

Ergebnisbericht

Berechnungsdokumentation zum Nachweis/Ausweis nach der Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden vom 24.07.2007, geändert durch die Verordnungen vom 29.04.2009 (Energieeinsparverordnung - EnEV 2009) und 18.11.2013 (EnEV 2014) in Verbindung mit den Verschärfungen der EnEV ab 2016



Objekt	Musterhaus Musterstraße 3 99423 Weimar
Aktenzeichen:	WG 2015 Z2015
Auftraggeber	Musterfirma Familie Mustermann Musterstraße 1 99425 Weimar
Berater	Angela Schöffel ENVISYS GmbH & Co. KG Prellerstraße 9 99423 Weimar
	nur gültig mit Unterschrift



99423 Weimar, 11.3.2015

verwendete Software: EVEBI Version 8.1.1 der Firma ENVISYS GmbH & Co. KG
Berechnung nach: DIN V 18599 in Verbindung mit der EnEV 2016

Inhalt

1	Vorbemerkungen	3
2	Ergebnisse im Überblick	4
2.1	Ergebnis der Berechnung - Anforderungswerte	4
3	Gebäude	5
3.1	Grunddaten	5
3.2	Übersicht über die Räume	6
3.3	Daten zur Gebäudehülle	7
3.4	Angaben zur Anlagentechnik	8
3.4.1	Beschreibung und Bewertung der Wärmeversorgung	8
3.4.2	Beschreibung und Bewertung der Trinkwarmwasserversorgung	9
3.4.3	Beschreibung und Bewertung der Lüftung	10
4	Berechnungsergebnisse	11
4.1	Ergebnisse zur Beheizung nach DIN V 18599-5	11
4.2	Ergebnisse zur Beheizung nach DIN V 18599-5	12
4.3	Ergebnisse zur Trinkwarmwasserversorgung nach DIN V 18599-8	14
5	Anhang	17
5.1	Glossar	17
5.2	Förderungen	21
5.3	Internetadressen	22
5.4	Luftdichtigkeitsprüfung des Gebäudes	22
5.5	Bauteilnachweis	22
5.6	Übersicht der Bauteile	23
5.7	Detaillierte Auflistung der Bauteile	24
5.7.1	Konstruktionen mit Abgrenzung nach oben	24
5.7.2	Konstruktionen mit Abgrenzung nach unten	28
5.7.3	Konstruktionen mit seitlicher Abgrenzung	32
5.7.4	Fensterkonstruktionen	38

1 Vorbemerkungen

Aufgabe war laut Angebot und Auftrag die Erstellung eines Nachweises für Wohngebäude gemäß Energieeinsparverordnung (EnEV 2014 (Anforderungen ab 2016)), § 16 und § 3 (DIN V 18599). Die vorliegende Dokumentation dient zur Ergänzung des Energieausweises. Hier werden alle zum Gebäude relevanten Daten und Berechnungsergebnisse ausführlich dargestellt. Die Berechnungen beruhen auf der EnEV Anlage 1 (Wohngebäude) im Zusammenhang mit der DIN V 18599. Für die Berechnungen wurde die Energieberatungssoftware EVEBI Version 8.1.1 der Firma ENVISYS GmbH & Co. KG verwendet.

Hinweise

- Die Dokumentation wurde nach bestem Wissen aufgrund der verfügbaren Daten erstellt. Die Durchführung und der Erfolg einzelner Maßnahmen bleiben in der Verantwortung der Durchführenden beteiligten.
- Die Dokumentation ist kein Ersatz für eine Ausführungsplanung.
- Die Dokumentation ist urheberrechtlich geschützt und alle Rechte bleiben dem Unterzeichner vorbehalten. Die Dokumentation ist nur für den Auftraggeber und nur für den angegebenen Zweck bestimmt. Eine Haftung gegenüber Dritten wird ausgeschlossen.
- Eine Vervielfältigung oder Verwertung durch Dritte ist nur mit der schriftlichen Genehmigung des Verfassers gestattet.
- Eine Rechtsverbindlichkeit folgt nur im Ausmaß der Beauftragung. Sofern im Falle entgeltlicher Beratungen Ersatzansprüche behauptet werden, beschränkt sich der Ersatz bei jeder Form der Fahrlässigkeit auf das gezahlte Honorar.
- Die Dokumentation wurde dem Auftraggeber in einem Exemplar überreicht.

2 Ergebnisse im Überblick

Zusammenfassung

2.1 Ergebnis der Berechnung - Anforderungswerte

	ermittelt	EnEV Referenz ¹⁾	Einheit
Jahresprimärenergiebedarf Q_p	28,7	57,0 ²⁾	kWh/(m ² a)
Transmissionswärmeverlust H_T	0,269	0,398 ³⁾	W/(m ² K)

¹⁾ Anforderungswert Referenzgebäude gem. EnEV 2014 (Anforderungen ab 2016) §3

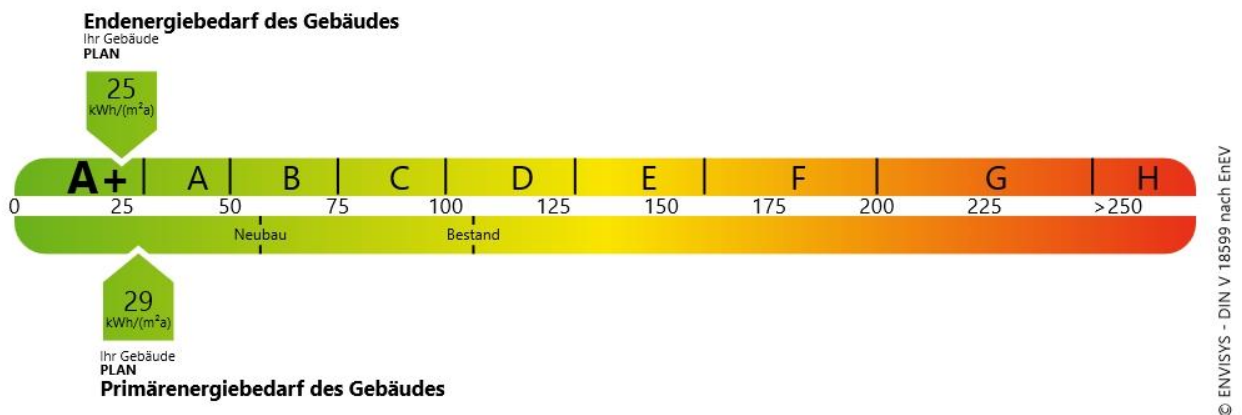
²⁾ gem. EnEV 2014 (Anforderungen ab 2016) Anlage 1, Tabelle 1

³⁾ gem. EnEV 2014 (Anforderungen ab 2016) Anlage 1, Tabelle 2

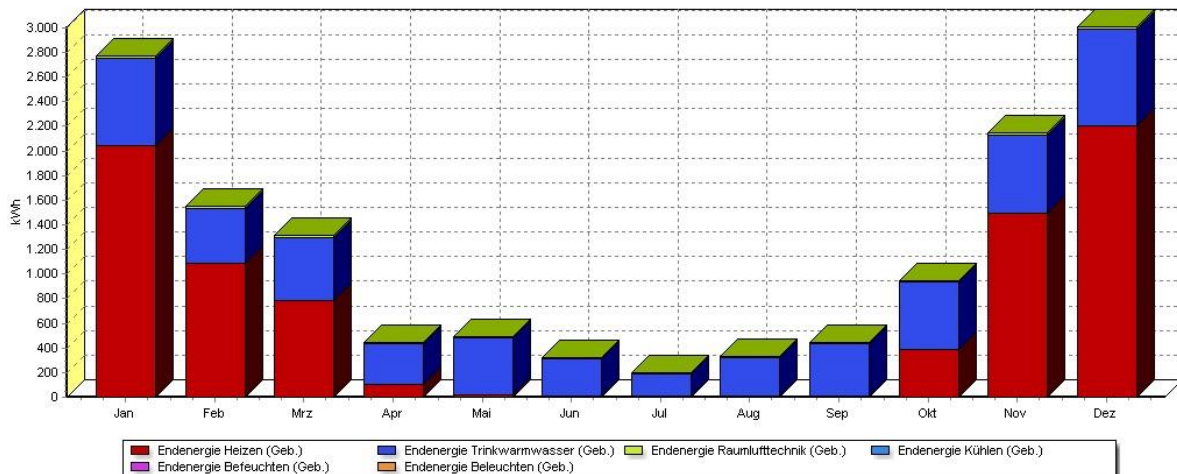
Der Primärenergiebedarf des Gebäudes liegt unter dem Anforderungswert des Referenzgebäudes.
Die Anforderung ist damit erfüllt!

Der spezifische Transmissionswärmetransferkoeffizient bezogen auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche des Gebäudes liegt unter dem Anforderungswert nach EnEV 2014 (Anforderungen ab 2016), Anlage 1 Tab. 2.
Die Anforderung ist damit erfüllt!

Das folgende Bild zeigt Ihnen die Einordnung des Gebäudes gemäß EnEV 2014 (Anforderungen ab 2016) (Primärenergiebedarf bezogen auf die Nutzfläche)



Das folgende Bild zeigt die Monatswerte der Endenergie des Gebäudes



3 Gebäude

3.1 Grunddaten

Grunddaten	
Gebäudetyp:	Mehrfamilienhaus
Baujahr:	2016
Anbausituation:	freistehend
Gebäudelage:	innerorts
Exposition/Bauweise:	kompakt
Bauart:	schwer
Ausstattung:	mittel
Luftdichtheit:	geprüft
Durchschnittliche Geschosshöhe:	2,63 m
beheizte Wohnfläche:	400,8 m ²
Gebäudenutzfläche ¹⁾ :	419,3 m ²
Gebäudevolumen V _e :	1.310,40 m ³ (Brutto)
Wärmeübertragende Umfassungsfläche A:	787,58 m ² (Brutto)
A/V-Verhältnis:	0,60 m ⁻¹
Fensterflächen:	87,34 m ²
Außentürenflächen:	2,56 m ²
Vollgeschosse:	3
charakteristische Breite:	9,00 m
charakteristische Länge:	12,00 m
Anzahl Wohneinheiten:	3
Anzahl Bewohner/Nutzer:	16
Raumtemperatur:	durchschnittlich ca. 20,0 °C
Kühltechnik:	keine Kühltechnik

¹⁾ hierbei handelt es sich um die Energiebezugsfläche nach EnEV, welche aus dem Gebäudevolumen ermittelt wird und von der Wohnfläche abweicht

3.2 Übersicht über die Räume

Das vorliegende Objekt setzt sich aus den folgenden Räumen zusammen.

