



Schulbau Open Source Weimar

Bauvorhaben Schulbau Open Source Weimar A - Gemeinschaftshaus

Bauherr Montag Stiftung Jugend und Gesellschaft
Adenauerallee 127
53113 Bonn

Architekt Gernot Schulz: architektur GmbH
Vorgebirgstraße 338
50969 Köln

Fachingenieur Ingenieurbüro Hausladen GmbH
Feldkirchener Str. 7a
85551 Kirchheim

Leistung Berechnung gemäß EnEV 2014 und EEWärmeG
Leistungsphase 3

aufgestellt 26.09.2019

**Stempel
und Unterschriften**

Christoph Henig M.Sc.
Ingenieurbüro Hausladen GmbH

Gernot Schulz: architektur GmbH



18.0505

Schulbau Open Source Weimar



ingenieurbüro
hausladen gmbh

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|----|
| Inhaltsverzeichnis | 2 |
| Einleitung | 3 |
| Sommerlicher Wärmeschutz | 5 |
| Mindestwärmeschutz | 6 |
| Wärmebrücken | 6 |
| Luftdichtheit und Lüftung | 7 |
| Photovoltaik | 7 |
| Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz | 7 |
| Übersicht der Berechnungsparameter des Projektes | 8 |
| Nachweise nach EnEV | 9 |
| Nachweis nach EEWärmeG | 10 |
| Wärmebilanz des Gebäudes | 11 |
| Kurzergebnisse | 12 |
| Übersicht der Grundlagen der Zonen | 14 |
| Übersicht der Beleuchtungsbereiche | 28 |
| Diagramm Technik Heizung | 29 |
| Diagramm Technik Warmwasser | 30 |
| Diagramm Technik Lüftung | 30 |
| Übersicht der Anlagentechnik | 31 |
| Strom aus erneuerbaren Energien EnEV §5 | 37 |
| | |
| Anlage 1 – Bauteilaufbauten | |
| Anlage 2A – Zonierung | |
| Anlage 3A – Bauteilübersicht horizontale Bauteile | |
| Anlage 4A – Bauteilübersicht vertikale Bauteile | |
| Anlage 5 – Sommerlicher Wärmeschutz | |

Für das geplante Bauvorhaben gelten die Anforderungen der Energieeinsparverordnung (EnEV 2014).

Für das Projekt Schulbau Open Source Weimar wurde im Rahmen der Entwurfsplanung eine Energiebedarfsberechnung nach dem Regelverfahren für Nichtwohngebäude nach EnEV 2014, § 4 und Anlage 2, Nr. 2 durchgeführt. Gemäß der Energieeinsparverordnung sind

- der Jahres-Primärenergiebedarf und
- die mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten der wärmeübertragenden Umfassungsfläche zu begrenzen und nachzuweisen.

Dieser Bericht dient zum Nachweis der Einhaltung der gesetzlich erforderlichen energetischen Qualität. Er wurde auf Basis der zur Verfügung gestellten Unterlagen erstellt, unter anderem:

- Grundrisse, Schnitte und Ansichten von Gernot Schulz: Architekten vom 23.08.2019
- **Aufgrund einer wichtigen Änderung (Oberlichter) nach diesem Planstand wurde außerdem die Dachaufsicht vom 13.09.2019 (SOS_190913_Gr_GH_DA_gsa) verwendet.**
- Angaben zur technischen Gebäudeausstattung vom IBH aus dem Entwurfsbericht

Die Umsetzung der beschriebenen Maßnahmen und Qualitäten liegen in der Verantwortung des Auftraggebers sowie der beteiligten Architekten und Fachplaner.

Die zur Einhaltung der energetischen Anforderungen notwendigen Maßnahmen und Kennwerte sind in dem folgenden Bericht aufgeführt und dürfen nicht ohne Rücksprache im Zuge der Erstellung der Leistungsverzeichnisse oder der Ausführung verschlechtert werden.

Der öffentlich-rechtliche Nachweis geht von den standardisierten Randbedingungen der Energieeinsparverordnung in Kombination mit der DIN V 18599 aus. Das Ergebnis weist daher nicht den tatsächlichen Energiebedarf bzw. Energieverbrauch aus.

Benötigte Unterlagen zur Erstellung des Energieausweises

Nach Abschluss der Baumaßnahme erfolgt die Ausstellung des Energieausweises, welcher für die Vermietung und den Verkauf von Immobilien erforderlich ist.

Hierfür werden von den Planungsbeteiligten unter anderem die folgenden Unterlagen benötigt:

- Planunterlagen (Grundrisse, Schnitte, Ansichten) des fertiggestellten Gebäudes
- Angaben zum schichtweisen Aufbau mit Baustoffkennwerten und Schichtdicken aller Bauteile der wärmeübertragenden Umfassungsfläche
- Installierte Beleuchtungsleistung und Angaben zur Kunstlichtregelung
- Angaben zur energetischen Qualität der technischen Anlagen

Zusätzlich werden von den ausführenden Unternehmen bzw. Herstellern folgende Unterlagen benötigt:

- Angabe der Bemessungswerte der Wärmeleitfähigkeit der eingesetzten Wärmedämmungen
- U-Wert-Berechnungen von Bauteilflächen mit Gefälledämmung
- U-Wert-Berechnungen von Fenstern (U_w) und Glasfassaden (U_{CW}) – Mittelwerte aller eingebauten Fenster je Fenstertyp oder Standardwerte für das Normformat je Fenstertyp
- Strahlungsphysikalische Daten (Gesamtenergiedurchlassgrad und Lichttransmissionsgrad) der eingesetzten Verglasungen je Verglasungstyp
- Unternehmererklärungen gemäß EnEV 2014 §26a für Wärmeerzeuger, Verteilungssysteme, Warmwasseranlagen sowie Klimaanlage und raumluftechnische Anlagen
- Nachweis der Jahresarbeitszahl von elektrischen Wärmepumpen mit Nutzung von Geothermie, Umweltwärme oder Abwärme
- Bestätigung der Wärmerückgewinnungsgrade und Leistungszahlen von raumluftechnischen Anlagen

Maßgebende Normen und Grundlagen

- EnEV 2014: Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung) vom 24.07.2007, zuletzt geändert am 24.10.2015
- Auslegungsfragen zur Energieeinsparverordnung (DIBt)
- EEWärmeG 2011: Gesetz zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich (Erneuerbare-Energien- Wärmegesetz) vom 07.08.2008, zuletzt geändert am 20.10.2015
- DIN EN ISO 7345 (2018-07): Wärmeschutz - Physikalische Größen und Definitionen
- DIN 4108: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden
 - Teil 2 (2013-02): Mindestanforderungen an den Wärmeschutz
 - Teil 3 (2018-10): Klimabedingter Feuchteschutz [...]
 - Teil 4 (2017-03): Wärme- und feuchteschutztechnische Bemessungswerte
- DIN V 18599 Energetische Bewertung von Gebäuden [...]
 - Teil 1 (2011-12, berichtigt 2013-05): Allgemeine Bilanzierungsverfahren, Begriffe, Zonierung [...]
 - Teil 2 (2011-12): Nutzenergiebedarf für Heizen und Kühlen von Gebäudezonen
 - Teil 3 (2011-12): Nutzenergiebedarf für die energetische Luftaufbereitung
 - Teil 4 (2011-12): Nutz- und Endenergiebedarf für Beleuchtung
 - Teil 5 (2011-12, berichtigt 2013-05): Endenergiebedarf von Heizsystemen
 - Teil 7 (2011-12): Endenergiebedarf von Raumluftechnik- und Klimakältesystemen [...]
 - Teil 8 (2011-12, berichtigt 2013-05): [...] Energiebedarf von Warmwasserbereitungssystemen
 - Teil 9 (2011-12, berichtigt 2013-05): End- und Primärenergiebedarf von stromproduzierenden Anlagen
 - Teil 10 (2011-12): Nutzungsrandbedingungen, Klimadaten
 - Teil 11 (2011-12): Gebäudeautomation
 - Beiblatt 2 (2012-06): Beschreibung der Anwendung [...] bei Nachweisen des EEWärmeG
- DIN EN ISO 10456 (2010-05): Baustoffe und Bauprodukte - Wärme- und feuchtetechnische Eigenschaften - Tabellierte Bemessungswerte [...]
- DIN EN ISO 6946 (2018-03): Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient - Berechnungsverfahren
- DIN EN ISO 13789 (2018-04): Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden - Spezifischer Transmissions- und Lüftungswärmedurchgangskoeffizient - Berechnungsverfahren
- DIN EN ISO 13370 (2018-03): Wärmeübertragung über das Erdreich

Der Primärenergiebedarf des Projektes wird mit Hilfe der DIN V 18599 berechnet. Das Gebäude A (Gemeinschaftshaus) wurde hierfür in 7 Zonen aufgeteilt. Die Berechnungen basieren auf den oben genannten Planunterlagen und Angaben zur TGA-Planung sowie den Nutzungsrandbedingungen nach DIN V 18599-10, Tabelle 5.

Für Nichtwohngebäude ist es erforderlich, Räume mit unterschiedlichen Nutzungen zonenweise zu erfassen. Werden Bereiche gleicher Nutzung unterschiedlich konditioniert, müssen sie in unterschiedliche Zonen unterteilt werden. Beträgt eine Zonenfläche weniger als 5% der Gesamtfläche kann sie einer anderen Zone gleicher Konditionierung zugeschlagen werden. Bei abweichender Konditionierung muss die zugeschlagene Fläche kleiner 1% der Gesamtfläche sein. Zonen mit den Nutzungen Verkehrsflächen und Lager/Technik dürfen zu einer Zone „Nebenflächen“ zusammengefasst werden.

Damit ergeben sich die folgenden Zonen für die Berechnungen:

- Zone 1: ARS Arbeitsräume Schüler
- Zone 2: BUE Büro
- Zone 3: NFL Nebenfläche
- Zone 4: SAN Sanitärebereiche
- Zone 5: KUE Küche
- Zone 6: KUV Küche Vorbereitung
- Zone 7: KAN Kantine

Die Aufteilungen der einzelnen Zonenflächen sind in den Grundrissen in Anlage 2 farblich gekennzeichnet.

Sommerlicher Wärmeschutz

Gemäß Energieeinsparverordnung sind zu errichtende Gebäude so auszuführen, dass die Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz eingehalten werden. Die Nachweisführung erfolgt gemäß dem Sonneneintragskennwertverfahren der DIN 4108-2 (2013-02).

Der Nachweis für die Begrenzung der solaren Wärmeeinträge ist für „kritische Räume“ bzw. Raumbereiche an der Außenfassade, die der Sonneneinstrahlung besonders ausgesetzt sind, durchzuführen. Aus den Ergebnissen dieser Räume lassen sich Aussagen über nicht berechnete Räume ableiten.

Die Angaben zum Sonnen- oder Blendschutz und Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasungen stellen die Mindestanforderungen zur Einhaltung der Anforderungen der Energieeinsparverordnung dar. Es sind ggf. weitere Anforderungen, z.B. aus der Arbeitsstättenrichtlinie, einzuhalten. Diese bleiben davon unberührt und werden nicht geprüft.

Der Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes ist in Anlage 5 dargestellt.

Mindestwärmeschutz

Der Verlauf der wärmeübertragenden Umfassungsfläche kann der Anlagen 3 und 4 – Bauteilübersichten entnommen werden. Für alle Bauteile der wärmeübertragenden Umfassungsfläche werden die Wärmedurchgangskoeffizienten den Regeln der Technik entsprechend ermittelt (siehe Anlage 1 - Bauteilaufbauten). Diese fließen in den Nachweis der Gebäudekenngrößen ein und werden zusätzlich unter dem Gesichtspunkt des Mindestwärmeschutzes auf der Grundlage der DIN 4108-2 beurteilt. Der Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2 ist an jeder Stelle der Wärme übertragenden Gebäudehülle einzuhalten.

Wärmebrücken

Wärmebrücken sind Bereiche der Gebäudehülle, an denen sich gegenüber den übrigen Bauteilen ein erhöhter Wärmestrom einstellt. Man unterscheidet zwischen geometrischen (z.B. Raumecken) und konstruktiven (z.B. auskragende Balkonplatten), sowie punktförmigen, linearen und flächenhaften Wärmebrücken. Geometrische Wärmebrücken werden in der Regel durch den Außenmaß-Flächenbezug der Bauteile berücksichtigt. Der Einfluss der konstruktiven Wärmebrücken muss gemäß EnEV so gering wie möglich gehalten werden.

Als Grundlage für die Planung der Anschlussdetails durch die Architekten dient dabei das Beiblatt 2 zur DIN 4108. Besonderes Augenmerk ist auf alle aus der wärmeübertragenden Hülle auskragenden Konstruktionsbauteile zu richten. Diese sind, soweit dies konstruktiv und unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten möglich ist, stets in der Wärmedämmebene des jeweiligen Außenbauteils thermisch zu trennen. Ist die thermische Trennung nicht möglich, sind Flankendämmungen entsprechend den Regeln der Technik zu berücksichtigen.

Es bestehen folgende Möglichkeiten zur Berücksichtigung der Wärmebrücken bei der Erstellung eines EnEV-Nachweises:

- Pauschaler Zuschlag in Höhe von $0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$ ohne Nachweis der Wärmebrücken
- Pauschaler Zuschlag in Höhe von $0,05 \text{ W/m}^2\text{K}$ bei Überprüfung der Gleichwertigkeit mit der DIN 4108, Beiblatt 2
- Detaillierter Wärmebrückennachweis

Der pauschale Wärmebrückenansatz von $0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$ führt zu einer Erhöhung des Primärenergiebedarfs und zu einem höheren H_T . Daher kann bei gleichem energetischem Standard die Wärmedämmung der Bauteile reduziert werden, wenn die Wärmebrücken mit $0,05 \text{ W/m}^2$ angesetzt werden oder wenn ein detaillierter Wärmebrückennachweis erbracht wird.

Der verbleibende Einfluss der konstruktiven Wärmebrücken wird über einen pauschalen Zuschlag von $0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$ berücksichtigt.

