hcon®
hils consult
Schall
Erschütterung
Bauphysik

ing.-büro - sachverständige

- schallschutz
- bau- und raumakustik
- erschütterungsschutz
- wärme- & feuchteschutz
- energieberatung /-konzepte
- geg - gebäudeenergieausweis
- thermografie & luftdichtheit

BKM
Mitglied im Netzwerk
Bau Kompetenz München

Gebäudeenergetische Untersuchung

Nachweis energiesparender Wärmeschutz gemäß GEG 2024

Sanierung beruflichen Schulen in Landsberg, Spitalfeldstraße 11, 86899 Landsberg am Lech

---

Bericht: 21021_Geb_I_GEG2020_EG40_NWG_gu03_v1

Auftraggeber: Landratsamt Landsberg
Herr Mayer,
Von-Kühlmann-Straße 15
86899 Landsberg am Lech

Kaufering,
den 06.02.2026

Index	Fassung vom	Bemerkung
gu01_v1	28.07.2021	Gebäudeenergetische Untersuchung (Neubau BOS LL Gebäude I, NWG) Entwurfsplanung - Stand: 26.04.2021 Anlagentechnik: Stand: 19.04.2021 ECAD: 21021_20210721_bph_bos_ll_v02_Anlage2_(inBea22).cad EPASS: 20210727_21021_bph_sanierung_bos_ll_Geb I_GEG_NWG_Anlage 1_(inBea05).enpro
gu02_v1	31.03.2022	Gebäudeenergetische Untersuchung (Neubau BOS LL Gebäude I, NWG, EG40) Entwurfsplanung - Stand: 21.02.2022 Anlagentechnik: Stand: 02.03.2022 ECAD: 21021_20220331_bph_bos_ll_Geb G H I_v03_(inBea2.03)_Anlage2 EPASS: 20220331_21021_bph_sanierung_bos_ll_Geb I_EG40_NWG_Anlage 1_(inBea08)
gu03_v1	06.02.2026	Gebäudeenergetische Untersuchung (Neubau BOS LL Gebäude I, NWG, EG40) Ausführungsplanung - Stand: 09.12.2025 Anlagentechnik: Stand: 16.06.2025 ECAD: 21021_202600203_bph_bos_ll_Geb G H I_v04_(inBea2.05)_Anlage2.cad EPASS: 20260203_21021_bph_sanierung_bos_ll_Geb I_EG40_NWG_Anlage 1_(inBea12).enpro

hils consult gmbh, ing.-büro für bauphysik
Kolpingstraße 15, 86916 Kaufering
Mess-Stelle nach § 26/29b BImSchG
VMPA-Schallschutzprüfstelle, VBI
fon: (0 81 91) 97 14 37 www.hils-consult.de
fax: (0 81 91) 97 14 38 info@hils-consult.de

Bezeichnung der Untersuchung	Sanierung beruflichen Schulen in Landsberg, Spitalfeldstraße 11, 86899 Landsberg am Lech
Auftraggeber / Bauherr	Landratsamt Landsberg, Von-Kühlmann-Straße 15, 86899 Landsberg am Lech
Auftragnehmer	hcon hils consult Schall Erschütterung Bauphysik hils consult gmbh Kolpingstr. 15 86916 Kaufering fon: (0 81 91) 97 14 37 fax: (0 81 91) 97 14 38 www.hils-consult.de info@hils-consult.de
Bearbeitung	Dr.rer.nat. Th. Hils, M.Sc. Rosa Schulze
Datum der Berichterstellung	Kaufering, den 06.02.2026

Zusammenfassung

Das Landratsamt Landsberg plant die Generalsanierung der beruflichen Schulen in Landsberg, Spitalfeldstraße 11, 86899 Landsberg. Das Bauvorhaben besteht aus 7 Gebäuden A, B, T (Turnhalle), E, G, H und I. Das aus energetischer Sicht freistehende, Gebäude I besteht aus einem eingeschossigen Bau und wird in Hybridbauweise teilweise aus Stahlbeton mit vorgehängter Fassade und tlw. aus Holzständerwänden errichtet. Der horizontale untere Gebäudeabschluss erfolgt durch die Erdgeschoss-Bodenplatte mit Perimeterdämmung und den Bodenplatten der Werkstattgruben mit Perimeterdämmung. Den oberen Gebäudeabschluss bildet eine Flachdachkonstruktion aus BSH mit Aufdachdämmung.

Die Wärmeerzeugung für die Gebäudebeheizung erfolgt zu 100 % über die Fernwärme der Stadt Landsberg am Lech. Der Heizungsraum befindet sich im nagegelegenen Hauptgebäude der Beruflichen Schule. Im geplanten Neubau (Gebäude I) befindet sich lediglich eine Unterverteilung (Übergabestation). Die Heizungsanlage besteht aus einer Fernwärmeübergabestation (anteilige Nennleistung 68,51 kW) ohne einen Heizungspufferspeicher. Ein „*zweiter Wärmeerzeuger*“ ist nicht vorgesehen. Die Wärmeübergabe an die Räume erfolgt über Fußbodenheizungen nebst raumweiser Bauteilaktivierung der Bodenplatte. Eine zusätzliche Raumerwärmung mit Warmluft über eine RLT-Anlage ist nicht vorgesehen.

Die Trinkwassererwärmung (TWW) erfolgt im Gebäude ausschließlich dezentral-elektrisch mittels Untertischgräten.

Das Lüftungskonzept sieht in erster Linie eine „*freie Lüftung*“ der Werkstätten vor. In allen anderen Räumen erfolgt die Be- und Entlüftung im Wesentlichen über eine vollständige mechanische Be- und Entlüftung mit WRG (s. Anhang 6).

Die Planung sieht keine Raum- bzw. Gebäudekühlung vor. (s. Anhang 3).

Auf dem Flachdach des Neubaus ist eine PV-Anlage (siehe Anhang 8) mit einer Gesamtfläche von 552 m² sowie einer Peak Leistung vom 114,30 W/m² geplant. Die PV-Anlage ist zur Einhaltung des angestrebten Anforderungsniveaus erforderlich, es gilt zusätzlich die Solaranlagenpflicht nach der Bayerische Bauordnung [5], Art. 44a (vgl. Anhang 8).

Die Berechnungen erfolgen entsprechend dem Planstand vom 09.12.2025 [a] nebst Ergänzungen / Abstimmungen mit den Fachplanern [d], [e] und [f].

Für das gegenständliche Gebäude ist der Nachweis des energiesparenden Wärmeschutzes gemäß § 18 GEG 2024 [1] anhand der Anforderungskriterien „***Nichtwohngebäude - Neubau***“ zu führen.

Ein bzgl. des GEG 2024 erhöhtes Anforderungsniveau im Sinne der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) entsprechend dem BEG EG 40 Standard wird durch den Bauherrn angestrebt (s. Anhang 22).

Die Kurzbezeichnung für das hier maßgebliche Anforderungsniveau lautet somit *„GEG 2024 / Neubau NWG / EG40“* (vgl. Kap. 1.2).

Hinsichtlich des angestrebten Anforderungsniveaus werden die energetisch wirksamen Bauteile sowie die Anlagentechnik zusammen mit den Fachplanern [d], [e] und [f] entsprechend optimiert.

Es zeigt sich, dass mit der vorliegenden Planung sowohl die Anforderungen an den
- den Mindestwärmeschutz gemäß DIN 4108-2 [6], sowie
- den sommerlichen Wärmeschutz gemäß DIN 4108-2 [6], als auch die Vorgaben
- des Gebäudeenergiegesetzes (GEG 2024 [1])

für das Bauvorhaben eingehalten werden können.

Der Nachweis zum energiesparenden Wärmeschutz erfolgt
- **mit** Luftdichtheitsprüfung (siehe Anhang 21) und
- **ohne** Gleichwertigkeitsnachweis (siehe Anlage 4)

Die Anforderungen an ein „*Niedrigstenergiegebäude*“ nach GEG 2024 §°10 Abs. (2) werden für das NWG (Gebäude I) gemäß den Anforderungen nach § 18, § 19 und § 71 Abs. (1) erfüllt.

GEG: Die Anforderungen gemäß GEG 2024 § 71 Abs. (1) an den Einsatz von mind. 65% erneuerbarer Energien bei der Heizungsanlage werden durch folgende Anlagenkomponenten erfüllt)

- 100% „Wärmenetze“ (Nah-/Fernwärme), gem. § 71b (s. Anhang 2)

(vgl. Kap. 7.2 auf Seite 59
BEG: Die Anforderungen an ein „*BEG-Effizienzgebäude*“ gem. den BEG TFAQ (WG/NWG) [77] an den Einsatz von mind. 65% erneuerbarer Energien werden erfüllt durch:

Maßnahme	**Erzeuger**	**Regenerativer Anteil des Energieträgers**	**Durch Maßnahme gedeckter Anteil**
Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien	PV-Anlage		4,28 %
Wärmenetze	Fernwärme LL (PEF 0,32)	65,00 % (Pauschaler Ansatz)	49,31 %
Wärmerückgewinnung	Zul/Abl-Anlage mit WRG		19,90 %
Gesamt			73,49 %

[1)] Der Einsatz einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung ist in der EE-Klasse verpflichtend.

Die Anforderungen der BEG zur Nutzung von erneuerbaren Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung für die EE-Klasse für ein „*BEG-Effizienzgebäude*“ gem. Kap. 14ff der TFAQ (WG/NWG) [77] **werden erfüllt.**

INHALTSVERZEICHNIS

1. Situation und Aufgabenstellung 6
1.1. Konzept Gebäude und Anlagentechnik 6
1.2. Anforderungsniveau 9
2. Grundlagen 10
3. Geplantes Gebäude 12
3.1. Nutzung / Funktion 12
3.2. Nutzungsbereiche - Zonierung 12
3.3. Umfassungsbauteile / Gebäudehülle 14
3.3.1. Systemgrenze (Wärmeübertragende Umfassungsfläche) 14
3.3.2. Opake Bauteile 15
3.3.3. Transparente Bauteile 17
3.3.4. Gebäudeenergetisch relevante Bauteilangaben 17
3.3.5. Netto-Grundfläche bzw. Netto-Raumfläche (Energiebezugsfläche) 18
3.4. Gebäudedichtheit 19
3.4.1. Luftdichtheitskonzept 19
3.4.2. Luftdichtheitsebene 20
3.4.3. Winddichtheit 21
3.5. Anlagentechnik 22
3.5.1. Heizungsanlage 22
3.5.2. Wärmeverteilung und Wärmeübergabe (statische Systeme) 23
3.5.3. Trinkwarmwasser (TWW) 24
3.5.4. Raumlufttechnik (Warm-/Kaltluft) 24
3.5.5. Kälteanlage 27
3.5.6. Erneuerbare Energien 28
3.5.7. Elektrische Anlagen / Beleuchtung 30
3.5.8. Elektrische Anlagen / Photovoltaiksystem 30
3.5.9. Solarthermische Anlage (Solarthermie): 31
3.5.10. Anlagenschema 31
3.6. Mindestluftwechsel (Grundluftwechsel) / Lüftungskonzept 32
3.6.1. Infiltrationsluftwechsel 33
3.6.2. Luftdichtheit bei raumlufttechnischen Anlagen 34
4. Anforderungen an den winterlichen Wärmeschutz 36
4.1. Anforderungen gemäß DIN 4108-2 36
4.1.1. Mindestwärmeschutz / Mindestwerte der Wärmedurchlasswiderstände 36
4.1.2. Wärmebrückenkonzept und Bewertung 38
4.2. Anforderungen gemäß Gebäudeenergiegesetz - *Nichtwohngebäude* 41
4.2.1. Begrenzung Jahres-Primärenergiebedarf 42
4.2.2. Begrenzung Transmissionswärmeverlust über die Gebäudehülle 42
4.2.3. Begrenzung Energieverluste der heizungs- / lüftungstechnischen Anlagen 43
4.2.4. Begrenzung der Wärmeverluste einer undichten Gebäudehülle 44
5. Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz 45
6. Energetische Bilanzierung 46
6.1. Berechnungsverfahren 46
6.2. Nachweis Wärmeverluste über Gebäudeundichtigkeit 47
6.3. Nachweis Wärmeverluste über Wärmebrücken 48
6.3.1. Wärmebrückenzuschlag / Gleichwertigkeitsnachweis 48
6.3.2. U-Wert-Zuschläge 49
6.4. Nachweis zum Sommerlichen Wärmeschutz 51
6.4.1. Sonneneintragskennwerte-Verfahren 51
6.4.2. Thermische Gebäudesimulation 53
6.4.3. Maßnahmen zum „Sommerlichen Wärmeschutz“ 55
7. Ergebnisse und Bewertung 57
7.1. Berechnungsergebnisse 57
7.2. Anteil Erneuerbare Energien 59
7.3. Vollzugsnachweise 60
7.4. Wesentliche energetische Angaben 60
7.5. Ergebnis Sommerlicher Wärmeschutz 60
7.6. Energieausweis 61
7.7. Ökobilanz/ LCA 61
7.8. Nachhaltigkeits-Zertifikat (LEED, BREEM, DGNB usw.) 61
8. Allgemeine und projektbezogene Hinweise und Empfehlungen 62
9. Zusammenfassung 64

10. Sonstiges 67

Literatur / Abkürzungsverzeichnis:

Weiterführende Regelwerke und Literatur 68
Begriffsdefinitionen, Abkürzungen, Indizes 72

Anhänge:

Anhang 1: Anlagentechnik - Anlagenschema NWG 2
Anhang 2: Anlagentechnik - Wärmeerzeuger 4
Anhang 3: Anlagentechnik - Kälteerzeuger 6
Anhang 4: Anlagentechnik - Heizungspufferspeicher 7
Anhang 5: Anlagentechnik - TWW-Erwärmung 8
Anhang 6: Anlagentechnik - Lüftungsanlage(n) 9
Anhang 7: Anlagentechnik - Beleuchtungsfachplanung 14
Anhang 8: Anlagentechnik - Photovoltaik-Anlage 15
Anhang 9: Anlagentechnik - Solarthermie-Anlage 18
Anhang 10: Anlagentechnik - Windanlage 18
Anhang 11: Bautechnik - Checkliste Luftdichtheit 19
Anhang 12: Bautechnik - Maßnahmen zur Verbesserung der Luftdichtheit 22
Anhang 13: Bautechnik - Erklärung Bauteildokumentation 23
Anhang 14: Bautechnik - U-Wert-Zuschlag Befestigungsmittel 24
Anhang 15: Bautechnik - Fenster, Lichtkuppeln u.ä. 25
Anhang 16: Bautechnik - Verschattung 26
Anhang 17: Bautechnik - Rollladenkästen / Raffstorekästen 27
Anhang 18: Wärmebrücken - Nummern 28
Anhang 19: Wärmebrücken - Ausführungsempfehlungen 30
Anhang 20: Nachweis „Hydraulischer Abgleich“ 31
Anhang 21: Nachweis „Blower Door“ 33
Anhang 22: Erhöhtes Anforderungsniveau / Förderprogramme 34
Anhang 23: Nachweisdokumentation zum Energieausweis, BEG, KfW und KFN 35

Anlage(n):

Anlage 1: Projektdokumentation (148 Seiten)
Anlage 2: Pläne, Skizzen, Zonierung, Raumbuch (24 Seiten)
Anlage 3: Wärmebrücken konzeptionell (10 Seiten)
Anlage 4: Gleichwertigkeitsnachweis (- entfällt - Seiten)

1. Situation und Aufgabenstellung

Das Landratsamt Landsberg plant die Generalsanierung der beruflichen Schulen in Landsberg, Spitalfeldstraße 11, 86899 Landsberg. Das Bauvorhaben besteht aus 7 Gebäuden A, B, T (Turnhalle), E, G, H und I. Das aus energetischer Sicht freistehende, Gebäude I besteht aus einem eingeschossigen Bau und wird in Hybridbauweise teilweise aus Stahlbeton mit vorgehängter Fassade und tlw. aus Holzständerwänden errichtet. Der horizontale untere Gebäudeabschluss erfolgt durch die Erdgeschoss-Bodenplatte mit Perimeterdämmung und den Bodenplatten der Werkstattgruben mit Perimeterdämmung. Den oberen Gebäudeabschluss bildet eine Flachdachkonstruktion aus BSH mit Aufdachdämmung.

Die Wärmeerzeugung für die Gebäudebeheizung erfolgt zu 100 % über die Fernwärme der Stadt Landsberg am Lech. Der Heizungsraum befindet sich im nagegelegenen Hauptgebäude der Beruflichen Schule. Im geplanten Neubau (Gebäude I) befindet sich lediglich eine Unterverteilung *(Übergabestation)*. Die Heizungsanlage besteht aus einer Fernwärmeübergabestation *(anteilige* Nennleistung 68,51 kW) ohne einen Heizungspufferspeicher. Ein „zweiter Wärmeerzeuger“ ist nicht vorgesehen. Die Wärmeübergabe an die Räume erfolgt über Fußbodenheizungen nebst raumweiser Bauteilaktivierung der Bodenplatte. Eine zusätzliche Raumerwärmung mit Warmluft über eine RLT-Anlage ist nicht vorgesehen.

Für das gegenständliche Gebäude ist der Nachweis des energiesparenden Wärmeschutzes gemäß § 18 GEG 2024 [1] anhand der Anforderungskriterien „***Nichtwohngebäude - Neubau***“ zu führen.

Ein bzgl. des GEG 2024 erhöhtes Anforderungsniveau im Sinne der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) entsprechend dem BEG EG 40 Standard wird durch den Bauherrn angestrebt (s. Anhang 22).

1.1. Konzept Gebäude und Anlagentechnik

Das **Gebäudekonzept** beschreibt neben der Gebäudekonstruktion und der Gebäudehülle auch die energetisch relevanten Nutzungen der beheizten und niedrig beheizten Zonen und legt hierbei geeignete Nutzungsprofile entsprechend der DIN 18599 Teil 10 zugrunde. Die energetisch relevante Gebäudehülle wird in Kap. 3.3 näher erläutert.

Das **Raumkonzept** beschreibt die Raumnutzungen anhand von Standard-Nutzungsprofilen. Die im vorliegenden Fall energetisch maßgeblichen **30 Räume** sind in Tabelle 3 und die entsprechenden **6 Zonen** (8 Nutzungsprofile) in der Tabelle 4 aufgeführt.

Das Gebäudekonzept stellt sich wie folgt dar.

Tabelle 1: Gebäudekonzept (Kurzfassung) „Gebäude I“:

1	2	3	4	5
	Konzept	**Lage**	**Erläuterung**	**Bemerkung**
1	Bauwerk (allgemein)	Gebäudetyp	- Neubau Lehrwerkstatt - Mehr-Zonen-Modell	- Nichtwohngebäude Neubau - Räume beheizt (≥ 19° Grad) - keine Räume niedrig beheizt (12°C - 19°C) - keine Räume unbeheizt (bzw. t.n.k.) (≤ 12°C) - Raumnutzung siehe *Tabelle 3* - Zonierung siehe *Tabelle 4* - Berechnungsverfahren siehe Kap. 6.1
		Bauart / Bauweise	- Holzständerwände mit ZSD und ASD mit VHF - Massivbau - Stahlbeton + Wärmedämmung und VHF - Lochfassade - Flachdächer aus BSH mit ADD - StB Bodenplatte mit Perimeterdämmung - nur Gruben erdberührt	
		Systemgrenze	Die Systemgrenzen des hier betrachteten Gebäudes bilden die in *Tabelle 5* aufgeführten Außenbauteile und sind in der Anlage 2 grafisch dargestellt.	
2	Nutzung hier: Nichtwohngebäude	Kellergeschoss (bh)	- Werkstattgruben	
		Erdgeschoss (bh)	- Klassenzimmer - Büros - Sanitärräume - Verkehrsflächen - Lehrwerkstätten - Lager-/ Technikräume	- Raumnutzung siehe *Tabelle 3* - Zonierung siehe *Tabelle 4*
4	Geologie Grundwasser	Grundwasser HHW bzw. Bemessungswasserstand	- Es liegt ein Baugrundgutachten vor. - Grundwasser bzw. Bemessungswasserstand (HHW) liegt ca. 10 m unter der GOK. - kein U-Wert-Zuschlag für Wärmedämmung im Grundwasser erforderlich.	
5	Boden / Gründung (unterer Gebäudeabschluss)	unterer Gebäudeabschluss	Der Neubau ist nicht unterkellert. Die Werkstattgruben erhalten eine Perimeterdämmung.	
		AZU	- Nicht vorhanden	
		KG:	- Bodenplatte AZU; Stb. + PB - Außenwände AZU; Stb. + PW	
		EG:	- Stahlbeton Bodenplatte mit Perimeterdämmung; Stb. + PB	
		1. OG	- nicht vorhanden	
		2. OG:	- nicht vorhanden	
6	Außenwände (seitlicher Gebäudeabschluss)	AZU	- nicht vorhanden	- Raumnutzung siehe Tabelle 3 - Zonierung siehe Tabelle 4 - siehe Anlage 1 (Projektdoku) - siehe Tabelle 5 (Boden, Wand, Dach) - siehe Tabelle 8 (Fenster) - siehe Anhang 15 (Fenster - Nachweise)
		KG	- Kellerwände gegen Erdreich - Stb. + PW (Ortbeton) - kein HHW	
		EG	- Außenwände Holzständerwand ZSD + ASD + VHF - Außenwände; Stb.+ WD + VHF - PR-Verglasung	
		1. OG:	- nicht vorhanden	
		2. OG	- nicht vorhanden	
7	Dach (oberer Gebäudeabschluss)	KG:	- keine Kellerdecke nach oben gegen Erdreich bzw. Außenluft	- Raumnutzung siehe Tabelle 3 - Zonierung siehe Tabelle 4 - siehe Anlage 1 (Projektdoku) - siehe Tabelle 5 (Boden, Wand, Dach) - siehe Tabelle 8 (Fenster) - siehe Anhang 15 (Fenster - Nachweise)
		EG	- Flachdach über dem EG	

Tabelle 2: Anlagenkonzept (Kurzfassung) „Gebäude I“:

1	2	3	4	5
	Konzept	**Lage**	**Erläuterung**	**Bemerkung**
1	Wärme-erzeugung (Gebäude-beheizung)	Der Wärmeerzeuger (Fernwärmeübergabestation) befindet sich nicht im geplanten Neubau. Der Heizungsraum befindet sich im Kellergeschoss des nahegelegenen Hauptgebäudes.	Gemäß dem anlagentechnischen Konzept des HLS-Fachplaners [e] erfolgt die Wärmeerzeugung über eine Fernwärme (Nahwärmeversorgung). Ein zweiter Wärmeerzeuger ist nicht vorgesehen.	- siehe Anhang 2 (Wärmeerzeuger) - Siehe auch TFAQ Kap. 8.10 [77]
			Im vorliegenden Fall werden mehrere Gebäude oder Gebäudeteile von einer gemeinsamen Heizungsanlage versorgt. In diesem Fall kann gemäß § 27 GEG eine gemeinsame Heizungsanlage für ein Gebäude bzw. einen Gebäudeteil als **eine** jeweils fiktive eigene Heizungsanlage der gleichen Bauart und Betriebsweise jedoch mit entsprechend reduzierter Größe und Leistung abgebildet werden. Dabei müssen die Wärmeverluste über die zusätzlichen Verteilleitungen (Nahwärme-Leitungen) zwischen den Gebäuden bzw. vom Heizkessel bis zur jeweiligen Hausstation zusätzlich berücksichtigt werden.	
2	Heizungspuffer-speicher	kein Heizungspuffer-speicher	- Kein Heizungspufferspeicher	- siehe Anhang 4 (Heizungspuffer)
3	Wärmeüber-gabe:	EG	- Fußbodenheizungen - Bauteilaktivierung der Bodenplatte in den Werkstattbereichen - keine Heizkörper - keine Warmluft (RLT-Anlage)	- siehe Kap. 3.5.2 (Verteilung/Übergabe) - siehe Anlage 1 (Projektdokumentation)
5	Kühlung:	allgemein	Die derzeitige Planung sieht keine Raum- bzw. Gebäudekühlung vor.	- siehe Anlage 1 (Projektdokumentation) - siehe Kap. 3.5.2 (Verteilung/Übergabe) - siehe Kap. 3.5.5 (Kühlung)
		Kühlung über Kaltluft mittels RLT-Anlage (Luftkanäle)	- gegenstandslos -	
6	Trinkwarm-wasser: (TWW)	- Werkstätten	Die TWW-Erwärmung erfolgt über Untertischgeräte. Aus energetischer Sicht handelt es sich somit um eine „de*zentrale TWW Versorgung über Durchlauferhitzer*“. Systembeschreibung s. Anhang 5	- siehe Anlage 1 (Projektdokumentation) - siehe Anhang 5 (TWW dez.-elt.) - siehe Kap. 3.5.3 auf Seite 24 - siehe Anlagenschema Anhang 1 Anmerkung:
7	TWW-Puffer-speicher	System: dezentrale Durchlauferhitzer ohne Speicher	Aufgrund der dezentralen TWW-Erwärmung mittels Untertischgeräte wird kein TWW-Pufferspeicher berücksichtigt s. Anhang 5	- siehe Anlage 1 (Projektdokumentation) - siehe Anhang 5 (TWW dez.-elt.) - siehe Kap. 3.5.3 auf Seite 24 - siehe Anlagenschema Anhang 1
8	Lüftung:	EG	Das Lüftungskonzept sieht in erster Linie eine „freie Lüftung“ der Werkstätten vor. In allen anderen Räumen erfolgt die Be- und Entlüftung im Wesentlichen über eine vollständige mechanische Be- und Entlüftung mit WRG (s. Anhang 6).	Die Be- und Entlüftung erfolgt entsprechend den Vorgaben des HLS-Planers [e] über Zu- und Abluftanlagen und zusätzlich über Fenster. - siehe Anlage 1 (Projektdokumentation) - siehe 3.5.4 auf Seite 24 - siehe Tabelle 11
9	Luftbefeuchtung:		Die geplante Gebäudenutzung sieht keine Räume mit Luftbefeuchtung der Zuluft gemäß DIN 18599 [8] vor.	
10	Beleuchtung:	Raumweise bzw. Zonenweise Beleuchtungsart (Standardwerte)	In der vorliegenden gebäudeenergetischen Untersuchung wird die im Zuge der Werkplanung vorgelegte detaillierte Beleuchtungsfachplanung [f] entsprechend berücksichtigt. Die spezifische elektrische Bewertungsleistung „p_j“ der entsprechenden Räume ist dem Anhang 7 zu entnehmen- siehe Kap. 3.5.7 auf Seite 30	
		Regelung	Derzeitiger Planungsstand (06.02.2026) - Automatische Regelung in allen Räumen bzw. Zonen	

1.2. Anforderungsniveau

GEG - Standard:

Für das gegenständliche Gebäude ist der Nachweis des energiesparenden Wärmeschutzes gemäß § 18 GEG 2024 [1] anhand der Anforderungskriterien „***Nichtwohngebäude - Neubau***“ zu führen. Beim GEG - Standard handelt es sich somit gemäß GEG 2024 § 10 um ein „*Niedrigstenergiegebäude*“

BEG – Effizienzgebäude: (- hier gegenstandslos -)

Ein bzgl. des GEG 2024 erhöhtes Anforderungsniveau im Sinne der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) entsprechend dem BEG EG 40 Standard wird durch den Bauherrn angestrebt (s. Anhang 22). Mit Einführung des GEG 2020 wurden auch Richtlinien für die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) (siehe BEG-Dokumente auf Seite 71) erlassen, die kontinuierlich fortgeschrieben werden.

Das angestrebte Anforderungsniveau unter Berücksichtigung möglicher Fördermaßnahmen stellt sich wie folgt dar:

☒	GEG 2024 ➞	Standardanforderung gem. Gebäudeenergiegesetz [1]. Es gilt das zur Bauantragstellung maßgebliche GEG. Der Bauantrag ist am xx.xx.2025 beim Landratsamt Landsberg eingegangen.
☒	BEG-NWG ➞	erhöhte Anforderung für ein Nichtwohngebäude-Neubau gem. Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG NWG [68]). Im vorliegenden Fall wird **ein** BEG-Effizienzgebäude EG 40 angestrebt.
☐	KFN-NWG ➞	Klimafreundlicher Neubau: Da der Neubau eines NWG ohne Ökobilanz nicht mehr gefördert wird steht derzeit für einen NWG-Neubau nur das Förderprogramm 299 (Kredit) zur Wahl. (KFN-NWG [80]).
☐	EE-Klasse ➞	Zusatzanforderung an den Einsatz erneuerbare Energien gem. den technischen Mindestanforderungen TMA-NWG [69]; siehe auch BayBO [5] Art. 44a
☐	NH-Klasse ➞	Zusatzanforderung an die Nachhaltigkeit des Gebäudes gem. den technischen Mindestanforderungen TMA-NWG [69], [84]
☐	KfW-Förderung ➞	Die Zusatzanforderungen der KfW-Bank an die Planung, an die technische Ausführung und die Qualitätssicherung entsprechend der angestrebten Förderung gem. der Liste der technischen FAQ - Effizienzhäuser / Effizienzgebäude (WG/NWG) [68] sind einzuhalten.

Die Kurzbezeichnung des angestrebten Anforderungsniveaus für das *„Gebäude* I*“* lautet somit:

>> GEG 2024 / Neubau NWG / EG40 <<

Im Anhang 23 sind die für die Erstellung des Energieausweises sowie die zur Dokumentation erforderlichen Nachweisdokumente zusammengestellt. Auf Seite 71 sind die zum Zeitpunkt der Berichterstellung maßgeblichen BEG und KfW-Dokumente aufgeführt.

2. Grundlagen

Die Bearbeitung erfolgt anhand folgender wesentlicher Grundlagen:

[1] GEG 2024[1] GEG: 2024-01-01 Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (Gebäudeenergiegesetz - GEG) GEG Ausfertigungsdatum: 08.08.2020 Vollzitat: "Gebäudeenergiegesetz vom 8. August 2020 (BGBl. I S. 1728), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 16. Oktober 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 280) geändert worden ist" Stand: Zuletzt geändert durch Art. 1 G v. 16.10.2023 I Nr. 280

[2] GEG 2023[2]: GEG:2023-01-01 Gebäudeenergiegesetz vom 8. August 2020 (BGBl. I S. 1728), das durch Artikel 18a des Gesetzes vom 20. Juli 2022 (BGBl. I S. 1237) geändert worden ist Ausgabe: 20.07.2022

[3] GEG 2020[3]: GEG:2020-08-08 Gesetz zur Vereinheitlichung des Energieeinsparrechts für Gebäude und zur Änderung weiterer Gesetze (Artikel 1 Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (Gebäudeenergiegesetz - GEG) Ausgabe: 08.08.2020

[4] EnEV 2014: EnEV ab 01.06.2016 (EnEV 2016) Energieeinsparverordnung / Zweite Verordnung zur Änderung der Energieeinsparverordnung vom 18. November 2013; Energieeinsparverordnung vom 24. Juli 2007 (BGBl. I S. 1519), die zuletzt durch Artikel 257 der Verordnung vom 19.06.2020 (BGBl. I S. 1328) geändert worden ist

[5] BayBO: Bayerische Bauordnung (BayBO) in der Fassung der Bekanntmachung vom 14. August 2007 (GVBl. S. 588); BayRS 2132-1-B; Vollzitat nach RedR: Bayerische Bauordnung (BayBO) in der Fassung der Bekanntmachung vom 14. August 2007 (GVBl. S. 588, BayRS 2132-1-B), die zuletzt durch Gesetz vom 23. Juni 2023 (GVBl. S. 250), durch § 4 des Gesetzes vom 7. Juli 2023 (GVBl. S. 327) und durch Art. 13a Abs. 2 des Gesetzes vom 24. Juli 2023 (GVBl. S. 371) geändert worden ist.

Normen, Regelwerke:

[6] DIN 4108-02: DIN 4108-2:2013-02; Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz; Ausgabe 2013-02

[7] DIN 4108 Bbl 2: DIN 4108 - Beiblatt 2: Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden: Wärmebrücken - Planungs- und Ausführungsbeispiele, Ausgabe: DIN 4108-Bbl. 2: 2019-06

[8] DIN 18599 Teil 1-11: DIN V 18599- Teil 1 - 11: Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung, DIN V 18599-1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11; Ausgabe Teil 1 bis Teil 12: 2018-09

[9] DIN 18599 Teil 12: DIN V 18599-12:2021-04: Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung - Teil 12: Tabellenverfahren für Wohngebäude, Ausgabe: 2021-04

[10] DIN 18599 Teil 13: DIN V 18599-13:2020-10: Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung - Teil 13: Tabellenverfahren für Nichtwohngebäude, Ausgabe: 2020-10

[11] Auslegungen zu DIN V 18599: https://www.din.de/de/mitwirken/normenausschuesse/na-bau/auslegungendinv18599-68632

Weitere Regelwerke siehe Literaturverzeichnis ab Seite 68 und 71.

[1] Das Gebäudeenergiegesetz 2024 ist am 01.01.2024 in Kraft getreten und ersetzt das GEG 2023
[2] Das Gebäudeenergiegesetz 2023 ist am 01.01.2023 in Kraft getreten und ersetzt das GEG 2020
[3] Gebäudeenergiegesetz ersetzt EnEV, EEWärmeG und EEG.

Planungsgrundlagen:

[a] Bautechnik: Ausführungsplanung Stand: 09.12.2025 (Grundrisse, Ansichten, Schnitte / dwg und pdf) für die „*Gebäude I*“. Planersteller: Herr Heinzelmann und Herr Wahl vom Architekturbüro Kern, Bgm. -Krach-Str. 6, 87719 Mindelheim, Tel: 08261/73189-0, a.kern@kernarchitekten.eu bzw. info@architekt-kern.de; diverse E-Mails und Telefonate bis zum 06.02.2026

[b] Bauantrag: Der Bauantrag wurde am xx.xx.2025 gestellt; siehe E-Mail vom xx.xx.2025 (Derzeit liegt noch keine Mitteilung über die Bauantragstellung vor. Der Nachweis der Baugenehmigung fehlt.

[c] Bauherr bzw. Bauherrnvertretung: Herr Mayer (Projektleitung) Abteilung Hochbau / Landratsamt Landsberg, Von-Kühlmann-Straße 15, 86899 Landsberg am Lech, Tel: 08191/129-1181 E-Mail: wolfgang.mayer@LRA-LL.bayern.de

[d] Bautechnik: Abstimmung Bautechnik (Fensterbau, Wand-, Dachkonstruktionen usw.) mit dem Architekten/Planer Herrn Wahl [a]; div. Telefonate und Abstimmungen bzgl. bautechnischer Festlegungen zwischen Herrn Wahl und Frau Schulze (hcon) bis zum 06.02.2026; Technische Daten Detailabstimmung siehe Anhänge (sofern vorhanden)

[e] Anlagentechnik: Gebäudebeheizung, Kühlung, Wärmeverteilung, Wärmeübergaben, TWW-Erwärmung und Lüftungstechnik, Anlagentechnische Abstimmungen mit Herrn Hirdina und Herrn Kiesel vom Ingenieurbüro Hirdina (HLS-Fachplaner), Hauptstraße 1A, 87488 Betzigau, Tel.: 0831/ 564243-22, Fax: 0831/ 564243-10, Mobil: 0151/21395755, E-Mail: ibh@hirdina.de; div. Telefonate und E-Mails bis zum 06.02.2026

[f] Elektrofachplanung - Beleuchtungsfachplanung: Technische Angaben zu Beleuchtung und PV-Anlage von Herrn Ullmann, IGT - Ingenieurgesellschaft Technik mbH, Charles-de-Gaulle-Str. 8, 81737 München, Tel.: 089/615233-33, E-Mail: hullmann@igt.de, www.igt.de
PV-Anlage ➞ E-Mail vom 22.01.2022(siehe Anhang 8);
Beleuchtungsfachplanung ➞ E-Mail vom 22.01.2022 (siehe Anhang 7).

[g] Baugrundgutachten: Angaben zum Grundwasser und HHW; Baugrund- und Schadstoffgutachten (Projekt-Nr. 11055) vom 16.10.2020 von BLASY + MADER GmbH, Moosstraße 3, 82279 Eching am Ammersee, Tel.: 08143/44403-0; E-Mail:bgm@blasy-mader.de; erhalten über Architekturbüro Kern am 03.05.2021

[h] Baubeschreibung: Eine bau- und anlagentechnische Baubeschreibung liegt nicht vor.

[i] Fenster: U_W-Wert - Fassadenfenster; Fensterbaufirma mit U-Wert-Berechnung - Fensterbauer nicht bekannt -; siehe Anhang 15; - technische Vorgaben liegen derzeit nicht vor -.

Sonstiges

[j] Epass Helena 2024 Vers. 7.155 Ultra (Releasedatum: 04.12.2025)

[k] E-CAD4 (IFC) für ZUB Systems (Version 5.1.1368)

3. Geplantes Gebäude

3.1. Nutzung / Funktion

Die untersuchte energetische Gebäudeeinheit *„Gebäude I“*, besteht aus den in der folgenden Tabelle 3 aufgeführten 30 thermisch konditionierten Räumen.

Tabelle 3: Raumaufteilungen / Raumnutzungen (vgl. Anlage 1 und Anlage 2) im „Gebäude I“ Planstand: 09.12.2025

1	2	3
Geschosse	*„Gebäude I“* (ub = unbeheizt, bh = beheizt, nb = niedrig beheizt, iW = im Wärmeverbund)	
KG (Gruben)	I 003 Grube I 018 Grube I 019 Grube	
EG	I 007 IFU I.0.09 Klassenzimmer I.0.10 Klassenzimmer I 032 Klassenzimmer I 014 WC Schüler I 015/016 WC Lehrer:innen I 017 WC Schülerinnen I 023 WC Schüler I 024 WC/ Umkleide Lehrer I 026 Umkleide Schüler I 027 WC Damen/ Beh. I.0.08 Vorbereitung Lehrer I 031 Vorbereitung Lehrer I 022 Flur	I.FL.0.01Flur I 005 Metallverarbeitung I 006 Lager I 012 Elektro I 013 BMA I 020 Lager Hausmeister I 028 Elektro I.0.04 KFZ Werkstatt I 018 Fahrzeugvermessung I 019 Hochvolttechnik/ Hybridmotor I 021 Werksatt/ Gerätelager Hausmeister I 029 Schalungshalle I 030 Maurer- und Betonwerkstatt

Abkürzungen siehe S. 72

In der Anlage 2 wird anhand von 2D- und 3D Systemskizzen die energetisch relevante Gebäudehülle dargestellt.

3.2. Nutzungsbereiche - Zonierung

Nach GEG 2024 § 21 Abs. 2 gilt:

... (2) Soweit sich bei einem Nichtwohngebäude Flächen hinsichtlich ihrer Nutzung, ihrer technischen Ausstattung, ihrer inneren Lasten oder ihrer Versorgung mit Tageslicht wesentlich unterscheiden, ist das Gebäude nach Maßgabe der DIN V 18599: 2018-09 in Verbindung mit § 18 Absatz 3 für die Berechnung nach Absatz 1 in Zonen zu unterteilen. ...

Dabei <u>dürfen</u> Zonen mit einem Flächenanteil bis zu **5 %** der Gesamtfläche des Gebäudes (vgl. DIN 18599-1 Kap. 6.3.4) einer anderen Zone zugerechnet werden, die hinsichtlich der anzusetzenden Randbedingungen am wenigsten von der betreffenden Zone abweicht.

Nach Kap. 5.2.2 DIN 18599-1 [8] gilt:
…Vor der eigentlichen energetischen Bilanzierung ist das Gebäude in Zonen zu teilen. Für jede Zone werden alle relevanten Energiekennwerte einmal bestimmt. Wichtigstes Merkmal einer Zone ist die gleiche Nutzung und gleiche Art der Konditionierung aller in ihr enthaltenden

Räume. Die Zonierung und Zonenteilungskriterien von Gebäuden werden im Abschnitt 6 erläutert….

Entsprechend Kap. 6.2.1 DIN 18599-1 [8] wird eine Zone wie folgt definiert:
…Die Zone umfasst den Grundflächenanteil bzw. Bereich eines Gebäudes, dessen Räume gekennzeichnet sind durch:

- einheitliche Nutzungsrandbedingungen
  und hinsichtlich der Heizung, Kühlung, Be- und Entlüftung, Befeuchtung, Beleuchtung und Trinkwarmwasserversorgung durch
- gleiche Art der Konditionierung und
- einheitliche Zonenkriterien….

Folgende 6 thermisch konditionierte Zonen (d.h. 7 Nutzungsbereiche) liegen den Berechnungen zugrunde.