Nr.	Raum	Zone	Fläche	Nettovolumen	lichte Höhe
			[m ²]	[m ³]	[m]
EG					
G00R006	Kochen	Wohnen MFH	21,7	55,4	2,55
G00R001	Wohnen	Wohnen MFH	58,3	148,7	2,55
G00R007	Flur	Wohnen MFH	13,2	33,6	2,55
G00R005	WC	Wohnen MFH	2,1	5,3	2,55
G00R002	Eltern	Wohnen MFH	17,9	45,6	2,55
G00R004	Bad	Wohnen MFH	7,3	18,6	2,55
G00R003	Kind	Wohnen MFH	10,0	25,4	2,55
G00R008	Treppe	Wohnen MFH	14,8	37,0	2,50
Summe:			145,3		
OG 1					
G01R007	OG Flur	Wohnen MFH	13,2	33,6	2,55
G01R001	OG Wohnen	Wohnen MFH	58,3	148,7	2,55
G01R002	OG Eltern	Wohnen MFH	17,9	45,6	2,55
G01R006	OG Küche	Wohnen MFH	21,7	55,4	2,55
G01R004	OG Bad	Wohnen MFH	7,3	18,6	2,55
G01R005	OG WC	Wohnen MFH	2,1	5,3	2,55
G01R003	OG Kind	Wohnen MFH	10,0	25,4	2,55
G01R008	OG Treppe	Wohnen MFH	14,8	37,0	2,50
Summe:			145,3		
OG 2					
G01R006	DG Flur	Wohnen MFH	8,2	18,9	2,30
G01R001	DG Küche	Wohnen MFH	7,1	17,1	2,40
G02R003	DG Dusche	Wohnen MFH	5,0	11,2	2,23
G02R004	DG Kinder	Wohnen MFH	18,7	42,7	2,29
G02R001	DG Wohnen	Wohnen MFH	43,5	97,2	2,23
G02R007	DG Treppe	Wohnen MFH	8,9	16,6	1,86
G02R005	DG Kinder	Wohnen MFH	18,7	42,7	2,29
Summe:			110,3		
Gesamtsumme:			400,8		

3.3 Daten zur Gebäudehülle

Bauteilname	Grenzflächen	U-Wert	Fläche	HT ¹⁾	Fx ²⁾
		[W/m ² K]	[m ²]	[W/K]	[kWh/a]
Zone Wohnen MFH					
Kellerdecke	nach unten	0,13	144,0	19,2	0,55
Bodenplatte Treppenhaus	nach unten	0,93	15,5	14,4	0,25
Bauteil nach oben	nach oben	0,09	91,0	8,4	1,00
Dachschräge Nord neu	nach oben	0,09	38,6	3,6	1,00
Dachschräge N erweitert	nach oben	0,09	50,0	4,6	1,00
Dachschräge S erweitert	nach oben	0,09	28,5	2,6	1,00
Keller zum Treppenhaus	seitlich	0,15	20,1	2,9	0,50
Außenwand S	seitlich	0,13	77,4	10,0	1,00
Außenwand W	seitlich	0,13	78,8	10,2	1,00
Außenwand O	seitlich	0,13	71,5	9,2	1,00
Außenwand N	seitlich	0,13	65,8	8,5	1,00
Kellertür	seitlich	2,66	1,8	4,7	0,50
Kellerwand Erdreich	seitlich	0,90	12,3	11,1	0,40
Außenwand SW Wohnen MFH	seitlich	0,15	2,3	0,3	1,00
Dachflächenfenster in Dach S	Fenster/Tür	3,61	4,5	16,4	1,00
Dachflächenfenster in Dach N	Fenster/Tür	3,61	3,6	12,9	1,00
Westfenster	Fenster/Tür	0,78	3,9	3,1	1,00
Fenster Ost	Fenster/Tür	0,78	14,2	11,1	1,00
Fenster Süd	Fenster/Tür	0,78	12,0	9,4	1,00
Fenster Nord	Fenster/Tür	0,78	24,5	19,1	1,00
Haustür	Fenster/Tür	0,78	2,6	2,0	1,00
Balkontür Süd	Fenster/Tür	0,78	24,5	19,1	1,00

¹⁾HT - spezifischer Transmissionswärmekoeffizient durch das Bauteil W/K

²⁾Fx - Temperatur-Korrekturfaktor

Bauteilkategorie	durchschn. U-Wert	Fläche	Wärmeverlust
	[W/m ² K]	[m ²]	[kWh/a]
untere Abgrenzung	0,21	159,5	1.521
obere Abgrenzung	0,09	208,1	2.457
seitliche Abgrenzung	0,17	330,0	5.149
Fenster/Tür	1,04	89,9	8.098
Wärmebrücken	0,05	787,6	2.680

3.4 Angaben zur Anlagentechnik

3.4.1 Beschreibung und Bewertung der Wärmeversorgung



Bereich: Wärmeversorgung, zentral

Abgabe

Übergabe:	Flächenheizung
Anordnung:	Heizkörper nach Außen
Regelung:	elektronische Regelung optimiert
Heizkreistemperatur:	35/28°C
Nachtabsenkung:	ja, um 4,0 °C über 7 Stunden
hydraulischer Abgleich:	ja

Verteilung

Horizontalverteilung :	37,5 m im Unbeheizten, 10,0 m im Beheizten - 0,40 W/mK Dämmung
Steigstränge:	0,0 m im Unbeheizten, 29,4 m im Beheizten - 1,40 W/mK Dämmung
Anbindeleitungen :	215,3 m im Beheizten - 1,40 W/mK Dämmung
Pumpe:	20 W; variable Druckdifferenz;

Speicherung

Heizungspufferspeicher:	1.000 l Volumen, Aufstellung bei 20 °C Raumtemperatur, Ladepumpe: 20 W Bereitschaftsverlust: 3,70 kWh pro Tag
-------------------------	--

Erzeugung

Solaranlage mit Heizungsunterstützung	Zentralheizung (im Unbeheizten), Sonnenkollektor, 2,0 kW, Normalstrom, Baujahr: 2016 Einschaltdauer: 8760 Stunden
Pelletkessel	Zentralheizung (im Unbeheizten), Brennwertgerät, 37,0 kW, Erdgas (incl. Flüssiggas), Baujahr: 2016 Einschaltdauer 8760 Stunden, Abgasverlust: 5,0 %, Bereitschaftsverlust: 3,00 %, Hilfsstrom: 40 W Jahresnutzungsgrad: 92,4 %

Der Wirkungsgrad für die Heizungsanlage beträgt 99,9 %

3.4.2 Beschreibung und Bewertung der Trinkwarmwasserversorgung



Bereich: Warmwasserversorgung, zentral

Abgabe

Wassermenge:	4 m ³ / Jahr
Wassertemperatur:	60 °C
Abgabestellen:	4 Räume
Erwärmungen:	3 pro Tag

Verteilung

Baujahr:	2016
Horizontalleitung:	53,5 m - 0,08 W/mK (gemäß EnEV gedämmt)
Steigstrang:	10,0 m - 1,40 W/mK (mäßig gedämmt)
Stich-/Anbindeleitung:	39,7 m - 0,13 (gemäß EnEV gedämmt)
Zirkulation:	nein

Speicherung

Trinkwarmwasserspeicher:	1.000 l Speichervolumen
Baujahr:	2016
Aufstellungsort:	innerhalb der thermischen Hülle
Speicherdämmung:	0,30 W/m ² K

Bereitung

- 1) Kombi-Erzeuger: Kombi-Erzeuger (Erzeuger für HZ+WW), 37 kW, Pelletkessel, Baujahr: 2016, mit 39 % Deckung
- 2) TW-Erzeuger - Maßnahme: Solaranlage mit 15,0 m² Kollektorfläche, Baujahr: 2016, mit 61 % Deckung
Solaranlage mit Heizungsunterstützung: (berechnet mit EnEV-Randbedingungen), weitere detaillierte Daten siehe unten

Detaillierte Angaben zur Solaranlage

Bauart: Vakuumröhrenkollektor, Anlage: kleine Anlage, Kollektorfläche: 15,0 m², Neigung: 30°, Ausrichtung zu Süd: - 20°

Speicher Bereitschaftsvolumen: 414 l, Bereitschaftswärmeverlust: 0,30 kWh/Tag

Leitungslänge Solarkreislauf: 40 m, Leistung Solarkreispumpe: 10 W

3.4.3 Beschreibung und Bewertung der Lüftung



Lüftungsbereich	Bereich/Anlage - Maßnahme: Hocheffiziente Lüftungsanlage mit
Lüftungsart	Wärmerückgewinnung
Deckung	100 %
Luftwechsel	0,2 1/h
<i>Anlage</i>	
Baujahr der Anlage	2016
Aufstellort	innerhalb der therm. Hülle
Betriebsart	ganzjähriger Betrieb
Betriebszeit	2.400 Stunden im Jahr
Gehäusedämmung	gut
<i>Ventilatoren</i>	
Ventilatoren	im Gerät
Leistung	20,00 W
Stromart	Gleichstrom
Bedarfsregelung	nicht bedarfsgeführt
<i>Wärmeübertrager</i>	
Wärmerückgewinnung	90,0 %
Leckage	0,00 %
<i>Vorkonditionierung</i>	
Vorkonditionierung	keine Luftvorwärmung
Abschalttemperatur	0 °C
Korrekturfaktor	1,00 (Frostschutz)

Lüftung findet in jedem Gebäude zum einen kontrolliert, zum anderen auch unkontrolliert statt. Unkontrollierte Lüftungswärmeverluste finden im Wesentlichen durch Fenster- und Türfugen bzw. -Schwellen statt. Aber auch Mauerwerk, Maueranschlüsse, Trockenbaufugen etc. können zu hohen Lüftungswärmeverlusten führen. Im vorliegenden Bericht wurde dies berücksichtigt durch Einschätzung der Fugendichtigkeit.

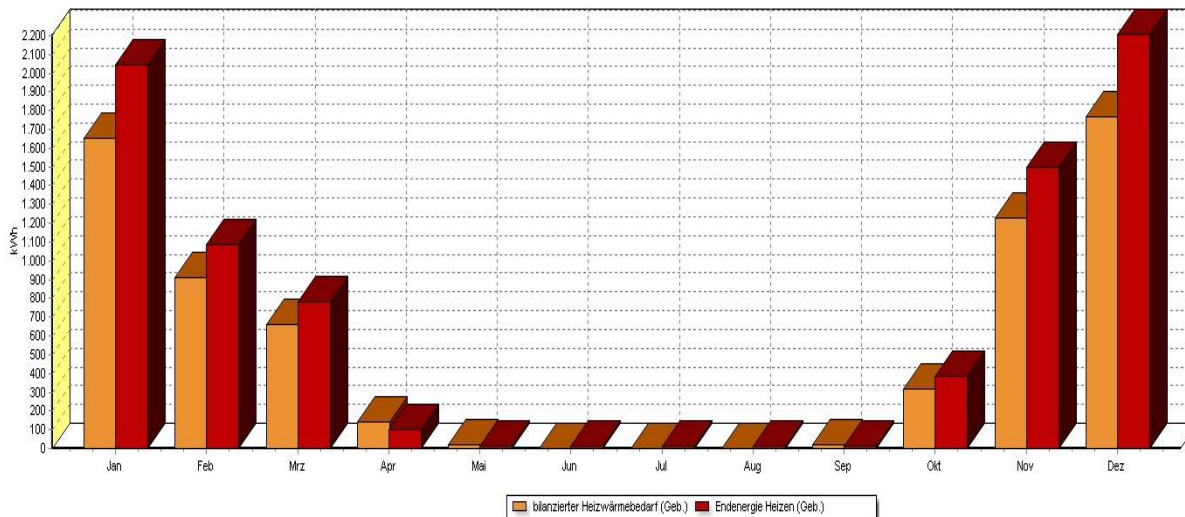
Ein gewisses Maß an Lüftung ist hygienisch und bauphysikalisch notwendig, da Menschen und Pflanzen atmen und dazu Sauerstoff benötigen (siehe dazu ggf. Anmerkungen im Anhang). Feuchtigkeit muss abgeführt werden, um Schimmelbildung abzuwehren. Vermehrt in modernen Baustoffen, Kunststoffen, Belägen, Fasern etc. auftretende Schadstoffe müssen ebenso abgeführt werden. Notwendig ist daher eine Mindest-Luftwechselrate von 0,3 (Austausch der gesamten Luft in 3,3 Stunden). Ist eine Lüftungsanlage (mechanische Lüftung) vorhanden, so wird die Rate exakt dimensioniert und hier so berücksichtigt. Im Falle der manuellen Lüftung wurde auch dieser Wert aufgrund Ihrer Angaben eingeschätzt. Mündlich wurden dazu ergänzende Hinweise gegeben.

4 Berechnungsergebnisse

4.1 Ergebnisse zur Beheizung nach DIN V 18599-5

Nachfolgend werden die Ergebnisse zur Wärmeversorgung ausgegeben.