Luftdichtheit und Lüftung

Gemäß Energieeinsparverordnung sind zu errichtende Gebäude so auszuführen, dass die wärmeübertragende Umfassungsfläche einschließlich der Fugen dauerhaft luftundurchlässig entsprechend den anerkannten Regeln der Technik abgedichtet ist. Planungsgrundsätze und Beispiele für die Umsetzung dieser Anforderungen durch die Architekten finden sich in der DIN 4108-7. Die Funktionsfugen von Fenstern und Fenstertüren müssen mindestens der Klasse 2 (bei Gebäuden bis zu zwei Vollgeschossen) bzw. der Klasse 3 (bei Gebäuden mit mehr als zwei Vollgeschossen) nach DIN EN 12207 entsprechen. Bei Außentüren muss die Luftdurchlässigkeit der Funktionsfuge mindestens der Klasse 2 nach DIN EN 12207 entsprechen.

Die EnEV schreibt zudem vor, dass der zum Zwecke der Gesundheit und Beheizung erforderliche Mindestluftwechsel ermöglicht wird. Unter anderem stellt auch die Arbeitsstättenrichtlinie Anforderungen an die Lüftung. Darauf ist aufgrund der luftundurchlässigen Gebäudehülle besonderer Wert zu legen. Der Mindestluftwechsel kann durch Infiltration und ergänzende Fensterlüftung sowie durch raumluftechnische Anlagen gedeckt werden.

Für Lüftungsanlagen mit einem Auslegungsvolumenstrom von 4.000 m³/h oder mehr ist eine Wärmerückgewinnung der Klasse H3 oder besser gemäß DIN EN 13053 (2007-11) erforderlich; außerdem darf die Ventilatoreffizienz die Kategorie SFP 4 nach DIN EN 13779 (2007-09) nicht überschreiten.

Photovoltaik

Gemäß § 5 der EnEV 2014 darf der Strom aus erneuerbaren Energien von dem Endenergiebedarf abgezogen werden, wenn er

- im unmittelbaren räumlichen Zusammenhang zu dem Gebäude erzeugt und
- vorrangig in dem Gebäude selbst genutzt und nur die überschüssige Energiemenge in ein öffentliches Netz eingespeist wird.

Es darf jedoch höchstens die Strommenge angerechnet werden, die dem berechneten Strombedarf der jeweiligen Nutzung entspricht.

Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz

Mit dem am 1. Januar 2009 in Kraft getretenen und am 20.10.2015 zuletzt geänderten Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) sind Eigentümer von Neubauten mit einer Nutzfläche von mehr als 50 m² verpflichtet, den Wärme- und Kälteenergiebedarf in unterschiedlichen Umfang aus erneuerbaren Energien zu decken. Als erneuerbare Energien gelten:

- solare Strahlungsenergie,
- Biomasse,
- Geothermie,
- Umweltwärme und -kälte.

Es kann auf die Nutzungspflicht verzichtet werden, wenn Ersatzmaßnahmen ergriffen werden. Für diese gelten unterschiedliche Voraussetzungen. Als Ersatzmaßnahmen gelten die Nutzung von

- Abwärme bzw. Wärmerückgewinnung,
- Kraft-Wärme-(Kälte-)Kopplung,
- Fernwärme bzw. Fernkälte

sowie die Einsparung von Energie (Unterschreitung der Anforderungen der Energieeinsparverordnung).

Auch die Kombination von mehreren Maßnahmen ist möglich. Der Nachweis erfolgt auf Basis der EnEV-Berechnungen und ist im Anschluss daran aufgeführt.

Öffentlichen Gebäuden kommt im Rahmen des EEWärmeG eine Vorbildfunktion zu. Daher gelten für die Gebäude der öffentlichen Hand teilweise andere Anforderungen. Beispielsweise muss bei öffentlichen Gebäuden das EEWärmeG nicht nur im Falle eines Neubaus sondern auch bei einer grundlegenden Renovierung eingehalten werden.

Übersicht der Berechnungsparameter des Projektes

Die Berechnungen des Nichtwohngebäudes nach DIN V 18599 werden unter der Annahme folgender Randbedingungen geführt:

- Berechnung mit Mehrzonenmodell nach DIN V 18599:2011-03 und allgemeinen Randbedingungen der EnEV 2014

Geometriedaten des Gebäudes:

- charakteristische Länge: 27,97 m
- charakteristische Breite: 16,92 m
- Geschosshöhe: 4,12 m
- Anzahl Geschosse: 3

- die Gebäudedichtheit entspricht Kategorie II

Die Temperaturkorrekturfaktoren von Bauteilen des unteren Gebäudeabschlusses werden unter folgenden Randbedingungen ermittelt:

- Bodenplatte ohne Randdämmung
- Kellerdecken und Kellerwände zum unbeheizten Keller ohne Perimeterdämmung
- Grundwassereinfluss wird nicht berücksichtigt

Für alle Zonen gilt:

- Es wird das genaue Verfahren zur Berechnung der Temperatur von unbeheizten Zonen verwendet.
- Der Energiefluss erdberührter Bauteile über das Erdreich wird gem. DIN EN ISO 13370 berechnet.
- Wärmeleitfähigkeit Erdreich: 2,00 W/(mK)
- volumenbezogene Wärmekapazität Erdreich: 2E006 J/(m³K)
- Windabschirmfaktor: 0,02
- Es wird kein Einfluss von fließendem Grundwasser berücksichtigt.

Für die Nachweise nach der EnEV 2014 gelten folgende Bedingungen:

- das Gebäude ist ein Nichtwohngebäude
- In vorh. q_p wurde ein regenerativer Stromertrag nach EnEV §5 von 23,0 kWh/(m²a) berücksichtigt.

Nachweis nach EnEV 2014 für Nichtwohngebäude

Der Nachweis wird mit den ab 1. Januar 2016 geltenden Anforderungen der EnEV geführt.

Nachweis der mittleren U-Werte nach der EnEV für normal beheizte Gebäudeteile (Solltemperatur $\geq 19^{\circ}\text{C}$)

| Bauteilgruppe | vorh. mittl. U-Wert | zul. mittl. U-Wert |
|----------------------------|---------------------------|---------------------------|
| opake Bauteile nach Außen: | 0,21 W/(m ² K) | 0,28 W/(m ² K) |
| transparente Fenster: | 1,02 W/(m ² K) | 1,50 W/(m ² K) |
| Vorhangfassaden: | 0,00 W/(m ² K) | 1,50 W/(m ² K) |
| Oberlichtsysteme: | 2,00 W/(m ² K) | 2,50 W/(m ² K) |

Der Nachweis wurde erfüllt!

Es sind für den Nachweis der mittleren U-Werte keine neuen Gebäudeteile mit Innentemperaturen $< 19^{\circ}\text{C}$ vorhanden.

Es sind keine normal beheizten Gebäudeteile mit Raumhöhe $> 4\text{m}$ und dezentraler Hallenheizung vorhanden.

Nachweis des Jahres-Primärenergiebedarfes nach der EnEV (Mehrzonen-Modell)

$A_{\text{NGF}} = 1.196,4 \text{ m}^2$

Nichtwohngebäude:

zul. $q_P = 116,3 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
(q_P Referenzgebäude nach EnEV Anlage 2 Tabelle 1)

vorh. $q_P = 110,1 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
(q_P nachzuweisendes Gebäude: -5,3 %)

In vorh. q_P wurde ein regenerativer Stromertrag nach EnEV §5 von $9,4 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ berücksichtigt.

Der Nachweis wurde erfüllt!

Der folgende Nachweis der Verwendung von erneuerbaren Energien wird nach dem ab 1. Januar 2009 gültigen EEWärmeG in der Fassung vom 20. Oktober 2015 geführt. Die römischen Ziffern beziehen sich auf die Anlage des Gesetzes. Der Unterzeichner des Nachweises stellt auch die gem. Anhang EEWärmeG notwendigen Nachweise und Bescheinigungen zusammen und überwacht die ordnungsgemäße Ausführung und Umsetzung. Der Nachweis ist nur zusammen mit diesen Anlagen gültig.

Wärme- und Kälteenergiebedarf (Summe der Erzeugernutzenergieabgaben)

| | | |
|-------------------|------------------------------|----------------------|
| Heizung | $Q_{h,outg}$ | 114.083 kWh/a |
| Heizung RLT | $Q^*_{h,outg}$ | 26.702 kWh/a |
| Kühlung | $Q_{c,outg}$ | 0 kWh/a |
| Kühlung RLT | $Q^*_{c,outg}$ | 0 kWh/a |
| Trinkwarmwasser | $Q_{w,outg}$ | 17.097 kWh/a |
| Befeuchtung/Dampf | $Q_{m,outg}$ | 0 kWh/a |
| Summe | Q_{outg} | 157.883 kWh/a |

Deckung durch regenerativer Energie nach EEWärmeG

III. Geothermie und Umweltwärme Elektrische Wärmepumpe

- Die Wärmepumpe (Quelle Luft, mit Warmwasserbereitung) weist eine Jahresarbeitszahl von mindestens 3,3 auf.
- Die Wärmepumpe verfügt über einen Wärmemengen- und Stromzähler, deren Messwerte die Berechnung der Jahresarbeitszahl der Wärmepumpen ermöglichen. Satz 1 gilt nicht bei Sole/Wasser und Wasser/Wasser-Wärmepumpen, wenn die Vorlauftemperatur der Heizungsanlage nachweislich bis zu 35°C beträgt.

Der Wärmeenergiebedarf Heizung, Kühlung und Warmwasser des Gebäudes beträgt 157.883 kWh/a. Durch die Wärmepumpe werden 132.374 kWh/a gedeckt. Der Anteil Wärmeenergie des Gebäudes, welcher durch die Wärmepumpe gedeckt wird, beträgt damit 83,8 %.

Die vorhandene Wärmepumpe ist damit als Nachweis der Maßnahme III ausreichend.

V. Abwärme Wärmerückgewinnung

- Der Wärmerückgewinnungsgrad der Anlage beträgt mindestens 70%.
- Die Leistungszahl, die aus dem Verhältnis von der aus der Wärmerückgewinnung stammenden und genutzten Wärme zum Stromeinsatz für den Betrieb der raumlufttechnischen Anlage ermittelt wird, beträgt mindestens 10.

Der Wärmeenergiebedarf Heizung, Kühlung und Warmwasser des Gebäudes beträgt 157.883 kWh/a. Durch die Wärmerückgewinnung werden 10.166 kWh/a gedeckt. Der Anteil Wärmeenergie des Gebäudes, welcher durch die Wärmerückgewinnung gedeckt wird, beträgt damit 6,4 %.

Die vorhandene Wärmerückgewinnung erfüllt die Maßnahme V damit zu 12,9 %

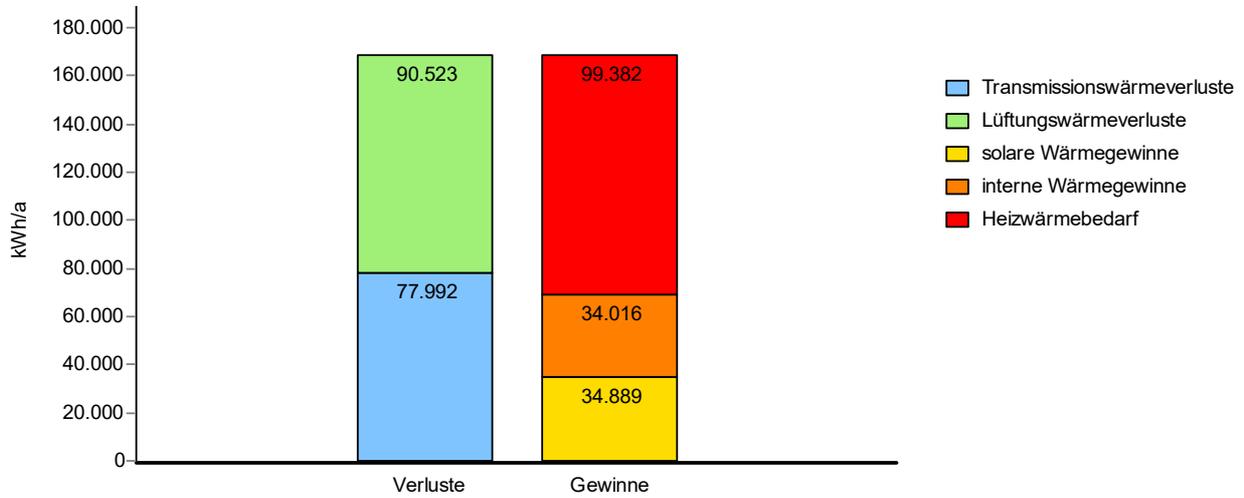
Mit den angegebenen Maßnahmen ist das EEWärmeG erfüllt.