Tabelle 4: Zonierung mit prozentualem Flächenanteil der beheizten Gebäudeteile (Kurzübersicht)

1	2	3	4	5	6	7	8
Lfd. Nr.	**Bezeichnung / Zonierung** bh= beheizt, ub = unbeheizt, nb=niedrig beheizt, gk = gekühlt		**Nutzungs-profil gem.** DIN V 18599-10	**Netto-volumen**	**Netto-grund-fläche**	**Flächen-anteil**	**Konditio-nierung**
				[m³]	[m²]	[%]	
1	(Z03)	Zone 3 NP08 Klassenzimmer	8. Klassenzimmer (Schule), Gruppenraum (Kindergarten)	1662,07	296,8	19,8	beheizt (statisch), belüftet
2	(Z07a)	Zone 7a NP16 WC und Sanitärräume	16. WC und Sanitärräume in Nichtwohngebäuden	449,36	80,24	5,3	beheizt (statisch), belüftet
3	(Z08)	Zone 8 NP17 Sonstige Aufenthaltsräume	17. Sonstige Aufenthaltsräume	428,05	76,44	5,1	beheizt (statisch), belüftet
4	(Z09)	Zone 9 NP19 Verkehrsflächen	19. Verkehrsfläche	953,25	170,22	11,3	beheizt (statisch), belüftet
5	(Z10)	Zone 10 NP20 Lager, Technik, Archiv	20. Lager, Technik, Archiv	987,38	176,32	11,7	beheizt (statisch), belüftet
6	(Z11a)	Zone 11a NP22.3 Gewerbliche und industrielle Hallen, TWW	22.3 Gewerbliche und industrielle Hallen - leichte Arbeitm überwiegend sitzende Tätigkeit	2541,09	468,6	31,2	beheizt (statisch)
7	(Z11b)	Zone 11b, Gewerbliche und industrielle Hallen - leichte Arbeit	22.3 Gewerbliche und industrielle Hallen - leichte Arbeitm überwiegend sitzende Tätigkeit	1308,94	233,74	15,6	beheizt (statisch)
Gesamtsumme (nur thermisch konditioniert)				8330,14	1502,36	100	

(--) = thermisch nicht konditionierte Zone (t.n.k.)

Die detaillierte (raumweise) Zonierung (hier: 6 unterschiedlich konditionierte Zonen / 7 Nutzungsbereiche) mit Angaben zur Beheizung, Belüftung, Kühlung, Trinkwarmwasserversorgung und Beleuchtung ist in der Anlage 1 (Projektdokumentation) und in der Anlage 2 (Pläne, Skizzen, Zonierung, Raumbuch) aufgeführt.

3.3. Umfassungsbauteile / Gebäudehülle

Bautechnik: Die Erfassung der Gebäudegeometrie nebst Bautechnik basiert auf dem Planstand vom 09.12.2025 [a] (Ausführungsplanung) nebst bautechnischen Ergänzungen [d]. Nicht in den Ausführungsunterlagen [a] (dwg/pdf-Dateien) bzw. nicht gesondert dokumentierte energetische bzw. wärmetechnische Informationen wie z.B. Bauteilmaterialien, Bauteilkonstruktionen, Bauteildicken usw., wurden soweit diese für die vorliegende Untersuchung erforderlich sind, mit dem Architekten Herrn Heinzelmann (Architekturbüro Kern [a]) abgestimmt.

3.3.1. Systemgrenze (Wärmeübertragende Umfassungsfläche)

Die Hüllfläche bzw. wärmeübertragende Umfassungsfläche stellt die Systemgrenze von **Nichtwohngebäuden** nach DIN 18599-1, Kap. 3.1.16 [8] dar und ist die Grenze zwischen konditionierten Räumen und der Außenluft, dem Erdreich oder nicht konditionierten Räumen. Über diese Fläche verliert oder gewinnt der gekühlte/beheizte Raum Wärme, daher auch „*wärmeübertragende Umfassungsfläche*“. Auch nicht beheizte/gekühlte, sondern anderweitig konditionierte Zonen (beleuchtet, belüftet) weisen Hüllflächen auf, bei denen jedoch keine Wärmeübertragung erfolgt.

Einen Sonderfall stellen Räume innerhalb der gedämmten Gebäudehülle dar, die ausschließlich ihre thermische Konditionierung über Luft- und/oder Raumverbund bzw. über angrenzende beheizte/gekühlte Räume erfahren (z.B. Aufzugschacht, Schächte, Abstellräume, Kellerräume ohne Heizung, Technikräume mit inneren Wärmelasten, nicht ausgebaute Dachgeschosse mit Dämmung in der Dachebene u.ä.).

In der Anlage 1 (Projektdokumentation) i.V. mit den Hinweisen im Anhang 13 sind alle energetisch relevanten Bauteile (beheizte Gebäudehülle) dokumentiert.

Bauteile von thermisch nicht konditionierten Räumen (t.n.k.) ohne Berührungsflächen zu beheizten Räumen sind daher „*energetisch nicht relevant*“ (e.n.r.) und werden i.d.R. nicht dargestellt bzw. dienen nur der Information.

3.3.2. Opake Bauteile

Die opaken Bauteile der wärmeübertragenden Umfassungsflächen stellen sich wie folgt dar:

Tabelle 5: Wärmeübertragende Umfassungsflächen - „Gebäude I“ (Außenbauteile der energetisch relevanten Gebäudehülle)

1	2	3	4	5	6
Bauteile [u]=unten, [s]=seitlich, [o] oben (siehe auch Abkürzungsverzeichnis auf Seite 72)	**Fläche**		**Ausrich-tung**	**U-Wert**	**energe-tisch wirksam**
	(brutto)	(netto)			
	[m²]	[m²]		[W/(m²K)]	ja / nein
energetisch wirksamer *unterer Gebäudeabschluss [u]*					
[u] (BT010) (ID 9,10) EG: BP TS auf Erdreich, Stb. 25 cm + PB 16 cm ohne HHW	905,15		horizontal	0,18	ja
[u] (BT011) (ID 9,10) EG: BP ohne TS, Stb. 25 cm + PB 16 cm ohne HHW	699,36		horizontal	0,21	ja
[u] (BT012) (ID 9,11) Grube: BP, Stb. 25 cm + PB 16 cm ohne HHW	46,55		horizontal	0,21	ja
energetisch wirksamer *seitlicher bzw. vertikaler Gebäudeabschluss [s]*					
[s] (BT020) (ID 1,21) Grube: AW Stb 20 cm mit PD 16 cm ohne HHW	133,16			0,21	ja
[s] (BT030) (ID 2,31) EG: AW (O) Stb. 30 cm + WD 16 cm +VHF	108,77		Ost	0,23	ja
[s] (BT030) (ID 2,31) EG: AW (O) Stb. 30 cm + WD 16 cm +VHF	108,77		West	0,23	ja
[s] (BT031) (ID 1,01) EG: AW (N) HSW ZSD 18 cm ASD 16cm	346,22	161,53	Nord	0,12	ja
[s] (BT031) (ID 1,01) EG: AW (S) HSW ZSD 18 cm ASD 16cm	275,12	141,56	Süd	0,12	ja
[s] (BT032) (ID 2,32) EG: AW (S) Stb. 20 cm + WD 16 cm +VHF	325,02	168,27	Süd	0,24	ja
[s] (BT032) (ID 2,32) EG: AW (N) Stb. 20 cm + WD 16 cm +VHF	235,65	166,32	Nord	0,24	ja
[s] (BT033) (ID 0,5) EG: AW (S) Bindpaneel (U=0,5W/m²'K)	15,4		Süd	0,5	ja
[s] (BT033) (ID 0,5) EG: AW (N) Bindpaneel (U=0,5W/m²'K)	16,24		Nord	0,5	ja
energetisch wirksamer *oberer Gebäudeabschluss [o]*					
[o] (BT041) (ID 9,06) EG: Flachdach, BSH 12 cm + WD 20 cm + 5 cm G i.M.	1651,06	1642,42	horizontal	0,1	ja

In der Anlage 2 (Pläne, Skizzen, Zonierung, Raumbuch) werden die Systemgrenzen des beheizten, d.h. des „*thermisch konditionierten*“ Gebäudevolumens anhand von 3D- und 2D-Skizzen dargestellt. Dabei werden die unbeheizten Gebäudebereiche nur hinsichtlich ihrer Berührungsflächen zu beheizten Zonen benötigt.

Als Bestandteil der opaken Gebäudehülle gelten auch Außentüren sowie Innentüren zu unbeheizten Räumen sowie Rollladen-/Raffstorekästen, Paneele und andere Außenwandbauteile.

Tabelle 6: Opake Türen („Gebäude I“)

1	2	3	4	5	6
lfd. Nr.	**Bezeichnung** Lage siehe Anlage 2	**Fläche**	**Anzahl**	**Gesamt-fläche**	**U-Wert**
	(TA = Außentür, TI = Innentür)	[m²]	[Stk.]	[m²]	[W/(m²K)]
1	TA I_EG_001	12,96	1	12,96	≤1,6
2	TA I_EG_002	12,96	1	12,96	≤1,6
3	TA I_EG_003	6,6	1	6,6	≤1,3
4	TA I_EG_004	3,36	1	3,36	≤1,3
5	TA I_EG_005	12,96	1	12,96	≤1,6
6	TA I_EG_006	12,95	1	12,95	≤1,6
7	TA I_EG_007	12,96	1	12,96	≤1,6
8	TA I_EG_007	6,6	1	6,6	≤1,3
9	TA I_EG_008	3,36	1	3,36	≤1,3
10	TA I_EG_009	12,96	1	12,96	≤1,6
11	TA I_EG_010	12,96	1	12,96	≤1,6
12	TA I_EG_011	12,96	1	12,96	≤1,6
13	TA I_EG_012	12,96	1	12,96	≤1,6
14	TA I_EG_013	12,96	1	12,96	≤1,6
15	TA I_EG_014	12,95	1	12,95	≤1,6
16	TA I_EG_015	3,36	1	3,36	≤1,3
17	TA I_EG_016	12,96	1	12,96	≤1,6

Tabelle 7: Weitere Opake Außenwandbauteile („Gebäude I “)

1	2	3	4	5
Bezeichnung	**Fläche**	**Anzahl**	**Gesamtfläche**	**U-Wert**
Rollladenkästen, Heizkörpernischen, Raffstorekästen, Paneele	[m²]	[Stk.]	[m²]	[W/(m²K)]
Heizkörpernischen	- gegenstandslos			
Paneele	- gegenstandslos -			
Rollladenkästen Raffstorekästen	Im betrachteten Gebäude sind gemäß der vorliegenden Planung [a] außenliegende Verschattungen (hier: Rollladenkästen bzw. Raffstorekästen) vorgesehen. Als Bestandteil der opaken Gebäudehülle gelten Rollladen- bzw. Raffstorekästen dann, wenn diese **über den Fenstern** angebracht sind und die Dämmebene unterbrechen. Wird die Dämmebene durch die Screen- bzw. Markisenkästen unterbrochen müssen sie den Mindestwärmeschutz (siehe Kap. 4.1) erfüllen und sind entsprechend der technischen Vorgaben im Anhang 17 auszuführen. Aus energetischer Sicht werden die Rollladen-/Raffstorekästen Fall 1: als Außenwandbauteil mit dem entsprechenden U-Wert erfasst. Fall 2: übermessen und der Außenwand zugeordnet. Fall 3: Als Fensterbauteil vor dem Fensterstock Im Fall 2 erfolgt die energetische Berücksichtigung über den Wärmebrückenzuschlag gem. Seite 48. **In der vorliegenden Untersuchung gilt Fall 3**			

Die zugrundeliegenden opaken Bauteile und deren materialtechnischen Eigenschaften sowie

die entsprechenden Prinzipskizzen können im Detail der Anlage 1 (Projektdokumentation) entnommen werden (siehe hierzu Hinweise im Anhang 13).

3.3.3. Transparente Bauteile

Transparente Bauteile (Fenster / Pfosten-Riegel-Verglasungen / Glas-Vorhangfassaden)
Die den Berechnungen zugrundeliegenden Parameter (Bemessungswerte) wie der U_W-Wert der gesamten Fensterkonstruktion und der Gesamtenergiedurchlassgrad (g_0) der Verglasung können der nachfolgenden Tabelle 8 entnommen werden. Die Fensterrahmen sind gemäß EN ISO 10077-1 [25] so zu spezifizieren, dass mindestens die in der nachfolgenden Tabelle 8 aufgeführten Bemessungswerte der Fenster/Fenstertüren und Lichtkuppeln (U_W-Werte) erreicht werden.

Folgende *„transparente Bauteile“* sind geplant:

Tabelle 8: U_W-Werte für transparente bzw. teiltransparente Fenster und Fenstertüren

1	2	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
lfd. Nr.	**Bauteil / Kurzzeichen / Lage** (siehe Anhang 15)	**U_w-Wert*** [W/(m²K)]	**Anzahl Fenster** [Stck]	**Fläche** [m²]	**g -Wert** (Verglasung) [--]	**Sonnenschutz** innenliegend	außenliegend	Kein Sonnen-schutz	Sonnenschutz-verglasung	keine Anforde-rung	Fc-Wert
1	(w01) Standardfenster / Fenstertüren (3-Scheiben-WSG) ohne SSV, g=0,50	0,89	19	76,96	≤0,50	☐	☒	☐	☐	☐	**0,25**
2	(w02) Pfosten-Riegel-Fassade 1,0 W/m²K (SSV, g=0,35, U=1,0)	1,0	32	157,00	≤0,35	☐	☒	☐	☒	☐	**0,25**
3	(w03) Lichtkuppeln (2-Scheiben-WSG), ohne SSV, 1,5 W/m²K g=0,6	1,5	6	8,64	≤0,50	☐	☐	☒	☐	☒	**--**

* U_W-Wert ist für die gesamte Fensterkonstruktion maßgeblich und muss von der Fachfirma berechnet werden

Außenliegende Fenster, Fenstertüren und Dachflächenfenster müssen entsprechend der DIN EN 12207 [29] hinsichtlich der Fugendurchlässigkeit mindestens der Klasse 3 entsprechen.

Die zugrunde liegenden Bauteile und deren materialtechnische Eigenschaften können im Detail der Anlage 1 (Projektdokumentation; siehe Kapitel *„Bautechnik - Fenstertypen“*) entnommen werden.

3.3.4. Gebäudeenergetisch relevante Bauteilangaben

Die zur Berechnung herangezogenen und dargestellten Konstruktionen (siehe Anlage 2 i.V. mit Anhang 13), Schichtenabfolgen sowie Materialen berücksichtigen ausschließlich wärmetechnische bzw. energetische Belange und können keine ggf. erforderlichen Detailuntersuchungen

z.B. zur hygrischen Funktionalität oder im Hinblick auf Wärmebrücken ersetzen. Weitere Aspekte wie bautechnische Praktikabilität bzw. Umsetzbarkeit spielen hier lediglich eine untergeordnete Rolle.

Die den Berechnungen zugrundeliegenden Aufbauten stellen daher **keinen Bauteilkatalog** im Sinne der Werk- und Detailplanung dar.

Ggf. in den Unterlagen gemachte Produktangaben sind in **keinem Fall** Vorgaben für die Ausschreibung bzw. Angebotseinholung, sondern dienen lediglich zur Beschreibung energetischer Parameter. Eine Überprüfung hinsichtlich brandschutztechnischer Anforderungen erfolgt hier nicht, sondern ausschließlich durch den Entwurfsverfasser [a], [c] und ist in den Werkplänen textlich (z.B. Außenwanddämmung WLS 035 - BSK A1) bzw. grafisch zu erfassen. Die gebäudeenergetische Untersuchung beschreibt ausschließlich Umfassungsbauteile der beheizten bzw. niedrig beheizten Gebäudeteile.

Die in der Anlage 1 (Projektdokumentation) nicht erfassten Bauteile sind nicht Gegenstand der vorliegenden Untersuchung. Ggf. ergeben sich jedoch im Hinblick auf die anerkannten Regeln der Technik bzw. aus thermisch-hygrischen Gründen weitergehende Anforderungen (z.B. Flankendämmung zur Vermeidung von Wärmebrücken, Tauwassergefahr etc.) an die Dämmung.

Die hier erforderlichen konstruktiven Wärmedämmungen im Sinne der DIN 4108-2 [6] und Beiblatt 2 zu DIN 4108 [7] sind vom Entwurfsverfasser [a] festzulegen.

3.3.5. Netto-Grundfläche bzw. Netto-Raumfläche (Energiebezugsfläche)

Gemäß GEG 2024 § 3, Abs. 1, Nr. 22 [1] in Verbindung mit den technischen FAQ der BEG für Nichtwohngebäude (siehe Kap. 2.12 [77]) ist die Nettogrundfläche (Energiebezugsfläche für Nichtwohngebäude) wie folgt anzugeben:

> *... Als Energiebezugsfläche bei Nichtwohngebäuden ist nach DIN V 18599-1: 2018-09 in Verbindung mit § 3 Absatz 1 Nummer 22 GEG die Nettogrundfläche (NGF) nach DIN 277-1 zu verwenden, die beheizt oder gekühlt wird. Die Bestimmung der Nettogrundfläche folgt formal den Festlegungen zur Nettoraumfläche (NRF) nach DIN 277-1.*
> *Die Systemgrenze für die Berechnung der energiebezogenen Angaben ist die Hüllfläche aller thermisch konditionierten, also beheizten oder auch gekühlten Zonen nach DIN V 18599-1: 2018-09 Abschnitt 8. Thermisch nicht konditionierte Flächen, wie beispielsweise nicht beheizte, aber beleuchtete Flächen von Parkhäusern oder Lagerräumen, sind bei der Flächenermittlung nicht zu berücksichtigen. ...*

Der gebäudeenergetischen Untersuchung liegt eine Nettogrundfläche bzw. Nettoraumfläche (NRF) nach DIN 277 [38] von A_{NGF} = 1.502,35 m² zugrunde.

3.4. Gebäudedichtheit

Gem. GEG 2024 § 13 ist ein Gebäude ist so zu errichten, dass die wärmeübertragende Umfassungsfläche einschließlich der Fugen dauerhaft luftundurchlässig nach den anerkannten Regeln der Technik abgedichtet ist. Diese Regelung soll sicherstellen, dass nach Fertigstellung des Gebäudes unnötige Wärmeverluste durch Ex- und Infiltration über Gebäude- und Montagefugen oder sonstige Leckagen in der wärmeübertragenden Umfassungsfläche vermieden werden. Öffentlich-rechtliche Vorschriften über den zum Zweck der Gesundheit und Beheizung erforderlichen Mindestluftwechsel bleiben unberührt. (siehe Empfehlung in Kap. 8 auf Seite 62)

3.4.1. Luftdichtheitskonzept

Die Luftdichtheit ist eine grundlegend notwendige Eigenschaft von Gebäuden zur:

- Vermeidung von feuchtebedingten Bauschäden
- Vermeidung von Zugluft und Fußkälte
- Vermeidung von hohen Infiltrationswärmeverlusten
- Verwendung einer regelbaren bedarfsorientierten Lüftung
- Wirksamkeit der Wärmedämmung
- Verbesserung des Schallschutzes
- Verbesserung der Innenraumluftqualität

Das Konzept zur Gewährleistung der Luftdichtheit der Gebäudehülle ist beim Gebäudeentwurf entsprechend zu berücksichtigen und in die Planung mit einzubeziehen.

Anschlussfugen von Fenstern und Außentüren müssen nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik dauerhaft luftundurchlässig abgedichtet sein [49]. Bei Fugen in der wärmeübertragenden Umfassungsfläche des Gebäudes, insbesondere auch bei durchgehenden Fugen zwischen Fertigteilen oder zwischen Ausfachungen und dem Tragwerk, ist dafür Sorge zu tragen, dass diese Fugen nach dem Stand der Technik dauerhaft luftundurchlässig abgedichtet sind (siehe auch DIN 18540 [35]). Aus einzelnen Teilen zusammengesetzte Bauteile oder Bauteilschichten (z.B. Holzschalungen) müssen unter Beachtung von DIN 4108-7 [41] luftdicht ausgeführt sein. Die Luftdichtheit von Bauteilen kann nach DIN EN 12114 [28], von Gebäuden nach DIN EN 9972 [46] bestimmt werden. Der aus Messergebnissen abgeleitete Fugendurchlasskoeffizient von Bauteilanschlussfugen muss kleiner als 0,1 $m^3/(m\ h\ [daPa]^{2/3})$ sein. Bei Fenstern und Fenstertüren gelten die Anforderungen nach DIN 18055 [32]. Bei Außentüren muss der Fugendurchlasskoeffizient *a* kleiner als 2,0 $m^3/(m\ h\ [daPa]^{2/3})$ sein, da hier eine Funktionsfuge vorliegt.

Luftdichtheitskonzept für Effizienzgebäude nach BEG:

FAQ BEG Kap. 16.03 *„Luftdichtheitskonzept (WG/NWG)“* [77]
- hier heißt es:

...Gemäß § 13 GEG sind zu errichtende Gebäude so auszuführen, dass die wärmeübertragende Umfassungsfläche einschließlich der Fugen dauerhaft luftundurchlässig nach den anerkannten Regeln der Technik abgedichtet ist.
Um die Luftdichtheit der thermischen Gebäudehülle zu gewährleisten, ist bereits in der Planungsphase die Luftdichtheitsebene zu definieren. DIN V 4108-7: 2011-01 verlangt ausdrücklich, dass beim Herstellen der Luftdichtheitsschicht auf sorgfältige Planung, Ausschreibung, Ausführung und Abstimmung der Arbeiten aller am Bau Beteiligten zu achten ist.
In DIN V 4108-7: 2011-01 werden dazu Prinzipien für eine umlaufende Luftdichtheitsebene, Beispiele luftdichter Bauteilanschlüsse und Empfehlungen zur Ausführung beschrieben.
In der BEG besteht die Anforderung bei einem Neubau und bei einer Sanierung zum Effizienzhaus/-gebäude, ein Luftdichtheitskonzept zu erstellen.
Eine Hilfestellung bei der Planung, Ausschreibung und Umsetzung von einfachen Luftdichtheitskonzepten bietet der "Leitfaden Luftdichtheitskonzept" unter www.luftdicht.info....

Die Planung der Luftdichtheitsebene (Kap. 3.4.2) ist somit maßgeblicher Bestandteil des *„Luftdichtheitskonzeptes“*. Die Dichtheitsebene hat der Entwurfsverfasser [a] zu planen und zu dokumentieren.

Es wird dem Entwurfsersteller (Architekt) empfohlen die im Anhang 11 aufgeführte *„Checkliste zur Luftdichtheit“* mit ihrer Planung abzugleichen und entsprechende Vermerke in die Baustellenpläne (Werkpläne) einzutragen.

Zur Vermeidung von Feuchteschäden infolge Undichtigkeiten ist das hier vorgestellte Lüftungskonzept von allen Baubeteiligten (Baufirma, Architekt, HLS-Fachplaner, Putzer, Elektriker usw.) zu beachten und weiterzuführen. Im Zuge der Werkplanung (Ausführungsdetails) hat der Entwurfsverfasser entsprechende Angaben zur Luftdichtheit zu planen.

3.4.2. Luftdichtheitsebene

Die Dichtheitsebene des betrachteten Gebäudes lässt sich schematisch-konzeptionell anhand der in der Anlage 2 (Luftdichtheit) aufgeführten Skizzen darstellen. Dabei verläuft die geplante Dichtheitsebene näherungsweise parallel zur wärmeübertragenden Umfassungsfläche. Hinweise zur Planung der Luftdichtigkeit können u.a. folgender Literatur entnommen werden.

- DIN 4108-7 [41]
- Technische Richtlinie Nr. 20: Einbau und Anschluss von Fenstern und Fenstertüren mit Anwendungsbeispielen [51]
- Leitfaden zur Montage: Der Einbau von Fenstern und Fassaden mit Qualitätskontrolle durch das RAL-Gütezeichen [50]
- Leitfaden Luftdichtheitskonzept (Checkliste Mauerwerksbau) [54]
- Infoblätter / Merkblätter unter www.flib.de/luftdichtheit.php [55]

- Forschungsbericht „Bewertung von Luftleckagen“ [53]

3.4.3. Winddichtheit

Die Begrifflichkeiten Luftdichtheit und Winddichtheit beschreiben unterschiedliche Maßnahmen zur Verminderung von Wärmeverlusten. Die *Winddichtheit* schützt ein Gebäude von außen gegen eindringende Luft (Wind) in die Dämmebene und dient dazu einen Luftstrom innerhalb der Wärmedämmung und damit eine Verschlechterung der Dämmwirkung zu vermeiden. Die *Luftdichtheit* dagegen vermeidet die Luftströmung von innen durch die Gebäudehülle nach außen und umgekehrt. Eine funktionierende Luftdichtheit verhindert somit das Entweichen der warmen Raumluft und das Eindringen der kühlen Außenluft. Beide Maßnahmen führen bei Nichtbeachtung zu erhöhten Energieverbräuchen.

Maßnahmen zur Winddichtheit sind u.a.:

- Wärmedämmziegel mit Außenputz ➞ Außenputz
- Wärmedämmziegel mit VHF ➞ geschlossene Fugen
- Betonwand + WD + hinterlüftete Fassade ➞ Winddichtheitsfolie diffusionsoffen
- Betonwand + WDVS ➞ Außenputz = Winddichtheitsebene
- Hochlochziegel + WDVS ➞ Außenputz = Winddichtheitsebene
- Hochlochziegel + WD + hinterlüftete Fassade ➞ Winddichtheitsfolie diffusionsoffen
- Holzrahmen-Wand ➞ Unterdeckbahn diffusionsoffen
- Sparren-Dach mit hinterlüfteten Dach ➞ Unterdeckbahn diffusionsoffen
- Stahlleichtbau ➞ dauerhafte Abdichtung der Fugen (Vorgaben Systemhersteller beachten)

Die Winddichtheit ist analog der Luftdichtheit vom Planer [a] detailliert zu planen und auszuschreiben.

3.5. Anlagentechnik

Anlagentechnik: Die Erfassung der anlagentechnischen Komponenten basiert auf den Vorgaben des TGA-Planers [e]. Nicht im anlagentechnischen Konzept dokumentierte Festlegungen, wurden soweit diese für die vorliegende Untersuchung erforderlich sind, mit dem HLS-Planer [e] Herrn Hirdina und Herr Kiesel (Ingenieurbüro Hirdina) abgestimmt.

3.5.1. Heizungsanlage

Wärmeerzeuger:
Gemäß dem anlagentechnischen Konzept des HLS-Fachplaners [e] erfolgt die Wärmeerzeugung über eine Fernwärme (Nahwärmeversorgung). Ein zweiter Wärmeerzeuger ist nicht vorgesehen. (s. Anhang 2). Die für den Neubau anteilige Nennleistung wird vom HLS-Planer vorgegeben.

Die Wärmeübergabestation für den hier betrachteten Nichtwohngebäude-Neubau *„Gebäude I“* befindet sich im Technikraum im Erdgeschoss innerhalb der thermischen Gebäudehülle. Hier wird die „*Nahwärme*“ an die maßgeblichen zwei Heizkreise (1 x FBH und 1 x BTA (B)) übergeben. Aus energetischer Sicht besteht die Heizungsanlage somit aus einer Fernwärme mit langen Anschlussleitung und einem Heizkreis für die Fußbodenheizungen sowie einem Heizkreis für die Betonkernaktivierung in den Lehrwerkstätten.

Genauere Angaben zur Lage des Wärmeerzeugers bzw. zur Lage der Nahwärmeübergabestation (aktueller Übersichtsplan) sind beim HLS-Fachplaner anzufordern.

Deckungsanteil Wärmeenergiebedarf:
Bezugnehmend auf die in der Anlage 1 (Projektdokumentation) aufgeführten und mit dem HLS-Planer [e] abgestimmten anlagentechnischen Parameter wird der Wärmeenergiebedarf für die Beheizung des Neubaus *„Gebäude I“* zu 100 % über die Fernwärme gedeckt.

Der Erzeugungsdeckungsanteil und der Primärenergiefaktor stellt sich dabei wie folgt dar:

Tabelle 9: Primärenergiefaktor der(des) Wärmeerzeuger(s)

1	2	3
Erzeuger (siehe Anhang 2)	**Deckungsanteil [%]**	**Primärenergiefaktor** $f_{PE,WV}$
Wärmeerzeuger 1: Grund- und Spitzenlast-lasterzeuger: Fernwärme (Nur Heizung ohne TWW-Erwärmung) (siehe Anhang 2)	100%	**0,32**

Heizungspufferspeicher:

Für die Gebäudebeheizung mittels der oben dargestellten Heizungsanlage (Fernwärme) wird anteilig kein Heizungspufferspeicher berücksichtigt. Nähere Angaben siehe Anhang 4.

3.5.2. Wärmeverteilung und Wärmeübergabe (statische Systeme)

Wärmeverteilung:

Die Wärmeverteilung für den Nichtwohngebäudeteil besteht aus einem Primärkreis (Nahwärmeleitungen) und zwei Sekundärkreisen (Heizkreisen). Der Primärkreis versorgt die Nahwärmeübergabestation . Die zwei Sekundärkreise (Heizkreis 1 Fußbodenheizungen und Heizkreis 2 Betonkernaktivierung) (s. Tabelle 10) versorgen die entsprechenden Übergabesystem im Neubau mit Wärme. Die beiden Heizkreise mit Strang- / Verteil- und Anbindeleitungen befinden sich innerhalb der thermischen Hülle. Die Pumpenleistung und Pumpenregelung sowie die detaillierte Verteilung (soweit bekannt) sind der Anlage 1 (Projektdokumentation) zu entnehmen. Die maßgeblichen und mit dem HLS-Planer abgestimmten maximalen Vor- bzw. Rücklauftemperaturen sind in der Tabelle 10 aufgeführt. Die Regelung der VL/RL-Temperaturen erfolgt über die Raumtemperatur (Regelgröße). Alle Wärmeverteilungs- und Warmwasserleitungen werden gemäß den Anforderungen des GEG 2024 § 69 i.V. mit Anlage 8 wärmeisoliert.

Statische Übergabesysteme für Gebäudebeheizung:

Die Wärmeübergabe in den beheizten bzw. niedrig beheizten Räumen erfolgt über die in der Tabelle 10 aufgeführten Übergabesysteme.

Tabelle 10: Wärmeverteilung für statische Übergabesysteme

1	2	3	4	5
Heizkreis (HK)	**Übergabesystem**	**Systemtemperatur (VL / RL)**	**Deckungsbedarf Heizwärme**	**Regelung**
1	**Fußbodenheizungen** EG	HK 1: 45° / 35° C (Sekundärkreis)	Wärmeerzeugereinheit 100%	Raumtemperatur (P-Regler)
2	**Betonkernaktivierung Bodenplatte** EG Lehrwerkstätten	HK 2: 45° / 35° C (Sekundärkreis)	Wärmeerzeugereinheit 100%	Raumtemperatur (P-Regler)

Die Zuordnung der(des) Heizkreise(s) sowie die detaillierte Verteilung (soweit bekannt) nebst den mit dem HLS-Planer abgestimmten Deckungsanteilen sind der Anlage 1 (Projektdokumentation) zu entnehmen.

3.5.3. Trinkwarmwasser (TWW)

Dezentral elektrische TWW-Erwärmung:

Nach GEG 2024 § 71 gilt:
... (5) Sofern die Warmwasserbereitung dezentral und unabhängig von der Erzeugung von Raumwärme erfolgt, gelten die Anforderungen des Absatzes 1 für die Anlage der Warmwasserbereitung auch als erfüllt, wenn die dezentrale Warmwasserbereitung elektrisch erfolgt. Im Fall einer dezentralen Warmwasserbereitung mit elektrischen Durchlauferhitzern müssen diese zur Erfüllung der Pflicht nach Absatz 1 elektronisch geregelt sein. ...

Die Trinkwassererwärmung (TWW) erfolgt im Gebäude ausschließlich dezentral-elektrisch mittels Untertischgräten.

Die Zonen mit TWW-Bedarf sind der Anlage 1 (Projektdokumentation) sowie dem Anlagenschema im Anhang 1 zu entnehmen.

3.5.4. Raumlufttechnik (Warm-/Kaltluft)

Die geplante Raumlufttechnik ist in einem Lüftungskonzept (siehe Kap. 3.6) durch den HLS-Planer zu beschreiben und unterscheidet im Wesentlichen zwischen *„freier“* und *„mechanischer“* Lüftung. Dabei sind folgende Lüftungskonzepte denkbar:

(1)	keine Luftaufbereitung / Infiltration	➞ Fensterlüftung (freie Lüftung), Infiltration
(2)	einfache mechanische Lüftung	➞ RLT-Anlage* reine Zuluftanlage
		➞ RLT-Anlage* reine Abluftanlage
		➞ RLT-Anlage* Zu-/Abluftanlage mit/ohne WRG
(3)	Lüftungsanlage mit Heizfunktion	➞ RLT-Anlage* Warmluft mit/ohne WRG
(4)	Lüftungsanlage Heiz- und Kühlfunktion	➞ RLT-Anlage* Warm-/Kaltluft mit/ohne WRG

*dezentral oder zentral

Freie Lüftung:

Die Be-/ und Entlüftung zur Sicherstellung des Mindestluftwechsels kann manuell mittels Fenster erfolgen. Hierbei ist auf Querlüftung oder stockwerksübergreifende Lüftung zu achten. Gemäß dem vorliegenden Lüftungskonzept des HLS-Planers nach Tabelle 11 ist im geplanten Neubau in den Lehrwerkstätten eine freie Lüftung, d.h. eine manuelle Fensterlüftung bzw. Infiltration vorgesehen.

Infiltration:

Einzelne Räume wie z.B. Verbindungsräume zwischen Fluren, Aufzugschächte, Schleusen, Nebenräume, Lager und Abstellräume u.ä. befinden sich im Luft- bzw. Wärmeverbund mit angrenzenden beheizten Zonen und sind daher als *„thermisch konditioniert“* anzunehmen. Gemäß dem vorliegenden Lüftungskonzept des HLS-Planers nach Tabelle 11 ist ein ausreichender Infiltrationsluftwechsel für die Verbindungsfluresicherzustellen.

Reine Abluftanlagen:

Bei eventuell vorhandenen Abluftanlagen in Dunkelbäder/WC´s und Dunkelküchen u. dgl. hat der Nutzer entweder durch entsprechende Fensterlüftung oder über Zuluftöffnungen zu angrenzenden innenliegenden Räumen oder mittels spezieller schallgedämmter Außenluftdurchlässe (ALD) (z.B. Fensterfalzlüfter, Spaltlüfter) in Verbindung mit entsprechenden Nach- bzw. Überström-Luftdurchlässen (ÜLD bzw. unterschnittene Türen) gemäß DIN 18017-3 [31] für eine ausreichende Nachströmung der abgeführten Fortluft zu sorgen, um so eine einwandfreie Funktion der Abluftanlage zu gewährleisten. Reine Abluftanlagen z.B. in WC´s in Verbindung mit Überströmöffnungen (ÜLD) in den Türen können einen Teil des erforderlichen Grundluftwechsels übernehmen. Bei einer Zuluft über Außenluftdurchlässe (ALD) sind diese rechnerisch zu berücksichtigen (s. Tabelle 11).

Gemäß dem Lüftungskonzept des HLS-Planers nach Tabelle 11 sind **keine** *„reinen Abluftanlagen“* in Verbindung mit Überströmöffnungen (ÜLD) in den Türen vorgesehen.

Mechanisch betriebene Lüftungsanlagen:

Begriffsdefinition Raumlufttechnische Anlagen:

- RLT-Systeme sind Be-/und Entlüftungsanlagen mit der Möglichkeit zur Steuerung der Luftfeuchte, Luftbeheizung, Luftkühlung sowie der Möglichkeit zur Wärmerückgewinnung. (hier: Zu- u. Abluftanlage mit WRG)
- Luftheizsysteme mit Umluft und Nacherhitzer von Zuluft aus RLT-Anlagen werden gebäudeenergetisch über das Heizsystem erfasst und nicht über RLT-Anlagen.
- Dezentrale und luft-wasser-gebundene Kälteanlagen gehören zu den Raum-Kälte-Anlagen und nicht zu den RLT-Anlagen (Induktion, Ventilatorkonvektor, Kühldecke, Bauteilaktivierung, Raumklimageräte, Splitgeräte).

Gemäß dem Lüftungskonzept des HLS-Planers nach Tabelle 11 ist **eine** vollständige mechanische Be- und Entlüftung zur Sicherstellung eines ausreichenden Luftwechsels nach GEG 2024 - Teil 4 Unterabschnitt 2 § 65-68 geplant für alle Räume außer den Lehrwerkstätten geplant.

Das vom HLS-Planer vorgegebene Lüftungskonzept wird in der Tabelle 11 veranschaulicht.

Tabelle 11: Raumlufttechnik / Lüftungskonzept (hier: „Gebäude I“)

1	2	3	4	5
System	**Art der Be-/Entlüftung**	**geplant (ja / nein)**	**Räume / Zonen**	**ALD**
keine mechanische Luftaufbereitung	freie Lüftung	**ja**	**Lehrwerkstätte, alle Räume mit öffenbaren Fenstern**	nein
	Infiltration	**ja**	**Flure**	nein
einfache mechanische Luftaufbereitung (Zu- / Abluftsystem)	reine Abluft ohne WRG	nein	--	nein
	reine Abluft mit WRG	nein	--	nein
	reine Zuluft ohne WRG	nein	--	nein
	Zu- und Abluft ohne WRG	nein	--	nein
	Zu- und Abluft mit WRG	**ja**	**Vollständige mechanische Zu- u. Abluftanlage in allen Räumen außer den Lehrwerkstätten**	nein
Lüftungsanlage mit Heizfunktion (RLT-System)	Zu- und Abluft mit WRG	nein	--	nein
	Zu- und Abluft ohne WRG	nein	--	nein
Lüftungsanlage mit Heiz- und Kühlfunktion (RLT-System)	Zu- und Abluft mit WRG	nein	--	nein
	Zu- und Abluft ohne WRG	nein	--	nein

Wärmerückgewinnung (Nichtwohngebäude):

Das GEG 2024 enthält für Nichtwohngebäude keine Regelung zur Anrechnung mechanisch betriebener Lüftungsanlagen entsprechend der Regelung für Wohngebäude nach § 28 GEG. Für Nichtwohngebäude kann entsprechend Kap. 2.10 [77] die Wärmerückgewinnung einer raumlufttechnischen Anlage auch dann in der Bilanzierung berücksichtigt werden, wenn **kein** Luftdichtheitstest durchgeführt wird. 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. Dabei muss der Luftdichtheitstest gemäß § 26 Absatz 4 GEG jeweils für die Zonen des Gebäudes getrennt durchgeführt werden, für die bei der Bilanzierung der Nachweis der Luftdichtheit berücksichtigt. wurde. Alternativ ist die Prüfung des Gesamtgebäudes möglich.

Hinweis zum Auslegungsvolumenstrom der Lüftungsanlage(n):

Aufgrund unterschiedlicher Berechnungsansätze (HLS Planung und GEG 2024 Berechnung) weicht die energetische Gebäudezonierung (vgl. Tabelle 4) im Vergleich zur lüftungstechnischen Gebäudezonierung des HLS-Planers ab. Des Weiteren definiert die DIN 18599-10 in den jeweiligen Zonennutzungsprofilen einen bestimmen Auslegungsvolumenstrom pro m² für die mechanische Lüftungsanlage. Somit ergeben sich zwischen den vom HLS Planer [e] angegebenen und den gemäß DIN 18599-10 anzusetzenden Auslegungsvolumenströme teilweise erhebliche Abweichungen. In diesem Fall werden für die weiteren Berechnungen (sofern eine mechanische Lüftungsanlage vorliegt) deshalb die in der Anlage 1 dargestellten Auslegungsvolumenströme der mechanischen Lüftungsanlagen gemäß der DIN 18599-10 herangezogen.

Pflicht zur Wärmerückgewinnung nach GEG 2024 § 68 i.V. mit § 65

Beim Einbau einer RLT-Anlage nach § 65 Satz 1 mit einem (Gesamt-)Volumenstrom der Zuluft von mind. 4000 m³/Stunde **muss** nach § 68 diese mit einer Einrichtung zur Wärmerückgewinnung ausgestattet sein, es sei denn, die rückgewonnene Wärme kann nicht genutzt werden oder das Zu- und das Abluftsystem sind räumlich vollständig getrennt. Die Einrichtung zur Wärmerückgewinnung muss mindestens der DIN EN 13053:2007-11 [17] Klassifizierung H3 entsprechen.

Luftbefeuchtung:
Gemäß DIN 18599-3 [8] kann eine Luftbefeuchtung der Zuluft nur beim Einsatz einer RLT-Anlage (Warmluftheizung) berücksichtigt werden, die gleichzeitig auch zur Gebäudebeheizung mittels Warmluft dient. Im vorliegenden Fall ist **keine Luftbefeuchtung** vorgesehen.

Die detaillierten Be- und Entlüftungsbereiche der thermisch konditionierten Zonen sind in der Anlage 1 (Projektdokumentation) sowie in der Anlage 2 (Pläne, Skizzen, Zonierung, Raumbuch) dokumentiert.

3.5.5. Kälteanlage

Raum- / Gebäudekühlung (System).
Die derzeitige Planung sieht keine Raum- bzw. Gebäudekühlung vor.

3.5.6. Erneuerbare Energien

A) Anforderung GEG

Gemäß dem GEG 2024 § 1 ist es das Ziel, die Nutzung von erneuerbaren Energien zu erhöhen. Hierzu soll gemäß GEG 2024 § 89 i.V. mit § 90 der Einsatz erneuerbarer Energien durch den Bund nach Maßgabe des Bundeshaushaltes gefördert werden. Die Nutzung erneuerbarer Energien zur Deckung des Wärme- und Kälteenergiebedarf für „*Niedrigstenergiegebäude*“ nach § 10 wird durch die Anforderungen an Heizungsanlagen gemäß § 71 geregelt.

