

BAUPHYSIKALISCHE NACHWEISE

Projekt: **EBA51, Eichbuschalle 51**
Neubau eines Studentenwohnheimes

Gebäudeteil EG. bis 3. OG., Achse 3-32 und L-G
Ort Plänterwald, Berlin - Treptow
Straße Eichbuschallee 51
Gemarkung
Flurstück
Baujahr 2014

Bauherr Presto 46. Vermögensverwaltung GmbH
Neue Kaiserstr. 23
14109 Berlin

Entwurfsverfasser Architekten
Holzer Kobler Architekturen
Köpenicker Straße 48 - 49
10179 Berlin

TGA GMW – Ingenieurbüro GmbH
Niebuhrstr. 77
10629 Berlin

Aufsteller Ingenieurbüro
Statik & Baukonstruktion, Energieberatung
Dipl. Ing. Torsten Palicki
Winterstr. 13
13409 Berlin

aufgestellt, Berlin den 28. April 2014

Inhaltsverzeichnis	Seite
1 Vorbemerkung	3
2 Grundlagen	4
3 Angaben zum Objekt	5
3.1 Bauliche Situation	5
3.2 Thermische Gebäudehülle	6
3.3 Gebäudekenndaten	6
4 Anforderungen	6
4.1 Anforderungen an den Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2	6
4.2 Anforderungen nach der Energieeinsparverordnung (EnEV 2009)	6
4.3 Anforderungen gemäß KfW-Effizienzhaus 70	7
4.4 Anforderungen gemäß EEWärmeG	7
5 Berechnungsgrundlagen	8
5.1 Bauphysikalische Randbedingungen	8
5.2 Haustechnisches Planungskonzept	9
6 Nachweise	10
6.1 Nachweis des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2	10
6.2 Nachweis nach der Energieeinsparverordnung (EnEV 2009)	10
6.3 Nachweis KfW-Effizienzhaus 70	11
6.4 Einhaltung des EEWärmeG	12
7 Hinweise und Handlungsbedarf	13
 Anhang A Bauteilaufbauten	 Seite 14 bis 26
Anhang B Tauwassernachweis DIN 4108-3	Seite 27 bis 37
Anhang C Wohnhaus - Gebäudeberechnung nach DIN 18599 – 2007, Teil 1 bis 10	Seite 38 bis 71
Anhang D Wohnhaus – Referenz-Gebäudeberechnung nach DIN 18599-2007, Teil 1 bis 10	Seite 72 bis 100
Anhang E Sommerlicher Wärmeschutz DIN 4108-2	Seite 101 bis 103

1 Vorbemerkung

Auf Grund der Planung von Holzer Kobler Architekturen Berlin GmbH ist in Berlin Treptow-Köpenick der Neubau einer Studentenwohnanlage bestehend aus 3 Einzelgebäuden geplant.

Die Bauteile 1 („FRANKIE“) und 3 („NELLY“) wurden vom Ingenieurbüro Müller-BBM, Niederlassung Berlin, Schöneberger Str.15 in 10963 Berlin, bearbeitet.

Das Bauteil 2 („JOHNNY“) soll auch, neben den Erfordernissen durch die EnEV 2009, erhöhte Anforderungen an die energetische Gebäudequalität erfüllen. Nach Vorgabe des Bauherrn soll hier der Standard eines **KfW-Effizienzhauses 70** erreicht werden.

Ziel ist es, auf Grundlage des KfW-Förderprogrammes Nr. 153 „Energieeffizient Bauen“ entsprechende Fördermittel zu beantragen. Gemäß den KfW-Bestimmungen ist hierfür auf Grundlage einer Nachweisberechnung nach EnEV 2009 ein entsprechender Zielwert für den Jahres-Primärenergiebedarf (Q_p) und die Transmissionswärmeverluste (H'_{T}) für das Gebäude zu erreichen.

Im vorliegenden Bericht wird für das Bauteil 2 „JOHNNY“, des o.g. Bauvorhaben der Nachweis des energiesparenden Wärmeschutzes und der energiesparenden Anlagentechnik nach der seit dem 01.10.2009 gültigen Energieeinsparverordnung EnEV 2009 geführt.

Der sommerliche Wärmeschutz wird im Anhang E dargestellt.

Das Gebäude wird gemäß der EnEV 2009, §3 im Monatsbilanzverfahren nachgewiesen.

Hierzu werden die Berechnungsansätze des öffentlich-rechtlichen Nachweisverfahrens sowie die in DIN 18599, Teil 1 bis 10, angegebenen Berechnungsansätze zugrunde gelegt.

2 Grundlagen

Dem vorliegenden Bericht liegen zugrunde:

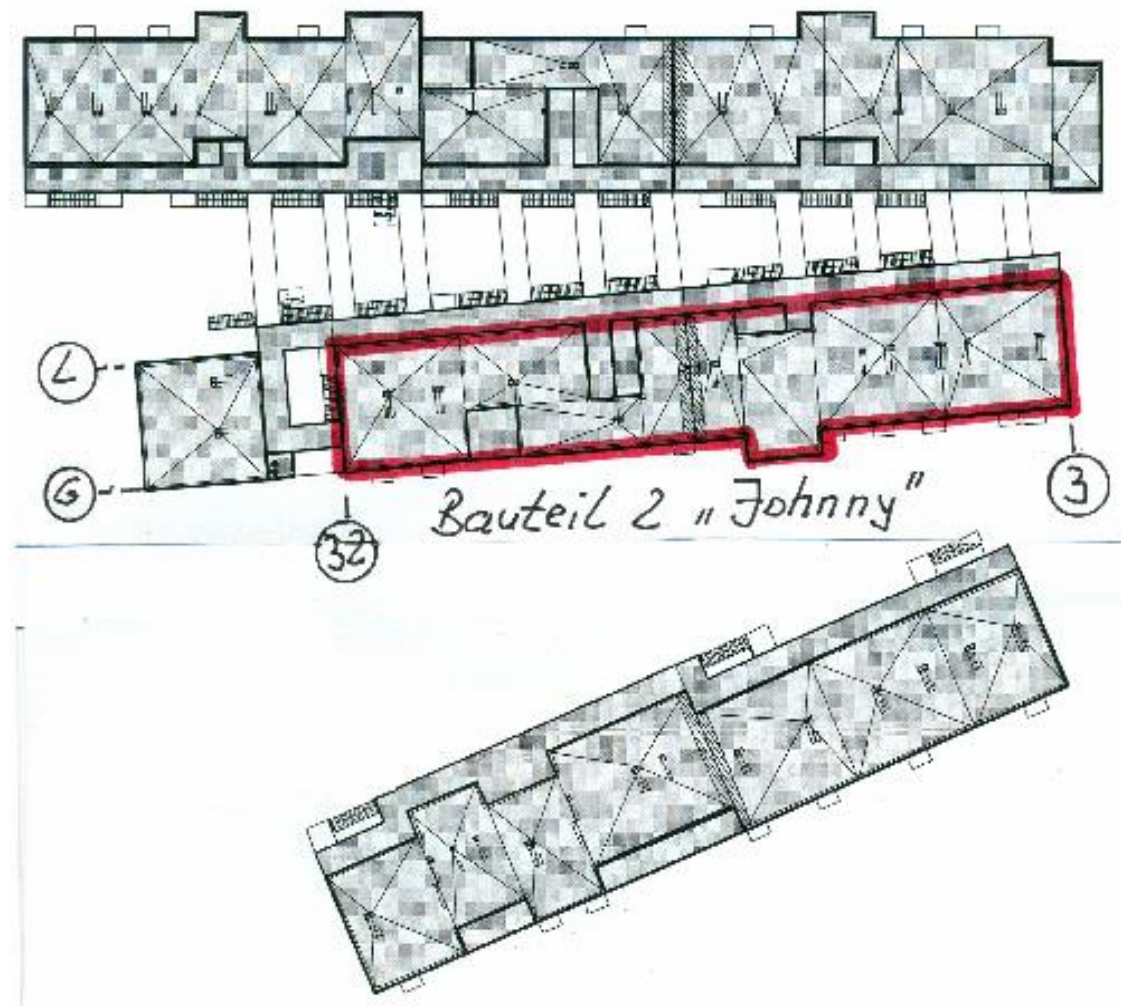
- (1) Genehmigungsplanung Holzer Kobler Architekturen Berlin GmbH, Maßstab 1:100, Stand 05.04.2014, Bauteil 2, „Johnny“
- (2) Die Grundlagenabstimmung - Haustechnikplanung mit GMW-Ingenieurbüro GmbH wurde für alle drei Häuser vom Ingenieurbüro Müller-BBM getätigt.
- (3) Abstimmungen zu Bauteilaufbauten siehe E-Mail mit EBA51, Frau Fuks vom 24.04.2014, Beantwortung blieb aus.
- (4) Planungskonzept Bauphysik und Bauakustik M106610/01, vom Büro Müller-BBM erstellt am 27.05.2013
- (5) Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung – EnEV 2009) in der seit 01.10.2009 gültigen Fassung
- (6) Mitgeltende Normen zur EnEV, insbesondere DIN V 4108-6 „Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 6: Berechnung des Jahresheizwärme- und Jahresheizenergiebedarfs“, Ausgabe 2003-06 und DIN V 4701-10 „Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen – Teil 10: Heizung, Trinkwassererwärmung, Lüftung“, Ausgabe 2003-08
- (7) DIN 4108-2 „Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden – Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz“, Ausgabe 2003-07
- (8) Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) in der seit 01.05.2011 gültigen Fassung
- (9) Software Dämmwerk 2014, Fa. KERN Ingenieurkonzepte, Version 2014

3 Angaben zum Objekt

3.1. Bauliche Situation

Das vorliegende Bauvorhaben setzt sich aus drei Wohngebäuden zusammen. Alle 3 Gebäude erstrecken sich von EG. bis zum 3. OG. Das Nutzungskonzept sieht in allen Geschossen Studentenwohnungen sowie im Erdgeschoss des Bauteils „JOHNNY“ eine teilweise Sondernutzung (Achse 34-40-L-G, hier nicht berechnet) vor.

Die Gebäude sollen aus 40-Zoll-Überseefrachtcontainern errichtet werden, welche übereinandergestapelt werden. Das Bauteil 2, „JOHNNY“, umfasst 118 Frachtcontainer, welche 85 Wohneinheiten bilden sollen. Die Container werden aus architektonischen und technologischen Erfordernissen mit einer Dämmung versehen.



3.2 Thermische Gebäudehülle

Gemäß den aktuellen Festlegungen werden alle Gebäudebereiche in die thermische Gebäudehülle einbezogen und auf normale Innentemperaturen beheizt. ($\theta_i \geq 19^\circ \text{C}$)

3.3 Gebäudekenndaten

Für das vorliegende Bauvorhaben wurden folgende relevanten Bezugsgrößen ermittelt:

- Wärmeübertragene Umfassungsfläche:	A	=	3.850 m ²
- beheiztes Gebäudevolumen (brutto):	V _i	=	8.116 m ³
- Gebäudenutzfläche:	A _N	=	3.063 m ²
- Fensterflächenanteil:			ca. 28%
- A/V _i –Verhältnis:		=	0,474 m ⁻¹

4 Anforderungen

4.1 Anforderungen an den Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2

In der DIN 4108-2 werden Mindestanforderungen an den Wärmeschutz von Bauteilen formuliert. Durch diese Anforderungen soll die Baukonstruktion dauerhaft vor Diffusionsfeuchteschäden im Bauteilinneren sowie auf der Bauteiloberfläche geschützt werden. Zusätzlich soll die Wärmeübertragung durch die Bauteile verringert sowie ein hygienisches Raumklima für den Nutzer geschaffen werden.

Ein Nachweis des Mindestwärmeschutzes ist erforderlich für Außenbauteile von Aufenthaltsräumen in Hochbauten, die auf eine Innentemperatur von $\theta_i \geq 12^\circ \text{C}$ beheizt werden. Für diese Bauteile werden in DIN 4108-2 Mindestwerte für die Wärmedurchlass-widerstände festgelegt.

Außenliegende Fenster und Fenstertüren von beheizten Räumen sind mindestens mit Isolier- oder Doppelverglasung auszuführen.

4.2 Anforderungen nach der Energieeinsparverordnung (EnEV 2009)

4.2.1 Jahres-Primärenergiebedarf und Transmissionswärmeverlust

Das vorliegende Gebäude ist entsprechend den Regelungen der EnEV 2009 § 3 nachzuweisen.

Der Jahres-Primärenergiebedarf Q_p für Heizung, Warmwasserbereitung, Lüftung und ggf. vorhandener Kühlung darf den Wert des Jahres-Primärenergiebedarfs eines

Referenzgebäudes gleicher Geometrie, Gebäudenutzfläche, Ausrichtung und Nutzung nicht überschreiten. Für das Referenzgebäude sind die Randbedingungen gemäß EnEV Anlage 1 Tabelle 1 zu berücksichtigen (Referenzausführung).

Des Weiteren darf der Höchstwert des spezifischen, auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogenen Transmissionswärmeverluste H'_T nach EnEV 2009 Anlage 1 Tabelle 1 nicht überschritten werden.

4.3 Anforderungen gemäß EEWärmeG

Das Erneuerbare-Energien-Wärme-Gesetz (EEWärmeG) ist am 01.01.2009 in Kraft getreten und ist seit dem 01.05.2011 in einer überarbeiteten und erweiterten Fassung gültig. Ziel ist es, den Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte zu erhöhen.

Neu zu errichtende Gebäude müssen den Wärme- und Kälteenergiebedarf (Wärmebedarf zur Heizung und Warmwasseraufbereitung, Kältebedarf zur Kühlung) durch anteilige Nutzung von erneuerbaren Energien nach Maßgabe der §§ 5, 5a und 6 des EEWärmeG decken. Hierfür besteht eine ganze Reihe an Auswahlmöglichkeiten. (Solarthermie, Biomasse, Geothermie)

Kommen keine erneuerbaren Energien zum Einsatz, kann auf verschiedene Ersatzmaßnahmen zurückgegriffen werden. Als Ersatzmaßnahmen, gemäß §7 des EEWärmeG, kann der Wärme- und Kältebedarf durch Anlagen zur Nutzung von Abwärme bzw. Kraft-Wärme-Koppelungsanlagen (zu $\geq 50\%$) oder durch einen Nah- bzw. Fernwärmeanschluss gedeckt oder alternativ eine Unterschreitung der EnEV 2009 um $\geq 15\%$ realisiert werden. Für die genannten Maßnahmen sind die jeweiligen Maßgaben der Anlagen zum EEWärmeG zu beachten.

Die Kombination einzelner Maßnahmen zur Erfüllung der geforderten Deckungsanteile ist grundsätzlich möglich.

4.4 Anforderungen gemäß KfW-Effizienzhaus 70

Das vorliegende Gebäude „Bauteil 2-JOHNNY“ soll mit dem Standard KfW-Effizienzhaus 70 errichtet werden. Gemäß dem Merkblatt „Energieeffizient Bauen“, Programm 153 der KfW-Förderbank ist dieser Standard wie folgt definiert.

- Der Jahres-Primärenergiebedarf Q_p (des Neubaus) darf maximal 70% des errechneten Wertes für das Referenzgebäude nach EnEV 2009 betragen.
- Der Transmissionswärmeverlust H'_T (des Neubau) darf 85% des errechneten Wertes für das Referenzgebäude gemäß EnEV 2009 nicht überschreiten.
- Gleichzeitig darf der Transmissionswärmeverlust H'_T nicht größer sein als nach EnEV 2009 Anlage 1, Tabelle 2.

5 Berechnungsgrundlagen

5.1 Bauphysikalische Randbedingungen

Für die Gebäudeberechnung wurden nachfolgend auf gelistete bauphysikalische Randbedingungen festgesetzt. Diese sind zur Erfüllung des Nachweises einzuhalten.

- **Wärmebrücken:**

Die konstruktiv bedingten Wärmebrücken werden in den Berechnungen zur EnEV 2009 mit dem pauschalen Ansatz nach EnEV 2009 §7, Absatz 3 in Verbindung mit der DIN 4108-6 von $\Delta U_w = 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$ (Innenwanddämmung) berücksichtigt. Ein gesonderter Wärmebrückennachweis ist dann nicht erforderlich.

- **Ausnutzungsgrad für Wärmequellen:**

Die Bauart des Gebäudes kann als leicht angenommen werden. Die wirksame Wärmespeicherkapazität bezogen auf das beheizte Gebäudevolumen V_i wird mit $c_{\text{wirk}} = 50 \text{ Wh/m}^2\text{K}$ (DIN 18599-2, Standardwert bis $50 \text{ Wh/m}^2\text{K}$, leichte Bauteile) berücksichtigt.

- **Dichtheit des Gebäude:**

Die Prüfung der Luftdichtigkeit der Gebäudehülle ist vorgesehen. Der Anlagen-Luftwechsel wird daher entsprechend der Vorgabe der DIN 18599-2 mit $n_{\text{nutz}} = 0,45 \text{ h}^{-1}$ in der Berechnung angesetzt. Die Dichtheit der Gebäudehülle muss die Anforderungen gemäß EnEV 2009 Anlage 4 für Gebäude mit raumluftechnischer Anlage erfüllen. Dies bedeutet, dass der nach DIN EN 13829 gemessene Volumenstrom, bezogen auf das beheizte Luftvolumen des Gebäudes, einen Wert von $n_a = 1,5 \text{ h}^{-1}$ nicht überschreiten darf.

- **Bauteile:**

Die Berechnungen zu den Bauteilaufbauten der thermischen Gebäudehülle und die berechneten Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte) sind in diesem Bericht aufgeführt. Die dort beschriebenen Bauteilaufbauten geben zum großen Teil nur die wärmeschutztechnisch relevanten Schichten wieder und stellen keine vollständige Konstruktionsempfehlung im Sinne eines Bauteilkatalogs dar.

5.2 Haustechnisches Planungskonzept

Im Rahmen der vorliegenden Berechnungen zum EnEV-Nachweis wurde folgende Anlagentechnik angesetzt, die mit dem GMW-Ingenieurbüro GmbH, seitens des Ingenieurbüro Müller-BBM, abgestimmt wurde. Nachfolgend werden die wichtigsten haustechnischen Angaben zusammenfassend dargestellt. Detaillierte Angaben sind der Berechnung zu entnehmen.

5.2.1 Heizung

Die wesentlich technischen Eigenschaften des angesetzten Heizungssystems des geplanten Neubaus sind folgende:

- Heizsystem Zentralheizung
- Verteilungen horizontale Verteilung innerhalb der Gebäude –
hülle. Steig-und Anbindeleitungen innerhalb der
thermischen Gebäudehülle. Verteilernetz ist hydrau-
lisch abgeglichen.
- Wärmeübergabe /
Regelung freie Heizflächen vor den Außenwänden, Regelung
mit Thermostatventilen 1K,
Systemtemperaturen Vor-bzw. Rücklauf 55 / 45° C
- Heizungspumpe geregelt
- Wärmeerzeuger Nahwärme, erzeugt aus Blockheizkraftwerk (BHKW)
Grundlast mind. 70%
+ Brennwertkessel (verbessert) mit 30% als
Spitzenlastkessel, Aufstellung beider Geräte außer-
halb der thermischen Hülle.

5.2.2 Warmwasserversorgung

Die wesentlich technischen Eigenschaften des angesetzten Trinkwarmwassernetzes sind folgende:

- System zentral mit Zirkulationsbetrieb
- WW-System $q_{w,b}=0,044 \text{ KWh/d je m}^2 \text{ Wohnfläche}$
- Verteilung innerhalb der thermischen Gebäudehülle,

- Pumpen geregelt und auf Bedarf ausgelegt.
- Warmwasserspeicher indirekt beheizter WW-Speicher, Aufstellung außerhalb der thermischen Gebäudehülle.
- Wärmeerzeuger Nahwärme, erzeugt aus Blockheizkraftwerk (BHKW), Grundlast mind. 70%
+ Brennwertkessel (verbessert) mit 30% als Spitzenlastkessel, Aufstellung beider Geräte außerhalb der thermischen Hülle.

5.2.3 Lüftung (RLT-System)

Bilanzierung nicht vorgesehen (in DIN 18599, Wohngebäude)

5.2.4 Klimatisierung / Kühlung

Bilanzierung nicht vorgesehen (in DIN 18599, Wohngebäude)

6 Nachweise

6.1 Nachweis des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2

Die Anforderungen an den Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2 werden von allen dargestellten Bauteilen eingehalten.

6.2 Nachweis der Energieeinsparverordnung (EnEV 2009)

Im Folgenden werden die wichtigsten Ergebnisse des EnEV-Nachweises kurz erläutert. Die Berechnung und Ergebnisse sind dem sommerlichen Wärmeschutznachweis zu entnehmen.

6.2.1 Jahres-Primärenergiebedarf $Q_{p, \text{Ref}}$

Der Grenzwert des nutzfleichenbezogenen Jahres-Primärenergiebedarfs (Referenzgebäude) für das neu zu errichtende Wohngebäude beträgt

$$Q_{p, \text{Ref}} = 72 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

und wird mit dem vorhandenen nutzfleichenbezogenen Jahres-Primärenergiebedarf von

$$Q_{p, \text{vorh.}} = 41,3 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

eingehalten und um 43% unterschritten.

Die Berechnungen wurden mit Software Dämmwerk, Version 2014 durchgeführt.

6.2.2 Transmissionswärmeverlust H'_{T}

Der Grenzwert gemäß der EnEV 2009, Anhang 1, Tabelle 2, des spezifischen auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogenen Transmissionswärmeverlustes für das neu zu errichtende Wohngebäude beträgt

$$H'_{T,zul} = 0,50 \text{ W/m}^2\text{K}$$

und wird bei einem vorhandenen spezifischen, auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogenen Transmissionswärmeverlust von

$$H'_{T,vorh.} = 0,499 \text{ W/m}^2\text{K}$$

eingehalten.

Die Berechnungen wurden mit Software Dämmwerk, Version 2014 durchgeführt.

6.3 Nachweis KfW-Effizienzhaus 70

Für das vorliegende Bauvorhaben wird angestrebt, die Anforderungen an den energetischen Standard des KfW-Effizienzhauses 70 zu erfüllen. Dies bedeutet, dass der Jahres-Primärenergiebedarf 70% und der Transmissionswärmeverlust 85% des entsprechenden Wertes des Referenzgebäudes nicht überschreiten darf.

6.3.1 Jahres-Primärenergiebedarf Q'_{p}

Der Grenzwert für das KfW-Effizienzhaus 70 des nutzflächenbezogenen Jahres-Primärenergiebedarfs für das neu zu errichtende Wohngebäude beträgt

$$Q'_{p,zul.} = 0,70 \times Q'_{p,Ref.} = 0,70 \times 72 = 50,4 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

und wird mit dem vorhandenen nutzflächenbezogenen Jahres-Primärenergiebedarf von

$$Q''_{p,vorh.} = 41,3 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

eingehalten.

6.3.2 Transmissionswärmeverlust H'_{T}

Der Grenzwert des spezifischen, auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogenen Transmissionswärmeverlustes für den Standard KfW-Effizienzhauses 70 des zu errichtende Wohngebäude beträgt

$$H'_{T,zul.} = 0,85 \times H'_{T,Ref.} = 0,85 \times 0,596 = 0,50 \text{ W/m}^2\text{K}$$

und wird bei einem vorhandenen spezifischen, auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogenen Transmissionswärmeverlust von

$$H'_{T,vorh.} = 0,499 \text{ W/m}^2\text{K}$$

eingehalten.

6.4 Einhaltung des EEWärmeG (Erneuerbare Energien- Wärme- Gesetz)

Neu zu errichtende Gebäude müssen den Wärme-und Kälteenergiebedarf (Wärmebedarf zur Heizung und Warmwasseraufbereitung, Kältebedarf zur Kühlung) durch anteilige Nutzung von erneuerbaren Energien nach Maßgabe der §§5, 5a und 6 EEWärmeG decken.

Kommen keine erneuerbaren Energien zum Einsatz, kann auf verschiedene Ersatzmöglichkeiten zurückgegriffen werden.

Die Kombination einzelner Maßnahmen zur Erfüllung der geforderten Deckungsanteile ist grundsätzlich möglich. Als Ersatzmaßnahme gemäß §7 kann auch die Nutzung von Abwärme, Deckung des Wärmeenergiebedarfs über KWK-Anlagen, Unterschreitung der EnEV-Anforderungen sowie Deckung des Wärme-und Kälteenergiebedarfs aus einem Nah-oder Fernwärmenetz zur Erfüllung des EEWärmeG herangezogen werden.

Die Maßnahmen sind jeweils allein zu einem Mindestdeckungsanteil oder als Kombination von mehreren Maßnahmen zu realisieren.

Sofern mindestens 50% des Wärme-und Kältebedarfs unmittelbar aus einem Fernwärmenetz nach Maßgaben der Nr. VII der Anlage zum EEWärmeG gedeckt wird, gilt dies als vollwertige Ersatzmaßnahme.

Das grundlegende anlagentechnische Konzept des Bauvorhabens sieht eine 100%ige Deckung des Wärmeenergiebedarfs für Heizung und Warmwasseraufbereitung über ein eigenes Nah-bzw. Fernwärmenetz vor. Die Nahwärme wird dabei mit einem BHKW erzeugt, welches zu Spitzenlastzeiten von einem verbesserten Brennwärtekessel unterstützt wird.

Die Anforderungen des EEWärmeG werden mit dem anlagentechnischen Konzept erfüllt.

7 Hinweise und Handlungsbedarf

In dem vorliegenden Nachweis, nach der EnEV 2009, wurden die zur Einhaltung erforderlichen und im Vorfeld vom Büro Müller-BBM abgestimmten baulichen und anlagentechnischen Maßnahmen zusammengestellt. Bei der weiteren Ausführungsplanung und Bauausführung ist durch den Bauherren bzw. seiner Erfüllungsgehilfen sicherzustellen, dass die im Bericht genannten baulichen und anlagentechnischen Maßnahmen umgesetzt werden.

Anmerkung:

Die Abbildung der Anlagentechnik erfolgt bei strenger Auslegung der Norm im Prozessbereich der Heizung nach dem vereinfachten Ansatz gemäß DIN 18599-5, 2007-02 mit der Geometrie des Gebäudes, mit nur einem Verteilerkreis und nur einer Vor- bzw. Rücklauftemperatur. Die Anwendung des vereinfachten Ansatzes ist für den Fall ohne Rohrnetzplanung vorgesehen.

Betrachtet man den zeitlichen Ablauf der öffentlich-rechtlichen Nachweisführung, so liegen zum Zeitpunkt der ersten Nachweisführung auf Basis der Bauantragsunterlagen keine tiefergehenden Planungsdaten aus der Haustechnik vor. Es bietet sich also an, zu diesem frühen Zeitpunkt den vereinfachten Ansatz zur Rohrnetzberechnung nach Tabelle 15 anzuwenden.

Die energetische Schlussbewertung eines Gebäudes hat nach EnEV 2009 §16 Abs.1 nur auf der Basis des fertiggestellten Gebäudes zu erfolgen. Zu diesem Zeitpunkt liegt dann üblicherweise auch eine Rohnetzberechnung vor, so dass deren Daten in die finale Berechnung nach DIN 18599 einfließen können.

Anhang A

Bauteilaufbauten

Bauteilberechnungen

Projekt Bauteil 2, "Johnny"

Bauteil: Außentür

(Ref-No 1.0)

Bauteiltyp "Außentür"

mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,13$ und $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$



Querschnitt

(Ref-No 1.3)

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R_{si}					0,130
01 Glas	0,40	2500	10,0	0,800	0,005
02 Scheibenzwischenraum	1,20	–	–	–	0,170
03 Glas	0,40	2500	10,0	0,800	0,005
R_{se}					0,040
<hr/>					
	d = 2,00	G = 20,0		$R_T = 0,35$	

Fenster

(Ref-No 1.5.1)

Isolierverglasung 4-6-4-6-4, Kryptonfüllung, beschichtet, $\varepsilon \leq 0,05$, U_g 0,9, $t_{D65} = 0,78$
 Profilsystem IDEAL 2000: 3-Kammer-PVC-Fensterprofil mit Stahlarmierung, U_f 1,5: 60 mm
 Bautiefe, Anschlagdichtungssystem, Kombination 120x02 + 120x23 (flächenversetzt)

Wärmedurchgangskoeffizient nach EN ISO 10077-1

(Ref-No 1.5.5)

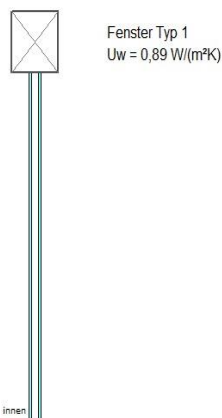
Verbundfenster U_g 0,9 U_f 1,60 Ψ_g 0,06 (12,0 m) $U_W = 1,20$ (1,2) W/(m²K)

$A_{\text{glas}} = 3,82 \text{ m}^2$ (78%), $A_{\text{frame}} = 1,05 \text{ m}^2$, $A_W = 4,88 \text{ m}^2$, $U_{\text{Innenverglasung}} = 5,80 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
 Glas-Rahmen Verbindungsbereich $\Psi_g = 0,06$ Holz- oder Kunststoffrahmen, Scheiben beschichtet
 Wärmedurchlasswiderstand des Luftraums nach Tab. C.1 für $d_{LR} = 0 \text{ mm} = 0,00 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
 $U_{\text{Verglasung}} = 1 / (1/0,90 + 0,17 + 0,00 + 1/5,80) = 0,90 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
 $U_W = (3,82 \cdot 0,90 + 1,05 \cdot 1,60 + 12,04 \cdot 0,06) / (3,82 + 1,05) = 1,20 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

$U_W = 1,20 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ wird für die weiteren Berechnungen angenommen

Bauteil: Fenster Typ 1 (37 bis 42 dB)

(Ref-No 1.0)



Bauteiltyp "Fenster"

mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,13$ und $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$ **Fenster**

(Ref-No 1.5.1)

Isolierverglasung 4-6-4-6-4, Xenonfüllung, beschichtet, $\varepsilon \leq 0,05$, $U_g 0,7$, $t_{D65} = 0,78$ Profilsystem energeto 5000: 5-Kammer-PVC-Fensterprofil mit Scheibenverklebung, $U_f 1,0$: 70/79 mm Bautiefe, Mitteldichtungssystem: Kombination 050x03 + 150x85 (halbflächenversetzt)

Wärmedurchgangskoeffizient nach EN ISO 10077-1

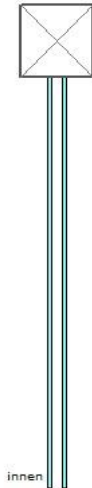
(Ref-No 1.5.5)

Verbundfenster	$U_g 0,7$	$U_f 1,00$	$\Psi_g 0,06 (12,5 \text{ m})$	$U_w = 0,90 (0,9) \text{ W/(m}^2\text{K)}$
----------------	-----------	------------	--------------------------------	--

 $A_{\text{glas}} = 4,13 \text{ m}^2 (85\%)$, $A_{\text{frame}} = 0,75 \text{ m}^2$, $A_w = 4,88 \text{ m}^2$, $U_{\text{Innenverglasung}} = 5,80 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ Glas-Rahmen Verbindungsbereich $\Psi_g = 0,06$ Holz- oder Kunststoffrahmen, Scheiben beschichtetWärmedurchlasswiderstand des Luftraums nach Tab. C.1 für $d_{LR} 0 \text{ mm} = 0,00 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ $U_{\text{verglasung}} = 1 / (1/0,70 + 0,17 + 0,00 + 1/5,80) = 0,70 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ $U_w = (4,13 \cdot 0,70 + 0,75 \cdot 1,00 + 12,46 \cdot 0,06) / (4,13 + 0,75) = 0,90 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ $U_w = 0,90 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ wird für die weiteren Berechnungen angenommen

Bauteil: Fenster Typ 2 (34 dB)

(Ref-No 1.0)



Fenster Typ 2
 $U_w = 1,12 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Bauteiltyp "Fenster"

mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,13$ und $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$ **Fenster**

(Ref-No 1.5.1)

Isolierverglasung 4-6-4-6-4, Xenonfüllung, beschichtet, $\varepsilon \leq 0,1$, $U_g 0,8$, $t_{D65} = 0,78$
 Profilsystem IDEAL 2000: 3-Kammer-PVC-Fensterprofil mit Stahlarmierung, $U_f 1,5$: 60 mm
 Bautiefe, Anschlagdichtungssystem, Kombination 120x02 + 120x23 (flächenversetzt)

Wärmedurchgangskoeffizient nach EN ISO 10077-1

(Ref-No 1.5.5)

Verbundfenster	$U_g 0,8$	$U_f 1,60$	$\Psi_g 0,06 (12,6 \text{ m})$	$U_w = 1,06 (1,1) \text{ W/(m}^2\text{K)}$
----------------	-----------	------------	--------------------------------	--

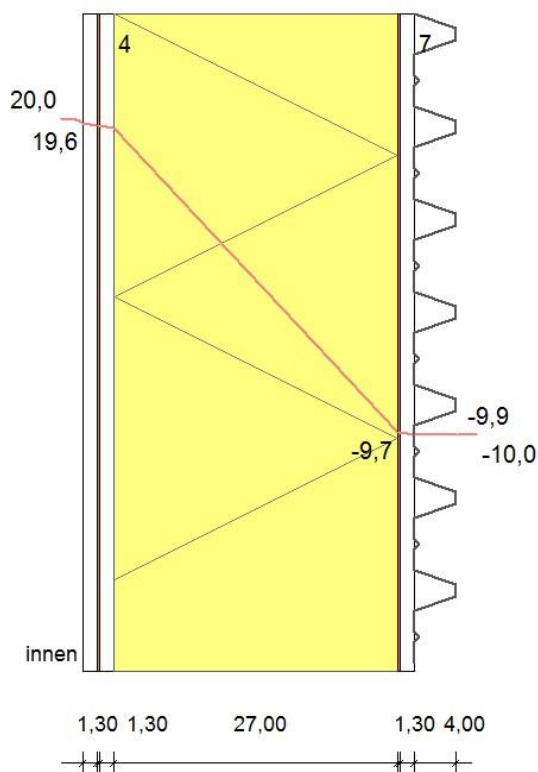
$A_{\text{glas}} = 4,23 \text{ m}^2 (87\%)$, $A_{\text{frame}} = 0,65 \text{ m}^2$, $A_w = 4,88 \text{ m}^2$, $U_{\text{Innenverglasung}} = 5,80 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
 Glas-Rahmen Verbindungsbereich $\Psi_g = 0,06$ Holz- oder Kunststoffrahmen, Scheiben beschichtet
 Wärmedurchlasswiderstand des Luftraums nach Tab. C.1 für $d_{LR} 0 \text{ mm} = 0,00 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
 $U_{\text{verglasung}} = 1 / (1/0,80 - 0,17 + 0,00 + 1/5,80) = 0,80 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
 $U_w = (4,23 \cdot 0,80 + 0,65 \cdot 1,60 + 12,60 \cdot 0,06) / (4,23 + 0,65) = 1,06 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

$U_w = 1,06 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ wird für die weiteren Berechnungen angenommen

Bauteil: AW-1 (Außenwand)

(Ref-No 1.0)

Bauteiltyp "Außenwand"

mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,13$ und $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$ 

AW-1

 $U = 0,11 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

von innen

1 Gipskartonplatten nach DIN 18180

2 Dampfsperre >100m

3 Gipskartonplatten nach DIN 18180

4 Mineralwolle MW 032, II

5 Dampfbremse 30m

6 Gipskartonplatten nach DIN 18180

7 Trapezprofil

Querschnitt

(Ref-No 1.3)

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R_{si}					0,130
01 Gipskartonplatten nach DIN 18180	1,30	800	10,4	0,250	0,052
02 Dampfsperre >100m	0,10	-	-	-	-
03 Gipskartonplatten nach DIN 18180	1,30	800	10,4	0,250	0,052
04 Mineralwolle MW 032, II	27,00	20	5,4	0,032	8,438
05 Dampfbremse 30m	0,03	-	-	-	-
06 Gipskartonplatten nach DIN 18180	1,30	800	10,4	0,250	0,052
07 Trapezprofil	4,00	-	-	-	-
R_{se}					0,040
<hr/>					
	d = 35,03	G =	36,6	$R_T =$	8,76

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,114 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

(Ref-No 1.8.1)

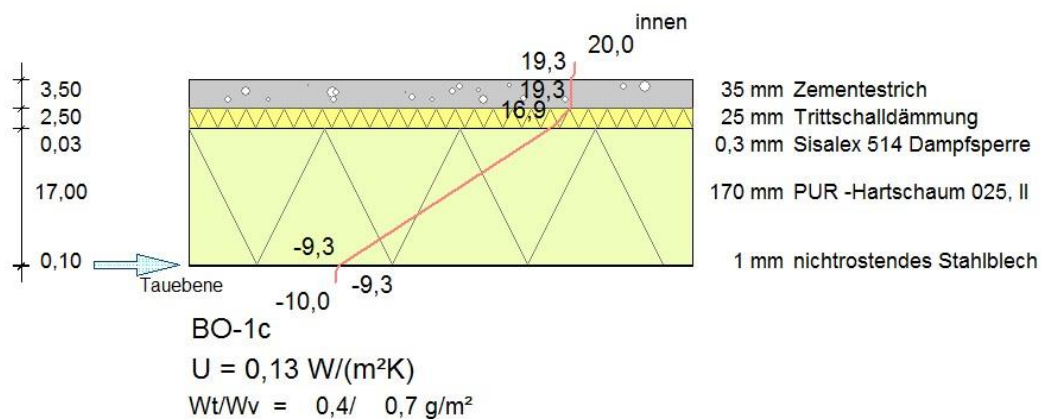
Wände beheizter Räume gegen Außenluft, Erdreich, Tiefgaragen (DIN 4108-2:2013). Erhöhte Anforderungen für leichte Bauteile mit einer flächenbezogenen Gesamtmasse $< 100 \text{ kg/m}^2$ nach 5.2.2.

R $8,59 \geq 1,75 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

Bauteil: BO - 1 (Bodenplatte)

(Ref-No 1.0)

Bauteiltyp "Fußboden über Hohlraum zum Erdreich"

mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,17$ und $R_{se} = 0,17 \text{ m}^2\text{K/W}$ **Querschnitt**

(Ref-No 1.3)

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R_{si}					0,170
01 Zementestrich	3,50	2000	70,0	1,400	0,025
02 Trittschalldämmung	2,50	30	0,8	0,040	0,625
03 Sisalex 514 Dampfsperre	0,03	-	0,3	-	0,025
04 PUR -Hartschaum 025, II	17,00	30	4,5	0,025	6,800
05 nichtrostendes Stahlblech	0,10	7900	7,9	17,000	0,000
R_{se}					0,170
<hr/>					
	d = 23,13	G =	84,0	$R_T =$	7,82

Wärmedurchgangskoeffizient **$U = 0,128 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$** (ohne Korrekturen)

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

(Ref-No 1.8.1)

Wände beheizter Räume gegen Außenluft, Erdreich, Tiefgaragen (DIN 4108-2:2013). Erhöhte Anforderungen für leichte Bauteile mit einer flächenbezogenen Gesamtmasse $< 100 \text{ kg/m}^2$ nach 5.2.2.

