

_Wärmeschutznachweis

Neubau einer Fünffach-Sporthalle

Bericht Nr.: [REDACTED]

Datum: 14.10.2025

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.....	6
3.1	Allgemeine Angaben zum Berechnungsverfahren.....	6
	Relevante Normen und Verordnungen	7
	Nutzung und Zonierung	8
	Haustechnik.....	11
3.1.1	Anforderungen an eine Heizungsanlage gemäß GEG §71	13
3.1.2	Gebäudeautomation gemäß GEG §71a	14
3.2	Bautechnik – Auflistung der wärmetechnisch relevanten Baustoffe	15
3.3	Wärmebrücken.....	18
3.4	Luftdichtigkeit.....	18
3.5	Sommerlicher Wärmeschutz.....	19
4	_Berechnungsergebnisse	21
4.1	Ergebnisse Gebäudeenergiegesetz (GEG).....	21
5	_Fazit.....	22
A1	_ Projektdokumentation	23

Änderungsindex

Index	Ergänzungen / Änderungen	Datum
[REDACTED]	[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 22 Seiten und eine Anlage. Die Gesamtseitenzahl beläuft sich auf 103 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: Ansicht der geplanten Sporthalle

Entwurfsverfasser ist die [REDACTED]

Als Energetisches Qualitätsniveau wird das Gebäudeenergiegesetz vom 8. August 2020 (BGBl. I S. 1728), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 16. Oktober 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 280) geändert worden ist.

Mit der Erstellung des Wärmeschutznachweises gemäß des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) 2024¹² hat die Stadt Ibbenbüren die [REDACTED] beauftragt.

¹ Gesetz 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) – Die Änderung wurde am 28. Juli 2022 im Bundesgesetzblatt verkündet und tritt am 01. Januar 2023 in kraft.

² Bundesgesetzblatt Teil 1 Nr. 280, Artikel 1 – Änderung des Gebäudeenergiegesetzes. Die Änderung wurde am 19. Oktober 2023 verkündet und tritt am 01. Januar 2024 in kraft.

2 _Allgemeine Angaben

2.1 Aufgabenstellung

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

2.2 Abgrenzung

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

• Grundriss UG	HSI-ARC-4-NSH-GR-U1-021-A-00	27.10.2025
• Grundriss EG	HSI-ARC-4-NSH-GR-EG-022-A-00	27.10.2025
• Grundriss 1.OG	HSI-ARC-4-NSH-GR-01-023-A-00	27.10.2025
• Dachaufsicht	HSI-ARC-4-NSH-GR-DA-024-A-00	27.10.2025
• Schnitt AA	HSI-ARC-4-NSH-SC-AA-030-A-00	27.10.2025
• Schnitt BB	HSI-ARC-4-NSH-SC-BB-031-A-00	27.10.2025
• Schnitt CC	HSI-ARC-4-NSH-SC-CC-032-A-00	27.10.2025
• Schnitt DD	HSI-ARC-4-NSH-SC-DD-033-A-00	27.10.2025

2.3 Beschreibung des Objekts

Die Fünffach Sporthalle, am Sportzentrum 32 in 49479 Ibbenbüren soll in Einzelteilen nutzbar sein, aber auch als Austragungsort für Spiele des Basketballvereins TV Ibbenbüren 1860 e. V. genutzt werden.

Die Fünffeld-Sporthalle wird in Massivbauweise erstellt. Das Sporthallendach soll in Leichtbauweise errichtet werden.

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.)³ um einen Vergleichswert zu schaffen. Hierdurch kann es zu erheblichen Abweichungen von den tatsächlichen Verbräuchen vergleichbarer Gebäude kommen.⁴

³ 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

⁴ 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

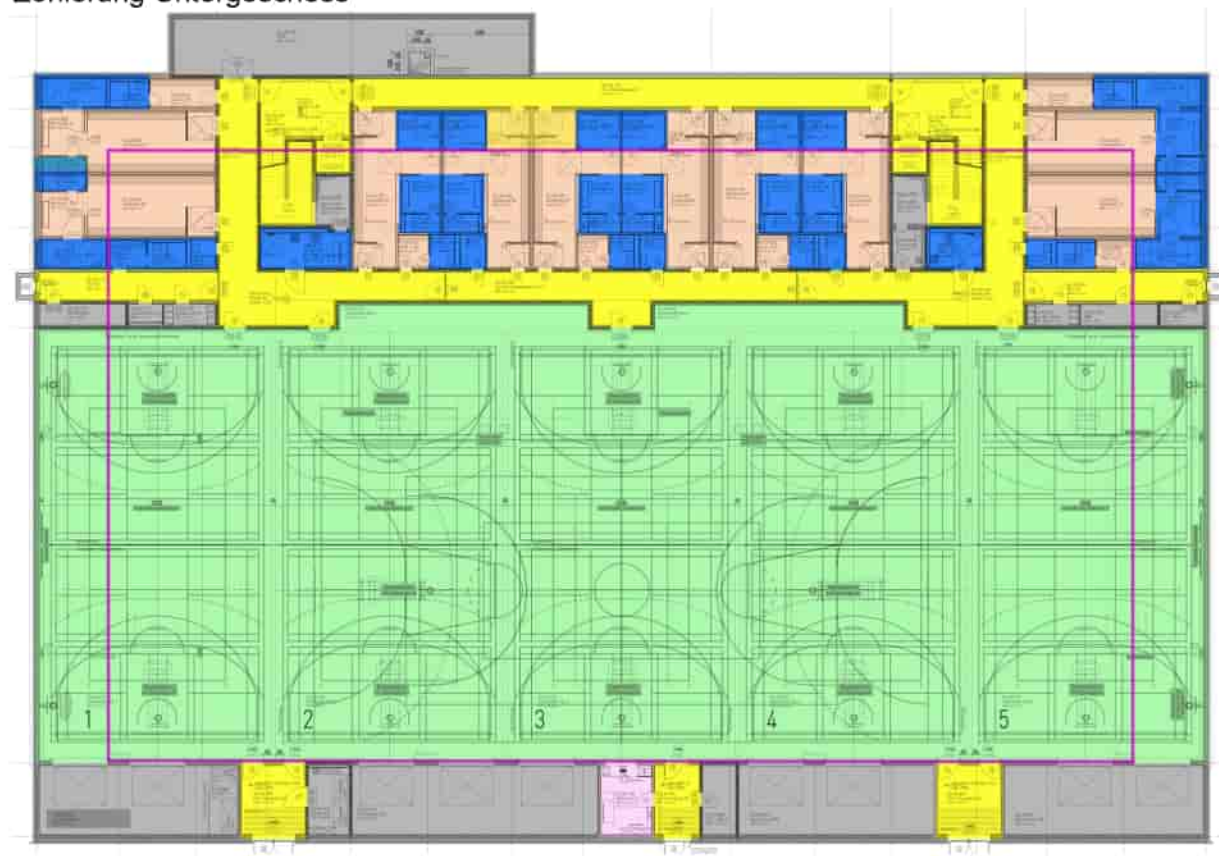
- Gebäudeenergiegesetz vom 08. August 2020 (GEG 2020)
geändert durch Bundesgesetzblatt Teil 1 Nr. 280 vom 19. Oktober 2023 (GEG 2024)
- DIN V 18599 Teil 1-11: 2018-09 Energetische Bewertung von Gebäuden
- DIN V 18599 Teil 12: 2021-04 Energetische Bewertung von Gebäuden
- DIN V 18599 Teil 13: 2020-10 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

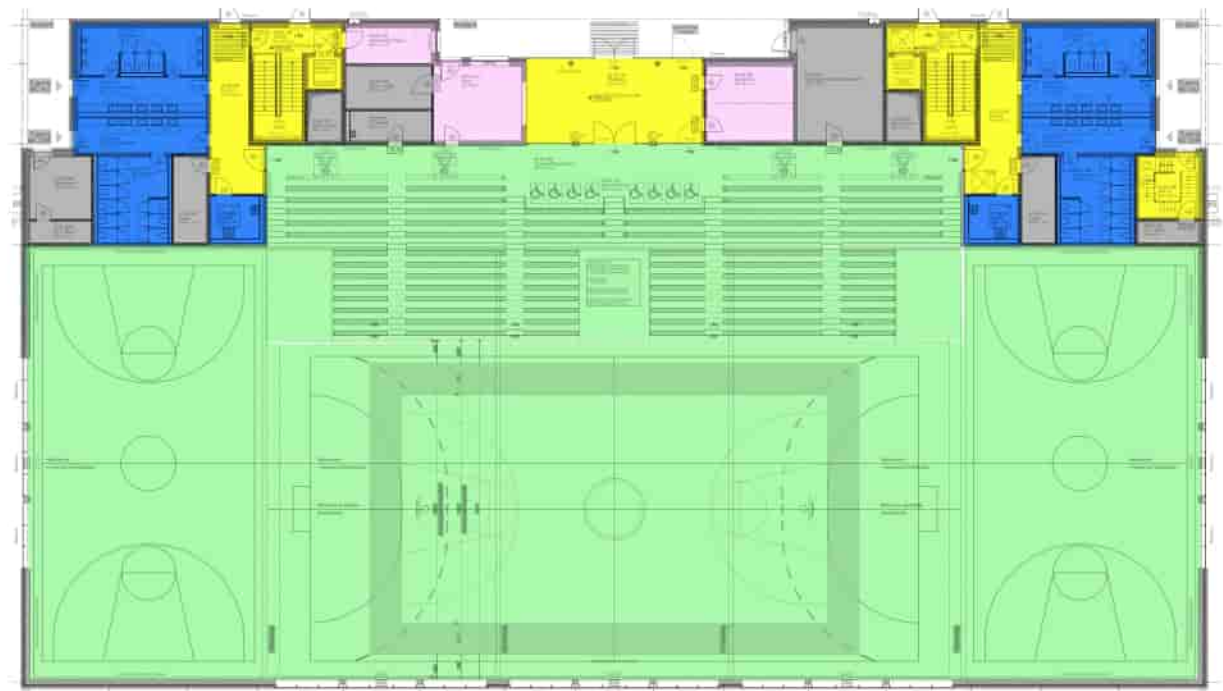
Zur Bewertung nach DIN V 18599 wird das Gebäude in folgende Zonen aufgeteilt.

Nr.	Zonenbezeichnung	Nutzungsprofil gemäß DIN 18599	Konditionierung
-01	Umkleiden	16	statisch beheizt, beleuchtet belüftet (ohne Heiz-, Kühlfunktion),
-02	Verkehrsflächen	19	statisch beheizt, beleuchtet
-03	WC und Sanitärräume	16	statisch beheizt, beleuchtet, belüftet (ohne Heiz-, Kühlfunktion), Warmwasserbedarf vorhanden
-04	Lager, Technik, Archiv	20	statisch beheizt, beleuchtet
-05	Turnhalle	31	statisch beheizt, beleuchtet, belüftet (ohne Heiz-, Kühlfunktion),
-06	Sonstige Räume	17	statisch beheizt, beleuchtet, belüftet (ohne Heiz-, Kühlfunktion)

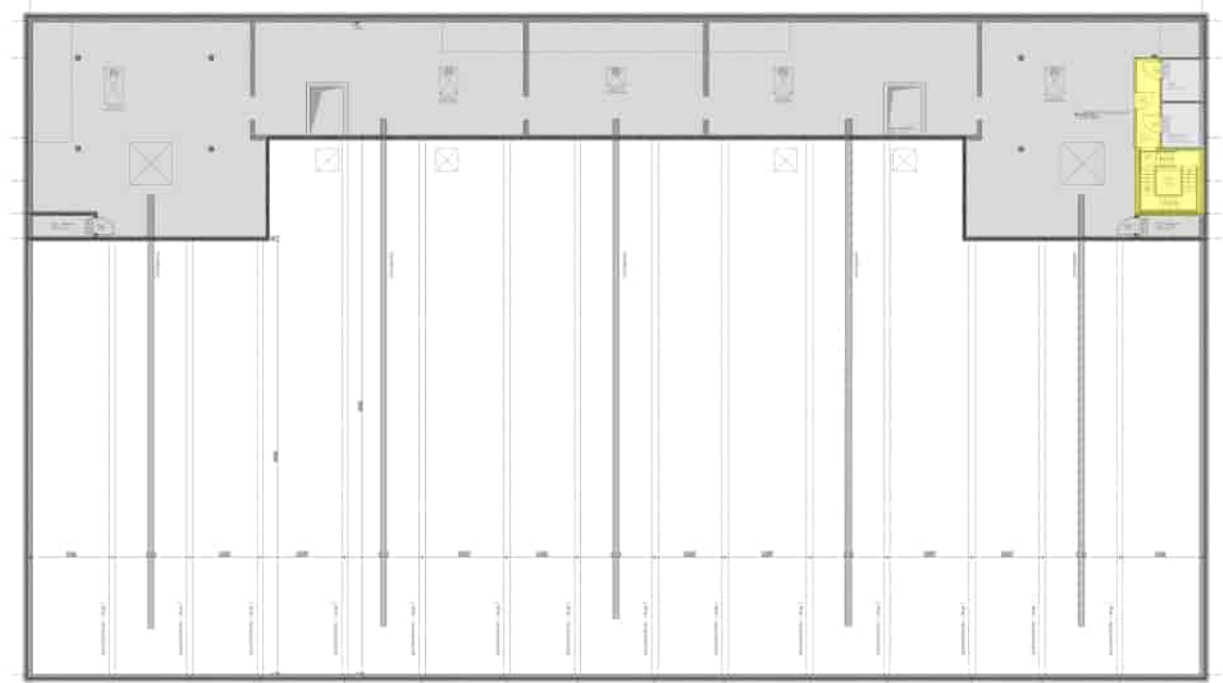
Zonierung Untergeschoss



Zonierung Erdgeschoss:



Zonierung 1.Obergeschoss:



Haustechnik

Heizung	
Konditionierung	• Beheizung auf $\geq 19\text{ °C}$ In den Zonen WC & Sanitär, Sonstige Aufenthaltsräume, Umkleide, Turnhalle • Beheizung auf $< 19\text{ °C}$ und $\geq 12\text{ °C}$ In den Zonen Lager / Technik, Verkehrsflächen
Erzeuger & Energieträger	• Luft – Wasser Wärmepumpe ○ Mit integriertem Zuheizter für Heizung und Trinkwarmwasser
Verteilung	• Hydraulischer Abgleich: mehr als 8 Heizkörper pro Durchflussregler oder statisch abgestimmt • Pumpen: bedarfsausgelegt und geregelt
Übergabe	• Fußbodenheizung „Nasssystem“ in allen Zonen außer in der Turnhalle ○ Vor- / Rücklauftemperatur 45/35°C ○ Minestdämmung nach DIN EN 1264 ○ Temperaturschwankung bei Einzelraumsystemen: eigenständig ○ PI-Regler mit Optimierungsfunktion • Deckenstrahler in der Zone Turnhalle ○ Vor- / Rücklauftemperatur 45/35°C ○ Minestdämmung nach DIN EN 1264 ○ Temperaturschwankung bei Einzelraumsystemen: eigenständig ○ PI-Regler mit Optimierungsfunktion
Trinkwarmwasser	
Erzeuger & Energieträger	• Strom-Mix ○ Luft-Wasser Wärmepumpe ○ In den Zonen WC & Sanitär und sonstigen Aufenthaltsräumen (Teeküchen)

Kühlung	
Erzeuger & Energieträger	Keine Kühlung vorgesehen
Belüftung	
Mechanische Lüftung	- Zu- und Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung (ohne Heiz- Kühlfunktion) - Wärmerückgewinnungsgrad (WRG) $\geq 74\%$ 750/700 Pa Gesamtdruckdifferenz des Kanalnetzes bei Auslegungsvolumenstrom
Natürliche Lüftung	- Lüftung über Durchlässe und Fenster - In den Zonen Verkehrsflächen, Sonstige Aufenthaltsräume, 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 - Flächen und Ausrichtung gemäß Konzept der ELT vom 29.10.2024 - Spitzenleistung von $P_{pk} \geq 210,2$ - Modulfläche 1: 577,5 m², Ausrichtung West, Neigung 15° - Modulfläche 1: 577,5 m², Ausrichtung Ost, Neigung 15°

