

_Wärmeschutznachweis

Neubau eines Schulgebäudes

Bericht Nr.: [REDACTED]

Datum: 15.10.2025

Erstellt:

[REDACTED]

Auftraggeber:

Stadt Ibbenbüren
Alte Münsterstraße 16
49477 Ibbenbüren

Inhaltsverzeichnis

1	_Veranlassung	4
2	_Allgemeine Angaben	5
2.1	Aufgabenstellung.....	5
2.2	Abgrenzung.....	5
2.3	Beschreibung des Objekts.....	5
3	_Berechnungsgrundlage.....	7
3.1	Allgemeine Angaben zum Berechnungsverfahren.....	7
	Relevante Normen und Verordnungen	8
	Nutzung und Zonierung	9
	Haustechnik.....	14
3.1.1	Anforderungen an eine Heizungsanlage gemäß GEG §71	16
3.1.2	Gebäudeautomation gemäß GEG §71a	17
3.2	Bautechnik – Auflistung der wärmetechnisch relevanten Baustoffe	18
3.3	Wärmebrücken.....	18
3.4	Luftdichtigkeit.....	19
3.5	Sommerlicher Wärmeschutz.....	20
4	_Berechnungsergebnisse	23
4.1	Ergebnisse Gebäudeenergiegesetz (GEG).....	23
4.2	Ergebnisse Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG).....	24
5	_Fazit.....	25
A1	_ Projektdokumentation	26

Änderungsindex

Index	Ergänzungen / Änderungen	Datum
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]

Jede Art der Weitergabe, Vervielfältigung und Veröffentlichung – auch auszugsweise – ist ausschließlich mit schriftlicher Genehmigung der [REDACTED] gestattet. Das Gutachten wurde ausschließlich für den beschriebenen Zweck, das genannte Objekt und den Auftraggeber erstellt. Eine weitere Verwendung oder Übertragung auf andere Objekte ist ausgeschlossen. Alle Urheberrechte bleiben vorbehalten.

Die vorliegende Ausarbeitung umfasst 25 Seiten und vier Anlagen. Die Gesamtseitenzahl beläuft sich auf 24 Seiten.

1 _Veranlassung

Die Stadt Ibbenbüren plant die Zusammenführung der zwei Hauptschulen an den Standorten Laggenbeck und Dickenberg durch einen Neubau. Hierfür soll angrenzend an das Johannes-Kepler-Gymnasium ein Schulgebäude und eine Fünffeld-Sporthalle entstehen.



Abbildung 1 - Gebäudeansicht Hauptschule - Westseite

Das Gebäude soll dem energetischen Standard eines Effizienzhauses 40 entsprechen. Dies bedeutet gemäß Referenzgebäudeverfahren eine Unterschreitung des Referenzwertes um 60 %. Zur Einhaltung des GEG 2024 ist eine Unterschreitung des Referenzwertes von 25 % notwendig.

Ferner soll das Gebäude gemäß den Vorgaben der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen - DGNB e. V., Tübinger Straße 43 in 70178 Stuttgart zertifiziert werden. Ziel ist die Auszeichnungsstufen Gold. Das bedeutet nicht nur 65 Prozent aller DGNB-Anforderungen des jeweiligen Systems müssen erfüllt werden, sondern auch alle Themenfelder zu jeweils mindestens 50 Prozent.

Die Stadt Ibbenbüren hat die [REDACTED], mit der Erstellung dieser Berechnung im Rahmen der thermischen Bauphysik beauftragt.

2 _Allgemeine Angaben

2.1 Aufgabenstellung

Die[REDACTED] soll den Wärmeschutznachweis gemäß Gebäudeenergiegesetzes (GEG) 2024 für die geplante Bau-
maßnahme erstellen.

Gemäß GEG 2024 ist ein Nichtwohngebäude so zu errichten, dass der Jahres-Primärenergie-
bedarf für Heizung, Warmwasserbereitung, Lüftung, Kühlung und eingebaute Beleuchtung das
0,55fache des auf die Nettogrundfläche bezogenen Wertes eines Referenzgebäudes nicht
überschreitet. Das Referenzgebäude besitzt die gleiche Geometrie, Nettogrundfläche, Aus-
richtung und Nutzung, einschließlich der Anordnung der Nutzungseinheiten, wie das zu errich-
tende Gebäude mit einer technischen Referenzausführung entsprechend der Anlage 2 des
GEG 2024.

Das Gebäude soll dem energetischen Standard eines Effizienzhauses 40 entsprechen. Dies
bedeutet, gemäß Referenzgebäudeverfahren, eine Unterschreitung des spez. Primärenergie-
bedarfs um 60 %.

2.2 Abgrenzung

Für die Erstellung dieses Nachweises wurden die eigenen Erkenntnisse genutzt, sowie die
von der [REDACTED] erstellten nachfol-
gend aufgeführten Unterlagen.

- | | |
|--------------------------------|------------------------|
| • HSI-ARC-3-HSI-AN-AN-040-V-00 | (Planstand 19.09.2024) |
| • HSI-ARC-3-HSI-AN-AO-041-V-00 | (Planstand 19.09.2024) |
| • HSI-ARC-3-HSI-AN-AS-042-V-00 | (Planstand 19.09.2024) |
| • HSI-ARC-3-HSI-AN-AW-043-V-00 | (Planstand 19.09.2024) |
| • HSI-ARC-4-HSI-GR-EG-022-A-00 | (Planstand 27.10.2025) |
| • HSI-ARC-4-HSI-GR-01-023-A-00 | (Planstand 27.10.2025) |
| • HSI-ARC-4-HSI-GR-02-024-A-00 | (Planstand 27.10.2025) |
| • HSI-ARC-4-HSI-GR-TG-025-A-00 | (Planstand 27.10.2025) |
| • HSI-ARC-4-HSI-GR-DA-026-A-00 | (Planstand 27.10.2025) |
| • HSI-ARC-4-HSI-SC-AA-030-A-00 | (Planstand 27.10.2025) |
| • HSI-ARC-4-HSI-SC-BB-031-A-00 | (Planstand 27.10.2025) |

2.3 Beschreibung des Objekts

Das Gebäude ist als dreigeschossiger Schulbau geplant. Er soll als Massivbau errichtet werden. Statisch nichttragende Wände werden gemäß Arbeitstand in Trockenbauweise errichtet. Im Gebäude sind zwei Lichthöfe vorgesehen. Der südliche Lichthof beginnt ab dem Erdgeschoss, der nördliche ab dem ersten Obergeschoss. Auf dem Dach ist ein Technikgeschoss vorgesehen.

Zu den Räumlichkeiten gehören neben der Mensa und dem Lehrerzimmer überwiegend Klassen- und Verwaltungsräume.

3 _Berechnungsgrundlage

3.1 Allgemeine Angaben zum Berechnungsverfahren

Der nachfolgende Wärmeschutznachweis wurde auf Grundlage des „Gesetzes zur Vereinheitlichung des Energieeinsparrechts für Gebäude und zur Änderung weiterer Gesetze vom 29. April 2022 – Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (Gebäudeenergiegesetz – GEG)“ erstellt. Das Gebäudeenergiegesetz vom 8. August 2020 (BGBl. I S. 1728), oft als GEG 2020 bezeichnet, wurde im Rahmen einer Gesetzesanpassung vom 20. Juli 2022 (BGBl. I S. 1237 Artikel 18a) geändert und als Folge oft als GEG 2023 beschrieben. Eine weitere Änderung vom 19. Oktober 2023 (BGBl. Teil 1 Nr. 280) definiert die aktuelle Fassung des Gebäudeenergiegesetzes und wird häufig als GEG 2024 bezeichnet. Der Nachweis wird über das Regelverfahren für Nichtwohngebäude gemäß GEG 2023, §§ 18 und 19 und Anlage 2 zur Begrenzung des Jahres-Primärenergiebedarfs und der mittleren, bauteilbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten geführt.

Die Berechnung erfolgt gemäß den Vorgaben des Bilanzierungsverfahrens der DIN V 18599 Energetische Bewertung von Gebäuden Teil 1-11: 2018-09, Teil 12: 2021-04 und Teil 13: 2020-10. Die Bilanzierungsgrößen sind zonenweise für das Gebäude zu ermitteln und dann zu kumulieren. Zur Berechnung der Soll- und Ist-Werte müssen die Randbedingungen für das Klima und die Nutzung verwendet werden. Dazu werden die Nutzungsprofile der DIN V 18599 als sogenannte Standardprofile genutzt (Nutzungszeiten, Warmwasserbedarf, Solareinstrahlung etc.)¹ um einen Vergleichswert zu schaffen. Hierdurch kann es zu erheblichen Abweichungen von den tatsächlichen Verbräuchen vergleichbarer Gebäude kommen.²

¹ z.B. werden Einzel- und Gruppenbüros sowie WC und Sanitärräume im Standardprofil 11 Stunden an 250 Tagen genutzt und der Außenluftvolumenstrom beträgt 4 bzw 15 m³/h m² aus DIN V 18599 – 10 Tabelle 4 : Richtwerte der Nutzungsrandbedingungen für Nichtwohngebäude

² s.a. H.D. Hegner : Die Novelle der Energieeinsparverordnung – EnEV 2007 – Chance für die bessere Bewertung von Nichtwohngebäuden und Einführung von Energieausweisen; in Bauphysikkalender 2007 hrsg. N.A. Fouad, Verlag Ernst & Sohn, Berlin

Relevante Normen und Verordnungen

- Gebäudeenergiegesetz vom 08. August 2020 (GEG 2020)
geändert durch Bundesgesetzblatt Teil 1 S. 1237 Artikel 18a (GEG 2023)
geändert durch Bundesgesetzblatt Teil 1 Nr. 280 vom 19. Oktober 2023 (GEG 2024)
- DIN V 18599 Teil 1-11: 2018-09 Energetische Bewertung von Gebäuden
- DIN V 18599 Teil 12: 2021-04 Energetische Bewertung von Gebäuden
- DIN V 18599 Teil 13: 2020-10 Energetische Bewertung von Gebäuden
- DIN 4108-2: 2013-02 Mindestanforderungen an den Wärmeschutz
- DIN EN ISO 6946: 2018-03 Bauteile - Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient
- DIN EN ISO 13789:2018-04 Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden - Transmissions- und Lüftungswärmetransferkoeffizient – Berechnungsverfahren
- DIN EN ISO 13370: 2018-03 Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden - Wärmetransfer über das Erdreich

Nutzung und Zonierung

Zur Bewertung nach DIN V 18599 wird das Gebäude in folgende Zonen aufgeteilt.

Nr.	Zonenbezeichnung	Nutzungsprofil gemäß DIN 18599	Konditionierung
- 01	Einzelbüro	1	statisch beheizt, beleuchtet, belüftet (ohne Heiz-, Kühlfunktion)
- 02	Gruppenbüro	2	statisch beheizt, beleuchtet, belüftet (ohne Heiz-, Kühlfunktion)
- 03	Klassenzimmer	8	statisch beheizt, beleuchtet, belüftet (ohne Heiz-, Kühlfunktion)
-04	Mensa	12	statisch beheizt, beleuchtet, belüftet (ohne Heiz-, Kühlfunktion)
-05	WC/Sanitär	16	statisch beheizt, beleuchtet, belüftet (ohne Heiz-, Kühlfunktion), Warmwasserbedarf vorhanden
-06	Sonstige Aufenthaltsräume	17	statisch beheizt, beleuchtet, belüftet (ohne Heiz-, Kühlfunktion)
-07	Verkehrsflächen	19	statisch beheizt, beleuchtet
-08	Lager, Technik	20	statisch beheizt, beleuchtet
-09	Küche	15	statisch beheizt, beleuchtet, belüftet (ohne Heiz-, Kühlfunktion), Warmwasserbedarf vorhanden

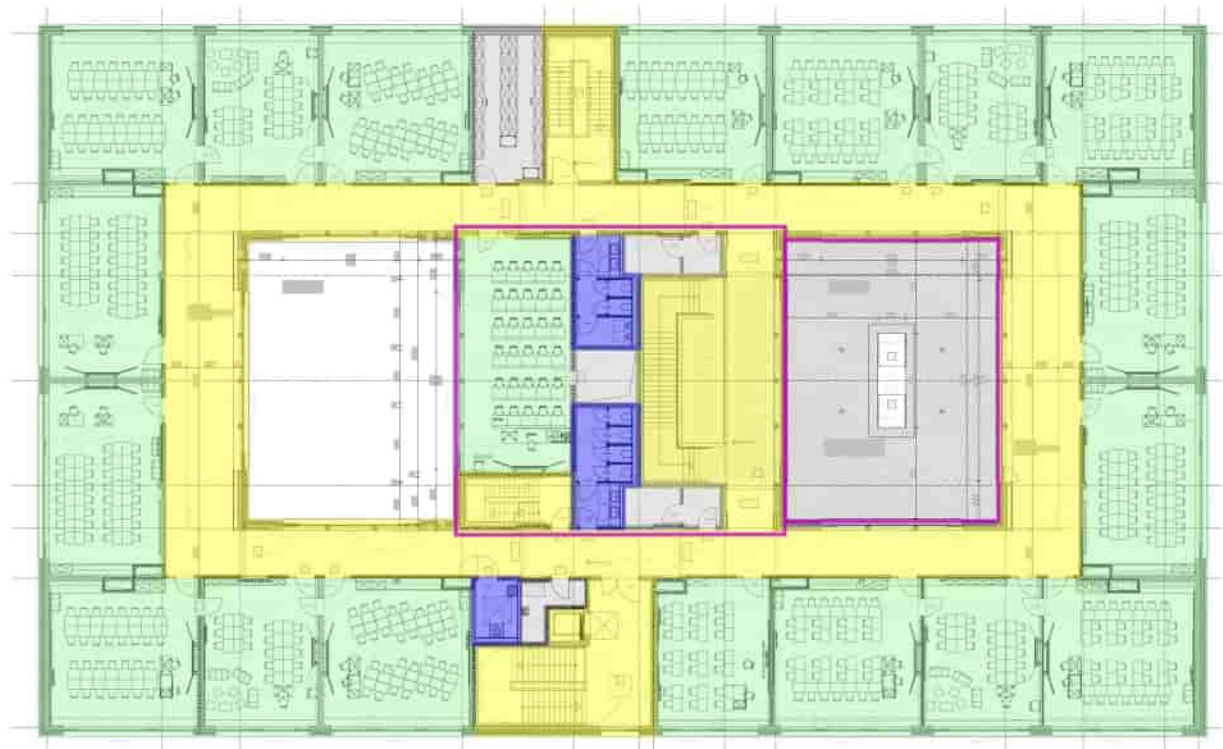
Zonierung Erdgeschoss:



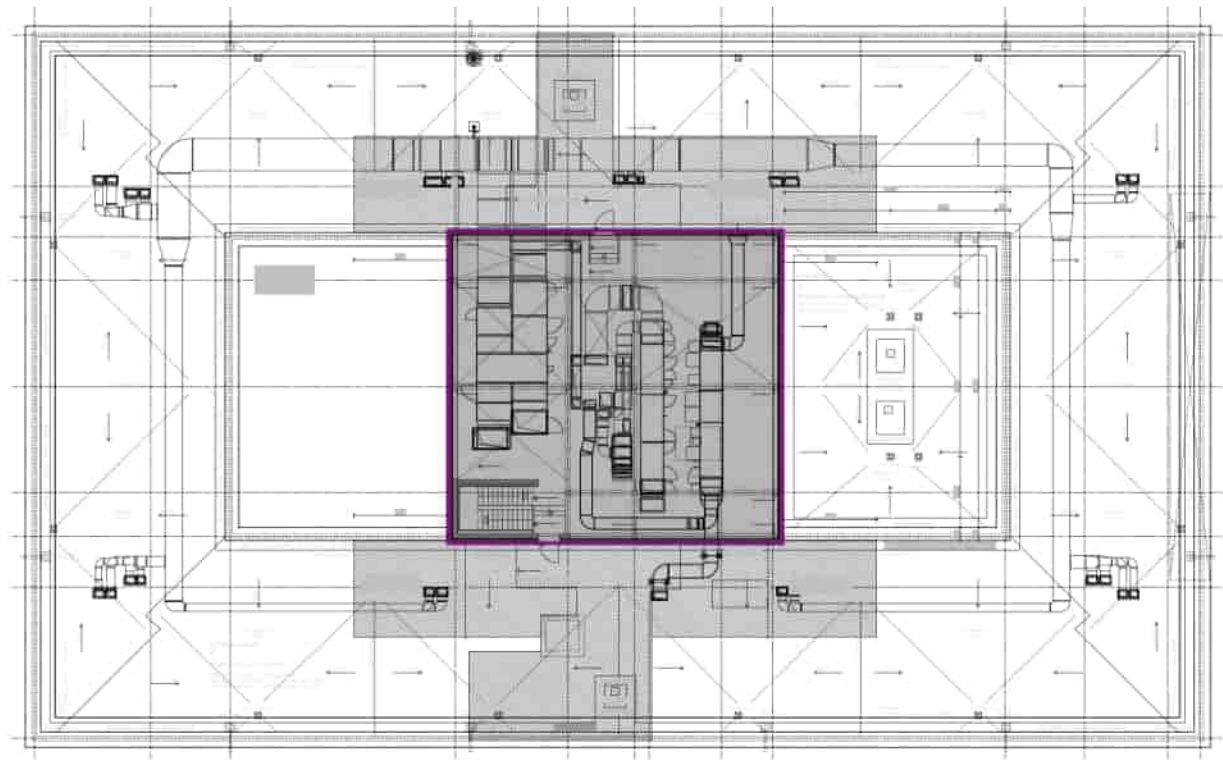
Zonierung 1.Obergeschoss:



Zonierung 2.Obergeschoss:



Zonierung Technikgeschoss:



Haustechnik

Heizung	
Konditionierung	• Beheizung auf $\geq 19\text{ °C}$ In allen Zonen außer Lager / Technik • Beheizung auf $< 19\text{ °C}$ und $\geq 12\text{ °C}$ In den Zonen Lager / Technik
Erzeuger & Energieträger	• Biomassekessel - Pelletheizung ◦ Mit integriertem Zusatzheizer für Warmwasser und Heizung ◦ Vor- / Rücklauftemperatur 70/55°C
Verteilung	• Hydraulischer Abgleich: mehr als 8 Heizkörper pro Durchflussregler oder nur statischer Abgleich ohne Gruppenabgleich • Pumpen: bedarfsausgelegt und geregelt, konstante Druckdifferenz
Übergabe	• Fußbodenheizung „Nasssystem“ ◦ In allen Zonen ◦ Vor- / Rücklauftemperatur 45/35°C ◦ Mindestdämmung nach DIN EN 1264 ◦ Temperaturschwankung bei Einzelraumsystemen: eigenständig ◦ PI-Regler mit Optimierungsfunktion (intermittierende Betriebsweise)
Trinkwarmwasser	
Erzeuger & Energieträger	• Strom-Mix ◦ Luft-Wasser Wärmepumpe mit Zuheizer ◦ In den Zonen WC & Sanitär und Küche

Kühlung	
Erzeuger & Energieträger	Keine Kühlung vorgesehen
Belüftung	
Mechanische Lüftung	- Zu- und Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung (ohne Heiz- Kühlfunktion) - Anlage mit zeit- und nutzungsabhängiger Steuerung - In allen Zonen außer Verkehrsflächen und Lager, Technik - Wärmerückgewinnungsgrad (WRG) $\geq 74,5\%$ 960/750 Pa Gesamtdruckdifferenz des Kanalnetzes bei Auslegungsvolumenstrom
Natürliche Lüftung	- Lüftung über Durchlässe und Fenster - In den Zonen Verkehrsflächen, Sonstige Aufenthaltsräume, Büros und Gruppenbüros und Lager / Technik
Beleuchtung	
Tageslichtversorgung	- Berechnung nach dem einfachen Verfahren der DIN V 18599-1 - In allen Zonen
Kunstlicht	- Tabellenverfahren nach DIN V 18599-4 - LEDs in LED-Leuchten mit tageslichtabhängigem ausschaltendem System und manuellen Wiedereinschalten - In allen Zonen
PV-Anlage	
Photovoltaik	- Photovoltaik gemäß DIN V 18599-9:2018-09 und GEG §23 – Anrechnung von Strom aus erneuerbaren Energien - Spitzenleistung von $P_{pk} \geq 36,4 \text{ kW}$ - entspricht bei einem Peakleistungskoeffizienten von $0,75 \text{ kW/m}^2$ einer Moduloberfläche von 200 m^2

3.1.1 Anforderungen an eine Heizungsanlage gemäß GEG §71

Der Nachweis der Anforderungen gemäß GEG §71 sind durch die Haustechnik beziehungsweise durch den Wärmenetzbetreiber zu erbringen. Nachfolgend werden Auszüge der Anforderungen aufgeführt:

(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.

(2) Der Gebäudeeigentümer kann frei wählen, mit welcher Heizungsanlage die Anforderungen nach Absatz 1 erfüllt werden. Die Einhaltung der Anforderungen des Absatzes 1 in Verbindung mit den §§ 71b bis 71h ist auf Grundlage von Berechnungen nach der DIN V 18599: 2018-09* durch eine nach § 88 berechnete Person vor Inbetriebnahme nachzuweisen. Der Gebäudeeigentümer ist verpflichtet, die Heizungsanlage nach den Anforderungen des Nachweises einzubauen oder aufzustellen und zu betreiben. Der Nachweis ist von dem Eigentümer und von dem Aussteller mindestens zehn Jahre aufzubewahren und der nach Landesrecht zuständigen Behörde sowie dem bevollmächtigten Bezirksschornsteinfeger auf Verlangen vorzulegen.

(3) Die Anforderungen des Absatzes 1 gelten für die folgenden Anlagen einzeln oder in Kombination miteinander als erfüllt, so dass ein Nachweis nach Absatz 2 Satz 2 nicht erforderlich ist, wenn sie zum Zweck der Inbetriebnahme in einem Gebäude oder der Einspeisung in ein Gebäudenetz eingebaut oder aufgestellt werden und den Wärmebedarf des Gebäudes, der durch die Anlagen versorgten Wohnungen oder sonstigen selbständigen Nutzungseinheiten oder des Gebäudenetzes vollständig decken:

1. Hausübergabestation zum Anschluss an ein Wärmenetz nach Maßgabe des § 71b,
2. elektrisch angetriebene Wärmepumpe nach Maßgabe des § 71c,
3. Stromdirektheizung nach Maßgabe des § 71d,
4. solarthermische Anlage nach Maßgabe des § 71e,
5. Heizungsanlage zur Nutzung von Biomasse oder grünem oder blauem Wasserstoff einschließlich daraus hergestellter Derivate nach Maßgabe der §§ 71f und 71g,
6. Wärmepumpen-Hybridheizung bestehend aus einer elektrisch angetriebenen Wärmepumpe in Kombination mit einer Gas-, Biomasse- oder Flüssigbrennstofffeuerung nach Maßgabe des § 71h Absatz 1 oder
7. Solarthermie-Hybridheizung bestehend aus einer solarthermischen Anlage nach Maßgabe der §§ 71e und 71h Absatz 2 in Kombination mit einer Gas-, Biomasse- oder Flüssigbrennstofffeuerung nach Maßgabe des § 71h Absatz 4.

