

DIN EN 12831 Beiblatt 1

ICS 91.140.10

Dieses Beiblatt enthält Informationen zu
DIN EN 12831, jedoch keine zusätzlich
genormten Festlegungen.

Ersatz für
DIN EN 12831 Beiblatt 1:2004-04
und
DIN EN 12831 Beiblatt
1/A1:2005-03

**Heizsysteme in Gebäuden –
Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast –
Nationaler Anhang NA**

Heating systems in buildings –
Method for calculation of the design heat load –
National Annex NA

Systèmes de chauffage dans les bâtiments –
Méthode de calcul des déperditions calorifiques de base –
Annex Nationale NA

Gesamtumfang 72 Seiten

Normenausschuss Heiz- und Raumluftechnik (NHRS) im DIN

Inhalt

Seite

Vorwort	4
Einleitung.....	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Verweisungen.....	6
3 Tabellen für Eingabedaten und Parameter zur Heizlastberechnung.....	7
3.1 Meteorologische Daten (DIN EN 12831:2003-08, 6.1).....	7
3.2 Norm-Innentemperatur (DIN EN 12831:2003-08, 6.2).....	20
3.3 Gebäudedaten (DIN EN 12831:2003-08, 6.3).....	21
3.4 Norm-Transmissionswärmeverlust (DIN EN 12831:2003-08, 7.1.1)	21
3.4.1 Wärmeverluste nach Außen	21
3.4.2 Wärmeverluste durch unbeheizte Räume (DIN EN 12831:2003-08, 7.1.2).....	22
3.4.3 Wärmeverluste an das Erdreich (DIN EN 12831:2003-08, 7.1.3).....	24
3.4.4 Wärmefluss zwischen beheizten Räumen unterschiedlicher Temperatur (DIN EN 12831:2003-08, 7.1.4).....	25
3.5 Norm-Lüftungswärmeverluste (DIN EN 12831:2003-08, 7.2)	25
3.5.1 Allgemeines.....	25
3.5.2 Mindestluftwechsel n_{min} (DIN EN 12831:2003-08, 7.2.1).....	26
3.5.3 Luftdurchlässigkeitswerte n_{50} (DIN EN 12831:2003-08, 7.2.2)	26
3.5.4 Abschirmungskoeffizient e (DIN EN 12831:2003-08, 7.2.2)	27
3.5.5 Höhenkorrekturfaktor ε (DIN EN 12831:2003-08, 7.2.2).....	28
3.6 Räume mit unterbrochenem Heizbetrieb (DIN EN 12831:2003-08, 7.3 und 9.2.2)	28
3.6.1 Anwendungsbereich	28
3.6.2 Allgemeine Festlegungen zur Bestimmung des Wiederaufheizfaktors f_{RH}	29
3.6.3 Ermittlung des Wiederaufheizfaktors f_{RH} aufgrund des Nutzungsprofils.....	29
3.6.4 Ermittlung des Wiederaufheizfaktors f_{RH} aufgrund des Innentemperaturabfalls	31
3.7 Norm-Heizlast Φ_{HL}	33
3.7.1 Norm-Heizlast eines Raumes (DIN EN 12831:2003-08, 8.1).....	33
3.7.2 Norm-Heizlast einer Gebäudeeinheit bzw. eines Gebäudes (DIN EN 12831:2003-08, 8.2)	33
3.8 Auslegungsheizlast.....	34
3.8.1 Auslegungsheizlast eines Raumes.....	34
3.8.2 Auslegungsheizlast einer Gebäudeeinheit bzw. eines Gebäudes.....	34
3.9 Vereinfachte Berechnungsmethode	35
4 Formblätter	35
4.1 Allgemeines.....	35
4.2 Formblatt G1: Allgemeine Daten (Gebäudekenngrößen)	35
4.2.1 Grundsätzliches zum Formblatt G1	35
4.2.2 Luftdichtheit der Gebäudehülle.....	35
4.2.3 Gebäudelage	35
4.2.4 Wirksame Wärmespeicherfähigkeit	35
4.2.5 Bezogene Werte	36
4.2.6 Temperaturen	36
4.2.7 Abmessungen	36
4.2.8 Erdreich	36
4.2.9 Lüftung.....	36
4.2.10 Zusatz-Aufheizleistung	36
4.3 Formblatt V: Vereinbarungen	37
4.4 Formblatt R: Formblatt zur raumweisen Berechnung der Norm-Heizlast	37
4.4.1 Allgemeines.....	37
4.4.2 Kopfdaten	37
4.4.3 Berechnung der Norm-Transmissionswärmeverluste.....	38
4.4.4 Berechnung Norm-Lüftungswärmeverlust	39
4.4.5 Norm-Heizlast.....	39

	Seite
4.5	Formblatt G2: Zusammenfassung der berechneten Räume.....39
4.6	Formblatt G3: Gebäudezusammenstellung; Ermittlung der Norm-Gebäudeheizlast39
5	Muster der Formblätter39
6	Beispielberechnung45
6.1	Beispielberechnung 1: Ohne ventilatorgestützte Lüftung45
6.1.1	Darstellung des Beispiels.....45
6.1.2	Bestimmung der allgemeinen Daten (Gebäudekenngrößen).....47
6.1.3	Ermittlung der Werte zur Berechnung der Wärmeverluste an das Erdreich.....49
6.1.4	Ermittlung der Werte n_{min} , e und ε zur Berechnung des Norm-Lüftungswärmeverlustes51
6.1.5	Innenliegende Nebenräume51
6.1.6	Unbeheizte Nachbarräume51
6.1.7	Beispielausdruck.....52
6.2	Beispielberechnung 2: Mit ventilatorgestützter Lüftung.....59
6.2.1	Darstellung des Beispiels.....59
6.2.2	Bestimmung der allgemeinen Daten (Gebäudekenngrößen).....59
6.2.3	Festlegung der Luftvolumenströme60
6.2.4	Berechnung der Zulufttemperatur62
6.2.5	Berechnung der thermisch wirksamen Luftvolumenströme62
6.2.6	Beispielausdruck.....64
	Literaturhinweise72

Vorwort

Dieses Beiblatt 1 zu DIN EN 12831 „Heizsysteme in Gebäuden – Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast“ ist im Arbeitsausschuss NA 041-01-58 AA „Heizsysteme in Gebäuden“ des Normenausschusses „Heiz- und Raumluftechnik“ (NHRS) erarbeitet worden. Es stellt eine Überarbeitung der bisherigen Ausgabe vom April 2004 dar und ersetzt diese sowie die Änderung DIN EN 12831 Beiblatt 1/A1:2005-03.

Eine Überarbeitung des Beiblatts 1 zu DIN EN 12831 „Heizsysteme in Gebäuden – Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast“ wurde notwendig, da die Praxiserfahrungen mit dem bisher beschriebenen Rechenverfahren sehr hohe Heizlasten auswiesen, vor allem im Vergleich zum vorherigen Verfahren nach DIN 4701-1 und DIN 4701-2.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 12831 Beiblatt 1:2004-04 und DIN EN 12831 Beiblatt 1/A1:2005-03 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Bei der Aufsummierung der Lüftungswärmeverluste auf der Gebäudeebene wird der Gleichzeitigkeitsfaktor von $\zeta = 0,5$, der bisher nur für die Aufsummierung der raumweisen Lüftungswärmeverluste durch Infiltration eingesetzt wurde, nun auch für den Fall des Mindestluftwechsels angewendet. Dies entspricht einem Mindestluftwechsel für das gesamte Gebäude von $0,25 \text{ h}^{-1}$, ein Wert, mit dem effektiv auch in DIN 4701 gerechnet wurde. Da erfahrungsgemäß das nutzerbedingte mittlere Fensterlüften bei sehr kalten Außentemperaturen eingeschränkt wird, ist diese Verringerung des auf das gesamte Gebäudevolumen bezogenen rechnerischen Außenluftwechsels angebracht.
- b) Für die raumweise Berechnung der Lüftungswärmeverluste wird der Mindestluftwechsel n_{\min} auf einen Wert von $n_{\min} = 0,5 \text{ h}^{-1}$ für die meisten Raumtypen gesetzt. Bisher hatten Schulzimmer, Bäder und Küchen deutlich höhere Werte.
- c) Die zusätzliche Aufheizleistung Φ_{RH} wird nun getrennt von der Normheizlast Φ_{HL} ausgewiesen. Sie kann nach diesem Beiblatt berechnet werden. Die Summe aus Normheizlast und zusätzlicher Aufheizleistung wird als Auslegungsheizlast $\Phi_{HL,Auslg}$ bezeichnet.
- d) Bei gut gedämmten Gebäuden mit einer hohen Wärmespeicherfähigkeit kann die Norm-Außentemperatur in Abhängigkeit der thermischen Zeitkonstante $\tau = C_{\text{wirk}}/H$ des Gebäudes um bis zu 4 K angehoben werden. Die thermische Zeitkonstante des Gebäudes kann z. B. aus der Berechnung des Jahresheizwärmebedarfs im Rahmen des EnEV-Nachweises entnommen werden.
- e) Die Eingabe der Bauteilabmessungen wurde nun definitiv auf Außenmaße festgelegt. Durch diesen Schritt werden gleiche Bemaßungsregeln für die Heizlastberechnung (DIN EN 12831), Kühllastberechnung (VDI 2078) und energetische Bewertung eines Gebäudes (z. B. DIN V 18599) hergestellt. Künftig können mit der einmaligen raumweisen Eingabe der Bauteile eines Gebäudes diese drei Berechnungen gleichzeitig erfolgen.
- f) Die Temperaturkorrekturfaktoren b_u wurden geringfügig angepasst.
- g) Das vereinfachte Berechnungsverfahren wurde für die nationale Anwendung gestrichen.
- h) Weitere Änderungen beziehen sich auf die vereinfachte Ermittlung der zusätzlichen Aufheizleistung Φ_{RH} durch Nutzungsprofile, eine Anpassung der n_{50} -Werte, die Aufnahme eines Berechnungsbeispiels mit ventilatorgestützter Lüftung und die Überarbeitung der Formblätter.

Frühere Ausgaben

DIN EN 12831 Beiblatt 1: 2004-04
DIN EN 12831 Beiblatt 1/A1: 2005-03

Einleitung

Als Norm-Heizlast eines Raumes wird die Wärmeleistung bezeichnet, die dem Raum unter Norm-Umgebungsbedingungen zugeführt werden muss, damit sich die vereinbarten thermischen Norm-Innenraumbedingungen einstellen.

Die Art und Weise, wie die erforderliche Wärmeleistung dem Raum zugeführt wird, ist ausdrücklich offengehalten.

Für die Berechnung wird ein stationärer Zustand vorausgesetzt, d. h. zeitliche Konstanz aller Berechnungsgrößen.

Die Norm-Heizlast ist unter diesen Voraussetzungen eine Gebäudeeigenschaft. Sie ist die Ausgangsrechengröße für:

- die Auslegung von Wärmeübergabesystemen z. B. Raumheizflächen (nach DIN 4703-1 und DIN 4703-3 und bei Anwendung von Behaglichkeitskriterien VDI 6030 Blatt 1) und Fußbodenheizungen (DIN EN 1264);
- die Bestimmung von Verlustgrößen im Rahmen der Berechnung des Energiebedarfs z. B. nach DIN V 4701-10, DIN V 4701-12, DIN V 18599, VDI 2067 Blatt 10 und VDI 2067 Blatt 20;
- die Bewertung des Energieverbrauchs nach VDI 3807 Blatt 1, VDI 3807 Blatt 2 und VDI 4710 Blatt 2.

Die Norm-Heizlast eines Raumes setzt sich aus der Norm-Transmissionsheizlast (Wärmestrom durch Wärmeleitung über Umschließungsflächen) und der Norm-Lüftungsheizlast (Wärmestrom für die Aufheizung eindringender Außenluft) zusammen. Die Norm-Transmissionsheizlast wird für alle Teilflächen mit unterschiedlichen (für sie jeweils einheitlichen) Wärmedurchgangskoeffizienten und auch Temperaturdifferenzen getrennt berechnet.

Dieses Dokument bietet weiterhin die Möglichkeit, Heizleistungen zu berechnen, die sich aus einer vereinbarten Wiederaufheizung ergeben. Diese zusätzlichen Leistungen werden in Verbindung mit der Norm-Heizlast zur Auslegungsleistung zusammengefasst.

Das Verfahren zur Bestimmung des Luftvolumenstroms durch Infiltration \dot{V}_{inf} ist in der derzeitigen Version der EN 12831 unbefriedigend gelöst worden. Eine Korrektur des Verfahrens kann jedoch nur auf europäischer Ebene und nicht im vorliegenden nationalen Beiblatt erfolgen. Der Einfluss ist jedoch in den meisten Gebäuden mit normaler Abdichtung gering, da hier der Mindestluftwechsel immer überwiegt und die Infiltrationsverluste nicht zum Tragen kommen.

Eine weitere Unzulänglichkeit besteht in der Ermittlung der Lüftungswärmeverluste für das gesamte Gebäude, da in der Europäischen Norm dies über die Aufsummierung der Luftvolumenströme erfolgt und keine direkte Zuordnung der jeweiligen Raumtemperaturen zur maßgeblichen Gebäudetemperatur angegeben ist. Im Beiblatt werden daher die raumweise ermittelten Lüftungswärmeverluste aus Mindestluftwechsel und Infiltration als Leistungen getrennt summiert und ausgewertet.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt die nationalen Eingabedaten und Parameter fest für die Berechnung der Norm-Heizlast von Räumen in Gebäuden nach DIN EN 12831, *Heizungssysteme in Gebäuden – Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast*. Es stellt den nationalen Anhang NA zur DIN EN 12831 dar; es enthält Vorschläge für Berechnungsformulare sowie zwei Beispielrechnungen und Literaturhinweise. DIN EN 12831 enthält an verschiedenen Stellen Vorschlagswerte, die zwar europaweit angewendet werden können, die aber gegebenenfalls zu Ergebnissen führen, die nicht den nationalen Gegebenheiten (z. B. Temperaturen, Bauweise usw.) entsprechen. Deshalb wurde in der Europäischen Norm an diesen Stellen auf nationale Eingabedaten und Parameter in einem nationalen Anhang NA hingewiesen.

2 Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

DIN 4108 Beiblatt 2, *Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden — Wärmebrücken — Planungs- und Ausführungsbeispiele*

DIN 4710, *Statistiken meteorologischer Daten zur Berechnung des Energiebedarfs von heiz- und raumluftechnischen Anlagen in Deutschland*

DIN EN 832, *Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden — Berechnung des Heizenergiebedarfs — Wohngebäude*

DIN EN 12831:2003-08, *Heizungsanlagen in Gebäuden — Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast; Deutsche Fassung EN 12831:2003*

DIN EN ISO 6946, *Bauteile — Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient — Berechnungsverfahren*

DIN EN ISO 10211-1, *Wärmebrücken im Hochbau — Wärmeströme und Oberflächentemperaturen — Teil 1: Allgemeine Berechnungsverfahren*

DIN EN ISO 10211-2, *Wärmebrücken im Hochbau — Berechnung der Wärmeströme und Oberflächentemperaturen — Teil 2: Linienförmige Wärmebrücken*

DIN V 4108-6:2003-06, *Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden — Teil 6: Berechnung des Jahresheizwärme- und des Jahresheizenergiebedarfs*

DIN V 4701-10, *Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen — Teil 10: Heizung, Trinkwassererwärmung, Lüftung*

DIN V 18599 alle Teile, *Energetische Bewertung von Gebäuden — Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung*

3 Tabellen für Eingabedaten und Parameter zur Heizlastberechnung

3.1 Meteorologische Daten (DIN EN 12831:2003-08, 6.1)

Tabelle 1 enthält die Außentemperaturen θ'_e für Städte mit mehr als 20 000 Einwohnern (tiefstes Zweitagesmittel der Lufttemperatur, das 10-mal in 20 Jahren erreicht oder unterschritten wird). Für Orte, die hier nicht enthalten sind, ist als Außentemperatur der Wert des nächstgelegenen in der Tabelle aufgeführten Ortes ähnlicher klimatischer Lage anzusetzen. Eine Hilfe zur Festlegung der Außentemperatur bietet auch die Isothermenkarte nach Bild 1 sowie die Übersicht über die Klimazonen und Jahresmittel der Außentemperatur in Deutschland in Tabelle 3.

Die in Tabelle 1 genannten Temperaturen sind Anhaltswerte, die aufgrund witterungsbedingter Gegebenheiten auch unterschritten werden können. Bei Gebäuden mit einer hohen thermischen Zeitkonstante (τ -Wert) kann die Außentemperatur θ'_e in Abhängigkeit von der Zeitkonstante nach Tabelle 2 um den Wert $\Delta\theta_e$ korrigiert werden. Diese korrigierte Außentemperatur wird dann als Norm-Außentemperatur nach Gleichung (1) für die Berechnung der Transmissions- und vereinfachend auch für die Lüftungswärmeverluste verwendet¹⁾. Hierbei wird angenommen, dass bei Norm-Außentemperatur im Heizbetrieb die Gebäudeinnentemperatur innerhalb von drei Tagen um nicht mehr als 1 K absinkt.

$$\theta_e = \theta'_e + \Delta\theta_e \quad (1)$$

Dabei ist

θ_e	Norm-Außentemperatur, in K;
θ'_e	Außentemperatur nach Tabelle 1, in K;
$\Delta\theta_e$	Korrektur der Außentemperatur nach Tabelle 2, in K.

Die Tabelle 1 enthält ferner die mittleren Außentemperaturen (Jahresmittel) $\theta_{m,e}$ dieser Städte unter Angabe der Klimazonen nach DIN 4710. Die Jahresmittel der Außentemperatur, die in Übereinstimmung mit den Werten in DIN 4710 mit einer Stelle nach dem Komma angegeben werden, dienen zur Berechnung von Wärmeverlusten an das Erdreich (Faktor f_{g2}). Zur Bestimmung der Temperaturen von Nachbarräumen (Tabelle 6) können diese Werte aufgerundet und ohne Nachkommastelle eingesetzt werden (Formblatt V1).

1) Gebäude mit einer hohen Zeitkonstante erfordern üblicherweise den Einbau einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung. Somit wird der Fehler durch den anrechenbaren Lüftungsanteil vernachlässigbar klein.

Tabelle 1 — Norm-Außentemperaturen für deutsche Städte mit mehr als 20 000 Einwohnern

Ort	PLZ	Klimazonen nach DIN 4710	Außentemperatur θ'_e °C	Jahresmittel der Außentemperatur $\theta'_{m,e}$ °C
Aach, Hegau	78267	11	-14	3,0
Aachen	52062*	5	-12	8,1
Aalen, Württ.	73430*	13	-16	7,9
Ahlen, Westf.	59227*	5	-12	8,1
Ahrensberg	38707	3	-12	8,5
Altena, Westf.	58762	6	-12	6,8
Alzey	55232	6	-12	6,8
Amberg, Oberpf.	92224	13	-16	7,9
Andernach	56626	7	-12	8,8
Anklam	17389	4	-12	9,5
Annaberg-Buchholz	09456	11	-16	3,0
Ansbach, Mittelfr.	91522	13	-16	7,9
Apolda	99510	9	-14	7,9
Arnsberg	59821	6	-12	6,8
Arnstadt	99310	9	-14	7,9
Aschaffenburg	63741*	6	-12	6,8
Aschersleben, Sachs.-Anh.	06449	4	-14	9,5
Aue	08280	10	-16	6,3
Auerbach/Vogtl.	08209	10	-16	6,3
Augsburg	86150*	13	-14	7,9
Aulendorf, Württ.	88326	13	-16	7,9
Backnang	71522	12	-12	10,2
Baden-Baden	76530*	12	-12	10,2
Badenweiler	79410	12	-14	10,2
Bamberg	96047*	13	-16	7,9
Bautzen	02625	10	-16	6,3
Bayreuth	95444	13	-16	7,9
Beckum, Westf.	59269	5	-12	8,1
Beerfelden, Odenw.	64743	6	-14	6,8
Bensberg b. Bergisch Gladb.	51429	5	-12	8,1
Bensheim (Bensheim-Auerbach)	64625	12	-10	10,2
Berchtesgaden	83471	15	-16	6,8
Bergen/Rügen	18528	2	-10	8,4
Bergisch-Gladbach	51427*	6	-12	6,8
Bergzabern, Bad	76887	6	-12	6,8
Berlin	10117*	4	-14	9,5
Bernau b. Berlin	16321	4	-14	9,5
Bernburg/Saale	06406	4	-14	9,5
Bernkastel-Kues	54470	7	-10	8,8
Berus, Überherrn	66802	6	-12	6,8
Biberach, Riss	88400	13	-16	7,9
Biedenkopf	35216	7	-12	8,8
Bielefeld	33602*	6	-12	6,8
Bingen, Rhein	55411	12	-12	10,2
Birkenfeld, Nahe	55765	6	-14	6,8
Bitterfeld	06749	4	-14	9,5
Blankenburg/Harz	38889	3	-14	8,5
Blankenrath	56865	7	-14	8,8
Bocholt	46395*	5	-10	8,1
Bochum	44787*	5	-10	8,1

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Ort	PLZ	Klimazonen nach DIN 4710	Außentemperatur	Jahresmittel der Außentemperatur
			θ'_e °C	$\theta'_{m,e}$ °C
Bockum-Hövel	59075	5	-12	8,1
Böblingen	71034	12	-14	10,2
Bonn	53111*	5	-10	8,1
Borkum	26757	1	-10	9,0
Borna b. Leipzig	04552	4	-14	9,5
Bottenweiler, Post Zumhaus (Wörnitz)	06571	4	-16	9,5
Bottrop	46236*	5	-10	8,1
Brandenburg/Havel	14770*	4	-14	9,5
Braunschweig	38100*	3	-14	8,5
Bremen	28195*	3	-12	8,5
Bremerhaven	27568*	1	-10	9,0
Bremervörde	27432	3	-12	8,5
Brilon	59929	6	-14	6,8
Brockel, Kr. Rotenburg	27386	3	-16	8,5
Bruchsal	76646	12	-12	10,2
Brühl, Rheinl.	50321	5	-10	8,1
Buchen, Odenw.	74722	13	-14	7,9
Burg b. Magdeburg	39288	4	-14	9,5
Burghaslach	96152	13	-16	7,9
Castrop-Rauxel	44575*	5	-10	8,1
Celle	29221*	3	-12	8,5
Chemnitz	09111*	9	-14	7,9
Clausthal-Zellerfeld	38674*	6	-14	6,8
Coburg	96450	13	-14	7,9
Coesfeld	48653	5	-10	8,1
Coswig	06869	4	-14	9,5
Cottbus	03042*	4	-16	9,5
Crailsheim	74564	13	-16	7,9
Crimmitschau	08451	10	-14	6,3
Cuxhaven	27472*	1	-10	9,0
Dachau	85221	13	-16	7,9
Darmstadt	64283*	12	-12	10,2
Datteln	45711	5	-12	8,1
Delitzsch	04509	4	-14	9,5
Delmenhorst	27749*	3	-12	8,5
Dessau	06842*	4	-14	9,5
Detmold	32756*	6	-12	6,8
Dillenburg	35683*	10	-12	6,3
Dillingen, Donau	89407	13	-16	7,9
Dinslaken	46539	5	-10	8,1
Döbeln	04720	4	-14	9,5
Dorsten	46282*	5	-10	8,1
Dortmund	44135*	5	-12	8,1
Dresden	01067*	4	-14	9,5
Dudweiler, Saar	66125	6	-12	6,8
Dülken	41751	5	-10	8,1
Dülmen	48249	5	-12	8,1
Düren	52349*	5	-12	8,1
Düsseldorf	40210*	5	-10	8,1

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Ort	PLZ	Klimazonen nach DIN 4710	Außentemperatur θ'_e °C	Jahresmittel der Außentemperatur $\theta'_{m,e}$ °C
Duisburg	47051*	5	-10	8,1
Eberswalde-Finow	16225*	4	-14	9,5
Ebingen (Albstadt)	72458	14	-18	6,8
Eckernförde	24340	2	-10	8,4
Edewechterdamm (Friesoythe)	26169	1	-12	9,0
Eilenburg	04838	4	-14	9,5
Einbeck	37574	7	-16	8,8
Eisenach	99817	7	-16	8,8
Eisenhüttenstadt	15890	4	-16	9,5
Eisleben	06295	4	-14	9,5
Ellwangen, Jagst	73479	13	-16	7,9
Elmshorn	25335*	1	-12	9,0
Elsdorf, Rheinl.	50189	5	-12	8,1
Emden	26721*	1	-10	9,0
Ems, Bad	56130	5	-12	8,1
Emsdetten	48282	5	-12	8,1
Engelskirchen	51766	6	-10	6,8
Ennepetal	58256	6	-12	6,8
Erfurt	99084*	9	-14	7,9
Erlangen	91052*	13	-16	7,9
Eschwege	37269	8	-14	6,0
Eschweiler, Rheinl.	52249	5	-12	8,1
Essen	45127*	5	-10	8,1
Esslingen am Neckar	73728*	13	-14	7,9
Ettlingen	76275	12	-12	10,2
Euskirchen	53879*	5	-12	8,1
Eutin	23701	3	-10	8,5
Falkensee	14612	4	-14	9,5
Feldberg, Schwarzwald	79868	11	-18	3,0
Feldberg (Schmitten = Taunus)	61389	10	-16	6,3
Fellbach, Württ.	70734*	12	-12	10,2
Fichtelberg, Oberfr.	95686	10	-16	6,3
Finsterwalde	03238	4	-16	9,5
Flensburg	24937	3	-10	8,5
Forchheim, Oberfr.	91301	10	-16	6,3
Forst/Lausitz	03149	4	-16	9,5
Frankenthal, Pfalz	67227	12	-12	10,2
Frankfurt/Main	60311*	12	-12	10,2
Frankfurt/Oder	15230*	4	-16	9,5
Frechen	50226	5	-10	8,1
Freiberg	09599	10	-16	6,3
Freiburg i. Br.	79100*	12	-12	10,2
Freising	85354*	13	-16	7,9
Freital	01705*	5	-14	8,1
Freudenstadt	72250	14	-16	6,8
Friedrichshafen	88045*	13	-12	7,9
Fürstenfeldbruck	82256	13	-16	7,9
Fürstenwalde/Spree	15517	4	-14	9,5
Fürth, Bay	90762*	13	-16	7,9
Fulda	36037*	7	-14	8,8