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
Außenwand -Klinker- U-Wert = 0,196 W/(m²K)	- Stahlbetonwand mit ≥ 160 mm Dämmung WLS ≤ 035 z.B. Mineralwolle - Vorsatzschale aus Klinkersteinen mit Luftspalt
Außenwand -Vorsatzschale- U-Wert = 0,27 W/(m²K)	- Stahlbetonwand mit ≥ 160 mm Dämmung WLS ≤ 035 z.B. Mineralwolle - Außenseitig mit Vorsatzschale entsprechend Objektplanung - U-Wert-Zuschlag $\Delta U \leq 0,08$ W/(m²K) aufgrund der Befestigungselemente der hinterlüfteten Fassade berücksichtigt
Außenwand -gegen Erdreich- U-Wert = 0,265 W/(m²K)	Stahlbetonwand mit ≥ 140 mm Dämmung WLS ≤ 040 z.B. Mineralwolle
Sohlplatte -Turnhalle- U-Wert = 0,266 W/(m²K)	- Stahlbetonsohle mit unterseitig ≥ 140 mm Perimeterdämmung WLS ≤ 040 z.B. XPS als 5m breiten Randdämmstreifen - Bodenaufbau entsprechend Objektplanung
Sohlplatte -Nebengebäude- U-Wert = 0,167 W/(m²K)	- Stahlbetonsohle mit unterseitig ≥ 140 mm Perimeterdämmung WLS ≤ 040 z.B. XPS als 5m breiten Randdämmstreifen - oberseitig schwimmender Estrich mit ≥ 30 mm Trittschalldämmung WLS ≤ 045 und ≥ 60 mm Wärmedämmung WLS ≤ 040
Decke gegen Außenluft -Technikgeschoss- U-Wert = 0,199 W/(m²K)	- Stahlbetondecke mit unterseitig ≥ 160 mm Wärmedämmung WLS ≤ 035 z.B. Mineralwolle - Außenseitig mit Vorsatzschale entsprechend Objektplanung - U-Wert Zuschlag von $\Delta U = 0,06$ W/m²K zur Berücksichtigung der Befestigungselemente
Decke gegen Erdreich U-Wert = 0,199 W/(m²K)	Stahlbetondecke mit unterseitig ≥ 140 mm Wärmedämmung WLS ≤ 040 z.B. Mineralwolle
Flachdach -Massivbau- U-Wert = 0,165 W/(m²K)	Stahlbetondecke mit im Mittel ≥ 200 mm Gefälledämmung WLS ≤ 035 z.B. EPS
Flachdach -Turnhalle- U-Wert = 0,168 W/(m²K)	Stahlprofilblech mit oberseitig im Mittel ≥ 200 mm Gefälledämmung WLS ≤ 035 z.B. EPS

**Geschossdecke gegen
Erdreich**

U-Wert = 0,261 W/(m²K)

- Stahlbetondecke mit i.M. 140 mm Gefälledämmung bespw. EPS
WLS ≤ 035

Bauteil und U-Wert	Beschreibung
Fenster	• $U_w \leq 1,20 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ mit 2-Scheiben-Verglasung • g-Wert $\leq 0,42$ entsprechend den Vorgaben und der Übersicht zum sommerlichen Wärmeschutzes
Pfosten-Riegel-Fassade	• $U_w \leq 1,50 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ mit 2-Scheiben-Verglasung • g-Wert $\leq 0,50$ entsprechend den Vorgaben und der Übersicht zum sommerlichen Wärmeschutzes
Lichtkuppeln / RWA	• $U_w \leq 1,80 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ • g-Wert $\leq 0,27-0,32$ entsprechend den Vorgaben und der Übersicht zum sommerlichen Wärmeschutzes

3.3 Wärmebrücken

Die Wärmebrücken des Gebäudes werden pauschal mit einem Wärmebrückenkorrekturwert von $\Delta U_{WB} = 0,10 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ angesetzt. Ein Nachweis der Wärmebrücken ist nicht notwendig.

3.4 Luftdichtigkeit

Für das Gebäude ist kein Luftdichtheitstest nach Fertigstellung vorgesehen.

3.5 Sommerlicher Wärmeschutz

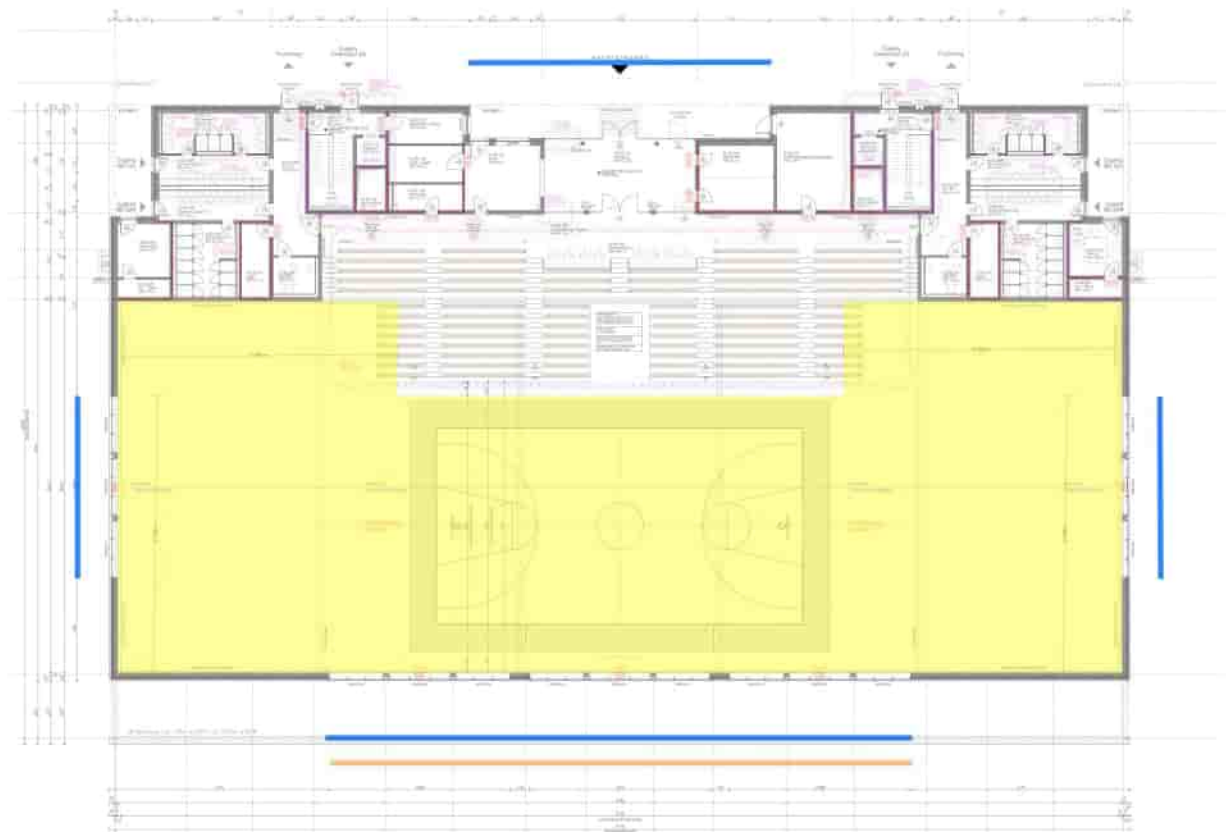
Für das zu prüfende Gebäude gelten die Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz gemäß DIN 4108-2 Wärmeschutz- und Energieeinsparung in Gebäuden- Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz; Ausgabe Februar 2013. und GEG §14 – Sommerlicher Wärmeschutz; Ausgabe August 2020.

Die DIN 4108-2 schreibt vor, dass durch bauliche Maßnahmen, in Verbindung mit der Nutzung eines Gebäudes, unzumutbare Temperaturbedingungen in den Innenräumen zu vermeiden sind.

Legende: sommerlicher Wärmeschutz

Beschreibung	Kennwert	Farbcode
Verglasungskennwerte	$g \leq 0,50$	
	$g \leq 0,43$	
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		

Grundriss Erdgeschoss:



4 _Berechnungsergebnisse

Nachfolgend werden die zusammengefassten Berechnungsergebnisse zur Einhaltung des Gebäudeenergiegesetzes dargestellt.

4.1 Ergebnisse Gebäudeenergiegesetz (GEG)

Die Anforderungen gemäß Gebäudeenergiegesetzes (GEG) 2023 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)]	43,45	44,56	97,5 % (zulässig)
Primärenergiebedarf: 43,5 kWh/(m²a) 0 50 100 150 200 250 300 ≥ 350 Anforderungswert Neubau Anforderungswert modernisierter Altbau			
Mittlere U-Werte	Ist-Wert [W/(m²K)]	Soll-Wert [W/(m²K)]	% vom Soll-Wert
Opake Außenbauteile (≥19 °C)	0,19	0,280	67,9 % (zulässig)
Transparente Außenbauteile (≥ 19 °C)	1,46	1,500	100 % (zulässig)
Oberlichter (≥ 19 °C)	2,50	2,500	52,0 % (zulässig)
Opake Außenbauteile (12-19 °C)	0,20	0,5	40,0 % (zulässig)
Transparente Außenbauteile (12-19 °C)	1,2	2,8	42,9 % (zulässig)

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]

Die Fünffach Sporthalle, am Sportzentrum 32 in 49479 Ibbenbüren soll in Einzelteilen nutzbar sein, aber auch als Austragungsort für Spiele des Basketballvereins TV Ibbenbüren 1860 e. V. genutzt werden.

Als Energetisches Qualitätsniveau wird das Gebäudeenergiegesetz vom 8. August 2020 (BGBl. I S. 1728), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 16. Oktober 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 280) geändert worden ist.

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

Mit den in Kapitel 3 angesetzten Berechnungsgrundlagen werden die gesetzlichen Anforderungen nach dem Gebäudeenergiegesetz (GEG) 2024.

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 einer Fünffach-Sporthalle

Bericht Nr.: [REDACTED]
Datum: 14.10.2025

Projekt-Dokumentation

Projekt Neubau einer Fünffach-Sporthalle

Projektnummer 2022345

Gebäude Neubau einer Fünffach-Sporthalle

Am Sportzentrum 34

49477 Ibbenbüren

Aussteller

Auftraggeber Stadt Ibbenbüren

Alte Münsterstraße 16

49479 Ibbenbüren

Erstellungsdatum 14.10.2025

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	25
Allgemein	27
Projektdatei	27
Nachweisergebnisse	29
Gebäudedaten	30
Gebäudeergebnisse	31
Gebäude.....	31
Wesentliche Angaben für Anzeigen nach GEG §87	34
Erneuerbare Energien für Heizungsanlagen	35
Strom aus erneuerbaren Energien nach GEG § 23	36
Bautechnik	39
Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2.....	39
Sommerlicher Wärmeschutz	40
Übersicht der verwendeten Konstruktionen.....	42
Verwendete Konstruktionen	43
Fenstertypen.....	62
Türen	64
Zone: Turnhalle	67
Zone: Verkehrsfläche	69
Zone: WC und Sanitär	71
Zone: Lager & Technik.....	74
Zone: Sonstige Räume.....	76
Zone: Umkleideräume	78
Zone: Turnhalle Tribüne.....	80
Nutzungsprofile	82
Anlagentechnik	87
Anlagentechnik: Erzeugungseinheiten Heizung	87
Anlagentechnik: Erzeugungseinheiten Trinkwarmwasser	89
Anlagentechnik: Raumluftechnische Anlagen	90
Anlagentechnik: Verteilsystem Heizung	91
Anlagentechnik: Verteilsystem Trinkwarmwasser	96
Anlagentechnik: Verteilsystem Kalt-/Warmluft	98

Variantenvergleich.....	99
Tabellarischer Variantenvergleich	99
Grafischer Variantenvergleich.....	101



Allgemein

Projektdaten

Projekt

Projektname	Neubau einer Fünffach-Sporthalle
Projektnummer	2022345
Erstellungsdatum	14.10.2025
Programmversion	ZUB Helena v7.152 Ultra

Aussteller

Name	
Berufsbezeichnung	
Straße, Hausnr.	
PLZ / Ort	

Auftraggeber / Eigentümer

Auftraggeber / Eigentümer	Stadt Ibbenbüren
Straße, Nr.	Alte Münsterstraße 16
PLZ, Ort	49479 Ibbenbüren

Gebäude

Name/Bezeichnung	Neubau einer Fünffach-Sporthalle
Straße, Hausnr.	Am Sportzentrum 34
PLZ, Ort	49479 Ibbenbüren
Baujahr des Wärmeerzeugers	
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 einer Fünffach-Sporthalle, Am Sportzentrum 34, 49479 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)]	43,45	44,56	97,5 % (zulässig)

Mittlere U-Werte [W/(m²K)]	Ist-Wert	Soll-Wert	% vom Soll-Wert
Opake Außenbauteile ($\geq 19\text{ °C}$)	0,17	0,28	60,7 %
Transparente Außenbauteile ($\geq 19\text{ °C}$)	1,5	1,5	100,0 %
Opake Außenbauteile (12-19 °C)	0,20	0,50	40,0 %
Transparente Außenbauteile (12-19 °C)	1,2	2,8	42,9 %

Die jährlichen Treibhausgasemissionen (äquivalente CO₂-Emissionen) nach GEG Anlage 9 betragen:
13,5 kg/(m²a).

Erneuerbare Energien für Heizungsanlagen

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

Wärmepumpe 1: Wärmepumpe (§71 c) (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
Turnhalle	0,028 (zulässig)	0,051

Gebäudedaten

Geometrie

Nettovolumen V	31.518,5 m ³
Nettogrundfläche A_{NGF}	7.840,1 m ²
Thermische Hüllfläche	6.703,6 m ²
Geschosshöhe [m]	3,00
vereinfachte Ermittlung der charakteristischen Maße:	
Heizung (Gebäudegruppe 4)	
charakteristische Breite	54,79 m
charakteristische Länge	133,64 m
Trinkwarmwasser (Gebäudegruppe 4)	
charakteristische Breite	40,18 m
charakteristische Länge	182,65 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	21,55	168.981,78
Trinkwarmwasser	13,43	105.288,76
Beleuchtung	6,31	49.504,50
Belüftung	0,00	0,00
Kühlung	0,00	0,00
Gesamt	41,30	323.775,03

Jährlicher Endenergiebedarf (brennwertbezogen)	spezifisch [kWh/(m²a)]	absolut [kWh/a]
Heizung	11,90	93.315,35
Trinkwarmwasser	4,14	32.430,26
Beleuchtung	1,81	14.171,36
Belüftung	6,29	49.338,68
Kühlung	0,00	0,00
Gesamt	24,14	189.255,64

Jährlicher Endenergiebedarf (heizwertbezogen)	spezifisch [kWh/(m²a)]	absolut [kWh/a]
Heizung	11,90	93.315,35
Trinkwarmwasser	4,14	32.430,26
Beleuchtung	1,81	14.171,36
Belüftung	6,29	49.338,68
Kühlung	0,00	0,00
Gesamt	24,14	189.255,64

Endenergiebedarf nach Energieträgern (brennwertbezogen)	spezifisch [kWh/(m²a)]	absolut [kWh/a]
Strom-Mix	41,40	324.615,7
Korrektur nach GEG §23	-17,27	-135.360,0
Gesamt	24,14	189.255,6

Endenergiebedarf nach Energieträgern (heizwertbezogen)	spezifisch [kWh/(m²a)]	absolut [kWh/a]
Strom-Mix	41,40	324.615,7
Korrektur nach GEG §23	-17,27	-135.360,0
Gesamt	24,14	189.255,6

Jährlicher Primärenergiebedarf (heizwertbezogen)	spezifisch [kWh/(m²a)]	absolut [kWh/a]
Heizung	22,98	180.132,75
Trinkwarmwasser	15,49	121.446,23
Beleuchtung	18,14	142.205,05
Belüftung	17,92	140.524,16
Kühlung	0,00	0,00
Korrektur für erneuerbaren Strom nach GEG § 23	-31,08	-243.648,03
Gesamt	43,45	340.660,16

GEG-Werte	Ist-Wert	Soll-Wert	% vom Soll-Wert
spez. Primärenergiebedarf [kWh/(m²a)]	43,45	44,56	97,5 % (zulässig)

Mittlere U-Werte [W/(m²K)]	Ist-Wert	Soll-Wert	% vom Soll-Wert
Opake Außenbauteile ($\geq 19\text{ °C}$)	0,17	0,28	60,7 %
Transparente Außenbauteile ($\geq 19\text{ °C}$)	1,5	1,5	100,0 %
Opake Außenbauteile (12-19 °C)	0,20	0,50	40,0 %
Transparente Außenbauteile (12-19 °C)	1,2	2,8	42,9 %

Die jährlichen Treibhausgasemissionen (äquivalente CO₂-Emissionen) nach GEG Anlage 9 betragen:
13,5 kg/(m²a).