3.1.2 Gebäudeautomation gemäß GEG §71a

Die Änderung des Gebäudeenergiegesetzes am 19. Oktober 2023 durch das Bundesgesetzblatt Teil 1 Nr. 280 §71a Abs. 1 sagt aus: „ein Nichtwohngebäude mit einer Nennleistung der Heizungsanlage oder der kombinierten Raumheizungs- und Lüftungsanlage von mehr als 290 Kilowatt muss bis zum Ablauf des 31. Dezember 2024 mit einem System für die Gebäudeautomatisierung und -steuerung nach Maßgabe der Absätze 2 bis 4 ausgerüstet werden. Satz 1 ist auch für ein Nichtwohngebäude mit einer Nennleistung für eine Klimaanlage oder eine kombinierte Klima- und Lüftungsanlage von mehr als 290 Kilowatt anzuwenden.“ Des Weiteren gilt nach Abs. 3 S. 1, dass „ein zu errichtendes Nichtwohngebäude [...] mit einem System für die Gebäudeautomatisierung entsprechend **Automatisierungsgrad B** nach der DIN V 18599-11: 2018-09 oder besser ausgestattet sein [muss].“ Die Definition der Automatisierungsgrade in einem Gebäude befindet sich in Tabelle 3.

3.2 Bautechnik – Auflistung der wärmetechnisch relevanten Baustoffe

Nachfolgend wird die geplante Bautechnik in einer Kurzübersicht erläutert. Die detaillierten Ansätze können der Anlage 1 – Projektdokumentation entnommen werden.

Bauteil und U-Wert	Beschreibung
Außenwände Massiv U-Wert = 0,167 W/(m²K)	• Stahlbetonwand mit ≥ 200 mm Dämmung WLS ≤ 035 z.B. Mineralwolle • Vorsatzschale mit ≥ 115 mm Klinker WLS ≤ 810
Bodenplatte U-Wert = 0,137 W/(m²K)	• Stahlbetonsohle mit unterseitig ≥ 180 mm Ausgleichsdämmung WLS ≤ 040 z.B. XPS als 5m breiten Randdämmstreifen • oberseitig schwimmender Estrich mit ≥ 60 mm Wärmedämmung WLS ≤ 035 und ≥ 30 mm Trittschalldämmung WLS ≤ 045
Flachdach U-Wert = 0,133 W/(m²K)	• Stahlbetondecke mit im Mittel ≥ 250mm Wärmedämmung WLS ≤ 035 z.B. Expandierter Polystrol-Hartschaum
Flachdach -Technikgeschoss- U-Wert = 0,136 W/(m²K)	• Stahlprofilkonstruktion mit im Mittel ≥ 250mm Wärmedämmung WLS ≤ 035 z.B. Expandierter Polystrol-Hartschaum
Fenster	• $U_w \leq 0,90$ W/(m²K) mit 3-Scheiben-Verglasung • g-Wert $\leq 0,5$ entsprechend den Vorgaben und der Übersicht zum sommerlichen Wärmeschutz
Türen	• $U_w \leq 1,50$ W/(m²K)
Oberlichter, RA	• $U_w \leq 1,80$ W/(m²K)

3.3 Wärmebrücken

Die Wärmebrücken des Gebäudes sind optimiert herzustellen und mit einem Wärmebrückenkorrekturwert von $\Delta U_{WB} = 0,05$ W/(m²K) angesetzt worden.

Dieser Wert wird eingehalten, wenn die Planungsdetails **der Kategorie A** gemäß DIN 4108 Beiblatt 2 – Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Wärmebrücken – Planungs- und Ausführungsbeispiele vom Juni 2019 und GEG §24 – Einfluss von Wärmebrücken vom November 2020 berücksichtigt werden und ein entsprechender Gleichwertigkeitsnachweis geführt wird.

Sind Wärmebrücken vorhanden, die nicht den Konstruktionsbeispielen gemäß DIN 4108 Blatt 2 genügen, ist die Gleichwertigkeit in Form von detaillierten Wärmebrücken-berechnungen nachzuweisen.

3.4 Luftdichtigkeit

Für das Gebäude ist ein Luftdichtheitstest kurz vor Fertigstellung gemäß DIN EN ISO 9972:2018-12 – Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden – Bestimmung der Luftdurchlässigkeit von Gebäuden – Differenzdruckverfahren unter Berücksichtigung von GEG §26 – Prüfung der Dichtheit eines Gebäudes, durchzuführen. Bei der Messung dürfen Fahrschachtbelüftungen von Aufzügen, Rauch- und Wärmeabzügen (RWA) nicht zusätzlich präpariert werden, sondern nur, falls möglich, geschlossen werden. Weitere Beeinflussungen, wie zum Beispiel temporäre Abdichtungsmaßnahmen, sind nicht gestattet.

Für Neubauten ist die luftdichte Gebäudehülle eine wichtige Voraussetzung für die Realisierung moderner Energiekonzepte und ein wesentlicher Aspekt der Qualitätssicherung. Sind Undichtigkeiten in der Gebäudehülle vorhanden, erhöhen sich die Lüftungswärmeverluste.

Werden Lüftungsanlagen im Gebäude installiert, ist die luftdichte Gebäudehülle für die einwandfreie Funktion der Anlagen erforderlich, denn Fehlströmungen im Gebäude verhindern die optimale Nutzung der Wärmerückgewinnung und Versorgung mit Zu- und Abluft.

Bauschäden durch Feuchteintrag in die Baukonstruktion können vermieden werden.

Die Anforderungen betragen:

- Maximaler Luftwechsel bei 50 Pa Druckdifferenz bezogen auf das Gebäudevolumen: $n_{50} \leq 1,5 \text{ 1/h}$
- Maximaler Luftwechsel bei 50 Pa Druckdifferenz bezogen auf die Hüllfläche des Gebäudes: $q_{50} \leq 2,5 \text{ m/h}$

3.5 Sommerlicher Wärmeschutz

Für das zu prüfende Gebäude gelten die Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz gemäß DIN 4108-2 Wärmeschutz- und Energieeinsparung in Gebäuden- Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz; Ausgabe Februar 2013. und GEG §14 – Sommerlicher Wärmeschutz; Ausgabe August 2020.

Der Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes wird nicht für das betrachtete Gebäude als Ganzes, sondern für den oder die kritischsten Räume im Gebäude geführt und bezieht sich nach DIN 4108-2:2013-02 Abschnitt 1 auf beheizte Räume und Gebäude. Die Festlegung, welcher Raum in einem Gebäude als der kritischste einzustufen ist, muss für das betreffende Gebäude entsprechend den baulichen Gegebenheiten und seiner Lage in der Umgebung entschieden werden.

Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz gelten sinngemäß nur für normal beheizte, zu Wohnzwecken bzw. wohnähnlich genutzte Räume und besonders natürlich im Nichtwohnbereich wie z. B. bei Büro- und sonstigen Gewerbebauten und sind zur Übersicht auf den nächsten Planunterlagen dargestellt:

Legende: sommerlicher Wärmeschutz

Beschreibung	Kennwert	Farbcode
Verglasungskennwerte	$g \leq 0,50$	
	$g \leq 0,40$	
Außenliegender Sonnenschutz	$F_c \leq 0,25$	
	$F_c \leq 0,30$	
erhöhte Nachtlüftung	$n \geq 2,0 \text{ h}^{-1}$	
hohe Nachtlüftung	$n \geq 5,0 \text{ h}^{-1}$	
untersuchter Raum		

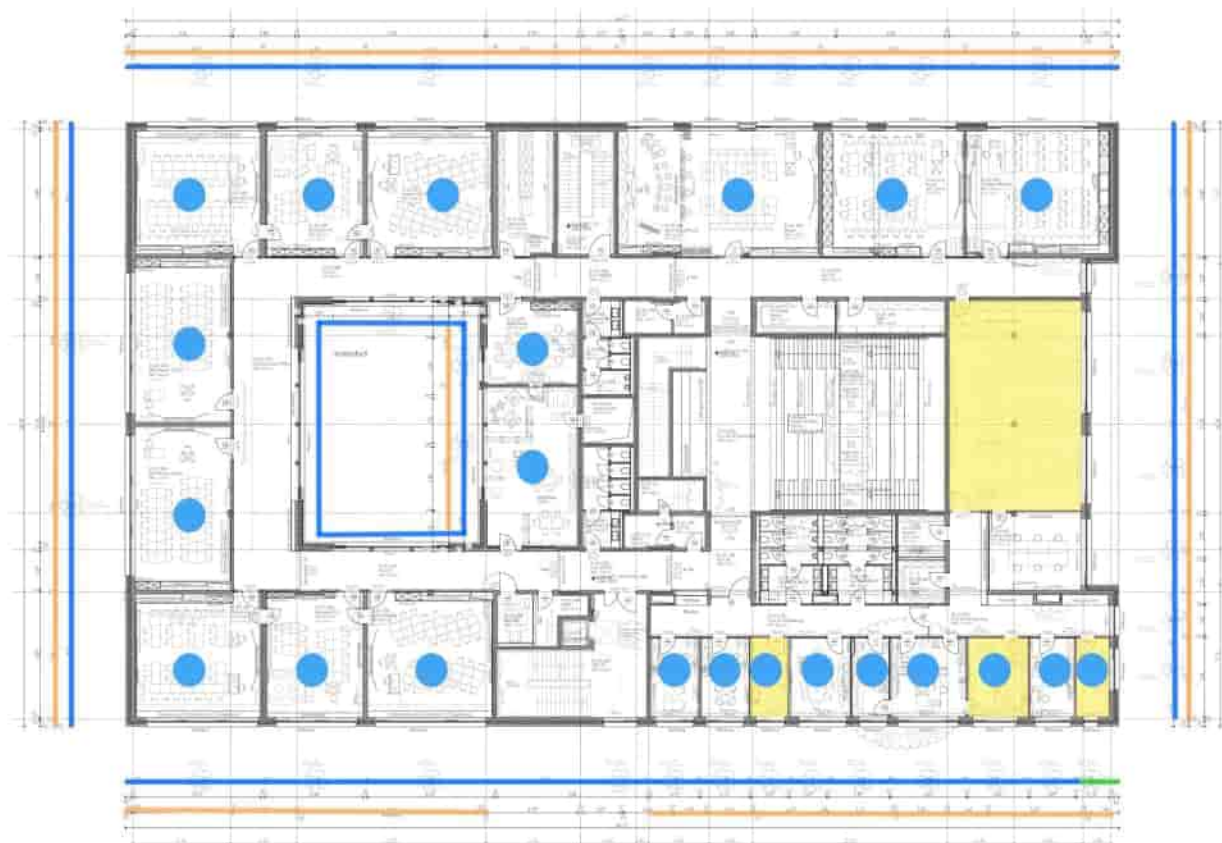
Es kann darüber hinaus sinnvoll sein zusätzliche Räume mit Elementen des sommerlichen Wärmeschutzes zu versehen. Hierzu ist eine Abstimmung zwischen Bauherrn und Objektplaner erforderlich. Unser Büro kann hier beratend tätig sein. Generell sollte aus Gründen der

Belüftung von Räumen und der Gebrauchstauglichkeit ein außenliegender Sonnenschutz vorgesehen werden.

Grundriss Erdgeschoss:



Grundriss 1.Obergeschoss:



Grundriss 2.Obergeschoss:



4 _Berechnungsergebnisse

Nachfolgend werden die zusammengefassten Berechnungsergebnisse zur Einhaltung des Gebäudeenergiegesetzes dargestellt.

4.1 Ergebnisse Gebäudeenergiegesetz (GEG)

Die Anforderungen gemäß Gebäudeenergiegesetzes (GEG) 2024 an den Primärenergiebedarf, die gedämmte Gebäudehülle und die Nutzung von erneuerbaren Energien werden erfüllt. Die zusammengefassten Ergebnisse können der nachfolgenden Tabelle entnommen werden. Die detaillierten Ergebnisse befinden sich in der Anlage.

Primärenergiebedarf	Ist-Wert [kWh/(m²a)]	Soll-Wert [kWh/(m²a)]	% vom Soll-Wert
spez. Primärenergiebedarf [kWh/(m²a)]	14,42	51,32	28,1 % (zulässig)
↓ Primärenergiebedarf: 14,4 kWh/(m²a) 0 50 100 150 200 250 300 350 ≥ 400 Anforderungswert Neubau ↑ Anforderungswert modernisierter Altbau ↑			
Mittlere U-Werte	Ist-Wert [W/(m²K)]	Soll-Wert [W/(m²K)]	% vom Soll-Wert
Opake Außenbauteile (≥19 °C)	0,14	0,280	50,0 % (zulässig)
Transparente Außenbauteile (≥ 19 °C)	0,900	1,500	60,0 % (zulässig)
Opake Außenbauteile (12-19 °C)	0,13	0,50	26,0 % (zulässig)
Transparente Außenbauteile (12-19 °C)	0,90	2,80	32,1 % (zulässig)
Oberlichter (12-19 °C)	1,8	3,1	58,1 % (zulässig)

4.2 Ergebnisse Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)

Der gemäß Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) zu erfüllende Effizienzhausstandard "BEG - Effizienzgebäude 40" für einen Neubau gemäß BEG 2021 wurde erreicht. Die Ergebnisse können der nachfolgenden Tabelle und Erläuterungen entnommen werden.

Primärenergiebedarf	Ist-Wert [kWh/(m²a)]	Soll-Wert [kWh/(m²a)]	% vom Soll-Wert
spez. Primärenergiebedarf [kWh/(m²a)]	14,4	93,3	15 % (erfüllt)

Mittlere U-Wert	Ist-Wert [W/(m²K)]	Soll-Wert [W/(m²K)]	% vom Soll-Wert
Opake Außenbauteile ($\geq 19\text{ °C}$)	0,13	0,18	72,0 % (erfüllt)
Transparente Außenbauteile ($\geq 19\text{ °C}$)	0,9	1,00	90,0 % (erfüllt)
Oberlichter ($\geq 19\text{ °C}$)	1,5	1,6	94,0 % (erfüllt)
Opake Außenbauteile ($< 19\text{ °C}$)	0,12	0,24	50,0 % (erfüllt)
Transparente Außenbauteile ($< 19\text{ °C}$)	0,9	1,30	69,0 % (erfüllt)
Oberlichter ($< 19\text{ °C}$)	1,6	2,0	80,0 % (erfüllt)

5 _Fazit

Die Stadt Ibbenbüren plant die Zusammenführung der zwei Hauptschulen an den Standorten Laggenbeck und Dickenberg durch einen Neubau. Hierfür soll angrenzend an das Johannes-Kepler-Gymnasium ein Schulgebäude und eine Fünffeld-Sporthalle entstehen.

Entwurfsverfasser ist die [REDACTED].

Mit der Erstellung des Wärmeschutznachweises gemäß des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) 2024 hat die Stadt Ibbenbüren die [REDACTED] beauftragt.

Mit den in Kapitel 3 angesetzten Berechnungsgrundlagen werden die gesetzlichen Anforderungen nach dem Gebäudeenergiegesetz (GEG) 2024 sowie die Anforderungen an die Effizienzgebäude-Stufe 40 nach BEG in der Fassung vom 20.05.2020 eingehalten. Die bau- und anlagentechnischen Anforderungen sind zu berücksichtigen.

Sollten sich planerische Änderungen gegenüber den im Nachweis angesetzten Randbedingungen ergeben sind uns diese mitzuteilen.

aufgestellt:

[REDACTED] im Oktober 2025

[REDACTED]

[REDACTED]

A1 _ Projektdokumentation

_Wärmeschutznachweis

Neubau eines Schulgebäudes

Bericht Nr.: [REDACTED]
Datum: 15.10.2025

Projekt-Dokumentation



Projekt Neubau eines Schulgebäudes

Projektnummer 2022345

Aktenzeichen H2022345-03a

externes Aktenzeichen UVgO-Auftrag Nr. 81/2023

Gebäude Neubau eines Schulgebäudes

Am Sportzentrum 32

49477 Ibbenbüren

Aussteller [REDACTED]

[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]

Auftraggeber Stadt Ibbenbüren

Alter Münsterstraße 16

49477 Ibbenbüren

Erstellungsdatum 26.08.2025

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	28
Allgemein	30
Projektdatei	30
Nachweisergebnisse	32
Gebäudedaten	34
Gebäudeergebnisse	35
Gebäude.....	35
Wesentliche Angaben für Anzeigen nach GEG §87	39
Erneuerbare Energien für Heizungsanlagen	40
Strom aus erneuerbaren Energien nach GEG § 23	42
Bautechnik	45
Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2.....	45
Sommerlicher Wärmeschutz	46
Übersicht der verwendeten Konstruktionen.....	56
Verwendete Konstruktionen	57
Fenstertypen.....	65
Türen	67
Zone: Einzelbüros	73
Zone: Gruppenbüro (Lehrerzimmer)	75
Zone: Klassenräume	77
Zone: Mensa	79
Zone: WC/Sanitär	81
Zone: Sonstige Aufenthaltsbereiche.....	83
Zone: Verkehrsfläche	85
Zone: Lager/Technik/Archiv	87
Zone: Küche	89
Nutzungsprofile	91
Anlagentechnik	100
Anlagentechnik: Erzeugungseinheiten Heizung	100
Anlagentechnik: Erzeugungseinheiten Trinkwarmwasser	102
Anlagentechnik: Raumlufthtechnische Anlagen	103
Anlagentechnik: Verteilsystem Heizung	107

Anlagentechnik: Verteilsystem Trinkwarmwasser	110
Anlagentechnik: Verteilsystem Kalt-/Warmluft	112
Variantenvergleich.....	115
Tabellarischer Variantenvergleich	115
Grafischer Variantenvergleich.....	117



Allgemein

Projektdaten

Projekt

Projektname	Neubau eines Schulgebäudes
Projektnummer	2022345
Aktenzeichen	H2022345-03a
Erstellungsdatum	26.08.2025
Programmversion	ZUB Helena v7.152 Ultra

Aussteller

Name	[REDACTED]
Firma	[REDACTED]
Berufsbezeichnung	[REDACTED]
Straße, Hausnr.	[REDACTED]
PLZ / Ort	[REDACTED]
E-Mail	[REDACTED]

Auftraggeber / Eigentümer

Auftraggeber / Eigentümer	Stadt Ibbenbüren
Straße, Nr.	Alter Münsterstraße 16
PLZ, Ort	49477 Ibbenbüren
Telefon	05451 - 931-0

Gebäude

Name/Bezeichnung	Neubau eines Schulgebäudes
Gebäudeteil	Schule
Straße, Hausnr.	Am Sportzentrum 32
PLZ, Ort	49477 Ibbenbüren

Baujahr	2025
Baujahr des Wärmeerzeugers	2025
Baujahr der Klimaanlage	

Berechnungsverfahren

Gebäudeart	Nichtwohngebäude nach DIN V 18599
Randbedingungen	Nachweis nach GEG
Berechnung gemäß	GEG 2024
Art des GEG-Nachweises	Neubau (auch BEG-Effizienzhaus im Bestand)
keine Verrechnung von Energieträger Nachtstrom bei GEG §23	nein
Art des Gebäudes	Neubau
Vereinfachte Flächenerfassung nach DIN V 18599-1 Anhang D	nein

Randbedingungen der Berechnung

Klimastandort	Region 4 - Potsdam (GEG Referenzklima)
---------------	--

Nachweisergebnisse

Projekt: Neubau eines Schulgebäudes, Am Sportzentrum 32, 49477 Ibbenbüren

Berechnung: Nichtwohngebäude nach GEG 2024, Verfahren nach DIN V 18599:2018, Neubau

Die Anforderungen des Gebäudeenergiegesetzes 2024 sind erfüllt.

GEG-Werte	Ist-Wert	Soll-Wert	% vom Soll-Wert
spez. Primärenergiebedarf [kWh/(m²a)]	14,42	51,32	28,1 % (zulässig)

Mittlere U-Werte [W/(m²K)]	Ist-Wert	Soll-Wert	% vom Soll-Wert
Opake Außenbauteile ($\geq 19\text{ °C}$)	0,14	0,28	50,0 %
Transparente Außenbauteile ($\geq 19\text{ °C}$)	0,90	1,5	60,0 %
Opake Außenbauteile (12-19 °C)	0,13	0,50	26,0 %
Transparente Außenbauteile (12-19 °C)	0,90	2,8	32,1 %
Glasdächer, Lichtbänder, Lichtkuppeln (12-19 °C)	1,8	3,1	58,1 %

Die jährlichen Treibhausgasemissionen (äquivalente CO₂-Emissionen) nach GEG Anlage 9 betragen: 2,2 kg/(m²a).

Erneuerbare Energien für Heizungsanlagen

Die Anforderungen an die Heizungsanlagen gemäß GEG 2024, §71 sind erfüllt.
Biomassekessel 1: (vollständig)

Der Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2 ist erfüllt.

Die Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz nach DIN 4108-2 werden eingehalten. Nachgewiesene Räume:

Raum (Nachweis: vereinfachtes Verfahren)	Vorhandener Sonneneintragskennwert	Zulässiger Sonneneintragskennwert
01.02.450 Unterrichtsraum C9	0,044 (zulässig)	0,102
01.01.630 Lehrerzimmer	0,030 (zulässig)	0,115
01.01.020 Raum der Stille	0,103 (zulässig)	0,106
01.02.190 Inklusionsraum C7	0,031 (zulässig)	0,073
01.01.140 Schulleitung	0,044 (zulässig)	0,060
01.01.150 Schülervertretung	0,046 (zulässig)	0,059

Raum (Nachweis: vereinfachtes Verfahren)	Vorhandener Sonneneintragskennwert	Zulässiger Sonneneintragskennwert
01.02.220 Unterrichtsraum C8	0,044 (zulässig)	0,061
01.02.260 Inklusionsraum C8	0,032 (zulässig)	0,072
01.02.290 Multifunktionsraum	0,041 (zulässig)	0,082

Gebäudedaten

Geometrie

Nettovolumen V	19.028,4 m ³
Nettogrundfläche A_{NGF}	6.325,5 m ²
Thermische Hüllfläche	8.259,5 m ²
Geschosshöhe [m]	3,00
vereinfachte Ermittlung der charakteristischen Maße:	
Heizung (Gebäudegruppe 1)	
charakteristische Breite	19,69 m
charakteristische Länge	63,51 m
Trinkwarmwasser (Gebäudegruppe 1)	
charakteristische Breite	16,62 m
charakteristische Länge	75,56 m

Anmerkung: Flächen- und Volumenangaben beziehen sich lediglich auf thermisch konditionierte Zonen.

