

Anlage A3 des Erlasses der wallonischen Regierung vom 15. Mai 2014 über die Umsetzung der Verordnung vom 28. November 2013 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden, **wie geändert von** Erlasses der wallonischen Regierung vom 14. Dezember 2017 zur Änderung des Erlasses der wallonischen Regierung vom 15. Mai 2014 über die Umsetzung der Verordnung vom 28. November 2013 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden

informelle Koordination - **markierte** Änderungen

EEN-Methode

**METHODE ZUR ERMITTLUNG DES PRIMÄRENERGIEVERBRAUCHS VON EINHEITEN,
DIE FÜR NICHTWOHNZWECKE BESTIMMT SIND**

Inhaltsverzeichnis

1	EINFÜHRUNG.....	6
2	DEFINITION VON NUTZFLÄCHE.....	7
3	SCHEMATISCHE EINTEILUNG DES GEBÄUDES.....	8
3.1	Prinzip	8
3.2	Unterteilung des Gebäudes	8
4	PRIMÄRENERGIEVERBRAUCH.....	9
5	NETTOENERGIEBEDARF FÜR HEIZUNG, KÜHLUNG, BRAUCHWARMWASSER UND LUFTBEFEUCHTUNG	10
5.1	Prinzip	10
5.2	Innentemperatur für die Berechnungen von Heizung, Kühlung und periodischem Betrieb	13
5.2.1	Prinzipien.....	13
5.2.2	Heizung.....	14
5.2.3	Kühlung.....	18
5.3	Monatlicher Nettoenergiebedarf für Heizung	23
5.4	Monatlicher Nettoenergiebedarf für Kühlung	25
5.5	Transmissionswärmedurchgangskoeffizienten pro Funktionsbereich	31
5.6	Lüftungswärmedurchgangskoeffizienten pro Funktionsbereich	31
5.6.1	Prinzip.....	31
5.6.2	Lüftungswärmedurchgangskoeffizient für die Heizungsrechnungen pro Funktionsbereich	31
5.6.3	Lüftungswärmedurchgangskoeffizienten für die Kühlungsrechnungen pro Funktionsbereich	33
5.6.4	Reduktionsfaktor in Verbindung mit Vorheizung.....	43
5.6.5	Zeitanteil, in dem die Lüftung in Betrieb ist.....	46
5.7	Interne Wärmezeugung	47
5.8	Wärmegewinne durch Sonneneinstrahlung	49
5.9	Effektive Wärmekapazität	50
5.9.1	Prinzip.....	50

5.9.2	Effektive Wärmekapazität auf der Grundlage der Fußbodenmasse.....	50
5.9.3	Effektive Wärmekapazität auf der Grundlage einer detaillierten Berechnung	51
5.10	Monatlicher Nettoenergiebedarf für Brauchwarmwasser	51
5.10.1	Jährlicher Nettoenergiebedarf für Brauchwarmwasser der Duschen und/oder Badewannen	53
5.10.2	Jährlicher Nettoenergiebedarf für Brauchwarmwasser der Küchenspülen	54
5.10.3	Jährlicher Nettoenergiebedarf für Brauchwarmwasser der anderen Warmwasserentnahmestellen (andere als Duschen und/oder Badewannen und Küchenspülen)	57
5.11	Monatlicher Nettoenergiebedarf für Luftbefeuchtung	58
6	BRUTTOENERGIEBEDARF FÜR HEIZUNG, KÜHLUNG UND BRAUCHWARMWASSER.....	60
6.1	Prinzip	60
6.2	Ermittlung des Bruttoenergiebedarfs für Heizung und Kühlung	60
6.3	Wirkungsgrade des Heiz- und Kühlsystems	61
6.4	Anteile des Nettoenergiebedarfs für Heizung und Kühlung	63
6.4.1	Anteil des Nettoenergiebedarfs für Kühlung.....	63
6.4.2	Anteil des Nettoenergiebedarfs für Heizung.....	64
6.5	Ermittlung des Bruttoenergiebedarfs für Brauchwarmwasser	64
7	ENDENERGIEVERBRAUCH FÜR HEIZUNG, KÜHLUNG, LUFTBEFEUCHTUNG UND BRAUCHWARMWASSER	66
7.1	Prinzip	66
7.2	Monatlicher Endenergieverbrauch für Heizung, Kühlung und Luftbefeuchtung	66
7.2.1	Heizung und Luftbefeuchtung.....	66
7.2.2	Kühlung.....	68
7.3	Aufteilung des Bruttoenergiebedarfs zwischen Haupt- und Nebenerzeugern	69
7.3.1	Heizung.....	69
7.3.2	Kühlung.....	75
7.4	Durchschnittlicher monatlicher Energieanteil durch Free-chilling	77
7.5	Erzeugungswirkungsgrade für Heizung und Kühlung	78
7.5.1	Erzeugungswirkungsgrad für Heizung.....	78
7.5.2	Erzeugungswirkungsgrad für Kühlung.....	79
7.6	Monatlicher Endenergieverbrauch für Brauchwarmwasser	85
8	MONATLICHER HILFSENERGIEVERBRAUCH.....	86
8.1	Stromverbrauch der Ventilatoren für Lüftung und Zirkulation	86
8.1.1	Prinzip.....	86
8.1.2	Stromverbrauch der Ventilatoren.....	86
8.1.3	Stromverbrauch für die Ventilatoren pro Funktionsbereich anhand von Standardwerten	87
8.1.4	Stromverbrauch für die Ventilatoren pro Funktionsbereich auf der Grundlage der tatsächlich installierten Leistung	87
8.1.5	Zeitanteil, in dem die Ventilatoren in Betrieb sind.....	89
8.2	Stromverbrauch der Umwälzpumpen	90
8.2.1	Prinzip.....	90
8.2.2	Rechenregel zur Ermittlung des Hilfsenergieverbrauchs für die Verteilung	90
8.2.3	Ermittlung der installierten Leistung $P_{\text{pump,dis,instal,j}}$	90

8.2.4 Ermittlung der Betriebszeit $t_{on,dis,j,m}$	92
8.3 Zusätzlicher Stromverbrauch für die Kälteerzeuger	95
8.3.1 Prinzip	95
8.3.2 Einfache Methode	95
8.3.3 Detaillierte Methode	97
8.4 Zusätzlicher Stromverbrauch für Free-chilling	101
8.5 Elektrische Hilfsenergie für die Wärmeerzeugung	103
8.5.1 Prinzip	103
8.5.2 Rechenregel für die Ermittlung der elektrischen Hilfsenergie des Wärmeerzeugungssystems	103
8.6 Energieverbrauch für die Vorkühlung der Lüftungsluft	107
8.6.1 Stromverbrauch für den Boden/Wasser-Wärmetauscher	107
8.6.2 Stromverbrauch für die Verdunstungskühlung	109
9 ENERGIEVERBRAUCH FÜR DIE BELEUCHTUNG	110
9.1 Prinzip	110
9.1.1 Dimensionslose Hilfsvariable $L_{rm\ r}$	110
9.1.2 Stromverbrauch für die Beleuchtung	111
9.2 Ermittlung der dimensionslosen Hilfsvariablen $L_{rm\ r}$ und des Stromverbrauchs für die Beleuchtung mit Standardwerten	111
9.2.1 Ermittlung der dimensionslosen Hilfsvariablen $L_{rm\ r}$	111
9.2.2 Ermittlung des Stromverbrauchs für die Beleuchtung pro Funktionsbereich	111
9.3 Ermittlung der dimensionslosen Hilfsvariablen $L_{rm\ r}$ und des Stromverbrauchs für die Beleuchtung mit Einzeldaten der Beleuchtungsanlage	112
9.3.1 Ermittlung der Hilfsvariablen $L_{rm\ r}$	112
9.3.2 Ermittlung des monatlichen Stromverbrauchs pro Funktionsbereich	115
9.3.3 Wert zur Berechnung der Leistung pro Raum	126
9.3.4 Unterschied zwischen dem sogenannten „tageslichtbeleuchteten“ Bereich und dem sogenannten „künstlich beleuchteten“ Bereich	127
10 PRIMÄRENERGIEVERBRAUCH	135
10.1 Prinzip	135
10.2 Typischer jährlicher Primärenergieverbrauch	135
10.3 Primärenergieverbrauch für Heizung und Kühlung	135
10.4 Primärenergieverbrauch für die Brauchwarmwasserbereitung	136
10.5 Primärenergieverbrauch von Hilfseinrichtungen	137
10.6 Primärenergieverbrauch für die Beleuchtung	137
10.7 Primärenergieeinsparung durch eine gebäudegebundene Anlage für Kraft- Wärme-Kopplung	138
ANNEXE A KRAFT-WÄRME-KOPPLUNG	139
A.1 Prinzip	139
A.2 Ermittlung des elektrischen und thermischen Umwandlungswirkungsgrads .	139
A.2.1 Ermittlung des elektrischen und thermischen Umwandlungswirkungsgrads eines internen Verbrennungsmotors mit Erdgas, Gas aus Biomasse, Diesel oder pflanzlichem Öl als Kraftstoff	139
A.2.2 Ermittlung des elektrischen und thermischen Umwandlungswirkungsgrads anderer Technologien als interner Verbrennungsmotoren mit Erdgas, Gas aus Biomasse, Diesel oder pflanzlichem Öl als Kraftstoff	141

A.3	Ermittlung des monatlichen Endenergieverbrauchs einer Anlage für Kraft-Wärme-Kopplung	142
A.3.1	Rechenregel	142
A.3.2	Von der Anlage für Kraft-Wärme-Kopplung gedeckter Bruttoenergiebedarf für Raumheizung	142
A.3.3	Von der Anlage für Kraft-Wärme-Kopplung gedeckter Bruttoenergiebedarf für Luftbefeuchtung	143
A.3.4	Von der Anlage für Kraft-Wärme-Kopplung gedeckter Bruttoenergiebedarf für Absorptionskühlung	143
A.3.5	Bruttoenergiebedarf für Brauchwarmwasser	144
A.4	Ermittlung der erzeugten Strommenge	144
A.5	Leeres Absatz	145
A.6	Ermittlung des Mindestwasserinhalts eines Speicherbehälters zur Speicherung der Erzeugung einer Anlage für Kraft-Wärme-Kopplung mit voller Leistung während eines Zeitraums von 30 Minuten	145
ANNEXE B	VORKÜHLUNG DER LÜFTUNGSLUFT	146
B.1	Rechenregel	146
B.2	Boden/Wasser-Wärmetauscher	146
B.2.1	Wirkungsgrad $\epsilon_{precool,m}$ des Vorkühlsystems	147
B.2.2	Bezugstemperatur für die maximale Temperaturabsenkung $\theta_{precool,ref,max,m}$	147
B.3	Verdunstungskühlung	150
B.3.1	Wirkungsgrad $\epsilon_{precool,m}$ des Vorkühlsystems	150
B.3.2	Bezugstemperatur für die maximale Temperaturabsenkung $\theta_{precool,ref,max,m}$	151
ANNEXE C	ERMITTLUNG DES BEZUGSWERTS FÜR DEN TYPISCHEN JÄHRLICHEN PRIMÄRENERGIEVERBRAUCH	152
C.1	Einführung	152
C.2	Bezugswert für den Nettoenergiebedarf für Heizung, Kühlung, Brauchwarmwasser und Luftbefeuchtung	152
C.2.1	Bezugswert für die Innentemperatur zur Berechnung von Heizung, Kühlung und periodischem Betrieb	152
C.2.2	Bezugswert für den Nettoenergiebedarf für Heizung	154
C.2.3	Bezugswert für den Nettoenergiebedarf für Kühlung	156
C.2.4	Bezugswert für den Transmissionswärmedurchgangskoeffizienten pro Funktionsbereich	160
C.2.5	Bezugswert für den Koeffizienten des Wärmedurchgangs durch Lüftung und Infiltration/Exfiltration pro Funktionsbereich	163
C.2.6	Bezugswert für die interne Wärmeerzeugung	165
C.2.7	Bezugswert für die Wärmegewinne durch Sonneneinstrahlung	166
C.2.8	Bezugswert für die effektive Wärmekapazität	168
C.2.9	Bezugswert für den monatlichen Nettoenergiebedarf für Luftbefeuchtung	168
C.2.10	Bezugswert für den Beitrag zum Wirkungsgrad des Systems der monatlichen Verluste der Zirkulationsleitung	168
C.3	Bezugswert für den Hilfsenergieverbrauch der Ventilatoren und Pumpen	170
C.3.1	Bezugswert für den Stromverbrauch der Ventilatoren für Lüftung und Zirkulation	170
C.3.2	Bezugswert für den Stromverbrauch der Verteilung	171

C.4	Bezugswert für den Energieverbrauch der Beleuchtung	172
C.5	Bezugswert für den Primärenergieverbrauch	174
C.5.1	Bezugswert für den typischen jährlichen Primärenergieverbrauch.....	174
C.5.2	Bezugswert für den Primärenergieverbrauch für Heizung, Luftbefeuchtung und Kühlung	175
C.5.3	Bezugswert für den Primärenergieverbrauch für Brauchwarmwasserbereitung	175
C.5.4	Bezugswert für den Primärenergieverbrauch der Hilfseinrichtungen...	176
C.5.5	Bezugswert für den Primärenergieverbrauch für die Beleuchtung.....	176

1 Einführung

In dieser Anlage wird die Methode zur Ermittlung des Primärenergieverbrauchs von PEN-Einheiten beschrieben.

Der allgemeine Aufbau der Methode entspricht dem für Wohneinheiten, im Weiteren „PER-Einheiten“ genannt: siehe Anlage A.1 Kapitel 4 des vorliegenden Erlasses (Methode zur Ermittlung des Primärenergieverbrauchs von Wohneinheiten).

In Anlage A.1 Kapitel 1, 2 und 3 des vorliegenden Erlasses ist eine Liste mit Normverweisen, Definitionen, Symbolen, Abkürzungen und Hinweisen enthalten.

Der Minister kann zusätzliche Spezifikationen zur Ermittlung der Auswirkungen von Lichthöfen oder hinterlüfteten Fassaden auf die Energieeffizienz einer PEN-Einheit festlegen.

2 Definition von Nutzfläche

Die Nutzfläche eines Raumes oder einer Gruppe von Räumen ist die auf Bodenhöhe gemessene Fläche, die von den senkrechten Wänden begrenzt wird, welche den Raum oder die Gruppe von Räumen umschließen. Bei Treppen und geneigten Fußböden wird die senkrechte Projektion in horizontaler Ebene berücksichtigt.

Für die Ermittlung der Nutzfläche wird Folgendes nicht berücksichtigt:

- Treppenhaus, Aufzugschacht oder Hohlraum;
- tragende Innenwand.

Aussparungen oder sekundäre Vertiefungen und sekundäre vorspringende Bauelemente, deren Bodenfläche kleiner als $0,5 \text{ m}^2$ ist, werden für die Ermittlung der Begrenzung nicht berücksichtigt.

3 Schematische Einteilung des Gebäudes

3.1 Prinzip

Die Energieeffizienz bezieht sich oft auf ein Teilvolumen eines Gebäudes, je nachdem, ob die Räume z. B. beheizt (und/oder gekühlt) sind, oder auch je nach Zweckbestimmung der verschiedenen Gebäudeteile usw. Um die Energieeffizienz zu ermitteln, unterteilt man das Gebäude deshalb üblicherweise in verschiedene Teile. Jedes Teilvolumen, das an sich der für Nichtwohngebäude geforderten Energieeffizienz entsprechen muss, wird „PEN-Einheit“ genannt. Bei Bedarf wird eine zusätzliche Unterteilung in Lüftungszonen und Energiesektoren vorgenommen, um die verschiedenen Anlagearten in den Berechnungen in angemessenem Umfang berücksichtigen zu können, sowie eine zusätzliche Unterteilung in Funktionsbereiche, um den Nutzungsbesonderheiten der verschiedenen Gebäudefunktionen Rechnung tragen zu können.

3.2 Unterteilung des Gebäudes

Der Minister legt alle Definitionen, Prinzipien und Regeln fest, die für die Unterteilung eines Gebäudes zu beachten sind.

4 Primärenergieverbrauch

Der Primärenergieverbrauch der PEN-Einheit ergibt sich aus dem Verhältnis zwischen dem typischen jährlichen Primärenergieverbrauch der PEN-Einheit und einem Bezugswert, multipliziert mit 100:

$$\text{Gl. 1} \quad E_{\text{EPNR}} = 100 \cdot \frac{E_{\text{char ann prim en cons}}}{E_{\text{char ann prim en cons, ref}}} \quad (-)$$

Dabei ist:

E_{EPNR}	der Primärenergieverbrauch der PEN-Einheit, (-);
$E_{\text{char ann prim en cons}}$	der typische jährliche Primärenergieverbrauch der PEN-Einheit in MJ, berechnet gemäß § 10.2;
$E_{\text{char ann prim en cons, ref}}$	der Bezugswert für den typischen jährlichen Primärenergieverbrauch in MJ nach Annexe C der vorliegenden Anlage.

Das Ergebnis muss auf die nächsthöhere Einheit aufgerundet werden.

5 Nettoenergiebedarf für Heizung, Kühlung, Brauchwarmwasser und Luftbefeuchtung

5.1 Prinzip

Der Nettoenergiebedarf für Heizung oder Kühlung muss pro Energiesektor für alle Monate des Jahres ermittelt werden; anschließend werden die Werte für die Berechnung des Bruttoenergiebedarfs verwendet (siehe § 6).

Da im Zusammenhang mit der Heizung für jede Funktion Innentemperaturen und zahlreiche andere Parameter definiert sind, muss zuvor der monatliche Nettoenergiebedarf pro Funktionsbereich berechnet werden, und danach müssen die Werte aller Funktionsbereiche, aus denen sich der betreffende Energiesektor zusammensetzt, addiert werden. Bei der Berechnung dieses monatlichen Nettoenergiebedarfs pro Funktionsbereich werden die Zeitheizung und das Nutzungsprofil dieses Funktionsbereichs, wie in Tabelle [2] aufgeführt, sowie die Wärmemasse des Funktionsbereichs berücksichtigt.

Da im Zusammenhang mit der Kühlung für jede Funktion zahlreiche Parameter definiert sind, muss zuvor der monatliche Nettoenergiebedarf pro Funktionsbereich berechnet werden, und danach müssen die Werte aller Funktionsbereiche, aus denen sich der betreffende Energiesektor zusammensetzt, addiert werden.

Für das Brauchwarmwasser ist der Nettoenergiebedarf pro Funktion definiert und wird pro Warmwasserentnahmestelle berechnet (siehe § 5.10). Auch eine Wärmerückgewinnung kann berücksichtigt werden. Man unterscheidet zwischen folgenden Warmwasserentnahmestellen:

- Duschen und/oder Badewannen;
- Küchenspülen;
- andere Warmwasserentnahmestellen wie Waschbecken.

Alle Warmwasserentnahmestellen der PEN-Einheit werden berücksichtigt.

Wenn zu den Gebäudeanlagen auch Einrichtungen gehören, die zur Befeuchtung von Außenluft dienen, die (einem Teil) der PEN-Einheit zugeführt wird, ermittelt man die pro Luftbefeuchter erforderliche monatliche Energiemenge für die Verdunstung, wobei eine etwaige Feuchterückgewinnung der Abluft berücksichtigt wird.

Tabelle [1]: Monatliche Werte der durchschnittlichen Außentemperatur, bezogen auf die Monatslänge (t_m), für die Heizberechnungen ($\theta_{e,heat,m}$) und für die Kühlungsrechnungen ($\theta_{e,cool,m}$)

Mois	t_m (Ms) ¹	$\theta_{e,heat,m}$ (°C)	$\theta_{e,cool,m}$ (°C)
Janvier	2,6784	3,2	3,9
Février	2,4192	3,9	4,8
Mars	2,6784	5,9	6,1
Avril	2,5920	9,2	9,8
Mai	2,6784	13,3	13,8
Juin	2,5920	16,2	17,1
Juillet	2,6784	17,6	17,8
Août	2,6784	17,6	18,1
Septembre	2,5920	15,2	16,3
Octobre	2,6784	11,2	11,9
Novembre	2,5920	6,3	6,7
Décembre	2,6784	3,5	3,5

¹ 1 Ms, 1 Megasekunde, entspricht 1 Mio Sekunden.