Monatswerte der Endenergie nach Energieträgern

Strom-Mix						
	Gesamt [kWh/Monat]	Heizung [kWh/Monat]	Warmwasser [kWh/Monat]	Beleuchtung [kWh/Monat]	Kühlung [kWh/Monat]	Lüftung [kWh/Monat]
Januar	43.475,1	23.514,7	6.589,6	6.740,2	0,0	6.630,5
Februar	35.440,7	17.460,2	5.925,1	6.066,4	0,0	5.988,9
März	31.374,6	11.876,1	6.169,4	6.698,6	0,0	6.630,5
April	22.869,0	4.503,9	5.477,4	6.471,0	0,0	6.416,6
Mai	19.617,8	1.069,3	5.239,2	6.678,8	0,0	6.630,5
Juni	17.825,2	54,1	4.893,2	6.461,4	0,0	6.416,6
Juli	18.223,7	0,0	4.912,5	6.680,7	0,0	6.630,5
August	18.260,7	5,1	4.936,4	6.688,7	0,0	6.630,5

Strom-Mix						
	Gesamt [kWh/Monat]	Heizung [kWh/Monat]	Warmwasser [kWh/Monat]	Beleuchtung [kWh/Monat]	Kühlung [kWh/Monat]	Lüftung [kWh/Monat]
September	19.086,2	1.127,5	5.055,8	6.486,3	0,0	6.416,6
Oktober	23.806,0	4.822,3	5.630,8	6.722,4	0,0	6.630,5
November	32.463,0	13.468,1	6.047,8	6.530,5	0,0	6.416,6
Dezember	42.173,7	22.172,3	6.593,0	6.777,9	0,0	6.630,5



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)	21,1 kWh/(m²a)
2b. Endenergiebedarf Strom	3,0 kWh/(m²a)
3. Wesentliche Energieträger	Strom-Mix

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

Erneuerbare Energien für Heizungsanlagen

Erfüllung

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

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

Strom aus erneuerbaren Energien nach GEG § 23

Verrechnungsart nach GEG §23

Stromdirektheizung vorhanden	nein
Energienutzung für Beheizung (Endenergie)	100.074 kWh/a
Stromnutzung für andere Bereiche	224.542 kWh/a
Verrechnungsart der Stromerzeugung	Über monatliche Verrechnung nach GEG §23 Abs. 2

Photovoltaik gemäß GEG und DIN V 18599-9:2018

PV-Anlage Dachfläche Süd, Ausrichtung West

Peakleistung P_{pk} [kW]	105,1 (Standardwert)
mittl. Peakleistung $P_{pk,m}$ [kW]	94,6 (Standardwert)
Art des Photovoltaikmoduls	Monokristallines Silizium
Oberfläche der Module A [m ²]	577,50
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°

PV-Anlage Dachfläche Süd Ausrichtung Ost

Peakleistung P_{pk} [kW]	105,1 (Standardwert)
mittl. Peakleistung $P_{pk,m}$ [kW]	94,6 (Standardwert)
Art des Photovoltaikmoduls	Monokristallines Silizium
Oberfläche der Module A [m ²]	577,50
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]
<i>Januar</i>	3.008,67
<i>Februar</i>	4.076,27
<i>März</i>	10.002,52
<i>April</i>	18.874,44
<i>Mai</i>	22.565,05
<i>Juni</i>	23.803,76
<i>Juli</i>	21.456,59
<i>August</i>	18.421,52
<i>September</i>	12.668,10
<i>Oktober</i>	7.943,95
<i>November</i>	3.090,40
<i>Dezember</i>	1.768,25
Gesamt [kWh/Jahr]	147.679,51

Monatliche Erträge der Photovoltaikanlagen

Monat	PV-Anlagen [kWh/Monat]
<i>Januar</i>	0,00
<i>Februar</i>	0,00
<i>März</i>	0,00
<i>April</i>	0,00
<i>Mai</i>	0,00
<i>Juni</i>	0,00
<i>Juli</i>	0,00
<i>August</i>	0,00
<i>September</i>	0,00
<i>Oktober</i>	0,00
<i>November</i>	0,00
<i>Dezember</i>	0,00
Gesamt [kWh/Jahr]	0,00

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

Monat	regen. Strom (Endenergie)	Korrekturen der Endenergie [kWh/Monat]				
	[kWh/Monat]	Kühlung	Beleuchtung	Warmwasser	Heizung	Lüftung
Januar	3.008,7	0,0	3.008,7	0,0	0,0	0,0
Februar	4.076,3	0,0	4.076,3	0,0	0,0	0,0
März	10.002,5	0,0	6.698,6	3.303,9	0,0	0,0
April	18.874,4	0,0	6.471,0	5.477,4	4.503,9	2.422,1
Mai	22.565,0	0,0	6.678,8	5.239,2	1.069,3	6.630,5
Juni	23.803,8	0,0	6.461,4	4.893,2	54,1	6.416,6
Juli	21.456,6	0,0	6.680,7	4.912,5	0,0	6.630,5
August	18.421,5	0,0	6.688,7	4.936,4	5,1	6.630,5
September	12.668,1	0,0	6.486,3	5.055,8	1.126,0	0,0
Oktober	7.944,0	0,0	6.722,4	1.221,6	0,0	0,0
November	3.090,4	0,0	3.090,4	0,0	0,0	0,0
Dezember	1.768,3	0,0	1.768,3	0,0	0,0	0,0
Gesamt	147.679,5	0,0	64.831,4	35.039,9	6.758,4	28.730,3

Verrechnung des Endenergiebedarfs

	Endenergie- bedarf [kWh/a]	gedeckt durch erneuerbare Energien [kWh/a]	Deckungsanteil
Heizung	100.073,8	6.758,4	6,8 %
Warmwasser	67.470,1	35.039,9	51,9 %
Kühlung	0,0	0,0	0,0 %
Beleuchtung	79.002,8	64.831,4	82,1 %
Lüftung	78.069,0	28.730,3	36,8 %
Gesamt	324.615,7	135.360,0	41,7 %



Bautechnik

Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2

Bauteile

Bezeichnung	Anforderung erfüllt	Wärmedurchlasswiderstand [m²K/W]		Bauteilart
		Ist-Wert	Mindestwert	
BP001 Bodenplatte Sporthalle	ja	3,59	0,90	gegen Erdreich
BP002 Bodenplatte Nebentrakt	ja	5,81	0,90	gegen Erdreich
AW001 Außenwand Vorsatzschale N	ja	4,70	1,20	
AW001 Außenwand Vorsatzschale O	ja	4,70	1,20	
AW001 Außenwand Vorsatzschale S	nicht geprüft	4,70	-	
AW001 Außenwand Vorsatzschale W	ja	4,70	1,20	
AW002 Außenwand Klinker N	ja	4,90	1,20	
AW002 Außenwand Klinker O	ja	4,90	1,20	
AW002 Außenwand Klinker W	ja	4,90	1,20	
AW002 Außenwand Klinker S	ja	4,90	1,20	
AW003 Außenwand gegen Erdreich	ja	3,60	1,20	
DE001 Decke gegen Erdreich	nicht geprüft	3,63	-	
DE002 Decke gegen Außenluft	nicht geprüft	4,83	-	
DA001 Dach Massiv	nicht geprüft	5,87	-	
DA002 Dach Sporthalle	nicht geprüft	5,76	-	

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 Sonneneintragskennwert	Zulässiger Sonneneintragskennwert
Turnhalle	1.933,00	0,028 (zulässig)	0,051

Raum: Turnhalle

Klimaregion	Klimaregion A
Grundfläche A_G	1.933,0 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	F002 P-R-Fassade 4,36*3 - AW002 Außenwand Klinker S	117,7 m ²	Süd	nein	Jalousie und Raffstore, drehbare Lamellen, 45° Lamellenstellung (außenliegend)	0,25	0,50
2	F002 P-R-Fassade 4,36*3 - AW002 Außenwand Klinker N	39,2 m ²	Nord	nein	keine Angabe	1,00	0,50
3	F002 P-R-Fassade 4,36*3 - AW002 Außenwand Klinker O	39,2 m ²	Ost	nein	keine Angabe	1,00	0,50

Sonneneintragskennwert: **0,028** Zulässig: **0,051**

Die Mindestanforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz sind erfüllt.

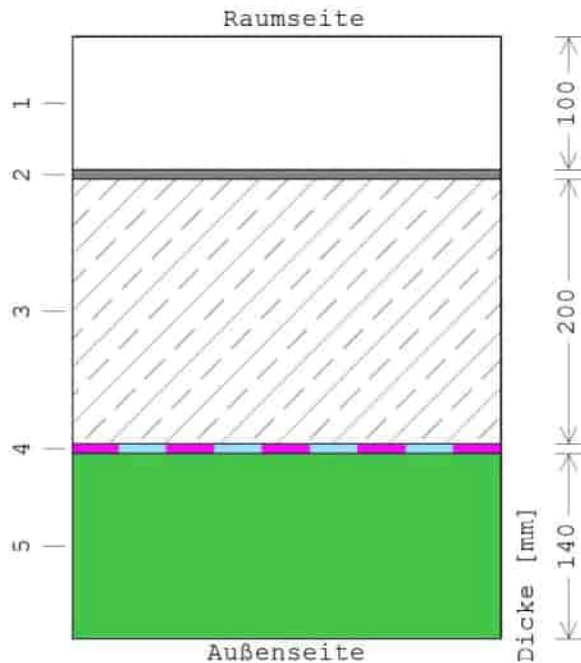
Übersicht der verwendeten Konstruktionen

Bezeichnung	U-Wert [W/(m²K)]	R _{si} / R _{se}	Dicke [cm]	Anzahl Bauteile	Fläche [m²]
BP001a Bodenplatte der Sporthalle ungedämmt	3,908	0,17 / 0,00	30,1	1	2.277,0
BP002a Bodenplatte Funktions- und Nebentrakt ungedämmt	0,404	0,17 / 0,00	31,0	6	1.644,7
AW001 Außenwand gegen Außenluft mit Vorsatzschale	0,265	0,13 / 0,04	51,1	8	112,3
AW002 Außenwand Klinker	0,196	0,13 / 0,04	58,5	20	1.606,2
AW003 Außenwand gegen Erdreich	0,265	0,13 / 0,00	44,3	4	473,9
DE001 Decke gegen Erdreich	0,261	0,10 / 0,10	39,5	2	294,1
DE002 Decke gegen Außenluft mit U-Wert Zuschlag von 0,06 (Vorhangkonstruktion)	0,259	0,10 / 0,10	52,9	1	109,9
DA001 Dach Massiv	0,165	0,10 / 0,10	45,8	5	1.293,8
DA002 Flachdach Stahlprofilblech	0,168	0,10 / 0,10	21,0	2	2.540,9

Verwendete Konstruktionen

BP001 Bodenplatte der Sporthalle

$U = 3,91 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ (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	<i>Bodenaufbau gemäß Objektplanung</i>	100	1,400	15 / 35	1,500
2	Abdichtung DIN 18533	1	0,170	50000 / 50000	50,000
3	DIN EN ISO 10456 Beton armiert (mit 2% Stahl) 2400	200	2,500	80 / 130	16,000
4	Trennlage	1	0,170	100000 / 100000	100,000
5	Extrudierter Polystyrolschaum WLS 040	140	0,040	80 / 250	35,000
	gesamt	442			

Schichten, die für die U-Wert-Berechnung nicht relevant sind, werden in kursiver Schrift dargestellt.

Verwendung

Bauteile	R_{si} [m²K/W]	R_{se} [m²K/W]	U-Wert [W/(m²K)]
BP001 Bodenplatte Sporthalle (2.277,0 m²)	0,17	0,00	3,91

Feuchteschutz

Hinweis:

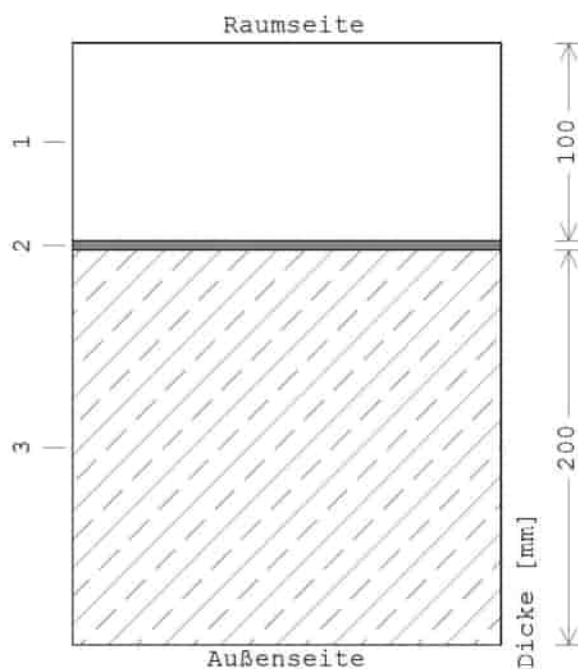
Das Periodenbilanzverfahren zur Berechnung von Diffusionsvorgängen nach Glaser ist nicht anwendbar, da folgende Bedingung erfüllt ist:

- erdberührte Bauteile

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

BP001a Bodenplatte der Sporthalle ungedämmt

$U = 3,91 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (mit $R_{si} = 0,17 \text{ m}^2\text{K/W}$ und $R_{se} = 0,00 \text{ m}^2\text{K/W}$)



Schicht	Material	Dicke [mm]	λ [W/mK]	$\mu_{\min}/\mu_{\max}$	s_d -Wert [m]
1	<i>Bodenaufbau gemäß Objektplanung</i>	100	1,400	15 / 35	1,500
2	Abdichtung DIN 18533	1	0,170	50000 / 50000	50,000
3	DIN EN ISO 10456 Beton armiert (mit 2% Stahl) 2400	200	2,500	80 / 130	26,000
	gesamt	301			

Schichten, die für die U-Wert-Berechnung nicht relevant sind, werden in kursiver Schrift dargestellt.

