung $g > 0,4$ dreifach + Jalousien / Raffstore, 45° Lamellenstellung

grundflächenbezogener Fensterflächenanteil = $17,02 / 66,40 = 0,26$ (26%)

vorh. Sonneneintragskennwert $S_{\text{vorh}} = (\sum A_{W,i} * g_i * F_{C,i}) / A_G = 2,47 / 66,40 = \mathbf{0,037}$

zulässiger Sonneneintragskennwert

Klimaregion	C sommerheiß
Gebäudenutzung	Nichtwohngebäude
Bauart	leicht
Nachtlüftung	erhöht, $n \geq 2 \text{ h}^{-1}$
Sonneneintragskennwert S_1	+0,048

Korrekturen	
für Fensterflächenanteil	+0,000 ($f_{WG} = 0,26$)
für Sonnenschutzverglasung	-0,000
für geneigte Fenster	-0,000
für nordorientierte Fenster $>60^\circ$	-0,000
für passive Kühlung	-
Sonneneintragskennwert S_+	+0,000

$S_{\text{vorh}} = 0,037 \leq 0,048 = S_{\text{zul}} (= 0,048 + 0,000)$ **Nachweis erbracht**

3.8 Minstdämmung der Leitungen und Armaturen

Gem. GEG2024 sind sämtliche Leitungen gem Anlage 8 GEG zu dämmen:

Wärmedämmung von Wärmeverteilungs- und Warmwasserleitungen sowie Armaturen:

Leitungen und Armaturen mit einem Innendurchmesser	Erf. Dämmstärke mit einer WLS von 035 (innerhalb des gebäudes)	Erf. Dämmstärke mit einer WLS von 035 (an Außenluft angrenzend)
Bis 22 mm	20 mm	40 mm
22 mm – 35 mm	30 mm	60 mm
35 mm – 100 mm	Innendurchmesser	Doppelter Innendurchmesser
>100 mm	100 mm	200 mm

Wärmedämmung von Kälteverteilungs- und Kaltwasserleitungen:

Leitungen und Armaturen mit einem Innendurchmesser	Erf. Dämmstärke mit einer WLS von 035	
Bis 22 mm	9 mm	
>22 mm	19 mm	

Weitere Anforderungen und Sonderregelungen sind der Anlage 8 GEG direkt zu entnehmen. Die zuständigen Fachplaner und Ausführenden der Leitungen und Armaturen haben eigenverantwortlich dafür Sorge zu tragen, dass die erforderlichen Minstdämmungen eingehalten werden.

4 Gebäudetechnik

Nachfolgend werden die für die energetische Bilanzierung relevanten Parameter der Gebäudetechnischen Ausstattung beschrieben.

Die Auslegung der Gebäudetechnik beruht zum aktuellen Planungsstand auf den Annahmen aus den Planungsbesprechungen, zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Dokuments lag KHB noch kein vollständiger Entwurfsbericht zur technischen Gebäudeausstattung vor.

Die nachfolgenden Beschreibungen stellen teilweise Annahmen seitens KHB dar und sind vollständig durch die betreffenden Fachplaner TGA/HLS/ELT zu prüfen und ggf. zu kommentieren bzw. zu korrigieren.

4.1 Heizung

4.1.1 Wärmeerzeuger

Es sind zwei Luft Wasser Wärmepumpe zur Beheizung des Gebäudes vorgesehen.

Heizleistung: 43,4 kW (Je Gerät)

Leistungszahl bei A2 / W35: 3,4

Eingesetztes Kältemittel: R407C

Betriebsweise: bivalent-parallel, mit elektrischer Nachheizung

mit indirekt beheiztem Pufferspeicher, Speichereinhalt 1000l

Wärmequelle: Außenluft

Aufstellort: Außenbereich

Brennstoff: Strom

4.1.2 Wärmeverteilung

Die Wärmeverteilung erfolgt über ein Zwei-Rohr System. Standard-Leitungslängen anhand DIN 18599, Nutzungstyp "2 Schulen, Veranstaltungshallen", Netztyp 2 Etagenverteiltertyp, Flächenheizung,

Auslegungstemperaturen Vorlauf 40°C / Rücklauf 30 °C

Die Anforderungen an die Wärmedämmung von Rohrleitungen und Armaturen gem. Anlage 8 GEG 2024 ist einzuhalten (Siehe auch 3.7 Minestdämmung der Leitungen und Armaturen)

4.1.3 Wärmeübergabe

Übergabesystem: Fußbodenheizung in allen Räumen, außer in den Nutzungszonen Lager/Technik , hier Wandheizkörper.

Regelung der Übergabesystem: P Regler mit Optimierung, raumweise

4.2 Brauchwarmwasser

Wasserbedarf gem. Nutzungsprofil DIN 18599 für 450 Personen anhand Menüs/Essen definiert. Zudem WC und Sanitär definiert nach Schule ohne Dusche für 15 Personen (Warmwasser nur im behinderten gerechten WC).

Hinweis: Im PHPP Nachweis wird gemäß Küchenplaner ein geringerer täglicher Bedarf von 135l Warmwasser (60°C) bilanziert.

4.2.1 Wärmeerzeuger

Dezentrale Elektro-Durchlauferhitzer, hydraulisch gesteuert.

4.2.2 Wärmeverteilung

Keine Verteilung vorhanden, dezentrales System in unmittelbarer Nähe zur jeweiligen Zapfstelle

4.3 Kühlung

Eine Kühlung des Gebäudes erfolgt nicht. Es ist eine Kleinkälteanlage für die Schulküche vorgesehen, welche primär der Kühlung der Lebensmittel-Lagerung dient. Zusätzlich wird eine Kleinkälteanlage zur Kühlung der Server Infrastruktur vorgesehen. Diese Art der Kühlung ist gem. GEG/DIN18599 nicht im Nachweis zu bilanzieren.

4.3.1 Kälteerzeuger

Keine Kühlung geplant

4.3.2 Kälteverteilung

Keine Kühlung geplant

4.3.3 Kälteübergabe

Keine Kühlung geplant

4.4 Mechanische Belüftung

Das gesamte Gebäude wird über mechanische Lüftungsanlagen mit Zu- und Abluft belüftet. Im Winter wird der gesamte erforderliche Luftwechsel über die mechanischen Lüftungsanlagen realisiert. Im Sommer wird die Anlage nur zur Nachtlüftung mit erhöhten Luftwechselraten betrieben.

Es sind vier Anlagen vorgesehen, die verschiedene Nutzungsbereiche versorgen:

Anlage 1+2 (Klassenräume und Mensa)

Zentrale Zu- und Abluftanlage

Aufstellort: Technikzentrale Dachgeschoss

WRG $\geq$ 92%

Anlage 3 (Sanitärräume und Pumi/Lagerräume)

Zentrale Zu- und Abluftanlage

Aufstellort: Technikzentrale Dachgeschoss

WRG $\geq$ 82%

Anlage 4 (Küchenbereich)

Zentrale Zu- und Abluftanlage

Aufstellort: Technikzentrale Dachgeschoss

WRG $\geq$ 78%

Im Nachweis werden gem. der Berechnungsvorschriften der DIN 18599 sämtliche Anlagen mit WRG $\geq$ 75% berücksichtigt.

4.5 Beleuchtungssysteme

Zur geplanten Beleuchtung liegen konkrete Angaben des ELT Planers zur installierten elektrischen Beleuchtungsleistung je Raum/Deckenbereich vor.

Für die PHPP Berechnung und den GEG Nachweis werden folgenden Annahmen zugrunde gelegt.

Gebäudezonen					
Nr	Profil Nummer	Beschreibung	Elektrische Anschlussleistung (W/m ²)	Beleuchtungs-kontrolle	Präsenz-Melder
1	8	Klassenzimmer (Schule)	5,3	manuell	
2	12	Kantine	4,7	manuell	
3	14	Küche in Nichtwohngebäuden	8,5	manuell	
4	16	WC und Sanitärräume in Nichtwohngebäuden	6,1	manuell	ja
4.1	16	WC und Sanitärräume in Nichtwohngebäuden (Innenliegend)	6,5	manuell	ja
5	17	Sonstige Aufenthaltsräume	8,4	manuell	
5.1	17	Sonstige Aufenthaltsräume (Innenliegend)	8,4	manuell	
6	19	Verkehrsfläche	2,9	manuell	ja
7	20	Lager	2,0	manuell	

4.6 PV Anlagen

Es wird eine PV-Anlage aus externer Planung berücksichtigt.



Spitzenleistung: 222,78 kWp

Modulausrichtung: S-W

Modulneigung: 0°

Jahresertrag: 161.097 kWh (berechnet gem. DIN 18599-9:2018 Rechenvorschriften, nicht gem. externer Simulation. Die Ergebnisse aus Simulationen dürfen gem. DIN 18599 und TFAQ KfW nicht verwendet werden).