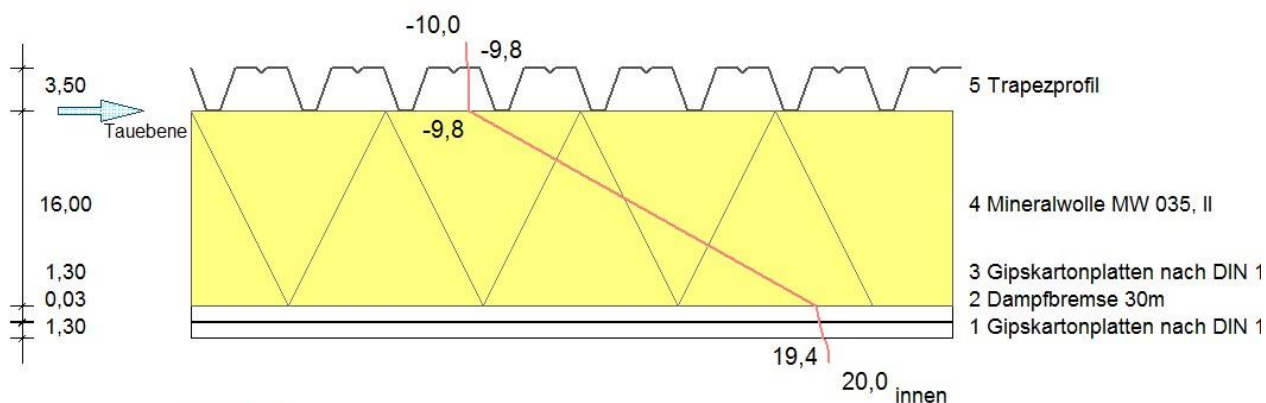
R $7,48 \geq 1,75 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

Bauteil: Dach-1

(Ref-No 1.0)

Bauteiltyp "Dachdecke"

mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{Si} = 0,10$ und $R_{Se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$



Dach-1

$$U = 0,21 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

$$Wt/Wv = 28,2 / 84,2 \text{ g/m}^2$$

Querschnitt

(Ref-No 1.3)

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/ (mK)	R m ² K/W
Rsi					0,100
01 Gipskartonplatten nach DIN 18180	1,30	800	10,4	0,250	0,052
02 Dampfbremse 30m	0,03	-	-	-	-
03 Gipskartonplatten nach DIN 18180	1,30	800	10,4	0,250	0,052
04 Mineralwolle MW 035, II	16,00	30	4,5	0,035	4,571
05 Trapezprofil	3,50	-	-	-	-
Rse					0,040
d =	22,13	G =	25,6	R _T =	4,82

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,208 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

(Ref-No 1.8.1)

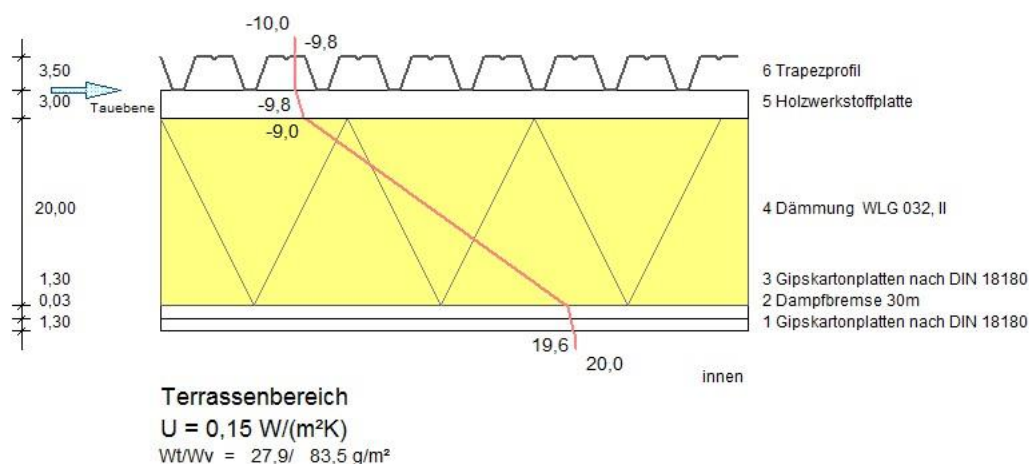
Decken beheizter Räume nach oben gegen Außenluft (DIN 4108-2:2013). Erhöhte Anforderungen für leichte Bauteile mit einer flächenbezogenen Gesamtmasse $< 100 \text{ kg/m}^2$ nach 5.2.2.

$R_{4,68} \geq 1,75 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

Bauteil: Terrassenbereich

(Ref-No 1.0)

Bauteiltyp "Decke gegen die Außenluft"

mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,10$ und $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$ **Querschnitt**

(Ref-No 1.3)

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/ (mK)	R m ² K/W
R_{si}					0,100
01 Gipskartonplatten nach DIN 18180	1,30	800	10,4	0,250	0,052
02 Dampfbremse 30m	0,03	-	-	-	-
03 Gipskartonplatten nach DIN 18180	1,30	800	10,4	0,250	0,052
04 Dämmung WLG 032, II	20,00	30	6,0	0,032	6,250
05 Holzwerkstoffplatte	3,00	700	21,0	0,170	0,176
06 Trapezprofil	3,50	-	-	-	-
R_{se}					0,040
<hr/>					
	d = 29,13	G =	47,8	$R_T =$	6,67

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,150 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

(Ref-No 1.8.1)

Decken beheizter Räume nach oben gegen Außenluft (DIN 4108-2:2013). Erhöhte Anforderungen für leichte Bauteile mit einer flächenbezogenen Gesamtmasse $< 100 \text{ kg/m}^2$ nach 5.2.2.

Anhang B

Tauwasser-Nachweis nach DIN 4108-3

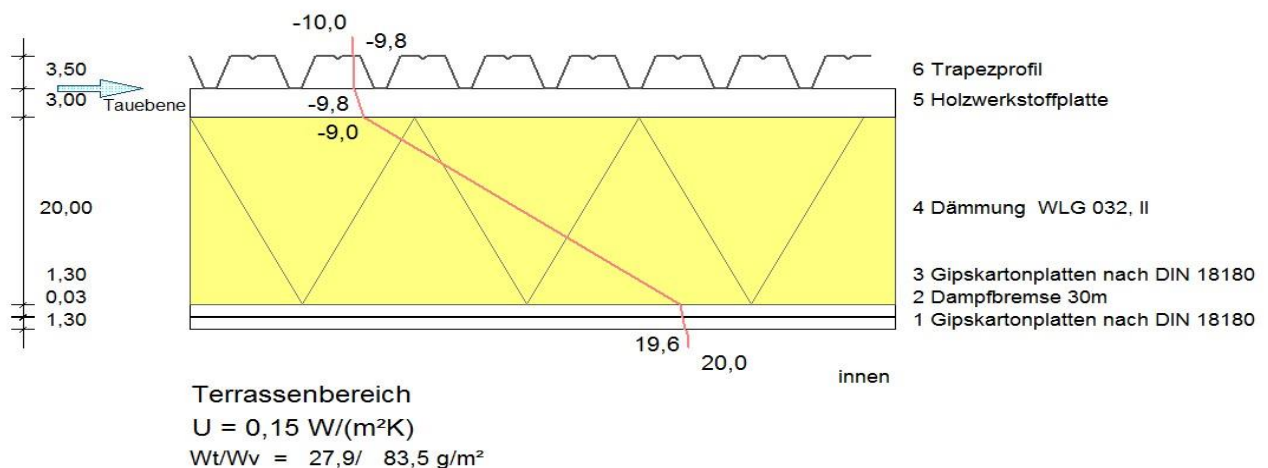
Temperaturverlauf und Diffusionsberechnung

Projekt Bauteil 2, "Johnny", Eichbuschallee 51, Plänterwald, Berlin-Treptow

Bauteil: **Decke nach unten**

Klimabedingungen Normklimadaten DIN 4108

Tauperiode	Außenklima	-10,0 °C	$\phi = 80 \%$
1440 Stunden	Innenklima	20,0 °C	$\phi = 50 \%$
Verdunstungsperiode	Außenklima	12,0 °C	$\phi = 70 \%$
2160 Stunden	Innenklima	12,0 °C	$\phi = 70 \%$



Grenzschichttemperaturen und Sättigungsdampfdrücke

von innen vor der Schichtgrenze	Tauperiode $T_{gr} [^{\circ}\text{C}]$	$p_s [\text{Pa}]$	$p_d [\text{Pa}]$
Raumluft	20,0	2340	1170
1 Linoleum	19,2	2227	1170
2 Estrich	19,1	2212	1163
3 Ampatex Cento Dampfbremse	19,0	2197	1161
4 Trittschalldämmung	18,9	2185	740
5 Ampatex Cento Dampfbremse	15,8	1795	740
6 Dämmung WLG 032	15,7	1784	319
7 Holzwerkstoffplatte	-8,9	286	265
8 Trapezprofil	-9,8	264	264

Ing. Büro Dipl. Ing. T. Palicki

BV: EBA51 Neubau-Studentenwohnheim, Eichbuschallee 51, Plänterwald, Berlin - Treptow

Bauteil 2, Achse 3-32 und G-L, Gebäude „Johnny“

Bauteile – Tauwasser - Nachweis

	-9,8	264	208
Außenluft	-10,0	260	208

Diffusionswiderstände

Schicht	μ_{\min} [-]	μ_{\max} [-]	$\mu_{\min} \cdot s$ [m]	$\mu_{\max} \cdot s$ [m]	s_d [m]
1 Linoleum	800	1000	1,60	2,00	-> 1,60
2 Estrich	15	35	0,45	1,05	-> 0,45
3 Ampatex Cento Dampfbremse	-	-	100,00	100,00	100,00
4 Trittschalldämmung	1	1	0,03	0,03	0,03
5 Ampatex Cento Dampfbremse	-	-	100,00	100,00	100,00
6 Dämmung WLG 032	80	200	12,80	32,00	-> 12,80
7 Holzwerkstoffplatte	3	5	0,09	0,15	<- 0,15
8 Trapezprofil	-	-	30,00	100,00	<- 100,00
$\Sigma \mu \cdot s =$					315,02

Klimabedingter Feuchteschutz nach DIN 4108-3:2001

Vermeidung kritischer Feuchte auf Innenoberflächen (A.5)

$R_{\min} = 0,29 < 5,88 \text{ m}^2\text{K/W} = R_{\text{vorh}}$, in Ordnung nach DIN 4108-3, A.12

Mindest-Wärmedurchlasswiderstand $R_{\min} = R_{\text{si}} \cdot ((\theta_i - \theta_e) / (\theta_i - \theta_s)) - (R_{\text{si}} + R_{\text{se}}) = 0,29$

mit Gl. A.12 und DIN 4108-2 Abs.6.2 mit $R_{\text{si}} / R_{\text{se}} = 0,25 / 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$ und $\theta_i / \theta_e = 20 / -5 \text{ °C}$

Die Taupunkttemperatur der Raumluft (20,0°C 50%) beträgt $\theta_s = 9,3 \text{ °C}$ (DIN 4108-3, Tab. A.2)

Tauwasserbildung im Inneren von Bauteilen (A.2)

Tauebene vor Schicht "Trapezprofil"

$$m_{W,T} = 1440 \cdot \left(\frac{1170 - 264}{215,03} - \frac{264 - 208}{100,00} \right) / 1500 = 3,5 \text{ g/m}^2 \text{ Tauwasser}$$

$$m_{W,V} = 2160 \cdot \left(\frac{1403 - 982}{215,03} + \frac{1403 - 982}{100,00} \right) / 1500 = 8,9 \text{ g/m}^2 \text{ Verdunstung}$$

Schicht 7 "Holzwerkstoffplatte" in der Tauzone. Die Feuchtezunahme beträgt 0,0 Masse %.
Erfüllt die Anforderungen nach DIN 4108-3, 4.2.1.

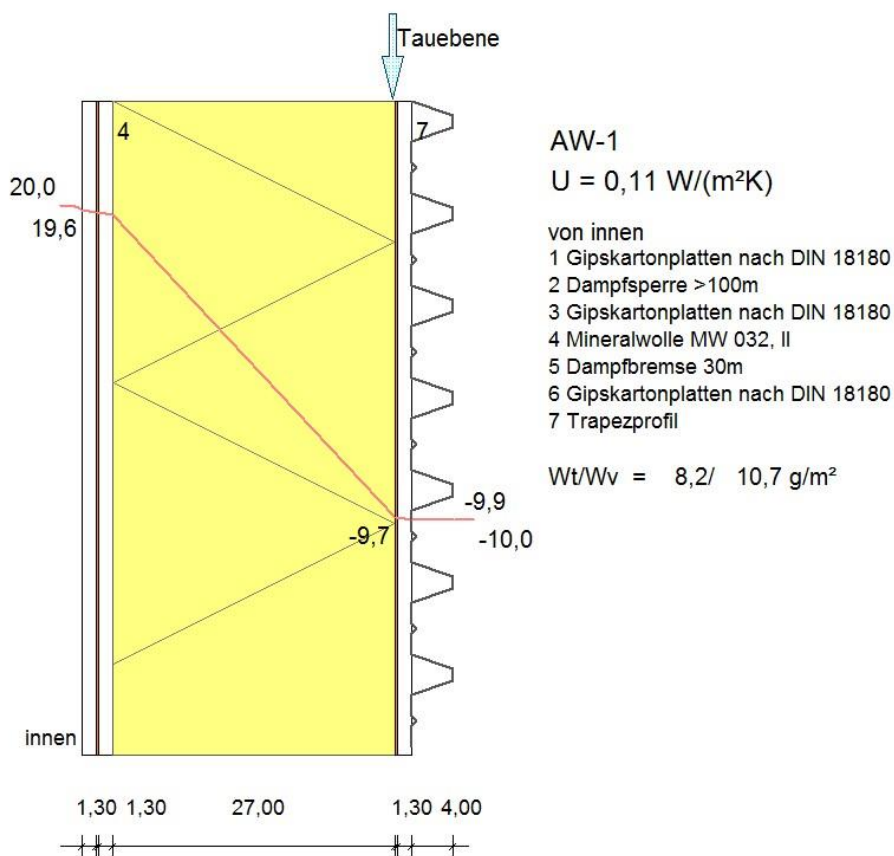
Die Tauwasserbildung im Bauteil ist im Sinne von DIN 4108-3 **unschädlich**, da
 $m_{W,T} < \text{zul } m_{W,T}$ und $m_{W,V} > m_{W,T}$

Mindest- s_d -Wert einer innenliegenden Dampfsperre für eine tauwasserfreie Konstruktion:

$$s_{d,\text{erf}} = s_{de} \cdot (p_i - p_e) / (p_{\text{sw}} - p_e) - s_{di} - s_{de} = 100,00 \cdot (1170 - 208) / (264 - 208) - 215,03 - 100,00 = 1402,8 \text{ m}$$

Bauteil: **AW-1 (Außenwand)****Klimabedingungen Normklimadaten DIN 4108**

Tauperiode	Außenklima	-10,0 °C	$\phi = 80 \%$
1440 Stunden	Innenklima	20,0 °C	$\phi = 50 \%$
Verdunstungsperiode	Außenklima	12,0 °C	$\phi = 70 \%$
2160 Stunden	Innenklima	12,0 °C	$\phi = 70 \%$

**Grenzschichttemperaturen und Sättigungsdampfdrücke**

von innen vor der Schichtgrenze	Tauperiode $T_{gr} [^\circ\text{C}]$	$p_s [\text{Pa}]$	$p_d [\text{Pa}]$
Raumluft	20,0	2340	1170
1 Gipskartonplatten nach DIN 1	19,6	2283	1170
2 Dampfsperre >100m	19,4	2254	1170
3 Gipskartonplatten nach DIN 1	19,4	2254	270
4 Mineralwolle MW 032, II	19,2	2227	269
5 Dampfbremse 30m	-9,7	267	267
6 Gipskartonplatten nach DIN 1	-9,7	267	253
7 Trapezprofil	-9,9	262	253
	-9,9	262	208
Außenluft	-10,0	260	208

Diffusionswiderstände

Schicht	μ_{\min} [-]	μ_{\max} [-]	$\mu_{\min} \cdot s$ [m]	$\mu_{\max} \cdot s$ [m]		s_d [m]
1 Gipskartonplatten nach DIN 18	4	10	0,05	0,13	->	0,05
2 Dampfsperre >100m	-	-	100,00	100,00		100,00
3 Gipskartonplatten nach DIN 18	4	10	0,05	0,13	->	0,05
4 Mineralwolle MW 032, II	1	1	0,27	0,27		0,27
5 Dampfbremse 30m	-	-	30,00	30,00		30,00
6 Gipskartonplatten nach DIN 18	4	10	0,05	0,13	<-	0,13
7 Trapezprofil	-	-	30,00	100,00	<-	100,00

						$\Sigma \mu \cdot s = 230,50$

Klimabedingter Feuchteschutz nach DIN 4108-3:2001

Vermeidung kritischer Feuchte auf Innenoberflächen (A.5)

$R_{\min} = 0,29 < 8,59 \text{ m}^2\text{K/W} = R_{\text{vorh}}$, in Ordnung nach DIN 4108-3, A.12

Mindest-Wärmedurchlasswiderstand $R_{\min} = R_{\text{si}} \cdot ((\theta_i - \theta_e) / (\theta_i - \theta_s)) - (R_{\text{si}} + R_{\text{se}}) = 0,29$

mit Gl. A.12 und DIN 4108-2 Abs.6.2 mit $R_{\text{si}} / R_{\text{se}} = 0,25 / 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$ und $\theta_i / \theta_e = 20 / -5 \text{ °C}$

Die Taupunkttemperatur der Raumluft (20,0°C 50%) beträgt $\theta_s = 9,3 \text{ °C}$ (DIN 4108-3, Tab. A.2)

Tauwasserbildung im Inneren von Bauteilen (A.2)

Tauebene vor Schicht "Dampfbremse 30m"

$$m_{W,T} = 1440 \cdot \left(\frac{1170 - 267}{100,37} - \frac{267 - 208}{130,13} \right) / 1500 = 8,2 \text{ g/m}^2 \text{ Tauwasser}$$

$$m_{W,V} = 2160 \cdot \left(\frac{1403 - 982}{100,37} + \frac{1403 - 982}{130,13} \right) / 1500 = 10,7 \text{ g/m}^2 \text{ Verdunstung}$$

Die Tauwasserbildung im Bauteil ist im Sinne von DIN 4108-3 **unschädlich**, da

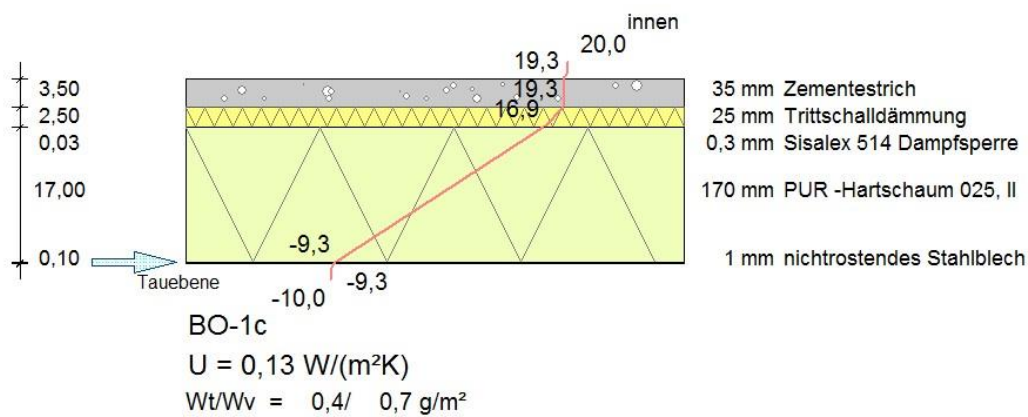
$m_{W,T} < \text{zul } m_{W,T}$ und $m_{W,V} > m_{W,T}$

Mindest- s_d -Wert einer innenliegenden Dampfsperre für eine tauwasserfreie Konstruktion:

$$s_{d,\text{erf}} = s_{de} \cdot (p_i - p_e) / (p_{\text{sw}} - p_e) - s_{di} - s_{de} = 130,13 \cdot (1170 - 208) / (267 - 208) - 100,37 - 130,13 = 1891,3 \text{ m}$$

Bauteil: **BO-1 (Bodenplatte)****Klimabedingungen** Normklimadaten DIN 4108

Tauperiode	Außenklima	-10,0 °C	$\phi = 80 \%$
1440 Stunden	Innenklima	20,0 °C	$\phi = 50 \%$
Verdunstungsperiode	Außenklima	12,0 °C	$\phi = 70 \%$
2160 Stunden	Innenklima	12,0 °C	$\phi = 70 \%$

**Grenzschichttemperaturen und Sättigungsdampfdrücke**

von innen vor der Schichtgrenze	Tauperiode $T_{gr} [^{\circ}\text{C}]$	$p_s [\text{Pa}]$	$p_d [\text{Pa}]$
Raumluft	20,0	2340	1170
1 Zementestrich	19,3	2241	1170
2 Trittschalldämmung	19,3	2241	1170
3 Sisalex 514 Dampfsperre	16,9	1926	1170
4 PUR-Hartschaum 025, II	16,8	1914	279
5 nichtrostendes Stahlblech	-9,3	276	276
	-9,3	276	208
Außenluft	-10,0	260	208

Diffusionswiderstände

Schicht	μ_{\min} [-]	μ_{\max} [-]	$\mu_{\min} \cdot s$ [m]	$\mu_{\max} \cdot s$ [m]	s_d [m]
1 Zementestrich	15	35	0,53	1,23	-> 0,53
2 Trittschalldämmung	1	1	0,03	0,03	0,03
3 Sisalex 514 Dampfsperre	-	-	1800,00	1800,00	1800,00
4 PUR -Hartschaum 025, II	40	200	6,80	34,00	-> 6,80
5 nichtrostendes Stahlblech	-	-	1500,00	1500,00	1500,00

					$\Sigma \mu \cdot s = 3307,35$

Klimabedingter Feuchteschutz nach DIN 4108-3:2001

Vermeidung kritischer Feuchte auf Innenoberflächen (A.5)

$R_{\min} = 0,29 < 7,48 \text{ m}^2\text{K/W} = R_{\text{vorh}}$, in Ordnung nach DIN 4108-3, A.12

Mindest-Wärmedurchlasswiderstand $R_{\min} = R_{\text{si}} \cdot ((\theta_i - \theta_e) / (\theta_i - \theta_s)) - (R_{\text{si}} + R_{\text{se}}) = 0,29$

mit Gl. A.12 und DIN 4108-2 Abs.6.2 mit $R_{\text{si}} / R_{\text{se}} = 0.25 / 0.04 \text{ m}^2\text{K/W}$ und $\theta_i / \theta_e = 20 / -5 \text{ °C}$

Die Taupunkttemperatur der Raumluft (20,0°C 50%) beträgt $\theta_s = 9,3 \text{ °C}$ (DIN 4108-3, Tab. A.2)

Tauwasserbildung im Inneren von Bauteilen (A.2)

Tauebene vor Schicht "nichtrostendes Stahlblech"

$$m_{W,T} = 1440 \cdot \left(\frac{1170 - 276}{1807,35} - \frac{276 - 208}{1500,00} \right) / 1500 = 0,4 \text{ g/m}^2 \text{ Tauwasser}$$

$$m_{W,V} = 2160 \cdot \left(\frac{1403 - 982}{1807,35} + \frac{1403 - 982}{1500,00} \right) / 1500 = 0,7 \text{ g/m}^2 \text{ Verdunstung}$$

Die Tauwasserbildung im Bauteil ist im Sinne von DIN 4108-3 **unschädlich**, da

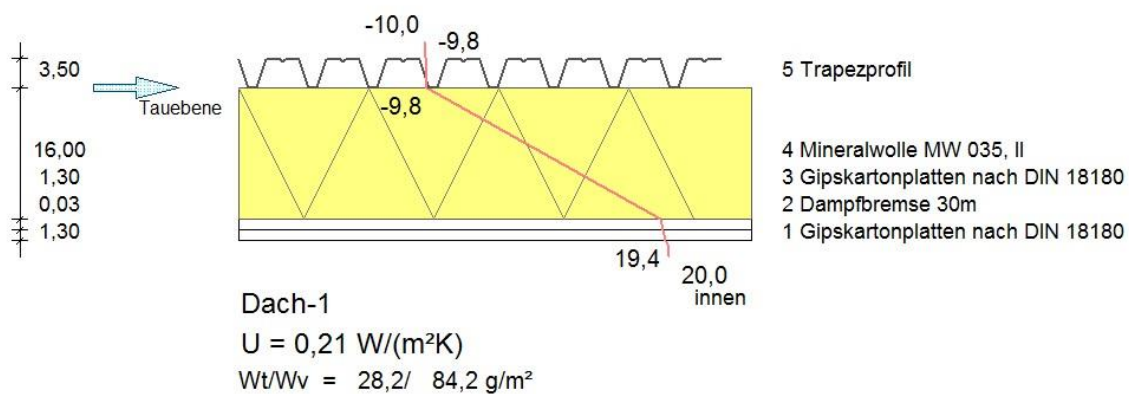
$m_{W,T} < \text{zul } m_{W,T}$ und $m_{W,V} > m_{W,T}$

Mindest- s_d -Wert einer innenliegenden Dampfsperre für eine tauwasserfreie Konstruktion:

$$s_{d,\text{erf}} = s_{de} \cdot (p_i - p_e) / (p_{\text{sw}} - p_e) - s_{di} - s_{de} = 1500,00 \cdot (1170 - 208) / (276 - 208) - 1807,35 - 1500,00 = 17913,2 \text{ m}$$

Bauteil: **Dach-1****Klimabedingungen** Normklimadaten DIN 4108

Tauperiode	Außenklima	-10,0 °C	$\phi = 80 \%$
1440 Stunden	Innenklima	20,0 °C	$\phi = 50 \%$
Verdunstungsperiode	Außenklima	12,0 °C	$\phi = 70 \%$
2160 Stunden	Innenklima	12,0 °C	$\phi = 70 \%$
Temperatur der Dachoberfläche		20,0 °C	

**Grenzschichttemperaturen und Sättigungsdampfdrücke**

von innen vor der Schichtgrenze	Tauperiode		Verdunstungsperiode	
	$T_{gr} [^{\circ}\text{C}]$	$p_s [\text{Pa}]$	$T_{gr} [^{\circ}\text{C}]$	$p_s [\text{Pa}]$
Raumluft	20,0	2340	12,0	1403
1 Gipskartonplatten nach DIN 1	19,4	2254	12,2	1422
2 Dampfbremse 30m	19,1	2212	12,3	1431
3 Gipskartonplatten nach DIN 1	19,1	2212	12,3	1431
4 Mineralwolle MW 035, II	18,7	2158	12,3	1431
5 Trapezprofil	-9,8	264	20,0	2340
	-9,8	264	20,0	2340
Außenluft	-10,0	260	12,0	1403

Diffusionswiderstände

Schicht	μ_{\min} [-]	μ_{\max} [-]	$\mu_{\min} \cdot s$ [m]	$\mu_{\max} \cdot s$ [m]		s_d [m]
1 Gipskartonplatten nach DIN 18	4	10	0,05	0,13	->	0,05
2 Dampfbremse 30m	-	-	30,00	30,00		30,00
3 Gipskartonplatten nach DIN 18	4	10	0,05	0,13	->	0,05
4 Mineralwolle MW 035, II	1	1	0,16	0,16		0,16
5 Trapezprofil	-	-	30,00	100,00	<-	100,00

$\Sigma \mu \cdot s =$						130,26

Klimabedingter Feuchteschutz nach DIN 4108-3:2001

Vermeidung kritischer Feuchte auf Innenoberflächen (A.5)

$R_{\min} = 0,29 < 4,68 \text{ m}^2\text{K/W} = R_{\text{vorh}}$, in Ordnung nach DIN 4108-3, A.12

Mindest-Wärmedurchlasswiderstand $R_{\min} = R_{\text{Si}} \cdot ((\theta_i - \theta_e) / (\theta_i - \theta_s)) - (R_{\text{Si}} + R_{\text{Se}}) = 0,29$

mit Gl. A.12 und DIN 4108-2 Abs.6.2 mit $R_{\text{Si}} / R_{\text{Se}} = 0,25 / 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$ und $\theta_i / \theta_e = 20 / -5 \text{ °C}$

Die Taupunkttemperatur der Raumluft (20,0°C 50%) beträgt $\theta_s = 9,3 \text{ °C}$ (DIN 4108-3, Tab. A.2)

Tauwasserbildung im Inneren von Bauteilen (A.2)

Taubene vor Schicht "Trapezprofil"

$$m_{W,T} = 1440 \cdot \left(\frac{1170 - 264}{30,26} - \frac{264 - 208}{100,00} \right) / 1500 = 28,2 \text{ g/m}^2 \text{ Tauwasser}$$

$$m_{W,V} = 2160 \cdot \left(\frac{2340 - 982}{30,26} + \frac{2340 - 982}{100,00} \right) / 1500 = 84,2 \text{ g/m}^2 \text{ Verdunstung}$$

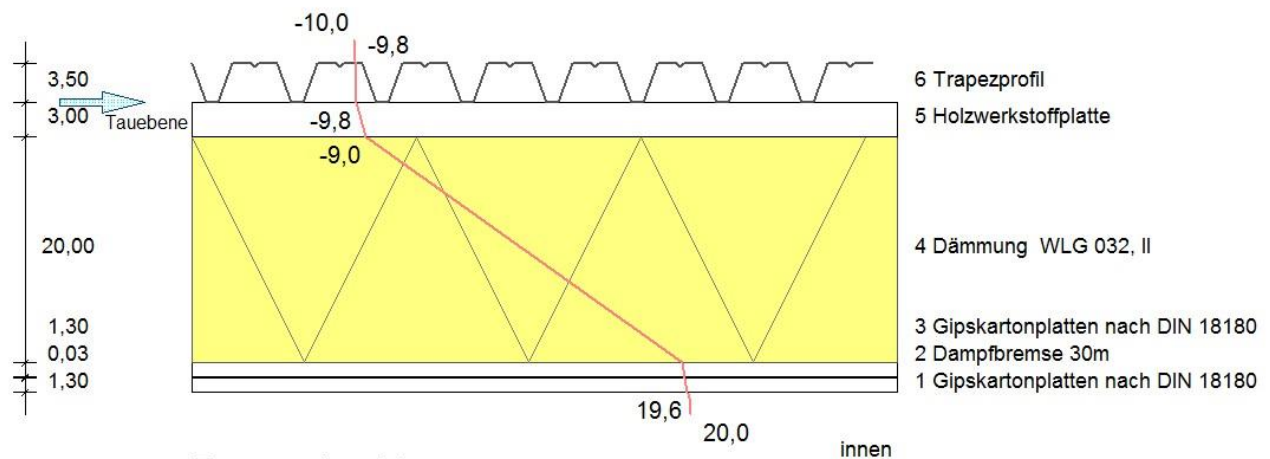
Die Tauwasserbildung im Bauteil ist im Sinne von DIN 4108-3 **unschädlich**, da $m_{W,T} < \text{zul } m_{W,T}$ und $m_{W,V} > m_{W,T}$

Mindest- s_d -Wert einer innenliegenden Dampfsperre für eine tauwasserfreie Konstruktion:

$$s_{d,\text{erf}} = s_{de} \cdot (p_i - p_e) / (p_{\text{sw}} - p_e) - s_{di} - s_{de} = 100,00 \cdot (1170 - 208) / (264 - 208) - 30,26 - 100,00 = 1587,6 \text{ m}$$

Bauteil: Terrassenbereich**Klimabedingungen Normklimadaten DIN 4108**

Tauperiode	Außenklima	-10,0 °C	$\varphi = 80 \%$
1440 Stunden	Innenklima	20,0 °C	$\varphi = 50 \%$
Verdunstungsperiode	Außenklima	12,0 °C	$\varphi = 70 \%$
2160 Stunden	Innenklima	12,0 °C	$\varphi = 70 \%$
Temperatur der Dachoberfläche		20,0 °C	



Terrassenbereich

 $U = 0,15 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ $W_t/W_v = 27,9/ 83,5 \text{ g/m}^2$ **Grenzschichttemperaturen und Sättigungsdampfdrücke**

von innen vor der Schichtgrenze	Tauperiode		Verdunstungsperiode	
	$T_{gr} [^{\circ}\text{C}]$	$p_s [\text{Pa}]$	$T_{gr} [^{\circ}\text{C}]$	$p_s [\text{Pa}]$
Raumluft	20,0	2340	12,0	1403
1 Gipskartonplatten nach DIN 1	19,6	2283	12,1	1413
2 Dampfbremse 30m	19,3	2241	12,2	1422
3 Gipskartonplatten nach DIN 1	19,3	2241	12,2	1422
4 Dämmung WLG 032, II	19,1	2212	12,2	1422
5 Holzwerkstoffplatte	-9,0	284	19,8	2310
6 Trapezprofil	-9,8	264	20,0	2340
	-9,8	264	20,0	2340
Außenluft	-10,0	260	12,0	1403

Diffusionswiderstände

Schicht	μ_{\min} [-]	μ_{\max} [-]	$\mu_{\min} \cdot s$ [m]	$\mu_{\max} \cdot s$ [m]		s_d [m]
1 Gipskartonplatten nach DIN 18	4	10	0,05	0,13	->	0,05
2 Dampfbremse 30m	-	-	30,00	30,00		30,00
3 Gipskartonplatten nach DIN 18	4	10	0,05	0,13	->	0,05
4 Dämmung WLK 032, II	1	1	0,20	0,20		0,20
5 Holzwerkstoffplatte	4	10	0,12	0,30	<-	0,30
6 Trapezprofil	-	-	30,00	100,00	<-	100,00

						$\Sigma \mu \cdot s = 130,60$

Klimabedingter Feuchteschutz nach DIN 4108-3:2001

Vermeidung kritischer Feuchte auf Innenoberflächen (A.5)

$R_{\min} = 0,29 < 6,53 \text{ m}^2\text{K/W} = R_{\text{vorh}}$, in Ordnung nach DIN 4108-3, A.12

Mindest-Wärmedurchlasswiderstand $R_{\min} = R_{\text{si}} \cdot ((\theta_i - \theta_e) / (\theta_i - \theta_s)) - (R_{\text{si}} + R_{\text{se}}) = 0,29$

mit Gl. A.12 und DIN 4108-2 Abs.6.2 mit $R_{\text{si}} / R_{\text{se}} = 0,25 / 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$ und $\theta_i / \theta_e = 20 / -5 \text{ °C}$

Die Taupunkttemperatur der Raumluft (20,0°C 50%) beträgt $\theta_s = 9,3 \text{ °C}$ (DIN 4108-3, Tab. A.2)

Tauwasserbildung im Inneren von Bauteilen (A.2)

Taubene vor Schicht "Trapezprofil"

$$m_{W,T} = 1440 \cdot \left(\frac{1170 - 264}{30,60} - \frac{264 - 208}{100,00} \right) / 1500 = 27,9 \text{ g/m}^2 \text{ Tauwasser}$$

$$m_{W,V} = 2160 \cdot \left(\frac{2340 - 982}{30,60} + \frac{2340 - 982}{100,00} \right) / 1500 = 83,5 \text{ g/m}^2 \text{ Verdunstung}$$

Die Tauwasserbildung im Bauteil ist im Sinne von DIN 4108-3 **unschädlich**, da

$m_{W,T} < \text{zul } m_{W,T}$ und $m_{W,V} > m_{W,T}$

Mindest- s_d -Wert einer innenliegenden Dampfsperre für eine tauwasserfreie Konstruktion:

$$s_{d,\text{erf}} = s_{de} \cdot (p_i - p_e) / (p_{\text{sw}} - p_e) - s_{di} - s_{de} = 100,00 \cdot (1170 - 208) / (264 - 208) - 30,60 - 100,00 = 1587,3 \text{ m}$$

Anhang C

Wohnhaus Gebäudeberechnung nach DIN 18599

Energetische Bewertung von Gebäuden

mit DIN V 18599:2007

Projekt: Bauteil 2, "Johnny" , Eichbuschallee 51, Plänterwald, Berlin-Treptow

Maßgebende Normen und Verordnungen:

EnEV 2009, Wohn- und Nichtwohngebäude

DIN V 18599:2007, Teile 1 bis 10, energetische Bewertung von Gebäuden

DIN EN ISO 6946:2008, Bauteile - Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient

DIN EN ISO 13789:1999, Spezifischer Transmissionswärmeverlustkoeffizient

DIN EN ISO 13370:1998, Wärmeübertragung über das Erdreich

DIN EN ISO 10077-1:2006, Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen

Gebäudeberechnung "Bauteil 2, Johnny" Tsche-015-18599"

(Ref-No 5.0)

Nachweisverfahren

(Ref-No 5.0.2)

Verfahren: **Einzonenmodell für Wohngebäude nach EnEV '09**, §3 und Anlage 1, Nr.2.1.1 zur Begrenzung des Jahres-Primärenergiebedarfs und des spezifischen, auf die Umfassungsfläche bezogenen Transmissionswärmeverlustes

Neubau Wohngebäude

Technische Gebäudekühlung: ohne

Klimadaten für den Gebäudestandort "Deutschland"

1.0 Geplante Gebäudezonen (DIN V 18599-1)

(Ref-No 5.1.0)

Betrachtungsmonat Januar, $\vartheta_e = -1,3 \text{ °C}$

Zone	Typ	t_{nutz} d/a	ϑ_i °C	$\vartheta_{i,WE}$ °C	A_{NGF} m ²	V m ³
<1> Wohnen	41 MFH	365	19,3		3063	8116

3.063 8.116

für den EnEV-Nachweis verwendet $A_N = 0.32 \cdot 9555,5 = 3.057,8 \text{ m}^2$ (EnEV '09, A.1, Abs.1.3.3 und KfW)

Typ = Nutzungstyp nach DIN V 18599-10, Tabelle 4

t_{nutz} = Nutzungstage / Jahr \Rightarrow Nutzungsanteile für den Regel- und Wochenendbetrieb

A_{NGF} = Nettogrundfläche / V = Nettoluftvolumen

ϑ_i = mittlere Innentemperatur für Januar, ggf. bei eingeschränktem Heizbetrieb

$\vartheta_{i,WE}$ = mittlere Innentemperatur im Wochenendbetrieb

$\vartheta_i = \vartheta_{i,h}$ unter Berücksichtigung einer Nachtabenkung nach DIN V 18599-2, Gl. 27 und 28

2.0 Transmissionswärmetransfer (DIN V 18599-2)

(Ref-No 5.2.0)

Transferkoeffizienten H_T aus der Hüllflächentabelle nach DIN V 18599, T2

Hüllfläche	Zone	A m ²	U W/ (m ² K)	F _X	Anmerkung	H _T W/K
EG. (L-G+32-13)						
1 F 0101 FAW West						
2 F 0102 FAW Süd	S 1:0	35,2	0,114	1,00 FAW	57	4,0
3 F 0103 FAW Ost	O 1:0	42,4	0,114	1,00 FAW	57	4,8
4 F 0104 FAW Nord	N 1:0	35,2	0,114	1,00 FAW	57	4,0
5 A 0101 FF West	W 1:0	78,0	0,899	1,00 FF	57 02	70,1
6 A 0103 FF Ost	O 1:0	73,1	0,899	1,00 FF	57 02	65,8
7 T 0101 FAW West ,	W 1:0	14,6	1,199	1,00 FAW	57 74	17,5
8 T 0103 FAW Ost ,	O 1:0	19,5	1,199	1,00 FAW	57 74	23,4
9 F 0100 FG	- 1:0	569,8	0,128	0,90 FG	57 25 22	65,6
EG. (L-G+11-3)						
10 F 0201 FAW West	W 1:0	17,9	0,114	1,00 FAW	57	2,0
11 F 0202 FAW Süd	S 1:0	35,2	0,114	1,00 FAW	57	4,0
12 F 0203 FAW Ost	O 1:0	17,9	0,114	1,00 FAW	57	2,0
13 F 0204 FAW Nord	N 1:0	35,2	0,114	1,00 FAW	57	4,0
14 A 0201 FF West	W 1:0	9,8	0,899	1,00 FF	57 02	8,8
15 A 0203 FF Ost	O 1:0	39,0	0,899	1,00 FF	57 02	35,1
16 W 0201 FF West	W 1:0	29,3	0,899	1,00 FF	57 02	26,3
17 F 0200 FG	- 1:0	239,9	0,128	0,90 FG	57 25 22	27,6
10G. (L-G+32-27)						
18 F 0301 FAW West	W 1:0	11,2	0,114	1,00 FAW	57	1,3
19 F 0302 FAW Süd	S 1:0	14,1	0,114	1,00 FAW	57	1,6
20 F 0304 FAW Ost	O 1:0	11,2	0,114	1,00 FAW	57	1,3
21 F 0305 FAW Nord	N 1:0	35,2	0,114	1,00 FAW	57	4,0
22 A 0301 FF West	W 1:0	24,4	0,899	1,00 FF	57 02	21,9
23 A 0304 FF Ost	O 1:0	24,4	0,899	1,00 FF	57 02	21,9
10G. (L-I+27-25)						
24 F 0403 FAW Ost	O 1:0	4,5	0,114	1,00 FAW	57	0,5
25 A 0403 FF Ost	O 1:0	9,8	0,899	1,00 FF	57 02	8,8
10G. (I-G+27-25)						
26 F 0505 FD	- 1:0	24,0	0,150	1,00 FD	57	3,6
27 F 0501 FAW West	W 1:0	4,5	0,114	1,00 FAW	57	0,5
28 A 0501 FF West	W 1:0	9,8	0,899	1,00 FF	57 02	8,8
10G. (L-G+25-3)						
29 F 0601 FAW West	W 1:0	49,1	0,114	1,00 FAW	57	5,6
30 F 0602 FAW Süd	S 1:0	35,2	0,114	1,00 FAW	57	4,0
31 F 0603 FAW Ost	O 1:0	22,3	0,114	1,00 FAW	57	2,5
32 F 0607 FAW Ost	O 1:0	21,9	0,114	1,00 FAW	57	2,5
33 F 0609 FAW Nord	N 1:0	14,2	0,114	1,00 FAW	57	1,6
34 A 0601 FF West	W 1:0	78,0	0,899	1,00 FF	57 02	70,1
35 A 0603 FF Ost	O 1:0	48,8	0,899	1,00 FF	57 02	43,8
36 A 0607 FF Ost	O 1:0	43,9	0,899	1,00 FF	57 02	39,4
37 W 0601 FF West	W 1:0	29,3	0,899	1,00 FF	57 02	26,3
10G. (L-K+16-13)						
38 F 0705 FD	- 1:0	23,6	0,150	1,00 FD	57	3,5
39 F 0703 FAW Ost	O 1:0	13,5	0,114	1,00 FAW	57	1,5
40 A 0703 FF Ost	O 1:0	14,6	0,899	1,00 FF	57 02	13,2
20G. (L-G+32-27)						
41 F 0801 FAW West	W 1:0	11,2	0,114	1,00 FAW	57	1,3
42 F 0802 FAW Süd	S 1:0	14,1	0,114	1,00 FAW	57	1,6
43 F 0804 FAW Ost	O 1:0	11,2	0,114	1,00 FAW	57	1,3