Verwendung

Bauteile	R_{si} [m²K/W]	R_{se} [m²K/W]	U-Wert [W/(m²K)]
BP001 Bodenplatte Sporthalle (2.277,0 m²)	0,17	0,00	3,91

Feuchteschutz

Hinweis:

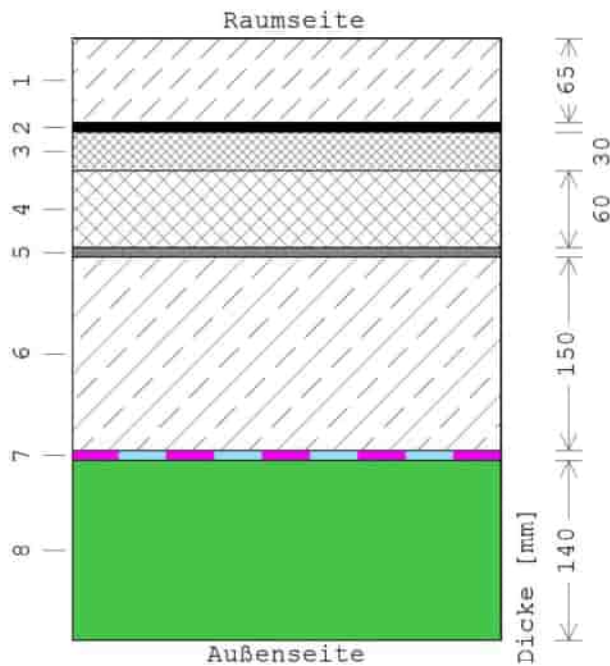
Das Periodenbilanzverfahren zur Berechnung von Diffusionsvorgängen nach Glaser ist nicht anwendbar, da folgende Bedingung erfüllt ist:

- erdberührte Bauteile

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

BP002 Bodenplatte Funktions- und Nebentrakt

$U = 0,40 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (mit $R_{si} = 0,17 \text{ m}^2\text{K/W}$ und $R_{se} = 0,00 \text{ m}^2\text{K/W}$)



Schicht	Material	Dicke [mm]	λ [W/mK]	μ_{min}/μ_{max}	s_d -Wert [m]
1	Estrich	65	1,400	15 / 35	0,975
2	Trennlage	4	0,170	25000 / 25000	100,000
3	Trittschall-/Wärmedämmung WLS 045 z.B. Expandierter Polystyrolschaum (EPS)	30	0,045	20 / 100	0,600
4	DIN 4108 5.2 Expandierter Polystyrolschaum nach DIN EN 13163 NW 0,039	60	0,040	20 / 100	1,200
5	Abdichtung DIN 18533	1	0,170	50000 / 50000	50,000
6	DIN EN ISO 10456 Beton armiert (mit 2% Stahl) 2400	150	2,500	80 / 130	12,000
7	Trennlage	1	0,170	100000 / 100000	100,000
8	Extrudierter Polystyrolschaum WLS 040	140	0,040	80 / 250	35,000
	gesamt	451			

Verwendung

Bauteile	R_{si} [m²K/W]	R_{se} [m²K/W]	U-Wert [W/(m²K)]
BP002 Bodenplatte Nebentrakt (1.644,7 m²)	0,17	0,00	0,40

Feuchteschutz

Hinweis:

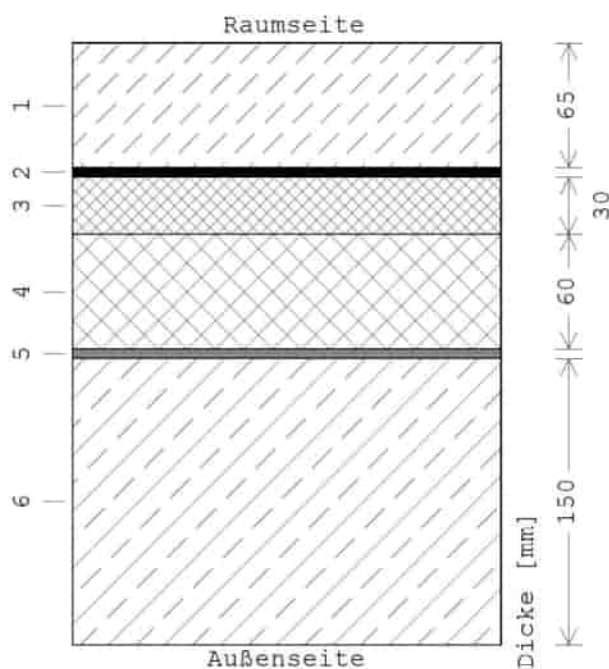
Das Periodenbilanzverfahren zur Berechnung von Diffusionsvorgängen nach Glaser ist nicht anwendbar, da folgende Bedingung erfüllt ist:

– erdberührte Bauteile

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

BP002a Bodenplatte Funktions- und Nebentrakt ungedämmt

$U = 0,40 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (mit $R_{si} = 0,17 \text{ m}^2\text{K/W}$ und $R_{se} = 0,00 \text{ m}^2\text{K/W}$)



Schicht	Material	Dicke [mm]	λ [W/mK]	μ_{min}/μ_{max}	s_d -Wert [m]
1	Estrich	65	1,400	15 / 35	0,975
2	Trennlage	4	0,170	25000 / 25000	100,000
3	Trittschall-/Wärmedämmung WLS 045 z.B. Expandierter Polystyrolschaum (EPS)	30	0,045	20 / 100	0,600
4	DIN 4108 5.2 Expandierter Polystyrolschaum nach DIN EN 13163 NW 0,039	60	0,040	20 / 100	1,200

Schicht	Material	Dicke [mm]	λ [W/mK]	$\mu_{\min}/\mu_{\max}$	s_d -Wert [m]
5	Abdichtung DIN 18533	1	0,170	50000 / 50000	50,000
6	DIN EN ISO 10456 Beton armiert (mit 2% Stahl) 2400	150	2,500	80 / 130	19,500
	gesamt	310			

Verwendung

Bauteile	R_{si} [m²K/W]	R_{se} [m²K/W]	U-Wert [W/(m²K)]
BP002 Bodenplatte Nebentrakt (1.644,7 m²)	0,17	0,00	0,40

Feuchteschutz

Hinweis:

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

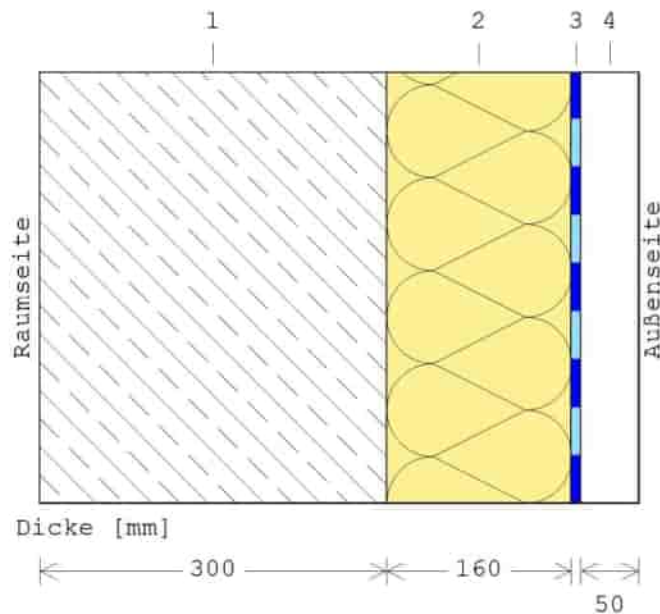
- erdberührte Bauteile

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

AW001 Außenwand gegen Außenluft mit Vorsatzschale

$U = 0,27 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (mit $R_{si} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$ und $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$)

(inklusive U-Wert-Zuschlag von $0,06 \text{ W/(m}^2\text{K)}$)



Schicht	Material	Dicke [mm]	λ [W/mK]	$\mu_{\min}/\mu_{\max}$	s_d -Wert [m]
1	DIN EN ISO 10456 Beton armiert (mit 2% Stahl) 2400	300	2,500	80 / 130	24,000
2	Mineralwolle WLS 035	160	0,035	1 / 1	0,160
3	Unterspann-/ Unterdeckbahn diffusionsdicht $s_d=0,1\text{m}$	1	0,200	100 / 100	0,100
4	<i>Vorhangfassade stark hinterlüftet</i>	<i>50</i>	<i>0,625</i>	<i>1 / 1</i>	<i>0,100</i>
	gesamt	511			

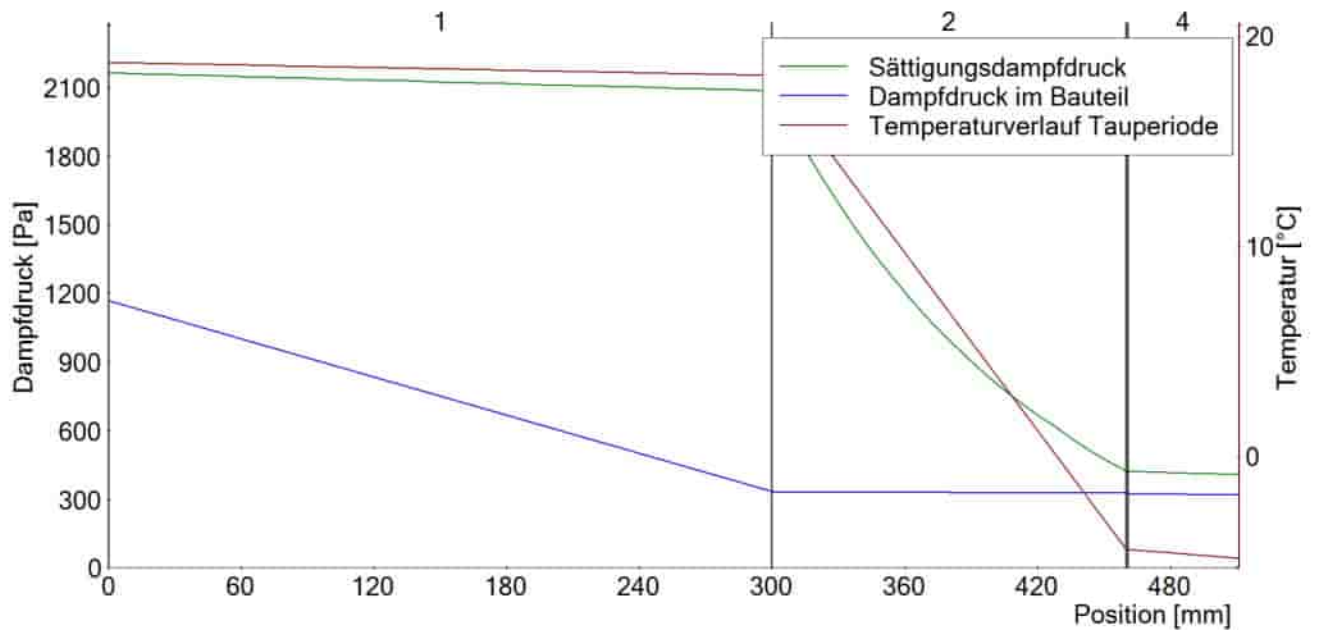
Schichten, die für die U-Wert-Berechnung nicht relevant sind, werden in kursiver Schrift dargestellt.

Verwendung

Bauteile	R_{si} [m ² K/W]	R_{se} [m ² K/W]	U-Wert-Zuschlag [W/(m ² K)]	U-Wert (gesamt) [W/(m ² K)]
AW001 Außenwand Vorsatzschale N (53,7 m ²)	0,13	0,04	0,06	0,27
AW001 Außenwand Vorsatzschale O (30,0 m ²)				
AW001 Außenwand Vorsatzschale S (0,0 m ²)				
AW001 Außenwand Vorsatzschale W (28,6 m ²)				

Feuchteschutz

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



Auswertung

Der Schichtaufbau erfüllt die Anforderungen an den Feuchteschutz.

Hinweise zur Berechnung:

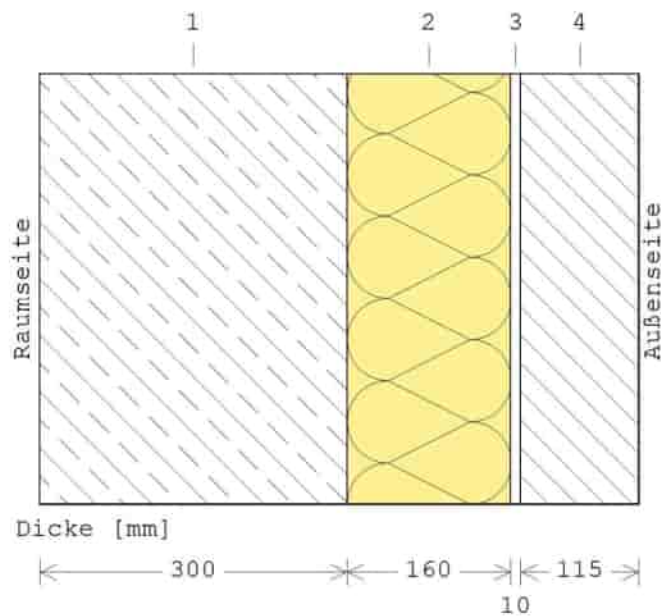
Die Auswertung fand mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$ und $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$ statt.

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

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

AW002 Außenwand Klinker

$U = 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ (mit $R_{si} = 0,13 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$ und $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$)



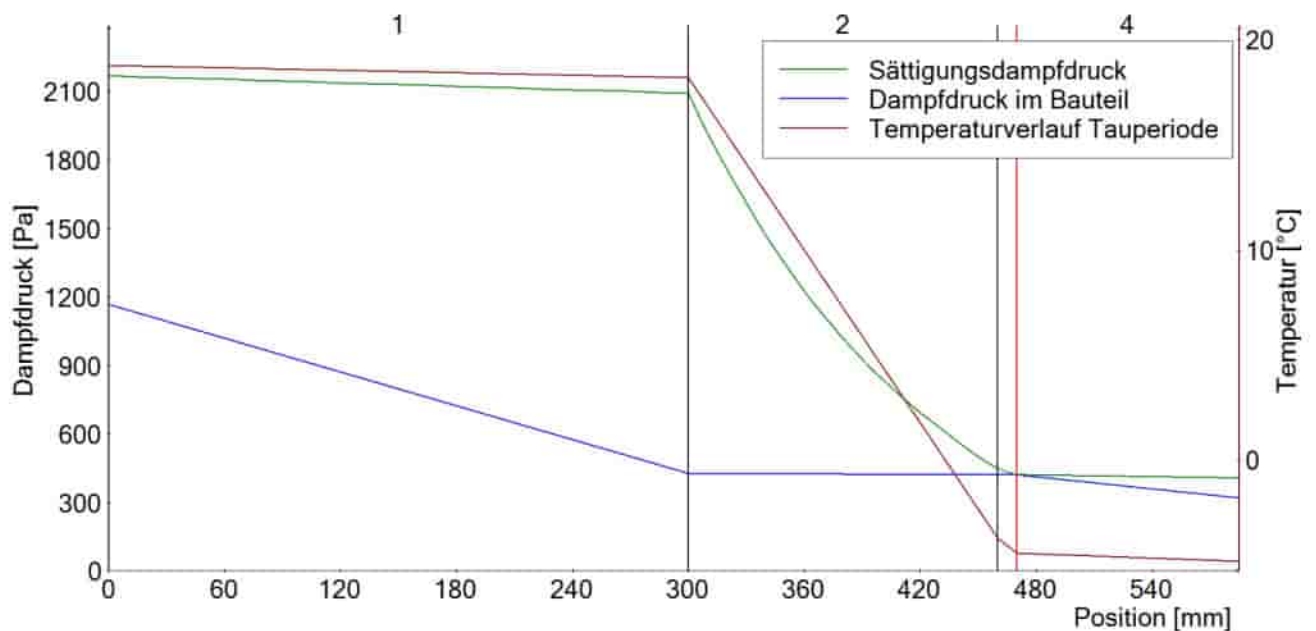
Schicht	Material	Dicke [mm]	λ [W/mK]	$\mu_{\min}/\mu_{\max}$	s_d -Wert [m]
1	DIN EN ISO 10456 Beton armiert (mit 2% Stahl) 2400	300	2,500	80 / 130	24,000
2	Mineralwolle WLS 035	160	0,035	1 / 1	0,160
3	DIN EN ISO 6946 Luftschicht 10mm (R=0,15 $\text{m}^2\text{K}/\text{W}$ Wärmestrom horizontal - nicht belüftet)	10	0,067	1 / 1	0,010
4	DIN 4108 4.1.1 Voll-, Hochloch-, Keramikklinker 2400	115	1,400	50 / 100	11,500
	gesamt	585			

Verwendung

Bauteile	R_{si} [$\text{m}^2\text{K}/\text{W}$]	R_{se} [$\text{m}^2\text{K}/\text{W}$]	U-Wert [$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$]
AW002 Außenwand Klinker N (548,8 m^2) AW002 Außenwand Klinker O (227,8 m^2) AW002 Außenwand Klinker W (140,0 m^2) AW002 Außenwand Klinker S (689,5 m^2)	0,13	0,04	0,20

Feuchteschutz

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



Auswertung

Tauwasserausfall zwischen Schicht 3 und Schicht 4 ($x = 470$ mm)

Tauwassermasse = 34 g/m^2

Verdunstungsmasse = 100 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 34 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.