Anrechenbarer Betrag gem. GEG: 97.995 kWh/a

5 Energetische Bewertung

5.1 Bewertung GEG

5.1.1 Nachweis der thermischen Hülle

Höchstwerte für **Hüllflächengruppen** nach GEG A3

		opake Bauteile [W/(m²K)]	Fenster [W/(m²K)]	Vorhangf. [W/(m²K)]	Oberl. [W/(m²K)]
U _{max}	T _i ≥ 19°C	0,28	1,50	1,50	2,50
U _{max}	T _i < 19°C	0,50	2,80	3,00	3,10
Zonen T _i ≥ 19°C		0,18	0,80	1,00	

Die Höchstwerte für Wärmedurchgangskoeffizienten werden eingehalten, **Nachweis erbracht**
kleinste Grenzwertunterschreitung: U = 1,00 W/(m²K) = 1,50 W/(m²K) -33,3%

5.1.2 Nachweis des Primärenergiebedarfs

Höchstwert des grundflächenbezogenen Jahres-Primärenergiebedarfs nach GEG '20, § 18

zul q_{P,REF} = 127,1 kWh/(m²a), aus der Referenzberechnung

zul q_P = 127,1 - 45% = 69,9 kWh/(m²a), geforderte Unterschreitung nach GEG §18 und GEG-Novelle 2023 / 2024

vorh q_P = 115.544 / 3603,6 = 32,1 kWh/(m²a)

vorh q_P = 32,1 ≤ 69,9 kWh/(m²a), **Grenzwert wird eingehalten**

5.1.3 Nachweis der Nutzung erneuerbarer Energien

Nachweis 65% Erneuerbare

Anforderungen an die **Heizungsanlage** nach GEG 2024, §71

Heizungsanlagen müssen die benötigte Wärme zu mindestens 65% aus erneuerbaren Energien erzeugen

benötigte Wärme im Gebäude 195.821 kWh/a

genutzte erneuerbare Energien

1. aus thermischen Solaranlagen	- kWh/a
2. aus elektrischen Wärmepumpen	141.281 kWh/a
3. aus gasmotorischen Wärmepumpen	- kWh/a
4. aus Stromdirektheizung	- kWh/a
5. aus unvermeidbarer Abwärme	- kWh/a
6. aus Wärmenetzen	- kWh/a
7. aus Biomasse / Wasserstoff	- kWh/a

Summe erneuerbare Energien 141.281 kWh/a 72 %

erzielter Deckungsanteil für erneuerbare Energie DA_{EE} = 141280,8/195820,8*100 = 72% (Entwurf Bbl.2 Gl.5)

Die Anforderungen an die Heizungsanlage nach GEG 2024, §71 (65,0% erneuerbar) **werden erfüllt**

Nachweis für öffentlich genutzte Gebäude

Wärme- und Kälteenergiebedarf = 96629 + 0 + 99192 + 0 = 195.821 kWh/Jahr (mit Solar-, Umweltenergie- und Abwärmenutzung)

darin enthaltene Deckungsanteile aus erneuerbaren Energiequellen oder Ersatzmaßnahmen

Energiequelle	Energieertrag kWh/a	Deckungsanteil erzielt	Deckungsanteil gefordert	Nutzungs- anteil
Umweltenergie [Hzg-WP]	141.281	72,1 %	50,0 %	144,2 %
PV-Strom [PV-Strom]	96.558	49,3 %	15,0 %	328,7 %
				472,9 %

Maßnahmen zur Einsparung von Energie

Nachweis mit $HT'_{\text{Grenzwert}} = HT'_{\text{Referenzberechnung}}$, ohne Nachweis der QP-Unterschreitung

		Grenzwert	erzielt	Unterschreitung erzielt	Unterschreitung gefordert	Nutzungs- anteil
HT' - Wert	W/(m²K)	0,38	0,23	39,3 %	15,0 %	261,8 %

erreichter Nutzungsanteil, Summe = 734,7 % ≥ Nutzungspflichtanteil = 100 %

Die Anforderungen aus dem GEG 2020 Abs.4 **werden erfüllt**

5.1.4 Bundesförderprogramme (BEG)

Bundesförderprogramme für den Neubau von Nichtwohngebäuden

Technische Mindestanforderungen zum Programm:

KFW-Förderprogramme für den klimafreundlichen Neubau von Nichtwohngebäuden ab 1.3.2023, Effizienzgebäude EG40, $GWP_{100} \leq \text{Grenzwert kg CO}_2 \text{ Äqu.}/(\text{m}^2 \text{ a})$ (LCA, projektspezifisch)

Referenzberechnung = "Gebäude LP4-Referenz2020"

Endenergieeinsparung	133.242 kWh/a
Primärenergieeinsparung	136.380 kWh/a
CO2-Einsparung	30.653 kg/a

	Primärenergiebedarf Qp''	mittlere U-Werte Opake Fenster	Vorh.	Oberl.
	kWh/ (m² a)	W/ (m²K)	W/ (m²K)	W/ (m²K)
Referenzberechnung	100 %	127,1		
erreicht Ti ≥ 19°C	25 %	32,1	0,16	0,80
Effizienzgebäude 40	40 %	50,8	0,18	1,00
OK				1,60

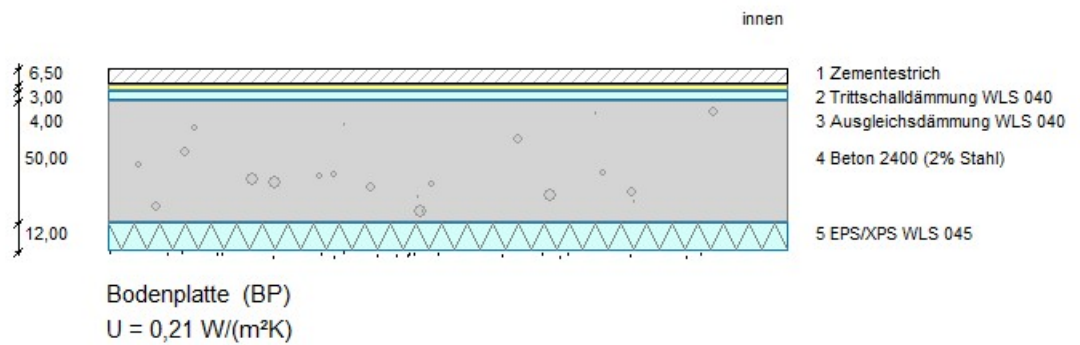
5.2 Bewertung PHPP

Gem. Planungsanforderungen wird nur der Kennwert für den Heizwärmebedarf nachgewiesen. In der aktuellen Planung liegt der Jahres-Heizwärmebedarf $\sim 4 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ unter der PHI-Anforderungen. Die Planungsanforderungen werden erfüllt.

6 Anlagen zur Nachweisführung

6.1 Bauteilentwurf LP4

6.1.1 Bodenplatte (BP)



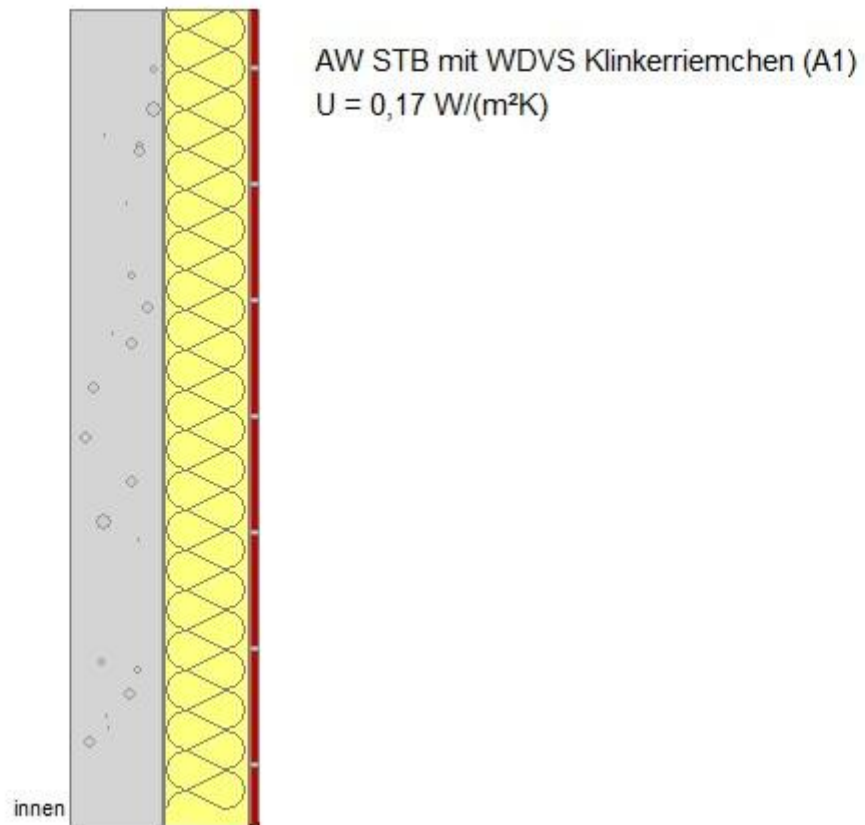
Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/ (mK)	R m ² K/W
R _{si}					0,17
01 Zementestrich	6,50	2000	130,0	1,400	0,05
02 Trittschalldämmung WLS 040	3,00	–	–	0,040	0,75
03 Ausgleichsdämmung WLS 040	4,00	20	0,8	0,040	1,00
04 Beton 2400 (2% Stahl)	50,00	2400	1200,0	2,500	0,20
05 EPS/XPS WLS 045	12,00	20	2,4	0,045	2,67
R _{se}					0,00
	d = 75,50	G = 1333,2		R _T = 4,83	