44	F	0805	FAW Nord	N	1:0	35,2	0,114	1,00	FAW	57	4,0
45	A	0801	FF West	W	1:0	24,4	0,899	1,00	FF	57 02	21,9
46	A	0804	FF Ost	O	1:0	24,4	0,899	1,00	FF	57 02	21,9
20G. (L-I+27-22)											
47	F	0901	FAW West	W	1:0	9,2	0,114	1,00	FAW	57	1,0
48	F	0903	FAW Süd	S	1:0	6,5	0,114	1,00	FAW	57	0,7
49	F	0904	FAW Ost	O	1:0	25,8	0,114	1,00	FAW	57	2,9
50	A	0901	FF West	W	1:0	4,9	0,899	1,00	FF	57 02	4,4
51	A	0903	FF Süd	S	1:0	14,6	0,899	1,00	FF	57 02	13,2
52	A	0904	FF Ost	O	1:0	9,8	0,899	1,00	FF	57 02	8,8
20G. (I-G+25-20)											
53	F	1001	FAW West	W	1:0	30,7	0,114	1,00	FAW	57	3,5
54	F	1003	FAW Ost	O	1:0	9,3	0,114	1,00	FAW	57	1,1
55	F	1005	FAW Nord	N	1:0	4,3	0,114	1,00	FAW	57	0,5
56	A	1001	FF West	W	1:0	4,9	0,899	1,00	FF	57 02	4,4
57	A	1003	FF Ost	O	1:0	4,9	0,899	1,00	FF	57 02	4,4
58	A	1005	FF Nord	N	1:0	9,8	0,899	1,00	FF	57 02	8,8
20G. (L-G+20-16)											
59	F	1101	FAW West	W	1:0	8,9	0,114	1,00	FAW	57	1,0
60	F	1103	FAW Ost	O	1:0	7,0	0,114	1,00	FAW	57	0,8
61	F	1104	FAW Ost	O	1:0	8,9	0,114	1,00	FAW	57	1,0
62	F	1105	FAW Nord	N	1:0	21,1	0,114	1,00	FAW	57	2,4
63	A	1101	FF West	W	1:0	19,5	0,899	1,00	FF	57 02	17,5
64	A	1104	FF Ost	O	1:0	19,5	0,899	1,00	FF	57 02	17,5
20G. (K-G+16-13)											
65	F	1203	FAW Ost	O	1:0	6,7	0,114	1,00	FAW	57	0,8
66	A	1203	FF Ost	O	1:0	14,6	0,899	1,00	FF	57 02	13,2
20G. (G-Überstand+16-											
67	F	1301	FAW West	W	1:0	6,7	0,114	1,00	FAW	57	0,8
68	F	1302	FAW Süd	S	1:0	7,0	0,114	1,00	FAW	57	0,8
69	F	1304	FAW Nord	N	1:0	7,0	0,114	1,00	FAW	57	0,8
70	A	1301	FF West	W	1:0	14,6	0,899	1,00	FF	57 02	13,2
71	F	1300	FG	-	1:0	18,0	0,128	0,70	FG	57 37	1,6
20G. (L-G+13-3)											
72	F	1401	FAW West	W	1:0	22,3	0,114	1,00	FAW	57	2,5
73	F	1402	FAW Süd	S	1:0	35,2	0,114	1,00	FAW	57	4,0
74	F	1403	FAW Ost	O	1:0	22,3	0,114	1,00	FAW	57	2,5
75	F	1404	FAW Nord	N	1:0	7,0	0,114	1,00	FAW	57	0,8
76	A	1401	FF West	W	1:0	19,5	0,899	1,00	FF	57 02	17,5
77	A	1403	FF Ost	O	1:0	48,8	0,899	1,00	FF	57 02	43,8
78	W	1401	FF West	W	1:0	29,3	0,899	1,00	FF	57 02	26,3
30G. (L-G+32-27)											
79	F	1506	FD	-	1:0	149,9	0,208	1,00	FD	57	31,2
80	F	1501	FAW West	W	1:0	11,2	0,114	1,00	FAW	57	1,3
81	F	1502	FAW Süd	S	1:0	14,1	0,114	1,00	FAW	57	1,6
82	F	1504	FAW Ost	O	1:0	11,2	0,114	1,00	FAW	57	1,3
83	F	1505	FAW Nord	N	1:0	35,2	0,114	1,00	FAW	57	4,0
84	A	1501	FF West	W	1:0	24,4	0,899	1,00	FF	57 02	21,9
85	A	1504	FF Ost	O	1:0	24,4	0,899	1,00	FF	57 02	21,9
30G. (L-I+27-22)											
86	F	1606	FD	-	1:0	89,7	0,208	1,00	FD	57	18,7
87	F	1601	FAW Süd	S	1:0	9,3	0,114	1,00	FAW	57	1,1
88	F	1603	FAW Ost	O	1:0	6,4	0,114	1,00	FAW	57	0,7
89	F	1604	FAW Nord	N	1:0	35,5	0,114	1,00	FAW	57	4,1
90	A	1601	FF Süd	S	1:0	4,9	0,899	1,00	FF	57 02	4,4
91	A	1603	FF Ost	O	1:0	14,6	0,899	1,00	FF	57 02	13,2

30G. (I-G+25-20)

92	F	1706	FD	-	1:0	60,5	0,208	1,00	FD	57	12,6
93	F	1701	FAW West	W	1:0	25,8	0,114	1,00	FAW	57	2,9
94	F	1703	FAW Ost	O	1:0	9,3	0,114	1,00	FAW	57	1,1
95	F	1705	FAW Nord	N	1:0	14,2	0,114	1,00	FAW	57	1,6
96	A	1701	FF West	W	1:0	9,8	0,899	1,00	FF	57 02	8,8
97	A	1703	FF Ost	O	1:0	4,9	0,899	1,00	FF	57 02	4,4

30G. (L-G+20+16)

98	F	1807	FD	-	1:0	120,0	0,208	1,00	FD	57	24,9
99	F	1801	FAW West	W	1:0	8,9	0,114	1,00	FAW	57	1,0
100	F	1803	FAW Süd	S	1:0	7,1	0,114	1,00	FAW	57	0,8
101	F	1804	FAW Ost	O	1:0	8,9	0,114	1,00	FAW	57	1,0
102	F	1805	FAW Nord	N	1:0	21,0	0,114	1,00	FAW	57	2,4
103	A	1801	FF West	W	1:0	19,5	0,899	1,00	FF	57 02	17,5
104	A	1804	FF Ost	O	1:0	19,5	0,899	1,00	FF	57 02	17,5

30G. (K-Überstand+16-

105	F	1907	FD	-	1:0	90,0	0,208	1,00	FD	57	18,7
106	F	1901	FAW West	W	1:0	6,7	0,114	1,00	FAW	57	0,8
107	F	1902	FAW Süd	S	1:0	7,1	0,114	1,00	FAW	57	0,8
108	F	1904	FAW Ost	O	1:0	6,7	0,114	1,00	FAW	57	0,8
109	F	1906	FAW Nord	N	1:0	7,1	0,114	1,00	FAW	57	0,8
110	A	1901	FF West	W	1:0	14,6	0,899	1,00	FF	57 02	13,2
111	A	1904	FF Ost	O	1:0	14,6	0,899	1,00	FF	57 02	13,2

30G. (L-G+13-3)

112	F	2006	FD	-	1:0	299,9	0,208	1,00	FD	57	62,4
113	F	2001	FAW West	W	1:0	22,3	0,114	1,00	FAW	57	2,5
114	F	2002	FAW Süd	S	1:0	35,2	0,114	1,00	FAW	57	4,0
115	F	2003	FAW Ost	O	1:0	22,3	1,061	1,00	FAW	57	23,7
116	F	2004	FAW Nord	N	1:0	7,1	0,114	1,00	FAW	57	0,8
117	A	2001	FF West	W	1:0	19,5	0,899	1,00	FF	57 02	17,5
118	A	2003	FF Ost	O	1:0	48,8	0,899	1,00	FF	57 02	43,8
119	W	2001	FF West	W	1:0	29,3	0,899	1,00	FF	57 02	26,3

$$\Sigma A \text{ [m}^2\text{]} = 3.850,2$$

$$\Sigma H_T \text{ [W/K]} = 1.379,3$$

Bodenplattenmaß B' (25) = $A_G / (0.5 P) = 828 / 97 = 8,54 \text{ m}$ (DIN V 4108-6, E.3)

keine weiteren Bodenplatten

Anmerkungen zur Hüllflächen-Tabelle

- 01 Temperatur-Korrekturfaktoren (F_X -Faktoren) nach DIN V 18599-2, Tab.3
- 02 Die solaren Gewinne werden gesondert ermittelt (siehe unten).
- 22 Aufgeständerter Fußboden.
- 25 F_X -Tabellenwert für das Bodenplattenmaß B' nach EN ISO 13370.
- 37 Die unteren Gebäudeabschlüsse werden vereinfacht mit $F_G = 0.7 \text{ W/m}^2\text{K}$ angenommen (Tab.3)
- 57 Der Einfluss der Wärmebrücken wird mit einem U-Wert-Zuschlag von $0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$ pauschal berücksichtigt.
- 74 Die Hüllfläche wird im mittleren U-Wert (EnEV '09, nach Hüllflächengruppen) nicht berücksichtigt.

2.1 Wärmebrücken

(Ref-No 5.2.1)

Berechnung mit pauschalen Zuschlägen siehe Hüllflächentabelle

Wärmebrückenzuschläge mit Temperaturkorrektur

$\Delta U_{WB} = 564,6 \text{ W/K}$ (40,9 %), Bilanzierung im Abschnitt "2.2 Transferkoeffizienten"

Ing. Büro Dipl. Ing. T. Palicki

BV: EBA51 Neubau-Studentenwohnheim, Eichbuschallee 51, Plänterwald, Berlin - Treptow

Bauteil 2, Achse 3-32 und G-L, Gebäude „Johnny“

Gebäude EnEV-Nachweis nach DIN 18599

2.2 Temperaturgewichtete Transferkoeffizienten (Ref-No 5.2.2)

Transferkoeffizienten Transmission	$H_{T,D}$ W/K	$H_{T,s}$ W/K	$H_{T,iu}$ W/K	ΣH_T W/K	$H_{T,iz}$ W/K	$H_{T,zi}$ W/K
<1> Wohnen	1851	93	0	1944	0	0
	1851	93		1944		

$H_{T,D} = \Sigma A_j \cdot U_j + \Delta U_{WB} \cdot \Sigma A =$ Wärmetransferkoeffizient zur Außenluft, Bauteile + Wärmebrücken

$H_{T,s} = \Sigma F_x \cdot A_j \cdot U_j =$ Wärmetransferkoeffizient über das Erdreich, alternativ L_s -Wert aus der Bauteilberechnung

$H_{T,iu} = \Sigma F_x \cdot A_j \cdot U_j =$ Wärmetransferkoeffizient zum unbeheizten Bereich

$H_{T,iz} = \Sigma A_j \cdot U_j =$ Wärmetransferkoeffizient zu angrenzenden Gebäudezonen

Transferkoeffizienten mit Temperaturkorrektur zur Berechnung der Ausnutzungsgrade

spezifischer, auf die Umfassungsflächen bezogener Transmissionswärmetransferkoeffizient

$$H'_{T,vorh} = (H_{T,D} + F_x \cdot H_{T,iu} + F_x \cdot H_{T,s}) / A = 1.943,9 / 3.892,6 = \mathbf{0,499 \text{ W/(m}^2\text{K)}}$$

2.4 Wärmeverluste der thermischen Gebäudehülle (Ref-No 5.0.1)

Bauteil	U-Wert W/m ² K	Fläche A m ²	H_T W/K
Außentür	1,199	34 1 %	41 3 %
Fenster Typ 1 (37 bis 42 dB)	0,899	1066 28 %	921 67 %
Fenster Typ 2 (34 dB)	1,061	22 1 %	24 2 %
Terrassenbereich	0,150	48 1 %	7 1 %
AW-1 (Aussenwand)	0,114	1084 28 %	124 9 %
BO-1 (Bodenplatte)	0,128	828 21 %	95 7 %
Dach-1	0,208	810 21 %	168 12 %
		3850 100 %	1.379 100 %

Interne Berechnung mit reellen Zahlen, Zwischenergebnisse sind auf ganze Zahlen gerundet.

Wärmeverluste ohne Wärmebrückenzuschlag

3.0 Lüftungswärmetransfer (DIN V 18599-2)

(Ref-No 5.3.0)

Gebäudedichtheit Regelwert, Kategorie I, mit RLT-Anlage mit Dichtheitsprüfung (T2, Tab.4), $n_{50} = 1,00 \text{ h}^{-1}$

Windschutzkoeffizienten für mittlere Abschirmung, mehr als eine exponierte Fassade

$$e_{wind} = 0,07 \quad f_{wind} = 15 \quad (\text{EN ISO 13790 Tab.G4})$$

Luftaustausch zwischen Gebäudezonen nicht relevant

Zone	n_{50} h ⁻¹	V_A m ³ / (m ² h)	Luftwechsel n_{nutz} h ⁻¹	n_{inf} h ⁻¹	Fenster n_{win} h ⁻¹	Lüftungsanlage $n_{m,ZUL}$ h ⁻¹	$t_{V,m}$ h/d
<1> Wohnen	1,00	n_{nutz}	0,45	0,14	0,42	-	24

Zone <1> RLT-Anlage (1) mit $V_{ZUL} / V_{ABL} = 0 / 2841 \text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig

Ing. Büro Dipl. Ing. T. Palicki

BV: EBA51 Neubau-Studentenwohnheim, Eichbuschallee 51, Plänterwald, Berlin - Treptow

Bauteil 2, Achse 3-32 und G-L, Gebäude „Johnny“

Gebäude EnEV-Nachweis nach DIN 18599

n_{50} = Luftwechselzahl bei 50 Pa Druckdifferenz, V_A = Mindest-Außenluftvolumenstrom
 n_{nutz} = Mindestaußenluftwechsel = $V_A \cdot \text{ANGF} / V$ während der Nutzungsstunden (Nichtwohngebäude)
 n_{inf} = Infiltrationsluftwechsel = $n_{50} \cdot e_{\text{wind}}$ oder mit RLT $n_{\text{inf}} = n_{50} \cdot e_{\text{wind}} \cdot (1 + f_{V,\text{mech}} \cdot t_{V,\text{mech}} / 24)$
 $f_{V,\text{mech}}$ = Bewertungsfaktor für die Infiltration bei nicht balancierten RLT-Anlagen nach Gl.62/63
 n_{win} = Fenster- / Türluftwechsel = $0.1 + \Delta n_{\text{win}} \cdot t_{\text{nutz}} / 24$, mit RLT = $0.1 + \Delta n_{\text{win,mech}} \cdot t_{V,\text{mech}} / 24$
 $\Delta n_{\text{win}} = n_{\text{nutz}} - (n_{\text{nutz}} - 0.2) \cdot n_{\text{inf}} - 0.1$ (ohne RLT), falls $n_{\text{nutz}} > 1.2 \Rightarrow \Delta n_{\text{win}} = n_{\text{nutz}} - n_{\text{inf}} - 0.1$
 $n_{\text{mech}} = n_{\text{mech,ZUL}}$ = Zuluft-Luftwechselzahl mechanisch während der Nutzungsstunden
Hinweis: n_{inf} und n_{win} sind die Luftwechsel im Tagesmittel (Nutzungs- und Nichtnutzungsstunden)
Volumenströme V_{mech} und V^* (Auslegung, zonenweise) siehe Abschnitt "RLT-Systeme"

Transferkoeffizienten Lüftung	V m ³	HV _{z, Jan} W/K	HV _{inf} W/K	HV _{win} W/K	Σ HV W/K	HV _{mech} W/K	θ _{V, Jan} °C
<1> Wohnen	8.116	0	379	1147	1.526	0	0,0
		0	379	1147	1526	0	

$HV_{z, Jan} = V \cdot 0.34 \text{ [W/K]}$ = Wärmetransferkoeffizient Lüftung zu angrenzenden Zonen, monatlich, temperaturgewichtet
 $HV = \text{Wärmetransferkoeffizient Lüftung} = n \cdot V \cdot c_{p,a} \cdot \rho_a = n \cdot V \cdot 0.34 \text{ [W/K]}$
 $\Sigma HV = HV_{z, Jan} + HV_{inf} + HV_{win}$, Transferkoeffizienten ohne RLT
 θ_V = Zulufttemperatur der RLT-Anlage für Januar, sh. "RLT-Systeme"
Summenbildung unter Berücksichtigung der Zonen-Nutzungsanteile für Regel- und WE-Betrieb

4.0 Solare Wärmequellen (DIN V 18599-2)

4.1 Solare Wärmeeinträge über Fenster (Ref-No 5.4.1)

Bauliche Verschattung F_S aus Horizontwinkel α_h , Überhangwinkel α_o und Seitenwinkel α_f
Abminderungsfaktoren $F_S = \min(F_h, F_o, F_f)$ nach DIN V 18599-2, Anhang A für Januar (Winter)

Kollektorfläche	Zone	A [m ²]	Neigung	α_h	α_o	α_f	F_S
5 A 0101 FF West	1	78,0	West	90°	0°	0°	1,00
6 A 0103 FF Ost	1	73,1	Ost	90°	0°	0°	1,00
14 A 0201 FF West	1	9,8	West	90°	0°	0°	1,00
15 A 0203 FF Ost	1	39,0	Ost	90°	0°	0°	1,00
16 W 0201 FF West	1	29,3	West	90°	0°	0°	1,00
22 A 0301 FF West	1	24,4	West	90°	0°	0°	1,00
23 A 0304 FF Ost	1	24,4	Ost	90°	0°	0°	1,00
25 A 0403 FF Ost	1	9,8	Ost	90°	0°	0°	1,00
28 A 0501 FF West	1	9,8	West	90°	0°	0°	1,00
34 A 0601 FF West	1	78,0	West	90°	0°	0°	1,00
35 A 0603 FF Ost	1	48,8	Ost	90°	0°	0°	1,00
36 A 0607 FF Ost	1	43,9	Ost	90°	0°	0°	1,00
37 W 0601 FF West	1	29,3	West	90°	0°	0°	1,00
40 A 0703 FF Ost	1	14,6	Ost	90°	0°	0°	1,00
45 A 0801 FF West	1	24,4	West	90°	0°	0°	1,00
46 A 0804 FF Ost	1	24,4	Ost	90°	0°	0°	1,00
50 A 0901 FF West	1	4,9	West	90°	0°	0°	1,00
51 A 0903 FF Süd	1	14,6	Süd	90°	0°	0°	1,00
52 A 0904 FF Ost	1	9,8	Ost	90°	0°	0°	1,00
56 A 1001 FF West	1	4,9	West	90°	0°	0°	1,00
57 A 1003 FF Ost	1	4,9	Ost	90°	0°	0°	1,00
58 A 1005 FF Nord	1	9,8	Nord	90°	0°	0°	1,00

63	A	1101	FF	West	1	19,5	West	90°	0°	0°	0°	1,00
64	A	1104	FF	Ost	1	19,5	Ost	90°	0°	0°	0°	1,00
66	A	1203	FF	Ost	1	14,6	Ost	90°	0°	0°	0°	1,00
70	A	1301	FF	West	1	14,6	West	90°	0°	0°	0°	1,00
76	A	1401	FF	West	1	19,5	West	90°	0°	0°	0°	1,00
77	A	1403	FF	Ost	1	48,8	Ost	90°	0°	0°	0°	1,00
78	W	1401	FF	West	1	29,3	West	90°	0°	0°	0°	1,00
84	A	1501	FF	West	1	24,4	West	90°	0°	0°	0°	1,00
85	A	1504	FF	Ost	1	24,4	Ost	90°	0°	0°	0°	1,00
90	A	1601	FF	Süd	1	4,9	Süd	90°	0°	0°	0°	1,00
91	A	1603	FF	Ost	1	14,6	Ost	90°	0°	0°	0°	1,00
96	A	1701	FF	West	1	9,8	West	90°	0°	0°	0°	1,00
97	A	1703	FF	Ost	1	4,9	Ost	90°	0°	0°	0°	1,00
103	A	1801	FF	West	1	19,5	West	90°	0°	0°	0°	1,00
104	A	1804	FF	Ost	1	19,5	Ost	90°	0°	0°	0°	1,00
110	A	1901	FF	West	1	14,6	West	90°	0°	0°	0°	1,00

111	A	1904	FF	Ost	1	14,6	Ost	90°	0°	0°	0°	1,00
117	A	2001	FF	West	1	19,5	West	90°	0°	0°	0°	1,00
118	A	2003	FF	Ost	1	48,8	Ost	90°	0°	0°	0°	1,00
119	W	2001	FF	West	1	29,3	West	90°	0°	0°	0°	1,00

Kollektorfläche					Zone	FF	U _g	g _L	g _{eff,Wi}		IS, Jan W/m²	QS, Jan kWh/d
5	A	0101	FF	West	1	0,85	0,70	0,60	0,54	7100	25	21,5
6	A	0103	FF	Ost	1	0,85	0,70	0,60	0,54	7100	25	20,1
14	A	0201	FF	West	1	0,85	0,70	0,60	0,54	7100	25	2,7
15	A	0203	FF	Ost	1	0,85	0,70	0,60	0,54	7100	25	10,7
16	W	0201	FF	West	1	0,85	0,70	0,60	0,54	7100	25	8,1
22	A	0301	FF	West	1	0,85	0,70	0,60	0,54	7100	25	6,7
23	A	0304	FF	Ost	1	0,85	0,70	0,60	0,54	7100	25	6,7
25	A	0403	FF	Ost	1	0,85	0,70	0,60	0,54	7100	25	2,7
28	A	0501	FF	West	1	0,85	0,70	0,60	0,54	7100	25	2,7
34	A	0601	FF	West	1	0,85	0,70	0,60	0,54	7100	25	21,5
35	A	0603	FF	Ost	1	0,85	0,70	0,60	0,54	7100	25	13,4
36	A	0607	FF	Ost	1	0,85	0,70	0,60	0,54	7100	25	12,1
37	W	0601	FF	West	1	0,85	0,70	0,60	0,54	7100	25	8,1
40	A	0703	FF	Ost	1	0,85	0,70	0,60	0,54	7100	25	4,0
45	A	0801	FF	West	1	0,85	0,70	0,60	0,54	7100	25	6,7
46	A	0804	FF	Ost	1	0,85	0,70	0,60	0,54	7100	25	6,7
50	A	0901	FF	West	1	0,85	0,70	0,60	0,54	7100	25	1,3
51	A	0903	FF	Süd	1	0,85	0,70	0,60	0,54	7100	56	9,0
52	A	0904	FF	Ost	1	0,85	0,70	0,60	0,54	7100	25	2,7
56	A	1001	FF	West	1	0,85	0,70	0,60	0,54	7100	25	1,3
57	A	1003	FF	Ost	1	0,85	0,70	0,60	0,54	7100	25	1,3
58	A	1005	FF	Nord	1	0,85	0,70	0,60	0,54	7100	14	1,5
63	A	1101	FF	West	1	0,85	0,70	0,60	0,54	7100	25	5,4
64	A	1104	FF	Ost	1	0,85	0,70	0,60	0,54	7100	25	5,4
66	A	1203	FF	Ost	1	0,85	0,70	0,60	0,54	7100	25	4,0
70	A	1301	FF	West	1	0,85	0,70	0,60	0,54	7100	25	4,0
76	A	1401	FF	West	1	0,85	0,70	0,60	0,54	7100	25	5,4
77	A	1403	FF	Ost	1	0,85	0,70	0,60	0,54	7100	25	13,4
78	W	1401	FF	West	1	0,85	0,70	0,60	0,54	7100	25	8,1
84	A	1501	FF	West	1	0,85	0,70	0,60	0,54	7100	25	6,7
85	A	1504	FF	Ost	1	0,85	0,70	0,60	0,54	7100	25	6,7
90	A	1601	FF	Süd	1	0,85	0,70	0,60	0,54	7100	56	3,0
91	A	1603	FF	Ost	1	0,85	0,70	0,60	0,54	7100	25	4,0
96	A	1701	FF	West	1	0,85	0,70	0,60	0,54	7100	25	2,7
97	A	1703	FF	Ost	1	0,85	0,70	0,60	0,54	7100	25	1,3
103	A	1801	FF	West	1	0,85	0,70	0,60	0,54	7100	25	5,4
104	A	1804	FF	Ost	1	0,85	0,70	0,60	0,54	7100	25	5,4
110	A	1901	FF	West	1	0,85	0,70	0,60	0,54	7100	25	4,0

111	A	1904	FF	Ost	1	0,85	0,70	0,60	0,54	7100	25	4,0
117	A	2001	FF	West	1	0,85	0,70	0,60	0,54	7100	25	5,4
118	A	2003	FF	Ost	1	0,85	0,70	0,60	0,54	7100	25	13,4
119	W	2001	FF	West	1	0,85	0,70	0,60	0,54	7100	25	8,1

287,5

Q_S = Strahlungsgewinn pro Tag = $A \cdot F_F \cdot g_{eff} \cdot I_S \cdot t$ mit $g_{eff} = f(F_S, F_w, g_{\perp})$ (DIN V 18599-2 Abs.6.4)

verwendete Verglasungen und Sonnenschutzvorrichtungen

7100: aus dem Bauteilbezug, ohne Sonnenschutz

Sonnenschutz-Aktivierung f = feststehend, m = manuell, z = zeitgesteuert, s = strahlungsabhängig

Berechnung von $g_{tot,13363}$ -Werten nach EN 13363-1 mit $\tau_{e,B}$ und $\rho_{e,B}$ nach DIN V 18599-2, Tab.5 sowie den Parametern $G1 = 5$, $G2 = 10$ und $G3 = 30$

F_S = Faktor für die bauliche Verschattung (Minimalwert aus Horizontwinkel und Bauteilüberständen)

F_F = Fensterflächenanteil (1 - Rahmenanteil)

F_W = Minderung für schrägen Strahlungseinfall (Standardwert 0.90)

F_V = Minderung für die Verschmutzung der Scheiben (1,00)

$g_{eff} = F_S \cdot F_W \cdot F_V \cdot g_{tot}$ = wirksamer Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung

g_{tot} = g-Wert der Verglasung inklusive Sonnenschutz (Tab.5), ohne Sonnenschutz gilt $g_{tot} = g_{\perp}$

Bewegliche Sonnenschutzvorrichtungen in Nichtwohnzonen werden parallel zur baulichen Verschattung mit

$g_{eff} = F_W \cdot F_V \cdot (a \cdot g_{tot} + (1-a) \cdot g_{\perp})$ bewertet (Gl. 103), der kleinere Wert g_{eff} ist maßgebend

a_{W_i} / a_{S_0} = Parameter (0..1) für die zeitliche Aktivierung der Sonnenschutzvorrichtung nach Tab A.4 / A.5

4.2 Solare Wärmeeinträge über opake Hüllflächen

(Ref-No 5.4.2)

nicht bilanziert

4.3 solare Wärmegewinne

(Ref-No 5.4.3)

Zone	Sep kWh	Okt kWh	Nov kWh	Dez kWh	Jan kWh	Feb kWh	Mär kWh	Jahr kWh
über Fenster ...								
<1> Wohnen	30.342	17.891	9.567	5.324	8.871	11.735	18.564	333.709
	30.342	17.891	9.567	5.324	8.871	11.735	18.564	333.709

5.0 Interne Wärme- und Kältequellen (DIN V 18599-2)

(Ref-No 5.5.0)

Zone	A_B m^2	$q_{I,p}$ kWh/d	$q_{I,fac}$ kWh/d	$Q_{I,g}$ kWh/d	Q_I kWh/d
<1> Wohnen	3794	379,4	–	0,0	379,4

ungeregelte Wärmeeinträge im Januar

Zone	Leuchtenabluft m^3/hW	$Q_{I,L}$ kWh/d	$Q_{I,h}$ kWh/d	$Q_{I,w}$ kWh/d	$Q_{I,rv}$ kWh/d
<1> Wohnen	0,0	0,0	123,9	294,7	0,0

Ing. Büro Dipl. Ing. T. Palicki

BV: EBA51 Neubau-Studentenwohnheim, Eichbuschallee 51, Plänterwald, Berlin - Treptow

Bauteil 2, Achse 3-32 und G-L, Gebäude „Johnny“

Gebäude EnEV-Nachweis nach DIN 18599

A_B = Bezugsfläche für die internen Wärmequellen / -senken
 $q_{l,p}$ = durchschnittliche, tägliche Wärmeabgabe von Personen
 $q_{l,fac}$ = durchschnittliche, tägliche Wärmeabgabe von Geräten und Maschinen
 $Q_{l,g} = Q_{l,goods}$ = täglicher Wärmeeintrag durch Stofftransporte
 Q_I = Summe der internen Wärmequellen / -senken, Tageswert
 Leuchtenabluft = Volumenstrom des Leuchten-Abluftsystems (0 = ohne Abluft)
 $Q_{l,L}$ = Wärmeeinträge durch künstliche Beleuchtung, berücksichtigt vorhandene Abluftsysteme
 $Q_{l,h}$ = unregelmäßige Wärmeeinträge der Heizungsanlage, siehe Heizsysteme
 $Q_{l,w}$ = unregelmäßige Wärmeeinträge der Warmwasserversorgung, siehe Warmwassersysteme

6.0 Ausnutzungsgrad für Wärmequellen (DIN V 18599-2)

(Ref-No 5.6.0)

Betrachtungsmonat Januar

Q_{source} im WE-Betrieb ohne unregelmäßige Wärmeeinträge aus dem Heizsystem

Zone	ΣH_T W/K	ΣH_V W/K	$\Sigma H_{V,mech}$ W/K	Q_{sink} kWh/d	Q_{source} kWh/d	γ
<1> Wohnen	1944	1526	0	1717	1084	0,631
Zone	C_{wirk} Wh / (m²K)	H W/K	τ h	a -	η -	η_{WE}
<1> Wohnen	50	3470	44,13	3,76	0,926	

$\Sigma H_T = H_{T,D} + H_{T,s} + H_{T,iu}$ = Transmissionswärme-Transferkoeffizienten, $H_{T,iz}$ siehe Q_{sink}

ΣH_V = Lüftungswärme-Transferkoeffizienten aus Infiltration und Fensterlüftung

$\Sigma H_{V,mech}$ = Transferkoeffizient aus mechanischer Lüftung mit WRG ohne Kühlfunktion

Q_{sink} = Summe der Wärmesenken aus Transmission und Lüftung in der Gebäudezone

Q_{source} = Summe der solaren und internen Wärmequellen in der Gebäudezone

$\gamma = Q_{source} / Q_{sink}$ = Verhältnis zwischen Wärmequellen und Wärmesenken

C_{wirk} = wirksame Wärmespeicherfähigkeit, Standardwert 50 bis maximal 130 Wh/(m²K) bei schweren Bauweisen mit normalen Raumhöhen und ohne Innenverkleidungen, bezogen auf einen m² Grundfläche

τ = Zeitkonstante = C_{wirk} / H mit H = Transferkoeffizient der Gebäudezone aus Transmission und Lüftung

$a = a_0 + \tau / \tau_0 = 1 + \tau / 16$ = numerischer Parameter

η = Ausnutzungsgrad = $(1 - \gamma^a) / (1 - \gamma^{a+1})$, bei $\gamma=1 \Rightarrow \eta = a / (1+a)$, DIN V 18599-2 Gl. 133, 134

Sonderfälle: wenn $1 - (\eta \cdot \gamma) < 0.01 \Rightarrow \eta = 1/\gamma$, wenn $(1 - \eta) \cdot \gamma < 0.01 \Rightarrow \eta = 1$,

bei hohen, mechanischen Grundluftwechseln $V_{mech} > Q_{C,max} / (0.34 \cdot (\theta_i - \theta_{mech})) \Rightarrow \eta = 1$

η_{WE} = Ausnutzungsgrad im Wochenendbetrieb

7.0 Heizwärmebedarf (DIN V 18599-2)

(Ref-No 5.7.0)

TemperaturrandbedingungenAußentemperaturen T_e im Monatsmittel für den Standort "Deutschland"Bilanzinnentemperaturen T_i nach Zonen siehe Nutzungsrandbedingungen

		Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
	d/m	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
T_e	°C	-1,3	0,6	4,1	9,5	12,9	15,7	18,0	18,3	14,4	9,1	4,7	1,3
⇒ Zonen ...													
$T_{i, 1}$	°C	19,3	19,4	19,5	19,7	19,8	19,9	19,9	19,9	19,8	19,7	19,5	19,4

7.1 Zone <1> Wohnen

(Ref-No 5.7.1)

Regelbetrieb mit $\vartheta_{i,h,soll} = 20,0$ °C und $Q_I = 379,4$ kWh/d, Nutzungsanteil 1,00Wochenendbetrieb mit $\vartheta_{i,h,soll} = 20,0$ °C und $Q_I = 0,0$ kWh/d, Nutzungsanteil 0,00Ausnutzungsgrade für Wärmequellen η_{source} siehe obenMonatliche Heizzeiten t_h nach DIN V 18599-2, D.2, bei mehreren Zonen im Heizbereich die maximale Heizzeit, siehe "Heizsysteme".

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,269	0,629	0,847	0,926	0,926	0,883	0,777	
t_h	h	0	462	720	744	744	672	744	4.181
$Q_{h,b,RE}$	kWh	1	2.566	10.200	19.385	22.105	14.451	7.865	77.101
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
Q_T	kWh	7.589	15.262	20.732	26.184	29.826	24.536	22.263	181.569
Q_V	kWh	5.958	11.982	16.277	20.557	23.417	19.263	17.479	142.551
Q_S^*	kWh	8.153	11.250	8.099	4.931	8.217	10.363	14.426	108.247
Q_I^*	kWh	5.392	13.428	18.710	22.426	22.920	18.985	17.451	138.778

Raumtemperaturen $T_i = \vartheta_i$ im Regelbetrieb und $T_{i,WE} = \vartheta_{i,WE}$ im Wochenendbetrieb, $\eta_{source} / \eta_{source,WE}$ = Ausnutzungsgrade für solare und interne Wärmegewinne im Regel- / WE-Betriebmonatliche Heizzeit t_h nach Anhang D, Transmissionsverluste Q_T und Lüftungsverluste Q_V solare Wärmegewinne $Q_S^* = Q_S \cdot \eta$ und interne Wärmegewinne $Q_I^* = Q_I \cdot \eta$ Heizwärmebedarf $Q_{h,b} = Q_T + Q_V - Q_S^* \cdot \eta - Q_I^* \cdot \eta$ mit dem Ausnutzungsgrad η **7.2 Summe Heizwärmebedarf**

(Ref-No 5.7.2)

	Q_T kWh/a	Q_V kWh/a	Q_S^* kWh/a	Q_I^* kWh/a	$Q_{h,b}$ kWh/a
<1> Wohnen	181.569	142.551	108.247	138.778	77.101
	181.569	142.551	108.247	138.778	77.101

9.0 RLT-Systeme (DIN V 18599-3)

(Ref-No 5.9.0)

9.1 RLT-Anlagen

(Ref-No 5.9.1)

Betrachtungsmonat Januar, $\vartheta_e = -1,3\text{ °C}$

Zone	Feuchteanf.	No Anlage	Komponenten	$\vartheta_{ZUL, Jan}$ °C
<1> Wohnen	-	001 RLT-Anlage	VE	-1,3

Parameter für die Luftförderung

	$V_{mech, m}$ m³/h	$tv \cdot dy$ h/m	PV, ZUL kW	PV, ABL kW	$Q_{V, E, Jan}$ kWh
<1> Wohnen	2841	-	0,00	0,99	-

Zone <1> RLT-Anlage (1) mit $V_{ZUL} / V_{ABL} = 0 / 2841\text{ m}^3/\text{h}$, nutzungsabhängig

Feuchteanforderung mT / oT = mit / ohne Toleranz (Nutzungsrandbedingung)
 RLT-Anlagen nach DIN V 18599-3, Tabellen A.2 bis A.13 mit den Anlagenkomponenten
 VE = Ventilator, LH = Luftheizer, LK = Luftkühler, LBv / LBd = Verdunstungsbefeuchter / Dampfbefeuchter
 WRG..% = Anlage mit ..% Wärmerückgewinnung, WRG+ = Rückgewinnung Wärme + Feuchte
 ϑ_{ZUL} = mittlere Zulufttemperatur im Betrachtungsmonat nach Tab.3 oder Tab.4
 ϑ_{HC} = korrigierte, mittlere Zulufttemperatur (berücksichtigt unterschiedliche Ventilatorabwärme)
 $V_{mech, m}$ = Zuluft- / Abluft-Volumenstrom, Regelwert = Luftwechselzahl * Luftvolumen
 $tv \cdot dy$ = monatliche Betriebsstunden der RLT-Anlage = h/Tag * Tage * Nutzungsanteil im Regelbetrieb
 $PV, ZUL / PV, ABL$ = elektrische Leistungsaufnahme [kW] der Zuluft- und Abluft-Ventilatoren
 $Q_{V, E}$ = Nutzenergiebedarf für die Luftförderung im Betrachtungsmonat

9.2 Energiebedarfskennwerte (DIN V 18599-3)

(Ref-No 5.9.2)

eine Luftkonditionierung ist nicht vorgesehen

9.3 Energiebedarf für Luftförderung

(Ref-No 5.9.3)

Zuluftvolumenstrom $V_{mech, m}$ [m³/h]

	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
<1> Wohnen	-	-	-	-	-	-	-	-

Zulufttemperatur ϑ_{ZUL} [°C]

	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
<1> Wohnen	14,5	9,1	4,7	1,3	-1,3	0,6	4,0	

Ventilatorstrombedarf $Q_{V, E}$ [kWh]

	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
<1> Wohnen	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-

9.4 Energiebedarf für Zuluftvorwärmung

(Ref-No 5.9.4)

nicht vorgesehen

9.5 Energiebedarf für Zuluftkühlung

(Ref-No 5.9.5)

nicht vorgesehen

9.6 Energiebedarf für Dampfbefeuchtung

(Ref-No 5.9.6)

nicht vorgesehen

10.0 Beleuchtungssysteme (DIN V 18599-4)

(Ref-No 5.10.0)

10.1 Tageslichtbereiche

(Ref-No 5.10.1)

Tageslichtbereiche an vertikalen Fassaden (42), mit Dachoberlichtern (0)

Bezüge siehe DIN V 18599-4

Der Verbauungsindex wird nach DIN V 18599, T4, Abs. 5.5.1 berechnet

Tageslichtbereiche an vertikalen Fassaden

Bereich	Zone	ATL m ²	ARB m ²	ITr	IRt	IV	DRb %
1 A 0101 FAW West	1	191,5	78,0	0,41	1,73	1,00	9,9
2 A 0103 FAW Ost	1	181,1	73,1	0,40	1,73	1,00	9,9
3 A 0201 FAW West	1	46,6	9,8	0,21	1,73	1,00	6,0
4 W 0201 FAW West	1	46,6	29,3	0,63	1,73	1,00	14,3
5 A 0203 FAW Ost	1	85,7	39,0	0,46	1,73	1,00	10,9
6 A 0301 FAW West	1	52,5	24,4	0,46	1,73	1,00	11,1
7 A 0304 FAW Ost	1	53,9	24,4	0,45	1,73	1,00	10,8
8 A 0403 FAW Ost	1	22,1	9,8	0,44	1,73	1,00	10,6
9 A 0501 FAW West	1	22,1	9,8	0,44	1,73	1,00	10,6
10 A 0601 FAW West	1	191,5	78,0	0,41	1,73	1,00	9,9
11 W 0601 FAW West	1	191,5	29,3	0,15	1,73	1,00	4,8
12 A 0603 FAW Ost	1	109,3	48,8	0,45	1,73	1,00	10,7
13 A 0607 FAW Ost	1	102,4	43,9	0,43	1,73	1,00	10,3
14 A 0703 FAW Ost	1	43,8	14,6	0,33	1,73	1,00	8,5
15 A 0801 FAW West	1	52,5	24,4	0,46	1,73	1,00	11,1
16 A 0804 FAW Ost	1	53,9	24,4	0,45	1,73	1,00	10,8
17 A 0901 FAW West	1	21,9	4,9	0,22	1,73	1,00	6,2
18 A 0903 FAW Süd	1	20,3	14,6	0,72	1,73	1,00	16,2
19 A 0904 FAW Ost	1	42,7	9,8	0,23	1,73	1,00	6,3
20 A 1001 FAW West	1	20,8	4,9	0,23	1,73	1,00	6,5
21 A 1003 FAW Ost	1	22,1	4,9	0,22	1,73	1,00	6,2
22 A 1005 FAW Nord	1	9,3	9,8	1,05	1,73	1,00	22,8
23 A 1101 FAW West	1	44,3	19,5	0,44	1,73	1,00	10,6
24 A 1104 FAW Ost	1	41,4	19,5	0,47	1,73	1,00	11,2
25 A 1203 FAW Ost	1	33,2	14,6	0,44	1,73	1,00	10,6
26 A 1301 FAW West	1	30,3	14,6	0,48	1,73	1,00	11,4
27 A 1401 FAW West	1	67,3	19,5	0,29	1,73	1,00	7,6