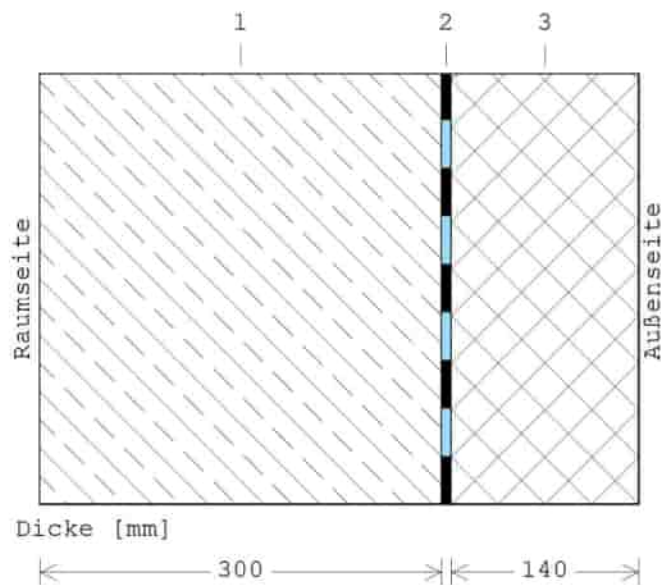
Bei Holz ist eine Erhöhung des massebezogenen Feuchtegehaltes um mehr als 5%, bei Holzwerkstoffen um mehr als 3% nicht zulässig. Ausgenommen sind hierbei Holzwolle-Leichtbauplatten und Mehrschicht-Leichtbauplatten nach DIN 1101. (Siehe DIN 4108-3:2018-10, Abschnitt 5.2.2d.)

Diese Bedingung wurde hier nicht überprüft.

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

AW003 Außenwand gegen Erdreich

$U = 0,27 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (mit $R_{si} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$ und $R_{se} = 0,00 \text{ m}^2\text{K/W}$)



Schicht	Material	Dicke [mm]	λ [W/mK]	$\mu_{\min}/\mu_{\max}$	s_d -Wert [m]
1	DIN EN ISO 10456 Beton armiert (mit 2% Stahl) 2400	300	2,500	80 / 130	24,000
2	Abdichtung gem. DIN 18533 1)2)	3	0,170	1500 / 1500	4,500
3	Wärmedämmung WLS 040 z.B. Extrudierter Polystyrolschaum (XPS)	140	0,040	80 / 250	35,000
	gesamt	443			

Verwendung

Bauteile	R_{si} [m ² K/W]	R_{se} [m ² K/W]	U-Wert [W/(m ² K)]
AW003 Außenwand gegen Erdreich (473,9 m ²)	0,13	0,00	0,27

Feuchteschutz

Hinweis:

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

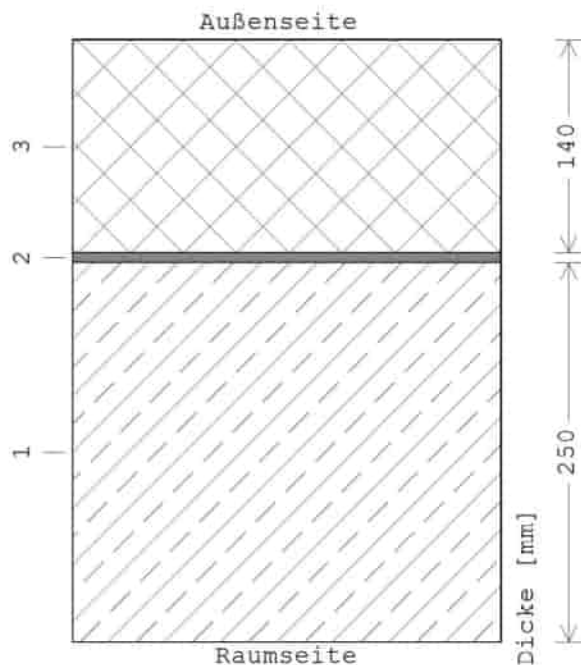
- erdberührte Bauteile

Der Feuchteschutz kann über das Periodenbilanzverfahren nicht nachgewiesen werden. Möglicherweise muss

eine hygrothermische Simulation nach DIN 4108-3 Anhang D durchgeführt werden.

DE001 Decke gegen Erdreich

$U = 0,26 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ (mit $R_{si} = 0,10 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$ und $R_{se} = 0,10 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$)



Schicht	Material	Dicke [mm]	λ [W/mK]	$\mu_{\min}/\mu_{\max}$	s_d -Wert [m]
1	DIN EN ISO 10456 Beton armiert (mit 2% Stahl) 2400	250	2,500	80 / 130	20,000
2	Abdichtung DIN 18533	5	0,170	50000 / 50000	250,000
3	DIN 4108 5.3 Extrudierter Polystyrolschaum nach DIN EN 13164 NW 0,039	140	0,040	80 / 250	35,000
	gesamt	395			

Verwendung

Bauteile	R_{si} [m²K/W]	R_{se} [m²K/W]	U-Wert [W/(m²K)]
DE001 Decke gegen Erdreich (294,1 m²)	0,10	0,10	0,26

Feuchteschutz

Hinweis:

Das Periodenbilanzverfahren zur Berechnung von Diffusionsvorgängen nach Glaser ist nicht anwendbar, da

folgende Bedingung erfüllt ist:

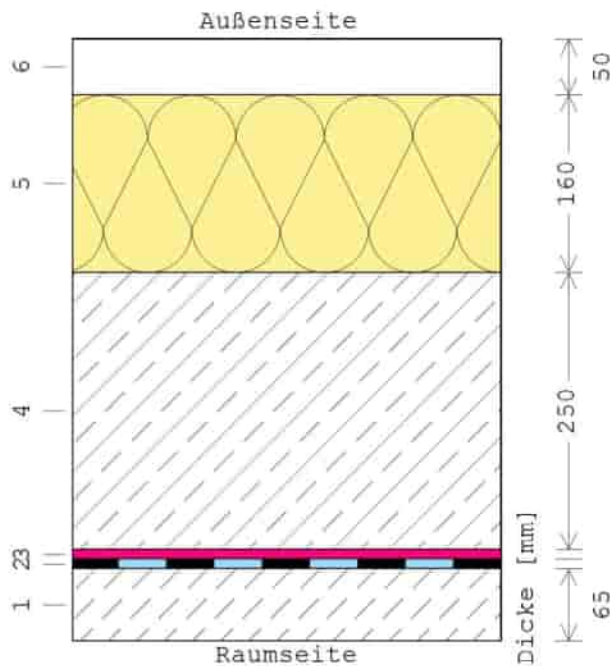
– erdberührte Bauteile

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

DE002 Decke gegen Außenluft mit U-Wert Zuschlag von 0,06 (Vorhangkonstruktion)

$U = 0,26 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ (mit $R_{si} = 0,10 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$ und $R_{se} = 0,10 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$)

(inklusive U-Wert-Zuschlag von $0,06 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$)



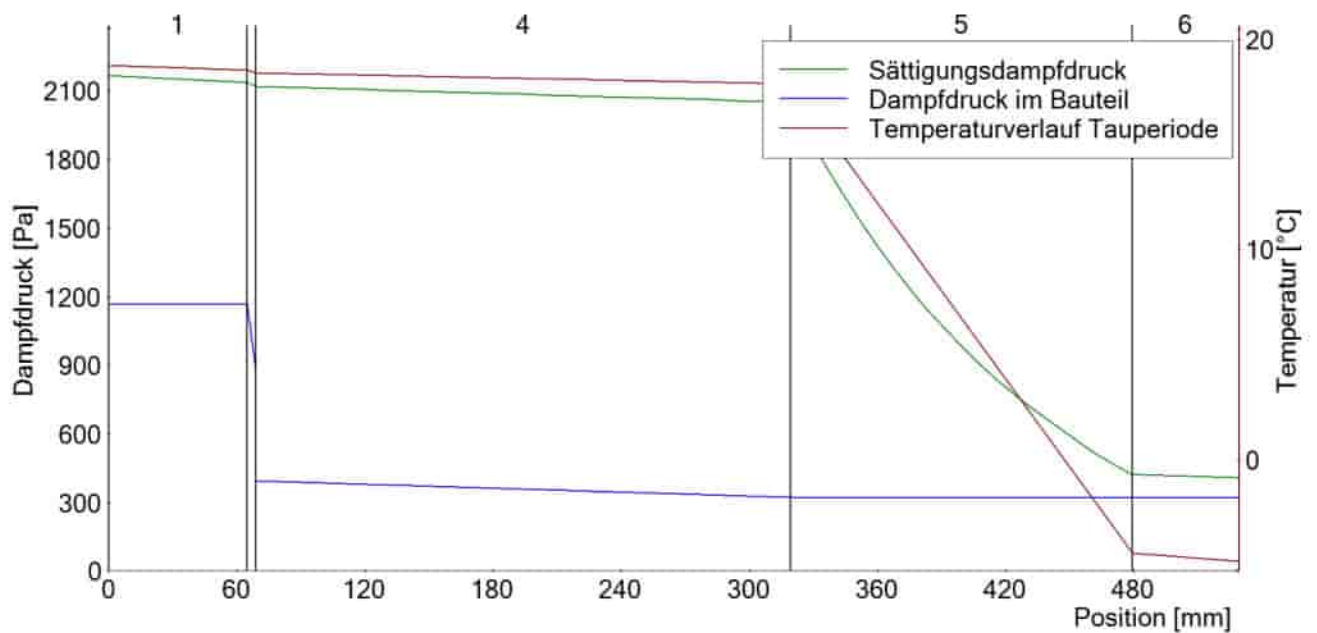
Schicht	Material	Dicke [mm]	λ [W/mK]	μ_{min}/μ_{max}	s_d -Wert [m]
1	DIN 4108 1.3.2 Zement-Estrich	65	1,400	15 / 35	0,975
2	DIN 4108 7.3.1 Bitumendachbahnen nach DIN EN 13707	4	0,170	20000 / 20000	80,000
3	DIN EN ISO 10456 Metalle Aluminiumlegierungen	0,13	160,000	999999 / 999999	129,99987
4	DIN EN ISO 10456 Beton armiert (mit 1% Stahl) 2300	250	2,300	80 / 130	20,000
5	Mineralwolle WLS 035	160	0,035	1 / 1	0,160
6	Außenseitige Bekleidung, hinterlüftet	50	0,625	1 / 1	0,100
	gesamt	529,13			

Verwendung

Bauteile	R_{si} [m ² K/W]	R_{se} [m ² K/W]	U-Wert-Zuschlag [W/(m ² K)]	U-Wert (gesamt) [W/(m ² K)]
DE002 Decke gegen Außenluft (109,9 m ²)	0,10	0,10	0,06	0,26

Feuchteschutz

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



Auswertung

Der Schichtaufbau erfüllt die Anforderungen an den Feuchteschutz.

Hinweise zur Berechnung:

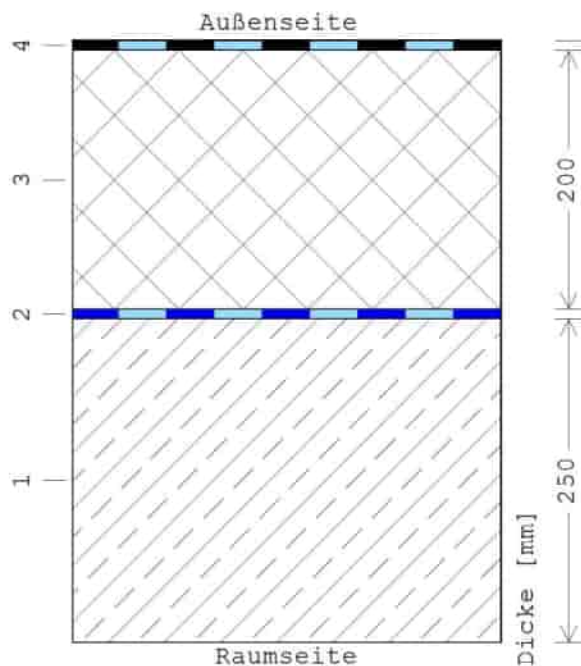
Die Auswertung fand mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$ und $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$ statt.

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

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

DA001 Dach Massiv

$U = 0,16 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (mit $R_{si} = 0,10 \text{ m}^2\text{K/W}$ und $R_{se} = 0,10 \text{ m}^2\text{K/W}$)



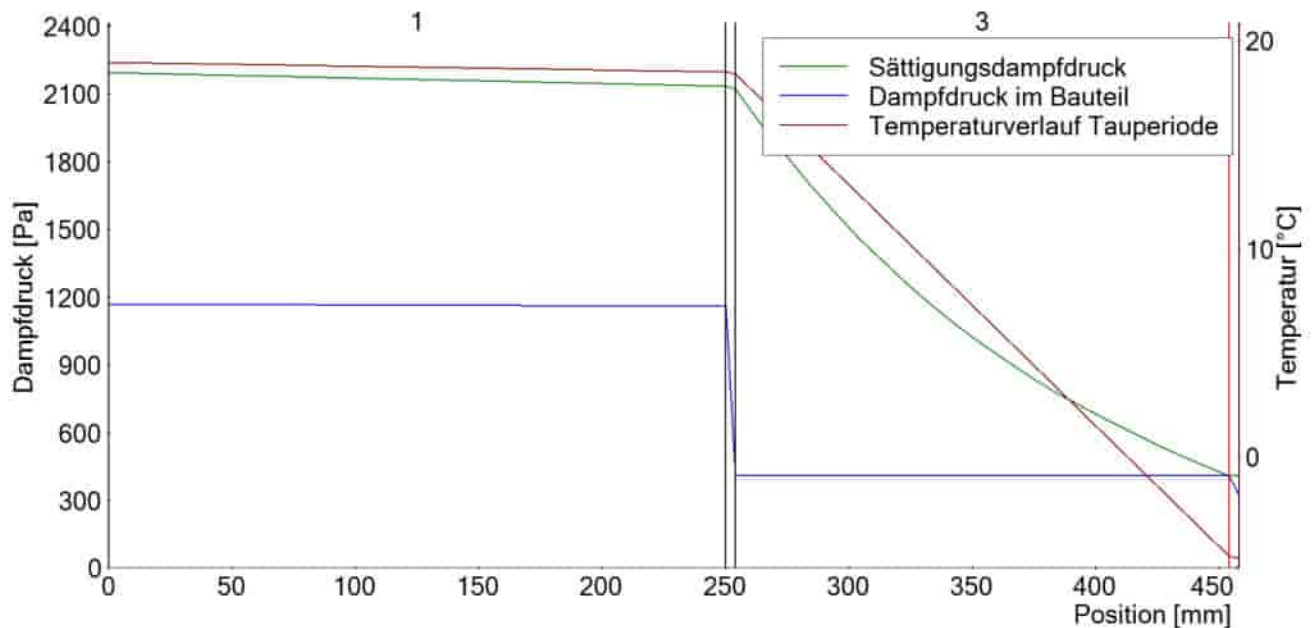
Schicht	Material	Dicke [mm]	λ [W/mK]	$\mu_{\min}/\mu_{\max}$	s_d -Wert [m]
1	DIN EN ISO 10456 Beton armiert (mit 1% Stahl) 2300	250	2,300	80 / 130	20,000
2	Dampfsperre/Diffusionsdichte Schicht $s_d > 1500\text{m}$ (z.B. Metallfolien oder Bitumenbahnen mit ALU-Einlage o.ä.)	4	0,170	375000 / 375000	1500,000
3	Wärmedämmung WLS 035 z.B. Expandierter Polystyrolschaum (EPS)	200	0,035	20 / 100	4,000
4	Abdichtung	4	0,170	150000 / 150000	600,000
	gesamt	458			

Verwendung

Bauteile	R_{si} [m ² K/W]	R_{se} [m ² K/W]	U-Wert [W/(m ² K)]
DA001 Dach Massiv (1.293,8 m ²)	0,10	0,10	0,16

Feuchteschutz

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



Auswertung

Tauwasserausfall zwischen Schicht 3 und Schicht 4 ($x = 454$ mm)

Tauwassermasse = 1 g/m^2

Verdunstungsmasse = 2 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.