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,21 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

6.1.2 AW STB mit WDVS Klinkerriemchen (A1)



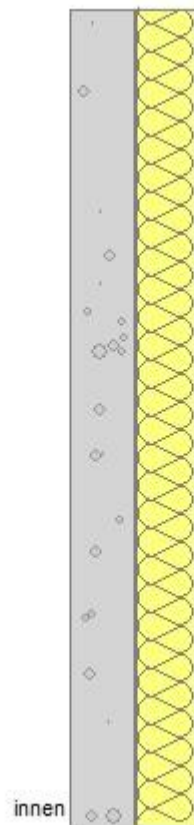
Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R _{si}					0,13
01 Beton 2400 (2% Stahl)	24,00	2400	576,0	2,500	0,10
02 Dämmung WLS 040	22,00	20	4,4	0,040	5,50
03 Klinkerriemchen	2,00	2000	40,0	–	–
R _{se}					0,04
	d = 48,00	G = 620,4	R _T = 5,77		

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,17 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

6.1.3 AW STB WDVS hinter Raffstore Klinkerriemchen (A7)



AW STB WDVS hinter Raffstore Klinkerriemchen (A7)
 $U = 0,34 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

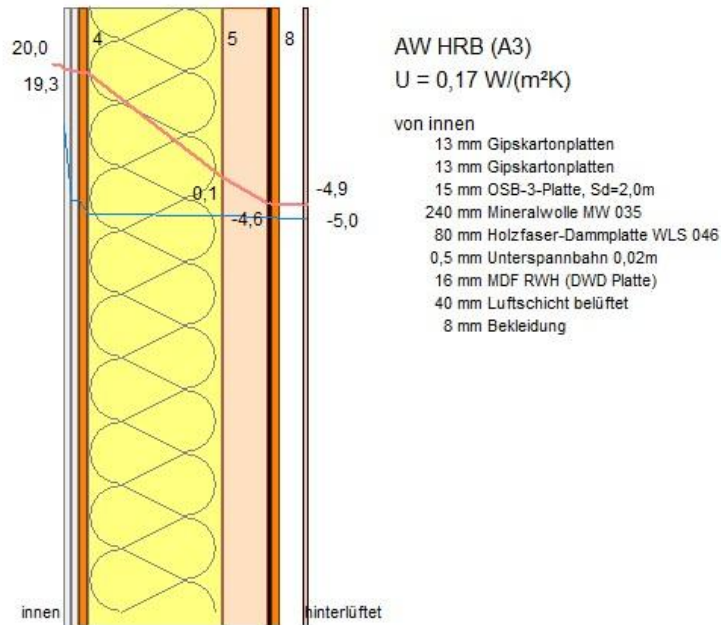
Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
—					
R _{si}					0,13
01 Beton 2400 (2% Stahl)	12,00	2400	288,0	2,500	0,05
02 Dämmung WLS 040	11,00	20	2,2	0,040	2,75
R _{se}					0,04
—					
	d = 23,00	G = 290,2		R _T = 2,97	

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,34 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

6.1.4 AW HRB (A3)

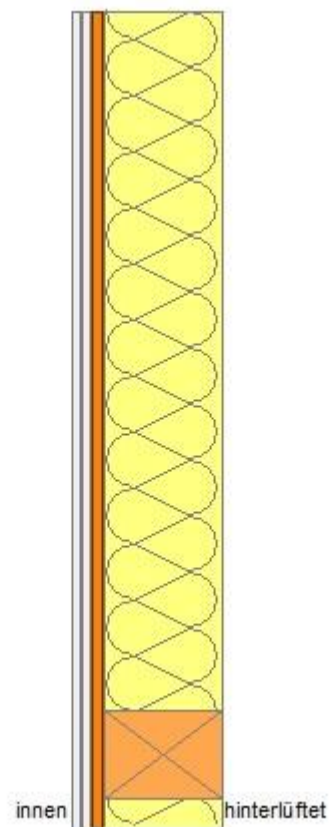


Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/ (mK)	R m ² K/W
—					
R _{si}					0,130
01 Gipskartonplatten	1,25	800	10,0	0,250	0,050
02 Gipskartonplatten	1,25	800	10,0	0,250	0,050
03 OSB-3-Platte, $S_d=2,0\text{m}$	1,50	600	9,0	0,130	0,115
04 Mineralwolle MW 035	24,00	20	4,8	0,035	6,857
05 Holzfaser-Dammplatte WLS 046	8,00	180	14,4	0,046	1,739
06 Unterspannbahn 0,02m	0,05	—	—	—	—
07 MDF RWH (DWD Platte)	1,60	600	9,6	0,140	0,114
08 Luftschicht belüftet	4,00	1	0,0	—	—
09 Bekleidung	0,80	600	4,8	—	—
R _{se}					0,130
—					
	d = 42,45	G = 62,6		R _T = 9,19	

$U_{\text{Gefach}} = 0,109 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

6.1.5 AW HRB hinter Raffstore (A4)



AW HRB hinter Raffstore (A4)
 $U = 0,33 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
—					
R _{si}					0,13
01 Gipskartonplatten	1,25	800	10,0	0,250	0,05
02 Gipskartonplatten	1,25	800	10,0	0,250	0,05
03 OSB Platte	1,50	600	9,0	0,130	0,12
04 Dämmung WLS 040	16,00	20	3,2	0,040	4,00
R _{se}					0,13
—					
	d = 20,00	G =	32,2	R _T =	4,48

$U_{\text{Gefach}} = 0,22 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Rahmenbereich

Rahmenbreite	Achsabstand	zusammengesetztes Bauteil				
—	—	27,0 %	52,9 kg/m ²			
—	— cm	— cm	—	—	—	—
Rahmenanteil von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W	
R _{si}					0,13	
01 Gipskartonplatten	1,25	800	10,0	0,250	0,05	
02 Gipskartonplatten	1,25	800	10,0	0,250	0,05	
03 OSB Platte	1,50	600	9,0	0,130	0,12	
04 Konstruktionsholz	16,00	500	80,0	0,130	1,23	
R _{se}					0,13	
—	20,00		109,0	R _T =	1,71	

$$U_{(R)} = 0,59 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

$$R'_T = 1 / (73,00\% \cdot 1/4,475 + 27,00\% \cdot 1/1,706) = 3,11 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R''_T = 0,13 + 1/(0,730/0,050 + 0,270/0,050) + 1/(0,730/0,050 + 0,270/0,050) +$$

$$1/(0,730/0,115 + 0,270/0,115) + 1/(0,730/4,000 + 0,270/1,231) + 0,13 = 2,96 \text{ m}^2\text{K/W}$$

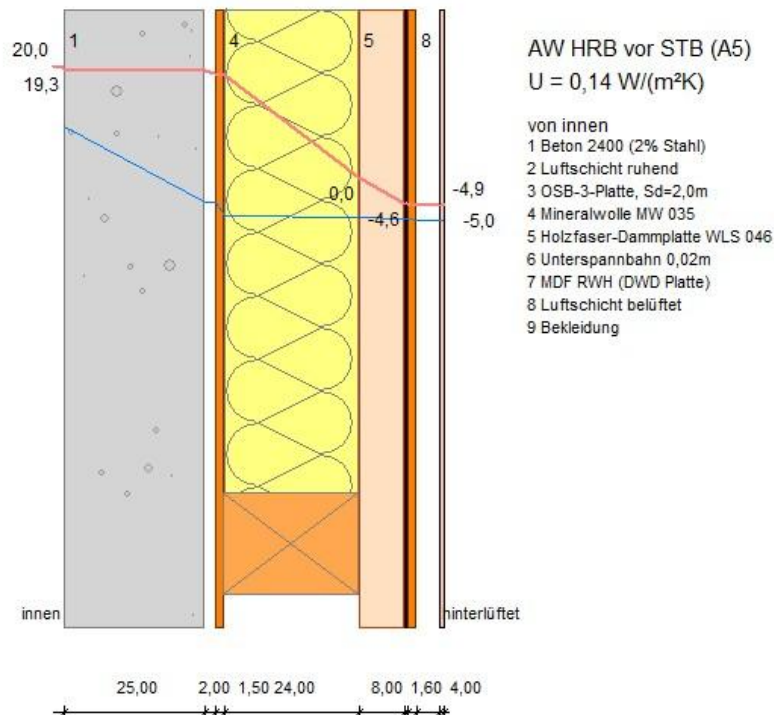
$$R_T = (R'_T + R''_T)/2 = 3,04 \text{ m}^2\text{K/W (maximaler Fehler = } R'_T - R''_T / 2 \cdot R_T = 2\%)$$

$$U = 1 / R_T = 0,329 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient U = **0,33 W/(m²K)**

