



Bauvorhaben Schulbau Open Source Weimar B – Lernhaus Oberstufe

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

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
Einleitung	3
Sommerlicher Wärmeschutz	5
Mindestwärmeschutz	5
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 2B – Zonierung	
Anlage 3B – Bauteilübersicht horizontale Bauteile	
Anlage 4B – 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
- 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 vier 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 Sanitärbereiche

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 15,6 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:	0,20 W/(m ² K)	0,28 W/(m ² K)
transparente Fenster:	1,01 W/(m ² K)	1,50 W/(m ² K)
Vorhangfassaden:	0,00 W/(m ² K)	1,50 W/(m ² K)
Oberlichtsysteme:	0,00 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)

$A_{\text{NGF}} = 1.196,5 \text{ m}^2$

Nichtwohngebäude:

zul. $q_P = 83,9 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
(q_P Referenzgebäude nach EnEV Anlage 2 Tabelle 1)

vorh. $q_P = 61,5 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
(q_P nachzuweisendes Gebäude: -26,7 %)

In vorh. q_P wurde ein regenerativer Stromertrag nach EnEV §5 von $9,8 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ 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.

Das Gebäude ist ein öffentliches Gebäude im Sinne des EEWärmeG.

Wärme- und Kälteenergiebedarf (Summe der Erzeugernutzenergieabgaben)

Heizung	$Q_{h,outg}$	107.050 kWh/a
Heizung RLT	$Q^*_{h,outg}$	12.349 kWh/a
Kühlung	$Q_{c,outg}$	0 kWh/a
Kühlung RLT	$Q^*_{c,outg}$	0 kWh/a
Trinkwarmwasser	$Q_{w,outg}$	0 kWh/a
Befeuchtung/Dampf	$Q_{m,outg}$	0 kWh/a
Summe	Q_{outg}	119.399 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 119.399 kWh/a. Durch die Wärmepumpe werden 108.723 kWh/a gedeckt. Der Anteil Wärmeenergie des Gebäudes, welcher durch die Wärmepumpe gedeckt wird, beträgt damit 91,1 %.

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 119.399 kWh/a. Durch die Wärmerückgewinnung werden 9.644 kWh/a gedeckt. Der Anteil Wärmeenergie des Gebäudes, welcher durch die Wärmerückgewinnung gedeckt wird, beträgt damit 8,1 %.

Die vorhandene Wärmerückgewinnung erfüllt die Maßnahme V damit zu 16,2 %

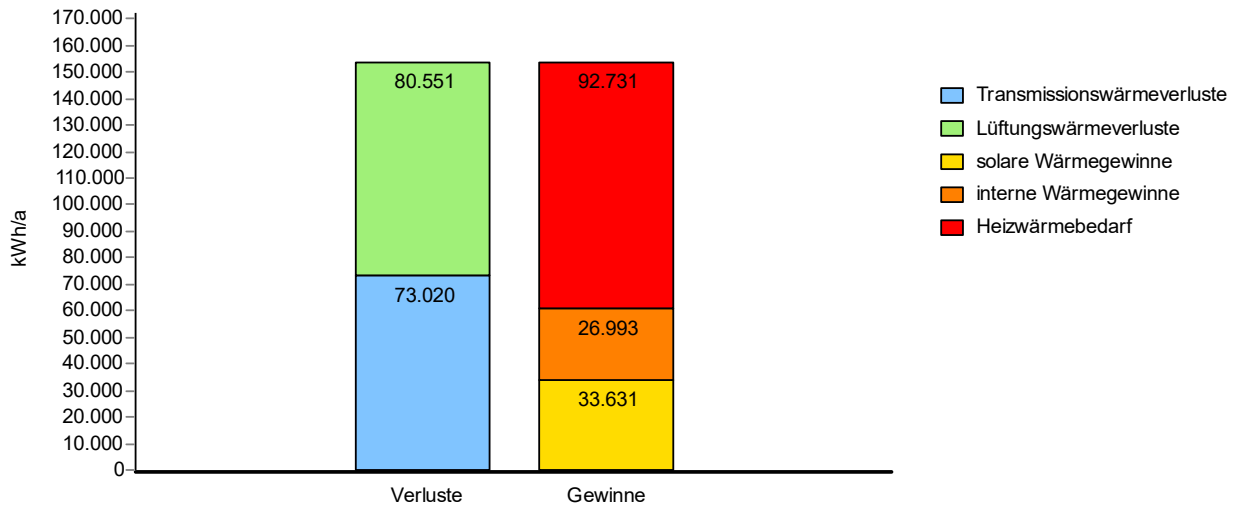
Mit den angegebenen Maßnahmen ist das EEWärmeG erfüllt.