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Ort	PLZ	Klimazonen nach DIN 4710	Außentemperatur θ'_e °C	Jahresmittel der Außentemperatur $\theta'_{m,e}$ °C
Garmisch-Partenkirchen	82467	15	-18	6,8
Geesthacht	21502	3	-12	8,5
Geislingen, Steige	73312	14	-16	6,8
Gelnhausen	63571	6	-12	6,8
Gelsenkirchen	45881*	5	-10	8,1
Gera	07545*	9	-14	7,9
Gerlachsheim (Lauda-Königshofen, Baden)	97922	13	-14	7,9
Gevelsberg	58285	6	-12	6,8
Gießen	35390*	10	-12	6,3
Gifhorn	38518	3	-14	8,5
Gilserberg	34630	7	-14	8,8
Gladbeck, Westf.	45964*	5	-10	8,1
Glauchau	08371	10	-14	6,3
Glückstadt	25348	1	-10	9,0
Göppingen	73033*	13	-14	7,9
Görlitz	02826*	9	-16	7,9
Gössweinstein	91327	13	-16	7,9
Gotha	99867	7	-14	8,8
Göttingen	37073*	7	-16	8,8
Goslar	38640*	3	-14	8,5
Greifswald	17489*	2	-12	8,4
Greiz	07973	9	-16	7,9
Greven, Westf.	48268	5	-12	8,1
Grevenbroich	41515*	5	-10	8,1
Gronau, Westf.	48599	5	-10	8,1
Großenhain	01558	4	-16	9,5
Gschwend b. Gaildorf	74417	13	-16	7,9
Guben	03172	4	-16	9,5
Gummersbach	51643	6	-12	6,8
Güstrow	18273	4	-12	9,5
Gütersloh	33330*	6	-12	6,8
Hagen	58091*	5	-12	8,1
Halberstadt	38820	3	-14	8,5
Haldensleben	39340	4	-14	9,5
Halle/Saale	06108*	4	-14	9,5
Hamburg	20144*	3	-12	8,5
Hameln	31785*	3	-12	8,5
Hamm, Westf.	59063*	5	-12	8,1
Hanau	63450*	10	-12	6,3
Hannover	30159*	3	-14	8,5
Harzburg, Bad	38667	6	-14	6,8
Hattingen, Ruhr	45525*	5	-12	8,1
Hauptschwenda (Neukirchen, Knüllgeb.)	34626	7	-14	8,8
Heide, Holst.	25746	1	-10	9,0
Heidelberg	69115*	12	-10	10,2
Heidenau	01809	4	-14	9,5
Heidenheim, Brenz	89518*	14	-16	6,8
Heilbronn	74072*	12	-12	10,2
Heiligenhaus b. Velbert	42579	5	-12	8,1

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Ort	PLZ	Klimazonen nach DIN 4710	Außentemperatur θ'_e °C	Jahresmittel der Außentemperatur $\theta'_{m,e}$ °C
Helmstedt	38350	3	-14	8,5
Hemer	58675	6	-12	6,8
Hennigsdorf b. Berlin	16761	4	-14	8,5
Herchenhain	36355	7	-14	8,8
Herford	32049*	6	-12	6,8
Herleshausen	37293	7	-14	8,8
Herne	44623*	5	-10	8,1
Herrenalb, Bad	76332	12	-14	10,2
Hersfeld, Bad	36251	7	-14	8,8
Herten, Westf.	45699*	5	-10	8,1
Hettstedt	06333	4	-14	9,5
Hilden	40721*	5	-10	8,1
Hildesheim	31134*	3	-14	8,5
Höchenschwand	79862	6	-16	6,8
Höllenstein (Post Degerndorf am Inn)	83098	15	-18	6,8
Hof, Saale	95030*	11	-18	3,0
Hofheim, Unterfr.	97461	13	-14	7,9
Hohenlimburg	58119	6	-12	6,8
Hohenpeissenberg	82383	13	-16	7,9
Holzminden	37603	7	-12	8,8
Homburg, Niederrh.	47198	5	-10	8,1
Homburg, Bad	61348	10	-12	6,3
Homburg, Saar	66424	6	-12	6,8
Hoyerswerda	02977	4	-16	9,5
Hückelhoven	41836	5	-10	8,1
Hürth	50354	5	-10	8,1
Husum, Nordsee	25813	1	-10	9,0
Ibbenbüren	49477*	5	-12	8,1
Idar-Oberstein	55743	6	-12	6,8
Ilmenau	98693	13	-16	7,9
Ingolstadt	85049*	13	-16	7,9
Inselsberg	98599	10	-16	6,3
Iserlohn	58638*	6	-12	6,8
Itzehoe	25524	1	-12	9,0
Jena	07743	9	-14	7,9
Kahl am Main	63796	12	-12	10,2
Kaiserslautern	67655*	6	-12	6,8
Kamen, Westf.	59174	5	-12	8,1
Kamenz	01917	4	-16	9,5
Kamp-Lintford	47475	5	-10	8,1
Karlshuld	86668	13	-16	7,9
Karlsruhe	76131*	12	-12	10,2
Kassel	34117*	7	-12	8,8
Kaufbeuren	87600	15	-16	6,8
Kempten, Allgäu	87435	15	-16	6,8
Kiel	24103*	2	-10	8,4
Kirchheim, Teck	73230	6	-16	6,8
Kissingen, Bad	97688	13	-14	7,9
Kleve, Niederrhein	47533	5	-10	8,1

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Ort	PLZ	Klimazonen nach DIN 4710	Außentemperatur θ'_e °C	Jahresmittel der Außentemperatur $\theta'_{m,e}$ °C
Klippeneck (Denkingen, Württ.)	78588	11	-16	3,0
Koblenz	56068*	5	-12	8,1
Kohlgrub, Bad	82433	15	-16	6,8
Köln	50667*	5	-10	8,1
Königstein, Taunus	61462	10	-12	6,3
Königs Wusterhausen	15711	4	-14	9,5
Konstanz	78464*	13	-12	7,9
Kornwestheim	70806	12	-12	10,2
Köthen/Anhalt	06366	4	-14	9,5
Krefeld	47798*	5	-10	8,1
Kreuznach, Bad	55543*	12	-12	10,2
Kronach	96317	13	-16	7,9
Kulmbach	95326	13	-16	7,9
Künzelsau	74653	13	-14	7,9
Lahr, Schwarzwald	77933	12	-12	10,2
Lampertheim, Hessen	68623	12	-12	10,2
Landau, Pfalz	76829	6	-12	6,8
Landshut, Bay	84028*	13	-16	7,9
Langen, Hessen	63225	6	-12	6,8
Langenfeld, Rheinl.	40764	5	-10	8,1
Langenhagen, Ha.	37115	3	-14	8,5
Langeoog	26465	1	-10	9,0
Lauchhammer	01979	4	-16	9,5
Leer, Ostfriesland	26789	3	-10	8,5
Lehrte	31275	3	-14	8,5
Leipzig	04103*	4	-14	8,7
Lemgo	32657	6	-12	6,8
Lengerich, Westf.	49525	3	-12	8,5
Leonberg, Württ.	71229	6	-12	6,8
Letmathe	58642	6	-12	6,8
Leverkusen	51371*	5	-10	8,1
Limbach-Oberfrohna	09212	10	-14	6,3
Lindau, Bodensee	88131	13	-12	7,9
Lingen, Ems	49808*	5	-10	8,1
Lippstadt	59555*	6	-12	6,8
List auf Sylt	25992	1	-10	9,0
Löbau	02708	9	-16	7,9
Lörrach	79539*	12	-12	10,2
Lorch, Rheingau	65391	7	-12	8,8
Lübbenau/Spreewald	03222	4	-16	9,5
Lübeck	23552*	2	-10	8,4
Luckenwalde	14943	4	-14	9,5
Lüdenscheid	58507*	6	-12	6,8
Ludwigsburg, Württ.	71634*	12	-12	10,2
Ludwigsfelde	14974	4	-14	9,5
Ludwigshafen am Rhein	67059*	12	-12	10,2
Lüneburg	21335*	3	-12	8,5
Lünen	44532*	5	-12	8,1
Mainz	55116*	12	-12	10,2
Magdeburg	39104*	4	-14	9,5

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Ort	PLZ	Klimazonen nach DIN 4710	Außentemperatur θ'_e °C	Jahresmittel der Außentemperatur $\theta'_{m,e}$ °C
Mannheim	68159*	12	-12	10,2
Marburg, Lahn	35037*	7	-12	8,8
Markkleeberg	04416	4	-14	9,5
Marl	45768*	5	-10	8,1
Meerane	08393	9	-14	7,9
Meersburg, Bodensee	88709	13	-12	7,9
Meiningen	98617	13	-16	7,9
Meißen	01662	4	-14	9,5
Memmingen	87700	13	-16	7,9
Menden, Sauerland	58706*	6	-12	6,8
Mengen, Baden	79227	12	-14	10,2
Merklingen Kr. Leonberg (Weil der Stadt)	71263	6	-16	6,8
Merseburg/Saale	06217	4	-14	9,5
Metten, Niederbay	94526	10	-18	6,3
Mettmann	40822	5	-12	8,1
Minden, Westf.	32423*	5	-12	8,1
Mittelberg b. Oy	87466	15	-18	6,8
Mittenwald	82481	15	-16	6,8
Mittweida	09648	9	-14	7,9
Mönchengladbach	41061*	5	-10	8,1
Moers	47441*	5	-10	8,1
Monheim, Rheinl.	40789	5	-10	8,1
Mühlhausen	99974	8	-14	6,0
Mühlheim, Ruhr	45478	5	-10	8,1
München	80331*	13	-16	7,9
Münsingen, Württ.	72525	14	-16	6,8
Münster, Westf.	48143*	5	-12	8,1
Nauheim, Bad	61231	10	-14	6,3
Naumburg	34311	7	-14	8,8
Neheim-Hüsten	59755*	6	-12	6,8
Neubrandenburg	17033*	4	-14	9,5
Neu-Isenburg	63263	12	-12	10,2
Neukirchen-Vluyn	47506	5	-10	8,1
Neuland, Kr. Stade (Neuland-Waterneversdorf)	21710	1	-10	9,0
Neumünster	24534*	3	-12	8,5
Neunkirchen, Saar	66538*	6	-12	6,8
Neuruppin	16816	4	-14	9,5
Neuss	41460*	5	-10	8,1
Neustadt, Weinstraße	67433*	12	-10	10,2
Neustrelitz	17235	4	-14	9,5
Neu-Ulm	89231*	13	-14	7,9
Neuwied	56564*	5	-12	8,1
Nienburg, Weser	31582	3	-12	8,5
Nordenham	26954	1	-10	9,0
Norderney	26548	1	-10	9,0
Nordhausen	99734	9	-14	7,9
Nordhorn	48527*	5	-10	8,1
Nördlingen	86270	13	-16	7,9
Nürburg	53520	6	-14	6,8

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Ort	PLZ	Klimazonen nach DIN 4710	Außentemperatur θ'_e °C	Jahresmittel der Außentemperatur $\theta'_{m,e}$ °C
Nürnberg	90402*	13	-16	7,9
Nürtingen	72622	6	-14	6,8
Oberaudorf	83080	15	-18	6,8
Oberhausen, Rheinland	46045*	5	-10	8,1
Oberrotweil	79235	12	-12	10,2
Oberstdorf	87561	15	-20	6,8
Oberursel, Taunus	61440	10	-12	6,3
Oberviechtach	92526	10	-16	6,3
Oberwiesenthal	09484	11	-18	3,0
Öhringen	74613	13	-14	7,9
Oer-Erkenschwick	45739	5	-10	8,1
Offenbach, Main	63065*	12	-12	10,2
Offenburg	77652*	12	-12	10,2
Oldenburg, Oldb.	26121*	3	-10	8,5
Oranienburg	16515	4	-14	9,5
Oschatz	04758	4	-14	9,5
Osnabrück	49074*	5	-12	8,1
Paderborn	33098*	5	-12	8,1
Parchim	19370	4	-14	8,1
Parsberg, Oberfr.	92331	13	-16	7,9
Passau	94032*	13	-14	7,9
Peine	31224*	3	-14	8,7
Pforzheim	75172*	6	-12	6,8
Pinneberg	25421	1	-12	9,0
Pirmasens	66953*	6	-12	6,8
Pirna	01796	10	-14	6,3
Plauen	08523*	10	-16	6,3
Plettenberg	58840	6	-12	6,8
Pommelsbrunn	91224	13	-14	7,9
Porz	50668	5	-10	8,1
Potsdam	14467*	4	-14	9,5
Prenzlau	17291	4	-14	9,5
Quedlinburg	06484	4	-14	9,5
Quickborn (Ditmarschen)	25712	3	-12	8,5
Radebeul	01445	4	-14	9,5
Radevormwald	42477	6	-12	6,8
Rastatt	76437	12	-12	10,2
Rathenow	14712	4	-14	9,5
Ratingen	40878*	5	-10	8,1
Ravensburg	88212*	13	-14	7,9
Recklinghausen	45657*	5	-10	8,1
Regensburg	93047*	13	-16	7,9
Reichenbach/Vogtl.	08468	10	-16	6,3
Remscheid	42853*	6	-12	6,8
Rendsburg	24768	3	-10	8,5
Reutlingen	72760*	6	-16	6,8
Rheine	48429*	5	-12	8,1
Rheinhausen, Niederrh.	79365	12	-10	10,2
Rheydt	41199	5	-10	8,1
Riesa	01587*	4	-16	9,5

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Ort	PLZ	Klimazonen nach DIN 4710	Außentemperatur θ'_e °C	Jahresmittel der Außentemperatur $\theta'_{m,e}$ °C
Rodenkirchen	50668	5	-10	8,1
Rötgen, Eifel	52159	6	-12	6,8
Rosenheim, Oberbay	83022*	13	-16	7,9
Rostock	18055*	2	-10	8,4
Rothenburg ob der Tauber	91541	13	-14	7,9
Rudolstadt	07407	10	-14	6,3
Rüsselsheim	65428	6	-12	6,8
Saalfeld/Saale	07318	10	-14	6,3
Saarbrücken	66111*	6	-12	6,8
Saarlouis	66740	6	-12	6,8
Salzgitter	38226*	3	-14	8,5
Salzungen, Bad	36433	7	-16	8,8
Salzwedel	29410	4	-14	9,5
Sangerhausen	06526	4	-14	9,5
St. Blasien	79837	6	-16	6,8
St. Ingert	66386	6	-12	6,8
Schleswig	24837	3	-10	8,5
Schneeberg	08289	10	-16	6,3
Schöenberg Kr. Freudenstadt (Loßburg)	72290	6	-14	6,8
Schönebeck/Elbe	39218	4	-14	9,5
Schopfloch	91626	13	-16	7,9
Schorndorf, Württ.	73614	13	-16	7,9
Schotten, Hess.	63679	7	-12	8,8
Schwabach, Mittelfr.	91126	13	-16	7,9
Schwäbisch Gmünd	73525*	13	-16	7,9
Schwäbisch Hall	74523	13	-16	7,9
Schwarzenberg/Erzgeb.	08340	10	-16	6,3
Schwedt/Oder	16303	4	-16	9,5
Schweinfurt	97421*	13	-14	7,9
Schwelm	58332	6	-12	6,8
Schwenningen, Neckar	78048	8	-16	6,0
Schwerin	19053*	4	-12	9,5
Schwerte, Ruhr	58239	5	-12	8,1
Segeberg, Bad	23795	3	-10	8,5
Selb	95100	10	-18	6,3
Senftenberg	01968	4	-16	9,5
Siegburg	53721	5	-12	8,1
Siegen	57072*	6	-12	6,8
Sigmaringen	72488	14	-14	6,8
Sindelfingen	71063*	6	-14	6,8
Singen, Hohentwiel	78224	13	-14	7,9
Soest, Westf.	59494	5	-12	8,1
Solingen	42651*	6	-12	6,8
Soltau	29614	4	-12	9,5
Sömmerda	99610	9	-14	7,9
Sondershausen	99706	9	-14	7,9
Sonneberg	08355	10	-16	6,3
Speyer	67346	12	-12	10,2
Spremberg	02742	9	-16	7,9

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Ort	PLZ	Klimazonen nach DIN 4710	Außentemperatur θ'_e °C	Jahresmittel der Außentemperatur $\theta'_{m,e}$ °C
Stade	21680	3	-10	8,5
Staßfurt	39418*	4	-14	9,5
Stendal	39576	4	-14	9,5
Stolberg, Rheinl.	52222*	5	-12	8,1
Stralsund	18437*	2	-10	8,4
Straubing	94315	11	-18	3,0
Strausberg	15344	4	-14	9,5
Stuttgart	70173*	12	-12	10,2
Suhl	98527*	10	-16	6,3
Sulzbach, Saar	66280	6	-12	6,8
Tölz, Bad	83646	15	-18	6,8
Torgau	04860	4	-16	9,5
Trier	54290*	7	-10	8,8
Tübingen	72070*	6	-16	6,8
Tuttlingen	78532	11	-16	3,0
Übach-Palenberg	52531	5	-12	8,1
Uelzen	29525	4	-14	9,5
Ulm, Donau	89073*	13	-14	7,9
Unna	59423*	5	-12	8,1
Velbert	42549*	5	-12	8,1
Viernheim	68519	12	-12	10,2
Viersen	41747*	5	-10	8,1
Villingen, Schwarzwald	78048*	8	-16	6,0
Völklingen, Saar	66333	6	-12	6,8
Voerde, Niederrh.	46562	5	-10	8,1
Waiblingen	71332*	12	-12	10,2
Waldeck, Hess	34513	7	-14	8,8
Waltrop	45731	5	-12	8,1
Wanne-Eickel	44649	5	-10	8,1
Waren	17192	4	-12	9,5
Wasserburg a. Inn	83512	13	-16	7,9
Wasserkuppe	36163	7	-16	8,8
Wattenscheid	44866	5	-10	8,1
Wedel, Holstein	22880	1	-10	9,0
Weiden, Oberpf.	92637	10	-16	6,3
Weilburg	35781	10	-12	6,3
Weimar	99423*	9	-14	7,9
Weinheim, Bergstraße	69469	6	-10	6,8
Weissenburg in Bay	91781	13	-16	7,9
Weißenfels	06667	4	-14	9,5
Weißwasser	02943	4	-16	9,5
Wendelstein	06642	4	-20	9,5
Werdau	04886	4	-16	9,5
Werdohl	58791	6	-12	6,8
Wermelskirchen	42929	6	-12	6,8
Werne a. d. Lippe	59368	6	-12	6,8
Wernigerode	38855	6	-16	6,8
Wertheim	97877	13	-14	7,9
Wesel	46483*	5	-10	8,1
Wesseling, Rheinl.	50389	5	-10	8,1

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Ort	PLZ	Klimazonen nach DIN 4710	Außentemperatur θ'_e °C	Jahresmittel der Außentemperatur $\theta'_{m,e}$ °C
Wetzlar	35578*	7	-12	8,8
Wiesbaden	65183*	12	-10	10,2
Wildbad	75323	6	-14	6,8
Wilhelmshaven	26382*	1	-10	9,0
Willingen, Upland	34508	7	-14	8,8
Wismar	23966*	2	-10	8,4
Witten	58452*	5	-12	8,1
Wittenberg	06886	4	-14	9,5
Wittenberge	19322	4	-14	9,5
Witzenhausen	37213*	7	-14	8,8
Wolfen	06766	4	-14	9,5
Wolfenbüttel	38300*	3	-14	8,5
Wolfsburg	38440*	3	-14	8,5
Worms	67547	12	-12	10,2
Wülfrath	42489	5	-12	8,1
Wuppertal	42103*	6	-12	6,8
Würselen	52146	5	-12	8,1
Würzburg	97070*	13	-12	7,9
Wurzen	04808	4	-14	9,5
Zeitz	39249	4	-14	9,5
Zerbst	39261	4	-14	9,5
Zittau	02763	10	-16	6,3
Zweibrücken	66487	6	-12	6,8
Zwickau	08056	9	-14	7,9

Städte mit mehr als einer Postleitzahl sind mit der niedrigsten PLZ eingetragen und mit * gekennzeichnet.

Tabelle 2 — Außentemperaturkorrektur in Abhängigkeit der thermischen Zeitkonstante des Gebäudes

Gebäudezeitkonstante τ [h] ^a	Außentemperaturkorrektur $\Delta\theta_e$ [K]
< 100	0
100 bis 140	+ 1
141 bis 210	+ 2
211 bis 280	+ 3
> 280	+ 4

^a Die Berechnung der Gebäudezeitkonstante erfolgt nach 3.6.4, Gleichung (11) dieses Dokuments. Bei der Bestimmung des Lüftungs-Wärmeverlustkoeffizienten H_V wird ein mittlerer Luftwechsel von $n = 0,5 \text{ h}^{-1}$ zugrunde gelegt.

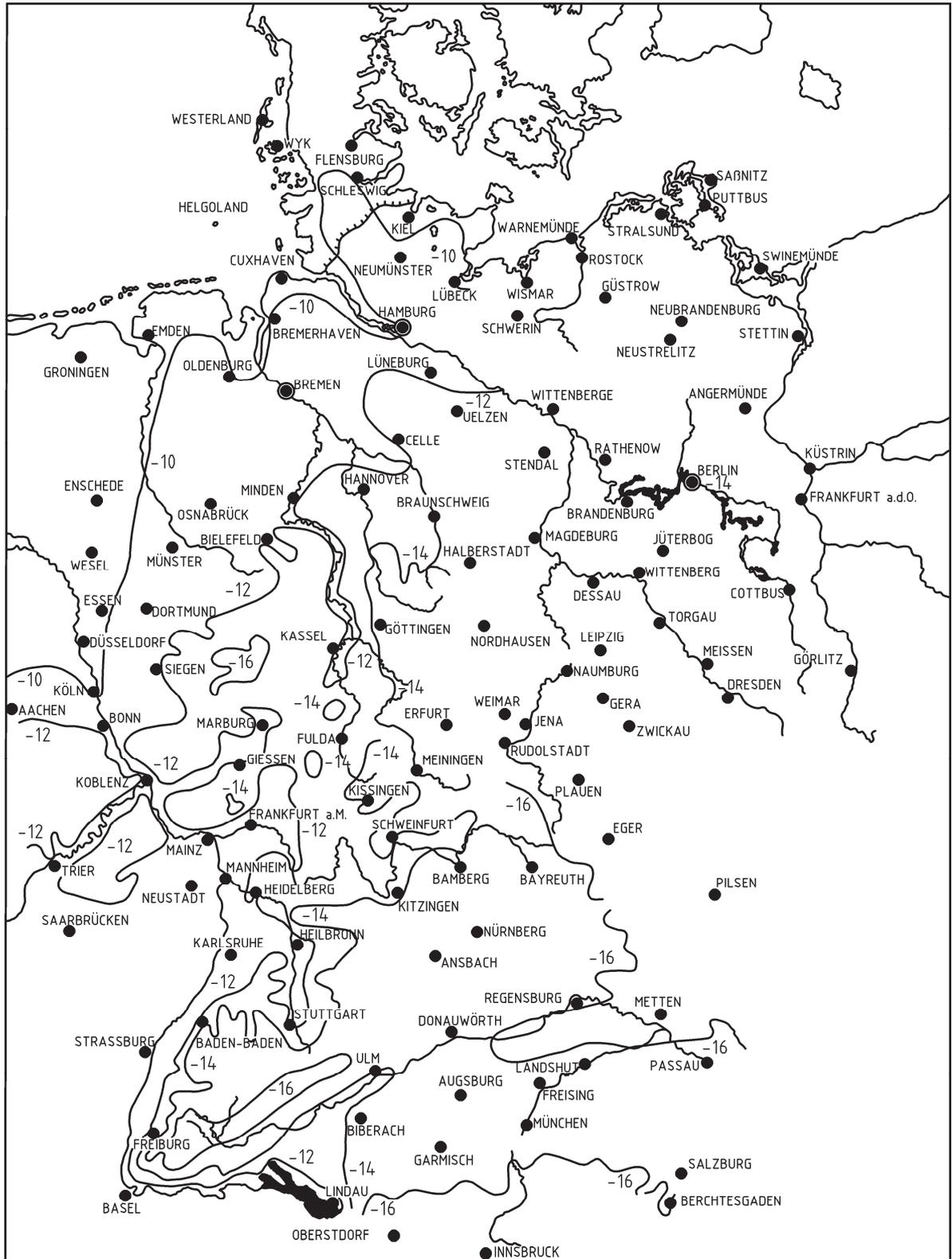


Bild 1 — Isothermenkarte für Deutschland

Tabelle 3 — Übersicht über die Klimazonen und Jahresmittel der Außentemperatur in Deutschland (nach DIN 4710)

Zone	Bezeichnung	Repräsentanzstation für Temperatur	Jahresmittel der Außentemperatur $\theta_{m,e}$ °C
1	Nordseeküste	Bremerhaven	9,0
2	Ostseeküste	Rostock-Warnemünde	8,4
3	Nordwestdeutsches Tiefland	Hamburg-Fuhlsbüttel	8,5
4	Nordostdeutsches Tiefland	Potsdam	9,5
5	Nordrhein-westfälische Bucht und Emsland	Essen	8,1
6	Nördliche und westliche Mittelgebirge, Randgebiete	Bad Marienberg	6,8
7	Nördliche und westliche Mittelgebirge, zentrale Bereiche	Kassel	8,8
8	Oberharz und Schwarzwald (mittlere Lage)	Braunlage	6,0
9	Thüringer Becken und sächsisches Hügelland	Chemnitz	7,9
10	Südöstliche Mittelgebirge bis 1 000 m	Hof	6,3
11	Erzgebirge, Böhmer- und Schwarzwald oberhalb 1 000 m	Fichtelberg	3,0
12	Oberrheingraben und unteres Neckartal	Mannheim	10,2
13	Schwäbisch-fränkisches Stufenland und Alpenvorland	Passau	7,9
14	Schwäbische Alb und Baar	Stötten	6,8
15	Alpenrand und Täler	Garmisch-Partenkirchen	6,8

3.2 Norm-Innentemperatur (DIN EN 12831:2003-08, 6.2)

Für die Berechnung der Norm-Heizlast wird empfohlen, soweit vom Auftraggeber nicht andere Werte gefordert werden, die nachfolgend aufgeführten Norm-Innentemperaturen für beheizte Räume zugrunde zu legen. Anhaltswerte der Norm-Innentemperaturen sind in Tabelle 4 aufgeführt.