Das folgende Bild zeigt die Monatswerte für den Heizwärmebedarf und Endenergiebedarf zum Heizen für das Gebäude



4.2 Ergebnisse zur Beheizung nach DIN V 18599-5

Heizbereich: Wärmeversorgung

Der Heizbereich versorgt folgende Zonen: Wohnen MFH

Monatswerte (Auswahl)		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	Jahr
Wärmebedarf	[kWh]	1.227	994	345	25	0	0	0	0	0	81	872	1.547	5.091
Übergabeverluste	[kWh]	74	60	21	2	0	0	0	0	0	5	52	93	305
Verteilverluste	[kWh]	128	106	59	4	0	0	0	0	0	13	96	150	555
Speicherverluste	[kWh]	13	11	7	6	0	0	0	0	0	6	10	15	67
Erzeugernutzwärmeabgabe	[kWh]	1.441	1.170	431	37	0	0	0	0	0	105	1.031	1.804	6.019
Hilfsenergie Übergabe	[kWh]	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
Hilfsenergie Speicher	[kWh]	3	3	1	1	0	0	0	0	0	1	2	4	15
Hilfsenergie Verteilung	[kWh]	8	7	8	1	0	0	0	0	0	2	8	8	41
Hilfsenergie Erzeugung	[kWh]	22	20	19	12	11	11	11	11	11	16	20	23	187
Hilfsenergie gesamt	[kWh]	35	30	28	14	12	12	12	12	12	19	31	36	252

Der Heizbereich untergliedert sich in 1 Heizkreis/e. Nachfolgend werden die zugehörigen Heizkreise aufgelistet:

Heizkreis: Heizkreis, versorgt die Zone(n): Wohnen MFH

Leitungsname	Funktion	Lage	Länge [m]	U-Wert [W/mK]	Leitungsverlust [kWh/a]
Verteilleitungen	Horizontal-Leitung	außen	37,5	0,200	213,1
Steigleitungen	Steigstrang	innen	29,4	0,200	39,5
Anbindungen	Stich-/Anbindeleitung	innen	215,3	0,200	289,1
Leitung 1	Horizontal-Leitung	innen	10,0	0,200	13,4



**Der Heizbereich wird von folgenden Wärmeerzeugern versorgt:
Wärmeerzeuger: Solaranlage mit Heizungsunterstützung**

Monatswerte (Auswahl)		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	Jahr
Nutzwärmeabgabe	[kWh]	56	54	115	37	0	0	0	0	0	96	68	23	449
Erzeugerverluste	[kWh]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Endenergieaufnahme	[kWh]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hilfsenergie Erzeuger	[kWh]	3	3	6	2	0	0	0	0	0	5	3	1	22
Wärmeertrag aus Umwelt	[kWh]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vollbenutzungsstunden	[h]	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	224
Vollbenutzungsstunden KWK	[h]	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	0
Vollbenutzungsstunden WP	[h]	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	0

Wärmeerzeuger: Pelletkessel

Monatswerte (Auswahl)		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	Jahr
Nutzwärmeabgabe	[kWh]	1.384	1.116	316	0	0	0	0	0	0	9	963	1.782	5.570
Erzeugerverluste	[kWh]	105	87	49	0	0	0	0	0	0	9	80	126	457
Endenergieaufnahme	[kWh]	1.490	1.203	365	0	0	0	0	0	0	18	1.043	1.907	6.026
Hilfsenergie Erzeuger	[kWh]	20	17	13	10	11	11	11	11	11	11	17	22	165
Wärmeertrag aus Umwelt	[kWh]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vollbenutzungsstunden	[h]	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	151
Vollbenutzungsstunden KWK	[h]	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	0
Vollbenutzungsstunden WP	[h]	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	0



Die Verteilverluste untergliedern sich wie folgt:

Leitungsname	Funktion	Lage	beheizt	Länge [m]	U-Wert [W/mK]	Leitungsverlust [kWh/a]
Trinkwasserleitung 1	Horizontal-Leitung	außen	ja	53,5	0,081	847,5
Trinkwasserleitung 2	Steigstrang	außen	ja	10,0	1,400	533,7
Trinkwasserleitung 3	Stich-/Anbindeleitung	außen	ja	39,7	0,133	850,8

Der Trinkwarmwasserbereich wird von folgenden Warmwasserbereitern versorgt:

Warmwassererzeuger: Kombi-Erzeuger

Monatswerte (Auswahl)		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	Jahr
Nutzwärmeabgabe	[kWh]	642	536	399	0	80	0	0	102	146	389	581	751	3.624
Erzeugerverluste	[kWh]	2	2	1	156	175	117	121	121	169	131	2	3	1.001
Endenergieaufnahme	[kWh]	644	537	400	156	255	117	121	223	315	520	583	754	4.626
Hilfsenergie Erzeuger	[kWh]	4	4	3	10	12	11	11	12	12	11	4	5	98
Wärmeertrag aus Umwelt	[kWh]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Warmwassererzeuger: TW-Erzeuger - Maßnahme: Solaranlage mit Heizungsunterstützung

Monatswerte (Auswahl)		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	Jahr
Nutzwärmeabgabe	[kWh]	155	184	397	766	708	758	781	679	616	403	190	46	5.683
Erzeugerverluste	[kWh]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Endenergieaufnahme	[kWh]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hilfsenergie Erzeuger	[kWh]	8	9	20	38	35	38	39	34	31	20	9	2	284
Wärmeertrag aus Umwelt	[kWh]	155	184	397	766	708	758	781	679	616	403	190	46	5.683

5 Anhang

5.1 Glossar

Energieumsatz pro Zeiteinheit	= Watt (W) (1 kW = 1.000 W)
Einheit für Energieverbrauch/-leistung pro Jahr	= kWh/a
Flächenspezifischer, jährlicher Energieverbrauch	= kWh/m ² a

Abgasverluste

- Wärme, die mit dem Abgas der Heizanlage verloren geht. Lässt sich durch Brenntechnik reduzieren (siehe Brennwertkessel). Bei niedrigen Abgasverlusten allerdings Gefahr der Schornsteinversottung.

Amortisation

- Deckung der aufgewendeten Investitionskosten für ein Maßnahmenpaket durch deren Einsparung. Wird unter Berücksichtigung der Preissteigerung und der Kapitalverzinsung nach VDI 2067 berechnet.

Beleuchtungsbedarf

- siehe Nutzenergiebedarf Beleuchtung

Bereitschaftsverlust

- Beim Aufheizen eines kalten und beim Abkühlen eines Kessels auftretende Verluste. Reduzierbar durch hohe Brennerlaufzeiten. Einfluss auf die Verluste hat auch die Bauart (relative Bereitschaftsverluste).

Bilanzinnentemperatur

- mittlere Innentemperatur eines Gebäudes bzw. einer Zone unter Berücksichtigung von räumlich oder zeitlich eingeschränktem Heizbetrieb und im Falle der Kühlbedarfsermittlung unter Berücksichtigung von zugelassenen Temperaturschwankungen, die der Ermittlung des Heizwärme- und Kühlbedarfs zugrunde gelegt wird
- In der Regel werden unterschiedliche Werte für den Heiz- und den Kühlbetrieb angesetzt.

Brennwertkessel

- Durch einen zweiten Wärmetauscher entzieht ein Brennwertkessel dem wasserdampfhaltigen Abgas durch Kondensation Wärme. Dadurch wird über den Heizwert eines Brennstoffes hinausgehende Energie genutzt und die Abgase auf niedrige Temperaturen gebracht. Diese Technik stellt besondere Ansprüche an den Schornstein. Gegebenenfalls ist eine Neutralisation des Kondensats erforderlich.

Bruttovolumen; V_e

- externes Volumen; von Außenmaßen ermitteltes Volumen eines Gebäudes oder einer Gebäudezone, welches konditioniert wird

Dämmung

- Wichtigste Methode der Energieeinsparung. Durch Dämmung wird die Transmission (Wärmeverlust durch Bauteile) herabgesetzt. Bei der Bauteildämmung genutzte Dämmstoffe werden nach ihrem Dämmwert, nach den Kosten, nach dem Energieaufwand bei der Herstellung und unter ökologischen Kriterien beurteilt bzw. unterschieden. Konventionelle Dämmstoffe sind Polystyrol, Mineralwolle (Stein- oder Glaswolle) und Polyurethanschäume. Alternative Dämmstoffe sind Holzfasersplatten, Kork, Zellulosefasern, Hanf, Flachs, Mineralewollplatten u.v.m. Besonders im Bereich der Dachdämmung sollten neben ökologischen Gesichtspunkten aus Gründen der Behaglichkeit (sommerlicher Wärmeschutz!) auf Holzfaser- und/oder Zellulosedämmstoffe zurückgegriffen werden.

Deckung in %

- Die Deckung bezeichnet den Anteil des jeweiligen Heizungssystems am Gesamtaufkommen des Heizwärmebedarfs einschließlich des Warmwasserbedarfs, wenn dieser mit der Heizung ganz oder teilweise erzeugt wird. Die Deckung des Warmwasserbereiters bezieht sich auf den Warmwasserbedarf, der über die Warmwasseranlagen erzeugt wird.

Emissionen

- Bei der Verbrennung fossiler Energieträger entstehende Schadstoffe und -gase, die durch Schornsteine und Abgasrohre an die Außenluft abgegeben werden und die Luft verunreinigen. Beim Hausbrand sind dies im Wesentlichen CO₂, SO₂, NO_x und Stäube.

Endenergiebedarf

- berechnete Energiemenge der Anlagentechnik zur Aufrechterhaltung der festgelegten Konditionen; hier sind die Hilfsenergien (wie Stromverbrauch der Heizungspumpe, Zirkulationspumpe, Ventilatoren etc.) und Verluste durch die Bereitstellung, Speicherung, Verteilung und Übergabe der Energie eingeschlossen
- Energiemenge, die der Verbraucher für eine bestimmungsgemäße Nutzung benötigt (kaufen muss)

Energiekennzahl

- Vergleichsgröße zur Bezifferung des Energieverbrauchs bei Gebäuden. Hierunter wird die Energiemenge verstanden, die im Laufe eines Jahres für die Beheizung eines Quadratmeters Wohnfläche verbraucht wird. Bei Einfamilienhäusern liegt die Energiekennzahl zwischen 100 und 300 KWh/m², möglich sind Werte um 50 KWh/m² (Niedrigenergiehaus). Bei Mehrfamilienhäusern sind die Werte wegen günstigerem Volumen/Hüllflächen-Verhältnis um etwa 40 % niedriger.

Energieträger

- zur Erzeugung von mechanischer Arbeit, Strahlung oder Wärme oder zum Ablauf chemischer bzw. physikalischer Prozesse verwendete Substanz oder verwendetes Phänomen

Heizkörperthermostat

- Regelungseinrichtung am Heizkörper. Das Ventil wird nur dann geöffnet, wenn eine eingestellte Soll-Temperatur unterschritten wird. Heute bei Wohngebäuden Pflicht.

Heizwärmebedarf

- siehe Nutzwärmebedarf

Hilfsenergie

- Energie, die von Heizungs-, Kühl-, Trinkwarmwasser-, Raumluft- (einschließlich Lüftungs-) und Beleuchtungssystemen verwendet wird, um die zugeführte Energie und Nutzenergie umzuwandeln
- Dies schließt Energie für Pumpen, Ventilatoren, Regelung, Elektronik usw., nicht aber die umgewandelte Energie, ein.

Hüllfläche bzw. wärmeübertragende Umfassungsfläche

- äußere Begrenzung jeder Zone
- Die Hüllfläche bzw. wärmeübertragende Umfassungsfläche ist die Grenze zwischen konditionierten Räumen und der Außenluft, dem Erdreich oder nicht konditionierten Räumen. Über diese Fläche verliert oder gewinnt der gekühlte/beheizte Raum Wärme, daher auch „wärmeübertragende Umfassungsfläche“. Auch nicht beheizte/gekühlte, sondern anderweitig konditionierte Zonen (beleuchtet, belüftet) weisen Hüllflächen auf, bei denen jedoch keine Wärmeübertragung erfolgt. Vereinfachend werden die Benennungen „Hüllfläche“ und „wärmeübertragende Umfassungsfläche“ parallel verwendet.
- Die Hüllfläche bzw. wärmeübertragende Umfassungsfläche wird durch eine stoffliche Grenze gebildet, üblicherweise durch Außenfassade, Innenflächen, Kellerdecke, oberste Geschossdecke oder Dach.