Tabelle [2]: Übliches Nutzungsprofil für jede Funktion

Funktionen		Beginn der Nutzungszeit	Ende der Nutzungszeit	Tage pro Woche	Wöchentlicher Nutzungsanteil $f_{\text{pres}, \text{fct } f}$
Unterkunft		0h	24h	7	1,00
Büros		8h	18h	5 (Mo → Fr)	0,30
Unterricht		8h	18h	5 (Mo → Fr)	0,30
Gesundheitswesen	Mit nächtlicher Nutzung	0h	24h	7	1,00
	Ohne nächtliche Nutzung	8h	18h	5 (Mo → Fr)	0,30
	Operationssaal	0h	24h	7	1,00
Versammlungs- bereich	Starke Nutzung	9h	24h	6 (Mo → Sa)	0,54
	Geringe Nutzung	9h	24h	6 (Mo → Sa)	0,54
	Cafeteria/Speisesaal	8h	18h	5 (Mo → Fr)	0,30
Küche		10h	20h	6 (Mo → Sa)	0,36
Handel/Dienstleistungen		8h	20h	6 (Mo → Sa)	0,43
Sportanlagen	Sporthalle/Turnhalle	8h	22h	6 (Mo → Sa)	0,50
	Fitness/Tanz	8h	22h	6 (Mo → Sa)	0,50
	Sauna/Schwimmbad	8h	22h	6 (Mo → Sa)	0,50
Technikräume		0h	24h	7	1,00
Gemeinsame Flächen		Nutzungsprofil wie nachstehend ermittelt			
Sonstige		8h	18h	5 (Mo → Fr)	0,30
Unbekannt		9h	24h	6 (Mo → Sa)	0,54

Für die Funktion „Gemeinsame Flächen“:

- Wenn ein von dieser Funktion genutzter Funktionsbereich einen oder mehrere Funktionsbereiche mit der gleichen Funktion versorgt, entspricht der Wert des wöchentlichen Nutzungsanteils des Funktionsbereichs mit der Funktion „Gemeinsame Flächen“ dem Wert der versorgten Funktionsbereiche.
- Wenn ein von dieser Funktion genutzter Funktionsbereich mehrere Funktionsbereiche mit unterschiedlichen Funktionen versorgt, wird das Nutzungsprofil wie folgt ermittelt:
 - Beginn der Nutzungszeit: Es wird der Wert des versorgten Funktionsbereichs mit der frühesten Nutzungszeit genommen;

- Ende der Nutzungszeit: Es wird der Wert des versorgten Funktionsbereichs mit der spätesten Nutzungszeit genommen;
- Besonderheit der Funktion „Technikräume“: Die Ermittlung der vorstehenden Nutzungszeiten muss immer ohne Berücksichtigung eines Funktionsbereichs mit der Funktion „Technikräume“ erfolgen.
- Der wöchentliche Nutzungsanteil wird somit wie folgt ermittelt:

$$G1.2 \quad f_{\text{pres, fct f}} = \frac{\sum_{d=1}^7 (h_{\text{occ, end, d}} - h_{\text{occ, start, d}})}{168} \quad (-)$$

Dabei ist:

$f_{\text{pres, fct f}}$	wöchentlicher Nutzungsanteil des Funktionsbereichs „Gemeinsame Flächen“, (-);
$h_{\text{occ, end, d}}$	Ende der Nutzungszeit in h des Funktionsbereichs „Gemeinsame Flächen“ am Tag d;
$h_{\text{occ, start, d}}$	Beginn der Nutzungszeit in h des Funktionsbereichs „Gemeinsame Flächen“ am Tag d.

5.2 Innentemperatur für die Berechnungen von Heizung, Kühlung und periodischem Betrieb

5.2.1 Prinzipien

Für die Ermittlung der Auslegungsinnentemperatur in Abhängigkeit von der Zeitheizung sind folgende Fälle zu beachten:

- Für Heizung:
 - Dauerheizung (siehe § 5.2.2);
 - Quasi-Dauerheizung:
 - Zeitheizung mit geringer Trägheit (siehe § 5.2.2.2),
 - Zeitheizung mit hoher Trägheit (siehe § 5.2.2.2.2),
 - Zeitheizung (siehe § 5.2.2.3);
- Für Kühlung:
 - Kontinuierlicher Kühlbetrieb (siehe § **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**)
 - Quasi kontinuierlicher Kühlbetrieb:
 - Periodischer Kühlbetrieb bei geringer Trägheit (siehe § 5.2.3.2.1)
 - Periodischer Kühlbetrieb bei hoher Trägheit (siehe § **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**)
 - Periodischer Kühlbetrieb (siehe § **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**)

Bei Funktionsbereichen, die kontinuierlich genutzt werden (7 Tage die Woche, rund um die Uhr - siehe Tabelle [2]) oder eine konstante Innenraumtemperatur aufweisen (siehe Tabelle [4] für Heizung bzw. Tabelle [44] für Kühlung) ist von kontinuierlichem Heiz-/Kühlbetrieb auszugehen.

Bei periodisch beheizten/gekühlten Funktionsbereichen ist von quasi kontinuierlichem Heiz-/Kühlbetrieb auszugehen, wenn diese:

- eine zu geringe Trägheit aufweisen. In diesem Fall wird für die Heiz-/Kühlberechnungen des Funktionsbereichs die Auslegungsinnentemperatur für die

Heiz-/Kühlberechnungen der durchschnittlichen Innentemperatur für die Heiz-/Kühlberechnungen gleichgesetzt.

- eine zu hohe Trägheit aufweisen. In diesem Fall wird für die Heiz-/Kühlberechnung des Funktionsbereichs die Auslegungsinnentemperatur der Sollinnentemperatur für die Heizung/Kühlung gleichgesetzt.

Bei periodisch beheizten/gekühlten Funktionsbereichen, die eine durchschnittliche Trägheit aufweisen, ist von periodischem Heiz-/Kühlbetrieb auszugehen.

5.2.2 Heizung

5.2.2.1 Kontinuierlicher Heizbetrieb

Die Funktionen:

- Unterkunft;
- Gesundheitswesen - Mit nächtlicher Nutzung;
- Gesundheitswesen - Operationssaal;
- Sportanlagen - Sporthalle/Turnhalle;

kennen keine Unterbrechung des Heizbetriebs (entweder 7 Tage die Woche, rund um die Uhr genutzt oder konstante Innentemperatur).

Für die Funktionsbereiche mit einer dieser Funktionen gilt demnach:

$$\text{Gl. 3} \quad \theta_{i,\text{heat},\text{fct } f} = \theta_{i,\text{heat},\text{fct } f,\text{avg}} = \theta_{i,\text{heat},\text{fct } f,\text{setpoint}} \quad (^\circ\text{C})$$

Dabei ist:

$\theta_{i,\text{heat},\text{fct } f}$	Auslegungsinnentemperatur in $^\circ\text{C}$ für die Heizungsrechnungen des Funktionsbereichs f , die in 5.3 zur Ermittlung der monatlichen Transmissions- und Lüftungswärmeverluste verwendet wird;
$\theta_{i,\text{heat},\text{fct } f,\text{avg}}$	durchschnittliche Innentemperatur in $^\circ\text{C}$ für die Heizungsrechnungen des Funktionsbereichs f , wie in Tabelle [4] aufgeführt;
$\theta_{i,\text{heat},\text{fct } f,\text{setpoint}}$	Sollinnentemperatur in $^\circ\text{C}$ für die Heizung des Funktionsbereichs f , wie in Tabelle [4] aufgeführt.

5.2.2.2 Quasi kontinuierlicher Heizbetrieb

5.2.2.2.1 Geringe Trägheit

Für Funktionsbereiche, die nicht unter § 5.2.2 fallen, gilt, dass die Zeitheizung als Dauerheizung angesehen wird, wenn die Trägheit des betreffenden Funktionsbereichs als gering betrachtet wird, das heißt, wenn:

$$\text{Gl. 5} \quad \tau_{\text{heat},\text{fct } f} < 0,2 \cdot t_{\text{unocc},\text{min},\text{fct } f} \quad (\text{h})$$

somit gilt:

$$\text{Gl. 6} \quad \theta_{i,\text{heat},\text{fct } f} = \theta_{i,\text{heat},\text{fct } f,\text{avg}} \quad (^\circ\text{C})$$

Dabei ist:

$\tau_{\text{heat}, \text{fct } f}$	Zeitkonstante in h für die Heizung des Funktionsbereichs f, ermittelt gemäß § 5.2.3;
$t_{\text{unocc}, \text{min}, \text{fct } f}$	kürzester Zeitraum in h, in dem der Funktionsbereich f nicht genutzt wird, wie in Tabelle [5] aufgeführt;
$\theta_{i, \text{heat}, \text{fct } f}$	Innentemperatur in °C für die Heizungsrechnungen des Funktionsbereichs f, die in 5.3 zur Ermittlung der monatlichen Transmissions- und Lüftungswärmeverluste verwendet wird;
$\theta_{i, \text{heat}, \text{fct } f, \text{avg}}$	durchschnittliche Innentemperatur in °C für die Heizungsrechnungen des Funktionsbereichs f, wie in Tabelle [4] aufgeführt.

5.2.2.2.2 Hohe Trägheit

Für Funktionsbereiche, die nicht unter § 5.2.2 fallen, gilt, dass die Zeitheizung als Dauerheizung angesehen wird, wenn die Trägheit des betreffenden Funktionsbereichs als hoch betrachtet wird, das heißt, wenn:

$$\text{Gl. 8} \quad \tau_{\text{heat}, \text{fct } f} > 3 \cdot t_{\text{unocc}, \text{max}, \text{fct } f} \quad (\text{h})$$

somit gilt:

$$\text{Gl. 9} \quad \theta_{i, \text{heat}, \text{fct } f} = \theta_{i, \text{heat}, \text{fct } f, \text{setpoint}} \quad (^\circ\text{C})$$

Dabei ist:

$\tau_{\text{heat}, \text{fct } f}$	Zeitkonstante in h für die Heizung des Funktionsbereichs f, ermittelt gemäß § 5.2.3;
$t_{\text{unocc}, \text{max}, \text{fct } f}$	längster Zeitraum in h, in dem der Funktionsbereich f nicht genutzt wird, wie in Tabelle [5] aufgeführt;
$\theta_{i, \text{heat}, \text{fct } f}$	Innentemperatur in °C für die Heizungsrechnungen des Funktionsbereichs f, die in 5.3 zur Ermittlung der monatlichen Transmissions- und Lüftungswärmeverluste verwendet wird;
$\theta_{i, \text{heat}, \text{fct } f, \text{setpoint}}$	Sollinnentemperatur in °C für die Heizung des Funktionsbereichs f, wie in Tabelle [4] aufgeführt.

5.2.2.3 Zeitheizung

Für Funktionsbereiche, die nicht unter § 5.2.2 fallen und eine durchschnittliche Trägheit aufweisen, d. h. bei denen keine der Bedingungen von § 5.2.2.2 (Gl. 5) oder § 5.2.2.2.2 (Gl. 8) erfüllt sind, gilt:

$$\text{Gl. 11} \quad \theta_{i, \text{heat}, \text{fct } f} = \theta_{i, \text{heat}, \text{fct } f, \text{setpoint}} \quad (^\circ\text{C})$$

und:

$$\begin{aligned} \theta_{i, \text{heat}, \text{fct } f} &= \theta_{i, \text{heat}, \text{fct } f, \text{avg}} \\ \text{Gl. 377} \quad &+ \left(\left(\theta_{i, \text{heat}, \text{fct } f, \text{setpoint}} - \theta_{i, \text{heat}, \text{fct } f, \text{avg}} \right) \cdot \right. \\ &\left. + \log_{10} \left[\frac{2 \cdot t_{\text{unocc}, \text{min}, \text{fct } f} - 3 \cdot t_{\text{unocc}, \text{max}, \text{fct } f} - 9 \cdot \tau_{\text{heat}, \text{fct } f}}{0,2 \cdot t_{\text{unocc}, \text{min}, \text{fct } f} - 3 \cdot t_{\text{unocc}, \text{max}, \text{fct } f}} \right] \right) \quad (-) \end{aligned}$$

Dabei ist:

$\theta_{i,heat,fct f}$	Innentemperatur in °C für die Heizungsrechnungen des Funktionsbereichs f, die in 5.3 zur Ermittlung der monatlichen Transmissions- und Lüftungswärmeverluste verwendet wird;
$\theta_{i,heat,fct f,avg}$	durchschnittliche Innentemperatur in °C für die Heizungsrechnungen des Funktionsbereichs f, wie in Tabelle [4] aufgeführt;
$\theta_{i,heat,fct f,setpoint}$	Sollinnentemperatur in °C für die Heizung des Funktionsbereichs f, wie in Tabelle [4] aufgeführt;
$t_{unocc,min,fct f}$	der kürzeste Zeitraum in h, während dessen der Funktionsbereich f nicht genutzt wird, wie in Tabelle [5] ausgewiesen;
$t_{unocc,max,fct f}$	längster Zeitraum in h, in dem der Funktionsbereich f nicht genutzt wird, wie in Tabelle [5] aufgeführt;
$\tau_{heat,fct f}$	Zeitkonstante in h für die Heizung des Funktionsbereichs f, ermittelt gemäß § 5.2.3.

Tabelle [3]: Numerische Parameter zur Ermittlung des Nutzungsgrads - für alle Funktionen

Heizung		Kühlung	
$a_{0,heat}$ (-)	$\tau_{0,heat}$ (h)	$b_{0,cool}$ (-)	$\tau_{0,cool}$ (h)
1	15	1	15

Tabelle [4]: Sollinnentemperatur für die Heizung und durchschnittliche Innentemperatur für die Heizungsrechnungen - pro Funktion

Funktionen		$\theta_{i,heat,fct f, setpoint}$ (°C)	$\theta_{i,heat,fct f, avg}$ (°C)
Unterkunft		19,0	
Büros		21,0	16,8
Unterricht		21,0	16,8
Gesundheitswesen	Mit nächtlicher Nutzung	23,0	
	Ohne nächtliche Nutzung	23,0	19,5
	Operationssaal	19,0	
Versammlungsbereich	Starke Nutzung	21,0	18,2
	Geringe Nutzung	21,0	18,2
	Cafeteria/Speisesaal	21,0	16,8
Küche		19,0	16,4
Handel/Dienstleistungen		21,0	17,6
Sportanlagen	Sporthalle/Turnhalle	13,0	
	Fitness/Tanz	21,0	18,0
	Sauna/Schwimmbad	27,0	22,5
Technikräume		21,0	
Gemeinsame Flächen		21,0	Wie nachstehend ermittelt
Sonstige		21,0	16,8
Unbekannt		21,0	18,2

Für die Funktion „Gemeinsame Flächen“:

Die durchschnittliche Innentemperatur für die Heizungsrechnungen eines Funktionsbereichs mit der Funktion „Gemeinsame Flächen“, $\theta_{i,heat,fct f, avg}$, hängt von den Funktionen der versorgten Funktionsbereiche ab und wird wie folgt ermittelt:

$$\text{Gl. 13} \quad \theta_{i,heat,fct f, avg} = f_{pres,fct f} \cdot 21 + (1 - f_{pres,fct f}) \cdot 15 \quad (^\circ\text{C})$$

Dabei ist:

$\theta_{i,heat,fct f, avg}$ durchschnittliche Innentemperatur in °C für die Heizungsrechnungen des Funktionsbereichs f mit der Funktion „Gemeinsame Flächen“;

$f_{pres,fct f}$ wöchentlicher Nutzungsanteil des Funktionsbereichs „Gemeinsame Flächen“, wie in 5.1 ermittelt, (-).

Tabelle [5]: Kürzester und längster Zeitraum, in dem die Funktion nicht genutzt wird - pro Funktion

Funktionen		$t_{unocc,min,fct f}$ (h)	$t_{unocc,max,fct f}$ (h)
Unterkunft		0	0
Büros		14	62
Unterricht		14	62
Gesundheitswesen	Mit nächtlicher Nutzung	0	0
	Ohne nächtliche Nutzung	14	62
	Operationssaal	0	0
Versammlungs- bereich	Starke Nutzung	9	33
	Geringe Nutzung	9	33
	Cafeteria/Speisesaal	14	62
Küche		14	38
Handel/Dienstleistungen		12	36
Sportanlagen	Sporthalle/Turnhalle	10	34
	Fitness/Tanz	10	34
	Sauna/Schwimmbad	10	34
Technikräume		0	0
Gemeinsame Flächen		Wie nachstehend ermittelt	
Sonstige		14	62
Unbekannt		9	33

Für die Funktion „Gemeinsame Flächen“:

- Das Nutzungsprofil eines Funktionsbereichs „Gemeinsame Flächen“ hängt von den Funktionen der versorgten Funktionsbereiche ab (siehe Tabelle [2]).
- Der kürzeste und längste Zeitraum, in dem der Funktionsbereich „Gemeinsame Flächen“ nicht genutzt wird, $t_{unocc,min,fct f}$ und $t_{unocc,max,fct f}$, hängen ebenfalls von den Funktionen der versorgten Funktionsbereiche ab. Zur Ermittlung dieser Parameter müssen der kürzeste und der längste Zeitraum in h berechnet werden, in denen keiner der versorgten Funktionsbereiche genutzt wird. Die Ermittlung dieser Zeiträume muss immer ohne Berücksichtigung eines Funktionsbereichs mit der Funktion „Technikräume“ erfolgen.

5.2.3 Kühlung

5.2.3.1 Kontinuierlicher Kühlbetrieb

Die Funktionen:

- Unterkunft
- Gesundheitswesen - mit nächtlicher Nutzung

- Gesundheitswesen – Operationssaal
 - Keine Unterbrechung des Kühlbetriebs (entweder 7 Tage die Woche rund um die Uhr genutzt oder konstante Innentemperatur).