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

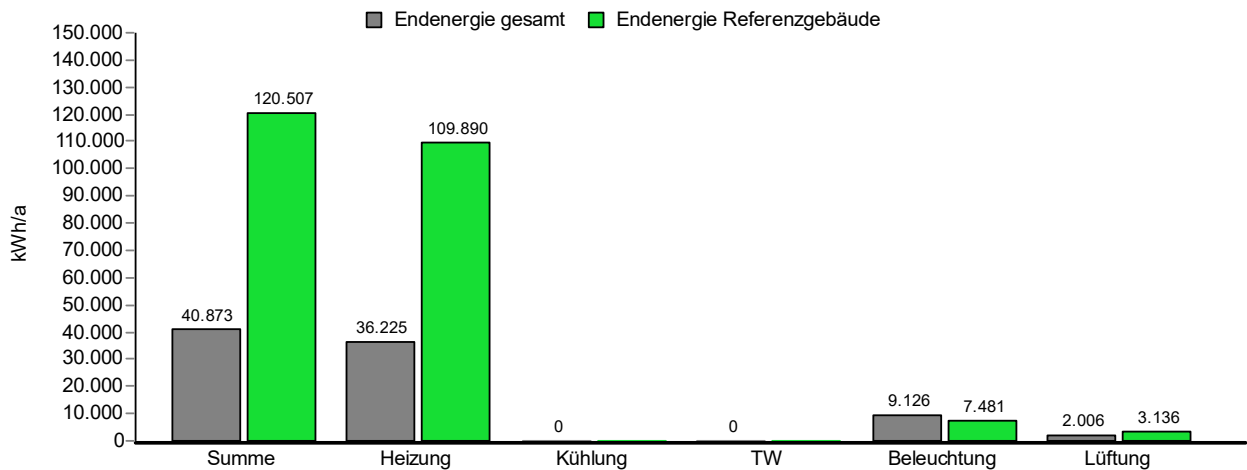


Datum, Unterschrift

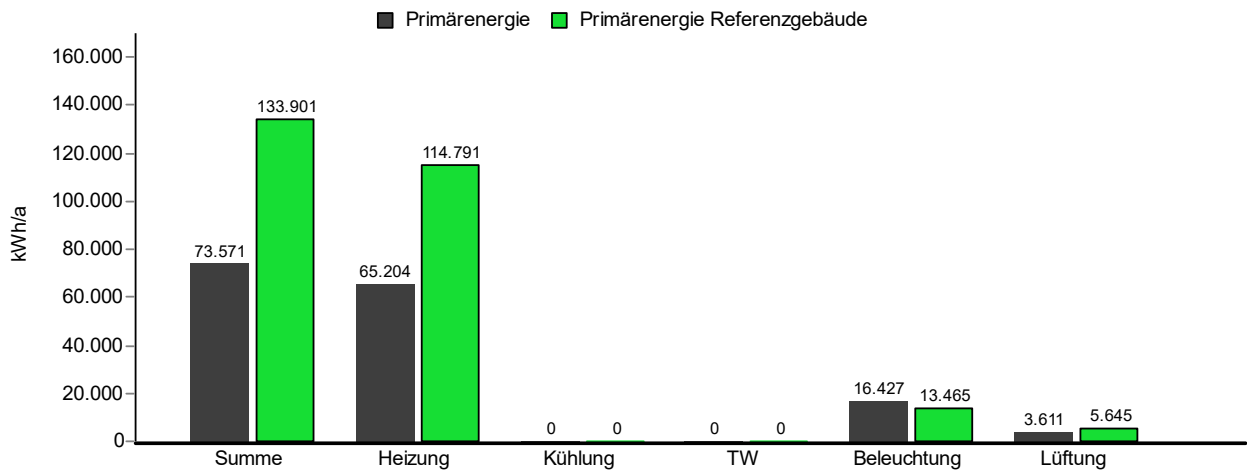
Wärmebilanz des Gebäudes



Endenergie im Vergleich zum Referenzgebäude



Primärenergiebedarf im Vergleich zum Referenzgebäude



Kurzerggebnisse

Bauphysik:	Gesamtgebäude	
	thermisch konditioniertes Volumen V_e	5.800 m ³
	Nettogrundfläche A_{NGF}	1.197 m ²
	Verhältnis A/V_e	0,36 1/m
	Luftvolumen V	4.343 m ³
	Fläche Gebäudehülle A	2.063,0 m ²
	spezifischer Transmissionswärmeverlust H_T' :	0,379 W/(m ² K)
Primärenergie:	Primärenergiebedarf gesamt Q_p	73.571 kWh/a
	Primärenergiebedarf Heizung $Q_{h,p}$	65.204 kWh/a
	Primärenergiebedarf Kälte $Q_{c,p}$	0 kWh/a
	Primärenergiebedarf Trinkwarmwasser $Q_{w,p}$	0 kWh/a
	Primärenergiebedarf Beleuchtung $Q_{l,p}$	16.427 kWh/a
	Primärenergiebedarf Lüftung (Hilfsenergie) $W_{v,p}$	3.611 kWh/a
	Primärenergieanteil regenerativer Strom EnEV §5	11.671 kWh/a
Endenergie: (incl. Hilfsenergie)	Endenergiebedarf gesamt Q_f	40.873 kWh/a
	Endenergiebedarf Heizung $Q_{h,f}$	36.225 kWh/a
	Endenergiebedarf Kälte $Q_{c,f}$	0 kWh/a
	Endenergiebedarf Trinkwarmwasser $Q_{w,f}$	0 kWh/a