6.1.6 AW HRB vor STB (A5)



Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R _{si}					0,130
01 Beton 2400 (2% Stahl)	25,00	2400	600,0	2,500	0,100
02 Luftschicht ruhend	2,00	1	0,0	-	0,175
03 OSB-3-Platte, Sd=2,0m	1,50	600	9,0	0,130	0,115
04 Mineralwolle MW 035	24,00	20	4,8	0,035	6,857
05 Holzfaser-Dammplatte WLS 046	8,00	180	14,4	0,046	1,739
06 Unterspannbahn 0,02m	0,05	-	-	-	-
07 MDF RWH (DWD Platte)	1,60	600	9,6	0,140	0,114
08 Luftschicht belüftet	4,00	1	0,0	-	-
09 Bekleidung	0,80	600	4,8	-	-
R _{se}					0,130
d =	66,95	G =	642,7	R _T =	9,36

$U_{\text{Gefach}} = 0,107 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Rahmenbereich

Rahmenbreite	Achsabstand	zusammengesetztes Bauteil				
8,0 cm	40,0 cm	20,0 %	665,7 kg/m ²			
Rahmenanteil von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W	
R _{si}					0,130	
01 Beton 2400 (2% Stahl)	25,00	2400	600,0	2,500	0,100	
02 Luftschicht ruhend	2,00	1	0,0	-	0,175	
03 OSB-3-Platte, Sd=2,0m	1,50	600	9,0	0,130	0,115	
04 Konstruktionsholz	24,00	500	120,0	0,130	1,846	
05 Holzfaser-Dammplatte WLS 046	8,00	180	14,4	0,046	1,739	
06 Unterspannbahn 0,02m	0,05	-	-	-	-	
07 MDF RWH (DWD Platte)	1,60	600	9,6	0,140	0,114	
08 Luftschicht belüftet	4,00	1	0,0	-	-	
09 Bekleidung	0,80	600	4,8	-	-	
R _{se}					0,130	
	66,95		757,9	R _T =	4,35	

$$U_{(R)} = 0,230 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

$$R'_T = 1 / (80,00\% \cdot 1/9,361 + 20,00\% \cdot 1/4,350) = 7,61 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R''_T = 0,13 + 1/(0,800/0,100 + 0,200/0,100) + 1/(0,800/0,175 + 0,200/0,175) + 1/(0,800/0,115 + 0,200/0,115) + 1/(0,800/6,857 + 0,200/1,846) + 1/(0,800/1,739 + 0,200/1,739) + 1/(0,800/0,114 + 0,200/0,114) + 0,13 = 6,95 \text{ m}^2\text{K/W}$$

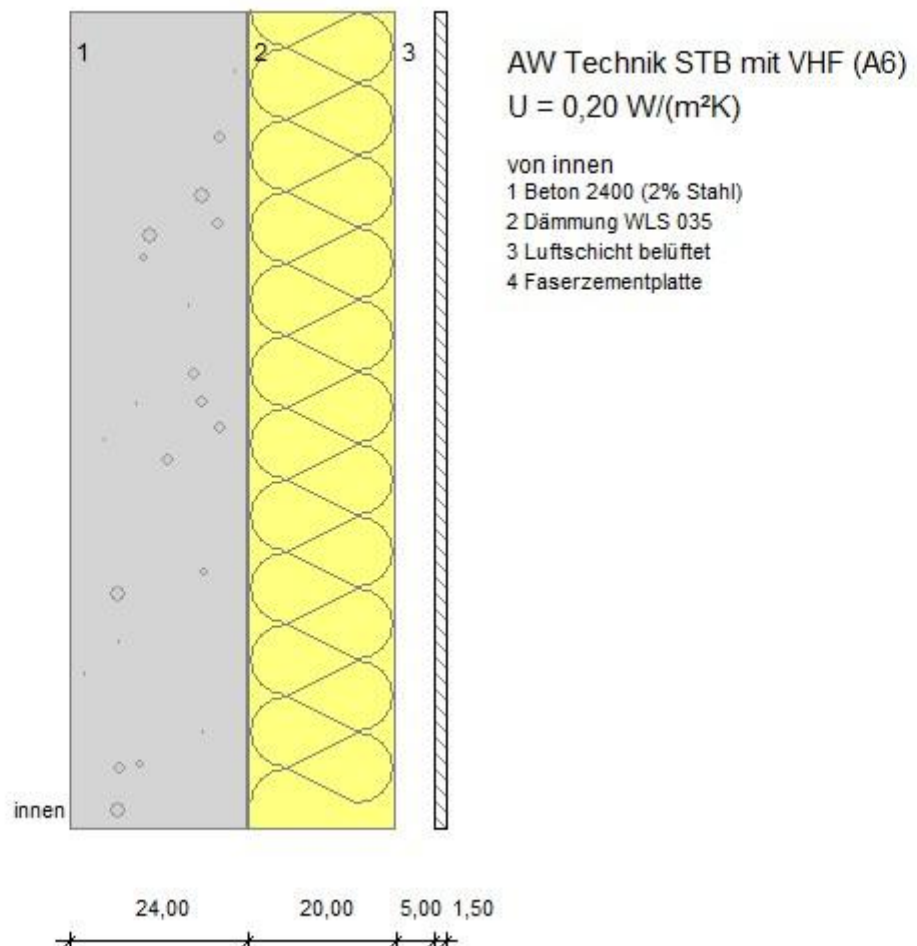
$$R_T = (R'_T + R''_T)/2 = 7,28 \text{ m}^2\text{K/W (maximaler Fehler = } R'_T - R''_T / 2 \cdot R_T = 5 \%)$$

$$U = 1 / R_T = 0,137 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

3.3 Wärmedurchgangskoeffizient

$$\text{Wärmedurchgangskoeffizient } U = 0,137 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

6.1.7 AW Technik STB mit VHF (A6)



Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R _{si}					0,13
01 Beton 2400 (2% Stahl)	24,00	2400	576,0	2,500	0,10
02 Dämmung WLS 035	20,00	20	4,0	0,035	5,71
03 Luftschicht belüftet	5,00	1	0,1	–	–
04 Faserzementplatte	1,50	1300	19,5	0,400	0,04
R _{se}					0,04
d =	50,50	G =	599,5	R _T =	6,02

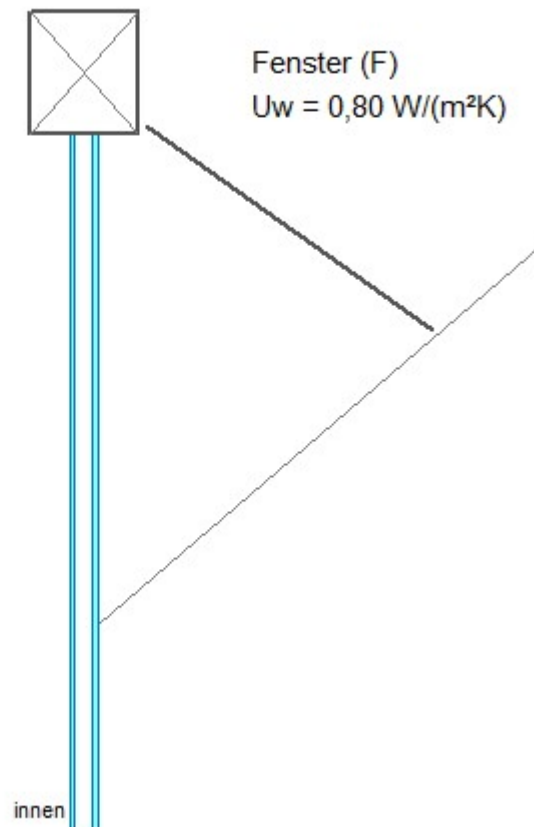
Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U_c = 0,166 + 0,030 = 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

0,030 UK VHF Wärmebrückeneffizienzklasse ? $U_B = 0,030 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$