Tabelle 4 — Norm-Innentemperaturen

lfd. Nr.	Raumart	Norm-Innentemperatur θ_{int} °C
1	Wohn- und Schlafräume	+ 20
2	Büroräume, Sitzungszimmer, Ausstellungsräume, Haupttreppenräume, Schalterhallen	+ 20
3	Hotelzimmer	+ 20
4	Verkaufsräume und Läden allgemein	+ 20
5	Unterrichtsräume allgemein	+ 20
6	Theater- und Konzerträume	+ 20
7	Bade- und Duschräume, Bäder, Umkleieräume, Untersuchungszimmer (generell jede Nutzung für den unbedeckten Bereich)	+ 24
8	WC-Räume	+ 20
9	Beheizte Nebenräume (Flure, Treppenhäuser)	+ 15

3.3 Gebäudedaten (DIN EN 12831:2003-08, 6.3)

Bei den Abmessungen der Bauteile [m] sind als Länge und Breite die äußeren Abmaße bzw. einschließlich halber Innenwanddicke, als Höhen der Wände die Geschosshöhen und als Abmessungen der Fenster und Türen die Maueröffnungen einzusetzen (siehe Bild 7 in DIN EN 12831). Das Volumen [m³] des Raumes wird anhand der lichten Innenmaße berechnet. Für die Berechnung sind Temperaturen [°C] und Wärmeströme [W] ohne Stellen nach dem Komma, Flächen [m²] und Volumenströme [m³/h] mit einer Stelle nach dem Komma, sowie Längen und Wärmedurchgangs- bzw. Verlustkoeffizienten mit zwei Stellen nach dem Komma einzusetzen. Die Zwischenergebnisse dürfen gerundet werden. Die Rechnung wird jedoch mit der vollen Genauigkeit des Rechenmittels fortgeführt.

3.4 Norm-Transmissionswärmeverlust (DIN EN 12831:2003-08, 7.1.1)

3.4.1 Wärmeverluste nach Außen

3.4.1.1 Witterungsbedingte Korrekturfaktoren

Die witterungsbedingten Korrekturfaktoren finden in dieser Norm keine Anwendung. Sie werden stets mit 1,0 eingesetzt.

Faktor $e_k = 1,0$

Faktor $e_l = 1,0$

3.4.1.2 Lineare Transmissionswärmeverluste – Wärmebrückenzuschlag ΔU_{WB}

Zur Bestimmung der Transmissionswärmeverluste durch lineare Wärmebrücken ist, sofern keine detaillierten Wärmebrücken-Verlustkoeffizienten für Bauteile vorliegen, die in DIN EN 12831 dargestellte vereinfachte Methode zu verwenden. Der hierin aufgeführte Korrekturfaktor f_c entspricht dem Wärmebrückenzuschlag ΔU_{WB} nach DIN V 4108-6:2003-06. Die Korrekturfaktoren sind in Tabelle 5 aufgeführt. Der Wärmebrückenzuschlag ΔU_{WB} ist zum physikalischen U -Wert der Außenbauteile zu addieren ($U_{kc} = U_k + \Delta U_{WB}$). Punkt-Wärmebrücken werden nicht berücksichtigt.

Die im Abschnitt 5 dargestellten Formblätter basieren auf dieser vereinfachten Methode.

Die U -Werte werden nach DIN EN ISO 6946 berechnet.

Tabelle 5 — Korrekturfaktor ΔU_{WB} für alle Bauteile nach Anzahl der wärmeübertragenden Gebäudehülle (Dach, Außenwand, Fenster, Türen, Kellerdecken, Bodenplatten, erdreichberührte Flächen)

Wärmebrücken	ΔU_{WB} ^a [W/m ² K]
ohne bauseitiger Berücksichtigung von Wärmebrücken	0,10
mit bauseitiger Ausführung der Bauteilanschlüsse nach DIN 4108, Beiblatt 2	0,05
detaillierter Nachweis der Wärmebrückenzuschläge nach DIN EN ISO 10211-1 und DIN EN ISO 10211-2 (siehe DIN EN 12831:2003-08, 7.1.1, Gleichung (3))	$\Delta U_{WB} = \frac{\sum \psi_1 l_1 e_1}{A_k}$
^a In DIN EN 12831 wird der Faktor ΔU_{WB} auch als f_c bezeichnet.	

3.4.2 Wärmeverluste durch unbeheizte Räume (DIN EN 12831:2003-08, 7.1.2)

Der Temperaturkorrekturfaktor b_U für unbeheizte Nachbarräume ist nach DIN EN 12831:2003-08, Gleichung (6) unter Verwendung der Temperatur des unbeheizten Raumes θ_u zu berechnen. Die Temperatur des unbeheizten Raumes kann immer über eine Bilanzierung der zu- und abgeführten Wärmeströme ermittelt werden, Gleichung (2).

$$\theta_u = \frac{\sum (U \cdot A \cdot \theta_{int})_{iu} + \sum (U \cdot A \cdot \theta_e)_{ue} + V_u \cdot n_u \cdot \rho \cdot c_p \theta_e}{\sum (U \cdot A)_{iu} + \sum (U \cdot A)_{ue} + V_u \cdot n_u \cdot \rho \cdot c_p} \quad (2)$$

Falls diese Berechnung nicht erfolgt und die Temperatur unbekannt ist, kann b_U für die überwiegende Anzahl von Standardfällen nach Tabelle 6 bestimmt werden.

Tabelle 6 — Temperatur-Korrekturfaktor b_u für unbeheizte Nachbarräume

Unbeheizter Raum			b_u
Nachbarräume			
ohne Außenwände (z. B. innenliegende Flure)			0,1
mit einer Außenwand, ohne äußere Türen			0,4
mit einer Außenwand, mit äußeren Türen			0,5
mit zwei Außenwänden, ohne äußere Türen			0,5
mit zwei Außenwänden, mit äußeren Türen			0,6
mit 3 Außenwänden (auch außenliegende Treppenträume)			0,8
Heizungsaufstellraum (Heizraum)			0,2
Kellerräume			
ohne Fenster/äußere Türen			0,4
mit Fenster/äußere Türen			0,5
Innenliegende Treppenträume			
Annahme: $\frac{\sum H_{T,iu}}{\sum H_{T,ue}} = 3,0$	Gebäudehöhe [m]	Geschoss	
	≤ 20	EG und KG	0,45
		1. OG	0,30
		über 1. OG	0,25
	> 20	EG und KG	0,65
1. OG		0,45	
2. OG		0,35	
3. und 4. OG		0,30	
5. bis 7. OG über 7. OG		0,30 0,25	
Geschlossene Dachräume			
Wärmedurchgangskoeffizient U W/(m ² ·K)			
Dachaußenfläche	nach außen U_{ue}	zu beheizten Räumen U_{iu}	
undicht ($n = 2,5 \text{ h}^{-1}$)	5	1,25	0,85
		0,60	0,90
	2,5	1,25	0,80
		0,60	0,90
dicht ($n = 0,5 \text{ h}^{-1}$)	5	1,25	0,85
		0,60	0,90
	2,5	1,25	0,75
		0,60	0,85
	1,0	1,25	0,55
		0,60	0,70
	0,5	1,25	0,50
		0,60	0,65
0,25	1,25	0,40	
	0,60	0,60	
Aufgeständerter Boden			
Boden über einem Kriechraum			0,8

3.4.3 Wärmeverluste an das Erdreich (DIN EN 12831:2003-08, 7.1.3)

Die Korrekturfaktoren f_{g1} und G_W sind wie folgt einzusetzen.

Korrekturfaktor für die jährliche Schwankung der Außentemperatur: $f_{g1} = 1,45$

Korrekturfaktor für den Einfluss des Grundwassers G_W :

- Abstand Grundwasserspiegel zur Fundamentplatte: $\geq 3 \text{ m} = 1,00$;
- Abstand Grundwasserspiegel zur Fundamentplatte: $< 3 \text{ m} = 1,15$.

Eine Extrapolation der Werte für den äquivalenten Wärmedurchgangskoeffizienten U_{equiv} für Bodenelemente eines beheizten Kellers in den Bildern 3 bis 5 aus DIN EN 12831:2003-08 sollte den Grenzwert aller Kurven von $U_{\text{equiv}} = 0,11 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ berücksichtigen.

Die äquivalenten Wärmedurchgangskoeffizienten U_{equiv} können auch mit den nachstehenden empirischen Gleichungen hinreichend genau berechnet werden.

a) Bodenplatten auf dem bzw. im Erdreich (Bilder 3 bis 5 aus DIN EN 12831:2003-08)

$$U_{\text{equiv}} = C_1 \cdot (B')^{C_2} - C_3 \tag{3}$$

mit:

$$C_1 = 1,2915 \cdot e^{-0,076 \cdot z} \cdot U^{0,3402 \cdot e^{-0,1784 \cdot z}}$$

$$C_2 = (0,0123 \cdot z - 0,0925) \cdot \ln(U) + (0,0209 \cdot z - 0,1606)$$

$$C_3 = 0,6$$

Anwendungsgrenzen: $U > 0$, $0 < B' < 20$, $0 \leq z < 10$

b) Wände an Erdreich ((Bild 6 aus DIN EN 12831:2003-08)

$$U_{\text{equiv}} = C_1 \cdot e^{C_2} \cdot U \tag{4}$$

mit:

$$C_1 = 0,9229 \cdot e^{-0,0944 \cdot z}$$

$$C_2 = U \cdot (0,2165 \cdot e^{-0,3483 \cdot z} - 0,35)$$

Anwendungsgrenzen: $U > 0$, $0 \leq z < 10$

Dabei ist

- U_{equiv} der äquivalenter Wärmedurchgangskoeffizient, in $\text{W/m}^2\text{K}$;
- U der Wärmedurchgangskoeffizient der Bodenkonstruktion, in $\text{W/m}^2\text{K}$;
- z die Tiefe der Bodenplatte unterhalb der Erdreichoberfläche, in m.

3.4.4 Wärmefluss zwischen beheizten Räumen unterschiedlicher Temperatur (DIN EN 12831:2003-08, 7.1.4)

Die Temperaturermittlung erfolgt nach Tabelle 7.

Tabelle 7 — Bestimmung der Temperatur des Nachbarräumes

Räume	$\theta_{\text{Nachbarraum}}$ °C
Angrenzender Raum einer anderen Gebäudeeinheit (z. B. Apartment)	$\frac{\theta_{\text{int},i} + \theta_{\text{m,e}}}{2}$
Angrenzender Raum eines separaten Gebäudes	$\theta_{\text{m,e}}$

3.5 Norm-Lüftungswärmeverluste (DIN EN 12831:2003-08, 7.2)

3.5.1 Allgemeines

Räume ohne ventilatorgestützte Lüftungsanlagen:

Für die Bestimmung des Luftvolumenstroms bei Räumen ohne ventilatorgestützte Lüftungsanlagen gilt:

$$\dot{V}_i = \max(\dot{V}_{\text{inf},i}; \dot{V}_{\text{min}}) \quad (5)$$

Räumen mit ventilatorgestützte Lüftungsanlagen:

Die Bestimmung des Luftvolumenstroms bei Räumen mit ventilatorgestützten Lüftungsanlagen erfolgt ohne einen Vergleich mit dem Mindestluftwechsel nach Gleichung (5). Hierbei wird unterstellt, dass alle Räume, die mit einer lüftungstechnischen Anlage versorgt werden, mit einem Luftwechsel n_{Anl} betrieben werden, der mindestens dem für den Anwendungsfall festgesetzten Luftwechsel entspricht. Bei der Festlegung der tatsächlichen Luftvolumenströme (Auslegung der Lüftungsanlage) gelten andere Regelwerke (z. B. DIN EN 13779, DIN 1946-6.).

Um den Fall der Überströmung aus dem Abluftvolumenstromüberschuss $\dot{V}_{\text{mech,inf},i}$ auch für die Überströmung aus Zonen oder Nachbarräumen zu erfassen, wurde die Gleichung (15) aus DIN EN 12831:2003-08 um den Temperaturkorrekturfaktor $f_{\text{v,mech,inf},ij}$ erweitert:

$$\dot{V}_i = \dot{V}_{\text{inf},i} + \dot{V}_{\text{su},i} \cdot f_{\text{v,su},i} + \dot{V}_{\text{mech,inf},ie} + \dot{V}_{\text{mech,inf},ij} \cdot f_{\text{v,mech,inf},ij} \quad (6)$$

Dabei ist

\dot{V}_i	der Luftvolumenstrom des Raumes (i), in m ³ /h;
$\dot{V}_{\text{inf},i}$	der Luftvolumenstrom des Raumes (i) aufgrund natürlicher Infiltration, in m ³ /h;
$\dot{V}_{\text{su},i}$	der Zuluftvolumenstrom des Raumes (i), in m ³ /h;
$f_{\text{v,su},i}$	der Korrekturfaktor für den Zuluftvolumenstrom;
$\dot{V}_{\text{mech,inf},ie}$	der Außenluftvolumenstrom des Raumes (i) aufgrund mechanischer Infiltration in m ³ /h; der Temperaturkorrekturfaktor beträgt in diesem Fall 1;
$\dot{V}_{\text{mech,inf},ij}$	die überströmende Luft aus Nachbarräumen (j) aufgrund mechanischer Infiltration, in m ³ /h;
$f_{\text{v,mech,inf},ij}$	der Korrekturfaktor für die überströmende Luft aus Nachbarräumen.

Bei der Anrechnung einer Wärmerückgewinnung in Gleichung (6) ist die Zulufttemperatur $\theta_{SU,i}$ bei Norm-Außentemperatur zu bestimmen und in die Berechnung des Reduktionsfaktors $f_{V,SU,i}$ einzusetzen:

$$f_{V,SU,i} = \frac{\theta_{int} - \theta_{SU,i}}{\theta_{int} - \theta_e} \quad (7)$$

Die Zulufttemperatur kann bei Wohnungslüftungsanlagen mit gleichen Zu- und Abluftvolumenströmen vereinfacht bestimmt werden zu:

$$\theta_{SU,i} = \eta_{WRG} \cdot (\theta_{ex} - \theta_e) + \theta_e \quad (8)$$

Dabei ist

- $\theta_{SU,i}$ die Temperatur der Zuluft in den Raum, in °C;
- η_{WRG} der Wärmebereitstellungsgrad des Wärmeübertragers;
- θ_{ex} die in den Wärmeübertrager eingehende Ablufttemperatur, in °C;
- θ_e Norm-Außentemperatur.

Bei Anlagen mit einem Wärmebereitstellungsgrad von über 80 % ohne Vorwärmung der Außenluft wird der für die Heizlastberechnung anrechenbare Wärmebereitstellungsgrad auf 80 % begrenzt.

3.5.2 Mindestluftwechsel n_{min} (DIN EN 12831:2003-08, 7.2.1)

Der Mindestluftwechsel n_{min} ist in Tabelle 8 nach Raumarten angegeben. Bei anderen Raumarten oder bei Räumen, deren Raumhöhe 3 m übersteigt, ist ein angemessener Luftwechsel festzulegen. Dies gilt ebenfalls für innenliegende Treppenhäuser, die über einen Vorflur mit der Außenluft verbunden sind (z. B.: $n_{min} = 0,5 \text{ h}^{-1}$).

Tabelle 8 — Mindestluftwechsel n_{min}

Raumart ^a	n_{min} h ⁻¹
Daueraufenthaltsräume wie z. B. Wohn- und Schlafräume, Büros u. Ä. (Standardfall)	0,5
Küche ≤ 20 m ³	1,0
Küche > 20 m ³	0,5
WC oder Badezimmer mit Fenster	0,5
Nebenträume, innenliegende Räume	0,0
^a Innenliegende Daueraufenthaltsräume, Bäder und Toilettenräume sind mit Lüftungsanlagen zu rechnen.	

3.5.3 Luftdurchlässigkeitswerte n_{50} (DIN EN 12831:2003-08, 7.2.2)

Anhaltswerte für die Luftdurchlässigkeit n_{50} werden für das gesamte Gebäude aufgrund des Druckunterschieds von innen nach außen von 50 Pa in Tabelle 9 festgelegt. Hierbei wird unterstellt, dass raumweise keine größeren Abweichungen in der Dichtheit der Gebäudehülle auftreten. Bei größeren Abweichungen der Dichtheit (inhomogene Bausubstanz) können raumweise abweichende Bemessungswerte n_{50} eingesetzt werden.

Ist eine Einstufung nicht eindeutig möglich, kann zur Bestimmung des n_{50} -Wertes eine Dichtheitsprüfung erfolgen oder der nächst ungünstigere Tabellenwert eingesetzt werden.

Die Luftdurchlässigkeitswerte für das gesamte Gebäude können auch für andere Druckunterschiede als 50 Pa angegeben werden, jedoch sollten dann diese Werte der DIN EN 12831, 7.2.2, Gleichung (17) angeglichen werden.

Tabelle 9 — Luftwechsel bei 50 Pa Druckdifferenz n_{50} (in Anlehnung an DIN V 18599-2)

Kategorie	Richtwerte für Luftdichtheit bei 50 Pa	Bemessungswerte n_{50} h^{-1}
Ia	Nach EnEV errichtete Gebäude mit raumluftechnischen Anlagen (auch Wohnungslüftungsanlagen)	1,5
Ib	Nach EnEV errichtete Gebäude ohne raumluftechnische Anlagen	3
II	Nicht nach EnEV errichtete Gebäude mit mittlerer Dichtheit	4
III	Fälle, die nicht den v. g. Kategorien entsprechen z. B. Wohngebäude im Bestand (wenig dicht);	6
IV	Vorhandensein offensichtlicher Undichtheiten, wie z. B. offene Fugen in der Luftdichtheitsschicht oder der wärmeübertragenden Umfassungsfläche (sehr undicht)	10

3.5.4 Abschirmungskoeffizient e (DIN EN 12831:2003-08, 7.2.2)

Der Abschirmungskoeffizient kann der Tabelle 10 entnommen werden. Hierbei ist zu beachten, dass auch Fassaden ohne Außenfenster und -türen Undichtigkeiten aufweisen können.

Tabelle 10 — Abschirmungskoeffizient e für verschiedene Gebäudestandorte

Abschirmungsklasse	e [-]		
	beheizter Raum mit		
	keiner dem Wind ausgesetzten Fläche bzw. Fassade	einer dem Wind ausgesetzten Fläche bzw. Fassade	mit mehr als einer dem Wind ausgesetzten Fläche bzw. Fassade
keine Abschirmung (z. B. Gebäude in windreichen Gegenden, Hochhäuser in Stadtzentren)	0	0,03	0,05
moderate Abschirmung (z. B. Gebäude im Freien, umgeben von Bäumen bzw. anderen Gebäuden, Vorstädte)	0	0,02	0,03
gute Abschirmung (z. B. Gebäude mittlerer Höhe in Stadtzentren, Gebäude in bewaldeten Regionen)	0	0,01	0,02

3.5.5 Höhenkorrekturfaktor ε (DIN EN 12831:2003-08, 7.2.2)

Der Höhenkorrekturfaktor kann Tabelle 11 entnommen werden bzw. ist nach Gleichung (9) zu bestimmen:

$$\varepsilon_i = \max \left[1, \left(\frac{h_i}{10} \right)^{4/9} \right] \tag{9}$$

Dabei ist

ε_i der Höhenkorrekturfaktor;

h_i die Höhe des beheizten Raumes über Erdreich, in m.

Tabelle 11 — Höhenkorrekturfaktor ε nach Lage des Raumes über Erdreichniveau

Höhe des beheizten Raumes über dem Erdreichniveau (Raummitte bis Erdreichniveau) m	Höhenkorrekturfaktor ε_i
0 bis 10 ^a	1,0
> 10 bis 20	1,2
> 20 bis 30	1,5
> 30 bis 40	1,7
> 40 bis 50	2,0
> 50 bis 60	2,1
> 60 bis 70	2,3
> 70 bis 80	2,4
> 80 bis 90	2,6
> 90 bis 100	2,8

^a Die Höhe 10 m kann bei Wohngebäuden generell für alle Häuser mit max. 4 beheizten Geschossen über Erdreich eingesetzt werden.

3.6 Räume mit unterbrochenem Heizbetrieb (DIN EN 12831:2003-08, 7.3 und 9.2.2)

3.6.1 Anwendungsbereich

Räume mit unterbrochenem Heizbetrieb benötigen eine Aufheizleistung, um die geforderte Norm-Innentemperatur nach einer Temperaturabsenkung innerhalb einer bestimmten Zeit erreichen zu können. Diese Wiederaufheizleistungen sind nicht Bestandteil der Normheizlast Φ_{HL} . Sie sind separat zu berechnen und auszuweisen (siehe entsprechende Formblätter).

Eine zusätzliche Aufheizleistung ist jedoch nicht notwendig, wenn die Anlagentechnik sicherstellt, dass die Absenkung an den kältesten Tagen nicht stattfindet (durchgehender Heizbetrieb). Die Wiederaufheizfaktoren f_{RH} sind ebenfalls nicht zu berücksichtigen, wenn nach anderen Normen bezüglich der Auslegung der Heizlast diese zusätzliche Leistung bereits berücksichtigt wurde.

Zusätzliche Aufheizleistungen werden in erster Linie bei der Heizlast einzelner Räume berücksichtigt. Inwieweit diese Leistungsreserve auch bei der (zentralen) Wärmeerzeugung berücksichtigt werden muss, bedarf einer Abschätzung. Davon sind vorrangig Ein- und Zweifamilienhäuser, Etagenheizungen o. Ä. betroffen. Vorhandene Heizleistungsreserven in Form des Anteils zur Trinkwassererwärmung sind in die Überlegungen mit einzubeziehen. Dies gilt ebenso für Anlagen mit speziellen Regelungsverfahren im Wiederaufheizbetrieb.

3.6.2 Allgemeine Festlegungen zur Bestimmung des Wiederaufheizfaktors f_{RH}

Wie in DIN EN 12831 ausgeführt, haben Wärmeschutzniveau, Bauschwere, Außenluftwechsel während der Absenk- und Wiederaufheizphase, Aufheizzeit usw. Einfluss auf die notwendige Aufheizleistung und somit auf den Wiederaufheizfaktor f_{RH} . Dieses hat zur Folge, dass die mit den nachstehenden Verfahren ermittelten Werte Näherungswerte darstellen.

Das Hauptproblem bei der Ermittlung von f_{RH} besteht in der zutreffenden Annahme des Innentemperaturabfalls. In Abhängigkeit der o. g. Einflussgrößen und damit auch des Nutzerverhaltens können sich sehr unterschiedliche Werte ergeben.

Wenn der Innentemperaturabfall in den Absenkphasen bekannt ist, erfolgt die Berechnung nach 3.6.4.

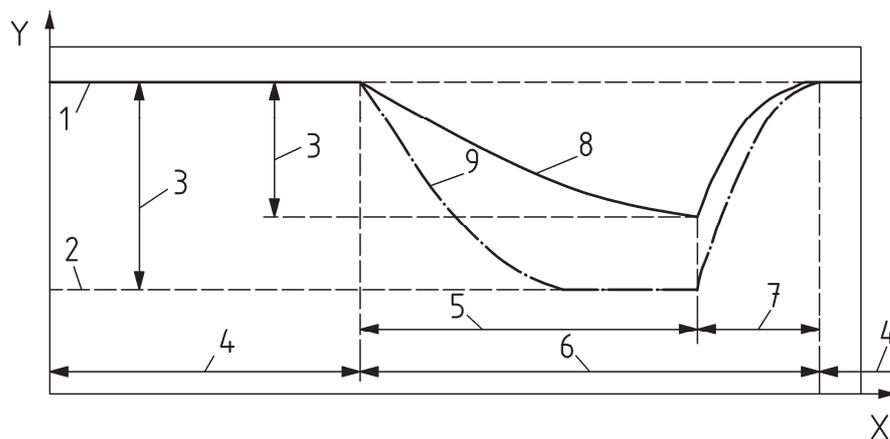
Ist der Innentemperaturabfall nicht bekannt, wird der Wiederaufheizfaktor über die Vorgabe des Nutzungsprofils entsprechend 3.6.3 ermittelt. Eine Anwendung des Verfahrens in Abhängigkeit der Nutzungsprofile ist jedoch nur bei Erfüllung der folgenden Voraussetzungen möglich

- das Gebäude weist ein höheres Wärmeschutzniveau auf (mindestens nach Wärmeschutzverordnung 1995),
- die mittlere Raumhöhe liegt unter 3,5 m,
- der Außenluftwechsel während der Aufheizphase ist geringfügig ($\leq 0,3 \text{ h}^{-1}$) und
- die minimal zulässige Temperatur in der Absenkphase (Stütztemperatur) beträgt $15 \text{ }^\circ\text{C}$.

Bei abweichenden Randbedingungen (z. B. niedriges Wärmeschutzniveau im Falle von Altbauten) muss in jedem Fall eine Ermittlung des Wiederaufheizfaktors in Abhängigkeit des Innentemperaturabfalls erfolgen. Dabei ist gegebenenfalls eine überschlägige Ermittlung des Innentemperaturabfalls auf der Basis der in 3.6.4 angegebenen Beziehungen notwendig.

3.6.3 Ermittlung des Wiederaufheizfaktors f_{RH} aufgrund des Nutzungsprofils

Die Ermittlung von f_{RH} erfolgt entsprechend den Tabellen 12 und 13 in Abhängigkeit des Nutzungsprofils. Die hierbei verwendeten Begriffe werden in Bild 2 erläutert. Im Fall $f_{RH} = 0$ ist die vorhandene Heizleistung ausreichend. Bei den grau hinterlegten Werten wird eine vorgegebene Stütztemperatur von $\theta = 15 \text{ }^\circ\text{C}$ erreicht. Zwischenwerte sind linear zu interpolieren.