	Endenergiebedarf Beleuchtung $Q_{l,f}$	9.126 kWh/a
	Endenergiebedarf Lüftung (Hilfsenergie) W_v	2.006 kWh/a
Endenergie: (nach Bedarfsdeckung)	Wärmeerzeugung Raumwärme $Q_{h,f}$	34.781 kWh/a
	Wärmeerzeugung RLT-Heizfunktion $Q_{h^*,f}$	318 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 $Q_{w,f}$	0 kWh/a
	Hilfsenergie Lufttransport $Q_{v,f}$	2.006 kWh/a
	Beleuchtung $Q_{l,f}$	9.126 kWh/a
	Endenergieanteil regenerativer Strom EnEV §5	6.484 kWh/a
Hilfsenergie:	Hilfsenergiebedarf gesamt W_f	3.133 kWh/a
	Hilfsenergiebedarf Heizung und Wärme RLT-Anlage $W_h + W_{h^*}$	1.126 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	2.006 kWh/a
Nutzenergie:	Nutzenergiebedarf Summe Bedarf Q_b	102.430 kWh/a
	Nutzenergiebedarf Heizung $Q_{h,b} + Q_{vh,b}$	93.304 kWh/a
	Nutzenergiebedarf Kühlung $Q_{c,b} + Q_{vc,b} + Q_{m^*,b}$	0 kWh/a
	Nutzenergiebedarf Warmwasser $Q_{w,b}$	0 kWh/a
	Nutzenergiebedarf Beleuchtung $Q_{l,b}$	9.126 kWh/a
	Nutzenergiebedarf Heizung statisch $Q_{h,b}$	92.731 kWh/a
	Nutzenergiebedarf Heizung Luftaufbereitung $Q_{vh,b}$	573 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 $Q_{h^*,b}$	630 kWh/a
	Nutzenergiebedarf für RLT-Kühlregister $Q_{c^*,b}$	0 kWh/a

Ergebnisse für das Referenzgebäude:

Primärenergie: (Referenzgebäude)	Primärenergiebedarf gesamt Q_p	133.901 kWh/a
	Primärenergiebedarf Heizung $Q_{h,p}$	114.791 kWh/a
	Primärenergiebedarf Kälte $Q_{c,p}$	0 kWh/a
	Primärenergiebedarf Trinkwarmwasser $Q_{w,p}$	0 kWh/a
	Primärenergiebedarf Beleuchtung $Q_{l,p}$	13.465 kWh/a
	Primärenergiebedarf Lüftung (Hilfsenergie) $W_{v,p}$	5.645 kWh/a
	Primärenergiebedarf für EnEV-Nachweis Q_p	100.425 kWh/a
Endenergie: (Referenzgebäude) (incl. Hilfsenergie)	Endenergiebedarf gesamt Q_f	120.507 kWh/a
	Endenergiebedarf Heizung $Q_{h,e}$	109.890 kWh/a
	Endenergiebedarf Kälte $Q_{c,e}$	0 kWh/a
	Endenergiebedarf Trinkwarmwasser $Q_{w,e}$	0 kWh/a
	Endenergiebedarf Beleuchtung $Q_{l,e}$	7.481 kWh/a
Endenergiebedarf Lüftung (Hilfsenergie) W_v	3.136 kWh/a	
Endenergie: (Referenzgebäude) (nach Bedarfsdeckung)	Wärmeerzeugung Raumwärme $Q_{h,f}$	106.110 kWh/a
	Wärmeerzeugung RLT-Heizfunktion $Q_{h^*,f}$	2.792 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 $Q_{w,f}$	0 kWh/a
	Hilfsenergie Lufttransport $Q_{v,f}$	3.136 kWh/a
Beleuchtung $Q_{l,f}$	7.481 kWh/a	
Hilfsenergie: (Referenzgebäude)	Hilfsenergiebedarf gesamt W_f	4.125 kWh/a
	Hilfsenergiebedarf Heizung und Wärme RLT-Anlage $W_h + W_{h^*}$	989 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	3.136 kWh/a	
Nutzenergie: (Referenzgebäude)	Nutzenergiebedarf Summe Bedarf Q_b	92.698 kWh/a
	Nutzenergiebedarf Heizung $Q_{h,b} + Q_{vh,b}$	85.217 kWh/a
	Nutzenergiebedarf Kühlung $Q_{c,b} + Q_{vc,b} + Q_{m^*,b}$	0 kWh/a
	Nutzenergiebedarf Warmwasser $Q_{w,b}$	0 kWh/a
	Nutzenergiebedarf Beleuchtung $Q_{l,b}$	7.481 kWh/a
	Nutzenergiebedarf Heizung statisch $Q_{h,b}$	83.238 kWh/a
	Nutzenergiebedarf Heizung Luftaufbereitung $Q_{vh,b}$	1.979 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 $Q_{h^*,b}$	2.177 kWh/a
	Nutzenergiebedarf für RLT-Kühlregister $Q_{c^*,b}$	0 kWh/a
	spezifischer Transmissionswärmeverlust Ref. H_T^* :	0,408 W/(m ² K)
	CO ₂ -Emission Referenzgebäude:	33.926 kg/a

Zone: ARS Arbeitsräume Schüler

Allgemeine Grundlagen

Volumen V_e	4.620,8 m ³ enthält V_e aus Raum ARS Arbeitsräume Schüler: 4.620,8 m ³
Luftvolumen V	3.453,6 m ³ (gesonderte Ermittlung)
Nettogrundfläche A_{NGF}	951,4 m ² enthält A_{NGF} aus Raum ARS Arbeitsräume Schüler: 951,4 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	

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 Wärmegevinne Personen $q_{i,p}$	100 Wh/(m ² d)
interne Wärmegevinne 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	133,4 m ³ enthält V_e aus Raum BUE Büro: 133,4 m ³
Luftvolumen V	102,9 m ³ (gesonderte Ermittlung)
Nettogrundfläche A_{NGF}	28,4 m ² enthält A_{NGF} aus Raum BUE Büro: 28,4 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

Volumen V_e	807,4 m ³ enthält V_e aus Raum NFL Nebenfläche: 807,4 m ³
Luftvolumen V	607,1 m ³ (gesonderte Ermittlung)
Nettogrundfläche A_{NGF}	167,3 m ² enthält A_{NGF} aus Raum NFL Nebenfläche: 167,3 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