U-Wert Gesamtkorrektur = 18%

6.1.8 Fenster (F)



Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,80 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (manuell festgelegt)
(Fenster mit $A_g = 70\%$ Verglasung, Energiedurchlassgrad $g = 58\%$, Lichttransmissionsgrad $t_{D65} = 0,78$)

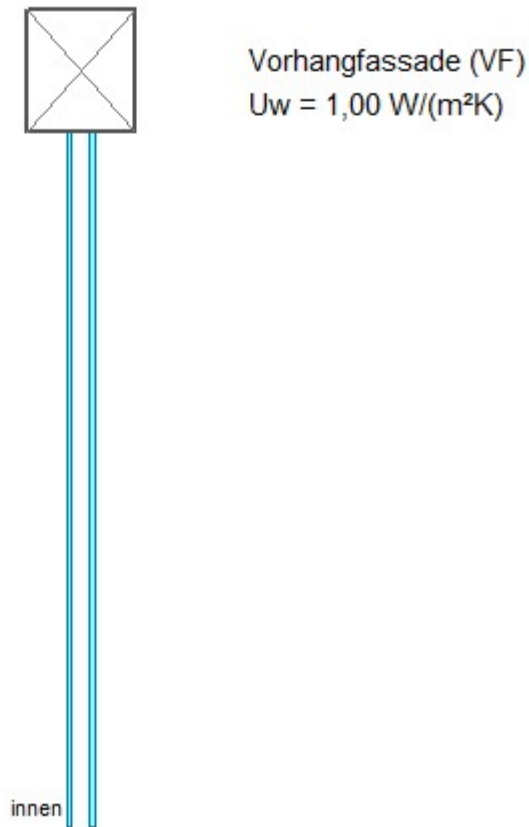
Luftdurchlässigkeit

Min. Klasse 4 nach EN 12207

Schlagregendichtheit

Min Klasse 5 nach EN 12208

6.1.9 Vorhangfassade (VF)



Vereinfachtes Verfahren nach EN ISO 12631:2012

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient U_{cw} nach EN ISO 12631:2012 = **1,00 W/(m²K)** (manuell festgelegt)
Energiedurchlassgrad $g = 58\%$, Lichttransmissionsgrad $t_{D65} = 0,78$)

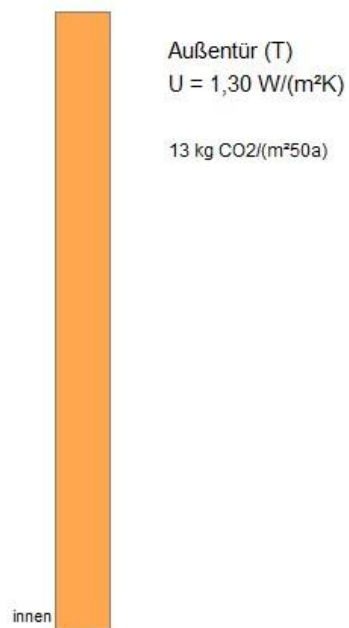
Luftdurchlässigkeit

Min. Klasse 4 nach EN 12207

Schlagregendichtheit

Min Klasse 5 nach EN 12208

6.1.10 Außentür (T)



1.2 Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 1,30 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (manuell festgelegt)

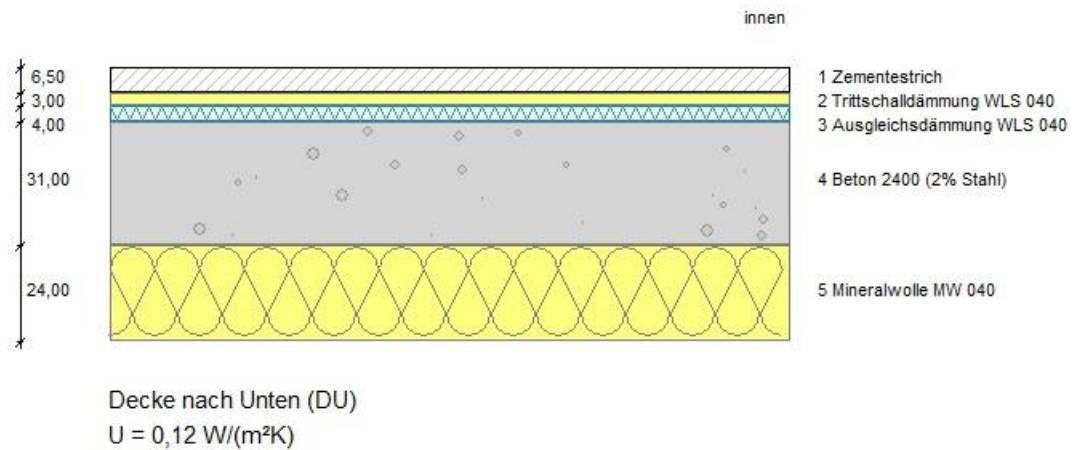
Luftdurchlässigkeit

Min. Klasse 3 nach EN 12207

Schlagregendichtheit

Min Klasse B4 (geschützte Einbaulage) / A4 (nicht geschützte Einbaulage) nach EN 12208

6.1.11 Decke nach Unten (DU)



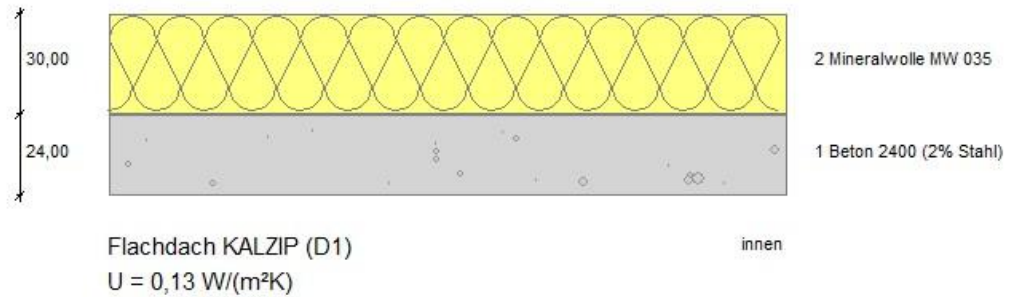
Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R _{si}					0,17
01 Zementestrich	6,50	2000	130,0	1,400	0,05
02 Trittschalldämmung WLS 040	3,00	-	-	0,040	0,75
03 Ausgleichsdämmung WLS 040	4,00	20	0,8	0,040	1,00
04 Beton 2400 (2% Stahl)	31,00	2400	744,0	2,500	0,12
05 Mineralwolle MW 040	24,00	20	4,8	0,040	6,00
R _{se}					0,04
	d = 68,50	G = 879,6		R _T = 8,13	

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,12 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

6.1.12 Flachdach KALZIP (D1)



Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R_{si}					0,10
01 Beton 2400 (2% Stahl)	24,00	2400	576,0	2,500	0,10
02 Mineralwolle MW 035	30,00	20	6,0	0,035	8,57
R_{se}					0,04
	d = 54,00	G =	582,0	$R_T =$	8,81

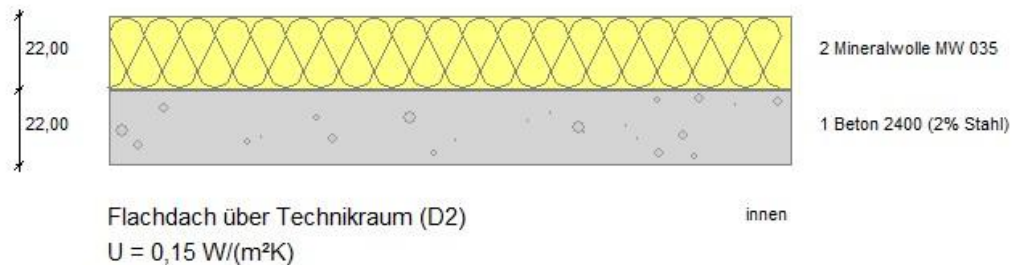
Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U_c = 0,114 + 0,020 = 0,13 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

0,020 KALZIP UK (Herstellerangabe)

U-Wert Gesamtkorrektur = 18%

6.1.13 Flachdach über Technikraum (D2)



Bauteiltyp "Decke gegen die Außenluft" (1)
mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,10$ und $R_{se} = 0,04$ m²K/W