Hydraulischer Abgleich

- Der hydraulische Abgleich beschreibt ein Verfahren, mit dem innerhalb einer Heizungsanlage jeder Heizkörper oder Heizkreis einer Flächenheizung bei einer festgelegten Vorlauftemperatur der Heizungsanlage genau mit der Wärmemenge versorgt wird, die benötigt wird, um die für die einzelnen Räume gewünschte Raumtemperatur zu erreichen. Dies wird mit genauer Planung, Überprüfung und Einstellung bei der Inbetriebnahme der Anlage erreicht. Auch ein nachträglicher hydraulischer Abgleich ist möglich, wenn die dafür erforderlichen Armaturen im Rohrnetz vorhanden sind (z.B. voreinstellbare Thermostatventile oder Strangdifferenzdruckregler). Ist eine Anlage abgeglichen, ergeben sich mehrere Vorteile: Die Anlage kann mit einem optimalen Anlagendruck und damit mit einer optimal niedrigen Volumenmenge betrieben werden. Daraus resultieren nied-

rige Anschaffungskosten der Umwälzpumpe und niedrige Energie- und Betriebskosten während des Betriebes.

Jahresnutzungsgrad

- Er sagt aus, wie stark die Heizanlage ausgelastet ist. Ein gut ausgelastetes System arbeitet wesentlich wirtschaftlicher. Schlechte Nutzungsgrade kommen durch Überdimensionierung zustande.

Kapitalwert

- Angenommener Geldwert, der zu Beginn der Maßnahme aufzuwenden wäre, um die Maßnahme abzüglich der Energieeinsparung unter Berücksichtigung der Zinsen durchzuführen. Ein positiver Kapitalwert entspricht einem finanziellen Gewinn über die Nutzungszeit.

Klimaschutz

- Bei der Verbrennung von Kohle, Gas oder Öl wird das Treibhausgas CO₂ freigesetzt. Dieses Gas wird für die klimatischen Veränderungen mit verantwortlich gemacht. Ziel ist es deshalb diesen Ausstoß zu verringern.

konditionierter Raum

- Raum und/oder Raumgruppe, die auf eine bestimmte Solltemperatur beheizt und/oder gekühlt und/oder be- und entlüftet und/oder befeuchtet und/oder beleuchtet und/oder mit Trinkwarmwasser versorgt werden
- Zonen sind konditionierte Räume und weisen mindestens eine Art der Konditionierung auf. Räume ohne Konditionierung werden als „nicht konditionierte Räume“ bezeichnet.

Konditionierung

- Ausbildung bestimmter Bedingungen in Räumen durch Heizung, Kühlung, Be- und Entlüftung, Befeuchtung, Beleuchtung und Trinkwarmwasserversorgung um
- bestimmte Nutzungsanforderungen an Innentemperatur, Frischluft, Licht, Luftfeuchte und/oder Trinkwarmwasser zu erfüllen

Kühlbedarf

- siehe Nutzkältebedarf

kWh

- KiloWattStunde, Einheit für Energie, Umrechnungsfaktoren:
- 1 Liter Heizöl = 10 kWh
- 1 m³ Erdgas = 8 bis 10 kWh
- 1 Liter Flüssiggas = 6 bis 7 kWh
- 1 kg Holzpellets = 5 kWh

Nettogrundfläche, Energiebezugsfläche; A_{NGF}

- nutzbare Fläche im konditionierten Raum

Nettoraumvolumen, Luftvolumen; V

- Volumen einer konditionierten Zone bzw. eines gesamten Gebäudes, das dem Luftaustausch unterliegt
- Das Nettoraumvolumen bestimmt sich anhand der inneren Abmessungen und schließt so das Volumen der Gebäudekonstruktion aus.
- Das Nettoraumvolumen wird aus der entsprechenden Nettogrundfläche durch Multiplikation mit der lichten Raumhöhe ermittelt. Die lichte Geschosshöhe ist die Höhendifferenz zwischen der Oberkante des Fußbodens bis zur Unterkante der Geschossdecke bzw. einer abgehängten Decke. Vereinfacht, d. h., wenn z. B. kein inneres Aufmaß gemacht wird, wird es aus dem Bruttovolumen (externes Volumen) mit $V = 0,8 V_e$ bestimmt.

Nutzenergiebedarf

- rechnerisch ermittelter Bedarf zur Aufrechterhaltung der festgelegten Konditionen (Heizung, Kühlung, Be- und Entlüftung, Befeuchtung, Beleuchtung und Trinkwarmwasserversorgung)

Nutzenergiebedarf Beleuchtung

- rechnerisch ermittelter Energiebedarf, der sich ergibt, wenn die Gebäudezone mit der im Nutzungsprofil festgelegten Beleuchtungsqualität beleuchtet wird

Nutzenergiebedarf Trinkwarmwasser

- rechnerisch ermittelter Energiebedarf für die festgelegte Trinkwarmwassermenge mit entsprechender Zulauftemperatur

Nutzungsdauer

- Angenommene Lebensdauer einer technischen Anlage oder einer Dämmung, während der sie die geplanten Aufgaben rentabel erfüllen kann. Durch diese Angabe werden verschiedene Maßnahmen wirtschaftlich vergleichbar.

Nutzkältebedarf

- rechnerisch ermittelter Kühlbedarf, der zur Aufrechterhaltung der festgelegten thermischen Raumkonditionen innerhalb einer Gebäudezone benötigt wird in Zeiten, in denen die Wärmequellen eine höhere Energiemenge anbieten als benötigt wird

Nutzwärmebedarf

- Als Nutzwärmebedarf bezeichnet man, vereinfacht ausgedrückt, die Energiemenge, die zur thermischen Konditionierung eines Gebäudes unter Berücksichtigung definierter Vorgaben erforderlich ist. Der Nutzwärmebedarf ist die Summe von Wärmesenken (Transmissionswärmeverluste, Lüftungswärmeverluste etc.) abzüglich der Wärmequellen (nutzbare solare Gewinne, Gewinne durch Geräte, Personen etc.).

Primärenergieaufwandszahl

- Diese Zahl beschreibt die Qualität des Heizsystems als Verhältnis zwischen zugeführter Primärenergie und tatsächlich genutzter Energie für Heizung und Warmwasser (kWhPrimär/kWhNutz). Je kleiner die Primärenergieaufwandszahl ist, desto besser ist die Bewertung.

Primärenergiebedarf

- Produkt aus Endenergie und Primärenergiefaktor des eingesetzten Brennstoffes (Energieträgers). Der Primärenergiebedarf beziffert zusätzlich zum Endenergiebedarf die Herstellung und den Transport der verwendeten Energie.

Raum-Solltemperatur

- je nach Nutzungsprofil vorgegebene empfundene Temperatur im Innern eines Gebäudes bzw. einer Zone, die den Sollwert der Raumtemperatur bei Heiz- bzw. Kühlbetrieb repräsentiert
- In der Regel sind unterschiedliche Werte für den Heiz- und den Kühlbetrieb vorgesehen.

Regelung

- Heizenergieverluste können durch optimale Regelung weitgehend minimiert werden. Wichtige Ansatzpunkte: Wärme soll nur dahin gelangen, wo sie zur Zeit auch benötigt wird (Heizkörper- und Raumthermostate); die Vorlauftemperatur soll nur so hoch sein, wie sie zur Erfüllung des Heizzweckes unbedingt erforderlich ist (Nachtabsenkung, Außenthermostat). Die Flammengröße des Brenners soll so eingestellt werden, dass unnötige Stillstandsverluste vermieden werden.

Regenerative Energien

- Erneuerbare Energien benutzen die in der Umwelt vorhandenen und sich durch natürliche Vorgänge erneuernden Energieformen. Im Wesentlichen handelt es sich dabei um Umweltwärme (Wärmepumpen), Sonnenenergie (Kollektoren), Erdwärme (aus tiefen Erdschichten), Wasserkraft (Wasserkraftwerke), Wellenenergie.

Rendite, mittlere

- Durchschnittlicher prozentualer Gewinn über den gesamten Nutzungszeitraum der Variante.
Rendite = $((\text{Kapitalwert} + \text{Investition}) / \text{Investition})^{(1/\text{Nutzungszeitraum})}$

Systemnutzungsgrad in %:

- Dieser umfasst den Nutzungsgrad der Heizungsanlage einschließlich der Wärmeverteilung (Leitungen) im Gebäude. Je höher dieser Nutzungsgrad ist, desto effektiver ist die Heizungsanlage. Beim Einsatz von Solarkollektoren und Wärmepumpen liegt der Nutzungsgrad zwischen 100 und 300 %. Alte Heizungsanlagen weisen dagegen einen Nutzungsgrad < 70 % aus.

Taupunkt

- Taupunkt bezeichnet den Zustand des Wassers in seinem Phasendiagramm, bei dem es zur Kondensation (zum Beispiel Taubildung) von Wasserdampf kommt. Es handelt sich also um den Kondensationspunkt des Wassers.

Transmission

- Wärmedurchgang durch ein Bauteil, durch Strahlung und durch Konvektion an den Oberflächen. Wird errechnet aus dem U-Wert, der Fläche des Bauteils.

Trinkwarmwasserbedarf

- siehe Nutzenergiebedarf für Trinkwarmwasser

U-Wert

- Wärmedurchgangskoeffizient, Größe für die Transmission durch ein Bauteil. Er beziffert die Wärmemenge (in kWh), die bei einem Grad Temperaturunterschied durch einen Quadratmeter des Bauteils entweicht. Folglich sollte ein U-Wert möglichst gering sein. Wird bestimmt durch die Dicke des Bauteils und den Lambda-Wert (Dämmwert) des Baustoffes.

Verluste

- Verluste der Anlagentechnik (Wärmeabgabe, Kälteabgabe) bei der Übergabe, Verteilung, Speicherung und Erzeugung

Versorgungsbereich

- Bereich des Gebäudes, das von der gleichen Technik versorgt wird
- ein Versorgungsbereich (Heizung, Warmwasser, Lüftung, Kühlung etc.) kann sich über mehrere Zonen erstrecken

Wärmebrücken

- Als Wärmebrücken werden örtlich begrenzte Stellen bezeichnet, die im Vergleich zu den angrenzenden Bauteilbereichen eine höhere Wärmestromdichte aufweisen. Daraus ergeben sich zusätzliche Wärmeverluste sowie eine reduzierte Oberflächentemperatur des Bauteils in dem betreffenden Bereich. Wird die Oberflächentemperatur durch eine vorhandene Wärmebrücke abgesenkt, kann es an dieser Stelle bei Unterschreitung der Taupunkttemperatur der Raumluft, zu Kondensatbildung auf der Bauteiloberfläche mit den bekannten Folgeerscheinungen, wie z.B. Schimmelpilzbefall kommen. Typische Wärmebrücken sind z.B. Balkonplatten, Attiken, Betonstützen im Bereich eines Luftgeschosses, Fensteranschlüsse an Laibungen.

Wärmequelle

- Wärmemengen mit Temperaturen über der Innentemperatur, die der Gebäudezone zugeführt werden oder innerhalb der Gebäudezone entstehen
- Nicht einbezogen sind die Wärmeeinträge, die geregelt über die Anlage (Heizung, Lüftung) zugeführt werden, um die Innentemperatur aufrechtzuerhalten.

Wärmesenke

- Wärmemenge, die der Gebäudezone entzogen wird
- Nicht einbezogen ist die Abfuhr von Wärme über das Kühlsystem.

Zone, auch Gebäudezone, Nutzungszone

- grundlegende räumliche Berechnungseinheit für die Energiebilanzierung
- Grundflächenanteil bzw. Bereich eines Gebäudes mit gleichen Nutzungsrandbedingungen
- keine relevanten Unterschiede hinsichtlich der Konditionierung

5.2 Förderungen

Modernisierungsmaßnahmen für Wohngebäude, technische Maßnahmen zur Energieeinsparung und Schonung der Ressourcen werden von öffentlicher Hand gefördert.

Diese Förderungen (ca. 4000 Förderprogramme) können aus Zuschüssen oder zinsvergünstigten Krediten bestehen und werden bereitgestellt von:

- Bund und Ländern (ca. 100 Förderprogramme)
- Landkreisen, Städten, Gemeinden und
- Energieversorgern

Die Fördermittel sind i.a. nicht unbegrenzt vorhanden. Die Programme der Kommunen und Länder haben häufig geringe Laufzeiten, oft durch die geringen Budgets bedingt.