Für Funktionsbereiche, die einer dieser Nutzungen zuzuordnen und mit aktiver Kühlung ausgestattet sind, gilt demnach:

$$\text{Gl. 263} \quad \theta_{i,\text{cool},\text{fct } f} = \theta_{i,\text{cool},\text{fct } f,\text{avg}} = \theta_{i,\text{cool},\text{fct } f,\text{setpoint}} \quad (^\circ\text{C})$$

$$\text{Gl. 264} \quad a_{\text{cool},\text{int},\text{fct } f,\text{m}} = 1 \quad (-)$$

Dabei ist:

$\theta_{i,\text{cool},\text{fct } f}$	die Auslegungsinntemperatur in $^\circ\text{C}$ für die Kühlungsberechnungen des Funktionsbereichs f , eingesetzt in § 5.4 zur Ermittlung der monatlichen Wärmeverluste durch Transmission und Lüftung
$\theta_{i,\text{cool},\text{fct } f,\text{avg}}$	durchschnittliche Innentemperatur in $^\circ\text{C}$ für die Kühlungsberechnungen des Funktionsbereichs f , wie in der Tabelle [44] ausgewiesen
$\theta_{i,\text{cool},\text{fct } f,\text{setpoint}}$	Sollinnentemperatur in $^\circ\text{C}$ für die Kühlung des Funktionsbereichs f , wie in der Tabelle [44] ausgewiesen
$a_{\text{cool},\text{int},\text{fct } f,\text{m}}$	der Reduktionsfaktor, der den Unterbrechungen im Kühlbetrieb des Funktionsbereichs f im Monat m Rechnung trägt (-)

5.2.3.2 Quasi kontinuierlicher Kühlbetrieb

5.2.3.2.1 Geringe Trägheit

Bei den Funktionsbereichen, die nicht unter § **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** fallen, wird der periodische Kühlbetrieb als kontinuierlicher Kühlbetrieb eingestuft, wenn diese eine eher geringe Trägheit aufweisen, d. h. wenn Folgendes erfüllt ist:

$$\text{Gl. 265} \quad \tau_{\text{cool},\text{int},\text{fct } f} < 0,2 \cdot t_{\text{unocc},\text{min},\text{fct } f} \quad (\text{h})$$

So erhält man:

$$\text{Gl. 266} \quad \theta_{i,\text{cool},\text{fct } f} = \theta_{i,\text{cool},\text{fct } f,\text{avg}} \quad (^\circ\text{C})$$

$$\text{Gl. 267} \quad a_{\text{cool},\text{int},\text{fct } f,\text{m}} = 1 \quad (-)$$

Dabei ist:

$\tau_{\text{cool},\text{int},\text{fct } f}$	die Zeitkonstante in h für die Berechnung der Frequenz der Kühlperioden für den Funktionsbereich f , wie nachstehend ausgeführt ermittelt
$t_{\text{unocc},\text{min},\text{fct } f}$	der kürzeste Zeitraum in h, während dessen der Funktionsbereich f nicht genutzt wird, wie in Tabelle [5] ausgewiesen
$\theta_{i,\text{cool},\text{fct } f}$	die Auslegungsinntemperatur in $^\circ\text{C}$ für die Kühlungsberechnungen des Funktionsbereichs f , eingesetzt in

	§ 5.4 zur Ermittlung der monatlichen Wärmeverluste durch Transmission und Lüftung
$\theta_{i,cool,fct f,avg}$	die durchschnittliche Innentemperatur in °C für die Kühlungsberechnungen des Funktionsbereichs f, wie in der Tabelle [44] ausgewiesen
$a_{cool,int,fct f,m}$	der Reduktionsfaktor, der den Unterbrechungen im Kühlbetrieb des Funktionsbereichs f im Monat m Rechnung trägt (-)

Die Zeitkonstante zur Berechnung der Frequenz der Kühlperioden für den Funktionsbereich f wird folgendermaßen berechnet:

$$T_{cool,int,fct f,m} = \frac{C_{fct f}}{3,6 \cdot \left(H_{T,cool,fct f} + \left[\begin{array}{l} H_{V,hyg,cool,fct f,m} + H_{V,in/exfiltr,cool,fct f,m} \\ + H_{V,add m,day,cool,fct f,m} + H_{V,add m,night,cool,fct f,m} \\ + H_{V,add w,day,cool,fct f,m} + H_{V,add w,night,cool,fct f,m} \end{array} \right] \right)} \quad (h)$$

Gl. 268

Dabei ist:

$C_{fct f}$	die effektive Wärmekapazität in kJ/K des Funktionsbereichs f, gemäß § 5.9 ermittelt
$C_{fct f}$	der Koeffizient für Wärmeübergänge durch Transmission für den Funktionsbereich f in W/K, gemäß § 5.5 für die Kühlungsberechnungen ermittelt
$H_{V,hyg,cool,fct f,m}$	der monatliche Koeffizient für die Wärmeübergänge durch Lüftung des Funktionsbereichs f in W/K, gemäß § 5.6.3.2 für die Kühlungsberechnungen ermittelt
$H_{V,in/exfiltr,cool,fct f,m}$	der monatliche Koeffizient für die Wärmeübergänge durch In-/Exfiltration des Funktionsbereichs f in W/K, gemäß § Erreur ! Source du renvoi introuvable. für die Kühlungsberechnungen ermittelt
$H_{V,add m,day,cool,fct f,m}$	der monatliche Koeffizient für die Wärmeübergänge durch zusätzliche mechanische Taglüftung des Funktionsbereichs f in W/K, gemäß § Erreur ! Source du renvoi introuvable. für die Kühlungsberechnungen ermittelt
$H_{V,add m,night,cool,fct f,m}$	monatlicher Koeffizient für die Wärmeübergänge durch zusätzliche mechanische Nachtlüftung des Funktionsbereichs f in W/K, gemäß § Erreur ! Source du renvoi introuvable. für die Kühlungsberechnungen ermittelt
$H_{V,add w,day,cool,fct f,m}$	der monatliche Koeffizient für die Wärmeübergänge durch zusätzliche Fensterlüftung des Funktionsbereichs f tagsüber in W/K - er wird gemäß § Erreur ! Source du renvoi introuvable. für die Kühlungsberechnungen ermittelt
$H_{V,add m,night,cool,fct f,m}$	der monatliche Koeffizient in W/K für die Wärmeübergänge durch zusätzliche nächtliche Fensterlüftung des Funktionsbereichs f, gemäß § Erreur ! Source du renvoi introuvable. für die Kühlungsberechnungen ermittelt

5.2.3.2.2 Hohe Trägheit

Bei den Funktionsbereichen, die nicht unter § **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** fallen, wird der periodische Kühlbetrieb als kontinuierlicher Kühlbetrieb eingestuft, wenn diese eine eher hohe Trägheit aufweisen, d. h. wenn Folgendes erfüllt ist:

G1. 269 $\tau_{\text{cool, int, fct f}} > 3 \cdot t_{\text{unocc, max, fct f}}$ (h)

So erhält man:

$$\text{Gl. 270} \quad \theta_{i,\text{cool},\text{fct } f} = \theta_{i,\text{cool},\text{fct } f,\text{setpoint}} \quad (^\circ\text{C})$$

$$\text{Gl. 271} \quad a_{\text{cool},\text{int},\text{fct } f,\text{m}} = 1$$

Dabei ist:

$\tau_{\text{cool},\text{int},\text{fct } f}$	die Zeitkonstante in h für die Berechnung der Frequenz der Kühlperioden für den Funktionsbereich f, gemäß § 5.2.3.2.1 ermittelt
$t_{\text{unocc},\text{max},\text{fct } f}$	der längste Zeitraum in h, während dessen der Funktionsbereich f nicht genutzt wird, wie in Tabelle [5] ausgewiesen
$\theta_{i,\text{cool},\text{fct } f}$	die Auslegungsinnentemperatur in $^\circ\text{C}$ für die Kühlungsrechnungen des Funktionsbereichs f, eingesetzt in § 5.4 zur Ermittlung der monatlichen Wärmeverluste durch Transmission und Lüftung
$\theta_{i,\text{cool},\text{fct } f,\text{setpoint}}$	die Sollinnentemperatur in $^\circ\text{C}$ für die Kühlung des Funktionsbereichs f, wie in der Tabelle [44] ausgewiesen
$a_{\text{cool},\text{int},\text{fct } f,\text{m}}$	der Reduktionsfaktor, der den Unterbrechungen im Kühlbetrieb des Funktionsbereichs f im Monat m Rechnung trägt (-).

5.2.3.3 Periodischer Kühlbetrieb

Für die Funktionsbereiche, die nicht unter § **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** fallen und eine durchschnittliche Trägheit aufweisen, d. h. bei denen keine der Bedingungen von § 5.2.3.2.1 (Gl. 265) oder § **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** (Gl. 269) vorliegen, gilt:

$$\text{Gl. 272} \quad \theta_{i,\text{cool},\text{fct } f} = \theta_{i,\text{cool},\text{fct } f,\text{setpoint}} \quad (^\circ\text{C})$$

und:

$$\text{Gl. 273} \quad a_{\text{cool},\text{int},\text{fct } f,\text{m}} = \max \left[f_{\text{cool},\text{fct } f} ; 1 - 3 \cdot \left(\frac{\tau_{0,\text{cool}}}{\tau_{\text{cool},\text{fct } f}} \right) \cdot \lambda_{\text{cool},\text{fct } f,\text{m}} \cdot (1 - f_{\text{cool},\text{fct } f}) \right] \quad (-)$$

Dabei ist:

$\theta_{i,\text{cool},\text{fct } f}$	die Auslegungsinnentemperatur in $^\circ\text{C}$ für die Kühlungsrechnungen des Funktionsbereichs f, eingesetzt in § 5.4 zur Ermittlung der monatlichen Wärmeverluste durch Transmission und Lüftung
$\theta_{i,\text{cool},\text{fct } f,\text{setpoint}}$	die Sollinnentemperatur in $^\circ\text{C}$ für die Kühlung des Funktionsbereichs f, wie in der Tabelle [44] ausgewiesen
$a_{\text{cool},\text{int},\text{fct } f,\text{m}}$	der Reduktionsfaktor, der den Unterbrechungen im Kühlbetrieb des Funktionsbereichs f im Monat m Rechnung trägt (-)
$f_{\text{cool},\text{fct } f}$	der Anteil der Nutzungstage pro Woche, an denen der Funktionsbereich f auf Solltemperatur gekühlt wird (ohne Abminderung). Dieser Anteil ist je nach Verwendung, wie in Tabelle [2] angeführt, gleich der Anzahl der Nutzungstage pro Woche geteilt durch 7 (-)
$\tau_{0,\text{cool}}$	die Konstante in h, wie in Tabelle [3] ausgewiesen

$\tau_{cool, fct f}$	die Zeitkonstante in h für die Kühlung des Funktionsbereichs f, gemäß § 5.4 ermittelt
$\lambda_{cool, fct f, m}$	das monatliche Gewinn-Verlust-Verhältnis der Heizung des Funktionsbereichs f, entsprechend § 5.4 ermittelt (-).

Tabelle [44]: Sollinnentemperatur für Räume mit aktiver Kühlung und durchschnittlicher Innentemperatur für die Kühlungsrechnungen von Räumen mit aktiver Kühlung in Abhängigkeit der Funktion

Funktionen:		$\theta_{i, cool, fct f, setpoint}$ (°C)	$\theta_{i, cool, fct f, avg}$ (°C)
Unterkunft		25,0	
Büros		25,0	27,1
Unterricht		25,0	27,1
Gesundheitswesen	mit nächtlicher Nutzung	23,0	
	ohne nächtliche Nutzung	23,0	25,1
	Operationssaal	23,0	
Versammlungsbereich	Starke Nutzung	25,0	26,4
	Geringe Nutzung	25,0	26,4
	Cafeteria/Speisesaal	25,0	27,1
Küche		25,0	26,9
Handel/Dienstleistungen		24,0	25,7
Sportanlagen	Sporthalle/Turnhalle	25,0	26,5
	Fitness/Tanz	25,0	26,5
	Sauna/Schwimmbad	keine Kühlungsrechnung	
Technikräume		keine Kühlungsrechnung	
Gemeinsame Flächen		25,0	wie folgt ermittelt
Sonstige		25,0	27,1
Unbekannt		25,0	26,4

Für die Funktion „Gemeinsame Flächen“

- Die durchschnittliche Innentemperatur für die Kühlungsrechnungen eines Funktionsbereichs mit der Funktion „Gemeinsame Flächen“, $\theta_{i, cool, fct f, avg}$, hängt von der Funktion der versorgten Funktionsbereiche ab und wird folgendermaßen ermittelt:

$$\text{Gl. 274} \quad \theta_{i, cool, fct f, avg} = f_{pres, fct f} \cdot 25 + (1 - f_{pres, fct f}) \cdot 28 \quad (^\circ\text{C})$$

Dabei ist:

$\theta_{i,cool,fct f,avg}$	die durchschnittliche Innentemperatur in °C für die Kühlungsrechnungen für den Funktionsbereich mit der Funktion „Gemeinsame Flächen“
$f_{pres,fct f}$	der wöchentliche Nutzungsanteil des Funktionsbereichs „Gemeinsame Flächen“, wie in § Erreur ! Source du renvoi introuvable. definiert (-)

- Das Nutzungsprofil eines Funktionsbereichs „Gemeinsame Flächen“ hängt von der Funktion der versorgten Funktionsbereiche ab (siehe Tabelle [2]).
- Der kürzeste und der längste Zeitraum, während dessen der Funktionsbereich „Gemeinsame Flächen“ nicht genutzt wird, $t_{unocc,min,fct f}$ und $t_{unocc,max,fct f}$, hängen ebenfalls von den Funktionen der versorgten Funktionsbereiche ab. Um diese Parameter zu ermitteln, muss man den kürzesten und den längsten Zeitraum in h berechnen, während dessen keiner der versorgten Funktionsbereiche benutzt wird. Bei der Ermittlung dieser Zeiträume sind Funktionsbereiche des Typs „Technikräume“ grundsätzlich nicht zu berücksichtigen.

5.3 Monatlicher Nettoenergiebedarf für Heizung

Der monatliche Nettoenergiebedarf für Heizung wird pro Energiesektor wie folgt ermittelt:

$$\text{Gl. 378 } Q_{heat,net,sec i,m} = \sum_f Q_{heat,net,fct f,m} \quad (\text{MJ})$$

Dabei ist:

$Q_{heat,net,sec i,m}$	Nettoenergiebedarf in MJ für Heizung unter Berücksichtigung der Zeitheizung des Energiesektors i für den Monat m;
$Q_{heat,net,fct f,m}$	Nettoenergiebedarf in MJ für Heizung ohne Berücksichtigung der Zeitheizung des Funktionsbereichs f für den Monat m, ermittelt wie nachstehend angegeben.

Die Werte aller Funktionsbereiche f des Energiesektors i sind zu addieren.

Besonderheit der Funktion „Technikräume“: Der Nettoenergiebedarf für Heizung unter Berücksichtigung der Zeitheizung der Funktionsbereiche mit dieser Funktion, $Q_{heat,net,int,fct f,m}$, wird für das ganze Jahr auf null veranschlagt.

Besonderheit der Funktion „Unterricht“: Der Nettoenergiebedarf für Heizung unter Berücksichtigung der Zeitheizung der Funktionsbereiche mit dieser Funktion, $Q_{heat,net,int,fct f,m}$, wird für die Monate Juli und August auf null veranschlagt.

Zur Berechnung des monatlichen Nettoenergiebedarfs für Heizung ermittelt man jeweils pro Funktionsbereich die monatlichen Gesamtwärmeverluste durch Transmission und Lüftung bei einer Auslegungstemperatur von $\theta_{i,heat,fct f}$ (in § 5.2 definiert), sowie die monatlichen Wärmegegewinne durch Sonneneinstrahlung und interne Wärmezeugung.

Der monatliche Nettoenergiebedarf für Heizung ohne Berücksichtigung der Zeitheizung wird pro Funktionsbereich wie folgt ermittelt:

Gl. 16 Wenn $\gamma_{heat,fct f,m}$ größer oder gleich 2,5 oder kleiner als 0 ist, gilt:

$$Q_{heat,net,fct f,m} = 0 \quad (\text{MJ})$$

Wenn $\gamma_{\text{heat,fct f,m}}$ kleiner als 2,5 und größer oder gleich 0 ist, gilt:

$$Q_{\text{heat,net,fct f,m}} = Q_{\text{L,heat,fct f,m}} - \eta_{\text{util,heat,fct f,m}} \cdot Q_{\text{g,heat,fct f,m}} \quad (\text{MJ})$$

Dabei ist:

$$\text{G1. 17} \quad Q_{\text{L,heat,fct f,m}} = Q_{\text{T,heat,fct f,m}} + Q_{\text{V,heat,fct f,m}} \quad (\text{MJ})$$

$$\text{G1. 18} \quad Q_{\text{g,heat,fct f,m}} = Q_{\text{i,heat,fct f,m}} + Q_{\text{s,heat,fct f,m}} \quad (\text{MJ})$$

Dabei ist:

$\gamma_{\text{heat,fct f,m}}$	das monatliche Gewinn-Verlust-Verhältnis des Funktionsbereichs f, wie nachstehend ermittelt, (-);
$Q_{\text{heat,net,fct f,m}}$	der Nettoenergiebedarf in MJ für Heizung des Funktionsbereichs f ohne Berücksichtigung der Zeitheizung für den Monat m;
$Q_{\text{L,heat,fct f,m}}$	der monatliche Transmissions- und Lüftungswärmeverlust in MJ des Funktionsbereichs f für die Heizungsberechnung;
$\eta_{\text{util,heat,fct f,m}}$	der monatliche Nutzungsgrad der Wärmegewinne des Funktionsbereichs f für die Heizungsberechnungen, wie nachstehend ermittelt, (-);
$Q_{\text{g,heat,fct f,m}}$	die monatlichen Wärmegewinne durch Sonneneinstrahlung und interne Wärmezeugung in MJ des Funktionsbereichs f für die Heizungsberechnungen;
$Q_{\text{T,heat,fct f,m}}$	der monatliche Transmissionswärmeverlust in MJ des Funktionsbereichs f für die Heizungsberechnungen, wie nachstehend ermittelt;
$Q_{\text{V,heat,fct f,m}}$	der monatliche Lüftungswärmeverlust in MJ des Funktionsbereichs f für die Heizungsberechnungen, wie nachstehend ermittelt;
$Q_{\text{i,heat,fct f,m}}$	die monatliche interne Wärmezeugung in MJ des Funktionsbereichs f für die Heizungsberechnungen, ermittelt gemäß § 5.7;
$Q_{\text{s,heat,fct f,m}}$	der monatliche Wärmegewinn durch Sonneneinstrahlung in MJ des Funktionsbereichs f für die Heizungsberechnungen, ermittelt gemäß § 5.8.

und:

$$\text{G1. 19} \quad Q_{\text{T,heat,fct f,m}} = H_{\text{T,heat,fct f}} \cdot (\theta_{\text{i,heat,fct f}} - \theta_{\text{e,m}}) \cdot t_{\text{m}} \quad (\text{MJ})$$

$$\text{G1. 20} \quad Q_{\text{V,heat,fct f,m}} = H_{\text{V,heat,fct f}} \cdot (\theta_{\text{i,heat,fct f}} - \theta_{\text{e,m}}) \cdot t_{\text{m}} \quad (\text{MJ})$$

Dabei ist:

$H_{\text{T,heat,fct f}}$	der Transmissionswärmedurchgangskoeffizient in W/K des Funktionsbereichs f für die Heizungsberechnungen, ermittelt gemäß § 5.5;
$H_{\text{V,heat,fct f}}$	der Lüftungswärmedurchgangskoeffizient in W/K des Funktionsbereichs f für die Heizungsberechnungen, ermittelt gemäß § 5.6.2;
$\theta_{\text{i,heat,fct f}}$	die Auslegungsinnentemperatur in °C des Funktionsbereichs f zur Ermittlung des Energiebedarfs für Heizung, ermittelt in 5.2;

$\theta_{e,m}$	die monatliche durchschnittliche Außentemperatur in °C, aufgeführt in Tabelle [1];
t_m	die Dauer des Monats in Ms, aufgeführt in Tabelle [1].

Der Nutzungsgrad für die Wärmegewinne wird auf der Grundlage der wirksamen Wärmespeicherkapazität und des Verhältnisses zwischen Wärmegewinn und Wärmeverlust pro Monat und pro Funktionsbereich ermittelt. Der Nutzungsgrad für die Heizung pro Funktionsbereich und pro Monat, $\eta_{\text{util,heat,fct f,m}}$, wird wie folgt ermittelt:

$$\text{Gl. 21} \quad \text{wenn } Y_{\text{heat,fct f,m}} \neq 1: \eta_{\text{util,heat,fct f,m}} = \frac{1 - (Y_{\text{heat,fct f,m}})^a}{1 - (Y_{\text{heat,fct f,m}})^{a+1}} \quad (-)$$

$$\text{wenn } Y_{\text{heat,fct f,m}} = 1: \eta_{\text{util,heat,fct f,m}} = \frac{a}{a+1} \quad (-)$$

wobei das monatliche Gewinn-Verlust-Verhältnis pro Funktionsbereich und pro Monat, $Y_{\text{heat,fct f,m}}$, wie folgt definiert wird:

$$\text{Gl. 22} \quad Y_{\text{heat,fct f,m}} = \frac{Q_{g,\text{heat,fct f,m}}}{Q_{L,\text{heat,fct f,m}}} \quad (-)$$

wobei gilt: Wenn $Q_{L,\text{heat,fct f,m}}$ null ist, wird $Y_{\text{heat,fct f,m}}$ nicht berechnet und der Wert von $Q_{\text{heat,net,fct f,m}}$ beträgt 0.

und wobei sich der numerische Parameter a in Bezug auf den Funktionsbereich f wie folgt ergibt:

$$\text{Gl. 23} \quad a = a_{0,\text{heat}} + \frac{\tau_{\text{heat,fct f}}}{\tau_{0,\text{heat}}} \quad (-)$$

mit der Zeitkonstante in h für die Heizung des Funktionsbereichs f , $\tau_{\text{heat,fct f}}$:

$$\text{Gl. 24} \quad \tau_{\text{heat,fct f}} = \frac{C_{\text{fct f}}}{3,6 \cdot (H_{T,\text{heat,fct f}} + H_{V,\text{heat,fct f}})} \quad (h)$$

Dabei ist:

$a_{0,\text{heat}}$	eine Konstante, aufgeführt in Tabelle [3], (-);
$\tau_{0,\text{heat}}$	eine Konstante in h, aufgeführt in Tabelle [3];
$C_{\text{fct f}}$	die effektive Wärmekapazität in kJ/K des Funktionsbereichs f , ermittelt gemäß § 5.9;
$H_{T,\text{heat,fct f}}$	der Transmissionswärmedurchgangskoeffizient in kJ/K des Funktionsbereichs f für die Heizungsrechnungen, ermittelt gemäß § 5.5;
$H_{V,\text{heat,fct f}}$	der Lüftungswärmedurchgangskoeffizient in kJ/K des Funktionsbereichs f für die Heizungsrechnungen, ermittelt gemäß § 5.6.2.