Unterer Gebäudeabschluss

Bodenbeschaffenheit	Sand oder Kies
Wärmeleitfähigkeit λ [W/(m·K)]	2,0 (Standardwert)
Wärmekapazität ρ_c [J/m ³ ·K]	2.000.000 (Standardwert)
mittlere Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe [m/s]	3,0
Lage Windabschirmung	mittel
Windabschirmfaktor f_w [-]	0,05 (Standardwert)
Einfluss von fließendem Grundwasser berücksichtigen	nein



Gebäudeergebnisse

Gebäude

Jährlicher Nutzenergiebedarf	spezifisch [kWh/(m²a)]	absolut [kWh/a]
Heizung	41,69	263.735,81
Trinkwarmwasser	2,81	17.790,46
Beleuchtung	0,48	3.007,14
Belüftung	0,00	0,00
Kühlung	0,00	0,00
Gesamt	44,98	284.533,41

Jährlicher Endenergiebedarf (brennwertbezogen)	spezifisch [kWh/(m²a)]	absolut [kWh/a]
Heizung	54,26	343.240,74
Trinkwarmwasser	4,15	26.272,27
Beleuchtung	0,79	4.993,49
Belüftung	1,02	6.467,57
Kühlung	0,00	0,00
Gesamt	60,23	380.974,07

Jährlicher Endenergiebedarf (heizwertbezogen)	spezifisch [kWh/(m²a)]	absolut [kWh/a]
Heizung	50,26	317.910,99
Trinkwarmwasser	3,85	24.329,43
Beleuchtung	0,79	4.993,49
Belüftung	1,02	6.467,57
Kühlung	0,00	0,00
Gesamt	55,92	353.701,50

Endenergiebedarf nach Energieträgern (brennwertbezogen)	spezifisch [kWh/(m²a)]	absolut [kWh/a]
Holzpellets	58,21	368.180,3
Strom-Mix	6,86	43.394,5
Korrektur nach GEG §23	-4,84	-30.600,7
Gesamt	60,23	380.974,1

Endenergiebedarf nach Energieträgern (heizwertbezogen)	spezifisch [kWh/(m²a)]	absolut [kWh/a]
Holzpellets	53,89	340.907,7
Strom-Mix	6,86	43.394,5
Korrektur nach GEG §23	-4,84	-30.600,7
Gesamt	55,92	353.701,5

Jährlicher Primärenergiebedarf (heizwertbezogen)	spezifisch [kWh/(m²a)]	absolut [kWh/a]
Heizung	10,58	66.952,76
Trinkwarmwasser	0,81	5.097,27
Beleuchtung	7,41	46.896,80
Belüftung	4,32	27.344,89
Kühlung	0,00	0,00
Korrektur für erneuerbaren Strom nach GEG § 23	-8,71	-55.081,34
Gesamt	14,42	91.210,38

GEG-Werte	Ist-Wert	Soll-Wert	% vom Soll-Wert
spez. Primärenergiebedarf [kWh/(m²a)]	14,42	51,32	28,1 % (zulässig)

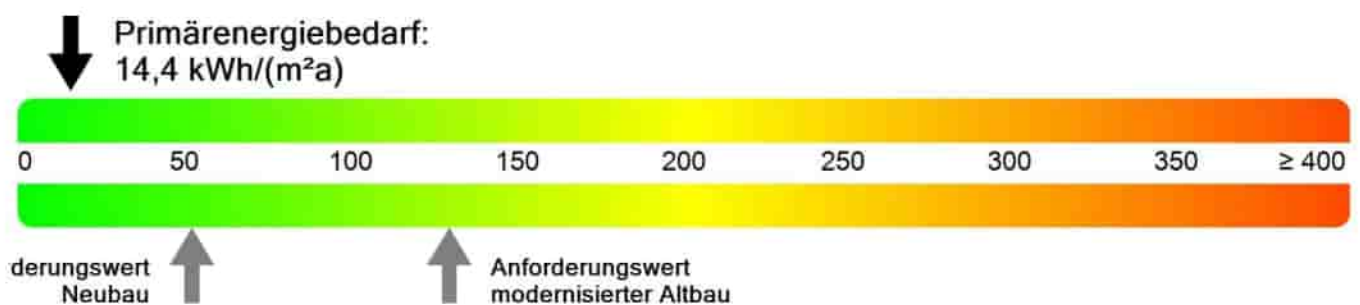
Mittlere U-Werte [W/(m²K)]	Ist-Wert	Soll-Wert	% vom Soll-Wert
Opake Außenbauteile ($\geq 19\text{ °C}$)	0,14	0,28	50,0 %
Transparente Außenbauteile ($\geq 19\text{ °C}$)	0,90	1,5	60,0 %
Opake Außenbauteile (12-19 °C)	0,13	0,50	26,0 %
Transparente Außenbauteile (12-19 °C)	0,90	2,8	32,1 %
Glasdächer, Lichtbänder, Lichtkuppeln (12-19 °C)	1,8	3,1	58,1 %

Die jährlichen Treibhausgasemissionen (äquivalente CO₂-Emissionen) nach GEG Anlage 9 betragen:
2,2 kg/(m²a).

Monatswerte der Endenergie nach Energieträgern

Holzpellets						
	Gesamt [kWh/Mo- nat]	Heizung [kWh/Mo- nat]	Warmwasser [kWh/Monat]	Beleuchtung [kWh/Monat]	Kühlung [kWh/Mo- nat]	Lüftung [kWh/Mo- nat]
Januar	72.846,4	70.776,1	2.070,3	0,0	0,0	0,0
Februar	61.036,2	59.153,9	1.882,2	0,0	0,0	0,0
März	43.710,3	41.486,2	2.224,1	0,0	0,0	0,0
April	14.481,1	12.312,7	2.168,4	0,0	0,0	0,0
Mai	5.175,7	2.917,0	2.258,7	0,0	0,0	0,0
Juni	2.596,4	311,3	2.285,2	0,0	0,0	0,0
Juli	2.397,2	0,0	2.397,2	0,0	0,0	0,0
August	2.416,1	23,2	2.392,9	0,0	0,0	0,0
September	5.892,1	3.705,5	2.186,6	0,0	0,0	0,0
Oktober	23.703,8	21.462,0	2.241,8	0,0	0,0	0,0
November	57.181,4	55.130,6	2.050,8	0,0	0,0	0,0
Dezember	76.743,7	74.673,4	2.070,3	0,0	0,0	0,0

Strom-Mix						
	Gesamt [kWh/Mo- nat]	Heizung [kWh/Mo- nat]	Warmwasser [kWh/Monat]	Beleuchtung [kWh/Monat]	Kühlung [kWh/Mo- nat]	Lüftung [kWh/Mo- nat]
Januar	3.949,0	345,0	11,3	2.302,4	0,0	1.290,2
Februar	3.485,9	294,1	10,2	2.016,2	0,0	1.165,4
März	3.689,7	208,5	11,3	2.179,6	0,0	1.290,2
April	3.481,4	146,5	11,0	2.075,3	0,0	1.248,6
Mai	3.519,7	97,1	11,3	2.121,1	0,0	1.290,2
Juni	3.319,7	13,1	11,0	2.047,0	0,0	1.248,6
Juli	3.428,5	0,0	11,3	2.126,9	0,0	1.290,2
August	3.453,4	1,5	11,3	2.150,3	0,0	1.290,2
September	3.487,7	107,5	11,0	2.120,6	0,0	1.248,6
Oktober	3.704,1	152,8	11,3	2.249,8	0,0	1.290,2
November	3.803,0	292,6	11,0	2.250,8	0,0	1.248,6
Dezember	4.072,3	357,1	11,3	2.413,6	0,0	1.290,2



Hinweis:

Die Werte für den End- und Primärenergiebedarf wurden gemäß GEG §23 korrigiert.

Wesentliche Angaben für Anzeigen nach GEG §87

1. Art des Energieausweises	Energiebedarfsausweis
2a. Endenergiebedarf Wärme (heizwertbezogen)	53,9 kWh/(m²a)
2b. Endenergiebedarf Strom	2,0 kWh/(m²a)
3. Wesentliche Energieträger	Strom-Mix

Die angegebenen Werte beziehen sich auf die Variante "Pellet".

Erneuerbare Energien für Heizungsanlagen

Erfüllung

Die Anforderungen an die Heizungsanlagen gemäß GEG 2024, §71 sind erfüllt.
Biomassekessel 1: (vollständig)

Erfüllung der EE-Klasse nach BEG - Übersicht

Maßnahme	Erzeuger	Regenerativer Anteil des Energieträgers	Durch Maßnahme gedeckter Anteil
Feste Biomasse	Biomassekessel 1	100,00 %	84,12 %
Wärmerückgewinnung			15,88 %
Gesamt			100,00 %

Die Anforderungen der BEG zur Nutzung von erneuerbaren Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung für die EE-Klasse sind erfüllt

Erfüllung der EE-Klasse nach BEG - Detaillierte Darstellung

Berechnung des Wärmeenergiebedarfs des Gebäudes:

für Heizung ($Q_{h,outg} + Q_{h^*,outg}$)	353.714,1 kWh/a
für Trinkwarmwasser ($Q_{w,outg}$)	24.226,1 kWh/a
gesamter Wärmeenergiebedarf $Q_{outg, GEG}$	377.940,2 kWh/a

Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien: PV-Anlage

Monat	Stromerzeugung [kWh]	Elektrische Endenergie [kWh]			
		Heizung	Warmwasser	Kühlung	Anrechenbar
Jan.	1.042	0	0	0	0
Feb.	1.335	0	0	0	0
März	3.267	0	0	0	0
Apr.	6.107	0	0	0	0
Mai	7.210	0	0	0	0
Juni	7.574	0	0	0	0
Juli	6.830	0	0	0	0
Aug.	5.929	0	0	0	0
Sep.	4.125	0	0	0	0
Okt.	2.654	0	0	0	0

	Stromerzeugung	Elektrische Endenergie [kWh]			
Monat	[kWh]	Heizung	Warmwasser	Kühlung	Anrechenbar
Nov.	1.017	0	0	0	0
Dez.	595	0	0	0	0
Gesamt	47.686	0	0	0	0

Jährliche Stromerzeugung	47.686 kWh/a
Strombedarf für Wärme-/Kälteerzeugung	0 kWh/a
anrechenbare Erzeugung	0 kWh/a

Feste Biomasse: Biomassekessel 1

Vom Erzeuger bereit gestellte Wärmeenergie	317.926 kWh/a
Regenerativer Anteil des Energieträgers	100,0 %
Mit erneuerbaren Energien bereit gestellte Wärmeenergie	317.926 kWh/a
Prozentualer Anteil am gesamten Wärmeenergiebedarf	84,1 %

Wärmerückgewinnung

Q _{outg,ohne WRG}	377.940,2 kWh/a
Q _{outg,mit WRG}	317.925,5 kWh/a
Differenz	60.014,7 kWh/a
Prozentualer Anteil am gesamten Wärmeenergiebedarf	15,9 %

Strom aus erneuerbaren Energien nach GEG § 23

Verrechnungsart nach GEG §23

Stromdirektheizung vorhanden	nein
Energienutzung für Beheizung (Endenergie)	343.968 kWh/a
Stromnutzung für andere Bereiche	41.379 kWh/a
Verrechnungsart der Stromerzeugung	Über monatliche Verrechnung nach GEG §23 Abs. 2

Photovoltaik gemäß GEG und DIN V 18599-9:2018

Dachfläche Ost Ausrichtung Süd

Peakleistung P_{pk} [kW]	15,3 (Standardwert)
mittl. Peakleistung $P_{pk,m}$ [kW]	13,7 (Standardwert)
Art des Photovoltaikmoduls	Monokristallines Silizium
Oberfläche der Module A [m ²]	83,90
Baujahr der Module [-]	Ab 2017
Peakleistungskoeffizient K_{pk} [kW/m ²]	0,182
Art der Gebäudeintegration	Mäßig belüftete Module, < 0,5 m auf Dach aufgesetzt
Systemleistungsfaktor f_{perf} [-]	0,75
Ausrichtung	Süd
Winkel	15°

Dachfläche Ost Ausrichtung West

Peakleistung P_{pk} [kW]	18,2 (Standardwert)
mittl. Peakleistung $P_{pk,m}$ [kW]	16,4 (Standardwert)
Art des Photovoltaikmoduls	Monokristallines Silizium
Oberfläche der Module A [m ²]	99,90
Baujahr der Module [-]	Ab 2017
Peakleistungskoeffizient K_{pk} [kW/m ²]	0,182
Art der Gebäudeintegration	Mäßig belüftete Module, < 0,5 m auf Dach aufgesetzt
Systemleistungsfaktor f_{perf} [-]	0,75
Ausrichtung	West
Winkel	15°

Dachfläche Ost Ausrichtung Ost

Peakleistung P_{pk} [kW]	32,7 (Standardwert)
mittl. Peakleistung $P_{pk,m}$ [kW]	29,5 (Standardwert)
Art des Photovoltaikmoduls	Monokristallines Silizium
Oberfläche der Module A [m ²]	179,80
Baujahr der Module [-]	Ab 2017
Peakleistungskoeffizient K_{pk} [kW/m ²]	0,182
Art der Gebäudeintegration	Mäßig belüftete Module, < 0,5 m auf Dach aufgesetzt
Systemleistungsfaktor f_{perf} [-]	0,75
Ausrichtung	Ost
Winkel	15°

Monatliche Erträge der Photovoltaikanlagen

Monat	PV-Anlagen [kWh/Monat]
Januar	1.042,45
Februar	1.334,93
März	3.267,25
April	6.107,24
Mai	7.210,13
Juni	7.574,12
Juli	6.829,78
August	5.928,82
September	4.125,10
Oktober	2.653,53
November	1.017,31
Dezember	594,91
Gesamt [kWh/Jahr]	47.685,57

Monatliche Erträge der Photovoltaikanlagen

Monat	PV-Anlagen [kWh/Monat]
Januar	0,00
Februar	0,00
März	0,00
April	0,00
Mai	0,00
Juni	0,00
Juli	0,00
August	0,00
September	0,00
Oktober	0,00

Monat	PV-Anlagen [kWh/Monat]
November	0,00
Dezember	0,00
Gesamt [kWh/Jahr]	0,00

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

Monat	regen. Strom (Endenergie)	Korrekturen der End- energie [kWh/Mo- nat]				
	[kWh/Monat]	Kühlung	Beleuchtung	Warmwas- ser	Heizung	Lüftung
Januar	1.042,5	0,0	1.042,5	0,0	0,0	0,0
Februar	1.334,9	0,0	1.334,9	0,0	0,0	0,0
März	3.267,2	0,0	2.179,6	11,3	208,5	867,8
April	6.107,2	0,0	2.075,3	11,0	146,5	1.248,6
Mai	7.210,1	0,0	2.121,1	11,3	97,1	1.290,2
Juni	7.574,1	0,0	2.047,0	11,0	13,1	1.248,6
Juli	6.829,8	0,0	2.126,9	11,3	0,0	1.290,2
August	5.928,8	0,0	2.150,3	11,3	1,5	1.290,2
September	4.125,1	0,0	2.120,6	11,0	107,5	1.248,6
Oktober	2.653,5	0,0	2.249,8	11,3	152,8	239,6
November	1.017,3	0,0	1.017,3	0,0	0,0	0,0
Dezember	594,9	0,0	594,9	0,0	0,0	0,0
Gesamt	47.685,6	0,0	21.060,3	89,5	726,9	8.724,0

Verrechnung des Endenergiebedarfs

	Endenergie- bedarf [kWh/a]	gedeckt durch erneuerbare Energien [kWh/a]	Deckungsanteil
Heizung	343.967,7	726,9	0,2 %
Warmwasser	26.361,8	89,5	0,3 %
Kühlung	0,0	0,0	0,0 %
Beleuchtung	26.053,8	21.060,3	80,8 %
Lüftung	15.191,6	8.724,0	57,4 %
Gesamt	411.574,8	30.600,7	7,4 %



Bautechnik

Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2

Bauteile

Bezeichnung	Anforderung erfüllt	Wärmedurchlasswiderstand [m²K/W]		Bauteilart
		Ist-Wert	Mindestwert	
B01a-	nicht geprüft	4,59	-	
B01b Bodenplatte	ja	7,14	0,90	gegen Erdreich
BP02 Flachdach Technikge- schoss Stahlprofildach	ja	7,20	1,75	leichtes Bauteil
BP03 AW gg Außenluft Nord	ja	6,10	1,20	
BP03 AW gg Außenluft Ost	ja	6,10	1,20	
BP03 AW gg Außenluft Süd	ja	6,10	1,20	
BP03 AW gg Außenluft West	ja	6,10	1,20	
BP04 Flachdach	ja	7,30	1,20	

Sommerlicher Wärmeschutz

Nachweis des nach GEG für zu errichtende Gebäude einzuhaltenden sommerlichen Wärmeschutzes.
Grundlage des Nachweises ist DIN 4108-2:2013-02, Abschnitt 8.

Übersicht der Räume

Raum	A _{NGF} [m²]	Vorhandener Sonneneintrags- kennwert	Zulässiger Sonneneintrags- kennwert
01.02.450 Unterrichtsraum C9	64,18	0,044 (zulässig)	0,102
01.01.630 Lehrerzimmer	114,72	0,030 (zulässig)	0,115
01.01.020 Raum der Stille	10,60	0,103 (zulässig)	0,106
01.02.190 Inklusionsraum C7	50,92	0,031 (zulässig)	0,073
01.01.140 Schulleitung	19,60	0,044 (zulässig)	0,060
01.01.150 Schülervertretung	12,01	0,046 (zulässig)	0,059
01.02.220 Unterrichtsraum C8	64,60	0,044 (zulässig)	0,061
01.02.260 Inklusionsraum C8	50,56	0,032 (zulässig)	0,072
01.02.290 Multifunktionsraum	75,33	0,041 (zulässig)	0,082

Raum: 01.02.450 Unterrichtsraum C9

Klimaregion	Klimaregion A
Grundfläche A_G	64,2 m ²
Bauweise	leicht - ohne Nachweis von C_{wird}/A_G
Nachtlüftung	ohne
Einsatz passiver Kühlung	nein

Fenster

Nr.	Name	Gesamtfläche	Ausrichtung	verschattet	Sonnenschutz	F_c	g-Wert
1	Nordfenster 9,01*2,51	22,6 m ²	Nord	nein	Jalousie und Raffstore, drehbare Lamellen, 45° Lamellenstellung (außenliegend)	0,25	0,50

Sonneneintragskennwert: **0,044** Zulässig: **0,102**

Die Mindestanforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz sind erfüllt.

Raum: 01.01.630 Lehrerzimmer

Klimaregion	Klimaregion A
Grundfläche A_G	114,7 m ²
Bauweise	leicht - ohne Nachweis von C_{wird}/A_G
Nachtlüftung	ohne
Einsatz passiver Kühlung	nein

Ermittlung der Grundfläche			
Nr.	Rechnerische Ermittlung	Bemerkung	Zwischenergebnis
1	114,72*1		114,72

Fenster

Nr.	Name	Gesamtfläche	Ausrichtung	verschattet	Sonnenschutz	F_c	g-Wert
1	Nordenster 4,51*2,51	11,3 m ²	Nord	nein	Jalousie und Raffstore, drehbare Lamellen, 45° Lamellenstellung (außenliegend)	0,25	0,50
2	Nordfenster 6,63*2,51	16,6 m ²	Nord	nein	Jalousie und Raffstore, drehbare Lamellen, 45° Lamellenstellung (außenliegend)	0,25	0,50

Sonneneintragskennwert: **0,030** Zulässig: **0,115**

Die Mindestanforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz sind erfüllt.

Raum: 01.01.020 Raum der Stille

Klimaregion	Klimaregion A
Grundfläche A_G	10,6 m ²
Bauweise	mittel - $50 \text{ Wh}/(\text{m}^2\text{K}) \leq C_{\text{wink}}/A_G \leq 130 \text{ Wh}/(\text{m}^2\text{K})$
Nachtlüftung	erhöhte Nachtlüftung mit $n \geq 2/\text{h}$
Einsatz passiver Kühlung	nein

Ermittlung der Grundfläche			
Nr.	Rechnerische Ermittlung	Bemerkung	Zwischenergebnis
1	10,6	Daten aus Plan	10,60

Fenster

Nr.	Name	Gesamtfläche	Ausrichtung	verschattet	Sonnenschutz	F_c	g-Wert
1	Nordfenster 2,635*2,51	6,6 m ²	Nord	nein	Jalousie und Raffstore, drehbare Lamellen, 45° Lamellenstellung (außenliegend)	0,25	0,50
2	Westfenster 0,885*2,51	2,2 m ²	West	nein	Jalousie und Raffstore, drehbare Lamellen, 45° Lamellenstellung (außenliegend)	0,30	0,40

Sonneneintragskennwert: **0,103** Zulässig: **0,106**

Die Mindestanforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz sind erfüllt.

Raum: 01.02.190 Inklusionsraum C7

Klimaregion	Klimaregion A
Grundfläche A_G	50,9 m ²
Bauweise	leicht - ohne Nachweis von C_{wird}/A_G
Nachtlüftung	erhöhte Nachtlüftung mit $n \geq 2/h$
Einsatz passiver Kühlung	nein

Ermittlung der Grundfläche			
Nr.	Rechnerische Ermittlung	Bemerkung	Zwischenergebnis
1	50,92	Annahme gemäß Plan	50,92

Fenster

Nr.	Name	Gesamtfläche	Ausrichtung	verschattet	Sonnenschutz	F_c	g-Wert
1	Ostfenster	12,6 m ²	Ost	nein	Jalousie und Raffstore, drehbare Lamellen, 45° Lamellenstellung (außenliegend)	0,25	0,50

Sonneneintragskennwert: **0,031** Zulässig: **0,073**

Die Mindestanforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz sind erfüllt.

Raum: 01.01.140 Schulleitung

Klimaregion	Klimaregion A
Grundfläche A_G	19,6 m ²
Bauweise	leicht - ohne Nachweis von C_{wird}/A_G
Nachtlüftung	erhöhte Nachtlüftung mit $n \geq 2/h$
Einsatz passiver Kühlung	nein

Ermittlung der Grundfläche			
Nr.	Rechnerische Ermittlung	Bemerkung	Zwischenergebnis
1	19,6	Annahme aus Plan	19,60

Fenster

Nr.	Name	Gesamtfläche	Ausrichtung	verschattet	Sonnenschutz	F_c	g-Wert
1	Ostfenster	6,9 m ²	Ost	nein	Jalousie und Raffstore, drehbare Lamellen, 45° Lamellenstellung (außenliegend)	0,25	0,50

Sonneneintragskennwert: **0,044** Zulässig: **0,060**

Die Mindestanforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz sind erfüllt.

Raum: 01.01.150 Schülervertretung

Klimaregion	Klimaregion A
Grundfläche A_G	12,0 m ²
Bauweise	leicht - ohne Nachweis von C_{wird}/A_G
Nachtlüftung	erhöhte Nachtlüftung mit $n \geq 2/h$
Einsatz passiver Kühlung	nein

Ermittlung der Grundfläche			
Nr.	Rechnerische Ermittlung	Bemerkung	Zwischenergebnis
1	12,01	Annahme aus Plan	12,01

Fenster

Nr.	Name	Gesamtfläche	Ausrichtung	verschattet	Sonnenschutz	F_c	g-Wert
1	Ostfenster	4,4 m ²	West	nein	Jalousie und Raffstore, drehbare Lamellen, 45° Lamellenstellung (außenliegend)	0,25	0,50

Sonneneintragskennwert: **0,046** Zulässig: **0,059**

Die Mindestanforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz sind erfüllt.

Raum: 01.02.220 Unterrichtsraum C8

Klimaregion	Klimaregion A
Grundfläche A_G	64,6 m ²
Bauweise	leicht - ohne Nachweis von C_{wird}/A_G
Nachtlüftung	erhöhte Nachtlüftung mit $n \geq 2/h$
Einsatz passiver Kühlung	nein

Ermittlung der Grundfläche			
Nr.	Rechnerische Ermittlung	Bemerkung	Zwischen- ergebnis
1	64,6	Annahme aus Plan	64,60

Fenster

Nr.	Name	Gesamt- fläche	Aus- richtung	vers- chattet	Sonnenschutz	F_c	g- Wert
1	Südfenster	22,6 m ²	Süd	nein	Jalousie und Raffstore, drehbare Lamellen, 45° Lamellenstellung (außenliegend)	0,25	0,50

Sonneneintragskennwert: **0,044** Zulässig: **0,061**

Die Mindestanforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz sind erfüllt.

Raum: 01.02.260 Inklusionsraum C8

Klimaregion	Klimaregion A
Grundfläche A_G	50,6 m ²
Bauweise	leicht - ohne Nachweis von C_{wird}/A_G
Nachtlüftung	erhöhte Nachtlüftung mit $n \geq 2/h$
Einsatz passiver Kühlung	nein

Ermittlung der Grundfläche			
Nr.	Rechnerische Ermittlung	Bemerkung	Zwischenergebnis
1	50,56	Annahme aus Plan	50,56

Fenster

Nr.	Name	Gesamtfläche	Ausrichtung	verschattet	Sonnenschutz	F_c	g-Wert
1	Westfenster	12,9 m ²	West	nein	Jalousie und Raffstore, drehbare Lamellen, 45° Lamellenstellung (außenliegend)	0,25	0,50

Sonneneintragskennwert: **0,032** Zulässig: **0,072**

Die Mindestanforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz sind erfüllt.