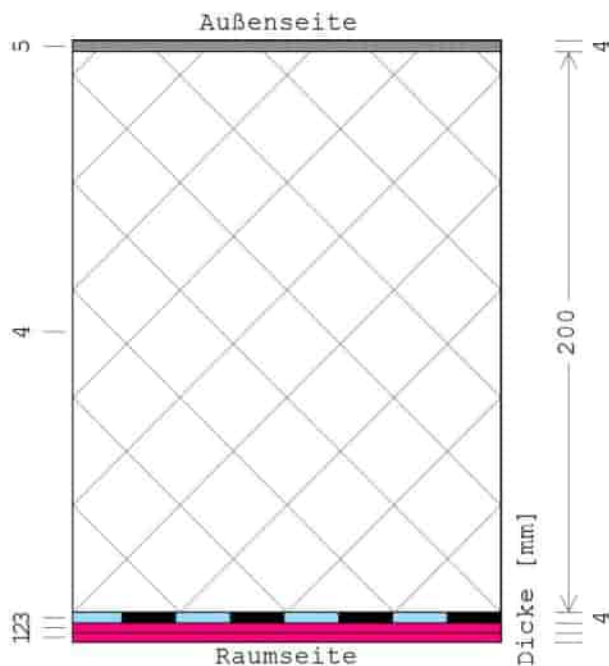
Bei Holz ist eine Erhöhung des massebezogenen Feuchtegehaltes um mehr als 5%, bei Holzwerkstoffen um mehr als 3% nicht zulässig. Ausgenommen sind hierbei Holzwolle-Leichtbauplatten und Mehrschicht-Leichtbauplatten nach DIN 1101. (Siehe DIN 4108-3:2018-10, Abschnitt 5.2.2d.)

Diese Bedingung wurde hier nicht überprüft.

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

DA002 Flachdach Stahlprofilblech

$U = 0,17 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (mit $R_{si} = 0,10 \text{ m}^2\text{K/W}$ und $R_{se} = 0,10 \text{ m}^2\text{K/W}$)



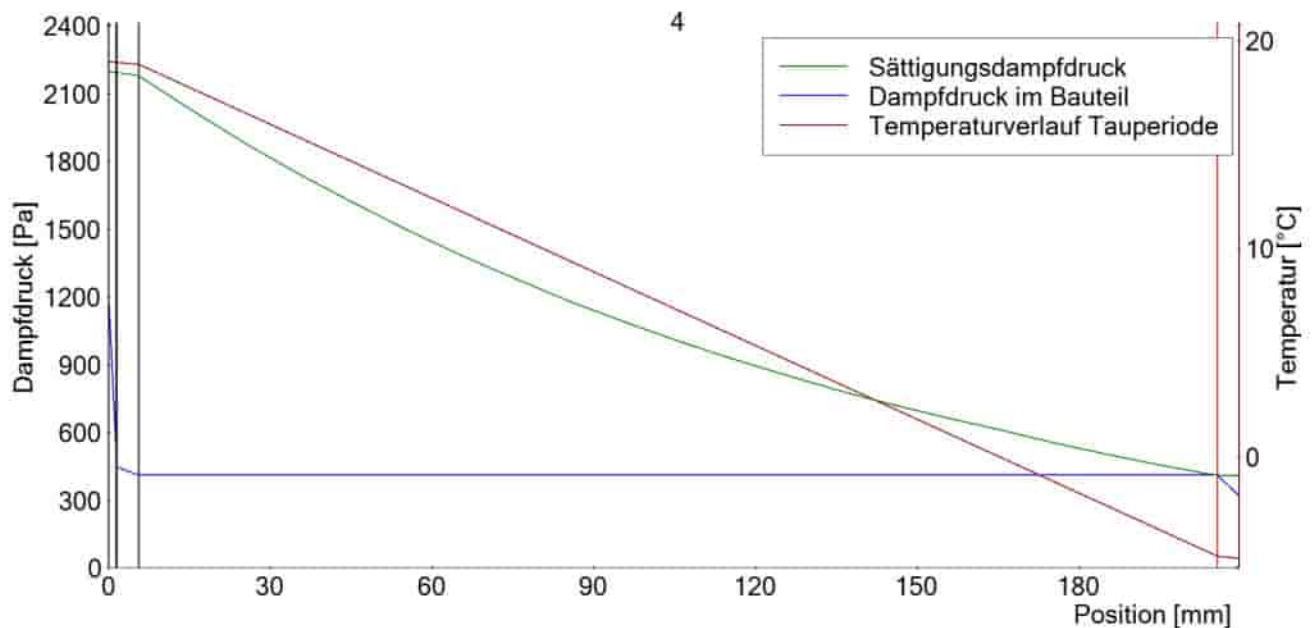
Schicht	Material	Dicke [mm]	λ [W/mK]	μ_{min}/μ_{max}	s_d -Wert [m]
1	DIN EN ISO 10456 Metalle Stahl	1,5	50,000	999999 / 999999	1499,9985
2	DIN EN ISO 10456 Metalle Aluminiumlegierungen	0,1	160,000	999999 / 999999	99,9999
3	DIN 4108 7.3.1 Bitumendachbahnen nach DIN EN 13707	4	0,170	20000 / 20000	80,000
4	DIN 4108 5.2 Expandierter Polystyrolschaum nach DIN EN 13163 NW 0,034	200	0,035	20 / 100	4,000
5	Abdichtung DIN 18531	4	0,170	50000 / 50000	200,000
gesamt		209,6			

Verwendung

Bauteile	R_{si} [m ² K/W]	R_{se} [m ² K/W]	U-Wert [W/(m ² K)]
DA002 Dach Sporthalle (2.540,9 m ²)	0,10	0,10	0,17

Feuchteschutz

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



Auswertung

Tauwasserausfall zwischen Schicht 4 und Schicht 5 ($x = 205,6 \text{ mm}$)

Tauwassermasse = 0 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 0 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

F001 Fenster

U _w -Wert [W/(m²K)]	1,2
g-Wert [-]	0,42
g-Korrektur [-]	0,90
Lichttransmissionsgrad τ_{D65} [-]	0,69
U-Verglasung [W/(m²K)]	1,00
Sonderverglasung	nein

Verwendung

Bauteil	Fläche
F001 Fenster	0,0 m²
F003 Lichtschacht EG	1,1 m²
F004 Fenster Hallenwart/Kasse	2,1 m²
F005 Fenster Kiosk	3,7 m²
F007 Seitenverglasung Haupteingang 4,54*2,88	26,2 m²

F002 Pfosten-Riegelkonstruktion

U _w -Wert [W/(m²K)]	1,5
g-Wert [-]	0,50
g-Korrektur [-]	0,90
Lichttransmissionsgrad τ_{D65} [-]	0,40
U-Verglasung [W/(m²K)]	1,00
Sonderverglasung	nein

Verwendung

Bauteil	Fläche
F002 P-R-Fassade 4,36*3	196,2 m²

F003 Lichtkuppel

U _w -Wert [W/(m²K)]	1,8
g-Wert [-]	0,50
g-Korrektur [-]	0,00
Lichttransmissionsgrad τ_{D65} [-]	0,74
U-Verglasung [W/(m²K)]	0,00
Sonderverglasung	nein

Verwendung

Bauteil	Fläche
F006 Lichtkuppel 1,5*1,5	9,0 m²

Türen

T03 EG Zugang 1,51*2,51

U-Wert [W/(m²K)]	1,8
Gesamtfläche [m²]	66,2

Verwendung

Bauteil	Fläche
T01 UG Fluchttüre groß 2,88*2,38	13,7 m²
T02 UG Fluchttüre klein 1,88*2,38	4,5 m²
T03 EG Zugang 1,51*2,51	26,5 m²
T04 EG Zugang WC D/M 1,26*2,26	14,2 m²
T05 EG Haupteingang Nord	7,2 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]
BP001 Bodenplatte Sporthalle	287,0*	0,266*	0,5	38,15
BP002 Bodenplatte Nebentrakt	463,0*	0,167*	0,5	38,72
AW001 Außenwand Vorsatzschale N	31,7	0,270	1,0	8,57
AW001 Außenwand Vorsatzschale O	30,0	0,270	1,0	8,10
T03 EG Zugang 1,51*2,51	3,8	1,80	1,0	6,82
AW001 Außenwand Vorsatzschale W	23,7	0,270	1,0	6,40
T04 EG Zugang WC D/M 1,26*2,26	11,4	1,80	1,0	20,50
AW002 Außenwand Klinker N	141,7	0,200	1,0	28,35
AW002 Außenwand Klinker O	172,9	0,200	1,0	34,59
AW002 Außenwand Klinker W	121,3	0,200	1,0	24,25
AW002 Außenwand Klinker S	406,2	0,200	1,0	81,25
AW003 Außenwand gegen Erdreich	202,1	0,270	0,5	27,28
Summe/Mittelwert	1.894,9	0,170		322,98

* 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]
F002 P-R-Fassade 4,36*3	196,2	1,50	1,0	294,30
F004 Fenster Hallenwart/Kasse	2,1	1,20	1,0	2,52
F005 Fenster Kiosk	3,7	1,20	1,0	4,40
Summe/Mittelwert	202,0	1,49		301,22

Opake Außenbauteile (12-19 °C)

Bauteil/Fenster/Tür	Fläche [m²]	U-Wert [W/(m²K)]	Gewichtung	U·A·w [W/K]
BP002 Bodenplatte Nebentrakt	630,8*	0,167*	0,5	52,76
T01 UG Fluchttüre groß 2,88*2,38	13,7	1,80	1,0	24,68
AW001 Außenwand Vorsatzschale N	22,0	0,270	1,0	5,93
T02 UG Fluchttüre klein 1,88*2,38	4,5	1,80	1,0	8,05
AW001 Außenwand Vorsatzschale W	4,9	0,270	1,0	1,31
T03 EG Zugang 1,51*2,51	22,7	1,80	1,0	40,93
T04 EG Zugang WC D/M 1,26*2,26	2,8	1,80	1,0	5,13
AW002 Außenwand Klinker N	407,1	0,200	1,0	81,42
T05 EG Haupteingang Nord	7,2	1,80	1,0	12,96
AW002 Außenwand Klinker O	54,8	0,200	1,0	10,96
AW002 Außenwand Klinker W	18,8	0,200	1,0	3,75
AW002 Außenwand Klinker S	283,3	0,200	1,0	56,66
AW003 Außenwand gegen Erdreich	271,8	0,270	0,5	36,69
Summe/Mittelwert	1.744,4	0,196		341,24

* 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]
F003 Lichtschacht EG	1,1	1,20	1,0	1,34
F007 Seitenverglasung Haupteingang 4,54*2,88	26,2	1,20	1,0	31,49
Summe/Mittelwert	27,4	1,20		32,83

Tabellarische Übersicht der Zonen

Zone	Nutzung	Fläche	Konditionierung
Turnhalle	31. Turnhalle (ohne Zuschauerbereich)	4.342,62 m ²	beheizt (statisch), belüftet
Verkehrsfläche	19. Verkehrsfläche	708,74 m ²	beheizt (statisch)
WC und Sanitär	16. WC und Sanitärräume in Nichtwohngebäuden	486,33 m ²	beheizt (statisch), belüftet
Lager & Technik	20. Lager, Technik, Archiv	1.338,50 m ²	beheizt (statisch)
Sonstige Räume	17. Sonstige Aufenthaltsräume	95,93 m ²	beheizt (statisch), belüftet
Umkleideräume	16. WC und Sanitärräume in Nichtwohngebäuden	355,98 m ²	beheizt (statisch), belüftet
Turnhalle Tribüne	31. Turnhalle (ohne Zuschauerbereich)	512,00 m ²	beheizt (statisch)

Zone: Turnhalle

Nutzungsprofil

31: Turnhalle (ohne Zuschauerbereich) (Standardprofil)

Geometrie

Nettovolumen V [m ³]	22.063,27
Nettogrundfläche A_{NGF} [m ²]	4.342,62

Geschosshöhe [m]	5,42
------------------	------

Randbedingungen

Bautechnik	
Bauweise	mittelschwer
Wärmespeicherfähigkeit C_{wtk}/A_{NGF} [Wh/(m ² K)]	90
Wärmebrückenkorrektur ΔU_{WB} [W/m ² K]	0,100
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 II - keine Dichtheitsprüfung vorgesehen

Luftwechsel bei 50 Pa Druckdifferenz n_{50} [h^{-1}]	1,28
Luftdurchlässigkeit bei 50 Pa Druckdifferenz q_{50} [$\text{m}^3/(\text{m}^2\text{h})$]	6,0
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-C2 - Manuelle Steuerung (zonenweise)
flächenbezogener Mindestaußenluftvolumenstrom [$\text{m}^3/(\text{hm}^2)$]	1,25
Relative Abwesenheit $\text{RLT } c_{\text{RLT}}$ [-]	0,0
Teilbetriebsfaktor der Gebäudebetriebszeit $\text{RLT } F_{\text{RLT}}$ [-]	0,9

Luftförderung	Zuluft	Abluft
Auslegungsvolumenstrom der Anlage [m^3/h] (Standardwerte)	13.027,86	13.027,86

Unterer Abschluss: Bodenplatte auf Erdreich

Umfang Bodenplatte [m]	56,80
Dicke der Umfassungswände in Höhe Erdreichoberkante [m]	0,44
zusätzliche Randdämmung vorhanden	ja
Ausrichtung der Randdämmung	waagerecht
Dicke der waagerechten Randdämmung [m]	0,14
Breite der waagerechten Randdämmung [m]	5,00
Wärmedurchlasswiderstand der waagerechten Randdämmung [$\text{m}^2\text{K}/\text{W}$]	3,500

Zone: Verkehrsfläche

Nutzungsprofil

19: Verkehrsfläche (Standardprofil)

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

Geometrie

Nettovolumen V [m ³]	1.893,62
Nettogrundfläche A_{NGF} [m ²]	708,74

Geschosshöhe [m]	3,78
------------------	------

Randbedingungen

Bautechnik	
Bauweise	mittelschwer
Wärmespeicherfähigkeit C_{wik}/A_{NGF} [Wh/(m ² K)]	90
Wärmebrückenkorrektur ΔU_{WB} [W/m ² K]	0,100
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 II - keine Dichtheitsprüfung vorgesehen
Luftwechsel bei 50 Pa Druckdifferenz n_{50} [h ⁻¹]	1,28
Luftdurchlässigkeit bei 50 Pa Druckdifferenz q_{50} [m ³ /(m ² h)]	6,0
Außenluftdurchlässe vorhanden	nein

Unterer Abschluss: Bodenplatte auf Erdreich

Umfang Bodenplatte [m]	89,56
Dicke der Umfassungswände in Höhe Erdreichoberkante [m]	0,00
zusätzliche Randdämmung vorhanden	nein

Unterer Abschluss: Keller

Umfang Bodenplatte [m]	89,56
Dicke der Umfassungswände in Höhe Erdreichoberkante [m]	0,00
Tiefe des Kellers unter Erdreichoberkante [m]	0,00

Zone: WC und Sanitär

Beschreibung

Mit Kalt- & Warmwasserbedarf

Nutzungsprofil

16: WC und Sanitärräume in Nichtwohngebäuden (Standardprofil)

Geometrie

Nettovolumen V [m ³]	1.289,88
Nettogrundfläche A_{NGF} [m ²]	486,33

Geschosshöhe [m]	3,79
------------------	------

Randbedingungen

Bautechnik	
Bauweise	mittelschwer
Wärmespeicherfähigkeit C_{wik}/A_{NGF} [Wh/(m ² K)]	90
Wärmebrückenkorrektur ΔU_{WB} [W/m ² K]	0,100
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 II - keine Dichtheitsprüfung vorgesehen
Luftwechsel bei 50 Pa Druckdifferenz n_{50} [h ⁻¹]	1,28
Luftdurchlässigkeit bei 50 Pa Druckdifferenz q_{50} [m ³ /(m ² h)]	6,0
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-C1 - Die Anlage läuft konstant
flächenbezogener Mindestaußenluftvolumenstrom [m ³ /(hm 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)	7.294,95	7.294,95

Unterer Abschluss: Bodenplatte auf Erdreich

Umfang Bodenplatte [m]	70,17
Dicke der Umfassungswände in Höhe Erdreichoberkante [m]	0,00
zusätzliche Randdämmung vorhanden	nein

Unterer Abschluss: Keller

Umfang Bodenplatte [m]	70,17
Dicke der Umfassungswände in Höhe Erdreichoberkante [m]	0,00
Tiefe des Kellers unter Erdreichoberkante [m]	0,00