Adressen

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle BAFA, Referat 414 / 415, Tel.: 06196 / 908-625

Datenbanken

Kreditanstalt für Wiederaufbau	www.kfw.de
Unternehmensvereinigung Solarwirtschaft	www.solarfoerderung.de
Der Solarserver	www.solarserver.de/geld.htm
Energieförderung BINE	www.energiefoerderung.info
Fördermitteldatenbank	www.foerderdata.de

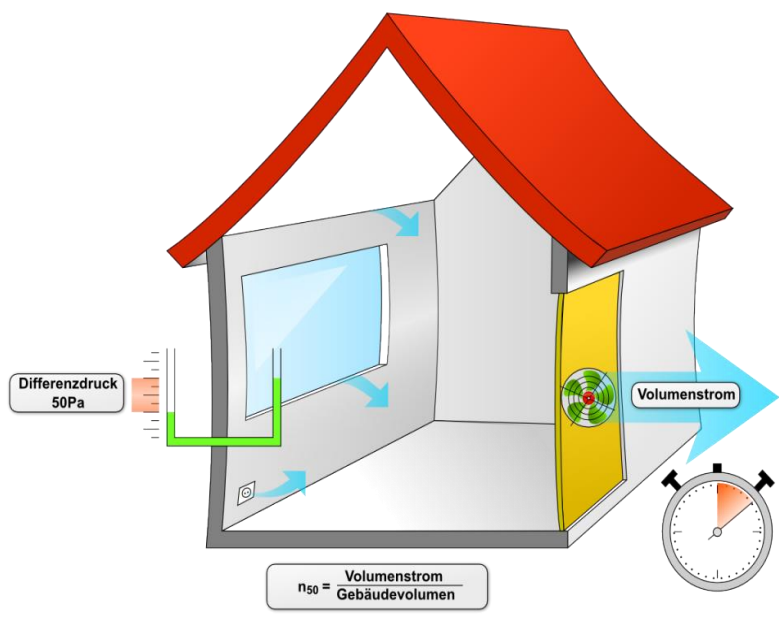
5.3 Internetadressen

Deutsche Energie-Agentur (dena)	www.zukunft-haus.info
Deutsches Energieberater-Netzwerk e.V.	www.deutsches-energieberaternetzwerk.de
Energieprojekte BINE	www.energie-projekte.de
Bund der Energieverbraucher	www.energienetz.de
Gebäudeenergieberater im Handwerk Bundeslandverband	www.gih-bv.de
Bundesverband für Umweltberatung e.V. (bfub)	www.umweltberatung.org
Bau Ingenieure Architekten Gutachter - Sachverständigengemeinschaft	www.biag-sv.de
ENVISYS energy consulting	www.envisys.de
Gerätelisten	www.spargeraete.de

5.4 Luftdichtigkeitsprüfung des Gebäudes

Erläuterung:

Mit dem Differenzdruck-Messverfahren (auch: Blower-Door-Test) wird die Luftdichtheit eines Gebäudes gemessen. Das Verfahren dient dazu, Leckagen in der Gebäudehülle aufzuspüren und die Luftwechselrate zu bestimmen. Durch die Druckdifferenzen wird eine konstante Windlast auf das zu messende Gebäude simuliert.



5.5 Bauteilnachweis

Nachfolgend wird der Bauteilnachweis für die geplanten Bauteile ausgegeben.

5.6 Übersicht der Bauteile

Vorbemerkungen

Für das Gebäude Musterstraße 3, 99423 Weimar wurden die U-Werte der Bauteile gemäß DIN EN ISO 6946 ermittelt und mit den Anforderungen der EnEV 2014 (Anforderungen ab 2016), Anhang 3, Tab. 1 und der DIN 4108-2 verglichen.

Bauteil	Detail	U-Wert [W/m ² K]	Anforderung EnEV ¹⁾		Anforderung DIN 4108-2	
			max. U-Wert [W/m ² K]	Status	min. R-Wert [m ² K/W]	Status
Bauteil nach oben	Detail-D.1	0,092	0,240	ok	1,200	ok
Dachschräge Nord neu	Detail-D.1	0,092	0,240	ok	1,200	ok
Dachschräge N erweitert	Detail-D.1	0,092	0,240	ok	1,200	ok
Dachschräge S erweitert	Detail-D.1	0,092	0,240	ok	1,200	ok
Kellerdecke	Detail-K.1	0,134	0,300	ok	0,900	ok
Bodenplatte Treppenhaus	Detail-K.2	0,927	0,500	-	0,900	ok
Keller zum Treppenhaus	Detail-W.1	0,145	0,300	ok	1,200	ok
Außenwand S	Detail-W.2	0,129	0,240	ok	1,200	ok
Außenwand W	Detail-W.2	0,129	0,240	ok	1,200	ok
Außenwand O	Detail-W.2	0,129	0,240	ok	1,200	ok
Außenwand N	Detail-W.2	0,129	0,240	ok	1,200	ok
Kellertür	Detail-W.3	2,662	0,300	-	1,200	-
Kellerwand Erdreich	Detail-W.4	0,901	0,300	-	1,200	-
Außenwand SW Wohnen MFH	keine	0,146	0,240	ok	1,200	ok
Dachflächenfenster in Dach S	Detail-F.1	3,614	1,300	-	-	ok
Dachflächenfenster in Dach N	Detail-F.1	3,614	1,300	-	-	ok
Westfenster	Detail-F.2	0,780	1,300	ok	-	ok
Fenster Ost	Detail-F.3	0,780	1,300	ok	-	ok
Fenster Süd	Detail-F.3	0,780	1,300	ok	-	ok
Fenster Nord	Detail-F.3	0,780	1,300	ok	-	ok
Haustür	Detail-F.4	0,780	1,800	ok	-	ok
Balkontür Süd	Detail-F.5	0,780	1,300	ok	-	ok

¹⁾Die Anforderungen der EnEV 2014 (Anforderungen ab 2016), Anhang 3, Tab. 1 gelten für den erstmaligen Einbau, Ersatz und Erneuerung von Bauteilen und stellen **keine Anforderung für den Neubau dar!**

5.7 Detaillierte Auflistung der Bauteile

5.7.1 Konstruktionen mit Abgrenzung nach oben

5.7.1.1 Detail-D.1

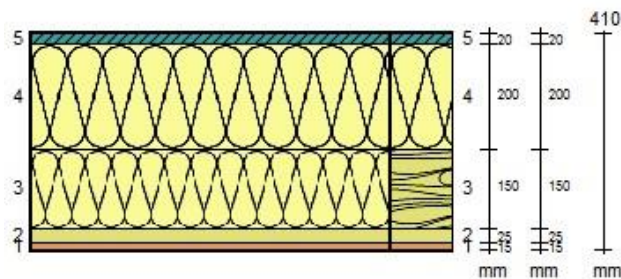
Dieses Detail gilt für folgende Bauteile

- Bauteil nach oben
- Dachschräge Nord neu
- Dachschräge N erweitert
- Dachschräge S erweitert

5.7.1.1.1 Wärmeschutz

Dicke in cm: 41,0

Dachschräge Rahmen (Anteil 15 %) Oberseite (außen)



1: Kalkgipsmörtel
2: Holzwolle-Leichtbauplatte
3: Mineral. Faserdämmstoff
4: Mineral. Faserdämmstoff
5: Ziegel

1: Kalkgipsmörtel
2: Holzwolle-Leichtbauplatte
3: Holz (Fichte, Kiefer, Tanne)
4: Mineral. Faserdämmstoff
5: Ziegel

Rahmenanteil in %: 15,0

Fach

Nr.	Schicht	Rohdichte [kg/m ³]	Schichtdicke [cm]	Flächengewicht [kg/m ²]	Wärmeleitfähigkeit [W/mK]	R ²⁾ [m ² K/W]
1	Kalkgipsmörtel	1.400	1,50	21,00	0,700	0,02
2	Holzwolle-Leichtbauplatte	570	2,50	14,25	0,100	0,25
3	Mineral. Faserdämmstoff	500	15,00	75,00	0,030	5,00
4	Mineral. Faserdämmstoff	500	20,00	100,00	0,030	6,67
5	Ziegel	2.300	2,00	46,00	2,100	0,01
	Summe:		41,00	256,25		11,95
					R _{innen} :	0,10
					R _{außen} :	0,04
					R _T :	12,09

Rahmen (Rahmenanteil 15%)

Nr.	Schicht	Rohdichte [kg/m ³]	Schichtdicke [cm]	Flächengewicht [kg/m ²]	Wärmeleitfähigkeit [W/mK]	R ²⁾ [m ² K/W]
1	Kalkgipsmörtel	1.400	1,50	21,00	0,700	0,02
2	Holzwolle-Leichtbauplatte	570	2,50	14,25	0,140	0,18
3	Holz (Fichte,	600	15,00	90,00	0,130	1,15

4	Kiefer, Tanne) Mineral. Faserdämmstoff	500	20,00	100,00	0,030	6,67
5	Ziegel	2.300	2,00	46,00	2,100	0,01
	Summe:		41,00	271,25		8,03
					R _{innen} :	0,10
					R _{außen} :	0,04
					R _T :	8,17
					R' _T :	11,28
					R'' _T :	10,41
					U-Wert (1 / ((R' _T + R'' _T) / 2)):	0,09

5.7.1.1.2 Tauwasserkondensation auf der Bauteiloberfläche des Faches

Detail-D.1, R-Wert: 11,948 m²K/W	minimal zulässig: 0,294 m²K/W	erfüllt:	ja
---	--------------------------------------	-----------------	-----------

Für die gewählten Randbedingungen (Innentemperatur: 20°C, Außentemperatur: -5°C, relative Luftfeuchte, innen: 50 %) ist nicht mit der Bildung von Tauwasser auf der inneren Bauteiloberfläche zu rechnen.

5.7.1.1.3 Tauwasserausfall im Bauteilinneren (GLASER-Verfahren) des Faches

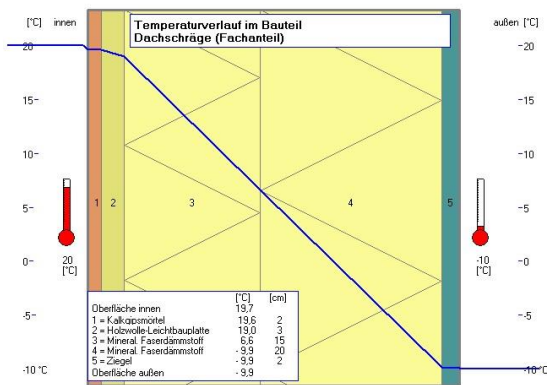
Detail-D.1, Tauwasser während der TP: ja	VP: ja	erfüllt:	nein
---	---------------	-----------------	-------------

Während der Tauperiode fällt zwischen einigen Schichten Tauwasser an. Gegebenenfalls bedeutet dies eine Gefahr für das Material.

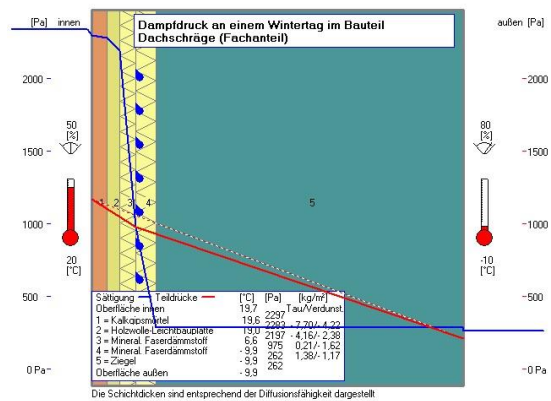
Das Bauteil wird durchfeuchtet, da während der Verdunstungsperiode nicht genügend Wasser diffundieren kann. Diese Konstruktion ist nicht zulässig!