5.4 Monatlicher Nettoenergiebedarf für Kühlung

Der monatliche Nettoenergiebedarf für Kühlung muss ebenfalls pro Funktionsbereich ermittelt werden. Anschließend werden die Werte aller Funktionsbereiche, aus denen sich der betreffende Energiesektor i zusammensetzt, addiert. Dieser monatliche Nettoenergiebedarf wird immer berechnet, auch wenn keine aktive Kühlung installiert wird.

Der monatliche Nettoenergiebedarf für Kühlung wird pro Energiesektor wie folgt ermittelt:

$$\text{Gl. 25} \quad Q_{\text{cool,net,sec } i,m} = \sum_f Q_{\text{cool,net,fct } f,m} \quad (\text{MJ})$$

Dabei ist:

$Q_{\text{cool,net,sec } i,m}$ Nettoenergiebedarf in MJ für Kühlung des Energiesektors i für den Monat m ;

$Q_{\text{cool,net,fct } f,m}$ Nettoenergiebedarf in MJ für Kühlung des Funktionsbereichs f für den Monat m , wie nachstehend ermittelt.

Die Werte aller Funktionsbereiche f des Energiesektors i sind zu addieren.

Besonderheit der Funktion „Sauna/Schwimmbad“ und „Technikräume“: Der monatliche Nettoenergiebedarf für Kühlung der Funktionsbereiche mit einer dieser Funktionen, $Q_{\text{cool,net,fct } f,m}$, wird für das ganze Jahr auf null veranschlagt.

Besonderheit der Funktion „Unterricht“: Der monatliche Nettoenergiebedarf für Kühlung der Funktionsbereiche mit dieser Funktion, $Q_{\text{cool,net,fct } f,m}$, wird für die Monate Juli und August auf null veranschlagt.

Der monatliche Nettoenergiebedarf für Kühlung wird pro Funktionsbereich wie folgt ermittelt:

Gl. 275 Wenn $\lambda_{\text{cool,fct } f,m}$ größer oder gleich 2,5 ist, gilt:

$$Q_{\text{cool,net,fct } f,m} = 0 \quad (\text{MJ})$$

Wenn $\lambda_{\text{cool,fct } f,m}$ kleiner als 2,5 ist, gilt:

$$Q_{\text{cool,net,fct } f,m} = a_{\text{cool,int,fct } f,m} \cdot (Q_{g,\text{cool,fct } f,m} - \eta_{\text{util,cool,fct } f,m} \cdot Q_{L,\text{cool,fct } f,m}) \quad (\text{MJ})$$

Dabei ist:

$$\text{Gl. 27} \quad Q_{g,\text{cool,fct } f,m} = Q_{i,\text{cool,fct } f,m} + Q_{s,\text{cool,fct } f,m} \quad (\text{MJ})$$

$$\text{Gl. 28} \quad Q_{L,\text{cool,fct } f,m} = Q_{T,\text{cool,fct } f,m} + Q_{V,\text{cool,fct } f,m} \quad (\text{MJ})$$

Dabei ist:

$\lambda_{\text{cool,fct } f,m}$ das monatliche Gewinn-Verlust-Verhältnis des Funktionsbereichs f , wie nachstehend ermittelt, (-);

$Q_{\text{cool,net,fct } f,m}$ der monatliche Nettoenergiebedarf in MJ für Kühlung des Funktionsbereichs f ;

$a_{cool,int,fct f,m}$	der Reduktionsfaktor, der den Unterbrechungen im Kühlbetrieb des Funktionsbereichs f im Monat m, gemäß § 5.2 ermittelt, Rechnung trägt (-).
$Q_{g,cool,fct f,m}$	die monatlichen Wärmegewinne in MJ durch Sonneneinstrahlung und interne Wärmezeugung des Funktionsbereichs f für die Kühlungsrechnungen;
$\eta_{util,cool,fct f,m}$	der monatliche Nutzungsgrad für die Wärmeverluste des Funktionsbereichs f für die Kühlungsrechnungen, wie nachstehend ermittelt, (-);
$Q_{L,cool,fct f,m}$	der monatliche Transmissions- und Lüftungswärmeverlust in MJ des Funktionsbereichs f für die Kühlungsrechnungen;
$Q_{T,cool,fct f,m}$	der monatliche Transmissionswärmeverlust in MJ des Funktionsbereichs f für die Kühlungsrechnungen, wie nachstehend ermittelt;
$Q_{V,cool,fct f,m}$	der monatliche Lüftungswärmeverlust in MJ des Funktionsbereichs f für die Kühlungsrechnungen, wie nachstehend ermittelt;
$Q_{i,cool,fct f,m}$	die monatliche interne Wärmezeugung in MJ des Funktionsbereichs f für die Kühlungsrechnungen, ermittelt gemäß § 5.7;
$Q_{s,cool,fct f,m}$	der monatliche Wärmegewinn durch Sonneneinstrahlung in MJ des Funktionsbereichs f für die Kühlungsrechnungen, ermittelt gemäß § 5.8.

und:

$$\text{Gl. 276} \quad Q_{T,cool,fct f,m} = H_{T,cool,fct f} \cdot (\theta_{i,cool,fct f,m} - \theta_{e,cool,m}) \cdot t_m \quad (\text{MJ})$$

$$\begin{aligned} Q_{V,cool,fct f,m} &= Q_{V,hyg,cool,fct f,m} + Q_{V,in/exfiltr,cool,fct f,m} \\ &+ Q_{V,add m,day,cool,fct f,m} + Q_{V,add m,night,cool,fct f,m} \\ &+ Q_{V,add w,day,cool,fct f,m} + Q_{V,add w,night,cool,fct f,m} \end{aligned} \quad \text{Gl. 277} \quad (\text{MJ})$$

$$\text{Gl. 278} \quad Q_{V,hyg,cool,fct f,m} = \left[H_{V,hyg,cool,fct f,m} \cdot (\theta_{i,cool,fct f,m} - \theta_{e,V,cool,hyg,m}) \right] \cdot t_m \quad (\text{MJ})$$

$$\text{Gl. 279} \quad Q_{V,in/exfiltr,cool,fct f,m} = \left[H_{V,in/exfiltr,cool,fct f,m} \cdot (\theta_{i,cool,fct f,m} - \theta_{e,cool,m}) \right] \cdot t_m \quad (\text{MJ})$$

$$\text{Gl. 280} \quad Q_{V,add m,day,cool,fct f,m} = \left[H_{V,add m,day,cool,fct f,m} \cdot (\theta_{i,cool,fct f,m} - \theta_{e,add,cool,day,m}) \right] \cdot t_m \quad (\text{MJ})$$

$$\text{Gl. 281} \quad Q_{V,add m,night,cool,fct f,m} = \left[H_{V,add m,night,cool,fct f,m} \cdot (\theta_{i,cool,fct f,m} - \theta_{e,add,cool,night,m}) \right] \cdot t_m \quad (\text{MJ})$$

Gl. 282

$$Q_{V,add\ w,day,cool,fct\ f,m} = \left[H_{V,add\ w,day,cool,fct\ f,m} \cdot \left(\theta_{i,cool,fct\ f,m} - \theta_{e,add,cool,day,m} \right) \right] \cdot t_m \quad (MJ)$$

Gl. 283

$$Q_{V,add\ w,night,cool,fct\ f,m} = \left[H_{V,add\ w,night,cool,fct\ f,m} \cdot \left(\theta_{i,cool,fct\ f,m} - \theta_{e,add,cool,night,m} \right) \right] \cdot t_m \quad (MJ)$$

Dabei ist:

$H_{T,cool,fct\ f}$	der Transmissionswärmedurchgangskoeffizient in W/K des Funktionsbereichs f für die Kühlungsrechnungen, ermittelt gemäß § 5.5;
$H_{V,hyg,cool,fct\ f,m}$	der monatliche Koeffizient des Wärmedurchgangs durch Hygienelüftung in W/K des Funktionsbereichs f für die Kühlungsrechnungen, ermittelt gemäß § 5.6.3.2;
$\theta_{i,cool,fct\ f,m}$	die monatliche Auslegungssinnentemperatur des Funktionsbereichs f zur Berechnung des Kühlenergiebedarfs, wie im Folgenden ausgeführt (-)
$\theta_{e,cool,m}$	die durchschnittliche, monatliche Außentemperatur in °C für die Kühlungsrechnung, wie in der Erreur ! Source du renvoi introuvable. ausgewiesen
$\theta_{e,V,cool,hyg,m}$	der übliche Rechenwert für die Temperatur der Zuluft der Hygienelüftung bei der Kühlungsrechnung. Er ist je nachdem, ob der Funktionsbereich f durchgehend, tagsüber oder nachts genutzt wird, entsprechend $\theta_{e,V,cool,m}$, $\theta_{e,V,cool,day,m}$ oder $\theta_{e,V,cool,night,m}$ (siehe Tabelle [2]). Diese Werte sind in Erreur ! Source du renvoi introuvable. in Abhängigkeit des Belüftungssystems ausgewiesen
$H_{V,in/exfiltr,cool,fct\ f,m}$	monatlicher Koeffizient für die Wärmeübergänge durch In-/Exfiltration des Funktionsbereichs f, gemäß § Erreur ! Source du renvoi introuvable. für die Kühlungsrechnungen ermittelt
$H_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m}$	der monatliche Koeffizient für die Wärmeübergänge durch zusätzliche mechanische Taglüftung des Funktionsbereichs f in W/K - er wird gemäß § Erreur ! Source du renvoi introuvable. für die Kühlungsrechnungen ermittelt
$\theta_{e,add,cool,day,m}$	der übliche Rechenwert in °C für die Zulufttemperatur der zusätzlichen (mechanischen) Taglüftung bei der Kühlungsrechnung, wie in in Erreur ! Source du renvoi introuvable. ausgewiesen
$H_{V,add\ m,night,cool,fct\ f,m}$	der monatliche Koeffizient für die Wärmeübergänge durch zusätzliche mechanische Nachtlüftung des Funktionsbereichs f in W/K - er wird gemäß § Erreur ! Source du renvoi introuvable. für die Kühlungsrechnungen ermittelt
$\theta_{e,add,cool,day,m}$	der übliche Rechenwert in °C für die Zulufttemperatur der zusätzlichen (mechanischen) Nachtlüftung bei der Kühlungsrechnung, ausgewiesen in Erreur ! Source du renvoi introuvable.
$H_{V,add\ w,day,cool,fct\ f,m}$	der monatliche Koeffizient für die Wärmeübergänge durch zusätzliche Fensterlüftung tagsüber des Funktionsbereichs f in W/K - er wird gemäß § Erreur ! Source du renvoi introuvable. für die Kühlungsrechnungen ermittelt

$\theta_{e,add,cool,day,m}$	der übliche Rechenwert in °C für die Zulufttemperatur der zusätzlichen Fensterlüftung tagsüber bei der Kühlungsberechnung, aufgeführt in Erreur ! Source du renvoi introuvable. (Spalte (3))
$H_{V,add w,night,cool, fct f,m}$	der monatliche Koeffizient für die Wärmeübergänge durch zusätzliche nächtliche Fensterlüftung des Funktionsbereichs f in W/K, gemäß § Erreur ! Source du renvoi introuvable. für die Kühlungsberechnungen ermittelt
$\theta_{e,add,cool,night,m}$	der übliche Rechenwert in °C für die Temperatur der Zuluft der zusätzlichen, nächtlichen Fensterlüftung bei der Kühlungsberechnung, aufgeführt in Erreur ! Source du renvoi introuvable. (Spalte (5))
t_m	die Dauer des Monats in Ms, aufgeführt in Tabelle [1].

Tabelle [45]: Rechenwerte für Zuluft der Hygienelüftung und zusätzliche Lüftung für die Kühlungsberechnungen

Monat	$\theta_{e,V,cool,m}$ (°C)		$\theta_{e,V,cool,day,m}$ $\theta_{e,add,cool,day,m}$ (°C)		$\theta_{e,V,cool,night,m}$ $\theta_{e,add,cool,night,m}$ (°C)	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Januar	3,9	16,0	4,2	16,0	3,4	16,0
Februar	4,8	16,0	5,3	16,0	4,0	16,0
März	6,1	16,0	7,0	16,0	4,7	16,0
April	9,8	16,0	11,2	16,0	7,8	16,0
Mai	13,8	16,0	15,4	16,0	11,2	16,0
Juni	17,1	17,1	18,8	18,8	14,4	16,0
Juli	17,8	17,8	19,3	19,3	15,4	16,0
August	18,1	18,1	19,7	19,7	15,6	16,0
September	16,3	16,3	17,5	17,4	14,6	16,0
Oktober	11,9	16,0	12,8	16,0	10,6	16,0
November	6,7	16,0	7,2	16,0	6,0	16,0
Dezember	3,5	16,0	3,8	16,0	3,1	16,0
- Die Spalten (1), (3) und (5) finden bei natürlichen Lüftungssystemen oder mechanischen Abluftanlagen Anwendung. - Die Spalten (2), (4) und (6) finden bei mechanischen Zuluftanlagen oder mechanischen Zu- und Abluftanlagen Anwendung. - Die Spalten (3) und (5) finden bei zusätzlicher Fensterlüftung Anwendung.						

Die monatliche Auslegungsinnentemperatur für die Berechnung des Kühlenergiebedarfs von Unterkünften, Büros und Unterrichten, die nicht mit aktiver Kühlung ausgestattet sind, ist in Tabelle [46] ausgewiesen. In den anderen Fällen wird sie wie folgt ermittelt:

$$\text{Gl. 284} \quad \theta_{i,cool, fct f,m} = \theta_{i,cool, fct f} \quad (^\circ\text{C})$$

Dabei ist:

$\theta_{i,cool, fct f}$ die Auslegungsinnentemperatur des Funktionsbereichs f in °C für die Ermittlung des Energiebedarfs für aktive Kühlung, gemäß § 5.2, ermittelt.

Tabelle [46]: Rechenwerte der monatlichen Auslegungsinnentemperatur bei der Ermittlung des Energiebedarfs für Unterkünfte, Büros und Unterrichte, die nicht mit aktiver Kühlung ausgestattet sind

	Jan.	Feb.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
$\theta_{i,cool,fct f,m}$ (°C)	25,0	25,0	25,0	25,0	25,2	26,1	26,6	26,6	25,8	25,0	25,0	25,0

Der Nutzungsgrad für die Wärmeverluste wird auf der Grundlage der wirksamen Wärmespeicherkapazität und des Verhältnisses zwischen Wärmegewinn und Wärmeverlust pro Monat und pro Funktionsbereich ermittelt.

Der Nutzungsgrad für Kühlung pro Funktionsbereich und pro Monat, $\eta_{util,cool,fct f,m}$, wird wie folgt ermittelt:

Gl. 285 wenn $\lambda_{cool,fct f,m} \geq 0$ und $\lambda_{cool,fct f,m} \neq 1$:

$$\eta_{util,cool,fct f,m} = \frac{1 - (\lambda_{cool,fct f,m})^{b_m}}{1 - (\lambda_{cool,fct f,m})^{b_m+1}} \quad (-)$$

$$\text{Wenn } \lambda_{cool,fct f,m} = 1 : \eta_{util,cool,fct f,m} = \frac{b_m}{b_m + 1} \quad (-)$$

$$\text{Wenn } \lambda_{cool,fct f,m} < 0 : \eta_{util,cool,fct f,m} = 1 \quad (-)$$

wobei das monatliche Gewinn-Verlust-Verhältnis pro Funktionsbereich, $\lambda_{cool,fct f,m}$, wie folgt definiert wird:

$$\text{Gl. 32} \quad \lambda_{cool,fct f,m} = \frac{Q_{L,cool,fct f,m}}{Q_{g,cool,fct f,m}} \quad (-)$$

und wobei sich der numerische Parameter b_m in Bezug auf den Funktionsbereich f wie folgt ergibt:

$$\text{Gl. 33} \quad b_m = b_{0,cool} + \frac{\tau_{cool,fct f,m}}{\tau_{0,cool}} \quad (-)$$

mit der monatlichen Zeitkonstante für Kühlung des Funktionsbereichs f , $\tau_{cool,fct f}$:

$$\text{Gl. 286} \quad \tau_{cool,fct f,m} = \frac{C_{fct f}}{3,6 \cdot (H_{T,cool,fct f} + H_{V,cool,fct f,m})} \quad (h)$$

Dabei ist:

$b_{0,cool}$ eine Konstante, aufgeführt in Tabelle [3], (-);

$\tau_{0,cool}$ eine Konstante in h, aufgeführt in Tabelle [3];

$C_{fct f}$ die effektive Wärmekapazität in kJ/K des Funktionsbereichs f , ermittelt gemäß § 5.9;

$H_{T,cool,fct f}$	der Transmissionswärmedurchgangskoeffizient in W/K des Funktionsbereichs f für die Kühlungsrechnungen, ermittelt gemäß § 5.5;
$H_{V,cool,fct f,m}$	der monatliche Koeffizient für die Wärmeübergänge durch Hygieneventilation, In-/Exfiltration und zusätzliche mechanische oder Fensterlüftung des Funktionsbereichs f, nachstehend für die Kühlungsrechnungen ermittelt, in W/K.

und

$$H_{V,cool,fct f,m} = \frac{Q_{V,cool,fctf,m}}{(\theta_{i,cool,fct f,setpoint} - \theta_{e,cool,m}) \cdot t_m} \quad (MJ) \quad \text{G1. 287}$$

Dabei sind:

$Q_{V,cool,fct f,m}$	die durch Lüftung des Funktionsbereichs f entstandenen monatlichen Wärmeverluste in MJ für die Kühlungsrechnung, wie oben festgelegt
$\theta_{i,cool,fct f,setpoint}$	die Sollinnentemperatur in °C für die Kühlung des Funktionsbereichs f, wie in Tabelle [44] ausgewiesen
$\theta_{e,cool,m}$	die durchschnittliche, monatliche Innentemperatur in °C für die Kühlungsrechnungen des Funktionsbereichs f, wie in der Erreur ! Source du renvoi introuvable. ausgewiesen
t_m	Monatslänge in Ms, wie in Erreur ! Source du renvoi introuvable. ausgewiesen.

5.5 Transmissionswärmedurchgangskoeffizienten pro Funktionsbereich

Die Transmissionswärmedurchgangskoeffizienten des Funktionsbereich f, $H_{T,heat,fct f}$ bzw. $H_{T,cool,fct f}$, werden gemäß Anlage A.1 § 7 und § 8 des vorliegenden Erlasses ermittelt, indem die Tatsache berücksichtigt wird, dass die energetische Berechnung auf Ebene des Funktionsbereichs f und nicht auf Ebene des Energiesektors i durchgeführt wird.

Wände in Kontakt mit benachbarten beheizten Räumen (andere Funktionsbereiche, andere Energiesektoren, Bereiche des geschützten Volumens außerhalb der PEB-Einheit, beheizter Verbindungsbau usw.) werden nicht berücksichtigt.

5.6 Lüftungswärmedurchgangskoeffizienten pro Funktionsbereich

5.6.1 Prinzip

In den Vorschriften (siehe Anlage C.3 des vorliegenden Erlasses) sind pro Raum Mindestauslegungsvolumenströme für die Lüftung festgelegt. Höhere Auslegungsvolumenströme für die Lüftung sind immer zulässig. Die Baumannschaft muss die Volumenströme für jeden Raum genau einstellen. Es gibt vier Arten von Lüftungssystemen:

- natürliche Lüftung;
- mechanische Zuluftanlage;
- mechanische Abluftanlage;
- mechanische Zu- und Abluftanlage.

Im weiteren Verlauf des Textes werden die drei letztgenannten Kategorien zusammen als mechanische Lüftung definiert.

Aufgrund der Regeln zur Begrenzung der Energiesektoren und Funktionsbereiche (siehe §3.2) kann es in einem Funktionsbereich nur ein Lüftungssystem geben.