Legende

- | | | | |
|---|-----------------------|---|--------------------------------|
| X | Zeit | 4 | Nutzungszeit |
| Y | Innentemperatur | 5 | Absenkezeit |
| 1 | Sollwert | 6 | Nichtnutzungszeit |
| 2 | Stütztemperatur | 7 | Wiederaufheizzeit |
| 3 | Innentemperaturabfall | 8 | freie Auskühlung |
| | | 9 | Auskühlung bis Stütztemperatur |

Bild 2 — Mögliche Temperaturverläufe bei unterbrochenem Heizbetrieb (schematisch)

Tabelle 12 — Wiederaufheizfaktor f_{RH} für Nichtnutzungszeiten 8 h und 14 h

f_{RH}											
W/m ²											
Nichtnutzungszeit 8 h (Wohnen)						14 h (Büro o.Ä.) Nichtnutzungszeit					
Absenkezeit t_{Abs} h	Wieder-aufheizzeit t_{RH} h	Luftwechsel n_{Abs} während der Absenkung ^a h ⁻¹								Wieder-aufheizzeit t_{Abs} h	Absenkezeit t_{RH} h
		0,1		0,5		0,1		0,5			
		Gebäudemasse ^b									
		l	s	l	s	l	s	l	s		
7,5	0,5	63	16	74	26	88	38	91	56	0,5	13,5
7	1	34	10	43	16	50	29	50	43	1	13
6	2	14	3	21	8	28	18	28	29	2	12
5	3	5	0	10	2	17	12	18	21	3	11
4	4	0	0	3	0	11	7	12	15	4	10
2	6	0	0	0	0	3	1	5	5	6	8
						0	0	0	0	12	2

^a Ein Luftwechsel n_{Abs} von 0,1 h⁻¹ während der Absenkezeit ist mit geschlossenen Fenstern und Türen in dieser Zeit gleichzusetzen.

^b Gebäudemasse: l = leicht; s = mittelschwer/schwer.

Tabelle 13 — Wiederaufheizfaktor f_{RH} für Nichtnutzungszeiten 62 h und 168 h

f_{RH}											
W/m ²											
Nichtnutzungszeit 62 h (Wohnen, Büro)						168 h (z. B. Urlaub) Nichtnutzungszeit					
Absenkezeit t_{Abs} h	Wieder-aufheizzeit t_{RH} h	Luftwechsel n_{Abs} während der Absenkung ^a h ⁻¹								Wieder-aufheizzeit t_{Abs} h	Absenkezeit t_{RH} h
		0,1		0,5		0,1		0,5			
		Gebäudemasse ^b									
		l	s	l	s	l	s	l	s		
61,5	0,5	92	>100	92	>100	92	>100	92	>100	0,5	167,5
61	1	55	100	55	>100	55	>100	55	>100	1	167
60	2	32	86	32	>100	32	>100	32	>100	2	166
59	3	23	73	22	94	23	>100	23	>100	3	165
58	4	17	64	17	84	17	95	17	95	4	164
56	6	10	52	10	70	10	81	10	81	6	162
50	12	2	31	2	45	2	57	2	57	12	156

^a Ein Luftwechsel n_{Abs} von 0,1 h⁻¹ während der Absenkezeit ist mit geschlossenen Fenstern und Türen in dieser Zeit gleichzusetzen.

^b Gebäudemasse: l = leicht; s = mittelschwer/schwer.

3.6.4 Ermittlung des Wiederaufheizfaktors f_{RH} aufgrund des Innentemperaturabfalls

Die Ermittlung von f_{RH} erfolgt entsprechend den Tabellen 14 und 15 in Abhängigkeit des Innentemperaturabfalls. Zwischenwerte sind linear zu interpolieren. Ist der Innentemperaturabfall nicht bekannt, kann er überschlägig auf der Basis der nachfolgenden Beziehungen ermittelt werden.

Nach DIN EN 832 gilt für den Innentemperaturabfall:

$$\Delta\theta_{RH} = (\theta_{\text{int},i} - \theta'_e) \cdot \left(1 - e^{-\frac{t_{\text{Abs}}}{\tau}} \right) \quad (10)$$

Dabei ist

$\Delta\theta_{RH}$	der Innentemperaturabfall nach der Absenkephase, in K;
$\theta_{\text{int},i}$	die Norm-Innentemperatur, in °C; (nach Tabelle 3 bzw. Vereinbarung)
θ'_e	die Außentemperatur während der Absenkephase; (nach Tabelle 1 bzw. Vereinbarung)
t_{Abs}	die Absenkezeit, in h; (zeitliches Nutzungsprofil)
τ	die Gebäude- bzw. Raumzeitkonstante, in h.

$\Delta\theta_{RH}$ kann maximal den regeltechnisch vorgegebenen Sollwert (z. B. Stütztemperatur) erreichen.

Die Zeitkonstante τ , in h, ermittelt sich wie folgt:

$$\tau = \frac{C_{\text{wirk}}}{H_{\text{Abs}}} \quad (11)$$

Dabei ist

C_{wirk}	die wirksame Wärmespeicherfähigkeit, in Wh/(K);
H_{Abs}	der Wärmeverlustkoeffizient ($H_T + H_V$) des Gebäudes oder des Raumes in der Absenkephase, in W/K.

Der Wärmeverlustkoeffizient H_{Abs} wird nach folgender Beziehung:

$$H_{\text{Abs}} = H_T + 0,34 \cdot V \cdot n_{\text{Abs}} \quad (12)$$

Dabei ist

H_{Abs}	der Wärmeverlustkoeffizient in der Absenkephase, in W/K;
H_T	der Transmissionswärmeverlustkoeffizient, in W/K;
V	das Netto-Raum- bzw. Gebäudevolumen, in m ³ ;
n_{Abs}	der Außenluftwechsel während der Absenkezeit, in h ⁻¹ .

DIN EN 12831 Bbl 1:2008-07

Die wirksame Wärmespeicherfähigkeit C_{wirk} wird näherungsweise wie folgt angegeben:

- leichte Gebäudemasse (abgehängte Decken und aufgeständerte Böden, Wände in Leichtbauweise)

$$C_{\text{wirk}} = 15 \text{ Wh} / (\text{m}^3 \cdot \text{K}) \cdot V_e$$

- mittelschwere bzw. schwere Gebäudemasse (Betondecken und -böden mit Wänden in Leichtbauweise bzw. Mauerwerk/Beton)

$$C_{\text{wirk}} = 50 \text{ Wh} / (\text{m}^3 \cdot \text{K}) \cdot V_e$$

Dabei ist

V_e das Brutto-Raum- bzw. Gebäudevolumen, in m^3 .

Tabelle 14 — Wiederaufheizfaktoren f_{RH} bei Vorgabe des Innentemperaturabfalls für einen Außenluftwechsel in der Wiederaufheizphase $n = 0,1 \text{ h}^{-1}$ (geschlossene Fenster und Türen)

Wieder- aufheiz- zeit t_{RH} h	f_{RH} W/m^2									
	Angenommener Innentemperaturabfall $\Delta\theta_{\text{RH}}$ während der Absenkung									
	K									
	1	2	3	4	5					
Gebäudemasse ^a										
	l	s	l	s	l	s	l	s	l	s
0,5	12	12	27	28	39	44	50	60	—	—
1	8	8	18	21	26	34	33	48	—	—
2	5	5	10	15	15	25	20	35	43	85
3	3	3	7	12	9	20	14	29	33	75
4	2	2	5	10	7	18	10	26	28	72

^a Gebäudemasse: l = leicht; s = mittelschwer/schwer.

Tabelle 15 — Wiederaufheizfaktoren f_{RH} bei Vorgabe des Innentemperaturabfalls für einen Außenluftwechsel in der Wiederaufheizphase $n = 0,5 \text{ h}^{-1}$

Wieder- aufheiz- zeit t_{RH} h	f_{RH} W/m ²									
	Angenommener Innentemperaturabfall $\Delta\theta_{RH}$ während der Absenkung K									
	1		2		3		4		5	
	Gebäudemasse ^a									
	l	s	l	s	l	s	l	s	l	s
0,5	14	18	29	35	44	53	58	69	—	—
1	10	14	21	28	32	43	41	56	—	—
2	7	11	13	22	21	33	28	43	47	94
3	5	10	10	19	15	27	21	37	37	84
4	4	9	8	17	13	25	17	34	31	76

^a Gebäudemasse: l = leicht; s = mittelschwer/schwer.

3.7 Norm-Heizlast Φ_{HL}

3.7.1 Norm-Heizlast eines Raumes (DIN EN 12831:2003-08, 8.1)

Die Norm-Heizlast eines beheizten Raumes (i) $\Phi_{HL,i}$ wird berechnet zu

$$\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} \quad (13)$$

Dabei ist

- $\Phi_{HL,i}$ die Norm-Heizlast des Raumes, in W;
- $\Phi_{T,i}$ die Transmissionswärmeverluste des beheizten Raumes, in W;
- $\Phi_{V,i}$ der Lüftungswärmeverlust des beheizten Raumes, in W.

3.7.2 Norm-Heizlast einer Gebäudeeinheit bzw. eines Gebäudes (DIN EN 12831:2003-08, 8.2)

3.7.2.1 Grundsätzliche Berechnung

Die Norm-Heizlast einer Gebäudeeinheit bzw. eines Gebäudes $\Phi_{HL,Geb}$ wird berechnet zu

$$\Phi_{HL,Geb} = \sum_i \Phi_{T,i} + \sum_i \Phi_{V,i} \quad (14)$$

Dabei ist

- $\Phi_{HL,Geb}$ die Norm-Heizlast der Gebäudeeinheit bzw. des Gebäudes, in W;
- $\sum \Phi_{T,i}$ die Summe der Transmissionsverluste aller beheizten Räume, ohne die Berücksichtigung des Wärmeflusses zwischen den Gebäudeeinheiten bzw. innerhalb des Gebäudes, in W;
- $\sum \Phi_{V,i}$ die Summe der Lüftungswärmeverluste aller beheizten Räume ohne Berücksichtigung des Wärmeflusses zwischen den Gebäudeeinheiten bzw. innerhalb des Gebäudes, in W.

3.7.2.2 Natürlich belüftete Räume

Die Lüftungswärmeverluste $\sum \Phi_{V,i}$ für natürlich belüftete Räume wird wie folgt berechnet:

$$\sum \Phi_{V,i} = \max \left(\zeta \cdot \sum_i \Phi_{\text{inf},i}, 0,5 \cdot \sum_i \Phi_{\text{min},i} \right) \quad (15)$$

In DIN EN 12831:2003-08, 8.2 wird für die Berechnung der Norm-Heizlast eines Gebäudes der gleichzeitig wirksame Lüftungswärmeanteil ζ bei der Bestimmung des anzurechnenden infiltrierten Luftvolumenstroms $\sum \dot{V}_{\text{inf},i}$ und somit auch für die Lüftungswärmeverluste $\sum \Phi_{V,\text{inf},i}$, pauschal zu 0,5 gesetzt. Für Sonderfälle (z. B. Hallen oder Gebäude mit nur einem Raum) kann dieser Wert auch zu 1 bzw. nach einem dem konkreten Fall angepasstem Wert gesetzt werden. In den Formblättern wird zum besseren Verständnis ζ als variabler Parameter hierfür beibehalten.

Bei der Bestimmung des anzurechnenden Mindestluftvolumenstroms $\sum \dot{V}_{\text{min},i}$ wird die Summe der raumweise ermittelten Werte und somit auch die Lüftungswärmeverluste $\sum \Phi_{V,\text{min},i}$ halbiert. Dies entspricht einem Außenluftwechsel von $n_{\text{min,Geb}} = 0,25 \text{ h}^{-1}$ bezogen auf das gesamte Gebäude.

3.7.2.3 Mechanisch belüftete Räume

Die Ermittlung der Lüftungswärmeverluste für Räume mit ventilatorgestützten Lüftungsanlagen wird in Anlehnung an 8.2 der DIN EN 12831:2003-08 folgendermaßen berechnet:

$$\sum \Phi_{V,i} = \zeta \cdot \sum \Phi_{V,\text{inf},i} + \sum \Phi_{V,\text{SU},i} + \sum \Phi_{V,\text{mech},\text{inf},i} \quad (16)$$

In $\sum \Phi_{\text{mech},\text{inf},i}$ sind die Anteile aus mechanischem Abluftvolumenstromüberschuss von außen und Überströmung aus Nachbarräumen enthalten.

3.8 Auslegungsheizlast

3.8.1 Auslegungsheizlast eines Raumes

Die Auslegungsheizlast eines beheizten Raumes (*i*) $\Phi_{\text{HL,Ausl},i}$ wird berechnet zu

$$\Phi_{\text{HL,Ausl},i} = \Phi_{\text{HL},i} + \Phi_{\text{RH},i} \quad (17)$$

Dabei ist

- $\Phi_{\text{HL,Ausl},i}$ die Auslegungsheizlast des Raumes, in W;
- $\Phi_{\text{HL},i}$ die Norm-Heizlast des Raumes, in W;
- $\Phi_{\text{RH},i}$ die Zusatzaufheizleistung des beheizten Raumes, in W.

3.8.2 Auslegungsheizlast einer Gebäudeeinheit bzw. eines Gebäudes

Die Auslegungs-Heizlast einer Gebäudeeinheit bzw. eines Gebäudes $\Phi_{\text{HL,Ausl,Geb}}$ wird berechnet zu

$$\Phi_{\text{HL,Ausl,Geb}} = \sum \Phi_{\text{HL},i} + \sum \Phi_{\text{RH},i} \quad (18)$$

Dabei ist

$\Phi_{HL,Ausl,Geb}$ die Auslegungsheizlast des Gebäudes, in W;

$\Sigma\Phi_{HL,i}$ die Summe der Norm-Heizlasten der beheizten Räume, in W;

$\Sigma\Phi_{RH,i}$ die Summe der Zusatzaufheizleistungen der beheizten Räume, in W.

3.9 Vereinfachte Berechnungsmethode

Das vereinfachte Berechnungsverfahren nach DIN EN 12831 wird in Deutschland nicht angewendet.

4 Formblätter

4.1 Allgemeines

Die Gebäudedaten und die Berechnungsergebnisse werden in Formblätter nach DIN EN 12831 eingetragen.

Auf die Eintragungen zu den Projektdaten wird hier nicht näher eingegangen.

Die in den Formblättern der Seitenzahl vorangestellten Großbuchstaben haben folgende Bedeutung:

G	Gebäude (Allgemeine Gebäudedaten sowie Raum- und Gebäudezusammenstellungen)
V	Vereinbarungen
R	Räume

4.2 Formblatt G1: Allgemeine Daten (Gebäudekenngrößen)

4.2.1 Grundsätzliches zum Formblatt G1

In diesem Formblatt werden die Allgemeinen Gebäudedaten eingetragen sowie alle Werte, welche als Parameter insgesamt für die Berechnung der einzelnen Räume erforderlich sind und für alle Räume gleichermaßen zutreffen.

4.2.2 Luftdichtheit der Gebäudehülle

Diese Festlegung dient zur Bestimmung des Luftdurchlässigkeitswertes n_{50} nach Tabelle 9. Der Wert n_{50} selbst wird in der Rubrik „Lüftung“ eingetragen.

4.2.3 Gebäudelage

Diese Festlegung dient zur Bestimmung des Abschirmungskoeffizienten e nach Tabelle 10. Der Wert e_i selbst wird raumweise bestimmt.

4.2.4 Wirksame Wärmespeicherfähigkeit

Diese Festlegung ist nur notwendig, wenn eine Außentemperaturkorrektur nach Tabelle 2 vorgenommen werden soll, und/oder eine Wiederaufheizleistung vorgesehen ist. Die Einteilung der Klasse der Wärmespeicherfähigkeit erfolgt, wenn keine genaueren Angaben vorliegen, nach der Beschreibung in 3.6.4.

4.2.5 Bezogene Werte

Diese Festlegung ist ebenfalls nur notwendig, wenn eine Außentemperaturkorrektur nach Tabelle 2 vorgenommen werden soll, und/oder eine Wiederaufheizleistung vorgesehen ist. Liegen genauere Angaben bzw. Berechnungen vor, so kann nach „gemäß:“ ein entsprechender Hinweis eingetragen werden.

4.2.6 Temperaturen

Eintrag der Außentemperatur, einer eventuellen Außentemperaturkorrektur und der sich daraus ergebenden Norm-Außentemperatur. Weiterhin Eintrag des Jahresmittels der Außentemperatur nach Tabelle 1. Das Jahresmittel der Außentemperatur wird zur raumweisen Berechnung des Korrekturfaktors f_{g2} zur Berechnung von Wärmeverlusten an das Erdreich benötigt.

Weiterhin wird hier festgelegt, ob die Raum-Innentemperaturen nach Tabelle 4 eingesetzt oder mit dem Bauherrn (Auftraggeber) individuell vereinbart werden. Diese Festlegung erfolgt in Formblatt V.

4.2.7 Abmessungen

Eintrag der allgemeinen Gebäudeabmessungen als Außenmaße. Aus den Werten der Gebäudelänge und -breite können die zur Berechnung der Wärmeverluste an das Erdreich benötigten Parameter P und B' berechnet werden, falls dies nicht raumweise erfolgt.

4.2.8 Erdreich

Berechnung und Eintrag der Parameter P und B' sowie der Grundwassertiefe T zur Bestimmung des Faktors G_W nach 3.4.3. Bei Werten von $U_{\text{Boden}} \geq 0,50 \text{ W/m}^2\text{K}$ ist der Wert B' raumweise zu bestimmen.

Eintrag der Tiefe der Bodenplatte z zur Bestimmung der äquivalenten Wärmedurchgangszahl U_{equiv} nach DIN EN 12831:2003-08, Bilder 3, 4, 5 und 6 bzw. nach DIN EN 12831:2003-08, Tabellen 4, 5, 6 und 7 oder Berechnung nach Gleichungen (3) und (4) dieses Dokumentes.

Der Wert z kann raumweise angepasst werden.

Eintrag der Korrekturfaktoren f_{g1} und G_W nach 3.4.3.

4.2.9 Lüftung

Eintrag des Wertes n_{50} entsprechend der oben bestimmten Qualität der Luftdichtheit nach Tabelle 9. Er gilt normalerweise für das gesamte Gebäude; kann aber raumweise angepasst werden.

Eintrag des gleichzeitig wirksamen Lüftungswärmeanteils ζ nach 3.7.2.2. Im Normalfall beträgt dieser Wert 0,5, kann aber der jeweiligen Situation angepasst werden, z. B. für Gebäude, welche im Wesentlichen nur aus einem Raum (z. B. einer großen Halle) bestehen, kann der Faktor zu 1 gesetzt werden.

Weiterhin Eintrag des Wirkungsgrades η_{WRG} eines eventuell verwendeten Wärmerückgewinnungssystems.

4.2.10 Zusatz-Aufheizleistung

Nach 3.6.3 kann für gut gedämmte Gebäude (z. B. nach EnEV) der Wiederaufheizfaktor in Abhängigkeit von der Nichtnutzungszeit, der Wiederaufheizzeit und des Luftwechsels in der Wiederaufheizphase den Tabellen 12 und 13 entnommen werden.

Für Randbedingungen, welche von denen nach 3.6.3 abweichen, kann der Innentemperaturabfall überschlägig nach 3.6.4 ermittelt werden. Dieser ist separat zu berechnen und kann in diesem Falle in die entsprechende Spalte im Formblatt eingetragen werden. Der Wiederaufheizfaktor ist dann den Tabellen 14 und 15 zu entnehmen.

4.3 Formblatt V: Vereinbarungen

Dieses Formblatt dient zur Festlegung der mit dem Bauherrn vereinbarten Raumarten, Innentemperaturen und Luftwechsel.

4.4 Formblatt R: Formblatt zur raumweisen Berechnung der Norm-Heizlast

4.4.1 Allgemeines

Das Formblatt ist zunächst gegliedert zur Eingabe der allgemeinen Kopfdaten des Raumes und danach in die Teile Berechnung der Transmissionswärmeverluste und Berechnung der Lüftungswärmeverluste. Die Addition beider Terme bildet die Norm-Heizlast des Raumes.

Die Zusatzheizleistung wird getrennt ausgewiesen. Die Addition der Norm-Heizlast mit der Zusatzheizleistung bildet dann die Auslegungs-Heizleistung des Raumes.

4.4.2 Kopfdaten

Innentemperatur:	Eintrag der Innentemperatur nach Tabelle 4 bzw. der Festlegungen nach Formblatt V.
Mindest-Luftwechsel:	Eintrag des Mindestluftwechsel bzw. der Festlegungen nach Formblatt V.
Abmessungen:	Die Angaben zu den geometrischen Raumdaten sind selbsterklärend. Hierfür werden aber Innenmaße eingesetzt. Die Geschosshöhe wird zur Berechnung des Transmissionswärmeverlustes verwendet, die Raumhöhe (Geschosshöhe – Deckendicke) zur Berechnung des Raumvolumens.
Erdreich:	Eintrag der Tiefe z der Bodenplatte unter dem Erdreich zur Auswahl der zu verwendenden Bilder 3 bis 6 bzw. der Tabellen 4 bis 7 nach DIN EN 12831:2003-08. Üblicherweise wird der Wert z aus dem Eintrag in den allgemeinen Daten übernommen; er kann aber für besondere Fälle, z. B. bei mehreren Keller-geschossen, raumweise angepasst werden. Der B' -Wert, welcher in Verbindung mit dem U -Wert zur Bestimmung von U_{equiv} benötigt wird, kann aus den allgemeinen Daten übertragen, oder – durch ankreuzen – nach DIN EN 12831 raumweise getrennt berechnet werden, wenn $U_{\text{Boden}} \geq 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ beträgt.
Infiltration:	Die Luftdichtheit n_{50} wird im Normalfall aus den allgemeinen Daten übernommen, kann aber raumweise nach Tabelle 9 besonderen Verhältnissen angepasst werden, wenn z. B. eine andere Qualität der Fensterabdichtung oder Außentüren vorliegen – siehe auch entsprechende Fußnote in der Tabelle. Eintrag des Abschirmkoeffizienten e nach Tabelle 10. Eintrag der Höhe h des beheizten Raumes (Raummitte) über Erdreichniveau und Bestimmung des Höhen- Korrekturfaktors ϵ_i nach Tabelle 11.
Mechanische Belüftung:	Bei Vorhandensein einer mechanischen Lüftung sind die Luftvolumenströme \dot{V}_{SU} , \dot{V}_{EX} , $\dot{V}_{\text{mech,inf,ij}}$ und $\dot{V}_{\text{mech,inf,e}}$ sowie die dazugehörigen Zulufttemperaturen $\theta_{\text{su,i}}$ bzw. $\theta_{\text{mech,inf,i}}$ einzutragen. Aus der Zulufttemperatur bzw. der Überströmtemperatur werden die Temperatur-Korrekturfaktoren $f_{\text{V,su,i}}$ bzw. $f_{\text{V,mech,inf,i}}$ berechnet und eingetragen.

4.4.3 Berechnung der Norm-Transmissionswärmeverluste

Der Eintrag der Orientierung kann für die Himmelsrichtung in 45°-Schritten bzw. H = Horizontal angegeben werden. Dieser Eintrag dient nur zur Orientierung. Es werden nur die Bruttoflächen mit der Angabe der Orientierung gekennzeichnet – siehe auch Beschreibung zur Flächenberechnung. Die Erfassung der Raumbegrenzungsflächen erfolgt zweckmäßigerweise mit Norden beginnend im Uhrzeigersinn.

Als Kurzbezeichnung der einzelnen Bauteile sind folgende Abkürzungen zu verwenden:

AF	Außenfenster	DE	Decke
AT	Außentür	FB	Fußboden
AW	Außenwand	IF	Innenfenster
DF	Dachfenster	IT	Innentür
DA	Dach	IW	Innenwand

Eintrag der Anzahl n und der geometrischen Daten l bzw. b und h zur Berechnung der Bruttofläche A_{Brutto} .

Die Flächenberechnung wurde aus Gründen der größeren Übersichtlichkeit und leichteren Nachprüfbarkeit sowie einer EDV-gerechteren Erfassung wegen gegenüber dem bisherigen Erfassungsschema modifiziert: Es werden zuerst die Bruttoflächen A_{Brutto} erfasst und anschließend die dazugehörigen Abzugsflächen A_{Abzug} . Die Summe der Abzugsflächen ist von der Bruttofläche abzuziehen, woraus sich die in Rechnung gestellte Nettofläche A_{Netto} ergibt. Abzugsflächen erhalten somit keinen Eintrag der Orientierung, da diese durch die Bruttofläche eindeutig bestimmt ist.

In Spalte „grenzt an“ ist zu kennzeichnen, ob die Raumbegrenzungsfläche an einen beheizten oder unbeheizten Raum bzw. an Erdreich oder an Außenluft grenzt. Es sind folgende Kennzeichnungen zulässig:

e	Fläche grenzt an Außenluft (external)
u	Fläche grenzt an einen unbeheizten Nachbarraum (unheated space)
g	Fläche grenzt an Erdreich (ground)
ij	Fläche grenzt an einen beheizten Nachbarraum (j)

Transmissionswärmeverluste an unbeheizte Nachbarräume, an Erdreich und solche mit e gekennzeichnete gehen in die Bestimmung der Norm-Heizlast des Gebäudes ein. Anschließend ist die angrenzende Temperatur einzutragen, aus welcher sich der Korrekturfaktor $e/b_u/f_{g2}/f_{ij}$ berechnet. Für den Fall, dass die angrenzende Temperatur unbeheizter Räume unbekannt ist, kann statt einem Eintrag der Temperatur der Korrekturfaktor b_u aus Tabelle 6 direkt eingesetzt werden. Ebenfalls wird der Korrekturfaktor an Erdreich grenzender Bauteile f_{g2} in diese Spalte eingetragen.

Der witterungsbedingte Korrekturfaktor e für Außenflächen (AW, AF, AT, DF, DA) wird nach 3.4.1.1 stets gleich 1,0 gesetzt und muss nicht in das Formblatt eingetragen werden.

Bei Außenflächen bzw. Verlusten an unbeheizte Nachbarräume wird der Wärmedurchgangskoeffizient U nach DIN V 4108-6:2003-06 mit dem Wert ΔU_{WB} nach Tabelle 5 korrigiert und in die Spalte $U_{\text{c/equiv}}$ eingetragen.

Der Wert U_{equiv} zur Berechnung der Wärmeverluste an das Erdreich wird nach DIN 12831:2003-08, Bilder 3 bis 6 bzw. nach Tabellen 4 bis 7 bestimmt oder nach den in diesem Beiblatt in 3.4.3 angegebenen Formeln berechnet und ebenfalls in diese Spalte eingetragen. Bei Auswahl aus den Tabellen sind Zwischenwerte linear zu interpolieren.

Der Wärmeverlustkoeffizient H_T wird berechnet und eingetragen. Die Multiplikation mit der Temperaturdifferenz $\theta_{\text{int}} - \theta_e$ ergibt den Transmissionswärmeverlust des Bauteils.

Die Summe aller H_T - und Φ_T -Werte ist in der Abschlusszeile der Berechnung der Transmissionswärmeverluste einzutragen.