Betrachtung eventueller Tauwasserbildung auf der inneren Oberfläche des Bauteils Dachschräge (Fach)

Grafik: Temperaturverlauf



Grafik: Diffusionsdiagramm



Randbedingungen: Tauperiode: 20°C/-10°C, 50%/80% rel. Luftfeuchte, 1440 Stunden
Verdunstungsperiode: 12°C/12°C, 70%/70% rel. Luftfeuchte, 2160 Stunden

Schicht	d [cm]	Lambda [W/(m·K)]	R [(m·K)/W]	μ [-]	S_d [m]	T [°C]	p_s [Pa]	p [Pa]	Tauperi-ode [kg/m ²]	Verdunstung [kg/m ²]
Luft innen			0,13			20,00	2.340	1.170		
						19,68	2.297	0	0,00	0,00
Kalkgipsmörtel	1,50	0,700	0,02	10	0,15					
						19,63	2.283	1.130	-7,70	-4,22
Holzwohle-Leichtbau-platte	2,50	0,100	0,25	5	0,13					
						19,01	2.197	1.097	-4,16	-2,38
Mineral. Faserdämmstoff	15,00	0,030	5,00	1	0,15					
						6,63	975	1.057	0,21	-1,62
Mineral. Faserdämmstoff	20,00	0,030	6,67	1	0,20					
						-9,88	262	1.004	1,38	-1,17
Ziegel	2,00	2,100	0,01	150	3,00					
						-9,90	262	208	0,00	0,00
Luft außen			0,04			- 10,00	260	208		

5.7.1.1.4 Tauwasserkondensation auf der Bauteiloberfläche des Rahmens

Detail-D.1, R-Wert: 8,030 m²K/W	minimal zulässig: 0,294 m²K/W	erfüllt: ja
---	---	--------------------

Für die gewählten Randbedingungen (Innentemperatur: 20°C, Außentemperatur: -5°C, relative Luftfeuchte, innen: 50 %) ist nicht mit der Bildung von Tauwasser auf der inneren Bauteiloberfläche zu rechnen.

5.7.1.1.5 Tauwasserausfall im Bauteilinneren (GLASER-Verfahren) des Rahmens

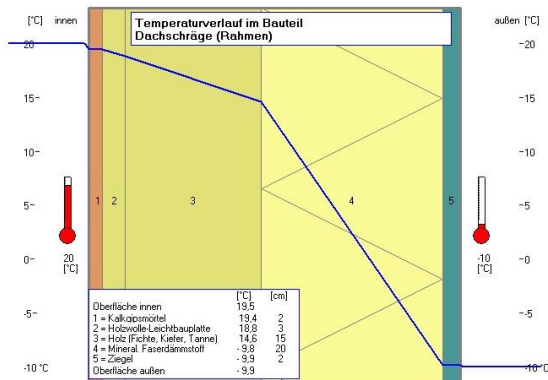
Detail-D.1, Tauwasser während der TP: ja	VP: nein	erfüllt: teilweise
---	-----------------	---------------------------

Während der Tauperiode fällt zwischen einigen Schichten Tauwasser an. Gegebenenfalls bedeutet dies eine Gefahr für das Material.

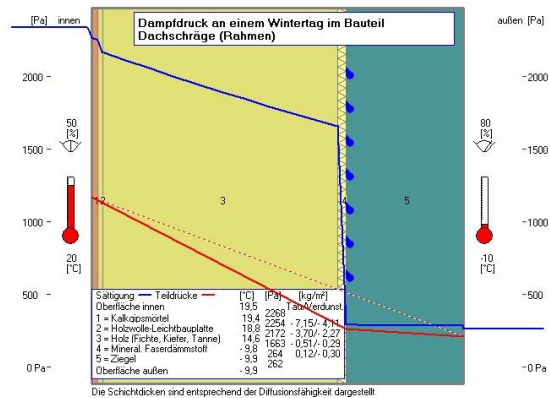
In der Verdunstungsperiode diffundiert das, während der Tauperiode angefallene, Wasser vollständig.

Betrachtung eventueller Tauwasserbildung auf der inneren Oberfläche des Bauteils Dachschräge (Rahmen)

Grafik: Temperaturverlauf



Grafik: Diffusionsdiagramm



Randbedingungen: Tauperiode: 20°C/-10°C, 50%/80% rel. Luftfeuchte, 1440 Stunden
 Verdunstungsperiode: 12°C/12°C, 70%/70% rel. Luftfeuchte, 2160 Stunden

Schicht	d [cm]	Lambda [W/(m·K)]	R [(m·K)/W]	μ [-]	S _d [m]	T [°C]	p _s [Pa]	p [Pa]	Tauperiode [kg/m²]	Verdunstung [kg/m²]
Luft innen			0,13			20,00	2.340	1.170		
						19,52	2.268	0	0,00	0,00
Kalkgipsmörtel	1,50	0,700	0,02	10	0,15					
						19,45	2.254	1.155	-7,15	-4,11
Holzwohle-Leichtbauplatte	2,50	0,140	0,18	5	0,13					
						18,79	2.172	1.142	-3,70	-2,27
Holz (Fichte, Kiefer, Tanne)	15,00	0,130	1,15	40	6,00					
						14,57	1.663	533	-0,51	-0,29
Mineral. Faserdämmstoff	20,00	0,030	6,67	1	0,20					
						-9,82	264	513	0,12	-0,30
Ziegel	2,00	2,100	0,01	150	3,00					
						-9,85	262	208	0,00	0,00
Luft außen			0,04			- 10,00	260	208		

5.7.2 Konstruktionen mit Abgrenzung nach unten

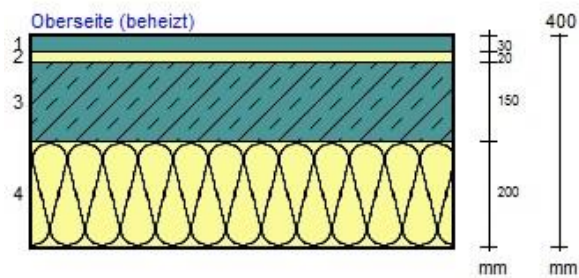
5.7.2.1 Detail-K.1

Dieses Detail gilt für folgende Bauteile
- Kellerdecke

5.7.2.1.1 Wärmeschutz

Dicke in cm: 40,0

Kellerdecke



- 1: Zement-Estrich
- 2: Polystyrol
- 3: Stahlbeton
- 4: Dämmschicht

Nr.	Schicht	Rohdichte [kg/m ³]	Schichtdicke [cm]	Flächengewicht [kg/m ²]	Wärmeleitfähigkeit [W/mK]	R ²⁾ [m ² K/W]
1	Zement-Estrich	2.000	3,00	60,00	1,400	0,02
2	Polystyrol	35	2,00	0,70	0,050	0,40
3	Stahlbeton	2.400	15,00	360,00	2,500	0,06
4	Dämmschicht	0	20,00	0,00	0,030	6,67
	Summe:		40,00	420,70		7,15
					R _{innen} :	0,17
					R _{außen} :	0,17
					R _T :	7,49

U-Wert (1 / R_T): **0,13**

5.7.2.1.2 Tauwasserkondensation auf der Bauteiloberfläche

Detail-K.1, R-Wert: 7,148 m²K/W **minimal zulässig: 0,334 m²K/W** **erfüllt: ja**

Für die gewählten Randbedingungen (Innentemperatur: 20°C, Außentemperatur: -5°C, relative Luftfeuchte, innen: 50 %) ist nicht mit der Bildung von Tauwasser auf der inneren Bauteiloberfläche zu rechnen.

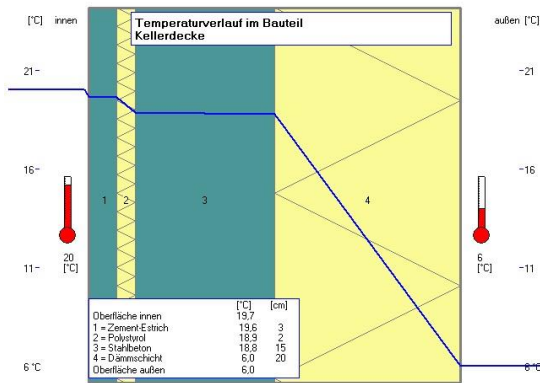
5.7.2.1.3 Tauwasserausfall im Bauteilinneren (GLASER-Verfahren)

Detail-K.1, Tauwasser während der TP: nein **VP: nein** **erfüllt: ja**

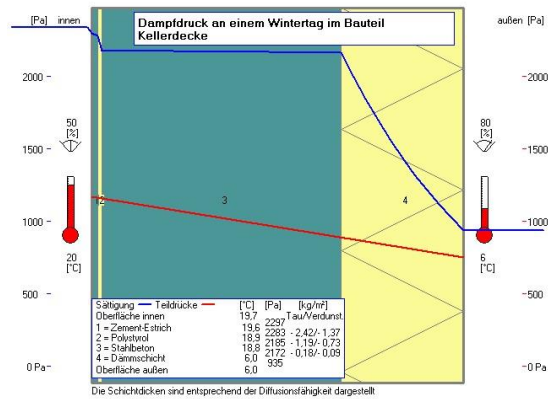
Bezüglich des Feuchteschutzes bestehen keine Bedenken.

Betrachtung eventueller Tauwasserbildung auf der inneren Oberfläche des Bauteils Kellerdecke

Grafik: Temperaturverlauf



Grafik: Diffusionsdiagramm



Randbedingungen: Tauperiode: 20°C/-10°C, 50%/80% rel. Luftfeuchte, 1440 Stunden
 Verdunstungsperiode: 12°C/12°C, 70%/70% rel. Luftfeuchte, 2160 Stunden

Schicht	d [cm]	Lambda [W/(m·K)]	R [(m·K)/W]	μ [-]	S _d [m]	T [°C]	p _s [Pa]	p [Pa]	Tauperiode [kg/m²]	Verdunstung [kg/m²]
Luft innen			0,17			20,00	2.340	1.170		
						19,67	2.297	0	0,00	0,00
Zement-Estrich	3,00	1,400	0,02	15	0,45					
						19,63	2.283	1.164	-2,42	-1,37
Polystyrol	2,00	0,050	0,40	20	0,40					
						18,87	2.185	1.158	-1,19	-0,73
Stahlbeton	15,00	2,500	0,06	130	19,50					
						18,75	2.172	887	-0,18	-0,09
Dämmschicht	20,00	0,030	6,67	0	10,00					
						6,00	935	748	0,00	0,00
Luft außen			0,00			6,00	935	748		

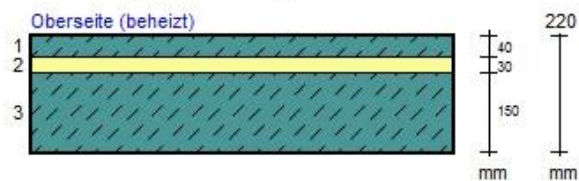
5.7.2.2 Detail-K.2

Dieses Detail gilt für folgende Bauteile
- Bodenplatte Treppenhaus

5.7.2.2.1 Wärmeschutz

Dicke in cm: 22,0

Bodenplatte Treppenhaus



- 1: Zement-Estrich
- 2: Polystyrolschaum
- 3: Betondecke

Nr.	Schicht	Rohdichte [kg/m ³]	Schichtdicke [cm]	Flächengewicht [kg/m ²]	Wärmeleitfähigkeit [W/mK]	R ²⁾ [m ² K/W]	
1	Zement-Estrich	2.000	4,00	80,00	1,400	0,03	
2	Polystyrolschaum	29	3,00	0,87	0,040	0,75	
3	Betondecke	1.800	15,00	270,00	1,150	0,13	
Summe:			22,00	350,87		0,91	
						R _{innen} :	0,17
						R _{außen} :	0,00
						R _T :	1,08

U-Wert (1 / R_T): **0,93**

5.7.2.2.2 Tauwasserkondensation auf der Bauteiloberfläche

Detail-K.2, R-Wert: 0,909 m²K/W	minimal zulässig: 0,334 m²K/W	erfüllt:	ja
---	---	-----------------	-----------

Für die gewählten Randbedingungen (Innentemperatur: 20°C, Außentemperatur: -5°C, relative Luftfeuchte, innen: 50 %) ist nicht mit der Bildung von Tauwasser auf der inneren Bauteiloberfläche zu rechnen.