5.6.2 Lüftungswärmedurchgangskoeffizient für die Heizungsrechnungen pro Funktionsbereich

Der Lüftungswärmedurchgangskoeffizient für die Heizungsrechnungen wird pro Funktionsbereich wie folgt ermittelt:

$$\text{Gl. 35} \quad H_{V,\text{heat},\text{fct f}} = H_{V,\text{in/exfilt},\text{heat},\text{fct f}} + H_{V,\text{hyg},\text{heat},\text{fct f}} \quad (\text{W/K})$$

Dabei ist:

$H_{V,heat,fct\ f}$	der Lüftungswärmedurchgangskoeffizient in W/K des Funktionsbereichs f für die Heizungsrechnungen;
$H_{V,in/exfilt,heat,fct\ f}$	der Koeffizient des Wärmedurchgangs durch Infiltration/Exfiltration in W/K des Funktionsbereichs f für die Heizungsrechnungen, ermittelt gemäß § 5.6.2.1;
$H_{V,hyg,heat,fct\ f,m}$	der Koeffizient des Wärmedurchgangs durch Hygienelüftung in W/K des Funktionsbereichs f für die Heizungsrechnungen, ermittelt gemäß § 5.6.2.2.

5.6.2.1 Koeffizient des Wärmedurchgangs durch Infiltration/Exfiltration für die Heizungsrechnungen pro Funktionsbereich

Der Koeffizient des Wärmedurchgangs durch Infiltration/Exfiltration für die Heizungsrechnungen pro Funktionsbereich wird wie folgt ermittelt:

$$\text{Gl. 36} \quad H_{V,in/exfilt,heat,fct\ f} = 0,34 \cdot \dot{V}_{in/exfilt,heat,fct\ f} \quad (\text{W/K})$$

$$\text{Gl. 37} \quad \dot{V}_{in/exfilt,heat,fct\ f} = 0,04 \cdot \dot{V}_{50,heat} \cdot A_{T,E,fct\ f} \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

Dabei ist:

$H_{V,in/exfilt,heat,fct\ f}$	der Koeffizient des Wärmedurchgangs durch Infiltration/Exfiltration in W/K des Funktionsbereichs f für die Heizungsrechnungen;
$\dot{V}_{in/exfilt,heat,fct\ f}$	der durchschnittliche Volumenstrom in m ³ /h der Infiltration/Exfiltration durch die undichte Gebäudehülle im Funktionsbereich f für die Heizungsrechnungen;
$\dot{V}_{50,heat}$	der Verlustvolumenstrom bei 50 Pa pro Flächeneinheit in m ³ /(h.m ²) für die Heizungsrechnungen, wie nachstehend ermittelt;
$A_{T,E,fct\ f}$	die Gesamtfläche aller Wände in m ² , die den Funktionsbereich f umschließen und deren Transmissionswärmeverluste bei der Ermittlung der Energieeffizienz berücksichtigt werden ² (siehe auch § 5.5).

Wenn eine Messung des Luftvolumenstroms der gesamten PEN-Einheit (oder gegebenenfalls eines größeren Teils des geschützten Volumens) vorliegt, beträgt der Verlustvolumenstrom bei 50 Pa pro Flächeneinheit, $\dot{V}_{50,heat}$, wie folgt:

$$\text{Gl. 38} \quad \dot{V}_{50,heat} = \frac{\dot{V}_{50}}{A_{test}} \quad (\text{m}^3 / (\text{h} \cdot \text{m}^2))$$

Dabei ist:

A_{test}	Gesamtfläche (berechnet auf der Grundlage der Außenmaße) der Wände in m ² , die das Volumen umgeben, das bei der Luftdichtheitsprüfung
------------	---

² Bei der Ermittlung von $A_{T,E,fct\ f}$ bleiben daher nur die Konstruktionen unberücksichtigt, die den Funktionsbereich f von den angrenzenden beheizten Räumen trennen.

gemessen wird, mit Ausnahme der Trennwände zu angrenzenden beheizten Räumen;

$\dot{V}_{50}$

aus der Außenhülle bei 50 Pa austretender Verlustvolumenstrom in m³/h, abgeleitet von der Luftdichtheitsmessung nach Methode A der Norm NBN EN 13829 und den vom Minister festgelegten zusätzlichen Spezifikationen.

Ansonsten findet der folgende Standardwert Anwendung für $\dot{V}_{50}$: 12 m³/(h.m²).

5.6.2.2 Koeffizient des Wärmedurchgangs durch Hygienelüftung für die Heizungsberechnungen pro Funktionsbereich

Der Koeffizient des Wärmedurchgangs durch Hygienelüftung für die Heizungsberechnungen wird pro Funktionsbereich wie folgt ermittelt:

$$\text{Gl. 39} \quad H_{V,\text{hyg,heat,fct } f} = 0,34 \cdot f_{\text{reduc,vent,heat,fct } f} \cdot r_{\text{preh,heat,fct } f} \cdot f_{\text{vent,heat,fct } f} \cdot \dot{V}_{\text{hyg,fct } f} \quad (\text{W/K})$$

Dabei ist:

$H_{V,\text{hyg,heat,fct } f}$	der Koeffizient des Wärmedurchgangs durch Hygienelüftung in W/K des Funktionsbereichs f für die Heizungsberechnungen;
$f_{\text{reduc,vent,heat,fct } f}$	ein Reduktionsfaktor für die Lüftung des Funktionsbereichs f bei den Heizungsberechnungen. Der Standardwert von $f_{\text{reduc,vent,heat,fct } f}$ beträgt 1; günstigere Werte sind nach den vom Minister festgelegten Regeln zu ermitteln, (-);
$r_{\text{preh,heat,fct } f}$	ein Reduktionsfaktor zur Berücksichtigung des Effekts der Vorheizung auf den Nettoenergiebedarf für Heizung im Funktionsbereich f für die Heizungsberechnungen, ermittelt gemäß § 5.6.3.3, (-);
$f_{\text{vent,heat,fct } f}$	der übliche Zeitanteil, in dem die Lüftung im Funktionsbereich f in Betrieb ist, für die Heizungsberechnungen, wie in Tabelle [7] aufgeführt, (-);
$\dot{V}_{\text{hyg,fct } f}$	Auslegungsvolumenstrom der Außenluftzufuhr in m ³ /h für die Hygienelüftung des Funktionsbereichs.

Wenn der Auslegungsvolumenstrom der Außenluftzufuhr für die Hygienelüftung eines Raums den in Anhang C.3 des vorliegenden Erlasses definierten Mindestwert unterschreitet, setzt man für die Berechnung von H_v den geforderten Mindestvolumenstrom ein.

5.6.3 Lüftungswärmedurchgangskoeffizienten für die Kühlungsberechnungen pro Funktionsbereich

Für die Kühlungsberechnung wird zwischen In-/Exfiltration, Hygienelüftung, eventuellen zusätzlichen Methoden mechanischer Tag- oder Nachtlüftung und zusätzlicher Fensterlüftung nachts oder tagsüber unterschieden.

5.6.3.1 **Monatlicher Koeffizient des Wärmedurchgangs durch Infiltration/Exfiltration für die Kühlungsrechnungen des Funktionsbereichs f**

Der Koeffizient des Wärmedurchgangs durch Infiltration/Exfiltration für die Kühlungsrechnungen des Funktionsbereichs f wird wie folgt ermittelt:

$$\text{Gl. 41} \quad H_{V,\text{in/exfilt, cool, fct f}} = 0,34 \cdot \dot{V}_{\text{in/exfilt, cool, fct f}} \quad (\text{W/K})$$

$$\text{Gl. 42} \quad \dot{V}_{\text{in/exfilt, cool, fct f}} = 0,04 \cdot \dot{V}_{50,\text{cool}} \cdot A_{T,E,\text{fct f}} \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

Dabei ist:

$H_{V,\text{in/exfilt, cool, fct f}}$ der Koeffizient des Wärmedurchgangs durch Infiltration/Exfiltration in W/K des Funktionsbereichs f für die Kühlungsrechnungen;

$\dot{V}_{\text{in/exfilt, cool, fct f}}$ der durchschnittliche Volumenstrom in m^3/h der Infiltration/Exfiltration durch die undichte Gebäudehülle im Funktionsbereich f für die Kühlungsrechnungen;

$\dot{V}_{50,\text{cool}}$ der Verlustvolumenstrom bei 50 Pa pro Flächeneinheit in $\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$ für die Kühlungsrechnungen, wie nachstehend ermittelt;

$A_{T,E,\text{fct f}}$ die Gesamtfläche aller Wände in m^2 , die den Funktionsbereich f umschließen und deren Transmissionswärmeverluste bei der Ermittlung der Energieeffizienz berücksichtigt werden³ (siehe auch 5.5).

Wenn eine Messung des Luftvolumenstroms der gesamten PEN-Einheit (oder gegebenenfalls eines größeren Teils des geschützten Volumens) vorliegt, beträgt der Verlustvolumenstrom bei 50 Pa pro Flächeneinheit, $\dot{V}_{50,\text{cool}}$, für die Kühlungsrechnungen wie folgt:

$$\text{Gl. 43} \quad \dot{V}_{50,\text{cool}} = \dot{V}_{50,\text{heat}} \quad (\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2))$$

Dabei ist:

$\dot{V}_{50,\text{heat}}$ der Verlustvolumenstrom bei 50 Pa pro Flächeneinheit in $\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$ für die Heizungsrechnungen, wie in § 5.6.2.1 ermittelt.

Ansonsten findet der folgende Standardwert Anwendung für $\dot{V}_{50}$: $0 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$.

5.6.3.2 **Monatlicher Koeffizient des Wärmedurchgangs durch Hygienelüftung für die Kühlungsrechnungen des Funktionsbereichs f**

Der monatliche Koeffizient des Wärmedurchgangs durch Hygienelüftung für die Kühlungsrechnungen des Funktionsbereichs f wird wie folgt ermittelt:

³ Bei der Ermittlung von $A_{T,E,\text{fct f}}$ bleiben daher nur die Konstruktionen unberücksichtigt, die den Funktionsbereich f von den angrenzenden beheizten Räumen trennen.

$$\text{Gl. 44} \quad H_{V,\text{hyg,cool,fct f,m}} = 0,34 \cdot f_{\text{reduc,vent,cool,fct f}} \cdot r_{\text{preh,cool,fct f}} \cdot r_{\text{precool,fct f,m}} \cdot f_{\text{vent,cool,fct f}} \cdot \dot{V}_{\text{hyg,fct f}} \quad (\text{W/K})$$

Dabei ist:

$H_{V,\text{hyg,cool,fct f,m}}$	der monatliche Koeffizient des Wärmedurchgangs durch Hygienelüftung in W/K des Funktionsbereichs f für die Kühlungsrechnungen;
$f_{\text{reduc,vent,cool,fct f}}$	ein Reduktionsfaktor der Lüftung im Funktionsbereich f für die Kühlungsrechnungen. Der Standardwert von $f_{\text{reduc,vent,cool,fct f}}$ beträgt 1; günstigere Werte sind nach den vom Minister festgelegten Regeln zu ermitteln, (-);
$r_{\text{preh,cool,fct f}}$	ein Reduktionsfaktor zur Berücksichtigung des Effekts der Vorheizung auf den Nettoenergiebedarf für Kühlung im Funktionsbereich f, ermittelt gemäß § 5.6.3.3, (-);
$r_{\text{precool,fct f,m}}$	ein monatlicher Multiplikationsfaktor zur Berücksichtigung des Effekts der Vorkühlung der Lüftungsluft im Funktionsbereich f für die Kühlungsrechnungen, ermittelt gemäß Annexe B der vorliegenden Anlage, (-);
$f_{\text{vent,cool,fct f}}$	der übliche Zeitanteil, in dem die Lüftung im Funktionsbereich f in Betrieb ist, für die Kühlungsrechnungen, wie in Tabelle [7] aufgeführt, (-);
$\dot{V}_{\text{hyg,fct f}}$	der Auslegungsvolumenstrom in m³/h der Außenluftzufuhr für die Hygienelüftung im Funktionsbereich f, gemäß den in § 5.6.2.2 beschriebenen Prinzipien ermittelt

5.6.3.3 Monatlicher Koeffizient des Wärmeübergangs durch zusätzliche mechanische Taglüftung

Der Wärmeübergangskoeffizient bei zusätzlicher mechanischer Taglüftung, $H_{V,\text{add m,day,cool,fct f,m}}$, wird gegebenenfalls wie folgt für die Kühlungsrechnungen des Funktionsbereichs f ermittelt:

$$\text{Gl. 288} \quad H_{V,\text{add m,day,cool,fct f,m}} = 0,34 \cdot r_{\text{preh,cool,fct f}} \cdot r_{\text{precool,fct f,m}} \cdot b_{V,\text{add m,day,cool,fct f,m}} \cdot f_{V,\text{add m,day,cool,fct f,m}} \cdot (\dot{V}_{\text{add,fct f}} - \dot{V}_{\text{hyg,fct f}} \cdot f_{\text{reduc,vent,cool,fct f}}) \quad (\text{W/K})$$

Dabei ist:

$r_{\text{preh,cool,fct f}}$	ein Reduktionsfaktor, der die Auswirkung der Vorheizung auf den Nettoenergiebedarf für Kühlung im Funktionsbereich f berücksichtigt - er wird gemäß § 5.6.3.3 ermittelt und eingesetzt (-)
$r_{\text{precool,fct f,m}}$	ein monatlicher Multiplikationsfaktor, der die Auswirkung der Vorkühlung der Lüftungsluft im Funktionsbereich f berücksichtigt - er wird gemäß Anhang B ermittelt und eingesetzt
$b_{V,\text{add m,day,cool,fct f,m}}$	ein Korrekturfaktor für die Temperatur - er wird gemäß § Erreur ! Source du renvoi introuvable. ermittelt
$f_{V,\text{add m,day,cool,fct f,m}}$	der übliche Zeitanteil, während dessen die zusätzliche mechanische Taglüftung im Funktionsbereich f in Betrieb ist, gemäß § Erreur ! Source du renvoi introuvable. für die Kühlungsrechnungen ermittelt (-)

$\dot{V}_{\text{add m, fct f}}$	Auslegungsvolumenstrom der Außenluftzufuhr in m ³ /h für die mechanische Lüftung des Funktionsbereichs f. Der Standardwert entspricht dem Auslegungsvolumenstrom der Außenluftzufuhr für die Hygienelüftung. Andere Werte können angewendet werden, wenn sie sich auf Messberichte stützen, die den Vorgaben des Ministers entsprechen
$\dot{V}_{\text{hyg, fct f}}$	der Auslegungsvolumenstrom der Außenluftzufuhr in m ³ /h für die Hygienelüftung des Funktionsbereichs.
$f_{\text{reduc, vent, cool, fct f}}$	ein Reduktionsfaktor für die Lüftung bei den Kühlungsrechnungen für den jeweiligen Funktionsbereich f. Der Standardwert von $f_{\text{reduc, vent, cool, fct f}}$ ist 1, vorteilhaftere Werte können entsprechend den vom Minister festgelegten Regeln ermittelt werden. (-)

Es ist angezeigt, die Berechnung des Wärmeübergangskoeffizient für zusätzliche mechanische Taglüftung nur für die Funktionsbereiche einzusetzen, die über eine mechanische Zuluft-, eine mechanische Abluft- oder eine mechanische Zu- und Abluftanlage verfügen.

5.6.3.3.1 Korrekturfaktor für die Temperatur

Im Rahmen der Kühlungsrechnungen wird der Korrekturfaktor für die Temperatur, $b_{V, \text{add m, day, cool, fct f, m}}$, bei der Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten für die zusätzliche mechanische Taglüftung in Funktionsbereichen, die als Büros oder Unterrichte einzustufen sind, folgendermaßen ermittelt:

$$\text{Gl. 289} \quad b_{V, \text{add m, day, cool, fct f, m}} = -0,3 \cdot \lambda'_{\text{cool, day, fct f, m}} + 1 \quad (-)$$

Dabei ist:

$$\text{Gl. 290} \quad \lambda'_{\text{cool, fct f, m}} = \frac{Q_{T, \text{cool, fct f, m}} + Q_{V, \text{hyg, cool, fct f, m}} + Q_{V, \text{in/exfiltr, cool, fct f, m}}}{Q_{g, \text{cool, fct f, m}}} \quad (-)$$

Dabei ist:

$\lambda'_{\text{cool, fct f, m}}$	das monatliche Gewinn-Verlust-Verhältnis pro Funktionsbereich ohne Berücksichtigung zusätzlicher Lüftungen (-)
$Q_{T, \text{cool, fct f, m}}$	der monatliche Transmissionswärmeverlust des Funktionsbereichs f in MJ, wie er im § 5.4 für die Kühlungsrechnungen festgelegt ist
$Q_{V, \text{hyg, cool, fct f, m}}$	der durch Hygienelüftung entstandene monatliche Wärmeverlust des Funktionsbereichs f in MJ, der gemäß § 5.4 für die Kühlungsrechnungen ermittelt wird
$Q_{V, \text{in/exfiltr, cool, fct f, m}}$	der durch In-/Exfiltration entstandene monatliche Wärmeverlust des Funktionsbereichs f in MJ, der gemäß § 5.4 für die Kühlungsrechnungen ermittelt wird
$Q_{g, \text{cool, fct f, m}}$	der durch Sonneneinstrahlung und interne Wärmeerzeugung entstandene Wärmegewinn des Funktionsbereichs f in MJ, der gemäß § 5.4 für die Kühlungsrechnungen ermittelt wird.

Für die anderen Funktionsbereiche ist der Korrekturfaktor für die Temperatur $b_{V, \text{add m, day, cool, fct f, m}}$ 0.

5.6.3.3.2 Üblicher Zeitanteil

Im Rahmen der Kühlungsrechnungen wird der übliche Zeitanteil, in dem die zusätzliche mechanische Taglüftung in Betrieb ist, $f_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m}$, in Funktionsbereichen, die als Büros oder Unterrichte einzustufen sind, folgendermaßen ermittelt:

$$G1. 291 \quad f_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m} = \min\left\{f_{vent,cool,fct\ f}; 0,5 \cdot e^{-1,25 \cdot \lambda'_{cool,day,fct\ f,m}}\right\} \quad (-)$$

Dabei ist:

$f_{vent,cool,fct\ f}$ der übliche Zeitanteil, in dem die Lüftung im Funktionsbereich f in Betrieb ist, wie in Tabelle [7] für die Kühlungsrechnungen ausgewiesen (-)

$\lambda'_{cool,day,fct\ f,m}$ das monatliche Gewinn-Verlust-Verhältnis pro Funktionsbereich ohne Berücksichtigung zusätzlicher Lüftungen, gemäß § **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** ermittelt (-)

Ist keine zusätzliche mechanische Taglüftung vorhanden, so ist der übliche Zeitanteil, $f_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m}$, gleich 0.

In den anderen Funktionsbereichen ist der übliche Zeitanteil $f_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m}$ gleich 0.

5.6.3.4 Monatlicher Koeffizient für Wärmeübergänge durch zusätzliche mechanische Nachtlüftung

Der Wärmeübergangskoeffizient bei zusätzlicher mechanischer Nachtlüftung, $H_{V,add\ m,night,cool,fct\ f,m}$, wird gegebenenfalls wie folgt für die Kühlungsrechnungen des Funktionsbereichs f ermittelt:

$$G1. 292 \quad H_{V,add\ m,night,cool,fct\ f,m} = 0,34 \cdot r_{preh,cool,fct\ f} \cdot C_{V,add\ m,night,cool,fct\ f} \cdot f_{V,add\ m,night,cool,fct\ f,m} \cdot \dot{V}_{add\ m,fct\ f} \quad (W/K)$$

Dabei ist:

$r_{preh,cool,fct\ f}$ ein Reduktionsfaktor, der die Auswirkung der Vorheizung auf den Nettoenergiebedarf für Kühlung im Funktionsbereich f berücksichtigt. Er wird gemäß § 5.6.3.3 ermittelt und eingesetzt

$C_{V,add\ m,night,cool,fct\ f}$ ein Korrekturfaktor, der die dynamischen Auswirkungen berücksichtigt:

- bei Doppelböden mit $D_J \leq 180\ kJ/(m^2 \cdot K)$ oder geschlossener abgehängter Decke: $C_{V,add\ m,night,cool,fct\ f} = 0,7$

- ansonsten: $C_{V,add\ m,night,cool,fct\ f} = 1, (-)$

$f_{V,add\ m,night,cool,fct\ f,m}$ der übliche Zeitanteil, in dem die zusätzliche mechanische Nachtlüftung im Funktionsbereich f in Betrieb ist, gemäß § **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** für die Kühlungsrechnungen ermittelt (-)

$\dot{V}_{add\ m,fct\ f}$ Auslegungsvolumenstrom der Außenluftzufuhr in m^3/h für die zusätzliche mechanische Lüftung des Funktionsbereichs f . Der Standardwert entspricht dem Auslegungsvolumenstrom der Außenluftzufuhr für die Hygienelüftung. Andere Werte können angewendet werden, wenn sie sich auf Messberichte stützen, die den Vorgaben des Ministers entsprechen.