28	W	1401	FAW	West	1	67,3	29,3	0,43	1,73	1,00	10,5
29	A	1403	FAW	Ost	1	107,8	48,8	0,45	1,73	1,00	10,8
30	A	1501	FAW	West	1	52,5	24,4	0,46	1,73	1,00	11,1
31	A	1504	FAW	Ost	1	53,9	24,4	0,45	1,73	1,00	10,8
32	A	1601	FAW	Süd	1	22,1	4,9	0,22	1,73	1,00	6,2
33	A	1603	FAW	Ost	1	31,4	14,6	0,47	1,73	1,00	11,1
34	A	1701	FAW	West	1	46,6	9,8	0,21	1,73	1,00	6,0
35	A	1703	FAW	Ost	1	22,1	4,9	0,22	1,73	1,00	6,2
36	A	1801	FAW	West	1	44,3	19,5	0,44	1,73	1,00	10,6
37	A	1804	FAW	Ost	1	41,4	19,5	0,47	1,73	1,00	11,2
38	A	1901	FAW	West	1	30,3	14,6	0,48	1,73	1,00	11,4
39	A	1904	FAW	Ost	1	33,2	14,6	0,44	1,73	1,00	10,6
40	A	2001	FAW	West	1	67,3	19,5	0,29	1,73	1,00	7,6
41	W	2001	FAW	West	1	67,3	29,3	0,43	1,73	1,00	10,5
42	A	2003	FAW	Ost	1	107,8	48,8	0,45	1,73	1,00	10,8

						Em [lx]	τD65*k	CTL,SNA	CTL,SA	trel	CTL
1	A	0101	FAW	West	West	1	0	0,60	0,97	0,70	0,92
2	A	0103	FAW	Ost	Ost	1	0	0,60	0,97	0,70	0,92
3	A	0201	FAW	West	West	1	0	0,60	0,94	0,70	0,89
4	W	0201	FAW	West	West	1	0	0,60	0,98	0,70	0,93
5	A	0203	FAW	Ost	Ost	1	0	0,60	0,98	0,70	0,92
6	A	0301	FAW	West	West	1	0	0,60	0,98	0,70	0,92
7	A	0304	FAW	Ost	Ost	1	0	0,60	0,98	0,70	0,92
8	A	0403	FAW	Ost	Ost	1	0	0,60	0,98	0,70	0,92
9	A	0501	FAW	West	West	1	0	0,60	0,98	0,70	0,92
10	A	0601	FAW	West	West	1	0	0,60	0,97	0,70	0,92
11	W	0601	FAW	West	West	1	0	0,60	0,90	0,70	0,86
12	A	0603	FAW	Ost	Ost	1	0	0,60	0,98	0,70	0,92
13	A	0607	FAW	Ost	Ost	1	0	0,60	0,98	0,70	0,92
14	A	0703	FAW	Ost	Ost	1	0	0,60	0,97	0,70	0,91
15	A	0801	FAW	West	West	1	0	0,60	0,98	0,70	0,92
16	A	0804	FAW	Ost	Ost	1	0	0,60	0,98	0,70	0,92
17	A	0901	FAW	West	West	1	0	0,60	0,94	0,70	0,89
18	A	0903	FAW	Süd	Süd	1	0	0,60	0,99	0,70	0,89
19	A	0904	FAW	Ost	Ost	1	0	0,60	0,94	0,70	0,89
20	A	1001	FAW	West	West	1	0	0,60	0,94	0,70	0,90
21	A	1003	FAW	Ost	Ost	1	0	0,60	0,94	0,70	0,89
22	A	1005	FAW	Nord	Nord	1	0	0,60	0,99	0,70	0,99
23	A	1101	FAW	West	West	1	0	0,60	0,98	0,70	0,92
24	A	1104	FAW	Ost	Ost	1	0	0,60	0,98	0,70	0,92
25	A	1203	FAW	Ost	Ost	1	0	0,60	0,98	0,70	0,92
26	A	1301	FAW	West	West	1	0	0,60	0,98	0,70	0,92
27	A	1401	FAW	West	West	1	0	0,60	0,96	0,70	0,91
28	W	1401	FAW	West	West	1	0	0,60	0,98	0,70	0,92
29	A	1403	FAW	Ost	Ost	1	0	0,60	0,98	0,70	0,92
30	A	1501	FAW	West	West	1	0	0,60	0,98	0,70	0,92
31	A	1504	FAW	Ost	Ost	1	0	0,60	0,98	0,70	0,92
32	A	1601	FAW	Süd	Süd	1	0	0,60	0,96	0,70	0,87
33	A	1603	FAW	Ost	Ost	1	0	0,60	0,98	0,70	0,92
34	A	1701	FAW	West	West	1	0	0,60	0,94	0,70	0,89
35	A	1703	FAW	Ost	Ost	1	0	0,60	0,94	0,70	0,89
36	A	1801	FAW	West	West	1	0	0,60	0,98	0,70	0,92
37	A	1804	FAW	Ost	Ost	1	0	0,60	0,98	0,70	0,92
38	A	1901	FAW	West	West	1	0	0,60	0,98	0,70	0,92
39	A	1904	FAW	Ost	Ost	1	0	0,60	0,98	0,70	0,92
40	A	2001	FAW	West	West	1	0	0,60	0,96	0,70	0,91
41	W	2001	FAW	West	West	1	0	0,60	0,98	0,70	0,92
42	A	2003	FAW	Ost	Ost	1	0	0,60	0,98	0,70	0,92

tageslichtversorgte Flächen nach Zonen

Zone	ANGF [m²]	ATL [m²]	AKTL [m²]
<1> Wohnen	3063	2.596	467

Ing. Büro Dipl. Ing. T. Palicki

BV: EBA51 Neubau-Studentenwohnheim, Eichbuschallee 51, Plänterwald, Berlin - Treptow

Bauteil 2, Achse 3-32 und G-L, Gebäude „Johnny“

Gebäude EnEV-Nachweis nach DIN 18599

AT_L = tageslichtversorgte Fläche = $\alpha_{TL} \cdot b_{TL}$, bei Dachoberlichtern manueller Ansatz

mit α_{TL} = Tiefe des Tageslichtbereichs = $2.5 \cdot (h_{St} - h_{Ne})$, max. Raumtiefe, h_{St} = Sturzhöhe der Rohbauöffnungen, h_{Ne} = Höhe der Nutzenebene über dem Fußboden, und b_{TL} = Breite des Tageslichtbereichs

ARB = Fensterfläche (Rohbaumaße), E_m = Wartungswert der Beleuchtungsstärke (Zonenrandbedingung)

I_{Tr} = Transparenzindex = ARB / AT_L , I_{Rt} = Raumtiefenindex = $\alpha_{TL} / (h_{St} - h_{Ne})$

I_V = Verbauungsindex mit Faktoren für lineare Verbauung, horizontale und vertikale Auskragungen (z.B. Balkone),

Innenhöfe / Atrien und Glasdoppelfassaden

DR_b = Tageslichtquotient = $(4.13 + 20 \cdot I_{Tr} - 1.36 \cdot I_{Rt}) \cdot I_V$ (Gl.25)

bei Dachoberlichtern $D = D_a \cdot \tau_{D65} \cdot k \cdot ARB / AT_L \cdot \eta_R$ (Gl. 29), mit D_a = Außentageslichtquotient nach Tab.13, η_R = Raumwirkungsgrad nach Tab.15 und Tab.16

τ_{D65} = Lichttransmissionsgrad der Verglasung nach Tab.8 bzw. Tab.13 für lichtstreuende Dachverglasungen

$k = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3$ mit Faktoren für Rahmen, Sprossen und Verschmutzung der Verglasung

$c_{TL,SNA} = c_{TL,Vers,SNA}$ = Tageslichtversorgungsfaktor bei nicht aktiviertem Sonnenschutz nach Gl.28

$c_{TL,SA} = c_{TL,Vers,SA}$ = Tageslichtversorgungsfaktor bei aktiviertem Sonnenschutz nach Tab.12

$t_{rel,TL,SNA}$ = relative Zeit mit nicht aktiviertem Sonnen- / Blendschutz, orientierungsabhängig nach Tab.7

c_{TL} = Tageslichtversorgungsfaktor = $c_{TL,Vers,SNA} \cdot (1 - t_{rel,TL,SA}) + c_{TL,Vers,SA} \cdot t_{rel,TL,SA}$ (Gl.28)

c_{TL} bei Dachoberlichtern nach Tab.22, abhängig von der Dachneigung und Flächenorientierung

10.2 Teilbetriebsfaktoren Tageslicht (Ref-No 5.10.2)

Bereich					CTL	CTL, kon	FTL	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun
								%	%	%	%	%	%
1	A	0101	FAW	West	1	92	60	53	47	42	38	36	35
2	A	0103	FAW	Ost	1	92	60	53	47	42	38	36	35
3	A	0201	FAW	West	1	89	55	58	53	48	45	43	43
4	W	0201	FAW	West	1	93	60	53	46	41	38	35	35
5	A	0203	FAW	Ost	1	92	60	53	46	41	38	36	35
6	A	0301	FAW	West	1	92	60	53	46	41	38	36	35
7	A	0304	FAW	Ost	1	92	60	53	46	41	38	36	35
8	A	0403	FAW	Ost	1	92	60	53	46	41	38	36	35
9	A	0501	FAW	West	1	92	60	53	46	41	38	36	35
10	A	0601	FAW	West	1	92	60	53	47	42	38	36	35
11	W	0601	FAW	West	1	86	55	60	54	50	47	45	45
12	A	0603	FAW	Ost	1	92	60	53	46	41	38	36	35
13	A	0607	FAW	Ost	1	92	60	53	46	41	38	36	35
14	A	0703	FAW	Ost	1	91	60	53	47	42	39	36	36
15	A	0801	FAW	West	1	92	60	53	46	41	38	36	35
16	A	0804	FAW	Ost	1	92	60	53	46	41	38	36	35
17	A	0901	FAW	West	1	89	55	58	52	48	45	43	43
18	A	0903	FAW	Süd	1	89	60	54	48	43	40	38	37
19	A	0904	FAW	Ost	1	89	55	58	52	48	45	43	42
20	A	1001	FAW	West	1	90	55	58	52	48	45	43	42
21	A	1003	FAW	Ost	1	89	55	58	52	48	45	43	43
22	A	1005	FAW	Nord	1	99	60	50	42	37	34	31	31
23	A	1101	FAW	West	1	92	60	53	46	41	38	36	35
24	A	1104	FAW	Ost	1	92	60	53	46	41	38	36	35
25	A	1203	FAW	Ost	1	92	60	53	46	41	38	36	35
26	A	1301	FAW	West	1	92	60	53	46	41	38	36	35
27	A	1401	FAW	West	1	91	60	54	47	42	39	37	36
28	W	1401	FAW	West	1	92	60	53	46	41	38	36	35
29	A	1403	FAW	Ost	1	92	60	53	46	41	38	36	35
30	A	1501	FAW	West	1	92	60	53	46	41	38	36	35
31	A	1504	FAW	Ost	1	92	60	53	46	41	38	36	35
32	A	1601	FAW	Süd	1	87	55	59	54	49	46	44	44
33	A	1603	FAW	Ost	1	92	60	53	46	41	38	36	35
34	A	1701	FAW	West	1	89	55	58	53	48	45	43	43
35	A	1703	FAW	Ost	1	89	55	58	52	48	45	43	43
36	A	1801	FAW	West	1	92	60	53	46	41	38	36	35

37 A 1804 FAW Ost	1	92	60	53	46	41	38	36	35
38 A 1901 FAW West	1	92	60	53	46	41	38	36	35
39 A 1904 FAW Ost	1	92	60	53	46	41	38	36	35
40 A 2001 FAW West	1	91	60	54	47	42	39	37	36
41 W 2001 FAW West	1	92	60	53	46	41	38	36	35
42 A 2003 FAW Ost	1	92	60	53	46	41	38	36	35

Kontrollsystem(e): manuell (REF)

CTL_{kon} = Korrekturfaktor zur Berücksichtigung des tageslichtabhängigen Kontrollsystems interpoliert nach Tab.19

FTL = Teilbetriebsfaktoren Tageslicht (Betriebszeitanteil Kunstlicht) nach Gl.31

$FTL = \max[1 - v_{Monat} * CTL * CTL_{kon}; 0]$, Verteilungsschlüssel v_{Monat} nach Tab. 20 / 21

10.3 Kunstlichtversorgung

(Ref-No 5.10.3)

elektrische Anschlussleistung für Kunstlichtbereiche (1)

Tabellenverfahren, Jahreswerte

Bereich	Zone	F_{tn}	E_m lx	$p_{j,lx}$ W/(m ² lx)	k	p_j W/m ²	Lampen
1 Wohnen	0	0,00	0	0,050	0,00	0,0	1-2-1

1-2-1- 0: stabförmige Leuchtstofflampen, Vorschaltgerät VVG verlustarm, direkt, $E_m = 0$ lux, $A_{KL} = -$ m²

Bereich	$F_{Prä} * F_{Klr}$	A_{TL} m ²	FTL	$t_{T,TL}$ h/a	A_{KTL} m ²	$t_{T,KTL}$ h/a	t_N h/a
1 Wohnen	1,00	0	0,00	0	0		0

Zone <>, relative Abwesenheit $C_{Am} = 0,00$ ohne Präsenzmelder ohne Konstantlichtregelung

10.4 Endenergiebedarf für Beleuchtung $Q_{l,f}$

(Ref-No 5.10.4)

Zone	Sep kWh	Okt kWh	Nov kWh	Dez kWh	Jan kWh	Feb kWh	Mär kWh	Jahr kWh
<1> Wohnen	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-

TLB = Tageslichtbereich, Berechnungsbereiche mit Kunstlichtversorgung können Tageslichtbereiche enthalten

$p_{j,lx}$ = spezifische, elektrische Bewertungsleistung [W/(m²lx)], Tab.1

p_j = elektrische Bewertungsleistung = $p_{j,lx} * E_m * k_{WF} * k_A * k_L * k_R$ W/m² (Gl.10)

mit $k_{WF} / k_A / k_L / k_R$ = Anpassungsfaktoren für Wartungszyklen / Sehaufgabe / Lampenart / Raumart.

$F_{Prä}$ = Teilbetriebsfaktor für Präsenz nach Gl.32, relative Abwesenheiten nach DIN V 18599-10 oder manuell

F_{Klr} = Teilbetriebsfaktor für Konstantlichtregelung nach EnEV '09, nutzungsabhängig

$F_{t,n}$ = Teilbetriebsfaktor für die Gebäudebetriebszeit nach DIN V 18599-10

A_{TL} / A_{KTL} = Flächen mit / ohne Tageslichtversorgung, $A_{TL} + A_{KTL} = A_{Bereich}$

$t_{T,TL} = t_{eff,Tag,TL} = t_{Tag} * FTL * F_{Prä}$ = Betriebszeit der Beleuchtung im Bereich mit Tageslicht zur Tagzeit

$t_{T,KTL} = t_{eff,Tag,KTL} = t_{Tag} * F_{Prä}$ = Betriebszeit der Beleuchtung im Bereich ohne Tageslicht zur Tagzeit

$t_N = t_{eff,Nacht} = t_{Nacht} * F_{Prä}$ = Betriebszeit der Beleuchtung zur Nachtzeit, t_{Nacht} / t_{Tag} siehe DIN V 18599-10

$Q_{l,b,n}$ = Nutzenergiebedarf für Beleuchtung = $p_j * [A_{TL} * (t_{Tag,TL} + t_{Nacht}) + A_{KTL} * (t_{Tag,KTL} + t_{eff,Nacht})]$ (Gl.2)

$Q_{l,f} = \sum F_{t,n} * \sum Q_{l,b} = Q_{l,L,elektr}$ = Endenergiebedarf für Beleuchtung nach Zonen (Gl.1)

12.0 Warmwassersysteme (DIN V 18599-8)

(Ref-No 5.12.0)

12.1 Nutzenergiebedarf Warmwasser

(Ref-No 5.12.1)

Zone	Nutzung	$q_{w,b}$ kWh/d je	Menge	$Q_{w,b,Jan}$ kWh/M
<1> Wohnen	Wohnzone	0,044 m ² Wfl	3057,7	4.155 e

$Q_{w,b} = q_{w,b} \cdot d_{mth} \cdot d_{nutz} / 365 \cdot \text{Menge [kWh/Monat]}$ (DIN V 18599-10)

e) Flächenbezug ist die beheizte Wohnfläche = $A_{NGF} / 1.1$, siehe DIN V 18599-10, Tab.3, nach KfW:

Flächenbezug = $AN_{EnEV,A1,1.3.3}$

12.2 Eingesetzte Warmwassersysteme

(Ref-No 5.12.2)

Anlage	Versorgungsbereich Zone(n)	$Q_{w,b}$ kWh/Jahr
1 zentrale WW-Versorgung	1/	48.924
2		

12.3 Verteilungsnetze

(Ref-No 5.12.3)

(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1

Verteilssystem: mit Zirkulation (REF), Zirkulationsbetrieb an $z = 21,5$ h/d

Wärmedurchgangskoeffizient U_i , gedämmte Leitungen nach 1995 (REF)

mittlere Temperatur des Rohrabchnitts $\vartheta_{w,m}$ ohne Zirkulation, im Zirkulationsbetrieb = 50°C

Umgebungstemperaturen $\vartheta_{u,Sommer}$, 22 °C im beheizten Bereich

Zirkulationspumpe

Volumenstrom $V = 2,71$ m³/h, $\Delta p = 29,10$ kPa, $P_{hydr} = 21,888$ kPa*m³/h, $e_{w,d,aux} = 4,8$

Elektrische Leistungsaufnahme P_p = unbekannt, geregelt, bedarfsorientiert

Verteilung (V)					Stränge (S)		Stichtlg. (St)		
(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1									
Leitungslängen l_i		143 m			702 m		162 m		
Wärmedurchgangskoeffizient U_i		0,200 W/ (mK)			0,255 W/ (mK)		0,255 W/ (mK)		
Warmwassertemperatur $\vartheta_{w,m}$		34 °C			33 °C		33 °C		
Umgebungstemperatur $\vartheta_{u,w}$		20 °C			20 °C		20 °C		
Monat	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr	
(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1									
$Q_{w,b}$	kWh	4.021	4.155	4.021	4.155	4.155	3.753	4.155	48.924
$Q_{w,d,V}$	kWh	1.146	1.191	1.158	1.201	1.204	1.086	1.197	14.024
$Q_{w,d,S}$	kWh	7.153	7.434	7.228	7.496	7.517	6.776	7.474	87.535

Ing. Büro Dipl. Ing. T. Palicki

BV: EBA51 Neubau-Studentenwohnheim, Eichbuschallee 51, Plänterwald, Berlin - Treptow

Bauteil 2, Achse 3-32 und G-L, Gebäude „Johnny“

Gebäude EnEV-Nachweis nach DIN 18599

$Q_{w,d,St}$	kWh	388	406	397	413	416	374	411	4.778
$Q_{w,d}$	kWh	8.686	9.030	8.783	9.111	9.137	8.235	9.082	106.337
$Q_{w,d,aux}$	kWh	68	71	68	71	71	64	71	830
$Q_{I,w,d}$	kWh	8.686	9.030	8.783	9.111	9.137	8.235	9.082	106.337

Aufteilung $Q_{I,w,d}$: nach Grundflächenanteilen

$Q_{w,d}$ = Wärmeverluste des Rohrnetzes der Warmwasserverteilung nach DIN V 18599-8, Abs. 6.2
 Leitungslängen der Verteilung (V), der Stränge (S) und der Stichleitungen (St) nach Tab.6 oder manuell
 Die Leitungslängen der Verteilung (V) und der Stränge (S) werden im Zirkulationsbetrieb automatisch verdoppelt
 im Zirkulationsbetrieb werden Verteilung und Stränge mit doppelter Länge gerechnet (Abs.6.2.1.1)
 $Q_{I,w,d}$ = unregelmäßige Wärmeeinträge durch die WW-Verteilung, siehe "interne Wärmegewinne"
 $Q_{w,d,aux}$ = Hilfsenergiebedarf der Zirkulationspumpe

12.4 Warmwasserspeicher (Ref-No 5.12.4)

(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1

indirekt beheizter Speicher nach 1994, Speichervolumen $V = 1671$ Liter für 75 WE

Bereitschafts-Wärmeverlust $q_{B,S} = 4,7$ kWh/d (siehe Gl. 24-28)

Umgebungstemperatur am Aufstellort T_u 13,0 °C (Heizperiode), außerhalb der Heizperiode 22,0 °C

Speicher-Wärmeverlust $Q_{w,s} = f_{con} \cdot (50 - T_u) / 45 \cdot d_{Nutz,mth} \cdot q_{B,S}$ mit $f_{con} = 1,2$ (Gl.23)

Speicherladepumpe mit $P_p = 218$ W, Hilfsenergiebedarf $Q_{w,s,aux}$

Erzeugernutzwärmeabgabe für Trinkwarmwasserbereitung $Q_{w,outg} = Q_{w,b} + Q_{w,d}$ monatlich

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1									
$Q_{w,outg}$	kWh	12.707	13.186	12.804	13.266	13.292	11.989	13.237	155.262
$Q_{w,s}$	kWh	138	143	138	143	143	129	143	1.543
$Q_{w,s,aux}$	kWh	15	16	15	16	16	14	16	188

12.5 Solaranlage zur Trinkwassererwärmung (Ref-No 5.12.5)

nicht vorgesehen

12.6 Nutzwärmebedarf der Warmwassererzeugung (Ref-No 5.12.6)

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1									
$Q_{w,out}$	kWh	12.845	13.328	12.942	13.409	13.435	12.118	13.380	156.805

12.7 Wärmepumpen zur Trinkwassererwärmung (Ref-No 5.12.7)

nicht vorgesehen

12.8 Wärmeerzeugung

(Ref-No 5.12.8)

(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1

Wärmeerzeuger 13 BW-Kessel (Öl/Gas) verbessert, 201 kW (Heizöl), siehe Heizbereich 1

Wirkungsgrad bei Nennwärmeleistung $\eta_{100} = 96,3 \%$, Bereitschaftswärmeverlust $q_{B70} = 0,48 \%$

elektrische Leistungsaufnahme im Betrieb $P_{aux,100} = 573 \text{ W}$, im Schlumberbetrieb $P_{aux,SB} = 20 \text{ W}$

mittlere Kesseltemperatur $49 \text{ }^{\circ}\text{C}$, Kesselaufstellung im unbeheizten Bereich ($13 \text{ }^{\circ}\text{C}$, im Sommer $22 \text{ }^{\circ}\text{C}$)

Nutzwärmeabgabe für Trinkwarmwasserbereitung $Q_{w,outg} = Q_{w,b} + Q_{w,d} + Q_{w,s}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1									
$Q_{w,outg}$	kWh	12.845	13.328	12.942	13.409	13.435	12.118	13.380	156.805
$t_{w,100}$	h/d	2,1	2,1	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	
$Q_{w,g}$	kWh	622	643	623	645	645	582	644	7.041
$Q_{w,f}$	kWh	13.467	13.972	13.566	14.053	14.080	12.700	14.024	163.846
$Q_{w,g,aux}$	kWh	50	52	50	52	52	47	52	607

$Q_{w,g}$ = Wärmeverlust des Kessels = $Q_{w,g,100\%} \cdot t_{w,100\%} \cdot d_{nutz,mth} + Q_{B,w} \cdot (d_{nutz,mth} - d_{h,rB})$ (Gl.85)

$Q_{w,f}$ = $Q_{w,outg} + Q_{w,g}$ = Endenergiebedarf des Wärmeerzeugers

$Q_{w,g,aux}$ = Hilfsenergiebedarf des Wärmeerzeugers im Betrieb / Schlumberbetrieb Gl.93

$Q_{l,w,g}$ = ungeregelte Wärmeeinträge durch Wärmeerzeuger in der thermischen Hülle, Gl.92

$d_{h,rB}$ = Laufzeit des Kessels zur Heizwärmeerzeugung im Heizbereich 1

$t_{w,100} = Q_{w,outg} / (Q_N \cdot d_{nutz,mth})$, Laufzeit des Kessels zur WW-Bereitung Gl.89

$Q_{w,g,100\%}$ = Tageswärmeverlust Kessel = $(f_{Hs}/H_i - \eta_{k,100\%}) / \eta_{k,100\%} \cdot Q_{w,outg} / d_{nutz,mth} / 24$ (Gl. 86)

$Q_{B,w} = q_{B,9} \cdot Q_N / \eta_{k,100} \cdot (t_{nutz,T} - t_{w,100}) \cdot f_{Hs}/H_i$, Tageswärmeverlust im Stillstand Gl.87

12.9 Endenergie Warmwasserbereitung

(Ref-No 5.12.9)

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{w,outg}$	kWh	12.845	13.328	12.942	13.409	13.435	12.118	13.380	156.805
$Q_{w,f}$	kWh	13.467	13.972	13.566	14.053	14.080	12.700	14.024	163.846
$Q_{w,aux}$	kWh	133	138	134	138	138	125	138	1.625
Heizöl	kWh	13.467	13.972	13.566	14.053	14.080	12.700	14.024	163.846
$Q_{l,w,<1>}$	kWh/d	289,5	291,3	292,8	293,9	294,7	294,1	293,0	

$Q_{w,outg} / Q_{w,f}$ = Nutz- / Endenergiebedarf für Warmwasserbereitung

$Q_{w,aux}$ = Hilfsenergiebedarf, $Q_{l,w}$ = ungeregelte Wärmeeinträge durch Leitungs- / Speicherverluste

Ungeregelte Wärmeeinträge $Q_{l,w}$ werden bei Bedarf flächengewichtet auf die Zonen aufgeteilt

13.0 Heizsysteme (DIN V 18599-5)

13.1 Maximal erforderliche Heizleistung $Q_{h,max}$

(Ref-No 5.13.1)

nach T2, Anhang B, Bemessungsmonat = Januar mit $\vartheta_{i,h,min}$ zonenbezogen und $\vartheta_{e,min} = -12^\circ\text{C}$

Zone	$Q_{T,max}$ kW	$Q_{V,max}$ kW	V_{mech} m ³ /h	$Q_{V,mech}$ kW	$Q_{h,max}$ kW
<1> Wohnen	62,2	48,8	0	0,0	111,0

$Q_{T,max}$ = Heizleistung zur Deckung der Transmissionswärmeverluste inklusive Wärmebrücken. Wärmetransfer zu benachbarten Zonen $Q_{T,iz}$ temperaturgewichtet mit $T_{i,min,H}$.

$Q_{V,max}$ = Heizleistung zur Deckung der Lüftungswärmeverluste aus Infiltration und Fensterlüftung

$V_{mech} = \eta_{mech,ZUL} \cdot V$ = Mindestvolumenstrom der mechanischen Lüftungsanlage

$Q_{V,mech} = 0.34 \cdot V_{mech} \cdot (\vartheta_{i,h,min} - \vartheta_v)$ = Heizleistung für die Nacherwärmung der Zuluft (RLT mit WRG)

$Q_{h,max} = Q_{T,max} + Q_{V,max} + Q_{V,mech}$ = erforderliche Heizleistung in der Gebäudezone

13.2 Eingesetzte Heizsysteme

(Ref-No 5.13.2)

Anlage	Versorgungsbereich	Zone (n)	$Q_{h,b}$ kWh/Jahr	$Q_{h,max}$ kW	$Q_{N,h}$ kW
1 freie Heizflächen		1/	77.101	111,0	200,6
2					

(1) freie Heizflächen, 55/45 °C vor Außenwänden, P-Regler (1 K), intermittierender Heizbetrieb

Nutz-Heizwärmebedarf $Q_{h,b}$ nach T2, maximale Heizleistung $Q_{h,max}$ (T2, Anhang C) und Kesselnennleistung $Q_{N,h}$ nach T5, 5.3.

13.3 Heizzeiten

(Ref-No 5.13.3)

(1) Bereich "freie Heizflächen", Leitzone <1> Wohnen (manuell)

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
t_h <1>	h/m	0	462	720	744	744	672	744	4.181
$t_{h,rL,T}$ <1>	h/d	17	17	19	20	21	20	19	
$d_{h,rB}$ <1>	d/m	0	19	30	31	31	28	31	174
$t_{h,rL}$ <1>	h/m	0	333	561	613	639	560	585	3.358

Monatliche Heizzeiten $t_h = t_{h,Nutz} + t_{h,WE}$ in [h/m] provisorisch auf Basis DIN V 18599-2, D.2, bei mehreren Zonen im Heizbereich die maximale Heizzeit, in den Sommermonaten ggf. die Heizzeit zur TWW-Bereitung.

Rechnerische Laufzeiten $t_{h,rL}$ der Heizungsanlage nach DIN V 18599-5, 5.4.1 = $24 - f_{L,NA} \cdot (24 - t_{h,op})$ auf Basis der Nutzungsrandbedingungen $t_{h,op}$ (Betriebsstunden der Heizung / Tag), $d_{nutz,a}$ (Nutzungstage / Jahr), der monatlichen Heizzeiten t_h sowie den Festlegungen zur Nacht- und Wochenendabsenkung / -abschaltung.

$d_{h,rB}$ = monatliche, rechnerische Betriebstage der Heizung (Gl.21)

13.4 Heizwärmeübergabe

(Ref-No 5.13.4)

(1) freie Heizflächen

freie Heizflächen, 55/45 °C vor Außenwänden, P-Regler (1 K), intermittierender Heizbetrieb

Gesamtnutzungsgrad $\eta_{h,ce} = 1 / (4 - ((\eta_{L1} + \eta_{L2})/2 + \eta_C + \eta_B)) = 0,909$ (Gl.28, Tab.6)

Ing. Büro Dipl. Ing. T. Palicki

BV: EBA51 Neubau-Studentenwohnheim, Eichbuschallee 51, Plänterwald, Berlin - Treptow

Bauteil 2, Achse 3-32 und G-L, Gebäude „Johnny“

Gebäude EnEV-Nachweis nach DIN 18599

Verluste der Wärmeübergabe $Q_{h,ce} = Q_{h,b} \cdot (f_{\text{Radiant}} \cdot f_{\text{int}} \cdot f_{\text{hydr}} / \eta_{h,ce} - 1)$ (Gl.27)

mit $f_{\text{Radiant}} = 1,00$, $f_{\text{int}} = 0,97$ und $f_{\text{hydr}} = 1,00 \Rightarrow$ Übergabeverluste = 6,7 %

Geräte der Wärmeübertragungsprozesse: elektromotorische Regelung

Hilfsenergiebedarf $Q_{h,ce,aux} = P_C \cdot d_{\text{mth}} \cdot 24/1000 + (P_V + P_P + P_{h,aux}) \cdot t_{h,rL}/1000$ (Gl. 33/34)

Nutzwärmebedarf, Verluste und Hilfsenergie der Wärmeübergabe

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
(1) freie Heizflächen									
$Q_{h,b}$	kWh	1	2.566	10.200	19.385	22.105	14.451	7.865	77.101
$Q_{h,ce}$	kWh	0	172	684	1.301	1.483	970	528	5.174
$Q_{h,ce,aux}$	kWh	0	0	0	0	0	0	0	1
$\Sigma Q_{h,b+ce}$	kWh	2	2.738	10.885	20.686	23.589	15.421	8.393	82.275

Nutz-Heizwärmebedarf $Q_{h,b}$ (nach T2), Regel- und WE-Betrieb

Gesamtnutzungsgrad der Wärmeübergabe $\eta_{h,ce} = 1 / (4 - (\eta_L + \eta_C + \eta_B))$ mit den Teilnutzungsgraden η_L für vertikales Lufttemperaturprofil, η_C für Raumtemperaturregelung und η_B für spezifische Verluste der Außenbauteile (Tab.6 bis Tab.11)
Verluste der Wärmeübergabe $Q_{h,ce}$ mit den Faktoren f_{Radiant} für Strahlungseinfluss (in Hallen mit Raumhöhen > 4 m) f_{int} für intermittierenden Heizbetrieb / raumweise Temperaturabsenkung und f_{hydr} für hydraulischen Abgleich (Regelwert = 1)
Hilfsenergiebedarf der Wärmeübergabe $Q_{h,ce,aux}$ mit den Parametern

P_C = elektrische Nennleistungsaufnahme der Regelungseinrichtungen (Tab.12 oder Herstellerangabe)

P_V / P_P = elektrische Nennleistungsaufnahme der Ventilatoren und Pumpen (Tab.13)

$P_{h,aux}$ = Hilfsenergiebedarf von Erzeugern, Erhitzern und Ventilatoren bei direkter Beheizung ($h_R > 4m$, Tab.14)

13.5 Heizwärmeverteilung

(Ref-No 5.13.5)

Leitungslängen der Verteilung (V), der Stränge (S) und der Anbindeleitungen (A) nach Abs. 6.2.

Hilfsenergiebedarf $Q_{h,d,aux}$ der Heizungspumpe

(1) freie Heizflächen

System: **Zweirohrnetz mit innen liegenden Strängen** (REF '09, 70%) manuell

Vor- / Rückkluftemperatur (Auslegung) $\vartheta_{VA} = 55^\circ\text{C} / \vartheta_{RA} = 45^\circ\text{C}$, $T_{i,Soll,<1>} = 20,0^\circ\text{C}$

Wärmedurchgangszahlen U_i nach Tab.16, **gedämmte Leitungen nach 1995**

Heizungspumpe: **Zweirohrnetz hydraulisch abgeglichen**, $f_{Abgl} = 1,00$, $f_{Sch} = 1,00$, $f_{d,PM} = 1,00$

Differenzdruck im Auslegungspunkt (Pumpe) $\Delta p = 0,13 \cdot L_{\text{max}} + 2 + \Delta p_{WE} = 34 \text{ kPa}$

mit Differenzdruck des Wärmeerzeugers $\Delta p_{WE} = 1 \text{ kPa}$, $L_{\text{max}} = 241 \text{ m}$

Pumpe: Δp konstant, $Cp1 = 0,75$, $Cp2 = 0,25$, P_{Pumpe} unbekannt, intermittierend

$P_{\text{hydr}} = 91,980$, $W_{h,d,hydr,Jan} = 19,572$, $e_{h,d,aux,Jan} = 4,426$

	Verteilung (V)	Stränge (S)	Anbindung (A)
(1) freie Heizflächen			
Leitungslängen l_i	165,2 m	234,0 m	1.781,3 m
Wärmedurchgangszahlen U_i	0,200 W/(mK)	0,255 W/(mK)	0,255 W/(mK)
Umgebungstemperaturen $\vartheta_{u,i}$	13,0 °C	20,0 °C	20,0 °C

Mittlere Heizkreistemperaturen $\vartheta_{VL,m}$ (Vorlauf) und $\vartheta_{RL,m}$ (Rücklauf), Verluste der Verteilung

$Q_{h,d}$, daraus resultierende, unregelmäßige Wärmeeinträge $Q_{i,h,d}$ und Hilfsenergiebedarf $Q_{h,d,aux}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
(1) freie Heizflächen									
$\vartheta_{VL,m}$	°C	24	24	28	32	34	31	26	
$\vartheta_{RL,m}$	°C	23	23	26	29	30	28	24	
$Q_{h,d}$	kWh	0	678	2.181	3.691	4.234	2.940	1.854	15.717
$Q_{h,d,aux}$	kWh	0	25	51	69	77	59	49	335
$Q_{I,h,d}$	kWh	0	565	1.928	3.335	3.840	2.640	1.615	14.038

Leitungsverluste $Q_{h,d} = 19,1 \%$, unregelmäßige Wärmeeinträge $Q_{I,h,d} = 17,1 \%$

Aufteilung $Q_{I,h,d}$: nach Grundflächenanteilen

Mittlere Vorlauf-, Rücklauf- und Heizkreistemperaturen ($\vartheta_{VL,m}$, $\vartheta_{RL,m}$, $\vartheta_{HK,m}$) nach Abs. 5.2:

$\vartheta_{VL,m} / \vartheta_{RL,m}$ nach Gl. 12 / 13 mit $n = 1.33$ für Heizkörper, $n = 1.1$ für FB-Heizungen

$\vartheta_{HK,m} = (\vartheta_{VL,m} - \vartheta_{RL,m}) / 2$ mit $\beta_{h,d}$ = mittlere Belastung im Prozessbereich Wärmeverteilung (Gl.8)

$Q_{h,d}$ = Wärmeverluste des Rohrnetzes = $\sum l_i \cdot U_i (\vartheta_{HK,m} - \vartheta_{u,i}) \cdot t_{h,rL,i} / 1000$ [kWh] (Gl.38)

$Q_{I,h,d} = Q_{h,d}$ = unregelmäßige Wärmeeinträge in Zonen mit innen liegenden Leitungen

Heizungspumpe:

$Q_{h,d,aux}$ = Hilfsenergiebedarf der Verteilung = $W_{h,d,hydr} \cdot e_{h,d,aux}$ (Gl.40) oder

$Q_{h,d,aux} = W_{h,d,hydr} \cdot e_{h,d,aux} \cdot ((1.03 \cdot t_{h,rL} + f_{P,A} \cdot (t_h - t_{h,rL})) / t_h)$ (Gl.47, intermittierend)

$W_{h,d,hydr}$ = hydraulischer Energiebedarf = $P_{hydr} / 1000 \cdot \beta_{h,d} \cdot t_h \cdot f_{Sch} \cdot f_{Abgl}$ (Gl.41)

P_{hydr} = hydraulische Leistung der Pumpe = $0.2778 \cdot \Delta p \cdot V'$ (Gl.42)

$e_{h,d,aux}$ = Pumpen-Aufwandszahl = $f_e \cdot (C_{p1} + C_{p2} / \beta_{h,d})$ (Gl.46)

mit f_{Abgl} / f_{Sch} = Korrekturfaktoren für hydraulischen Abgleich / hydraulische Schaltung

V' = Pumpen-Volumenstrom im Auslegungspunkt = $Q_{h,max} / (1.15 \cdot \Delta \vartheta_{HK})$ (Gl.43)

$t_h / t_{h,rL}$ = monatliche Heizstunden und rechnerische Laufzeit der Heizung

C_{p1} / C_{p2} = Konstanten zur Pumpen-Aufwandszahl nach Tab.17

$f_e = b \cdot (1.25 + (200 / P_{hydr})^{0.5})$ oder $f_e = P_{Pumpe} / P_{hydr}$ = Effizienzfaktor der Pumpe

$f_{P,A}$ = Korrekturfaktor für Absenkung / Abschaltung der Pumpe bei intermittierendem Betrieb

13.6 Nutzwärmebedarf der Erzeugung

(Ref-No 5.13.6)

(1) freie Heizflächen

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,out}$	kWh	2	3.416	13.066	24.377	27.823	18.361	10.247	97.991

$Q_{h,out} = Q_{h,b} + Q_{h*,b} + Q_{h,ce} + Q_{h,d}$ in [kWh]

13.7 Heizwärmepufferspeicher

(Ref-No 5.13.7)

nicht bilanziert

13.8 solare Heizungsunterstützung

(Ref-No 5.13.8)

nicht vorgesehen

13.9 Heizungswärmepumpen (Ref-No 5.13.9)

nicht vorgesehen

13.10 Heizwärmeerzeuger (Ref-No 5.13.10)

Heizbereiche (1)

(1) "freie Heizflächen"

Heizung mit einem konventionellen Wärmeerzeuger

1. Brennwärtekessel, verbessert ab 1999, $Q_N = 200,6 \text{ kW}$ (Heizöl), $\beta_{K,pl} = 0,3$

Umgebungstemperatur am Aufstellort $\vartheta_i = < 19 \text{ °C}$, außerhalb der thermischen Hülle

Tageslaufzeit zur TW-Erwärmung $t_{w,100,Jan} = 2,16 \text{ h/d}$

Kesselwirkungsgrade $\eta_{k,100} = 0,963$ bei Volllast, $\eta_{k,pl} = 1,003$ bei Teillast

Bereitschaftswärmeverlust $q_{B,70} = 0,005 \text{ kW}$

elektrische Leistungsaufnahme $P_{aux,100} = 0,573 \text{ kW}$, $P_{aux,pl} = 0,191 \text{ kW}$, $P_{aux,SB} = 0,020 \text{ kW}$

Verlustleistungen im Januar $Q_{V,g,100} = 16,38 \text{ kW}$, $Q_{V,g,pl} = 3,61 \text{ kW}$, $Q_{B,h} = 0,70 \text{ kW}$ (Gl. 109, 108, 104)

Nutzwärmebedarf $= Q_{h,outg} = Q_{h,b} + Q_{h,ce} + Q_{h,d} + Q_{h,S} - Q_{h,sol} - Q_{rv,h,outg}$