5.7.2.2.3 Tauwasserausfall im Bauteilinneren (GLASER-Verfahren)

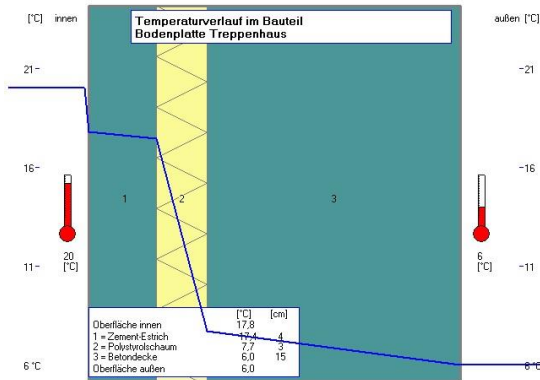
Detail-K.2, Tauwasser während der TP: ja	VP: nein	erfüllt:	teilweise
---	-----------------	-----------------	------------------

Während der Tauperiode fällt zwischen einigen Schichten Tauwasser an. Gegebenenfalls bedeutet dies eine Gefahr für das Material.

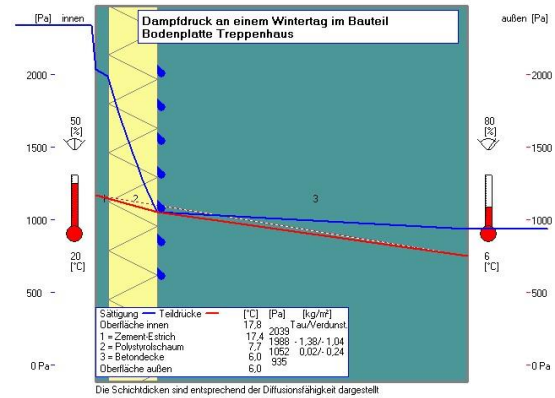
In der Verdunstungsperiode diffundiert das, während der Tauperiode angefallene, Wasser vollständig.

Betrachtung eventueller Tauwasserbildung auf der inneren Oberfläche des Bauteils Bodenplatte Treppenhaus

Grafik: Temperaturverlauf



Grafik: Diffusionsdiagramm



Randbedingungen: Tauperiode: 20°C/-10°C, 50%/80% rel. Luftfeuchte, 1440 Stunden
 Verdunstungsperiode: 12°C/12°C, 70%/70% rel. Luftfeuchte, 2160 Stunden

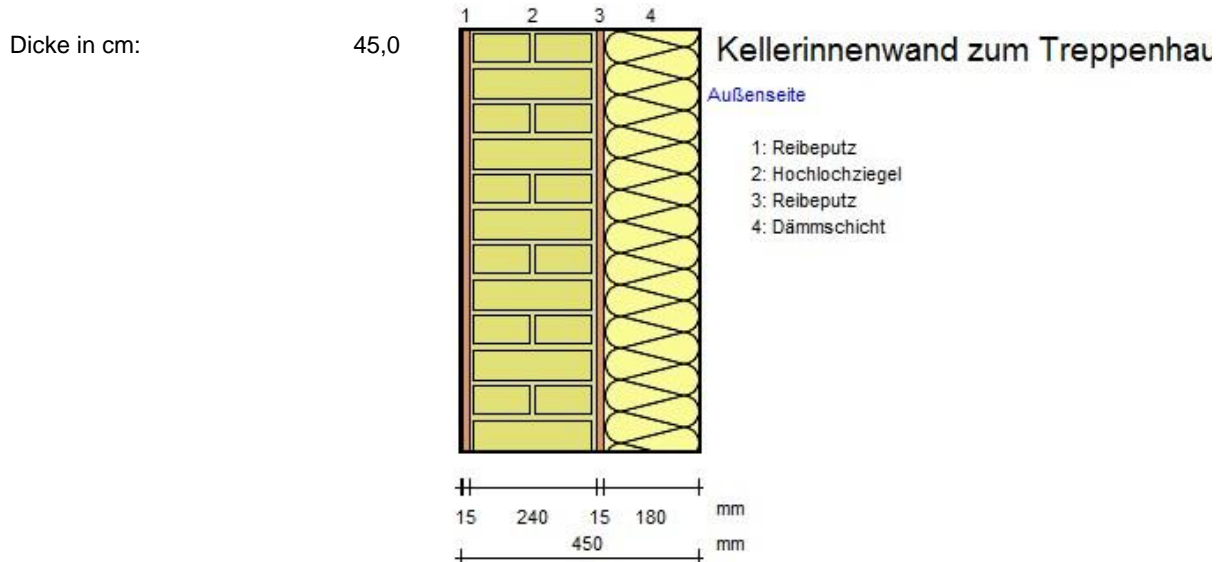
Schicht	d [cm]	Lambda [W/(m·K)]	R [(m·K)/W]	μ [-]	S _d [m]	T [°C]	p _s [Pa]	p [Pa]	Tauperiode [kg/m²]	Verdunstung [kg/m²]
Luft innen			0,17			20,00	2.340	1.170		
						17,79	2.039	0	0,00	0,00
Zement-Estrich	4,00	1,400	0,03	15	0,60					
						17,42	1.988	1.156	-1,38	-1,04
Polystyrol-schaum	3,00	0,040	0,75	80	2,40					
						7,69	1.052	1.100	0,02	-0,24
Betondecke	15,00	1,150	0,13	100	15,00					
						6,00	935	748	0,00	0,00
Luft außen			0,00			6,00	935	748		

5.7.3 Konstruktionen mit seitlicher Abgrenzung

5.7.3.1 Detail-W.1

Dieses Detail gilt für folgende Bauteile
- Keller zum Treppenhaus

5.7.3.1.1 Wärmeschutz



Nr.	Schicht	Rohdichte [kg/m ³]	Schichtdicke [cm]	Flächengewicht [kg/m ²]	Wärmeleitfähigkeit [W/mK]	R ² [m ² K/W]
1	Reibputz	1.100	1,50	16,50	0,870	0,02
2	Hochlochziegel	850	24,00	204,00	0,410	0,59
3	Reibputz	1.100	1,50	16,50	0,870	0,02
4	Dämmschicht	0	18,00	0,00	0,030	6,00
	Summe:		45,00	237,00		6,62
					R _{innen} :	0,13
					R _{außen} :	0,13
					R _T :	6,88

U-Wert (1 / R_T): **0,14**

5.7.3.1.2 Tauwasserkondensation auf der Bauteiloberfläche

Detail-W.1, R-Wert: 6,620 m²K/W	minimal zulässig: 0,294 m²K/W	erfüllt:	ja
---	---	-----------------	-----------

Für die gewählten Randbedingungen (Innentemperatur: 20°C, Außentemperatur: -5°C, relative Luftfeuchte, innen: 50 %) ist nicht mit der Bildung von Tauwasser auf der inneren Bauteiloberfläche zu rechnen.

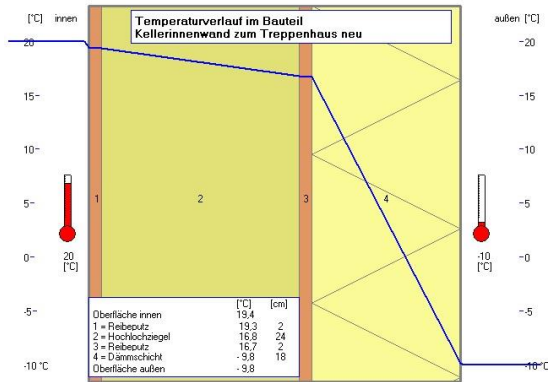
5.7.3.1.3 Tauwasserausfall im Bauteilinneren (GLASER-Verfahren)

Detail-W.1, Tauwasser während der TP: nein	VP: nein	erfüllt:	ja
---	-----------------	-----------------	-----------

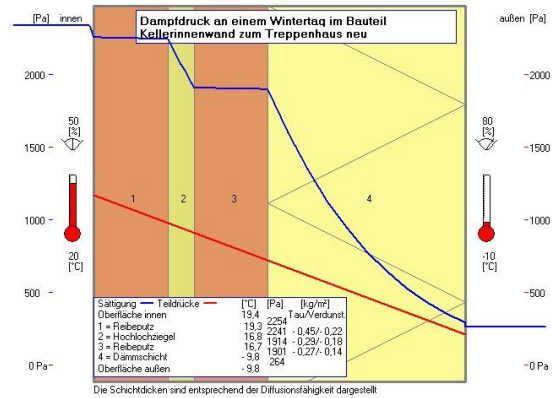
Bezüglich des Feuchteschutzes bestehen keine Bedenken.

Betrachtung eventueller Tauwasserbildung auf der inneren Oberfläche des Bauteils Kellerinnenwand zum Treppenhaus neu

Grafik: Temperaturverlauf



Grafik: Diffusionsdiagramm



Randbedingungen: Tauperiode: 20°C/-10°C, 50%/80% rel. Luftfeuchte, 1440 Stunden
 Verdunstungsperiode: 12°C/12°C, 70%/70% rel. Luftfeuchte, 2160 Stunden

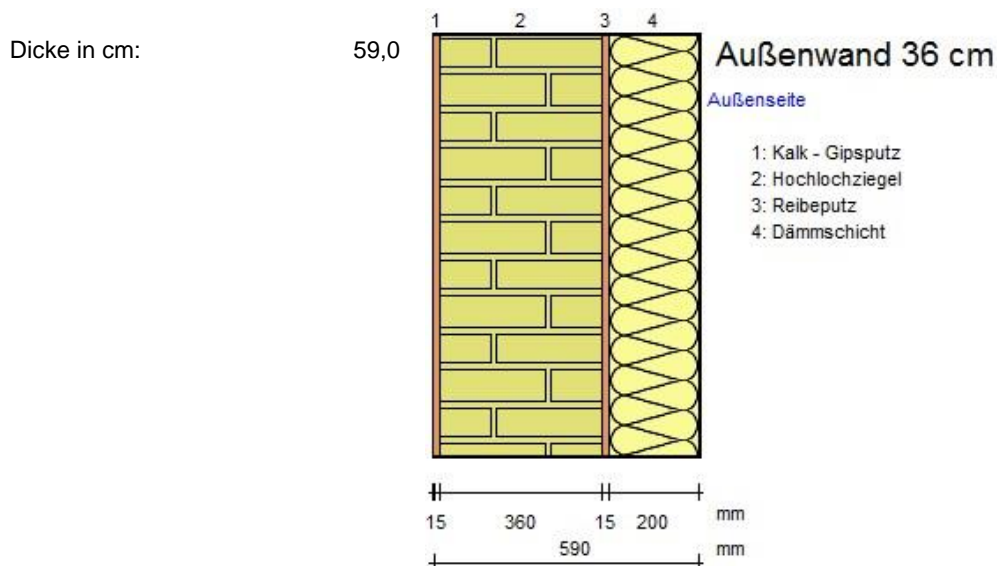
Schicht	d [cm]	Lambda [W/(m·K)]	R [(m·K)/W]	μ [-]	S _d [m]	T [°C]	p _s [Pa]	p [Pa]	Tauperiode [kg/m²]	Verdunstung [kg/m²]
Luft innen			0,13			20,00	2.340	1.170		
						19,43	2.254	0	0,00	0,00
Reibputz	1,50	0,870	0,02	225	3,38					
						19,35	2.241	978	-0,45	-0,22
Hochlochziegel	24,00	0,410	0,59	5	1,20					
						16,76	1.914	910	-0,29	-0,18
Reibputz	1,50	0,870	0,02	225	3,38					
						16,69	1.901	719	-0,27	-0,14
Dämmschicht	18,00	0,030	6,00	0	9,00					
						-9,82	264	208	0,00	0,00
Luft außen			0,04			- 10,00	260	208		

5.7.3.2 Detail-W.2

Dieses Detail gilt für folgende Bauteile

- Außenwand S
- Außenwand W
- Außenwand O
- Außenwand N

5.7.3.2.1 Wärmeschutz



Nr.	Schicht	Rohdichte [kg/m ³]	Schichtdicke [cm]	Flächengewicht [kg/m ²]	Wärmeleitfähigkeit [W/mK]	R ²⁾ [m ² K/W]
1	Kalk - Gipsputz	1.170	1,50	17,55	0,580	0,03
2	Hochlochziegel	850	36,00	306,00	0,410	0,88
3	Reibputz	2.000	1,50	30,00	0,870	0,02
4	Dämmschicht	0	20,00	0,00	0,030	6,67
	Summe:		59,00	353,55		7,59
					R _{innen} :	0,13
					R _{außen} :	0,04
					R _T :	7,76

U-Wert (1 / R_T): **0,13**

5.7.3.2.2 Tauwasserkondensation auf der Bauteiloberfläche

Detail-W.2, R-Wert: 7,588 m²K/W	minimal zulässig: 0,294 m²K/W	erfüllt:	ja
---	---	-----------------	-----------

Für die gewählten Randbedingungen (Innentemperatur: 20°C, Außentemperatur: -5°C, relative Luftfeuchte, innen: 50 %) ist nicht mit der Bildung von Tauwasser auf der inneren Bauteiloberfläche zu rechnen.