Trinkwarmwasserbedarf 1:

Richtwert	Schule mit Duschen
flächenbezogener Nutzenergiebedarf Wh/(m ² ·d)	500,0
Fläche [m ²]	486,33 (Zonenfläche)
täglicher Nutzenergiebedarf [kWh/d]	243,2

Zone: Lager & Technik

Nutzungsprofil

20: Lager, Technik, Archiv (Standardprofil)

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

Geometrie

Nettovolumen V [m ³]	3.858,2
Nettogrundfläche A_{NGF} [m ²]	1.338,50

Geschosshöhe [m]	3,55
------------------	------

Randbedingungen

Bautechnik	
Bauweise	mittelschwer
Wärmespeicherfähigkeit C_{wik}/A_{NGF} [Wh/(m ² K)]	90
Wärmebrückenkorrektur ΔU_{WB} [W/m ² K]	0,100
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 II - keine Dichtheitsprüfung vorgesehen
Luftwechsel bei 50 Pa Druckdifferenz n_{50} [h ⁻¹]	1,28
Luftdurchlässigkeit bei 50 Pa Druckdifferenz q_{50} [m ³ /(m ² h)]	6,0
Außenluftdurchlässe vorhanden	nein

Unterer Abschluss: Bodenplatte auf Erdreich

Umfang Bodenplatte [m]	206,00
Dicke der Umfassungswände in Höhe Erdreichoberkante [m]	0,00
zusätzliche Randdämmung vorhanden	nein

Unterer Abschluss: Keller

Umfang Bodenplatte [m]	206,64
Dicke der Umfassungswände in Höhe Erdreichoberkante [m]	0,00
Tiefe des Kellers unter Erdreichoberkante [m]	0,00

Zone: Sonstige Räume

Nutzungsprofil

17: Sonstige Aufenthaltsräume (Standardprofil)

Geometrie

Nettovolumen V [m ³]	244,42
Nettogrundfläche A_{NGF} [m ²]	95,93

Geschosshöhe [m]	3,59
------------------	------

Randbedingungen

Bautechnik	
Bauweise	mittelschwer
Wärmespeicherfähigkeit C_{wtk}/A_{NGF} [Wh/(m ² K)]	90
Wärmebrückenkorrektur ΔU_{WB} [W/m ² K]	0,100
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 II - keine Dichtheitsprüfung vorgesehen

Luftwechsel bei 50 Pa Druckdifferenz n_{50} [h ⁻¹]	1,28
Luftdurchlässigkeit bei 50 Pa Druckdifferenz q_{50} [m ³ /(m ² h)]	6,0
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-C1 - Die Anlage läuft konstant
flächenbezogener Mindestaußenluftvolumenstrom [m ³ /(h·m ²)]	2,5
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)	671,51	671,51

Unterer Abschluss: Bodenplatte auf Erdreich

Umfang Bodenplatte [m]	23,52
Dicke der Umfassungswände in Höhe Erdreichoberkante [m]	0,00
zusätzliche Randdämmung vorhanden	nein

Zone: Umkleideräume

Nutzungsprofil

16: WC und Sanitärräume in Nichtwohngebäuden (Standardprofil)

Geometrie

Nettovolumen V [m ³]	996,74
Nettogrundfläche A_{NGF} [m ²]	355,98

Geschosshöhe [m]	4,08
------------------	------

Randbedingungen

Bautechnik	
Bauweise	mittelschwer
Wärmespeicherfähigkeit C_{wtk}/A_{NGF} [Wh/(m ² K)]	90
Wärmebrückenkorrektur ΔU_{WB} [W/m ² K]	0,100
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 II - keine Dichtheitsprüfung vorgesehen

Luftwechsel bei 50 Pa Druckdifferenz n_{50} [h ⁻¹]	1,28
Luftdurchlässigkeit bei 50 Pa Druckdifferenz q_{50} [m ³ /(m ² h)]	6,0
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-C1 - Die Anlage läuft konstant
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)	5.339,7	5.339,7

Unterer Abschluss: Bodenplatte auf Erdreich

Umfang Bodenplatte [m]	15,02
Dicke der Umfassungswände in Höhe Erdreichoberkante [m]	0,00
zusätzliche Randdämmung vorhanden	nein

Unterer Abschluss: Keller

Umfang Bodenplatte [m]	15,02
Dicke der Umfassungswände in Höhe Erdreichoberkante [m]	0,00
Tiefe des Kellers unter Erdreichoberkante [m]	0,00

Trinkwarmwasserbedarf 1:

Richtwert	Schule mit Duschen
flächenbezogener Nutzenergiebedarf Wh/(m ² ·d)	500,0
Fläche [m ²]	355,98 (Zonenfläche)
täglicher Nutzenergiebedarf [kWh/d]	178,0

Zone: Turnhalle Tribüne

Nutzungsprofil

31: Turnhalle (ohne Zuschauerbereich) (Standardprofil)

Geometrie

Nettovolumen V [m ³]	1.172,34
Nettogrundfläche A_{NGF} [m ²]	512,00

Geschosshöhe [m]	5,80
------------------	------

Randbedingungen

Bautechnik	
Bauweise	mittelschwer
Wärmespeicherfähigkeit C_{wtk}/A_{NGF} [Wh/(m ² K)]	90
Wärmebrückenkorrektur ΔU_{WB} [W/m ² K]	0,100
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 II - keine Dichtheitsprüfung vorgesehen

Luftwechsel bei 50 Pa Druckdifferenz n_{50} [h ⁻¹]	1,28
Luftdurchlässigkeit bei 50 Pa Druckdifferenz q_{50} [m ³ /(m ² h)]	6,0
Außenluftdurchlässe vorhanden	nein

Nutzungsprofile

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	m ³ /(h·m ²)	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_l	–	1	
Anpassungsfaktor Beleuchtung vertikaler Flächen k_{VB}	–	1	
Personenbelegung			
Belegungsichte	m ² je Person	–	
Interne Wärmequellen			
Personen $q_{i,p}$	Wh/(m ² ·d)	–	
Arbeitshilfen $q_{i,fac}$	Wh/(m ² ·d)	–	
Wärmezufuhr je Tag ($q_{i,p} + q_{i,fac}$)	Wh/(m ² ·d)	–	

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

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	
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 $q_{l,p}$	Wh/(m²d)	–	
Arbeitshilfen $q_{l,fac}$	Wh/(m²d)	–	
Wärmezufuhr je Tag $(q_{l,p} + q_{l,fac})$	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_l	–	1	
Anpassungsfaktor Beleuchtung vertikaler Flächen k_{VB}	–	2	
Personenbelegung			
Belegungsdichte	m² je Person	–	
Interne Wärmequellen			
Personen $q_{l,p}$	Wh/(m²d)	–	
Arbeitshilfen $q_{l,\text{fac}}$	Wh/(m²d)	–	
Wärmezufuhr je Tag $(q_{l,p} + q_{l,\text{fac}})$	Wh/(m²d)	–	

Nr. 31: Turnhalle (ohne Zuschauerbereich)

Nutzungszeiten		von	bis
tägliche Nutzungszeit	Uhr	8:00	23:00
jährliche Nutzungstage $d_{\text{nutz,a}}$	d/a	250	
jährliche Nutzungsstunden zur Tagzeit t_{Tag}	h/a	2509	
jährliche Nutzungsstunden zur Nachtzeit t_{Nacht}	h/a	1241	
tägliche Betriebszeit RLT und Kühlung	Uhr	6:00	23:00
jährliche Betriebstage für jeweils RLT, Kühlung und Heizung $d_{\text{op,a}}$	d/a	250	
tägliche Betriebszeit Heizung	Uhr	6:00	23:00
Raumkonditionen			
Raum-Solltemperatur Heizung $\vartheta_{i,h,\text{soll}}$	°C	19	
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)	3	
Beleuchtung			
Wartungswert der Beleuchtungsstärke	lx	300	
Höhe der Nutzebene h_{Ne}	m	1	
Minderungsfaktor k_A	—	1	
relative Abwesenheit C_A	—	0,3	
Raumindex k	—	2	
Minderungsfaktor Gebäudebetriebszeit F_l	—	1	
Anpassungsfaktor Beleuchtung vertikaler Flächen k_{VB}	—	1	
Personenbelegung			
Belegungsichte	m² je Person	20	
Interne Wärmequellen			
Personen $q_{l,p}$	Wh/(m²d)	60	
Arbeitshilfen $q_{l,\text{fac}}$	Wh/(m²d)	—	
Wärmezufuhr je Tag $(q_{l,p} + q_{l,\text{fac}})$	Wh/(m²d)	60	



Anlagentechnik

Anlagentechnik: Erzeugungseinheiten Heizung

Wärmeerzeugereinheit 1

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

1. Wärmepumpe 1

Erzeuger	Wärmepumpe
Baujahr	2025
Energieträger	Strom-Mix
kombinierter Wärmeerzeuger für Heizung und Trinkwarmwasser:	
zugehörige Trinkwarmwassereinheit	Erzeugereinheit 1

Details

Vor-/Rücklauftemperatur [°C]	45,0/35,0
Nennleistung [kW]	186,46 (Standardwert)
Der Standardwert für die Nennleistung der Wärmepumpe wurde nach einer gemeinsamen Empfehlung der 18599 Gütegemeinschaft berechnet, als das 1,1-fache der max. Heizleistung. Bei der Bauausführung muss die tatsächliche Nennleistung dann mindestens diesem Wert entsprechen.	
Antrieb	elektrisch angetrieben
Art der Wärmepumpe (Quelle-Senke)	Luft-Wasser
Wärmepumpensondertarif	nein
Leistungsbedarf des Sekundärkreises [kW]	0,15 (Standardwert)
Druckabfall der Sekundärseite [kPa]	10,0
Volumenstrom auf der Sekundärseite [m³/h]	16,2 (Standardwert)
Temperaturdifferenz bei der Prüfstandsmessung [K]	5,0 (Standardwert)
Spreizung unter mittleren Betriebsbedingungen	7 K (Standardwert)
obere Temperaturgrenze für den Betrieb (Trinkwarmwasser) [°C]	45,0
Regelbarkeit	Einstufig
bivalente Betriebsweise	Heizung und Trinkwarmwasser
bivalente Betriebsweise Heizung	Alternativbetrieb
integrierter Zusatzheizter	Heizung und Trinkwarmwasser

Bivalenztemperatur [°C]	-6,0
Heizgrenztemperatur [°C]	15 (Standardwert)
Gebäudetyp zur Bestimmung der Heizgrenztemperatur	anderes Gebäude
maximale Vorlauftemperatur der Wärmepumpe [°C]	55
Art des Wärmeverteilsystems	Konvektoren/Radiatoren ohne Pufferspeicher
Äquivalenter Wasserinhalt [l/kW]	7,5
Art des kombinierten Betriebs	alternativ
Wärmequelle Außenluft	
Standardwerte für Wärmepumpenparameter	ja

Ergebnisse

	Wärmeenergie [kWh/a]		Hilfsenergie [kWh/a]	
	für statische Systeme	für RLT-Anlagen	für statische Systeme	für RLT-Anlagen
<i>Zu deckender Nutzenergiebedarf</i>	168.981,80	0,00	–	–
+ <i>Verluste durch Speicherung</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
+ <i>Verluste durch Verteilung</i>	12.154,59	0,00	1.478,64	0,00
+ <i>Verluste durch Übergabe</i>	21.734,56	0,00	0,00	0,00
= <i>erforderliche Erzeugernutzenergie</i>	202.870,91	0,00	–	–
– <i>regenerativer Anteil</i>	104.448,24	0,00	–	–
+ <i>Verluste durch Erzeugung</i>	0,00	0,00	172,46	0,00
= <i>Endenergiebedarf</i>	98.422,66	0,00	1.651,10	0,00

Erzeugerdeckungsanteile

Erzeuger	Deckungsanteil [%]
Wärmepumpe 1	94,88
Elektrischer Zusatzheizer der Wärmepumpe	5,12

(Bei den Verlusten wurden die Wärmeeinträge nicht abgezogen.)

Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe (inkl. internem Heizstab): $SPF_{\text{gen,t,a}} = 2,06$

Jahresarbeitszahl der Erzeugereinheit: $SPF = 2,06$

Anlagentechnik: Erzeugungseinheiten Trinkwarmwasser

Erzeugereinheit 1

Anzahl Erzeuger	1
Geometrie	wird vom Gebäude übernommen

1. Wärmepumpe 1

Erzeuger	Wärmepumpe
Baujahr	2025
Energieträger	Strom-Mix
kombinierter Wärmeerzeuger für Heizung und Trinkwarmwasser:	
zugehörige Heizungserzeugereinheit (mit Erzeugerdetails)	Wärmeerzeugereinheit 1

Ergebnisse

	Wärmeenergie [kWh/a]	Hilfsenergie [kWh/a]
<i>Zu deckender Nutzenergiebedarf</i>	105.288,80	–
<i>+ Verluste durch Speicherung</i>	0,00	0,00
<i>+ Verluste durch Verteilung</i>	15.964,00	305,82
<i>= erforderliche Erzeugernutzenergie</i>	121.252,76	–
<i>– regenerativer Anteil</i>	54.088,45	–
<i>+ Verluste durch Erzeugung</i>	0,00	0,00
<i>= Endenergiebedarf</i>	67.164,31	305,82

Erzeugerdeckungsanteile

Erzeuger	Deckungsanteil [%]
Wärmepumpe 1	70,00
Elektrischer Zusatzheizer der Wärmepumpe	30,00

(Bei den Verlusten wurden die Wärmeeinträge nicht abgezogen.)

Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe (inkl. internem Heizstab): $SPF_{gen,t,a} = 1,81$

Jahresarbeitszahl der Erzeugereinheit: $SPF = 1,81$

Anlagentechnik: Raumluftechnische Anlagen

Lüftungssystem 1

Betriebsweise	Einfaches Lüftungssystem
Art der Anlage	Zu-/Abluftanlage

Wärmerückgewinnung

Art der Wärmerückgewinnung	nur Wärme
Temperaturänderungsgrad η_i [-]	0,75 (direkte Eingabe)
Art des Systems	Plattenwärmetauscher und andere Systeme ohne zusätzlichen Hilfsenergiebedarf

Konfiguration

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

Luftförderung		
	Zuluft	Abluft
Gesamtdruckdifferenz des Kanalnetzes bei Auslegungsvolumenstrom [Pa]	960	750
mittlerer Gesamtwirkungsgrad von Ventilator, Übertragungssystem, Motor, Drehzahlregelung η [-]	0,60	0,60
spez. Leistungsaufnahme der Ventilatoren P_{SFP} [kW/(m ³ ·s ⁻¹)]	1,6	1,25 (Standardwerte)
konstanter Druckverlust des Kanalnetzes [Pa]	0	0
anlagentechnischer Mindestvolumenstrom [m ³ /h]	0,0	

Auslegungswerte	
Zulufttemperatur im Sommer [°C]	22
Zulufttemperatur im Winter [°C]	18
Abschaltung der mechanischen Lüftungsanlage an Nicht-Nutzungstagen	ja

Referenzgebäude	
Zuschläge nach DIN EN 16798-3 für das Referenzgebäude	Wärmerückführungs-kategorie H2 oder H1

Anlagentechnik: Verteilsystem Heizung

Heizkreis 1

Art des Systems	indirekt
abgesenkte Vor-/Rücklauftemperatur	nein

Erzeugereinheiten

Einheit	Deckungsanteil
Wärmeerzeugereinheit I	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 4: Schwimmhalle, Turnhalle, Umkleiden, auch Umkleidegebäude von Produktionsstätten
Netztyp	Typ I: Etagenringtyp
Geometrie	wird vom Gebäude übernommen
Nettogrundfläche [m ²]	4.342,62

Rohrabschnitt 1: Verteilleitung

Rohrtyp	Verteilleitung - V
Baujahr/Isolierung	nach 1995
Längenbezogener U-Wert [W/mK]	0,200 (Standardwert)
Länge des Rohrabschnitts [m]	680,57 (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]	6,01 (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]	239,39 (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]	380,00 (Standardwert)
Auslegung Heizungspumpe	bedarfsausgelegt (bei bekannter Pumpe)
Pumpenregelung	konstante Druckdifferenz
maximale Rohrleitungslänge [m]	348,07 (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	Deckenheizung
Art Dämmung	Flächenheizung mit Minstdämmung nach DIN EN 1264
Art der Regelung	PI-Regler mit Optimierungsfunktion
Temperaturschwankung bei Einzelraumsystemen	eigenständig
intermittierende Betriebsweise	ja
Raumhöhe [m]	7,50
Anzahl Antriebe elektronische Regelung	0
Anzahl Ventilatoren/Gebläse (bei Gebläsen zur Luftförderung)	0
Anzahl zusätzlicher Pumpen	0

Zonenzuordnungen

Zone	Deckungsanteil
Turnhalle	1,00

Ergebnisse

	Wärmeenergie [kWh/a]	Hilfsenergie [kWh/a]
<i>Verluste durch Verteilung</i>	4.442,31	543,27
<i>Verluste durch Übergabe</i>	7.183,11	0,00

(Bei den Verlusten wurden die Wärmeeinträge nicht abgezogen.)