Gemäß dem GEG 2024 § 71 *„Anforderungen an eine Heizungsanlage“* gilt:

...“(1) Eine Heizungsanlage darf zum Zweck der Inbetriebnahme in einem Gebäude nur eingebaut oder aufgestellt werden, wenn sie ***mindestens 65 Prozent*** *der mit der Anlage bereitgestellten Wärme mit erneuerbaren Energien oder unvermeidbarer Abwärme nach Maßgabe der Absätze 4 bis 6 sowie der §§ 71b bis 71h erzeugt. Satz 1 ist entsprechend für eine Heizungsanlage anzuwenden, die in ein Gebäudenetz einspeist.*

Entsprechend dem angestrebten Energiestandard können nach GEG 2024 § 3 Abs. (2) grundsätzlich folgende „*erneuerbare Energien*“ berücksichtigt werden, bzw. sind aus energetischer Sicht ggf. zur Erreichung des Anforderungsniveaus (vgl. Kap. 1) notwendig.

(1) Geothermie (Wärme) ➞ (s. Anhang 2)*
(s. GEG 2024 § 3 Abs. 1 Nr. 13, § 3 Abs. 2 Nr. 1, § 71h, § 90)
(2) Umweltwärme (Wärme) ➞ (s. Anhang 2)*
(s. GEG 2024 § 3 Abs. 1 Nr. 30, § 3 Abs. 2 Nr., 2, § 71h, § 90)
(3) **Photovoltaik (Strom)** ➞ (s. Anhang 8)
(s. GEG 2024 § 4 Abs. 2, § 9a, § 23)
(4) Solarthermie (Wärme) ➞ (s. Anhang 9)*
(s. GEG 2024 § 3 Abs. 1 Nr. 2, § 3 Abs. 2 Nr. 3, § 4 Abs. 2, § 71e, § 71h, § 90)
(5) Windenergie (Strom) ➞ (s. Anhang 10)*
(s. GEG 2024 §3 Abs. 2 Nr. 4 i.V. mit DIN 18599-9)
(6) Biomasse fest, flüssig, gasförmig (Wärme / Strom) ➞ (s. Anhang 2)
(s. GEG 2024 § 3 Abs. 2. Nr. 5, § 3 Abs. 3, § 22 § 71, § 71h, § 90)
(7) Kälte aus erneuerbaren Energien ➞ (s. Anhang 3)*
(s. GEG 2024 § 3 Abs. 2 Nr. 7, § 4, § 6a, § 9a, § 71a, § 71p, § 74, § 89)

* hier gegenstandlos

Unter Berücksichtigung der anlagentechnischen Parameter und dem hier maßgeblichen Primärenergiefaktor (s. Seite 22), werden für das hier betrachteten *„Gebäude I“* sowohl die Anforderungen nach dem GEG 2024 als auch die für ein *„Effizienzgebäude 40*“ erfüllt. Die Anforderung an den Primärenergiebedarf wird im vorliegenden Fall über die *„Fernwärme“* in Verbindung mit der „*Photovoltaik-Anlage*“ erfüllt.

Die gebäudeenergetische Berechnung zeigt, dass hinsichtlich der Anforderung an die Heizungsanlage gemäß GEG 2024 § 71 der erforderliche Anteil an erneuerbaren Energien zur Erzeugung der benötigten Wärme von **mind. 65 %** allein durch die *„Fernwärme“* in Verbindung mit GEG § 71g erfüllt wird. Da die Wärmeerzeugung der „*Nahwärmeheizung*“ zum Zeitpunkt der Berichterstellung zu 100% mit einer *„Fernwärme“* erfolgt, wäre der Nachweis für den Einsatz von mind. 65% erneuerbare Energie auch unter Bezugnahme auf GEG § 27 erbracht.

Um das (primärenergetische) Anforderungsniveau nach GEG 2024 zu erreichen, ist zusätzlich zur geplanten Heizungsanlage (Fernwärme der Einsatz der in Kap. 3.5.8 beschriebenen PV-Anlage **zwingend** erforderlich.

Bemerkungen:

GEG 2024 § 4 Vorbildfunktion der öffentlichen Hand:

Beim Neubau oder der Sanierung von Gebäuden der öffentlichen Hand besteht eine **Prüfpflicht** zum Einsatz von Photovoltaik- und Solarthermieanlagen.

GEG 2024 § 9a Länderregelung:

Solaranlagenpflicht nach der Bayerischen Bauordnung (s. Anhang 8)
... Die Länder können durch Landesrecht weitergehende Anforderungen an die Erzeugung und Nutzung von Strom oder Wärme sowie Kälte aus erneuerbaren Energien in räumlichem Zusammenhang mit Gebäuden sowie weitergehende Anforderungen oder Beschränkungen an Stromdirektheizungen stellen. ...

B) Anforderung BEG - EE-Klasse: - hier gegenstandslos -

Gemäß Bundesförderung für effiziente Gebäude - Liste der technischen FAQ - Effizienzhäuser / Effizienzgebäude / Klimafreundliche Gebäude [77] gilt gemäß Kap. 14.01:

*... Der Wärme- und Kälteenergiebedarf (siehe TFAQ 14.02) muss bei einer EE-Klasse zu einem **Mindestanteil von 65 %** durch die Nutzung erneuerbarer Energien, unvermeidbarer Abwärme und/**oder aus Wärmerückgewinnung von Lüftungsanlagen** gedeckt werden. Alternativ kann das geförderte Gebäude an ein Wärmenetz angeschlossen werden. Die dabei zulässigen Erfüllungsoptionen sind gegenüber dem Abschnitt 4 GEG eingeschränkt. Es können folgende Arten der Wärmeerzeugung (bei Nichtwohngebäuden auch Kälteerzeugung), Energieträger sowie Wärmerückgewinnung für die Erfüllung der EE-Klasse genutzt werden (verkürzte Darstellung):*
- *Solarthermie (siehe TFAQ 14.03)*
- *Strom aus erneuerbaren Energien (siehe TFAQ 14.04)*
- *Geothermie, Umweltwärme oder unvermeidbare Abwärme (siehe TFAQ 14.05 und TFAQ 14.11)*
- *feste Biomasse (siehe TFAQ 14.06)*
- *Nutzung von grünem Wasserstoff od. Biomethan in Brennstoffzellen (siehe TFAQ 14.07)*
- *Wärme aus Wärme- oder Gebäudenetzen (nur bei NWG auch Kältenetze) (siehe TFAQ 14.09)*
- *bei Nichtwohngebäuden: Kälte aus erneuerbaren Energien (siehe TFAQ 14.10)*
- *Wärmerückgewinnung aus Lüftungsanlagen (siehe TFAQ 14.12) ...*

Die Anforderungen der BEG zur Nutzung von erneuerbaren Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung für die EE-Klasse für ein „BEG-Effizienzgebäude“ gem**.** Kap**.** 14ff der TFAQ (WG/NWG) [77] **werden erfüllt.**

3.5.7. Elektrische Anlagen / Beleuchtung

Die projektbezogenen Kenngrößen der Beleuchtungsfachplanung basieren auf den Vorgaben des Elektro-Planers [f]. Nicht schriftlich dokumentierte Festlegungen, wurden soweit diese für die vorliegende Untersuchung erforderlich sind, mit dem Elektro-Planer Herrn Ullmann (IGT - Ingenieurgesellschaft Technik mbH) im Detail abgestimmt.

Gemäß dem GEG 2024 § 21 i.V. mit § 30 Abs. (6) ist die Beleuchtung in Nichtwohngebäuden energetisch zu bilanzieren. Die den Berechnungen zugrundeliegenden beleuchtungstechnischen Parameter spielen eine entscheidende Rolle hinsichtlich des zu erwartenden Jahres-Primärenergiebedarfs Qp. Nach DIN 18599-4 können drei Verfahren zur Ermittlung der elektrischen Bewertungsleistung bei Neuanlagen zur Anwendung kommen:

- das Tabellenverfahren (siehe Kap. 5.4.2 DIN 18599-4)
- das vereinfachte Wirkungsgradverfahren (siehe 5.4.3 DIN 18599-4)
- die detaillierte Fachplanung [f] (siehe 5.4.4 DIN 18599-4)

Der vorliegenden Untersuchung liegt derzeit noch keine raumweise Beleuchtungsfachplanung, d.h. keine auf die Raumgrundfläche bezogene elektrische Bewertungsleistung zugrunde. Gemäß den Vorgaben des Elektrofachplaners [f] kommen überall LED-Beleuchtungen zum Einsatz, so dass die Ermittlung des Energiebedarfs für die Beleuchtung über Standardwerte nach dem Tabellenverfahren der DIN 18599-4 [8] erfolgt. (s. Anhang 7)

Die den Räumen bzw. Zonen zugewiesene elektrische Bewertungsleistung ist der Anlage 1 (Projektdokumentation) unter Kap. „*Bautechnik - Zonen*“ dokumentiert.

3.5.8. Elektrische Anlagen / Photovoltaiksystem

Die projektbezogenen Kenngrößen der geplanten PV-Anlage basieren auf den Vorgaben des Elektro-Planers [f]. Nicht schriftlich dokumentierte Festlegungen, wurden soweit diese für die vorliegende Untersuchung erforderlich sind, mit dem Elektro-Planer Herrn Ullmann (IGT - Ingenieurgesellschaft Technik mbH) abgestimmt.

Gemäß dem GEG 2023 § 23 und unter Berücksichtigung der PV-Anlagen-Pflicht nach Art. 44a der Bayerischen Bauordnung [5] (siehe Anhang 8) **darf** selbst erzeugter Strom aus solarer Strahlungsenergie bei der Ermittlung des Primärenergiebedarfes berücksichtigt werden.

Gemäß der BayBO [5] Art. 44a „*Solaranlagen*“ ist mind. ein Drittel der Dachfläche mit Solarmodulen zu belegen, sofern keine belegbaren Hinderungsgründe vorliegen.

Entsprechend der Vorgaben des Elektro-Fachplaners [f] ist eine aufgestellte Aufdach-PV-Anlage mit einer Gesamtfläche von 552,00 m² und einer Spitzenleistung von ca. 114,30 kWp vorgesehen

Mit der PV-Fläche von etwa 552 m² wird die Anforderung gemäß der BayBO [5] Art. 44a deutlich erfüllt.

Weitere Angaben siehe Anhang 8.

3.5.9. Solarthermische Anlage (Solarthermie):

Gemäß der vorliegenden Planung ist auf dem Dach des geplanten Neubaus **keine** Solarthermische Anlage vorgesehen. (siehe Anhang 9).

3.5.10. Anlagenschema

Ein Anlagenschema dient dem einfachen Verständnis über den Aufbau anlagetechnischer Komponenten und ist vom HLS/TGA-Planer [e] festzulegen.

Folgende anlagentechnische Komponenten sind i.d.R. grafisch darzustellen.

- Heizung (Wärmeerzeuger, Heizkreise, Übergabesysteme)
- Warmwasser (zentral, dezentral)
- Kühlung (Kälteerzeuger, Kühlkreise, Übergabesysteme)
- Lüftung (Art, RTL-Anlage mit/ohne Heiz-/Kühlregister, einfaches Lüftungssystem)

Die Wärmeerzeugung, die TWW-Erwärmung, die Kühlung und das Lüftungskonzept sowie deren Verteilung und Übergabe in den beheizten bzw. niedrig beheizten oder gekühlten Zonen (vgl. Kap. 3.2 Zonierung) kann dem Anlagenschema (Abb. A 1) im Anhang 1 entnommen werden.

3.6. Mindestluftwechsel (Grundluftwechsel) / Lüftungskonzept

Mindestluftwechsel (Grundluftwechsel):

Neben der geforderten Gebäudedichtheit sind auch weiterhin Vorkehrungen zur Gewährleistung eines zum Zwecke der Gesundheit und Beheizung ausreichenden Luftwechsels zu treffen. Öffentlich-rechtliche Vorschriften über den erforderlichen Mindestluftwechsel bleiben nach GEG 2024 § 13 unberührt. Der erforderliche Mindestluftwechsel (Grundluftwechsel) ist in Abhängigkeit von der Nutzung des Bauwerks in unterschiedlichen Normen geregelt, so gilt nach DIN 4108-2 bei Wohngebäuden bei konstanter Lüftung ein Grundluftwechsel von n = 0,5/h und bei Nichtwohngebäuden während der Nutzungszeit ein Grundluftwechsel $n = 4 \times A_G / V \times [1/h]$ (A_G = Grundfläche in m^2 und V = Nettoraumvolumen in m^3).

Bei **Nichtwohngebäuden** richtet sich der notwendige Mindestluftwechsel nach der Raumnutzung bzw. dem jeweils maßgeblichen Nutzungsprofil gem. DIN 18599. Das bedeutet, dass gebäudeumschließende Flächen nach ihrer Bestimmung dicht ausgeführt werden sollen, während Öffnungen in der Gebäudehülle, die dem bestimmungsgemäßen Luftwechsel dienen, eine „*geplante Undichtigkeit*“ darstellen und von den Dichtheitsanforderungen nicht erfasst sind.

Auf einen ausreichenden Luftwechsel ist aus Gründen der Hygiene, der Begrenzung der Raumluftfeuchte sowie gegebenenfalls der Luftzuführung für Verbrennungsanlagen (z.B. Holzofen, Gastherme u.ä.) nach bauaufsichtlichen Vorschriften zu achten.

Werden zur Sicherstellung des Mindestluftwechsels andere Lüftungseinrichtungen als Fenster verwendet, müssen diese den Anforderungen des GEG 2024 Teil 4 Abschnitt 2 Unterabschnitt 2 *„Klimaanlagen und sonstige Anlagen der Raumlufttechnik“* entsprechen.

Lüftungskonzept:

Nach dem GEG 2024 § 13 ist ein Gebäude so zu errichten, dass die wärmeübertragende Umfassungsfläche einschließlich der Fugen dauerhaft luftundurchlässig nach den anerkannten Regeln der Technik abgedichtet ist. Zur Sicherstellung des notwendigen Luftwechsels für den Feuchteschutz ist für **Nichtwohngebäude** ein Lüftungskonzept aufzustellen. Hinweise zur Planung entsprechender Maßnahmen enthalten DIN EN 16798 [21] und DIN 1946-6 [36]. Der Fachplaner Heizung-Lüftung-Sanitär (HLS) hat dies planerisch zu berücksichtigen und für die eventuell notwendige Umsetzung zu sorgen.

Das für das „*Gebäude I*“ vorgesehene Lüftungskonzept lässt sich vereinfacht anhand der Tabelle 11 auf Seite 26 darstellen.

Lüftungskonzept für Effizienzgebäude nach BEG Kap. 16.02 TFAQ BEG [77]:
Gemäß den technischen Mindestanforderungen für ein BEG-Effizienzgebäude ist ein Lüftungskonzept durch den HLS-Planer [e] zu dokumentieren. Dies wird auch für nicht geförderte Gebäude dringend empfohlen. Der notwendige Luftvolumenstrom zum Feuchteschutz muss nutzerunabhängig gewährleistet sein.

Das hier zugrundeliegende Lüftungskonzept basiert im Wesentlichen auf einer *„freien Lüftung" für die Werkstätten und einer* vollständigen mechanischen Be- und Entlüftung über eine zentrale RLT-Anlage mit Wärmerückgewinnung ohne Heiz-/ und Kühlregister für die restlichen Räumen. Das detaillierte *„Lüftungskonzept"* ist durch den HLS-Fachplaner zu beschreiben.

Die geplanten Be- und Entlüftungssysteme sind der Anlage 1 (Projektdokumentation) i.V. mit der Anlage 2 (Pläne, Skizzen, Zonierung, Raumbuch) aufgeführt.

3.6.1. Infiltrationsluftwechsel

Gemäß DIN V 18599-2 Kap. 6.3.1.2 [8] wird der energetisch wirksame Luftwechsel infolge Undichtigkeiten anhand des Luftwechsels bei 50 Pa Druckdifferenz (n_{50}-Wert) in Verbindung mit dem standortabhängigen Windschutzkoeffizient (e_{wind}) berechnet. Im Rahmen der Planung kann dabei der Luftwechsel bei 50 Pa Druckdifferenz gemäß DIN V 18599-2 Tab. 7 in Verbindung mit einer Einstufung der Gebäudedichtheit in eine der 4 Kategorien zur „*Einschätzung der Gebäudedichtheit*" festgelegt werden. Für den hier vorliegenden Fall wird der Windschutzkoeffizient mit e_{Wind} = 0,07 (Standardwert entspricht einer mittleren Abschirmung mit mehr als eine der Witterung ausgesetzten Fassade) angesetzt.

Der Infiltrationsluftwechsel ist nach DIN 18599-2 Kap. 6.3.1.2 in Abhängigkeit von der Gebäudedichtheit als Tagesmittelwert zu bestimmen. Als Maß für die Gebäudedichtheit gilt dabei der gemessene Luftwechsel bei 50 Pa Druckdifferenz (n_{50}-Wert). Für ungeprüfte, d.h. ungemessene Gebäude sind Standardwerte festgelegt. Für ungeprüfte, d.h. ungemessene Gebäude sind Standardwerte festgelegt. Für die Gebäudedichtheit lässt sich der n_{50}-Wert nach Tab. 7 der DIN 18599-2 Kap. 6.3.1 (siehe Tabelle 13) wie folgt berechnen.

Für die hier betrachtete Gebäudeeinheit gilt:

Gebäudehüllfläche (A_E):	4.734,88 m²
Gebäudevolumen netto (V):	8.330,14 m³ (Nettoraumvolumen **>1.500 m³**)
Kategorie Gebäudedichtheit	Kategorie II: zu errichtende Gebäude oder Gebäudeteile, bei denen keine Dichtheitsprüfung vorgesehen ist
q_{50}-Wert nach DIN 18599-2 Tab. 7: nach Formel (68) DIN 18599-2 gilt:	2 [1/h] Zonen **mit** mechanischer Be-/Entlüftung $n_{50} = (q_{50} \times A_E) / V =$ *1,13* [-]
q_{50}-Wert nach DIN 18599-2 Tab. 7: nach Formel (68) DIN 18599-2 gilt:	3 [1/h] Zonen **ohne** mechanische Be-/Entlüftung $n_{50} = (q_{50} \times A_E) / V =$ *1,70* [-]

$V_{(netto)}$ ≤1.500 m³: - gegenstandslos -

$V_{(netto)}$ >1.500 m³:

Den Berechnungen liegt ein vereinfachter Infiltrationswechsel für die energetische Gebäudeeinheit von *1,13* [h^{-1}] für die belüfteten Zonen und *1,70* für unbelüftete Zonen zugrunde. D.h. pro Stunde erneuert sich (rechnerisch) die Raumluft *1,13* mal in Zonen mit Lüftungsanlage bzw. *1,70* mal in Zonen ohne Lüftungsanlage.

3.6.2. Luftdichtheit bei raumlufttechnischen Anlagen

Allgemeines:

Gemäß dem GEG 2024 § 18 i.V. mit § 21 (NWG-Neubau) bzw. § 48 i.V. mit § 50 Abs. 2 (NWG-Bestand) ist der Jahres-Primärenergiebedarf nach DIN 18599 [8] zu ermitteln. Hierbei werden Wärmesenken (d.h. Wärmeverluste) nach DIN 18599-2 Kap. 5 *„Wärmesenken“* rechnerisch berücksichtigt. Gem. DIN 18599 Kap. 5.3.3 *„Lüftungswärmesenken“* treten Lüftungswärmeströme infolge von Infiltration durch Fugen und Undichtheiten, durch Fensterlüftung und durch Lüftung über mechanische Lüftungsanlagen auf. Jeweils die in die Gebäudezone eintretende Luft ist zu bilanzieren. Je nach Temperatur der eintretenden Luft ist der Wärmestrom entweder eine Wärmesenke oder eine Wärmequelle. Grenzt die Gebäudezone an verschiedene Bereiche mit unterschiedlichen Temperaturniveaus, können insgesamt gleichzeitig Lüftungswärmesenken und Lüftungswärmequellen vorliegen.

Die rechnerische Berücksichtigung der Lüftungswärmeverluste bei ungeprüften Gebäuden erfolgt dabei über die Einstufung der Gebäudedichtheit mittels der n_{50} und q_{50} Bemessungswerte nach Tab. 7 der DIN 18599-2 Kap. 6.3 [8].

Tabelle 13: Auszug aus Tab. 7 der DIN 18599-2:2018-09 / n50 und q50 Bemessungswerte (Standardwerte für ungeprüfte Gebäude)

1	2	3	4
Kategorie zur pauschalen Einschätzung der Gebäudedichtheit	maßgebliche Zonen	Gebäude Nettoraumvolumen ≤ 1 500 m³ *n*50	Gebäude Nettoraumvolumen > 1 500 m³ *q*50
	vorh.	[h^{-1}]	[m³/m²h
Kategorie I a: Bestand und Neubau / Gebäude ohne raumlufttechnische Anlagen Einhaltung der Anforderungen an die Gebäudedichtheit nach DIN 4108-7, (d.h. die Dichtheitsprüfung wird entsprechend den Kriterien diese Norm nach Fertigstellung durchgeführt)	ja	2	3
Kategorie I b: Bestand und Neubau Gebäude mit raumlufttechnischen Anlagen Einhaltung der Anforderungen an die Gebäudedichtheit nach DIN 4108-7, (d.h. die Dichtheitsprüfung wird entsprechend den Kriterien diese Norm nach Fertigstellung durchgeführt.	ja	1	2
Kategorie II: - nur Neubau / Gebäude ohne Dichtheitsprüfung Eine Dichtheitsprüfung („*Blower-Door-Test*“) ist nicht vorgesehen	nein	4	6
Kategorie III: - Fälle die nicht den Kategorien I, II oder IV entsprechen. Eine Dichtheitsprüfung („*Blower-Door-Test*“) ist nicht vorgesehen	nein	6	9
Kategorie III: - Vorhandensein offensichtlicher Undichtigkeiten, wie z.B. offene Fugen in der Luftdichtheitsschicht der wärmeübertragenden Umfassungsfläche. Eine Dichtheitsprüfung („*Blower-Door-Test*“) ist nicht vorgesehen	nein	10	15

Wird die Luftdichtheit rechnerisch berücksichtigt, ist der Nachweis der Dichtheit des Gebäudes im Zusammenhang mit seiner Fertigstellung (d.h. nach Beendigung aller die Luftdichtheitsebene tangierenden Arbeiten) zu führen (siehe Kap. 6.2.). Der gemessene Volumenstrom darf die maßgeblichen Grenzwerte nach dem GEG 2024 § 26 Abs. (2) nicht überschreiten (vgl. Anhang 21).

Siehe Empfehlung in Kap. 8 auf Seite 62

4. Anforderungen an den winterlichen Wärmeschutz

Die Anforderungen an den energiesparenden Wärmeschutz von Gebäuden beziehen sich auf alle Maßnahmen zur Verringerung der Wärmeübertragung durch Umfassungsflächen eines Gebäudes sowie durch Trennflächen von Räumen unterschiedlicher Temperaturen (> 4K). Die Anforderungen an den baulichen Wärmschutz von Gebäuden nehmen Bezug sowohl auf den Wärmeschutz während der Heizperiode (DIN 4108-2 Kap. 4.2 [6]) als auch auf den Wärmeschutz im Sommer (DIN 4108-2 Kap. 3). Anforderungen an den winterlichen Wärmeschutz werden sowohl von DIN 4108-2 [6] als allgemein anerkannte Regel der Technik im Hinblick auf den Mindestwärmeschutz von Bauteilen als auch durch das GEG 2023 [1] im Sinne des energiesparenden Wärmschutzes an Gebäude gestellt.

Nichtwohngebäude - Neubau:
Anforderungen an den baulichen Wärmeschutz für zu **errichtende Nichtwohngebäude** werden gemäß GEG 2024 § 19 nebst Anlage 3 [1] in Verbindung mit DIN 4108-2 Abschnitt 5 [6] geregelt.
Nichtwohngebäude - Bestand - Bilanzierung: - gegenstandslos -
Nichtwohngebäude – Bestand – Einzelbauteilnachweis: - gegenstandslos -

4.1. Anforderungen gemäß DIN 4108-2

Um die Anforderungen sowohl an den Mindestwärmeschutz gemäß DIN 4108-2 als auch die Vorgaben an den energiesparenden Wärmeschutz gemäß GEG 2024 § 19 i.V. Anlage 3 [1] für einen Nichtwohngebäude-Neubau einzuhalten, erhalten sämtliche Außenbauteile der thermisch konditionierten Bereiche (Wand, Boden, Dach) eine geeignete Wärmedämmung (PB, PW, WD, bzw. WDVS oder WDZ).

4.1.1. Mindestwärmeschutz / Mindestwerte der Wärmedurchlasswiderstände

Gemäß GEG 2024 § 11 gilt:

... (1) Bei einem zu errichtenden Gebäude sind Bauteile, die gegen die Außenluft, das Erdreich oder gegen Gebäudeteile mit wesentlich niedrigeren Innentemperaturen abgrenzen, so auszuführen, dass die Anforderungen des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2: 2013-02 und DIN 4108-3: 2018-10 erfüllt werden.
(2) Ist bei einem zu errichtenden Gebäude bei aneinandergereihter Bebauung die Nachbarbebauung nicht gesichert, müssen die Gebäudetrennwände den Anforderungen an den Mindestwärmeschutz nach Absatz 1 genügen.

Die Mindestwerte der Wärmedurchlasswiderstände *R* nach Tabelle 3 DIN 4108-2 [6] gelten für alle Räume in Hochbauten, die ihrer Bestimmung nach

- auf normale Innentemperaturen (≥ 19°C), bzw.

- auf niedrige Innentemperaturen (≥ 12°C und < 19°C) und solche,
- die durch Raumverbund durch die vorgenannten Räume

beheizt werden.

(1) Mindestwärmeschutz nichttransparente (opake) Bauteile:

Die Mindestwerte der Wärmedurchlasswiderstände *R* [(m²K)/W] nach Tabelle 3, DIN 4108-2 [6] gelten für Einzelbauteile der Gebäudehülle mit einer flächenbezogenen Gesamtmasse von mindestens 100 kg/m². Der Nachweis für den Mindestwärmeschutz der nichttransparenten Einzelbauteile wird in der Projektdokumentation (siehe Anlage 1) geführt.

Bei leichten Bauteilen, Rahmen- und Skelettbauarten mit einer flächenbezogenen Gesamtmasse unter 100 kg/m² gilt nach DIN 4108-2 Kap. 5.2.2 [6] ein Mindestwert des Wärmedurchlasswiderstandes von $R \geq 1{,}75$ m²K/W. Bei Rahmen- und Skelettbauarten gilt dieser Wert nur für den Gefachbereich. Das gesamte Bauteil muss zusätzlich im Mittel die Bedingung $R = 1{,}0$ m²K/W einhalten. Gleiches gilt für Rollladenkästen.

Rollladen-/ Screen- bzw. Markisenkästen:

Nach DIN 4108-2 Anhang A [6] bestehen zwei Möglichkeiten für die Berücksichtigung von Rollladen- bzw. Raffstorekästen beim wärmetechnischen Nachweis. Danach können Rollladen-/Raffstorekästen

- übermessen werden, wobei der Einfluss des Rollladenkastens inklusive Einbausituation bei den Wärmebrücken berücksichtigt wird.
- als Einbau- und Aufsatzkästen als flächige Bauteile mit ihrem U-Wert und ihrer Fläche berücksichtigt werden.

Die Bauteilzuordnung erfolgt dabei entsprechend der Zuordnung der DIN 4108-2 Anhang A Bild A.2. Danach werden Einbau- und Aufsatzkästen dem Bauteil ***„Außenwand“*** zugeordnet und Vorsatz- und Miniaufsatzkästen dem Bauteil **„Fenster“**.

Nach DIN 4108-2 Kap. 5.1.3 [6] ist somit für den gesamten Rollladen-/Raffstorekasten ein Wärmedurchlasswiderstand von $R \geq 1{,}0$ m²K/W nachzuweisen. Im Bereich des Deckels muss aber darüber hinaus ein Wärmedurchlasswiderstand von $R \geq 0{,}55$ m²K/W. vorhanden sein.

In Kap. 3.3.2 und Anhang 17 finden sich nähere Angaben zu den hier geplanten Verschattungsanlagen.

Fenster (opake Teile): Nach DIN 4108-2 Kap. 5.1.4 [6] müssen bei beheizten und niedrig beheizten Räumen opake Ausfachungen (z.B. Paneele) von transparenten und teiltransparenten Bauteilen (z.B. Vorhangfassaden (VF), Pfosten-Riegel-Konstruktionen, Glasdächer,

Fenster, Fenstertüren und Fensterwände) der wärmeübertragenden Umfassungsfläche einem Wärmedurchlasswiderstand von $R \geq 1{,}2$ m²K/W (bzw. $Up \leq 0{,}73$ W/(m²K)[4] entsprechen. Die Rahmen sind bei beheizten und bei niedrig beheizten Räumen mit $U_f \leq 2{,}9$ W/(m²K)[5] nach DIN EN ISO 10077-1 [25] auszuführen.

(2) Mindestwärmeschutz Transparente und teiltransparente Bauteile:
Nach DIN 4108-2 Kap. 5.1.4 [6] sind außenliegende Fenster und Fenstertüren von beheizten Räumen mindestens mit Isolier- oder Doppelverglasung (z. B. Verbundfenster, Kastenfenster) auszuführen.

Der Mindestwärmeschutz muss an jeder Stelle erfüllt werden (z.B. auch bei Nischen unter Fenstern, Brüstungen von Fensterbauteilen, Fenstertüren, Wandbereichen auf der Außenseite von Heizkörpern und Rohrkanälen, insbesondere für konstruktionsbedingte wasserführende Leitungen in Außenwänden).

4.1.2. Wärmebrückenkonzept und Bewertung

Wärmebrückenkonzept

Definition Wärmebrücke:
Wärmebrücken sind Bauteilbereiche, durch die im Vergleich mit ungestörten Bereichen des Bauteils ein größerer Wärmestrom fließt.

Gemäß GEG 2024 § 12 ist ein Gebäude ist so zu errichten, dass der Einfluss konstruktiver Wärmebrücken auf den Jahres-Heizwärmebedarf nach den anerkannten Regeln der Technik und nach den im jeweiligen Einzelfall wirtschaftlich vertretbaren Maßnahmen so gering wie möglich gehalten wird.

Wärmebrücken können in Gebäuden relativ hohe Transmissionswärmeverluste bewirken und zu niedrigen raumseitigen Oberflächentemperaturen führen. Bauteile nach Beiblatt 2 zu DIN 4108 [6] gelten als ausreichend wärmgedämmt. Für alle hiervon abweichenden Konstruktionen muss der Temperaturfaktor nach DIN 4108-2 an der ungünstigsten Stelle die Mindestanforderung $f_{Rsi} < 0{,}70$ erfüllen. Ohne zusätzliche Wärmedämm-Maßnahmen sind auskragende Balkonplatten, Attiken, freistehende Stützen sowie Wände mit $\lambda > 0{,}5$ W/(mK), die in ungedämmte Bereiche oder ins Freie ragen, unzulässig und entsprechend nicht den allg. anerkannten Regeln der Technik.

[4] $Up = U_{Paneele}$
[5] $Uf = U_{Rahmen}$

Der Entwurfsverfasser [a] hat dafür Sorge zu tragen, dass insbesondere typische Wärmebrücken energetisch berücksichtigt und in der Werkplanung als Leitdetails ausgearbeitet werden. Konzeptionelle (exemplarische) Wärmebrücken sind in der Anlage 3 dargestellt. Im Anhang 18 sind die wesentlichen Wärmebrückentypen mit Bezug zur vorliegenden Baumaßnahme tabellarisch aufgeführt.

Ausführungsbeispiele (Wärmebrückendetails) gemäß Wärmebrückenkatalog(en):
Im Rahmen der Werk- und Detailplanung können vor allem bei einem gefordertem Gleichwertigkeitsnachweis nach GEG 2024 § 24 [1] (vgl. Kap. 6.3) und zur Vermeidung zusätzlicher detaillierter Wärmebrückenberechnungen die Ausführungsdetails, d.h. die Wärmebrückendetails der Baustoffindustrie bzw. der entsprechenden Fachverbände verwendet werden. Für die in den Wärmebrückenkatalogen dargestellten Ausführungsdetails (vgl. Anhang 19) ist der Gleichwertigkeitsnachweis i.d.R. erfüllt.

Bezugnehmend auf das hier angestrebte Anforderungsniveau (vgl. Kap. 1) und unter Berücksichtigung des zugrundeliegenden Wärmebrückenkorrekturwerts (siehe Seite 48) wird im vorliegenden Fall entsprechend Kap. 7 der TFAQ [77] „***kein Gleichwertigkeitsnachweis***“ erforderlich.

Entsprechend optimierte Planungs- und Ausführungsbeispiele (Musterlösungen / Leitdetails) sind in der DIN 4108 - Beiblatt 2 dargestellt. Weichen die geplanten Konstruktionen von Beiblatt 2 der DIN 4108 ab oder ist eine entsprechend konforme Ausführung der Wärmebrücken konstruktionsbedingt nicht möglich, so kann ein gesonderter rechnerischer Nachweis über die Gleichwertigkeit zum Beispiel mittels Wärmebrückenberechnung geführt werden. Die allg. anerkannten Regeln der Technik sind zu beachten.

(1) Wärmebrückenzuschlag infolge mechanischer Befestigungselemente:
Gemäß DIN EN ISO 6946 [24] sind Wärmedurchgangskoeffizienten von flächigen Bauteilen, deren Dämmschicht von mechanischen Befestigungselementen durchdrungen werden, mit einem entsprechenden Korrekturwert zu beaufschlagen. Dieser ist gemäß DIN EN IS0 6946 [24] Anhang F3 zu berechnen.
➞ Das hier untersuchte Gebäude wird teilweise aus Stahlbetonwänden mit VHF hergestellt. Es ist flächenhafter U-Wert-Zuschlag für die Befestigungsdübel zu berücksichtigen. Bei den Bereichen mit Holzständerwänden erfolgt die Befestigung der VHFassade über die Sparren, ein zusätzlicher U-Wert-Zuschlag wird nicht erforderlich. (s. Kap. 6.3.2 auf S. 49)

(2) U-Wert-Zuschlag für Umkehrdächer (Abdichtung unter Dämmung):

In der Regel werden bei der Berechnung des Wärmedurchlasswiderstandes *R* nur raumseitige Schichten bis zur Bauwerksabdichtung (Dachabdichtung) berücksichtigt. Eine Ausnahme bildet hier das „*Umkehrdach*“. Um den zusätzlichen Wärmeverlust zu berücksichtigen, der durch Wasser, das durch die im Dämmstoff befindlichen Fugen auf die Dachabdichtung strömt, verursacht wird, ist gemäß DIN 4108-2 Kap. 5.2, Tabelle 4 bzw. DIN EN ISO 6946 Anhang F4 [24] oder der bauaufsichtlichen Zulassung des Dämmstoffs ein U-Wert-Zuschlag für die entsprechenden Bauteile anzusetzen.

➞ Beim vorliegenden Bauvorhaben ist derzeit **kein Umkehrdach** vorgesehen. (s. Kap. 6.3.2 auf S. 49)

(3) U-Wert-Zuschlag für Perimeterdämmung im Grundwasser:

Bei erdberührten Bauteilen mit Dämmung außerhalb der Dichtheitsebene (z.B. Perimeterdämmung im Grundwasser) ist nach DIN EN ISO 6946 Anhang F4 [24] (analog Umkehrdach) oder der bauaufsichtlichen Zulassung des Dämmstoffs ein U-Wert-Zuschlag erforderlich.

➞ Das untersuchte Gebäude ist nicht unterkellert und grenzt mit den erdberührten Bauteilen **nicht** an wasserführende Schichten (HGW/HHW). so dass kein entsprechender Zuschlag für erdberührte Bauteile erforderlich wird.

Wärmebrückenbewertung

Für die Berücksichtigung der zusätzlichen Wärmeverluste durch Wärmebrücken verweist das GEG 2024 in § 24 auf die DIN 18599-2 Kap. 6.2.5 [8]. Folgende Varianten sind möglich:

Ohne Gleichwertigkeitsnachweis erfolgen die Berechnungen mit einem ***„allgemeinen“*** Pauschalzuschlag von ΔU_{WB} = **0,1** W/(m²K) über die gesamte Gebäudehülle oder bei Außenbauteilen mit innenliegender Dämmschicht und einbindender Massivdecke mit einem Pauschalzuschlag von 0,15 W/(m² K).

Mit Überprüfung und Einhaltung der Gleichwertigkeit nach DIN 4108 Beiblatt 2 ist für Konstruktionen der
Kategorie A der ***„einfache“*** Pauschalzuschlag ΔU_{WB} = 0,05 W/(m²K)
und für Konstruktionen der
Kategorie B der **„optimierte“** Pauschalzuschlag ΔU_{WB} = 0,03 W/(m²K)
zu berücksichtigen.

Als Alternative zu den Pauschalzuschlägen kann die Berücksichtigung der vorhandenen Wärmebrücken auch individuell über eine *„detaillierte Berechnung“* erfolgen.

Für die Beantragung von BEG-Effizienzgebäuden ist im Regelfall eine Berechnung der Gesamtenergieeffizienz des geplanten Gebäudes nach den Bilanzierungsvorschriften des Gebäudeenergiegesetzes (GEG 2024) [1] unter Berücksichtigung der technischen Mindestanforderungen der KfW erforderlich (BEG NWG [69], [77]). Die Einstufung in die BEG-Effizienzhaus-Förderstandards-Nichtwohngebäude erfolgt auf der Grundlage des ermittelten Jahres-Primärenergiebedarfs und des mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten Û [W/m²K] der Gebäudehülle. Die Bewertung von Wärmebrücken ist somit ein entscheidender Teilbereich im Rahmen des Effizienzhausnachweises.

Die projektspezifische Wärmebrückenbewertung erfolgt in Kap. 6.3 auf Seite 48.

4.2. Anforderungen gemäß Gebäudeenergiegesetz - *Nichtwohngebäude*

<u>Nichtwohngebäude</u>

Nichtwohngebäude haben sehr unterschiedliche Nutzungsanforderungen zu erfüllen. Daher ist bei der Errichtung von Nichtwohngebäuden zum Zwecke der Energieeinsparung der Jahres-Primärenergiebedarf „Q_p“ $\left[\frac{kWh}{m^2\,a}\right]$ (DIN V 18599-1) für Heizung, Warmwasserbereitung, Lüftung, Kühlung und Beleuchtung auf den entsprechenden Wert eines Referenzgebäudes zu begrenzen (Referenzgebäudeverfahren). Neben der sich aus dem Referenzgebäudeverfahren ergebenden Anforderung an den Jahres-Primärenergiebedarfs Q_P werden weiterhin zusätzliche Anforderungen an den baulichen Wärmeschutz durch Begrenzung des mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten Ū opaker bzw. transparenter wärmeübertragender Umfassungsflächen gestellt.

Die Berechnung des Jahres-Primärenergiebedarfs $\mathbf{Q_P}$ $\left[\frac{kWh}{m^2\,a}\right]$ und des mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten $\overleftarrow{\mathbf{U}}$ $\left[\frac{W}{m^2\,K}\right]$ können der Anlage 1 (Projektdokumentation) entnommen werden.

4.2.1. Begrenzung Jahres-Primärenergiebedarf

Nichtwohngebäude - Neubau:

Nach GEG 2024 § 18 i.V. mit § 21 ist ein zu errichtendes Nichtwohngebäude so herzustellen, dass der Jahres-Primärenergiebedarf für Heizung, Warmwasserbereitung, Lüftung, Kühlung und eingebaute Beleuchtung das **0,55-fache** 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 nach GEG 2024 Anlage 2 entspricht, nicht überschreitet.

Nichtwohngebäude – Bestand inkl. Erweiterung: - gegenstandslos -

4.2.2. Begrenzung Transmissionswärmeverlust über die Gebäudehülle

Gemäß GEG 2024 § 19 sind die Höchstwerte der mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten der wärmeübertragenden Umfassungsfläche („*Baulicher Wärmeschutz*“) einzuhalten. Die maßgeblichen Höchstwerte unterscheiden dabei zwischen Neubau, Sanierung und Erweiterung eines Nichtwohngebäudes. Folgende maximal zulässigen Höchstwerte sind einzuhalten.