Raum: 01.02.290 Multifunktionsraum

Klimaregion	Klimaregion A
Grundfläche A_G	75,3 m ²
Bauweise	mittel - $50 \text{ Wh}/(\text{m}^2\text{K}) \leq C_{\text{wink}}/A_G \leq 130 \text{ Wh}/(\text{m}^2\text{K})$
Nachtlüftung	erhöhte Nachtlüftung mit $n \geq 2/\text{h}$
Einsatz passiver Kühlung	nein

Fenster

Nr.	Name	Gesamtfläche	Ausrichtung	verschattet	Sonnenschutz	F _c	g-Wert
1	Südfenster 9,76*2,51	24,5 m ²	Süd	nein	Jalousie und Raffstore, drehbare Lamellen, 45° Lamellenstellung (außenliegend)	0,25	0,50

Sonneneintragskennwert: **0,041** Zulässig: **0,082**

Die Mindestanforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz sind erfüllt.

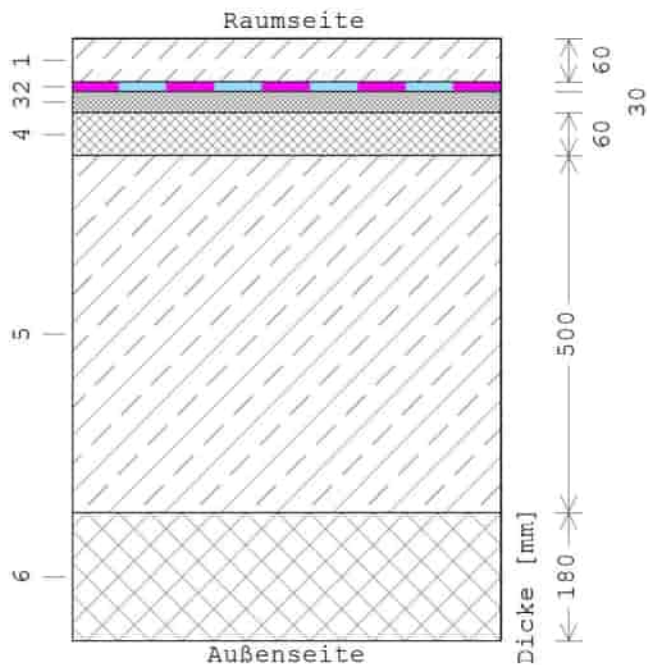
Übersicht der verwendeten Konstruktionen

Bezeichnung	U-Wert [W/(m²K)]	R _{si} / R _{se}	Dicke [cm]	Anzahl Bauteile	Fläche [m²]
BP01a Bodenplatte gg Erdreich 5m Randdämmstreifen	0,137	0,17 / 0,00	83,0	8	2.256,1
BP03 AW gg Außenluft	0,159	0,13 / 0,04	57,5	47	2.401,0
BP04 Flachdach	0,133	0,10 / 0,10	51,4	7	2.049,7
BP02 Flachdach Stahlprofilblech	0,136	0,10 / 0,04	26,5	1	312,6

Verwendete Konstruktionen

BP01a Bodenplatte gg Erdreich 5m Randdämmstreifen

$U = 0,14 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ (mit $R_{si} = 0,17 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$ und $R_{se} = 0,00 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$)



Schicht	Material	Dicke [mm]	λ [W/mK]	$\mu_{\min}/\mu_{\max}$	s_d -Wert [m]
1	DIN 4108 1.3.2 Zement-Estrich	60	1,400	15 / 35	0,900
2	Estrichtrennlage PE-Folie	0,1	0,170	1000000 / 1000000	100,000
3	DIN 4108 5.2 Expandierter Polystyrolschaum nach DIN EN 13163 NW 0,044	30	0,045	20 / 100	0,600
4	DIN 4108 5.2 Expandierter Polystyrolschaum nach DIN EN 13163 NW 0,034	60	0,035	20 / 100	1,200
5	DIN EN ISO 10456 Beton armiert (mit 1% Stahl) 2300	500	2,300	80 / 130	40,000
6	DIN 4108 5.3 Extrudierter Polystyrolschaum nach DIN EN 13164 NW 0,039	180	0,040	80 / 250	45,000
	gesamt	830,1			

Verwendung

Bauteile	R_{si} [m²K/W]	R_{se} [m²K/W]	U-Wert [W/(m²K)]
B01b Bodenplatte (2.256,1 m²)	0,17	0,00	0,14
B01b Bodenplatte (2.256,1 m²)			

Feuchteschutz

Hinweis:

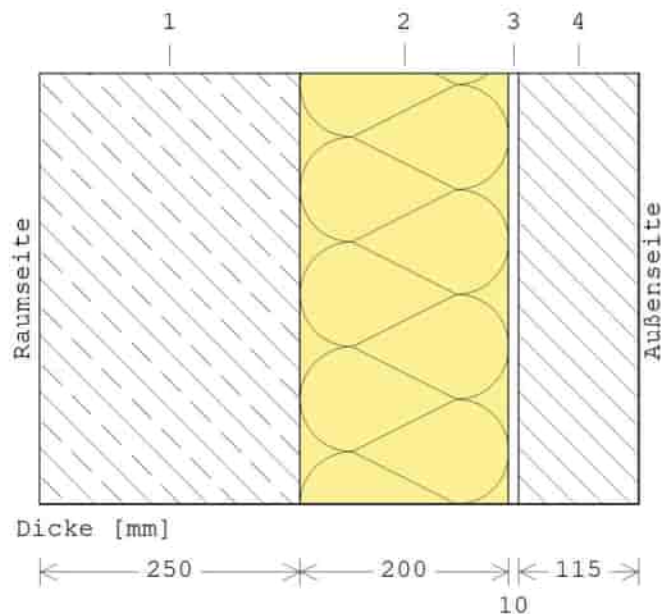
Das Periodenbilanzverfahren zur Berechnung von Diffusionsvorgängen nach Glaser ist nicht anwendbar, da folgende Bedingung erfüllt ist:

- erdberührte Bauteile

Der Feuchteschutz kann über das Periodenbilanzverfahren nicht nachgewiesen werden. Möglicherweise muss eine hygrothermische Simulation nach DIN 4108-3 Anhang D durchgeführt werden.

BP03 AW gg Außenluft

$U = 0,16 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (mit $R_{si} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$ und $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$)



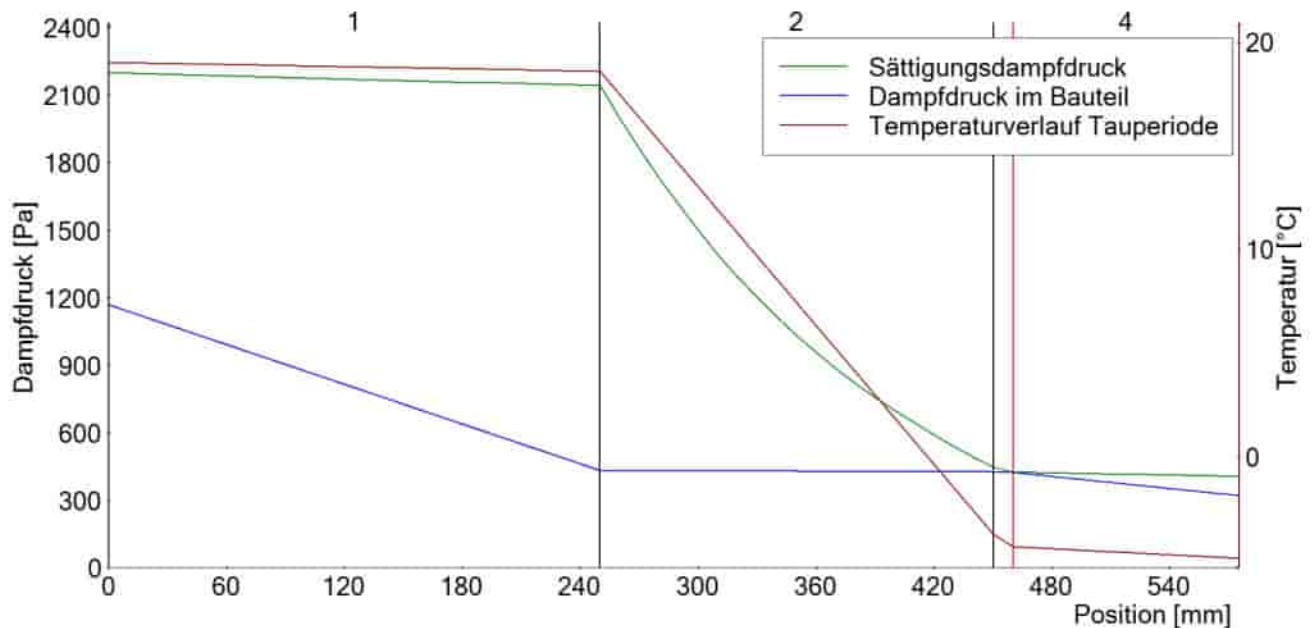
Schicht	Material	Dicke [mm]	λ [W/mK]	$\mu_{\min}/\mu_{\max}$	s_d -Wert [m]
1	DIN EN ISO 10456 Beton armiert (mit 1% Stahl) 2300	250	2,300	80 / 130	20,000
2	DIN 4108 5.1 Mineralwolle nach DIN EN 13162 NW 0,034	200	0,035	1 / 1	0,200
3	DIN EN ISO 6946 Luftschicht 10mm (R=0,15 m²K/W Wärmestrom aufwärts - nicht belüftet)	10	0,067	1 / 1	0,010
4	DIN 4108 4.1.1 Voll-, Hochloch-, Keramiklinker 1800	115	0,810	50 / 100	11,500
	gesamt	575			

Verwendung

Bauteile	R_{si} [m²K/W]	R_{se} [m²K/W]	U-Wert [W/(m²K)]
BP03 AW gg Außenluft Nord (542,4 m²)	0,13	0,04	0,16
BP03 AW gg Außenluft Ost (680,7 m²)			
BP03 AW gg Außenluft Süd (564,3 m²)			
BP03 AW gg Außenluft West (613,6 m²)			

Feuchteschutz

Es werden die vereinfachten Klimabedingungen gemäß DIN 4108-3 verwendet.



Auswertung

Tauwasserausfall zwischen Schicht 3 und Schicht 4 ($x = 460$ mm)

Tauwassermasse = 43 g/m^2

Verdunstungsmasse = 106 g/m^2

Der Schichtaufbau erfüllt die Anforderungen an den Feuchteschutz. Die insgesamt zulässige flächenbezogene Tauwassermasse beträgt 500 g/m^2 , die berechnete Tauwassermasse beträgt 43 g/m^2 und ist somit zulässig.

Hinweise zur Berechnung:

Die Auswertung fand mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$ und $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$ statt.

Als Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahl (μ) wurde für alle innenliegenden Schichten der kleinstmögliche, für die äußerste Schicht hingegen der größtmögliche Wert angesetzt.

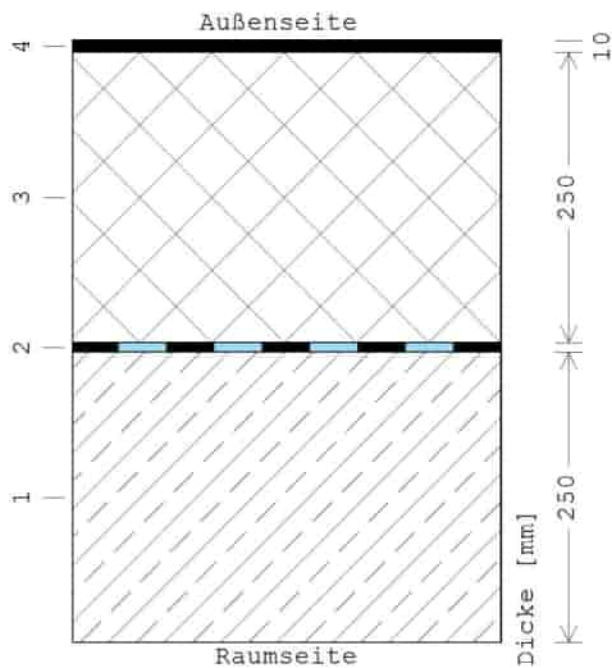
Bei Holz ist eine Erhöhung des massebezogenen Feuchtegehaltes um mehr als 5%, bei Holzwerkstoffen um mehr als 3% nicht zulässig. Ausgenommen sind hierbei Holzwolle-Leichtbauplatten und Mehrschicht-Leichtbauplatten nach DIN 1101. (Siehe DIN 4108-3:2018-10, Abschnitt 5.2.2d.)

Diese Bedingung wurde hier nicht überprüft.

Die Berechnung erfolgte nach DIN 4108-3:2018-10.

BP04 Flachdach

$U = 0,13 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (mit $R_{si} = 0,10 \text{ m}^2\text{K/W}$ und $R_{se} = 0,10 \text{ m}^2\text{K/W}$)



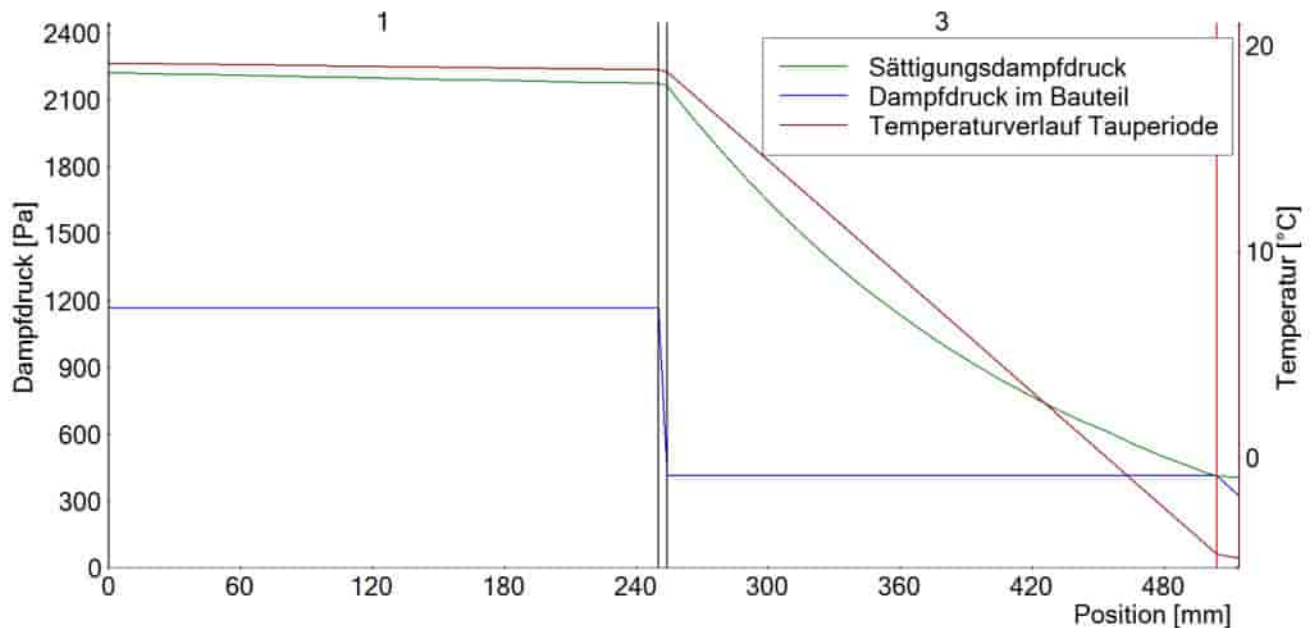
Schicht	Material	Dicke [mm]	λ [W/mK]	μ_{min}/μ_{max}	s_d -Wert [m]
1	DIN EN ISO 10456 Beton armiert (mit 1% Stahl) 2300	250	2,300	80 / 130	20,000
2	dampfdichte Ebene mit Bitumen-Schweißbahn od. glw.	4	0,170	999999 / 999999	3999,996
3	DIN 4108 5.2 Expandierter Polystyrolschaum nach DIN EN 13163 NW 0,034	250	0,035	20 / 100	5,000
4	Abdichtung DIN 18531-1 und gem. FLL	10	0,170	50000 / 50000	500,000
	gesamt	514			

Verwendung

Bauteile	R_{si} [m ² K/W]	R_{se} [m ² K/W]	U-Wert [W/(m ² K)]
BP04 Flachdach (2.049,7 m ²)	0,10	0,10	0,13

Feuchteschutz

Es werden die vereinfachten Klimabedingungen gemäß DIN 4108-3 für Dächer verwendet.



Auswertung

Tauwasserausfall zwischen Schicht 3 und Schicht 4 ($x = 504$ mm)

Tauwassermasse = 0 g/m²

Verdunstungsmasse = 3 g/m²

Der Schichtaufbau erfüllt die Anforderungen an den Feuchteschutz. Die insgesamt zulässige flächenbezogene Tauwassermasse beträgt 500 g/m², die berechnete Tauwassermasse beträgt 0 g/m² und ist somit zulässig.

Hinweise zur Berechnung:

Die Auswertung fand mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,25$ m²K/W und $R_{se} = 0,04$ m²K/W statt.

Als Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahl (μ) wurde für alle innenliegenden Schichten der kleinstmögliche, für die äußerste Schicht hingegen der größtmögliche Wert angesetzt.

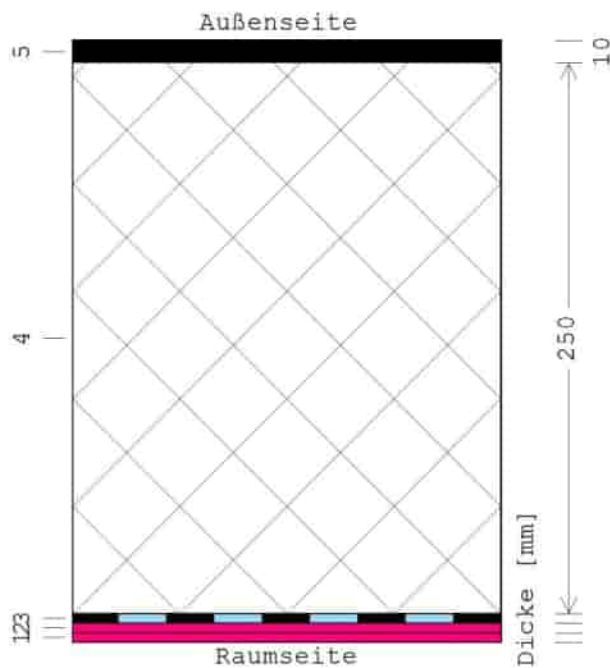
Bei Holz ist eine Erhöhung des massebezogenen Feuchtegehaltes um mehr als 5%, bei Holzwerkstoffen um mehr als 3% nicht zulässig. Ausgenommen sind hierbei Holzwolle-Leichtbauplatten und Mehrschicht-Leichtbauplatten nach DIN 1101. (Siehe DIN 4108-3:2018-10, Abschnitt 5.2.2d.)

Diese Bedingung wurde hier nicht überprüft.

Die Berechnung erfolgte nach DIN 4108-3:2018-10.

BP02 Flachdach Stahlprofilblech

$U = 0,14 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (mit $R_{si} = 0,10 \text{ m}^2\text{K/W}$ und $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$)



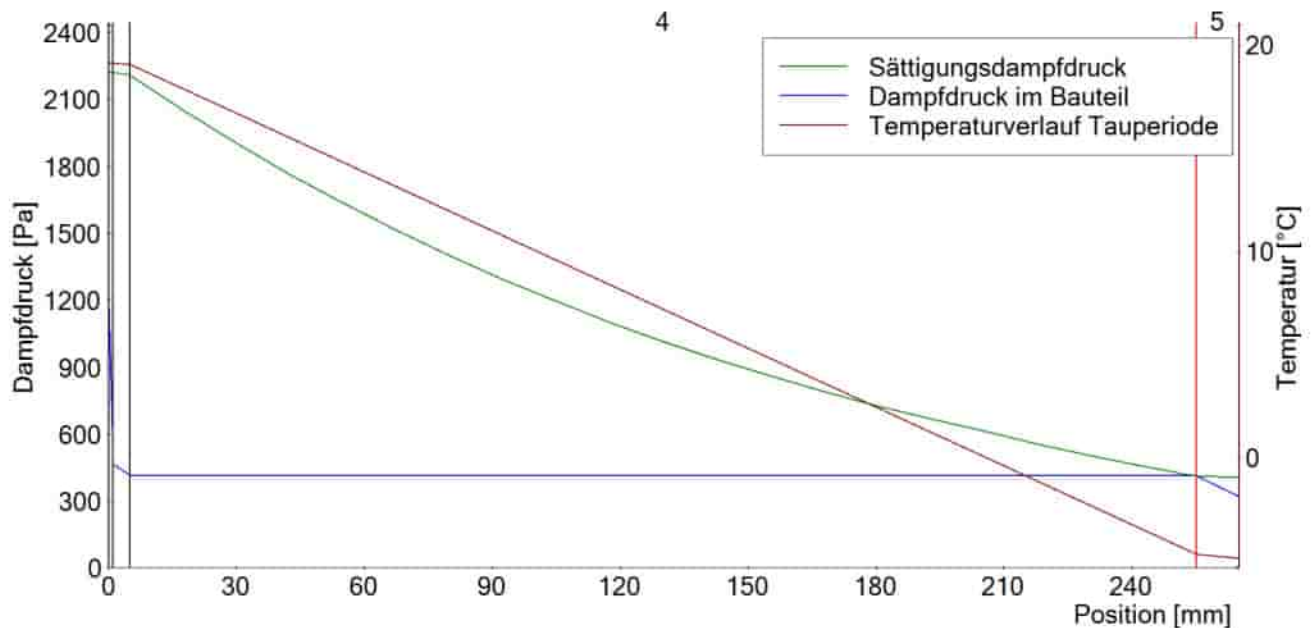
Schicht	Material	Dicke [mm]	λ [W/mK]	μ_{min}/μ_{max}	s_d -Wert [m]
1	DIN EN ISO 10456 Metalle Stahl	1	50,000	999999 / 999999	999,999
2	DIN EN ISO 10456 Metalle Aluminiumlegierungen	0,1	160,000	999999 / 999999	99,9999
3	DIN 4108 7.3.1 Bitumendachbahnen nach DIN EN 13707	4	0,170	20000 / 20000	80,000
4	DIN 4108 5.2 Expandierter Polystyrolschaum nach DIN EN 13163 NW 0,034	250	0,035	20 / 100	5,000
5	Abdichtung DIN 18531-1 und gem. FLL	10	0,170	50000 / 50000	500,000
gesamt		265,1			

Verwendung

Bauteile	R_{si} [m ² K/W]	R_{se} [m ² K/W]	U-Wert [W/(m ² K)]
BP02 Flachdach Technikgeschoss Stahlprofildach (312,6 m ²)	0,10	0,04	0,14

Feuchteschutz

Es werden die vereinfachten Klimabedingungen gemäß DIN 4108-3 für Dächer verwendet.



Auswertung

Tauwasserausfall zwischen Schicht 4 und Schicht 5 ($x = 255,1$ mm)

Tauwassermasse = 1 g/m^2

Verdunstungsmasse = 4 g/m^2

Der Schichtaufbau erfüllt die Anforderungen an den Feuchteschutz. Die insgesamt zulässige flächenbezogene Tauwassermasse beträgt 500 g/m^2 , die berechnete Tauwassermasse beträgt 1 g/m^2 und ist somit zulässig.

Hinweise zur Berechnung:

Die Auswertung fand mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$ und $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$ statt.

Als Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahl (μ) wurde für alle innenliegenden Schichten der kleinstmögliche, für die äußerste Schicht hingegen der größtmögliche Wert angesetzt.