Es ist angezeigt, die Berechnung des Koeffizienten für Wärmeübergänge bei zusätzlicher mechanischer Nachtlüftung nur für die Funktionsbereiche einzusetzen, die über eine mechanische Zuluft-, eine mechanische Abluft- oder eine mechanische Zu- und Abluftanlage verfügen.

5.6.3.4.1 Üblicher Zeitanteil

Im Rahmen der Kühlungsrechnungen wird der übliche Zeitanteil, während dessen die zusätzliche mechanische Nachtlüftung in Betrieb ist, $f_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m}$, in Funktionsbereichen, die als Büros oder Unterrichte einzustufen sind, folgendermaßen ermittelt:

$$\text{Gl. 293} \quad f_{V,add\ m,night,cool,fct\ f,m} = \min \left\{ 1 - f_{vent,cool,fct\ f}; 0,4 \cdot e^{-3 \cdot \lambda''_{cool,fct\ f,m}} \right\} \quad (-)$$

Dabei ist:

$$\text{Gl. 294} \quad \lambda''_{cool,fct\ f,m} = \frac{\left(Q_{T,cool,fct\ f,m} + Q_{V,hyg,cool,fct\ f,m} + Q_{V,in/exfiltr,cool,fct\ f,m} + Q_{V,add,day,cool,fct\ f,m} \right)}{Q_{g,cool,fct\ f,m}} \quad (-)$$

Dabei ist:

$f_{vent,cool,fct\ f}$	der übliche Zeitanteil, in dem die Lüftung im Funktionsbereich f in Betrieb ist, wie in Tabelle [7] für die Kühlungsrechnungen ausgewiesen (-)
$\lambda''_{cool,fct\ f,m}$	das monatliche Gewinn-Verlust-Verhältnis pro Funktionsbereich, bei dem nur die Verluste berücksichtigt werden, die durch Transmission, In-/Exfiltration, Hygienelüftung und zusätzliche mechanische Taglüftung entstehen (-)
$Q_{T,cool,fct\ f,m}$	der monatliche Transmissionswärmeverlust des Funktionsbereichs f in MJ, wie er in § 5.4 für die Kühlungsrechnungen festgelegt ist
$Q_{V,hyg,cool,fct\ f,m}$	der durch Hygienelüftung entstandene monatliche Wärmeverlust des Funktionsbereichs f in MJ, der gemäß § 5.4 für die Kühlungsrechnungen ermittelt wird
$Q_{V,in/exfiltr,cool,fct\ f,m}$	der durch In-/Exfiltration entstandene monatliche Wärmeverlust des Funktionsbereichs f in MJ, der gemäß § 5.4 für die Kühlungsrechnungen ermittelt wird
$Q_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m}$	der durch zusätzliche mechanische Taglüftung entstandene monatliche Wärmeverlust des Funktionsbereichs f in MJ, der gemäß § 5.4 für die Kühlungsrechnungen ermittelt wird
$Q_{g,cool,fct\ f,m}$	der durch Sonneneinstrahlung und interne Wärmeerzeugung entstandene Wärmegewinn des Funktionsbereichs f in MJ, der gemäß § 5.4 für die Kühlungsrechnungen ermittelt wird

Ist keine zusätzliche mechanische Nachtlüftung vorhanden, so ist der übliche Zeitanteil gleich 0.

In den anderen Funktionsbereichen ist der übliche Zeitanteil gleich 0.

5.6.3.5 Monatlicher Koeffizient für Wärmeübergänge durch zusätzliche Fensterlüftung tagsüber

Der Wärmeübergangskoeffizient bei zusätzlicher Fensterlüftung tagsüber, $H_{V,add\ w,day,cool,fct\ f,m}$, wird gegebenenfalls wie folgt für die Kühlungsrechnungen des Funktionsbereichs f ermittelt:

$$G1. 295 \quad H_{V,add\ w,day,cool,fct\ f,m} = \max \left\{ 0; \left(0,34 \cdot b_{V,add\ w,day,cool,fct\ f} \cdot f_{V,add\ w,day,cool,fct\ f,m} \cdot \dot{V}_{V,add\ w,day,cool,fct\ f,m} - f_{V,add\ w,day,cool,fct\ f,m} \cdot H_{V,in/exfiltr,cool,fct\ f,m} \right) \right\} \quad (W/K)$$

Dabei ist:

- $b_{V,add\ w,day,cool,fct\ f}$ ein Korrekturfaktor für die Temperatur - er hat den Wert 0,5. (-)
- $f_{V,add\ w,day,cool,fct\ f,m}$ der übliche Zeitanteil, in dem die zusätzliche Fensterlüftung tagsüber im Funktionsbereich f betrieben wird, gemäß § 5.6.3.5.1 für die Kühlungsrechnungen ermittelt (-)
- $\dot{V}_{V,add\ w,cool,day,fct\ f,m}$ der durchschnittliche Luftvolumenstrom in m^3/h , der eine Folge der Fensterlüftung tagsüber ist und gemäß § 5.6.3.5.2 ermittelt wird
- $H_{V,in/exfiltr,cool,fct\ f,m}$ der monatliche Koeffizient für die Wärmeübergänge durch In-/Exfiltration, gemäß § **Erreuer ! Source du renvoi introuvable.** für die Kühlungsrechnungen des Funktionsbereichs f ermittelt, in W/K .

Es ist angezeigt, die Berechnung des Wärmeübergangskoeffizienten für zusätzliche Fensterlüftung tagsüber nur für Funktionsbereiche einzusetzen, welche alle drei Bedingungen erfüllen: Es handelt sich um ein „Büro“ oder einen „Unterricht“, es ist keine aktive Kühlung vorgesehen und die Hygienelüftung wird in allen Räumen dieses Funktionsbereichs, die als Büro, Konferenz- oder Klassenraum eingestuft werden können, durch eine regulierte Zu- und Abluftanlage gewährleistet.

5.6.3.5.1 Üblicher Zeitanteil

Im Rahmen der Kühlungsrechnungen wird der übliche Zeitanteil, in dem die zusätzliche Fensterlüftung tagsüber betrieben wird, $f_{V,add\ w,day,cool,fct\ f,m}$, in Funktionsbereichen, die als Büros oder Unterrichte einzustufen sind, bei individueller Regelung durch den Nutzer folgendermaßen ermittelt:

$$G1. 296 \quad f_{V,add\ w,day,cool,fct\ f,m} = \min \left\{ f_{vent,cool,fct\ f}; 0,5 \cdot e^{-3 \cdot \lambda_{cool,fct\ f,m}'''} \right\} \quad (-)$$

Dabei ist:

$$G1. 297 \quad \lambda_{cool,fct\ f,m}''' = \frac{\left(Q_{T,cool,fct\ f,m} + Q_{V,hyg,cool,fct\ f,m} + Q_{V,in-exfiltr,cool,fct\ f,m} + Q_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m} + Q_{V,add\ m,night,cool,fct\ f,m} \right)}{Q_{g,cool,fct\ f,m}} \quad (-)$$

Dabei ist:

$f_{\text{vent,cool,fct } f}$	der übliche Zeitanteil, in dem die Lüftung im Funktionsbereich f in Betrieb ist, wie in Tabelle [7] für die Kühlungsrechnungen ausgewiesen (-)
$\lambda'''_{\text{cool,fct } f,m}$	das monatliche Gewinn-Verlust-Verhältnis pro Funktionsbereich ohne Berücksichtigung der zusätzlichen Fensterlüftung (-)
$Q_{T,\text{cool,fct } f,m}$	der monatliche Transmissionswärmeverlust des Funktionsbereichs f in MJ, wie er in § 5.4 für die Kühlungsrechnungen festgelegt ist
$Q_{V,\text{hyg,cool,fct } f,m}$	der durch Hygienelüftung entstandene monatliche Wärmeverlust des Funktionsbereichs f in MJ, der gemäß § 5.4 für die Kühlungsrechnungen ermittelt wird
$Q_{V,\text{in/exfiltr,cool,fct } f,m}$	der durch In-/Exfiltration entstandene monatliche Wärmeverlust des Funktionsbereichs f in MJ, der gemäß § 5.4 für die Kühlungsrechnungen ermittelt wird
$Q_{V,\text{add m,day,cool,fct } f,m}$	der durch zusätzliche mechanische Taglüftung entstandene monatliche Wärmeverlust des Funktionsbereichs f in MJ, der gemäß § 5.4 für die Kühlungsrechnungen ermittelt wird
$Q_{V,\text{add m,night,cool,fct } f,m}$	der durch zusätzliche mechanische Nachtlüftung entstandene monatliche Wärmeverlust des Funktionsbereichs f in MJ, der gemäß § 5.4 für die Kühlungsrechnungen ermittelt wird
$Q_{g,\text{cool,fct } f,m}$	der durch Sonneneinstrahlung und interne Wärmeerzeugung entstandene Wärmegewinn des Funktionsbereichs f in MJ, der gemäß § 5.4 für die Kühlungsrechnungen ermittelt wird

Ist keine zusätzliche Fensterlüftung tagsüber gegeben, so ist der übliche Zeitanteil, $f_{V,\text{add w,day,cool,fct } f,m}$, gleich 0.

Ist ein automatisches Lüftungssystem gegeben, so ist der maßgebliche übliche Zeitanteil identisch mit dem, der bei individuell geregelter Lüftung ermittelt wird.

In den anderen Funktionsbereichen ist der übliche Zeitanteil, $f_{V,\text{add w,day,cool,fct } f,m}$, gleich 0.

5.6.3.5.2 Luftvolumenstrom

Der durchschnittliche Luftvolumenstrom, der sich durch das Öffnen der Fenster tagsüber ergibt, $V_{V,\text{add w,night,cool,fct } f,m}$, wird wie folgt ermittelt:

$$\dot{V}_{V,\text{add w,day,cool,fct } f,m} = \sum_j (3,6 \cdot 500 \cdot 0,163 \cdot c_{ow,\text{day},j} \cdot A_{w,\text{day,fct } f,j})$$

Gl. 298 (m³/h)

Dabei ist:

$c_{ow,\text{day},j}$ ein Koeffizient, der den Öffnungswinkel der Fenster berücksichtigt und bei Dreh-Kipp-Fenstern 0,174, bei Drehfenstern, Schwingfenstern, Schiebefenstern und Hebefenstern 0,9 beträgt (-)

$A_{w,\text{day,fct } f,j}$ die Fensterfläche derjenigen Fenster des Funktionsbereichs f , die für die zusätzliche Fensterlüftung tagsüber zu berücksichtigen sind - sie wird gemäß den Vorgaben des Ministers ermittelt und in m² angegeben.

5.6.3.6 Monatlicher Koeffizient für Wärmeübergänge durch zusätzliche Fensterlüftung nachts

Der Wärmeübergangskoeffizient bei zusätzlicher nächtlicher Fensterlüftung, $H_{V,add\ w,night,cool,fct\ f,m}$ wird gegebenenfalls wie folgt für die Kühlungsrechnungen des Funktionsbereichs f ermittelt:

$$G1. 299 \quad H_{V,add\ w,night,cool,fct\ f,m} = \max \left\{ 0; \left(0,34 \cdot C_{V,add\ w,night,cool,fct\ f,m} \cdot b_{V,add\ w,night,cool,fct\ f,m} \cdot f_{V,add\ w,night,cool,fct\ f,m} \cdot \dot{V}_{V,add\ w,night,cool,fct\ f,m} - f_{V,add\ w,night,cool,fct\ f,m} \cdot H_{V,in/exfiltr,cool,fct\ f} \right) \right\} \quad (W/K)$$

Dabei ist:

$C_{V,add\ w,night,cool,fct\ f}$ ein Korrekturfaktor, der die dynamischen Auswirkungen berücksichtigt:

- falls ein Doppelboden mit $D_J \leq 180 \text{ kJ/(m}^2 \cdot \text{K)}$ oder eine geschlossene abgehängte Decke vorliegt: $C_{V,add\ w,night,cool,fct\ f} = 0,8$

- ansonsten gilt: $C_{V,add\ w,night,cool,fct\ f} = 1$

$b_{V,add\ w,night,cool,fct\ f}$ ein Korrekturfaktor für die Temperatur - er beträgt 0,5.

$f_{V,add\ w,night,cool,fct\ f,m}$ der übliche Zeitanteil, in dem die zusätzliche nächtliche Fensterlüftung im Funktionsbereich f betrieben wird, er wird gemäß § 5.6.3.6.1 für die Kühlungsrechnungen ermittelt.

$\dot{V}_{V,add\ w,cool,night,fct\ f,m}$ der durchschnittliche Luftvolumenstrom in m^3/h , der Folge der nächtlichen Fensterlüftung ist und gemäß § 5.6.3.6.2 ermittelt wird

$H_{V,in/exfiltr,cool,fct\ f}$ der monatliche Koeffizient für die Wärmeübergänge durch In-/Exfiltration, der gemäß § **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** für die Kühlungsrechnungen des Funktionsbereichs f ermittelt wird, in W/K .

Es ist angezeigt, die Berechnung des Wärmeübergangskoeffizienten für zusätzliche nächtliche Fensterlüftung nur für die Funktionsbereiche anzuwenden, für die parallel keine zusätzliche mechanische Lüftung vorgesehen ist.

5.6.3.6.1 Üblicher Zeitanteil

Im Rahmen der Kühlungsrechnungen wird der übliche Zeitanteil, in dem die zusätzliche nächtliche Fensterlüftung betrieben wird, $f_{V,add\ w,night,cool,fct\ f,m}$ in Funktionsbereichen, die als Büros oder Unterrichte einzustufen sind, folgendermaßen ermittelt:

$$G1. 300 \quad f_{V,add\ w,night,cool,fct\ f,m} = \min \left\{ 1 - f_{vent,cool,fct\ f}; 0,38 \cdot e^{-1,7 \cdot \lambda_{cool,fct\ f,m}''''} \right\} \quad (-)$$

Dabei ist:

$$G1. 301 \quad \lambda_{cool,fct\ f,m}'''' = \frac{\left(\begin{array}{l} Q_{T,cool,fct\ f,m} + Q_{V,hyg,cool,fct\ f,m} \\ + Q_{V,in/exfiltr,cool,fct\ f,m} + Q_{V,add\ m,day,cool,fct\ f,m} \\ + Q_{V,add\ m,night,cool,fct\ f,m} + Q_{V,add\ w,day,cool,fct\ f,m} \end{array} \right)}{Q_{g,cool,fct\ f,m}} \quad (-)$$

Dabei ist:

$f_{\text{vent,cool,fct } f}$	der übliche Zeitanteil, in dem die Lüftung im Funktionsbereich f in Betrieb ist, wie in Tabelle [7] für die Kühlungsrechnungen ausgewiesen (-)
$\lambda^{\text{""}}_{\text{cool,fct } f,m}$	das monatliche Gewinn-Verlust-Verhältnis pro Funktionsbereich ohne Berücksichtigung der zusätzlichen nächtlichen Fensterlüftung (-)
$Q_{T,\text{cool,fct } f,m}$	der monatliche Transmissionswärmeverlust des Funktionsbereichs f in MJ, wie er im § 5.4 für die Kühlungsrechnungen festgelegt ist
$Q_{V,\text{hyg,cool,fct } f,m}$	der durch Hygienelüftung entstandene monatliche Wärmeverlust des Funktionsbereichs f in MJ, der gemäß § 5.4 für die Kühlungsrechnungen ermittelt wird
$Q_{V,\text{in/exfiltr,cool,fct } f,m}$	der durch In-/Exfiltration entstandene monatliche Wärmeverlust des Funktionsbereichs f in MJ, der gemäß § 5.4 für die Kühlungsrechnungen ermittelt wird
$Q_{V,\text{add m,day,cool,fct } f,m}$	der durch zusätzliche mechanische Taglüftung entstandene monatliche Wärmeverlust des Funktionsbereichs f in MJ, der gemäß § 5.4 für die Kühlungsrechnungen ermittelt wird
$Q_{V,\text{add m,night,cool,fct } f,m}$	der durch zusätzliche mechanische Nachtlüftung entstandene monatliche Wärmeverlust des Funktionsbereichs f in MJ, der gemäß § 5.4 für die Kühlungsrechnungen ermittelt wird
$Q_{V,\text{add w,day,cool,fct } f,m}$	der durch zusätzliche mechanische Taglüftung entstandene, monatliche Wärmeverlust des Funktionsbereichs f in MJ, der gemäß § 5.4 für die Kühlungsrechnungen ermittelt wird
$Q_{g,\text{cool,fct } f,m}$	der durch Sonneneinstrahlung und interne Wärmezeugung entstandene Wärmegewinn des Funktionsbereichs f in MJ, der gemäß § 5.4 für die Kühlungsrechnungen ermittelt wird

Ist keine zusätzliche nächtliche Fensterlüftung gegeben, so ist der übliche Zeitanteil $f_{V,\text{add w,night,cool,fct } f,m}$ gleich 0.

In den Funktionsbereichen, die nicht als „Büros“ oder „Unterrichte“ einzustufen sind, ist der übliche Zeitanteil, $f_{V,\text{add w,night,cool,fct } f,m}$, gleich 0.

5.6.3.6.2 Luftvolumenstrom

Der durchschnittliche Luftvolumenstrom, der sich aus dem nächtlichen Öffnen der Fenster ergibt, $V_{V,\text{add w,night,cool,fct } f,m}$, wird wie folgt ermittelt:

$$\dot{V}_{V,\text{add w,night,cool,fct } f,m} = \sum_j (3,6 \cdot 500 \cdot 0,163 \cdot c_{\text{ow,night},j} \cdot A_{w,\text{night,fct } f,j}) \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

Gl. 302

$c_{\text{ow,night},j}$ ein Koeffizient, der die Minderung des Durchgangsquerschnitts berücksichtigt, die sich aus dem Öffnungswinkel der Fenster und eventuell vorhandenen Insektenschutz-Vorrichtungen ergibt. Er beträgt 0,174 bei Dreh-Kipp-Fenstern und 0,9 bei Drehfenstern, Schwingfenstern, Schiebefenstern und Hebefenstern.

$A_{w,\text{night,fct } f,j}$ die Fensterfläche des Funktionsbereichs, die für die zusätzliche nächtliche Fensterlüftung zu berücksichtigen sind. Sie wird gemäß den Vorgaben des Ministers ermittelt und in m^2 angegeben.

5.6.4 Reduktionsfaktor in Verbindung mit Vorheizung

Der Reduktionsfaktor in Verbindung mit der Vorheizung des Funktionsbereichs f , r_{preh} , ist gleich wie der Reduktionsfaktor für die Vorheizung des Energiesektors i , zu dem der Bereich gehört, wobei dieser Reduktionsfaktor wieder gleich ist wie der Reduktionsfaktor für die Vorheizung der Lüftungszone z , zu der der Energiesektor i gehört:

- $r_{\text{preh,heat,fct } f} = r_{\text{preh,heat,sec } i} = r_{\text{preh,heat,zone } z}$
- $r_{\text{preh,cool,fct } f} = r_{\text{preh,cool,sec } i} = r_{\text{preh,cool,zone } z}$

Das Verfahren zur Ermittlung des Reduktionsfaktors für die Vorheizung der Lüftungszone z mit Hilfe eines Wärmerückgewinnungsgeräts ist nachstehend beschrieben. Die Vorheizung über einen angrenzenden, nicht beheizten Raum und/oder eine unterirdische Zufuhrleitung muss nach den vom Minister festgelegten Regeln oder, wenn keine Regeln festgelegt wurden, auf der Grundlage des Äquivalenzprinzips berücksichtigt werden.

Wenn keine Vorheizung stattfindet, beträgt der Wert r_{preh} in jedem Fall 1.

Wärmepumpen zu Heizzwecken, die Fortluft als Wärmequelle nutzen, werden in der vorliegenden Anlage nicht behandelt, sind jedoch Gegenstand von Anlage A.1 § 10.2.3.3 des vorliegenden Erlasses.