Aussteller:
 Ingenieurbüro Hausladen GmbH
 Feldkirchener Str. 7a
 85551 Kirchheim

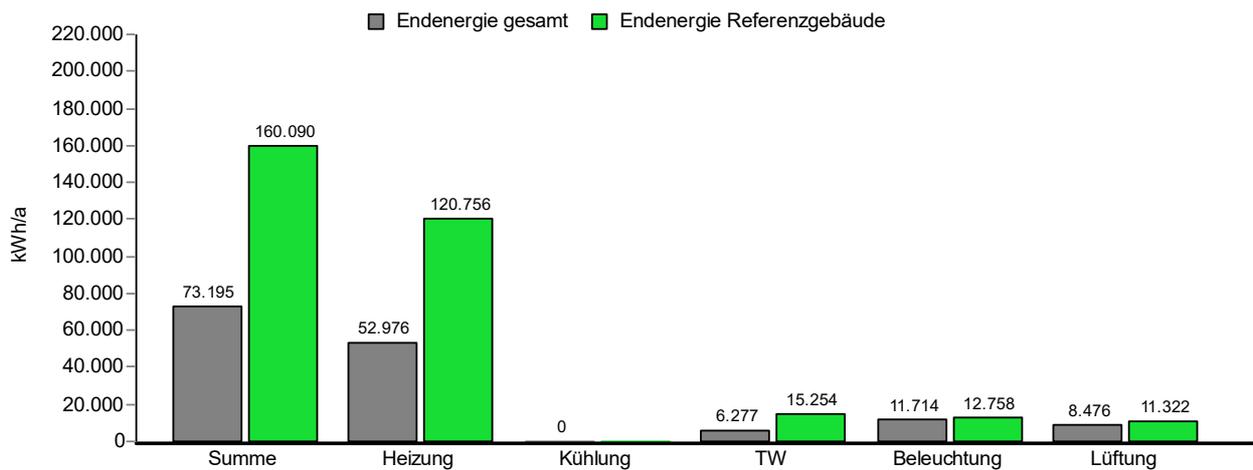


Datum, Unterschrift

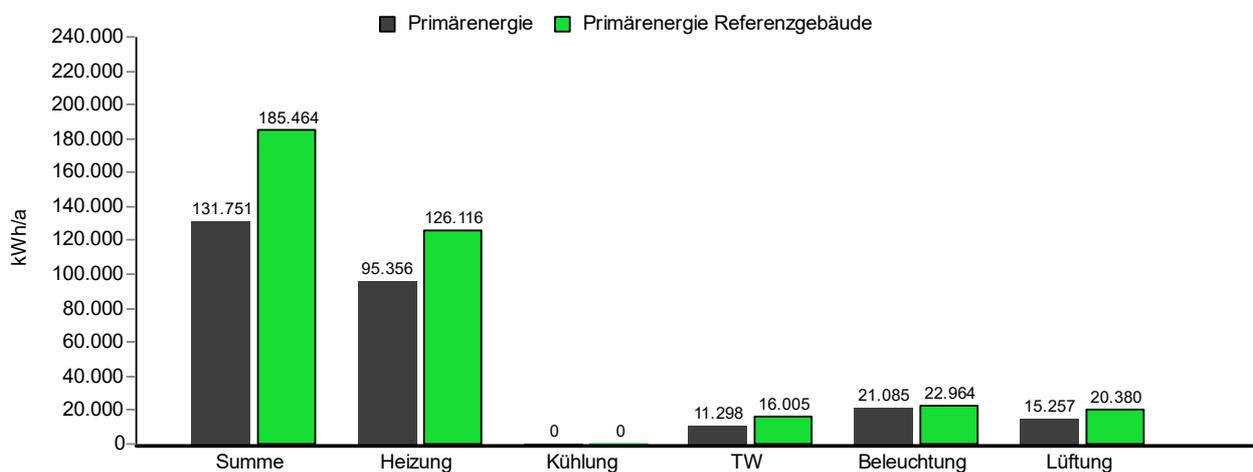
Wärmebilanz des Gebäudes



Endenergie im Vergleich zum Referenzgebäude



Primärenergiebedarf im Vergleich zum Referenzgebäude



| | | |
|---|---|----------------------------|
| Bauphysik: | Gesamtgebäude | |
| | thermisch konditioniertes Volumen V_e | 5.799 m ³ |
| | Nettogrundfläche A_{NGF} | 1.196 m ² |
| | Verhältnis A/V_e | 0,36 1/m |
| | Luftvolumen V | 4.343 m ³ |
| | Fläche Gebäudehülle A | 2.075,1 m ² |
| | spezifischer Transmissionswärmeverlust H_T' : | 0,389 W/(m ² K) |
| Primärenergie: | Primärenergiebedarf gesamt Q_p | 131.751 kWh/a |
| | Primärenergiebedarf Heizung $Q_{h,p}$ | 95.356 kWh/a |
| | Primärenergiebedarf Kälte $Q_{c,p}$ | 0 kWh/a |
| | Primärenergiebedarf Trinkwarmwasser $Q_{w,p}$ | 11.298 kWh/a |
| | Primärenergiebedarf Beleuchtung $Q_{l,p}$ | 21.085 kWh/a |
| | Primärenergiebedarf Lüftung (Hilfsenergie) $W_{v,p}$ | 15.257 kWh/a |
| | Primärenergieanteil regenerativer Strom EnEV §5 | 11.245 kWh/a |
| Endenergie: (incl. Hilfsenergie) | Endenergiebedarf gesamt Q_f | 73.195 kWh/a |
| | Endenergiebedarf Heizung $Q_{h,f}$ | 52.976 kWh/a |
| | Endenergiebedarf Kälte $Q_{c,f}$ | 0 kWh/a |
| | Endenergiebedarf Trinkwarmwasser $Q_{w,f}$ | 6.277 kWh/a |
| | Endenergiebedarf Beleuchtung $Q_{l,f}$ | 11.714 kWh/a |
| | Endenergiebedarf Lüftung (Hilfsenergie) W_v | 8.476 kWh/a |
| Endenergie: (nach Bedarfsdeckung) | Wärmeerzeugung Raumwärme $Q_{h,f}$ | 36.342 kWh/a |
| | Wärmeerzeugung RLT-Heizfunktion $Q_{h^+,f}$ | 15.324 kWh/a |
| | Wärmeerzeugung Absorptionskältemaschine $Q_{h,AKM,f}$ | 0 kWh/a |
| | Kälteerzeugung Raumkühlung $Q_{c,f}$ | 0 kWh/a |
| | Kälteerzeugung RLT-Kühlfunktion $Q_{c^+,f}$ | 0 kWh/a |
| | Dampferzeugung/Befeuchtung (nur Dampf) $Q_{m^+,f}$ | 0 kWh/a |
| | Warmwasserbereitung $Q_{w,f}$ | 6.277 kWh/a |
| | Hilfsenergie Lufttransport $Q_{v,f}$ | 8.476 kWh/a |
| | Beleuchtung $Q_{l,f}$ | 11.714 kWh/a |
| | Endenergieanteil regenerativer Strom EnEV §5 | 6.247 kWh/a |
| Hilfsenergie: | Hilfsenergiebedarf gesamt W_f | 9.786 kWh/a |
| | Hilfsenergiebedarf Heizung und Wärme RLT-Anlage $W_h + W_{h^+}$ | 1.310 kWh/a |
| | Hilfsenergiebedarf Kühlsystem W_c | 0 kWh/a |
| | Hilfsenergiebedarf Kälte RLT-Anlage W_{c^+} | 0 kWh/a |
| | Hilfsenergiebedarf Befeuchtung W_m | 0 kWh/a |
| | Hilfsenergiebedarf Absorptionskältemaschine $W_{c,f,therm}$ | 0 kWh/a |
| | Hilfsenergiebedarf Trinkwarmwasser W_w | 0 kWh/a |
| | Hilfsenergiebedarf Lüftung W_v | 8.476 kWh/a |
| Nutzenergie: | Nutzenergiebedarf Summe Bedarf Q_b | 139.765 kWh/a |
| | Nutzenergiebedarf Heizung $Q_{h,b} + Q_{vh,b}$ | 112.451 kWh/a |
| | Nutzenergiebedarf Kühlung $Q_{c,b} + Q_{vc,b} + Q_{m^+,b}$ | 0 kWh/a |
| | Nutzenergiebedarf Warmwasser $Q_{w,b}$ | 15.600 kWh/a |
| | Nutzenergiebedarf Beleuchtung $Q_{l,b}$ | 11.714 kWh/a |
| | Nutzenergiebedarf Heizung statisch $Q_{h,b}$ | 99.382 kWh/a |
| | Nutzenergiebedarf Heizung Luftaufbereitung $Q_{vh,b}$ | 13.069 kWh/a |
| | Nutzenergiebedarf Kühlung statisch $Q_{c,b}$ | 0 kWh/a |
| | Nutzenergiebedarf Kühlung Luftaufbereitung $Q_{vc,b}$ | 0 kWh/a |
| | Nutzenergiebedarf Befeuchtung $Q_{m^+,b}$ | 0 kWh/a |
| | Nutzenergiebedarf für RLT-Heizregister $Q_{h^+,b}$ | 14.376 kWh/a |
| | Nutzenergiebedarf für RLT-Kühlregister $Q_{c^+,b}$ | 0 kWh/a |

| | | |
|--|---|---------------|
| Primärenergie: (Referenzgebäude) | Primärenergiebedarf gesamt Q_p | 185.464 kWh/a |
| | Primärenergiebedarf Heizung $Q_{h,p}$ | 126.116 kWh/a |
| | Primärenergiebedarf Kälte $Q_{c,p}$ | 0 kWh/a |
| | Primärenergiebedarf Trinkwarmwasser $Q_{w,p}$ | 16.005 kWh/a |
| | Primärenergiebedarf Beleuchtung $Q_{l,p}$ | 22.964 kWh/a |
| | Primärenergiebedarf Lüftung (Hilfsenergie) $W_{v,p}$ | 20.380 kWh/a |
| | Primärenergiebedarf für EnEV-Nachweis Q_p | 139.098 kWh/a |
| Endenergie: (Referenzgebäude) (incl. Hilfsenergie) | Endenergiebedarf gesamt Q_f | 160.090 kWh/a |
| | Endenergiebedarf Heizung $Q_{h,e}$ | 120.756 kWh/a |
| | Endenergiebedarf Kälte $Q_{c,e}$ | 0 kWh/a |
| | Endenergiebedarf Trinkwarmwasser $Q_{w,e}$ | 15.254 kWh/a |
| | Endenergiebedarf Beleuchtung $Q_{l,e}$ | 12.758 kWh/a |
| | Endenergiebedarf Lüftung (Hilfsenergie) W_v | 11.322 kWh/a |
| Endenergie: (Referenzgebäude) (nach Bedarfsdeckung) | Wärmeerzeugung Raumwärme $Q_{h,f}$ | 108.998 kWh/a |
| | Wärmeerzeugung RLT-Heizfunktion $Q_{h^*,f}$ | 10.704 kWh/a |
| | Wärmeerzeugung Absorptionskältemaschine $Q_{h,AKM,f}$ | 0 kWh/a |
| | Kälteerzeugung Raumkühlung $Q_{c,f}$ | 0 kWh/a |
| | Wärmeerzeugung RLT-Kühlfunktion $Q_{c^*,f}$ | 0 kWh/a |
| | Dampferzeugung/Befeuchtung (nur Dampf) $Q_{m^*,f}$ | 0 kWh/a |
| | Warmwasserbereitung $Q_{w,f}$ | 15.024 kWh/a |
| | Hilfsenergie Lufttransport $Q_{v,f}$ | 11.322 kWh/a |
| | Beleuchtung $Q_{l,f}$ | 12.758 kWh/a |
| Hilfsenergie: (Referenzgebäude) | Hilfsenergiebedarf gesamt W_f | 12.606 kWh/a |
| | Hilfsenergiebedarf Heizung und Wärme RLT-Anlage $W_h + W_h^*$ | 1.053 kWh/a |
| | Hilfsenergiebedarf Kühlsystem W_c | 0 kWh/a |
| | Hilfsenergiebedarf Kälte RLT-Anlage W_{c^*} | 0 kWh/a |
| | Hilfsenergiebedarf Befeuchtung W_m | 0 kWh/a |
| | Hilfsenergiebedarf Absorptionskältemaschine $W_{c,f,therm}$ | 0 kWh/a |
| | Hilfsenergiebedarf Trinkwarmwasser W_w | 230 kWh/a |
| | Hilfsenergiebedarf Lüftung W_v | 11.322 kWh/a |
| Nutzenergie: (Referenzgebäude) | Nutzenergiebedarf Summe Bedarf Q_b | 123.508 kWh/a |
| | Nutzenergiebedarf Heizung $Q_{h,b} + Q_{vh,b}$ | 95.150 kWh/a |
| | Nutzenergiebedarf Kühlung $Q_{c,b} + Q_{vc,b} + Q_{m^*,b}$ | 0 kWh/a |
| | Nutzenergiebedarf Warmwasser $Q_{w,b}$ | 15.600 kWh/a |
| | Nutzenergiebedarf Beleuchtung $Q_{l,b}$ | 12.758 kWh/a |
| | Nutzenergiebedarf Heizung statisch $Q_{h,b}$ | 86.740 kWh/a |
| | Nutzenergiebedarf Heizung Luftaufbereitung $Q_{vh,b}$ | 8.410 kWh/a |
| | Nutzenergiebedarf Kühlung statisch $Q_{c,b}$ | 0 kWh/a |
| | Nutzenergiebedarf Kühlung Luftaufbereitung $Q_{vc,b}$ | 0 kWh/a |
| | Nutzenergiebedarf Befeuchtung $Q_{m^*,b}$ | 0 kWh/a |
| | Nutzenergiebedarf für RLT-Heizregister $Q_{h^*,b}$ | 9.251 kWh/a |
| | Nutzenergiebedarf für RLT-Kühlregister $Q_{c^*,b}$ | 0 kWh/a |
| | spezifischer Transmissionswärmeverlust Ref. H_T' : | 0,409 W/(m²K) |
| | CO ₂ -Emission Referenzgebäude: | 48.190 kg/a |

Zone: ARS Arbeitsräume Schüler

Allgemeine Grundlagen

| | |
|---|---|
| Volumen V_e | 1.943,3 m ³ enthält V_e aus Raum ARS Arbeitsräume Schüler: 1.943,3 m ³ |
| Luftvolumen V | 1.499,0 m ³ (gesonderte Ermittlung) |
| Nettogrundfläche A_{NGF} | 413,0 m ² enthält A_{NGF} aus Raum ARS Arbeitsräume Schüler: 413,0 m ² |
| Wärmebrückenzuschlag wirksame Wärmekapazität | 0,10 W/m ² K mittel 90 Wh/(m ² K) |
| Nutzungsprofil gem. DIN 18599 Nutzungsprofil Warmwasser gem DIN 18599 Lage innerhalb des Gebäudes Raumhöhe | 8 Klassenzimmer (Schulen) Kein anzusetzender Bedarf außen 3,63 m |

Konditionierung

| | |
|---|---------------------------------------|
| Konditionierung durch statische Systeme | Zone wird nur beheizt |
| Konditionierung durch Lüftungsanlagen | keine Luftaufbereitung vorhanden |
| Betriebsmodus Heizung in der Nutzungszeit | Nachtabsenkung |
| Betriebsmodus Heizung in der Nichtnutzungszeit | Nachtabsenkung |
| Betriebsmodus Kühlung in der Nichtnutzungszeit | eingeschaltet |
| Kühlung ist bedarfsorientiert | Nein |
| sommerlicher Wärmeschutz DIN 4108-2 ist erfüllt | Nein |
| Dichtheitskategorie der Zone | Kategorie II |
| Gebäudeautomationsklasse nach DIN 18599-11 | Klasse C |
| Zuschlag Ventilatorleistung Referenzgebäude | keine Zuschlag |
| Einzelraumregelung gem. DIN 18599-5 Abs. 6.2.2 | keine vollständige Einzelraumregelung |
| indirekte Verdunstungskühlung in der Zone | keine Lüftung |
| sorptionsgestützte Klimatisierung in der Zone | keine Lüftung |