Bei Holz ist eine Erhöhung des massebezogenen Feuchtegehaltes um mehr als 5%, bei Holzwerkstoffen um mehr als 3% nicht zulässig. Ausgenommen sind hierbei Holzwolle-Leichtbauplatten und Mehrschicht-Leichtbauplatten nach DIN 1101. (Siehe DIN 4108-3:2018-10, Abschnitt 5.2.2d.)

Diese Bedingung wurde hier nicht überprüft.

Die Berechnung erfolgte nach DIN 4108-3:2018-10.

Fenstertypen

Dreischeiben-Isolierverglasung

U _w -Wert [W/(m²K)]	0,90
g-Wert [-]	0,50
g-Korrektur [-]	0,90
Lichttransmissionsgrad τ_{D65} [-]	0,69
U-Vergrasung [W/(m²K)]	0,80
Sonderverglasung	nein
Beschreibung	U_w für Standardmaße 1,23m x 1,48m Achtung: Defaultwert für g und τ_{D65} bitte anpassen ! Richtwerte für τ_{D65} nach Tabelle 5 DIN V 18599-2 2007-02 Richtwerte für den Gesamtenergiedurchlassgrad nach DIN V 4108-6: 2003-06: Einfachverglasung 0,87 ; Doppelverglasung 0,75 ; Wärmeschutzverglasung doppelverglast mit selektiver Beschichtung 0,50 - 0,70 ; Dreifachverglasung, normal 0,60 - 0,70; Dreifachverglasung, mit 2-fach selektiver Beschichtung 0,35 - 0,50; Sonnenschutzverglasung 0,20 - 0,50;

Verwendung

Bauteil	Fläche
F01 (7,01*3,01)	5,4 m²
F02 (6,135*3,01)	5,4 m²
F03 (2,135*3,01)	0,0 m²
F04 (1,885*3,01)	8,1 m²
F05 (2,26*3,01)	6,8 m²
F06 (2,385*3,01)	7,2 m²
F07 (5,135*3,01)	15,5 m²
F08 (13,635*3,01)	41,0 m²
F09 (0,76*3,01)	2,3 m²
F10 (1,01*3,01)	6,1 m²
F11 (1,26*3,01)	2,7 m²
F12 (7,135*2,51)	304,5 m²
F13 (2,135*2,51)	25,9 m²
F14 (7,51*2,51)	188,5 m²
F15 (9,76*2,51)	147,0 m²
F16 (20,76*2,51)	52,1 m²
F17 (2,385*2,51)	18,0 m²
F18 (2,76*2,51)	6,9 m²
F19 (1,76*2,51)	13,3 m²
F21 (5,135*2,51)	90,2 m²
F22 (3,885*2,51)	9,8 m²
F23 (6,635*2,51)	16,7 m²

Bauteil	Fläche
F24 (4,51*2,51)	22,6 m ²
F25 (9,01*2,51)	135,7 m ²
F26 (3,01*2,51)	15,1 m ²
F27 (3,635*2,51)	9,1 m ²
F28 (2,26*2,51)	5,7 m ²
F29 (0,885*2,51)	4,4 m ²
F30 (1,885*2,51)	9,5 m ²

Oberlicht

U _w -Wert [W/(m ² K)]	1,8
g-Wert [-]	0,50
g-Korrektur [-]	0,90
Lichttransmissionsgrad τ_{D65} [-]	0,69
U-Verglasung [W/(m ² K)]	0,80
Sonderverglasung	nein
Beschreibung	U_w für Standardmaße 1,23m x 1,48m Achtung: Defaultwert für g und τ_{D65} bitte anpassen ! Richtwerte für τ_{D65} nach Tabelle 5 DIN V 18599-2 2007-02 Richtwerte für den Gesamtenergiedurchlassgrad nach DIN V 4108-6: 2003-06: Einfachverglasung 0,87 ; Doppelverglasung 0,75 ; Wärmeschutzverglasung doppelverglast mit selektiver Beschichtung 0,50 - 0,70 ; Dreifachverglasung, normal 0,60 - 0,70; Dreifachverglasung, mit 2-fach selektiver Beschichtung 0,35 - 0,50; Sonnenschutzverglasung 0,20 - 0,50;

Verwendung

Bauteil	Fläche
RA01 (1,5*1,8)	5,4 m ²
RA02 (1,2*1,2)	2,9 m ²

Türen

T01 (1,135*3,01)

U-Wert [W/(m²K)]	1,5
Gesamtfläche [m²]	56,3

Verwendung

Bauteil	Fläche
T01 (1,135*3,01)	37,6 m²
T02 (1,51*3,01)	3,4 m²
T03 (2,135*3,01)	6,4 m²
T04 (1,26*3,01)	3,8 m²
T05 Tür Technikgeschoss (1,135*2,26)	5,1 m²

Berechnung der mittleren U-Werte

Opake Außenbauteile (>= 19 °C)

Bauteil/Fenster/Tür	Fläche [m²]	U-Wert [W/(m²K)]	Gewichtung	U·A·w [W/K]
B01b Bodenplatte	723,7*	0,137*	0,5	49,49
BP03 AW gg Außenluft Nord	288,1	0,160	1,0	46,10
BP03 AW gg Außenluft Ost	329,8	0,160	1,0	52,77
BP03 AW gg Außenluft Süd	418,8	0,160	1,0	67,02
BP03 AW gg Außenluft West	389,5	0,160	1,0	62,31
BP04 Flachdach	1.269,2	0,130	1,0	165,00
T01 (1,135*3,01)	27,3	1,50	1,0	41,00
Summe/Mittelwert	3.446,5	0,140		483,68

* Verwendung abweichender Flächen- bzw. U-Werte

Transparente Außenbauteile (>= 19 °C)

Bauteil/Fenster/Tür	Fläche [m²]	U-Wert [W/(m²K)]	Gewichtung	U·A·w [W/K]
F01 (7,01*3,01)	5,4	0,90	1,0	4,86
F02 (6,135*3,01)	5,4	0,90	1,0	4,86
F04 (1,885*3,01)	8,1	0,90	1,0	7,29
F05 (2,26*3,01)	6,8	0,90	1,0	6,12
F06 (2,385*3,01)	7,2	0,90	1,0	6,46
F07 (5,135*3,01)	15,5	0,90	1,0	13,91
F08 (13,635*3,01)	41,0	0,90	1,0	36,94
F09 (0,76*3,01)	2,3	0,90	1,0	2,06

Bauteil/Fenster/Tür	Fläche [m²]	U-Wert [W/(m²K)]	Gewichtung	U·A·w [W/K]
F10 (1,01*3,01)	6,1	0,90	1,0	5,47
F11 (1,26*3,01)	2,7	0,90	1,0	2,43
F12 (7,135*2,51)	304,5	0,90	1,0	274,01
F13 (2,135*2,51)	9,9	0,90	1,0	8,87
F15 (9,76*2,51)	24,5	0,90	1,0	22,05
F17 (2,385*2,51)	18,0	0,90	1,0	16,16
F18 (2,76*2,51)	6,9	0,90	1,0	6,23
F19 (1,76*2,51)	13,3	0,90	1,0	11,93
F21 (5,135*2,51)	90,2	0,90	1,0	81,20
F22 (3,885*2,51)	9,8	0,90	1,0	8,78
F23 (6,635*2,51)	16,7	0,90	1,0	14,99
F24 (4,51*2,51)	22,6	0,90	1,0	20,38
F25 (9,01*2,51)	135,7	0,90	1,0	122,12
F26 (3,01*2,51)	15,1	0,90	1,0	13,60
F27 (3,635*2,51)	9,1	0,90	1,0	8,21
F28 (2,26*2,51)	5,7	0,90	1,0	5,11
F29 (0,885*2,51)	4,4	0,90	1,0	4,00
Summe/Mittelwert	786,7	0,90		708,03

Opake Außenbauteile (12-19 °C)

Bauteil/Fenster/Tür	Fläche [m²]	U-Wert [W/(m²K)]	Gewichtung	U·A·w [W/K]
B01b Bodenplatte	980,6*	0,137*	0,5	67,06
BP02 Flachdach Technikgeschoss Stahl- profildach	312,6	0,140	1,0	43,77
BP03 AW gg Außenluft Nord	254,3	0,160	1,0	40,69
BP03 AW gg Außenluft Ost	350,9	0,160	1,0	56,15
BP03 AW gg Außenluft Süd	145,5	0,160	1,0	23,27
BP03 AW gg Außenluft West	224,1	0,160	1,0	35,86
BP04 Flachdach	780,5	0,130	1,0	101,46
T01 (1,135*3,01)	10,2	1,50	1,0	15,37
T02 (1,51*3,01)	3,4	1,50	1,0	5,12
T03 (2,135*3,01)	6,4	1,50	1,0	9,64
T04 (1,26*3,01)	3,8	1,50	1,0	5,69
T05 Tür Technikgeschoss (1,135*2,26)	5,1	1,50	1,0	7,70
Summe/Mittelwert	3.077,6	0,134		411,78

* Verwendung abweichender Flächen- bzw. U-Werte

Transparente Außenbauteile (12-19 °C)

Bauteil/Fenster/Tür	Fläche [m²]	U-Wert [W/(m²K)]	Gewichtung	U·A·w [W/K]
F13 (2,135*2,51)	16,1	0,90	1,0	14,47
F14 (7,51*2,51)	188,5	0,90	1,0	169,65
F15 (9,76*2,51)	122,5	0,90	1,0	110,24
F16 (20,76*2,51)	52,1	0,90	1,0	46,90
F30 (1,885*2,51)	9,5	0,90	1,0	8,52
Summe/Mittelwert	388,6	0,90		349,77

Oberlichter (12-19 °C)

Bauteil/Fenster/Tür	Fläche [m²]	U-Wert [W/(m²K)]	Gewichtung	U·A·w [W/K]
RA01 (1,5*1,8)	5,4	1,80	1,0	9,72
RA02 (1,2*1,2)	2,9	1,80	1,0	5,18
Summe/Mittelwert	8,3	1,80		14,90

Berechnung der mittleren U-Werte (für BEG)

Opake Außenbauteile ($\geq 19\text{ °C}$)

Bauteil/Fenster/Tür	Fläche [m²]	U-Wert [W/(m²K)]	Gewichtung	U·A·w [W/K]
B01b Bodenplatte	723,7*	0,137*	0,5	49,49
BP03 AW gg Außenluft Nord	288,1	0,160	1,0	46,10
BP03 AW gg Außenluft Ost	329,8	0,160	1,0	52,77
BP03 AW gg Außenluft Süd	418,8	0,160	1,0	67,02
BP03 AW gg Außenluft West	389,5	0,160	1,0	62,31
BP04 Flachdach	1.269,2	0,130	1,0	165,00
Summe/Mittelwert	3.419,2	0,129		442,69

* Verwendung abweichender Flächen- bzw. U-Werte

Transparente Außenbauteile ($\geq 19\text{ °C}$)

Bauteil/Fenster/Tür	Fläche [m²]	U-Wert [W/(m²K)]	Gewichtung	U·A·w [W/K]
F01 (7,01*3,01)	5,4	0,90	1,0	4,86
F02 (6,135*3,01)	5,4	0,90	1,0	4,86
F04 (1,885*3,01)	8,1	0,90	1,0	7,29
F05 (2,26*3,01)	6,8	0,90	1,0	6,12
F06 (2,385*3,01)	7,2	0,90	1,0	6,46
F07 (5,135*3,01)	15,5	0,90	1,0	13,91
F08 (13,635*3,01)	41,0	0,90	1,0	36,94
F09 (0,76*3,01)	2,3	0,90	1,0	2,06
F10 (1,01*3,01)	6,1	0,90	1,0	5,47
F11 (1,26*3,01)	2,7	0,90	1,0	2,43
F12 (7,135*2,51)	304,5	0,90	1,0	274,01
F13 (2,135*2,51)	9,9	0,90	1,0	8,87
F15 (9,76*2,51)	24,5	0,90	1,0	22,05
F17 (2,385*2,51)	18,0	0,90	1,0	16,16
F18 (2,76*2,51)	6,9	0,90	1,0	6,23
F19 (1,76*2,51)	13,3	0,90	1,0	11,93
F21 (5,135*2,51)	90,2	0,90	1,0	81,20
F22 (3,885*2,51)	9,8	0,90	1,0	8,78
F23 (6,635*2,51)	16,7	0,90	1,0	14,99
F24 (4,51*2,51)	22,6	0,90	1,0	20,38
F25 (9,01*2,51)	135,7	0,90	1,0	122,12
F26 (3,01*2,51)	15,1	0,90	1,0	13,60
F27 (3,635*2,51)	9,1	0,90	1,0	8,21
F28 (2,26*2,51)	5,7	0,90	1,0	5,11
F29 (0,885*2,51)	4,4	0,90	1,0	4,00
Summe/Mittelwert	786,7	0,90		708,03

Oberlichter ($\geq 19\text{ °C}$)

Bauteil/Fenster/Tür	Fläche [m²]	U-Wert [W/(m²K)]	Gewichtung	U·A·w [W/K]
T01 (1,135*3,01)	27,3	1,50	1,0	41,00
Summe/Mittelwert	27,3	1,50		41,00

Opake Außenbauteile (12-19 °C)

Bauteil/Fenster/Tür	Fläche [m²]	U-Wert [W/(m²K)]	Gewichtung	U·A·w [W/K]
B01b Bodenplatte	980,6*	0,137*	0,5	67,06
BP02 Flachdach Technikgeschoss Stahl- profildach	312,6	0,140	1,0	43,77
BP03 AW gg Außenluft Nord	254,3	0,160	1,0	40,69
BP03 AW gg Außenluft Ost	350,9	0,160	1,0	56,15
BP03 AW gg Außenluft Süd	145,5	0,160	1,0	23,27
BP03 AW gg Außenluft West	224,1	0,160	1,0	35,86
BP04 Flachdach	780,5	0,130	1,0	101,46
Summe/Mittelwert	3.048,6	0,121		368,26

* Verwendung abweichender Flächen- bzw. U-Werte

Transparente Außenbauteile (12-19 °C)

Bauteil/Fenster/Tür	Fläche [m²]	U-Wert [W/(m²K)]	Gewichtung	U·A·w [W/K]
F13 (2,135*2,51)	16,1	0,90	1,0	14,47
F14 (7,51*2,51)	188,5	0,90	1,0	169,65
F15 (9,76*2,51)	122,5	0,90	1,0	110,24
F16 (20,76*2,51)	52,1	0,90	1,0	46,90
F30 (1,885*2,51)	9,5	0,90	1,0	8,52
Summe/Mittelwert	388,6	0,90		349,77

Oberlichter (12-19 °C)

Bauteil/Fenster/Tür	Fläche [m²]	U-Wert [W/(m²K)]	Gewichtung	U·A·w [W/K]
T01 (1,135*3,01)	10,2	1,50	1,0	15,37
T02 (1,51*3,01)	3,4	1,50	1,0	5,12
T03 (2,135*3,01)	6,4	1,50	1,0	9,64
T04 (1,26*3,01)	3,8	1,50	1,0	5,69
T05 Tür Technikgeschoss (1,135*2,26)	5,1	1,50	1,0	7,70

Bauteil/Fenster/Tür	Fläche [m²]	U-Wert [W/(m²K)]	Gewichtung	U·A·w [W/K]
RA01 (1,5*1,8)	5,4	1,80	1,0	9,72
RA02 (1,2*1,2)	2,9	1,80	1,0	5,18
Summe/Mittelwert	37,3	1,57		58,43

Tabellarische Übersicht der Zonen

Zone	Nutzung	Fläche	Konditionierung
Einzelbüros	1. Einzelbüro	122,05 m²	beheizt (statisch), belüftet
Gruppenbüro (Lehrerzimmer)	2. Gruppenbüro (zwei bis sechs Arbeitsplätze)	144,54 m²	beheizt (statisch), belüftet
Klassenräume	8. Klassenzimmer (Schule), Gruppenraum (Kindergarten)	2.500,32 m²	beheizt (statisch), belüftet
Mensa	12. Kantine	158,95 m²	beheizt (statisch), belüftet
WC/Sanitär	16. WC und Sanitärräume in Nichtwohngebäuden	231,40 m²	beheizt (statisch), belüftet
Sonstige Aufenthaltsbereiche	17. Sonstige Aufenthaltsräume	482,13 m²	beheizt (statisch), belüftet
Verkehrsfläche	19. Verkehrsfläche	1.918,46 m²	beheizt (statisch)
Lager/Technik/Archiv	20. Lager, Technik, Archiv	730,40 m²	beheizt (statisch)
Küche	15. Küche - Vorbereitung, Lager	37,21 m²	beheizt (statisch), belüftet

Zone: Einzelbüros

Nutzungsprofil

1: Einzelbüro (Standardprofil)

Geometrie

Nettovolumen V [m ³]	366,15
Nettogrundfläche A_{NGF} [m ²]	122,05

Geschosshöhe [m]	4,00
------------------	------

Randbedingungen

Bautechnik	
Bauweise	mittelschwer
Wärmespeicherfähigkeit C_{wtk}/A_{NGF} [Wh/(m ² K)]	90
Wärmebrückenkorrektur ΔU_{WB} [W/m ² K]	0,050
Berechnung des unteren Gebäudeabschlusses mit Temperaturkorrekturfaktoren	nein

Die Einhaltung des sommerlichen Wärmeschutzes wurde bei der Zonenbilanz nicht berücksichtigt.

Konditionierung	
Thermische Konditionierung	ja
Raumheizung/-kühlung durch statische Systeme	beheizt
RLT-Anlage	Einfaches Lüftungssystem
Warmwasserbedarf vorhanden	nein
vollständige Beleuchtung	nein

Gebäudeautomation	
Automatisierungsgrad für Heizung	B
Einzelraumregelungssystem ist nicht vorhanden	

Belüftung

Verbindung zur Außenluft	über Durchlässe und Fenster
e [-]	0,07
f [-]	15
Dichtheitsprüfung	Kategorie I - Dichtheitsprüfung nach Fertigstellung

Luftwechsel bei 50 Pa Druckdifferenz n_{50} [h^{-1}]	0,87
Luftdurchlässigkeit bei 50 Pa Druckdifferenz q_{50} [$\text{m}^3/(\text{m}^2\text{h})$]	2,0
Außenluftdurchlässe vorhanden	nein

Mechanische Lüftungsanlage

Art der Lüftungsanlage	Lüftungsanlagen, mit Zu- und Abluft in derselben Zone
Lüftungsanlage liefert vollständigen Mindestaußenluftvolumenstrom	nein
Kategorie nach DIN EN 16798-3	IDA-C3 - Zeitabhängige Steuerung (zonenweise)
flächenbezogener Mindestaußenluftvolumenstrom [$\text{m}^3/(\text{hm}^2)$]	2,5
Relative Abwesenheit $\text{RLT } c_{\text{RLT}}$ [-]	0,0
Teilbetriebsfaktor der Gebäudebetriebszeit $\text{RLT } F_{\text{RLT}}$ [-]	0,7

Luftförderung	Zuluft	Abluft
Auslegungsvolumenstrom der Anlage [m^3/h] (Standardwerte)	146,46	146,46

Unterer Abschluss: Bodenplatte auf Erdreich

Umfang Bodenplatte [m]	3,05
Dicke der Umfassungswände in Höhe Erdreichoberkante [m]	0,63
zusätzliche Randdämmung vorhanden	ja
Ausrichtung der Randdämmung	waagrecht
Dicke der waagerechten Randdämmung [m]	0,18
Breite der waagerechten Randdämmung [m]	5,00
Wärmedurchlasswiderstand der waagerechten Randdämmung [$\text{m}^2\text{K}/\text{W}$]	4,500

Zone: Gruppenbüro (Lehrerzimmer)

Nutzungsprofil

2: Gruppenbüro (zwei bis sechs Arbeitsplätze) (Standardprofil)

Geometrie

Nettovolumen V [m ³]	433,62
Nettogrundfläche A_{NGF} [m ²]	144,54

Geschosshöhe [m]	4,00
------------------	------

Randbedingungen

Bautechnik	
Bauweise	mittelschwer
Wärmespeicherfähigkeit C_{wtk}/A_{NGF} [Wh/(m ² K)]	90
Wärmebrückenkorrektur ΔU_{WB} [W/m ² K]	0,050
Berechnung des unteren Gebäudeabschlusses mit Temperaturkorrekturfaktoren	nein

Die Einhaltung des sommerlichen Wärmeschutzes wurde bei der Zonenbilanz nicht berücksichtigt.

Konditionierung	
Thermische Konditionierung	ja
Raumheizung/-kühlung durch statische Systeme	beheizt
RLT-Anlage	Einfaches Lüftungssystem
Warmwasserbedarf vorhanden	nein
vollständige Beleuchtung	nein

Gebäudeautomation	
Automatisierungsgrad für Heizung	B
Einzelraumregelungssystem ist nicht vorhanden	

Belüftung

Verbindung zur Außenluft	über Durchlässe und Fenster
e [-]	0,07
f [-]	15
Dichtheitsprüfung	Kategorie I - Dichtheitsprüfung nach Fertigstellung

Luftwechsel bei 50 Pa Druckdifferenz n_{50} [h ⁻¹]	0,87
Luftdurchlässigkeit bei 50 Pa Druckdifferenz q_{50} [m ³ /(m ² h)]	2,0
Außenluftdurchlässe vorhanden	nein

Mechanische Lüftungsanlage

Art der Lüftungsanlage	Lüftungsanlagen, mit Zu- und Abluft in derselben Zone
Lüftungsanlage liefert vollständigen Mindestaußenluftvolumenstrom	nein
Kategorie nach DIN EN 16798-3	IDA-C3 - Zeitabhängige Steuerung (zonenweise)
flächenbezogener Mindestaußenluftvolumenstrom [m ³ /(h·m ²)]	2,5
Relative Abwesenheit RLT c_{RLT} [-]	0,0
Teilbetriebsfaktor der Gebäudebetriebszeit RLT F_{RLT} [-]	0,7

Luftförderung	Zuluft	Abluft
Auslegungsvolumenstrom der Anlage [m ³ /h] (Standardwerte)	173,45	173,45

Zone: Klassenräume

Nutzungsprofil

8: Klassenzimmer (Schule), Gruppenraum (Kindergarten) (Standardprofil)

Geometrie

Nettovolumen V [m ³]	7.500,96
Nettogrundfläche A_{NGF} [m ²]	2.500,32

Geschosshöhe [m]	4,00
------------------	------

Randbedingungen

Bautechnik	
Bauweise	mittelschwer
Wärmespeicherfähigkeit C_{wtk}/A_{NGF} [Wh/(m ² K)]	90
Wärmebrückenkorrektur ΔU_{WB} [W/m ² K]	0,050
Berechnung des unteren Gebäudeabschlusses mit Temperaturkorrekturfaktoren	nein

Die Einhaltung des sommerlichen Wärmeschutzes wurde bei der Zonenbilanz nicht berücksichtigt.