Tabelle 14: Höchstwerte der mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten der wärmeübertragenden Umfassungsfläche von Nichtwohngebäuden nach GEG 2023 Anlage 3 zu § 19 [1] (Neubau (GEG § 19) / Änderung (GEG § 50) / Erweiterung (GEG § 51))

1	2	3	4	5	6	7	8
Zeile	**Bauteil**	**Höchstwerte der Mittelwerte Wärmedurchgangskoeffizienten**					
		Zonen mit Raum-Solltemperaturen im Heizfall **≥ 19°C** [W/m²K]			Zonen mit Raum-Solltemperaturen im Heizfall **≥12 < 19°C** [W/m²K]		
		§ 19 GEG Neubau	§ 50 GEG Änderung eines bestehenden Gebäudes*	§ 51 GEG Erweiterung eines bestehenden Gebäudes**	§ 19 GEG Neubau	§ 50 GEG Änderung eines bestehenden Gebäudes*	§ 51 Erweiterung eines bestehenden Gebäudes**
1	Opake Außenbauteile, soweit nicht in Bauteilen der Zeilen 3 und 4 enthalten	$\bar{U}$ = 0,28	$\bar{U}$ = 0,56	$\bar{U}$ = 0,4	$\bar{U}$ = 0,50	$\bar{U}$ = 0,84	$\bar{U}$ = 0,6
2	Transparente Außenbauteile, soweit nicht in Bauteilen der Zeilen 3 und 4 enthalten	$\bar{U}$ = 1,50	$\bar{U}$ = 2,66	$\bar{U}$ = 1,9	$\bar{U}$ = 2,80	$\bar{U}$ = 4,90	$\bar{U}$ = 3,5
3	Vorhangfassade	$\bar{U}$ = 1,50	$\bar{U}$ = 2,66	$\bar{U}$ = 1,9	$\bar{U}$ = 3,00	$\bar{U}$ = 5,32	$\bar{U}$ = 3,8
4	Glasdächer, Lichtbänder, Lichtkuppeln	$\bar{U}$ = 2,50	$\bar{U}$ = 4,34	$\bar{U}$ = 3,1	$\bar{U}$ = 3,10	$\bar{U}$ = 5,46	$\bar{U}$ = 3,9

Bei der Berechnung des Mittelwerts des jeweiligen Bauteils sind die Bauteile nach Maßgabe ihres Flächenanteils zu berücksichtigen. Die Wärmedurchgangskoeffizienten von Bauteilen gegen unbeheizte Räume (außer Dachräumen) oder Erdreich sind zusätzlich mit dem Faktor 0,5 zu gewichten. Bei der Berechnung des Mittelwerts der an das Erdreich angrenzenden Bodenplatten bleiben die Flächen unberücksichtigt, die mehr als 5 Meter vom äußeren Rand des Gebäudes entfernt sind. Die Berechnung ist für Zonen mit unterschiedlichen Raum-Solltemperaturen im Heizfall getrennt durchzuführen.
Für die Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten der an Erdreich grenzenden Bauteile ist DIN V 18599-2: 2018-09 Abschnitt 6.1.4.3 und für opake Bauteile ist DIN 4108-4: 2017-03 in Verbindung mit DIN EN ISO 6946: 2008-04 anzuwenden. Für die Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten transparenter Bauteile sowie von Vorhangfassaden ist DIN 4108-4: 2017-03 anzuwenden.

* $\bar{U}_{Bestand}$= [gerundet auf eine Nachkommastelle ($\bar{U}_{Neubau}$ x 1,25)] x 1,4
** $U_{Erweiterung}$ = [gerundet auf eine Nachkommastelle ($\bar{U}_{Neubau}$ x 1,25)]

4.2.3. Begrenzung Energieverluste der heizungs- / lüftungstechnischen Anlagen

Gemäß dem GEG 2024 § 2 Abs. 1 (Anwendungsbereich) sind Anlagen und Einrichtungen der Heizungs-, Kühl-, Raumluft- und Beleuchtungstechnik sowie der Warmwasserversorgung energetisch zu bewerten. Der Energieeinsatz für Produktionsprozesse in Gebäuden ist nicht Gegenstand des GEG 2024. Die Festlegung und Dimensionierung der heizungs- und lüftungstechnischen Anlagen muss den Anforderungen des GEG 2024 Teil 4 entsprechen und ist vom Fachplaner HLS/TGA [e] planerisch zu berücksichtigen und umzusetzen. Die energetische Anlagenbewertung erfolgt nach DIN V 18599, Teil 4 bis Teil 9 [8].

Die genaue Berechnung sowie die angesetzten Randbedingungen für die Anlagentechnik können der Anlage 1 (Projektdokumentation) entnommen werden. Durch eventuelle spätere Änderungen bzw. Anpassungen in der Planung der Anlagentechnik darf sich keine nennenswerte Verschlechterung ergeben.

(1) <u>Begrenzung Wärmeverluste der Wärmeverteilungs- und Warmwasserleitungen</u>

Werden Wärmeverteilungs- und Warmwasserleitungen sowie Armaturen erstmalig in ein Gebäude eingebaut oder werden sie ersetzt, hat der Bauherr oder der Eigentümer dafür Sorge zu tragen, dass die Wärmeabgabe der Rohrleitungen und Armaturen gemäß GEG 2024 § 69 i.V. Anlage 8 [1] begrenzt wird.

(2) Begrenzung Wärmeaufnahme von Kälteverteilungs- und Kaltwasserleitungen
Werden Kälteverteilungs- und Kaltwasserleitungen sowie Armaturen, die zu Klimaanlagen oder sonstigen Anlagen der Raumlufttechnik im Sinne des § 65 Satz 1 gehören, erstmalig in ein Gebäude eingebaut oder werden sie ersetzt, hat der Bauherr oder der Eigentümer dafür Sorge zu tragen, dass die Wärmeaufnahme der eingebauten oder ersetzten Kälteverteilungs- und Kaltwasserleitungen sowie Armaturen gemäß GEG 2024 § 70 i.V. Anlage 8 [1] begrenzt wird.

(3) Begrenzung der elektrischen Leistung von Klimaanlagen und RLT-Anlagen:
Gemäß GEG 2024 § 65 ist beim Einbau einer Klimaanlage bzw. einer raumlufttechnischen Anlage mit Zu- und Abluftfunktion die spezifische Ventilatorleistung
1. der auf das Fördervolumen bezogenen elektrischen Leistung der Einzelventilatoren oder
2. dem gewichteten Mittelwert der auf das jeweilige Fördervolumen bezogenen elektrischen Leistung aller Zu- und Abluftventilatoren nach DIN EN 16798-3 Kategorie 4 [21] zu begrenzen.

4.2.4. Begrenzung der Wärmeverluste einer undichten Gebäudehülle

Zu errichtende Nichtwohngebäude sind nach GEG 2024 § 13 (vgl. Kap. 3.4) so auszuführen, dass die wärmeübertragende Umfassungsfläche einschließlich der Fugen dauerhaft luftundurchlässig entsprechend den anerkannten Regeln der Technik abgedichtet ist. Wärmeverluste durch undichte Gebäude sind durch bauliche Maßnahmen zu begrenzen.

Für den Fall, dass erhöhte Anforderungen an die Gebäudedichtheit energetisch berücksichtigt werden, ist eine entsprechende messtechnische Überprüfung der Anforderungen („Blower Door-Test“) wie in Kap. 3.6.2 bzw. Kap. 6.2 auf Seite 47 beschrieben durchzuführen.

5. Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz

Die Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz ergeben sich für zu errichtende Gebäude aus dem Gebäudeenergiegesetz GEG 2024 § 14 [1], wobei für den konkreten Nachweis statisch auf die DIN 4108-2 [6] verwiesen wird.

In Anlehnung an Kap. 16.08 der technischen FAQ für Effizienzhäuser / Effizienzgebäude [77] wird bzgl. der Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz im Folgenden nicht zwischen Neubau und Bestandsgebäude unterschieden.

Leitsatz: *Durch Mindestanforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz nach Abschnitt 8* [6] *soll die sommerliche thermische Behaglichkeit in Aufenthaltsräumen sichergestellt und eine hohe Erwärmung der Aufenthaltsräume vermieden und der Energieeinsatz für Kühlung vermindert werden.*

<u>Maßnahmen zum Wärmeschutz im Sommer nach DIN 4108-2 Kap. 4.3.:</u>

- Wärmeschutztechnische Maßnahmen bei der Planung von Gebäuden (Verschattung)
- Bestimmung Sonneneintragskennwerte transparenter Bauteile
- Begrenzung solarenergiegewinnender Außenbauteile
- Verbesserung des Raumklimas durch Nachtlüftung
- Verbesserung des Raumklimas durch passive Kühlung
- Berücksichtigung wirksamer Wärmekapazität innenliegende Bauteile.

<u>Anforderungen gemäß GEG 2024 und DIN 4108-2 Kap. 4.3:</u>

- GEG §14 Abs. 1: Begrenzung Sonneneintrag über transparente Bauteile durch bauliche Verschattungsmaßnahmen.
- GEG §14 Abs. 2: rechnerischer Nachweis des Sonneneintrags (Sonneneintragskennwert, siehe Kap. 6.4.1 auf Seite 51)
- GEG §14 Abs. 3: ergänzender rechnerischer Nachweis der Übertemperatur-Gradstunden (Simulationsrechnung, siehe Kap. 6.4.2 auf Seite 53)
- GEG §14 Abs. 4: Einsparung von Energie für Anlagen zur Kühlung
- GEG §14 Abs. 5: Voraussetzungen für Verzicht auf Nachweis zum sommerlichen Wärmeschutz

6. Energetische Bilanzierung

6.1. Berechnungsverfahren

Gebäudeart:	➢ Schulgebäude mit Lehrwerkstätten ➢ Neubau Nichtwohngebäude ➢ Gebäude der öffentlichen Hand
Berechnungsnorm Art des GEG 2024 Nachweises	➢ Bauantrag: xx.xx.2025 - Antrag gestellt. ➢ Nichtwohngebäude- Neubau ➢ GEG 2024 § 18 (Bilanzierung) ➢ Energiebedarfsnachweis (Gesamtbilanz) ➢ DIN V 18599ff:2018 [8]
Anforderungsniveau:	➢ GEG 2024 / Neubau NWG **/ EG40** ➢ keine erhöhte Anforderung (siehe Kap. 1.2 auf Seite 9) ➢ Technische Mindestanforderungen EG 40 s. Anhang 22
Wärmebrückenbewertung:	➢ Wärmebrückenkorrekturwert 0,1 W/m²K (siehe Kap. 4.1.2) ➢ kein Gleichwertigkeitsnachweis erforderlich ➢ Anlage 4 „Gleichwertigkeitsnachweis“ entfällt
Blower-Door:	➢ Eine Dichtheitsprüfung wird in der vorliegenden Untersuchung (vgl. Kap. 3.6.2 und Kap. 6.2) für den hier betrachteten Neubau *„Gebäude I“* rechnerisch berücksichtigt, so dass nach Fertigstellung des Gebäudes ein entsprechender messtechnischer Nachweis der Luftdichtheit („Blower-Door-Test“) *erforderlich* ist. ➢ Im Hinblick auf eine energetisches Gesamtbetrachtung wird unabhängig von einer rechnerischen Berücksichtigung grundsätzlich empfohlen nach Abschluss der Baumaßnahmen eine Luftdichtheitsprüfung durchzuführen.
Anrechnung von Strom aus erneuerbaren Energien *(PV-Anlage oder Windkraft)* *gem. GEG 2023 § 23 i.V. mit § 36*	➢ **ja ➞** Der Einsatz einer PV-Anlage ist geplant. siehe Kap. 3.5.8 auf Seite 30 ➢ Es ist geplant den PV-Strom selbst zu nutzen. ➢ Die Eigennutzung des PV-Stroms ist zur Einhaltung der Anforderungen des GEG zwingend erforderlich.
Anzahl Räume Anzahl Zonen	➢ 30 energetisch relevante Räume (s. *Tabelle 3* auf S. 12) ➢ 6 Zonen/Nutzungsbereiche ➢ Grafische Darstellung siehe Anlage 2 *„Energetisches Raumbuch“*
Sonderfall *„Gebäude der öffentlichen Hand“*	➢ öffentliches Nichtwohngebäude ➢ Gebäude der öffentlichen Hand ➢ Vorbildfunktion nach GEG § 4 erf. ➢ *„PV-Anlagen-Pflicht“* nach Art. 44a BayBO [5] (s. Anhang 8)

6.2. Nachweis Wärmeverluste über Gebäudeundichtigkeit

Luftdichtheitsnachweis / Blower-Door-Test:

Wird bei der Ermittlung des Jahres-Primärenergiebedarfs die Dichtheit des geplanten Nichtwohngebäudes nach GEG 2024 §°13 i.V. mit §°26 nach DIN 18599-2 Kap. 5 und Kap. 6 (Lüftungswärmeverluste) rechnerisch berücksichtigt, ist die Dichtheit des Gebäudes nach Baufertigstellung mit einem „***Blower-Door-Test***“ nachzuweisen (vgl. Kap. 3.6.2).

Eine Dichtheitsprüfung wird in der vorliegenden Untersuchung (vgl. Kap. 3.6.2 und Kap. 6.2) für den hier betrachteten Neubau *„Gebäude I“* rechnerisch berücksichtigt, so dass nach Fertigstellung des Gebäudes **ein** entsprechender messtechnischer Nachweis der Luftdichtheit („*Blower-Door-Test*“) erforderlich ist. Siehe hierzu Anhang 21.

Im Hinblick auf eine energetisches Gesamtbetrachtung wird unabhängig von einer rechnerischen Berücksichtigung grundsätzlich empfohlen nach Abschluss der Baumaßnahmen eine Luftdichtheitsprüfung durchzuführen.

6.3. Nachweis Wärmeverluste über Wärmebrücken

6.3.1. Wärmebrückenzuschlag / Gleichwertigkeitsnachweis

Bezugnehmend auf das angestrebte Anforderungsniveau (s. Seite 9) erfolgt die Berechnung bzw. Bewertung der Wärmebrücken gemäß Kap. 4.1.2 (s. Seite 40) mit folgendem Wärmebrückenzuschlag.

allgemeiner Zuschlag: ΔU_{WB} = 0,1 W/(m²K) ➞ **ohne Gleichwertigkeitsnachweis**

einfacher Zuschlag: ΔU_{WB} = 0,05 W/(m²K) ➞ mit Gleichwertigkeitsnachweis

optimierter Zuschlag: ΔU_{WB} = 0,03 W/(m²K) ➞ mit Gleichwertigkeitsnachweis

Bei dem hier zugrundeliegenden Wärmebrückenzuschlag ist ***kein Gleichwertigkeitsnachweis*** entsprechend der Anschlussdetails gemäß den Planungsbeispielen nach Beiblatt 2 der DIN 4108-2 [7] erforderlich.

Im Rahmen der Werk- und Detailplanung wird zur Vermeidung von nachträglichen Wärmebrückenberechnungen empfohlen, die Ausführungsdetails, d.h. die Wärmebrückendetails der Baustoffindustrie bzw. der entsprechenden Fachverbände zu verwenden. Für die in den Wärmebrückenkatalogen dargestellten Ausführungsdetails (vgl. Anhang 19) ist der Gleichwertigkeitsnachweis i.d.R. erfüllt. Die Ausführungen der entsprechenden Anschlussdetails gemäß den Planungsbeispielen nach DIN 4108 Beiblatt 2 [7] sollten jedoch grundsätzlich beachtet werden. Abweichungen sind zulässig, sofern ein entsprechender Gleichwertigkeitsnachweis geführt werden kann und sie den allg. anerkannten Regeln der Technik genügen.

Der Entwurfsverfasser [a], [c] hat im Rahmen der Werkplanung für die maßgeblichen Wärmebrücken Regeldetails auszuarbeiten. Typische Ausführungsfehler wie fehlende Blendrahmenüberdeckung, fehlende Perimeterdämmung im Bereich der Gründung oder fehlende Flankendämmung sind mittels detaillierter Werkpläne (Grundrisse und Schnitte) in allen Planungsphasen (Eingabeplanung, Werkpläne, Ausführungsdetails usw.) auszuschließen.

Die Hinweise und Vorgaben aus Kap. 4.1 sind zu beachten.

<u>Fazit:</u>
Gemäß dem hier berücksichtigten Wärmebrückenkorrekturwert von ΔU_{WB} = **0,1** W/(m²K) ist **kein Gleichwertigkeitsnachweis** mit den Ausführungsbeispielen nach DIN 4108 - Bbl. 2 [7] zu führen (siehe Anlage 4). In Fällen in denen von bewährten Konstruktionen nach DIN 4108 Beiblatt 2 abgewichen wird oder eine entsprechend konforme Ausführung der Wärmebrücken konstruktionsbedingt nicht möglich ist, sind detaillierte Wärmebrückenuntersuchungen durchzuführ-

ren. Wir empfehlen bei der Erstellung von Ausführungsdetails die Verwendung von Wärmebrückendetails (Wärmebrückenkataloge) der Baustoffindustrie bzw. der entsprechenden Fachverbände. Die allg. anerkannten Regeln der Technik sind zu beachten. Das hier erfasste Wärmebrückenkonzept (s. Kap. 4.1.2 auf S. 38) ist von den Planern (Architekt, HLS-Planer) in Abstimmung mit dem Bauphysiker umzusetzen.

6.3.2. U-Wert-Zuschläge

(1) U-Wert-Zuschlag infolge mechanischer Befestigungselemente: (hier: gegenstandslos)

Zur Beurteilung der Wirkung von mechanischen Befestigungselementen enthält die DIN EN ISO 6946 [24] in Abschnitt F3 ein Näherungsverfahren, dass angewandt werden kann, wenn Befestigungselemente nicht durch andere Verfahren berücksichtigt werden.

Mechanische Befestigungselemente kommen zum Einsatz bei:

- Wärmedämmverbundsystemen (WDVS)
- Fassadenverkleidungen (z.B. Naturstein, Glas, Verbundplatten, o.ä.)
- vorgehängten (hinterlüfteten) Fassaden (VHF)
- Stahl-Leichtbau-Wandkassetten
- Mauerwerksanker bei Vorsatzmauer (z.B. zweischaliges Mauerwerk)
- Dachdeckungen (z.B. Dämmung auf Beton-Steildach)

Wird eine Dämmschicht von mechanischen Befestigungselementen durchdrungen, ist eine Korrektur des Wärmedurchgangskoeffizienten durchzuführen.

Das hier untersuchte Gebäude wird teilweise aus Stahlbetonwänden mit VHF hergestellt. Es ist flächenhafter U-Wert-Zuschlag für die Befestigungsdübel zu berücksichtigen. Bei den Bereichen mit Holzständerwänden erfolgt die Befestigung der VHFassade über die Sparren, ein zusätzlicher U-Wert-Zuschlag wird nicht erforderlich. Eine Vorhangfassade oder ähnliches ist derzeit nicht geplant.

a) Variante ohne U-Wert-Zuschlag für Dübelbefestigung (- gegenstandslos -)

b) Variante mit U-Wert-Zuschlag für Befestigung der Wärmedämmung (gegenstandslos)

c) Variante mit U-Wert-Zuschlag für Fassadenbefestigung

Das hier untersuchte Gebäude wird teilweise aus Stahlbetonwänden mit VHF hergestellt. Es ist flächenhafter U-Wert-Zuschlag für die Befestigungsdübel zu berücksichtigen. Bei den Bereichen mit Holzständerwänden erfolgt die Befestigung der VHFassade über die Sparren, ein zusätzlicher U-Wert-Zuschlag wird nicht erforderlich.

Rechnerische Abschätzung eines U-Wert-Zuschlages für

Da im vorliegenden Fall derzeit keine genaueren Angaben zum Dübel- und/oder Konsolensystem der Wärmedämmung und/oder vorgehängten hinterlüfteten Fassade vorliegen

wird für die jeweiligen Wand- und Deckendämmungen ein entsprechender **U-Wert-Zuschlag abgeschätzt.** Die Beurteilung der Wärmebrückenwirkung der Dübel erfolgt nach dem Näherungsverfahren gemäß Kap. F.3 der DIN EN ISO 6946 [24].

Dabei gilt:

$$\Delta U_f = \alpha \cdot \frac{\lambda_f \cdot A_f \cdot n_f}{d_1} \cdot (\frac{R_1}{R_{tot}})^2$$

Dabei ist
α = 0,8 wenn das Befestigungselement die Dämmschicht vollständig durchdringt;
α = 0,8 x d_1/d_0 bei einem in eine Aussparung eingebauten Befestigungselement
λf die Wärmeleitfähigkeit des Befestigungselementes, in W/(m·K);
nf die Anzahl der Befestigungselemente je m²;
Af die Querschnittsfläche eines Befestigungselementes, in m²;
d0 die Dicke der Dämmschicht, die das Befestigungselement enthält, in m;
d1 die Länge des Befestigungselementes, das die Dämmschicht durchdringt, in m;
R1 der Wärmedurchlasswiderstand der von den Befestigungselementen durchdrungenen Dämmschicht, in m^2·K/W;
R_{tot} der nach 6.7.1.2 ermittelte Gesamt-Wärmedurchlasswiderstand der Komponente ohne Berücksichtigung von Wärmebrücken, in m^2·K/W.

VHF: In Ermangelung genauerer Vorgaben wird die Befestigung der VHF (inkl. Dübelbefestigung der Dämmung) unter Berücksichtigung der vorhandenen Außenwanddämmung über das FVHF-Effizienz-Tool [59] näherungsweise mit ΔU_{VHF} = 0,03 W/(m²K) abgeschätzt. Gemäß dem „*Fachportal vorgehängte hinterlüftete Fassaden e.V.*“ [59], [61] entspricht dies der *„Effizienzklasse C“* für Unterkonstruktionen von vorgehängten hinterlüfteten Fassaden (siehe Anhang 14).

(2) <u>U-Wert - Zuschlag für Umkehrdächer</u>: (hier: gegenstandslos)

(3) <u>U-Wert - Zuschlag für Bauteile im Grundwasser</u>: (hier: gegenstandslos)

6.4. Nachweis zum Sommerlichen Wärmeschutz

Anwendungsbereich:

Die Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz nach GEG 2024 § 14 i.V. mit DIN 4108 Kap. 8 müssen für beheizte Räume und Gebäude bzw. Raumgruppen die im offenen Raumverbund verbunden sind nachgewiesen werden. D.h. der sommerliche Wärmeschutz ist für alle **Aufenthaltsräume** sowohl in Neubauten als auch in Bestandsgebäuden nachzuweisen.

6.4.1. Sonneneintragskennwerte-Verfahren

Die DIN 4108-2 führt in Kap. 8 hierzu sinngemäß folgendes aus:

„…Der Nachweis zur Einhaltung der Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz ist … mindestens für den Raum zu führen, der im Rahmen des Anwendungsbereichs zu den höchsten Anforderungen des sommerlichen Wärmeschutzes führt. Alternativ kann das Verfahren … durch thermische Gebäudesimulation und den Nachweis der Einhaltung des zulässigen Anforderungswertes … zur Anwendung kommen. Die Anforderungen gelten nicht für Räume hinter Schaufenstern und ähnlichen Einrichtungen. […] Um regionale Unterschiede der sommerlichen Klimaverhältnisse zu berücksichtigen, wird für das Gebiet der Bundesrepublik Deutschland hinsichtlich der Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz zwischen den Sommer-Klimaregionen A, B und C unterschieden. […] Das hier beschriebene Sonneneintragskennwerte-Verfahren stellt ein vereinfachtes Verfahren mit standardisierten Randbedingungen zum Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes dar. Für den zu bewertenden Raum oder Raumbereich ist jeweils der vorhandene Sonneneintragskennwert … zu bestimmen und dem … ermittelten maximal zulässigen Sonneneintragskennwert gegenüberzustellen. Der Nachweis der Einhaltung der Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz ist erbracht, wenn der vorhandene Sonneneintragskennwert den zulässigen Sonneneintragskennwert … nicht übersteigt.“

Für die Ermittlung des Grenzwerts, d.h. des max. zulässigen Sonneneintragskennwertes, werden folgende Einflussgrößen berücksichtigt:

- die wirksame Wärmespeicherfähigkeit der raumumschließenden Flächen
- die Lüftung, insbesondere in der zweiten Nachthälfte
- die Fensterorientierung und -neigung
- die internen Wärmequellen

Die Einflüsse, d.h. die anteiligen Sonneneintragskennwerte „S_x“ nach DIN 4108-2 Kap. 8.3.3 Tab. 3 [6], bilden in der Summe den höchstens zulässigen Sonneneintragskennwert S_{zul}.

Für den zu untersuchenden Raum oder Raumbereich ist der Sonneneintragskennwert S_{vorh} wie folgt zu ermitteln:

$$S_{vorh} = \frac{\sum_j A_{w,j} \ * \ g_{tot,j}}{A_G}$$

wobei,

A_G die Nettogrundfläche des Raumes oder des Raumbereichs in m²
A_W die Fensterfläche in m²
g_{total} der Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung einschließlich Sonnenschutz

Der ermittelte Sonneneintragskennwert S_{vorh} darf den zulässigen Höchstwert S_{zul} nicht überschreiten:

$$S_{vorh} < S_{zul}$$

Für das gegenständliche Bauvorhaben wird der entsprechende Nachweis zum sommerlichen Wärmeschutz gemäß DIN 4108-2, Kap. 8.2 für **3 kritische Räume in 3 Zonen** geführt.

In der nachfolgenden Tabelle 15 werden die untersuchten Räumlichkeiten aufgeführt.

<u>Ergebnisse der Berechnung (vereinfachtes Verfahren):</u>

Tabelle 15: Untersuchte (kritische) Räume bzgl. sommerlicher Wärmeschutz: „Gebäude I*“*

1	2	3	4	5	6	7	8	9	9	10	11
lfd. Nr.	**Untersuchte Räume** (exemplarischer Raum)	**Netto-grund-fläche**	**Sonneneintragswert**			**Fensterflächenanteil**	**Nachtlüftung**			**Kühlung**	**Nachweis**
	Zone / Etage / Raum	(NGF = AG) [m²]	vorhanden	Abgleich	Obergrenze	[--]	Art der Lüftung	erhöhtn >2/h	hochn >5/h	passiv	
1	Z03/NP08: I 007 IFU	58,1	0,05	<	0,04	0,129	Fenster	ja	nein	nein	erfüllt
2	Z03/NP08: I.0.09 Klassenzimmer	78,4	0,026	<	0,074	0,499	Fenster	ja	nein	nein	erfüllt
3	Z03/NP08: I.0.10 Klassenzimmer	81,9	0,025	<	0,034	0,182	Fenster	ja	nein	nein	erfüllt
4	Z08/NP17: I.0.08 Vorbereitung Lehrer	38,2	0,032	<	0,086	0,478	Fenster	ja	nein	nein	erfüllt
5	Z11a/NP22.3: I 018 Fahrzeugvermessung (mit Toren)	99,5	0,12	<	0,087	0,207	Fenster	ja	nein	nein	erfüllt
6	Z11b/NP22.3: I 030 Maurer- und Betonwerkstatt (mit Toren)	152,1	0,085	<	0,12	0,197	Fenster	ja	nein	nein	erfüllt

*Aufgrund der reinen Tagnutzung ist eine erhöhte Nachtlüftung nur über die Lüftungsanlage möglich. Die Lüftungsanlage ist so zu dimensionieren, dass ein zweifacher Luftwechsel pro Stunde im Nachtzeitraum realisierbar ist.

Es zeigt sich, dass mit dem vereinfachten Nachweisverfahren über den Sonneneintragskennwert nach Kap. 8.3 DIN 4108-2 [6] **unter Berücksichtigung der beschriebenen Randbedingungen** bzw. Maßnahmen zum Sonnenschutz nebst den zugrundeliegenden Berechnungsparametern die Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz bzw. die max. zulässigen Sonneneintragskennwerte gemäß DIN 4108-2 für die exemplarisch berechneten, schutzbedürftigen Räume **grundsätzlich eingehalten** werden können.

Neben der erforderlichen außenliegenden Verschattung mittels variabler fensterparalleler Raffstoreanlagen bzw. Rollläden in Verbindung mit einer teilweise „*erhöhten Nachtlüftung*“ ist <u>eine</u>

Sonnenschutzverglasung (g-Wert ≤0,4) für die Pfosten-Riegelfassade erforderlich. Eine „*erhöhten Nachtlüftung*“ mit einem 2-fachen Luftwechsel pro Stunde ist für alle kritischen Räume unverzichtbar. Da im vorliegenden Fall teilweise keine mechanischen RLT-Anlagen vorgesehen sind, ist die „*erhöhte Nachtlüftung“* über manuelles Öffnen der Fenster zu realisieren. Die entsprechenden Fenster werden mit Wetterschutzgittern versehen und liegen bei Räumen mit 2 verschiedenen Außenwänden gegenüber um eine Querlüftung zu ermöglichen. Vor den verglasten Werkstatttoren und Türen sind keine Außenliegenden Verschattungen möglich.

Da der Nachweis für den sommerlichen Wärmeschutz mit dem vereinfachten Verfahren unter den gegebenen Randbedingungen grundsätzlich erbracht werden kann, ist hier eine weitergehende Überprüfung mittels dynamisch-thermischer Simulationsrechnung derzeit nicht erforderlich.

Anmerkung zur Nachtlüftung::

Wird zur Nachweisführung eine erhöhte bzw. hohe Nachtlüftung berücksichtigt und soll diese Nachtlüftung nicht durch manuelles Fensterlüften bewerkstelligt werden, sondern durch die geplante mechanische Lüftungsanlage (z.B. Abluftanlagen, Zu- u. Abluftanlagen, RLT-Anlagen) sind diese vom TGA-Planer so zu dimensionieren, dass mindestens ein zwei- bzw. fünffacher Luftwechsel pro Stunde im Nachtzeitraum realisierbar ist.

Anmerkung zu Treppenhäusern und Verbindungsflure mit Fenstern:

Gemäß dem Vorwort zur DIN 4108-2 [6] ist folgender Zweck angegeben:

…„Durch Mindestanforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz nach Abschnitt 8 soll die sommerliche thermische Behaglichkeit in Aufenthaltsräumen sichergestellt und eine hohe Erwärmung der Aufenthaltsräume vermieden und der Energieeinsatz für Kühlung vermindert werden.“ …

Da gemäß DIN 4108-2 in Verbindung mit DIBt-Auslegungsfragen [15] die Verkehrsflächen nicht zu „*kritischen Aufenthaltsräumen*“ zählen bzw. nicht zum ständigen Aufenthalt von Personen bestimmt sind, kann hier auf eine nähere Betrachtung verzichtet werden. Gleiches gilt für Lager-, Abstell-, Sanitär- und andere Räume mit Nebenfunktionen. Es wird jedoch dringend empfohlen die Möglichkeit für eine „*natürliche“ Belüftung* (Durchzug vom EG bis DG) auch in den Verkehrsflächen sicherzustellen.

6.4.2. Thermische Gebäudesimulation

Für den Fall, dass die Voraussetzungen zur Anwendbarkeit des vereinfachten „*Sonneneintragskennwerte-Verfahrens*“ nach Kap. 6.4.1 nicht oder nur eingeschränkt erfüllt sind oder genauere Analysen erforderlich werden, kann zur verbesserten Bewertung der thermischen Verhältnisse nach GEG 2024 § 14 Abs. 3 eine dynamisch-thermische Simulationsrechnung nach Kap. 8.4 der DIN 4108-2 in Verbindung mit DIN EN 16798 [20] durchgeführt werden.

Aufgrund der in Kap. 6.4.1 dargestellten Ergebnisse wird für die in Tabelle 15 genannten kritischen Räume **keine** dynamisch-thermische Simulationsrechnung durchgeführt.

Im folgenden Kap. 6.4.3 werden die erforderlichen Maßnahmen zum sommerlichen Wärmeschutz aus den Berechnungen nach dem „*Sonneneintragskennwerte-Verfahren*“ und der „*thermischen Simulationsrechnungen*“ zusammengefasst.

6.4.3. Maßnahmen zum „Sommerlichen Wärmeschutz“

Folgende Maßnahmen zum „*Sommerlichen Wärmeschutz*“ sind zu beachten:

Tabelle 17: Maßnahmen zum sommerlichen Wärmeschutz (Zusammenfassung)

1	2	3	4
Bauteil	**Parameter Kenngröße**	**Maßnahme / Randbedingung**	**Anmerkung**
Fenster (PR)	**U_{PR}-Wert** Pfosten-Riegel Glasfassade	PR-Glasfassade: (Eingangsbereich) Der U_{PR}-Wert der PR-Fassadenfenster im EG ist mit U_{PRF} ≤ 1,0 [W/m²K] auszuführen. Technische Angaben zur PR-Glasfassade liegen derzeit nicht vor. Der U_{PR}-Wert ist vom Hersteller gesondert zu berechnen und als Nachweisdokumentation vorzulegen.	- siehe Anhang 15 - siehe Anhang 23 - Alle PR-Fassaden erhalten 3-Scheiben-WSG. - Der einzuhaltende U_{PR}-Wert ist der Anlage 1 (Projektdokumentation) zu entnehmen.
	g-Wert PR-Verglasung:	Der Gesamtenergiedurchlassgrad der PR-Verglasung beträgt: Pfosten-Riegel-Fassade EG: g ≤ 0,35 (w02)	
Fenster (VF)	**U_{VF}-Wert** Glasfassade	- hier gegenstandlos -	
	g-Wert Glasfassade:	- hier gegenstandlos -	
Glastüren (Außentüren/ Tore)	**$U_{Tür}$-Wert** (verglaste Außentüren)	Der $U_{Tür}$-Wert der verglasten Außentüren beträgt: $U_{Tür}$ ≤ 1,3 [W/m²K] U_{Tor} ≤ 1,3 [W/m²K] Der Gesamtenergiedurchlassgrad (g-Wert) der Verglasung der verglasten Zugangstüren zu den Verkehrsflächen beträgt g ≤ 0,5	
	g-Wert Glastüren:	Der Gesamtenergiedurchlassgrad der Glastüren und Tore beträgt: EG: g ≤ 0,5	
Fenster (Fassade)	**U_W-Wert** Fassadenfenster Fenstertüren Fensterbänder w(01), w(02)	Der U_W-Wert der Fassadenfenster/Fensterbänder ist mit $U_{W,Fenster}$ ≤ 0,9 [W/m²K] auszuführen. Technische Angaben liegen derzeit nicht vor. Der U_W-Wert ist vom Hersteller gesondert zu berechnen und als Nachweisdokumentation vorzulegen. Verglasung: 3-Scheiben-WSG Rahmen: Aluminium (Annahme)	- siehe *Tabelle 8* - siehe Anhang 23 Nr. 27 - siehe Anlage 1 (Projektdokumentation) - Alle Fassadenfenster erhalten 3-Scheiben-WSG.
	g-Wert w(01), w(02)	Der Gesamtenergiedurchlassgrad der Fassadenfenster beträgt: Standardverglasung Fassadenfenster: g ≤ 0,5 gültig für alle Fassadenfenster und alle Himmelsrichtungen	
Fenster (Gaube)	**$U_{W,Gaube}$-Wert** Gaubenfenster u. Fenstertüren	- hier gegenstandslos -	
	g-Wert Gaubenfenster	- hier gegenstandlos -	
Fenster (Glasdach)	**$U_{W,Dach}$-Wert** Glasdächer:	- hier gegenstandlos -	
	g-Wert Glasdach	- hier gegenstandlos -	
Fenster (DFF) Dachflächenfenster	**$U_{w,DFF}$-Wert** Dachflächenfenster	- hier gegenstandlos -	
	g-Wert DFF	- hier gegenstandlos -	
Fenster (Lichtkuppel (LK)) bzw. RWA-Anlagen	**U_{LK}-Wert** w(03)	Lichtkuppeln (LK): U_{LK}-Wert ➞ Lichtkuppeln befinden sich in beheizten Zonen. Technische Angaben zu den Lichtkuppeln liegen derzeit noch nicht vor. Der Berechnungen liegt ein U_{LK} ≤ 1,50 [W/m²K] zugrunde. Der einzuhaltende U_{LK}-Wert ist der Anlage 1 (Projektdokumentation) zu entnehmen. Der U_{LK}-Wert ist für jeden Lichtkuppeltyp vom Hersteller gesondert zu berechnen und als Nachweisdokumentation vorzulegen.	- siehe *Tabelle 8* - siehe Anhang 15 - siehe Anhang 23 Nr. 27 - siehe Anlage 1 (Projektdokumentation)
	g-Wert Lichtkuppel	Der Gesamtenergiedurchlassgrad der Lichtkuppeln beträgt: Lichtkuppel Typ 1: g ≤ 0,60	

Tabelle 17: Maßnahmen zum sommerlichen Wärmeschutz (Zusammenfassung)

1	2	3	4
Bauteil	**Parameter Kenngröße**	**Maßnahme / Randbedingung**	**Anmerkung**
	w(03)		
Kühlung	**Erhöhte Nachtlüftung**	mit n ≥ 2/h zwi. 23:00 und 6:00 Uhr: Eine erhöhte Nachtlüftung während der zweiten Nachthälfte kann an heißen Sommertagen in den kritischen Aufenthaltsräumen erforderlich werden. Da keine mechanische Be- und Entlüftung geplant ist, muss die Nachtlüftung manuell durchgeführt werden Die entsprechenden Fenster werden mit Wetterschutzgittern versehen und liegen bei Räumen mit 2 verschiedenen Außenwänden gegenüber um eine Querlüftung zu ermöglichen.	- siehe *Tabelle 15* - siehe Anlage 1
Kühlung	**Erhöhte Taglüftung**	mit n ≤ 3/h zwi. 7:00 und 18:00 Uhr (NWG): Eine erhöhte Taglüftung ist nur im Rahmen einer dynamisch-thermischen-Simulationsrechnung möglich und wurde hier im Rahmen der Nachweisführung zum sommerlichen Wärmeschutz nicht untersucht bzw. ist nicht erforderlich.	- siehe *Tabelle 15* - siehe Anlage 1
Kühlung	**Hohe Nachtlüftung**	mit n ≥ 5/h zwi. 23:00 und 6:00 Uhr: Eine hohe Nachtlüftung ist im Rahmen der Nachweisführung unter den gegebenen Randbedingungen zum sommerlichen Wärmeschutz nicht erforderlich.	- siehe *Tabelle 15* - siehe Anlage 1
Kühlung	**passive Kühlung**	Eine passive Kühlung ist im Rahmen der Nachweisführung zum sommerlichen Wärmeschutz nicht erforderlich und auch planerseitig nicht vorgesehen.	
Verglasung	**SSV:** Sonnenschutzverglasung	Eine Sonnenschutzverglasung mit einem g-Wert der Verglasung ≤0,40 ist hinsichtlich des Nachweises zum sommerlichen Wärmeschutzes nach dem vereinfachten Verfahren für die Fassadenfenster erforderlich bzw. wurde rechnerisch berücksichtigt..	- siehe *Tabelle 8* - siehe Anlage 1 - siehe g-Werte oben in der Tabelle
Verschattung	**Fc-Wert** außenliegender Sonnenschutz	Den Berechnungen zum sommerlichen Wärmeschutz liegen folgende Fc-Werte zugrunde: 1.-2.OG: Standardfenster mit Raffstore ➞ F_c-Wert = 0,25	- siehe Anhang 17 - siehe Def. S. 72 - siehe Anhang 16
Verschattung	Teilbestrahlungsfaktoren durch bauliche Verschattung F_S mittels F_h, F_o, F_f	horizontal Fh: ➞ siehe Anlage 1 Überhang Fo: ➞ siehe Anlage 1 seitlich Ff: ➞ siehe Anlage 1 Die Teilbestrahlungsfaktoren, z.B. durch den Dachüberstand oder die Balkonplatte usw. wurden entsprechend berücksichtigt.	Verschattung der Fenster durch Bauwerke bzw. Bauwerksteile mittels Horizontal-, Überhang-, und /oder Seitenwinkel nach nach DIN V 18599-2:2018-09, A.2,
Verschattung	Eigenverschattung:	Aufgrund der Gebäudegeometrie und Lage kann nicht von einer dauerhaften Verschattung durch das Gebäude selbst ausgegangen werden.	
Verschattung	innenliegender Blendschutz:	Ein innenliegender Blendschutz (Sonnenschutzvorhang o.ä.) wird für die Nachweisführung rechnerisch nicht berücksichtigt. Ein innenliegender Blendschutz ist jedoch grundsätzlich zu empfehlen.	

Im Zuge der Werkplanung sind vom Architekten die exakte Verglasung nebst eindeutiger Verschattungsanlage festzulegen und zu dokumentieren. Für alle Fenster ist im Zuge der Ausschreibung von den Fachfirmen der **Uw-Wert des Fensters** anzugeben. Hierbei ist darauf zu achten, das nicht nur der U_g-Wert für Glas und der U_f-Wert für den Rahmen angegeben wird sondern immer der U_W-Wert des gesamten Bauteils ($U_{W,Fenster}$, $U_{Lichtkuppel}$, $U_{PR\text{-}Verglasung}$ usw.).

7. Ergebnisse und Bewertung

7.1. Berechnungsergebnisse

Die Anforderungen des GEG 2024 [1] für neu zu errichtende Nichtwohngebäude sind erfüllt, wenn der berechnete Jahres-Primärenergiebedarf Q_p $\left[\frac{kWh}{m^2\,a}\right]$ und die mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten $\bar{U}$ $\left[\frac{W}{m^2\,K}\right]$ der wärmeübertragenden Umfassungsflächen die in der folgenden Tabelle aufgeführten maximal zulässigen Höchstwerte (vgl. Tabelle 14) nicht überschreiten.

Nichtwohngebäude - Neubau

Folgende Ergebnisse der Energiebedarfsberechnung werden für die vorgesehene Planung (Planstand: 09.12.2025) ermittelt.