$Q_{d,in} = Q_{h,outg} / \text{Betriebszeit} = \text{durchschnittliche Wärmeabgabeleistung [kW]}, \text{ Gl.103 } (d_{h,rB} > 1)$

$\beta_{h,i} = Q_{d,in} / Q_N = \text{Belastungsgrade der Heizkessel, monatlich, Gl.96 / Gl.97}$

$Q_{h,g,v,i} = \text{Erzeugungsverluste nach Gl.100 / Gl.101}$

$Q_{h,g} = \sum Q_{h,g,v,i} \cdot d_{h,rB} = \text{Gesamtverlust der Heizwärmeerzeugung [kWh/m]}, \text{ Gl.99}$

$Q_{h,f} = Q_{h,outg} + Q_{h,g} = \text{Endenergiebedarf der Wärmeerzeugung}$

$Q_{h,g,aux} = \text{Hilfsenergiebedarf nach Gl.114 ff}$

$Q_{l,h,g} = \text{ungeregelte Wärmeeinträge durch Wärmeerzeuger in der thermischen Hülle, Gl.112}$

(1) freie Heizflächen

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,outg}$	kWh	2	3.416	13.066	24.377	27.823	18.361	10.247	97.991
$Q_{d,in}$	kW	–	12	26	45	49	37	20	200
$\beta_{h,1}$		–	0,06	0,13	0,22	0,24	0,18	0,10	
$Q_{h,g,v,1}$	kWh/d	8	15	27	50	56	44	23	
$Q_{h,g}$	kWh	0	287	809	1.558	1.746	1.226	699	6.385
$Q_{h,f}$	kWh	2	3.704	13.875	25.935	29.569	19.587	10.946	104.376
$Q_{h,g,aux}$	kWh	13	23	50	82	92	64	43	433

$Q_N = \text{Kesselnennleistung, Planungsgröße}$

$\beta_{K,pl} = \text{Heizkesselbelastung im Prüfstand, Lastbereich Teillast}$

$\eta_{k,100} / \eta_{k,pl} = \text{Kesselwirkungsgrade bei Volllast / Teillast nach Herstellerangaben oder Gl.120 ff}$

$\eta_{k,100,Betrieb} / \eta_{k,pl,Betrieb} = \text{Kesselwirkungsgrade bei Betriebstemperatur nach Gl.107 ff, monatlich}$

$q_{B,70} / q_{St} = \text{Bereitschaftsverluste nach Herstellerangabe oder Gl.122 ff}$

$P_{aux,100} / P_{aux,pl} / P_{aux,SB} (\text{Volllast, Teillast, Stillstand}) \text{ nach Herstellerangabe oder Gl.124 ff}$

$Q_{V,g,100} = \text{Verlustleistung bei Volllast} = (f \cdot H_s / H_i - \eta_{k,100,Betrieb}) / \eta_{k,100,Betrieb} \cdot Q_N$

$Q_{V,g,pl} = \text{Verlustleistung bei Teillast} = (f \cdot H_s / H_i - \eta_{k,pl,Betrieb}) / \eta_{k,pl,Betrieb} \cdot \beta_{K,pl} \cdot Q_N$

$Q_{B,h} = \text{Kessel-Verlustleistung im Stillstand} = q_{B,70} \cdot (\vartheta_{HK,m} - \vartheta_i) / 50 \cdot Q_N / \eta_{K,100} \cdot f \cdot H_s / H_i$

$f \cdot H_s / H_i = \text{Brennwert / Heizwertkorrektur nach DIN V 18599-1, Tab.B.1}$

$Q_{h,g,v,i} = ((\beta_{h,i} / \beta_{K,pl}) \cdot (Q_{V,g,pl} - Q_{B,h}) + Q_{B,h}) \cdot (t_{h,rL,T} - t_{w,100}) = \text{Erzeugungsverluste, Gl.100, } \beta_{h,i} \leq \beta_{K,pl}$

$Q_{h,g,v,i} = ((\beta_{h,i} - \beta_{K,pl}) / (1 - \beta_{K,pl}) \cdot (Q_{V,g,100} - Q_{V,g,pl}) + Q_{V,g,pl}) \cdot (t_{h,rL,T} - t_{w,100}), \text{ Gl.101, } \beta_{h,i} > \beta_{K,pl}$

13.11 Endenergie Heizwärme (Ref-No 5.13.11)

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,f}$	kWh	2	3.704	13.875	25.935	29.569	19.587	10.946	104.376
$Q_{h,aux}$	kWh	13	48	101	151	169	122	93	769
Heizöl	kWh	-	3.715	13.861	25.961	29.599	19.587	10.924	104.404
$Q_{I,h,<1>}$	kWh/d	0,0	18,2	64,3	107,6	123,9	94,3	52,1	

$Q_{h,f}$ = Endenergiebedarf Heizung = $Q_{h,b} + Q_{h,ce} + Q_{h,d} + Q_{h,s} + Q_{h,g} - Q_{h,sol}$ (Gl.4)

$Q_{h,aux}$ = Hilfsenergiebedarf = $Q_{h,ce,aux} + Q_{h,d,aux} + Q_{h,s,aux} + Q_{h,g,aux} + Q_{h,sol,aux}$ (Gl.5)

$Q_{I,h}$ = unregelmäßige Wärmeeinträge = $Q_{I,h,d} + Q_{I,h,s} + Q_{I,h,g}$ (Gl.6)

Die Energieanteile nach Energieträgern werden bei Bedarf nach anteiliger Kesselbelastung aufgeteilt

Unregelmäßige Wärmeeinträge werden bei Bedarf flächengewichtet auf die Zonen aufgeteilt

14.0 Energiebedarf (DIN V 18599-1)

14.1 Stromerzeugende Systeme (Ref-No 5.14.1)

BHKW-Anlage Kraft-Wärme-Kopplung (KWK), $p_{el,BHKW} = 29 \text{ kW Strom}$, $q_{h,BHKW} = 38 \text{ kW Wärme}$,
Feuerungsleistung = 85 kW (Heizöl), Vollbenutzungsdauer $t_{BHKW} = 6.000 \text{ h/Jahr}$ (Verfahren 2007)

Wärmeabgabe der Wärmeerzeuger $\Sigma Q_{h,outg}$	254.796 kWh/a
Stromproduktion $E_{CHP} = p_{el,BHKW} \cdot t_{BHKW}$	174.000 kWh/a
Wärmeabgabe des BHKW-Moduls $Q_{outg,CHP} = q_{h,BHKW} \cdot t_{BHKW}$	228.000 kWh/a
verbleibende Wärmeabgabe der Heizkessel Q_{outg}	26.796 kWh/a

Nutzungsgrad der Heizkessel η_{HP}	0,950
Anteil der mit KWK erzeugten Wärme β	0,895
Stromkennzahl des KWK-Moduls C	0,763
Nutzungsgrad des KWK-Moduls η_{CHP}	0,788

Endenergiebedarf mit BHKW $Q_{h,f} = ((1-\beta)/\eta_{HP} + (1+C)\beta/\eta_{CHP}) \cdot Q_{h,outg}$	538.204 kWh/a (Gl.A.1)
Endenergiebedarf BHKW = $Q_{h,f,BHKW} - \Sigma Q_{h,f}$	283.408 kWh/a

Strom aus erneuerbaren Energiequellen steht nicht zur Verfügung

14.2 Energiebedarf nach Energieträgern (Ref-No 5.14.2)

Energieträger	Prozessbereich	Zonen	Endenergie kWh/a	f_P	$f_{Hs/Hi}$	QP kWh/a
Heizöl	BHKW Endenergie		283.408	1,10	1,06	294.103
Strom-Mix	BHKW Stromgutsc		-174.000	2,60	1,00	-452.400
Heizöl	Heizwärme	1/	104.404	1,10	1,06	108.344
Heizöl	Warmwasser	1/	163.846	1,10	1,06	170.029
Strom-Mix	Luftförderung	1/	-	2,60	1,00	-
Strom-Mix	Beleuchtung	1/	-	2,60	1,00	-
Strom-Mix	Hilfsenergie		2.394	2,60	1,00	6.224
Σ [kWh/Jahr]			380.052			126.300

Primärenergiefaktor für Strom $f_P = 2.6$ (EnEV '09, A1, Abs.2.1.1)

$Q_P = \Sigma Q_{f,i} * f_{P,i} / f_{Hs/Hi,i}$ (DIN V 18599-1, Gl.23)

Jahres-Primärenergiebedarf $q_P = 126.300 / 3.058 = 41,3$ kWh/(m²a) ($\Sigma A_{NGF} = 3.058$ m²)

Endenergiebedarf: Hilfsenergie 0,8 kWh/(m²a), Heizöl 180,4 kWh/(m²a)

Endenergie = Jahressummen aus den Prozessbereichen

f_P = Primärenergiefaktoren energieträgerbezogen nach DIN V 18599-1, Tab.A.1

14.3 Endenergiebedarf nach Zonen (Ref-No 5.14.3)

siehe Abschnitt Zone	m²	WLA	Warmwasser			Heizung	Summe
		9 kWh/a	10 kWh/a	11 kWh/a	12 kWh/a	13 kWh/a	
<1> Wohnen	3.063				163846	104376	268223
Gebäude	3.058				163844	104375	268218

Endenergie = Jahressummen aus den Prozessbereichen ohne Hilfsenergie

Die Aufteilung der Endenergieanteile aus Prozessbereichen mit mehreren Zonen erfolgt lastabhängig.

14.4 Aufteilung des Energiebedarfs (für den Energieausweis) (Ref-No 5.14.4)

	RLT	Beleucht.	Klima	Warmwasser	Heizung	Summe
	kWh/m²a	kWh/m²a	kWh/m²a	kWh/m²a	kWh/m²a	kWh/m²a
Nutzenergiebedarf	0,0	0,0	0,0	16,0	25,2	41,2
Endenergiebedarf	0,0	0,0	0,0	54,1	34,4	88,5
Primärenergiebedarf	0,0	0,0	0,0	57,0	36,1	93,1

15.0 EnEV-Nachweise

15.1 Nachweis der thermischen Hülle

(Ref-No 5.15.1)

Grenzwert für Wohngebäude (3610 m²) = zul $H'_T = 0,50 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
nach EnEV 2009, Anlage 1, Tab.2, Wohngebäude freistehend > 350 m²

vorh $H'_T = 0,50 \leq 0,50 \text{ W/(m}^2\text{K)}$, **Grenzwert wird eingehalten**

15.2 Nachweis des Primärenergiebedarfs

(Ref-No 5.15.2)

Grenzwert $q_{P,Ref} = 71,9 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$
 $q_{P,Ref}$ aus der Berechnung zum Referenzgebäude "Tsche-015-18599-Referenz2009"

vorh $q_P = 41,3 \leq 71,9 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$, **Grenzwert wird eingehalten**

17.0 Nutzungspflicht für Erneuerbare Energien (EEWärmeG)

(Ref-No 5.17.0)

Nachweis für privat genutzte Gebäude
Wärme- und Kälteenergiebedarf = 268.250 = 268.250 kWh/Jahr (mit Solar-, Umwelt- und Abwärme sowie Kälteenergie)

darin enthaltene Deckungsanteile aus erneuerbaren Energiequellen oder Ersatzmaßnahmen

Energiequelle	Energieertrag kWh/a	Deckungsanteil erzielt	Deckungsanteil gefordert	Nutzungs- anteil
KWK [BHKW]	228.000	85,0 %	50,0 %	170,0 %
				170,0 %

Maßnahmen zur Einsparung von Energie

Nachweis mit $HT'_{Grenzwert} = HT'_{Referenzberechnung}$

		Grenzwert	erzielt	Unterschreitung erzielt	Unterschreitung gefordert	Nutzungs- anteil
HT' - Wert	W/ (m ² K)	0,50	0,50	0,1 %	15,0 %	
QP	kWh/ (m ² a)	71,9	41,3	42,5 %	15,0 %	0,8 %

erreichter Nutzungsanteil, Summe = 170,8 % ≥ Nutzungspflichtanteil = 100 %

Die Anforderungen aus dem EEWärmeG 2011 werden erfüllt

Anlagen zur Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) müssen nach einschlägigen EU-Richtlinien hocheffizient sein.

17.0 Erneuerbare Energien (EEWärmeG 2008)

(Ref-No 5.17.0)

Die Zusammenstellung enthält keine passiven, solaren Wärmegewinne

geforderte Deckungsanteile nach EEWärmeG 2008

Wärmeenergiebedarf = 268.250 = 268.250 kWh/Jahr (mit Solar-, Umwelt- und Abwärme)

Nutzung von	solare Strahlung	Umweltwärme	Biomasse	Summe
vorhandene Nutzung [kWh/a]				
erzielter Deckungsanteil	0,0 %	0,0 %	0,0 %	
geforderter Deckungsanteil	15,0 %	50,0 %	50,0 %	
Nutzungspflichtanteil	- %	- %	- %	- %

Ersatzmaßnahmen

Nutzung von	Abwärme	KWK-Anlage	Fernwärme	Summe
vorhandene Nutzung [kWh/a]		228000		228000
erzielter Deckungsanteil	0,0 %	85,0 %	0,0 %	
geforderter Deckungsanteil	50,0 %	50,0 %	50,0 %	
Nutzungspflichtanteil	- %	170,0 %	- %	170,0 %

Ersatzmaßnahme "Einsparung von Energie"Nachweis der Unterschreitung der Anforderungen an die Wärmedämmung der Gebäudehülle nach EnEV '09 mit $HT'_{Grenz} = HT'$ des Referenzgebäudes

	Primärenergiebedarf QP	HT'-Wert
EnEV-Grenzwert	71,9 kWh/(m²a)	0,50 W/(m²K)
erzielte Unterschreitung	42,5 %	0,1 %
geforderte Unterschreitung	15,0 %	15,0 %
Nutzungspflichtanteil	283,5 %	0,8 %

Nutzungspflichtanteil aus "Einsparung von Energie" = 0,8 %

Nutzung von KWK lokal [KWK lokal] Die Anlage zur Kraft-Wärme-Kopplung ist hocheffizient im Sinne der EU-Richtlinie. (1)

Einsparung von Energie Die Anlage zur Kraft-Wärme-Kopplung ist hocheffizient im Sinne der EU-Richtlinie. (1)

(1) = bilanziert, (2) = mit Pflichtanteil bilanziert, (3, 4) = nicht bilanziert

Die Nutzungspflicht für erneuerbare Energien nach §3 EEWärmeG 2008 **wird erfüllt** (170,8 % \geq 100 %)

20.0 KfW-Förderprogramme

(Ref-No 5.20.0)

Die Förderprogramme der Kreditanstalt für Wiederaufbau zur CO₂ - Minderung durch Gebäudesanierung sind an die Einhaltung / Unterschreitung der nachfolgend aufgeführten Grenzwerte gebunden.

Förderprogramme für Energieeffizientes Bauen (Programm Nr. 153), Stand 01/2012

Referenzberechnung = "Tsche-015-18599-Referenz2009"

	REF %	Q _P ' kWh/ (m ² a)	REF %	H _T ' W/ (m ² K)	
vorhanden	57 %	41,3	84 %	0,499	
Referenzgebäude	100 %	72,0	100 %	0,596	
zul H _T 'EnEV'09			84 %	0,500	
KfW Anforderungen ...					
KfW Effizienzhaus 70	70 %	50,4		0,500	erfüllt
KfW Effizienzhaus 55	55 %	39,6	70 %	0,417	nicht erfüllt
KfW Effizienzhaus 40	40 %	28,8	55 %	0,328	nicht erfüllt

Förderung von "Passivhäusern" wie "KfW Effizienzhäuser 55"

.....

22.0 Längen, Flächen, Volumen

(Ref-No 5.22.0)

Flächenberechnung (Tsche-015-achse-3-32-Rechenblatt.REB)

EG. (L-G+32-13)**Außenwände**

1 F 0101 FAW West	$46,74 \times 2,89 - [A 0101] - [T 0101] = 42,43$
2 F 0102 FAW Süd	$12,19 \times 2,89 = 35,23$
3 F 0103 FAW Ost	$46,74 \times 2,89 - [A 0103] - [T 0103] = 42,44$
4 F 0104 FAW Nord	$12,19 \times 2,89 = 35,23$

Öffnungen / Fenster

5 A 0101 FF West	$16 \times 2,12 \times 2,30 = 78,02$
6 A 0103 FF Ost	$15 \times 2,12 \times 2,30 = 73,14$
7 T 0101 FAW West , Tür	$3 \times 2,12 \times 2,30 = 14,63$
8 T 0103 FAW Ost , Tür	$4 \times 2,12 \times 2,30 = 19,50$

Grundflächen

9 F 0100 FG	$569,76 = 569,76$
-------------	-------------------

EG. (L-G+11-3)**Außenwände**

10 F 0201 FAW West	$19,68 \times 2,89 - [A 0201] - [W 0201] = 17,87$
11 F 0202 FAW Süd	$12,19 \times 2,89 = 35,23$
12 F 0203 FAW Ost	$19,68 \times 2,89 - [A 0203] = 17,87$
13 F 0204 FAW Nord	$12,19 \times 2,89 = 35,23$

Öffnungen / Fenster

14 A 0201 FF West	$2 \times 2,12 \times 2,30 = 9,75$
15 A 0203 FF Ost	$8 \times 2,12 \times 2,30 = 39,01$
16 W 0201 FF West	$6 \times 2,12 \times 2,30 = 29,26$

Grundflächen

17 F 0200 FG	$239,90 = 239,90$
--------------	-------------------

1OG. (L-G+32-27)**Außenwände**

18 F 0301 FAW West	$12,30 \times 2,89 - [A 0301] = 11,17$
19 F 0302 FAW Süd	$4,88 \times 2,89 = 14,10$
20 F 0304 FAW Ost	$12,30 \times 2,89 - [A 0304] = 11,17$
21 F 0305 FAW Nord	$12,19 \times 2,89 = 35,23$

Öffnungen / Fenster

22 A 0301 FF West	$5 \times 2,12 \times 2,30 = 24,38$
23 A 0304 FF Ost	$5 \times 2,12 \times 2,30 = 24,38$

1OG. (L-I+27-25)**Außenwände**

24 F 0403 FAW Ost	$4,92 \times 2,89 - [A 0403] = 4,47$
-------------------	--------------------------------------

Öffnungen / Fenster

25 A 0403 FF Ost	$2 \times 2,12 \times 2,30 = 9,75$
------------------	------------------------------------

1OG. (I-G+27-25)**Deckflächen**

26 F 0505 FD	$24,01 = 24,01$
--------------	-----------------

Außenwände

27 F 0501 FAW West	$4,92 \times 2,89 - [A 0501] = 4,47$
--------------------	--------------------------------------

Öffnungen / Fenster

28 A 0501 FF West	$2 \times 2,12 \times 2,30 = 9,75$
-------------------	------------------------------------

1OG. (L-G+25-3)**Außenwände**

29 F 0601 FAW West	$54,12 \times 2,89 - [A 0601] - [W 0601] = 49,13$
30 F 0602 FAW Süd	$12,19 \times 2,89 = 35,23$
31 F 0603 FAW Ost	$24,60 \times 2,89 - [A 0603] = 22,33$
32 F 0607 FAW Ost	$22,75 \times 2,89 - [A 0607] = 21,87$
33 F 0609 FAW Nord	$4,90 \times 2,89 = 14,16$

Öffnungen / Fenster

34 A 0601 FF West	$16 \times 2,12 \times 2,30 = 78,02$
35 A 0603 FF Ost	$10 \times 2,12 \times 2,30 = 48,76$

36 A 0607 FF Ost	$9*2,12*2,30 = 43,88$
37 W 0601 FF West	$6*2,12*2,30 = 29,26$
1OG. (L-K+16-13)	
Deckflächen	
38 F 0705 FD	$23,64 = 23,64$
Außenwände	
39 F 0703 FAW Ost	$9,73*2,89 - [A 0703] = 13,49$
Öffnungen / Fenster	
40 A 0703 FF Ost	$3*2,12*2,30 = 14,63$
2OG. (L-G+32-27)	
Außenwände	
41 F 0801 FAW West	$12,30*2,89 - [A 0801] = 11,17$
42 F 0802 FAW Süd	$4,86*2,89 = 14,05$
43 F 0804 FAW Ost	$12,30*2,89 - [A 0804] = 11,17$
44 F 0805 FAW Nord	$12,19*2,89 = 35,23$
Öffnungen / Fenster	
45 A 0801 FF West	$5*2,12*2,30 = 24,38$
46 A 0804 FF Ost	$5*2,12*2,30 = 24,38$
2OG. (L-I+27-22)	
Außenwände	
47 F 0901 FAW West	$4,86*2,89 - [A 0901] = 9,17$
48 F 0903 FAW Süd	$7,32*2,89 - [A 0903] = 6,52$
49 F 0904 FAW Ost	$12,30*2,89 - [A 0904] = 25,80$
Öffnungen / Fenster	
50 A 0901 FF West	$1*2,12*2,30 = 4,88$
51 A 0903 FF Süd	$3*2,12*2,30 = 14,63$
52 A 0904 FF Ost	$2*2,12*2,30 = 9,75$
2OG. (I-G+25-20)	
Außenwände	
53 F 1001 FAW West	$12,30*2,89 - [A 1001] = 30,67$
54 F 1003 FAW Ost	$4,92*2,89 - [A 1003] = 9,34$
55 F 1005 FAW Nord	$4,88*2,89 - [A 1005] = 4,35$
Öffnungen / Fenster	
56 A 1001 FF West	$2,12*2,30 = 4,88$
57 A 1003 FF Ost	$1*2,12*2,30 = 4,88$
58 A 1005 FF Nord	$2*2,12*2,30 = 9,75$
2OG. (L-G+20-16)	
Außenwände	
59 F 1101 FAW West	$9,84*2,89 - [A 1101] = 8,94$
60 F 1103 FAW Ost	$2,44*2,89 = 7,05$
61 F 1104 FAW Ost	$9,84*2,89 - [A 1104] = 8,94$
62 F 1105 FAW Nord	$7,31*2,89 = 21,13$
Öffnungen / Fenster	
63 A 1101 FF West	$4*2,12*2,30 = 19,50$
64 A 1104 FF Ost	$4*2,12*2,30 = 19,50$
2OG. (K-G+16-13)	
Außenwände	
65 F 1203 FAW Ost	$7,38*2,89 - [A 1203] = 6,70$
Öffnungen / Fenster	
66 A 1203 FF Ost	$3*2,12*2,30 = 14,63$
2OG. (G-Überstand+16-13)	
Außenwände	
67 F 1301 FAW West	$7,38*2,89 - [A 1301] = 6,70$
68 F 1302 FAW Süd	$2,44*2,89 = 7,05$
69 F 1304 FAW Nord	$2,44*2,89 = 7,05$
Öffnungen / Fenster	
70 A 1301 FF West	$3*2,12*2,30 = 14,63$
Grundflächen	
71 F 1300 FG	$18,01 = 18,01$

2OG. (L-G+13-3)

Außenwände

72 F 1401 FAW West $24,60 \times 2,89 - [A 1401] - [W 1401] = 22,33$ 73 F 1402 FAW Süd $12,19 \times 2,89 = 35,23$ 74 F 1403 FAW Ost $24,60 \times 2,89 - [A 1403] = 22,33$ 75 F 1404 FAW Nord $2,44 \times 2,89 = 7,05$

Öffnungen / Fenster

76 A 1401 FF West $4 \times 2,12 \times 2,30 = 19,50$ 77 A 1403 FF Ost $10 \times 2,12 \times 2,30 = 48,76$ 78 W 1401 FF West $6 \times 2,12 \times 2,30 = 29,26$

3OG. (L-G+32-27)

Deckflächen

79 F 1506 FD $149,94 = 149,94$

Außenwände

80 F 1501 FAW West $12,30 \times 2,89 - [A 1501] = 11,17$ 81 F 1502 FAW Süd $4,86 \times 2,89 = 14,05$ 82 F 1504 FAW Ost $12,30 \times 2,89 - [A 1504] = 11,17$ 83 F 1505 FAW Nord $12,19 \times 2,89 = 35,23$

Öffnungen / Fenster

84 A 1501 FF West $5 \times 2,12 \times 2,30 = 24,38$ 85 A 1504 FF Ost $5 \times 2,12 \times 2,30 = 24,38$

3OG. (L-I+27-22)

Deckflächen

86 F 1606 FD $89,67 = 89,67$

Außenwände

87 F 1601 FAW Süd $4,92 \times 2,89 - [A 1601] = 9,34$ 88 F 1603 FAW Ost $7,29 \times 2,89 - [A 1603] = 6,44$ 89 F 1604 FAW Nord $12,30 \times 2,89 = 35,55$

Öffnungen / Fenster

90 A 1601 FF Süd $1 \times 2,12 \times 2,30 = 4,88$ 91 A 1603 FF Ost $3 \times 2,12 \times 2,30 = 14,63$

3OG. (I-G+25-20)

Deckflächen

92 F 1706 FD $60,52 = 60,52$

Außenwände

93 F 1701 FAW West $12,30 \times 2,89 - [A 1701] = 25,80$ 94 F 1703 FAW Ost $4,92 \times 2,89 - [A 1703] = 9,34$ 95 F 1705 FAW Nord $4,92 \times 2,89 = 14,22$

Öffnungen / Fenster

96 A 1701 FF West $2 \times 2,12 \times 2,30 = 9,75$ 97 A 1703 FF Ost $1 \times 2,12 \times 2,30 = 4,88$

3OG. (L-G+20+16)

Deckflächen

98 F 1807 FD $119,95 = 119,95$

Außenwände

99 F 1801 FAW West $9,84 \times 2,89 - [A 1801] = 8,94$ 100 F 1803 FAW Süd $2,46 \times 2,89 = 7,11$ 101 F 1804 FAW Ost $9,84 \times 2,89 - [A 1804] = 8,94$ 102 F 1805 FAW Nord $7,27 \times 2,89 = 21,01$

Öffnungen / Fenster

103 A 1801 FF West $4 \times 2,12 \times 2,30 = 19,50$ 104 A 1804 FF Ost $4 \times 2,12 \times 2,30 = 19,50$

3OG. (K-Überstand+16-13)

Deckflächen

105 F 1907 FD $89,96 = 89,96$

Außenwände

106 F 1901 FAW West $7,38 \times 2,89 - [A 1901] = 6,70$ 107 F 1902 FAW Süd $2,46 \times 2,89 = 7,11$ 108 F 1904 FAW Ost $7,38 \times 2,89 - [A 1904] = 6,70$ 109 F 1906 FAW Nord $2,46 \times 2,89 = 7,11$

Öffnungen / Fenster

110 A 1901 FF West	$3 \times 2,12 \times 2,30 = 14,63$
111 A 1904 FF Ost	$3 \times 2,12 \times 2,30 = 14,63$

3OG. (L-G+13-3)

Deckflächen

112 F 2006 FD	$299,87 = 299,87$
---------------	-------------------

Außenwände

113 F 2001 FAW West	$24,60 \times 2,89 - [A 2001] - [W 2001] = 22,33$
114 F 2002 FAW Süd	$12,19 \times 2,89 = 35,23$
115 F 2003 FAW Ost	$24,60 \times 2,89 - [A 2003] = 22,33$
116 F 2004 FAW Nord	$2,46 \times 2,89 = 7,11$

Öffnungen / Fenster

117 A 2001 FF West	$4 \times 2,12 \times 2,30 = 19,50$
118 A 2003 FF Ost	$10 \times 2,12 \times 2,30 = 48,76$
119 W 2001 FF West	$6 \times 2,12 \times 2,30 = 29,26$

Grundflächen

[Grundflächen]

[AGf 01] EG. (L-G+32-13) <1>	[F 0100] = 569,76
[AGf 02] EG. (L-G+11-3) <1>	[F 0200] = 239,90
[AGf 13] 2OG. (G-Überstand+16-13) <1>	[F 1300] = 18,01

[Grundflächenumfang]

[UGf 01] EG. (L-G+32-13) <1>	$46,74 + 12,19 + 46,74 + 12,19 = 117,86$
[UGf 02] EG. (L-G+11-3) <1>	$19,68 + 12,19 + 19,68 + 12,19 = 63,74$
[UGf 13] 2OG. (G-Überstand+16-13) <1>	$7,38 + 2,44 + 2,44 = 12,26$

[Bodenplattenmaß nur Grundflächenprojektion]

[Bodenplattenmaß A]	$[AGf 01] + [AGf 02] + [AGf 13] = 827,67$
[Bodenplattenmaß P]	$[UGf 01] + [UGf 02] + [UGf 13] = 193,86$
[Bodenplattenmaß B']	$2 * [Bodenplattenmaß A] / [Bodenplattenmaß P] = 8,54$

[Bruttogeschossflächen]

[BGf 01] EG. (L-G+32-13) <1>	$569,76 = 569,76$
[BGf 02] EG. (L-G+11-3) <1>	$239,90 = 239,90$
[BGf 03] 1OG. (L-G+32-27) <1>	$149,94 = 149,94$
[BGf 04] 1OG. (L-I+27-25) <1>	$36,31 = 36,31$
[BGf 05] 1OG. (I-G+27-25) <1>	$24,01 = 24,01$
[BGf 06] 1OG. (L-G+25-3) <1>	$643,07 = 643,07$
[BGf 07] 1OG. (L-K+16-13) <1>	$23,64 = 23,64$
[BGf 08] 2OG. (L-G+32-27) <1>	$149,94 = 149,94$
[BGf 09] 2OG. (L-I+27-22) <1>	$90,04 = 90,04$
[BGf 10] 2OG. (I-G+25-20) <1>	$60,02 = 60,02$
[BGf 11] 2OG. (L-G+20-16) <1>	$119,95 = 119,95$
[BGf 12] 2OG. (K-G+16-13) <1>	$72,03 = 72,03$
[BGf 13] 2OG. (G-Überstand+16-13) <1>	$18,01 = 18,01$
[BGf 14] 2OG. (L-G+13-3) <1>	$299,87 = 299,87$
[BGf 15] 3OG. (L-G+32-27) <1>	$149,94 = 149,94$
[BGf 16] 3OG. (L-I+27-22) <1>	$89,67 = 89,67$
[BGf 17] 3OG. (I-G+25-20) <1>	$60,52 = 60,52$
[BGf 18] 3OG. (L-G+20+16) <1>	$119,95 = 119,95$
[BGf 19] 3OG. (K-Überstand+16-13) <1>	$89,96 = 89,96$
[BGf 20] 3OG. (L-G+13-3) <1>	$299,87 = 299,87$
[Summe BGf]	$[BGf 01] + [BGf 02] + [BGf 03] + [BGf 04] + [BGf 05] + [BGf 06] + [BGf 07] + [BGf 08] + [BGf 09] + [BGf 10] + [BGf 11] + [BGf 12] + [BGf 13] + [BGf 14] + [BGf 15] + [BGf 16] + [BGf 17] + [BGf 18] + [BGf 19] + [BGf 20] = 3306,40$

[Umbaute Räume]

[Vol 01] EG. (L-G+32-13) <1>	$2,89 * [BGf 01] = 1646,61$
[Vol 02] EG. (L-G+11-3) <1>	$2,89 * [BGf 02] = 693,31$
[Vol 03] 1OG. (L-G+32-27) <1>	$2,89 * [BGf 03] = 433,33$

[Vol 04] 1OG. (L-I+27-25) <1>	2,89*[BGf 04] = 104,94
[Vol 05] 1OG. (I-G+27-25) <1>	2,89*[BGf 05] = 69,39
[Vol 06] 1OG. (L-G+25-3) <1>	2,89*[BGf 06] = 1858,47
[Vol 07] 1OG. (L-K+16-13) <1>	2,89*[BGf 07] = 68,32
[Vol 08] 2OG. (L-G+32-27) <1>	2,89*[BGf 08] = 433,33
[Vol 09] 2OG. (L-I+27-22) <1>	2,89*[BGf 09] = 260,22

[Vol 10] 2OG. (I-G+25-20) <1>	2,89*[BGf 10] = 173,46
[Vol 11] 2OG. (L-G+20-16) <1>	2,89*[BGf 11] = 346,66
[Vol 12] 2OG. (K-G+16-13) <1>	2,89*[BGf 12] = 208,17
[Vol 13] 2OG. (G-Überstand+16-13) <1>	2,89*[BGf 13] = 52,05
[Vol 14] 2OG. (L-G+13-3) <1>	2,89*[BGf 14] = 866,62
[Vol 15] 3OG. (L-G+32-27) <1>	2,89*[BGf 15] = 433,33
[Vol 16] 3OG. (L-I+27-22) <1>	2,89*[BGf 16] = 259,15
[Vol 17] 3OG. (I-G+25-20) <1>	2,89*[BGf 17] = 174,90
[Vol 18] 3OG. (L-G+20+16) <1>	2,89*[BGf 18] = 346,66
[Vol 19] 3OG. (K-Überstand+16-13) <1>	2,89*[BGf 19] = 259,98
[Vol 20] 3OG. (L-G+13-3) <1>	2,89*[BGf 20] = 866,62
[Gebäudevolumen] Ve	[Vol 01] + [Vol 02] + [Vol 03] + [Vol 04] + [Vol 05] + [Vol 06] + [Vol 07] + [Vol 08] + [Vol 09] + [Vol 10] + [Vol 11] + [Vol 12] + [Vol 13] + [Vol 14] + [Vol 15] + [Vol 16] + [Vol 17] + [Vol 18] + [Vol 19] + [Vol 20] = 9555,52
[0.32 * Ve] (= AN Wohngebäude)	0.32 * [Gebäudevolumen] = 3057,77

.für Berechnungen nach DIN V 18599

[Nettogrundflächen]

[dW01] Bauteildicke "F1-FENSTER"	0,02 = 0,02
[dW02] Bauteildicke "TSCHE-AW-1"	0,35 = 0,35
[dW03] Bauteildicke "F2-FENSTER"	0,02 = 0,02
[GfAbzug 01] EG. (L-G+32-13) <1>	[dW01]*46,74+[dW02]*12,19+[dW02]*46,74+[dW02]*12,19 = 25,83
[GfAbzug 02] EG. (L-G+11-3) <1>	[dW02]*19,68+[dW02]*12,19+[dW02]*19,68+[dW02]*12,19 = 22,31
[GfAbzug 03] 1OG. (L-G+32-27) <1>	[dW02]*12,30+[dW02]*4,88+[dW02]*12,30+[dW02]*12,19 = 14,58
[GfAbzug 04] 1OG. (L-I+27-25) <1>	[dW02]*4,92 = 1,72
[GfAbzug 05] 1OG. (I-G+27-25) <1>	[dW02]*4,92 = 1,72
[GfAbzug 06] 1OG. (L-G+25-3) <1>	[dW02]*54,12+[dW02]*12,19+[dW02]*24,60+[dW02]*22,75+[dW02]*4,90 = 41,50
[GfAbzug 07] 1OG. (L-K+16-13) <1>	[dW02]*9,73 = 3,41
[GfAbzug 08] 2OG. (L-G+32-27) <1>	[dW02]*12,30+[dW02]*4,86+[dW02]*12,30+[dW02]*12,19 = 14,58
[GfAbzug 09] 2OG. (L-I+27-22) <1>	[dW02]*4,86+[dW02]*7,32+[dW02]*12,30 = 8,57
[GfAbzug 10] 2OG. (I-G+25-20) <1>	[dW02]*12,30+[dW02]*4,92+[dW02]*4,88 = 7,74
[GfAbzug 11] 2OG. (L-G+20-16) <1>	[dW02]*9,84+[dW02]*2,44+[dW02]*9,84+[dW02]*7,31 = 10,30
[GfAbzug 12] 2OG. (K-G+16-13) <1>	[dW02]*7,38 = 2,58
[GfAbzug 13] 2OG. (G-Überstand+16-13) <1>	[dW02]*7,38+[dW02]*2,44+[dW02]*2,44 = 4,29
[GfAbzug 14] 2OG. (L-G+13-3) <1>	[dW02]*24,60+[dW02]*12,19+[dW02]*24,60+[dW02]*2,44 = 22,34
[GfAbzug 15] 3OG. (L-G+32-27) <1>	[dW02]*12,30+[dW02]*4,86+[dW02]*12,30+[dW02]*12,19 = 14,58
[GfAbzug 16] 3OG. (L-I+27-22) <1>	[dW02]*4,92+[dW02]*7,29+[dW02]*12,30 = 8,58
[GfAbzug 17] 3OG. (I-G+25-20) <1>	[dW02]*12,30+[dW02]*4,92+[dW02]*4,92 = 7,75
[GfAbzug 18] 3OG. (L-G+20+16) <1>	[dW02]*9,84+[dW02]*2,46+[dW02]*9,84+[dW02]*7,27 = 10,29
[GfAbzug 19] 3OG. (K-Überstand+16-13) <1>	[dW02]*7,38+[dW02]*2,46+[dW02]*7,38+[dW02]*2,46 = 6,89
[GfAbzug 20] 3OG. (L-G+13-3) <1>	[dW02]*24,60+[dW02]*12,19+[dW02]*24,60+[dW02]*2,46 = 14,23
[NGf 01] EG. (L-G+32-13) <1>	[BGf 01] - [GfAbzug 01] = 543,93
[NGf 02] EG. (L-G+11-3) <1>	[BGf 02] - [GfAbzug 02] = 217,59
[NGf 03] 1OG. (L-G+32-27) <1>	[BGf 03] - [GfAbzug 03] = 135,36
[NGf 04] 1OG. (L-I+27-25) <1>	[BGf 04] - [GfAbzug 04] = 34,59
[NGf 05] 1OG. (I-G+27-25) <1>	[BGf 05] - [GfAbzug 05] = 22,29

Ing. Büro Dipl. Ing. T. Palicki

BV: EBA51 Neubau-Studentenwohnheim, Eichbuschallee 51, Plänterwald, Berlin - Treptow

Bauteil 2, Achse 3-32 und G-L, Gebäude „Johnny“

Gebäude EnEV-Nachweis nach DIN 18599

[NGf 06] 1OG. (L-G+25-3) <1>	[BGf 06] - [GfAbzug 06] = 601,57
[NGf 07] 1OG. (L-K+16-13) <1>	[BGf 07] - [GfAbzug 07] = 20,23
[NGf 08] 2OG. (L-G+32-27) <1>	[BGf 08] - [GfAbzug 08] = 135,36
[NGf 09] 2OG. (L-I+27-22) <1>	[BGf 09] - [GfAbzug 09] = 81,47
[NGf 10] 2OG. (L-G+25-20) <1>	[BGf 10] - [GfAbzug 10] = 52,28
[NGf 11] 2OG. (L-G+20-16) <1>	[BGf 11] - [GfAbzug 11] = 109,65
[NGf 12] 2OG. (K-G+16-13) <1>	[BGf 12] - [GfAbzug 12] = 69,45
[NGf 13] 2OG. (G-Überstand+16-13) <1>	[BGf 13] - [GfAbzug 13] = 13,72
[NGf 14] 2OG. (L-G+13-3) <1>	[BGf 14] - [GfAbzug 14] = 277,53
[NGf 15] 3OG. (L-G+32-27) <1>	[BGf 15] - [GfAbzug 15] = 135,36

[NGf 16] 3OG. (L-I+27-22) <1>	[BGf 16] - [GfAbzug 16] = 81,09
[NGf 17] 3OG. (L-G+25-20) <1>	[BGf 17] - [GfAbzug 17] = 52,77
[NGf 18] 3OG. (L-G+20+16) <1>	[BGf 18] - [GfAbzug 18] = 109,66
[NGf 19] 3OG. (K-Überstand+16-13) <1>	[BGf 19] - [GfAbzug 19] = 83,07
[NGf 20] 3OG. (L-G+13-3) <1>	[BGf 20] - [GfAbzug 20] = 285,64
[NGf Summe]	[NGf 01] + [NGf 02] + [NGf 03] + [NGf 04] + [NGf 05] + [NGf 06] + [NGf 07] +
[NGf 08] + [NGf 09] + [NGf 10] + [NGf 11] + [NGf 12] + [NGf 13] + [NGf 14] + [NGf 15] + [NGf	
16] + [NGf 17] + [NGf 18] + [NGf 19] + [NGf 20] = 3062,61	

[Nettonutzflächen] ANGf nach Gebäudezonen

[ANGf 01] Zone <1> EG. (L-G+32-13)	+ [NGf 01] + [NGf 02] + [NGf 03] + [NGf 04] + [NGf 05]
+ [NGf 06] + [NGf 07] + [NGf 08] + [NGf 09] + [NGf 10] + [NGf 11] + [NGf 12] + [NGf 13] + [NGf	
14] + [NGf 15] + [NGf 16] + [NGf 17] + [NGf 18] + [NGf 19] + [NGf 20] = 3062,61	

[Bruttoraumvolumen] Ve nach Gebäudezonen

[Ve 01] EG. (L-G+32-13)	+ [Vol 01] + [Vol 02] + [Vol 03] + [Vol 04] + [Vol 05] + [Vol 06]
+ [Vol 07] + [Vol 08] + [Vol 09] + [Vol 10] + [Vol 11] + [Vol 12] + [Vol 13] + [Vol 14] + [Vol	
15] + [Vol 16] + [Vol 17] + [Vol 18] + [Vol 19] + [Vol 20] = 9555,52	
[Summe Ve]	+ [Ve 01] = 9555,52