Konditionierung	
Thermische Konditionierung	ja
Raumheizung/-kühlung durch statische Systeme	beheizt
RLT-Anlage	Einfaches Lüftungssystem
Warmwasserbedarf vorhanden	nein
vollständige Beleuchtung	nein

Gebäudeautomation	
Automatisierungsgrad für Heizung	B
Einzelraumregelungssystem ist nicht vorhanden	

Belüftung

Verbindung zur Außenluft	über Durchlässe und Fenster
e [-]	0,07
f [-]	15
Dichtheitsprüfung	Kategorie I - Dichtheitsprüfung nach Fertigstellung

Luftwechsel bei 50 Pa Druckdifferenz n_{50} [h ⁻¹]	0,87
Luftdurchlässigkeit bei 50 Pa Druckdifferenz q_{50} [m ³ /(m ² h)]	2,0
Außenluftdurchlässe vorhanden	nein

Mechanische Lüftungsanlage

Art der Lüftungsanlage	Lüftungsanlagen, mit Zu- und Abluft in derselben Zone
Lüftungsanlage liefert vollständigen Mindestaußenluftvolumenstrom	nein
Kategorie nach DIN EN 16798-3	IDA-C3 - Zeitabhängige Steuerung (zonenweise)
flächenbezogener Mindestaußenluftvolumenstrom [m ³ /(h·m ²)]	2,5
Relative Abwesenheit RLT c_{RLT} [-]	0,0
Teilbetriebsfaktor der Gebäudebetriebszeit RLT F_{RLT} [-]	0,9

Luftförderung	Zuluft	Abluft
Auslegungsvolumenstrom der Anlage [m ³ /h] (Standardwerte)	3.000,38	3.000,38

Unterer Abschluss: Bodenplatte auf Erdreich

Umfang Bodenplatte [m]	87,24
Dicke der Umfassungswände in Höhe Erdreichoberkante [m]	0,63
zusätzliche Randdämmung vorhanden	ja
Ausrichtung der Randdämmung	waagrecht
Dicke der waagerechten Randdämmung [m]	0,18
Breite der waagerechten Randdämmung [m]	5,00
Wärmedurchlasswiderstand der waagerechten Randdämmung [m ² K/W]	4,500

Zone: Mensa

Nutzungsprofil

12: Kantine (Standardprofil)

Geometrie

Nettovolumen V [m ³]	476,85
Nettogrundfläche A_{NGF} [m ²]	158,95

Geschosshöhe [m]	4,00
------------------	------

Randbedingungen

Bautechnik	
Bauweise	mittelschwer
Wärmespeicherfähigkeit C_{wtk}/A_{NGF} [Wh/(m ² K)]	90
Wärmebrückenkorrektur ΔU_{WB} [W/m ² K]	0,050
Berechnung des unteren Gebäudeabschlusses mit Temperaturkorrekturfaktoren	nein

Die Einhaltung des sommerlichen Wärmeschutzes wurde bei der Zonenbilanz nicht berücksichtigt.

Konditionierung	
Thermische Konditionierung	ja
Raumheizung/-kühlung durch statische Systeme	beheizt
RLT-Anlage	Einfaches Lüftungssystem
Warmwasserbedarf vorhanden	nein
vollständige Beleuchtung	nein

Gebäudeautomation	
Automatisierungsgrad für Heizung	B
Einzelraumregelungssystem ist nicht vorhanden	

Belüftung

Verbindung zur Außenluft	über Durchlässe und Fenster
e [-]	0,07
f [-]	15
Dichtheitsprüfung	Kategorie I - Dichtheitsprüfung nach Fertigstellung

Luftwechsel bei 50 Pa Druckdifferenz n_{50} [h^{-1}]	0,87
Luftdurchlässigkeit bei 50 Pa Druckdifferenz q_{50} [$\text{m}^3/(\text{m}^2\text{h})$]	2,0
Außenluftdurchlässe vorhanden	nein

Mechanische Lüftungsanlage

Art der Lüftungsanlage	Lüftungsanlagen, mit Zu- und Abluft in derselben Zone
Lüftungsanlage liefert vollständigen Mindestaußenluftvolumenstrom	nein
Kategorie nach DIN EN 16798-3	IDA-C3 - Zeitabhängige Steuerung (zonenweise)
flächenbezogener Mindestaußenluftvolumenstrom [$\text{m}^3/(\text{hm}^2)$]	2,5
Relative Abwesenheit $\text{RLT } c_{\text{RLT}}$ [-]	0,0
Teilbetriebsfaktor der Gebäudebetriebszeit $\text{RLT } F_{\text{RLT}}$ [-]	1,0

Luftförderung	Zuluft	Abluft
Auslegungsvolumenstrom der Anlage [m^3/h] (Standardwerte)	190,74	190,74

Unterer Abschluss: Bodenplatte auf Erdreich

Umfang Bodenplatte [m]	24,74
Dicke der Umfassungswände in Höhe Erdreichoberkante [m]	0,64
zusätzliche Randdämmung vorhanden	ja
Ausrichtung der Randdämmung	waagrecht
Dicke der waagerechten Randdämmung [m]	0,18
Breite der waagerechten Randdämmung [m]	5,00
Wärmedurchlasswiderstand der waagerechten Randdämmung [$\text{m}^2\text{K}/\text{W}$]	4,500

Zone: WC/Sanitär

Nutzungsprofil

16: WC und Sanitärräume in Nichtwohngebäuden (Standardprofil)

Geometrie

Nettovolumen V [m ³]	694,2
Nettogrundfläche A_{NGF} [m ²]	231,40

Geschosshöhe [m]	4,00
------------------	------

Randbedingungen

Bautechnik	
Bauweise	mittelschwer
Wärmespeicherfähigkeit C_{wtk}/A_{NGF} [Wh/(m ² K)]	90
Wärmebrückenkorrektur ΔU_{WB} [W/m ² K]	0,050
Berechnung des unteren Gebäudeabschlusses mit Temperaturkorrekturfaktoren	ja

Die Einhaltung des sommerlichen Wärmeschutzes wurde bei der Zonenbilanz nicht berücksichtigt.

Konditionierung	
Thermische Konditionierung	ja
Raumheizung/-kühlung durch statische Systeme	beheizt
RLT-Anlage	Einfaches Lüftungssystem
Warmwasserbedarf vorhanden	ja
vollständige Beleuchtung	ja

Gebäudeautomation	
Automatisierungsgrad für Heizung	B
Einzelraumregelungssystem ist nicht vorhanden	

Belüftung

Verbindung zur Außenluft	über Durchlässe und Fenster
e [-]	0,07
f [-]	15
Dichtheitsprüfung	Kategorie I - Dichtheitsprüfung nach Fertigstellung

Luftwechsel bei 50 Pa Druckdifferenz n_{50} [h ⁻¹]	0,87
Luftdurchlässigkeit bei 50 Pa Druckdifferenz q_{50} [m ³ /(m ² h)]	2,0
Außenluftdurchlässe vorhanden	nein

Mechanische Lüftungsanlage

Art der Lüftungsanlage	Lüftungsanlagen, mit Zu- und Abluft in derselben Zone
Lüftungsanlage liefert vollständigen Mindestaußenluftvolumenstrom	ja
Kategorie nach DIN EN 16798-3	IDA-C3 - Zeitabhängige Steuerung (zonenweise)
flächenbezogener Mindestaußenluftvolumenstrom [m ³ /(h·m ²)]	5,0
Relative Abwesenheit RLT c_{RLT} [-]	0,0
Teilbetriebsfaktor der Gebäudebetriebszeit RLT F_{RLT} [-]	1,0

Luftförderung	Zuluft	Abluft
Auslegungsvolumenstrom der Anlage [m ³ /h] (Standardwerte)	3.471,0	3.471,0

Unterer Abschluss

Art des unteren Gebäudeabschlusses	Boden auf Erdreich ohne Randdämmung
Bodenfläche [m ²]	121,81
Umfang der Bodenfläche [m]	0,10

Trinkwarmwasserbedarf 1:

Richtwert	Schule ohne Duschen
flächenbezogener Nutzenergiebedarf Wh/(m ² ·d)	130,0
Fläche [m ²]	231,40 (Zonenfläche)
täglicher Nutzenergiebedarf [kWh/d]	30,1

Zone: Sonstige Aufenthaltsbereiche

Nutzungsprofil

17: Sonstige Aufenthaltsräume (Standardprofil)

Geometrie

Nettovolumen V [m ³]	1.446,39
Nettogrundfläche A_{NGF} [m ²]	482,13

Geschosshöhe [m]	4,00
------------------	------

Randbedingungen

Bautechnik	
Bauweise	mittelschwer
Wärmespeicherfähigkeit C_{wtk}/A_{NGF} [Wh/(m ² K)]	90
Wärmebrückenkorrektur ΔU_{WB} [W/m ² K]	0,050
Berechnung des unteren Gebäudeabschlusses mit Temperaturkorrekturfaktoren	nein

Die Einhaltung des sommerlichen Wärmeschutzes wurde bei der Zonenbilanz nicht berücksichtigt.

Konditionierung	
Thermische Konditionierung	ja
Raumheizung/-kühlung durch statische Systeme	beheizt
RLT-Anlage	Einfaches Lüftungssystem
Warmwasserbedarf vorhanden	nein
vollständige Beleuchtung	nein

Gebäudeautomation	
Automatisierungsgrad für Heizung	B
Einzelraumregelungssystem ist nicht vorhanden	

Belüftung

Verbindung zur Außenluft	über Durchlässe und Fenster
e [-]	0,07
f [-]	15
Dichtheitsprüfung	Kategorie I - Dichtheitsprüfung nach Fertigstellung

Luftwechsel bei 50 Pa Druckdifferenz n_{50} [h^{-1}]	0,87
Luftdurchlässigkeit bei 50 Pa Druckdifferenz q_{50} [$\text{m}^3/(\text{m}^2\text{h})$]	2,0
Außenluftdurchlässe vorhanden	nein

Mechanische Lüftungsanlage

Art der Lüftungsanlage	Lüftungsanlagen, mit Zu- und Abluft in derselben Zone
Lüftungsanlage liefert vollständigen Mindestaußenluftvolumenstrom	nein
Kategorie nach DIN EN 16798-3	IDA-C3 - Zeitabhängige Steuerung (zonenweise)
flächenbezogener Mindestaußenluftvolumenstrom [$\text{m}^3/(\text{hm}^2)$]	2,5
Relative Abwesenheit $\text{RLT } c_{\text{RLT}}$ [-]	0,0
Teilbetriebsfaktor der Gebäudebetriebszeit $\text{RLT } F_{\text{RLT}}$ [-]	0,8

Luftförderung	Zuluft	Abluft
Auslegungsvolumenstrom der Anlage [m^3/h] (Standardwerte)	578,56	578,56

Unterer Abschluss: Bodenplatte auf Erdreich

Umfang Bodenplatte [m]	21,82
Dicke der Umfassungswände in Höhe Erdreichoberkante [m]	0,64
zusätzliche Randdämmung vorhanden	ja
Ausrichtung der Randdämmung	waagerecht
Dicke der waagerechten Randdämmung [m]	0,18
Breite der waagerechten Randdämmung [m]	5,00
Wärmedurchlasswiderstand der waagerechten Randdämmung [$\text{m}^2\text{K}/\text{W}$]	4,500

Zone: Verkehrsfläche

Nutzungsprofil

19: Verkehrsfläche (Standardprofil)

Nutzung mit niedriger Innentemperatur (siehe DIN V 18599-10, Bemerkung Tabelle 5)

Geometrie

Nettovolumen V [m ³]	5.755,38
Nettogrundfläche A_{NGF} [m ²]	1.918,46

Geschosshöhe [m]	4,00
------------------	------

Randbedingungen

Bautechnik	
Bauweise	mittelschwer
Wärmespeicherfähigkeit C_{wik}/A_{NGF} [Wh/(m ² K)]	90
Wärmebrückenkorrektur ΔU_{WB} [W/m ² K]	0,050
Berechnung des unteren Gebäudeabschlusses mit Temperaturkorrekturfaktoren	nein

Die Einhaltung des sommerlichen Wärmeschutzes wurde bei der Zonenbilanz nicht berücksichtigt.

Konditionierung	
Thermische Konditionierung	ja
Raumheizung/-kühlung durch statische Systeme	beheizt
RLT-Anlage	keine Luftaufbereitung
Warmwasserbedarf vorhanden	nein
vollständige Beleuchtung	nein

Gebäudeautomation	
Automatisierungsgrad für Heizung	B
Einzelraumregelungssystem ist nicht vorhanden	

Belüftung

Verbindung zur Außenluft	über Durchlässe und Fenster
e [-]	0,07
f [-]	15
Dichtheitsprüfung	Kategorie I - Dichtheitsprüfung nach Fertigstellung
Luftwechsel bei 50 Pa Druckdifferenz n_{50} [h ⁻¹]	1,3
Luftdurchlässigkeit bei 50 Pa Druckdifferenz q_{50} [m ³ /(m ² h)]	3,0
Außenluftdurchlässe vorhanden	nein

Unterer Abschluss: Bodenplatte auf Erdreich

Umfang Bodenplatte [m]	74,42
Dicke der Umfassungswände in Höhe Erdreichoberkante [m]	0,64
zusätzliche Randdämmung vorhanden	ja
Ausrichtung der Randdämmung	waagerecht
Dicke der waagerechten Randdämmung [m]	0,18
Breite der waagerechten Randdämmung [m]	5,00
Wärmedurchlasswiderstand der waagerechten Randdämmung [m ² K/W]	4,500

Zone: Lager/Technik/Archiv

Nutzungsprofil

20: Lager, Technik, Archiv (Standardprofil)

Nutzung mit niedriger Innentemperatur (siehe DIN V 18599-10, Bemerkung Tabelle 5)

Geometrie

Nettovolumen V [m ³]	2.243,21
Nettogrundfläche A_{NGF} [m ²]	730,40

Geschosshöhe [m]	3,89
------------------	------

Randbedingungen

Bautechnik	
Bauweise	mittelschwer
Wärmespeicherfähigkeit C_{wik}/A_{NGF} [Wh/(m ² K)]	90
Wärmebrückenkorrektur ΔU_{WB} [W/m ² K]	0,050
Berechnung des unteren Gebäudeabschlusses mit Temperaturkorrekturfaktoren	nein

Die Einhaltung des sommerlichen Wärmeschutzes wurde bei der Zonenbilanz nicht berücksichtigt.

Konditionierung	
Thermische Konditionierung	ja
Raumheizung/-kühlung durch statische Systeme	beheizt
RLT-Anlage	keine Luftaufbereitung
Warmwasserbedarf vorhanden	nein
vollständige Beleuchtung	nein

Gebäudeautomation	
Automatisierungsgrad für Heizung	B
Einzelraumregelungssystem ist nicht vorhanden	

Belüftung

Verbindung zur Außenluft	über Durchlässe und Fenster
e [-]	0,07
f [-]	15
Dichtheitsprüfung	Kategorie I - Dichtheitsprüfung nach Fertigstellung
Luftwechsel bei 50 Pa Druckdifferenz n_{50} [h ⁻¹]	1,3
Luftdurchlässigkeit bei 50 Pa Druckdifferenz q_{50} [m ³ /(m ² h)]	3,0
Außenluftdurchlässe vorhanden	nein

Unterer Abschluss: Bodenplatte auf Erdreich

Umfang Bodenplatte [m]	37,38
Dicke der Umfassungswände in Höhe Erdreichoberkante [m]	0,64
zusätzliche Randdämmung vorhanden	ja
Ausrichtung der Randdämmung	waagerecht
Dicke der waagerechten Randdämmung [m]	0,18
Breite der waagerechten Randdämmung [m]	5,00
Wärmedurchlasswiderstand der waagerechten Randdämmung [m ² K/W]	4,500

Zone: Küche

Nutzungsprofil

15: Küche - Vorbereitung, Lager (Standardprofil)

Geometrie

Nettovolumen V [m ³]	111,63
Nettogrundfläche A_{NGF} [m ²]	37,21

Geschosshöhe [m]	4,00
------------------	------

Randbedingungen

Bautechnik	
Bauweise	mittelschwer
Wärmespeicherfähigkeit C_{wtk}/A_{NGF} [Wh/(m ² K)]	90
Wärmebrückenkorrektur ΔU_{WB} [W/m ² K]	0,050
Berechnung des unteren Gebäudeabschlusses mit Temperaturkorrekturfaktoren	nein

Die Einhaltung des sommerlichen Wärmeschutzes wurde bei der Zonenbilanz nicht berücksichtigt.

Konditionierung	
Thermische Konditionierung	ja
Raumheizung/-kühlung durch statische Systeme	beheizt
RLT-Anlage	Einfaches Lüftungssystem
Warmwasserbedarf vorhanden	ja
vollständige Beleuchtung	ja

Gebäudeautomation	
Automatisierungsgrad für Heizung	B
Einzelraumregelungssystem ist nicht vorhanden	

Belüftung

Verbindung zur Außenluft	über Durchlässe und Fenster
e [-]	0,07
f [-]	15
Dichtheitsprüfung	Kategorie I - Dichtheitsprüfung nach Fertigstellung

Luftwechsel bei 50 Pa Druckdifferenz n_{50} [h^{-1}]	0,87
Luftdurchlässigkeit bei 50 Pa Druckdifferenz q_{50} [$\text{m}^3/(\text{m}^2\text{h})$]	2,0
Außenluftdurchlässe vorhanden	nein

Mechanische Lüftungsanlage

Art der Lüftungsanlage	Lüftungsanlagen, mit Zu- und Abluft in derselben Zone
Lüftungsanlage liefert vollständigen Mindestaußenluftvolumenstrom	ja

Luftförderung	Zuluft	Abluft
Auslegungsvolumenstrom der Anlage [m^3/h] (Standardwerte)	558,15	558,15

Unterer Abschluss: Bodenplatte auf Erdreich

Umfang Bodenplatte [m]	6,76
Dicke der Umfassungswände in Höhe Erdreichoberkante [m]	0,65
zusätzliche Randdämmung vorhanden	ja
Ausrichtung der Randdämmung	waagerecht
Dicke der waagerechten Randdämmung [m]	0,18
Breite der waagerechten Randdämmung [m]	5,00
Wärmedurchlasswiderstand der waagerechten Randdämmung [$\text{m}^2\text{K}/\text{W}$]	4,500

Trinkwarmwasserbedarf 1:

Richtwert	Restaurant, Gaststätte
flächenbezogener Nutzenergiebedarf $\text{Wh}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	920,0
Fläche [m^2]	37,21 (Zonenfläche)
täglicher Nutzenergiebedarf [kWh/d]	34,2

Nutzungsprofile

Nr. 1: Einzelbüro

Nutzungszeiten		von	bis
tägliche Nutzungszeit	Uhr	7:00	18:00
jährliche Nutzungstage $d_{\text{nutz,a}}$	d/a	250	
jährliche Nutzungsstunden zur Tagzeit t_{Tag}	h/a	2543	
jährliche Nutzungsstunden zur Nachtzeit t_{Nacht}	h/a	207	
tägliche Betriebszeit RLT und Kühlung	Uhr	5:00	18:00
jährliche Betriebstage für jeweils RLT, Kühlung und Heizung $d_{\text{op,a}}$	d/a	250	
tägliche Betriebszeit Heizung	Uhr	5:00	18:00
Raumkonditionen			
Raum-Solltemperatur Heizung $\vartheta_{i,h,\text{soll}}$	°C	21	
Raum-Solltemperatur Kühlung $\vartheta_{i,c,\text{soll}}$	°C	24	
Minimaltemperatur Auslegung Heizung $\vartheta_{i,h,\text{min}}$	°C	20	
Maximaltemperatur Auslegung Kühlung $\vartheta_{i,c,\text{max}}$	°C	26	
Temperaturabsenkung reduzierter Betrieb $\Delta\vartheta_{i,NA}$	K	4	
Feuchteanforderung	–	mit Toleranz	
Mindestaußenluftvolumenstrom			
flächenbezogen	m ³ /(hm ²)	4	
Beleuchtung			
Wartungswert der Beleuchtungsstärke	lx	500	
Höhe der Nutzebene h_{Ne}	m	0,8	
Minderungsfaktor k_A	–	0,84	
relative Abwesenheit C_A	–	0,3	
Raumindex k	–	0,9	
Minderungsfaktor Gebäudebetriebszeit F_l	–	0,7	
Anpassungsfaktor Beleuchtung vertikaler Flächen k_{VB}	–	1	
Personenbelegung			
Belegungsdichte	m ² je Person	14	
Interne Wärmequellen			
Personen $q_{l,p}$	Wh/(m ² d)	30	
Arbeitshilfen $q_{l,fac}$	Wh/(m ² d)	42	
Wärmezufuhr je Tag ($q_{l,p} + q_{l,fac}$)	Wh/(m ² d)	72	

Nr. 2: Gruppenbüro (zwei bis sechs Arbeitsplätze)

Nutzungszeiten		von	bis
tägliche Nutzungszeit	Uhr	7:00	18:00
jährliche Nutzungstage $d_{\text{nutz,a}}$	d/a	250	
jährliche Nutzungsstunden zur Tagzeit t_{Tag}	h/a	2543	
jährliche Nutzungsstunden zur Nachtzeit t_{Nacht}	h/a	207	
tägliche Betriebszeit RLT und Kühlung	Uhr	5:00	18:00
jährliche Betriebstage für jeweils RLT, Kühlung und Heizung $d_{\text{op,a}}$	d/a	250	
tägliche Betriebszeit Heizung	Uhr	5:00	18:00
Raumkonditionen			
Raum-Solltemperatur Heizung $\vartheta_{i,h,\text{soll}}$	°C	21	
Raum-Solltemperatur Kühlung $\vartheta_{i,c,\text{soll}}$	°C	24	
Minimaltemperatur Auslegung Heizung $\vartheta_{i,h,\text{min}}$	°C	20	
Maximaltemperatur Auslegung Kühlung $\vartheta_{i,c,\text{max}}$	°C	26	
Temperaturabsenkung reduzierter Betrieb $\Delta\vartheta_{i,NA}$	K	4	
Feuchteanforderung	–	mit Toleranz	
Mindestaußenluftvolumenstrom			
flächenbezogen	m³/(hm²)	4	
Beleuchtung			
Wartungswert der Beleuchtungsstärke	lx	500	
Höhe der Nutzebene h_{Ne}	m	0,8	
Minderungsfaktor k_A	–	0,92	
relative Abwesenheit C_A	–	0,3	
Raumindex k	–	1,25	
Minderungsfaktor Gebäudebetriebszeit F_i	–	0,7	
Anpassungsfaktor Beleuchtung vertikaler Flächen k_{VB}	–	1	
Personenbelegung			
Belegungsdichte	m² je Person	14	
Interne Wärmequellen			
Personen $q_{i,p}$	Wh/(m²d)	30	
Arbeitshilfen $q_{i,\text{fac}}$	Wh/(m²d)	42	
Wärmezufuhr je Tag $(q_{i,p} + q_{i,\text{fac}})$	Wh/(m²d)	72	

Nr. 8: Klassenzimmer (Schule), Gruppenraum (Kindergarten)

Nutzungszeiten		von	bis
tägliche Nutzungszeit	Uhr	8:00	15:00
jährliche Nutzungstage $d_{\text{nutz,a}}$	d/a	200	
jährliche Nutzungsstunden zur Tagzeit t_{Tag}	h/a	1400	
jährliche Nutzungsstunden zur Nachtzeit t_{Nacht}	h/a	0	
tägliche Betriebszeit RLT und Kühlung	Uhr	6:00	15:00
jährliche Betriebstage für jeweils RLT, Kühlung und Heizung $d_{\text{op,a}}$	d/a	200	
tägliche Betriebszeit Heizung	Uhr	6:00	15:00
Raumkonditionen			
Raum-Solltemperatur Heizung $\vartheta_{i,h,\text{soll}}$	°C	21	
Raum-Solltemperatur Kühlung $\vartheta_{i,c,\text{soll}}$	°C	24	
Minimaltemperatur Auslegung Heizung $\vartheta_{i,h,\text{min}}$	°C	20	
Maximaltemperatur Auslegung Kühlung $\vartheta_{i,c,\text{max}}$	°C	26	
Temperaturabsenkung reduzierter Betrieb $\Delta\vartheta_{i,NA}$	K	4	
Feuchteanforderung	–	mit Toleranz	
Mindestaußenluftvolumenstrom			
flächenbezogen	m³/(hm²)	10	
Beleuchtung			
Wartungswert der Beleuchtungsstärke	lx	300	
Höhe der Nutzebene h_{Ne}	m	0,8	
Minderungsfaktor k_A	–	0,97	
relative Abwesenheit C_A	–	0,25	
Raumindex k	–	2	
Minderungsfaktor Gebäudebetriebszeit F_l	–	0,9	
Anpassungsfaktor Beleuchtung vertikaler Flächen k_{VB}	–	1	
Personenbelegung			
Belegungsdichte	m² je Person	3	
Interne Wärmequellen			
Personen $q_{l,p}$	Wh/(m²d)	100	
Arbeitshilfen $q_{l,\text{fac}}$	Wh/(m²d)	20	
Wärmezufuhr je Tag $(q_{l,p} + q_{l,\text{fac}})$	Wh/(m²d)	120	