Tabelle 18: Berechnungsergebnisse nach GEG 2024 für Nichtwohngebäude-Neubau

1	2	3	4	5
	Anforderung (Raum-Soll-Temperatur)	**Ist-Wert** vorh. Gebäude	**Soll-Wert Referenzgebäude** (GEG 2024 Anl. 2) Anforderung GEG	**Anforderungen GEG 2024 eingehalten** (% vom Soll-Wert)
3	Opake Außenbauteile $\bar{U}$ $\left[\frac{W}{(m^2K)}\right]$ (≥19 °C)	0,18 0,12	**0,28 (GEG)** 0,18 (EG 40 EE)	**ja (64,30 %)** von 100 % ja (67,00 %) von 100 %
4	Transparente Außenbauteile $\bar{U}$ $\left[\frac{W}{(m^2K)}\right]$ (≥19 °C)	0,96 0,96	**1,50 (GEG)** 1,00 (EG 40 EE)	**ja (64,00 %)** von 100 % ja (96,00 %) von 100 %
5	Oberlichter / Lichtbänder, Türe, Tore $\bar{U}$ $\left[\frac{W}{(m^2K)}\right]$ (≥19 °C)	1,2 1,60	**2,50** (**GEG**) 1,6 (EG 40 EE)	ja (**60,00** %) von 100 % ja (100 %) von 100 %
	Anforderung Energiebedarf	**Ist-Wert** vorh. Gebäude	**Soll-Wert Referenzgebäude** (GEG 2024 Anl. 2)	**Anforderungen GEG 2024 eingehalten** (% vom Soll-Wert)
3	Jahres-Primärenergiebedarf Q_p [kWh/m²a]	34,71 34,70	**83,18 (GEG)** 156,7 (EG 40-EE)	**ja (40,30 %)** von 100 % ja (22,00 %) von 40 %

<u>Ergebnis Standardanforderung:</u> (GEG 2024)

Der Jahres-Primärenergiebedarf mit Q_p"= 34,71 kWh/(m²a) liegt um 59,7 % unter dem nach dem Gebäudeenergiegesetz für das Referenzgebäude berechneten Höchstwert von 83,18 kWh/(m²a). Des Weiteren ergeben sich in den beheizten Räumen die mittleren U-Werte der opaken / transparenten Bauteile des geplanten Neubaus zu $\bar{U}_{opak(\geq 19\,°C)}$ = 0,18 W/(m²K) und $\bar{U}_{trans(\geq 19\,°C)}$ = 0,96 W/(m²K) bzw. $\bar{U}_{OL(\geq 19\,°C)}$ = 1,2
W/(m²K) die somit die Anforderungen des GEG 2024 (vgl. Tabelle 14) deutlich unterschreiten.

<u>Ergebnis GEG:</u>

Die Anforderungen des Gebäudeenergiegesetzes (GEG 2023) [1] entsprechend dem Anforderungsniveau „*Nichtwohngebäude-Neubau*" werden eingehalten bzw. deutlich übertroffen.

<u>Ergebnis erhöhte Anforderung</u>: (BEG - Effizienzgebäude 40)

Der Jahres-Primärenergiebedarf mit Q_p"= 34,70 kWh/(m²a) liegt um 18 % unter dem nach dem BEG EG 40 für das Referenzgebäude berechneten Höchstwert von 156,7 kWh/(m²a). Des Weiteren ergeben sich die mittleren U-Werte der opaken / transparenten / Tür Bauteile des geplanten Neubaus zu $\bar{U}_{opak(\geq 19\,°C)}$ = 0,12 W/(m²K), $\bar{U}_{trans(\geq 19\,°C)}$ = 0,96 W/(m²K) und $\bar{U}_{OL(\geq 19\,°C)}$ = 1,60 W/(m²K) die somit die Anforderungen der Richtlinie für die Bundesförderung für effiziente Gebäude – Nichtwohngebäude (BEG NWG) EG 40 Standard erfüllen (vgl. TMA im Anhang 22).

<u>Ergebnis BEG-NWG (nur zum Vergleich):</u>

EG 40: Die über das Anforderungsniveau des GEG 2024 hinausgehenden erhöhten Anforderungen für Effizienzgebäude 40 (GEG 2024 / Neubau NWG **/ EG40**; siehe Kap. 1.2) werden ebenfalls eingehalten.

Bemerkung:

Das derzeitige Ergebnis zeigt, dass im weiteren Baufortschritt keine nennenswerten bautechnischen und anlagentechnischen Verschlechterungen zulässig sind.

/ EG40 / EG40

<u>Ergebnis Mindestwärmeschutz:</u>

Es zeigt sich, dass alle energetisch relevanten Bauteile die Anforderungen an den Mindestwärmeschutz gemäß Tabelle 3 DIN 4108-2 [6] erfüllen. Die überprüften Bauteile sind in der Anlage 1 (Projektdokumentation) im Kapitel *„Bautechnik - Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2"* aufgelistet.

<u>Ergebnis Luftdichtheitsmessung - „*Blower-Door-Test*"</u>

Eine Dichtheitsprüfung wird in der vorliegenden Untersuchung (vgl. Kap. 3.6.2 und Kap. 6.2) für den hier betrachteten Neubau *„Gebäude I“ rechnerisch berücksichtigt, so* dass **nach** Fertigstellung des Gebäudes ein entsprechender messtechnischer Nachweis der Luftdichtheit („Blower-Door-Test“) erforderlich ist.

Im Hinblick auf eine energetisches Gesamtbetrachtung wird unabhängig von einer rechnerischen Berücksichtigung grundsätzlich empfohlen nach Abschluss der Baumaßnahmen eine Luftdichtheitsprüfung durchzuführen.

7.2. Anteil Erneuerbare Energien

Ergebnis Anteil erneuerbare Energien nach GEG 2024 § 71:

Die Anforderung an die Heizungsanlage nach GEG 2024 § 71 ist nur erfüllt, wenn **mindestens 65%** der bereitgestellten Wärme mit erneuerbaren Energien oder mit unvermeidbarer Abwärme erzeugt wird.

Die gebäudeenergetische Berechnung zeigt, dass hinsichtlich der Anforderung an die Heizungsanlage gemäß GEG 2024 § 71 der erforderliche Anteil an erneuerbaren Energien zur Erzeugung der benötigten Wärme von **mind. 65 %** allein durch die *„Fernwärme“* in Verbindung mit GEG § 71g erfüllt wird. Da die Wärmeerzeugung der „Nahwärmeheizung“ zum Zeitpunkt der Berichterstellung zu 100% mit einer „Fernwärme“ *erfolgt,* wäre der Nachweis für den Einsatz von mind. 65% erneuerbare Energie auch unter Bezugnahme auf GEG § 27 erbracht.

GEG: Die Anforderungen gemäß GEG 2024 § 71 Abs. (1) an den Einsatz von mind. 65% erneuerbarer Energien bei der Heizungsanlage werden durch folgende Anlagenkomponenten erfüllt)

- 100% „Wärmenetze“ (Nah-/Fernwärme), gem. § 71b (s. Anhang 2)

Die Anforderungen des GEG 2024 an die Nutzung von erneuerbaren Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung sind somit erfüllt.

Ergebnis Anteil erneuerbare Energien für EE-Klasse bei BEG-Effizienzgebäude:

BEG: Die Anforderungen an ein „*BEG-Effizienzgebäude*“ gem. den BEG TFAQ (WG/NWG) [77] an den Einsatz von mind. 65% erneuerbarer Energien werden erfüllt durch:

Maßnahme	Erzeuger	Regenerativer Anteil des Energieträgers	Durch Maßnahme gedeckter Anteil
Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien	PV-Anlage		4,28 %
Wärmenetze	Fernwärme LL (PEF 0,32)	65,00 % (Pauschaler Ansatz)	49,31 %
Wärmerückgewinnung	Zul/Abl-Anlage mit WRG		19,90 %
Gesamt			73,49 %

[1)] Der Einsatz einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung ist in der EE-Klasse verpflichtend.

Die Anforderungen der BEG zur Nutzung von erneuerbaren Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung für die EE-Klasse für ein „BEG-Effizienzgebäude“ gem. Kap. 14ff der TFAQ (WG/NWG) [77] **werden erfüllt.**

7.3. Vollzugsnachweise

Im GEG 2024 Teil 7 sind die Nachweisplichten des Bauherrn, seiner Erfüllungsgehilfen und der Handwerker geregelt. Zusammenfassend ist festzustellen, das fast für alle Tätigkeiten im Rahmen des GEG, d.h. für alle Maßnahmen an Gebäuden Nachweise zu erbringen sind.
Folgende Vollzugsnachweise werden mit GEG gefordert:

- Erfüllungserklärung siehe § 92, § 93, § 94, § 95
- Private Nachweise (Unternehmererklärungen) siehe § 96
- Schornsteinfeger-Nachweise (Prüfberichte) siehe § 97
- Registriernummer (Inspektion / Energieausweise) siehe § 98

Weitere Nachweisdokumente nebst Zuständigkeiten sind im Anhang 23 aufgeführt.

7.4. Wesentliche energetische Angaben

Für den Verkauf, Vermietung oder Verpachtung einer Immobilie müssen nach GEG 2024 § 87 [1] in Immobilienanzeigen folgende Pflichtangaben enthalten sein.

Tabelle 20: Wesentliche Angaben für Anzeigen nach GEG 2024 § 87

1	2
Pflichtangabe	**Ergebnis der wärmeschutztechnischen Untersuchung**
1. Art des Energieausweises	Energiebedarfsausweis
2a. Endenergiebedarf Wärme	103,00 kWh/(m²a) - (heizwertbezogen)
2b. Endenergiebedarf Strom	0,00 kWh/(m²a)
3. Wesentlicher Energieträger	Fernwärme Heizwerk „erneuerbar“ Holzhackschnitzel

7.5. Ergebnis Sommerlicher Wärmeschutz

Es zeigt sich, dass mit dem vereinfachten Nachweisverfahren über den Sonneneintragskennwert nach Kap. 8.3 DIN 4108-2 [6] **unter Berücksichtigung der beschriebenen Randbedingungen** bzw. Maßnahmen zum Sonnenschutz nebst den zugrundeliegenden Berechnungsparametern die Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz bzw. die max. zulässigen Sonneneintragskennwerte gemäß DIN 4108-2 für die exemplarisch berechneten, schutzbedürftigen

Räume **grundsätzlich eingehalten** werden können. Neben der erforderlichen außenliegenden Verschattung mittels variabler fensterparalleler Raffstoreanlagen bzw. Rollläden in Verbindung mit einer teilweise „*erhöhten Nachtlüftung*“ ist eine Sonnenschutzverglasung (g-Wert ≤0,4) für die Pfosten-Riegelfassade erforderlich. Eine „*erhöhten Nachtlüftung*“ mit einem 2-fachen Luftwechsel pro Stunde ist für alle kritischen Räume unverzichtbar. Da im vorliegenden Fall teilweise keine mechanischen RLT-Anlagen vorgesehen sind, ist die „*erhöhte Nachtlüftung“* über manuelles Öffnen der Fenster zu realisieren.

7.6. Energieausweis

Basierend auf den Grundsätzen des Energieausweises nach GEG 2024 § 79ff wird im vorliegenden Fall der Energieausweis auf Grundlage einer **Energiebedarfsrechnung** ausgestellt. Aufgrund der standardisierten Randbedingungen erlaubt der Energieausweis keine Rückschlüsse auf den tatsächlichen Energiebedarf. Der Energieausweis kann erst **nach Fertigstellung** des Gebäudes ausgestellt werden. Die Erstellung des Energieausweises ist bei der „*hils consult gmbh, ing.-büro für bauphysik*“ anzufordern und **wird nicht automatisch** erstellt. Wir weisen darauf hin, dass durch die Bayerische Ingenieurkammer **Stichprobenkontrollen** [48] zu den vorgelegten Energieausweisen durchgeführt werden. Die bei einer Kontrolle angeforderten Unterlagen sind u.a. auch in der Anhang 23 aufgeführt.

7.7. Ökobilanz/ LCA

Um das angestrebten Anforderungsniveau *„GEG 2024* / Neubau NWG **/ EG40***“* (vgl. Kap. 1.2) zu erreichen ist **keine Ökobilanz/ LCA (Life Cycle Analyse)** nach QNG erforderlich.

7.8. Nachhaltigkeits-Zertifikat (LEED, BREEM, DGNB usw.)

Neben dem angestrebten Anforderungsniveau *„GEG 2024* / Neubau NWG **/ EG40***“* (vgl. Kap. 1.2) ist **keine Nachhaltigkeitszertifizierung** geplant.

8. Allgemeine und projektbezogene Hinweise und Empfehlungen

(1) Anlagentechnik: Die zugrunde liegenden Berechnungen insbesondere im Hinblick auf die Einhaltung des angestrebten Anforderungsniveaus (s. Kap. 1) basieren zum großen Teil auf den vom HLS-Planer angegebenen anlagentechnischen Parametern. Änderungen der Anlagentechnik erfordern eine erneute gebäudeenergetische Untersuchung. Die hier zugrundeliegenden anlagentechnischen Parameter wurden mit dem HLS-Planer [e] soweit möglich abgestimmt. Änderungen der hier dokumentierten Anlagentechnik sind der hils consult gmbh schriftlich anzuzeigen.

(2) Ausführungsempfehlung für Kellerbauteile im Grundwasser: Bei besonders feucht-schwülen Wetterlagen ist ein vereinzelt auftretender sommerlicher Tauwasseranfall z.B. in Tiefgaragen und ähnlichen Bereichen mit hohem Luftwechsel aus hygrothermischer Sicht nicht vollständig vermeidbar, da die Außenluft sich dann bereits nahe des Wasserdampf-Sättigungsdruckes befindet und bereits eine geringe Abkühlung an erdberührten raumseitigen Oberflächen zu einer Taupunktsüberschreitung in Verbindung mit Kondensatanfall führen kann. Um dieses Problem zu minimieren wird dringend empfohlen alle im Bereich des Grundwassers bzw. des HHW liegenden erdberührten Bauteile (Kellerräume, Technikräume, Bodenkanäle, AZ-Schächte, usw.) mit einer umlaufenden Perimeterdämmung (PW und PB) herzustellen. **- hier gegenstandslos -**

(3) Ausführungsempfehlung für Perimeterdämmung im Grundwasser: Die Verwendung einer Perimeterdämmung im „*drückenden Wasser*“, stellt erhöhte Anforderungen an das Material und an die fachgerechte Verarbeitung. Die Eignung der Perimeterdämmung ist mittels *„allg. bauaufsichtlicher Zulassung“* nachzuweisen. Neben den erforderlichen wärmeschutztechnischen Materialeigenschaften (z.B. jeweilige anwendungsbezogene Bemessungswerte der Wärmeleitfähigkeit) ist besonders auf eine fachgerechte Verarbeitung entsprechend der Einbauvorschriften des Herstellers zu achten (z.B. vollflächige Verklebung, Verwendung von Dämmplatten mit Stufenfalz, Sicherung gegen Auftrieb, Fugenabdichtung, Verlegung im Versatz usw.). **- hier gegenstandslos -**

(4) Blower-Door-Test: Eine Dichtheitsprüfung wird in der vorliegenden Untersuchung (vgl. Kap. 3.6.2 und Kap. 6.2) für den hier betrachteten Neubau *„Gebäude I“ rechnerisch berücksichtigt, so* dass **nach** Fertigstellung des Gebäudes ein entsprechender messtechnischer Nachweis der Luftdichtheit („Blower-Door-Test“) erforderlich ist. Im Hinblick auf eine energetisches Gesamtbetrachtung wird unabhängig von einer rechnerischen Berücksichtigung grundsätzlich empfohlen nach Abschluss der Baumaßnahmen eine Luftdichtheitsprüfung durchzuführen.

(5) Energieausweis: Der Energieausweis kann erst nach Fertigstellung des Gebäudes erstellt werden und ist durch die Bauherrnvertretung bzw. den Auftraggeber bei der „*hils consult gmbh*“ anzufordern.

(6) Gebäudehülle: Hinsichtlich des angestrebten Anforderungsniveaus (s. Kap. 1) wurden die energetisch wirksamen Bauteile in Abstimmung mit dem Architekten [a] soweit möglich optimiert. Änderungen der hier in der Anlage 1 dokumentierten Bautechnik sind der hils consult gmbh schriftlich anzuzeigen.

(7) Hinweis zu Wärmeleitgruppe (WLG) bzw. Wärmeleitstufe (WLS); Die Wärmeleitstufe (WLS) gibt die Durchlassfähigkeit eines Materials für den Wärmestrom an. Im Zuge der EU-Normharmonisierung und der Bemühungen, europäische Standards und Normen zu vereinheitlichen, wird die Bezeichnung Wärmeleitgruppe (WLG) durch Wärmeleitfähigkeitsstufe (WLS) ersetzt. Bei der WLS erfolgt die Einteilung der Stufen in 1er-Schritten, z. B. WLS 019 oder 032, bei der WLG in 5er-Schritten mit Aufrundung, z.B. WLG 035 oder WLG 045. Ein Dämmstoff mit der Wärmeleitfähigkeit 0,032 W/(mK) zählt folglich zur WLS 032 und WLG 035. Die Verwendung der Bezeichnung WLG ist daher aus bauphysikalischer Sicht zu ungenau und kann bei Unkenntnis zur Verwendung falscher Dämmstoffe führen. Hinsichtlich einer eindeutigen und genauen Dämmstoffbezeichnung empfehlen wir ausdrücklich den Begriff WLS im Sinne eines wärmetechnischen Bemessungswertes zu verwenden.

(8) Luftdichtheitskonzept: Zur Vermeidung von Feuchteschäden infolge Undichtigkeiten ist das hier vorgestellte Lüftungskonzept von allen Baubeteiligten (Baufirma, Architekt, HLS-Fachplaner, Putzer, Elektriker usw.) zu beachten und weiterzuführen. Im Zuge der Werkplanung (Ausführungsdetails) hat der Entwurfsverfasser entsprechende Angaben zur Luftdichtheit zu planen.

(9) Lüftungskonzept: Das hier zugrundeliegende Lüftungskonzept basiert im Wesentlichen auf einer *„freien Lüftung“* für die Werkstätten und einer vollständigen mechanischen Be- und Entlüftung über detaillierte „Lüftungskonzept“ *ist durch* den HLS-Fachplaner zu beschreiben.

(10) Nachweisdokumentation: Gemäß GEG 2024 Teil 7 ist der Vollzug der Maßnahmen nachzuweisen (Vollzugsnachweis). Neben dem öffentlich-rechtlichen Nachweis (Energieausweis) sind weitere

Nachweisdokumente (Erfüllungserklärung, Unternehmererklärung, Schornsteinfeger-Prüfberichte usw.) zu erstellen (s. Kap. 7.3). Die im Anhang 23 aufgeführten Nachweisdokumente sind im Zuge des Baufortschrittes durch die Bauherrnvertretung bei den Fachplanern anzufordern und zu dokumentieren.

(11) PV-Anlage: Auf dem Flachdach des Neubaus ist eine PV-Anlage (siehe Anhang 8) mit einer Gesamtfläche von 552 m² sowie einer Peak Leistung vom 114,30 W/m² geplant. Die PV-Anlage ist zur Einhaltung des angestrebten Anforderungsniveaus erforderlich, es gilt zusätzlich die Solaranlagenpflicht nach der Bayerische Bauordnung [5], Art. 44a (vgl. Anhang 8).

(12) Regeldetails: Der Entwurfsverfasser [a], [c] hat im Rahmen der Werkplanung für die maßgeblichen Wärmebrücken Regeldetails auszuarbeiten. Typische Ausführungsfehler wie fehlende Blendrahmenüberdeckung, fehlende Perimeterdämmung im Bereich der Gründung oder fehlende Flankendämmung sind mittels detaillierter Werkpläne (Grundrisse und Schnitte) in allen Planungsphasen (Eingabeplanung, Werkpläne, Ausführungsdetails usw.) auszuschließen. Die Anschlussdetails gemäß den Planungsbeispielen nach Beiblatt 2 zu DIN 4108 [7] sind zu beachten.

(13) Sommerlicher Wärmeschutz: Es zeigt sich, dass mit dem vereinfachten Nachweisverfahren über den Sonneneintragskennwert nach Kap. 8.3 DIN 4108-2 [6] unter Berücksichtigung der beschriebenen Randbedingungen bzw. Maßnahmen zum Sonnenschutz nebst den zugrundeliegenden Berechnungsparametern die Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz bzw. die max. zulässigen Sonneneintragskennwerte gemäß DIN 4108-2 für die exemplarisch berechneten, schutzbedürftigen Räume grundsätzlich eingehalten werden können. Neben der erforderlichen außenliegenden Verschattung mittels variabler fensterparalleler Raffstoreanlagen bzw. Rollläden in Verbindung *mit einer* teilweise „erhöhten Nachtlüftung“ ist eine Sonnenschutzverglasung (g-Wert ≤0,4) für die Pfosten-Riegelfassade erforderlich. Eine „erhöhten Nachtlüftung“ mit einem 2-fachen Luftwechsel pro Stunde ist für alle kritischen Räume unverzichtbar. Da im vorliegenden Fall teilweise keine mechanischen RLT-Anlagen vorgesehen *sind, ist* die „erhöhte Nachtlüftung“ über manuelles Öffnen der Fenster zu realisieren. Da der Nachweis für den sommerlichen Wärmeschutz mit dem vereinfachten Verfahren unter den gegebenen Randbedingungen grundsätzlich erbracht werden kann, ist hier eine weitergehende Überprüfung mittels dynamisch-thermischer Simulationsrechnung derzeit nicht erforderlich.

(14) U-Wert-Zuschlag WDVS: Beim geplanten WDVS ist die Dämmung zu kleben und zu dübeln. Für die Dübel-Befestigung ist ein U-Wert-Zuschlag zu berücksichtigen. Die Projektleitung bzw. der Bauherr hat den maßgeblichen U-Wert-Zuschlag beim Systemhersteller anzufordern und der hils-consult gmbh vor der Bauausführung zur Anpassung der energetischen Berechnung zu übergeben. Derzeit wird der U-Wert-Zuschlag rechnerisch abgeschätzt (s. Kap. 6.3.2).

(15) Wärmebrückenkonzept: Gemäß dem hier berücksichtigten Wärmebrückenkorrekturwert von ΔUWB = 0,1 W/(m²K) ist kein Gleichwertigkeitsnachweis mit den Ausführungsbeispielen nach DIN 4108 - Bbl. 2 [7] zu führen (siehe Anlage 4). In Fällen in denen von bewährten Konstruktionen nach DIN 4108 Beiblatt 2 abgewichen wird oder eine entsprechend konforme Ausführung der Wärmebrücken konstruktionsbedingt nicht möglich ist, sind detaillierte Wärmebrückenuntersuchungen durchzuführen. Wir empfehlen bei der Erstellung von Ausführungsdetails die Verwendung von Wärmebrückendetails (Wärmebrückenkataloge) der Baustoffindustrie bzw. der entsprechenden Fachverbände. Die allg. anerkannten Regeln der Technik sind zu beachten. Das hier erfasste Wärmebrückenkonzept (s. Kap. 4.1.2 auf S. 38) ist von den Planern (Architekt, HLS-Planer) in Abstimmung mit dem Bauphysiker umzusetzen.

(16) Wärmebrücken: Die Stützenköpfe unter dem 1.OG (Parkflächen) sind thermisch zu entkoppeln.

(17) Wärmedämmungen: Die in der Anlage 1 festgelegten wärmegedämmten Bauteile bzw. Dämmstoffe wie PW, PB, WDZ, WDVS, ZSD, ASD usw. dürfen nicht durch andere Bauteile (z.B. Regenfallrohr, Entwässerungsrinnen, Dacheinläufe, Kanäle, Klinkerfassade, Kabelkanäle, Lüftungsrohre usw.) nennenswert geschwächt werden. Sind Durchdringungen bzw. Schwächungen der Dämmebene nicht vermeidbar sind entsprechende konstruktive Ersatzmaßnahmen bzw. Flankendämmungen vorzusehen.

9. Zusammenfassung

Das Landratsamt Landsberg plant die Generalsanierung der beruflichen Schulen in *Landsberg, Spitalfeldstraße* 11, 86899 Landsberg. Das Bauvorhaben besteht aus 7 Gebäuden A, B, T (Turnhalle), E, G, H und I. Das aus energetischer Sicht freistehende, Gebäude I besteht aus einem eingeschossigen Bau und wird in Hybridbauweise teilweise aus Stahlbeton mit vorgehängter Fassade und tlw. aus Holzständerwänden errichtet. Der horizontale untere Gebäudeabschluss erfolgt durch die Erdgeschoss-Bodenplatte mit Perimeterdämmung und den Bodenplatten der Werkstattgruben mit Perimeterdämmung. Den oberen Gebäudeabschluss bildet eine Flachdachkonstruktion aus BSH mit Aufdachdämmung.

Die Wärmeerzeugung für die Gebäudebeheizung erfolgt zu 100 % über die Fernwärme der Stadt Landsberg am Lech. *Der Heizungsraum befindet* sich im nagegelegenen Hauptgebäude *der Beruflichen* Schule. Im geplanten Neubau (Gebäude I) befindet sich lediglich eine Unterverteilung (Übergabestation). Die Heizungsanlage besteht aus einer Fernwärmeübergabestation *(anteilige* Nennleistung 68,51 kW) ohne einen 1.200 Liter Heizungspufferspeicher. Ein „zweiter Wärmeerzeuger“ ist nicht vorgesehen. Die Wärmeübergabe an die Räume erfolgt über Fußbodenheizungen nebst raumweiser Bauteilaktivierung der Bodenplatte. Eine zusätzliche Raumerwärmung mit Warmluft über eine RLT-Anlage ist nicht vorgesehen.

Die Trinkwassererwärmung (TWW) erfolgt im Gebäude ausschließlich dezentral-elektrisch mittels Untertischgräten.

Das Lüftungskonzept sieht in erster Linie eine „freie Lüftung“ der Werkstätten vor. In allen anderen Räumen erfolgt die Be- und Entlüftung im Wesentlichen über eine vollständige mechanische Be- und Entlüftung mit WRG (s. Anhang 6).

Die Planung sieht eine dezentrale Raumkühlung mittels Split-Klimageräten vor. (s. Anhang 3). Die Kälteerzeugung erfolgt dabei über Kompressionskältemaschinen (Außeneinheiten) auf dem Dach des Neubaus. Die Kälteverteilung zu den Inneneinheiten erfolgt über gedämmte Kühlmittelleitungen in den Abhangdecken. In den entsprechenden Räumen im Erdgeschoss und den Obergeschossen erfolgt dann die Kälteübergabe an die Raumluft mittels Umluftkühlung über Decken- und/oder Wandgeräte.

Auf dem Flachdach des Neubaus ist eine PV-Anlage (siehe Anhang 8) mit einer Gesamtfläche von 552 m² sowie einer Peak Leistung vom 114,30 W/m² geplant. Die PV-Anlage ist zur Einhaltung des angestrebten Anforderungsniveaus erforderlich, es gilt zusätzlich die Solaranlagenpflicht nach der Bayerische Bauordnung [5], Art. 44a (vgl. Anhang 8).

Die Berechnungen erfolgen entsprechend dem Planstand vom 09.12.2025 [a] nebst Ergänzungen / Abstimmungen mit den Fachplanern [d], [e] und [f].

Für das gegenständliche Gebäude ist der Nachweis des energiesparenden Wärmeschutzes gemäß § 18 GEG 2024 [1] anhand der Anforderungskriterien „Nichtwohngebäude - Neubau“ zu führen.

Ein bzgl. des GEG 2024 erhöhtes *Anforderungsniveau* im Sinne der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) entsprechend dem BEG EG 40 Standard wird durch den Bauherrn angestrebt (s. Anhang 22).

Die Kurzbezeichnung für das hier maßgebliche Anforderungsniveau lautet somit „GEG 2024 / Neubau NWG / EG40“ (vgl. Kap. 1.2).

Hinsichtlich des angestrebten Anforderungsniveaus werden die energetisch wirksamen Bauteile sowie die Anlagentechnik zusammen mit den Fachplanern [d], [e] und [f] entsprechend optimiert.

Es zeigt sich, dass mit der vorliegenden Planung sowohl die Anforderungen an den
- den Mindestwärmeschutz gemäß DIN 4108-2 [6], sowie
- den sommerlichen Wärmeschutz gemäß DIN 4108-2 [6], als auch die Vorgaben
- des Gebäudeenergiegesetzes (GEG 2024 [1])

für das Bauvorhaben eingehalten werden können.

Der Nachweis zum energiesparenden Wärmeschutz erfolgt
- **mit** Luftdichtheitsprüfung (siehe Anhang 21) und
- **ohne** Gleichwertigkeitsnachweis (siehe Anlage 4)

Die Anforderungen an ein „Niedrigstenergiegebäude“ nach GEG 2024 §°10 Abs. (2) werden für das NWG (Gebäude I) gemäß den Anforderungen nach § 18, § 19 und § 71 Abs. (1) erfüllt.

GEG: Die Anforderungen gemäß GEG 2024 § 71 Abs. (1) an den Einsatz von mind. 65% erneuerbarer Energien bei der Heizungsanlage werden durch folgende Anlagenkomponenten erfüllt)

- 100% „Wärmenetze“ (Nah-/Fernwärme), gem. § 71b (s. Anhang 2)

BEG: Die Anforderungen an ein „*BEG-Effizienzgebäude*“ gem. den BEG TFAQ (WG/NWG) [77] an den Einsatz von mind. 65% erneuerbarer Energien werden erfüllt durch:

Maßnahme	**Erzeuger**	**Regenerativer Anteil des Energieträgers**	**Durch Maßnahme gedeckter Anteil**
Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien	PV-Anlage		4,28 %
Wärmenetze	Fernwärme LL (PEF 0,32)	65,00 % (Pauschaler Ansatz)	49,31 %
Wärmerückgewinnung	Zul/Abl-Anlage mit WRG		19,90 %
Gesamt			73,49 %

[1)] Der Einsatz einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung ist in der EE-Klasse verpflichtend.

Die Anforderungen der BEG zur Nutzung von erneuerbaren Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung für die EE-Klasse für ein „BEG-Effizienzgebäude“ gem. Kap. 14ff der TFAQ (WG/NWG) [77] **werden erfüllt.**

10. Sonstiges

Dieser Bericht ist nur für seinen vorgesehenen Zweck bestimmt und darf auch auszugsweise nur nach Genehmigung durch das Büro hils consult gmbh vervielfältigt, gezeigt oder veröffentlicht werden. Einer Veröffentlichung im Internet o.ä. wird ausdrücklich nicht zugestimmt.

Diese Gebäudeenergetische Untersuchung besteht aus folgenden Unterlagen:

Untersuchungsbericht - 73 Seiten
Anhänge - 29 Seiten
Anlage 1: Projektdokumentation - 148 Seiten
Anlage 2: Pläne, Skizzen, Zonierung, Raumbuch - 24 Seiten
Anlage 3: Gleichwertigkeitsnachweis - - entfällt -

Kaufering, den 06.02.2026

hils consult gmbh

Dr.rer.nat. Th. Hils
(GF/TL)

M.Sc. Rosa Schulze
(TB)

Weiterführende Regelwerke und Literatur

[12] Anlagentechnik: Prozesswärme - siehe BEG FAQ (WG/NWG) Kap. 8.19 [77]

[13] BEG: Richtlinien zur Bundesförderung - siehe BEG-Dokumente auf Seite 71

[14] Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung - 2023 – Auslegungsfragen: Auslegung zu §§ 15 und 18 GEG 2020 (Berücksichtigung von Schwimmbädern in Wohn- und Nichtwohngebäuden); https://www.geg.bund.de/GEGPortal/DE/Rechtsgrundlage/Auslegungen/Paragraphen%2015%20und%2018%20GEG.html

[15] DIBt-Auslegungsfragen: - siehe Abkürzungsverzeichnis auf Seite 72

[16] DIN 18533-1:2017-07, Abdichtung von erdberührten Bauteilen - Teil 1: Anforderungen, Planungs- und Ausführungsgrundsätze, Ausgabe: 2021-07

[17] DIN EN 13053:2020-05: Lüftung von Gebäuden - Zentrale raumlufttechnische Geräte - Leistungskenndaten für Geräte, Komponenten und Baueinheiten; Deutsche Fassung EN 13053:2020-05

[18] DIN EN 15643:2021-12, Nachhaltigkeit von Bauwerken - Allgemeine Rahmenbedingungen zur Bewertung von Gebäuden und Ingenieurbauwerken; Deutsche Fassung EN 15643:2021, Ausgabe 2021-12

[19] DIN EN 15804:2022-03, Nachhaltigkeit von Bauwerken - Umweltproduktdeklarationen - Grundregeln für die Produktkategorie Bauprodukte; Deutsche Fassung EN 15804:2012, Ausgabe 2022-03

[20] DIN EN 16798-1:2022-03, Energetische Bewertung von Gebäuden - Lüftung von Gebäuden - Teil 1: Eingangsparameter für das Innenraumklima zur Auslegung und Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden bezüglich Raumluftqualität, Temperatur, Licht und Akustik - Modul M1-6; Deutsche Fassung EN 16798-1:2019

[21] DIN EN 16798-3:2017-11, Titel (Deutsch): Energetische Bewertung von Gebäuden - Lüftung von Gebäuden - Teil 3: Lüftung von Nichtwohngebäuden - Leistungsanforderungen an Lüftungs- und Klimaanlagen und Raumkühlsysteme (Module M5-1, M5-4); Deutsche Fassung EN 16798-3:2017; (Entwurf DIN EN 16798-3:2022-12)

[22] DIN EN 1991-1-4:2010-12, Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen - Windlasten; (z.B. Bestimmung Windlastzone) Ausgabe: 2010-12

[23] DIN EN ISO 52016-1:2018-04 Energetische Bewertung von Gebäuden - Energiebedarf für Heizung und Kühlung, Innentemperaturen sowie fühlbare und latente Heizlasten - Teil 1: Berechnungsverfahren (ISO 52016-1:2017); Deutsche Fassung EN ISO 52016-1:2017, Ausgabe: 2018-04 (Ersetzt DIN EN 832)

[24] DIN EN ISO 6946:2018-03, Bauteile - Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient - Berechnungsverfahren (ISO 6946:2017); Deutsche Fassung EN ISO 6946:2017, Ausgabe: 2018-03
DIN EN ISO 6946 Berichtigung 1:2023-04; Bauteile - Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient - Berechnungsverfahren (ISO 6946:2017, korrigierte Fassung 2021-12); Deutsche Fassung EN ISO 6946:2017; Berichtigung 1

[25] DIN 10077-01: DIN EN ISO 10077-1:2020-10, Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen - Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten - Teil 1: Allgemeines (ISO 10077-1:2017); korrigierte Fassung 2020-02); Deutsche Fassung EN ISO 10077-1:2017, Ausgabe: 2020-10

[26] DIN 10077-02: DIN EN ISO 10077-2:2018-01, Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen - Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten - Teil 2: Numerisches Verfahren für Rahmen (ISO 10077-2:2017); Deutsche Fassung EN ISO 10077-2:2017, Ausgabe: 2018-01

[27] DIN 10211: DIN EN ISO 10211:2018-03, Wärmebrücken im Hochbau - Wärmeströme und Oberflächentemperaturen - Detaillierte Berechnungen (ISO 10211:2017); Deutsche Fassung EN ISO 10211:2017, Ausgabe 2018-03

[28] DIN 12114: DIN EN 12114, Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden: Luftdurchlässigkeit von Bauteilen - Laborprüfverfahren, Ausgabe: 2000-04

[29] DIN 12207: DIN EN 12207:2017-03, Fenster und Türen - Luftdurchlässigkeit - Klassifizierung; Deutsche Fassung EN 12207:2016, Ausgabe: 2017-03

[30] DIN 18015: DIN 18015-5:2015-07: Elektrische Anlagen in Wohngebäuden - Teil 5: Luftdichte und wärmebrückenfreie Elektroinstallation; Ausgabe 2015-07

[31] DIN 18017: DIN 18017-3:2020-05 Lüftung von Bädern und Toilettenräumen ohne Außenfenster - Teil 3: Lüftung mit Ventilatoren; Ausgabe: 2020-05

[32] DIN 18055: DIN 18055:2020-09; Kriterien für die Anwendung von Fenstern und Außentüren nach DIN EN 14351-1; Diese Norm dient dazu, die Kriterien für die Anwendung von Fenstern, einschließlich Dachflächenfenstern, und Außentüren nach DIN EN 14351-1 objektbezogen zu ermitteln; Ausgabe: 2020-09

[33] DIN 18195: DIN 18195 Beiblatt 2:2017-07 - Abdichtung von Bauwerken - Hinweise zur Kontrolle und Prüfung der Schichtdicken von flüssig verarbeiteten Abdichtungsstoffen, Ausgabe: 2017-07

[34] DIN 18195: DIN 18195:2017-07 - Abdichtung von Bauwerken - Begriffe, Ausgabe: 2017-07

[35] DIN 18540: DIN 18540:2014-09; Abdichten von Außenwandfugen im Hochbau mit Fugendichtstoffen; Diese Norm gilt für die Ausbildung von Außenwandfugen und deren Abdichtung mit elastischen Fugendichtstoffen nach DIN EN 15651-1; Ausgabe: 2014-09

[36] DIN 1946: DIN 1946-6:2019-12, Raumlufttechnik - Teil 6: Lüftung von Wohnungen - Allgemeine Anforderungen, Anforderungen an die Auslegung, Ausführung, Inbetriebnahme und Übergabe sowie Instandhaltung, Ausgabe: 2019-12

[37] DIN 1946: DIN 1946-6-Bbl.1:2012-09, Raumlufttechnik -Teil 6: Lüftung von Wohnungen - Allgemeine Anforderungen, Anforderungen zur Bemessung, Ausführung und Kennzeichnung, Übergabe/Übernahme (Abnahme) und Instandhaltung – Beiblatt 1: Beispielberechnungen für ausgewählte Lüftungssysteme, Ausgabe: 2012-09

[38] DIN 277: DIN 277-1:2021-08: Grundflächen und Rauminhalte im Bauwesen - Teil 1: Hochbau, Ausgabe: 2021-08

[39] DIN 4108-04: DIN V 4108-04:2017-11, Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden - Teil 4: Wärme- und feuchteschutztechnische Bemessungswerte, Ausgabe: 2017-11

[40] DIN 4108-06: DIN V 4108-06:2003-06 Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden: Berechnung des Jahresheizwärme- und Jahresheizenergiebedarfs, Ausgabe 2003-06. Mit DIN V 4108-6 Berichtigung 1:2004-03 (Norm zurückgezogen)

[41] DIN 4108-07: DIN 4108-7:2011-01 Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden Teil 7: Luftdichtheit von Gebäuden, Anforderungen, Planungs- und Ausführungsempfehlungen sowie Beispiele, Ausgabe: 2011-01

[42] DIN 4108-08: DIN/TS 4108-8:2022-09 Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 8: Vermeidung von Schimmelwachstum in Wohngebäuden; Ausgabe 2022-09

[43] DIN 4108-10: DIN V 4108-10:2021-11: Wärmeschutz- und Energie - Einsparung in Gebäuden - Teil 10. Anwendungsbezogene Anforderungen an Wärmedämmstoffe; Ausgabe: 2021-11

[44] DIN 4701-10: DIN V 4701-10: Ausgabe: 2003-08 geändert durch DIN SPEC 4701-10/A1: 2016-05 Energetische Bewertung heiz- und raumlufttechnischer Anlagen -Teil 10: Heizung, Trinkwassererwärmung, Lüftung; aktuelle Ausgabe: 2016-05 (zurückgezogen)

[45] DIN 7345: DIN EN ISO 7345:2018-07, Wärmeverhalten von Gebäuden und Baustoffen - Physikalische Größen und Definitionen, Ausgabe: 2018-07

[46] DIN 9972: DIN EN ISO 9972:2018-12; Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden - Bestimmung der Luftdurchlässigkeit von Gebäuden - Differenzdruckverfahren (ISO 9972:2015); Deutsche Fassung EN ISO 9972:2015, Ausgabe: 2018-12

[47] EEWärmeG: Gesetz zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich (Erneuerbare Energien-Wärmegesetz - EEWärmeG); Ausfertigungsdatum: 07.08.2008; Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz vom 7. August 2008 (BGBl. I S. 1658), das zuletzt durch Artikel 261 der Verordnung vom 19.06.2020 (BGBl. I S. 1328) geändert worden ist.