Randbedingungen für Berechnungen nach DIN EN ISO 13370

Bodenplatte im Erdreich (ohne Keller)

| | |
|--------------------------|--|
| Perimeter P | 15,60 m |
| Dicke der Außenwände d | 0,46 m |
| Art der Perimeterdämmung | keine horizontale oder vertikale Dämmung |

Kellerbodenplatte

| | |
|--------------------------|--|
| Perimeter P | keine Kellerdecke zum unbeheizten Keller |
| Dicke der Außenwände d | |

aufgeständerte Bodenplatte

| | |
|--|----------------------------------|
| Perimeter P | keine aufgeständerte Bodenplatte |
| Dicke der Außenwände d | |
| Wärmedurchlaßwiderstand unterseitige Dämmung R_g | |
| Wärmedurchgangskoeffizient der Wände Kriechkeller U_w | |
| Höhe der Bodenplattenoberkante über GOK h | |
| auf den Umfang bezogene Fläche der Lüftungsöffnungen ε | |



Schulbau Open Source Weimar

Nutzungsrandbedingungen

| | |
|--|---|
| tägliche Nutzungszeit | 7,0 h/d |
| jährliche Nutzungstage $d_{\text{nutz,a}}$ | 200 d/a |
| jährliche Nutzungsstunden zur Tagzeit t_{Tag} | 1.400 h/a |
| jährliche Nutzungsstunden zur Nachtzeit t_{Nacht} | 0 h/a |
| tägliche Betriebszeit RLT und Kühlung | 9,0 h/d |
| jährliche Betriebstage Anlagentechnik $d_{\text{op,a}}$ | 200 d/a |
| tägliche Betriebszeit Heizung | 9,0 h/d |
| | |
| Raum-Solltemperatur Heizung $\vartheta_{i,h,\text{soll}}$ | 21 °C |
| Raum-Solltemperatur Kühlung $\vartheta_{i,c,\text{soll}}$ | 24 °C |
| Minimaltemperatur Auslegung Heizung $\vartheta_{i,h,\text{min}}$ | 20 °C |
| Maximaltemperatur Auslegung Kühlung $\vartheta_{i,c,\text{max}}$ | 26 °C |
| Temperaturabsenkung reduzierter Betrieb $\Delta\vartheta_{i,NA}$ | 4 K |
| Feuchteanforderung | mit Toleranz |
| | |
| Mindestaußenluftvolumenstrom V_a | 10,00 m ³ /hm ² |
| | |
| Wartungswert der Beleuchtungsstärke E_m | 300 lx |
| Höhe der Nutzebene h_{Ne} | 0,8 m |
| Minderungsfaktor k_A | 0,97 |
| relative Abwesenheit C_A | 0,25 |
| Raumindex k | 2,00 |
| Minderungsfaktor Gebäudebetriebszeit F_t | 0,90 |
| | |
| interne Wärmegewinne Personen $q_{i,p}$ | 100 Wh/(m ² d) |
| interne Wärmegewinne Arbeitsgeräte $q_{i,fac}$ | 20 Wh/(m ² d) |
| | |
| Nutzenergiebedarf Warmwasser flächenbezogen | kein Bedarf |
| Nutzenergiebedarf Warmwasser nutzungsbezogen | kein Bedarf |
| Anzahl Spitzenzapfungen am Tag | - |
| | |
| Mindestvolumenstrom Gebäude $V_{a,Geb}$ | 2,50 m ³ /(m ² h) |
| relative Abwesenheit C_{RLT} | 0,25 |
| Teilbetriebsfaktor Gebäudebetriebszeit RLT f_{RLT} | 0,90 |



18.0505

Schulbau Open Source Weimar

Zone: BUE Büro

Allgemeine Grundlagen

| | |
|---|---|
| Volumen V_e | 1.441,4 m ³ enthält V_e aus Raum BUE Büro: 1.441,4 m ³ |
| Luftvolumen V | 1.020,0 m ³ (gesonderte Ermittlung) |
| Nettogrundfläche A_{NGF} | 281,0 m ² enthält A_{NGF} aus Raum BUE Büro: 281,0 m ² |
| Wärmebrückenzuschlag | 0,10 W/m ² K |
| wirksame Wärmekapazität | mittel 90 Wh/(m ² K) |
| Nutzungsprofil gem. DIN 18599 | 2 Gruppenbüro (zwei bis sechs Arbeitsplätze) |
| Nutzungsprofil Warmwasser gem DIN 18599 | Kein anzusetzender Bedarf |
| Lage innerhalb des Gebäudes | außen |
| Raumhöhe | 3,63 m |

Konditionierung

| | |
|---|---------------------------------------|
| Konditionierung durch statische Systeme | Zone wird nur beheizt |
| Konditionierung durch Lüftungsanlagen | keine Luftaufbereitung vorhanden |
| Betriebsmodus Heizung in der Nutzungszeit | Nachtabsenkung |
| Betriebsmodus Heizung in der Nichtnutzungszeit | Nachtabsenkung |
| Betriebsmodus Kühlung in der Nichtnutzungszeit | eingeschaltet |
| Kühlung ist Bedarfsorientiert | Nein |
| sommerlicher Wärmeschutz DIN 4108-2 ist erfüllt | Nein |
| Dichtheitskategorie der Zone | Kategorie II |
| Gebäudeautomationsklasse nach DIN 18599-11 | Klasse C |
| Zuschlag Ventilatorleistung Referenzgebäude | keine Zuschlag |
| Einzelraumregelung gem. DIN 18599-5 Abs. 6.2.2 | keine vollständige Einzelraumregelung |
| indirekte Verdunstungskühlung in der Zone | keine Lüftung |
| sorptionsgestützte Klimatisierung in der Zone | keine Lüftung |



ingenieurbüro
hausladen gmbh

Nutzungsrandbedingungen

| | |
|--|---|
| tägliche Nutzungszeit | 11,0 h/d |
| jährliche Nutzungstage $d_{\text{nutz,a}}$ | 250 d/a |
| jährliche Nutzungsstunden zur Tagzeit t_{Tag} | 2.543 h/a |
| jährliche Nutzungsstunden zur Nachtzeit t_{Nacht} | 207 h/a |
| tägliche Betriebszeit RLT und Kühlung | 13,0 h/d |
| jährliche Betriebstage Anlagentechnik $d_{\text{op,a}}$ | 250 d/a |
| tägliche Betriebszeit Heizung | 13,0 h/d |
| | |
| Raum-Solltemperatur Heizung $\vartheta_{i,h,\text{soll}}$ | 21 °C |
| Raum-Solltemperatur Kühlung $\vartheta_{i,c,\text{soll}}$ | 24 °C |
| Minimaltemperatur Auslegung Heizung $\vartheta_{i,h,\text{min}}$ | 20 °C |
| Maximaltemperatur Auslegung Kühlung $\vartheta_{i,c,\text{max}}$ | 26 °C |
| Temperaturabsenkung reduzierter Betrieb $\Delta\vartheta_{i,NA}$ | 4 K |
| Feuchteanforderung | mit Toleranz |
| | |
| Mindestaußenluftvolumenstrom V_a | 4,00 m ³ /hm ² |
| | |
| Wartungswert der Beleuchtungsstärke E_m | 500 lx |
| Höhe der Nutzebene h_{Ne} | 0,8 m |
| Minderungsfaktor k_A | 0,92 |
| relative Abwesenheit C_A | 0,30 |
| Raumindex k | 1,25 |
| Minderungsfaktor Gebäudebetriebszeit F_t | 0,70 |
| | |
| interne Wärmegewinne Personen $q_{i,p}$ | 30 Wh/(m ² d) |
| interne Wärmegewinne Arbeitsgeräte $q_{i,fac}$ | 42 Wh/(m ² d) |
| | |
| Nutzenergiebedarf Warmwasser flächenbezogen | kein Bedarf |
| Nutzenergiebedarf Warmwasser nutzungsbezogen | kein Bedarf |
| Anzahl Spitzenzapfungen am Tag | - |
| | |
| Mindestvolumenstrom Gebäude $V_{a,Geb}$ | 2,50 m ³ /(m ² h) |
| relative Abwesenheit C_{RLT} | 0,30 |
| Teilbetriebsfaktor Gebäudebetriebszeit RLT f_{RLT} | 0,70 |



18.0505

Schulbau Open Source Weimar

Zone: NFL Nebenfläche

Allgemeine Grundlagen

| | |
|--|--|
| Volumen V_e | 1.297,4 m ³ enthält V_e aus Raum NFL Nebenfläche: 1.297,4 m ³ |
| Luftvolumen V | 969,6 m ³ (gesonderte Ermittlung) |
| Nettogrundfläche A_{NGF} | 267,1 m ² enthält A_{NGF} aus Raum NFL Nebenfläche: 267,1 m ² |
| Wärmebrückenzuschlag | 0,10 W/m ² K |
| wirksame Wärmekapazität | schwer 130 Wh/(m ² K) |
| Nutzungsprofil gem. DIN 18599 | 18 Nebenflächen (ohne Aufenthaltsräume) |
| Nutzungsprofil Warmwasser gem. DIN 18599 | Kein anzusetzender Bedarf |
| Lage innerhalb des Gebäudes | außen |
| Raumhöhe | 3,63 m |

Konditionierung

| | |
|---|---|
| Konditionierung durch statische Systeme | Zone wird nur beheizt |
| Konditionierung durch Lüftungsanlagen | Lüftungsanlage mit temperaturgeregelter Aufbereitung, Heizung |
| Betriebsmodus Heizung in der Nutzungszeit | Nachtabsenkung |
| Betriebsmodus Heizung in der Nichtnutzungszeit | Nachtabsenkung |
| Betriebsmodus Kühlung in der Nichtnutzungszeit | eingeschaltet |
| Kühlung ist bedarfsorientiert | Nein |
| sommerlicher Wärmeschutz DIN 4108-2 ist erfüllt | Nein |
| Dichtheitskategorie der Zone | Kategorie II |
| Gebäudeautomationsklasse nach DIN 18599-11 | Klasse C |
| Zuschlag Ventilatorleistung Referenzgebäude | |
| Einzelraumregelung gem. DIN 18599-5 Abs. 6.2.2 | keine vollständige Einzelraumregelung |
| indirekte Verdunstungskühlung in der Zone | Nein |
| sorptionsgestützte Klimatisierung in der Zone | Nein |

Konditionierung RLT

| | |
|---|---|
| Art der Lüftungsanlage | vollständige Deckung des Außenluftwechsels |
| Volumenstrom | Konstantvolumenanlage (KVS) |
| Art der Befeuchtung | keine Befeuchtung |
| Art der Wärmerückgewinnung | Wärmerückgewinnung ohne Feuchte- und Stoffaustausch |
| Wärmerückgewinnungsgrad | 0,75 |
| Zulufttemperatur Auslegung im Sommer | 24,0 °C |
| Zulufttemperatur Auslegung im Winter | 20,0 °C |
| Zulufttemperatur Solltemperatur | 18,0 °C |
| Druckverlust im Zuluftkanalnetz | 660 Pa |
| mittlerer Gesamt-Wirkungsgrad Zuluft | 0,60 |
| Auslegungsvolumenstrom Zuluft | 0 m ³ /h |
| Druckverlust im Abluftkanalnetz | 530 Pa |
| mittlerer Gesamt-Wirkungsgrad Abluft | 0,60 |
| Auslegungsvolumenstrom Abluft | 0 m ³ /h |
| mechanischer Luftwechsel bei teilweiser Deckung | 0,00 1/h |
| flächenbezogener Abluftvolumenstrom RLT | 0,00 m ³ /m ² h |
| Anlagentechnischer Mindestvolumenstrom VVS | keine VVS |
| konstanter Anteil Druckverlust Zuluft VVS | keine VVS |
| konstanter Anteil Druckverlust Abluft VVS | keine VVS |
| bedarfsabhängige Volumenstromregelung | keine Bedarfsregelung |

Randbedingungen für Berechnungen nach DIN EN ISO 13370

Bodenplatte im Erdreich (ohne Keller)

| | |
|--------------------------|--|
| Perimeter P | 30,28 m |
| Dicke der Außenwände d | 0,46 m |
| Art der Perimeterdämmung | keine horizontale oder vertikale Dämmung |

Kellerbodenplatte

| | |
|------------------------|--|
| Perimeter P | keine Kellerdecke zum unbeheizten Keller |
| Dicke der Außenwände d | |

aufgeständerte Bodenplatte

| | |
|--|----------------------------------|
| Perimeter P | keine aufgeständerte Bodenplatte |
| Dicke der Außenwände d | |
| Wärmedurchlaßwiderstand unterseitige Dämmung R_g | |
| Wärmedurchgangskoeffizient der Wände Kriechkeller U_w | |
| Höhe der Bodenplattenoberkante über GOK h | |
| auf den Umfang bezogene Fläche der Lüftungsöffnungen ε | |