Wärmerückgewinnungsgerät bei einer mechanischen Zu- und Abluftanlage

In einer Lüftungszone z mit einer mechanischen Zu- und Abluftanlage kann die zugeführte Außenluft mehr oder weniger stark über einen Wärmetauscher vorgeheizt werden, welcher der Abluft Wärme entzieht. Die Zufuhr von Außenluft in der Lüftungszone z kann an mehreren Stellen erfolgen. In diesem Fall kann es sein, dass nicht die gesamte zugeführte Luft vorgeheizt wird. Umgekehrt kann es auch vorkommen, dass die Abluft über verschiedene Luftauslässe nach außen geleitet wird und bei einigen dieser Luftströme keine Wärmerückgewinnung erfolgt. Wenn in der Lüftungszone z der Gesamtvolumenstrom der mechanischen Zuluft am Ende nicht dem Gesamtvolumenstrom der mechanischen Abluft entspricht, entsteht zwangsläufig ein ungesteuerter zusätzlicher Luftstrom durch die Gebäudehülle (nach innen oder außen)⁴.

Ventilatoren mit automatischer Regelung des Volumenstroms wirken sich positiv auf den Reduktionsfaktor für Vorheizung aus, da das Gleichgewicht zwischen den Volumenströmen auch bei einer Änderung der Betriebsbedingungen (Verschmutzung der Filter usw.) aufrechterhalten werden kann. Die automatische Regelung des Volumenstroms ist eine Produkteigenschaft, die für alle Ventilatoren der Lüftungseinheit ermittelt wird und die sicherstellt, dass der Zuluftvolumenstrom nicht mehr als 5 % vom Sollwert abweicht. Diese Produkteigenschaft muss für jeden Ventilator der Lüftungseinheit auf der Grundlage von Volumenstrommessungen für alle Arten von Volumenströmen und des Drucks des Ventilators geprüft werden.

Der Reduktionsfaktor für Heizung, der sich aus der Vorheizung der in einer Lüftungszone z zugeführten Außenluft durch Wärmerückgewinnung ergibt, muss anhand der folgenden Formel ermittelt werden:

⁴ Der Einfachheit halber wird laut § 5.6 die mögliche Wechselwirkung zwischen Infiltration/Exfiltration und bewusster Lüftung üblicherweise nicht berücksichtigt.

$$\text{Gl. 45} \quad r_{\text{preh, heat, zone } z} = \frac{\sum_p \left\{ \dot{V}_{\text{in},p} - e_{\text{heat, hr},p} \cdot \min(\dot{V}_{\text{in},p}; \dot{V}_{\text{out},p}) \right\} + \max \left\{ 0; \sum_p (\dot{V}_{\text{out},p} - \dot{V}_{\text{in},p}) \right\}}{\max \left(\sum_p \dot{V}_{\text{in},p}; \sum_p \dot{V}_{\text{out},p} \right)} \quad (-)$$

Dabei ist:

$e_{\text{heat, hr},p}$	ein dimensionsloser Faktor, der den Umfang der Wärmerückgewinnung an der Stelle p angibt und wie folgt ermittelt wird: - wenn der zugeführte Außenluftstrom p nicht vorgeheizt wird, gilt: $e_{\text{heat, hr},p} = 0$; - wenn der zugeführte Außenluftstrom p mit einem Wärmerückgewinnungsgerät vorgeheizt wird, gilt: $e_{\text{heat, hr},p} = r_p \cdot \eta_{\text{test},p}$ Der Faktor r_p wird wie nachstehend beschrieben ermittelt. Der thermische Wirkungsgrad $\eta_{\text{test},p}$ des Wärmerückgewinnungsgeräts an der Stelle p wird wie in Anlage A.1 Abschnitt G des vorliegenden Erlasses angegeben ermittelt. Ein Wert für den thermischen Wirkungsgrad kann unter der Voraussetzung verwendet werden, dass weder $\dot{V}_{\text{in},p}$ noch $\dot{V}_{\text{out},p}$ größer als der während der Prüfung gemessene Volumenstrom sind, der in Anlage A.1 Abschnitt G des vorliegenden Erlasses definiert wird;
$\dot{V}_{\text{in},p}$	Zuluftvolumenstrom an der Stelle p in m³/h, wie nachstehend beschrieben ermittelt;
$\dot{V}_{\text{out},p}$	Abluftvolumenstrom an der Stelle p in m³/h, wie nachstehend beschrieben ermittelt.

Die Werte aller Stellen p der Lüftungszone z, an denen Außenluft mechanisch zugeführt und/oder Abluft mechanisch nach außen abgeleitet wird, sind zu addieren.

Der Zuluftvolumenstrom an der Stelle p wird wie folgt ermittelt:

- Wenn die Lüftungseinheit, die den Zuluftvolumenstrom und Abluftvolumenstrom an der Stelle p bereitstellt, mit einer automatischen Regelung wie vorstehend definiert ausgestattet ist, gilt:

$$\text{Gl. 46} \quad \dot{V}_{\text{in},p} = \dot{V}_{\text{supply, setpoint, nom},p}$$

wobei der Sollwert des Zuluftvolumenstroms an der Stelle p in m³/h bei Nennstellung des Ventilators für die Hygienelüftung berücksichtigt wird;

- In allen anderen Fällen gilt:

$$\text{Gl. 47} \quad \dot{V}_{\text{in},p} = \dot{V}_{\text{supply, design},p}$$

wobei der Auslegungsvolumenstrom der Zuluft an der Stelle p für die Hygienelüftung in m³/h berücksichtigt wird.

Der nach außen geleitete Abluftvolumenstrom an der Stelle p wird wie folgt ermittelt:

- Wenn die Lüftungseinheit, die den Zuluftvolumenstrom und Abluftvolumenstrom an der Stelle p bereitstellt, mit einer automatischen Regelung wie vorstehend definiert ausgestattet ist, gilt:

$$\text{Gl. 48} \quad \dot{V}_{\text{out},p} = \dot{V}_{\text{extr, setpoint, nom},p}$$

wobei der Sollwert des Abluftvolumenstroms in m³/h bei Nennstellung des Ventilators für die Hygienelüftung berücksichtigt wird;

- In allen anderen Fällen gilt:

$$\text{Gl. 49} \quad \dot{V}_{\text{out},p} = \dot{V}_{\text{extr, design},p}$$

wobei der Auslegungsvolumenstrom der Abluft an der Stelle p für die Hygienelüftung in m³/h berücksichtigt wird.

Wenn an der Stelle p eine Wärmerückgewinnung erfolgt, wird r_p wie folgt ermittelt:

- Wenn die Lüftungseinheit, die den Zuluftvolumenstrom und Abluftvolumenstrom an der Stelle p bereitstellt, mit einer automatischen Regelung wie vorstehend definiert ausgestattet ist, gilt:

$$r_p = 0,95$$

- In allen anderen Fällen gilt:

$$r_p = 0,85$$

Der Reduktionsfaktor, der für die Kühlungsberechnungen zu verwenden ist, wird wie folgt ermittelt:

$$\text{Gl. 50} \quad r_{\text{preh, cool, zone } z} = \frac{\sum_p \left\{ \dot{V}_{\text{in},p} - e_{\text{cool, hr},p} \cdot \min(\dot{V}_{\text{in},p}; \dot{V}_{\text{out},p}) \right\} + \max \left\{ 0; \sum_p (\dot{V}_{\text{out},p} - \dot{V}_{\text{in},p}) \right\}}{\max \left(\sum_p \dot{V}_{\text{in},p}; \sum_p \dot{V}_{\text{out},p} \right)} \quad (-)$$

wobei die verschiedenen Terme die gleichen wie oben sind, mit Ausnahme von $e_{\text{cool, hr},p}$, dessen Wert wie folgt ermittelt wird:

- Wenn das Wärmerückgewinnungsgerät p mit einem Bypass ausgestattet ist, durch den der Durchfluss durch den Wärmetauscher vollständig unterbrochen wird, oder wenn dieser auf eine andere Weise vollständig deaktiviert werden kann (z. B. durch Anhalten eines Rotationswärmetauschers), gilt:

$$\text{Gl. 51} \quad e_{\text{cool, hr},p} = 0 \quad (-)$$

- Wenn das Wärmerückgewinnungsgerät p mit einem Bypass ausgestattet ist, der Durchfluss durch den Wärmetauscher jedoch nicht vollständig unterbrochen oder auf eine andere Weise nicht vollständig deaktiviert ist, gilt:

$$\text{Gl. 52} \quad e_{\text{cool, hr},p} = 0,5 \times e_{\text{heat, hr},p} \quad (-)$$

- In allen anderen Fällen gilt:

$$\text{Gl. 53} \quad e_{\text{cool,hr,p}} = e_{\text{heat,hr,p}}$$

(-)

5.6.5 Zeitanteil, in dem die Lüftung in Betrieb ist

Die für die Heizungs- und Kühlungsrechnungen verwendeten Werte für den üblichen Zeitanteil, in dem die Lüftung in Betrieb ist, $f_{\text{vent,heat,fct f}}$ bzw. $f_{\text{vent,cool,fct f}}$, sind pro Funktion in Tabelle [7] aufgeführt.

Tabelle [7]: Übliche Zeitanteile $f_{\text{vent,heat,fct f}}$ und $f_{\text{vent,cool,fct f}}$ - pro Funktionsbereich

Funktionen		$f_{\text{vent,heat,fct f}}$	$f_{\text{vent,cool,fct f}}$	
			Natürliche Lüftung	Mechanische Lüftungsanlage
Unterkunft		1,00	1,00	Gleich wie $f_{\text{vent,heat,fct f}}$
Büros		0,30		
Unterricht		0,30		
Gesundheitswesen	Mit nächtlicher Nutzung	1,00		
	Ohne nächtliche Nutzung	0,30		
	Operationssaal	1,00		
Versammlungsbereich	Starke Nutzung	0,54		
	Geringe Nutzung	0,54		
	Cafeteria/Speisesaal	0,10		
Küche		0,36		
Handel/Dienstleistungen		0,43		
Sportanlagen	Sporthalle/Turnhalle	0,50		
	Fitness/Tanz	0,50		
	Sauna/Schwimmbad	0,50		
Technikräume		1,00		
Gemeinsame Flächen		Wie nachstehend ermittelt		
Sonstige		0,30		
Unbekannt		0,54		

Für die Funktion „Gemeinsame Flächen“: Wenn ein von dieser Funktion genutzter Funktionsbereich mehrere Funktionsbereiche versorgt, entsprechen die Werte der Parameter $f_{\text{vent,heat,fct f}}$ und $f_{\text{vent,cool,fct f}}$ den höchsten Werten in den versorgten Funktionsbereichen.

Wenn sich mehrere Funktionsbereiche mit unterschiedlichen Funktionen in der gleichen Lüftungszone befinden, sind die Werte der Parameter $f_{\text{vent,heat,fct } f}$ und $f_{\text{vent,cool,fct } f}$ aller Funktionsbereiche f , die zu dieser betreffenden Lüftungszone gehören, gleich und weisen die Werte des Funktionsbereichs f mit den höchsten Werten $f_{\text{vent,heat,fct } f}$ und $f_{\text{vent,cool,fct } f}$ auf.

5.7 Interne Wärmeerzeugung

Bei den betrachteten internen Wärmequellen handelt es sich um: Personen, Beleuchtung, Ventilatoren und andere Vorrichtungen. Die monatliche interne Wärmeerzeugung des Funktionsbereichs f für die Heizungsrechnungen wird wie folgt ermittelt:

$$\text{Gl. 54} \quad Q_{i,\text{heat,fct } f,m} = \Phi_{i,\text{heat,fct } f,m} \cdot t_m \quad (\text{MJ})$$

$$\text{Gl. 55} \quad Q_{i,\text{cool,fct } f,m} = \Phi_{i,\text{cool,fct } f,m} \cdot t_m \quad (\text{MJ})$$

Dabei ist:

$$\text{Gl. 56} \quad \Phi_{i,\text{heat,fct } f,m} = 0,8 \cdot \left(q_{i,\text{pers,fct } f} \cdot f_{\text{real,fct } f} \cdot f_{\text{pres,fct } f} \cdot n_{\text{design,fct } f} + q_{i,\text{app,fct } f} \cdot A_{f,\text{fct } f} + r_{\text{light,fct } f} \cdot W_{\text{light,fct } f,m} \cdot 3,6/t_m + r_{\text{fans,heat,fct } f} \cdot W_{\text{fans,fct } f,m} \cdot 3,6/t_m \right) \quad (\text{W})$$

$$\text{Gl. 57} \quad \Phi_{i,\text{cool,fct } f,m} = \left(q_{i,\text{pers,fct } f} \cdot f_{\text{real,fct } f} \cdot f_{\text{pres,fct } f} \cdot n_{\text{design,fct } f} + q_{i,\text{app,fct } f} \cdot A_{f,\text{fct } f} + r_{\text{light,fct } f} \cdot W_{\text{light,fct } f,m} \cdot 3,6/t_m + r_{\text{fans,cool,fct } f} \cdot W_{\text{fans,fct } f,m} \cdot 3,6/t_m \right) \quad (\text{W})$$

Dabei ist:

$Q_{i,\text{heat,fct } f,m}$	die monatliche interne Wärmeerzeugung in MJ des Funktionsbereichs f für die Heizungsrechnungen;
$Q_{i,\text{cool,fct } f,m}$	die monatliche interne Wärmeerzeugung in MJ des Funktionsbereichs f für die Kühlungsrechnungen;
$\Phi_{i,\text{heat,fct } f,m}$	der infolge der internen Wärmeerzeugung entstandene durchschnittliche Wärmefluss in W im Funktionsbereich f für die Heizungsrechnungen;
$\Phi_{i,\text{cool,fct } f,m}$	der infolge der internen Wärmeerzeugung entstandene durchschnittliche Wärmefluss in W im Funktionsbereich f für die Kühlungsrechnungen;
$q_{i,\text{pers,fct } f}$	die durchschnittliche spezifische interne Wärmeerzeugung durch Personen in W/pers im Funktionsbereich f , aufgeführt in Tabelle [8];
$f_{\text{real,fct } f}$	das übliche Verhältnis zwischen der durchschnittlichen tatsächlichen Nutzung in den Nutzungszeiten und der maximalen Auslegungsnutzung des Funktionsbereichs f , aufgeführt in Tabelle [8], (-);
$f_{\text{pres,fct } f}$	der übliche Zeitanteil, in dem Personen im Gebäude anwesend sind, ermittelt auf der Basis des Funktionsbereichs f und aufgeführt in Tabelle [2], (-);
$n_{\text{design,fct } f}$	die Anzahl der Personen, die sich in dem betreffenden Funktionsbereich f gemäß der maximalen Nutzung befinden, für die die Lüftungssysteme ausgelegt sind, (-);
$q_{i,\text{app,fct } f}$	die durchschnittliche spezifische interne Wärmeerzeugung durch Vorrichtungen in W/m ² im betreffenden Funktionsbereich f , aufgeführt in Tabelle [8];
$A_{f,\text{fct } f}$	die Nutzfläche in m ² des betreffenden Funktionsbereichs f ;

$r_{\text{light}, \text{fct } f}$	ein Reduktionsfaktor für den Funktionsbereich f, dessen Wert entspricht: - 0,3, wenn der Energieverbrauch für die Beleuchtung des Funktionsbereichs f gemäß § 9.2 ermittelt wird (Pauschalmethode), - 0,5, wenn eine Ableitung bei mindestens 70 % der im betreffenden Funktionsbereich f vorhandenen Beleuchtungskörper vorliegt, nach der Leistungsaufnahme gewichtet, - 1,0 in den anderen Fällen;
$W_{\text{light}, \text{fct } f, m}$	die monatliche interne Wärmezeugung durch die Beleuchtung in kWh im betreffenden Funktionsbereich f , ermittelt gemäß § 9.2.2 oder § 9.3.2;
$r_{\text{fans}, \text{heat}, \text{fct } f}$ $r_{\text{fans}, \text{cool}, \text{fct } f}$	ein Reduktionsfaktor für Heizung bzw. Kühlung, dessen Wert entspricht: - 0, wenn nur eine mechanische Ableitung vorhanden ist, - 0,6, wenn eine mechanische Zu- und Abluftanlage vorhanden ist, - 0,8, wenn eine Rückführung oder Wärmerückgewinnung vorhanden ist, - 0,3, wenn eine mechanische Luftzufuhr vorhanden ist und die Leistung der Ventilatoren gemäß § 8.1.3 ermittelt wird (Pauschalmethode), - 0,5 in den anderen Fällen;
$W_{\text{fans}, \text{fct } f, m}$	die interne Wärmezeugung durch die Ventilatoren in kWh im betreffenden Funktionsbereich f , ermittelt gemäß § 8.1;
t_m	die Dauer des Monats in Ms, aufgeführt in Tabelle [1].

Tabelle [8]: Interne Wärmeerzeugung durch Personen und Vorrichtungen sowie tatsächlicher Nutzungsanteil - pro Funktion

Funktionen		Interne Wärmeerzeugung durch Personen $Q_{i,pers,fct\ f} \text{ (W/pers)}$	Interne Wärmeerzeugung durch Vorrichtungen $Q_{i,app,fct\ f} \text{ (W/m}^2\text{)}$	Tatsächlicher Nutzungsanteil $f_{real,fct\ f} \text{ (-)}$
Unterkunft		100	2	0,21
Büros		100	3	0,30
Unterricht		100	1	0,50
Gesundheitswe- sen	Mit nächtlicher Nutzung	100	4	0,80
	Ohne nächtliche Nutzung	100	3	0,50
	Operationssaal	100	4	0,20
Versammlungsbe- reich	Starke Nutzung	100	2	0,30
	Geringe Nutzung	100	1	0,30
	Cafeteria/Speisesaal	100	2	0,15
Küche		100	5	0,80
Handel/Dienstleist- ungen		100	3	0,30
Sportanlagen	Sporthalle/Turnhalle	300	1	0,30
	Fitness/Tanz	300	1	0,30
	Sauna/Schwimmbad	300	1	0,30
Technikräume		100	5	0,05
Gemeinsame Flächen		100	1	0,15
Sonstige		100	3	0,30
Unbekannt		100	2	0,30

5.8 Wärmegewinne durch Sonneneinstrahlung

Die monatlichen Wärmegewinne durch Sonneneinstrahlung pro Funktionsbereich für die Heizungsberechnungen, $Q_{s,heat,fct\ f,m}$, und Kühlungsberechnungen, $Q_{s,cool,fct\ f,m}$, werden gemäß Anlage A.1 § 7.10 des vorliegenden Erlasses ermittelt, indem die Tatsache berücksichtigt wird, dass die energetische Berechnung auf Ebene des Funktionsbereichs f und nicht auf Ebene des Energiesektors i durchgeführt wird. Zu diesem Zweck werden die Werte aller lichtdurchlässigen/lichtdurchscheinenden Wände, nicht belüfteter passiver Solarenergieanlagen und nicht beheizter, benachbarter Räume des Funktionsbereichs f addiert.

Im Gegensatz zu Anlage A.1 des vorliegenden Erlasses wird der monatliche Nutzungsfaktor der beweglichen Sonnenschutzvorrichtungen, $a_{c,m,j}$, anhand von Tabelle [9] ermittelt. Diese Tabelle bezieht sich auf die Tabellen C1 und C3 von Anlage A.1 Abschnitt C des vorliegenden Erlasses:

Tabelle [9]: Monatlicher Nutzungsfaktor $a_{c,m,j}$ je nach Berechnungsart

Steuerung	Heizung	Kühlung
Manuell	Tabellen C1	$\text{MAX}(0; \text{Tabellen C1} - 0,1)$
Automatisch	Tabellen C1	$\text{MAX}(0; \text{Tabellen C3} - 0,1)$
Automatisch + Wochenende ⁽¹⁾	Tabellen C1	Tabellen C3
⁽¹⁾ Für die Fälle, in denen die Sonnenschutzvorrichtungen den ganzen Tag am Wochenende in Betrieb sind.		

Wenn ein Fenster mit mehreren beweglichen Sonnenschutzsystemen ausgestattet ist (zum Beispiel innen und außen), ist für die Heizungsrechnungen das System mit dem höchsten F_c -Wert zu berücksichtigen und für die Kühlungsrechnungen das System mit dem niedrigsten F_c -Wert.

5.9 Effektive Wärmekapazität

5.9.1 Prinzip

Für die Ermittlung der effektiven Wärmekapazität kann man zwischen zwei Methoden wählen:

- entweder auf der Grundlage der spezifischen Wärmekapazität pro m^2 Nutzfläche des Funktionsbereichs gemäß § 5.9.2;
- oder auf der Grundlage einer genauen Berechnung gemäß § 5.9.3.