[48] Energieausweis: Stichprobenkontrolle siehe https://www.bayika.de/de/kammer/aufgaben/kontrollstelle_enev/

[49] Fenster: Fachgerechte Montage, Abdichtung und Befestigung von Fenstern; Publikation – ift Rosenheim Wolfgang Jehl, Jürgen Benitz-Wildenburg, „Fenster richtig abdichten“, © 2014 Institut für Fenstertechnik e.V.; Theodor-Gietl-Straße 7-9; 83026 Rosenheim, www.ift-Rosenheim.de; info@ift-rosenheim.de

[50] Fenster: RAL-Montage 2024: Leitfaden zu Montage: Leitfaden zur Planung und Ausführung der Montage von Fenstern und Haustüren für Neubau und Renovierung; Herausgeber: Gütegemeinschaft Fenster, Fassaden und Haustüren e.V., Frankfurt, Ausgabedatum: März 2024

[51] Fenster: Technische Richtlinie Nr. 20: Leitfaden zur Planung und Ausführung der Montage von Fenstern und Haustüren für Neubau und Renovierung, Bundesinnungsverband des Glaserhandwerks, Verband Fenster + Fassade, RAL-Gütegemeinschaft Fenster und Haustüren e.V., erarbeitet vom Institut für Fenstertechnik e.V. Rosenheim(ift Rosenheim), 8. Aufl. 2024, Verlagsanstalt Handwerk GmbH Düsseldorf

[52] Leitfaden zur Planung neuer Hallengebäude nach Energieeinsparverordnung EnEV 2014 und Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz 2011 (Dieser Leitfaden zur Planung neuer Hallengebäude nach Energieeinsparverordnung EnEV 2014 und EEWärmeG 2011 wurde im Rahmen des Projektes EEEEH (Energieeffizienz und Nutzung erneuerbarer Energien in Hallengebäuden – Neubau und Bestand) mit Förderung des BMWi Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie erstellt (Förderkennzeichen 03MAP285). Stand: Januar 2015

[53] Luftdichtheit: „Bewertung von Fehlstellen in Luftdichtheitsebenen - Handlungsempfehlungen für Baupraktiker“, Forschungsbericht der Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesinstitutes für Bau-, Stadt- und Raumforschung., Ausgabe: Oktober 2016

[54] Luftdichtheit: „Checkliste-Mauerwerksbau“ Leitfaden Luftdichtheitskonzept; Hinweise und Empfehlungen zur Planung, Ausschreibung, Koordinierung, Umsetzung und Überprüfung der Luftdichtheitsschicht in Wohngebäuden – mit Checkliste für Mauerwerksbau; www.luftdicht.info; Stand: Mai 2019

[55] Luftdichtheit: Fachverband Luftdichtheit im Bauwesen e. V.; siehe www.flib.de/luftdichtheit.php

[56] Lüftung / Lüftungskonzepte: https://www.umweltbundesamt.de/publikationen ➞ Suchbegriff „Lüftung“ Publikationen fb_anforderungen_an_lueftungskonzeptionen_in_wohngebaeuden_bf.pdf, uba_empfehlungspapier_lueftung_unterrichtsgebaeude_final_bf.pdf, 180416_uba_flyer_schuleluften_bf.pdf

[57] Stahl-Leichtbau: ➞ Rockwool ➞ Dämmung von Stahlkassettenwänden; Ausgabe 12/2018 // Lagerhalle Nord ➞ Ultimate Fassaden-Dämmplatte-035; siehe https://www.isover.de/applications/wandkassette (inkl. Verlegeanleitung).

[58] Stahl-Leichtbau: Schnellbau-Dämmpaneel: Roma-DämmSysteme; https://www.romakowski.com/de/daemmsysteme

[59] VHF: FVHF-Effizienz-Tool für energetische Effizienzklasse der Unterkonstruktion; Fachverband Baustoffe und Bauteile für vorgehängte hinterlüftete Fassaden e.V. (FVHF) https://www.fvhf.de/Fassade/Effizienztool/index.php

[60] VHF: FVHF-Effizienz-Tool für energetische Effizienzklasse der Unterkonstruktion; Fachverband Baustoffe und Bauteile für vorgehängte hinterlüftete Fassaden e.V. (FVHF) https://www.fvhf.de/Fassade/Effizienztool/index.php

[61] VHF: PLANUNG UND AUSFÜHRUNG; FVHF-Leitlinien Planung und Ausführung von Vorgehängten Hinterlüfteten Fassaden (VHF) Stand: 01.11.2017; Herausgeber: Fachverband Baustoffe und Bauteile für vorgehängte hinterlüftete Fassaden e. V. (FVHF)

[62] Wärmebrücken: Ausführungsdetails Wärmebrücken: “www.meinziegelhaus.de“ (Mein Ziegelhaus GmbH & Co. KG, Rheinufer 108, D-53639 Königswinter, Tel. 0 22 23 - 296 678 0, Fax 0 22 23 - 296 678 1) https://www.zwk.de/ziegel-waermebrueckenkatalog-5_0/

[63] Wärmebrücken: dena Leitfaden Wärmebrücken ➞ siehe KfW: Wärmebrückenbewertung

[64] Wärmebrücken: Dena Leitfaden Wärmebrücken: „Wärmebrücken in der Bestandssanierung - Leitfaden für Fachplaner und Architekten, Herausgeber: Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) - Energieeffiziente Gebäude, Chausseestraße 128a, 10115 Berlin, Stand: 12/2015

[65] Wärmebrücken: Wärmebrückenkatalog für Passivhäuser / www.unipor.de; UNIPOR Ziegel Marketing GmbH, Landsberger Straße 392 81241 München, Tel. 089 749867-0, Fax 089 749867-11, E-Mail info@unipor.de)

[66] Wärmebrücken: Wärmebrückenkatalog Betonbau - Online-Programm unter www.planungsatlas-hochbau.de/ waermeschutz (Registrierung erforderlich); Informationszentrum Beton GmbH, Steinhof 39, 40699 Erkrath, Telefon: 0211 28048–1, Telefax: 0211 28048–320, E-Mail: izb@beton.org

[67] Wärmebrücken: Wärmebrücken-online: www.wärmebrücken-online.de/; Seitenbetreiber: FirstInVision Software GesmbH, Jesserniggstraße 11, A - 9020 Klagenfurt am Wörthersee und ZUB Systems GmbH Bettenhäuserstr. 4 34123 Kassel, Anbieter: Ingenieurbüro Prof. Dr. Hauser GmbH, Schöck Bauteile GmbH, Baukosteninformationszentrum Deutscher Architektenkammern GmbH (BKI)

BEG-Dokumente

1		2	3	4	5	6
Dokument		**Gebäu-deart**	**Programm**	**KfW - Bestell-nummer**	**Version**	**Stand**
[68]	BEG - Richtlinien - allgemein	WG NWG	--	https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Down-loads/S-T/tma-beg-em.html Stand: 10/2024		
[69]	BEG TMA (EM WG/NWG) - Technische Mindestanforderungen	EM WG NWG	--	siehe BEG; die techn. Mindestanforderun-gen sind im Anhang des jeweiligen BEG		
[70]	BEG NWG (Sanierung) Merkblatt BEG Nichtwohngebäude Kredit 263	NWG (Sanie-rung)	263	600 000 4822	--	02/2024
[71]	Infoblatt zur Antragstellung BEG Nicht-wohngebäude Kredit	NWG (Sanie-rung)	263	600 000 4849	--	02/2024
[72]	Infoblatt zur Antragstellung BEG Wohn- und Nichtwohngebäude - Kommunen Zuschuss (Programm 464)	WG NWG (Sanie-rung)	464	600 000 4853	--	02/2024
[73]	BEG WG Merkblatt – BEG Wohnge-bäude (BEG WG) „Kredit - Programm 261	WG (Sanie-rung)	261	600 000 4854	--	02/2024
[74]	Infoblatt zur Antragstellung BEG Wohn-gebäude Kredit 261 Effizienzhaus	WG (Sanie-rung)	261	600 000 4855	--	02/2024
[75]	BEG Infoblatt zu den förderfähigen Maß-nahmen und Leistungen - BEG	WG NWG	--	600 000 4863	9	01/2024
[76]	BEG TFAQ (EM) - Liste der technischen FAQ - BEG - Einzelmaßnahmen (EM)	WG NWG	--	600 000 4864	6.1	07/2024
[77]	BEG TFAQ (WG/NWG) - Liste der tech-nischen FAQ - Effizienzhäuser / Effi-zienzgebäude (WG/NWG)	WG NWG	--	600 000 4865	5	05/2023
[78]	Richtlinie für die Bundesförderung für ef-fiziente Gebäude - Klimafreundlicher Neubau (KfN)	WG NWG	--	https://www.bmwsb.bund.de/SharedDocs/down-loads/Webs/BMWSB/DE/veroeffentlichun-gen/bauen/rl-bundesfoerderung-kfn.html		
[79]	KfN WG Merkblatt - Klimafreundlicher Neubau Wohngebäude (Kredit)	WG	297 298	600 000 5051	--	11/2024
[80]	KfN NWG Merkblatt - Klimafreundlicher Neubau Nichtwohngebäude (Kredit)	NWG	299	600 000 5052	--	11/2024
[81]	KfN WG Anlage zum Merkblatt - Klima-freundlicher Neubau Wohngebäude – Technische Mindestanforderungen	WG	297, 298 300, 498	600 000 5054	--	03/2023
[82]	KfN NWG Anlage zum Merkblatt - Klima-freundlicher Neubau Nichtwohngebäude – Technische Mindestanforderungen	NWG	299 499	600 000 5055	--	03/2023
[83]	KfN Infoblatt - Klimafreundlicher Neubau – Förderfähige Maßnahmen und Leis-tungen	WG NWG	297, 298 299, 300 498, 499	600 000 5056	--	03/2025
[84]	Nachhaltigkeitsklasse; siehe https://www.nachhaltigesbauen.de/	WG NWG	NH-Klasse	https://www.nachhaltigesbauen.de Register: Austausch		

Begriffsdefinitionen, Abkürzungen, Indizes

Abkürzung	Einheit	Erläuterung
AG	--	Auftraggeber
ALD	--	Außenluftdurchlässe
AW	--	Außenwände gegen Erdreich bzw. Außenluft
AZ	--	Aufzugschacht
AZU	--	Aufzugschacht-Unterfahrt
AZÜ	--	Aufzugschacht-Überfahrt
BA	--	Bauabschnitt
bh	--	beheizt
BWT	--	Brennwerttechnik, Brennwerttherme
CLT	--	Brettsperrholz; CLT (cross laminated timber) ist der Überbegriff für im Bauwesen verwendete Massivholztafeln; siehe https://de.wikipedia.org/wiki/Brettsperrholz
DAA	DIN 4108-10	Außendämmung von Dach oder Decke, die vor Witterung geschützt ist und unter Abdichtung liegt.
DAD	DIN 4108-10	Außendämmung von Dach oder Decke, die vor Witterung geschützt ist und unter Deckungen liegt.
DIBt	--	Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt) (Anstalt öffentlichen Rechts), Kolonnenstraße 30 B, 10829 Berlin, Telefon: +49 30 787 30 – 0; www.dibt.de/de/service/zulassungsdownload/
DIN	--	Deutsches Institut für Normung
EEWärmeG	--	Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG)
EG	--	Erdgeschoss
EnEV	--	Energieeinsparverordnung (am 1.11.2020 ersetzt durch GEG 20)
EVG	--	elektronisches Vorschaltgerät
FBH	--	Fußbodenheizung
F_C-Wert	--	Abminderungsfaktor, der sich aus dem Verhältnis des gtot-Wertes und dem g-Wert der Verglasung ergibt. FC=gtot/g. In die Berechnung des FC-Wertes geht also immer auch der g-Wert der Verglasung mit ein. Deshalb kann man für ein Sonnenschutzprodukt auch keinen festen FC-Wert angeben. Die hier gemachten FC-Werte sind somit Anhaltswerte für die Fensterbemessung (Glas + Rahmen)
FK	--	Flächenkühlsystem (statische Kühlung):
Flada	--	Flachdach (nach DIN 18531 für 2 bis 9 % Dachneigung)
g	--	Gesamtenergiedurchlassgrad (g-Wert) = Energiedurchlässigkeit der Verglasung / g=1 ➔ 100% Energiedurchlass; g=0,5 ➔ 50% Energiedurchlass
g_0-Wert	--	Gesamtenergiedurchlassgrad des Grundaufbaues der Verglasung
gk	--	gekühlt
g_{tot}	--	Gesamtenergiedurchlassgrad der Kombination Verglasung und Sonnenschutz. In der Regel wird er nach dem vereinfachten Verfahren der EN 13363-1 oder dem detaillierten Verfahren der EN 13363-2 ermittelt.
gu	--	Gutachten / hier: wärmeschutztechnischer Untersuchungsbericht
g-Wert	--	Gesamtenergiedurchlassgrad (g-Wert) = Energiedurchlässigkeit der Verglasung / g=1 ➔ 100% Energiedurchlass; g=0,5 ➔ 50% Energiedurchlass $g = g_0 *c$ (c = Korrekturwert nach DIN 4108-T4 Tab. 11); (siehe auch g_{tot})
GWN		Gleichwertigkeitsnachweis
HGW	--	höchster zu erwartenden Grundwasserstand
HHW	--	höchster zu erwartender Hochwasserstand = HGW
HK	--	Heizkörper
HLS	--	Heizung / Lüftung / Sanitär
HLZ	--	Hochlochziegel
HTP	[m, cm]	Haustrennwandplatte
HTW	--	Haustrennwand
IW	--	Innenwände / Trennwände zwischen unterschiedlich beheizten Zonen
KD	[m, cm]	Wärmedämmung als Kerndämmung zwischen zwei Bauteilen
KfW		Kreditanstalt für Wiederaufbau (eine Anstalt öffentlichen Rechts)
KG	-	Kellergeschoß
KWK	--	Kraft-Wärme-Kopplung
KWL	--	kontrollierte Wohnraumlüftung
MF	[m, cm]	Mineralfaserdämmung

Abkürzung	Einheit	Erläuterung
NGF	[m²]	Die Nettogrundfläche ist ein Flächenmaß, das durch die DIN 277 definiert wird. Sie stellt die Summe aus allen nutzbaren Flächen eines Gebäudes dar.
NRF	[m²]	Netto-Raumfläche ist die Summe der nutzbaren Grundflächen eines Gebäudes
NWG	--	Nichtwohngebäude
OG	--	Obergeschoß
PB	[m, cm]	Perimeterdämmung unter Bodenplatten (siehe DIN 4108-8)
PD	[m, cm]	Perimeterdämmung
PMMA		Polymethylmethacrylat (PMMA)
PRF	--	Pfosten-Riegel-Fassade
PW	[m, cm]	Perimeterdämmung an Wänden gegen Erdreich
R	[m²K/W]	Wärmedurchlasswiderstand (R = d / λ)
RLT	--	Raumlufttechnik: RLT-Luftsysteme haben entweder Heiz- oder Heiz- und Kühlfunktion. RLT-Systeme ohne Heiz- und Kühlfunktion werden nur bei den Zonen als einfache Lüftungssysteme erfasst. RLT-System nur mit Kühlfunktion ist nicht vorgesehen.
soWä	--	sommerlicher Wärmeschutz
Stb	--	Stahlbeton
TG	--	Tiefgarage
therm. Hülle (TH)	--	Die Thermische Hülle wird durch die wärmedämmenden Bauteile gebildet und umschließt alle beheizten bzw. niedrig beheizten Räume. (Systemgrenze)
TRH	--	Treppenhaus
TRH	--	Treppenhaus
TSD	[m, cm]	Trittschalldämmung
TWW	--	Trinkwarmwasser, siehe auch WWB
Ū	W/(m²K)	mittlerer Wärmedurchgangskoeffizient
ub	--	unbeheizt
UG	--	Untergeschoss
UKG	--	Umluftkühlgeräte
Up	[W/(m²K)]	mittlerer Wärmedurchgangskoeffizient „Paneel“
USD	--	Untersparrendämmung
VHF	--	vorgehängte hinterlüftete Fassade
Vorhang-fassade:	--	Die Vorhangfassade bildet die äußere Hülle des Gebäudes und steht als eigene Schale vor dem eigentlichen Tragwerk. Die U-Wert-Berechnung für ein solches System muss in der Regel softwaregestützt durch den Hersteller erfolgen
WBG	--	Wärmebereitstellungsgrad nach VDI 2071 mit Berücksichtigung der Abwärme des Geräts und ist deswegen etwas höher als der Wärmerückgewinnungsgrad.
WD	[m, cm]	Wärmedämmung
WDa	[m, cm]	Wärmedämmung außenliegend, d.h. auf kalter Seite
WDi	[m, cm]	Wärmedämmung innenliegend, d.h. auf warmer Seite (z.B. im Fußbodenaufbau
WG	--	Wohngebäude
WLG	[W/(mK)x1000]	Wärmeleitgruppe (5 er Schritte, z.B. WLG30, WLG35, WLG40)
WLS	[W/(mK)x1000]	Wärmeleistufe (früher WLG) = Wärmeleitfähigkeit x 1000 (1 er Schritte) Im Zuge der EU-Normharmonisierung ist die Bezeichnung WLG durch WLS (Wärmeleitfähigkeitsstufe) ersetzt worden
WRG	--	Wärmerückgewinnung / Wärmerückgewinnungsgrad (WRG) nach VDI 2071 ohne Berücksichtigung der Abwärme des Geräts.
WU-Beton	--	wasserundurchlässiger Beton
WWB	--	Warmwasserbereitung, siehe auch TWW
ZSD	[m, cm]	Zwischensparrendämmung
λ	[W/m²K]	Wärmeleitfähigkeitswert (λ = d / R bzw. U x d)

Anhang:

A N H A N G

Anhang 1: Anlagentechnik - Anlagenschema NWG

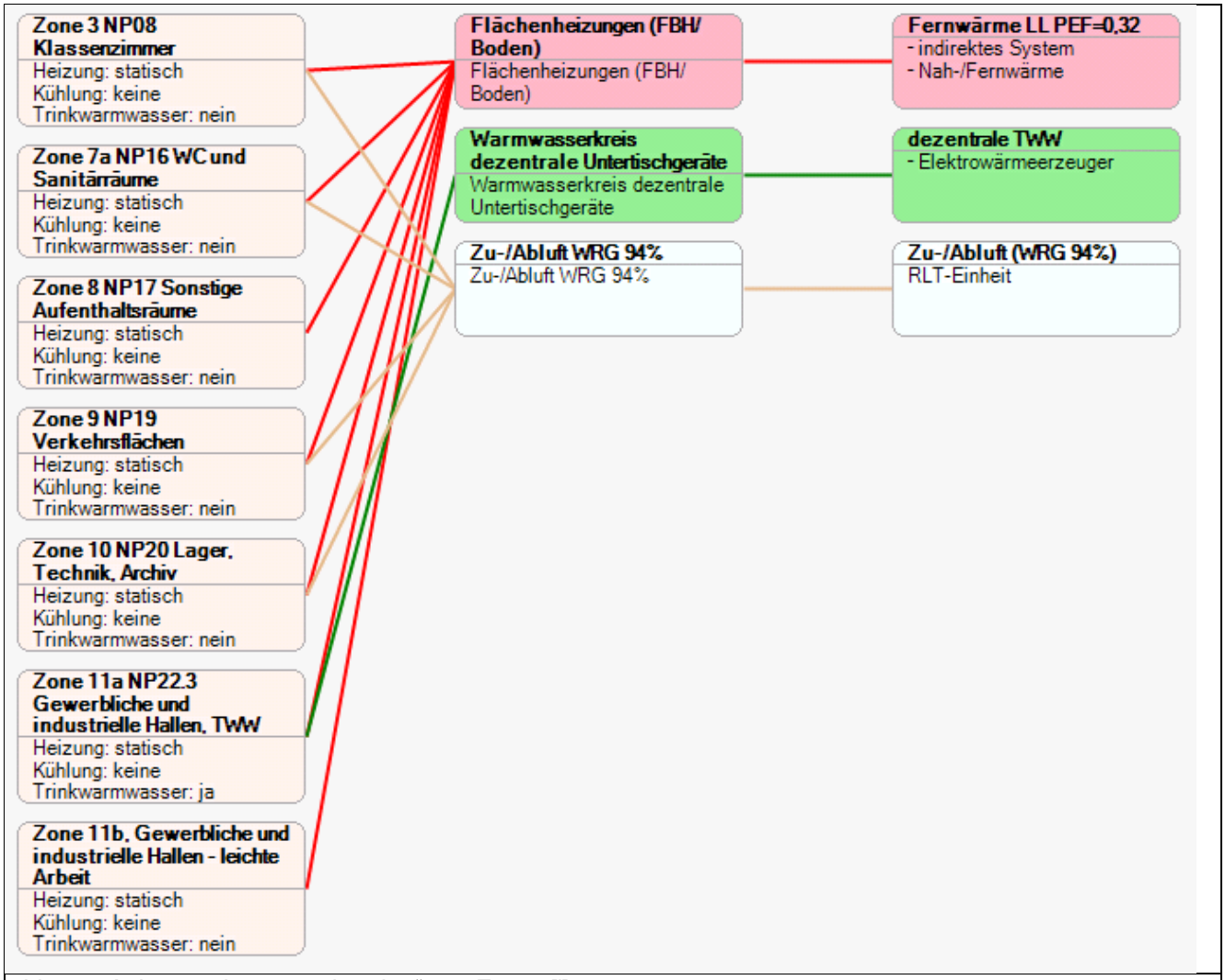


Abb. A 1 Anlagenschema „Gebäude I“ aus Epass [j]

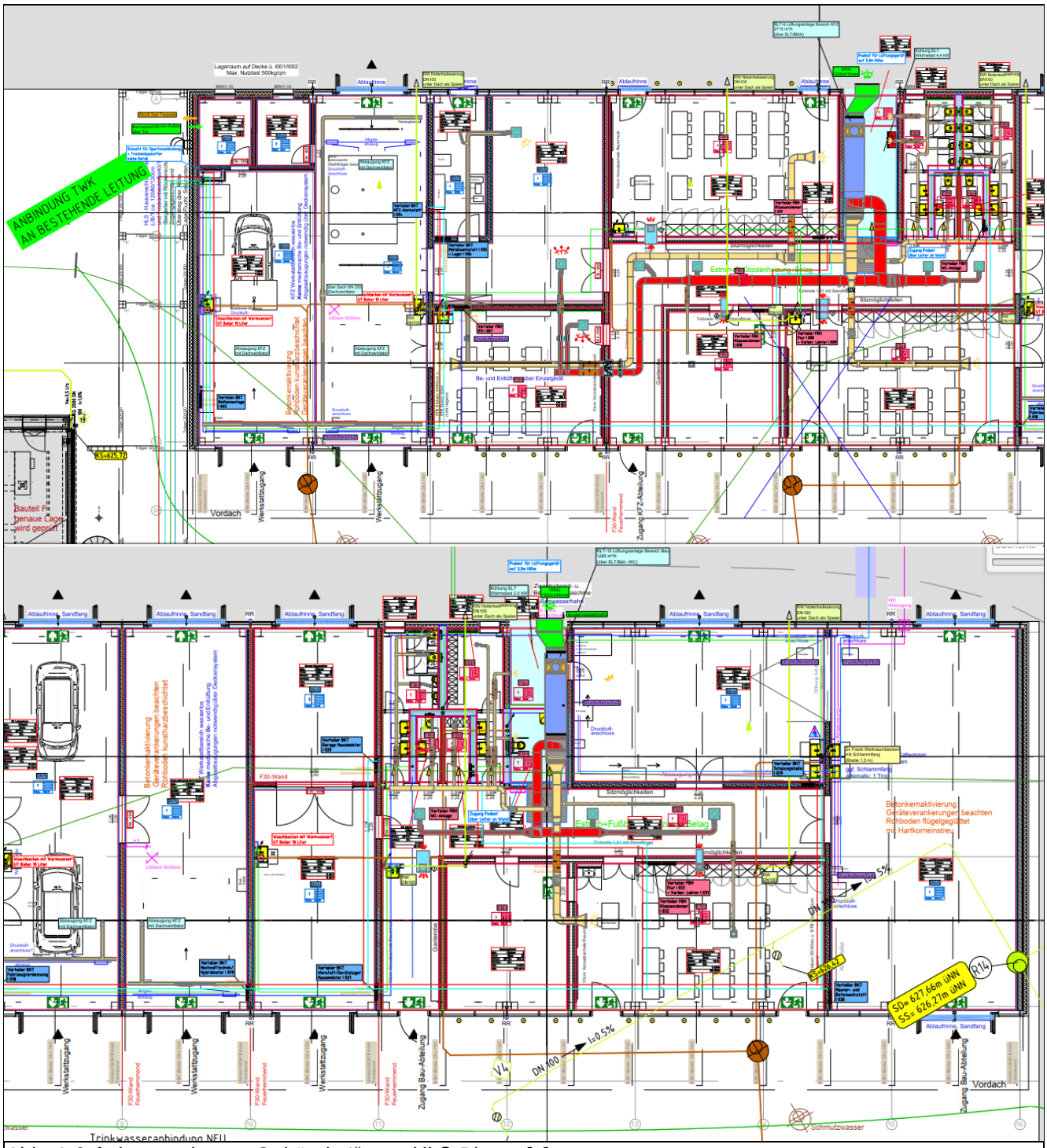


Abb. A 2 Anlagenschema „Gebäude I“ vom HLS-Planer [e]

Anhang 2: Anlagentechnik - Wärmeerzeuger

Wärmeerzeuger - Fernwärme
Die Wärmeerzeugung erfolgt über eine Bestandsanlage bestehend aus einer Fernwärmeübergabestation. Da kein *zweiter Wärmeerzeuger* vorhanden ist wird die benötigte Wärme zu 100 % über die zentrale Biomasseheizung erzeugt. Die bestehende Heizungsanlage befindet sich in einem nahegelegenen Nebengebäude und versorgt mehrere Gebäude sowie den hier betrachteten 2. Bauabschnitt. Nennwärmeleistung: 68,51 kW (aus EPASS) Anmerkung: GEG 2024 § 27 „**Gemeinsame Heizungsanlage für mehrere Gebäude**“: *Wird ein zu errichtendes Gebäude mit Wärme aus einer Heizungsanlage versorgt, aus der auch andere Gebäude oder Teile davon Wärme beziehen, **ist** es abweichend von DIN V 18599: 2018-09 und bis zum 31. Dezember 2023 auch von DIN V 4701-10: 2003-08 **zulässig**, bei der Ermittlung des Jahres-Primärenergiebedarfs des zu errichtenden Gebäudes eine eigene zentrale Einrichtungen der Wärmeerzeugung, Wärmespeicherung oder Warmwasserbereitung anzunehmen, die hinsichtlich ihrer Bauart, ihres Baualters und ihrer Betriebsweise den gemeinsam genutzten Einrichtungen entsprechen, hinsichtlich ihrer Größe und Leistung jedoch nur auf das zu berechnende Gebäude ausgelegt sind.* *Soweit dabei zusätzliche Wärmeverteil- und Warmwasserleitungen zur Verbindung der versorgten Gebäude verlegt werden, sind deren Wärmeverluste anteilig zu berücksichtigen.* Laut der Liste der technischen FAQ [77] gilt zudem: *Im Fall, dass mehrere Gebäude oder Gebäudeteile, wie z. B. bei einem gemischt genutzten Gebäude, von einer gemeinsamen Heizungsanlage versorgt werden, kann die Anlagenbewertung bei der Berechnung eines Effizienzhauses/-gebäudes wie folgt vorgenommen werden:* *− Bei Wohn- und bei Nichtwohngebäuden kann gemäß § 27 GEG eine gemeinsame Heizungsanlage für ein Gebäude bzw. einen Gebäudeteil als eine jeweils fiktive eigene Heizungsanlage der gleichen Bauart und Betriebsweise jedoch mit entsprechend reduzierter Größe und Leistung abgebildet werden. Dabei müssen die Wärmeverluste über die zusätzlichen Verteilleitungen (Nahwärme-Leitungen) zwischen den Gebäuden bzw. vom Heizkessel bis zur jeweiligen Hausstation zusätzlich berücksichtigt werden.* *− Alternativ kann bei Nichtwohngebäuden eine gemeinsame Heizungsanlage als Nahwärmesystem mit dem entsprechenden Primärenergiefaktor abgebildet werden, sofern das einzelne Gebäude / der einzelne Gebäudeteil mittels einer Wärmeübergabestation an die Wärmeversorgung angeschlossen wird. Hinsichtlich des anzusetzenden Primärenergiefaktors siehe TFAQ 10.02 „Primärenergiefaktor, Wärmenetze".*

Bescheinigung

über die energetische Bewertung der Fernwärme
nach FW 309-1 (Mai 2014) der

Waldhackschnitzelheizwerk Landsberg GmbH

Fernwärmenetz:	Oststadt
Primärenergiefaktor $f_{p,FW}$ =	0,32

Diese Bescheinigung basiert auf Betriebsdaten des Jahres 2013 - 2015 und hat eine Gültigkeit von 10 Jahren.

Bei Änderungen der Anlagenkonfiguration oder des Energieträgermixes der betrachteteten Anlage, die eine wesentliche Erhöhung des Primärenergiefaktors bewirken, ist mit den Bilanzdaten des Folgejahres unverzüglich der Primärenergiefaktor neu zu berechnen und zu bescheinigen.

Diese Bescheinigung ist gültig bis zum

28.04.2026

Ingenieurbüro Stefan Sendl
Guggenberg 3 · 82380 Peißenberg
Telefon 08803/6303-0 · Telefax 6303-29

Stempel
Peißenberg, 13.08.2015

Name des Ausstellers
fp-Gutachter-Nr.: FW 609-227

Ingenieurbüro Stefan Sendl · Guggenberg 3 · D-82380 Peißenberg · Tel +49 8803 6303-0 · Fax +49 8803 6303-29

Die den Berechnungen zugrundeliegenden Annahmen zur Heizungsanlage sind der Projektdokumentation (s. Anlage 1) zu entnehmen.

Abb. A 3 Wärmeerzeuger - Technische Daten - siehe Projektdokumentation (Anlage 1)

Anhang 3: Anlagentechnik - Kälteerzeuger

Die derzeitige Planung sieht keine Raum- bzw. Gebäudekühlung vor. Weitere Informationen bzgl. der Kälteerzeugung, Kälteverteilung und Kälteübergabe sind der Projektdokumentation (Anlage 1) zu entnehmen oder direkt beim HLS-Fachplaner HLS [e] anzufordern.
Abb. A 4 Kälteerzeuger -hier: gegenstandlos - *[d]*

Anhang 4: Anlagentechnik - Heizungspufferspeicher

Den energetischen Berechnungen liegt derzeit eine Fernwärme ohneHeizungspufferspeicher zugrunde.

Derzeit liegen keine technischen Datenblätter zum Heizungspufferspeicher vor

Die technischen Datenblätter zum eingebauten Heizungspufferspeicher sind vom Bauherrn abrufbereit zu dokumentieren

Abb. A 5 Heizungspufferspeicher für „Gebäude I“

Anhang 5: Anlagentechnik - TWW-Erwärmung

Dezentral elektrische TWW-Erwärmung

Die derzeitige Planung geht ausschließlich von einer dezentral elektrischen Warmwassererwärmung aus. Die TWW-Erwärmung erfolgt mit Untertischgeräten im Durchlaufprinzip.

Die technischen Datenblätter bzw. Planunterlagen zur dezentralen Trinkwarmwassererwärmung sind beim HLS-Fachplaner anzufordern

Abb. A 6 dezentrale Trinkwarmwassererwärmung mit Untertischgeräten - Planung HLS-Planer [e]

TWW-Erwärmung mittels dezentraler Frischwasserstationen: - gegenstandslos -

Anhang 6: Anlagentechnik - Lüftungsanlage(n)

Das geplante Lüftungskonzept des HLS-Planers [e] sieht in erster Linie eine „freie Lüftung“, d.h. eine Lüftung mittels Fenster und Infiltration vor.

Lediglich für die Sanitärräume ist ein „*einfaches Lüftungssystem*“, d.h. eine Zu- und Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung vorgesehen.

Eine RLT-Anlage (Warm-/Kaltluftanlage) mit Heiz-/Kühlregister mit WRG ist nicht vorgesehen.

Weitere Informationen bzgl. der Be- und Entlüftung sind der Projektdokumentation (Anlage 1) zu entnehmen oder direkt beim HLS-Fachplaner HLS [e] anzufordern.

Abb. A 10 Technische Daten: „Lüftungsanlage(n)“ [e]

bösch	Walter Bösch GmbH & Co KG Rasis Bündt 12 Lustenau Telefon +43(0)5577-81316158 Fax +43(0)5577-813186158 E-Mail kilian.egle@boesch.at	Seite	1 / 6
		BGP Designer	
		Angebot	AV/20319400 / RLT1 / 10
		Von Datum	19.10.2020
		Büro	DE Südbayern / Süd B-W
Projekt	Berufsschule Landsberg	Bearbeiter	Kilian Egle
Position	RLT1 Klassenzimmer	LV-Pos.	10
Anwendungsbereich	Standard Anwendung	Druckdatum	19.10.2020

Gehäuseausführung	modul a	Wärmedurchgangskoeffizient	T2
Paneele	Ma35 PU	Wärmebrückenfaktor	TB2
Aufstellungsort	Gerät für Innenaufstellung	Durchbiegung des Gehäuses	D1
Meereshöhe [m]	400	casing leaky	L1
Gesamtgewicht [kg]	1.655,00	Filterbypassleckage	F9
ATEX Ausführung	Nein		
VDI 6022 Zertifizierung im Werk	Nein		
Krankenhausausführung	Nein		
Verkabelung lt. Datenblatt (BGP)			

Status (EU) Nr. 1253/2014	2018: Ja	ext. Leckage (+400 Pa) [%]	0,09
Anlagenart	NWLA ZLA	ext. Leckage (-400 Pa) [%]	0,08
Nennvolumenstrom m³/h	4.750	int. Leckage (250 Pa) [%]	0,00
dps,int [Pa] / dps,add [Pa]	343 / 6	elektr. Eingangsleistung [kW]	2,910
SFP int [W/(m³/s)]	542	SFP int Limit [W/(m³/s)]	2018: 1.532
Termperaturänderungsgrad ErP [%]	94,00		

Gerätedefinition	ZULUFT		
Baugröße	3,00-1,5	Paneel aussen	FB RAL7035 (C4)
Typ	ZULUFT	Paneel innen	VZ
Luftmenge [m³/h]	5.000	Paneel innen Boden	VZ
Luftgeschwindigkeit [m/s]	1,20	Einbaumaterial	VZ
Länge [mm]	4.100,0	Geschwindigkeitsklasse	V1
Breite [mm]	1.310,0	SFP (V) Klasse / Wert	SFP3 / 921 w/(m³/s)
Höhe [mm]	1.000,0	SFP (E) Klasse / Wert	SFP3 / 1.047 w/(m³/s)
Gewicht [kg]	1.366,00	Leistungsklasse	P1
		Energieeffizienzklasse	EUROVENT A+
		Energieeffizienzklasse	RLT A+

Ansaug- / Ausblassektion	ZULUFT	52,00 kg	3 Pa
Jalousieklappe		Abmessungen [mm]	1.180,0 x 870,0 x 170,0
Luftmenge [m³/h]	5.000	isoliert	Nein
Dichtheitsklasse (EN 1751)	3	Rahmen	verzinktes Stahlblech
Druckverlust / Geschwindigk.	3 Pa / 1,35 m/s	Lamellen	Aluminium
Drehmoment ges. / Stk. Achsen	5 Nm / 1		
Dämmstutzen		Abmessungen [mm]	1.180,0 x 870,0 x 130,0
Temperatur [°C]	80,00	Material	Aluminium

Abb. A 11 Technische Daten: Lüftungsanlage (Wärmerückgewinnung) erhalten am 22.04.2021 vom HLS-Planer [e] / Blatt 1 von 6

Angebot	**AV/20319400**		Seite	**2 / 6**
Projekt	**Berufsschule Landsberg**		Von Datum	**19.10.2020**
Position	**RLT1**	**Klassenzimmer**	BGP Designer	

Filter	ZULUFT	**70,00 kg**	**115 Pa**
Typ	**Taschenfilter / Rahmenmaterial KU**		
Luftmenge [m³/h]	**5.000**	Taschenlänge [mm]	**520,0**
Klasse ISO 16890	**ePM1 60%**	Filterfläche [m2]	**18,20**
Klasse EN 779	**F7**	Anströmgeschwindigkeit [m/s]	**1,33**
Anfangsdruckabfall [Pa]	**30**	Energieeffizienzklasse	**B**
Auslegedruckverlust [Pa]	**115**	Energieverbrauch [kWh/a]	**1.101**
Enddruckverlust [Pa]	**200**	Filterbedienung	**Filterspannvorrichtung**
		Filtermedium	**Glasfaser**
1 Set	**WIKA 0-500 Pa aufgebaut -**		
Revisionstür m. Dual Hinge Verschluss		Abmessungen [mm]	**620,0 x 930,0**
Schauglas	**rund**	Durchmesser [mm]	**190,0**
Beleuchtung	**LED**	Nennleistung / Spannung [W / V]	**10 / 230**
Schutzart	**IP65**	mit Verkabelung	

Accubloc Sektion	ZULUFT		**1.072,00 kg**	**145 Pa**	
Heizmodus			**Kühlmodus**		
Zuluft [m³/h]	**5.000**		Zuluft [m³/h]	**5.000**	
Druckabfall [Pa]	**139**		Druckabfall [Pa]	**145**	
Luft ein	**-16,00 °C**	**90,0 %**	Luft ein	**32,00 °C**	**40,0 %**
Luft aus	**19,70 °C**	**29,0 %**	Luft aus	**26,40 °C**	**56,0 %**
Abluft [m³/h]	**5.000**		Abluft [m³/h]	**5.000**	
Druckabfall [Pa]	**144**		Druckabfall [Pa]	**145**	
Luft ein	**22,00 °C**	**30,0 %**	Luft ein	**26,00 °C**	**50,0 %**
Luft aus	**-13,70 °C**	**99,0 %**	Luft aus	**31,60 °C**	**36,0 %**
Rückwärm- / -feuchtezahl [%]	**93,8 / 80,7**		Rückwärm- / -feuchtezahl [%]	**93,5 /**	
Leistung [kW]	**70,77**		Leistung [kW]	**9,16**	
Termperaturänderungsgrad ErP [	**94,00**		Energieeffizienzklasse	**H1**	
Revisionstür m. Dual Hinge Verschluss			Abmessungen [mm]	**620,0 x 930,0**	
Revisionstür m. Dual Hinge Verschluss			Abmessungen [mm]	**620,0 x 930,0**	
Revisionstür m. Dual Hinge Verschluss			Abmessungen [mm]	**620,0 x 930,0**	
Revisionstür m. Dual Hinge Verschluss			Abmessungen [mm]	**620,0 x 930,0**	

Abb. A 12 Technische Daten: Lüftungsanlage (Wärmerückgewinnung) erhalten am 22.04.2021 vom HLS-Planer [e] / Blatt 2 von 6

Angebot	AV/20319400		Seite	3 / 6
Projekt	Berufsschule Landsberg		Von Datum	19.10.2020
Position	RLT1	Klassenzimmer	BGP Designer	

Ventilator, freilaufendes Rad	ZULUFT	**172,00 kg**	
Ventilator	Freiläufer	Motor	EC-Typ
Luftmenge [m³/h]	5.000	Polzahl	Standard
Externe Press. [Pa]	400	Energieklasse IE	IE4
		Leistung [kW]	4,500
Druckverlust statisch [Pa]	663	Strom +-5% [A]	6,80
Druckverlust dynamisch [Pa]	23	Motordrehzahl [1/min]	2.480
Gesamtpressung [Pa]	686	Spannung	3x400 V / 50 Hz
Wellenleistung [kW]	1,259		
Schalll. saug / druckseitig [dB (A)]	75.4 / 81.5		
Wirkungsgrad total / statisch [%]	75,65 / 73,11	Spannung Ausgang [V]	5,72
Systemwirkungsgr. tot./stat. [%]	65,48 / 63,28	Schutz	IP55
Drehzahl [1/min]	1.705		
K-Faktor	240		
delta p bei Vn (IMV) [Pa]	412		

Ventilator Oktavband Schallleistung Lokt [dB]

Frq. [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Ansaug	72,7	78,2	73,9	70,8	69,9	68,1	65,8	60,6
Austritt	73,9	79,2	74,4	76,3	77,6	74,7	71,0	65,6

SFP (V) Klasse / Wert	SFP3 / 921 w/(m3/s)
SFP (E) Klasse / Wert	SFP3 / 1.047 w/(m3/s)
Leistungsklasse	P1
Systemleistung V / E [kW]	1,280 / 1,450

Revisionstür m. Dual Hinge Verschluss		Abmessungen [mm]	620,0 x 930,0
Dämmstutzen		Abmessungen [mm]	1.180,0 x 870,0 x 130,0
Temperatur [°C]	80,00	Material	Aluminium
Öffnung		Abmessungen [mm]	550,0 x 550,0
Reparaturschalter		Abmessungen [mm]	91,0 x 91,0 x 139,0
Typ	1x RSH 7.5-3-PS	Nennleistung [kW]	7,500 kW
Hilfskontakte / Schutz	2x / IP65	Nennstrom [A]	20,00 A
mit Verkabelung		Polzahl	3
Schauglas	rund	Durchmesser [mm]	190,0
Beleuchtung	LED	Nennleistung / Spannung [W / V]	10 / 230
Schutzart	IP65	mit Verkabelung	
Schalter	Wippenschalter	Nennstrom [A]	10,00
Schutzart	IP55	Spannung [V]	230

Schallberechnung

Schallleistung [dB]

Frq. [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Summe [dB(A)]
Ansaug	64,7	69,2	63,9	60,8	58,9	56,1	50,8	45,6	64,2
Austritt	73,9	79,2	74,4	76,3	77,6	74,7	71,0	65,6	81,5
Gehäuse	66,9	72,2	62,4	63,3	64,6	61,7	43,0	28,6	68,2

Schalldruckpegel [dB] Abstand Meßpunkt im Freifeld [m] 1 Toleranzbereich ± 3 dB(A)

Frq. [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Summe [dB(A)]
Ansaug	56,8	61,3	56,0	52,9	51,0	48,2	42,9	37,7	56,3
Austritt	66,0	71,3	66,5	68,4	69,7	66,8	63,1	57,7	73,6
Gehäuse	59,0	64,3	54,5	55,4	56,7	53,8	35,1	20,7	60,3