4.4.4 Berechnung Norm-Lüftungswärmeverlust

Zur Berechnung des Lüftungswärmeverlustes ist zunächst das Maximum aus dem Mindest-Luftvolumenstrom $\dot{V}_{\min,j}$ und des Luftvolumenstroms durch Infiltration $\dot{V}_{\text{inf},j}$ bzw. bei mechanischen Lüftungsanlagen der thermisch wirksame Luftvolumenstrom $\dot{V}_{\text{inf},j} + \dot{V}_{\text{su},j} \cdot f_{V,\text{su},j} + \dot{V}_{\text{mech,inf},j} \cdot f_{V,\text{mech,inf},j}$ zu bestimmen. Jeder einzelne Anteil ist mit der Konstanten $(c_p \cdot \rho) / 3,6$ ($= 0,34 \text{ kJ/m}^3\text{K}$) und der Temperaturdifferenz $\theta_{\text{int}} - \theta_e$ zu multiplizieren und als anteiliger Lüftungswärmeverlust einzutragen, da er mit unterschiedlichen Bewertungen in die Gebäudeheizlast einfließt.

In der Ergebniszeile wird zunächst der Lüftungswärmeverlust-Koeffizient H_V eingetragen. Die Multiplikation mit der Temperaturdifferenz $\theta_{\text{int}} - \theta_e$ ergibt den Norm-Lüftungswärmeverlust Φ_V .

4.4.5 Norm-Heizlast

Die Addition des Transmissions- und Lüftungswärmeverlustes ergibt die Norm-Heizlast. Die spezifischen Werte je m^2 und m^3 sind einzutragen. Sie dienen dem Vergleich mit Erfahrungswerten und somit der Kontrolle.

4.5 Formblatt G2: Zusammenfassung der berechneten Räume

Alle relevanten Werte sind übersichtlich in der Zusammenfassung aufgelistet. Auf einige Besonderheiten sei hingewiesen:

Neben dem Transmissionswärmeverlust eines jeden Raumes werden auch die reinen Transmissionswärmeverluste nach außen $\Phi_{T,e}$ ($e = \text{extern}$), an Erdreich sowie an unbeheizte Nachbarräume ausgewiesen, da nur diese in die Normheizlast des Gebäudes einfließen.

Bei Räumen ohne maschinelle Belüftung ergibt die Addition des Transmissionswärmeverlustes mit dem Maximum aus minimalem bzw. natürlich infiltriertem Lüftungswärmeverlust die Norm-Heizlast. Bei Räumen mit maschineller Belüftung ergibt die Addition des Transmissionswärmeverlustes mit den einzelnen Anteilen der natürlichen Infiltration, Zuluft und mechanischer Infiltration die Norm-Heizlast.

Die Ausweisung der einzelnen Anteile des Lüftungswärmeverlustes dient dazu, in der Zusammenstellung zur Ermittlung der Normheizlast des Gebäudes die entsprechenden Summen einsetzen zu können.

4.6 Formblatt G3: Gebäudezusammenstellung; Ermittlung der Norm-Gebäudeheizlast

In den Transmissionswärmeverlust-Koeffizient $H_{T,e}$ fließen nur Verluste nach außen ein. Die relevanten Wärmeverluste sind aus der Zusammenstellung der Räume zu übernehmen und einzutragen. Bei natürlich belüfteten Räumen erfolgt die Ermittlung der Gebäude-Lüftungswärmeverluste durch Summieren aller Wärmeverluste durch Infiltration und Multiplikation mit dem Gleichzeitigkeitsfaktor ζ . Ebenso ist die Summe der Lüftungswärmeverluste resultierend aus dem Mindestluftwechsel aller natürlich belüfteten Räume mit dem Faktor 0,5 zu multiplizieren (verminderter Luftwechsel für das gesamte Gebäude). Das Maximum beider Ergebnisse ist für die weitere Berechnung einzusetzen.

Bei Vorhandensein einer mechanischen Belüftung sind die entsprechenden Werte aus der Zusammenfassung aller berechneten Räume (Formblatt G2) einzusetzen.

Das Ergebnis stellt die Norm-Heizlast und die Auslegungs-Heizleistung des Gebäudes dar. Die flächen- und volumenspezifischen Angaben zur Heizlast in W/m^2 bzw. W/m^3 beziehen sich auf die Norm-Gebäudeheizlast.

Die Angabe der beheizten Gebäudenutzfläche $A_{N,\text{Geb}}$ ist nur informativ. Das beheizte Netto-Gebäudevolumen $V_{\text{Netto,Geb}}$ dient darüber hinaus in Verbindung mit dem Transmissionswärmeverlust-Koeffizienten H_T zur Berechnung der Absenkttemperatur zur Bestimmung des Wiederaufheizfaktors f_{RH} . Den Abschluss bildet der auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogene Transmissionswärmeverlust H_T' .

5 Muster der Formblätter

Nachfolgend sind die vorher beschriebenen Formblätter für das ausführliche Verfahren dargestellt.

Formblatt G1 — Allgemeine Gebäudedaten

Projekt-Nr. / Bezeichnung			
GEBÄUDEDATEN		Datum	Seite G 1
KENNGRÖSSEN			
Gebäude / Luftdichtheit der Gebäudehülle		Gebäuelage	
<input type="checkbox"/> Kategorie Ia (nach EnEV mit raumluftechnischer Anlage) <input type="checkbox"/> Kategorie Ib (nach EnEV ohne raumluftechnischer Anlage) <input type="checkbox"/> Kategorie 2 (mit mittlerer Dichtigkeit) <input type="checkbox"/> Kategorie 3 (mit wenig Dichtigkeit) <input type="checkbox"/> Kategorie 4 (mit hoher Undichtigkeit)		<input type="checkbox"/> gute Abschirmung <input type="checkbox"/> moderate Abschirmung <input type="checkbox"/> keine Abschirmung	
Wirksame Gebäudemasse*		Bezogene Werte* (gemäß: _____)	
<input type="checkbox"/> leicht <input type="checkbox"/> mittelschwer/schwer		C_{wirk} _____ Wh/(m ³ ·K) oder C_{wirk} _____ Wh/(K) H_{Abs} _____ W/K τ _____ h	
<small>* Nur ausfüllen, wenn eine Außentemperaturkorrektur vorgenommen werden soll und/oder Wiederaufheizleistungen vorgesehen sind. Pauschal nach 3.6.4 Beiblatt oder Wert aus Rechenverfahren nach EnEV(WSchV) oder genauer Berechnung.</small>			
TEMPERATUREN			
Außentemperatur	θ'_e _____ °C	Jahresmittel der Außentemperatur	$\theta_{m,e}$ _____ °C
Außentemperaturkorrektur	$\Delta\theta_e$ _____ K	Innentemperaturen nach	
Norm-Außentemperatur	θ_e _____ °C	<input type="checkbox"/> Norm	<input type="checkbox"/> Vereinbarung s. Formblatt V
ABMESSUNGEN			
Breite	b_{Geb} _____ m	Geschossanzahl	N _____ -
Länge	l_{Geb} _____ m	Gebäudehöhe	h_{Geb} _____ m
Grundfläche	A_{Geb} _____ m ²		
ERDREICH			
Tiefe der Bodenplatte *	z _____ m	Grundwassertiefe	T _____ m
Erdreich berührter Umfang *	P _____ m	Faktor Einfluss Grundwasser	G_W _____ -
Parameter *	B' _____ m	Faktor periodische Schwankung	f_{g1} _____ -
<small>* Werte können raumweise abweichen</small>			
LÜFTUNG			
Luftdichtheit der Gebäudehülle		n_{50}	_____ h ⁻¹
Gleichzeitig wirksamer Lüftungswärmeanteil		ζ_v	_____ -
Wärmebereitstellungsgrad (WRG-System Herstellerangabe oder Grenzwert)		η_{WRG}	_____ -
ZUSATZ-AUFHEIZLEISTUNG			
<input type="checkbox"/> keine Berechnung		<input type="checkbox"/> Berechnung aufgrund Temperaturabfall (Beiblatt, 3.6.4)	
<input type="checkbox"/> Berechnung aufgrund Nutzungsprofil (Beiblatt, 3.6.3)		<input type="checkbox"/> Berechnung aufgrund Nutzungsprofil (Beiblatt, 3.6.3)	
Absenkezeit	t_{Abs} _____ h	Innentemperaturabfall	$\Delta\theta_{\text{RH}}$ _____ K
Wiederaufheizzeit	t_{RH} _____ h	Wiederaufheizzeit	t_{RH} _____ h
Luftwechsel (in Absenkezeit)	n_{Abs} _____ h ⁻¹	Luftwechsel (in Absenkezeit)	n_{Abs} _____ h ⁻¹
		Wiederaufheizfaktor	f_{RH} _____ W/m ²

Formblatt V1 — Vereinbarungen der Raumtemperaturen, Luftwechsel und Wiederaufheizzeiten

Projekt-Nr. / Bezeichnung					
VEREINBARUNGEN		Datum		Seite V 1	
		Sortierung nach		<input type="checkbox"/> Geschoss	<input type="checkbox"/> Wohneinheit
GS / WE	Raum-Nr. / Name	Innen- temperatur	Mindest- Luftwechsel	nur ausfüllen, wenn Zusatz-Aufheizleistungen vereinbart wurden	
				Absenkszeit	Wiederaufheiz- zeit
		θ_{int} °C	n_{min} h ⁻¹	t_{Abs} h	t_{RH} h

Formblatt R - Raumweise Berechnung der Norm-Heizlast und Auslegungs-Heizleistung

Projekt-Nr. / Bezeichnung															
RAUM-HEIZLAST								Datum				Seite R			
Wohneinheit		Geschoss:			Raum-Nr. / -Name										
Innentemperatur		θ_{int} _____ °C			Infiltration										
Mindest-Luftwechsel		n_{min} _____ h ⁻¹			Luftdichtheit			n_{50} _____ h ⁻¹							
Abmessungen					Koeffizient Abschirmklasse			e _____ -							
Raumbreite		b_R _____ m			Höhe über Erdreich			h _____ m							
Raumlänge		l_R _____ m			Höhen-Korrekturfaktor			ε _____ -							
Raumfläche		A_R _____ m ²			Mechanische Belüftung										
Geschosshöhe		h_G _____ m			Zuluft-Volumenstrom			\dot{V}_{su} _____ m ³ /h							
Deckendicke		d _____ m			- Temperatur			θ_{su} _____ °C							
Raumhöhe		h_R _____ m			- Korrekturfaktor			$f_{V,su}$ _____ -							
Raumvolumen		V_R _____ m ³			Abluft-Volumenstrom			\dot{V}_{ex} _____ m ³ /h							
Erdreich					Überströmung Nachbarräume			$\dot{V}_{mech,inf,ij}$ _____ m ³ /h							
Tiefe unter Erdreich		z _____ m			- Temperatur			$\theta_{mech,inf,ij}$ _____ °C							
Erdreich berührter Umfang		P _____ m			- Korrekturfaktor			$f_{V,mech,inf,ij}$ _____ -							
B' -Wert <input type="checkbox"/> raumweise		B' _____ m			mech. Infiltration von außen			$\dot{V}_{mech,inf,e}$ _____ m ³ /h							

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Orientierung	Bauteil	Anzahl	Breite	Länge/Höhe	Bruttofläche	Abzugsfläche	Nettofläche	grenzt an	angrenzende Temperatur	Korrekturfaktoren	U-Wert	Korrekturwert Wärmebrücke	Korrigierter U-Wert	Wärmeverlust-Koeffizient	Transmissions-Wärmeverlust
		n	b	l/h	A_{Brutto}	A_{Abzug}	A_{Netto}	e/u	θ_u/θ_j	e/b_u	U	ΔU_{WB}	$U_{c/equiv}$	H_T	Φ_T
			m			m ²		g/lj	°C	f_{g2}/f_{ij}		W/(m ² K)		W/K	W
TRANSMISSIONSWÄRMEVERLUST								H_T / Φ_T							
Mindest-Luftvolumenstrom								\dot{V}_{min}				_____ m ³ /h			
aus natürliche Infiltration								\dot{V}_{inf}				_____ m ³ /h			
aus mechanischem Zuluftvolumenstrom								$\dot{V}_{su} \cdot f_{V,su}$				_____ m ³ /h			
aus mech. infiltriertem Volumenstrom								$\dot{V}_{mech,inf,e} + \dot{V}_{mech,inf,ij} \cdot f_{V,mech,inf,ij}$				_____ m ³ /h			
thermisch wirksamer Luftvolumenstrom								\dot{V}_{therm}				_____ m ³ /h			
LÜFTUNGSWÄRMEVERLUST								H_V / Φ_V							
NORM-HEIZLAST								Φ_{HL}		W/m ²		W/m ³			
ZUSATZ-AUFHEIZLEISTUNG								Φ_{RH}		$f_{RH} =$		W/m ²			
AUSLEGUNGS-HEIZLEISTUNG								$\Phi_{HL,Auslg}$							

Formblatt G2 — Zusammenfassung der berechneten Räume

Projekt-Nr. / Bezeichnung	
---------------------------	--

RAUMLISTE	Datum Seite G 2
------------------	--

Sortierung nach Geschoss Wohneinheit

Raum-Nr. / -Name	$\Phi_{T,e}$	Φ_T	$\Phi_{V,min}$	$\Phi_{V,inf}$	$\Phi_{V,su}$	$\Phi_{V,m,inf}$	Φ_{HL}	Φ_{RH}	$\Phi_{HL,Ausl}$
Summen für Gebäude									

Formblatt G3 — Ermittlung der Norm-Heizlast des Gebäudes

Projekt-Nr. / Bezeichnung		
GEBÄUDEZUSAMMENSTELLUNG	Datum	Seite G 3
WÄRMEVERLUST-KOEFFIZIENTEN		W/K
Transmissionswärmeverlust-Koeffizient	$\Sigma H_{T,e}$	_____
Lüftungswärmeverlust-Koeffizient	ΣH_V	_____
Gebäude-Wärmeverlust-Koeffizient	H_{Geb}	_____
WÄRMEVERLUSTE		W
Transmissionswärmeverluste (nach außen)	$\Phi_{T,Geb}$	_____
Lüftungswärmeverluste		
Mindest-Luftvolumenstrom	$\Phi_{V,min,Geb} = 0,5 \cdot \Sigma \Phi_{V,min}$	_____
aus natürlicher Infiltration	$\Phi_{V,inf,Geb} = \zeta \cdot \Sigma \Phi_{V,inf}$	_____
aus mechanischem Zuluftvolumenstrom	$\Phi_{V,su,Geb}$	_____
aus mech. infiltriertem Volumenstrom	$\Phi_{V,mech,inf,Geb}$	_____
Lüftungswärmeverluste	$\Phi_{V,Geb}$	_____
NORM-GEBÄUDEHEIZLAST	$\Phi_{HL,Geb}$	W
ZUSATZ-AUFHEIZLEISTUNG	$\Phi_{RH,Geb}$	W
AUSLEGUNGS-HEIZLEISTUNG	$\Phi_{Ausleg,Geb}$	W
BEZOGENE WERTE		
Heizlast / beheizte Gebäudefläche	$A_{N,Geb}$ _____ m ²	$\Phi_{HL,Geb} / A_{N,Geb}$ _____ W/m ²
Heizlast / beheiztes Gebäudevolumen	$V_{N,Geb}$ _____ m ³	$\Phi_{HL,Geb} / V_{N,Geb}$ _____ W/m ³
wärmeübertragende Umfassungsfläche	A _____ m ²	
spez. Transmissionswärmeverlust-Koeffizient	H_T'	_____ W/(m²·K)

6 Beispielberechnung

6.1 Beispielberechnung 1: Ohne ventilatorgestützte Lüftung

6.1.1 Darstellung des Beispiels

Die Beispielberechnung wird für die Räume „Wohnen“, „Schlafen“ und „Bad“ eines in den Bildern 3 bis 7 dargestellten Einfamilienhauses (Gebäude aus DIN V 4108-6:2003-06 und DIN V 4701-10) durchgeführt.

Das „Bad“ wird mit einer Wiederaufheizzeit von zwei Stunden berechnet.

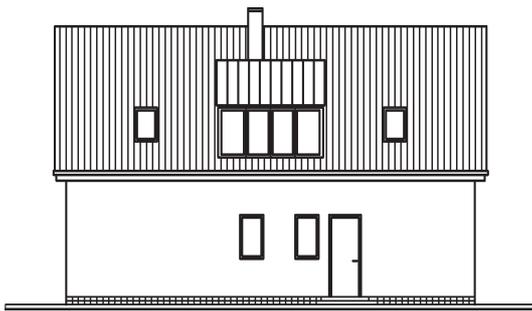


Bild 3 — Nordansicht des Gebäudes

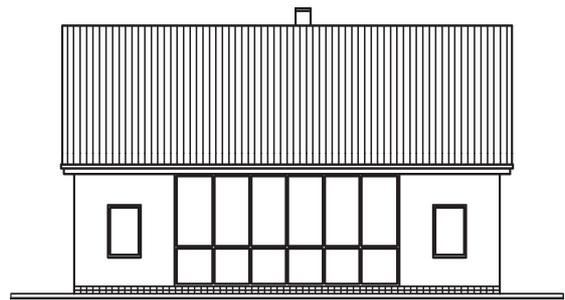


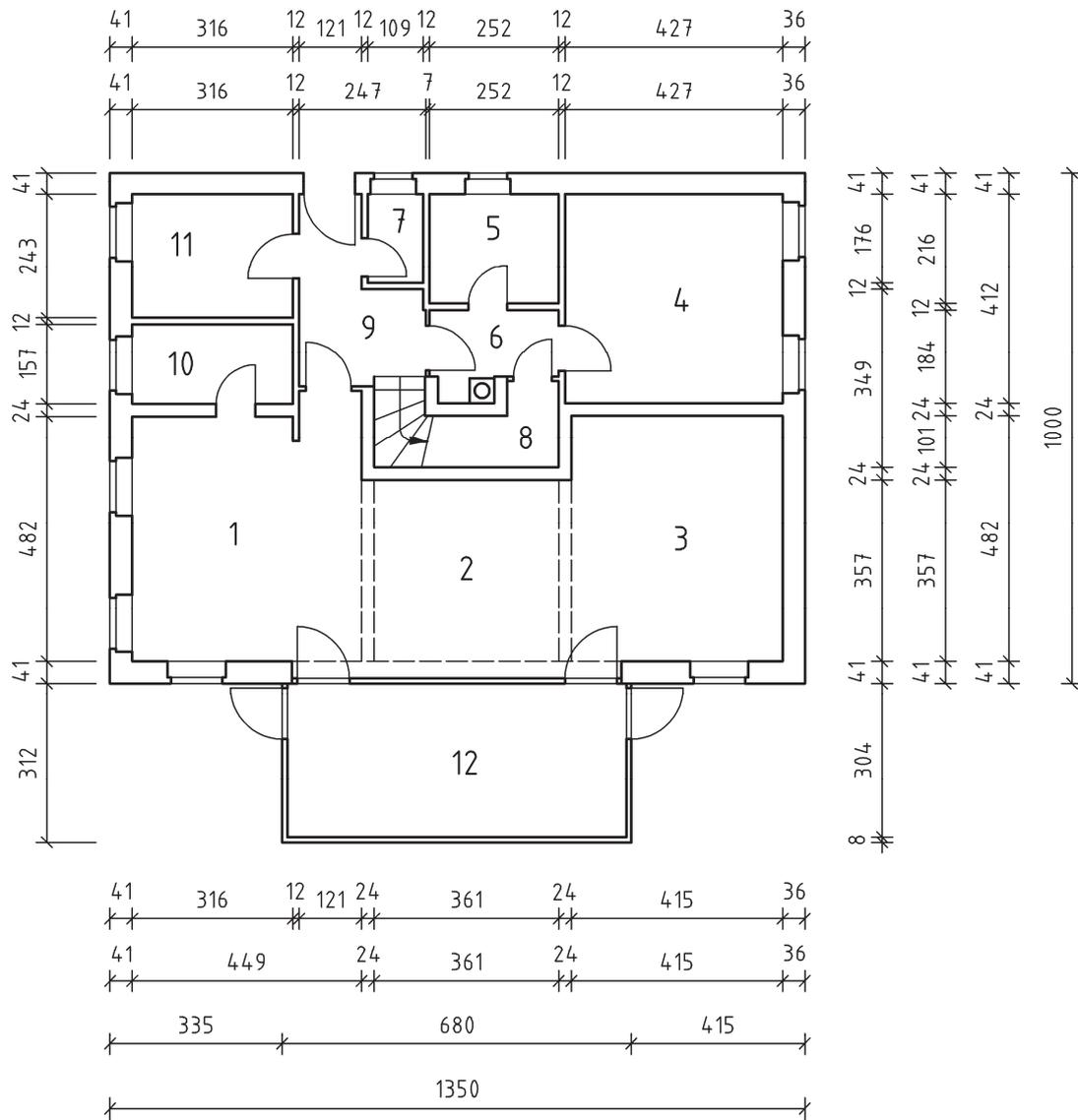
Bild 4 — Südansicht des Gebäudes



Bild 5 — Westansicht des Gebäudes



Bild 6 — Ostansicht des Gebäudes



Legende

1	Küche	20 °C	7	WC	20 °C
2	Essen	20 °C	8	Treppenhaus	20 °C
3	Wohnen	20 °C	9	Windfang	15 °C
4	Schlafen	20 °C	10	Vorräte	15 °C
5	Bad	24 °C	11	Heizung	/
6	Flur	20 °C	12	Wintergarten	/

Bild 7 — Grundriss des Gebäudes

Die U -Werte werden aus der Beispielberechnung DIN V 4108-6:2003-06 übernommen:

— Außenfenster	1,40 W/(m ² ·K)	
— Außentür (Glas)	1,40 W/(m ² ·K)	
— Außentür (Holz)	2,09 W/(m ² ·K)	
— Außenwand 41 cm	0,34 W/(m ² ·K)	
— Außenwand 36 cm	0,33 W/(m ² ·K)	(Ost)
— Außenwand (TWD)	0,56 W/(m ² ·K)	(Raum Wohnen (TWD = Transparente Wärmedämmung))
— Innentür	2,00 W/(m ² ·K)	
— Innenfenster (Süd)	1,60 W/(m ² ·K)	(auch verglaste Innentür zum Wintergarten)
— Innenwand 11,5 cm	1,88 W/(m ² ·K)	
— Innenwand 24 cm	1,28 W/(m ² ·K)	
— Innenwand 41 cm	0,33 W/(m ² ·K)	(= Außenwand, aber zum Wintergarten mit $R_i = 0,13$ (m ² ·K/W))
— Bodenplatte auf Erdreich	0,58 W/(m ² ·K)	

6.1.2 Bestimmung der allgemeinen Daten (Gebäudekenngrößen)

6.1.2.1 Allgemeine Beschreibung

Qualität der Luftdichtheit der Gebäudehülle: Nach EnEV errichtete Gebäude ohne raumluftechnischen Anlagen (Kategorie Ib)

Gebäudelage: moderate Abschirmung

6.1.2.2 Bezogene Werte

Für diese Beispielberechnung soll geprüft werden, ob eine Außentemperaturkorrektur vorgenommen werden kann. Weiterhin soll für besondere Räume, und zwar für die Küche, die Kinderzimmer und die Bäder eine zusätzliche Wiederaufheizleistung vorgesehen werden. Zur Ermittlung der Wiederaufheizleistung ist die Angabe der wirksamen Speicherfähigkeit des Gebäudes erforderlich. Diese kann nach 3.6.4 des Beiblattes 1 abgeschätzt werden.

Zur Bestimmung der Außentemperaturkorrektur ist die Kenntnis der thermischen Zeitkonstante τ erforderlich. Hierzu werden jedoch die wirksame Wärmespeicherfähigkeit des Gebäudes C_{wirk} und der Wärmeverlustkoeffizient H benötigt. Diese sind zu Beginn der Heizlastberechnung noch nicht bekannt. Für diese Beispielberechnung werden daher die entsprechenden Werte der Beispielberechnung aus DIN 4108-6:2003-06 (Tabelle F.8) entnommen. Sie müssten im Rahmen des Baugenehmigungsverfahrens – C_{wirk} im ausführlichen Verfahren – berechnet und zugänglich sein.

Wirksame Speicherfähigkeit $C_{\text{wirk}} = 31\,835$ Wh/K

Wärmeverlustkoeffizient $H_T + H_V$ (gerundet) $H = 329$ W/K

Daraus erfolgt die Berechnung der Zeitkonstanten

$$\tau = C_{\text{wirk}} / H = 31\,835 / 329 = 96,8 \text{ h}$$

Nach Tabelle 2 darf keine Außentemperaturkorrektur vorgenommen werden.

6.1.2.3 Bestimmung der Temperaturen

Referenzort Wolfenbüttel	Klimazone 3:	Normaußentemperatur	$\theta_e = -14 \text{ °C}$
		Jahresmittel der Außentemperatur	$\theta_{me} = 8,5^2) \text{ °C}$

6.1.2.4 Gebäudeabmessungen

Siehe ausgefülltes Formblatt G1.

6.1.2.5 Vereinbarungen

Die Festlegungen der Raumtemperaturen, Luftwechsel und Wiederaufheizzeiten siehe ausgefülltes Formblatt V.

6.1.2.6 Lüftung

Luftwechselrate aus Tabelle 9 – Beiblatt 1 (Kategorie Ib)	$n_{50} = 3,0 \text{ h}^{-1}$
Gleichzeitig wirksamer Lüftungswärmeanteil	$\zeta = 0,5 -$
Wärmebereitstellungsgrad des verwendeten Wärmerückgewinnungssystems	nicht vorgesehen

6.1.2.7 Ermittlung des Wiederaufheizfaktors f_{RH}

Der Wohnbereich Küche sowie die Kinderzimmer und die Bäder erhalten eine Zusatz-Aufheizleistung. Der angenommene Innentemperaturabfall $\Delta\theta_{RH}$ wird nach Gleichung (10) in 3.6.4 berechnet.

Der Innentemperaturabfall $\Delta\theta_{RH}$ berechnet sich, wie in Gleichung (10) angegeben, mit

$$\Delta\theta_{RH} = (\theta_{int} - \theta_e) \cdot (1 - e^{-t_{Abs}/\tau})$$

Die Zeitkonstante wird, wie in Gleichung (11) angegeben, berechnet zu $\tau = C_{wirk}/H_{Abs}$, unter Berücksichtigung von $H_{Abs} = H_T + 0,34 \cdot V \cdot n_{Abs}$ aus Gleichung (12).