Nutzungsrandbedingungen

| | |
|--|--|
| tägliche Nutzungszeit | 11,0 h/d |
| jährliche Nutzungstage $d_{\text{nutz,a}}$ | 250 d/a |
| jährliche Nutzungsstunden zur Tagzeit t_{Tag} | 2.543 h/a |
| jährliche Nutzungsstunden zur Nachtzeit t_{Nacht} | 207 h/a |
| tägliche Betriebszeit RLT und Kühlung | 13,0 h/d |
| jährliche Betriebstage Anlagentechnik $d_{\text{op,a}}$ | 250 d/a |
| tägliche Betriebszeit Heizung | 13,0 h/d |
| Raum-Solltemperatur Heizung $\vartheta_{i,h,\text{soll}}$ | 21 °C |
| Raum-Solltemperatur Kühlung $\vartheta_{i,c,\text{soll}}$ | 24 °C |
| Minimaltemperatur Auslegung Heizung $\vartheta_{i,h,\text{min}}$ | 20 °C |
| Maximaltemperatur Auslegung Kühlung $\vartheta_{i,c,\text{max}}$ | 26 °C |
| Temperaturabsenkung reduzierter Betrieb $\Delta\vartheta_{i,NA}$ | 4 K |
| Feuchteanforderung | ohne Anforderung |
| Mindestaußenluftvolumenstrom V_a | 0,15 m ³ /hm ² |
| Wartungswert der Beleuchtungsstärke E_m | 100 lx |
| Höhe der Nutzebene h_{Ne} | 0,8 m |
| Minderungsfaktor k_A | 1,00 |
| relative Abwesenheit C_A | 0,90 |
| Raumindex k | 1,50 |
| Minderungsfaktor Gebäudebetriebszeit F_t | 1,00 |
| interne Wärmegewinne Personen $q_{i,p}$ | 0 Wh/(m ² d) |
| interne Wärmegewinne Arbeitsgeräte $q_{i,fac}$ | 0 Wh/(m ² d) |
| Nutzenergiebedarf Warmwasser flächenbezogen | kein Bedarf |
| Nutzenergiebedarf Warmwasser nutzungsbezogen | kein Bedarf |
| Anzahl Spitzenzapfungen am Tag | - |
| Mindestvolumenstrom Gebäude $V_{a,Geb}$ | -1,00 m ³ /(m ² h) |
| relative Abwesenheit C_{RLT} | -1,00 |
| Teilbetriebsfaktor Gebäudebetriebszeit RLT f_{RLT} | -1,00 |

| | |
|---|---|
| Volumen V_e | 249,9 m ³ enthält V_e aus Raum SAN Sanitärebereiche: 249,9 m ³ |
| Luftvolumen V | 185,5 m ³ (gesonderte Ermittlung) |
| Nettogrundfläche A_{NGF} | 51,1 m ² enthält A_{NGF} aus Raum SAN Sanitärebereiche: 51,1 m ² |
| Wärmebrückenzuschlag | 0,10 W/m ² K |
| wirksame Wärmekapazität | schwer 130 Wh/(m ² K) |
| Nutzungsprofil gem. DIN 18599 | 16 WC und Sanitärräume in Nichtwohngebäuden |
| Nutzungsprofil Warmwasser gem DIN 18599 | Kein anzusetzender Bedarf |
| Lage innerhalb des Gebäudes | außen, keine Fenster |
| Raumhöhe | 3,63 m |

Konditionierung

| | |
|---|---|
| Konditionierung durch statische Systeme | Zone wird nur beheizt |
| Konditionierung durch Lüftungsanlagen | Lüftungsanlage mit temperaturgeregelter Aufbereitung, Heizung |
| Betriebsmodus Heizung in der Nutzungszeit | Nachtabsenkung |
| Betriebsmodus Heizung in der Nichtnutzungszeit | Nachtabsenkung |
| Betriebsmodus Kühlung in der Nichtnutzungszeit | eingeschaltet |
| Kühlung ist Bedarfsorientiert | Nein |
| sommerlicher Wärmeschutz DIN 4108-2 ist erfüllt | Nein |
| Dichtheitskategorie der Zone | Kategorie II |
| Gebäudeautomationsklasse nach DIN 18599-11 | Klasse C |
| Zuschlag Ventilatorleistung Referenzgebäude | |
| Einzelraumregelung gem. DIN 18599-5 Abs. 6.2.2 | keine vollständige Einzelraumregelung |
| indirekte Verdunstungskühlung in der Zone | Nein |
| sorptionsgestützte Klimatisierung in der Zone | Nein |

Konditionierung RLT

| | |
|---|---|
| Art der Lüftungsanlage | vollständige Deckung des Außenluftwechsels |
| Volumenstrom | Konstantvolumenanlage (KVS) |
| Art der Befeuchtung | keine Befeuchtung |
| Art der Wärmerückgewinnung | Wärmerückgewinnung ohne Feuchte- und Stoffaustausch |
| Wärmerückgewinnungsgrad | 0,75 |
| Zulufttemperatur Auslegung im Sommer | 24,0 °C |
| Zulufttemperatur Auslegung im Winter | 20,0 °C |
| Zulufttemperatur Solltemperatur | 18,0 °C |
| Druckverlust im Zuluftkanalnetz | 660 Pa |
| mittlerer Gesamt-Wirkungsgrad Zuluft | 0,60 |
| Auslegungsvolumenstrom Zuluft | 0 m ³ /h |
| Druckverlust im Abluftkanalnetz | 530 Pa |
| mittlerer Gesamt-Wirkungsgrad Abluft | 0,60 |
| Auslegungsvolumenstrom Abluft | 0 m ³ /h |
| mechanischer Luftwechsel bei teilweiser Deckung | 0,00 1/h |
| flächenbezogener Abluftvolumenstrom RLT | 0,00 m ³ /m ² h |
| Anlagentechnischer Mindestvolumenstrom VVS | keine VVS |
| konstanter Anteil Druckverlust Zuluft VVS | keine VVS |
| konstanter Anteil Druckverlust Abluft VVS | keine VVS |
| bedarfsabhängige Volumenstromregelung | keine Bedarfsregelung |

Randbedingungen für Berechnungen nach DIN EN ISO 13370

Bodenplatte im Erdreich (ohne Keller)

| | |
|--------------------------|--|
| Perimeter P | 2,57 m |
| Dicke der Außenwände d | 0,46 m |
| Art der Perimeterdämmung | keine horizontale oder vertikale Dämmung |

Kellerbodenplatte

| | |
|------------------------|--|
| Perimeter P | keine Kellerdecke zum unbeheizten Keller |
| Dicke der Außenwände d | |

aufgeständerte Bodenplatte

| | |
|--|----------------------------------|
| Perimeter P | keine aufgeständerte Bodenplatte |
| Dicke der Außenwände d | |
| Wärmedurchlaßwiderstand unterseitige Dämmung R_g | |
| Wärmedurchgangskoeffizient der Wände Kriechkeller U_w | |
| Höhe der Bodenplattenoberkante über GOK h | |
| auf den Umfang bezogene Fläche der Lüftungsöffnungen ε | |

Nutzungsrandbedingungen

| | |
|--|---|
| tägliche Nutzungszeit | 11,0 h/d |
| jährliche Nutzungstage $d_{\text{nutz,a}}$ | 250 d/a |
| jährliche Nutzungsstunden zur Tagzeit t_{Tag} | 2.543 h/a |
| jährliche Nutzungsstunden zur Nachtzeit t_{Nacht} | 207 h/a |
| tägliche Betriebszeit RLT und Kühlung | 13,0 h/d |
| jährliche Betriebstage Anlagentechnik $d_{\text{op,a}}$ | 250 d/a |
| tägliche Betriebszeit Heizung | 13,0 h/d |
| Raum-Solltemperatur Heizung $\vartheta_{i,h,\text{soll}}$ | 21 °C |
| Raum-Solltemperatur Kühlung $\vartheta_{i,c,\text{soll}}$ | 24 °C |
| Minimaltemperatur Auslegung Heizung $\vartheta_{i,h,\text{min}}$ | 20 °C |
| Maximaltemperatur Auslegung Kühlung $\vartheta_{i,c,\text{max}}$ | 26 °C |
| Temperaturabsenkung reduzierter Betrieb $\Delta\vartheta_{i,NA}$ | 4 K |
| Feuchteanforderung | ohne Anforderung |
| Mindestaußenluftvolumenstrom V_a | 15,00 m ³ /hm ² |
| Wartungswert der Beleuchtungsstärke E_m | 200 lx |
| Höhe der Nutzebene h_{Ne} | 0,8 m |
| Minderungsfaktor k_A | 1,00 |
| relative Abwesenheit C_A | 0,90 |
| Raumindex k | 0,80 |
| Minderungsfaktor Gebäudebetriebszeit F_t | 1,00 |
| interne Wärmegewinne Personen $q_{i,p}$ | 0 Wh/(m ² d) |
| interne Wärmegewinne Arbeitsgeräte $q_{i,fac}$ | 0 Wh/(m ² d) |
| Nutzenergiebedarf Warmwasser flächenbezogen | kein Bedarf |
| Nutzenergiebedarf Warmwasser nutzungsbezogen | kein Bedarf |
| Anzahl Spitzenzapfungen am Tag | - |
| Mindestvolumenstrom Gebäude $V_{a,Geb}$ | 5,00 m ³ /(m ² h) |
| relative Abwesenheit C_{RLT} | 0,70 |
| Teilbetriebsfaktor Gebäudebetriebszeit RLT f_{RLT} | 1,00 |

| | |
|---|--|
| Volumen V_e | 132,2 m ³ enthält V_e aus Raum KUE Küche: 132,2 m ³ |
| Luftvolumen V | 102,0 m ³ (gesonderte Ermittlung) |
| Nettogrundfläche A_{NGF} | 28,1 m ² enthält A_{NGF} aus Raum KUE Küche: 28,1 m ² |
| Wärmebrückenzuschlag wirksame Wärmekapazität | 0,10 W/m ² K mittel 90 Wh/(m ² K) |
| Nutzungsprofil gem. DIN 18599 Nutzungsprofil Warmwasser gem DIN 18599 Lage innerhalb des Gebäudes Raumhöhe | 14 Küchen in Nichtwohngebäuden Gewerbeküchen, Kantine außen, keine Fenster 3,63 m |

Konditionierung

| | |
|---|---|
| Konditionierung durch statische Systeme | Zone wird nur beheizt |
| Konditionierung durch Lüftungsanlagen | Lüftungsanlage mit temperaturgeregelter Aufbereitung, Heizung |
| Betriebsmodus Heizung in der Nutzungszeit | Nachtabsenkung |
| Betriebsmodus Heizung in der Nichtnutzungszeit | Nachtabsenkung |
| Betriebsmodus Kühlung in der Nichtnutzungszeit | eingeschaltet |
| Kühlung ist bedarfsorientiert | Nein |
| sommerlicher Wärmeschutz DIN 4108-2 ist erfüllt | Nein |
| Dichtheitskategorie der Zone | Kategorie II |
| Gebäudeautomationsklasse nach DIN 18599-11 | Klasse C |
| Zuschlag Ventilatorleistung Referenzgebäude | keine Zuschlag |
| Einzelraumregelung gem. DIN 18599-5 Abs. 6.2.2 | keine vollständige Einzelraumregelung |
| indirekte Verdunstungskühlung in der Zone | Nein |
| sorptionsgestützte Klimatisierung in der Zone | Nein |

Konditionierung RLT

| | |
|---|---|
| Art der Lüftungsanlage | vollständige Deckung des Außenluftwechsels |
| Volumenstrom | Konstantvolumenanlage (KVS) |
| Art der Befeuchtung | keine Befeuchtung |
| Art der Wärmerückgewinnung | Wärmerückgewinnung ohne Feuchte- und Stoffaustausch |
| Wärmerückgewinnungsgrad | 0,45 |
| Zulufttemperatur Auslegung im Sommer | 24,0 °C |
| Zulufttemperatur Auslegung im Winter | 20,0 °C |
| Zulufttemperatur Solltemperatur | 18,0 °C |
| Druckverlust im Zuluftkanalnetz | 660 Pa |
| mittlerer Gesamt-Wirkungsgrad Zuluft | 0,60 |
| Auslegungsvolumenstrom Zuluft | 0 m ³ /h |
| Druckverlust im Abluftkanalnetz | 530 Pa |
| mittlerer Gesamt-Wirkungsgrad Abluft | 0,60 |
| Auslegungsvolumenstrom Abluft | 0 m ³ /h |
| mechanischer Luftwechsel bei teilweiser Deckung | 0,00 1/h |
| flächenbezogener Abluftvolumenstrom RLT | 0,00 m ³ /m ² h |
| Anlagentechnischer Mindestvolumenstrom VVS | keine VVS |
| konstanter Anteil Druckverlust Zuluft VVS | keine VVS |
| konstanter Anteil Druckverlust Abluft VVS | keine VVS |
| bedarfsabhängige Volumenstromregelung | keine Bedarfsregelung |

Randbedingungen für Berechnungen nach DIN EN ISO 13370

Bodenplatte im Erdreich (ohne Keller)

| | |
|--------------------------|--|
| Perimeter P | 4,79 m |
| Dicke der Außenwände d | 0,46 m |
| Art der Perimeterdämmung | keine horizontale oder vertikale Dämmung |

Kellerbodenplatte

| | |
|------------------------|--|
| Perimeter P | keine Kellerdecke zum unbeheizten Keller |
| Dicke der Außenwände d | |

aufgeständerte Bodenplatte

| | |
|--|----------------------------------|
| Perimeter P | keine aufgeständerte Bodenplatte |
| Dicke der Außenwände d | |
| Wärmedurchlaßwiderstand unterseitige Dämmung R_g | |
| Wärmedurchgangskoeffizient der Wände Kriechkeller U_w | |
| Höhe der Bodenplattenoberkante über GOK h | |
| auf den Umfang bezogene Fläche der Lüftungsöffnungen ε | |

Nutzungsrandbedingungen

| | |
|--|--|
| tägliche Nutzungszeit | 13,0 h/d |
| jährliche Nutzungstage $d_{\text{nutz,a}}$ | 300 d/a |
| jährliche Nutzungsstunden zur Tagzeit t_{Tag} | 2.411 h/a |
| jährliche Nutzungsstunden zur Nachtzeit t_{Nacht} | 1.489 h/a |
| tägliche Betriebszeit RLT und Kühlung | 15,0 h/d |
| jährliche Betriebstage Anlagentechnik $d_{\text{op,a}}$ | 300 d/a |
| tägliche Betriebszeit Heizung | 15,0 h/d |
| Raum-Solltemperatur Heizung $\vartheta_{i,h,\text{soll}}$ | 21 °C |
| Raum-Solltemperatur Kühlung $\vartheta_{i,c,\text{soll}}$ | 24 °C |
| Minimaltemperatur Auslegung Heizung $\vartheta_{i,h,\text{min}}$ | 20 °C |
| Maximaltemperatur Auslegung Kühlung $\vartheta_{i,c,\text{max}}$ | 26 °C |
| Temperaturabsenkung reduzierter Betrieb $\Delta\vartheta_{i,NA}$ | 4 K |
| Feuchteanforderung | mit Toleranz |
| Mindestaußenluftvolumenstrom V_a | 90,00 m ³ /hm ² |
| Wartungswert der Beleuchtungsstärke E_m | 500 lx |
| Höhe der Nutzebene h_{Ne} | 0,8 m |
| Minderungsfaktor k_A | 0,96 |
| relative Abwesenheit C_A | 0,00 |
| Raumindex k | 1,50 |
| Minderungsfaktor Gebäudebetriebszeit F_t | 1,00 |
| interne Wärmegewinne Personen $q_{i,p}$ | 56 Wh/(m ² d) |
| interne Wärmegewinne Arbeitsgeräte $q_{i,fac}$ | 1.800 Wh/(m ² d) |
| Nutzenergiebedarf Warmwasser flächenbezogen | 0 Wh/m ² d |
| Nutzenergiebedarf Warmwasser nutzungsbezogen | 0,40 kWh |
| Anzahl Spitzenzapfungen am Tag | 1 |
| Mindestvolumenstrom Gebäude $V_{a,Geb}$ | -1,00 m ³ /(m ² h) |
| relative Abwesenheit C_{RLT} | -1,00 |
| Teilbetriebsfaktor Gebäudebetriebszeit RLT f_{RLT} | -1,00 |