Abb. A 13 Technische Daten: Lüftungsanlage (Wärmerückgewinnung) erhalten am 22.04.2021 vom HLS-Planer [e] / Blatt 3 von 6

Angebot	AV/20319400		Seite	4 / 6
Projekt	Berufsschule Landsberg		Von Datum	19.10.2020
Position	RLT1	Klassenzimmer	BGP Designer	

Gerätedefinition	ABLUFT		
Baugröße	3,00-1,5	Paneel aussen	FB RAL7035 (C4)
Typ	ABLUFT	Paneel innen	VZ
Luftmenge [m³/h]	5.000	Paneel innen Boden	VZ
Luftgeschwindigkeit [m/s]	1,20	Einbaumaterial	VZ
Länge [mm]	4.100,0	Geschwindigkeitsklasse	V1
Breite [mm]	1.310,0	SFP (V) Klasse / Wert	SFP3 / 928 w/(m³/s)
Höhe [mm]	1.000,0	SFP (E) Klasse / Wert	SFP3 / 1.047 w/(m³/s)
Gewicht [kg]	289,00	Leistungsklasse	P1
		Energieeffizienzklasse	EUROVENT A+ ↑
		Energieeffizienzklasse	RLT A+

Filter	ABLUFT	76,00 kg	115 Pa
Typ	Taschenfilter / Rahmenmaterial KU		
Luftmenge [m³/h]	5.000	Taschenlänge [mm]	520,0
Klasse ISO 16890	ePM1 60%	Filterfläche [m2]	18,20
Klasse EN 779	F7	Anströmgeschwindigkeit [m/s]	1,33
Anfangsdruckabfall [Pa]	30	Energieeffizienzklasse	B
Auslegedruckverlust [Pa]	115	Energieverbrauch [kWh/a]	1.101
Enddruckverlust [Pa]	200	Filterbedienung	Filterspannvorrichtung
		Filtermedium	Glasfaser

1 Set	WIKA 0-500 Pa aufgebaut -		
Revisionstür m. Dual Hinge Verschluss		Abmessungen [mm]	620,0 x 930,0
Dämmstutzen		Abmessungen [mm]	1.180,0 x 870,0 x 130,0
Temperatur [°C]	80,00	Material	Aluminium
Schauglas	rund	Durchmesser [mm]	190,0
Beleuchtung	LED	Nennleistung / Spannung [W / V]	10 / 230
Schutzart	IP65	mit Verkabelung	

Accubloc Sektion	ABLUFT	1.072,00 kg	145 Pa

Abb. A 14 Technische Daten: Lüftungsanlage (Wärmerückgewinnung) erhalten am 22.04.2021 vom HLS-Planer [e] / Blatt 4 von 6

Angebot	**AV/20319400**			Seite	**5 / 6**
Projekt	**Berufsschule Landsberg**			Von Datum	**19.10.2020**
Position	**RLT1**	**Klassenzimmer**		BGP Designer	

Ventilator, freilaufendes Rad	ABLUFT	**154,00 kg**	
Ventilator	**Freiläufer**	Motor	**EC-Typ**
Luftmenge [m³/h]	**5.000**	Polzahl	**Standard**
Externe Press. [Pa]	**400**	Energieklasse IE	**IE4**
		Leistung [kW]	**4,500**
Druckverlust statisch [Pa]	**663**	Strom +-5% [A]	**6,80**
Druckverlust dynamisch [Pa]	**23**	Motordrehzahl [1/min]	**2.480**
Gesamtpressung [Pa]	**686**	Spannung	**3x400 V / 50 Hz**
Wellenleistung [kW]	**1,259**		
Schall. saug / druckseitig [dB (A)]	**75.4 / 81.5**		
Wirkungsgrad total / statisch [%]	**75,65 / 73,11**	Spannung Ausgang [V]	**5,72**
Systemwirkungsgr. tot./stat. [%]	**65,48 / 63,28**	Schutz	**IP55**
Drehzahl [1/min]	**1.705**		
K-Faktor	**240**		
delta p bei Vn (IMV) [Pa]	**412**		

Ventilator Oktavband Schallleistung Lokt [dB]

Frq. [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Ansaug	**72,7**	**78,2**	**73,9**	**70,8**	**69,9**	**68,1**	**65,8**	**60,6**
Austritt	**73,9**	**79,2**	**74,4**	**76,3**	**77,6**	**74,7**	**71,0**	**65,6**

SFP (V) Klasse / Wert	**SFP3 / 928 w/(m3/s)**
SFP (E) Klasse / Wert	**SFP3 / 1.047 w/(m3/s)**
Leistungsklasse	**P1**
Systemleistung V / E [kW]	**1,290 / 1,450**

Revisionstür m. Dual Hinge Verschluss		Abmessungen [mm]	**620,0 x 930,0**
Öffnung		Abmessungen [mm]	**550,0 x 550,0**
Reparaturschalter		Abmessungen [mm]	**91,0 x 91,0 x 139,0**
Typ	**1x RSH 7.5-3-PS**	Nennleistung [kW]	**7,500 kW**
Hilfskontakte / Schutz	**2x / IP65**	Nennstrom [A]	**20,00 A**
mit Verkabelung		Polzahl	**3**
Schauglas	**rund**	Durchmesser [mm]	**190,0**
Beleuchtung	**LED**	Nennleistung / Spannung [W / V]	**10 / 230**
Schutzart	**IP65**	mit Verkabelung	
Schalter	**Wippenschalter**	Nennstrom [A]	**10,00**
Schutzart	**IP55**	Spannung [V]	**230**

Ansaug- / Ausblassektion	ABLUFT	**59,00 kg**	**3 Pa**
Jalousieklappe		Abmessungen [mm]	**1.180,0 x 870,0 x 170,0**
Luftmenge [m³/h]	**5.000**	isoliert	**Nein**
Dichtheitsklasse (EN 1751)	**3**	Rahmen	**verzinktes Stahlblech**
Druckverlust / Geschwindigk.	**3 Pa / 1,35 m/s**	Lamellen	**Aluminium**
Drehmoment ges. / Stk. Achsen	**5 Nm / 1**		
Dämmstutzen		Abmessungen [mm]	**1.180,0 x 870,0 x 130,0**
Temperatur [°C]	**80,00**	Material	**Aluminium**

Schallberechnung

Schallleistung [dB]

Frq. [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Summe [dB(A)]
Ansaug	**64,7**	**69,2**	**63,9**	**60,8**	**58,9**	**56,1**	**50,8**	**45,6**	**64,2**
Austritt	**73,9**	**79,2**	**74,4**	**76,3**	**77,6**	**74,7**	**71,0**	**65,6**	**81,5**
Gehäuse	**66,9**	**72,2**	**62,4**	**63,3**	**64,6**	**61,7**	**43,0**	**28,6**	**68,2**

Schalldruckpegel [dB] Abstand Meßpunkt im Freifeld [m] **1** Toleranzbereich ± 3 dB(A)

Frq. [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Summe [dB(A)]
Ansaug	**56,8**	**61,3**	**56,0**	**52,9**	**51,0**	**48,2**	**42,9**	**37,7**	**56,3**
Austritt	**66,0**	**71,3**	**66,5**	**68,4**	**69,7**	**66,8**	**63,1**	**57,7**	**73,6**
Gehäuse	**59,0**	**64,3**	**54,5**	**55,4**	**56,7**	**53,8**	**35,1**	**20,7**	**60,3**

Grundrahmen	UP100	Material	**verzinktes Stahlblech**
1 Set	**Verhublaschen GR 100 VZ**		

Abb. A 15 Technische Daten: Lüftungsanlage (Wärmerückgewinnung) erhalten am 22.04.2021 vom HLS-Planer [e] / Blatt 5 von 6

Angebot	**AV/20319400**			Seite	**6 / 6**
Projekt	**Berufsschule Landsberg**			Von Datum	**19.10.2020**
Position	**RLT1**	**Klassenzimmer**		BGP Designer	

1 Set **Scharniere / DualHinge verstellbar -**

1 Set **Potentialausgleich - Erdungsbänder (für Flexstutzen/entkoppelter Anschlussstutzen) -**

Abb. A 16 Technische Daten: Lüftungsanlage (Wärmerückgewinnung) erhalten am 22.04.2021 vom HLS-Planer [e] / Blatt 6 von 6

Anhang 7: Anlagentechnik - Beleuchtungsfachplanung

Vom Elektroplaner [f] wurden bislang noch keine technischen Daten bzw. Nachweisdokumente für die Beleuchtung vorgelegt.

file 18409_Zuarbeit_ELT_210415.xlsx, 210415 — Seite 1 von 1

Generalsanierung Berufliche Schulen Landsberg am Lech
MU18-409
Beleuchtungskonzept / Eckdaten Lichtplanung
Stand: Entwurfsplanung ver.1.01_210415

Ingenieurgesellschaft Technik

Lfd. Nummer	Nutzungsbereich	Lampenart	SOLL Beleuchtungs-stärke Em in lx	IST Beleuchtungs-stärke Em in lx	Beleuchtungsart	Vorschaltgerät	elektrische Bewertungs-leistung in W/m²	elektrische Bewertungs-leistung in W/m²/100lx	Hinweise
Bauabschnitt 1.1 BT_E									
1	Flure	LED - in LED-Leuchten	150	197	direkt	LED = EVG	3,26	1,45	
2	Treppen	LED - in LED-Leuchten	200	212	direkt	LED = EVG	2,39	1,12	
3	Klassenzimmer	LED - in LED-Leuchten	750	797	direkt / indirekt	LED = EVG	10,63	1,33	
4	Büros	LED - in LED-Leuchten	750	755	direkt / indirekt	LED = EVG	9,48	1,33	
5	Speisesäle	LED - in LED-Leuchten	300	334	direkt	LED = EVG	5,03	1,51	
6	Cafeteria	LED - in LED-Leuchten	300	371	direkt	LED = EVG	4,43	1,20	
7	Küche	LED - in LED-Leuchten	750	944	direkt	LED = EVG	7,88	0,83	
8	Lager	LED - in LED-Leuchten	200	279	direkt	LED = EVG	3,26	0,79	
9	Technikzentralen	LED - in LED-Leuchten	300	389	direkt	LED = EVG	5,70	1,47	
10	Sanitärräume	LED - in LED-Leuchten	200	269	direkt	LED = EVG	5,40	1,80	
Bauabschnitt 1.1 BT_A und Turnhalle									
11	Flure	LED - in LED-Leuchten	150	199	direkt	LED = EVG	3,26	1,45	
12	Büros	LED - in LED-Leuchten	750	755	direkt / indirekt	LED = EVG	9,48	1,33	
13	Besprechung	LED - in LED-Leuchten	500	505	direkt	LED = EVG	6,20	1,36	
14	Archiv	LED - in LED-Leuchten	300/500	511	direkt	LED = EVG	4,86	0,95	
15	Turnhalle	LED - in LED-Leuchten	750	799	direkt	LED = EVG	8,49	1,06	
16	Geräteraum	LED - in LED-Leuchten	300	325	direkt	LED = EVG	4,69	1,44	
17	Kondition	LED - in LED-Leuchten	750	805	direkt	LED = EVG	10,46	1,30	
18	Lager	LED - in LED-Leuchten	200	263	direkt	LED = EVG	3,17	1,20	
19	Technikzentralen	LED - in LED-Leuchten	300	419	direkt	LED = EVG	3,21	0,77	
20	Sanitärräume	LED - in LED-Leuchten	200	269	direkt	LED = EVG	5,40	1,80	
21	Umkleide	LED - in LED-Leuchten	300	451	direkt	LED = EVG	4,29	0,95	
Bauabschnitt 1.2 BT_I									
22	Flure	LED - in LED-Leuchten	150	192	direkt	LED = EVG	3,26	1,45	
23	Klassenzimmer	LED - in LED-Leuchten	750	797	direkt / indirekt	LED = EVG	10,63	1,33	
24	Werkhallen KFZ	LED - in LED-Leuchten	750	963	direkt	LED = EVG	7,39	0,77	
25	Werkhallen Bau	LED - in LED-Leuchten	750	766	direkt	LED = EVG	8,35	1,09	

Weitere Informationen bzgl. technischer Daten sind der Projektdokumentation zu entnehmen oder direkt beim Elektro-Fachplaner [f] zu erfragen.

Abb. A 17 Beleuchtungsfachplanung „Gebäude I“ vom ELT-Fachplaner [f] am 15.04.2021

Anhang 8: Anlagentechnik - Photovoltaik-Anlage

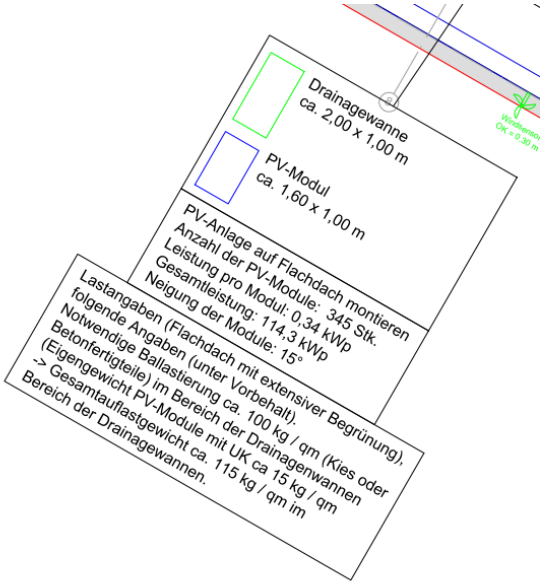
Die derzeitige Planung sieht eine PV-Anlage zur Eigennutzung auf dem Dach des Neubaus über dem 2. Obergeschoss (Wohngebäudeteil) vor.

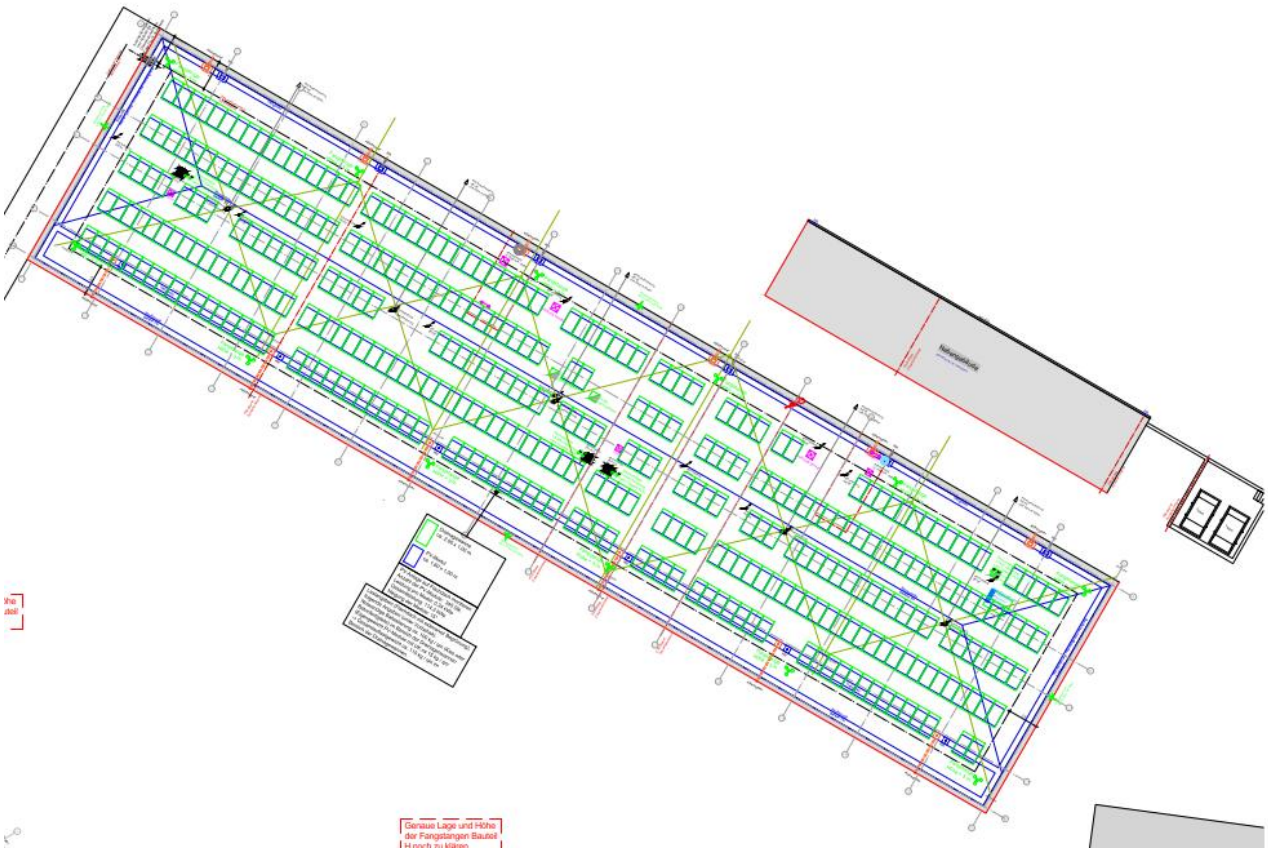
Vom Elektroplaner wurden folgende technische Daten bzw. Nachweisdokumente für die rechnerische Berücksichtigung der geplanten Photovoltaik-Anlage vorgelegt.

➞ ca. 100% der Dachfläche des Neubaus kann mit PV-Modulen belegt werden.

Folgende Parameter zur PV-Anlage liegen der Planung zugrunde:
- Nutzbare Dachfläche: ca. 1650 m²
- Gesamtleistung: etwa 114,3 kWp [f]
- Gesamte Oberfläche aller Module: ca. 552 m²
- Anzahl der Module: 345
- Modul: Hersteller / Produkt ➞ derzeit noch unbekannt
- Modulleistung: ➞ 0,00 kWp pro Modul

Die Datenblätter sind beim Elektro-Planer anzufordern, sofern diese nicht hier dokumentiert sind.





Die Bemessung der PV-Anlage, d.h. die maßgebliche Aperturfläche und deren Lage und Orientierung ist der PV-Anlagenplanung zu entnehmen und vom Elektroplaner [f] noch zu erstellen.

Weitere Informationen bzgl. der PV-Anlage sind der Projektdokumentation (Anlage 1) zu entnehmen oder direkt beim Elektro-Fachplaner [f] anzufordern.

Abb. A 18 Technische Daten PV-Anlage / Module „Gebäude I“ vom ELT-Planer [f]

zu Anlage 8

Solaranlagenpflicht nach der Bayerische Bauordnung [5]
Art. 44a Solaranlagen

(1) [1]Auf geeigneten Dachflächen von im Eigentum des Freistaates Bayern stehenden Gebäuden sind im Rahmen verfügbarer Haushaltsmittel in angemessener Auslegung Anlagen zur Erzeugung von Strom aus solarer Strahlungsenergie zu errichten und betreiben. [2]Eine angemessene Auslegung nach Satz 1 liegt vor, wenn die Modulfläche **mindestens einem Drittel** der geeigneten Dachfläche entspricht. [3]Dachflächen sind insbesondere nicht geeignet, soweit sie der Belichtung oder Be- und Entlüftung dienen. [4]Bei geneigten Dachflächen müssen die Module dachparallel errichtet werden oder in die Dachfläche integriert sein.

(2) [1]Die Eigentümer von **Nichtwohngebäuden**, deren Antrag auf Baugenehmigung oder deren vollständige Bauvorlagen
1. ab dem 1. März 2023 für Gebäude, die ausschließlich gewerblicher oder industrieller Nutzung zu dienen bestimmt sind, oder
2. **ab dem 1. Juli 2023** für sonstige Nichtwohngebäude

eingehen, haben sicherzustellen, dass Anlagen in angemessener Auslegung zur Erzeugung von Strom aus solarer Strahlungsenergie auf den hierfür geeigneten Dachflächen errichtet und betrieben werden. [2]Die Pflichten nach Satz 1 gelten auch bei vollständiger Erneuerung der Dachhaut eines Gebäudes, die ab dem 1. Januar 2025 begonnen wird. [3]Abs. 1 Satz 2 bis 4 gilt entsprechend.

(3) Die Abs. 1 und 2 sind nicht anzuwenden auf
1. Gebäude mit einer Dachfläche bis zu 50 m^2,
2. Wohngebäuden dienende Gebäude oder Gebäudeteile wie Garagen, Carports oder Schuppen,
3. unterirdische Bauten,
4. Gewächshäuser,
5. Traglufthallen und Zelte,
6. vorübergehend aufgestellte oder benutzbare Gebäude.

(4) [1]Die Eigentümer von **Wohngebäuden**, deren Antrag auf Baugenehmigung oder deren vollständige Bauvorlagen **ab dem 1. Januar 2025** eingehen, sollen sicherstellen, dass Anlagen in angemessener Auslegung zur Erzeugung von Strom aus solarer Strahlungsenergie auf den hierfür geeigneten Dachflächen errichtet und betrieben werden. [2]Dies gilt auch bei vollständiger Erneuerung der Dachhaut eines Gebäudes, die ab dem 1. Januar 2025 begonnen wird. [3]Abs. 1 Satz 2 bis 4 gilt entsprechend. [4]Die Abs. 5 und 6 gelten entsprechend.

(5) [1]Die Pflichten nach Abs. 1 und 2 entfallen, soweit ihre Erfüllung
1. anderen öffentlich-rechtlichen Pflichten, insbesondere solchen aus einer städtebaulichen Satzung oder einer Satzung nach Art. 81, widerspricht, oder
2. im Einzelfall
   a) technisch unmöglich ist oder
   b) wegen besonderer Umstände, durch einen unangemessenen Aufwand oder in sonstiger Weise zu einer unbilligen Härte führen würde, insbesondere wenn glaubhaft gemacht wird, dass die erforderlichen Aufwendungen innerhalb der üblichen Nutzungsdauer nicht erwirtschaftet werden können.

(6) Die Pflichten nach den Abs. 1 und 2 gelten für Gebäude, die der Nutzungspflicht erneuerbarer Energien nach § 10 Abs. 2 Nr. 3 des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) oder § 52 Abs. 1 GEG unterfallen, als erfüllt, wenn solarthermische Anlagen nach § 35 GEG oder Anlagen für Strom aus erneuerbaren Energien nach § 36 GEG errichtet und betrieben werden.

Anhang 9: Anlagentechnik - Solarthermie-Anlage

Eine Solarthermieanlage ist nicht vorgesehen.

Anhang 10: Anlagentechnik - Windanlage

Eine Windanlage zur Stromerzeugung ist nicht vorgesehen.

Anhang 11: Bautechnik - Checkliste Luftdichtheit

Relevante Details (Checkliste - Luftdichtheit)

Folgende Details[6] sind im Hinblick auf die Luftdichtheit zu überprüfen [54]:
(Diese Checkliste ist als Hilfsmittel für die Planer (Architekt, HLS) und die Bauausführung (Bauleitung) gedacht.)

Außenwände / Innenwände zu unbeheizt

- ☐ Mauerwerk ist vollflächig zu verputzen.
- ☐ Innenwandputze sind bis auf den Rohfußboden und bis an die Rohdecke zu führen. Dies gilt auch bei abgehängten Decken und im Bereich von Vorwandinstallationen, hinter Geräten, Fallrohren, etc.
- ☐ Mauerkronen von Außenwänden sind zu verputzen (z. B. bei Hochlochziegeln)
- ☐ Mauerkronen von Innenwänden die die Luftdichtheitsebene durchdringen sind zu verputzen (z. B. bei Hochlochziegeln)

Kamine:

- ☐ Kamine sind allseitig zu verputzen und die Außenwand hinter dem Kamin ist ebenfalls zu verputzen.

oder

- ☐ Der Kamin wird nur im zugänglichen (sichtbaren) Bereich verputzt und die Putzebene wird an die luftdichte Ebene der angrenzenden Bauteile angebunden.

Vorwandinstallationen und Installationsschächte

- ☐ das hinter der Vorwandinstallation befindliche Mauerwerk ist vollflächig zu verputzen. (z.B. WC´s)
- ☐ Schächte und Durchbrüche zum Keller und Spitzboden sind luftdicht zu verschließen (Brandschutz beachten!)

Fenster, Türen, bodentiefe Fenster und Fenstertüren

- ☐ Kellertüren zum beheizten Treppenhaus (auch Brandschutztüren) sowie Türen zu unbeheizten Bereichen, wie Keller, Technikräume, Heizraum, Hausanschlussraum usw. müssen allseitig eine umlaufende Dichtung aufweisen.
- ☐ Fenster und Türen sind grundsätzlich luftdicht an verputzte Flächen anzuschließen
- ☐ Bei Verwendung von luftdichten, vorkomprimierten Dichtbändern („Kompribänder“): ist die gesamte Laibung mit einem Glattstrich zu verputzen. Bei „Kompribändern“ ist auf die Bandgrößen entsprechend den Fugenbreiten achten. Die Bänder müssen in den Ecken aneinanderstoßen.
- ☐ Der Fenster-Brüstungsbereich ist mit Glattstrich zu versehen.
- ☐ Bei bodentiefen Fenstern / Türen ist der Schwellenbereich luftdicht an den Rohfußboden anzuschließen. In der Sanierung ist dafür ggf. der Bodenaufbau zurückzuschneiden.
- ☐ Montagewinkel sind vollständig mit luftdichtem Anschlussmaterial zu überdecken.
- ☐ Der RAL-Leitfaden [50] zur Fenstermontage ist zur Planung und Ausführung von Anschlussdetails zu beachten.
- ☐ Unverputzte Laibungsbereiche sind allseitig mit einem ebenen Glattstrich zu versehen. Bei Laibungsbereichen, die keinen Glattstrich benötigen (z.B. Kalksandstein, Beton) sind vorhandene Fugen im Mauerwerk zu verschließen.
- ☐ Estricharbeiten dichten vorhandene Luftleckagen an den Anschlüsse im Bodenbereich nicht ab.
- ☐ Bei Sanierungen mit Erhalt der Originalfenster ist auf deren Eignung gem. den aktuellen Anforderungen an die Luftdurchlässigkeit zu achten. Die Funktionsfähigkeit der Flügeldichtungen ist zu überprüfen und evtl. beschädigte Dichtungen sind auszutauschen.
- ☐ Bei erdberührenden Bereichen und in Schwellenbereichen sind die Materialanforderungen normativer Vorgaben an die Abdichtung zu befolgen (z.B. DIN 18195 [34]).

Dachstuhl / Decken / Dachflächenfenster / Gaubenfenster:

- ☐ Abdichtung an Mauerwerk: Durchgängige Verklebung auch in den Eckbereichen.
- ☐ Abdichtung an Mauerwerk: Durchgängige Verklebung auf Putz oder eingeputzt.
- ☐ Abdichtungen sind grundsätzlich spannungsfrei herzustellen. (ggf. Entlastungsschlaufe)

6 ohne Anspruch auf Vollständigkeit. Die Hinweise aus dem Massivbau sind auf den Holzbau zu übertragen

- ☐ Abdichtung Fläche: Im Überlappungsbereich der Folien am Wandanschluss sind Folien miteinander zu verkleben.
- ☐ Die Spitzbodendecke im Bestand ist nachträglich luftdicht abzudichten. Es ist eine raumseitige Luftdichtheitsfolie einzubauen.
- ☐ Dämmmaterial darf keine Last auf Abdichtung und Klebeverbindung ausüben.
- ☐ Luftdichtheitsbahnen sind mind. 20 cm zu überlappen.
- ☐ Abdichtungsbahnen sind spannungsfreie und faltenfrei zu verlegen.
- ☐ Dichtbahnen sind faltenfrei zu verkleben.
- ☐ Überlappungsstöße sind mit Klebeband mittig auf Folienstoß zu verkleben.
- ☐ Folienabdichtungen müssen Bauteilbewegungen aufnehmen können.
- ☐ Luftdichtheitsbahnen sind spannungs- und lastfrei an die Durchdringung anzuschließen.
- ☐ Anbindung der Luftdichtheitsbahn an sägerauhes Holz kann z.B. mit pastösen Dichtmitteln oder Klebemassen erfolgen
- ☐ Dachflächenfenster / Lichtkuppeln: Luftdichtheitsbahnen sind spannungs- und lastfrei am Blendrahmen des Dachfensters anzuschließen.
- ☐ Durchdringungen: Bauteile, die die Dachhaut durchdringen, wie z.B. Kehlbalken, Deckenbalken, Lüftungskanäle usw. sind umlaufend luftdicht an die innenliegende Abdichtung anzuschließen.
- ☐ Einbindungen von Holzbalken in Mauerwerk erfolgt z.B. mit einputzbaren Bändern oder pastösen Dichtmitteln.
- ☐ Große Risse in Holzbalken sind auszufüllen, d.h. Risse in Holzbauteilen die die luftdichte Ebene durchdringen sind im Bereich der Anbindung der luftdichten Ebene auszufüllen.
- ☐ Für Einbauten in GK-Decken, wie z. B. Deckeneinbaustrahler, ist aufgrund der Wärmeentwicklung ein ausreichender Abstand zu hitzeempfindlichen Materialien der Luftdichtheitsebene vorzusehen.

<u>Innenwände im Dachgeschoss</u>

- ☐ Die luftdichte Ebene (z.B. Spitzbodendecke, oberste Geschossdecke) wird über die Innenwände geführt.

oder

- ☐ die luftdichte Ebene (z.B. Spitzbodendecke) wird an die verputzte Wand angeschlossen (Voraussetzung: Mauerabschnitt unterbricht die luftdichte Ebene und die Mauerkrone wird verputzt, z.B. bei Hochlochziegeln)

<u>Leitungsdurchführungen / Elektroleitungen / Elektroinstallationen:</u>

- ☐ Durch Bewegung / Ziehen an einem in die Luftdichtheitsbahn eingeklebten Kabel können Klebeverbindungen gelöst werden.
- ☐ Eine Installationsebene ist in jedem Fall Durchdringungen der Luftdichtheitsschicht vorzuziehen.
- ☐ Elektroeinbauten müssen so ausgeführt werden, dass aufgrund einer eventuellen thermischen Belastung die Luftdichtheitsschicht nicht beschädigt wird (z.B. Deckenleuchten).
- ☐ Elektroleitungen sind luftdicht an das Rohr/den Kanal anzuschließen (z.B. Lehrrohrausgang mit Silikon verschließen).
- ☐ Elektroleitungen/Elektroinstallation: Hierfür ist die Norm DIN 18015-5 [30] Elektrische Anlagen in Wohngebäuden – Teil 5: Luftdichte und wärmebrückenfreie Elektroinstallation zu beachten.
- ☐ Gerätedosen / Leerdosen in Außenwänden (d.h. in der Luftdichtheitsebene) sind entweder vollflächig in Putz einzubetten oder als luftdichte Dose auszuführen.
- ☐ In offenporigen Steinen (z.B. Poroton), muss auf eine sorgfältige luftdichte Ausführung bei der Installation von Leitungsrohren im Mauerwerk geachtet werden.
- ☐ In vorkonfektionierten Manschetten dürfen im Regelfall keine zusätzlichen Durchdringungen eingebracht werden. Bei dafür geeigneten Manschetten werden zusätzliche Durchdringungen ausschließlich mittels geeigneten Werkzeugs nach Herstellerangaben eingebracht.
- ☐ Leerrohre und Kabelkanäle sind an den Enden luftdicht zu verschließen (z. B. durch geeignete Stopfen). Leerrohre sind an den Enden abzudichten.
- ☐ Leitungen sind einzeln durch das luftdichte Bauteil zu führen und entsprechend abzudichten (keine Leitungsbündel). Wenn möglich sind Manschetten zu verwenden, da diese die Ausführung erleichtern.
- ☐ Vorbereitung: Leitungsverläufe, Einbauten und deren Schnittstellen mit der luftdichten Ebene sind detailliert zu planen. Die Anzahl der Durchdringungen der Luftdichtheitsebene ist gering zu halten. Durchdringungen sind mit geeigneten Anschlusslösungen zu planen und anzuordnen.

Technische Einbauten / Technische Gebäudeausrüstung TGA

- ☐ Bei der Installation von Leitungsrohren und anderen Installationen (z.B. Heizkreisverteiler) in Außenwänden muss auf eine sorgfältige luftdichte Ausführung im Mauerwerk geachtet werden.
- ☐ Bei technischen Einbauten, wie Dunstabzugshaube, Trockner, Feuerstätte, Rauch- und Wärmeabzug, Einzelraumlüfter etc., ist bei der Auswahl auf eine zum energetischen Konzept passende Ausführung zu achten.
- ☐ Durchdringungen sind mit geeigneten Anschlusslösungen zu planen und anzuordnen, ggf. sind Durchdringungen der luftdichten Ebene mit dem Ersteller des Luftdichtheitskonzepts und den beteiligten Nachbargewerken hinsichtlich der notwendigen Ausführung zu besprechen.
- ☐ Eine Installationsebene ist in jedem Fall Durchdringungen der Luftdichtheitsschicht vorzuziehen.
- ☐ In später nicht mehr zugänglichen Bereichen ist zumindest ein Glattstrich anzubringen, z. B. bei der Montage von Geräten, deren Zuleitungen, Fallrohren, etc. an unverputzter Außen- bzw. Gebäudetrennwand.
- ☐ Leerrohre sind an den Enden luftdicht zu verschließen (z. B. durch geeignete Dichtmittel).
- ☐ Leitungen in Leerrohren sind luftdicht an das Rohr/den Kanal anzuschließen.
- ☐ Planung: Der TGA-Planer hat sicherzustellen, dass ausreichend Platz für Anbindung an die luftdichte Ebene vorhanden ist. (mind. Handbreite)
- ☐ Rohre / Kanäle: Antennenmasten sind innenseitig zu verschließen.
- ☐ Rohre / Kanäle: Einbauten müssen so ausgeführt werden, dass aufgrund einer eventuellen thermischen Belastung die luftdichte Ebene nicht beschädigt wird (z.B. WW-Leitung, Solarleitung, Abgasrohr Kamin).
- ☐ Rohre / Kanäle: Im Durchdringungsbereich sind glattwandige Rohre zu verwenden, um eine ordentliche Klebeverbindung zu erzielen. Wenn möglich sind Manschetten zu verwenden, da diese die Ausführung erleichtern.
- ☐ Rohre / Kanäle: In vorkonfektionierten Manschetten dürfen im Regelfall keine zusätzlichen Durchdringungen eingebracht werden. Bei dafür geeigneten Manschetten werden zusätzliche Durchdringungen ausschließlich mittels geeigneten Werkzeugs nach Herstellerangaben eingebracht.
- ☐ Rohre / Kanäle: Rohre sind einzeln durch das luftdichte Bauteil zu führen, da sonst Hohlräume entstehen können.

Allgemeines / Materialeignung:

- ☐ Abdichtungsfolien: Folien und Untergründe müssen tragfähig, trocken, frost-, staub-, schmutz- und fettfrei sein, frei von Weichmachern, frei von Eis und Raureif und ohne Substanzen, die Haftkleber abweisen.
- ☐ Soll auf vorhandenen Putz geklebt werden, ist die Tragfähigkeit des Putzes zu prüfen.
- ☐ Der Untergrund ist für das Klebemittel entsprechend der Herstellerrichtlinien vorzubereiten (z.B. durch Anschleifen, absaugen, abwaschen, Primern, etc.).
- ☐ Alle Komponenten der Luftdichtheitsschicht müssen aufeinander abgestimmt sein. Die Verträglichkeit der Komponenten untereinander muss gewährleistet sein.
- ☐ In Sonderfällen sollte der Hersteller des Klebe- bzw. Dichtmittels die Eignung auf dem Untergrund bestätigen.
- ☐ Sämtliche Verklebungen sind last- und spannungsfrei herzustellen. Dafür sind ausreichende Bewegungsschlaufen im Anschlussbereich der Luftdichtheitsbahn vorzusehen. Mittels Unterkonstruktion (z.B. Holzlatten) ist die Luftdichtheitsbahn von der Last aus Dämmung freizuhalten.
- ☐ Die Stöße der Luftdichtheitsbahn sind faltenfrei auszuführen und mit ausreichender Überlappung nach Herstellerangaben auszubilden und mit Klebeband zu verkleben.
- ☐ Die Klebebänder sind ordentlich anzureiben/anzudrücken um eine Klebeverbindung herzustellen.
- ☐ Eventuell bei der Verklebung entstandene Falten werden bis auf die faltenfreie Fläche auslaufend verklebt.
- ☐ Durchdringungen von Tackerklammern sind ausreichend dicht, wenn diese nicht durchgeschlagen sind, eine vollständige Pressung der Luftdichtheitsbahn vorliegt und diese nicht ausgerissen sind. Kann das nicht ausgeschlossen werden, empfiehlt sich eine zusätzliche Abdeckung durch ein Klebeband.
- ☐ Schrauben und Nägel sind ausreichend dicht, wenn eine Pressung (z.B. durch Holzlatten) vorliegt.
- ☐ Bei von außen verlegter ebener Luftdichtheitsbahn auf den Sparren bei Aufsparrendämmung sollte diese für vorübergehende Freibewitterung geeignet sein (Behelfsdeckungsfunktion). Bei schlaufenförmiger Verlegung einer Luftdichtheitsbahn von außen sollte die Umdeckung Zug um Zug erfolgen.
- ☐ Wird die Luftdichtheitsbahn nicht verkleidet (z.B. nicht ausgebautes Dachgeschoss) ist darauf zu achten, dass Bahn und Klebemittel UV-beständig sind oder vor UV-Strahlung geschützt werden.

Anhang 12: Bautechnik - Maßnahmen zur Verbesserung der Luftdichtheit

1. Planung des Verlaufs der Luftdichtheitsschicht (vgl. Anlage 2)

Der lückenlose Verlauf der luftdichten Ebene wird als „rote Linie“ in den Bauzeichnungen festgelegt:

- In der Regel ist die Luftdichtheitsschicht raumseitig der Dämmebene anzuordnen.
- Der Wechsel der Luftdichtheitsebene in Konstruktionen, z.B. ein Verspringen von außen nach innen, ist nach Möglichkeit zu vermeiden.
- Die Anzahl der Durchdringungen der Luftdichtheitsebene ist gering zu halten.
- Durchdringungen sind mit geeigneten Anschlusslösungen zu planen.
- Die Länge von Fugen und Anschlüssen ist auf das notwendige Maß zu minimieren.

2. Relevante Details

Die relevanten Details werden festgestellt (siehe Anhang 11), in einer Checkliste aufgelistet und wenn möglich in den Bauzeichnungen oder einer Prinzipskizze gekennzeichnet.

3. Materialien

Alle Materialien der luftdichten Ebene sowie deren räumliche Zuordnung inkl. der Ausführung von Fugen und Anschlüssen werden festgelegt. In der Fläche als luftdicht geltende Materialien sind z.B.:

- verputztes Mauerwerk
- Betonbauteile nach DIN 1045-2
- Luftdichtheitsbahnen aus Kunststoff, Elastomer, Bitumen und Papierwerkstoffen
- Plattenmaterialien wie Gipsfaserplatten, Gipskartonplatten, Faserzementplatten, Bleche und Holzwerkstoffplatten

In der Fläche als nicht luftdicht geltende Materialien sind z.B.:

- unverputzte, poröse Weichfaserplatten und unverputzte haufwerksporige Leichtbetonbauteile (Gasbeton)
- Nut-Feder-Schalungen
- Wärmedämmungen jeglicher Art

4. Ausführung

Details sind in der Werkplanung so zu beschreiben, dass sie sich handwerklich umsetzen lassen. Alle Detaillösungen (Werkplanung - Details) werden Bestandteil des Luftdichtheitskonzeptes. Hierbei können beispielhafte Detaillösungen z.B. der Detaildatenbank auf „www.luftdicht.info“ [55] entnommen werden. Folgendes ist dabei unter anderem zu beachten:

- Anschlüsse zwischen Bauteilen sind grundsätzlich spannungsfrei herzustellen.
- Zugkräfte auf Klebeverbindungen und Luftdichtheitsbahnen sind zu verhindern.
- Festlegung der Ausführung der Anschlüsse: Klebeband, Klebemasse, Dichtmanschette), mechanische Sicherung.
- Anbindungen benötigen Montage- und Befestigungsraum, d.h. ausreichende Wand und Deckenabstände sind zu planen.
- Festlegung der ggf. erforderlichen zusätzlichen Vorbehandlung von Untergründen (wie z.B. Abbürsten / -schleifen, Primer)
- Ausführungsdetails sind den zuständigen Handwerkern vorzugeben.
- Mindestabstände von Strangentlüftungsleitungen oder Mehrfachdurchdringungen
- Laibungsvorbereitung bei Fensteranschlüssen
- Zusammenführung von Luftdichtheitsschichten unterschiedlicher Gewerke (z. B. Trockenbau und Putzarbeiten)
- Durch nicht sorgfältige Planung und Ausführung kann Luftfeuchtigkeit in die Dämmebene bzw. Konstruktion eindringen und innerhalb der Konstruktion kondensieren und damit zu einer unzulässigen Erhöhung der Bauteilfeuchte führen.
- Eine fehlerhafte Luftdichtheitsschicht kann zu Zugerscheinungen führen.

Anhang 13: Bautechnik - Erklärung Bauteildokumentation

Die energetisch relevanten Bauteile werden ausschließlich in der Projektdokumentation (siehe Anlage 1) aufgeführt, da diese dort direkt aus dem Berechnungsprogramm übernommen werden.