Zusammenstellung der zur Berechnung des Innentemperaturabfalls $\Delta\theta_{RH}$ benötigten Werte:

Norm-Innentemperatur	$\theta_{int} = 20 \text{ °C}$
Norm-Außentemperatur	$\theta_e = -14 \text{ °C}$
Absenkezeitraum (Nichtnutzungszeit 8 Std. abzgl. Wiederaufheizzeit von 2 Std.)	$t_{Abs} = 6 \text{ h}$

Zur Berechnung der Zeitkonstante τ wird die wirksame Wärmespeicherfähigkeit C_{wirk} benötigt. Diese wurde für dieses Beispiel der Beispielberechnung aus DIN V 4108-6:2003-06 (Tabellen F.4 und F.8) entnommen. Weiterhin fließen die Werte H_T sowie das Gebäude-Nettovolumen V und Zeitkonstante τ sowie die Luftwechselrate n_{Abs} während der Absenkephase ein.

Die Berechnungs-Ausgangswerte sind zu Beginn der Heizlastberechnung noch nicht bekannt. Daher werden zur Ermittlung der Zeitkonstante diese der Beispielberechnung aus DIN V 4108-6:2003-06, Tabellen F.1 und F.8, ausführliches Verfahren, mit hinreichender Genauigkeit entnommen:

²⁾ in der Heizlastberechnung kann das Jahresmittel der Außentemperatur in Hinblick auf den Genauigkeitsanspruch der Norm ohne Nachkommastelle abgerundet mit 8 °C eingesetzt werden, das Beispiel ist aber mit der exakten Temperatur berechnet worden

Gebäudevolumen (F.1)	$V_e = 756,0 \text{ m}^3$
Netto-Gebäudevolumen $V = 0,76 \cdot V_e$	$V = 581,4 \text{ m}^3$
Nutzfläche $A_N = 0,32 \cdot V_e$	$A_N = 244,8 \text{ m}^2$
wirksame Speicherfähigkeit (F.8)	$C_{\text{wirk}} = 31\,835 \text{ Wh/K}$
spez. Transmissionswärmeverlust-Koeffizient (F.8)	$HAT = 210,3 \text{ W/K}$

Der Tabelle F.8 aus DIN V 4108-6:2003-06 ist zwar auch die Zeitkonstante mit $\tau = 96,78 \text{ h}$ zu entnehmen, aber diese ist mit einem Luftwechsel von $0,6 \text{ h}^{-1}$ berechnet worden. In diesem Fall soll aber die Zeitkonstante für den Luftwechsel während der Aufheizphase = $0,1 \text{ h}^{-1}$ berechnet werden. Daher ist Gleichung (11) dieses Dokuments zu verwenden.

Zunächst ist die wirksame Speicherfähigkeit C_{wirk} spezifisch umzurechnen:

$$c_{\text{wirk}} = C_{\text{wirk}}/V_e = 31\,835/756 = 42,11 \text{ Wh/m}^3\text{K}$$

Damit handelt es sich um ein mittelschweres/schweres Gebäude.

Berechnung Wärmeverlustkoeffizient H_{Abs} in Absenkephase

$$H_{\text{Abs}} = H_T + 0,34 \cdot V \cdot n_{\text{Abs}} = 210,3 + 0,34 \cdot 581 \cdot 0,1 = 230 \text{ W/K}$$

Berechnung Zeitkonstante

$$\tau = C_{\text{wirk}}/H_{\text{Abs}} = 31\,835/230 = 138 \text{ h}$$

Berechnung Innentemperaturabfall

$$\Delta\theta_{\text{RH}} = (20 - (-) 14) \cdot (1 - e^{-6/138}) = 1,5 \text{ K}$$

Ermittlung Wiederaufheizfaktor f_{RH} aus Tabelle 14 (linear interpoliert)

Luftwechselrate (während der Aufheizphase)	$N = 0,1 \text{ h}^{-1}$
wirksame Gebäudemasse ($c_{\text{wirk}} = 42,11 \text{ Wh/m}^3\text{K}$)	Mittelschwer
Innentemperaturabfall	$\Delta\theta_{\text{RH}} = 1,5 \text{ K}$
Wiederaufheizzeit	$t_{\text{RH}} = 2,0 \text{ h}$

Interpolation Wiederaufheizfaktor f_{RH}

Der berechnete Innentemperaturabfall beträgt 1,5 K, liegt also zwischen 1 K und 2 K.

Das Ergebnis einer linearen Interpolation ergibt 10 W/m^2 .

6.1.2.8 Ermittlung des Wärmebrückenzuschlages ΔU_{WB}

Nach Tabelle 5 Beiblatt 1 ist für Außenwände der Wärmebrückenzuschlag ΔU_{WB} zu berücksichtigen.

Mit bauseitiger Ausführung der Bauteilanschlüsse nach DIN 4108, Beiblatt 2: $\Delta U_{\text{WB}} = 0,05 \text{ W/m}^2\text{K}$

6.1.3 Ermittlung der Werte zur Berechnung der Wärmeverluste an das Erdreich

Am Beispielraum Wohnen wird die Ermittlung des äquivalenten U_{equiv} -Wertes durchgeführt. Dieser muss raumweise ermittelt werden, da $U_{\text{Boden}} = 0,58 + 0,05 > 0,50 \text{ W/m}^2\text{K}$ ist.

6.1.3.1 Ermittlung des äquivalenten Wärmedurchgangskoeffizienten U_{equiv}

Berechnung des Perimeters P

Eckraum; deshalb zwei Außenlängen; Ermittlung der Länge (Außenmaße) nach Ausführungen aus 3.3 dieses Dokumentes „Gebäudedaten“ bzw. Bild 7 in DIN EN 12831:2003-08:

$$\begin{aligned} \text{erdreichberührt Ostwand: } & 4,82 + 0,41 + 0,24/2 = 5,35 \text{ m} \\ \text{Südwand } & 4,15 + 0,36 + 0,24/2 = 4,63 \text{ m (einschl. Innenwandlänge an WG, da unbeheizt)} \\ \hline \mathbf{P\text{-Wert}} & \mathbf{= 9,98 \text{ m}} \end{aligned}$$

Berechnung des Parameters B' :

$$\begin{aligned} A_g &= 5,35 \cdot 4,63 &= 24,77 \text{ m}^2 \\ B' &= A_g / (0,5 \cdot P) & \text{(Gleichung (9) in DIN EN 12831:2003-08)} \\ &= 24,77 / (0,5 \cdot 9,98) &= 4,96 \text{ m} \end{aligned}$$

Ermittlung des äquivalenten Wärmedurchgangskoeffizienten U_{equiv} :

Tiefe z :	0 m
U -Wert:	0,58 W/(m ² K)
Wärmebrückenzuschlag ΔU_{WB} :	0,05 W/(m ² K)
U_c -Wert :	0,63 W/(m ² K)
Parameter B' :	4,96 m

Berechnung des Wertes U_{equiv} mittels Gleichung (3) dieses Dokuments:

$$U_{\text{equiv}} = C_1 \cdot (B')^{C_2} - C_3$$

mit:

$$C_1 = 1,2915 \cdot e^{-0,0760m} \cdot 0,63^{0,3402e^{-0,1784 \cdot 0m}} = 1,1036$$

$$C_2 = (0,0123 \cdot 0m - 0,0925) \cdot \ln 0,63 + (0,0209 \cdot 0m - 0,1606) = -0,1179$$

$$C_3 = 0,6$$

$$U_{\text{equiv}} = 1,1036 \cdot (4,96)^{-0,1179} - 0,6 = 0,31 \text{ W/m}^2\text{K}$$

6.1.3.2 Bestimmung Korrekturfaktor f_{g1}

Nach 3.4.3 (für alle Räume): $f_{g1} = 1,45$

6.1.3.3 Bestimmung Korrekturfaktor G_w

In diesem Beispiel beträgt die Grundwassertiefe 5 m unter der Bodenplatte.

Nach 3.4.3 in diesem Dokument folgt:

Grundwassertiefe 5 m > 3 m (für alle Räume): $G_W = 1,00$

6.1.3.4 Ermittlung des Temperatur-Reduktionsfaktors f_{g2} für erdreichberührte Bauteile

Beispiele (Jahresmittel der Außentemperatur = 8,5 °C) nach 7.1.3 in DIN EN 12831:2003-08:

Raum 3: Wohnen (Innentemperatur = 20 °C) $f_{g2} = (20 - 8,5)/(20 - (-14)) = 0,34$

Raum 5: Schlafen (Innentemperatur = 20 °C) $f_{g2} = (20 - 8,5)/(20 - (-14)) = 0,34$

Raum 5: Bad (Innentemperatur = 24 °C) $f_{g2} = (24 - 8,5)/(24 - (-14)) = 0,41$

6.1.4 Ermittlung der Werte n_{min} , e und ε zur Berechnung des Norm-Lüftungswärmeverlustes

6.1.4.1 Bestimmung minimaler Luftwechsel n_{min} :

Für alle Räume gilt nach Tabelle 8: $n_{min} = 0,5 \text{ h}^{-1}$

6.1.4.2 Bestimmung der Abschirmkoeffizienten e aus Tabelle 10, moderate Abschirmung:

Raum 3: Wohnen:	zwei dem Wind ausgesetzte Fassaden	$e = 0,03$
Raum 4: Schlafen:	zwei dem Wind ausgesetzte Fassaden	$e = 0,03$
Raum 5: Bad:	eine dem Wind ausgesetzte Fassade	$e = 0,02$

6.1.4.3 Bestimmung Höhenkorrekturfaktor ε nach Tabelle 11:

Da das Gebäude kleiner als 10 m ist, gilt der Wert $\varepsilon = 1,0$.

6.1.5 Innenliegende Nebenräume

Die Räume 6 (Flur) und 8 (Treppenhaus) sind innenliegend und von Räumen umgeben, welche auf 20 °C (Wohnzimmer) bzw. 24 °C (Bad) beheizt werden. Es besteht lediglich ein geringer Transmissionswärmeverlust an das Erdreich. Somit müssen diese Räume sicherlich nicht beheizt werden, um eine Raumtemperatur nach Tabelle 4, Zeile 9, beheizte Nebenräume, von 15 °C zu gewährleisten, sondern es wird sich auf jeden Fall eine höhere Raumtemperatur als 15 °C einstellen. Für das Beispiel wird diese mit 20 °C angenommen. Die Berechnung ergibt für den Flur einen Wärmegewinn von 4 W, da die Transmissionswärmegewinne vom Bad die Verluste an das Erdreich überwiegen. Im Treppenhaus tritt ein Wärmeverlust von lediglich 38 W auf. Die Annahme einer Raumtemperatur von 20 °C ist also durchaus realistisch.

6.1.6 Unbeheizte Nachbarräume

Der Heizraum gilt als unbeheizter Nachbarraum. Daher ist Tabelle 6 für unbeheizte Nachbarräume anzuwenden:

Heizungsaufstellraum: $b_u = 0,2$

6.1.7 Beispielausdruck

Projekt-Nr. / Bezeichnung	1-2007 / Einfamilienhaus Quintin Toggendorf		
GEBÄUDEDATEN	Datum	10.06.2007	Seite G 1
KENNGRÖSSEN			
Gebäude / Luftdichtheit der Gebäudehülle		Gebäuelage	
<input type="checkbox"/> Kategorie Ia (nach EnEV mit raumluftechnischer Anlage) <input checked="" type="checkbox"/> Kategorie Ib (nach EnEV ohne raumluftechnischer Anlage) <input type="checkbox"/> Kategorie II (mit mittlerer Dichtigkeit) <input type="checkbox"/> Kategorie III (mit wenig Dichtigkeit) <input type="checkbox"/> Kategorie IV (mit hoher Undichtigkeit)		<input type="checkbox"/> gute Abschirmung <input checked="" type="checkbox"/> moderate Abschirmung <input type="checkbox"/> keine Abschirmung	
Wirksame Gebäudemasse*		Bezogene Werte* (gemäß: Beispiel DIN V 4108-6, F.8)	
<input type="checkbox"/> leicht <input checked="" type="checkbox"/> mittelschwer/schwer		C_{wirk} _____ Wh/(m ³ ·K) oder C_{wirk} <u>31,835</u> Wh/(K) H_{Abs} <u>328,9</u> W/(m ² K) τ <u>96,8</u> h	
* Nur ausfüllen, wenn eine Außentemperaturkorrektur vorgenommen werden soll und/oder Wiederhaufheizleistungen vorgesehen sind. Pauschal gemäß 3.6.4 oder Wert aus Rechenverfahren nach EnEV (WSchV) oder genauer Berechnung.			
TEMPERATUREN			
Außentemperatur	θ'_e	<u>-14</u> °C	Jahresmittel der Außentemperatur $\theta_{m,e}$ <u>8,5</u> °C
Außentemperaturkorrektur	$\Delta\theta_e$	<u>0</u> K	Innentemperaturen nach
Norm-Außentemperatur	θ_e	<u>-14</u> °C	<input checked="" type="checkbox"/> Norm <input type="checkbox"/> Vereinbarung s. Formblatt V
ABMESSUNGEN			
Breite	b_{Geb}	<u>10,00</u> m	Geschossanzahl n <u>2</u> -
Länge	l_{Geb}	<u>13,50</u> m	Gebäudehöhe h_{Geb} <u>7,52</u> m
Grundfläche	A_{Geb}	<u>135,00</u> m ²	
ERDREICH			
Tiefe der Bodenplatte *	z	<u>0,00</u> m	Grundwassertiefe T <u>5,00</u> m
Erdreich berührter Umfang *	P	<u>47,00</u> m	Faktor Einfluss Grundwasser G_W <u>1,00</u> -
Parameter *	B'	<u>5,74</u> m	Faktor periodische Schwankung f_{g1} <u>1,45</u> -
* Werte können raumweise abweichen			
LÜFTUNG			
Luftdichtheit der Gebäudehülle			n_{50} <u>3,0</u> h ⁻¹
Gleichzeitig wirksamer Lüftungswärmeanteil			ζ_v <u>0,5</u> -
Wärmebereitstellungsgrad (WRG-System Herstellerangabe oder Grenzwert)			η_{WRG} _____ %
ZUSATZ-AUFHEIZLEISTUNG			
<input type="checkbox"/> keine Berechnung <input type="checkbox"/> Berechnung aufgrund Nutzungsprofil (Beiblatt 3.6.3)		<input checked="" type="checkbox"/> Berechnung aufgrund Temperaturabfall (Beiblatt, 3.6.4)	
Absenkezeit	t_{Abs}	_____ h	Innentemperaturabfall $\Delta\theta_{\text{RH}}$ <u>1,5</u> K
Wiederaufheizzeit	t_{RH}	_____ h	Wiederaufheizzeit t_{RH} <u>2,0</u> h
Luftwechsel (in Absenkezeit)	n_{Abs}	_____ h ⁻¹	Luftwechsel (in Absenkezeit) n_{Abs} <u>0,1</u> h ⁻¹
		Wiederaufheizfaktor f_{RH} <u>10,0</u> W/m ²	

Formblatt V1 — Vereinbarungen der Raumtemperaturen, Luftwechsel und Wiederaufheizzeiten

Projekt-Nr. / Bezeichnung		1-2007 / Einfamilienhaus Quintin Toggendorf			
VEREINBARUNGEN		Datum 10.06.2007		Seite V 1	
Sortierung nach <input checked="" type="checkbox"/> Geschoss <input type="checkbox"/> Wohneinheit					
GS / WE	Raum-Nr. / Name	Innen- temperatur	Mindest- Luftwechsel	nur ausfüllen, wenn Zusatz-Aufheizleistungen vereinbart wurden	
				Absenkezeit	Wiederaufheiz- zeit
				t_{Abs}	t_{RH}
		θ_{int}	n_{min}	h	h
		°C	h ⁻¹		
0	1 / Küche	20	0,5	6	2
0	2 / Essen	20	0,5		
0	3 / Wohnen	20	0,5		
0	4 / Schlafen	20	0,5		
0	5 / Bad	24	0,5	6	2
0	6 / Flur	20	—		
0	7 / WC	20	0,5		
0	8 / Treppenhaus	20	—		
0	9 / Windfang	15	0,5		
0	11 / Vorräte	15	0,5		
1	101 / Arbeitsraum	20	0,5		
1	102 / Kind 1	20	0,5	6	2
1	103 / Kind 2	20	0,5	6	2
1	104 / Bad	24	0,5	6	2
1	105 / WC	20	0,5		
1	106 / Flur/Galerie	20	—		

Formblatt R — Raumweise Berechnung der Norm-Heizlast und Auslegungs-Heizleistung

Projekt-Nr. / Bezeichnung								1-2007 / Einfamilienhaus Quintin Toggendorf										
RAUM-HEIZLAST								Datum 10.06.2007				Seite R 3						
Wohneinheit			Geschoss: EG					Raum-Nr. / -Name 3 / Wohnen										
Innentemperatur			θ_{int} 20 °C					Infiltration										
Mindest-Luftwechsel			n_{min} 0,5 h ⁻¹					Luftdichtheit			n_{50} 3,00 h ⁻¹							
Abmessungen								Koeffizient Abschirmklasse			e 0,03 -							
Raumbreite			b_R 4,15 m					Höhe über Erdreich			h 1,43 m							
Raumlänge			l_R 4,82 m					Höhen-Korrekturfaktor			ε 1,00 -							
Raumfläche			A_R 20,00 m ²					Mechanische Belüftung										
Geschosshöhe			h_G 2,86 m					Zuluft-Volumenstrom			\dot{V}_{su}			m ³ /h				
Deckendicke			d 0,26 m					- Temperatur			θ_{su}			°C				
Raumhöhe			h_R 2,60 m					- Korrekturfaktor			$f_{v,su}$			-				
Raumvolumen			V_R 52,01 m ³					Abluft-Volumenstrom			\dot{V}_{ex}			m ³ /h				
Erdreich								Überströmung Nachbarräume			$\dot{V}_{mech,inf,ij}$			m ³ /h				
Tiefe unter Erdreich			z 0,00 m					- Temperatur			$\theta_{mech,inf,ij}$			°C				
Erdreich berührter Umfang			P 9,98 m					- Korrekturfaktor			$f_{v,mech,inf,ij}$			-				
B'-Wert <input checked="" type="checkbox"/> raumweise			B' 4,96 m					mech. Infiltration von außen			$\dot{V}_{mech,inf,e}$			m ³ /h				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
Orientierung	Bauteil	Anzahl	Breite	Länge/Höhe	Bruttofläche	Abzugsfläche	Nettofläche	grenzt an	angrenzende Temperatur	Korrekturfaktoren	U-Wert	Korrekturwert Wärmebrücke	Korrigierter U-Wert	Wärmeverlust-Koeffizient	Transmissions-Wärmeverlust			
		n	b	l/h	A_{Brutto}	A_{Abzug}	A_{Netto}	e/u	θ_u/θ_i	e/b_u	U	ΔU_{WB}	$U_{c/equiv}$	H_T	Φ_T			
		m			m ²			g/ij	°C	f_{g2}/f_{ij}	W/(m ² K)			W/K	W			
O	AW	1	5,35	2,86	15,3	7,2	8,1	e		1,00	0,33	0,05	0,38	3,08	105			
	AW	1	4,00	1,80	7,2		7,2	e		1,00	0,56	0,05	0,61	4,39	149			
S	AW	1	3,35	2,86	9,6	1,4	8,1	e		1,00	0,34	0,05	0,39	3,18	108			
	AF	1	1,01	1,42	1,4		1,4	e		1,00	1,40	0,05	1,45	2,08	71			
S	IW	1	1,28	2,86	3,7	3,3	0,3	u		0,80	0,33	0,05	0,38	0,10	3			
	IF	1	1,28	2,60	3,3		3,3	u		0,80	1,60	0,05	1,65	4,39	149			
H	FB	1	5,35	4,63	24,8		24,8	g		0,34	0,58	0,05	0,31	3,88	132			
TRANSMISSIONSWÄRMEVERLUST							H_T / Φ_T							21,11	718			
Mindest-Luftvolumenstrom							\dot{V}_{min}							26,0	m ³ /h	301		
aus natürlicher Infiltration							\dot{V}_{inf}							9,4	m ³ /h			
aus mechanischem Zuluftvolumenstrom							$\dot{V}_{su} \cdot f_{v,su}$								m ³ /h			
aus mech. infiltriertem Volumenstrom							$\dot{V}_{mech,inf,e} + \dot{V}_{mech,inf,ij} \cdot f_{v,mech,inf,ij}$								m ³ /h			
thermisch wirksamer Luftvolumenstrom							\dot{V}_{therm}							26,0	m³/h			
LÜFTUNGSWÄRMEVERLUST							H_V / Φ_V							8,84	301			
NORM-HEIZLAST							Φ_{HL}							50,9	W/m ²	19,6	W/m ³	1 018
ZUSATZ-AUFHEIZLEISTUNG							Φ_{RH}							$f_{RH} =$	W/m ²			
AUSLEGUNGS-HEIZLEISTUNG							$\Phi_{HL,Auslg}$									1 018		

Projekt-Nr. / Bezeichnung								1-2007 / Einfamilienhaus Quintin Toggendorf								
RAUM-HEIZLAST								Datum 10.06.2007				Seite R 4				
Wohneinheit				Geschoss: EG				Raum-Nr. / -Name 4 / Schlafen								
Innentemperatur				θ_{int} 20 °C				Infiltration								
Mindest-Luftwechsel				n_{min} 0,5 h ⁻¹				Luftdichtheit				n_{50} 3,00 h ⁻¹				
Abmessungen								Koeffizient Abschirmklasse				e 0,03 -				
Raumbreite				b_R 4,27 m				Höhe über Erdreich				h 1,43 m				
Raumlänge				l_R 4,12 m				Höhen-Korrekturfaktor				ϵ 1,00 -				
Raumfläche				A_R 17,59 m ²				Mechanische Belüftung								
Geschosshöhe				h_G 2,86 m				Zuluft-Volumenstrom				\dot{V}_{su} m ³ /h				
Deckendicke				d 0,26 m				- Temperatur				θ_{su} °C				
Raumhöhe				h_R 2,60 m				- Korrekturfaktor				$f_{V,su}$ -				
Raumvolumen				V_R 45,74 m ³				Abluft-Volumenstrom				\dot{V}_{ex} m ³ /h				
Erdreich								Überströmung Nachbarräume				$\dot{V}_{mech,inf,ij}$ m ³ /h				
Tiefe unter Erdreich				z 0 m				- Temperatur				$\theta_{mech,inf,ij}$ °C				
Erdreich berührter Umfang				P 9,34 m				- Korrekturfaktor				$f_{V,mech,inf,ij}$ -				
B'-Wert <input checked="" type="checkbox"/> raumweise				B' 4,67 m				mech. Infiltration von außen				$\dot{V}_{mech,inf,e}$ m ³ /h				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Orientierung	Bauteil	Anzahl	Breite	Länge/Höhe	Bruttofläche	Abzugsfläche	Nettofläche	grenzt an	angrenzende Temperatur	Korrekturfaktoren	U-Wert	Korrekturwert Wärmebrücke	Korrigierter U-Wert	Wärmeverlustkoeffizient	Transmissions-Wärmeverlust	
		n	b	l/h	A_{Brutto}	A_{Abzug}	A_{Netto}	e/u	θ_i/θ_j	e/b_u	U	ΔU_{WB}	$U_{c,equiv}$	H_T	Φ_T	
			m		m ²			g/ij	°C	f_{g2}/f_{ij}	W/(m ² K)			W/K	W	
N	AW	1	4,69	2,86	13,4		13,4	e		1,00	0,34	0,05	0,39	5,23	178	
O	AW	1	4,65	2,86	13,3	3,7	9,6	e		1,00	0,33	0,05	0,38	3,64	124	
	AF	1	1,01	1,42	1,4		1,4	e		1,00	1,40	0,05	1,45	2,08	71	
	AT	1	1,01	2,26	2,3		2,3	e		1,00	1,40	0,05	1,45	3,31	113	
W	IW	1	2,63	2,86	7,5		7,5	ij	24	-0,12	1,88		1,88	-1,66	-57	
H	FB	1	4,69	4,65	21,8		21,8	g		0,34	0,58	0,05	0,32	3,42	116	
TRANSMISSIONSWÄRMEVERLUST													H_T / Φ_T		16,02	545
Mindest-Luftvolumenstrom								\dot{V}_{min}				22,9 m ³ /h				264
aus natürlicher Infiltration								\dot{V}_{inf}				8,2 m ³ /h				
aus mechanischem Zuluftvolumenstrom								$\dot{V}_{su} \cdot f_{V,su}$								
aus mech. infiltriertem Volumenstrom								$\dot{V}_{mech,inf,e} + \dot{V}_{mech,inf,ij} \cdot f_{V,mech,inf,ij}$								
thermisch wirksamer Luftvolumenstrom								\dot{V}_{therm}				22,9 m³/h				
LÜFTUNGSWÄRMEVERLUST								H_V / Φ_V				7,78				264
NORM-HEIZLAST								Φ_{HL}				46,0 W/m ² 17,7 W/m ³				809
ZUSATZ-AUFHEIZLEISTUNG								Φ_{RH}				$f_{RH} =$ W/m ²				
AUSLEGUNGS-HEIZLEISTUNG								$\Phi_{HL,Auslg}$								809