18.0505

Schulbau Open Source Weimar

Zone: KUV Küche Vorbereitung

Allgemeine Grundlagen

| | |
|--|---|
| Volumen V_e | 129,5 m ³ enthält V_e aus Raum KUV Küche Vorbereitung: 129,5 m ³ |
| Luftvolumen V | 99,9 m ³ (gesonderte Ermittlung) |
| Nettogrundfläche A_{NGF} | 27,5 m ² enthält A_{NGF} aus Raum KUV Küche Vorbereitung: 27,5 m ² |
| Wärmebrückenzuschlag | 0,10 W/m ² K |
| wirksame Wärmekapazität | mittel 90 Wh/(m ² K) |
| Nutzungsprofil gem. DIN 18599 | 15 Küche - Vorbereitung, Lager |
| Nutzungsprofil Warmwasser gem. DIN 18599 | Kein anzusetzender Bedarf |
| Lage innerhalb des Gebäudes | außen |
| Raumhöhe | 3,63 m |

Konditionierung

| | |
|---|---|
| Konditionierung durch statische Systeme | Zone wird nur beheizt |
| Konditionierung durch Lüftungsanlagen | Lüftungsanlage mit temperaturgeregelter Aufbereitung, Heizung |
| Betriebsmodus Heizung in der Nutzungszeit | Nachtabsenkung |
| Betriebsmodus Heizung in der Nichtnutzungszeit | Nachtabsenkung |
| Betriebsmodus Kühlung in der Nichtnutzungszeit | eingeschaltet |
| Kühlung ist bedarfsorientiert | Nein |
| sommerlicher Wärmeschutz DIN 4108-2 ist erfüllt | Nein |
| Dichtheitskategorie der Zone | Kategorie II |
| Gebäudeautomationsklasse nach DIN 18599-11 | Klasse C |
| Zuschlag Ventilatorleistung Referenzgebäude | keine Zuschlag |
| Einzelraumregelung gem. DIN 18599-5 Abs. 6.2.2 | keine vollständige Einzelraumregelung |
| indirekte Verdunstungskühlung in der Zone | Nein |
| sorptionsgestützte Klimatisierung in der Zone | Nein |

Konditionierung RLT

| | |
|---|---|
| Art der Lüftungsanlage | teilweise Deckung des Außenluftwechsels |
| Volumenstrom | Konstantvolumenanlage (KVS) |
| Art der Befeuchtung | keine Befeuchtung |
| Art der Wärmerückgewinnung | Wärmerückgewinnung ohne Feuchte- und Stoffaustausch |
| Wärmerückgewinnungsgrad | 0,45 |
| Zulufttemperatur Auslegung im Sommer | 24,0 °C |
| Zulufttemperatur Auslegung im Winter | 20,0 °C |
| Zulufttemperatur Solltemperatur | 18,0 °C |
| Druckverlust im Zuluftkanalnetz | 660 Pa |
| mittlerer Gesamt-Wirkungsgrad Zuluft | 0,60 |
| Auslegungsvolumenstrom Zuluft | 0 m ³ /h |
| Druckverlust im Abluftkanalnetz | 530 Pa |
| mittlerer Gesamt-Wirkungsgrad Abluft | 0,60 |
| Auslegungsvolumenstrom Abluft | 0 m ³ /h |
| mechanischer Luftwechsel bei teilweiser Deckung | 0,00 1/h |
| flächenbezogener Abluftvolumenstrom RLT | 0,00 m ³ /m ² h |
| Anlagentechnischer Mindestvolumenstrom VVS | keine VVS |
| konstanter Anteil Druckverlust Zuluft VVS | keine VVS |
| konstanter Anteil Druckverlust Abluft VVS | keine VVS |
| bedarfsabhängige Volumenstromregelung | keine Bedarfsregelung |

Randbedingungen für Berechnungen nach DIN EN ISO 13370

Bodenplatte im Erdreich (ohne Keller)

| | |
|--------------------------|--|
| Perimeter P | 17,25 m |
| Dicke der Außenwände d | 0,46 m |
| Art der Perimeterdämmung | keine horizontale oder vertikale Dämmung |

Kellerbodenplatte

| | |
|------------------------|--|
| Perimeter P | keine Kellerdecke zum unbeheizten Keller |
| Dicke der Außenwände d | |

aufgeständerte Bodenplatte

| | |
|--|----------------------------------|
| Perimeter P | keine aufgeständerte Bodenplatte |
| Dicke der Außenwände d | |
| Wärmedurchlaßwiderstand unterseitige Dämmung R_g | |
| Wärmedurchgangskoeffizient der Wände Kriechkeller U_w | |
| Höhe der Bodenplattenoberkante über GOK h | |
| auf den Umfang bezogene Fläche der Lüftungsöffnungen ε | |

Nutzungsrandbedingungen

| | |
|--|--|
| tägliche Nutzungszeit | 13,0 h/d |
| jährliche Nutzungstage $d_{\text{nutz,a}}$ | 300 d/a |
| jährliche Nutzungsstunden zur Tagzeit t_{Tag} | 2.411 h/a |
| jährliche Nutzungsstunden zur Nachtzeit t_{Nacht} | 1.489 h/a |
| tägliche Betriebszeit RLT und Kühlung | 15,0 h/d |
| jährliche Betriebstage Anlagentechnik $d_{\text{op,a}}$ | 300 d/a |
| tägliche Betriebszeit Heizung | 15,0 h/d |
| Raum-Solltemperatur Heizung $\vartheta_{i,h,\text{soll}}$ | 21 °C |
| Raum-Solltemperatur Kühlung $\vartheta_{i,c,\text{soll}}$ | 24 °C |
| Minimaltemperatur Auslegung Heizung $\vartheta_{i,h,\text{min}}$ | 20 °C |
| Maximaltemperatur Auslegung Kühlung $\vartheta_{i,c,\text{max}}$ | 26 °C |
| Temperaturabsenkung reduzierter Betrieb $\Delta\vartheta_{i,NA}$ | 4 K |
| Feuchteanforderung | mit Toleranz |
| Mindestaußenluftvolumenstrom V_a | 15,00 m ³ /hm ² |
| Wartungswert der Beleuchtungsstärke E_m | 300 lx |
| Höhe der Nutzebene h_{Ne} | 0,8 m |
| Minderungsfaktor k_A | 1,00 |
| relative Abwesenheit C_A | 0,50 |
| Raumindex k | 1,50 |
| Minderungsfaktor Gebäudebetriebszeit F_t | 1,00 |
| interne Wärmegewinne Personen $q_{i,p}$ | 56 Wh/(m ² d) |
| interne Wärmegewinne Arbeitsgeräte $q_{i,fac}$ | 180 Wh/(m ² d) |
| Nutzenergiebedarf Warmwasser flächenbezogen | kein Bedarf |
| Nutzenergiebedarf Warmwasser nutzungsbezogen | kein Bedarf |
| Anzahl Spitzenzapfungen am Tag | - |
| Mindestvolumenstrom Gebäude $V_{a,Geb}$ | -1,00 m ³ /(m ² h) |
| relative Abwesenheit C_{RLT} | -1,00 |
| Teilbetriebsfaktor Gebäudebetriebszeit RLT f_{RLT} | -1,00 |



18.0505

Schulbau Open Source Weimar

Zone: KAN Kantine

Allgemeine Grundlagen

| | |
|---|--|
| Volumen V_e | 605,5 m ³ enthält V_e aus Raum KAN Kantine: 605,5 m ³ |
| Luftvolumen V | 467,1 m ³ (gesonderte Ermittlung) |
| Nettogrundfläche A_{NGF} | 128,7 m ² enthält A_{NGF} aus Raum KAN Kantine: 128,7 m ² |
| Wärmebrückenzuschlag | 0,10 W/m ² K |
| wirksame Wärmekapazität | mittel 90 Wh/(m ² K) |
| Nutzungsprofil gem. DIN 18599 | 12 Kantine |
| Nutzungsprofil Warmwasser gem DIN 18599 | Kein anzusetzender Bedarf |
| Lage innerhalb des Gebäudes | außen |
| Raumhöhe | 3,63 m |

Konditionierung

| | |
|---|---------------------------------------|
| Konditionierung durch statische Systeme | Zone wird nur beheizt |
| Konditionierung durch Lüftungsanlagen | keine Luftaufbereitung vorhanden |
| Betriebsmodus Heizung in der Nutzungszeit | Nachtabsenkung |
| Betriebsmodus Heizung in der Nichtnutzungszeit | Nachtabsenkung |
| Betriebsmodus Kühlung in der Nichtnutzungszeit | abgeschaltet |
| Kühlung ist bedarfsorientiert | Ja |
| sommerlicher Wärmeschutz DIN 4108-2 ist erfüllt | Nein |
| Dichtheitskategorie der Zone | Kategorie II |
| Gebäudeautomationsklasse nach DIN 18599-11 | Klasse C |
| Zuschlag Ventilatorleistung Referenzgebäude | keine Zuschlag |
| Einzelraumregelung gem. DIN 18599-5 Abs. 6.2.2 | keine vollständige Einzelraumregelung |
| indirekte Verdunstungskühlung in der Zone | keine Lüftung |
| sorptionsgestützte Klimatisierung in der Zone | keine Lüftung |



ingenieurbüro
hausladen gmbh

Randbedingungen für Berechnungen nach DIN EN ISO 13370

Bodenplatte im Erdreich (ohne Keller)

| | |
|--------------------------|--|
| Perimeter P | 18,00 m |
| Dicke der Außenwände d | 0,46 m |
| Art der Perimeterdämmung | keine horizontale oder vertikale Dämmung |

Kellerbodenplatte

| | |
|------------------------|--|
| Perimeter P | keine Kellerdecke zum unbeheizten Keller |
| Dicke der Außenwände d | |

aufgeständerte Bodenplatte

| | |
|--|----------------------------------|
| Perimeter P | keine aufgeständerte Bodenplatte |
| Dicke der Außenwände d | |
| Wärmedurchlaßwiderstand unterseitige Dämmung R_g | |
| Wärmedurchgangskoeffizient der Wände Kriechkeller U_w | |
| Höhe der Bodenplattenoberkante über GOK h | |
| auf den Umfang bezogene Fläche der Lüftungsöffnungen ε | |

Nutzungsrandbedingungen

| | |
|--|---|
| tägliche Nutzungszeit | 7,0 h/d |
| jährliche Nutzungstage $d_{\text{nutz,a}}$ | 250 d/a |
| jährliche Nutzungsstunden zur Tagzeit t_{Tag} | 1.750 h/a |
| jährliche Nutzungsstunden zur Nachtzeit t_{Nacht} | 0 h/a |
| tägliche Betriebszeit RLT und Kühlung | 9,0 h/d |
| jährliche Betriebstage Anlagentechnik $d_{\text{op,a}}$ | 250 d/a |
| tägliche Betriebszeit Heizung | 9,0 h/d |
| Raum-Solltemperatur Heizung $\vartheta_{i,h,\text{soll}}$ | 21 °C |
| Raum-Solltemperatur Kühlung $\vartheta_{i,c,\text{soll}}$ | 24 °C |
| Minimaltemperatur Auslegung Heizung $\vartheta_{i,h,\text{min}}$ | 20 °C |
| Maximaltemperatur Auslegung Kühlung $\vartheta_{i,c,\text{max}}$ | 26 °C |
| Temperaturabsenkung reduzierter Betrieb $\Delta\vartheta_{i,NA}$ | 4 K |
| Feuchteanforderung | mit Toleranz |
| Mindestaußenluftvolumenstrom V_a | 18,00 m ³ /hm ² |
| Wartungswert der Beleuchtungsstärke E_m | 200 lx |
| Höhe der Nutzebene h_{Ne} | 0,8 m |
| Minderungsfaktor k_A | 0,97 |
| relative Abwesenheit C_A | 0,00 |
| Raumindex k | 2,50 |
| Minderungsfaktor Gebäudebetriebszeit F_t | 1,00 |
| interne Wärmegewinne Personen $q_{i,p}$ | 177 Wh/(m ² d) |
| interne Wärmegewinne Arbeitsgeräte $q_{i,fac}$ | 10 Wh/(m ² d) |
| Nutzenergiebedarf Warmwasser flächenbezogen | kein Bedarf |
| Nutzenergiebedarf Warmwasser nutzungsbezogen | kein Bedarf |
| Anzahl Spitzenzapfungen am Tag | - |
| Mindestvolumenstrom Gebäude $V_{a,Geb}$ | 2,50 m ³ /(m ² h) |
| relative Abwesenheit C_{RLT} | 0,70 |
| Teilbetriebsfaktor Gebäudebetriebszeit RLT f_{RLT} | 1,00 |

Übersicht der Beleuchtungsbereiche

Zone: ARS Arbeitsräume Schüler

| | |
|--|---------------------|
| Berechnungsart spezifische Bewertungsleistung: | externe Fachplanung |
| extern bestimmte spezifische Bewertungsleistung: | 10 W/m ² |
| Art des Präsenz-Kontrollsystems: | manuell |
| Art des tageslichtabhängigen Kontrollsystems: | automatisch An/Aus |
| Konstantlichtregelung EnEV Anl. 2 Tab. 3: | Nein |
| Wartungsfaktor WF: | 0,80 |