Nr. 12: Kantine

Nutzungszeiten		von	bis
tägliche Nutzungszeit	Uhr	8:00	15:00
jährliche Nutzungstage $d_{\text{nutz,a}}$	d/a	250	
jährliche Nutzungsstunden zur Tagzeit t_{Tag}	h/a	1750	
jährliche Nutzungsstunden zur Nachtzeit t_{Nacht}	h/a	0	
tägliche Betriebszeit RLT und Kühlung	Uhr	6:00	15:00
jährliche Betriebstage für jeweils RLT, Kühlung und Heizung $d_{\text{op,a}}$	d/a	250	
tägliche Betriebszeit Heizung	Uhr	6:00	15:00
Raumkonditionen			
Raum-Solltemperatur Heizung $\vartheta_{i,h,\text{soll}}$	°C	21	
Raum-Solltemperatur Kühlung $\vartheta_{i,c,\text{soll}}$	°C	24	
Minimaltemperatur Auslegung Heizung $\vartheta_{i,h,\text{min}}$	°C	20	
Maximaltemperatur Auslegung Kühlung $\vartheta_{i,c,\text{max}}$	°C	26	
Temperaturabsenkung reduzierter Betrieb $\Delta\vartheta_{i,NA}$	K	4	
Feuchteanforderung	–	mit Toleranz	
Mindestaußenluftvolumenstrom			
flächenbezogen	m³/(hm²)	18	
Beleuchtung			
Wartungswert der Beleuchtungsstärke	lx	200	
Höhe der Nutzebene h_{Ne}	m	0,8	
Minderungsfaktor k_A	–	0,97	
relative Abwesenheit C_A	–	0	
Raumindex k	–	2,5	
Minderungsfaktor Gebäudebetriebszeit F_l	–	1	
Anpassungsfaktor Beleuchtung vertikaler Flächen k_{VB}	–	1	
Personenbelegung			
Belegungsdichte	m² je Person	1,2	
Interne Wärmequellen			
Personen $q_{l,p}$	Wh/(m²d)	177	
Arbeitshilfen $q_{l,\text{fac}}$	Wh/(m²d)	10	
Wärmezufuhr je Tag $(q_{l,p} + q_{l,\text{fac}})$	Wh/(m²d)	187	

Nr. 15: Küche - Vorbereitung, Lager

Nutzungszeiten		von	bis
tägliche Nutzungszeit	Uhr	10:00	23:00
jährliche Nutzungstage $d_{\text{nutz,a}}$	d/a	300	
jährliche Nutzungsstunden zur Tagzeit t_{Tag}	h/a	2411	
jährliche Nutzungsstunden zur Nachtzeit t_{Nacht}	h/a	1489	
tägliche Betriebszeit RLT und Kühlung	Uhr	8:00	23:00
jährliche Betriebstage für jeweils RLT, Kühlung und Heizung $d_{\text{op,a}}$	d/a	300	
tägliche Betriebszeit Heizung	Uhr	8:00	23:00
Raumkonditionen			
Raum-Solltemperatur Heizung $\vartheta_{i,h,\text{soll}}$	°C	21	
Raum-Solltemperatur Kühlung $\vartheta_{i,c,\text{soll}}$	°C	24	
Minimaltemperatur Auslegung Heizung $\vartheta_{i,h,\text{min}}$	°C	20	
Maximaltemperatur Auslegung Kühlung $\vartheta_{i,c,\text{max}}$	°C	26	
Temperaturabsenkung reduzierter Betrieb $\Delta\vartheta_{i,NA}$	K	4	
Feuchteanforderung	–	mit Toleranz	
Mindestaußenluftvolumenstrom			
flächenbezogen	m³/(hm²)	15	
Beleuchtung			
Wartungswert der Beleuchtungsstärke	lx	300	
Höhe der Nutzebene h_{Ne}	m	0,8	
Minderungsfaktor k_A	–	1	
relative Abwesenheit C_A	–	0,5	
Raumindex k	–	1,5	
Minderungsfaktor Gebäudebetriebszeit F_i	–	1	
Anpassungsfaktor Beleuchtung vertikaler Flächen k_{VB}	–	1	
Personenbelegung			
Belegungsdichte	m² je Person	10	
Interne Wärmequellen			
Personen $q_{i,p}$	Wh/(m²d)	56	
Arbeitshilfen $q_{i,\text{fac}}$	Wh/(m²d)	180	
Wärmezufuhr je Tag $(q_{i,p} + q_{i,\text{fac}})$	Wh/(m²d)	236	

Nr. 16: WC und Sanitärräume in Nichtwohngebäuden

Nutzungszeiten		von	bis
tägliche Nutzungszeit	Uhr	7:00	18:00
jährliche Nutzungstage $d_{\text{nutz,a}}$	d/a	250	
jährliche Nutzungsstunden zur Tagzeit t_{Tag}	h/a	2543	
jährliche Nutzungsstunden zur Nachtzeit t_{Nacht}	h/a	207	
tägliche Betriebszeit RLT und Kühlung	Uhr	5:00	18:00
jährliche Betriebstage für jeweils RLT, Kühlung und Heizung $d_{\text{op,a}}$	d/a	250	
tägliche Betriebszeit Heizung	Uhr	5:00	18:00
Raumkonditionen			
Raum-Solltemperatur Heizung $\vartheta_{i,h,\text{soll}}$	°C	21	
Raum-Solltemperatur Kühlung $\vartheta_{i,c,\text{soll}}$	°C	24	
Minimaltemperatur Auslegung Heizung $\vartheta_{i,h,\text{min}}$	°C	20	
Maximaltemperatur Auslegung Kühlung $\vartheta_{i,c,\text{max}}$	°C	26	
Temperaturabsenkung reduzierter Betrieb $\Delta\vartheta_{i,NA}$	K	4	
Feuchteanforderung	–	keine	
Mindestaußenluftvolumenstrom			
flächenbezogen	m³/(hm²)	15	
Beleuchtung			
Wartungswert der Beleuchtungsstärke	lx	200	
Höhe der Nutzebene h_{Ne}	m	0,8	
Minderungsfaktor k_A	–	1	
relative Abwesenheit C_A	–	0,9	
Raumindex k	–	0,8	
Minderungsfaktor Gebäudebetriebszeit F_i	–	1	
Anpassungsfaktor Beleuchtung vertikaler Flächen k_{VB}	–	1	
Personenbelegung			
Belegungsdichte	m² je Person	–	
Interne Wärmequellen			
Personen $q_{i,p}$	Wh/(m²d)	–	
Arbeitshilfen $q_{i,fac}$	Wh/(m²d)	–	
Wärmezufuhr je Tag $(q_{i,p} + q_{i,fac})$	Wh/(m²d)	–	

Nr. 17: Sonstige Aufenthaltsräume

Nutzungszeiten		von	bis
tägliche Nutzungszeit	Uhr	7:00	18:00
jährliche Nutzungstage $d_{\text{nutz,a}}$	d/a	250	
jährliche Nutzungsstunden zur Tagzeit t_{Tag}	h/a	2543	
jährliche Nutzungsstunden zur Nachtzeit t_{Nacht}	h/a	207	
tägliche Betriebszeit RLT und Kühlung	Uhr	5:00	18:00
jährliche Betriebstage für jeweils RLT, Kühlung und Heizung $d_{\text{op,a}}$	d/a	250	
tägliche Betriebszeit Heizung	Uhr	5:00	18:00
Raumkonditionen			
Raum-Solltemperatur Heizung $\vartheta_{i,h,\text{soll}}$	°C	21	
Raum-Solltemperatur Kühlung $\vartheta_{i,c,\text{soll}}$	°C	24	
Minimaltemperatur Auslegung Heizung $\vartheta_{i,h,\text{min}}$	°C	20	
Maximaltemperatur Auslegung Kühlung $\vartheta_{i,c,\text{max}}$	°C	26	
Temperaturabsenkung reduzierter Betrieb $\Delta\vartheta_{i,NA}$	K	4	
Feuchteanforderung	–	mit Toleranz	
Mindestaußenluftvolumenstrom			
flächenbezogen	m³/(hm²)	7	
Beleuchtung			
Wartungswert der Beleuchtungsstärke	lx	300	
Höhe der Nutzebene h_{Ne}	m	0,8	
Minderungsfaktor k_A	–	0,93	
relative Abwesenheit C_A	–	0,5	
Raumindex k	–	1,25	
Minderungsfaktor Gebäudebetriebszeit F_l	–	1	
Anpassungsfaktor Beleuchtung vertikaler Flächen k_{VB}	–	1	
Personenbelegung			
Belegungsdichte	m² je Person	3	
Interne Wärmequellen			
Personen $q_{l,p}$	Wh/(m²d)	92	
Arbeitshilfen $q_{l,\text{fac}}$	Wh/(m²d)	8	
Wärmezufuhr je Tag $(q_{l,p} + q_{l,\text{fac}})$	Wh/(m²d)	100	

Nr. 19: Verkehrsfläche

		von	bis
Nutzungszeiten			
tägliche Nutzungszeit	Uhr	7:00	18:00
jährliche Nutzungstage $d_{\text{nutz,a}}$	d/a	250	
jährliche Nutzungsstunden zur Tagzeit t_{Tag}	h/a	2543	
jährliche Nutzungsstunden zur Nachtzeit t_{Nacht}	h/a	207	
tägliche Betriebszeit RLT und Kühlung	Uhr	5:00	18:00
jährliche Betriebstage für jeweils RLT, Kühlung und Heizung $d_{\text{op,a}}$	d/a	250	
tägliche Betriebszeit Heizung	Uhr	5:00	18:00
Raumkonditionen			
Raum-Solltemperatur Heizung $\vartheta_{i,h,\text{soll}}$	°C	21	
Raum-Solltemperatur Kühlung $\vartheta_{i,c,\text{soll}}$	°C	24	
Minimaltemperatur Auslegung Heizung $\vartheta_{i,h,\text{min}}$	°C	20	
Maximaltemperatur Auslegung Kühlung $\vartheta_{i,c,\text{max}}$	°C	26	
Temperaturabsenkung reduzierter Betrieb $\Delta\vartheta_{i,NA}$	K	4	
Feuchteanforderung	–	keine	
Mindestaußenluftvolumenstrom			
flächenbezogen	m³/(hm²)	0	
Beleuchtung			
Wartungswert der Beleuchtungsstärke	lx	100	
Höhe der Nutzebene h_{Ne}	m	0,2	
Minderungsfaktor k_A	–	1	
relative Abwesenheit C_A	–	0,8	
Raumindex k	–	0,8	
Minderungsfaktor Gebäudebetriebszeit F_i	–	1	
Anpassungsfaktor Beleuchtung vertikaler Flächen k_{VB}	–	1	
Personenbelegung			
Belegungsdichte	m² je Person	–	
Interne Wärmequellen			
Personen $q_{i,p}$	Wh/(m²d)	–	
Arbeitshilfen $q_{i,fac}$	Wh/(m²d)	–	
Wärmezufuhr je Tag $(q_{i,p} + q_{i,fac})$	Wh/(m²d)	–	

Nr. 20: Lager, Technik, Archiv

Nutzungszeiten		von	bis
tägliche Nutzungszeit	Uhr	7:00	18:00
jährliche Nutzungstage $d_{\text{nutz,a}}$	d/a	250	
jährliche Nutzungsstunden zur Tagzeit t_{Tag}	h/a	2543	
jährliche Nutzungsstunden zur Nachtzeit t_{Nacht}	h/a	207	
tägliche Betriebszeit RLT und Kühlung	Uhr	5:00	18:00
jährliche Betriebstage für jeweils RLT, Kühlung und Heizung $d_{\text{op,a}}$	d/a	250	
tägliche Betriebszeit Heizung	Uhr	5:00	18:00
Raumkonditionen			
Raum-Solltemperatur Heizung $\vartheta_{i,h,\text{soll}}$	°C	21	
Raum-Solltemperatur Kühlung $\vartheta_{i,c,\text{soll}}$	°C	24	
Minimaltemperatur Auslegung Heizung $\vartheta_{i,h,\text{min}}$	°C	20	
Maximaltemperatur Auslegung Kühlung $\vartheta_{i,c,\text{max}}$	°C	26	
Temperaturabsenkung reduzierter Betrieb $\Delta\vartheta_{i,NA}$	K	4	
Feuchteanforderung	–	keine	
Mindestaußenluftvolumenstrom			
flächenbezogen	m³/(hm²)	0,15	
Beleuchtung			
Wartungswert der Beleuchtungsstärke	lx	100	
Höhe der Nutzebene h_{Ne}	m	0,8	
Minderungsfaktor k_A	–	1	
relative Abwesenheit C_A	–	0,98	
Raumindex k	–	1,5	
Minderungsfaktor Gebäudebetriebszeit F_i	–	1	
Anpassungsfaktor Beleuchtung vertikaler Flächen k_{VB}	–	2	
Personenbelegung			
Belegungsdichte	m² je Person	–	
Interne Wärmequellen			
Personen $q_{i,p}$	Wh/(m²d)	–	
Arbeitshilfen $q_{i,\text{fac}}$	Wh/(m²d)	–	
Wärmezufuhr je Tag $(q_{i,p} + q_{i,\text{fac}})$	Wh/(m²d)	–	



Anlagentechnik

Anlagentechnik: Erzeugungseinheiten Heizung

Wärmeerzeugereinheit 1

Anzahl Erzeuger	1
Art des Systems	indirekt
Geometrie	wird vom Gebäude übernommen

1. Biomassekessel 1

Erzeuger	Biomassekessel (automatisch beschickt)
Baujahr	2024
Umgebung	Standardrandbedingungen unbeheizt
Umgebungstemperatur (Jahresdurchschnitt) [°C]	13,0
Energieträger	Holzpellets
kombinierter Wärmeerzeuger für Heizung und Trinkwarmwasser:	
zugehörige Trinkwarmwassereinheit	Erzeugereinheit 1

Details

Vor-/Rücklauftemperatur [°C]	70,0/55,0
Nennleistung-Kesselwirkungsgrad aus Abgasverlust	nein
Pumpenmanagement	kein integriertes Pumpenmanagement
elektrische Kesselregelung vorhanden	nein
mit Mischer	
gebläseunterstützte Feuerung	nein
Kessel-Nennleistung [kW]	186,62 (Standardwert)
Betriebsbereitschaftsverlust bei 70 °C [-]	0,011 (Standardwert)
Kesselwirkungsgrad bei Nennleistung [-]	0,931 (Standardwert)
elektrische Leistungsaufnahme Nennlast [kW]	0,413 (Standardwert)
Leistungsaufnahme Schlummerbetrieb [kW]	0,000 (Standardwert)

Kesselwirkungsgrad bei Teillast [-]	0,928 (Standardwert)
Lastbereich Teillast [-]	0,300 (Standardwert)
elektrische Leistungsaufnahme Teillast [kW]	0,336 (Standardwert)

Ergebnisse

	Wärmeenergie [kWh/a]		Hilfsenergie [kWh/a]	
	für statische Systeme	für RLT-Anlagen	für statische Systeme	für RLT-Anlagen
<i>Zu deckender Nutzenergiebedarf</i>	263.735,80	0,00	–	–
+ <i>Verluste durch Speicherung</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
+ <i>Verluste durch Verteilung</i>	9.470,65	0,00	1.259,47	0,00
+ <i>Verluste durch Übergabe</i>	20.492,96	0,00	0,00	0,00
= <i>erforderliche Erzeugernutzenergie</i>	293.699,41	0,00	–	–
– <i>regenerativer Anteil</i>	0,01	0,00	–	–
+ <i>Verluste durch Erzeugung</i>	48.252,54	0,00	756,27	0,00
= <i>Endenergiebedarf</i>	341.951,94	0,00	2.015,73	0,00

Erzeugerdeckungsanteile

Erzeuger	Deckungsanteil [%]
Biomassekessel 1	100,00

(Bei den Verlusten wurden die Wärmeeinträge nicht abgezogen.)

Jahresarbeitszahl der Erzeugereinheit: $SPF = 0,86$

Anlagentechnik: Erzeugungseinheiten Trinkwarmwasser

Erzeugereinheit 1

Anzahl Erzeuger	1
Geometrie	wird vom Gebäude übernommen

1. Biomassekessel 1

Erzeuger	Biomassekessel (automatisch beschickt)
Baujahr	2024
Umgebung	Standardrandbedingungen unbeheizt
Umgebungstemperatur (Jahresdurchschnitt) [°C]	13,0
Energieträger	Holzpellets
kombinierter Wärmeerzeuger für Heizung und Trinkwarmwasser:	
zugehörige Heizungserzeugereinheit (mit Erzeugerdetails)	Wärmeerzeugereinheit 1

Ergebnisse

	Wärmeenergie [kWh/a]	Hilfsenergie [kWh/a]
<i>Zu deckender Nutzenergiebedarf</i>	17.790,46	–
+ <i>Verluste durch Speicherung</i>	0,00	0,00
+ <i>Verluste durch Verteilung</i>	6.435,64	79,78
= <i>erforderliche Erzeugernutzenergie</i>	24.226,10	–
– <i>regenerativer Anteil</i>	0,00	–
+ <i>Verluste durch Erzeugung</i>	2.002,25	53,64
= <i>Endenergiebedarf</i>	26.228,35	133,42

Erzeugerdeckungsanteile

Erzeuger	Deckungsanteil [%]
Biomassekessel 1	100,00

(Bei den Verlusten wurden die Wärmeeinträge nicht abgezogen.)

Jahresarbeitszahl der Erzeugereinheit: $SPF = 0,92$

Anlagentechnik: Raumluftechnische Anlagen

Lüftungssystem SFP3 Schule

Betriebsweise	Einfaches Lüftungssystem
Art der Anlage	Zu-/Abluftanlage

Wärmerückgewinnung

Art der Wärmerückgewinnung	nur Wärme
Temperaturänderungsgrad η_i [-]	0,75 (direkte Eingabe)
Art des Systems	Rotationswärmetauscher

Konfiguration

Konstantvolumenanlage	nein
-----------------------	------

Luftförderung		
	Zuluft	Abluft
Gesamtdruckdifferenz des Kanalnetzes bei Auslegungsvolumenstrom [Pa]	960	750
mittlerer Gesamtwirkungsgrad von Ventilator, Übertragungssystem, Motor, Drehzahlregelung η [-]	0,65	0,65
spez. Leistungsaufnahme der Ventilatoren P_{SFP} [kW/(m ³ ·s ⁻¹)]	1,402	1,277
konstanter Druckverlust des Kanalnetzes [Pa]	0	0
anlagentechnischer Mindestvolumenstrom [m ³ /h]	0,0	

Auslegungswerte	
Zulufttemperatur im Sommer [°C]	32
Zulufttemperatur im Winter [°C]	-12
Abschaltung der mechanischen Lüftungsanlage an Nicht-Nutzungstagen	ja

Referenzgebäude	
Zuschläge nach DIN EN 16798-3 für das Referenzgebäude	keine

Lüftungssystem SFP2 Küche

Betriebsweise	Einfaches Lüftungssystem
Art der Anlage	Zu-/Abluftanlage

Wärmerückgewinnung

Art der Wärmerückgewinnung	nur Wärme
Temperaturänderungsgrad η_i [-]	0,75 (direkte Eingabe)
Art des Systems	Kreislaufverbundsystem
Pumpenregelung	ungeregelt

Konfiguration

Konstantvolumenanlage	nein
-----------------------	------

Luftförderung		
	Zuluft	Abluft
Gesamtdruckdifferenz des Kanalnetzes bei Auslegungsvolumenstrom [Pa]	960	750
mittlerer Gesamtwirkungsgrad von Ventilator, Übertragungssystem, Motor, Drehzahlregelung η [-]	0,65	0,65
spez. Leistungsaufnahme der Ventilatoren P_{SFP} [kW/(m ³ ·s ⁻¹)]	1,25	1,28
konstanter Druckverlust des Kanalnetzes [Pa]	0	0
anlagentechnischer Mindestvolumenstrom [m ³ /h]	0,0	

Auslegungswerte	
Zulufttemperatur im Sommer [°C]	32
Zulufttemperatur im Winter [°C]	-12
Abschaltung der mechanischen Lüftungsanlage an Nicht-Nutzungstagen	ja

Referenzgebäude	
Zuschläge nach DIN EN 16798-3 für das Referenzgebäude	keine

Lüftungssystem SFP2 Mensa

Betriebsweise	Einfaches Lüftungssystem
Art der Anlage	Zu-/Abluftanlage

Wärmerückgewinnung

Art der Wärmerückgewinnung	nur Wärme
Temperaturänderungsgrad η_t [-]	0,75 (direkte Eingabe)
Art des Systems	Kreislaufverbundsystem
Pumpenregelung	ungeregelt

Konfiguration

Konstantvolumenanlage	nein
-----------------------	------

Luftförderung		
	Zuluft	Abluft
Gesamtdruckdifferenz des Kanalnetzes bei Auslegungsvolumenstrom [Pa]	960	750
mittlerer Gesamtwirkungsgrad von Ventilator, Übertragungssystem, Motor, Drehzahlregelung η [-]	0,65	0,65
spez. Leistungsaufnahme der Ventilatoren P_{SFP} [kW/(m ³ ·s ⁻¹)]	1,32	1,157
konstanter Druckverlust des Kanalnetzes [Pa]	0	0
anlagentechnischer Mindestvolumenstrom [m ³ /h]	0,0	

Auslegungswerte	
Zulufttemperatur im Sommer [°C]	32
Zulufttemperatur im Winter [°C]	-12
Abschaltung der mechanischen Lüftungsanlage an Nicht-Nutzungstagen	ja

Referenzgebäude	
Zuschläge nach DIN EN 16798-3 für das Referenzgebäude	keine

Lüftungssystem SFP3 Nebenräume

Betriebsweise	Einfaches Lüftungssystem
Art der Anlage	Zu-/Abluftanlage

Wärmerückgewinnung

Art der Wärmerückgewinnung	nur Wärme
Temperaturänderungsgrad η_t [-]	0,75 (direkte Eingabe)
Art des Systems	Kreislaufverbundsystem
Pumpenregelung	ungeregelt

Konfiguration

Konstantvolumenanlage	nein
-----------------------	------

Luftförderung		
	Zuluft	Abluft
Gesamtdruckdifferenz des Kanalnetzes bei Auslegungsvolumenstrom [Pa]	960	750
mittlerer Gesamtwirkungsgrad von Ventilator, Übertragungssystem, Motor, Drehzahlregelung η [-]	0,65	0,65
spez. Leistungsaufnahme der Ventilatoren P_{SFP} [kW/(m ³ ·s ⁻¹)]	1,194	1,116
konstanter Druckverlust des Kanalnetzes [Pa]	0	0
anlagentechnischer Mindestvolumenstrom [m ³ /h]	0,0	

Auslegungswerte	
Zulufttemperatur im Sommer [°C]	32
Zulufttemperatur im Winter [°C]	-12
Abschaltung der mechanischen Lüftungsanlage an Nicht-Nutzungstagen	ja