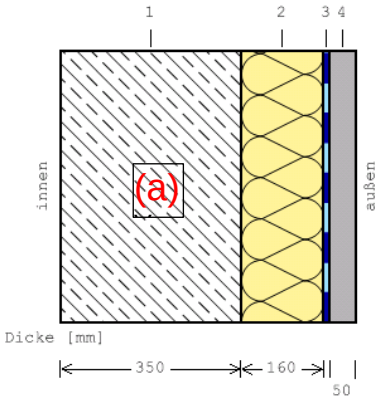
Die folgende Skizze erklärt die Verwendung der Bauteildokumentation.

Projektdokumentation
➔Kapitel „Bautechnik“
➔Unterkapitel „Verwendete Konstruktionen“

Beispiel:

Verwendete Konstruktionen

(BT0010) Bodenplatte Aufzugsunterfahrt mit Perimeterdämmung im Grundwasser / WU-Beton 35 cm + PB 16 cm



(b) Schicht	Material (c)	Dicke [mm] (d)	λ [W/mK] (e)
1	WU-Beton, bewehrt, DIN EN ISO 10456 (mit 2% Stahl) 2400	350	2,500
2	Perimeterdämmung XPS 038 d = 100-160 mm (z.B. Styrodur 3035 CS od. gleichwertig) im Grundwasser (ds = 300 kPa)	160	0,041
3	Trennlage (z.B. PE-Folie)	0,2	2,300
4	Sauberkeitsschicht / Magerbeton C12/15	50	1,600
	gesamt	**560,2**	

Beschreibung:

Bodenplatte unter Aufzugsunterfahrt (im Grundwasser bzw. HHW)
Die exakte Dicke der Bodenplatte richtet sich nach der stat. Berechnung und kann daher von der gewählten Dicke abweichen.

Bauteile (f)	R_{si} [m²K/W] (h)	R_{se} [m²K/W]	U-Wert [W/(m²K)] (g)
(BT0010) UG2: (ID9,99) Bodenplatte Aufzugsunterfahrt, WU-Beton 35 cm + PB 16 cm (16,4 m²)	0,17	0,00	0,24

(a) Systemskizze des gesamten Bauteils
(b) Anzahl der erfassten Bauteilschichten
(c) Technische Beschreibung der Einzelschichten
(d) Dicke der Einzelschichten
(e) Wärmeleitfähigkeitswerte (d.h. Bemessungswerte) der Einzelschichten
(f) Kurzbeschreibung Ort/Lage des Bauteils mit ID-Nr. aus ecad
(g) U-Wert der Gesamtkonstruktion
(h) Wärmeübergangswiderstand innen und außen

Anhang 14: Bautechnik - U-Wert-Zuschlag Befestigungsmittel

A) U-Wert-Zuschlag Wärmedämmung (z.B. VHF)

Das hier untersuchte Gebäude wird teilweise aus Stahlbetonwänden mit VHF hergestellt. Es ist flächenhafter U-Wert-Zuschlag für die Befestigungsdübel zu berücksichtigen. Bei den Bereichen mit Holzständerwänden erfolgt die Befestigung der VHFassade über die Sparren, ein zusätzlicher U-Wert-Zuschlag wird nicht erforderlich.

Derzeit liegen keine technischen Datenblätter bzw. Werkplanungsdetails für die Wärmedämmung vor.

Die technischen Nachweisdokumente sind dem Auftraggeber / Projektleitung / Bauleitung und dem Bauphysiker vor der Ausführung zur Prüfung und Dokumentation vorzulegen.

Abb. A 21 Berechnung / Ermittlung „U-Wert-Zuschlag – Wärmedämmung“

Anhang 15: Bautechnik - Fenster, Lichtkuppeln u.ä.

Die vorliegende Untersuchung legt die energetischen Mindestanforderungen für die außenliegenden Fenster und Fenstertüren sowie für Pfosten-Riegel-Verglasungen fest, bzw. übernimmt die technischen Parameter der geplanten Fenster (sofern vorhanden). Für die Ermittlung der maßgeblichen U_W-Werte werden die Angaben der Ausführungsplanung vom 09.12.2025 herangezogen.

Allgemeine Anmerkung:
Die Ermittlung bzw. Dokumentation der maßgeblichen U_W-Werte ist entsprechend der Technischen FAQ - BEG (WG/NWG [77] anzugeben.
5.01 U_W-Wert, Darstellung - allgemein
5.02 U_W-Wert von senkrecht eingebauten Fenstern und Fenstertüren
5.03 U_W-Wert von Fenstern mit Paneelen
5.04 U_W-Wert von geneigt eingebauten Fenstern (z. B. Dachflächenfenster)
5.05 U_{LK}-Wert Lichtkuppel
5.06 U_{CW}-Wert von Vorhangfassaden
5.07 Referenzgebäude (Wohngebäude), fehlende Elemente, Vorhangfassaden
5.08 Verglasung, Gesamtenergie-durchlassgrad (g-Wert)
5.09 UW-Wert von Fenstern, äquivalenter U-Wert
5.10 Referenzgebäude (Wohngebäude), fehlende Elemente, unbeheizte Glasvorbauten

Allgemein:
(1) Vorgabe Fensterdaten durch Bauherrnvertretung: ➞ - keine -
(2) Die technischen Nachweisdokumente sämtlicher Fenster und Fenstertüren sind von der Projektleitung beim Hersteller anzufordern.
(3) Die U-Wert-Berechnung je Fenstertyp sowie die technischen Daten der Verglasung sind von der Projektleitung und der Bauleitung zu prüfen und zu dokumentieren.
(4) Detaillierte Herstellerdaten sind unbedingt als Nachweisdokumente in den Bauakten zu dokumentieren.

w(01) - Fassadenfenster und Fenstertüren (Standardfenster)
- 3-Scheiben-Isolierverglasung
- keine Sonnenschutzverglasung

Derzeit liegen keine Herstellerdaten [i] vor.

Abb. A 23 Technisches Datenblatt - Fenstertyp w(01), (vgl. Tabelle 8)

w(02) - Pfosten-Riegel-Glasfassade (Eingangsbereich)
- 3-Scheiben-VSG
- keine Sonnenschutzverglasung

Derzeit liegen keine Herstellerdaten [i] vor.

Abb. A 24 Technisches Datenblatt - Fenstertyp w(02), (vgl. Tabelle 8)

w(03) - Lichtkuppeln
- 2-Scheiben-Verglasung (transparent oder transluzent)
- keine Sonnenschutzverglasung

Derzeit liegen keine Herstellerdaten [i] vor.

Abb. A 25 Technisches Datenblatt - Lichtkuppeln w(03), (vgl. Tabelle 8)

Anhang 16: Bautechnik - Verschattung

Gemäß vorliegender Planung [a] sind an den Fassadenfenstern außenliegende Verschattungen vorgesehen.

Für die und Pfosten-Riegel-Fassaden im Eingangsbereich ist keine Verschattung erforderlich.

Derzeit liegen noch keine technischen Datenblätter für Verschattungseinrichtungen vor.

Die technischen Nachweisdokumente sind dem Auftraggeber / Projektleitung / Bauleitung zur Dokumentation vorlegen.

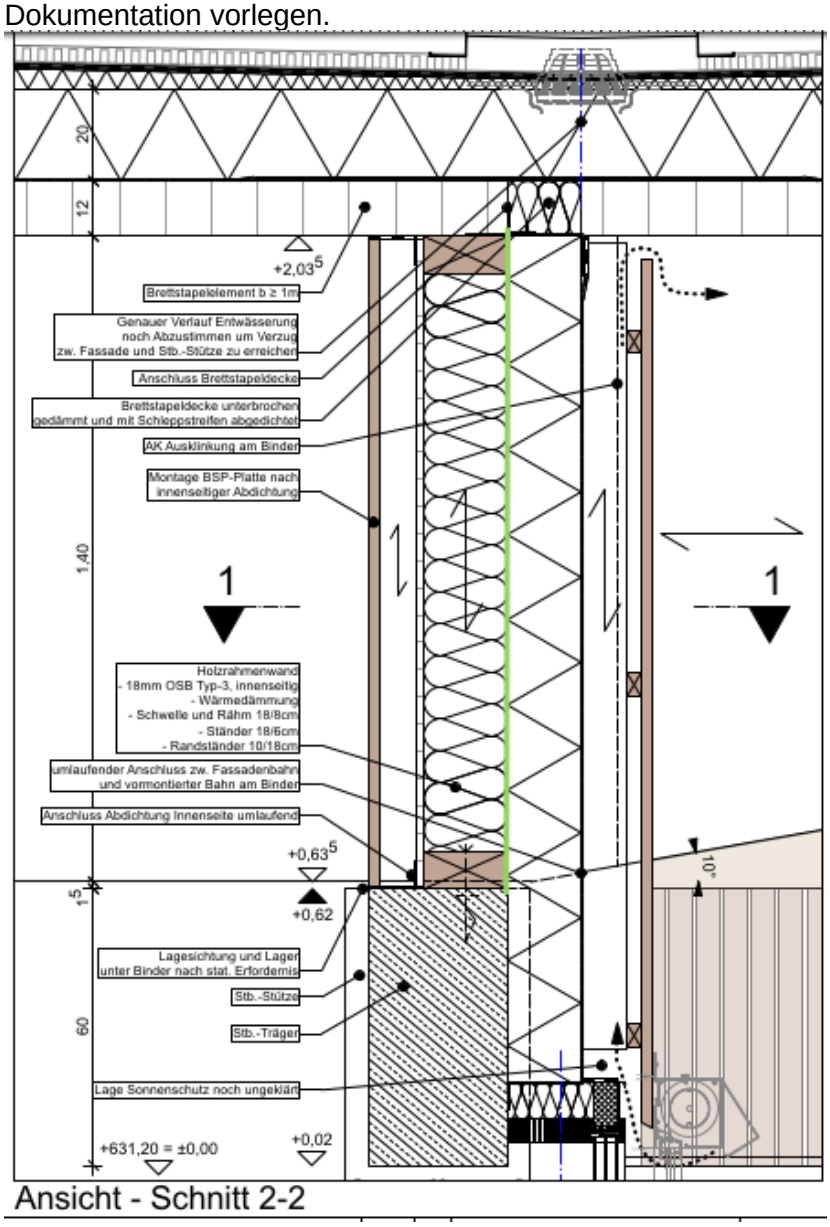


Abb. A 26 Technische Daten zur Verschattung „Gebäude I“

Anhang 17: Bautechnik - Rollladenkästen / Raffstorekästen

Berücksichtigung von Rollladenkästen / Raffstorekästen im wärmeschutztechnischen Nachweis nach Anhang A DIN 4108 [6];

a) Rollladenkästen als Einbau- oder Aufsatzkästen können als flächige Bauteile im wärmeschutztechnischen Nachweis mit ihrem U-Wert und ihrer Fläche angesetzt werden, siehe Bild A.1.

b) Alternativ zu a) können Rollladenkästen / Raffstorekästen beim wärmeschutztechnischen Nachweis übermessen werden (die Wandfläche geht dann, von oben kommend, bei Einbau- und Aufsatzkästen bis zur Unterkante des Rollladenkastens und bei Vorsatz- und Mini-Aufsatzkästen bis zur lichten Fensteröffnung, siehe Bild A.2. Der Einfluss des Rollladenkastens als Einbau- und Aufsatzkasten inkl. Einbausituation wird dann als linienförmige Wärmebrücke berücksichtigt.

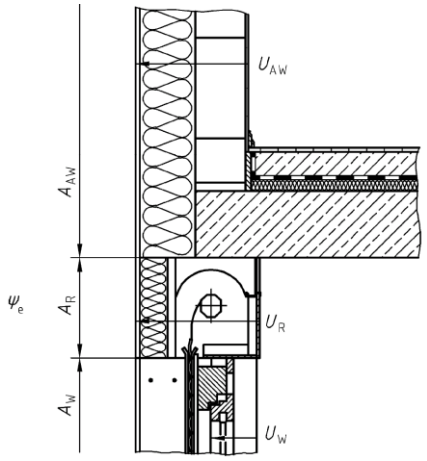


Bild A.1 — Flächendefinition beim Rollladenkasten (beim Einbau- oder Aufsatzkasten) mit Fläche und eigenem U-Wert

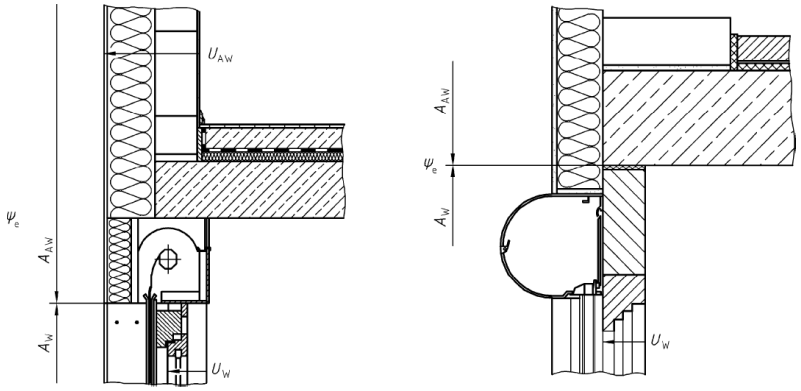


Bild A.2 — Flächendefinition beim Übermessen des Rollladenkastens (links: beim Einbau- und Aufsatzkasten; rechts: beim Vorsatz- und Miniaufsatzkasten)

Im vorliegenden Fall sind Markisenkästen geplant.

*Gemäß vorliegender Planung [a] sind **über** allen Fenstern von Aufenthaltsräumen Markisenkästen als Aufsatzkästen geplant. Derzeit liegen noch keine Detailschnitte vor.*

Die technischen Nachweisdokumente sind dem Auftraggeber / Projektleitung / Bauleitung zur Dokumentation vorlegen.

Abb. A 27 außenliegende Verschattung - „Gebäude I“

Anhang 18: Wärmebrücken - Nummern

Tabelle A 1: Zusammenstellung energetisch relevanter Wärmebrücken - Wärmebrückennummern

1	2	3	4	5	6
Wärmebrücken-Nummer			**Bezeichnung**		im Projekt vorhanden
(hcon)	(dena) Anlage 3	KfW	**Lage**	**Bauteilanschluss**	(ja / nein)
01	1.01	(1)	Bodenplatte Keller	BP Kellerwand gegen Erdreich (z.B. AZU) BP Kellerwand gegen TG	nein
02	1.02	(21)	Bodenplatte Keller	Anschluss Innenwand (bh/bh) auf Bodenplatte	nein
03	1.03		Bodenplatte Keller	Anschluss Innenwand (bh/ub) auf Bodenplatte	nein
04	2.01	(2)	Bodenplatte EG	Sockel, Anschluss Außenwand / Bodenplatte	ja
05	3.01		Kellerwand	Außenecke gegen Erdreich bzw. TG	nein
06	3.02		Kellerwand	Innenecke gegen unbeheizt (vertikal)	nein
07	3.03		Kellerwand	Keller-IW (bh/bh) an Außenwand gegen Erdreich	nein
08	3.04		Kellerwand	Keller-IW (bh/ub) an Außenwand gegen Erdreich	nein
09	4.01	(3)	Kellerdecke	Deckenauflager (bh/bh), Kellerwand (bh/TG)	nein
10	4.02	(3)	Keller- / TG-Decke	Deckenauflager (bh/ub); Keller-AW/IW, TG-AW/IW n. o. gegen (bh); z.B. TG-Stützen	nein
11	4.03		Kellerdecke	Deckenauflager Bereich Kellerfenster (ub)	nein
12	4.04		Kellerdecke	Auflager Bodenplatte Anbau (bh) an Keller (bh)	nein
13	4.05		Kellerdecke	Auflager Bodenplatte Anbau (bh) an Keller (ub)	nein
14	4.06	(20)	Kellerdecke	Keller-IW (ub/ub) n.o. gegen (bh)	nein
15	4.07	(20)	Kellerdecke	Keller-IW (bh/ub) n.o. gegen (bh) Innenwand EG auf Keller-/bzw. TG-Decke	nein
16	5.01		Außenwand	Außenecke gegen Außenluft	ja
17	5.02		Außenwand	Innenecke gegen Außenluft, (ohne Innenwandanschluss)	nein
18	5.03		Außenwand	Anschluss Innenwand; IW (bh/bh) od. (bh/ub) an AW, AW (ub/ub) an AW (z.B. Loggiawand)	ja
19	5.04		Außenwand	Innenecke gegen Außenluft (mit Innenwandanschluss)	ja
20	6.01	(11)	Geschossdecke	Deckenauflager auf AW Deckenauflager auf IW (ub/ub) oder (bh/ub)	ja
21	6.02	(10)	Geschossdecke	Balkonplatte, Loggiaboden, Kragplatte	ja
22	6.03	(23)	Geschossdecke	Anschluss Flachdach	ja
23	7.01		Oberste Geschoss-decke nach oben ge-gen (ub)	Deckenauflager (Spitzboden ub)	nein

Tabelle A 1: Zusammenstellung energetisch relevanter Wärmebrücken - Wärmebrückennummern

1	2	3	4	5	6
Wärmebrücken-Nummer			**Bezeichnung**		im Projekt vorhanden
(hcon)	(dena) Anlage 3	KfW	**Lage**	**Bauteilanschluss**	(ja / nein)
24	7.02	(12)	Oberste Geschossdecke nach oben gegen (ub)	Deckenauflager mit Traufanschluss (Spitzboden ub)	nein
25	7.03	(22)	Oberste Geschossdecke nach oben gegen (ub)	Durchstoßende Innenwand gegen (bh/ub)	nein
26	7.04	(22)	Oberste Geschossdecke	Durchstoßende Innenwand (ub/ub) od. (bh/ub)	nein
27	7.05		Oberste Geschossdecke	Innenwand an Kehlbalkendecke	nein
28	7.06		Oberste Geschossdecke	Innenwand gegen Spitzboden (ub)	nein
29	7.07	(13)	Oberste Geschossdecke	Deckenauflager Spitzbodendecke / Giebel	nein
30	8.01	(14)	(Steil-)Dach	Traufe	nein
31	8.02	(14)	(Steil-)Dach	Traufe mit Kniestock	nein
32	8.03	(15)	(Steil-)Dach	Ortgang	nein
33	8.04		(Steil-)Dach	Mittelpfette, Anschluss Kehlbalkendecke	nein
34	--	(19)	(Steil-)Dach	Anschluss Gaubenwange / Dachfläche	nein
35	9.01	(16)	Flachdach	Attika, Außenwand/Flachdach	ja
36	10.01	(23)	Innenwand	Innenwandanschluss (bh/ub) an Wand (seitlicher Anschluss)	nein
37	11.01	(8)	Fenster / Türen	Schwelle Fenstertür, Kellerdecke gegen (ub)	nein
38	11.02	(9)	Fenster / Türen	Schwelle Fenstertür, Balkon	nein
39	11.03	(9)	Fenster / Türen	Schwelle Fenstertür, Flachdach	nein
40	11.04	(4)	Fenster / Türen	Fenster Brüstung	ja
41	11.05	(5)	Fenster / Türen	Fenster Laibung	ja
42	11.06	(6)	Fenster / Türen	Fenster Sturz ohne Rollladenkasten	ja
43	11.07	(7)	Fenster / Türen	Fenster Sturz mit Rollladenkasten	nein
44	--	(17)	Fenster / Türen	Dachflächenfenster (oben/unten)	nein
45	--	(18)	Fenster / Türen	Dachflächenfenster (seitlich)	nein

Anhang 19: Wärmebrücken - Ausführungsempfehlungen

Gemäß dem hier berücksichtigten Wärmebrückenkorrekturwert von ΔU_{WB} = **0,1** W/(m²K) ist **kein Gleichwertigkeitsnachweis** mit den Ausführungsbeispielen nach DIN 4108 - Bbl. 2 [7] zu führen (siehe Anlage 4). In Fällen in denen von bewährten Konstruktionen nach DIN 4108 Beiblatt 2 abgewichen wird oder eine entsprechend konforme Ausführung der Wärmebrücken konstruktionsbedingt nicht möglich ist, sind detaillierte Wärmebrückenuntersuchungen durchzuführen. Wir empfehlen bei der Erstellung von Ausführungsdetails die Verwendung von Wärmebrückendetails (Wärmebrückenkataloge) der Baustoffindustrie bzw. der entsprechenden Fachverbände. Die allg. anerkannten Regeln der Technik sind zu beachten. Das hier erfasste Wärmebrückenkonzept (s. Kap. 4.1.2 auf S. 38) ist von den Planern (Architekt, HLS-Planer) in Abstimmung mit dem Bauphysiker umzusetzen.

Im Rahmen der Erstellung eines projektbezogenen Wärmebrückenkonzeptes wird empfohlen bei der Werkplanung auf die maßgeblichen Wärmebrückenkataloge der Fachverbände zurückzugreifen.

Baustoffgruppe	Kurz-zeichen	Beschreibung
Ziegelbau: Kalksandstein	[M]	Wärmebrückendetails der Ziegelindustrie https://www.ziegel.de/sites/default/files/2020-01/LRZ_Katalog-gesamt_2020-01-24.pdf https://wb.ax3000-group.de/home https://www.ks-waermebruecken.de/
Betonbau:	[B]	Wärmebrückendetails der Betonindustrie https://www.planungsatlas-hochbau.de/ https://www.leichtbeton.de/fileadmin/leichtbeton-de/media/PDF/1_3451_Leichtbeton_WB-Details_2020_verlinkt_18-06.pdf https://www.fdb-fertigteilbau.de/planungshilfen/planungsatlas-fuer-den-hochbau
allgemein KfW	[K]	KfW: Planungsempfehlungen Infoblatt_KfW-Waermebrueckenbewertung.pdf (Stand: 2015)
Holzbau:	[H]	Wärmebrückendetails Holzbau https://www.dataholz.eu/ https://informationsdienst-holz.de/publikationen
Stahl-Leichtbau:	[S]	Stahl-Leichtbau / Hallenbau siehe [57], [58] https://bauforumstahl.de/upload/documents/Hallenaus-Stahl_Planungsleitfaden.pdf IFBS 4.02 Wärmebrückenatlas der Metallsandwichbauweise, Ausgabe 2010 IFBS 4.02: Bauphysik, Fugendichtheit im Stahlleichtbau
allgemein:	[A]	www.wärmebrücken-online.de Wärmebrückensammlung

Anhang 20: Nachweis „Hydraulischer Abgleich“

Bestätigung des Hydraulischen Abgleichs u. a. für die BEG Förderung (Einzelmaßnahmen)

VdZ

Das vorliegende Verfahren zum Nachweis des Hydraulischen Abgleichs durch Fachbetriebe wurde mit der KfW und dem BAFA abgestimmt.

Diese Bestätigung – ausgefüllt durch den Fachbetrieb – bitte dem Kunden aushändigen.

Name / Antragsteller _____

PLZ / Ort / Straße _____

_____

Objektanschrift _____

_____

Zutreffendes ankreuzen und Werte eintragen:

Hydraulischer Abgleich durchgeführt Informationen zu den Verfahren siehe nächste Seite	nach Verfahren A ☐ Nur gültig für Anträge bis 31.12.2022	nach Verfahren B ☐

Ausdehnungsgefäß geprüft ☐ Fülldruck ____ bar

Berechnung Einstellung

Einstellung	**Heizkreis 1**	**Heizkreis 2**	**Heizkreis 3**
	Zweirohrheizung ☐	Zweirohrheizung ☐	Zweirohrheizung ☐
	Fußbodenheizung ☐	Fußbodenheizung ☐	Fußbodenheizung ☐
	Einrohrheizung ☐	Einrohrheizung ☐	Einrohrheizung ☐
Auslegungsvorlauftemperatur	____ °C	____ °C	____ °C
Heizkreisrücklauftemperatur	____ °C	____ °C	____ °C
Ermittelter Gesamtdurchfluss	____ l/h	____ l/h	____ l/h
Ermittelte Pumpenförderhöhe (bei Gesamtdurchfluss) [1]	____ m	____ m	____ m
Ggf. Differenzdruckregler (Zweirohrheizung, Fußbodenheizung) [2]	vorhanden ☐	vorhanden ☐	vorhanden ☐
Ggf. Durchflussregler/Strangregulierventil (Einrohrheizung) [2]	vorhanden ☐	vorhanden ☐	vorhanden ☐

1) Wenn eine Pumpe mehrere Heizkreise versorgt, ist die Pumpe Heizkreis 1 zuzuordnen.
2) Dokumentation in den Berechnungsergebnissen

Bemerkungen (z. B. direkter Anschluss Fernwärme)

✓ Der Hydraulische Abgleich wurde nach anerkannten Regeln der Technik durchgeführt.
✓ Dokumentation inklusive Berechnungsergebnisse wurde dem Antragsteller übergeben.
✓ **Alle einstellbaren Sollwerte (Druck, Temperatur, Durchfluss) wurden an den Komponenten eingestellt.**

Ort, Datum _____ Unterschrift / Stempel Fachbetrieb oder ggf. Sachverständiger _____

☐ Dokumentation inklusive Berechnungsergebnisse erhalten.

1/2 Ort, Datum _____ Unterschrift Antragsteller _____

2023/01/01

Abb. A 28 Nachweisdokument „Hydraulischer Abgleich“ (Blatt 1 von 2)
Aktuelle Version siehe https://www.vdzev.de/service/formulare-hydraulischer-abgleich/

Leistungsbeschreibung für die Durchführung des Hydraulischen Abgleichs von Heizungsanlagen

VdZ

Die Fachregel „Optimierung von Heizungsanlagen im Bestand“ ist kostenlos erhältlich unter **www.vdzev.de**

1. Verfahren zur Durchführung des Hydraulischen Abgleichs (Zweirohrheizung mit Heizflächen)

	Verfahren A (Näherungsverfahren zulässig bei beheizten Nutzflächen bis 500m² je Heizkreis ausgestattet mit einer Pumpe oder Differenzdruckreglern/Durchflussreglern, siehe auch Fachregel, Mindestleistung)	**Verfahren B** (in der Regel: Softwareberechnung, für alle Anlagengrößen, siehe auch Fachregel, grundsätzlich empfohlen)
Zur Verwendung bei:	**Zulässig u. a. bei:** ■ BEG Anträge vor dem 31.12.2022 nach damaligen Fördervorgaben	**Zulässig u. a. bei:** ■ BEG Einzelmaßnahmen ■ BEG Wohngebäude ■ EnSimiMaV
Nachzuweisende Leistungen:[1]	■ Ermittlung der Heizflächendurchflüsse anhand einer abgeschätzten Heizlast (z. B. nach Baualtersklassen (W/m²) oder installierter Heizflächengröße) ■ Thermostatventile mit konventioneller Voreinstellung: Ermittlung der Voreinstellung mittels Heizflächendurchfluss und Annahme eines Differenzdruckes ■ Thermostatventile mit automatischer Durchflussbegrenzung: Voreinstellwert = ermittelter Heizflächendurchfluss ■ Überschlägige Ermittlung von: · Systemtemperatur · Pumpenförderhöhe · Gesamtdurchfluss · Ggf. Einstellwerte von Strangarmaturen und/oder Differenzdruckreglern.[2]	■ Raumweise Heizlastberechnung nach Normenreihe DIN EN \ TS 12831. Vereinfachungen sind möglich (z. B. U-Werte nach Typologien. ■ Heizflächenauslegung: Berechnung/ Optimierung der Heizflächendurchflüsse in Abhängigkeit der geplanten Vor- und Rücklauftemperaturen und der Heizflächengrößen in Abhängigkeit von der Wärmeerzeugung ■ Ermittlung (in der Regel durch Rohrnetzberechnung) von: · Voreinstellwerten der Thermostatventile[3] · Pumpenförderhöhe · Gesamtdurchfluss · Ggf. Einstellwerte von Strangarmaturen und/oder Differenzdruckreglern.[2] · Optimierung der Vorlauftemperatur bei Heizflächen im Bestand ■ Wenn große Teile der Alt-Installation des Rohrnetzes im nicht sichtbaren Bereich liegen, ist eine Ermittlung der Voreinstellwerte durch Annahme von Rohrlängen und Nennweiten möglich.

2. Technische Besonderheiten

2.1 Nachzuweisende Leistungen bei Einrohrheizung[1]

- Ermittlung der einzelnen Einrohr-Heizkreisdurchflüsse: Die Heizlast wird entsprechend den Baualtersklassen (Verfahren A) oder dem Verfahren B ermittelt.
- Abgleich der Einrohr-Heizkreise mittels Durchflussbegrenzung oder Durchflussregelung und Rücklauftemperaturbegrenzung
- Ermittlung der notwendigen Pumpenförderhöhe und des Gesamtdurchflusses
- Einstellung der Heizungs-Umwälzpumpe(n)
- Freiliegende Rohre sind zu dämmen (Förderfähigkeit bei jeweiligen Programmen prüfen)
- Hinweis: Der Wechsel auf ein Zweirohrsystem mit Heizkörpern wird empfohlen und ist förderfähig.

2.2 Nachzuweisende Leistungen bei Fußbodenheizung[1]

- Die einzelnen Heizkreise müssen mit voreinstellbaren Abgleicharmaturen, Durchflussmengenmessern oder Durchflussreglern/-begrenzern versehen sein.
- Grundsätzlich ist nach Verfahren A/B vorzugehen.

[1] Angenommene Randbedingungen und Berechnungsergebnisse müssen dokumentiert und dem Antragsteller übergeben werden.
[2] Notwendig bei Differenzdrücken am Thermostatventil größer 150 mbar, nicht notwendig bei Thermostatventilen mit automatischer Durchflussbegrenzung.
[3] Bei Thermostatventilen mit automatischer Durchflussbegrenzung genügt die Einstellung der berechneten Heizflächendurchflüsse.

2/2 VdZ e.V., Oranienburger Str. 3, 10178 Berlin, 030 / 278 744 08 - 0, info@vdzev.de Mehr Informationen finden Sie unter **www.vdzev.de**

Bestätigung des Hydraulischen Abgleichs u. a. für die BEG Förderung (Einzelmaßnahmen)

Abb. A 29 Nachweisdokument „Hydraulischer Abgleich“ (Blatt 2 von 2)
Aktuelle Version siehe https://www.vdzev.de/service/formulare-hydraulischer-abgleich/

Anhang 21: Nachweis „Blower Door“

Für den Fall, dass erhöhte Anforderungen an die Gebäudedichtheit energetisch berücksichtigt werden, ist eine entsprechende messtechnische Überprüfung der Anforderungen („Blower Door-Test“) wie in Kap. 3.6.2 bzw. Kap. 6.2 auf Seite 47 beschrieben durchzuführen.

Eine Dichtheitsprüfung wird in der vorliegenden Untersuchung (vgl. Kap. 3.6.2 und Kap. 6.2) für den hier betrachteten Neubau „Gebäude I“ rechnerisch berücksichtigt, so dass nach Fertigstellung des Gebäudes ein entsprechender messtechnischer Nachweis der Luftdichtheit („Blower-Door-Test“) erforderlich ist.

Im Hinblick auf eine energetisches Gesamtbetrachtung wird unabhängig von einer rechnerischen Berücksichtigung grundsätzlich empfohlen nach Abschluss **der Baumaßnahmen eine Luftdichtheitsprüfung durchzuführen.**

Der zu erstellende Messbericht ist als Nachweisdokument dem Auftraggeber, der Projektleitung, der Bauleitung sowie dem Bauphysiker zur Dokumentation vorlegen.

Abb. A 30 Nachweisdokument „Blower Door “ (Nachweisdokumentation - Messbericht)

Anhang 22: Erhöhtes Anforderungsniveau / Förderprogramme

In Abstimmung mit dem Bauherrn wird kein erhöhtes Anforderungsniveau angestrebt.

Folgende Förderprogramme werde in diesem Projekt in Anspruch genommen:

☐ KfW - Förderprogramm:

☐ BAFA - Förderprogramm:

☐ Anderes Förderprogramm:

☒ kein erhöhtes Anforderungsniveau bzw. kein entsprechendes Förderprogramm:

siehe auch https://www.stmb.bayern.de/buw/bauthemen/gebaeudeundenergie/foerderprogramme/index.php

Anhang 23: Nachweisdokumentation zum Energieausweis, BEG, KfW und KFN

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
lfd. Nr.	**Leistung Tätigkeit**	**Nachweisunterlagen Dokumente Ergebnisse** * = Nachweisdokumente NWG Prüfstufe 2	**Durchführung / Verantwortlich** [D] = Durchführung / [M] = Mitwirkung / [V] = Verantwortlich							Unter-lagen A5 Prüfstufe 2
			Bauphysiker	Architekt	TGA-Planer	Elektro-Fach-planer	Bauherr bzw. Vertreter	Baufirmen / Einzelgewerke	Fachplaner Sondergewerk	Prüfung E-Ausweise
1	allgemein	Berechnungsverfahren / Anforderungsniveau / Energiestandard	**V**		**M**		**M**			
2	allgemein	Baubeschreibung [allgemein] - energetische Baubeschreibung[3] ➞ Bericht	**M**	**V, D**			**M**			**3**
3	allgemein	Baugrundgutachten		**M**			**V**		**D**	
4	allgemein	Baustellenakten[/ Bauunterlagen / Bauakten / Lieferscheine / Baugenehmigung	**M**	**D**	**D**		**V**	**D**	**M**	**4**
5	Anlagentechnik-Grundlagen	Anlagenbeschreibung - Konzept der TGA-Planung			**D**		**V**			
6	Anlagentechnik-Grundlagen	Anlagenbeschreibung - Anlagenschema	**M**		**D**		**V**			
7	Anlagentechnik - Grundlagen	Anlagenbeschreibung - Heizung [Wärmeerzeuger]	**M**		**D**		**V**			**12**
8	Anlagentechnik Grundlagen	Wärmeerzeuger: Nachweis der Energieträger [Energielieferscheine, Fernwärme]	**M**		**M**		**D**			**12**
9	Anlagentechnik-Grundlagen	Wärmeerzeuger: Primärenergiefaktor f_P [Zertifikat / Nachweis]	**M**		**D**		**M**			**17**
10	Anlagentechnik - Grundlagen	Anlagenbeschreibung: - Trinkwarmwassererwärmung	**M**	**M**	**D**		**V**			**13**
11	Anlagentechnik - Grundlagen	Anlagenbeschreibung: - Kühlung [Kälteerzeuger]	**M**		**D**		**V**			**15**
12	Anlagentechnik - Grundlagen	Anlagenbeschreibung: - mechanischer Lüftungsanlagen [techn. Daten]	**M**		**D**		**V**			**14**
13	Anlagentechnik-Grundlagen	Anlagenbeschreibung: - Photovoltaikanlage [PV-Anlage]	**M**		**M**	**D**	**V**			**16**
14	Anlagentechnik Planung	Lüftungskonzept	**M**		**V, D**		**M**			**14**
15	Anlagentechnik-Planung	Beleuchtungsfachplanung	**M**	**M**		**V, D**	**M**			
16	Anlagentechnik-Planung	Leitungslängen [fachplanerische Ermittlung] [bei Ansatz individueller Leitungslängen]	**M**		**V, D**		**M**			
17	Anlagentechnik-Planung	Produktdaten der Anlagenkomponente[n], techn. Datenblätter Größenangabe der Anlagenkompo-	**M**		**V, D**		**M**			**16**
18	Anlagentechnik-Planung	Solarthermie Planung Dimensionierung, techn. Parameter, Simulation	**M**		**V, D**		**M**			**16**
19	Anlagentechnik-Planung	Einsatz erneuerbare Energien Bedarfsermittlung, technische Daten	**M**		**V, D**		**M**			**16**
20	Anlagentechnik - Bewertung	energetische Anlagenbewertung: - Heizungsanlage	**V, D**		**M**					
21	Anlagentechnik - Bewertung	energetische Anlagenbewertung: - Lüftungsanlage	**V, D**		**M**					
22	Anlagentechnik-Bewertung	PV-Anlage: - Dimensionierung - Simulation des Stromertrages	**M**			**V, D**	**M**			
23	Anlagentechnische Bewertung	Produktspezifische Anlagenkennwerte	**M**		**V, D**		**M**			
24	Anlagentechnik-Prüfungen	Hydraulischer Abgleich https://www.vdzev.de/service/formulare-hydraulischer-abgleich/	**M**		**V**			**D**		
25	Bautechnik-Grundlagen	Werk- / Ausführungspläne [pdf, dwg] Lagepläne, Grundrisse, Schnitte, Ansichten, Details	**M**	**V, D**	**M**	**M**	**M**			**6**
26	Bautechnik-Grundlagen	Wohnflächenberechnung / Nutzflächenberechnung [ohne unbeheizte Flächen] [Anlage 1 und	**M**	**V, D**						

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
lfd. Nr.	**Leistung Tätigkeit**	**Nachweisunterlagen Dokumente Ergebnisse** * = Nachweisdokumente NWG Prüfstufe 2	**Durchführung / Verantwortlich** [D] = Durchführung / [M] = Mitwirkung / [V] = Verantwortlich							Unter-lagen A5 Prüfstufe 2
			Bauphysiker	Architekt	TGA-Planer	Elektro-Fach-planer	Bauherr bzw. Vertreter	Baufirmen / Einzelgewerke	Fachplaner Sondergewerk	Prüfung E-Ausweise
27	energetische Planung	a] Fenstern Uw ➞ Ermittlung der Uw-Werte b] Lichtkuppeln ➞ Ermittlung der U_{LK}-Wert c] PR-Glasfassade / Vorhangfassade ➞ U_W-Wert	**M**	**V**			**M**	**D**	**D**	**11**
28	energetische Planung	Geometriedaten [Bruttovolumen; Nutzfläche; Hüllfläche; Fensterfläche, Außentürfläche, Kli-	**V, D**	**M**			**M**			
29	energetische Planung	Luftdichtheitsskonzept [Anlage 2 - grafisch]	**M**	**V, D**			**M**			
30	energetische Planung	Sommerlicher Wärmeschutznachweis nach DIN 4108-2	**V, D**	**M**			**M**			**19**
31	energetische Planung	Nutzungsprofile: Angabe der angesetzten Länge der Heizperiode Mischnutzung: Kennzeichnung Wohngebäude / Nichtwohnflächen	**V, D**	**M**	**M**		**M**			
32	energetische Planung	Systemgrenze, d.h. Gebäudepläne mit Kennzeichnung der wärmeübertragenden Hüllfläche	**V, D**	**M**			**M**			
33	energetische Planung	Wohnflächenerweiterung: Kennzeichnung der hinzukommenden Flächen	**M**	**D**			**M**			
34	Gebäudeenergetische Bewertung	Energieausweis[1] [WG / NWG] - Qualifikationsnachweis des Ausweiserstellers[2]	**V, D**				**M**			**1, 2**
35	Gebäudeenergetische Bewertung	Energiebedarfsrechnung, Gebäudebilanzierung, Referenzgebäude [Monatsbilanzverfahren] ➞ [Anlage 1]	**V, D**		**M**	**M**				**7,8**
36	Gebäudeenergetische Bewertung	Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz [EEWärmeG]	**V, D**	**M**	**M**					**20**
37	Gebäudeenergetische Bewertung	Hüllflächenbauteile / Bauteilkenngrößen „Bauteilkatalog“ ➞ [Anlage 1]	**V, D**	**M**						**10**
38	Wärmebrücken	a] Gleichwertigkeitsnachweis n. DIN 4108 Bbl. 2 b] Wärmebrückennachweis ➞ [Anlage 3]	**V, D**	**M**						**9**
39	Wärmebrücken	Wärmebrückenkonzept, Wärmebrückenbewertung	**V, D**	**M**			**M**			**9**
40	BEG/KFW	Gebäudefragebogen zur Planung [hier: Sonderfallregelung*]	**M**				**V, D**			
41	BEG/KfW	Bestätigung zum Antrag [BzA] [Neubau, Sanierung, Kredit / Zuschuss] [hier: Sonderfallrege-	**M, D**				**M**			
42	BEG/KfW	Bestätigung nach Durchführung [BnD] [hier. Sonderfallregelung*]	**M, D**				**M**			
43	Qualitätssicherung	Luftdichtigkeitsnachweis / Luftdichtheitsprüfung / Blower-Door-Test	**V, D**	**M**			**M**			**18**
44	Qualitätssicherung	Energetische Baustellenüberwachung energetische Baubegleitung	**M, D**	**M**			**V**	**M**		
45	Qualitätssicherung	Fotodokumentation Anlagentechnik		**M**	**M, D**		**V**	**M**		
46	Qualitätssicherung	Fotodokumentation Bautechnik [Baufortschritt] [hier: Sonderfallregelung*]	**M**	**V, D**			**M**	**M**		**5**
47	sonstiges	Schornsteinfegerprotokoll [nur Bestandsgebäude]	**M**	**M**			**M**		**V, D**	
48	Verbrauchsnachweis	Verbrauchsabrechnung [Heizkostenabrechnung] [nur Bestandsgebäude]	**V, D**				**M**			
49	Nachhaltigkeit	Ermittlung NH-Klasse und Erstellung NH-Zertifikat gem. Kap.	**M**	**M**	**M**	**M**	**V, M**		**D**	

Anlage(n):

A N L A G E N

Anlage 1: Projektdokumentation (148 Seiten)
Anlage 2: Pläne, Skizzen, Zonierung, Raumbuch (24 Seiten)
Anlage 3: Wärmebrücken konzeptionell (10 Seiten)
Anlage 4: Gleichwertigkeitsnachweis (- entfällt - Seiten)