Zone: BUE Büro

| | |
|--|---------------------|
| Berechnungsart spezifische Bewertungsleistung: | externe Fachplanung |
| extern bestimmte spezifische Bewertungsleistung: | 10 W/m ² |
| Art des Präsenz-Kontrollsystems: | manuell |
| Art des tageslichtabhängigen Kontrollsystems: | automatisch An/Aus |
| Konstantlichtregelung EnEV Anl. 2 Tab. 3: | Nein |
| Wartungsfaktor WF: | 0,80 |

Zone: NFL Nebenfläche

| | |
|--|---------------------|
| Berechnungsart spezifische Bewertungsleistung: | externe Fachplanung |
| extern bestimmte spezifische Bewertungsleistung: | 8 W/m ² |
| Art des Präsenz-Kontrollsystems: | manuell |
| Art des tageslichtabhängigen Kontrollsystems: | manuelle Kontrolle |
| Konstantlichtregelung EnEV Anl. 2 Tab. 3: | Nein |
| Wartungsfaktor WF: | 0,80 |

Zone: SAN Sanitärbereiche

| | |
|--|---------------------|
| Berechnungsart spezifische Bewertungsleistung: | externe Fachplanung |
| extern bestimmte spezifische Bewertungsleistung: | 8 W/m ² |
| Art des Präsenz-Kontrollsystems: | automatisch |
| Art des tageslichtabhängigen Kontrollsystems: | manuelle Kontrolle |
| Konstantlichtregelung EnEV Anl. 2 Tab. 3: | Nein |
| Wartungsfaktor WF: | 0,80 |

Zone: KUE Küche

| | |
|--|---------------------|
| Berechnungsart spezifische Bewertungsleistung: | externe Fachplanung |
| extern bestimmte spezifische Bewertungsleistung: | 10 W/m ² |
| Art des Präsenz-Kontrollsystems: | manuell |
| Art des tageslichtabhängigen Kontrollsystems: | manuelle Kontrolle |
| Konstantlichtregelung EnEV Anl. 2 Tab. 3: | Nein |
| Wartungsfaktor WF: | 0,60 |

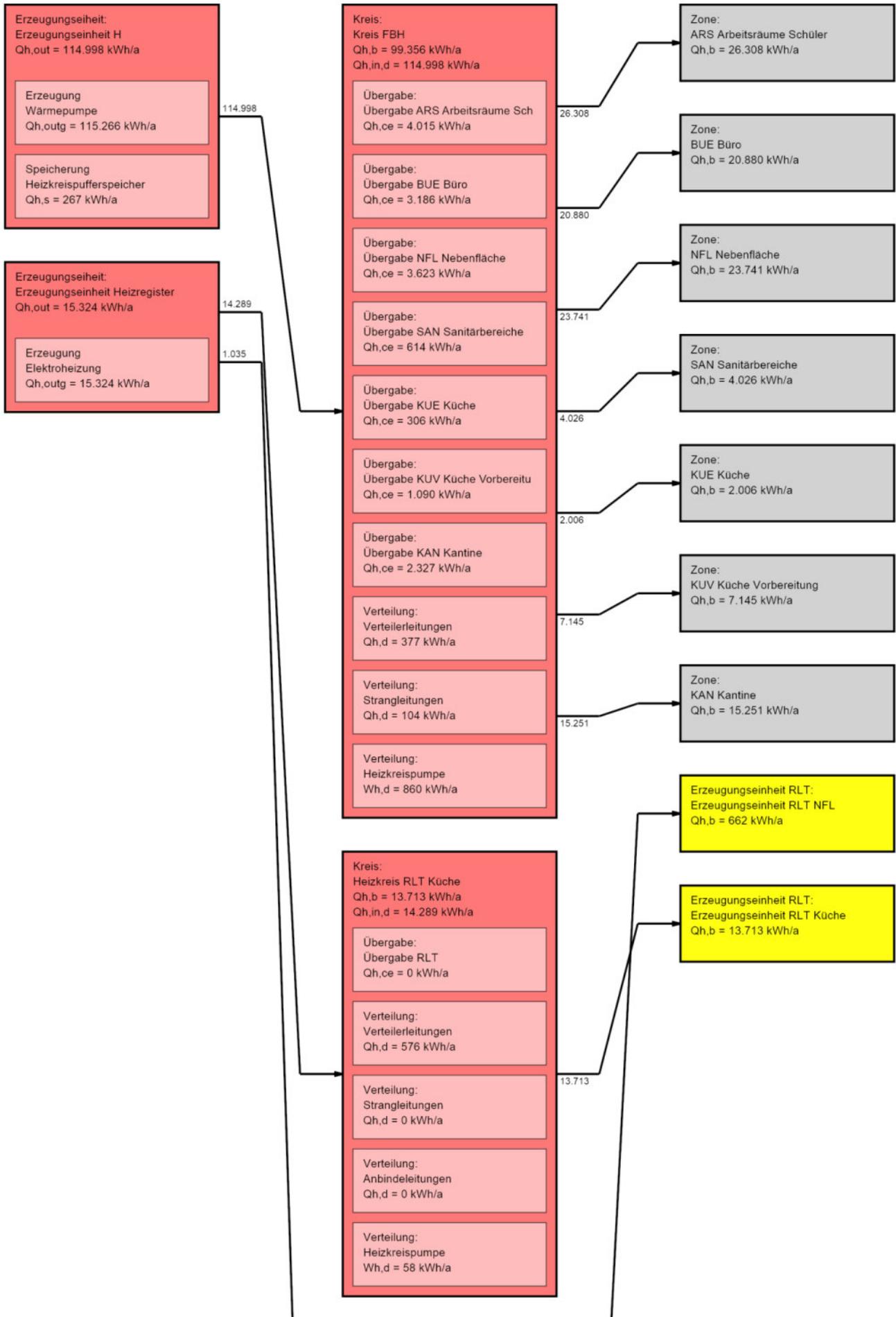
Zone: KUV Küche Vorbereitung

| | |
|--|---------------------|
| Berechnungsart spezifische Bewertungsleistung: | externe Fachplanung |
| extern bestimmte spezifische Bewertungsleistung: | 8 W/m ² |
| Art des Präsenz-Kontrollsystems: | manuell |
| Art des tageslichtabhängigen Kontrollsystems: | manuelle Kontrolle |
| Konstantlichtregelung EnEV Anl. 2 Tab. 3: | Nein |
| Wartungsfaktor WF: | 0,60 |

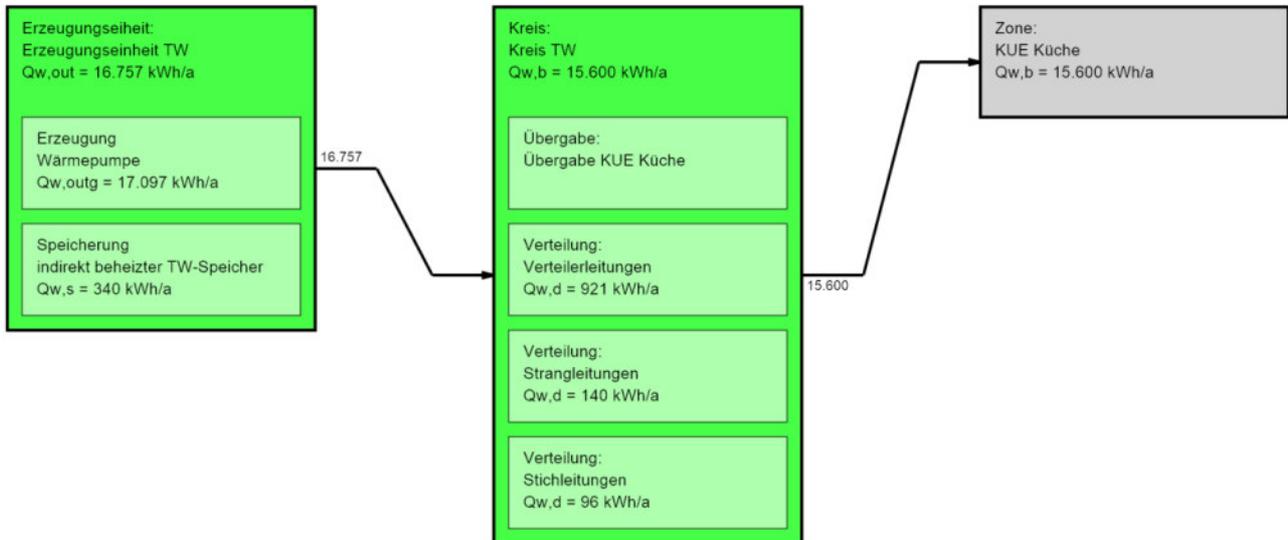
Zone: KAN Kantine

| | |
|--|---------------------|
| Berechnungsart spezifische Bewertungsleistung: | externe Fachplanung |
| extern bestimmte spezifische Bewertungsleistung: | 10 W/m ² |
| Art des Präsenz-Kontrollsystems: | manuell |
| Art des tageslichtabhängigen Kontrollsystems: | automatisch An/Aus |
| Konstantlichtregelung EnEV Anl. 2 Tab. 3: | Nein |
| Wartungsfaktor WF: | 0,80 |

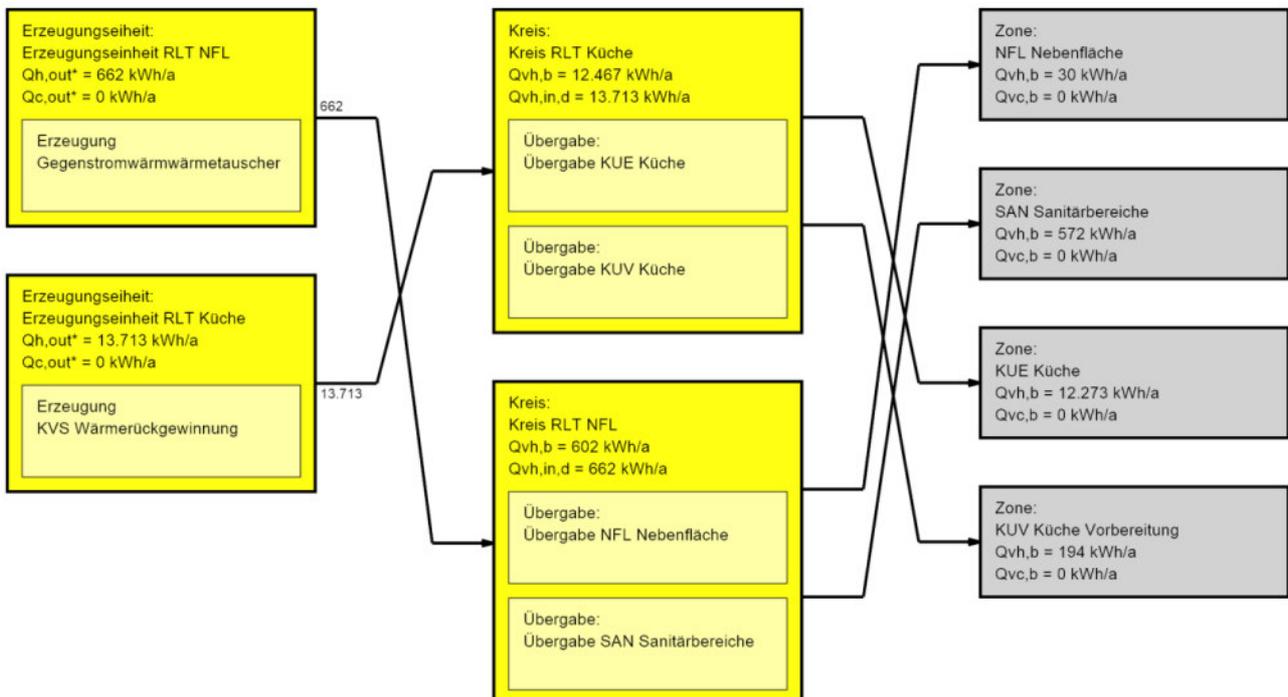
Anlagen-Diagramm Heizung



Anlagen-Diagramm Trinkwassererwärmung



Anlagen-Diagramm Lüftung



Übersicht der Anlagentechnik DIN V 18599:2011-03

Alle mit (*) gekennzeichneten Werte sind Standardwerte gemäß DIN V 18599:2011-12.