Projekt-Nr. / Bezeichnung								1-2007 / Einfamilienhaus Quintin Toggendorf									
RAUM-HEIZLAST								Datum 10.06.2007				Seite R 5					
Wohneinheit				Geschoss: EG				Raum-Nr. / -Name 5 / Bad									
Innentemperatur				θ_{nt} <u>24</u> °C				Infiltration									
Mindest-Luftwechsel				n_{min} <u>0,5</u> h ⁻¹				Luftdichtheit				n_{50} <u>3,00</u> h ⁻¹					
Abmessungen								Koeffizient Abschirmklasse				e <u>0,02</u> -					
Raumbreite				b_R <u>2,16</u> m				Höhe über Erdreich				h <u>1,43</u> m					
Raumlänge				l_R <u>2,52</u> m				Höhen-Korrekturfaktor				ε <u>1,00</u> -					
Raumfläche				A_R <u>5,44</u> m ²				Mechanische Belüftung									
Geschosshöhe				h_G <u>2,86</u> m				Zuluft-Volumenstrom				\dot{V}_{su} _____ m ³ /h					
Deckendicke				d <u>0,26</u> m				- Temperatur				θ_{su} _____ °C					
Raumhöhe				h_R <u>2,60</u> m				- Korrekturfaktor				$f_{v,su}$ _____ -					
Raumvolumen				V_R <u>14,15</u> m ³				Abluft-Volumenstrom				\dot{V}_{ex} _____ m ³ /h					
Erdreich								Überströmung Nachbarräume				$\dot{V}_{mech,inf,ij}$ _____ m ³ /h					
Tiefe unter Erdreich				z <u>0,00</u> m				- Temperatur				$\theta_{mech,inf,ij}$ _____ °C					
Erdreich berührter Umfang				P <u>2,64</u> m				- Korrekturfaktor				$f_{v,mech,inf,ij}$ _____ -					
B'-Wert <input checked="" type="checkbox"/> raumweise				B' <u>5,26</u> m				mech. Infiltration von außen				$\dot{V}_{mech,inf,e}$ _____ m ³ /h					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
Orientierung	Bauteil	Anzahl	Breite	Länge/Höhe	Bruttofläche	Abzugsfläche	Nettofläche	grenzt an	angrenzende Temperatur	Korrekturfaktoren	U-Wert	Korrekturwert Wärmebrücke	Korrigierter U-Wert	Wärmeverlust-Koeffizient	Transmissions-Wärmeverlust		
																n	b
			m		m ²			glj	°C	f_{g2}/f_{ij}	W/(m ² K)			W/K	W		
N	AW	1	2,64	2,86	7,6	0,9	6,7	e		1,00	0,34	0,05	0,39	2,60	99		
	AF	1	0,76	1,17	0,9		0,9	e		1,00	1,40	0,05	1,45	1,29	49		
O	IW	1	2,63	2,86	7,5		7,5	ij	20	0,11	1,88		1,88	1,49	57		
W	IW	1	0,40	2,86	1,1		1,1	ij	15	0,24	1,88		1,88	0,51	19		
W	IW	1	2,23	2,86	6,4		6,4	ij	20	0,11	1,88		1,88	1,26	48		
S	IW	1	2,64	2,86	7,6	1,8	5,7	ij	20	0,11	1,88		1,88	1,14	43		
	IT	1	0,90	2,01	1,8		1,8	ij	20	0,11	2,00		2,00	0,38	14		
H	FB	1	2,64	2,63	6,9		6,9	g		0,41	0,58	0,05	0,31	1,27	48		
TRANSMISSIONSWÄRMEVERLUST														H_T / Φ_T		9,94	378
Mindest-Luftvolumenstrom							\dot{V}_{min}		<u>7,1</u> m ³ /h						91		
aus natürlicher Infiltration							\dot{V}_{inf}		<u>1,7</u> m ³ /h								
aus mechanischem Zuluftvolumenstrom							$\dot{V}_{su} \cdot f_{v,su}$		_____ m ³ /h								
aus mech. infiltriertem Volumenstrom							$\dot{V}_{mech,inf,e} + \dot{V}_{mech,inf,ij} \cdot f_{v,mech,inf,ij}$		_____ m ³ /h								
thermisch wirksamer Luftvolumenstrom							\dot{V}_{therm}		<u>7,1</u> m ³ /h								
LÜFTUNGSWÄRMEVERLUST								H_V / Φ_V							2,41	91	
NORM-HEIZLAST								Φ_{HL}							86,2 W/m ² 33,1 W/m ³		469
ZUSATZ-AUFHEIZLEISTUNG								Φ_{RH}							$f_{RH} =$ 10,0 W/m ²		54
AUSLEGUNGS-HEIZLEISTUNG								$\Phi_{HL,Auslg}$									523

Projekt-Nr. / Bezeichnung	1-2007 / Einfamilienhaus Quintin Toggendorf
---------------------------	---

RAUMLISTE	Datum 10.06.2007	Seite G 2
------------------	------------------	-----------

Sortierung nach Geschoss Wohneinheit

Raum-Nr. / -Name	$\Phi_{T,e}$	Φ_T	$\Phi_{V,min}$	$\Phi_{V,inf}$	$\Phi_{V,su}$	$\Phi_{V,m,inf}$	Φ_{HL}	Φ_{RH}	$\Phi_{HL,Ausl}$
1 / Küche 22,7 58,9 m ³ 825	951	341	123			1 292	227	1 519	20 °C
2 / Essen 20 °C 13,7 m ² 35,7 m ³	617	617	207	0			824		824
3 / Wohnen 20 °C 20,0 m ² 52,0 m ³	718	718	301	108			1 019		1 019
4 / Schlafen 20 °C 17,6 m ² 45,7 m ³	601	545	264	95			809		809
5 / Bad 24 °C 5,4 m ² 14,2 m ³	196	378	91	22			469	54	523
6 / Flur 20 °C 3,3 m ² 8,5 m ³	17	-4	0	0			-4		-4
7 / WC 20 °C 1,9 m ² 5,0 m ³	93	140	29	7			169		169
8 / Treppenhaus 20 °C 6,5 m ² 16,8 m ³	38	38	0	0			38		38
9 / Windfang 15 °C 6,7 m ² 17,4 m ³	257	53	86	21			139		139
10 / Vorräte 15 °C 5,0 m ² 12,9 m ³	215	111	64	15			175		175
101 / Arbeitsraum 20 °C 34,9 m ² 76,0 m ³	1 193	1 219	439	158			1 658		1 658
102 / Kind 1 20 °C 20,0 m ² 45,4 m ³	678	678	262	94			940	200	1 140
103 / Kind 2 20 °C 17,6 m ² 44,9 m ³	531	494	259	93			753	176	929
104 / Bad 24 °C 5,4 m ² 14,2 m ³	377	529	91	22			620	54	674
105 / WC 20 °C 2,4 m ² 6,1 m ³	148	92	35	8			127		127
106 / Galerie 20 °C 22,6 m ² 79,2 m ³	644	591	0	0			591		591
Summen für Gebäude 205,6 m ² 532,9 m ³	7 148		2 470	767				711	

Projekt-Nr. / Bezeichnung		1-2007 / Einfamilienhaus Quintin Toggendorf	
GEBÄUDEZUSAMMENSTELLUNG		Datum 10.06.2007	Seite G 3
WÄRMEVERLUST-KOEFFIZIENTEN		W/K	
Transmissionswärmeverlust-Koeffizient	$\Sigma H_{T,e}$	<u>209</u>	
Lüftungswärmeverlust-Koeffizient	ΣH_V	<u>73</u>	
Gebäude-Wärmeverlust-Koeffizient	H_{Geb}	<u>282</u>	
WÄRMEVERLUSTE		W	
Transmissionswärmeverluste (nach außen)	$\Phi_{T,Geb}$	<u>7 148</u>	
Lüftungswärmeverluste			
Mindest-Luftvolumenstrom	$\Phi_{V,min,Geb} = 0,5 \cdot \Sigma \Phi_{V,min} = 0,5 \cdot 2\,470 =$	<u>1 235</u>	
aus natürlicher Infiltration	$\Phi_{V,inf,Geb} = \zeta \cdot \Sigma \Phi_{V,inf} = 0,5 \cdot 767 =$	<u>384</u>	
aus mechanischem Zuluftvolumenstrom	$\Phi_{V,su,Geb}$	_____	
aus mech. infiltriertem Volumenstrom	$\Phi_{V,mech,inf,Geb}$	_____	
Lüftungswärmeverluste	$\Phi_{V,Geb}$	<u>1 235</u>	
NORM-GEBÄUDEHEIZLAST		$\Phi_{HL,Geb}$	8 383 W
ZUSATZ-AUFHEIZLEISTUNG		$\Phi_{RH,Geb}$	711 W
AUSLEGUNGS-HEIZLEISTUNG		$\Phi_{Ausleg,Geb}$	9 094 W
BEZOGENE WERTE			
Heizlast / beheizte Gebäudefläche	$A_{N,Geb} \quad 205,6 \text{ m}^2$	$\Phi_{HL,Geb} / A_{N,Geb}$	<u>40,8</u> W/m ²
Heizlast / beheiztes Gebäudevolumen	$V_{N,Geb} \quad 532,9 \text{ m}^3$	$\Phi_{HL,Geb} / V_{N,Geb}$	<u>15,7</u> W/m ³
wärmeübertragende Umfassungsfläche	$A \quad 532,4 \text{ m}^2$		
spez. Transmissionswärmeverlust-Koeffizient	H_T'	<u>0,39</u> W/(m ² ·K)	

6.2 Beispielberechnung 2: Mit ventilatorgestützter Lüftung

6.2.1 Darstellung des Beispiels

Die Beispielberechnung mit zentraler Zu- und Ablufttechnik mit Wärmerückgewinnung (WÜT) wird für die Räume „Wohnen“, „Schlafen“, „WC“ und „Bad“ des dargestellten Einfamilienhauses (Gebäude aus DIN V 4108-6:2003-06 und DIN V 4701-10) durchgeführt.

Im Vergleich zum vorigen Beispiel werden hier alle Räume ohne Wiederaufheizzeit berechnet. Es gelten die Bilder 3 bis 6 sowie Bild 8.

6.2.2 Bestimmung der allgemeinen Daten (Gebäudekenngrößen)

6.2.2.1 Allgemeine Beschreibung

Qualität der Luftdichtheit der Gebäudehülle: Nach EnEV errichtete Gebäude mit raumluftechnischen Anlagen (Kategorie Ia)

Gebäuelage: moderate Abschirmung

6.2.2.2 Bezogene Werte

Siehe Beispiel 1 in 6.1.2.1.

6.2.2.3 Bestimmung der Temperaturen

Referenzort Wolfenbüttel	Klimazone 3:	Normaußentemperatur	$\theta_e = -14 \text{ °C}$
		Jahresmittel der Außentemperatur	$\theta_{me} = 8,5 \text{ °C}$

6.2.2.4 Gebäudeabmessungen

Siehe ausgefülltes Formblatt G1.

6.2.2.5 Vereinbarungen

Die Festlegungen der Raumtemperaturen siehe ausgefülltes Formblatt V. Das Beispiel wird ohne Wiederaufheizleistung berechnet.

6.2.2.6 Lüftung

Luftwechselrate aus Tabelle 9 – Beiblatt 1 (Kategorie Ia)	$n_{50} = 1,5 \text{ h}^{-1}$
Gleichzeitig wirksamer Lüftungswärmeanteil	$\zeta = 0,5$
Wärmebereitstellungsgrad des verwendeten Wärmerückgewinnungssystems	$\eta_{WRG} = 80 \text{ %}$

6.2.3 Festlegung der Luftvolumenströme

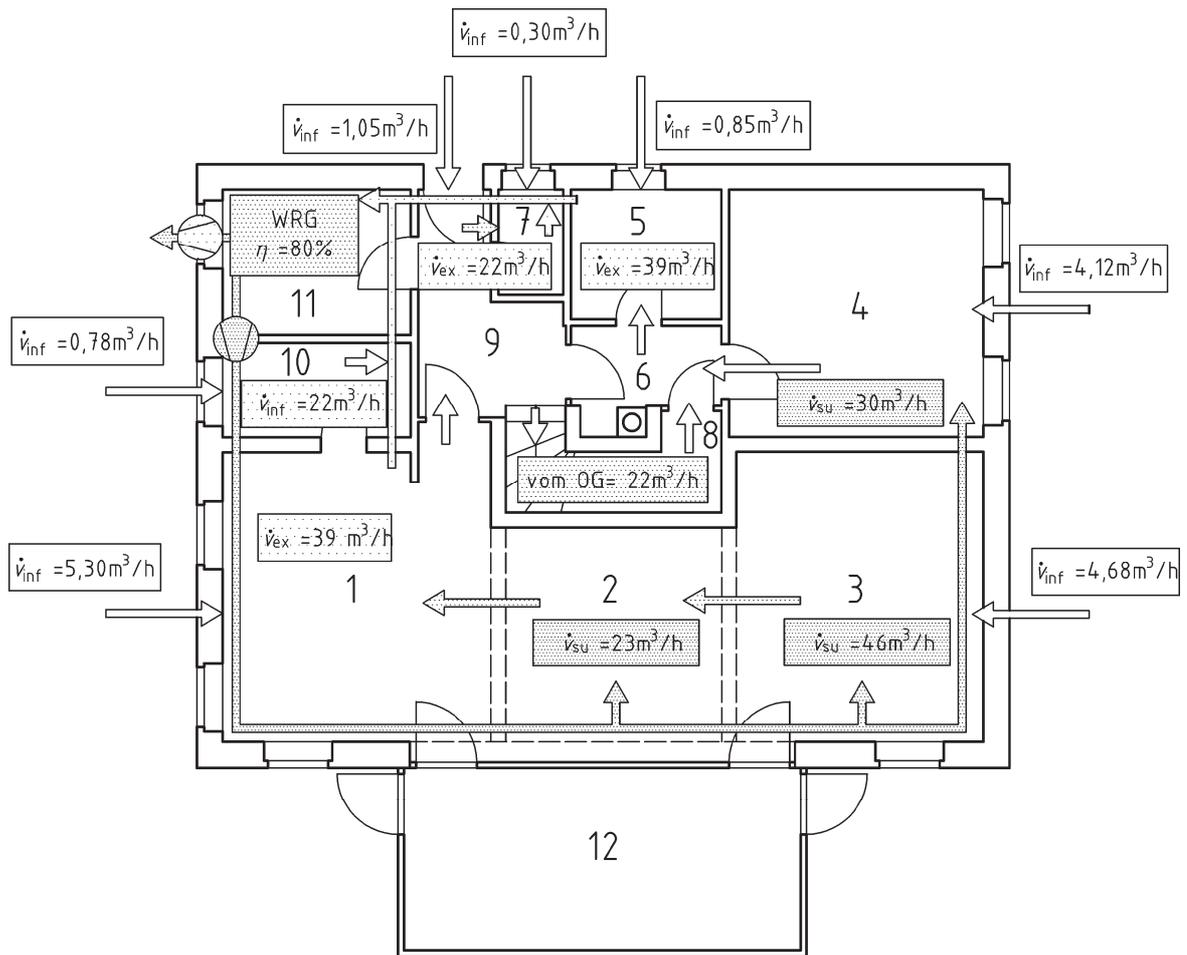
Festlegung der Luftvolumenströme der ventilatorgestützten Zu- und Abluftanlage mit WRG mit balancierten (ausgeglichenen) Luftvolumenströmen nach E DIN 1946-6:2006-12, Anhang J, Beispiel 5.

Die Volumenstromanpassung erfolgt auf Grund des Ansatzes der Infiltration.

Tabelle 16 — Luftmengenplan nach DIN 1946-6 als Gesamt-Außenluftvolumenströme für die Nutzungseinheit in der Grundlüftungsstufe (Auslegung)

Gesamt-Außenluftvolumenströme – Grundlüftung				214,2 m ³ /h
Wirksamer Infiltrationsluftvolumenstrom der Nutzungseinheit nach DIN 1946-6^a				31,2 m ³ /h
Gesamt-Außenluftvolumenströme der ventilatorgestützten Zu- und Abluftanlage				183,0 m ³ /h
Raum	Zuluft	Überströmluft	Abluft	Infiltration nach DIN EN 12831
	m ³ /h	m ³ /h	m ³ /h	m ³ /h
Wohnzimmer	45,8	45,8	—	4,7
Schlafen	30,5	30,5	—	4,2
Esszimmer	22,9	22,9	—	0,0
Kinderzimmer 1	30,5	30,5	—	4,1
Kinderzimmer 2	30,5	30,5	—	4,0
Arbeitszimmer	22,9	22,9	—	6,9
Windfang		43,6		1,1
Küche	—	39,2	39,2	5,3
Bad EG	—	39,2	39,2	0,9
WC EG	—	21,8	21,8	0,3
Vorräte	—	21,8	21,8	0,8
Bad OG	—	39,2	39,2	0,8
WC OG	—	21,8	21,8	0,4
Zulufräume	183,0			
Ablufträume	—		183,0	
Infiltration				33,3 ^a

^a Die Infiltrationsluftvolumenströme nach DIN EN 12831 können geringfügig vom Beispiel aus DIN 1946-6 abweichen, da diese dort, anders als nach DIN EN 12831, gebäudeweise berechnet werden. Geringe Abweichungen können sich auch durch Rundungen ergeben.



Legende

1	Küche	20 °C	7	WC	20 °C
2	Essen	20 °C	8	Treppenhaus	20 °C
3	Wohnen	20 °C	9	Windfang	15 °C
4	Schlafen	20 °C	10	Vorräte	15 °C
5	Bad	24 °C	11	Heizung	/
6	Flur	20 °C	12	Wintergarten	/

□: Infiltration
 ▨: Abluft

▨: Überströmen
 ▩: Zuluft

Bild 8 — Grundriss (EG) des Gebäudes mit eingetragenen Luftvolumenströmen

Die Überströmung innerhalb des Gebäudes erfolgt durch geeignete Überström-Luftdurchlässe (ÜLD).

6.2.4 Berechnung der Zulufttemperatur

Die Zulufttemperatur berechnet sich nach Gleichung (7), $\theta_{su} = \eta_{WRG} \cdot (\theta_{ex} - \theta_e) + \theta_e$, aus dem Wärmebereitstellungsgrad η_{WRG} des Wärmerückgewinnungssystems.

6.2.4.1 Berechnung der mittleren Ablufttemperatur

Die Ablufttemperatur θ_{ex} wird aus der Mischtemperatur der einzelnen Abluftvolumenströme berechnet. Diese berechnet sich als arithmetisches Mittel zu

$$\theta_{ex,m} = \frac{\sum_i V_{ex,i} \cdot \theta_{int,i}}{\sum_i V_{ex,i}}$$

mit

	Raum Bez.	V_{ex} m ³ /h	θ_{int} °C
Erdgeschoss	Küche	39,2	20
	Bad	39,2	24
	WC	21,8	20
	Vorräte	21,8	15
1. OG	Bad	39,2	24
	WC	21,8	20

Somit berechnet sich die mittlere Ablufttemperatur als Eintrittstemperatur in die Wärmerückgewinnung zu

$$\theta_{ex,m} = \frac{39,2 \cdot 20 + 39,2 \cdot 24 + 21,8 \cdot 20 + 21,8 \cdot 15 + 39,2 \cdot 24 + 21,8 \cdot 20}{183,0} = 21,1 \text{ °C}$$

6.2.4.2 Berechnung der Zulufttemperatur

Diese berechnet sich zu

$$\theta_{su} = 0,8 \cdot (21,1 - (-14)) + (-14) = 14,1 \text{ °C}$$

6.2.5 Berechnung der thermisch wirksamen Luftvolumenströme

6.2.5.1 Berechnung der thermisch wirksamen Zuluftvolumenströme

Die zuvor ermittelte Zulufttemperatur gilt einheitlich für alle zu belüftenden Räume. Der Korrekturfaktor berechnet sich zu

$$f_{V,su,i} = \frac{\theta_{int,i} - \theta_{su,i}}{\theta_{int,i} - \theta_e} = \frac{20 - 14,1}{20 - (-14)} = 0,174$$

und gilt einheitlich für alle Zuluft-Räume, da alle auf eine Raumtemperatur von 20 °C beheizt werden:

	Raum	$V_{su,i}$	$f_{V,su,i}$	$V_{su,i} \cdot f_{V,su,i}$
	Bezeichnung	m ³ /h	—	m ³ /h
Erdgeschoss	Essen	22,9	0,174	4,0
	Wohnen	45,8		7,9
	Schlafen	30,5		5,3
1. OG	Arbeitsraum	22,9	0,174	4,0
	Kind 1	30,5		5,3
	Kind 2	30,5		5,3

6.2.5.2 Berechnung eines Abluftraumes am Beispiel WC im EG

Das WC erhält einen mechanisch infiltrierten Abluftvolumenstrom-Überschuss vom Flur von 21,8 m³/h mit 15 °C.

Berechnung Korrekturfaktor $f_{V,mech,inf,ij}$:

$$f_{V,mech,inf,ij} = \frac{20 - 15}{20 - (-14)} = 0,147$$

Der thermisch wirksame Luftvolumenstrom aus Überströmung berechnet sich somit zu:

$$V_{mech,inf,ij} \cdot f_{V,mech,inf,i} = 21,8 \cdot 0,147 = 3,2 \text{ m}^3/\text{h}$$

6.2.5.3 Berechnung Durchströmung eines Raumes am Beispiel Windfang im EG

Der Windfang erhält einen mechanisch infiltrierten Volumenstrom vom Flur von 14,2 m³/h (Differenz Schlafen + Überströmung vom OG – Bad) mit 20 °C und 29,4 m³/h von der Küche (Differenz Wohnen + Essen – Küche), ebenfalls mit 20 °C, insgesamt also 43,6 m³/h.

Berechnung Korrekturfaktor $f_{V,mech,inf,ij}$:

$$f_{V,mech,inf,ij} = \frac{15 - 20}{15 - (-14)} = -0,172$$

Der thermisch wirksame Luftvolumenstrom aus Überströmung berechnet sich somit zu:

$$V_{mech,inf,ij} \cdot f_{V,mech,inf,i} = 43,6 \cdot -0,172 = -7,5 \text{ m}^3/\text{h}.$$

ANMERKUNG Es ergibt sich rechnerisch ein negativer Luftvolumenstrom, da die Raumtemperatur niedriger ist als die des mechanisch infiltrierten Luftvolumenstromes von den Nachbarräumen über ÜLDs. Dies bedeutet einen negativen Wärmeverlust, also konkret für den Windfang einen Wärmegewinn.

6.2.6 Beispielausdruck

Projekt-Nr. / Bezeichnung	2-2007 / Einfamilienhaus Quintin Toggendorf		
GEBÄUDEDATEN	Datum 01.06.2007		Seite G 1
KENNGRÖSSEN			
Gebäude / Luftdichtheit der Gebäudehülle		Gebäudelage	
<input checked="" type="checkbox"/> Kategorie Ia (nach EnEV mit raumluftechnischer Anlage) <input type="checkbox"/> Kategorie Ib (nach EnEV ohne raumluftechnischer Anlage) <input type="checkbox"/> Kategorie II (mit mittlerer Dichtigkeit) <input type="checkbox"/> Kategorie III (mit wenig Dichtigkeit) <input type="checkbox"/> Kategorie IV (mit hoher Undichtigkeit)		<input type="checkbox"/> gute Abschirmung <input checked="" type="checkbox"/> moderate Abschirmung <input type="checkbox"/> keine Abschirmung	
Wirksame Gebäudemasse*		Bezogene Werte* (gemäß: _____)	
<input type="checkbox"/> Leicht <input type="checkbox"/> mittelschwer/schwer		$C_{\text{wirk}} \text{ _____ Wh/(m}^3\text{K)}$ oder $C_{\text{wirk}} \text{ _____ Wh/(K)}$ $H_{\text{Abs}} \text{ _____ W/(m}^2\text{K)}$ $\tau \text{ _____ h}$	
* Nur ausfüllen, wenn eine Außentemperaturkorrektur vorgenommen werden soll und/ oder Wiederhaufheizleistungen vorgesehen sind. Pauschal nach 3.6.4 Beiblatt oder Wert aus Rechenverfahren nach EnEV(WSchV) oder genauer Berechnung			
TEMPERATUREN			
Außentemperatur	θ'_e _____ -14 °C	Jahresmittel der Außentemperatur	$\theta_{m,e}$ _____ 8,5 °C
Außentemperaturkorrektur	$\Delta\theta_e$ _____ 0 K	Innentemperaturen nach	
Norm Außentemperatur	θ_e _____ -14 °C	<input checked="" type="checkbox"/> Norm	<input type="checkbox"/> Vereinbarung s. Formblatt V
ABMESSUNGEN			
Breite	b_{Geb} _____ 10,00 m	Geschossanzahl	n _____ 2 -
Länge	l_{Geb} _____ 13,50 m	Gebäudehöhe	h_{Geb} _____ 7,52 m
Grundfläche	A_{Geb} _____ 135,00 m ²		
ERDREICH			
Tiefe der Bodenplatte *	z _____ 0,00 m	Grundwassertiefe	T _____ 5,00 m
Erdreich berührter Umfang *	P _____ 47,00 m	Faktor Einfluss Grundwasser	G_W _____ 1,00 -
Parameter *	B' _____ 5,74 m	Faktor periodische Schwankung	f_{g1} _____ 1,45 -
* Werte können raumweise abweichen			
LÜFTUNG			
Luftdichtheit der Gebäudehülle		n_{50}	_____ 1,5 h ⁻¹
Gleichzeitig wirksamer Lüftungswärmeanteil		ζ_v	_____ 0,5 -
Wärmebereitstellungsgrad (WRG-System Herstellerangabe oder Grenzwert)		η_{WRG}	_____ 80 %
ZUSATZ-AUFHEIZLEISTUNG			
<input checked="" type="checkbox"/> keine Berechnung			
<input type="checkbox"/> Berechnung aufgrund Nutzungsprofil (Beiblatt, 3.6.3)		<input type="checkbox"/> Berechnung aufgrund Temperaturabfall (Beiblatt 3.6.4)	
Absenkezeit	t_{Abs} _____ h	Innentemperaturabfall	$\Delta\theta_{\text{RH}}$ _____ K
Wiederaufheizzeit	t_{RH} _____ h	Wiederaufheizzeit	t_{RH} _____ h
Luftwechsel (in Absenkezeit)	n_{Abs} _____ h ⁻¹	Luftwechsel (in Absenkezeit)	n_{Abs} _____ h ⁻¹
		Wiederaufheizfaktor	f_{RH} _____ W/m ²

Formblatt V1 — Vereinbarungen der Raumtemperaturen, Luftwechsel und Wiederaufheizzeiten

Projekt-Nr. / Bezeichnung		2-2007 / Einfamilienhaus Quintin Toggendorf			
VEREINBARUNGEN		Datum 01.06.2007		Seite V 1	
Sortierung nach <input checked="" type="checkbox"/> Geschoss <input type="checkbox"/> Wohneinheit					
GS / WE	Raum-Nr. / Name	Innen- temperatur	Mindest- Luftwechsel	nur ausfüllen, wenn Zusatz-Aufheizleistungen vereinbart wurden	
		θ_{int}	n_{min}	Absenkezeit	Wiederaufheiz- zeit
		°C	h^{-1}	t_{Abs}	t_{RH}
		h	h	h	h
0	1 / Küche	20			
0	2 / Essen	20			
0	3 / Wohnen	20			
0	4 / Schlafen	20			
0	5 / Bad	24			
0	6 / Flur	20			
0	7 / WC	20			
0	8 / Treppenhaus	20			
0	9 / Windfang	15			
0	11 / Vorräte	15			
1	101 / Arbeitsraum	20			
1	102 / Kind 1	20			
1	103 / Kind 2	20			
1	104 / Bad	24			
1	105 / WC	20			
1	106 / Flur/Galerie	20			