[Nettoraumvolumen] Vi nach Gebäudezonen

[Vi 01] Zone <1> EG. (L-G+32-13)	+ [NGf 01]*(2,89 - 0,24) + [NGf 02]*(2,89 - 0,24) + [NGf
03]*(2,89 - 0,24) + [NGf 04]*(2,89 - 0,24) + [NGf 05]*(2,89 - 0,24) + [NGf 06]*(2,89 - 0,24) +	
[NGf 07]*(2,89 - 0,24) + [NGf 08]*(2,89 - 0,24) + [NGf 09]*(2,89 - 0,24) + [NGf 10]*(2,89 -	
0,24) + [NGf 11]*(2,89 - 0,24) + [NGf 12]*(2,89 - 0,24) + [NGf 13]*(2,89 - 0,24) + [NGf	
14]*(2,89 - 0,24) + [NGf 15]*(2,89 - 0,24) + [NGf 16]*(2,89 - 0,24) + [NGf 17]*(2,89 - 0,24) +	
[NGf 18]*(2,89 - 0,24) + [NGf 19]*(2,89 - 0,24) + [NGf 20]*(2,89 - 0,24) = 8115,92	
[Summe Vi]	+ [Vi 01] = 8115,92

.zur Kontrolle / alternativ: Vi = Ve * 0.8

.Vi <1> EG. (L-G+32-13)	[Ve 01] * 0.8 = 7644,42
-------------------------	-------------------------

.zur Kontrolle / alternativ: Vi = Ve * 0.76 (WG bis 3 VG)

.Vi <1> EG. (L-G+32-13)	[Ve 01] * 0.76 = 7262,20
-------------------------	--------------------------

Anhang D

Referenz – Wohnhaus Gebäudeberechnung nach DIN 18599 – 2007, Teil 1 bis 10

Energetische Bewertung von Gebäuden

mit DIN V 18599:2007

Projekt: Bauteil 2, "Johnny", Eichbuschallee 51, Plänterwald, Berlin-Treptow

Maßgebende Normen und Verordnungen:

EnEV 2009, Wohn- und Nichtwohngebäude

DIN V 18599:2007, Teile 1 bis 10, energetische Bewertung von Gebäuden

DIN EN ISO 6946:2008, Bauteile - Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient

DIN EN ISO 13789:1999, Spezifischer Transmissionswärmeverlustkoeffizient

DIN EN ISO 13370:1998, Wärmeübertragung über das Erdreich

DIN EN ISO 10077-1:2006, Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen

Gebäudeberechnung "Bauteil 2, Johnny, 015-18599-Referenz2009"

(Ref-No 5.0)

Nachweisverfahren

(Ref-No 5.0.2)

Verfahren: Einzonenmodell für Wohngebäude nach EnEV '09, §3 und Anlage 1, Nr.2.1.1 zur Begrenzung des Jahres-Primärenergiebedarfs und des spezifischen, auf die Umfassungsfläche bezogenen Transmissionswärmeverlustes

Neubau Wohngebäude

Technische Gebäudekühlung: ohne

Klimadaten für den Gebäudestandort "Deutschland"

1.0 Geplante Gebäudezonen (DIN V 18599-1)

(Ref-No 5.1.0)

Betrachtungsmonat Januar, $\vartheta_e = -1,3 \text{ } ^\circ\text{C}$

Zone	Typ	t_{nutz} d/a	ϑ_i $^\circ\text{C}$	$\vartheta_{i,WE}$ $^\circ\text{C}$	A_{NGF} m^2	V m^3
<1> Wohnen	41 MFH	365	18,8		3063	8116
					3.063	8.116

für den EnEV-Nachweis verwendet $A_N = 0.32 \cdot 9555,5 = 3.057,8 \text{ m}^2$ (EnEV '09, A.1, Abs.1.3.3 und KfW)

Typ = Nutzungstyp nach DIN V 18599-10, Tabelle 4

t_{nutz} = Nutzungstage / Jahr \Rightarrow Nutzungsanteile für den Regel- und Wochenendbetrieb

A_{NGF} = Nettogrundfläche / V = Nettoluftvolumen

ϑ_i = mittlere Innentemperatur für Januar, ggf. bei eingeschränktem Heizbetrieb

$\vartheta_{i,WE}$ = mittlere Innentemperatur im Wochenendbetrieb

$\vartheta_i = \vartheta_{i,h}$ unter Berücksichtigung einer Nachtabstaltung nach DIN V 18599-2, Gl. 27 und 29

2.0 Transmissionswärmetransfer (DIN V 18599-2)

(Ref-No 5.2.0)

Transferkoeffizienten H_T aus der Hüllflächentabelle nach DIN V 18599, T2

Hüllfläche	Zone	A m ²	U W/ (m ² K)	F _X	Anmerkung	H _T W/K
EG. (L-G+32-13)						
1 F 0101 FAW West						
2 F 0102 FAW Süd	S 1:0	35,2	0,280	1,00 FAW	51 02	9,9
3 F 0103 FAW Ost	O 1:0	42,4	0,280	1,00 FAW	51 02	11,9
4 F 0104 FAW Nord	N 1:0	35,2	0,280	1,00 FAW	51 02	9,9
5 A 0101 FF West	W 1:0	78,0	1,300	1,00 FF	51 02	101,4
6 A 0103 FF Ost	O 1:0	73,1	1,300	1,00 FF	51 02	95,1
7 T 0101 FAW West ,	W 1:0	14,6	1,800	1,00 FAW	51 02 74	26,3
8 T 0103 FAW Ost ,	O 1:0	19,5	1,800	1,00 FAW	51 02 74	35,1
9 F 0100 FG	- 1:0	569,8	0,350	0,90 FG	51 25 22	179,5
EG. (L-G+11-3)						
10 F 0201 FAW West	W 1:0	17,9	0,280	1,00 FAW	51 02	5,0
11 F 0202 FAW Süd	S 1:0	35,2	0,280	1,00 FAW	51 02	9,9
12 F 0203 FAW Ost	O 1:0	17,9	0,280	1,00 FAW	51 02	5,0
13 F 0204 FAW Nord	N 1:0	35,2	0,280	1,00 FAW	51 02	9,9
14 A 0201 FF West	W 1:0	9,8	1,300	1,00 FF	51 02	12,7
15 A 0203 FF Ost	O 1:0	39,0	1,300	1,00 FF	51 02	50,7
16 W 0201 FF West	W 1:0	29,3	1,300	1,00 FF	51 02	38,0
17 F 0200 FG	- 1:0	239,9	0,350	0,90 FG	51 25 22	75,6
10G. (L-G+32-27)						
18 F 0301 FAW West	W 1:0	11,2	0,280	1,00 FAW	51 02	3,1
19 F 0302 FAW Süd	S 1:0	14,1	0,280	1,00 FAW	51 02	3,9
20 F 0304 FAW Ost	O 1:0	11,2	0,280	1,00 FAW	51 02	3,1
21 F 0305 FAW Nord	N 1:0	35,2	0,280	1,00 FAW	51 02	9,9
22 A 0301 FF West	W 1:0	24,4	1,300	1,00 FF	51 02	31,7
23 A 0304 FF Ost	O 1:0	24,4	1,300	1,00 FF	51 02	31,7
10G. (L-I+27-25)						
24 F 0403 FAW Ost	O 1:0	4,5	0,280	1,00 FAW	51 02	1,3
25 A 0403 FF Ost	O 1:0	9,8	1,300	1,00 FF	51 02	12,7
10G. (I-G+27-25)						
26 F 0505 FD	- 1:0	24,0	0,200	1,00 FD	51 02	4,8
27 F 0501 FAW West	W 1:0	4,5	0,280	1,00 FAW	51 02	1,3
28 A 0501 FF West	W 1:0	9,8	1,300	1,00 FF	51 02	12,7
10G. (L-G+25-3)						
29 F 0601 FAW West	W 1:0	49,1	0,280	1,00 FAW	51 02	13,8
30 F 0602 FAW Süd	S 1:0	35,2	0,280	1,00 FAW	51 02	9,9
31 F 0603 FAW Ost	O 1:0	22,3	0,280	1,00 FAW	51 02	6,3
32 F 0607 FAW Ost	O 1:0	21,9	0,280	1,00 FAW	51 02	6,1
33 F 0609 FAW Nord	N 1:0	14,2	0,280	1,00 FAW	51 02	4,0
34 A 0601 FF West	W 1:0	78,0	1,300	1,00 FF	51 02	101,4
35 A 0603 FF Ost	O 1:0	48,8	1,300	1,00 FF	51 02	63,4
36 A 0607 FF Ost	O 1:0	43,9	1,300	1,00 FF	51 02	57,0
37 W 0601 FF West	W 1:0	29,3	1,300	1,00 FF	51 02	38,0
10G. (L-K+16-13)						
38 F 0705 FD	- 1:0	23,6	0,200	1,00 FD	51 02	4,7
39 F 0703 FAW Ost	O 1:0	13,5	0,280	1,00 FAW	51 02	3,8
40 A 0703 FF Ost	O 1:0	14,6	1,300	1,00 FF	51 02	19,0
20G. (L-G+32-27)						
41 F 0801 FAW West	W 1:0	11,2	0,280	1,00 FAW	51 02	3,1
42 F 0802 FAW Süd	S 1:0	14,1	0,280	1,00 FAW	51 02	3,9
43 F 0804 FAW Ost	O 1:0	11,2	0,280	1,00 FAW	51 02	3,1

44	F	0805	FAW Nord	N	1:0	35,2	0,280	1,00	FAW	51	02	9,9
45	A	0801	FF West	W	1:0	24,4	1,300	1,00	FF	51	02	31,7
46	A	0804	FF Ost	O	1:0	24,4	1,300	1,00	FF	51	02	31,7
20G. (L-I+27-22)												
47	F	0901	FAW West	W	1:0	9,2	0,280	1,00	FAW	51	02	2,6
48	F	0903	FAW Süd	S	1:0	6,5	0,280	1,00	FAW	51	02	1,8
49	F	0904	FAW Ost	O	1:0	25,8	0,280	1,00	FAW	51	02	7,2
50	A	0901	FF West	W	1:0	4,9	1,300	1,00	FF	51	02	6,3
51	A	0903	FF Süd	S	1:0	14,6	1,300	1,00	FF	51	02	19,0
52	A	0904	FF Ost	O	1:0	9,8	1,300	1,00	FF	51	02	12,7
20G. (I-G+25-20)												
53	F	1001	FAW West	W	1:0	30,7	0,280	1,00	FAW	51	02	8,6
54	F	1003	FAW Ost	O	1:0	9,3	0,280	1,00	FAW	51	02	2,6
55	F	1005	FAW Nord	N	1:0	4,3	0,280	1,00	FAW	51	02	1,2
56	A	1001	FF West	W	1:0	4,9	1,300	1,00	FF	51	02	6,3
57	A	1003	FF Ost	O	1:0	4,9	1,300	1,00	FF	51	02	6,3
58	A	1005	FF Nord	N	1:0	9,8	1,300	1,00	FF	51	02	12,7
20G. (L-G+20-16)												
59	F	1101	FAW West	W	1:0	8,9	0,280	1,00	FAW	51	02	2,5
60	F	1103	FAW Ost	O	1:0	7,0	0,280	1,00	FAW	51	02	2,0
61	F	1104	FAW Ost	O	1:0	8,9	0,280	1,00	FAW	51	02	2,5
62	F	1105	FAW Nord	N	1:0	21,1	0,280	1,00	FAW	51	02	5,9
63	A	1101	FF West	W	1:0	19,5	1,300	1,00	FF	51	02	25,4
64	A	1104	FF Ost	O	1:0	19,5	1,300	1,00	FF	51	02	25,4
20G. (K-G+16-13)												
65	F	1203	FAW Ost	O	1:0	6,7	0,280	1,00	FAW	51	02	1,9
66	A	1203	FF Ost	O	1:0	14,6	1,300	1,00	FF	51	02	19,0
20G. (G-Überstand+16-												
67	F	1301	FAW West	W	1:0	6,7	0,280	1,00	FAW	51	02	1,9
68	F	1302	FAW Süd	S	1:0	7,0	0,280	1,00	FAW	51	02	2,0
69	F	1304	FAW Nord	N	1:0	7,0	0,280	1,00	FAW	51	02	2,0
70	A	1301	FF West	W	1:0	14,6	1,300	1,00	FF	51	02	19,0
71	F	1300	FG	-	1:0	18,0	0,128	0,70	FG	51	37	1,6
20G. (L-G+13-3)												
72	F	1401	FAW West	W	1:0	22,3	0,280	1,00	FAW	51	02	6,3
73	F	1402	FAW Süd	S	1:0	35,2	0,280	1,00	FAW	51	02	9,9
74	F	1403	FAW Ost	O	1:0	22,3	0,280	1,00	FAW	51	02	6,3
75	F	1404	FAW Nord	N	1:0	7,0	0,280	1,00	FAW	51	02	2,0
76	A	1401	FF West	W	1:0	19,5	1,300	1,00	FF	51	02	25,4
77	A	1403	FF Ost	O	1:0	48,8	1,300	1,00	FF	51	02	63,4
78	W	1401	FF West	W	1:0	29,3	1,300	1,00	FF	51	02	38,0
30G. (L-G+32-27)												
79	F	1506	FD	-	1:0	149,9	0,200	1,00	FD	51	02	30,0
80	F	1501	FAW West	W	1:0	11,2	0,280	1,00	FAW	51	02	3,1
81	F	1502	FAW Süd	S	1:0	14,1	0,280	1,00	FAW	51	02	3,9
82	F	1504	FAW Ost	O	1:0	11,2	0,280	1,00	FAW	51	02	3,1
83	F	1505	FAW Nord	N	1:0	35,2	0,280	1,00	FAW	51	02	9,9
84	A	1501	FF West	W	1:0	24,4	1,300	1,00	FF	51	02	31,7
85	A	1504	FF Ost	O	1:0	24,4	1,300	1,00	FF	51	02	31,7
30G. (L-I+27-22)												
86	F	1606	FD	-	1:0	89,7	0,200	1,00	FD	51	02	17,9
87	F	1601	FAW Süd	S	1:0	9,3	0,280	1,00	FAW	51	02	2,6
88	F	1603	FAW Ost	O	1:0	6,4	0,280	1,00	FAW	51	02	1,8
89	F	1604	FAW Nord	N	1:0	35,5	0,280	1,00	FAW	51	02	10,0
90	A	1601	FF Süd	S	1:0	4,9	1,300	1,00	FF	51	02	6,3
91	A	1603	FF Ost	O	1:0	14,6	1,300	1,00	FF	51	02	19,0

30G. (I-G+25-20)								
92	F	1706	FD	-	1:0	60,5	0,200	1,00 F _D 51 02 12,1
93	F	1701	FAW West	W	1:0	25,8	0,280	1,00 F _{AW} 51 02 7,2
94	F	1703	FAW Ost	O	1:0	9,3	0,280	1,00 F _{AW} 51 02 2,6
95	F	1705	FAW Nord	N	1:0	14,2	0,280	1,00 F _{AW} 51 02 4,0
96	A	1701	FF West	W	1:0	9,8	1,300	1,00 F _F 51 02 12,7
97	A	1703	FF Ost	O	1:0	4,9	1,300	1,00 F _F 51 02 6,3
30G. (L-G+20+16)								
98	F	1807	FD	-	1:0	120,0	0,200	1,00 F _D 51 02 24,0
99	F	1801	FAW West	W	1:0	8,9	0,280	1,00 F _{AW} 51 02 2,5
100	F	1803	FAW Süd	S	1:0	7,1	0,280	1,00 F _{AW} 51 02 2,0
101	F	1804	FAW Ost	O	1:0	8,9	0,280	1,00 F _{AW} 51 02 2,5
102	F	1805	FAW Nord	N	1:0	21,0	0,280	1,00 F _{AW} 51 02 5,9
103	A	1801	FF West	W	1:0	19,5	1,300	1,00 F _F 51 02 25,4
104	A	1804	FF Ost	O	1:0	19,5	1,300	1,00 F _F 51 02 25,4
30G. (K-Überstand+16-								
105	F	1907	FD	-	1:0	90,0	0,200	1,00 F _D 51 02 18,0
106	F	1901	FAW West	W	1:0	6,7	0,280	1,00 F _{AW} 51 02 1,9
107	F	1902	FAW Süd	S	1:0	7,1	0,280	1,00 F _{AW} 51 02 2,0
108	F	1904	FAW Ost	O	1:0	6,7	0,280	1,00 F _{AW} 51 02 1,9
109	F	1906	FAW Nord	N	1:0	7,1	0,280	1,00 F _{AW} 51 02 2,0
110	A	1901	FF West	W	1:0	14,6	1,300	1,00 F _F 51 02 19,0
111	A	1904	FF Ost	O	1:0	14,6	1,300	1,00 F _F 51 02 19,0
30G. (L-G+13-3)								
112	F	2006	FD	-	1:0	299,9	0,200	1,00 F _D 51 02 60,0
113	F	2001	FAW West	W	1:0	22,3	0,280	1,00 F _{AW} 51 02 6,3
114	F	2002	FAW Süd	S	1:0	35,2	0,280	1,00 F _{AW} 51 02 9,9
115	F	2003	FAW Ost	O	1:0	22,3	0,280	1,00 F _{AW} 51 02 6,3
116	F	2004	FAW Nord	N	1:0	7,1	0,280	1,00 F _{AW} 51 02 2,0
117	A	2001	FF West	W	1:0	19,5	1,300	1,00 F _F 51 02 25,4
118	A	2003	FF Ost	O	1:0	48,8	1,300	1,00 F _F 51 02 63,4
119	W	2001	FF West	W	1:0	29,3	1,300	1,00 F _F 51 02 38,0

$$\Sigma A \text{ [m}^2\text{]} = 3.850,2$$

$$\Sigma H_T \text{ [W/K]} = 2.130,7$$

Bodenplattenmaß B' (25) = $A_G / (0.5 P) = 828 / 97 = 8,54 \text{ m}$ (DIN V 4108-6, E.3)
keine weiteren Bodenplatten

Anmerkungen zur Hüllflächen-Tabelle

- 01 Temperatur-Korrekturfaktoren (F_x-Faktoren) nach DIN V 18599-2, Tab.3
- 02 Die solaren Gewinne werden gesondert ermittelt (siehe unten).
- 22 Aufgeständerter Fußboden.
- 25 F_x-Tabellenwert für das Bodenplattenmaß B' nach EN ISO 13370.
- 37 Die unteren Gebäudeabschlüsse werden vereinfacht mit F_G = 0.7 W/m²K angenommen (Tab.3)
- 51 Der Einfluss der Wärmebrücken wird mit einem U-Wert-Zuschlag von 0,05 W/m²K pauschal berücksichtigt.
- 74 Die Hüllfläche wird im mittleren U-Wert (EnEV'09, nach Hüllflächengruppen) nicht berücksichtigt.

2.1 Wärmebrücken

(Ref-No 5.2.1)

Berechnung mit pauschalen Zuschlägen siehe Hüllflächentabelle
Wärmebrückenzuschläge mit Temperaturkorrektur

$\Delta U_{WB} = 189,5 \text{ W/K}$ (8,9 %), Bilanzierung im Abschnitt "2.2 Transferkoeffizienten"

2.2 Temperaturgewichtete Transferkoeffizienten (Ref-No 5.2.2)

Transferkoeffizienten Transmission	$H_{T,D}$ W/K	$H_{T,s}$ W/K	$H_{T,iu}$ W/K	ΣH_T W/K	$H_{T,iz}$ W/K	$H_{T,zi}$ W/K
<1> Wohnen	2065	255	0	2320	0	0
	2065	255		2320		

$H_{T,D} = \Sigma A_j \cdot U_j + \Delta U_{WB} \cdot \Sigma A =$ Wärmetransferkoeffizient zur Außenluft, Bauteile + Wärmebrücken

$H_{T,s} = \Sigma F_x \cdot A_j \cdot U_j =$ Wärmetransferkoeffizient über das Erdreich, alternativ L_s -Wert aus der Bauteilberechnung

$H_{T,iu} = \Sigma F_x \cdot A_j \cdot U_j =$ Wärmetransferkoeffizient zum unbeheizten Bereich

$H_{T,iz} = \Sigma A_j \cdot U_j =$ Wärmetransferkoeffizient zu angrenzenden Gebäudezonen

Transferkoeffizienten mit Temperaturkorrektur zur Berechnung der Ausnutzungsgrade

spezifischer, auf die Umfassungsflächen bezogener Transmissionswärmetransferkoeffizient

$$H'_{T,vorh} = (H_{T,D} + F_x \cdot H_{T,iu} + F_x \cdot H_{T,s}) / A = 2.320,1 / 3.892,6 = 0,596 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

3.0 Lüftungswärmetransfer (DIN V 18599-2)

(Ref-No 5.3.0)

Gebäudedichtheit Regelwert, mit RLT-Anlage mit Dichtheitsprüfung (Referenzwert, Kat.I), $n_{50} = 1,00 \text{ h}^{-1}$

Windschutzkoeffizienten für mittlere Abschirmung, mehr als eine exponierte Fassade

$$e_{wind} = 0,07 \quad f_{wind} = 15 \quad (\text{EN ISO 13790 Tab.G4})$$

Luftaustausch zwischen Gebäudezonen nicht relevant

Zone	n50	VA	Luftwechsel		Fenster	Lüftungsanlage	
	n ₅₀ h ⁻¹	V _A m ³ / (m ² h)	n _{nutz} h ⁻¹	n _{inf} h ⁻¹	n _{win} h ⁻¹	n _{m,ZUL} h ⁻¹	t _{v,m} h/d
<1> Wohnen	1,00	n _{nutz}	0,45	0,07	0,43	-	24

Zone <1> Wohnungslüftungsanlage mit $V_{mech} = 2841 \text{ m}^3/\text{h}$, Abluft

n_{50} = Luftwechselzahl bei 50 Pa Druckdifferenz, V_A = Mindest-Außenluftvolumenstrom

n_{nutz} = Mindestaußenluftwechsel = $V_A \cdot \text{ANGF} / V$ während der Nutzungsstunden (Nichtwohngebäude)

n_{inf} = Infiltrationsluftwechsel = $n_{50} \cdot e_{wind}$ oder mit RLT $n_{inf} = n_{50} \cdot e_{wind} \cdot (1 + f_{V,mech} \cdot t_{V,mech} / 24)$

$f_{V,mech}$ = Bewertungsfaktor für die Infiltration bei nicht balancierten RLT-Anlagen nach Gl.62/63

n_{win} = Fenster- / Türluftwechsel = $0,1 + \Delta n_{win} \cdot t_{nutz} / 24$, mit RLT = $0,1 + \Delta n_{win,mech} \cdot t_{V,mech} / 24$

$\Delta n_{win} = n_{nutz} - (n_{nutz} - 0,2) \cdot n_{inf} - 0,1$ (ohne RLT), falls $n_{nutz} > 1,2 \Rightarrow \Delta n_{win} = n_{nutz} - n_{inf} - 0,1$

n_{mech} = $n_{mech,ZUL}$ = Zuluft-Luftwechselzahl mechanisch während der Nutzungsstunden

Hinweis: n_{inf} und n_{win} sind die Luftwechsel im Tagesmittel (Nutzungs- und Nichtnutzungsstunden)

Volumenströme V_{mech} und V^* (Auslegung, zonenweise) siehe Abschnitt "RLT-Systeme"

Transferkoeffizienten Lüftung	V m^3	$H_{V,z,Jan}$ W/K	$H_{V,inf}$ W/K	$H_{V,win}$ W/K	ΣH_V W/K	$H_{V,mech}$ W/K	$\theta_{V,Jan}$ $^{\circ}\text{C}$
<1> Wohnen	8.116	0	193	1193	1.387	0	
		0	193	1193	1387	0	

$H_{V,z} = V \cdot 0.34 \text{ [W/K]} = \text{Wärmetransferkoeffizient Lüftung zu angrenzenden Zonen, monatlich, temperaturgewichtet}$

$H_V = \text{Wärmetransferkoeffizient Lüftung} = n \cdot V \cdot c_{p,a} \cdot \rho_a = n \cdot V \cdot 0.34 \text{ [W/K]}$

$\Sigma H_V = H_{V,z,Jan} + H_{V,inf} + H_{V,win}$, Transferkoeffizienten ohne RLT

$\vartheta_V = \text{Zulufttemperatur der RLT-Anlage für Januar, sh. "RLT-Systeme"}$

Summenbildung unter Berücksichtigung der Zonen-Nutzungsanteile für Regel- und WE-Betrieb

4.0 Solare Wärmequellen (DIN V 18599-2)

4.1 Solare Wärmeeinträge über Fenster

(Ref-No 5.4.1)

Bauliche Verschattung F_S aus Horizontwinkel α_h , Überhangwinkel α_o und Seitenwinkel α_f

Abminderungsfaktoren $F_S = 0.90$ nach EnEV, A1, Tab.3, vereinfacht

Kollektorfläche	Zone	A [m ²]	Neigung	α_h	α_o	α_f	F_S
5 A 0101 FF West	1	78,0	West	90°	0°	0°	0,90
6 A 0103 FF Ost	1	73,1	Ost	90°	0°	0°	0,90
14 A 0201 FF West	1	9,8	West	90°	0°	0°	0,90
15 A 0203 FF Ost	1	39,0	Ost	90°	0°	0°	0,90
16 W 0201 FF West	1	29,3	West	90°	0°	0°	0,90
22 A 0301 FF West	1	24,4	West	90°	0°	0°	0,90
23 A 0304 FF Ost	1	24,4	Ost	90°	0°	0°	0,90
25 A 0403 FF Ost	1	9,8	Ost	90°	0°	0°	0,90
28 A 0501 FF West	1	9,8	West	90°	0°	0°	0,90
34 A 0601 FF West	1	78,0	West	90°	0°	0°	0,90
35 A 0603 FF Ost	1	48,8	Ost	90°	0°	0°	0,90
36 A 0607 FF Ost	1	43,9	Ost	90°	0°	0°	0,90
37 W 0601 FF West	1	29,3	West	90°	0°	0°	0,90
40 A 0703 FF Ost	1	14,6	Ost	90°	0°	0°	0,90
45 A 0801 FF West	1	24,4	West	90°	0°	0°	0,90
46 A 0804 FF Ost	1	24,4	Ost	90°	0°	0°	0,90
50 A 0901 FF West	1	4,9	West	90°	0°	0°	0,90
51 A 0903 FF Süd	1	14,6	Süd	90°	0°	0°	0,90
52 A 0904 FF Ost	1	9,8	Ost	90°	0°	0°	0,90
56 A 1001 FF West	1	4,9	West	90°	0°	0°	0,90
57 A 1003 FF Ost	1	4,9	Ost	90°	0°	0°	0,90
58 A 1005 FF Nord	1	9,8	Nord	90°	0°	0°	0,90
63 A 1101 FF West	1	19,5	West	90°	0°	0°	0,90
64 A 1104 FF Ost	1	19,5	Ost	90°	0°	0°	0,90
66 A 1203 FF Ost	1	14,6	Ost	90°	0°	0°	0,90
70 A 1301 FF West	1	14,6	West	90°	0°	0°	0,90
76 A 1401 FF West	1	19,5	West	90°	0°	0°	0,90
77 A 1403 FF Ost	1	48,8	Ost	90°	0°	0°	0,90
78 W 1401 FF West	1	29,3	West	90°	0°	0°	0,90
84 A 1501 FF West	1	24,4	West	90°	0°	0°	0,90
85 A 1504 FF Ost	1	24,4	Ost	90°	0°	0°	0,90
90 A 1601 FF Süd	1	4,9	Süd	90°	0°	0°	0,90
91 A 1603 FF Ost	1	14,6	Ost	90°	0°	0°	0,90
96 A 1701 FF West	1	9,8	West	90°	0°	0°	0,90
97 A 1703 FF Ost	1	4,9	Ost	90°	0°	0°	0,90
103 A 1801 FF West	1	19,5	West	90°	0°	0°	0,90
104 A 1804 FF Ost	1	19,5	Ost	90°	0°	0°	0,90
110 A 1901 FF West	1	14,6	West	90°	0°	0°	0,90
111 A 1904 FF Ost	1	14,6	Ost	90°	0°	0°	0,90
117 A 2001 FF West	1	19,5	West	90°	0°	0°	0,90
118 A 2003 FF Ost	1	48,8	Ost	90°	0°	0°	0,90
119 W 2001 FF West	1	29,3	West	90°	0°	0°	0,90

Kollektorfläche	Zone	FF	U _g	g _l	geff, Wi	I _S , Jan W/m ²	Q _S , Jan kWh/d
5 A 0101 FF West	1	0,85	1,30	0,60	0,49	7100	19,3
6 A 0103 FF Ost	1	0,85	1,30	0,60	0,49	7100	18,1
14 A 0201 FF West	1	0,85	1,30	0,60	0,49	7100	2,4
15 A 0203 FF Ost	1	0,85	1,30	0,60	0,49	7100	9,7
16 W 0201 FF West	1	0,85	1,30	0,60	0,49	7100	7,3
22 A 0301 FF West	1	0,85	1,30	0,60	0,49	7100	6,0
23 A 0304 FF Ost	1	0,85	1,30	0,60	0,49	7100	6,0
25 A 0403 FF Ost	1	0,85	1,30	0,60	0,49	7100	2,4
28 A 0501 FF West	1	0,85	1,30	0,60	0,49	7100	2,4
34 A 0601 FF West	1	0,85	1,30	0,60	0,49	7100	19,3
35 A 0603 FF Ost	1	0,85	1,30	0,60	0,49	7100	12,1
36 A 0607 FF Ost	1	0,85	1,30	0,60	0,49	7100	10,9
37 W 0601 FF West	1	0,85	1,30	0,60	0,49	7100	7,3
40 A 0703 FF Ost	1	0,85	1,30	0,60	0,49	7100	3,6
45 A 0801 FF West	1	0,85	1,30	0,60	0,49	7100	6,0
46 A 0804 FF Ost	1	0,85	1,30	0,60	0,49	7100	6,0
50 A 0901 FF West	1	0,85	1,30	0,60	0,49	7100	1,2
51 A 0903 FF Süd	1	0,85	1,30	0,60	0,49	7100	8,1
52 A 0904 FF Ost	1	0,85	1,30	0,60	0,49	7100	2,4
56 A 1001 FF West	1	0,85	1,30	0,60	0,49	7100	1,2
57 A 1003 FF Ost	1	0,85	1,30	0,60	0,49	7100	1,2
58 A 1005 FF Nord	1	0,85	1,30	0,60	0,49	7100	1,4
63 A 1101 FF West	1	0,85	1,30	0,60	0,49	7100	4,8
64 A 1104 FF Ost	1	0,85	1,30	0,60	0,49	7100	4,8
66 A 1203 FF Ost	1	0,85	1,30	0,60	0,49	7100	3,6
70 A 1301 FF West	1	0,85	1,30	0,60	0,49	7100	3,6
76 A 1401 FF West	1	0,85	1,30	0,60	0,49	7100	4,8
77 A 1403 FF Ost	1	0,85	1,30	0,60	0,49	7100	12,1
78 W 1401 FF West	1	0,85	1,30	0,60	0,49	7100	7,3
84 A 1501 FF West	1	0,85	1,30	0,60	0,49	7100	6,0
85 A 1504 FF Ost	1	0,85	1,30	0,60	0,49	7100	6,0
90 A 1601 FF Süd	1	0,85	1,30	0,60	0,49	7100	2,7
91 A 1603 FF Ost	1	0,85	1,30	0,60	0,49	7100	3,6
96 A 1701 FF West	1	0,85	1,30	0,60	0,49	7100	2,4
97 A 1703 FF Ost	1	0,85	1,30	0,60	0,49	7100	1,2
103 A 1801 FF West	1	0,85	1,30	0,60	0,49	7100	4,8
104 A 1804 FF Ost	1	0,85	1,30	0,60	0,49	7100	4,8
110 A 1901 FF West	1	0,85	1,30	0,60	0,49	7100	3,6
111 A 1904 FF Ost	1	0,85	1,30	0,60	0,49	7100	3,6
117 A 2001 FF West	1	0,85	1,30	0,60	0,49	7100	4,8
118 A 2003 FF Ost	1	0,85	1,30	0,60	0,49	7100	12,1
119 W 2001 FF West	1	0,85	1,30	0,60	0,49	7100	7,3

258,7

Q_S = Strahlungsgewinn pro Tag = $A \cdot F_F \cdot g_{eff} \cdot I_S \cdot t$ mit $g_{eff} = f(F_S, F_w, g_L)$ (DIN V 18599-2 Abs.6.4)

verwendete Verglasungen und Sonnenschutzvorrichtungen

7100: aus dem Bauteilbezug, ohne Sonnenschutz

Sonnenschutz-Aktivierung f = feststehend, m = manuell, z = zeitgesteuert, s = strahlungsabhängig

Berechnung von g_{tot} , 13363-Werten nach EN 13363-1 mit $\tau_{e,B}$ und $\rho_{e,B}$ nach DIN V 18599-2, Tab.5 sowie den Parametern $G1 = 5$, $G2 = 10$ und $G3 = 30$

F_S = Faktor für die bauliche Verschattung (Minimalwert aus Horizontwinkel und Bauteilüberständen)

F_F = Fensterflächenanteil (1 - Rahmenanteil)

F_W = Minderung für schrägen Strahlungseinfall (Standardwert 0.90)

F_V = Minderung für die Verschmutzung der Scheiben (1,00)

$g_{eff} = F_S \cdot F_W \cdot F_V \cdot g_{tot}$ = wirksamer Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung

g_{tot} = g-Wert der Verglasung inklusive Sonnenschutz (Tab.5), ohne Sonnenschutz gilt $g_{tot} = g_{\perp}$
 Bewegliche Sonnenschutzvorrichtungen in Nichtwohnzonen werden parallel zur baulichen Verschattung mit
 $g_{eff} = F_W * F_V * (a * g_{tot} + (1-a) * g_{\perp})$ bewertet (Gl. 103), der kleinere Wert g_{eff} ist maßgebend
 a_{Wi} / a_{So} = Parameter (0..1) für die zeitliche Aktivierung der Sonnenschutzvorrichtung nach Tab A.4 / A.5

4.2 Solare Wärmeeinträge über opake Hüllflächen (Ref-No 5.4.2)

Hüllfläche	Zone	A m ²	U W/ (m ² K)	α	h_r W/ (m ² K)	$I_{S, Jul}$ W/m ²	$Q_{S, Jul}$ kWh/d
2 F 0102 FAW Süd	1	35,2	0,28	0,50	4,00	135	0,4
3 F 0103 FAW Ost	1	42,4	0,28	0,50	4,00	156	0,7
4 F 0104 FAW Nord	1	35,2	0,28	0,50	4,00	100	0,3
7 T 0101 FAW West ,	1	14,6	1,80	0,50	4,00	156	1,5
8 T 0103 FAW Ost , T	1	19,5	1,80	0,50	4,00	156	2,0
10 F 0201 FAW West	1	17,9	0,28	0,50	4,00	156	0,3
11 F 0202 FAW Süd	1	35,2	0,28	0,50	4,00	135	0,4
12 F 0203 FAW Ost	1	17,9	0,28	0,50	4,00	156	0,3
13 F 0204 FAW Nord	1	35,2	0,28	0,50	4,00	100	0,3
18 F 0301 FAW West	1	11,2	0,28	0,50	4,00	156	0,2
19 F 0302 FAW Süd	1	14,1	0,28	0,50	4,00	135	0,2
20 F 0304 FAW Ost	1	11,2	0,28	0,50	4,00	156	0,2
21 F 0305 FAW Nord	1	35,2	0,28	0,50	4,00	100	0,3
24 F 0403 FAW Ost	1	4,5	0,28	0,50	4,00	156	0,1
26 F 0505 FD	1	24,0	0,20	0,50	4,00	255	0,4
27 F 0501 FAW West	1	4,5	0,28	0,50	4,00	156	0,1
29 F 0601 FAW West	1	49,1	0,28	0,50	4,00	156	0,8
30 F 0602 FAW Süd	1	35,2	0,28	0,50	4,00	135	0,4
31 F 0603 FAW Ost	1	22,3	0,28	0,50	4,00	156	0,3
32 F 0607 FAW Ost	1	21,9	0,28	0,50	4,00	156	0,3
33 F 0609 FAW Nord	1	14,2	0,28	0,50	4,00	100	0,1
38 F 0705 FD	1	23,6	0,20	0,50	4,00	255	0,4
39 F 0703 FAW Ost	1	13,5	0,28	0,50	4,00	156	0,2
41 F 0801 FAW West	1	11,2	0,28	0,50	4,00	156	0,2
42 F 0802 FAW Süd	1	14,1	0,28	0,50	4,00	135	0,2
43 F 0804 FAW Ost	1	11,2	0,28	0,50	4,00	156	0,2
44 F 0805 FAW Nord	1	35,2	0,28	0,50	4,00	100	0,3
47 F 0901 FAW West	1	9,2	0,28	0,50	4,00	156	0,1
48 F 0903 FAW Süd	1	6,5	0,28	0,50	4,00	135	0,1
49 F 0904 FAW Ost	1	25,8	0,28	0,50	4,00	156	0,4
53 F 1001 FAW West	1	30,7	0,28	0,50	4,00	156	0,5
54 F 1003 FAW Ost	1	9,3	0,28	0,50	4,00	156	0,1
55 F 1005 FAW Nord	1	4,3	0,28	0,50	4,00	100	0,0
59 F 1101 FAW West	1	8,9	0,28	0,50	4,00	156	0,1
60 F 1103 FAW Ost	1	7,0	0,28	0,50	4,00	156	0,1
61 F 1104 FAW Ost	1	8,9	0,28	0,50	4,00	156	0,1
62 F 1105 FAW Nord	1	21,1	0,28	0,50	4,00	100	0,2
65 F 1203 FAW Ost	1	6,7	0,28	0,50	4,00	156	0,1
67 F 1301 FAW West	1	6,7	0,28	0,50	4,00	156	0,1
68 F 1302 FAW Süd	1	7,0	0,28	0,50	4,00	135	0,1
69 F 1304 FAW Nord	1	7,0	0,28	0,50	4,00	100	0,1
72 F 1401 FAW West	1	22,3	0,28	0,50	4,00	156	0,3
73 F 1402 FAW Süd	1	35,2	0,28	0,50	4,00	135	0,4
74 F 1403 FAW Ost	1	22,3	0,28	0,50	4,00	156	0,3
75 F 1404 FAW Nord	1	7,0	0,28	0,50	4,00	100	0,1
79 F 1506 FD	1	149,9	0,20	0,50	4,00	255	2,5
80 F 1501 FAW West	1	11,2	0,28	0,50	4,00	156	0,2
81 F 1502 FAW Süd	1	14,1	0,28	0,50	4,00	135	0,2
82 F 1504 FAW Ost	1	11,2	0,28	0,50	4,00	156	0,2
83 F 1505 FAW Nord	1	35,2	0,28	0,50	4,00	100	0,3
86 F 1606 FD	1	89,7	0,20	0,50	4,00	255	1,5
87 F 1601 FAW Süd	1	9,3	0,28	0,50	4,00	135	0,1
88 F 1603 FAW Ost	1	6,4	0,28	0,50	4,00	156	0,1

89	F	1604	FAW Nord	1	35,5	0,28	0,50	4,00	100	0,3
92	F	1706	FD	1	60,5	0,20	0,50	4,00	255	1,0
93	F	1701	FAW West	1	25,8	0,28	0,50	4,00	156	0,4
94	F	1703	FAW Ost	1	9,3	0,28	0,50	4,00	156	0,1
95	F	1705	FAW Nord	1	14,2	0,28	0,50	4,00	100	0,1
98	F	1807	FD	1	120,0	0,20	0,50	4,00	255	2,0
99	F	1801	FAW West	1	8,9	0,28	0,50	4,00	156	0,1
100	F	1803	FAW Süd	1	7,1	0,28	0,50	4,00	135	0,1
101	F	1804	FAW Ost	1	8,9	0,28	0,50	4,00	156	0,1
102	F	1805	FAW Nord	1	21,0	0,28	0,50	4,00	100	0,2
105	F	1907	FD	1	90,0	0,20	0,50	4,00	255	1,5
106	F	1901	FAW West	1	6,7	0,28	0,50	4,00	156	0,1
107	F	1902	FAW Süd	1	7,1	0,28	0,50	4,00	135	0,1
108	F	1904	FAW Ost	1	6,7	0,28	0,50	4,00	156	0,1
109	F	1906	FAW Nord	1	7,1	0,28	0,50	4,00	100	0,1
112	F	2006	FD	1	299,9	0,20	0,50	4,00	255	5,0
113	F	2001	FAW West	1	22,3	0,28	0,50	4,00	156	0,3
114	F	2002	FAW Süd	1	35,2	0,28	0,50	4,00	135	0,4
115	F	2003	FAW Ost	1	22,3	0,28	0,50	4,00	156	0,3
116	F	2004	FAW Nord	1	7,1	0,28	0,50	4,00	100	0,1
<hr/>										
1.997,8										
32,0										

$$Q_{S,op} = R_{se} \cdot U \cdot A \cdot (\alpha \cdot I_S - F_f \cdot h_r \cdot \Delta\vartheta_{er}) \cdot t \quad (\text{DIN V 18599-2, Gl.110})$$