Heizkreis 2

Art des Systems	indirekt
abgesenkte Vor-/Rücklauftemperatur	nein

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 4: Schwimmhalle, Turnhalle, Umkleiden, auch Umkleidegebäude von Produktionsstätten
Netztyp	Typ I: Etagenringtyp
Geometrie	wird vom Gebäude übernommen
Nettogrundfläche [m²]	3.497,48

Rohrabschnitt 1: Verteilleitung

Rohrtyp	Verteilleitung - V
Baujahr/Isolierung	nach 1995
Längenbezogener U-Wert [W/mK]	0,200 (Standardwert)
Länge des Rohrabschnitts [m]	577,13 (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]	5,75 (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]	218,59 (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]	345,70 (Standardwert)
Auslegung Heizungspumpe	bedarfsausgelegt (bei bekannter Pumpe)
Pumpenregelung	konstante Druckdifferenz
maximale Rohrleitungslänge [m]	348,07 (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 ohne Minstdämmung 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
Verkehrsfläche	1,00
WC und Sanitär	1,00
Lager & Technik	1,00
Sonstige Räume	1,00
Umkleideräume	1,00
Turnhalle Tribüne	1,00

Ergebnisse

	Wärmeenergie [kWh/a]	Hilfsenergie [kWh/a]
<i>Verluste durch Verteilung</i>	7.712,27	935,36
<i>Verluste durch Übergabe</i>	14.551,46	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 und Sanitär	1,00
Umkleideräume	1,00

Verteilung 1: Verteilung 1

Art der Trinkwarmwasser-Verteilung	zentral
Art der Zirkulation	mit Zirkulation
System Trinkwassererwärmer	Speicher
Laufzeit der Zirkulationspumpe [h/d]	11,0 (Standardwert)
Regelung der Zapftemperatur	keine Korrektur
Gebäudegruppe	Gruppe 4: Schwimmhalle, Turnhalle, Umkleiden, auch Umkleidegebäude von Produktionsstätten
Netztyp	Typ I: Steigestrangtyp
Geometrie	wird vom Gebäude übernommen
Nettogrundfläche [m²]	842,31

Rohrabschnitt 1: Verteilleitung

Rohrtyp	Verteilleitung - V
Baujahr/Isolierung	nach 1995
Längenbezogener U-Wert [W/mK]	0,200 (Standardwert)
Länge des Rohrabschnitts [m]	339,56 (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]	75,81 (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]	141,94 (Standardwert)
Umgebung	in allen versorgten Zonen
Zonen	keine

Pumpe

elektrische Aufnahmeleistung der Pumpe im Auslegungspunkt [W]	98,41 (Standardwert)
Auslegung Warmwasserpumpe	überdimensioniert (bei nicht bekannter Pumpe)
Pumpenregelung	geregelt
maximale Rohrleitungslänge [m]	376,31 (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>	15.964,00	305,82

(Bei den Verlusten wurden die Wärmeeinträge nicht abgezogen.)

Anlagentechnik: Verteilsystem Kalt-/Warmluft

RLT-Luftsystem 1

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

Erzeugereinheiten

Einheit	Deckungsanteil
Lüftungssystem 1	1,00

Übergaben

Zone	Deckungsanteil	Nutzungsgrad Übergabe Wärme	Nutzungsgrad Übergabe Kälte
Turnhalle	1,00		
WC und Sanitär	1,00		
Sonstige Räume	1,00		
Umkleideräume	1,00		

Ergebnisse

Energie [kWh/a]

(Bei den Verlusten wurden die Wärmeeinträge nicht abgezogen.)



Variantenvergleich

Tabellarischer Variantenvergleich

Bezeichnung	Ausgangsfall	Pellet
Nutzenergiebedarf gesamt [kWh/a]	323.775,0	335.183,5
Endenergiebedarf gesamt [kWh/a]	189.255,6	432.174,0
Primärenergiebedarf gesamt [kWh/a]	340.660,2	152.714,8
Nutzenergiebedarf Heizung [kWh/a]	168.981,8	180.390,2
Nutzenergiebedarf Warmwasser [kWh/a]	105.288,8	105.288,8
Nutzenergiebedarf Kühlung [kWh/a]	0,0	0,0
Nutzenergiebedarf Beleuchtung [kWh/a]	49.504,5	49.504,5
Nutzenergiebedarf Lüftung [kWh/a]	0,0	0,0
Endenergiebedarf Heizung [kWh/a]	93.315,3	265.605,1
Endenergiebedarf Warmwasser [kWh/a]	32.430,3	123.530,2
Endenergiebedarf Kühlung [kWh/a]	0,0	0,0
Endenergiebedarf Beleuchtung [kWh/a]	14.171,4	11.001,5
Endenergiebedarf Lüftung [kWh/a]	49.338,7	32.037,2
Primärenergiebedarf Heizung [kWh/a]	167.967,6	52.069,9
Primärenergiebedarf Warmwasser [kWh/a]	58.374,4	23.175,2
Primärenergiebedarf Kühlung [kWh/a]	0,0	0,0
Primärenergiebedarf Beleuchtung [kWh/a]	25.508,5	19.802,6
Primärenergiebedarf Lüftung [kWh/a]	88.809,6	57.667,0
spez. Nutzenergiebedarf gesamt [kWh/(m²a)]	41,3	42,8
spez. Endenergiebedarf gesamt [kWh/(m²a)]	24,1	55,1
spez. Primärenergiebedarf gesamt [kWh/(m²a)]	43,45	19,48
spez. Nutzenergiebedarf Heizung [kWh/(m²a)]	21,6	23,0
spez. Nutzenergiebedarf Warmwasser [kWh/(m²a)]	13,4	13,4
spez. Nutzenergiebedarf Kühlung [kWh/(m²a)]	0,0	0,0
spez. Nutzenergiebedarf Beleuchtung [kWh/(m²a)]	6,3	6,3
spez. Nutzenergiebedarf Lüftung [kWh/(m²a)]	0,0	0,0
spez. Endenergiebedarf Heizung [kWh/(m²a)]	11,9	33,9
spez. Endenergiebedarf Warmwasser [kWh/(m²a)]	4,1	15,8
spez. Endenergiebedarf Kühlung [kWh/(m²a)]	0,0	0,0
spez. Endenergiebedarf Beleuchtung [kWh/(m²a)]	1,8	1,4
spez. Endenergiebedarf Lüftung [kWh/(m²a)]	6,3	4,1
spez. Primärenergiebedarf Heizung [kWh/(m²a)]	21,42	6,64
spez. Primärenergiebedarf Warmwasser [kWh/(m²a)]	7,45	2,96
spez. Primärenergiebedarf Kühlung [kWh/(m²a)]	0,00	0,00

Bezeichnung	Ausgangsfall	Pellet
spez. Primärenergiebedarf Beleuchtung [kWh/(m²a)]	3,25	2,53
spez. Primärenergiebedarf Lüftung [kWh/(m²a)]	11,33	7,36
Gebäudevolumen [m³]	–	–
Nutz- bzw. Nettogrundfläche [m²]	7.840,1	7.840,1
Thermische Hüllfläche [m²]	6.703,6	6.703,6
A/V-Verhältnis [1/m]	–	–
maximale Heizleistung [kW]	170,9	172,2
Amortisationszeit [a]	–	–
Annuität [€/a]	–	–
Interner Zinsfuß [%]	–	–
Zuschüsse [€]	–	–
Kredite [€]	–	–
Eigenkapital [€]	–	–
Investitionssumme [€]	–	–
spez. Energiekosten [€/m²a]	–	–
Energiekosten [€/a]	–	–
Primärenergiebedarf zulässig [kWh/a]	349.355,9	351.825,0
spez. Primärenergiebedarf zulässig [kWh/(m²a)]	44,56	44,88
Primärenergiebedarf unterschritten [%]	2,49	56,60
Erneuerbare Energien für Heizungsanlagen	erfüllt	erfüllt
CO2-Emissionen [kg/a]	105.983,2	32.375,2
spez. CO2-Emissionen [kg/(m²a)]	13,5	4,1

Variantenvergleich: Endenergiebedarf nach Energieträgern

Energieträger	Ausgangsfall	Pellet
Strom	41,40	20,50
Holzpellets	0,00	49,38

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

Grafischer Variantenvergleich

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



Amortisationszeit [a]



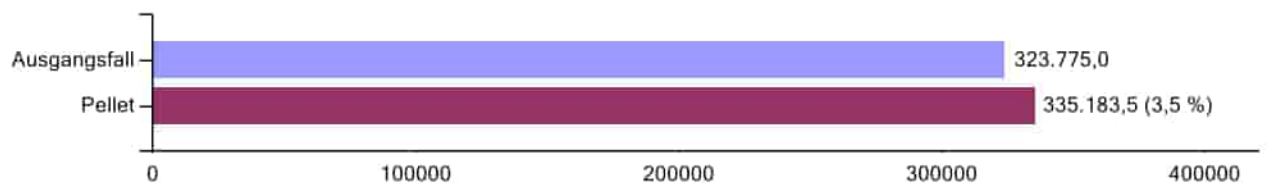
Annuität [€/a]



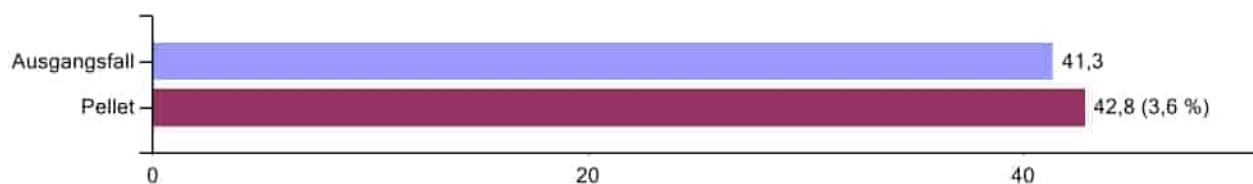
Interner Zinsfuß [%]



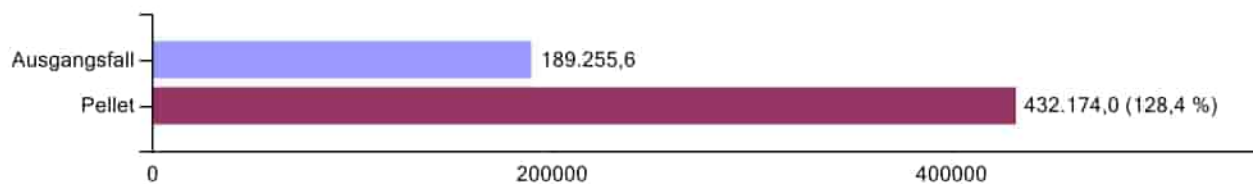
Nutzenergiebedarf gesamt [kWh/a]



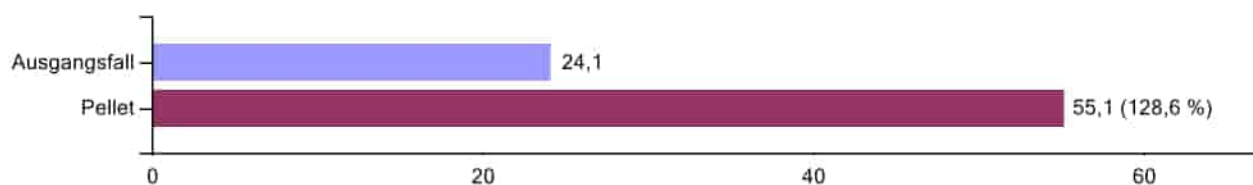
spez. Nutzenergiebedarf gesamt [kWh/(m²a)]



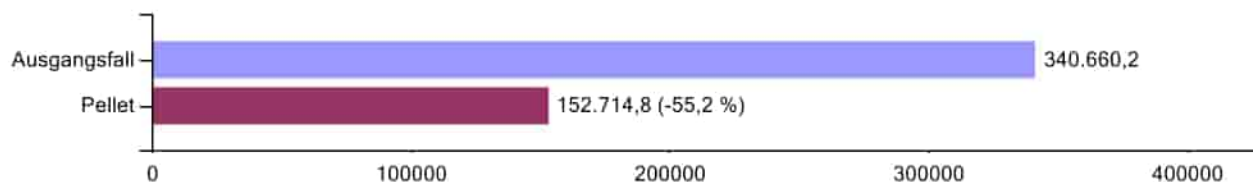
Endenergiebedarf gesamt [kWh/a]



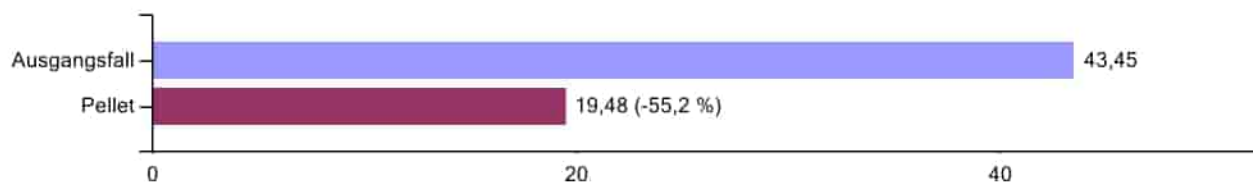
spez. Endenergiebedarf gesamt [kWh/(m²a)]



Primärenergiebedarf gesamt [kWh/a]



spez. Primärenergiebedarf gesamt [kWh/(m²a)]



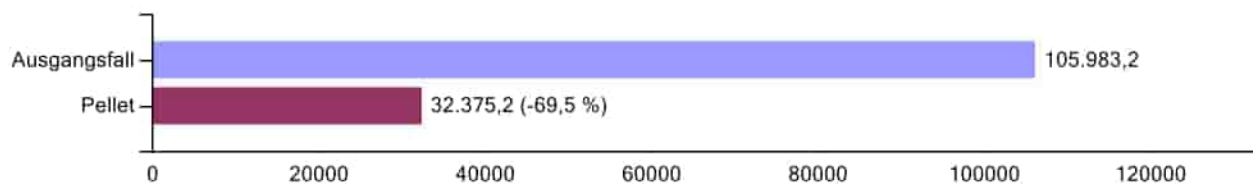
Energiekosten [€/a]



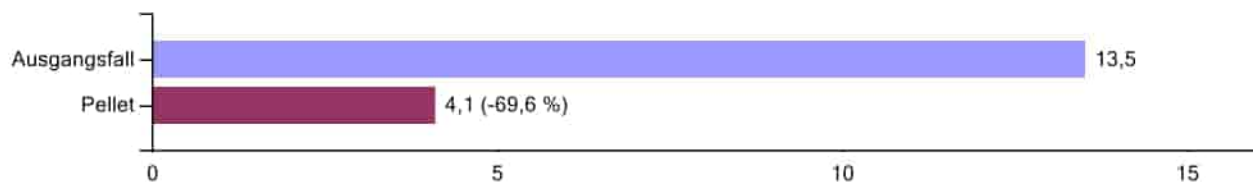
spez. Energiekosten [€/m²a]



CO₂-Emissionen [kg/a]



spez. CO₂-Emissionen [kg/(m²a)]



maximale Heizleistung [kW]