Trinkwarmwasser-Bereitung

Trinkwarmwasser Kreis für zentrale TW-Verteilung: Kreis TW

Bedarfsdeckung durch Erzeugungseinheit "Erzeugungseinheit TW": 100 %

Verteilung mit Zirkulationsleitungen

Netztyp I: Steigstrangtyp

Gruppe 2: Büro, Praxen, Seminargebäude, Labor, Verkaufseinrichtungen, Restaurants und Küchen, Kantinen, Werkstätten, auch Fleischerei, Bäckerei, Frisöre

Laufzeit der Zirkulationspumpe z: 13,0 h/d*

Trinkwarmwasser Erzeugungseinheit: Erzeugungseinheit TW

Trinkwarmwasser Übergabe: Übergabe KUE Küche

Deckungsanteil TW an Zone "KUE Küche": 100 %

Trinkwarmwasser Verteilerleitung: Verteilerleitungen

- Verteilung liegt in den Zonen: NFL Nebenfläche, KUE Küche

Isolierung der Leitung:

Isolation gemäß EnEV/HeizAnIV

Länge der Verteiler-Leitungen L_V :

33,4 m*

längenspezifischer Wärmedurchgangskoeffizient U von L_V :

0,20 W/(mK)*

Trinkwarmwasser Strangleitung: Strangleitungen

- Verteilung liegt in den Zonen: KUE Küche

Isolierung der Leitung:

Isolation gemäß EnEV/HeizAnIV

Länge der Strangleitungen L_S :

4,1 m*

längenspezifischer Wärmedurchgangskoeffizient U von L_S :

0,25 W/(mK)*

Trinkwarmwasser Stichleitung: Stichleitungen

- Verteilung liegt in den Zonen: KUE Küche

Isolierung der Leitung:

Isolation gemäß EnEV/HeizAnIV

Länge der Stichleitungen L_{SL} :

4,2 m*

längenspezifischer Wärmedurchgangskoeffizient U von L_{SL} :

0,25 W/mK*

Trinkwarmwasser indirekt beheizter Speicher: indirekt beheizter TW-Speicher

Speicher liegt in Zone: NFL Nebenfläche

Speicher-Volumen V_s :

91 l*

Bereitschafts-Wärmeverlust $q_{B,s}$:

1,44 kWh/d*

Heizung Heizkreis für Raumheizung: Kreis FBH

Bedarfsdeckung durch Erzeugungseinheit "Erzeugungseinheit H": 100 %
 Art der Verteilung: Zweirohrheizung
 Netztyp II: Etagenverteiler
 Gruppe 2: Schulen, Veranstaltungshallen, Flughafenhallen, OP-Gebäude, Laborgebäude, Rechenzentrum, Bibliothek, Museum, Theater, Hörsaal
 - statischer hydraulischer Abgleich oder mehr als 8 Heizkörper/Heizflächen pro Volumenstromregler/Differenzdruckregler
 - begrenzte Vorlauftemperaturadaption

Heizung Heizkreis für RLT-Heizregister: Heizkreis RLT Küche

Bedarfsdeckung durch Erzeugungseinheit "Erzeugungseinheit Heizregister": 100 %

Heizung Heizkreis für RLT-Heizregister: Heizkreis RLT NFL

Bedarfsdeckung durch Erzeugungseinheit "Erzeugungseinheit Heizregister": 100 %

Heizung Erzeugungseinheit: Erzeugungseinheit H

Heizung Erzeugungseinheit: Erzeugungseinheit Heizregister

Heizung Übergabe integrierte Heizflächen: Übergabe KAN Kantine

Deckungsanteil H an Zone "KAN Kantine": 100 %

Art der Regelung: Zweipunkt-/P-Regler
 System: Fußbodenheizung Nasssystem
 Dämmung: mit Mindestdämmung DIN EN 1264
 Art des Reglers: elektromotorischer Stellantrieb
 Anzahl der Übergaben: 0

Elektrische Nennleistungsaufnahme der Regelung mit Hilfsenergie P_C : 0,10 W*

Heizung Übergabe integrierte Heizflächen: Übergabe KUV Küche Vorbereitung

Deckungsanteil H an Zone "KUV Küche Vorbereitung": 100 %

Art der Regelung: Zweipunkt-/P-Regler
 System: Fußbodenheizung Nasssystem
 Dämmung: mit Mindestdämmung DIN EN 1264
 Art des Reglers: elektromotorischer Stellantrieb
 Anzahl der Übergaben: 0

Elektrische Nennleistungsaufnahme der Regelung mit Hilfsenergie P_C : 0,10 W*

Heizung Übergabe integrierte Heizflächen: Übergabe KUE Küche

Deckungsanteil H an Zone "KUE Küche": 100 %

Art der Regelung: Zweipunkt-/P-Regler
 System: Fußbodenheizung Nasssystem
 Dämmung: mit Mindestdämmung DIN EN 1264
 Art des Reglers: elektromotorischer Stellantrieb
 Anzahl der Übergaben: 0

Elektrische Nennleistungsaufnahme der Regelung mit Hilfsenergie P_C : 0,10 W*

Heizung Übergabe integrierte Heizflächen: Übergabe SAN Sanitärbereiche

Deckungsanteil H an Zone "SAN Sanitärbereiche": 100 %

Art der Regelung: Zweipunkt-/P-Regler
 System: Fußbodenheizung Nasssystem
 Dämmung: mit Mindestdämmung DIN EN 1264

elektromotorischer Stellantrieb
0

Elektrische Nennleistungsaufnahme der Regelung mit Hilfsenergie P_C : 0,10 W*

Heizung Übergabe integrierte Heizflächen: Übergabe BUE Büro

Deckungsanteil H an Zone "BUE Büro": 100 %

Art der Regelung: Zweipunkt-/P-Regler
 System: Fußbodenheizung Nasssystem
 Dämmung: mit Mindestdämmung DIN EN 1264
 Art des Reglers: elektromotorischer Stellantrieb
 Anzahl der Übergaben: 0

Elektrische Nennleistungsaufnahme der Regelung mit Hilfsenergie P_C : 0,10 W*

Heizung Übergabe integrierte Heizflächen: Übergabe NFL Nebenfläche

Deckungsanteil H an Zone "NFL Nebenfläche": 100 %

Art der Regelung: Zweipunkt-/P-Regler
 System: Fußbodenheizung Nasssystem
 Dämmung: mit Mindestdämmung DIN EN 1264
 Art des Reglers: elektromotorischer Stellantrieb
 Anzahl der Übergaben: 0

Elektrische Nennleistungsaufnahme der Regelung mit Hilfsenergie P_C : 0,10 W*

Heizung Übergabe integrierte Heizflächen: Übergabe ARS Arbeitsräume Schüler

Deckungsanteil H an Zone "ARS Arbeitsräume Schüler": 100 %

Art der Regelung: Zweipunkt-/P-Regler
 System: Fußbodenheizung Nasssystem
 Dämmung: mit Mindestdämmung DIN EN 1264
 Art des Reglers: elektromotorischer Stellantrieb
 Anzahl der Übergaben: 0

Elektrische Nennleistungsaufnahme der Regelung mit Hilfsenergie P_C : 0,10 W*

Heizung Verteilerleitung: Verteilerleitungen

- Verteilung liegt in den Zonen: NFL Nebenfläche
- Isolation gemäß EnEV/HeizAnIV

Länge der Verteilerleitung L_V : 98,8 m*
 längenspezifischer Wärmedurchgangskoeffizient U von L_V : 0,20 W/(mK)*

Heizung Verteilerleitung: Verteilerleitungen

- Verteilung liegt in den Zonen: NFL Nebenfläche
- Isolation gemäß EnEV/HeizAnIV

Länge der Verteilerleitung L_V : 1,0 m*

Heizung Verteilerleitung: Verteilerleitungen

- Verteilung liegt in den Zonen: NFL Nebenfläche
- Isolation gemäß EnEV/HeizAnIV

Länge der Verteilerleitung L_V : 1,0 m*

Heizung Strangleitung: Strangleitungen

- Verteilung liegt in den Zonen: NFL Nebenfläche
- Isolation gemäß EnEV/HeizAnIV

Länge der Strangleitungen L_s : 1,0 m*

Heizung Strangleitung: Strangleitungen

- Verteilung liegt in den Zonen: NFL Nebenfläche
- Isolation gemäß EnEV/HeizAnIV

Länge der Strangleitungen L_s : 1,0 m*

Heizung Strangleitung: Strangleitungen

- Verteilung liegt in den Zonen: NFL Nebenfläche
- Isolation gemäß EnEV/HeizAnIV

Länge der Strangleitungen L_s : 21,4 m*
 längenspezifischer Wärmedurchgangskoeffizient U von L_s : 0,25 W/(mK)*

Heizung Anbindeleitung: Anbindeleitungen

- Verteilung liegt in den Zonen: KUE Küche, KUV Küche Vorbereitung
- Isolation gemäß EnEV/HeizAnIV

Länge der Anbindeleitung L_A : 1,0 m*

Heizung Anbindeleitung: Anbindeleitungen

- Verteilung liegt in den Zonen: NFL Nebenfläche, SAN Sanitärbereiche
- Isolation gemäß EnEV/HeizAnIV

Länge der Anbindeleitung L_A : 1,0 m*

Heizung Heizkreispumpe: Heizkreispumpe

- hydraulischer Abgleich erfolgt
- Dimensionierung der Heizkreispumpe
- Regelung der Heizkreispumpe

optimiert
 Δp konstant

Heizung Heizkreispumpe: Heizkreispumpe

- hydraulischer Abgleich erfolgt
- Dimensionierung der Heizkreispumpe
- Regelung der Heizkreispumpe

optimiert
 Δp konstant

Heizung Heizkreispumpe: Heizkreispumpe

- hydraulischer Abgleich erfolgt
- Dimensionierung der Heizkreispumpe
- Regelung der Heizkreispumpe

optimiert
 Δp konstant

Pumpenleistung P_{Pump} : 259,55 W*
 Differenzdruck Wärmeerzeuger Δp_{WE} : 1 kPa*
 Anteiliger Heizkörpermassenstrom m : 0 %*
 Korrekturfaktor Absenkung/Abschaltung $f_{P,A}$: 0,60*
 Verhältnis minimaler Volumenstrom V_{min}/V : -1,0*
 Differenzdruck Wärmemengenzähler Δp_{WMZ} : 10 kPa*
 Differenzdruck Strangarmaturen Δp_{Stanga} : 1 kPa*

Heizung Pufferspeicher: Heizkreispufferspeicher

- Speicher liegt in Zone: NFL Nebenfläche
- Aufstellung des Speichers
- zusätzliche Ladepumpe

vertikal
 nicht vorhanden

Bereitschafts-Wärmeverlust $q_{B,s}$: 4,14 kWh/d*
 Speicher Nenninhalt V_s : 715 l*
 Leistung der Speicherladepumpe P_{Pump} : 76 W*



18.0505

Schulbau Open Source Weimar

Elektro-Heizung: Elektroheizung

Erzeuger liegt in Zone: NFL Nebenfläche

Energieträger:

- dezentral

Strom

Elektrowärmepumpe Heizung: Wärmepumpe

Energieträger:

Typ:

Art der Wärmeübergabe:

Abstand der Rohre a_{Rohre} :

Strom

Luft-Wasser

Flächenheizung schwer

20 [cm]

Temperaturdifferenz bei der Prüfstandsmessung nach DIN EN 14511 $\Delta\theta_M$:

5 K*

Leistungsbedarf des Sekundärkreises $\phi_{\text{sek,aux}}$:

0,1 kW*

Druckabfall der Primärseite (Wärmequelle) Δp_{prim} :

40 kPa*

Druckabfall der Sekundärseite (Wärmesenke) Δp_{sek} :

10 kPa*

Volumenstrom Primärseite V_{prim} :

35 m³/h*

Volumenstrom Sekundärseite V_{sek} :

15 m³/h*

Einsatzgrenztemperatur θ_{Itc} :

-10 °C*

Bivalenzpunkt θ_{bp} :

-6 °C*

Leistung Q_N :

75,2 kW*

Heizung Übergabe an RLT-Heizregister: Übergabe RLT

Deckungsanteil H an Heizregister:

100 %

Heizung Übergabe an RLT-Heizregister: Übergabe RLT

Deckungsanteil H an Heizregister:

100 %

Lüftung Warmluftkreis: Kreis RLT Küche
 Bedarfsdeckung durch Erzeugungseinheit "Erzeugungseinheit RLT Küche": 100 %

Lüftung Warmluftkreis: Kreis RLT NFL
 Bedarfsdeckung durch Erzeugungseinheit "Erzeugungseinheit RLT NFL": 100 %

RLT-Erzeugungseinheit: Erzeugungseinheit RLT NFL

RLT-Erzeugungseinheit: Erzeugungseinheit RLT Küche

Warmluft-Übergabe: Übergabe KUV Küche
 Deckungsanteil Warmluft an Zone "KUV Küche Vorbereitung": 100 %

Nutzungsgrad Wärmeübergabe an den Raum - Luftführung Heizen $\eta_{vh,ce}$: 0,90 *

Warmluft-Übergabe: Übergabe SAN Sanitärbereiche
 Deckungsanteil Warmluft an Zone "SAN Sanitärbereiche": 100 %

Nutzungsgrad Wärmeübergabe an den Raum - Luftführung Heizen $\eta_{vh,ce}$: 0,90 *

Warmluft-Übergabe: Übergabe NFL Nebenfläche
 Deckungsanteil Warmluft an Zone "NFL Nebenfläche": 100 %

Nutzungsgrad Wärmeübergabe an den Raum - Luftführung Heizen $\eta_{vh,ce}$: 0,90 *

Warmluft-Übergabe: Übergabe KUE Küche
 Deckungsanteil Warmluft an Zone "KUE Küche": 100 %

Nutzungsgrad Wärmeübergabe an den Raum - Luftführung Heizen $\eta_{vh,ce}$: 0,90 *

RLT-Erzeugungseinheit Wärmerückgewinnung: KVS Wärmerückgewinnung

RLT-Erzeugungseinheit Wärmerückgewinnung: Gegenstromwärmewärmetauscher

Strom aus regenerativer Energie

Strom aus regenerativer Energie - PV-Anlage: PV-Module

| | |
|--|---------------------|
| Anzahl Module: | 88 |
| Modulfläche Netto (ohne Randeinfassung): | 1,50 m ² |
| Neigung der Module gegen die Horizontale: | 0° |
| Himmelsrichtung der Module: | O |
| flächenbezogener Peakleistungskoeffizient K_{pk} : | 0,135 |
| Technologie der PV-Module: | |
| - monokristallines Silizium | |
| Ventilation der Module: | |
| - gut belüftet/freistehend | |
| Systemleistungsfaktor f_{perf} : | 0,800 |

Stromertrag aus Berechnung nach DIN V 18599-9:2011-12

Die Berechnung erfolgt nach DIN V 18599-9:2011-12. Für die solare Einstrahlung wird die Strahlungsstärke des Referenzklimas Potsdam unter Verwendung von Neigung und Ausrichtung angesetzt.

gesamte Nennleistung der PV-Anlagen 7,29 kW

PV-Erträge

| Monat | Stromertrag [kWh] | Ertrag EnEV [kWh] |
|---------------|-------------------|-------------------|
| Januar | 126 | 126 |
| Februar | 172 | 172 |
| März | 421 | 421 |
| April | 794 | 794 |
| Mai | 959 | 959 |
| Juni | 1.012 | 1.012 |
| Juli | 911 | 911 |
| August | 781 | 781 |
| September | 533 | 533 |
| Oktober | 334 | 334 |
| November | 130 | 130 |
| Dezember | 74 | 74 |
| Gesamt | 6.247 | 6.247 |

gesamter Strombedarf (Endenergie/Hilfsenergie) des Gebäudes: 79.442 kWh/a
durch regenerativ erzeugten Strom gedeckter Bedarf: 6.247 kWh/a
Deckungsanteil regenerativer Strom am gesamten Strombedarf: 7,9 %
Angerechnete Primärenergie aus regenerativ erzeugtem Strom: 11.245 kWh/a