α = Strahlungs-Absorptionsgrad (Tab.6), abhängig von der Bauteiloberfläche

I_S = globale Sonneneinstrahlung, jahreszeit-, neigungs- und orientierungsabhängig [W/m²]

F_f = Formfaktor zwischen Bauteil und Himmel (bis 45° Neigung = 1, über 45° = 0.50)

h_r = äußerer Abstrahlungskoeffizient, Regelwert = 5 * Emissionsgrad = 5 * 0.8 = 4 W/(m²K)

$\Delta\vartheta_{er}$ = scheinbare, mittlere Temperaturdifferenz zwischen Bauteil und Himmel (10 °K)

4.3 solare Wärmegewinne (Ref-No 5.4.3)

Zone	Sep kWh	Okt kWh	Nov kWh	Dez kWh	Jan kWh	Feb kWh	Mär kWh	Jahr kWh
<hr/>								
über Fenster ...								
<1> Wohnen	27.308	16.102	8.610	4.792	7.984	10.561	16.708	300.338
über opake ...								
<1> Wohnen	376	78	14	-	17	20	89	4.548
<hr/>								
	27.684	16.181	8.624	4.792	8.001	10.581	16.797	304.886

5.0 Interne Wärme- und Kältequellen (DIN V 18599-2) (Ref-No 5.5.0)

Zone	A_B m²	$Q_{I,p}$ kWh/d	$Q_{I,fac}$ kWh/d	$Q_{I,g}$ kWh/d	Q_I kWh/d
<hr/>					
<1> Wohnen	3794	379,4	-	0,0	379,4

ungeregelte Wärmeeinträge im Januar

Zone	Leuchtenabluft m^3/hW	$Q_{I,L}$ kWh/d	$Q_{I,h}$ kWh/d	$Q_{I,w}$ kWh/d	$Q_{I,rv}$ kWh/d
<1> Wohnen	0,0	0,0	120,0	53,4	0,0

A_B = Bezugsfläche für die internen Wärmequellen / -senken

$q_{l,p}$ = durchschnittliche, tägliche Wärmeabgabe von Personen

$q_{l,fa}$ = durchschnittliche, tägliche Wärmeabgabe von Geräten und Maschinen

$Q_{l,g} = Q_{l,goods}$ = täglicher Wärmeeintrag durch Stofftransporte

Q_I = Summe der internen Wärmequellen / -senken, Tageswert

Leuchtenabluft = Volumenstrom des Leuchten-Abluftsystems (0 = ohne Abluft)

$Q_{I,L}$ = Wärmeeinträge durch künstliche Beleuchtung, berücksichtigt vorhandene Abluftsysteme

$Q_{I,h}$ = unregelmäßige Wärmeeinträge der Heizungsanlage, siehe Heizsysteme

$Q_{I,w}$ = unregelmäßige Wärmeeinträge der Warmwasserversorgung, siehe Warmwassersysteme

6.0 Ausnutzungsgrad für Wärmequellen (DIN V 18599-2)

(Ref-No 5.6.0)

Betrachtungsmonat Januar

Q_{source} im WE-Betrieb ohne unregelmäßige Wärmeeinträge aus dem Heizsystem

Zone	ΣH_T W/K	ΣH_V W/K	$\Sigma H_{V, mech}$ W/K	Q_{sink} kWh/d	Q_{source} kWh/d	γ
<1> Wohnen	2320	1387	0	1798	811	0,451
Zone	C_{wirk} $\text{Wh}/(\text{m}^2\text{K})$	H W/K	τ_h	a -	η -	η_{WE}
<1> Wohnen	50	3707	41,31	3,58	0,967	

$\Sigma H_T = H_{T,D} + H_{T,s} + H_{T,iu}$ = Transmissionswärme-Transferkoeffizienten, $H_{T,iu}$ siehe Q_{sink}

ΣH_V = Lüftungswärme-Transferkoeffizienten aus Infiltration und Fensterlüftung

$\Sigma H_{V, mech}$ = Transferkoeffizient aus mechanischer Lüftung mit WRG ohne Kühlfunktion

Q_{sink} = Summe der Wärmesenken aus Transmission und Lüftung in der Gebäudezone

Q_{source} = Summe der solaren und internen Wärmequellen in der Gebäudezone

$\gamma = Q_{source} / Q_{sink}$ = Verhältnis zwischen Wärmequellen und Wärmesenken

C_{wirk} = wirksame Wärmespeicherfähigkeit, Standardwert 50 bis maximal 130 $\text{Wh}/(\text{m}^2\text{K})$ bei schweren Bauweisen mit normalen Raumhöhen und ohne Innenverkleidungen, bezogen auf einen m^2 Grundfläche

τ = Zeitkonstante = C_{wirk} / H mit H = Transferkoeffizient der Gebäudezone aus Transmission und Lüftung

$a = a_0 + \tau / \tau_0 = 1 + \tau / 16$ = numerischer Parameter

η = Ausnutzungsgrad = $(1 - \gamma a) / (1 - \gamma a + 1)$, bei $\gamma=1 \Rightarrow \eta = a / (1+a)$, DIN V 18599-2 Gl. 133, 134

Sonderfälle: wenn $1 - (\eta \cdot \gamma) < 0.01 \Rightarrow \eta = 1/\gamma$, wenn $(1 - \eta) \cdot \gamma < 0.01 \Rightarrow \eta = 1$,

bei hohen, mechanischen Grundluftwechseln $V_{mech} > Q_{C, max} / (0.34 \cdot (g_i - g_{mech})) \Rightarrow \eta = 1$

η_{WE} = Ausnutzungsgrad im Wochenendbetrieb

7.0 Heizwärmebedarf (DIN V 18599-2)

(Ref-No 5.7.0)

TemperaturrandbedingungenAußentemperaturen T_e im Monatsmittel für den Standort "Deutschland"Bilanzinnentemperaturen T_i nach Zonen siehe Nutzungsrandbedingungen

		Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
	d/m	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
T_e	°C	-1,3	0,6	4,1	9,5	12,9	15,7	18,0	18,3	14,4	9,1	4,7	1,3
\Rightarrow Zonen ...													
$T_{i, 1}$	°C	18,8	18,8	19,0	19,3	19,5	19,7	19,9	19,9	19,6	19,3	19,0	18,8

7.1 Zone <1> Wohnen

(Ref-No 5.7.1)

Regelbetrieb mit $\vartheta_{i,h,soll} = 20,0$ °C und $Q_I = 379,4$ kWh/d, Nutzungsanteil 1,00Wochenendbetrieb mit $\vartheta_{i,h,soll} = 20,0$ °C und $Q_I = 0,0$ kWh/d, Nutzungsanteil 0,00Ausnutzungsgrade für Wärmequellen η_{source} siehe obenMonatliche Heizzeiten t_h nach DIN V 18599-2, D.2, bei mehreren Zonen im Heizbereich die maximale Heizzeit, siehe "Heizsysteme".

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,339	0,749	0,922	0,969	0,967	0,941	0,866	
t_h	h	34	744	720	744	744	672	744	4.643
$Q_{h,b,RE}$	kWh	200	5.282	16.373	27.709	31.404	21.578	13.209	117.188
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
Q_T	kWh	8.753	17.605	23.915	30.265	34.753	28.428	25.682	209.979
Q_V	kWh	5.231	10.522	14.293	18.088	20.770	16.990	15.349	125.492
Q_S^*	kWh	9.388	12.118	7.954	4.643	7.741	9.957	14.543	114.322
Q_I^*	kWh	4.397	10.749	14.046	16.275	16.580	13.976	13.287	104.726

Raumtemperaturen $T_i = \vartheta_i$ im Regelbetrieb und $T_{i,WE} = \vartheta_{i,WE}$ im Wochenendbetrieb, $\eta_{source} / \eta_{source,WE}$ = Ausnutzungsgrade für solare und interne Wärmegewinne im Regel- / WE-Betriebmonatliche Heizzeit t_h nach Anhang D, Transmissionsverluste Q_T und Lüftungsverluste Q_V solare Wärmegewinne $Q_S^* = Q_S \cdot \eta$ und interne Wärmegewinne $Q_I^* = Q_I \cdot \eta$ Heizwärmebedarf $Q_{h,b} = Q_T + Q_V - Q_S^* \cdot \eta - Q_I^* \cdot \eta$ mit dem Ausnutzungsgrad η **7.2 Summe Heizwärmebedarf**

(Ref-No 5.7.2)

	Q_T kWh/a	Q_V kWh/a	Q_S^* kWh/a	Q_I^* kWh/a	$Q_{h,b}$ kWh/a
<1> Wohnen	209.979	125.493	114.323	104.726	117.188
	209.979	125.493	114.323	104.726	117.188

8.0 Wohnungslüftungsanlage (DIN V 18599-6)

(Ref-No 5.8.0)

8.1 Eingesetzte Wohnungslüftungsanlage

(Ref-No 5.8.1)

Zone	Anlage	Komponenten	$Q_{h,b}$ kWh/Jahr
<1> Wohnen	Abluft		117.188

Allgemeines

<1> Wohnen

Wohnungslüftungsanlage Abluft, Aufstellung im beheizten Bereich, Volumenstrom = $0,35000 \cdot 8115,92$ m^3/h ,

Betriebszeit nach Tab.6 Heizperiodenbetrieb

 $t_{rv,mech}$ = monatliche Betriebszeit = $t_{rv,mech,mth} \cdot t_{rv,mech,day}$ (Tab.6)

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$\theta_{v,mech}$	$^{\circ}C$	14,4	9,1	4,7	1,3	-1,3	0,6	4,1	
$t_{rv,mech}$	h/m	720	744	720	744	744	672	744	7.296

8.2 Wärmeverluste der Übergabe

(Ref-No 5.8.2)

nicht vorhanden (keine WLA mit Zuluftvorwärmung im System)

8.3 Verteilungsverluste

(Ref-No 5.8.3)

nicht vorhanden (keine WLA mit Nachheizung im System)

8.4 Speicherverluste

(Ref-No 5.8.4)

nicht vorhanden (keine WLA mit Luft-Wasser-WP im System)

8.5 Strombedarf der Ventilatoren

(Ref-No 5.8.5)

<1> Wohnen

Wohnungslüftungsanlage Abluft

Leistungsaufnahme der DC-Ventilatoren $p_{el,Vent} = 0,10 \text{ W}/(m^3/h)$, Korrektur für intermittierendenFrostschutzbetrieb $f_z = 1,00$ Leistungsaufnahme der Regeleinrichtungen $P_{el,Reg} = 0,00 \text{ W}$

Hilfsenergiebedarf der Ventilatoren $Q_{\text{Vent,aux}} = (1 + f_{\text{EWT}}) \cdot P_{\text{el,Vent}} \cdot \eta_{\text{mech}} \cdot V \cdot t_{\text{rv,mech}} \cdot f_z$ (Gl.41)
Hilfsenergiebedarf der Regelung $Q_{\text{Reg,aux}} = P_{\text{el,Reg}} \cdot t_{\text{rv,mech}}$ (Gl.43)

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{\text{Vent,aux}}$	kWh	205	211	205	211	211	191	211	2.072
$Q_{\text{Reg,aux}}$	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-

8.6 Abluft-Wärmepumpe

(Ref-No 5.8.6)

keine WLA mit Abluft-Wärmepumpe im System

8.7 Luftheizungsanlagen

(Ref-No 5.8.7)

keine Luftheizungsanlage im System

8.8 Wohnungskühlung

(Ref-No 5.8.8)

keine Wohnungskühlung im System

8.9 Endenergie

(Ref-No 5.8.9)

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{\text{rv,f}}$	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
$Q_{\text{rv,aux}}$	kWh	205	211	205	211	211	191	211	2.072
eco-Strom	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
$Q_{\text{I,rv,<1>}}$	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-

12.0 Warmwassersysteme (DIN V 18599-8)

(Ref-No 5.12.0)

12.1 Nutzenergiebedarf Warmwasser

(Ref-No 5.12.1)

Zone	Nutzung	$q_{\text{w,b}}$ kWh/d je	Menge	$Q_{\text{w,b,Jan}}$ kWh/M
<1> Wohnen	Wohnzone	0,044 m ² Wfl	3057,7	4.155 e

$Q_{\text{w,b}} = q_{\text{w,b}} \cdot d_{\text{mth}} \cdot d_{\text{nutz}} / 365 \cdot \text{Menge}$ [kWh/Monat] (DIN V 18599-10)

e) Flächenbezug ist die beheizte Wohnfläche = $A_{\text{NGF}} / 1.1$, siehe DIN V 18599-10, Tab.3, nach KfW:

Flächenbezug = $A_{\text{N,EnEV,A1,1.3.3}}$

12.2 Eingesetzte Warmwassersysteme (Ref-No 5.12.2)

Anlage	Versorgungsbereich Zone (n)	$Q_{w,b}$ kWh/Jahr
1 zentrale WW-Versorgung 2	1/	48.924

12.3 Verteilungsnetze (Ref-No 5.12.3)

(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1
 Verteilsystem: Leitungslängen nach DIN V 4701-10 (KfW + EnEV '14), Zirkulationsbetrieb an $z = 21,5$ h/d
 Wärmedurchgangskoeffizient U_i , gedämmte Leitungen nach 1995 (REF)
 mittlere Temperatur des Rohrabschnitts $\vartheta_{w,m}$ ohne Zirkulation, im Zirkulationsbetrieb = 50°C
 Umgebungstemperaturen $\vartheta_{u,Sommer}$, 22 °C im beheizten Bereich
 Zirkulationspumpe
 Volumenstrom $V = 0,50$ m³/h, $\Delta p = 29,10$ kPa, $P_{hydr} = 4,002$ kPa*m³/h, $e_{w,d,aux} = 9,4$
 Elektrische Leistungsaufnahme P_p = unbekannt, geregelt, bedarfsorientiert

Verteilung (V)					Stränge (S)		Stichtg. (St)	
(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1								
Leitungslängen l_i			44 m		115 m		153 m	
Wärmedurchgangskoeffizient U_i			0,200 W/(mK)		0,255 W/(mK)		0,255 W/(mK)	
Warmwassertemperatur $\vartheta_{w,m}$			34 °C		33 °C		33 °C	
Umgebungstemperatur $\vartheta_{u,w}$			13 °C		20 °C		20 °C	
Monat	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr

(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1									
$Q_{w,b}$	kWh	4.021	4.155	4.021	4.155	4.155	3.753	4.155	48.924
$Q_{w,d,V}$	kWh	431	445	431	445	445	402	445	5.238
$Q_{w,d,S}$	kWh	1.176	1.229	1.201	1.248	1.248	1.127	1.242	14.460
$Q_{w,d,St}$	kWh	371	393	389	407	407	367	403	4.625
$Q_{w,d}$	kWh	1.977	2.067	2.020	2.100	2.100	1.897	2.090	24.323
$Q_{w,d,aux}$	kWh	24	25	24	25	25	23	25	296
$Q_{I,w,d}$	kWh	1.547	1.622	1.589	1.655	1.655	1.495	1.645	19.085

Aufteilung $Q_{l,w,d}$: nach Grundflächenanteilen

$Q_{w,d}$ = Wärmeverluste des Rohrnetzes der Warmwasserverteilung nach DIN V 18599-8, Abs. 6.2
 Leitungslängen der Verteilung (V), der Stränge (S) und der Stichleitungen (St) nach Tab.6 oder manuell
 Die Leitungslängen der Verteilung (V) und der Stränge (S) werden im Zirkulationsbetrieb automatisch verdoppelt
 im Zirkulationsbetrieb werden Verteilung und Stränge mit doppelter Länge gerechnet (Abs.6.2.1.1)
 $Q_{l,w,d}$ = ungeregelte Wärmeeinträge durch die WW-Verteilung, siehe "interne Wärmegewinne"
 $Q_{w,d,aux}$ = Hilfsenergiebedarf der Zirkulationspumpe

12.4 Warmwasserspeicher (Ref-No 5.12.4)

(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1
 indirekt beheizter Speicher, bivalent mit Solarteil, Speichervolumen $V_{aux} = 1347$, $V_{sol} = 2745$ Liter für 75 WE
 Bereitschafts-Wärmeverlust $q_{B,S} = 4,7$ kWh/d

Umgebungstemperatur am Aufstellort T_u 13,0 °C (Heizperiode), außerhalb der Heizperiode 22,0 °C

Speicher-Wärmeverlust $Q_{w,s} = f_{con} \cdot (50 - T_u) / 45 \cdot d_{Nutz, mth} \cdot q_{B,S}$ mit $f_{con} = 1,2$ (Gl.23)

Speicherladepumpe mit $P_p = 193$ W, Hilfsenergiebedarf $Q_{w,s,aux}$

Erzeugernutzwärmeabgabe für Trinkwarmwasserbereitung $Q_{w,outg} = Q_{w,b} + Q_{w,d}$ monatlich

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1									
$Q_{w,outg}$	kWh	5.999	6.222	6.041	6.255	6.255	5.650	6.245	73.247
$Q_{w,s}$	kWh	138	143	138	143	143	129	143	1.543
$Q_{w,s,aux}$	kWh	8	8	8	8	8	7	8	92

12.5 Solaranlage zur Trinkwassererwärmung

(Ref-No 5.12.5)

(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1

Solaranlage (1)

Kollektoren mit Apertur $A_C = 76,6$ m², Orientierung = Süd -20 °, Neigung zur Horizontalen = 30,0 °

$\eta_0 = 0,77$ $k_1 = 3,50$ W/(m²K) $k_2 = 0,02$ W/(m²K²) IAM(50°) = 0,90 $c = 6,40$ kJ/(m²K)

Solarspeicher 2745 l, Bereitschaftswärmeverlust $q_{B,S} = 7,7$ kWh/d

Anteil zur Trinkwassererwärmung $f_{K,W} = Q_{w,outg} / (Q_{w,outg} + Q_{h,outg}) = 1,000$ (Heizperiode)

Energieertrag (für große Kollektoranlage)

System-Energieertrag, Referenzwert $Q_{sys} = 27.148$ kWh/a (Gl.54/55)

Korrekturfaktor für Neigung und Ausrichtung $f_{NGA} = 0,962$ (Tab.11)

Korrekturfaktor für die Auslastung der Solaranlage $f_{slr} = 1,230$ (Gl.56)

Korrekturfaktor für die Größe des Bereitschaftsspeichers $f_{S,Vaux} = 1,000$ (Gl.58)

Korrekturfaktor für die Wärmeverluste des Speichers $f_{S,loss} = 1,000$ (Gl.59)

Jahres-Energieertrag $Q_{w,sol,a} = Q_{sys} \cdot f_{NGA} \cdot f_{slr} \cdot f_{S,Vaux} \cdot f_{S,loss} + Q_{w,s,a} = 33.667$ kWh/a

$Q_{w,sol}$ = monatliche Aufteilung des Jahresertrags nach Tab.10

Hilfsenergiebedarf der Solarpumpe vereinfachend $Q_{w,g,aux} = 0.05 \cdot Q_{w,sol}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1									
$Q_{w,sol}$	kWh	3.602	2.357	1.111	269	909	1.077	2.323	33.667
$Q_{w,g,aux}$	kWh	180	118	56	13	45	54	116	1.683

12.6 Nutzwärmebedarf der Warmwassererzeugung

(Ref-No 5.12.6)

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1									
$Q_{w,out}$	kWh	2.534	4.008	5.068	6.129	5.489	4.702	4.065	41.124

12.7 Wärmepumpen zur Trinkwassererwärmung

(Ref-No 5.12.7)

nicht vorgesehen

12.8 Wärmezeugung

(Ref-No 5.12.8)

(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1

Wärmeerzeuger 13 BW-Kessel (Öl/Gas) verbessert (REF'09), 173 kW (Heizöl), siehe Heizbereich 1

Wirkungsgrad bei Nennwärmeleistung $\eta_{100} = 96,2 \%$, Bereitschaftswärmeverlust $q_{B70} = 0,51 \%$

elektrische Leistungsaufnahme im Betrieb $P_{aux,100} = 533 \text{ W}$, im Schlumberbetrieb $P_{aux,SB} = 20 \text{ W}$

mittlere Kesseltemperatur $49 \text{ }^{\circ}\text{C}$, Kesselaufstellung im unbeheizten Bereich ($13 \text{ }^{\circ}\text{C}$, im Sommer $22 \text{ }^{\circ}\text{C}$)

Nutzwärmeabgabe für Trinkwarmwasserbereitung $Q_{w,outg} = Q_{w,b} + Q_{w,d} + Q_{w,s}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1									
$Q_{w,outg}$	kWh	2.534	4.008	5.068	6.129	5.489	4.702	4.065	41.124
$t_{w,100}$	h/d	0,5	0,7	1,0	1,1	1,0	1,0	0,8	
$Q_{w,g}$	kWh	501	519	507	528	525	473	520	5.633
$Q_{w,f}$	kWh	3.035	4.528	5.575	6.656	6.013	5.174	4.584	46.756
$Q_{w,g,aux}$	kWh	22	27	29	33	31	27	27	298

$Q_{w,g}$ = Wärmeverlust des Kessels = $Q_{w,g,100\%} \cdot t_{w,100\%} \cdot d_{nutz,mth} + Q_{B,w} \cdot (d_{nutz,mth} - d_{h,rB})$ (Gl.85)

$Q_{w,f}$ = $Q_{w,outg} + Q_{w,g}$ = Endenergiebedarf des Wärmeerzeugers

$Q_{w,g,aux}$ = Hilfsenergiebedarf des Wärmeerzeugers im Betrieb / Schlumberbetrieb Gl.93

$Q_{l,w,g}$ = ungeregelte Wärmeeinträge durch Wärmeerzeuger in der thermischen Hülle, Gl.92

$d_{h,rB}$ = Laufzeit des Kessels zur Heizwärmeerzeugung im Heizbereich 1

$t_{w,100} = Q_{w,outg} / (Q_N \cdot d_{nutz,mth})$, Laufzeit des Kessels zur WW-Bereitung Gl.89

$Q_{w,g,100\%}$ = Tageswärmeverlust Kessel = $(f_{Hs}/H_i - \eta_{k,100\%}) / \eta_{k,100\%} \cdot Q_{w,outg} / d_{nutz,mth} / 24$ (Gl. 86)

$Q_{B,w} = q_{B,9} \cdot Q_N / \eta_{k,100} \cdot (t_{nutz,T} - t_{w,100}) \cdot f_{Hs}/H_i$, Tageswärmeverlust im Stillstand Gl.87

12.9 Endenergie Warmwasserbereitung

(Ref-No 5.12.9)

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{w,outg}$	kWh	6.137	6.365	6.179	6.398	6.398	5.779	6.388	74.791
$Q_{w,f}$	kWh	3.035	4.528	5.575	6.656	6.013	5.174	4.584	46.756
$Q_{w,aux}$	kWh	234	178	117	80	110	111	176	2.369
solar	kWh	3.602	2.357	1.111	269	909	1.077	2.323	33.667
Heizöl	kWh	3.035	4.528	5.575	6.656	6.013	5.174	4.584	46.756
$Q_{l,w,<1>}$	kWh/d	51,6	52,3	53,0	53,4	53,4	53,4	53,1	

$Q_{w,outg} / Q_{w,f}$ = Nutz- / Endenergiebedarf für Warmwasserbereitung

$Q_{w,aux}$ = Hilfsenergiebedarf, $Q_{l,w}$ = ungeregelte Wärmeeinträge durch Leitungs- / Speicherverluste

Ungeregelte Wärmeeinträge $Q_{l,w}$ werden bei Bedarf flächengewichtet auf die Zonen aufgeteilt

13.0 Heizsysteme (DIN V 18599-5)

13.1 Maximal erforderliche Heizleistung $Q_{h,max}$

(Ref-No 5.13.1)

nach T2, Anhang B, Bemessungsmonat = Januar mit $\vartheta_{i,h,min}$ zonenbezogen und $\vartheta_{e,min} = -12^\circ\text{C}$

Zone	$Q_{T,max}$ kW	$Q_{V,max}$ kW	V_{mech} m^3/h	$Q_{V,mech}$ kW	$Q_{h,max}$ kW
<1> Wohnen	74,2	44,4	0	0,0	118,6

$Q_{T,max}$ = Heizleistung zur Deckung der Transmissionswärmeverluste inklusive Wärmebrücken. Wärmetransfer zu benachbarten Zonen $Q_{T,iz}$ temperaturgewichtet mit $T_{i,min,H}$.

$Q_{V,max}$ = Heizleistung zur Deckung der Lüftungswärmeverluste aus Infiltration und Fensterlüftung

$V_{mech} = \eta_{mech,ZUL} \cdot V$ = Mindestvolumenstrom der mechanischen Lüftungsanlage

$Q_{V,mech} = 0.34 \cdot V_{mech} \cdot (\vartheta_{i,h,min} - \vartheta_v)$ = Heizleistung für die Nacherwärmung der Zuluft (RLT mit WRG)

$Q_{h,max} = Q_{T,max} + Q_{V,max} + Q_{V,mech}$ = erforderliche Heizleistung in der Gebäudezone

13.2 Eingesetzte Heizsysteme

(Ref-No 5.13.2)

Anlage	Versorgungsbereich	Zone (n)	$Q_{h,b}$ kWh/Jahr	$Q_{h,max}$ kW	$Q_{N,h}$ kW
1 2	freie Heizflächen, 55/45 °C vor Auß	1/	117.188	118,6	172,5

(1) freie Heizflächen, 55/45 °C vor Außenwänden, P-Regler (1 K)

Nutz-Heizwärmebedarf $Q_{h,b}$ nach T2, maximale Heizleistung $Q_{h,max}$ (T2, Anhang C) und Kesselnennleistung $Q_{N,h}$ nach T5, 5.3.

13.3 Heizzeiten

(Ref-No 5.13.3)

(1) Bereich "freie Heizflächen, 55/45 °C vor Außenwänden, P-Regler (1 K, WG REF'09)", Leitzone <1> Wohnen (manuell)

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
t_h <1>	h/m	34	744	720	744	744	672	744	4.643
$t_{h,rL,T}$ <1>	h/d	17	17	17	17	17	17	17	
$d_{h,rB}$ <1>	d/m	1	31	30	31	31	28	31	193
$t_{h,rL}$ <1>	h/m	24	527	510	527	527	476	527	3.289

Monatliche Heizzeiten $t_h = t_{h,Nutz} + t_{h,WE}$ in [h/m] provisorisch auf Basis DIN V 18599-2, D.2, bei mehreren Zonen im Heizbereich die maximale Heizzeit, in den Sommermonaten ggf. die Heizzeit zur TWW-Bereitung.

Rechnerische Laufzeiten $t_{h,rL}$ der Heizungsanlage nach DIN V 18599-5, 5.4.1 = $24 - f_{L,NA} \cdot (24 - t_{h,op})$ auf Basis der Nutzungsrandbedingungen $t_{h,op}$ (Betriebsstunden der Heizung / Tag), $d_{nutz,a}$ (Nutzungstage / Jahr), der monatlichen Heizzeiten t_h sowie den Festlegungen zur Nacht- und Wochenendabsenkung / -abschaltung.

$d_{h,rB}$ = monatliche, rechnerische Betriebstage der Heizung (Gl.21)

13.4 Heizwärmeübergabe

(Ref-No 5.13.4)

(1) freie Heizflächen, 55/45 °C vor Außenwänden, P-Regler (1 K, WG REF'09)

freie Heizflächen, 55/45 °C vor Außenwänden, P-Regler (1 K)

Gesamtnutzungsgrad $\eta_{h,ce} = 1 / (4 - ((\eta_{L1} + \eta_{L2})/2 + \eta_C + \eta_B)) = 0,909$ (Gl.28, Tab.6)

Verluste der Wärmeübergabe $Q_{h,ce} = Q_{h,b} \cdot (f_{\text{Radiant}} \cdot f_{\text{int}} \cdot f_{\text{hydr}} / \eta_{h,ce} - 1)$ (Gl.27)

mit $f_{\text{Radiant}} = 1,00$, $f_{\text{int}} = 0,97$ und $f_{\text{hydr}} = 1,00 \Rightarrow$ Übergabeverluste = 6,7 %

Geräte der Wärmeübertragungsprozesse:

Nutzwärmebedarf, Verluste und Hilfsenergie der Wärmeübergabe

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
(1) freie Heizflächen, 55/45 °C vor Außenwänden, P-Regler (1 K, WG REF'09)									
$Q_{h,b}$	kWh	201	5.282	16.373	27.709	31.404	21.578	13.209	117.188
$Q_{h,ce}$	kWh	13	354	1.099	1.859	2.107	1.448	886	7.864
$\Sigma Q_{h,b+ce}$	kWh	214	5.637	17.472	29.568	33.511	23.026	14.095	125.052

Nutz-Heizwärmebedarf $Q_{h,b}$ (nach T2), Regel- und WE-Betrieb

Gesamtnutzungsgrad der Wärmeübergabe $\eta_{h,ce} = 1 / (4 - (\eta_L + \eta_C + \eta_B))$ mit den Teilnutzungsgraden η_L für vertikales Lufttemperaturprofil, η_C für Raumtemperaturregelung und η_B für spezifische Verluste der Außenbauteile (Tab.6 bis Tab.11)

Verluste der Wärmeübergabe $Q_{h,ce}$ mit den Faktoren f_{Radiant} für Strahlungseinfluss (in Hallen mit Raumhöhen > 4 m) f_{int} für intermittierenden Heizbetrieb / raumweise Temperaturabsenkung und f_{hydr} für hydraulischen Abgleich (Regelwert = 1)

Hilfsenergiebedarf der Wärmeübergabe $Q_{h,ce,aux}$ mit den Parametern

P_C = elektrische Nennleistungsaufnahme der Regelungseinrichtungen (Tab.12 oder Herstellerangabe)

P_V / P_P = elektrische Nennleistungsaufnahme der Ventilatoren und Pumpen (Tab.13)

$P_{h,aux}$ = Hilfsenergiebedarf von Erzeugern, Erhitzern und Ventilatoren bei direkter Beheizung ($h_R > 4m$, Tab.14)

13.5 Heizwärmeverteilung

(Ref-No 5.13.5)

Leitungslängen der Verteilung (V), der Stränge (S) und der Anbindeleitungen (A) nach Abs. 6.2.

Hilfsenergiebedarf $Q_{h,d,aux}$ der Heizungspumpe

(1) freie Heizflächen, 55/45 °C vor Außenwänden, P-Regler (1 K, WG REF'09)

System: Leitungsnetz gemäß EnEV 2014 und KfW-FAQ's für Wohngebäude, Leitungslängen nach DIN V 4701-10, zentrales Verteilsystem, innenliegend

Vor- / Rücklauftemperatur (Auslegung) $\vartheta_{VA} = 55 \text{ °C} / \vartheta_{RA} = 45 \text{ °C}$, $T_{i,Soll,<1>} = 20,0 \text{ °C}$

Wärmedurchgangszahlen U_i nach Tab.16, gedämmte Leitungen nach 1995

Heizungspumpe: Zweirohrnetz hydraulisch abgeglichen, $f_{Abgl} = 1,00$, $f_{Sch} = 1,00$, $f_{d,PM} = 1,00$

Differenzdruck im Auslegungspunkt (Pumpe) $\Delta p = 0,13 \cdot L_{max} + 2 + \Delta p_{WE} = 34 \text{ kPa}$

mit Differenzdruck des Wärmeerzeugers $\Delta p_{WE} = 1 \text{ kPa}$, $L_{max} = 241 \text{ m}$

Pumpe: Δp konstant, $Cp1 = 0,75$, $Cp2 = 0,25$, P_{Pumpe} unbekannt, intermittierend

$P_{hydr} = 98,259$, $W_{h,d,hydr,Jan} = 27,780$, $e_{h,d,aux,Jan} = 3,769$

	Verteilung (V)	Stränge (S)	Anbindung (A)
(1) freie Heizflächen, 55/45 °C vor Außenwänden, P-Regler (1 K, WG REF'09)			
Leitungslängen l_i	181,4 m	229,3 m	1.681,8 m
Wärmedurchgangszahlen U_i	0,200 W/(mK)	0,255 W/(mK)	0,255 W/(mK)
Umgebungstemperaturen $\vartheta_{u,i}$	13,0 °C	20,0 °C	20,0 °C

Mittlere Heizkreistemperaturen $\vartheta_{VL,m}$ (Vorlauf) und $\vartheta_{RL,m}$ (Rücklauf), Verluste der Verteilung

$Q_{h,d}$, daraus resultierende, unregelmäßige Wärmeeinträge $Q_{l,h,d}$ und Hilfsenergiebedarf $Q_{h,d,aux}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
(1) freie Heizflächen, 55/45 °C vor Außenwänden, P-Regler (1 K, WG REF'09)									
$\vartheta_{VL,m}$	°C	24	24	31	35	37	34	29	
$\vartheta_{RL,m}$	°C	23	23	28	31	32	30	26	
$Q_{h,d}$	kWh	48	1.177	2.557	3.768	4.132	3.059	2.220	17.301
$Q_{h,d,aux}$	kWh	2	43	56	72	76	60	53	375
$Q_{I,h,d}$	kWh	39	971	2.259	3.382	3.721	2.735	1.942	15.324

Leitungsverluste $Q_{h,d} = 13,8 \%$, unregelmäßige Wärmeeinträge $Q_{I,h,d} = 12,3 \%$

Aufteilung $Q_{I,h,d}$: nach Grundflächenanteilen

Mittlere Vorlauf-, Rücklauf- und Heizkreistemperaturen ($\vartheta_{VL,m}$, $\vartheta_{RL,m}$, $\vartheta_{HK,m}$) nach Abs. 5.2:

$\vartheta_{VL,m} / \vartheta_{RL,m}$ nach Gl. 12 / 13 mit $n = 1.33$ für Heizkörper, $n = 1.1$ für FB-Heizungen

$\vartheta_{HK,m} = (\vartheta_{VL,m} - \vartheta_{RL,m}) / 2$ mit $\beta_{h,d}$ = mittlere Belastung im Prozessbereich Wärmeverteilung (Gl.8)

$Q_{h,d}$ = Wärmeverluste des Rohrnetzes = $\sum l_i \cdot U_i (\vartheta_{HK,m} - \vartheta_{u,i}) \cdot t_{h,rL,i} / 1000$ [kWh] (Gl.38)

$Q_{I,h,d} = Q_{h,d}$ = unregelmäßige Wärmeeinträge in Zonen mit innen liegenden Leitungen

Heizungspumpe:

$Q_{h,d,aux}$ = Hilfsenergiebedarf der Verteilung = $W_{h,d,hydr} \cdot e_{h,d,aux}$ (Gl.40) oder

$Q_{h,d,aux} = W_{h,d,hydr} \cdot e_{h,d,aux} \cdot ((1.03 \cdot t_{h,rL} + f_{P,A} \cdot (t_h - t_{h,rL})) / t_h)$ (Gl.47, intermittierend)

$W_{h,d,hydr}$ = hydraulischer Energiebedarf = $P_{hydr} / 1000 \cdot \beta_{h,d} \cdot t_h \cdot f_{Sch} \cdot f_{Abgl}$ (Gl.41)

P_{hydr} = hydraulische Leistung der Pumpe = $0.2778 \cdot \Delta p \cdot V'$ (Gl.42)

$e_{h,d,aux}$ = Pumpen-Aufwandszahl = $f_e \cdot (C_{p1} + C_{p2} / \beta_{h,d})$ (Gl.46)

mit f_{Abgl} / f_{Sch} = Korrekturfaktoren für hydraulischen Abgleich / hydraulische Schaltung

V' = Pumpen-Volumenstrom im Auslegungspunkt = $Q_{h,max} / (1.15 \cdot \Delta \vartheta_{HK})$ (Gl.43)

$t_h / t_{h,rL}$ = monatliche Heizstunden und rechnerische Laufzeit der Heizung

C_{p1} / C_{p2} = Konstanten zur Pumpen-Aufwandszahl nach Tab.17

$f_e = b \cdot (1.25 + (200 / P_{hydr})^{0.5})$ oder $f_e = P_{Pumpe} / P_{hydr}$ = Effizienzfaktor der Pumpe

$f_{P,A}$ = Korrekturfaktor für Absenkung / Abschaltung der Pumpe bei intermittierendem Betrieb

13.6 Nutzwärmebedarf der Erzeugung

(Ref-No 5.13.6)

(1) freie Heizflächen, 55/45 °C vor Außenwänden, P-Regler (1 K, WG REF'09)

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,out}^*$	kWh	261	6.813	20.029	33.336	37.643	26.085	16.315	142.353

$Q_{h,out} = Q_{h,b} + Q_{h^*,b} + Q_{h,ce} + Q_{h,d}$ in [kWh]

13.7 Heizwärmepufferspeicher

(Ref-No 5.13.7)

nicht bilanziert

13.8 solare Heizungsunterstützung

(Ref-No 5.13.8)

nicht vorgesehen

13.9 Heizungsärmepumpen

(Ref-No 5.13.9)

nicht vorgesehen

13.10 Heizwärmeeerzeuger

(Ref-No 5.13.10)

Heizbereiche (1)

(1) "freie Heizflächen, 55/45 °C vor Außenwänden, P-Regler (1 K, WG REF'09)"

Heizung mit einem konventionellen Wärmeeerzeuger

1. Brennwertkessel, verbessert ab 1999, $Q_N = 172,5 \text{ kW}$ (Heizöl), $\beta_{K,pl} = 0.3$

Umgebungstemperatur am Aufstellort $\vartheta_i = 13 \text{ °C}$, außerhalb der thermischen Hülle

Tageslaufzeit zur TW-Erwärmung $t_{w,100,Jan} = 1,03 \text{ h/d}$

Kesselwirkungsgrade $\eta_{k,100} = 0,962$ bei Volllast, $\eta_{k,pl} = 1,002$ bei Teillast

Bereitschaftswärmeverlust $q_{B,70} = 0,005 \text{ kW}$

elektrische Leistungsaufnahme $P_{aux,100} = 0,533 \text{ kW}$, $P_{aux,pl} = 0,178 \text{ kW}$, $P_{aux,SB} = 0,020 \text{ kW}$

Verlustleistungen im Januar $Q_{V,g,100} = 14,08 \text{ kW}$, $Q_{V,g,pl} = 3,11 \text{ kW}$, $Q_{B,h} = 0,44 \text{ kW}$ (Gl. 109, 108, 104)

Nutzwärmebedarf $= Q_{h,outg} = Q_{h,b} + Q_{h,ce} + Q_{h,d} + Q_{h,S} - Q_{h,sol} - Q_{rv,h,outg}$

$Q_{d,in} = Q_{h,outg} / \text{Betriebszeit}$ = durchschnittliche Wärmeabgabeleistung [kW], Gl.103 ($d_{h,rB} > 1$)

$\beta_{h,i} = Q_{d,in} / Q_N$ = Belastungsgrade der Heizkessel, monatlich, Gl.96 / Gl.97

$Q_{h,g,v,i}$ = Erzeugungsverluste nach Gl.100 / Gl.101

$Q_{h,g} = \sum Q_{h,g,v,i} \cdot d_{h,rB}$ = Gesamtverlust der Heizwärmeeerzeugung [kWh/m], Gl.99

$Q_{h,f} = Q_{h,outg} + Q_{h,g}$ = Endenergiebedarf der Wärmeeerzeugung

$Q_{h,g,aux}$ = Hilfsenergiebedarf nach Gl.114 ff

$Q_{l,h,g}$ = ungeregelte Wärmeeinträge durch Wärmeeerzeuger in der thermischen Hülle, Gl.112

(1) freie Heizflächen, 55/45 °C vor Außenwänden, P-Regler (1 K, WG REF'09)

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,outg}$	kWh	261	6.813	20.029	33.336	37.643	26.085	16.315	142.353
$Q_{d,in}$	kW	28	14	42	68	76	58	32	349
$\beta_{h,1}$		0,16	0,08	0,24	0,39	0,44	0,34	0,19	
$Q_{h,g,v,1}$	kWh/d	25	13	41	72	85	59	33	
$Q_{h,g}$	kWh	35	418	1.233	2.245	2.631	1.653	1.035	9.383
$Q_{h,f}$	kWh	296	7.231	21.261	35.581	40.275	27.739	17.350	151.735
$Q_{h,g,aux}$	kWh	15	36	74	114	128	93	65	602

Q_N = Kesselnennleistung, Planungsgröße

$\beta_{K,pl}$ = Heizkesselbelastung im Prüfstand, Lastbereich Teillast

$\eta_{k,100} / \eta_{k,pl}$ = Kesselwirkungsgrade bei Volllast / Teillast nach Herstellerangaben oder Gl.120 ff

$\eta_{k,100,Betrieb} / \eta_{k,pl,Betrieb}$ = Kesselwirkungsgrade bei Betriebstemperatur nach Gl.107 ff, monatlich

$q_{B,70} / q_{St}$ = Bereitschaftsverluste nach Herstellerangabe oder Gl.122 ff

$P_{aux,100} / P_{aux,pl} / P_{aux,SB}$ (Volllast, Teillast, Stillstand) nach Herstellerangabe oder Gl.124 ff

$Q_{V,g,100}$ = Verlustleistung bei Volllast $= (f \cdot H_s/H_i - \eta_{k,100,Betrieb}) / \eta_{k,100,Betrieb} \cdot Q_N$

$Q_{V,g,pl}$ = Verlustleistung bei Teillast $= (f \cdot H_s/H_i - \eta_{k,pl,Betrieb}) / \eta_{k,pl,Betrieb} \cdot \beta_{K,pl} \cdot Q_N$

$Q_{B,h}$ = Kessel-Verlustleistung im Stillstand $= q_{B,70} \cdot (\vartheta_{HK,m} - \vartheta_i) / 50 \cdot Q_N / \eta_{K,100} \cdot f \cdot H_s/H_i$

$f \cdot H_s/H_i$ = Brennwert / Heizwertkorrektur nach DIN V 18599-1, Tab.B.1

$Q_{h,g,v,i} = ((\beta_{h,i} / \beta_{K,pl}) \cdot (Q_{V,g,pl} - Q_{B,h}) + Q_{B,h}) \cdot (t_{h,rL,T} - t_{w,100})$ = Erzeugungsverluste, Gl.100, $\beta_{h,i} \leq \beta_{K,pl}$

$Q_{h,g,v,i} = ((\beta_{h,i} - \beta_{K,pl}) / (1 - \beta_{K,pl})) \cdot (Q_{V,g,100} - Q_{V,g,pl}) + Q_{V,g,pl} \cdot (t_{h,rL,T} - t_{w,100})$, Gl.101, $\beta_{h,i} > \beta_{K,pl}$

13.11 Endenergie Heizwärme (Ref-No 5.13.11)

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,f}$	kWh	296	7.231	21.261	35.581	40.275	27.739	17.350	151.735
$Q_{h,aux}$	kWh	17	78	130	186	204	153	118	977
Heizöl	kWh	296	7.210	21.282	35.581	40.275	27.766	17.367	151.784
$Q_{I,h,<1>}$	kWh/d	1,3	31,3	75,3	109,1	120,0	97,7	62,6	

$Q_{h,f}$ = Endenergiebedarf Heizung = $Q_{h,b} + Q_{h,ce} + Q_{h,d} + Q_{h,s} + Q_{h,g} - Q_{h,sol}$ (Gl.4)

$Q_{h,aux}$ = Hilfsenergiebedarf = $Q_{h,ce,aux} + Q_{h,d,aux} + Q_{h,s,aux} + Q_{h,g,aux} + Q_{h,sol,aux}$ (Gl.5)

$Q_{I,h}$ = unregelmäßige Wärmeeinträge = $Q_{I,h,d} + Q_{I,h,s} + Q_{I,h,g}$ (Gl.6)

Die Energieanteile nach Energieträgern werden bei Bedarf nach anteiliger Kesselbelastung aufgeteilt

Unregelmäßige Wärmeeinträge werden bei Bedarf flächengewichtet auf die Zonen aufgeteilt

14.0 Energiebedarf (DIN V 18599-1)

14.1 Stromerzeugende Systeme (Ref-No 5.14.1)

Eine BHKW-Anlage ist nicht vorgesehen

Strom aus erneuerbaren Energiequellen steht nicht zur Verfügung

14.2 Energiebedarf nach Energieträgern (Ref-No 5.14.2)

Energieträger	Prozessbereich	Zonen	Endenergie kWh/a	f_P	$f_{Hs/Hi}$	QP kWh/a
Heizöl	Heizwärme	1/	151.784	1,10	1,06	157.511
solar	Warmwasser		33.667	0,00	1,00	-
Heizöl	Warmwasser	1/	46.756	1,10	1,06	48.521
eco-Strom	Wohnungslüftung	1/	-	2,60	1,00	-
Strom-Mix	Hilfsenergie		5.418	2,60	1,00	14.088
Σ [kWh/Jahr]			237.625			220.120

Primärenergiefaktor für Strom $f_P = 2.6$ (EnEV '09, A1, Abs.2.1.1)

$Q_P = \Sigma Q_{f,i} \cdot f_{P,i} / f_{Hs/Hi,i}$ (DIN V 18599-1, Gl.23)

Jahres-Primärenergiebedarf $q_P = 220.120 / 3.058 = 72,0 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$ ($\Sigma A_{NGF} = 3.058 \text{ m}^2$)

Endenergiebedarf: Hilfsenergie 1,8 kWh/(m²a), Heizöl 64,9 kWh/(m²a), solar 11,0 kWh/(m²a)

Endenergie = Jahressummen aus den Prozessbereichen

f_P = Primärenergiefaktoren energieträgerbezogen nach DIN V 18599-1, Tab.A.1

14.3 Endenergiebedarf nach Zonen

(Ref-No 5.14.3)

siehe Abschnitt Zone	m ²	WLA			Warmwasser		Heizung	Summe
		9 kWh/a	10 kWh/a	11 kWh/a	12 kWh/a	13 kWh/a		
<1> Wohnen	3.063	2073			80424	151736		234232
Gebäude	3.058	2072			80422	151733		234228

Endenergie = Jahressummen aus den Prozessbereichen ohne Hilfsenergie

Die Aufteilung der Endenergieanteile aus Prozessbereichen mit mehreren Zonen erfolgt lastabhängig.