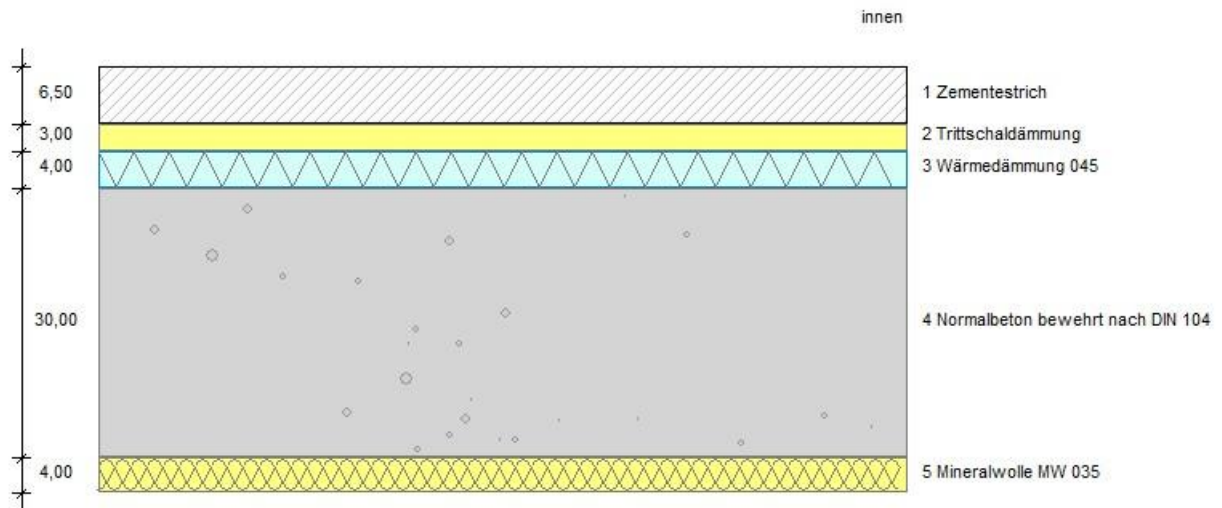
13.2 Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m³	kg/m²	λ W/ (mK)	R m² K/W
R_{si}					0,10
01 Beton 2400 (2% Stahl)	22,00	2400	528,0	2,500	0,09
02 Mineralwolle MW 035	22,00	20	4,4	0,035	6,29
R_{se}					0,04
	d = 44,00	G =	532,4	$R_T =$	6,51

13.3 Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient U = **0,15 W/(m²K)** (ohne Korrekturen)

6.1.14 Innendecke über SIBE (ID)



ID über SIBE (ID)
 $U = 0,32 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

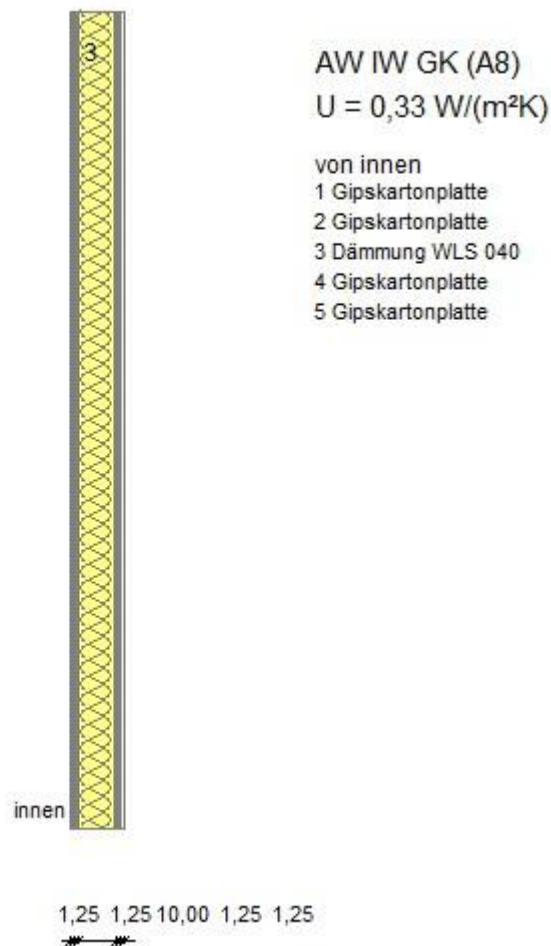
Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R _{si}					0,17
01 Zementestrich	6,50	2000	130,0	1,400	0,05
02 Trittschalldämmung	3,00	20	0,6	0,045	0,67
03 Wärmedämmung 045	4,00	20	0,8	0,045	0,89
04 Normalbeton bewehrt nach DIN 104	30,00	2400	720,0	2,500	0,12
05 Mineralwolle MW 035	4,00	20	0,8	0,035	1,14
R _{se}					0,10
d =	47,50	G =	852,2	R _T =	3,13

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,32 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

6.1.15 Innenwand GK SIBE (A8)



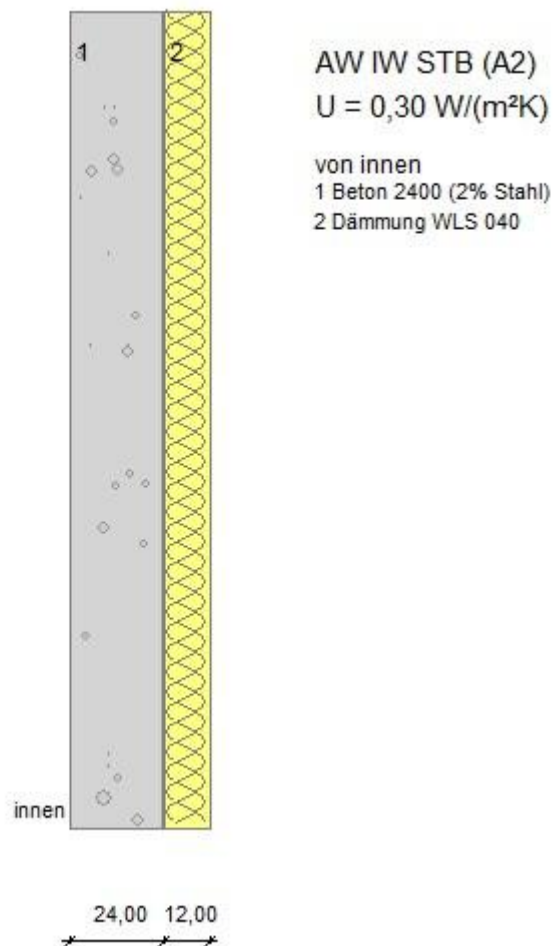
Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m³	kg/m²	λ W/(mK)	R m²K/W
R _{si}					0,13
01 Gipskartonplatte	1,25	700	8,8	0,210	0,06
02 Gipskartonplatte	1,25	700	8,8	0,210	0,06
03 Dämmung WLS 040	10,00	20	2,0	0,040	2,50
04 Gipskartonplatte	1,25	700	8,8	0,210	0,06
05 Gipskartonplatte	1,25	700	8,8	0,210	0,06
R _{se}					0,13
d =	15,00	G =	37,0	R _T =	3,00

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient U = 0,33 W/(m²K)