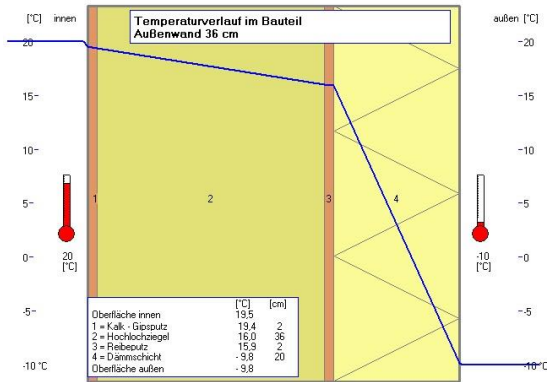
5.7.3.2.3 Tauwasserausfall im Bauteilinneren (GLASER-Verfahren)

Detail-W.2, Tauwasser während der TP: nein	VP: nein	erfüllt:	ja
---	-----------------	-----------------	-----------

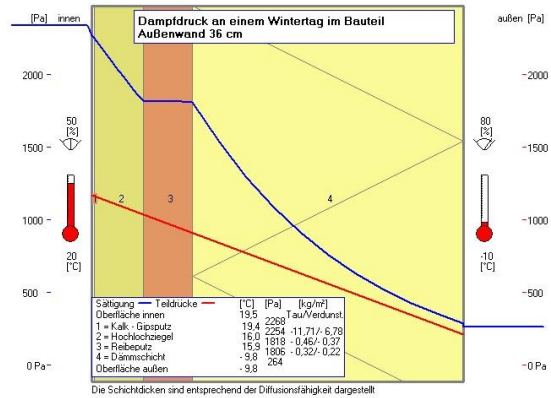
Bezüglich des Feuchteschutzes bestehen keine Bedenken.

Betrachtung eventueller Tauwasserbildung auf der inneren Oberfläche des Bauteils Außenwand 36 cm

Grafik: Temperaturverlauf



Grafik: Diffusionsdiagramm



Randbedingungen: Tauperiode: 20°C/-10°C, 50%/80% rel. Luftfeuchte, 1440 Stunden
 Verdunstungsperiode: 12°C/12°C, 70%/70% rel. Luftfeuchte, 2160 Stunden

Schicht	d [cm]	Lambda [W/(m·K)]	R [(m·K)/W]	μ [-]	S _d [m]	T [°C]	p _s [Pa]	p [Pa]	Tauperiode [kg/m²]	Verdunstung [kg/m²]
Luft innen			0,13			20,00	2.340	1.170		
						19,50	2.268	0	0,00	0,00
Kalk - Gipsputz	1,50	0,580	0,03	6	0,09					
						19,40	2.254	1.164	-11,71	-6,78
Hochlochziegel	36,00	0,410	0,88	5	1,80					
						16,00	1.818	1.037	-0,46	-0,37
Reibputz	1,50	0,870	0,02	120	1,80					
						15,94	1.806	911	-0,32	-0,22
Dämmschicht	20,00	0,030	6,67	0	10,00					
						-9,85	264	208	0,00	0,00
Luft außen			0,04			- 10,00	260	208		

5.7.3.3 Detail-W.3

Dieses Detail gilt für folgende Bauteile

- Kellertür

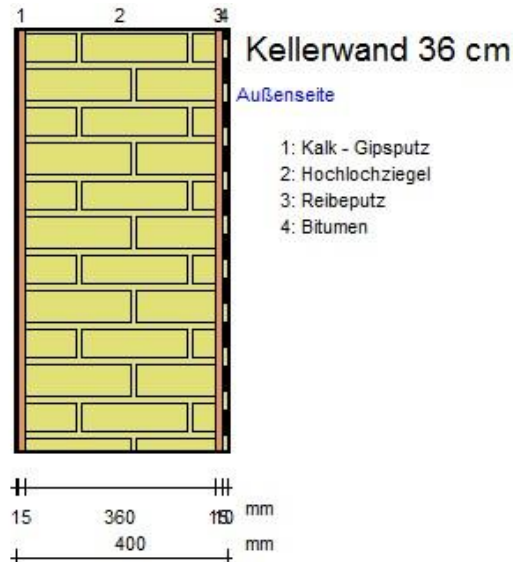
Für diese Konstruktion liegt kein detaillierter Schichtaufbau vor.

5.7.3.4 Detail-W.4

Dieses Detail gilt für folgende Bauteile
- Kellerwand Erdreich

5.7.3.4.1 Wärmeschutz

Dicke in cm: 40,0



Nr.	Schicht	Rohdichte [kg/m ³]	Schichtdicke [cm]	Flächengewicht [kg/m ²]	Wärmeleitfähigkeit [W/mK]	R ²⁾ [m ² K/W]
1	Kalk - Gipsputz	1.170	1,50	17,55	0,580	0,03
2	Hochlochziegel	850	36,00	306,00	0,410	0,88
3	Reibputz	2.000	1,50	30,00	0,870	0,02
4	Bitumen	1.050	1,00	10,50	0,170	0,06
	Summe:		40,00	364,05		0,98
					R _{innen} :	0,13
					R _{außen} :	0,00
					R _T :	1,11

U-Wert (1 / R_T): **0,90**

5.7.3.4.2 Tauwasserkondensation auf der Bauteiloberfläche

Detail-W.4, R-Wert: 0,980 m²K/W	minimal zulässig: 0,294 m²K/W	erfüllt:	ja
---	---	-----------------	-----------

Für die gewählten Randbedingungen (Innentemperatur: 20°C, Außentemperatur: -5°C, relative Luftfeuchte, innen: 50 %) ist nicht mit der Bildung von Tauwasser auf der inneren Bauteiloberfläche zu rechnen.

5.7.3.4.3 Tauwasserausfall im Bauteilinneren (GLASER-Verfahren)

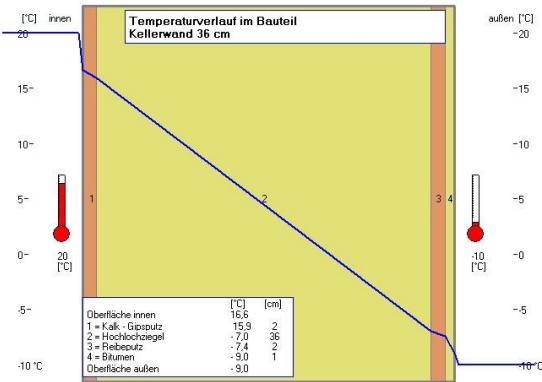
Detail-W.4, Tauwasser während der TP: ja	VP: ja	erfüllt:	nein
---	---------------	-----------------	-------------

Während der Tauperiode fällt zwischen einigen Schichten Tauwasser an. Gegebenenfalls bedeutet dies eine Gefahr für das Material.

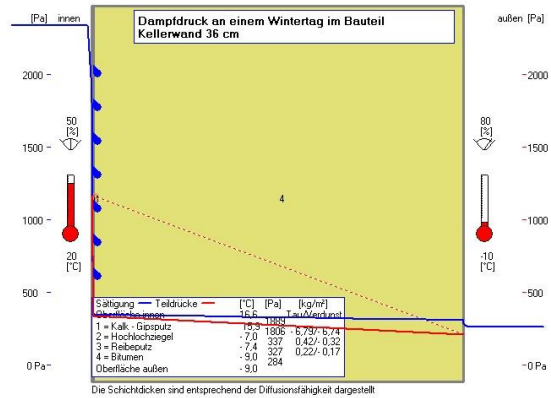
Das Bauteil wird durchfeuchtet, da während der Verdunstungsperiode nicht genügend Wasser diffundieren kann. Diese Konstruktion ist nicht zulässig!

Betrachtung eventueller Tauwasserbildung auf der inneren Oberfläche des Bauteils Kellerwand 36 cm

Grafik: Temperaturverlauf



Grafik: Diffusionsdiagramm



Randbedingungen: Tauperiode: 20°C/-10°C, 50%/80% rel. Luftfeuchte, 1440 Stunden
 Verdunstungsperiode: 12°C/12°C, 70%/70% rel. Luftfeuchte, 2160 Stunden

Schicht	d [cm]	Lambda [W/(m·K)]	R [(m·K)/W]	μ [-]	S _d [m]	T [°C]	p _s [Pa]	p [Pa]	Tauperiode [kg/m²]	Verdunstung [kg/m²]
Luft innen			0,13			20,00	2.340	1.170		
						16,61	1.889	0	0,00	0,00
Kalk - Gipsputz	1,50	0,580	0,03	6	0,09					
						15,93	1.806	1.170	-6,79	-6,74
Hochlochziegel	36,00	0,410	0,88	5	1,80					
						-6,97	337	1.166	0,42	-0,32
Reibputz	1,50	0,870	0,02	120	1,80					
						-7,42	327	1.163	0,22	-0,17
Bitumen	1,00	0,170	0,06	50.000	500,00					
						-8,96	284	208	0,00	0,00
Luft außen			0,04			- 10,00	260	208		

5.7.4 Fensterkonstruktionen

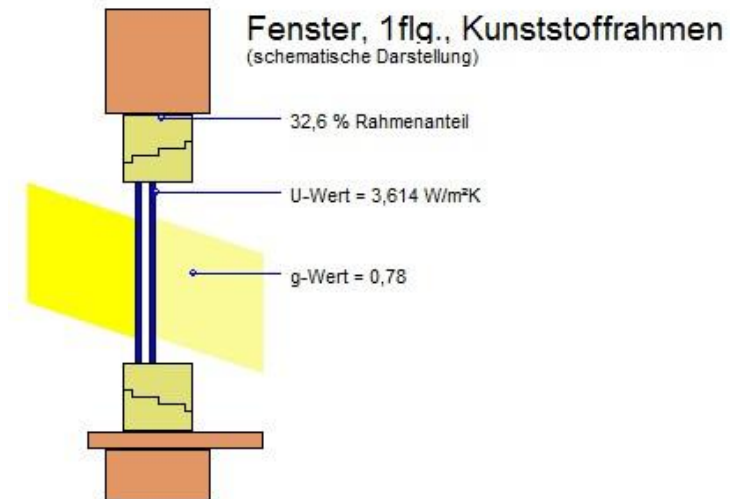
5.7.4.1 Detail-F.1

Dieses Detail gilt für folgende Bauteile

- Dachflächenfenster in Dach S
- Dachflächenfenster in Dach N

5.7.4.1.1 Wärmeschutz

g-Wert: 0,78



Rahmenanteil in %: 32,6

Isolierglas mit Luftzwischenraum 8 mm

U-Wert (1 / R_T): **3,61**

5.7.4.2 Detail-F.2

Dieses Detail gilt für folgende Bauteile

- Westfenster

Für diese Konstruktion liegt kein detaillierter Schichtaufbau vor.

5.7.4.3 Detail-F.3

Dieses Detail gilt für folgende Bauteile

- Fenster Ost
- Fenster Süd
- Fenster Nord

Für diese Konstruktion liegt kein detaillierter Schichtaufbau vor.

5.7.4.4 Detail-F.4

Dieses Detail gilt für folgende Bauteile

- Haustür

Für diese Konstruktion liegt kein detaillierter Schichtaufbau vor.

5.7.4.5 Detail-F.5

Dieses Detail gilt für folgende Bauteile

- Balkontür Süd

Für diese Konstruktion liegt kein detaillierter Schichtaufbau vor.

¹⁾ Anforderung nach EnEV 2014 (Anforderungen ab 2016), Anlage 3, Tabelle 1

²⁾ Wärmedurchlasswiderstand