18.0505

Schulbau Open Source Weimar

Zone: SAN Sanitärbereiche

Allgemeine Grundlagen

Volumen V_e	237,9 m ³
Luftvolumen V	enthält V_e aus Raum SAN Sanitärbereiche: 237,9 m ³
Nettogrundfläche A_{NGF}	179,7 m ² (gesonderte Ermittlung)
	49,5 m ²
	enthält A_{NGF} aus Raum SAN Sanitärbereiche: 49,5 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

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

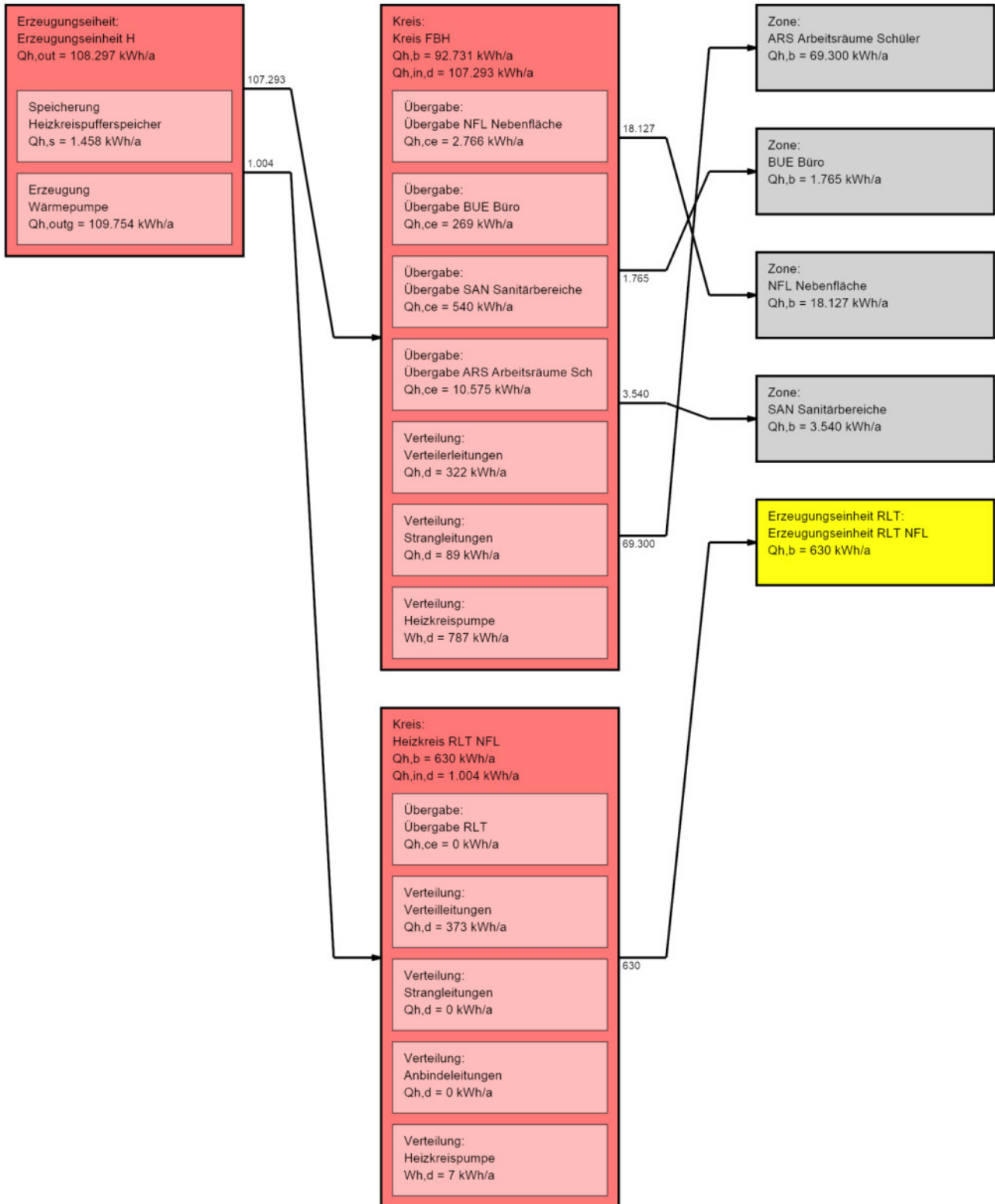
Zone: NFL Nebenfläche

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

Anlagen-Diagramm Heizung



Anlagen-Diagramm Lüftung



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

Trinkwarmwasser-Bereitung

Keine Eintragungen!