14.4 Aufteilung des Energiebedarfs (für den Energieausweis)

(Ref-No 5.14.4)

	RLT kWh/m ² a	Beleucht. kWh/m ² a	Klima kWh/m ² a	Warmwasser kWh/m ² a	Heizung kWh/m ² a	Summe kWh/m ² a
Nutzenergiebedarf	0,7	0,0	0,0	16,0	38,3	55,0
Endenergiebedarf	0,7	0,0	0,0	27,1	50,0	77,7
Primärenergiebedarf	1,8	0,0	0,0	17,9	52,3	72,0

.....

15.0 Primärenergie-Referenzwert

(Ref-No 5.15.0)

vorh $q_P = 72,0 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

.....

22.0 Längen, Flächen, Volumen

(Ref-No 5.22.0)

Flächenberechnung (Tsche-015-achse-3-32-Rechenblatt.REB)

EG. (L-G+32-13)

Außenwände

1 F 0101 FAW West	$46,74 \cdot 2,89 - [A\ 0101] - [T\ 0101] = 42,43$
2 F 0102 FAW Süd	$12,19 \cdot 2,89 = 35,23$
3 F 0103 FAW Ost	$46,74 \cdot 2,89 - [A\ 0103] - [T\ 0103] = 42,44$
4 F 0104 FAW Nord	$12,19 \cdot 2,89 = 35,23$

Öffnungen / Fenster

5 A 0101 FF West	$16 \cdot 2,12 \cdot 2,30 = 78,02$
6 A 0103 FF Ost	$15 \cdot 2,12 \cdot 2,30 = 73,14$
7 T 0101 FAW West , Tür	$3 \cdot 2,12 \cdot 2,30 = 14,63$
8 T 0103 FAW Ost , Tür	$4 \cdot 2,12 \cdot 2,30 = 19,50$

Grundflächen

9 F 0100 FG	$569,76 = 569,76$
-------------	-------------------

EG. (L-G+11-3)

Außenwände

10 F 0201 FAW West	$19,68 \cdot 2,89 - [A\ 0201] - [W\ 0201] = 17,87$
11 F 0202 FAW Süd	$12,19 \cdot 2,89 = 35,23$
12 F 0203 FAW Ost	$19,68 \cdot 2,89 - [A\ 0203] = 17,87$
13 F 0204 FAW Nord	$12,19 \cdot 2,89 = 35,23$

Öffnungen / Fenster

14 A 0201 FF West	$2 \cdot 2,12 \cdot 2,30 = 9,75$
15 A 0203 FF Ost	$8 \cdot 2,12 \cdot 2,30 = 39,01$
16 W 0201 FF West	$6 \cdot 2,12 \cdot 2,30 = 29,26$

Grundflächen

17 F 0200 FG	$239,90 = 239,90$
--------------	-------------------

1OG. (L-G+32-27)

Außenwände

18 F 0301 FAW West	$12,30 \cdot 2,89 - [A\ 0301] = 11,17$
19 F 0302 FAW Süd	$4,88 \cdot 2,89 = 14,10$
20 F 0304 FAW Ost	$12,30 \cdot 2,89 - [A\ 0304] = 11,17$
21 F 0305 FAW Nord	$12,19 \cdot 2,89 = 35,23$

Öffnungen / Fenster

22 A 0301 FF West	$5 \cdot 2,12 \cdot 2,30 = 24,38$
23 A 0304 FF Ost	$5 \cdot 2,12 \cdot 2,30 = 24,38$

1OG. (L-I+27-25)

Außenwände

24 F 0403 FAW Ost	$4,92 \cdot 2,89 - [A\ 0403] = 4,47$
25 A 0403 FF Ost	$2 \cdot 2,12 \cdot 2,30 = 9,75$

1OG. (I-G+27-25)

Deckflächen

26 F 0505 FD	$24,01 = 24,01$
--------------	-----------------

Außenwände

27 F 0501 FAW West	$4,92 \cdot 2,89 - [A\ 0501] = 4,47$
--------------------	--------------------------------------

Öffnungen / Fenster

28 A 0501 FF West	$2 \cdot 2,12 \cdot 2,30 = 9,75$
-------------------	----------------------------------

1OG. (L-G+25-3)

Außenwände

29 F 0601 FAW West	$54,12 \cdot 2,89 - [A\ 0601] - [W\ 0601] = 49,13$
30 F 0602 FAW Süd	$12,19 \cdot 2,89 = 35,23$
31 F 0603 FAW Ost	$24,60 \cdot 2,89 - [A\ 0603] = 22,33$
32 F 0607 FAW Ost	$22,75 \cdot 2,89 - [A\ 0607] = 21,87$
33 F 0609 FAW Nord	$4,90 \cdot 2,89 = 14,16$

Öffnungen / Fenster

34 A 0601 FF West	$16 \cdot 2,12 \cdot 2,30 = 78,02$
-------------------	------------------------------------

35 A 0603 FF Ost	$10 \times 2,12 \times 2,30 = 48,76$
36 A 0607 FF Ost	$9 \times 2,12 \times 2,30 = 43,88$
37 W 0601 FF West	$6 \times 2,12 \times 2,30 = 29,26$

1OG. (L-K+16-13)

Deckflächen	
38 F 0705 FD	$23,64 = 23,64$
Außenwände	
39 F 0703 FAW Ost	$9,73 \times 2,89 - [A 0703] = 13,49$
Öffnungen / Fenster	
40 A 0703 FF Ost	$3 \times 2,12 \times 2,30 = 14,63$

2OG. (L-G+32-27)

Außenwände	
41 F 0801 FAW West	$12,30 \times 2,89 - [A 0801] = 11,17$
42 F 0802 FAW Süd	$4,86 \times 2,89 = 14,05$
43 F 0804 FAW Ost	$12,30 \times 2,89 - [A 0804] = 11,17$
44 F 0805 FAW Nord	$12,19 \times 2,89 = 35,23$
Öffnungen / Fenster	
45 A 0801 FF West	$5 \times 2,12 \times 2,30 = 24,38$
46 A 0804 FF Ost	$5 \times 2,12 \times 2,30 = 24,38$

2OG. (L-I+27-22)

Außenwände	
47 F 0901 FAW West	$4,86 \times 2,89 - [A 0901] = 9,17$
48 F 0903 FAW Süd	$7,32 \times 2,89 - [A 0903] = 6,52$
49 F 0904 FAW Ost	$12,30 \times 2,89 - [A 0904] = 25,80$
Öffnungen / Fenster	
50 A 0901 FF West	$1 \times 2,12 \times 2,30 = 4,88$
51 A 0903 FF Süd	$3 \times 2,12 \times 2,30 = 14,63$
52 A 0904 FF Ost	$2 \times 2,12 \times 2,30 = 9,75$

2OG. (I-G+25-20)

Außenwände	
53 F 1001 FAW West	$12,30 \times 2,89 - [A 1001] = 30,67$
54 F 1003 FAW Ost	$4,92 \times 2,89 - [A 1003] = 9,34$
55 F 1005 FAW Nord	$4,88 \times 2,89 - [A 1005] = 4,35$
Öffnungen / Fenster	
56 A 1001 FF West	$2,12 \times 2,30 = 4,88$
57 A 1003 FF Ost	$1 \times 2,12 \times 2,30 = 4,88$
58 A 1005 FF Nord	$2 \times 2,12 \times 2,30 = 9,75$

2OG. (L-G+20-16)

Außenwände	
59 F 1101 FAW West	$9,84 \times 2,89 - [A 1101] = 8,94$
60 F 1103 FAW Ost	$2,44 \times 2,89 = 7,05$
61 F 1104 FAW Ost	$9,84 \times 2,89 - [A 1104] = 8,94$
62 F 1105 FAW Nord	$7,31 \times 2,89 = 21,13$
Öffnungen / Fenster	
63 A 1101 FF West	$4 \times 2,12 \times 2,30 = 19,50$
64 A 1104 FF Ost	$4 \times 2,12 \times 2,30 = 19,50$

2OG. (K-G+16-13)

Außenwände	
65 F 1203 FAW Ost	$7,38 \times 2,89 - [A 1203] = 6,70$
Öffnungen / Fenster	
66 A 1203 FF Ost	$3 \times 2,12 \times 2,30 = 14,63$

2OG. (G-Überstand+16-13)

Außenwände	
67 F 1301 FAW West	$7,38 \times 2,89 - [A 1301] = 6,70$
68 F 1302 FAW Süd	$2,44 \times 2,89 = 7,05$
69 F 1304 FAW Nord	$2,44 \times 2,89 = 7,05$
Öffnungen / Fenster	
70 A 1301 FF West	$3 \times 2,12 \times 2,30 = 14,63$

Grundflächen	
71 F 1300 FG	18,01 = 18,01
2OG. (L-G+13-3)	
Außenwände	
72 F 1401 FAW West	$24,60 \times 2,89 - [A 1401] - [W 1401] = 22,33$
73 F 1402 FAW Süd	$12,19 \times 2,89 = 35,23$
74 F 1403 FAW Ost	$24,60 \times 2,89 - [A 1403] = 22,33$
75 F 1404 FAW Nord	$2,44 \times 2,89 = 7,05$
Öffnungen / Fenster	
76 A 1401 FF West	$4 \times 2,12 \times 2,30 = 19,50$
77 A 1403 FF Ost	$10 \times 2,12 \times 2,30 = 48,76$
78 W 1401 FF West	$6 \times 2,12 \times 2,30 = 29,26$

3OG. (L-G+32-27)	
Deckflächen	
79 F 1506 FD	149,94 = 149,94
Außenwände	
80 F 1501 FAW West	$12,30 \times 2,89 - [A 1501] = 11,17$
81 F 1502 FAW Süd	$4,86 \times 2,89 = 14,05$
82 F 1504 FAW Ost	$12,30 \times 2,89 - [A 1504] = 11,17$
83 F 1505 FAW Nord	$12,19 \times 2,89 = 35,23$
Öffnungen / Fenster	
84 A 1501 FF West	$5 \times 2,12 \times 2,30 = 24,38$
85 A 1504 FF Ost	$5 \times 2,12 \times 2,30 = 24,38$

3OG. (L-I+27-22)	
Deckflächen	
86 F 1606 FD	89,67 = 89,67
Außenwände	
87 F 1601 FAW Süd	$4,92 \times 2,89 - [A 1601] = 9,34$
88 F 1603 FAW Ost	$7,29 \times 2,89 - [A 1603] = 6,44$
89 F 1604 FAW Nord	$12,30 \times 2,89 = 35,55$
Öffnungen / Fenster	
90 A 1601 FF Süd	$1 \times 2,12 \times 2,30 = 4,88$
91 A 1603 FF Ost	$3 \times 2,12 \times 2,30 = 14,63$

3OG. (I-G+25-20)	
Deckflächen	
92 F 1706 FD	60,52 = 60,52
Außenwände	
93 F 1701 FAW West	$12,30 \times 2,89 - [A 1701] = 25,80$
94 F 1703 FAW Ost	$4,92 \times 2,89 - [A 1703] = 9,34$
95 F 1705 FAW Nord	$4,92 \times 2,89 = 14,22$
Öffnungen / Fenster	
96 A 1701 FF West	$2 \times 2,12 \times 2,30 = 9,75$
97 A 1703 FF Ost	$1 \times 2,12 \times 2,30 = 4,88$

3OG. (L-G+20+16)	
Deckflächen	
98 F 1807 FD	119,95 = 119,95
Außenwände	
99 F 1801 FAW West	$9,84 \times 2,89 - [A 1801] = 8,94$
100 F 1803 FAW Süd	$2,46 \times 2,89 = 7,11$
101 F 1804 FAW Ost	$9,84 \times 2,89 - [A 1804] = 8,94$
102 F 1805 FAW Nord	$7,27 \times 2,89 = 21,01$
Öffnungen / Fenster	
103 A 1801 FF West	$4 \times 2,12 \times 2,30 = 19,50$
104 A 1804 FF Ost	$4 \times 2,12 \times 2,30 = 19,50$

3OG. (K-Überstand+16-13)	
Deckflächen	
105 F 1907 FD	89,96 = 89,96

Außenwände	
106 F 1901 FAW West	$7,38 \times 2,89 - [A\ 1901] = 6,70$
107 F 1902 FAW Süd	$2,46 \times 2,89 = 7,11$
108 F 1904 FAW Ost	$7,38 \times 2,89 - [A\ 1904] = 6,70$
109 F 1906 FAW Nord	$2,46 \times 2,89 = 7,11$
Öffnungen / Fenster	
110 A 1901 FF West	$3 \times 2,12 \times 2,30 = 14,63$
111 A 1904 FF Ost	$3 \times 2,12 \times 2,30 = 14,63$

3OG. (L-G+13-3)

Deckflächen	
112 F 2006 FD	$299,87 = 299,87$
Außenwände	
113 F 2001 FAW West	$24,60 \times 2,89 - [A\ 2001] - [W\ 2001] = 22,33$
114 F 2002 FAW Süd	$12,19 \times 2,89 = 35,23$
115 F 2003 FAW Ost	$24,60 \times 2,89 - [A\ 2003] = 22,33$
116 F 2004 FAW Nord	$2,46 \times 2,89 = 7,11$
Öffnungen / Fenster	
117 A 2001 FF West	$4 \times 2,12 \times 2,30 = 19,50$
118 A 2003 FF Ost	$10 \times 2,12 \times 2,30 = 48,76$
119 W 2001 FF West	$6 \times 2,12 \times 2,30 = 29,26$
Grundflächen	

[Grundflächen]

[AGf 01] EG. (L-G+32-13) <1>	[F 0100] = 569,76
[AGf 02] EG. (L-G+11-3) <1>	[F 0200] = 239,90
[AGf 13] 2OG. (G-Überstand+16-13) <1>	[F 1300] = 18,01

[Grundflächenumfang]

[UGf 01] EG. (L-G+32-13) <1>	$46,74 + 12,19 + 46,74 + 12,19 = 117,86$
[UGf 02] EG. (L-G+11-3) <1>	$19,68 + 12,19 + 19,68 + 12,19 = 63,74$
[UGf 13] 2OG. (G-Überstand+16-13) <1>	$7,38 + 2,44 + 2,44 = 12,26$

[Bodenplattenmaß nur Grundflächenprojektion]

[Bodenplattenmaß A]	$[AGf\ 01] + [AGf\ 02] + [AGf\ 13] = 827,67$
[Bodenplattenmaß P]	$[UGf\ 01] + [UGf\ 02] + [UGf\ 13] = 193,86$
[Bodenplattenmaß B']	$2 \times [Bodenplattenmaß\ A] / [Bodenplattenmaß\ P] = 8,54$

[Bruttogeschossflächen]

[BGf 01] EG. (L-G+32-13) <1>	$569,76 = 569,76$
[BGf 02] EG. (L-G+11-3) <1>	$239,90 = 239,90$
[BGf 03] 1OG. (L-G+32-27) <1>	$149,94 = 149,94$
[BGf 04] 1OG. (L-I+27-25) <1>	$36,31 = 36,31$
[BGf 05] 1OG. (I-G+27-25) <1>	$24,01 = 24,01$
[BGf 06] 1OG. (L-G+25-3) <1>	$643,07 = 643,07$
[BGf 07] 1OG. (L-K+16-13) <1>	$23,64 = 23,64$
[BGf 08] 2OG. (L-G+32-27) <1>	$149,94 = 149,94$
[BGf 09] 2OG. (L-I+27-22) <1>	$90,04 = 90,04$
[BGf 10] 2OG. (I-G+25-20) <1>	$60,02 = 60,02$
[BGf 11] 2OG. (L-G+20-16) <1>	$119,95 = 119,95$
[BGf 12] 2OG. (K-G+16-13) <1>	$72,03 = 72,03$
[BGf 13] 2OG. (G-Überstand+16-13) <1>	$18,01 = 18,01$
[BGf 14] 2OG. (L-G+13-3) <1>	$299,87 = 299,87$
[BGf 15] 3OG. (L-G+32-27) <1>	$149,94 = 149,94$
[BGf 16] 3OG. (L-I+27-22) <1>	$89,67 = 89,67$
[BGf 17] 3OG. (I-G+25-20) <1>	$60,52 = 60,52$
[BGf 18] 3OG. (L-G+20+16) <1>	$119,95 = 119,95$
[BGf 19] 3OG. (K-Überstand+16-13) <1>	$89,96 = 89,96$
[BGf 20] 3OG. (L-G+13-3) <1>	$299,87 = 299,87$
[Summe BGf]	$[BGf\ 01] + [BGf\ 02] + [BGf\ 03] + [BGf\ 04] + [BGf\ 05] + [BGf\ 06] + [BGf\ 07] + [BGf\ 08] + [BGf\ 09] + [BGf\ 10] + [BGf\ 11] + [BGf\ 12] + [BGf\ 13] + [BGf\ 14] + [BGf\ 15] + [BGf\ 16] + [BGf\ 17] + [BGf\ 18] + [BGf\ 19] + [BGf\ 20] = 3306,40$

[Umbaute Räume]

[Vol 01] EG. (L-G+32-13) <1>	$2,89 \cdot [\text{BGf } 01] = 1646,61$
[Vol 02] EG. (L-G+11-3) <1>	$2,89 \cdot [\text{BGf } 02] = 693,31$
[Vol 03] 1OG. (L-G+32-27) <1>	$2,89 \cdot [\text{BGf } 03] = 433,33$
[Vol 04] 1OG. (L-I+27-25) <1>	$2,89 \cdot [\text{BGf } 04] = 104,94$
[Vol 05] 1OG. (I-G+27-25) <1>	$2,89 \cdot [\text{BGf } 05] = 69,39$
[Vol 06] 1OG. (L-G+25-3) <1>	$2,89 \cdot [\text{BGf } 06] = 1858,47$
[Vol 07] 1OG. (L-K+16-13) <1>	$2,89 \cdot [\text{BGf } 07] = 68,32$
[Vol 08] 2OG. (L-G+32-27) <1>	$2,89 \cdot [\text{BGf } 08] = 433,33$
[Vol 09] 2OG. (L-I+27-22) <1>	$2,89 \cdot [\text{BGf } 09] = 260,22$

[Vol 10] 2OG. (I-G+25-20) <1>	$2,89 \cdot [\text{BGf } 10] = 173,46$
[Vol 11] 2OG. (L-G+20-16) <1>	$2,89 \cdot [\text{BGf } 11] = 346,66$
[Vol 12] 2OG. (K-G+16-13) <1>	$2,89 \cdot [\text{BGf } 12] = 208,17$
[Vol 13] 2OG. (G-Überstand+16-13) <1>	$2,89 \cdot [\text{BGf } 13] = 52,05$
[Vol 14] 2OG. (L-G+13-3) <1>	$2,89 \cdot [\text{BGf } 14] = 866,62$
[Vol 15] 3OG. (L-G+32-27) <1>	$2,89 \cdot [\text{BGf } 15] = 433,33$
[Vol 16] 3OG. (L-I+27-22) <1>	$2,89 \cdot [\text{BGf } 16] = 259,15$
[Vol 17] 3OG. (I-G+25-20) <1>	$2,89 \cdot [\text{BGf } 17] = 174,90$
[Vol 18] 3OG. (L-G+20+16) <1>	$2,89 \cdot [\text{BGf } 18] = 346,66$
[Vol 19] 3OG. (K-Überstand+16-13) <1>	$2,89 \cdot [\text{BGf } 19] = 259,98$
[Vol 20] 3OG. (L-G+13-3) <1>	$2,89 \cdot [\text{BGf } 20] = 866,62$
[Gebäudevolumen] Ve	$[\text{Vol } 01] + [\text{Vol } 02] + [\text{Vol } 03] + [\text{Vol } 04] + [\text{Vol } 05] + [\text{Vol } 06] + [\text{Vol } 07] + [\text{Vol } 08] + [\text{Vol } 09] + [\text{Vol } 10] + [\text{Vol } 11] + [\text{Vol } 12] + [\text{Vol } 13] + [\text{Vol } 14] + [\text{Vol } 15] + [\text{Vol } 16] + [\text{Vol } 17] + [\text{Vol } 18] + [\text{Vol } 19] + [\text{Vol } 20] = 9555,52$
$[0,32 \cdot \text{Ve}] (= \text{AN Wohngebäude})$	$0,32 \cdot [\text{Gebäudevolumen}] = 3057,77$

.für Berechnungen nach DIN V 18599

[Nettogrundflächen]

[dW01] Bauteildicke "F1-FENSTER"	$0,02 = 0,02$
[dW02] Bauteildicke "TSCHE-AW-1"	$0,35 = 0,35$
[dW03] Bauteildicke "F2-FENSTER"	$0,02 = 0,02$
[GfAbzug 01] EG. (L-G+32-13) <1>	$[\text{dW01}] \cdot 46,74 + [\text{dW02}] \cdot 12,19 + [\text{dW02}] \cdot 46,74 + [\text{dW02}] \cdot 12,19 = 25,83$
[GfAbzug 02] EG. (L-G+11-3) <1>	$[\text{dW02}] \cdot 19,68 + [\text{dW02}] \cdot 12,19 + [\text{dW02}] \cdot 19,68 + [\text{dW02}] \cdot 12,19 = 22,31$
[GfAbzug 03] 1OG. (L-G+32-27) <1>	$[\text{dW02}] \cdot 12,30 + [\text{dW02}] \cdot 4,88 + [\text{dW02}] \cdot 12,30 + [\text{dW02}] \cdot 12,19 = 14,58$
[GfAbzug 04] 1OG. (L-I+27-25) <1>	$[\text{dW02}] \cdot 4,92 = 1,72$
[GfAbzug 05] 1OG. (I-G+27-25) <1>	$[\text{dW02}] \cdot 4,92 = 1,72$
[GfAbzug 06] 1OG. (L-G+25-3) <1>	$[\text{dW02}] \cdot 54,12 + [\text{dW02}] \cdot 12,19 + [\text{dW02}] \cdot 24,60 + [\text{dW02}] \cdot 22,75 + [\text{dW02}] \cdot 4,90 = 41,50$
[GfAbzug 07] 1OG. (L-K+16-13) <1>	$[\text{dW02}] \cdot 9,73 = 3,41$
[GfAbzug 08] 2OG. (L-G+32-27) <1>	$[\text{dW02}] \cdot 12,30 + [\text{dW02}] \cdot 4,86 + [\text{dW02}] \cdot 12,30 + [\text{dW02}] \cdot 12,19 = 14,58$
[GfAbzug 09] 2OG. (L-I+27-22) <1>	$[\text{dW02}] \cdot 4,86 + [\text{dW02}] \cdot 7,32 + [\text{dW02}] \cdot 12,30 = 8,57$
[GfAbzug 10] 2OG. (I-G+25-20) <1>	$[\text{dW02}] \cdot 12,30 + [\text{dW02}] \cdot 4,92 + [\text{dW02}] \cdot 4,88 = 7,74$
[GfAbzug 11] 2OG. (L-G+20-16) <1>	$[\text{dW02}] \cdot 9,84 + [\text{dW02}] \cdot 2,44 + [\text{dW02}] \cdot 9,84 + [\text{dW02}] \cdot 7,31 = 10,30$
[GfAbzug 12] 2OG. (K-G+16-13) <1>	$[\text{dW02}] \cdot 7,38 = 2,58$
[GfAbzug 13] 2OG. (G-Überstand+16-13) <1>	$[\text{dW02}] \cdot 7,38 + [\text{dW02}] \cdot 2,44 + [\text{dW02}] \cdot 2,44 = 4,29$
[GfAbzug 14] 2OG. (L-G+13-3) <1>	$[\text{dW02}] \cdot 24,60 + [\text{dW02}] \cdot 12,19 + [\text{dW02}] \cdot 24,60 + [\text{dW02}] \cdot 2,44 = 22,34$
[GfAbzug 15] 3OG. (L-G+32-27) <1>	$[\text{dW02}] \cdot 12,30 + [\text{dW02}] \cdot 4,86 + [\text{dW02}] \cdot 12,30 + [\text{dW02}] \cdot 12,19 = 14,58$
[GfAbzug 16] 3OG. (L-I+27-22) <1>	$[\text{dW02}] \cdot 4,92 + [\text{dW02}] \cdot 7,29 + [\text{dW02}] \cdot 12,30 = 8,58$
[GfAbzug 17] 3OG. (I-G+25-20) <1>	$[\text{dW02}] \cdot 12,30 + [\text{dW02}] \cdot 4,92 + [\text{dW02}] \cdot 4,92 = 7,75$
[GfAbzug 18] 3OG. (L-G+20+16) <1>	$[\text{dW02}] \cdot 9,84 + [\text{dW02}] \cdot 2,46 + [\text{dW02}] \cdot 9,84 + [\text{dW02}] \cdot 7,27 = 10,29$
[GfAbzug 19] 3OG. (K-Überstand+16-13) <1>	$[\text{dW02}] \cdot 7,38 + [\text{dW02}] \cdot 2,46 + [\text{dW02}] \cdot 7,38 + [\text{dW02}] \cdot 2,46 = 6,89$
[GfAbzug 20] 3OG. (L-G+13-3) <1>	$[\text{dW02}] \cdot 24,60 + [\text{dW02}] \cdot 12,19 + [\text{dW03}] \cdot 24,60 + [\text{dW02}] \cdot 2,46 = 14,23$

[NGf 01] EG. (L-G+32-13) <1>	[BGf 01] - [GfAbzug 01] = 543,93
[NGf 02] EG. (L-G+11-3) <1>	[BGf 02] - [GfAbzug 02] = 217,59
[NGf 03] 1OG. (L-G+32-27) <1>	[BGf 03] - [GfAbzug 03] = 135,36
[NGf 04] 1OG. (L-I+27-25) <1>	[BGf 04] - [GfAbzug 04] = 34,59
[NGf 05] 1OG. (I-G+27-25) <1>	[BGf 05] - [GfAbzug 05] = 22,29
[NGf 06] 1OG. (L-G+25-3) <1>	[BGf 06] - [GfAbzug 06] = 601,57
[NGf 07] 1OG. (L-K+16-13) <1>	[BGf 07] - [GfAbzug 07] = 20,23
[NGf 08] 2OG. (L-G+32-27) <1>	[BGf 08] - [GfAbzug 08] = 135,36
[NGf 09] 2OG. (L-I+27-22) <1>	[BGf 09] - [GfAbzug 09] = 81,47
[NGf 10] 2OG. (I-G+25-20) <1>	[BGf 10] - [GfAbzug 10] = 52,28
[NGf 11] 2OG. (L-G+20-16) <1>	[BGf 11] - [GfAbzug 11] = 109,65
[NGf 12] 2OG. (K-G+16-13) <1>	[BGf 12] - [GfAbzug 12] = 69,45
[NGf 13] 2OG. (G-Überstand+16-13) <1>	[BGf 13] - [GfAbzug 13] = 13,72
[NGf 14] 2OG. (L-G+13-3) <1>	[BGf 14] - [GfAbzug 14] = 277,53
[NGf 15] 3OG. (L-G+32-27) <1>	[BGf 15] - [GfAbzug 15] = 135,36

[NGf 16] 3OG. (L-I+27-22) <1>	[BGf 16] - [GfAbzug 16] = 81,09
[NGf 17] 3OG. (I-G+25-20) <1>	[BGf 17] - [GfAbzug 17] = 52,77
[NGf 18] 3OG. (L-G+20+16) <1>	[BGf 18] - [GfAbzug 18] = 109,66
[NGf 19] 3OG. (K-Überstand+16-13) <1>	[BGf 19] - [GfAbzug 19] = 83,07
[NGf 20] 3OG. (L-G+13-3) <1>	[BGf 20] - [GfAbzug 20] = 285,64
[NGf Summe]	[NGf 01] + [NGf 02] + [NGf 03] + [NGf 04] + [NGf 05] + [NGf 06] + [NGf 07] + [NGf 08] + [NGf 09] + [NGf 10] + [NGf 11] + [NGf 12] + [NGf 13] + [NGf 14] + [NGf 15] + [NGf 16] + [NGf 17] + [NGf 18] + [NGf 19] + [NGf 20] = 3062,61

[Nettonutzflächen] ANGf nach Gebäudezonen

[ANGf 01] Zone <1> EG. (L-G+32-13) + [NGf 01] + [NGf 02] + [NGf 03] + [NGf 04] + [NGf 05] + [NGf 06] + [NGf 07] + [NGf 08] + [NGf 09] + [NGf 10] + [NGf 11] + [NGf 12] + [NGf 13] + [NGf 14] + [NGf 15] + [NGf 16] + [NGf 17] + [NGf 18] + [NGf 19] + [NGf 20] = 3062,61

[Bruttoraumvolumen] Ve nach Gebäudezonen

[Ve 01] EG. (L-G+32-13) + [Vol 01] + [Vol 02] + [Vol 03] + [Vol 04] + [Vol 05] + [Vol 06] + [Vol 07] + [Vol 08] + [Vol 09] + [Vol 10] + [Vol 11] + [Vol 12] + [Vol 13] + [Vol 14] + [Vol 15] + [Vol 16] + [Vol 17] + [Vol 18] + [Vol 19] + [Vol 20] = 9555,52
[Summe Ve] + [Ve 01] = 9555,52

[Nettoraumvolumen] Vi nach Gebäudezonen

[Vi 01] Zone <1> EG. (L-G+32-13) + [NGf 01]*(2,89 - 0,24) + [NGf 02]*(2,89 - 0,24) + [NGf 03]*(2,89 - 0,24) + [NGf 04]*(2,89 - 0,24) + [NGf 05]*(2,89 - 0,24) + [NGf 06]*(2,89 - 0,24) + [NGf 07]*(2,89 - 0,24) + [NGf 08]*(2,89 - 0,24) + [NGf 09]*(2,89 - 0,24) + [NGf 10]*(2,89 - 0,24) + [NGf 11]*(2,89 - 0,24) + [NGf 12]*(2,89 - 0,24) + [NGf 13]*(2,89 - 0,24) + [NGf 14]*(2,89 - 0,24) + [NGf 15]*(2,89 - 0,24) + [NGf 16]*(2,89 - 0,24) + [NGf 17]*(2,89 - 0,24) + [NGf 18]*(2,89 - 0,24) + [NGf 19]*(2,89 - 0,24) + [NGf 20]*(2,89 - 0,24) = 8115,92
[Summe Vi] + [Vi 01] = 8115,92

.zur Kontrolle / alternativ: Vi = Ve * 0.8

.Vi <1> EG. (L-G+32-13) [Ve 01] * 0.8 = 7644,42

.zur Kontrolle / alternativ: Vi = Ve * 0.76 (WG bis 3 VG)

.Vi <1> EG. (L-G+32-13) [Ve 01] * 0.76 = 7262,20

Anhang E

Sommerlicher Wärmeschutz DIN 4108-3

Sommerlicher Wärmeschutz (SoWS)

Projekt Bauteil 2, "Johnny", Eichbuschallee 51, Plänterwald, Berlin-Treptow

Bauteil: Fenster Typ 1 (37 bis 42 dB) (Ref-No 1.0)

Bauteiltyp "Fenster"

mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,13$ und $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$

Fenster

(Ref-No 1.5.1)

Isolierverglasung 4-6-4-6-4, Xenonfüllung, beschichtet, $\varepsilon \leq 0,05$, $U_g 0,7$, $t_{D65} = 0,78$

Profilsystem energeto 5000: 5-Kammer-PVC-Fensterprofil mit Scheibenverklebung, $U_f 1,0$; 70/79 mm Bautiefe, Mitteldichtungssystem: Kombination 050x03 + 150x85 (halbflächenversetzt)

Wärmedurchgangskoeffizient nach EN ISO 10077-1

(Ref-No 1.5.5)

Verbundfenster $U_g 0,7$ $U_f 1,00$ $\Psi_g 0,06 (12,5 \text{ m})$ $U_W = 0,90 (0,9) \text{ W/(m}^2\text{K)}$

$A_{\text{glas}} = 4,13 \text{ m}^2 (85\%)$, $A_{\text{frame}} = 0,75 \text{ m}^2$, $A_W = 4,88 \text{ m}^2$, $U_{\text{innenverglasung}} = 5,80 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Glas-Rahmen Verbindungsbereich $\Psi_g = 0,06$ Holz- oder Kunststoffrahmen, Scheiben beschichtet

Wärmedurchlasswiderstand des Luftraums nach Tab. C.1 für $d_{LR} = 0 \text{ mm} = 0,00 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

$U_{\text{verglasung}} = 1 / (1/0,70 + 0,17 + 0,00 + 1/5,80) = 0,70 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

$U_W = (4,13 \cdot 0,70 + 0,75 \cdot 1,00 + 12,46 \cdot 0,06) / (4,13 + 0,75) = 0,90 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

$U_W = 0,90 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ wird für die weiteren Berechnungen angenommen

Sommerlicher Wärmeschutz DIN 4108-2:2003

(Ref-No 1.9.1)

Flächen aus Faltmodell "WSNW-Achse 4 - 3- 3.OG", Dachbereich

mit der Nettogrundfläche $A_G = +29,99 - (0,35 \cdot 2,46 + 0,35 \cdot 12,19 + 0,35 \cdot 2,46 + 0,35 \cdot 12,19) = 19,73 \text{ m}^2$

Fensterflächen	Orientierung / Neigung	$A_W [\text{m}^2]$	g	F_C	$A_W \cdot g \cdot F_C$
1 F 2101 FF West	West 90°	5,05	0,60	0,30	0,91
2 F 2103 FF Ost	Ost 90°	5,05	0,60	0,30	0,91
10,1 m²					1,82

eingesetzte Sonnenschutzvorrichtungen: Sonnenschutz außen, Jalousien $F_c = 0,30$

Sonneneintragskennwert $S_{\text{vorh}} = (\sum A_{w,i} * g_i * F_{c,i}) / A_G = 0,09$

grundflächenbezogener Fensterflächenanteil $f_{AG} = \sum A_W / A_G = 51 \%$

Der Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes ist erforderlich (Grenzwert 10 % aus Tab.7)

Außenwandflächen $A_{AW} = 7,11-5,05 + 35,23 + 7,11-5,05 + 35,23 = 74,58 \text{ m}^2$ (Außenmaße)

Dach- oder Deckenflächen nach außen $A_D = 29,99 = 29,99 \text{ m}^2$

grundflächenbezogene gewichtete Außenflächen $f_{\text{gew}} = (A_W + 0,3 * A_{AW} + 0,1 * A_D) / A_G = 1,80$

Klimaregionen und Bauarten

A = sommerkühl, $\theta_{e,\text{Mittel}}$ bis $16,5^\circ\text{C}$ (Küste, Mittel- und Hochgebirge)

B = gemäßigt, $\theta_{e,\text{Mittel}}$ bis $18,0^\circ\text{C}$ (norddeutsches Tiefland, NRW, Bayern, Main)

C = sommerheiß, $\theta_{e,\text{Mittel}}$ über $18,0^\circ\text{C}$ (Rheinebene, Rheinland, Saarland, Sachsen, Berlin)

leichte bis schwere Bauart: $c_{\text{wirk}} / A_G < 50 \text{ Wh}/(\text{Km}^2)$ bis $c_{\text{wirk}} / A_G > 130 \text{ Wh}/(\text{Km}^2)$.

	zulässiger Sonneneintragskennwert $S_{x,\text{zul}}$
Klimaregion C sommerheiß	+0,015
Bauart: leicht	+0,108 $(0,060 * f_{\text{gew}})$
erhöhte Nachtlüftung (Wohnung)	nein
Sonnenschutzverglasung	+0,030

Sonneneintragskennwert $S_{\text{vorh}} = 0,09 \leq 0,15 = S_{\text{zul}} = 0,015 + 0,108 + 0,03$ **erfüllt die Anforderungen**

Bei Ein- und Zweifamilienhäusern kann auf einen Nachweis verzichtet werden, weil die Fenster mit Ost-, Süd- oder Westorientierung mit einem Sonnenschutz $F_c \leq 0,3$ ausgestattet sind.