Referenzgebäude	
Zuschläge nach DIN EN 16798-3 für das Referenzgebäude	keine

Anlagentechnik: Verteilsystem Heizung

Heizkreis 1

Art des Systems	indirekt
abgesenkte Vor-/Rücklauftemperatur	ja
Vor-/Rücklauftemperatur [°C]	45,0/35,0

Erzeugereinheiten

Einheit	Deckungsanteil
Wärmeerzeugereinheit 1	1,00

Verteilung 1: Verteilung 1

Art des Rohrnetzes	Zweirohrnetz
Hydraulischer Abgleich	mehr als 8 Heizkörper pro Durchflussregler oder nur statischer Abgleich ohne Gruppenabgleich
mehr als 10 Heizkörper	nein
Vorlauftemperaturadaption Abgleich	keine Vorlauftemperaturadaption
Rücklauftemperaturbegrenzung	nein
Überströmventil vorhanden	nein
Gebäudegruppe	Gruppe 2: Schulen, Veranstaltungshallen, Flughafenhallen, OP-Gebäude, Laborgebäude, Rechenzentrum, Bibliothek, Museum, Theater, Hörsaal
Netztyp	Typ I: Etagenringtyp
Geometrie	wird vom Gebäude übernommen
Nettogrundfläche [m²]	6.325,46

Rohrabschnitt 1: Verteilleitung

Rohrtyp	Verteilleitung - V
Baujahr/Isolierung	nach 1995
Längenbezogener U-Wert [W/mK]	0,200 (Standardwert)
Länge des Rohrabschnitts [m]	1.539,92 (Standardwert)
Umgebung	Standardrandbedingungen beheizt
Umgebungstemperatur (Jahresdurchschnitt) [°C]	20,0

Rohrabschnitt 2: Strangleitung

Rohrtyp	Strangleitung (Steigleitung) - S
Baujahr/Isolierung	nach 1995
Lage der vertikalen Strangleitungen	innen
Längenbezogener U-Wert [W/mK]	0,255 (Standardwert)
Länge des Rohrabschnitts [m]	49,63 (Standardwert)
Umgebung	in allen versorgten Zonen
Zonen	keine

Rohrabschnitt 3: Anbindeleitung

Rohrtyp	Anbindeleitungen - A
Baujahr/Isolierung	nach 1995
Längenbezogener U-Wert [W/mK]	0,255 (Standardwert)
Länge des Rohrabschnitts [m]	316,27 (Standardwert)
Umgebung	in allen versorgten Zonen
Zonen	keine

Pumpe

Überströmventile vorhanden	nein
hydraulischer Abgleich	ja
intermittierende Betriebsweise	nein
elektrische Aufnahmeleistung der Pumpe im Auslegungspunkt [W]	478,48 (Standardwert)
Auslegung Heizungspumpe	bedarfsausgelegt (bei bekannter Pumpe)
Pumpenregelung	konstante Druckdifferenz
maximale Rohrleitungslänge [m]	190,72 (Standardwert)
Differenzdruck Wärmeerzeuger [kPa]	1,00 (Standardwert)
Wärmemengenzähler vorhanden	nein (Standardwert)
Strangarmaturen vorhanden	nein (Standardwert)
Korrekturfaktor Absenkung/Abschaltung Pumpe [-]	0,6 (Standardwert)

Übergabe 1: Übergabe 1

Art der Wärmeübergabe	Flächenheizung (bauteilintegriert)
Wärmeträgermedium	Wärmeträgermedium Wasser
System Flächenheizung	Fußbodenheizung Nasssystem
Art Dämmung	Flächenheizung mit Mindestdämmung nach DIN EN 1264
Art der Regelung	PI-Regler mit Optimierungsfunktion
Temperaturschwankung bei Einzelraumsystemen	eigenständig
intermittierende Betriebsweise	ja
Übergabe ist zertifiziertes Produkt	nein

Anzahl Antriebe elektronische Regelung	0
Anzahl Ventilatoren/Gebläse (bei Gebläsen zur Luftförderung)	0
Anzahl zusätzlicher Pumpen	0

Zonenzuordnungen

Zone	Deckungsanteil
Einzelbüros	1,00
Gruppenbüro (Lehrerzimmer)	1,00
Klassenräume	1,00
Mensa	1,00
WC/Sanitär	1,00
Sonstige Aufenthaltsbereiche	1,00
Verkehrsfläche	1,00
Lager/Technik/Archiv	1,00
Küche	1,00

Ergebnisse

	Wärmeenergie [kWh/a]	Hilfsenergie [kWh/a]
<i>Verluste durch Verteilung</i>	9.470,65	1.259,47
<i>Verluste durch Übergabe</i>	20.492,96	0,00

(Bei den Verlusten wurden die Wärmeeinträge nicht abgezogen.)

Anlagentechnik: Verteilsystem Trinkwarmwasser

Warmwasserkreis 1

Erzeugereinheiten

Einheit	Deckungsanteil
Erzeugereinheit 1	1,00

Zonenzuordnungen

Zone	Deckungsanteil
WC/Sanitär	1,00
Küche	1,00

Verteilung 1: Verteilung 1

Art der Trinkwarmwasser-Verteilung	zentral
Art der Zirkulation	mit Zirkulation
System Trinkwassererwärmer	Speicher
Laufzeit der Zirkulationspumpe [h/d]	13,0 (Standardwert)
Regelung der Zapftemperatur	keine Korrektur
Gebäudegruppe	Gruppe 3: Hörsaal, Museum, Schule, Theater, Veranstaltungshallen, Bibliotheken, Flughafengebäude
Netztyp	Typ I: Steigestrangtyp
Geometrie	wird vom Gebäude übernommen
Nettogrundfläche [m²]	268,61

Rohrabschnitt 1: Verteilleitung

Rohrtyp	Verteilleitung - V
Baujahr/Isolierung	nach 1995
Längenbezogener U-Wert [W/mK]	0,200 (Standardwert)
Länge des Rohrabschnitts [m]	89,32 (Standardwert)
Umgebung	Standardrandbedingungen unbeheizt
Umgebungstemperatur (Jahresdurchschnitt) [°C]	13,0

Rohrabschnitt 2: Strangleitung

Rohrtyp	Strangleitung (Steigleitung) - S
Baujahr/Isolierung	nach 1995
Lage der vertikalen Strangleitungen	innen
Längenbezogener U-Wert [W/mK]	0,255 (Standardwert)
Länge des Rohrabschnitts [m]	26,59 (Standardwert)
Umgebung	in allen versorgten Zonen
Zonen	keine

Rohrabschnitt 3: Stichleitung

Rohrtyp	Stichleitung - SL
Baujahr/Isolierung	nach 1995
Längenbezogener U-Wert [W/mK]	0,255 (Standardwert)
Länge des Rohrabschnitts [m]	64,51 (Standardwert)
Umgebung	in allen versorgten Zonen
Zonen	keine

Pumpe

elektrische Aufnahmeleistung der Pumpe im Auslegungspunkt [W]	18,10 (Standardwert)
Auslegung Warmwasserpumpe	bedarfsausgelegt (bei bekannter Pumpe)
Pumpenregelung	geregelt
maximale Rohrleitungslänge [m]	180,11 (Standardwert)
Auslegungs-Temperaturspreizung im Zirkulationskreis [K]	0,0 (Standardwert)
Differenzdruck Trinkwassererwärmer [kPa]	1,00 (Standardwert)

Ergebnisse

	Wärmeenergie [kWh/a]	Hilfsenergie [kWh/a]
<i>Verluste durch Verteilung</i>	6.435,64	79,78

(Bei den Verlusten wurden die Wärmeeinträge nicht abgezogen.)

Anlagentechnik: Verteilsystem Kalt-/Warmluft

RLT-Luftsystem Schule

Betriebsweise	Einfaches Lüftungssystem
---------------	--------------------------

Erzeugereinheiten

Einheit	Deckungsanteil
Lüftungssystem SFP3 Schule	1,00

Übergaben

Zone	Deckungsanteil	Nutzungsgrad Übergabe Wärme	Nutzungsgrad Übergabe Kälte
Klassenräume	1,00		

Ergebnisse

Energie [kWh/a]

(Bei den Verlusten wurden die Wärmeeinträge nicht abgezogen.)

RLT-Luftsystem Küche

Betriebsweise	Einfaches Lüftungssystem
---------------	--------------------------

Erzeugereinheiten

Einheit	Deckungsanteil
Lüftungssystem SFP2 Küche	1,00

Übergaben

Zone	Deckungsanteil	Nutzungsgrad Übergabe Wärme	Nutzungsgrad Übergabe Kälte
Küche	1,00		

Ergebnisse

	Energie [kWh/a]
--	-----------------

(Bei den Verlusten wurden die Wärmeeinträge nicht abgezogen.)

RLT-Luftsystem Mensa

Betriebsweise	Einfaches Lüftungssystem
---------------	--------------------------

Erzeugereinheiten

Einheit	Deckungsanteil
Lüftungssystem SFP2 Mensa	1,00

Übergaben

Zone	Deckungsanteil	Nutzungsgrad Übergabe Wärme	Nutzungsgrad Übergabe Kälte
Mensa	1,00		

Ergebnisse

	Energie [kWh/a]
--	-----------------

(Bei den Verlusten wurden die Wärmeeinträge nicht abgezogen.)

RLT-Luftsystem Nebenräume

Betriebsweise	Einfaches Lüftungssystem
---------------	--------------------------

Erzeugereinheiten

Einheit	Deckungsanteil
Lüftungssystem SFP3 Nebenräume	1,00

Übergaben

Zone	Deckungsanteil	Nutzungsgrad Übergabe Wärme	Nutzungsgrad Übergabe Kälte
Sonstige Aufenthaltsbereiche	1,00		
Einzelbüros	1,00		
Gruppenbüro (Lehrerzimmer)	1,00		
WC/Sanitär	1,00		

Ergebnisse

	Energie [kWh/a]
--	-----------------

(Bei den Verlusten wurden die Wärmeeinträge nicht abgezogen.)



Variantenvergleich

Tabellarischer Variantenvergleich

Bezeichnung	Ausgangsfall	LW-WP	Pellet
Nutzenergiebedarf gesamt [kWh/a]	393.227,6	284.533,4	284.533,4
Endenergiebedarf gesamt [kWh/a]	154.510,0	122.547,1	380.974,1
Primärenergiebedarf gesamt [kWh/a]	278.117,9	220.584,8	91.210,4
Nutzenergiebedarf Heizung [kWh/a]	382.763,6	263.735,8	263.735,8
Nutzenergiebedarf Warmwasser [kWh/a]	6.749,9	17.790,5	17.790,5
Nutzenergiebedarf Kühlung [kWh/a]	0,0	0,0	0,0
Nutzenergiebedarf Beleuchtung [kWh/a]	3.714,0	3.007,1	3.007,1
Nutzenergiebedarf Lüftung [kWh/a]	0,0	0,0	0,0
Endenergiebedarf Heizung [kWh/a]	120.188,9	96.257,7	343.240,7
Endenergiebedarf Warmwasser [kWh/a]	4.485,6	7.725,6	26.272,3
Endenergiebedarf Kühlung [kWh/a]	0,0	0,0	0,0
Endenergiebedarf Beleuchtung [kWh/a]	11.960,6	6.199,4	4.993,5
Endenergiebedarf Lüftung [kWh/a]	17.874,7	12.364,4	6.467,6
Primärenergiebedarf Heizung [kWh/a]	216.340,1	173.264,0	65.644,3
Primärenergiebedarf Warmwasser [kWh/a]	8.074,2	13.906,0	4.936,2
Primärenergiebedarf Kühlung [kWh/a]	0,0	0,0	0,0
Primärenergiebedarf Beleuchtung [kWh/a]	21.529,1	11.158,9	8.988,3
Primärenergiebedarf Lüftung [kWh/a]	32.174,5	22.255,9	11.641,6
spez. Nutzenergiebedarf gesamt [kWh/(m²a)]	61,8	45,0	45,0
spez. Endenergiebedarf gesamt [kWh/(m²a)]	24,3	19,4	60,2
spez. Primärenergiebedarf gesamt [kWh/(m²a)]	43,68	34,87	14,42
spez. Nutzenergiebedarf Heizung [kWh/(m²a)]	60,1	41,7	41,7
spez. Nutzenergiebedarf Warmwasser [kWh/(m²a)]	1,1	2,8	2,8
spez. Nutzenergiebedarf Kühlung [kWh/(m²a)]	0,0	0,0	0,0
spez. Nutzenergiebedarf Beleuchtung [kWh/(m²a)]	0,6	0,5	0,5
spez. Nutzenergiebedarf Lüftung [kWh/(m²a)]	0,0	0,0	0,0
spez. Endenergiebedarf Heizung [kWh/(m²a)]	18,9	15,2	54,3
spez. Endenergiebedarf Warmwasser [kWh/(m²a)]	0,7	1,2	4,2
spez. Endenergiebedarf Kühlung [kWh/(m²a)]	0,0	0,0	0,0
spez. Endenergiebedarf Beleuchtung [kWh/(m²a)]	1,9	1,0	0,8
spez. Endenergiebedarf Lüftung [kWh/(m²a)]	2,8	2,0	1,0
spez. Primärenergiebedarf Heizung [kWh/(m²a)]	33,98	27,39	10,38
spez. Primärenergiebedarf Warmwasser [kWh/(m²a)]	1,27	2,20	0,78
spez. Primärenergiebedarf Kühlung [kWh/(m²a)]	0,00	0,00	0,00

Bezeichnung	Ausgangsfall	LW-WP	Pellet
spez. Primärenergiebedarf Beleuchtung [kWh/(m²a)]	3,38	1,76	1,42
spez. Primärenergiebedarf Lüftung [kWh/(m²a)]	5,05	3,52	1,84
Gebäudevolumen [m³]	–	–	–
Nutz- bzw. Nettogrundfläche [m²]	6.366,6	6.325,5	6.325,5
Thermische Hüllfläche [m²]	4.708,7	8.259,5	8.259,5
A/V-Verhältnis [1/m]	–	–	–
maximale Heizleistung [kW]	194,0	169,7	169,7
Amortisationszeit [a]	–	–	–
Annuität [€/a]	–	–	–
Interner Zinsfuß [%]	–	–	–
Zuschüsse [€]	–	–	–
Kredite [€]	–	–	–
Eigenkapital [€]	–	–	–
Investitionssumme [€]	–	–	–
spez. Energiekosten [€/m²a]	–	–	–
Energiekosten [€/a]	–	–	–
Primärenergiebedarf zulässig [kWh/a]	391.265,7	324.612,6	324.612,6
spez. Primärenergiebedarf zulässig [kWh/(m²a)]	61,46	51,32	51,32
Primärenergiebedarf unterschritten [%]	28,93	32,05	71,90
Erneuerbare Energien für Heizungsanlagen	erfüllt	erfüllt	erfüllt
erreichte BEG-Stufe	EG 40 EE	EG 40 EE	EG 40 EE
CO ₂ -Emissionen [kg/a]	86.525,6	68.626,4	13.982,7
spez. CO ₂ -Emissionen [kg/(m²a)]	13,6	10,8	2,2

Variantenvergleich: Endenergiebedarf nach Energieträgern

Energieträger	Ausgangsfall	LW-WP	Pellet
Strom	28,94	24,08	6,86
Holzpellets	0,00	0,00	58,21

Alle Werte sind in kWh/(m²a) (brennwertbezogen) angegeben.

Grafischer Variantenvergleich

spez. Transmissionswärmeverlust HT' [W/(m²K)]



Amortisationszeit [a]



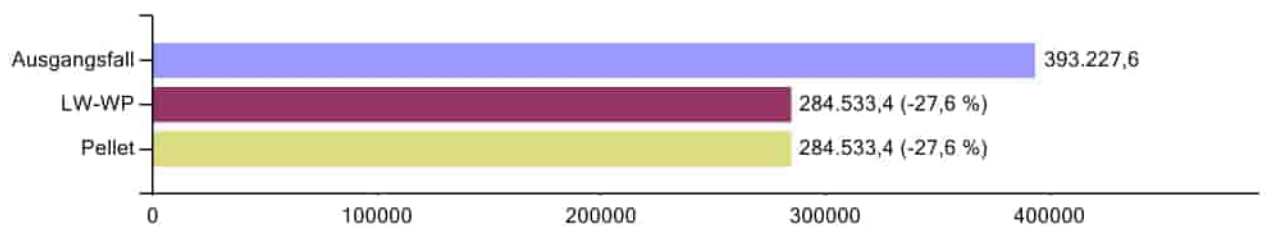
Annuität [€/a]



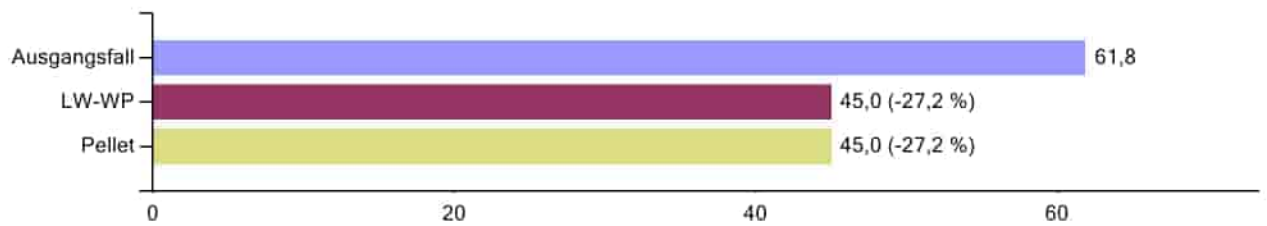
Interner Zinsfuß [%]



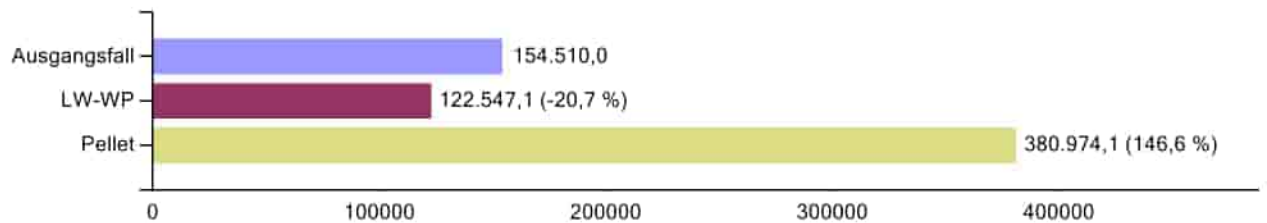
Nutzenergiebedarf gesamt [kWh/a]



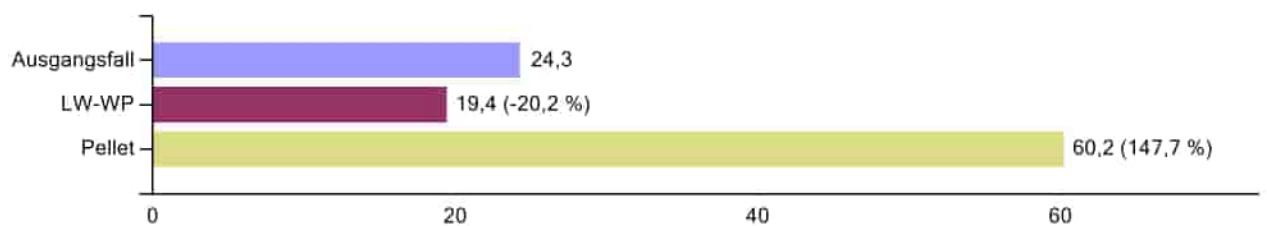
spez. Nutzenergiebedarf gesamt [kWh/(m²a)]



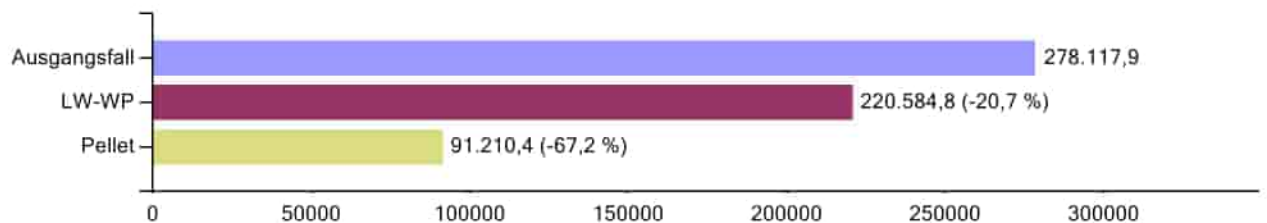
Endenergiebedarf gesamt [kWh/a]



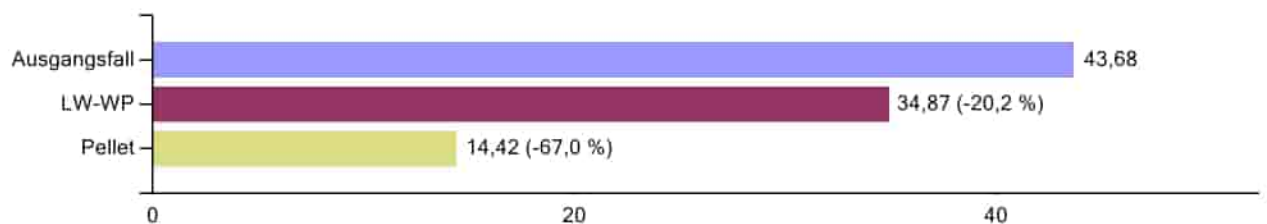
spez. Endenergiebedarf gesamt [kWh/(m²a)]



Primärenergiebedarf gesamt [kWh/a]



spez. Primärenergiebedarf gesamt [kWh/(m²a)]



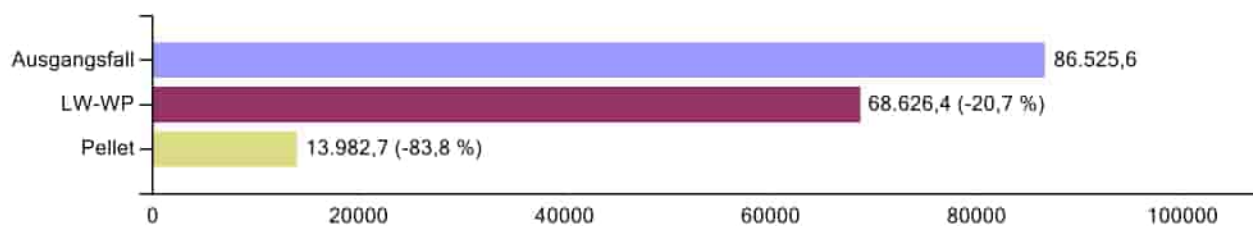
Energiekosten [€/a]



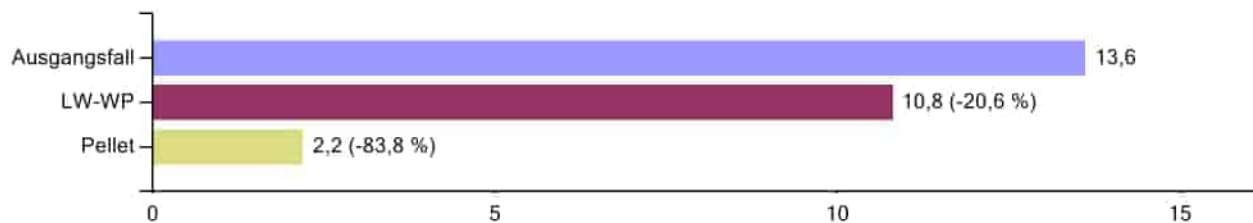
spez. Energiekosten [€/m²a]



CO₂-Emissionen [kg/a]



spez. CO₂-Emissionen [kg/(m²a)]



maximale Heizleistung [kW]