6.1.16 Innenwand STB SIBE/Verbindungsgang (A2)



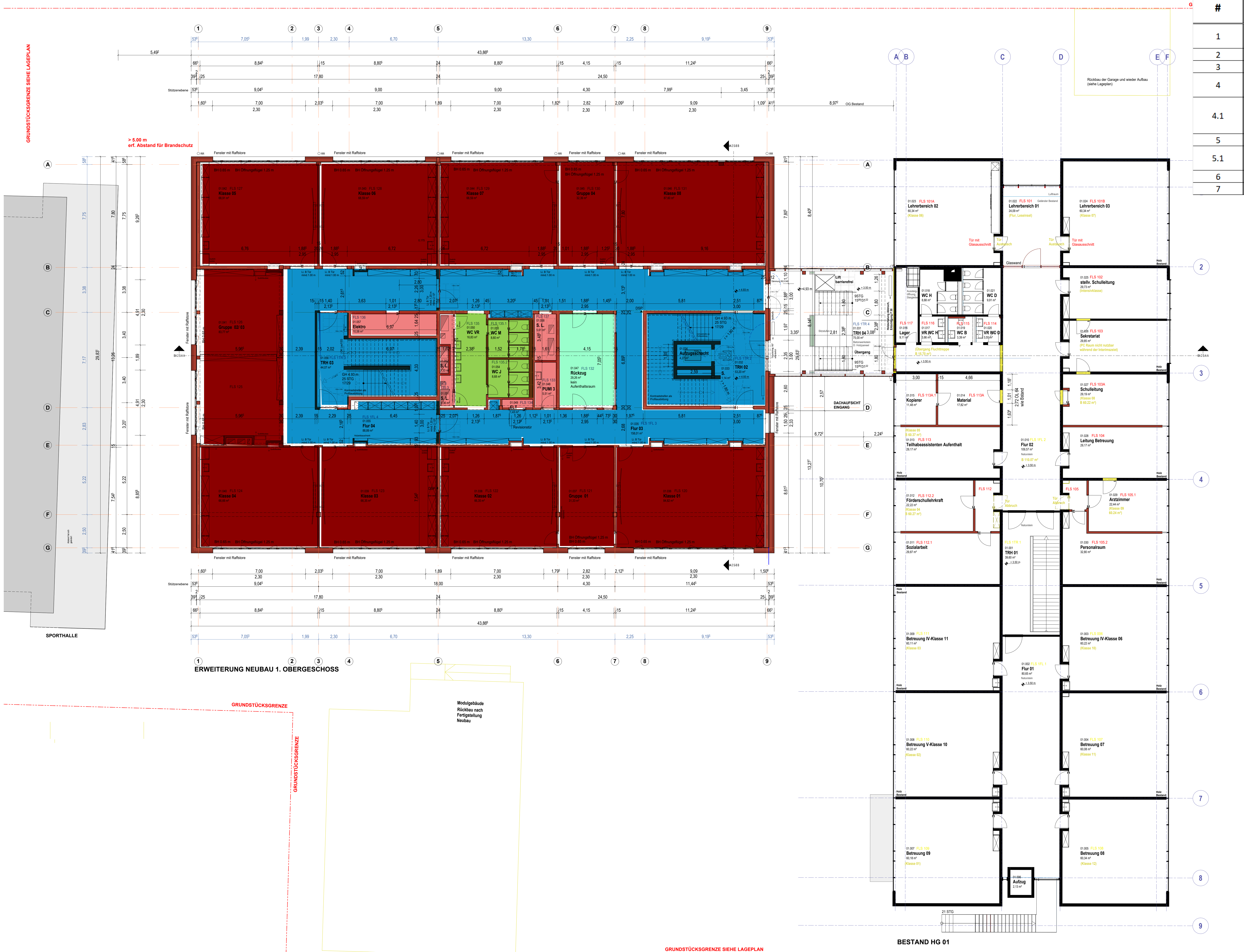
Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
—					
R _{si}					0,13
01 Beton 2400 (2% Stahl)	24,00	2400	576,0	2,500	0,10
02 Dämmung WLS 040	12,00	20	2,4	0,040	3,00
R _{se}					0,13
—					
	d = 36,00	G =	578,4	R _T =	3,36

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,30 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

6.2 Zonierung gem. DIN 18599



KHB Zonierung (DIN 18599)			22.05.25
Leistungsphase:			4
Index:			A
#	Nr.	Nutzung	Farbe
1	8	Klassenzimmer (Schule), Gruppenraum (Kindergarten)	
2	12	Kantine	
3	14	Küche in Nichtwohngebäuden	
4	16	WC und Sanitärräume in Nichtwohngebäuden	
4.1	16	WC und Sanitärräume in Nichtwohngebäuden (Innenliegend)	
5	17	Sonstige Aufenthaltsräume	
5.1	17	Sonstige Aufenthaltsräume (Innenliegend)	
6	19	Verkehrsfläche	
7	20	Lager	

LEGENDE BESTAND

- Neu
- Abbruch

LEGENDE NEUBAU

- Stb-Wand
- Mauerwerk
- GK Wand
- Holztafelbauweise
- Stb-Stütze

INDEX	DATUM	Änderung	BESCHREIBUNG	AUSGEGEBEN AN
ÄNDERUNGEN				

HINWEISE

Alle Maße sind am Bau zu prüfen

BAUHERR/ARCHITEKT



PROJEKT

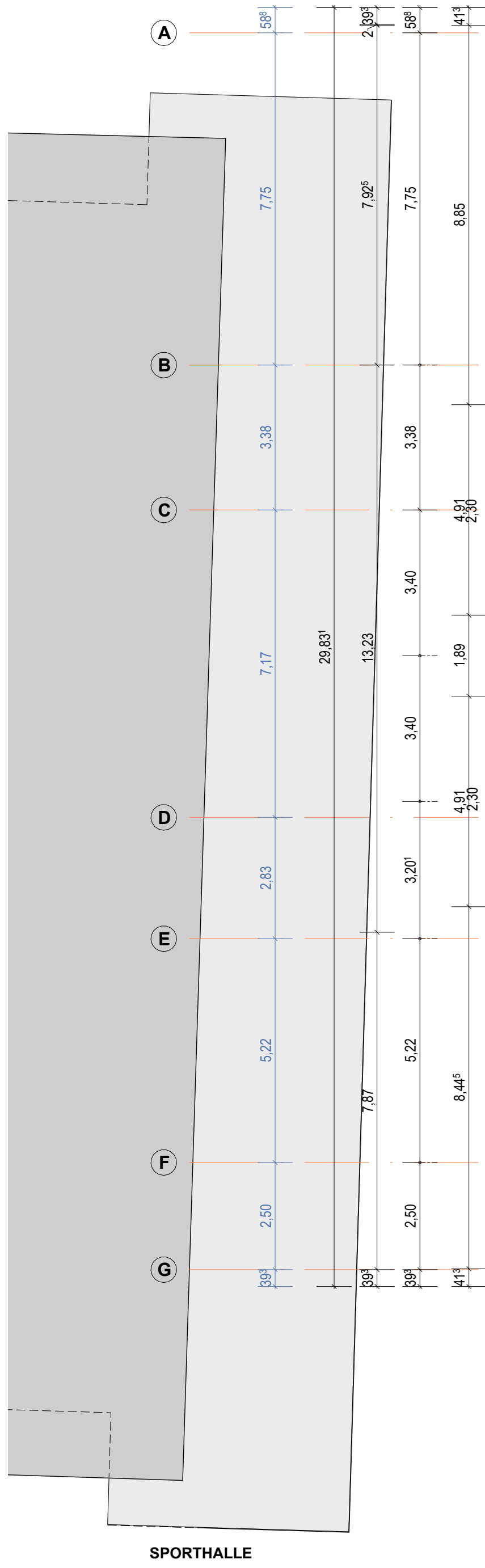
Paul Maar-Schule
Erweiterung
Weimer-von-Siemens-Straße 20
65439 Flörsheim am Main