Heizung

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 NFL

Bedarfsdeckung durch Erzeugungseinheit "Erzeugungseinheit H": 100 %

Heizung Erzeugungseinheit: Erzeugungseinheit H

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 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 SAN Sanitärbereiche

Deckungsanteil H an Zone "SAN Sanitärbereiche": 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



18.0505

Schulbau Open Source Weimar

System:
Dämmung:
Art des Reglers:
Anzahl der Übergaben:



Fußbodenheizung Nasssystem
mit Mindestdämmung DIN EN 1264
elektromotorischer Stellantrieb
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/HeizAnV

Länge der Verteilerleitung L_V : 30,0 m*
längenspezifischer Wärmedurchgangskoeffizient U von L_V : 0,20 W/(mK)*

Heizung Verteilerleitung: Verteilerleitungen

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

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

Heizung Strangleitung: Strangleitungen

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

Länge der Strangleitungen L_S : 1,0 m*

Heizung Strangleitung: Strangleitungen

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

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: NFL Nebenfläche, SAN Sanitärbereiche
- Isolation gemäß EnEV/HeizAnV

Länge der Anbindeleitung L_A : 1,0 m*

Heizung Heizkreispumpe: Heizkreispumpe

- hydraulischer Abgleich erfolgt
- Dimensionierung der Heizkreispumpe optimiert
- Regelung der Heizkreispumpe Δp konstant

Heizung Heizkreispumpe: Heizkreispumpe

- hydraulischer Abgleich erfolgt
- Dimensionierung der Heizkreispumpe optimiert
- Regelung der Heizkreispumpe Δp konstant

Pumpenleistung P_{Pump} : 243,57 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



**18.0505
Schulbau Open Source Weimar**

Speicher liegt in Zone: NFL Nebenfläche
Aufstellung des Speichers
Zusätzliche Ladepumpe

vertikal
nicht vorhanden

Bereitschafts-Wärmeverlust $q_{B,s}$: 3,57 kWh/d*
 Speicher Nenninhalt V_s : 512 l*
 Leistung der Speicherladepumpe P_{Pump} : 76 W*

Elektrowärmepumpe Heizung: Wärmepumpe

Energieträger: Strom
 Typ: Luft-Wasser
 Art der Wärmeübergabe: Flächenheizung schwer
 Abstand der Rohre a_{Rohre} : 20 [cm]

Temperaturdifferenz bei der Prüfstandsmessung nach DIN EN 14511 $\Delta\theta_M$: 5 K*
 Leistungsbedarf des Sekundärkreises $\phi_{sek,aux}$: 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_{lfc} : -10 °C*
 Bivalenzpunkt θ_{bp} : -6 °C*
 Leistung Q_N : 53,9 kW*

Heizung Übergabe an RLT-Heizregister: Übergabe RLT

Deckungsanteil H an Heizregister: 100 %



**18.0505
Schulbau Open Source Weimar**

Lüftung

Lüftung Warmluftkreis: Kreis RLT NFL

Bedarfsdeckung durch Erzeugungseinheit "Erzeugungseinheit RLT NFL": 100 %

RLT-Erzeugungseinheit: Erzeugungseinheit RLT NFL

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 SAN Sanitärbereiche

Deckungsanteil Warmluft an Zone "SAN Sanitärbereiche": 100 %

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

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

7,78 kW

PV-Erträge

Monat	Stromertrag [kWh]	Ertrag EnEV [kWh]
Januar	134	134
Februar	184	184
März	449	449
April	847	847
Mai	1.023	1.023
Juni	1.079	936
Juli	972	936
August	833	833
September	569	569
Oktober	356	356
November	139	139
Dezember	79	79
Gesamt	6.664	6.484

gesamter Strombedarf (Endenergie/Hilfsenergie) des Gebäudes:

47.357 kWh/a

durch regenerativ erzeugten Strom gedeckter Bedarf:

6.484 kWh/a

Deckungsanteil regenerativer Strom am gesamten Strombedarf:

13,7 %

Angerechnete Primärenergie aus regenerativ erzeugtem Strom:

11.671 kWh/a