Projekt-Nr. / Bezeichnung								2-2007 / Einfamilienhaus Quintin Toggendorf								
RAUM-HEIZLAST								Datum 01.06.2007				Seite R 3				
Wohneinheit				Geschoss: EG				Raum-Nr. / -Name 3 / Wohnen								
Innentemperatur				θ_{int} 20 °C				Infiltration								
Mindest-Luftwechsel				n_{min} h ⁻¹				Luftdichtheit				n_{50} 1,50 h ⁻¹				
Abmessungen								Koeffizient Abschirmklasse				e 0,03 -				
Raumbreite				b_R 4,15 m				Höhe über Erdreich				h 1,43 m				
Raumlänge				l_R 4,82 m				Höhen-Korrekturfaktor				ε 1,00 -				
Raumfläche				A_R 20,00 m ²				Mechanische Belüftung								
Geschosshöhe				h_G 2,86 m				Zuluft-Volumenstrom				\dot{V}_{su} 45,8 m ³ /h				
Deckendicke				d 0,26 m				- Temperatur				θ_{su} 14,1 °C				
Raumhöhe				h_R 2,60 m				-Korrekturfaktor				$f_{v,su}$ 0,174 -				
Raumvolumen				V_R 52,01 m ³				Abluft-Volumenstrom				\dot{V}_{ex} m ³ /h				
Erdreich								Überströmung Nachbarräume				$\dot{V}_{mech,inf,ij}$ m ³ /h				
Tiefe unter Erdreich				z 0,00 m				- Temperatur				$\theta_{mech,inf,ij}$ °C				
Erdreich berührter Umfang				P 9,98 m				- Korrekturfaktor				$f_{v,mech,inf,ij}$ -				
B'-Wert <input checked="" type="checkbox"/> raumweise				B' 4,96 m				mech. Infiltration von außen				$\dot{V}_{mech,inf,e}$ m ³ /h				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Orientierung	Bauteil	Anzahl	Breite	Länge/Höhe	Bruttofläche	Abzugsfläche	Nettofläche	grenzt an	angrenzende Temperatur	Korrekturfaktoren	U-Wert	Korrekturwert Wärmebrücke	Korrigierter U-Wert	Wärmeverlust-Koeffizient	Transmissions-Wärmeverlust	
		n	b	l/h	A_{Brutto}	A_{Abzug}	A_{Netto}	e/u	θ_u/θ_j	e/b_u	U	ΔU_{WB}	$U_{c/equiv}$	H_T	Φ_T	
		m			m ²			g/ij	°C	$f_{g2/f_{ij}}$	W/(m ² K)			W/K	W	
O	AW	1	5,35	2,86	15,3	7,2	8,1	e		1,00	0,33	0,05	0,38	3,08	105	
	AW	1	4,00	1,80	7,2		7,2	e		1,00	0,56	0,05	0,61	4,39	149	
S	AW	1	3,35	2,86	9,6	1,4	8,1	e		1,00	0,34	0,05	0,39	3,18	108	
	AF	1	1,01	1,42	1,4		1,4	e		1,00	1,40	0,05	1,45	2,08	71	
S	IW	1	1,28	2,86	3,7	3,3	0,3	u		0,80	0,33	0,05	0,38	0,10	3	
	IF	1	1,28	2,60	3,3		3,3	u		0,80	1,60	0,05	1,65	4,39	149	
H	FB	1	5,35	4,63	24,8		24,8	g		0,34	0,58	0,05	0,32	3,88	132	
TRANSMISSIONSWÄRMEVERLUST								H_T / Φ_T				21,11				718
Mindest-Luftvolumenstrom								\dot{V}_{min}				m ³ /h				
aus natürlicher Infiltration								\dot{V}_{inf}				4,7 m ³ /h				54
aus mechanischem Zuluftvolumenstrom								$\dot{V}_{su} \cdot f_{v,su}$				7,9 m ³ /h				92
aus mech. infiltriertem Volumenstrom								$\dot{V}_{mech,inf,e} + \dot{V}_{mech,inf,ij} \cdot f_{v,mech,inf,ij}$				m ³ /h				
thermisch wirksamer Luftvolumenstrom								\dot{V}_{therm}				12,6 m ³ /h				
LÜFTUNGSWÄRMEVERLUST								H_V / Φ_V				4,29				146
NORM-HEIZLAST								Φ_{HL}				43,1 W/m ² 16,6 W/m ³				864
ZUSATZ-AUFHEIZLEISTUNG								Φ_{RH}				$f_{RH} =$ W/m ²				
AUSLEGUNGS-HEIZLEISTUNG								$\Phi_{HL,Auslg}$								864

Projekt-Nr. / Bezeichnung								2-2007 / Einfamilienhaus Quintin Toggendorf											
RAUM-HEIZLAST								Datum 01.06.2007				Seite R 5							
Wohneinheit				Geschoss: EG				Raum-Nr. / -Name 5/Bad											
Innentemperatur				θ_{nt} <u>24</u> °C				Infiltration											
Mindest-Luftwechsel				n_{min} _____ h ⁻¹				Luftdichtheit				n_{50} <u>1,50</u> h ⁻¹							
Abmessungen				Koeffizient Abschirmklasse				e <u>0,02</u> -				Höhe über Erdreich				h <u>1,43</u> m			
Raumbreite				b_R <u>2,16</u> m				Höhen-Korrekturfaktor				ϵ <u>1,00</u> -							
Raumlänge				l_R <u>2,52</u> m				Mechanische Belüftung											
Raumfläche				A_R <u>5,44</u> m ²				Zuluft-Volumenstrom				\dot{V}_{su} _____ m ³ /h							
Geschosshöhe				h_G <u>2,86</u> m				- Temperatur				θ_{su} _____ °C							
Deckendicke				d <u>0,26</u> m				- Korrekturfaktor				$f_{v,su}$ _____ -							
Raumhöhe				h_R <u>2,60</u> m				Abluft-Volumenstrom				\dot{V}_{ex} <u>39,2</u> m ³ /h							
Raumvolumen				V_R <u>14,15</u> m ³				Überströmung Nachbarräume				$\dot{V}_{mech,inf,ij}$ <u>39,2</u> m ³ /h							
Erdreich								- Temperatur				$\theta_{mech,inf,ij}$ <u>20,0</u> °C							
Tiefe unter Erdreich				z <u>0,00</u> m				- Korrekturfaktor				$f_{v,mech,inf,ij}$ <u>0,105</u> -							
Erdreich berührter Umfang				P <u>2,64</u> m				mech. Infiltration von außen				$\dot{V}_{mech,inf,e}$ _____ m ³ /h							
B' -Wert <input checked="" type="checkbox"/> raumweise				B' <u>5,26</u> m															
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16				
Orientierung	Bauteil	Anzahl	Breite	Länge/Höhe	Bruttofläche	Abzugsfläche	Nettofläche	grenzt an	angrenzende Temperatur	Korrekturfaktoren	U-Wert	Korrekturwert Wärmebrücke	Korrigierter U-Wert	Wärmeverlust-Koeffizient	Transmissions-Wärmeverlust				
		n	b	l/h	A_{Brutto}	A_{Abzug}	A_{Netto}	e/u	θ_v/θ_{ij}	e/b_u	U	ΔU_{WB}	$U_{c/equiv}$	H_T	Φ_T				
			m		m ²			g/ij	°C	$f_{g2/f_{ij}}$	W/(m ² K)			W/K	W				
N	AW	1	2,64	2,86	7,6	0,9	6,7	e		1,00	0,34	0,05	0,39	2,60	99				
	AF	1	0,76	1,17	0,9		0,9	e		1,00	1,40	0,05	1,45	1,29	49				
O	IW	1	2,63	2,86	7,5		7,5	ij	20	0,11	1,88		1,88	1,49	57				
W	IW	1	0,40	2,86	1,1		1,1	ij	15	0,24	1,88		1,88	0,51	19				
W	IW	1	2,23	2,86	6,4		6,4	ij	20	0,11	1,88		1,88	1,26	48				
S	IW	1	2,64	2,86	7,6	1,8	5,7	ij	20	0,11	1,88		1,88	1,14	43				
	IT	1	0,90	2,01	1,8		1,8	ij	20	0,11	2,00		2,00	0,38	14				
H	FB	1	2,64	2,63	6,9		6,9	g		0,41	0,58	0,05	0,31	1,27	48				
TRANSMISSIONSWÄRMEVERLUST														H_T / Φ_T		9,94	378		
Mindest-Luftvolumenstrom								\dot{V}_{min} _____ m ³ /h											
aus natürlicher Infiltration								\dot{V}_{inf} <u>0,8</u> m ³ /h								11			
aus mechanischem Zuluftvolumenstrom								$\dot{V}_{su} \cdot f_{v,su}$ _____ m ³ /h											
aus mech. infiltriertem Volumenstrom								$\dot{V}_{mech,inf,e} + \dot{V}_{mech,inf,ij} \cdot f_{v,mech,inf,ij}$ <u>4,1</u> m ³ /h								53			
thermisch wirksamer Luftvolumenstrom								\dot{V}_{therm} <u>5,0</u> m ³ /h											
LÜFTUNGSWÄRMEVERLUST								H_V / Φ_V								1,69	64		
NORM-HEIZLAST								Φ_{HL}								81,1 W/m ² 31,2 W/m ³		442	
ZUSATZ-AUFHEIZLEISTUNG								Φ_{RH}								$f_{RH} =$ W/m ²			
AUSLEGUNGS-HEIZLEISTUNG								$\Phi_{HL,Auslg}$										442	

Projekt-Nr. / Bezeichnung								2-2007 / Einfamilienhaus Quintin Toggendorf										
RAUM-HEIZLAST								Datum 01.06.2007				Seite R 7						
Wohneinheit		Geschoss: EG						Raum-Nr. / -Name 7/WC										
Innentemperatur		θ_{int} 20 °C						Infiltration										
Mindest-Luftwechsel		n_{min} h ⁻¹						Luftdichtheit		n_{50} 1,50 h ⁻¹								
Abmessungen								Koeffizient Abschirmklasse		e 0,02 -								
Raumbreite		b_R 1,09 m		Höhe über Erdreich		h 1,43 m		Höhen-Korrekturfaktor		ε 1,00 -								
Raumlänge		l_R 1,76 m																
Raumfläche		A_R 1,92 m ²																
Geschosshöhe		h_G 2,86 m																
Deckendicke		d 0,26 m																
Raumhöhe		h_R 2,60 m																
Raumvolumen		V_R 4,99 m ³																
Erdreich								Mechanische Belüftung										
Tiefe unter Erdreich		z 0,00 m						Zuluft-Volumenstrom		\dot{V}_{su} m ³ /h								
Erdreich berührter Umfang		P 1,21 m						- Temperatur		θ_{su} °C								
B'-Wert <input checked="" type="checkbox"/> raumweise		B' 4,46 m						- Korrekturfaktor		$f_{v,su}$ -								
								Abluft-Volumenstrom		\dot{V}_{ex} 21,8 m ³ /h								
								Überströmung Nachbarräume		$\dot{V}_{mech,inf,ij}$ 21,8 m ³ /h								
								- Temperatur		$\theta_{mech,inf,ij}$ 15,0 °C								
								- Korrekturfaktor		$f_{v,mech,inf,ij}$ 0,147 -								
								mech. Infiltration von außen		$\dot{V}_{mech,inf,e}$ m ³ /h								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
Orientierung	Bauteil	Anzahl	Breite	Länge/Höhe	Bruttofläche	Abzugsfläche	Nettofläche	grenzt an	angrenzende Temperatur	Korrekturfaktoren	U-Wert	Korrekturwert Wärmebrücke	Korrigierter U-Wert	Wärmeverlust-Koeffizient	Transmissions-Wärmeverlust			
		n	b	l/h	A_{Brutto}	A_{Abzug}	A_{Netto}	e/u	θ_u/θ_j	e/b_u	U	ΔU_{WB}	$U_{c/equiv}$	H_T	Φ_T			
		m			m ²			g/ij	°C	f_{g2}/f_{ij}	W/(m ² K)			W/K	W			
N	AW	1	1,21	2,86	3,5	0,9	2,6	e		1,00	0,34	0,05	0,39	1,00	34			
	AF	1	0,76	1,17	0,9		0,9	e		1,00	1,40	0,05	1,45	1,29	44			
O	IW	1	2,23	2,86	6,4		6,4	ij	24	-0,12	1,88		1,88	-1,41	-48			
S	IW	1	1,21	2,86	3,5		3,5	ij	15	0,15	1,88		1,88	0,96	33			
W	IW	1	2,29	2,86	6,4	1,8	6,4	ij	15	0,15	1,88		1,88	1,31	45			
	IT	1	0,90	2,01	1,8		1,8	ij	15	0,15	2,00		2,00	0,53	18			
H	FB	1	2,23	1,21	2,7		2,7	g		0,34	0,58	0,05	0,33	0,44	15			
TRANSMISSIONSWÄRMEVERLUST													H_T / Φ_T		4,12		141	
Mindest-Luftvolumenstrom							\dot{V}_{min}						m ³ /h					
aus natürlicher Infiltration							\dot{V}_{inf}				0,3		m ³ /h		3			
aus mechanischem Zuluftvolumenstrom							$\dot{V}_{su} \cdot f_{v,su}$						m ³ /h					
aus mech. infiltriertem Volumenstrom							$\dot{V}_{mech,inf,e} + \dot{V}_{mech,inf,ij} \cdot f_{v,mech,inf,ij}$				3,2		m ³ /h		37			
thermisch wirksamer Luftvolumenstrom							\dot{V}_{therm}				3,5		m ³ /h					
LÜFTUNGSWÄRMEVERLUST								H_V / Φ_V				1,18		40				
NORM-HEIZLAST								Φ_{HL}		93,9 W/m ²		36,1 W/m ³		181				
ZUSATZ-AUFHEIZLEISTUNG								Φ_{RH}		$f_{RH} =$		W/m ²						
AUSLEGUNGS-HEIZLEISTUNG								$\Phi_{HL,Auslg}$						181				

Projekt-Nr. / Bezeichnung								2-2007 / Einfamilienhaus Quintin Toggendorf											
RAUM-HEIZLAST								Datum 01.06.2007				Seite R 9							
Wohneinheit				Geschoss: EG				Raum-Nr. / -Name 9/Windfang											
Innentemperatur				θ_{nt} 15 °C				Infiltration											
Mindest-Luftwechsel				n_{min} h ⁻¹				Luftdichtheit				n_{50} 1,50 h ⁻¹							
Abmessungen								Koeffizient Abschirmklasse								e 0,02 -			
Raumbreite				b_R 3,72 m				Höhe über Erdreich				h 1,43 m							
Raumlänge				l_R 1,80 m				Höhen-Korrekturfaktor				ϵ 1,00 -							
Raumfläche				A_R 6,70 m ²				Mechanische Belüftung											
Geschosshöhe				h_G 2,86 m				Zuluft-Volumenstrom				\dot{V}_{su} m ³ /h							
Deckendicke				d 0,26 m				- Temperatur				θ_{su} °C							
Raumhöhe				h_R 2,60 m				- Korrekturfaktor				$f_{v,su}$ -							
Raumvolumen				V_R 17,41 m ³				Abluft-Volumenstrom				\dot{V}_{ex} m ³ /h							
Erdreich								Überströmung Nachbarräume				$\dot{V}_{mech,inf,ij}$ 43,6 m ³ /h							
Tiefe unter Erdreich				z 0,00 m				- Temperatur				$\theta_{mech,inf,ij}$ 20,0 °C							
Erdreich berührter Umfang				P 1,33 m				- Korrekturfaktor				$f_{v,mech,inf,ij}$ -0,172 -							
B' -Wert <input checked="" type="checkbox"/> raumweise				B' 11,89 m				mech. Infiltration von außen				$\dot{V}_{mech,inf,e}$ m ³ /h							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16				
Orientierung	Bauteil	Anzahl	Breite	Länge/Höhe	Bruttofläche	Abzugsfläche	Nettofläche	grenz an	angrenzende Temperatur	Korrektur-Faktoren	U-Wert	Korrekturwert Wärmebrücke	Korrigierter U-Wert	Wärmeverlust-Koeffizient	Transmissions-Wärmeverlust				
																n	b	l/h	A_{Brutto}
			m		m ²				°C	f_{g2}/f_{fi}	W/(m ² K)		W/K		W				
N	AW	1	1,33	2,86	3,8	2,0	1,8	e			0,34	0,05	0,39	-1,12	20				
	AT	1	1,01	2,01	2,0		2,0	e			2,09	0,05	2,14	0,69	126				
N	IW	1	1,21	2,86	3,5		3,5	ij	20	-0,17	1,88		1,88	4,34	-33				
O	IW	1	2,29	2,86	6,6	1,8	4,7	ij	20	-0,17	1,88		1,88	-1,54	-45				
	IT	1	0,90	2,01	1,8		1,8	ij	20	-0,17	2,00		2,00	-0,62	-18				
O	IW	1	1,30	2,86	3,7	1,8	1,9	ij	20	-0,17	1,88		1,88	-0,62	-18				
	IT	1	0,90	2,01	1,8		1,8	ij	20	-0,17	2,00		2,00	-0,62	-18				
O	IW	1	0,40	2,86	1,1		1,1	ij	24	-0,31	1,88		1,88	-0,67	-19				
S	IW	1	1,39	2,86	4,0	1,8	2,2	ij	20	-0,17	1,88		1,88	-0,70	-20				
	IT	1	0,90	2,01	1,8		1,8	ij	20	-0,17	2,00		2,00	-0,62	-18				
W	IW	1	2,90	2,86	8,3	1,8	6,5	u		0,20	1,88	0,05	1,93	2,50	73				
	IT	1	0,90	2,01	1,8		1,8	u		0,02	2,00	0,05	2,05	0,74	22				
H	DE	1	1,33	4,11	5,5		5,5	ij	20	-0,17	0,54		0,54	-0,51	-15				
H	FB	1			7,9		7,9	g		0,22	0,58	0,05	0,23	0,59	17				
TRANSMISSIONSWÄRMEVERLUST								H_T / Φ_T				1,84				54			
Mindest-Luftvolumenstrom								\dot{V}_{min}				m ³ /h							
aus natürlicher Infiltration								\dot{V}_{inf}				1,0 m ³ /h				10			
aus mechanischem Zuluftvolumenstrom								$\dot{V}_{su} \cdot f_{v,su}$				m ³ /h							
aus mech. infiltriertem Volumenstrom								$\dot{V}_{mech,inf,e} + \dot{V}_{mech,inf,ij} \cdot f_{v,mech,inf,ij}$				-7,5 m ³ /h				-74			
thermisch wirksamer Luftvolumenstrom								\dot{V}_{therm}				-6,5 m³/h							
LÜFTUNGSWÄRMEVERLUST								H_V / Φ_V				-2,20				-64			
NORM-HEIZLAST								Φ_{HL}				4,6 W/m ² 1,8 W/m ³				-10			
ZUSATZ-AUFHEIZLEISTUNG								Φ_{RH}				$f_{RH} =$ W/m ²							
AUSLEGUNGS-HEIZLEISTUNG								$\Phi_{HL,Auslg}$								-10			

Formblatt G2 — Zusammenfassung der berechneten Räume

Projekt-Nr. / Bezeichnung	2-2007 / Einfamilienhaus Quintin Toggendorf
---------------------------	---

RAUMLISTE	Datum 01.06.2007	Seite G 2
------------------	------------------	-----------

Sortierung nach Geschoss Wohneinheit

Raum-Nr. / -Name	$\Phi_{T,e}$	Φ_T	$\Phi_{V,min}$	$\Phi_{V,inf}$	$\Phi_{V,su}$	$\Phi_{V,m,inf}$	Φ_{HL}	Φ_{RH}	$\Phi_{HL,Ausl}$
1 / Küche 20 °C 22,7 m ² 58,9 m ³	825	951		61			1 012		1 012
2 / Essen 20 °C 13,7 m ² 35,7 m ³	617	617		0	45		663		663
3 / Wohnen 20 °C 20,0 m ² 52,0 m ³	718	718		54	92		864		864
4 / Schlafen 20 °C 17,6 m ² 45,7 m ³	601	545		48	61		654		654
5 / Bad 24 °C 5,4 m ² 14,2 m ³	196	378		11		53	442		442
6 / Flur 20 °C 3,3 m ² 8,5 m ³	17	-4		0		0	-4		-4
7 / WC 20 °C 1,9 m ² 5,0 m ³	93	140		3		37	181		181
8 / Treppenhaus 20 °C 6,5 m ² 16,8 m ³	38	38		0		0	38		38
9 / Windfang 15 °C 6,7 m ² 17,4 m ³	257	53		10		-74	-10		-10
10 / Vorräte 15 °C 5,0 m ² 12,9 m ³	215	111		8			118		118
101 / Arbeitsraum 20 °C 34,9 m ² 76,0 m ³	1 193	1 219		79	46		1 344		1 344
102 / Kind 1 20 °C 20,0 m ² 45,4 m ³	678	678		47	61		789		789
103 / Kind 2 20 °C 17,6 m ² 44,9 m ³	531	494		47	61		601		601
104 / Bad 24 °C 5,4 m ² 14,2 m ³	377	529		11		53	593		593
105 / WC 20 °C 2,4 m ² 6,1 m ³	148	92		4			96		96
106 / Galerie 20 °C 22,6 m ² 79,2 m ³	644	591		0			591		591
Summen für Gebäude 205,6 m ² 532,9 m ³	7 148			384	367	70			

Formblatt G3 — Ermittlung der Norm-Heizlast des Gebäudes

Projekt-Nr. / Bezeichnung	2-2007 / Einfamilienhaus Quintin Toggendorf		
GEBÄUDEZUSAMMENSTELLUNG	Datum	01.06.2007	Seite G 3
WÄRMEVERLUST-KOEFFIZIENTEN	W/K		
Transmissionswärmeverlust-Koeffizient	$\Sigma H_{T,e}$		<u>209</u>
Lüftungswärmeverlust-Koeffizient	ΣH_V		<u>23</u>
Gebäude-Wärmeverlust-Koeffizient	H_{Geb}		<u>232</u>
WÄRMEVERLUSTE	W		
Transmissionswärmeverluste (nach außen)	$\Phi_{T,Geb}$		<u>7 148</u>
Lüftungswärmeverluste			
Mindest-Luftvolumenstrom	$\Phi_{V,min,Geb}$	= $0,5 \cdot \Sigma \Phi_{V,min}$	= _____
aus natürlicher Infiltration	$\Phi_{V,inf,Geb}$	= $\zeta \cdot \Sigma \Phi_{V,inf}$	= $0,5 \cdot 384 =$ <u>192</u>
aus mechanischem Zuluftvolumenstrom	$\Phi_{V,su,Geb}$		<u>367</u>
aus mech. infiltriertem Volumenstrom	$\Phi_{V,mech,inf,Geb}$		<u>70</u>
Lüftungswärmeverluste	$\Phi_{V,Geb}$		<u>629</u>
NORM-GEBÄUDEHEIZLAST	$\Phi_{HL,Geb}$		7 777 W
ZUSATZ-AUFHEIZLEISTUNG	$\Phi_{RH,Geb}$		W
AUSLEGUNGS-HEIZLEISTUNG	$\Phi_{Ausleg,Geb}$		7 777 W
BEZOGENE WERTE			
Heizlast / beheizte Gebäudefläche	$A_{N,Geb}$	<u>205,6</u> m ²	$\Phi_{HL,Geb} / A_{N,Geb}$ <u>37,8</u> W/m ²
Heizlast / beheiztes Gebäudevolumen	$V_{N,Geb}$	<u>532,9</u> m ³	$\Phi_{HL,Geb} / V_{N,Geb}$ <u>14,6</u> W/m ³
wärmeübertragende Umfassungsfläche	A	<u>532,4</u> m ²	
spez. Transmissionswärmeverlust-Koeffizient	H_T'		<u>0,39</u> W/(m ² ·K)

Literaturhinweise

DIN 4701-1, *Regeln für die Berechnung des Wärmebedarfs von Gebäuden — Grundlagen der Berechnung*

DIN 4701-2, *Regeln für die Berechnung des Wärmebedarfs von Gebäuden — Tabellen, Bilder, Algorithmen*

DIN 4701-3, *Regeln für die Berechnung des Wärmebedarfs von Gebäuden — Auslegung der Raumheiz-
einrichtungen.*

DIN 4703-1, *Raumheizkörper — Teil 1: Maße von Gliedheizkörpern*

DIN 4703-3, *Raumheizkörper — Teil 3: Umrechnung der Norm-Wärmeleistung*

DIN EN 673, *Glas im Bauwesen — Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) —
Berechnungsverfahren*

DIN EN 1264-1, *Fußboden-Heizung — Systeme und Komponenten — Teil 1: Definitionen und Symbole*

DIN EN 1264-2, *Fußboden-Heizung — Systeme und Komponenten — Teil 2: Bestimmung der Wärmeleistung*

DIN EN 1264-3, *Fußboden-Heizung — Systeme und Komponenten — Teil 3: Auslegung*

DIN EN 1264-4, *Fußboden-Heizung — Systeme und Komponenten — Teil 4: Installation*

DIN V 4701-12, *Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen im Bestand — Teil 12:
Wärmeerzeuger und Trinkwassererwärmung*

VDI 2067 Blatt 10, *Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen — Energiebedarf beheizter und
klimatisierter Gebäude*

VDI 2067 Blatt 20, *Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen — Energieaufwand der Nutzenübergabe
bei Warmwasserheizungen*

VDI 3807 Blatt 1, *Energieverbrauchskennwerte für Gebäude — Grundlagen*

VDI 3807 Blatt 2, *Energieverbrauchskennwerte für Gebäude — Heizenergie- und Stromverbrauchskennwerte*

VDI 4710 Blatt 2, *Meteorologische Daten in der technischen Gebäudeausrüstung — Gradtage*

VDI 6030 Blatt 1, *Auslegung von freien Raumheizflächen — Grundlagen — Auslegung von Raumheizkörpern*

EnEV, *Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden
(Energieeinsparverordnung – EnEV)*