PLANUNG

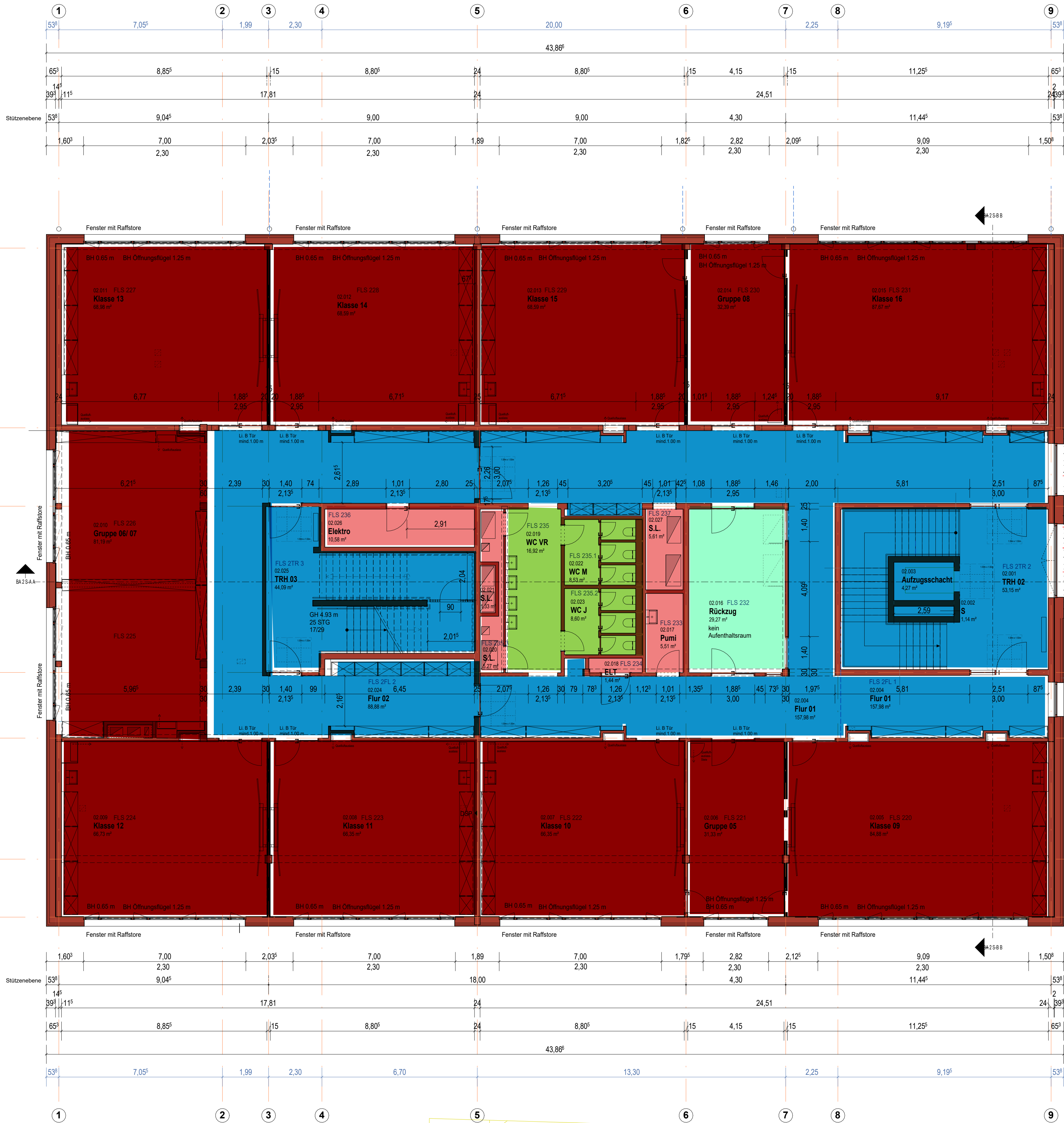
1. Obergeschoss

PLANINDEX	DATUM	Änderung	BESCHREIBUNG	AUSGEGEBEN AN
1	22.05.25		1. Obergeschoss	

GRUNDSTÜCKSGRENZE SIEHE LAGEPLAN



ERWEITERUNG NEUBAU 2. OBERGESCHOSS



ERWEITERUNG NEUBAU 2. OBERGESCHOSS

GRUNDSTÜCKSGRENZE

GRUNDSTÜCKSGRENZE

Modulgebäude
Rückbau nach
Fertigstellung
Neubau

GRUNDSTÜCKSGRENZE SIEHE LAGEPLAN

BESTAND HG 01

KHB Zonierung (DIN 18599)			22.05.25
Leistungsphase:			4
Index:			A
#	Nr.	Nutzung	Farbe
1	8	Klassenzimmer (Schule), Gruppenraum (Kindergarten)	
2	12	Kantine	
3	14	Küche in Nichtwohngebäuden	
4	16	WC und Sanitärräume in Nichtwohngebäuden	
4.1	16	WC und Sanitärräume in Nichtwohngebäuden (Innenliegend)	
5	17	Sonstige Aufenthaltsräume	
5.1	17	Sonstige Aufenthaltsräume (Innenliegend)	
6	19	Verkehrsfläche	
7	20	Lager	

LEGENDE NEUBAU

- Stb-Wand
- Mauerwerk
- GK-Wand
- Holztafelbauweise
- Stb-Stütze

INDEX	DATUM	ÄNDERUNG	BESCHREIBUNG	AUSGEBEN AN
ÄNDERUNGEN				

WIRTSCHAFT

Alle Maße sind am Bau zu prüfen

BAUHERR/ARCHITEKT

Main-Taunus-Kreis
Der Kreisausschuss
Hochbau- und Liegenschaftsamt
Am Kreishaus 1+5
65719 Hofheim am Taunus

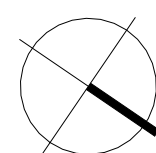
PROJEKT

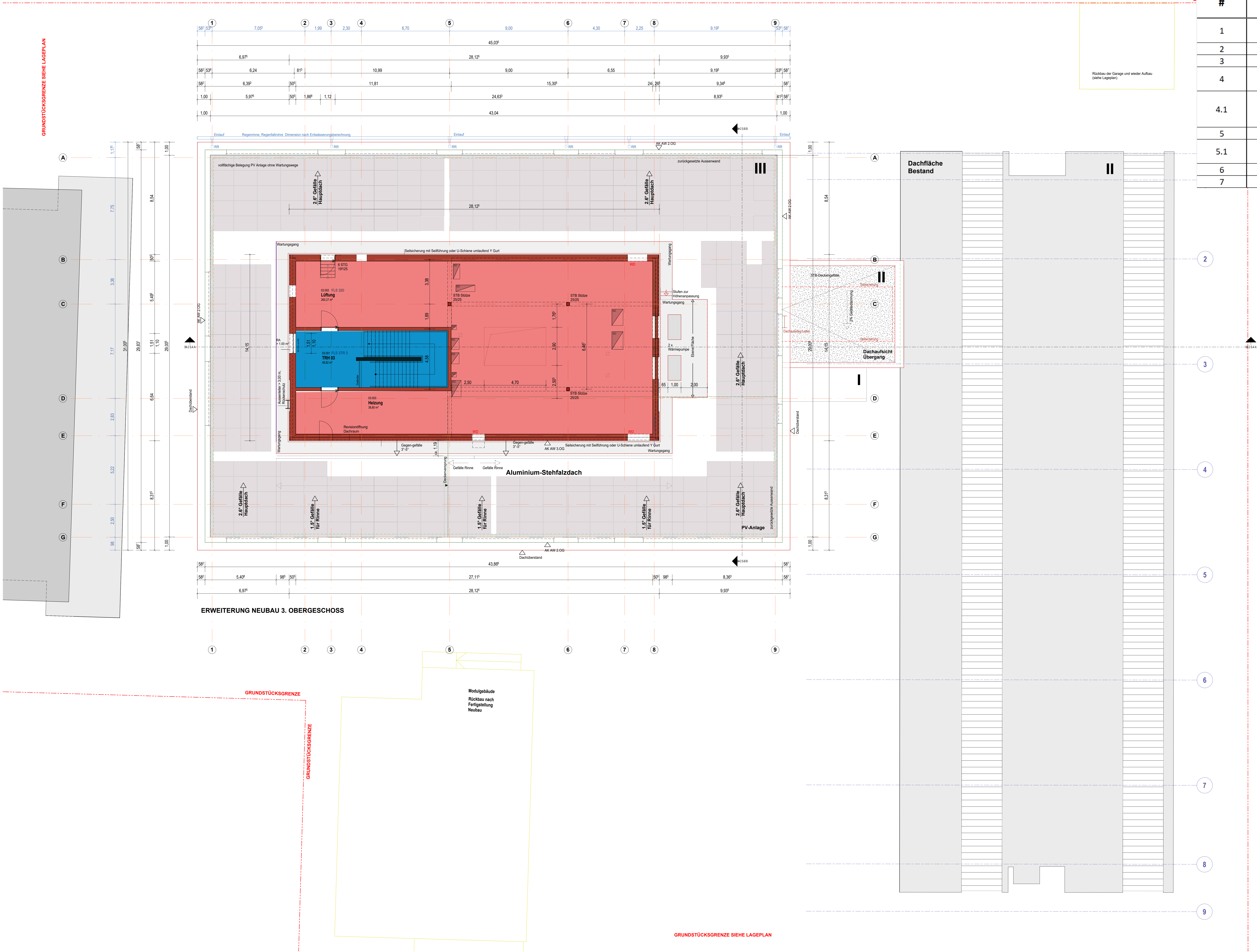
Paul-Maar-Schule
Erweiterung
Weimer-von-Siemens-Straße 20
65439 Flörsheim am Main

PLANUNG

2. Obergeschoss

PLANINDEX	DATUM	ÄNDERUNG	BESCHREIBUNG	AUSGEBEN AN
BA 2 2138 HG02 GR 03	DIN A0	26.05.25	1:100	





KHB Zonierung (DIN 18599)			22.05.25
Leistungsphase:			4
Index:			A
#	Nr.	Nutzung	Farbe
1	8	Klassenzimmer (Schule), Gruppenraum (Kindergarten)	
2	12	Kantine	
3	14	Küche in Nichtwohngebäuden	
4	16	WC und Sanitärräume in Nichtwohngebäuden	
4.1	16	WC und Sanitärräume in Nichtwohngebäuden (Innenliegend)	
5	17	Sonstige Aufenthaltsräume	
5.1	17	Sonstige Aufenthaltsräume (Innenliegend)	
6	19	Verkehrsfläche	
7	20	Lager	

LEGENDE NEUBAU

- Stb-Wand
- Mauerwerk
- GK Wand
- Holztafelbauweise
- Stb-Stütze

INDEX	DATUM	ÄNDERUNG	BESCHREIBUNG	AUSGEGEBEN AN
ÄNDERUNGEN				

WIRTSCHAFT

Alle Maße sind am Bau zu prüfen

BAUHERR/ARCHITEKT

Main-Taunus-Kreis
Der Kreisausschuss
Hochbau- und Liegenschaftsamt
Am Kreishaushaus 1-5
65719 Hofheim am Taunus

PROJEKT

Paul Maar-Schule
Erweiterung
Weimer-von-Siemens-Straße 20
65439 Flörsheim am Main

PLANUNG

3. Obergeschoss

PLANINDEX	NO	ZEICHNUNG	DATUM	MAßSTAB
BA 2.2138	HG02 GR 04	DIN A0	26.05.25	1:100