5.9.2 Effektive Wärmekapazität auf der Grundlage der Fußbodenmasse

Die effektive Wärmekapazität in kJ/K des Funktionsbereichs f , $C_{fct f}$, wird auf der Grundlage der Fußbodenmasse wie folgt ermittelt:

$$\text{Gl. 58} \quad C_{fct f} = \sum_j D_j \cdot A_{f,fct f,j} \quad (\text{kJ/K})$$

Dabei ist:

$C_{fct f}$ die effektive Wärmekapazität in kJ/K des Funktionsbereichs f ;
 D_j die effektive spezifische Wärmekapazität in $\text{kJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$,
aufgeführt in

Tabelle [10]; der Standardwert beträgt $55 \text{ kJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$;

$A_{f, \text{fct } f, j}$ die Nutzfläche in m^2 des Teils j von Funktionsbereich f .

Die Werte aller Teile j , die zusammen die Nutzfläche des Funktionsbereichs f bilden, sind zu addieren.

Tabelle [10]: Effektive spezifische Wärmekapazität D_j in $\text{kJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ pro Nutzflächeneinheit

Mindestmasse der Decken- und Fußbodenstruktur pro Nutzflächeneinheit (kg/m^2)	Geschlossene abgehängte Decke und aufgeständerter Doppelboden	Geschlossene abgehängte Decke oder aufgeständerter Doppelboden	Weder geschlossene abgehängte Decke noch aufgeständerter Doppelboden
Unter 100	55	55	55
100 bis 400	55	110	180
Über 400	55	180	360

Eine abgehängte Decke gilt als geschlossen, wenn weniger als 15 % der Nettofläche der Decke offen ist.

5.9.3 Effektive Wärmekapazität auf der Grundlage einer detaillierten Berechnung

Die effektive Wärmekapazität in kJ/K des Funktionsbereichs f , $C_{\text{fct } f}$, wird als Summe der aktiven Masse aller Tragwerkselemente, die sich im Funktionsbereich f befinden oder die den Funktionsbereich f umschließen, wie folgt berechnet, wobei die nichttragenden Innenwände nicht berücksichtigt werden:

$$\text{Gl. 59} \quad C_{\text{fct } f} = \sum_k \rho_k \cdot c_k \cdot d_k \cdot A_k \quad (\text{kJ}/\text{K})$$

Dabei ist:

- $C_{\text{fct } f}$ die effektive Wärmekapazität in kJ/K des Funktionsbereichs f ;
 ρ_k die Volumenmasse eines Bauteils k in kg/m^3 ;
 c_k die spezifische Wärmekapazität eines Bauteils k in $\text{kJ}/\text{kg} \cdot \text{K}$;
 d_k die aktive Dicke des Bauteils k in m , die der Dicke des Bauelements entspricht, sofern der Wärmewiderstand des Bauelements, der senkrecht zur Innenfläche berechnet wird, kleiner als $0,25 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ ist. Dabei darf d_k nicht größer als 100 mm sein und nicht mehr als die Hälfte der Gesamtdicke der Konstruktion ausmachen. Handelt es sich um abgehängte Deckenstrukturen, bei denen mindestens 15 % der Nettofläche offen sind, kann der Widerstand der offenen abgehängten Decke für die Ermittlung des Wärmewiderstands des Bauelements ab der Innenfläche außer Acht gelassen werden;
 A_k die Fläche des Bauelements k in m^2 .

Die Werte aller Bauelemente k mit Ausnahme nichttragender Wände, die sich im Funktionsbereich f befinden oder den Funktionsbereich f umschließen, sind zu addieren.

5.10 Monatlicher Nettoenergiebedarf für Brauchwarmwasser

Bei der Berechnungsmethode wird der jährliche Nettogesamtbedarf jeder Warmwasserentnahmestelle in jedem Funktionsbereich direkt verwendet (in MJ ausgedrückt). Der monatliche Nettoenergiebedarf pro Warmwasserentnahmestelle wird auf der Grundlage des gewichteten jährlichen Bedarfs pro Anteil t_m/t_a berechnet. Der monatliche Nettoenergiebedarf für Brauchwarmwasser ist

nachstehend angegeben, wobei zwischen dem Bedarf für Duschen und/oder Badewannen i, Küchenspülen j und jeder der anderen Warmwasserentnahmestellen k unterschieden wird:

- Für eine Dusche oder Badewanne i:

$$\text{Gl. 60} \quad Q_{\text{water,bath } i,\text{net},m} = r_{\text{water,bath } i,\text{net}} \cdot f_{\text{bath } i,\text{fct } f} \cdot Q_{\text{water,bath,net,fct } f,a} \cdot \frac{t_m}{t_a} \quad (\text{MJ})$$

- Für eine Küchenspüle j (wenn das Spülbecken Teil einer Küche ist, in der Mahlzeiten zubereitet werden):

$$\text{Gl. 61} \quad Q_{\text{water,sink } j,\text{net},m} = r_{\text{water,sink } j,\text{net}} \cdot f_{\text{sink } j,\text{fct } f} \cdot Q_{\text{water,sink,net,fct } f,a} \cdot \frac{t_m}{t_a} \quad (\text{MJ})$$

- Für eine andere Warmwasserentnahmestelle k:

$$\text{Gl. 62} \quad Q_{\text{water,other } k,\text{net},m} = r_{\text{water,other } k,\text{net}} \cdot f_{\text{other } k,\text{fct } f} \cdot Q_{\text{water,other,net,fct } f,a} \cdot \frac{t_m}{t_a} \quad (\text{MJ})$$

Dabei ist:

$Q_{\text{water,bath } i,\text{net},m}$	der monatliche Nettoenergiebedarf in MJ für Brauchwarmwasser der Dusche oder Badewanne i;
$Q_{\text{water,sink } j,\text{net},m}$	der monatliche Nettoenergiebedarf in MJ für Brauchwarmwasser der Küchenspüle j;
$Q_{\text{water,other } k,\text{net},m}$	der monatliche Nettoenergiebedarf in MJ für Brauchwarmwasser einer Warmwasserentnahmestelle k;
$r_{\text{water,bath } i,\text{net}}$	ein Reduktionsfaktor zur Berücksichtigung des Effekts des Vorheizens des der Dusche oder Badewanne i zugeführten kalten Wassers durch Wärmerückgewinnung aus dem Abfluss, der nach den vom Minister festgelegten Regeln zu ermitteln ist (-);
$r_{\text{water,sink } j,\text{net}}$	ein Reduktionsfaktor zur Berücksichtigung des Effekts des Vorheizens des der Küchenspüle j zugeführten kalten Wassers durch Wärmerückgewinnung aus dem Abfluss, der nach den vom Minister festgelegten Regeln zu ermitteln ist (-);
$r_{\text{water,other } k,\text{net}}$	ein Reduktionsfaktor zur Berücksichtigung des Effekts des Vorheizens des der Warmwasserentnahmestelle k zugeführten kalten Wassers durch Wärmerückgewinnung aus dem Abfluss, der nach den vom Minister festgelegten Regeln zu ermitteln ist (-);
$f_{\text{bath } i,\text{fct } f}$	der Anteil der Dusche oder Badewanne i am Nettoenergiebedarf für Brauchwarmwasser insgesamt aller Duschen und Badewannen des Funktionsbereichs f, zu dem die betreffende Dusche oder Badewanne gehört, wie nachstehend ermittelt (-);
$f_{\text{sink } j,\text{fct } f}$	der Anteil der Küchenspüle j am Nettoenergiebedarf für Brauchwarmwasser insgesamt aller Küchenspülen des Funktionsbereichs f, zu dem die betreffende Küchenspüle gehört, wie nachstehend ermittelt (-);
$f_{\text{other } k,\text{fct } f}$	der Anteil der Warmwasserentnahmestelle k am Nettoenergiebedarf für Brauchwarmwasser insgesamt aller Warmwasserentnahmestellen des Funktionsbereichs f, zu dem die betreffende Warmwasserentnahmestelle gehört, wie nachstehend ermittelt (-);
$Q_{\text{water,bath,net,fct } f,a}$	der jährliche Nettoenergiebedarf in MJ für Brauchwarmwasser aller Duschen und Badewannen des Funktionsbereichs f, zu dem

	die betreffende Dusche oder Badewanne gehört, wie in 5.10.1 ermittelt;
$Q_{\text{water,sink,net,fct } f,a}$	der jährliche Nettoenergiebedarf in MJ für Brauchwarmwasser aller Küchenspülen j des Funktionsbereichs f , zu dem die betreffende Küchenspüle gehört, wie in 5.10.2 ermittelt;
$Q_{\text{water,other,net,fct } f,a}$	der jährliche Nettoenergiebedarf in MJ für Brauchwarmwasser aller Warmwasserentnahmestellen des Funktionsbereichs f , zu dem die betreffende Warmwasserentnahmestelle gehört, wie in 5.10.3 ermittelt;
t_m	die Länge des betreffenden Monats in Ms, siehe Tabelle [1];
t_a	die Länge des Jahres in Ms, die der Summe der 12 Werte t_m von Tabelle [1] entspricht, das heißt 31,536 Ms.

Besonderheit der Funktion „Unterricht“: der monatliche Nettoenergiebedarf dieser Funktionsbereiche für Brauchwarmwasser ($Q_{\text{water,bath } i,\text{net,m}}, Q_{\text{water,sink } j,\text{net,m}}, Q_{\text{water,other } k,\text{net,m}}$) wird während der Monate Juli und August als gleich Null betrachtet.

Die Anteile der verschiedenen Warmwasserentnahmestellen pro Funktionsbereich werden wie folgt ermittelt:

$$\text{Gl. 63} \quad f_{\text{bath } i,\text{fct } f} = \frac{1}{n_{\text{bath,fct } f}}, \quad f_{\text{sink } j,\text{fct } f} = \frac{1}{n_{\text{sink,fct } f}} \quad \text{und}$$

$$f_{\text{other } k,\text{fct } f} = \frac{1}{n_{\text{other,fct } f}} \quad (-)$$

Dabei ist:

$n_{\text{bath,fct } f}$	die Gesamtanzahl der Duschen und/oder Badewannen im Funktionsbereich f , (-);
$n_{\text{sink,fct } f}$	die Gesamtanzahl der Küchenspülen im Funktionsbereich f , (-);
$n_{\text{other,fct } f}$	die Gesamtanzahl der Warmwasserentnahmestellen im Funktionsbereich f , bei denen es sich weder um Duschen und/oder Badewannen noch um Küchenspülen handelt, (-).

5.10.1 Jährlicher Nettoenergiebedarf für Brauchwarmwasser der Duschen und/oder Badewannen

Wenn ein Funktionsbereich Duschen und/oder Badewannen i aufweist, ist der jährliche Nettoenergiebedarf für Brauchwarmwasser dieser Duschen und/oder Badewannen i pro Funktion in

Tabelle [11] definiert:

Tabelle [11]: Jährlicher Nettobedarf für Brauchwarmwasser und Anzahl der Nutzungstage - pro Funktion

Funktionen		$Q_{\text{water,bath,net,fct f,a}}$ (MJ)	$n_{\text{day,fct f}}$ (-)
Unterkunft		$1604,59 \cdot n_{\text{design,rooms}}$	365
Büros		$5606,00 \cdot n_{\text{bath}}$	260
Unterricht		$5606,00 \cdot n_{\text{bath}}$	220
Gesundheitswesen	Mit nächtlicher Nutzung	$962,75 \cdot n_{\text{design,rooms}}$	365
	Ohne nächtliche Nutzung	$5606,00 \cdot n_{\text{bath}}$	260
	Operationssaal	$7870,00 \cdot n_{\text{bath}}$	365
Versammlungs- bereich	Starke Nutzung	$6727,00 \cdot n_{\text{bath}}$	312
	Geringe Nutzung	$6727,00 \cdot n_{\text{bath}}$	312
	Cafeteria/Speisesaal	$5606,00 \cdot n_{\text{bath}}$	260
Küche		$6727,00 \cdot n_{\text{bath}}$	312
Handel/Dienstleistungen		$6727,00 \cdot n_{\text{bath}}$	312
Sportanlagen	Sporthalle/Turnhalle	$6727,00 \cdot n_{\text{bath}}$	312
	Fitness/Tanz	$6727,00 \cdot n_{\text{bath}}$	312
	Sauna/Schwimmbad	$6727,00 \cdot n_{\text{bath}}$	312
Technikräume		$7870,00 \cdot n_{\text{bath}}$	365
Gemeinsame Flächen		$21,56 \cdot \max(n_{\text{day,fct f}}) \cdot n_{\text{bath}}$	-
Sonstige		$5606,00 \cdot n_{\text{bath}}$	260
Unbekannt		$6727,00 \cdot n_{\text{bath}}$	312

Dabei ist:

$Q_{\text{water,bath,net,fct f,a}}$	der jährliche Nettoenergiebedarf in MJ für Brauchwarmwasser aller Duschen und Badewannen des Funktionsbereichs f;
$n_{\text{design,rooms}}$	die Gesamtanzahl der Personen, die sich in Räumen des Typs „Zimmer“ des Funktionsbereichs f gemäß der maximalen Nutzung befinden, für die die Lüftungssysteme ausgelegt sind, (-);
n_{bath}	die Gesamtanzahl der Duschen und/oder Badewannen im Funktionsbereich f, (-);
$n_{\text{day,fct f}}$	die Anzahl der Tage pro Jahr, an denen der Funktionsbereich f genutzt wird, (-).

Für die Funktion „Gemeinsame Flächen“: Der jährliche Nettoenergiebedarf für Brauchwarmwasser aller Duschen und Badewannen eines von dieser Funktion genutzten Funktionsbereichs ergibt sich, indem die maximale Anzahl von Tagen pro Jahr ermittelt wird, an denen dieser Funktionsbereich genutzt wird. Die Anzahl hängt von den Funktionen ab, die von diesem Funktionsbereich versorgt werden.

5.10.2 Jährlicher Nettoenergiebedarf für Brauchwarmwasser der Küchenspülen

Wenn ein Raum des Typs „Küche“ vorhanden ist, in dem Mahlzeiten zubereitet werden und in dem es ein oder mehrere Spülen (mit Warmwasser) gibt, muss für den Funktionsbereich, zu dem dieser Küchenraum gehört, ein zusätzlicher jährlicher

Nettoenergiebedarf für Brauchwarmwasser berücksichtigt werden, das zur Zubereitung von Mahlzeiten in diesem Küchenraum notwendig ist.

Wenn dieser Küchenraum nur einen Funktionsbereich f versorgt, wird der jährliche Nettoenergiebedarf für das zur Zubereitung von Mahlzeiten notwendige Brauchwarmwasser für diese Küche wie folgt berechnet $f_{ct} f_{fct} f$:

$$\text{G1. 64} \quad Q_{\text{water, sink, net, fct } f, a} = n_{\text{meal}} \cdot n_{\text{serv, fct } f} \cdot Q_{\text{water, sink, net, fct } f, \text{meal}} \quad (\text{MJ})$$

Dabei ist:

n_{meal}	die Anzahl der pro Essensausgabe zubereiteten Mahlzeiten, wie nachstehend definiert, (-);
$n_{\text{serv, fct } f}$	die Anzahl der pro Tag gewährleisteten Essensausgaben. Diese Anzahl hängt von der versorgten Funktion ab und ist in Tabelle [12] aufgeführt, (-);
$Q_{\text{water, sink, net, fct } f, \text{meal}}$	der jährliche Nettoenergiebedarf für Brauchwarmwasser in MJ, das zur Zubereitung von Mahlzeiten benötigt wird, pro Mahlzeit und für alle Küchenspülen des Funktionsbereichs f . Diese Anzahl hängt von der versorgten Funktion ab und ist in Tabelle [12] aufgeführt.

Wenn dieser Küchenraum mehrere Funktionsbereiche versorgt, wird der jährliche Nettoenergiebedarf für das zur Zubereitung von Mahlzeiten benötigte Brauchwarmwasser für diese Küche im Verhältnis zur Gesamtnutzfläche der versorgten Funktionsbereiche berechnet:

$$\text{G1. 65} \quad Q_{\text{water, sink, net, fct } f, a} = \frac{n_{\text{meal}} \cdot \sum_f A_{f, \text{fct } f} \cdot (n_{\text{serv, fct } f} \cdot Q_{\text{water, sink, net, fct } f, \text{meal}})}{\sum_f A_{f, \text{fct } f}} \quad (\text{MJ})$$

Dabei ist:

$A_{f, \text{fct } f}$	die Gesamtnutzfläche in m^2 des versorgten Funktionsbereichs f ;
n_{meal}	die Anzahl der pro Essensausgabe zubereiteten Mahlzeiten, wie vorstehend definiert, (-);
$n_{\text{serv, fct } f}$	die Anzahl der pro Tag gewährleisteten Essensausgaben für jeden versorgten Funktionsbereich, wie in Tabelle [12] aufgeführt, (-);
$Q_{\text{water, sink, net, fct } f, \text{meal}}$	der jährliche Nettoenergiebedarf für Brauchwarmwasser in MJ, das zur Zubereitung von Mahlzeiten benötigt wird, pro Mahlzeit und für jeden versorgten Funktionsbereich, wie in Tabelle [12] aufgeführt.

Die Werte aller von der Küche versorgten Funktionsbereiche f sind zu addieren.

Anzahl der pro Essensausgabe zubereiteten Mahlzeiten

Der Parameter n_{meal} hängt von der Nutzfläche der Räume ab, die für die Zubereitung der Mahlzeiten benötigt werden:

$$\text{Gl. 66} \quad \text{Wenn } A_{f,\text{sink}} \leq 200 \text{ m}^2: \quad n_{\text{meal}} = \frac{A_{f,\text{sink}}}{1,85} \quad (-)$$

$$\text{Wenn } 200 \text{ m}^2 < A_{f,\text{sink}} \leq 450 \text{ m}^2: n_{\text{meal}} = \frac{A_{f,\text{sink}}}{1,75} \quad (-)$$

$$\text{Wenn } A_{f,\text{sink}} > 450 \text{ m}^2: \quad n_{\text{meal}} = \frac{A_{f,\text{sink}}}{1,55} \quad (-)$$

Dabei ist:

$A_{f,\text{sink}}$ die Nutzfläche der Räume in m^2 , die für die Zubereitung der Mahlzeiten benötigt werden;

n_{meal} die Anzahl der pro Essensausgabe zubereiteten Mahlzeiten, (-).

Für die Berechnung dieser Fläche müssen alle Räume berücksichtigt werden, die zur Zubereitung der Mahlzeiten benötigt werden (falls im Gebäude vorhanden), sowie mindestens folgende Räume: Küche, Essensausgabe, Lagerung von Kühlprodukten, Lagerung von nicht gekühlten Produkten und Lieferung/Abfallbeseitigung.

Tabelle [12]: Anzahl der Essensausgaben pro Tag und jährlicher Nettoenergiebedarf für Brauchwarmwasser der Küchenspülen pro Mahlzeit - pro versorgter Funktion

Funktionen		$n_{\text{serv, fct f}}$	$Q_{\text{water, sink, net, fct f, meal}}$ (MJ)
Unterkunft		1	761,85
Büros		1	544,18
Unterricht		1	544,18
Gesundheitswesen	Mit nächtlicher Nutzung	2	761,85
	Ohne nächtliche Nutzung	1	544,18
	Operationssaal	-	0,00
Versammlungsbereich	Starke Nutzung	2	653,02
	Geringe Nutzung	2	653,02
	Cafeteria/Speisesaal	1	544,18
Küche		Nicht zutreffend	
Handel/Dienstleistungen		1	653,02
Sportanlagen	Sporthalle/Turnhalle	2	653,02
	Fitness/Tanz	2	653,02
	Sauna/Schwimmbad	2	653,02
Technikräume		-	0,00
Gemeinsame Flächen		-	0,00
Sonstige		1	544,18
Unbekannt		1	544,18

5.10.3 Jährlicher Nettoenergiebedarf für Brauchwarmwasser der anderen Warmwasserentnahmestellen (andere als Duschen und/oder Badewannen und Küchenspülen)

Wenn andere Warmwasserentnahmestellen als Duschen und/oder Badewannen und Küchenspülen im Funktionsbereich f vorhanden sind, muss der jährliche Nettoenergiebedarf für Brauchwarmwasser insgesamt, das für diese anderen Warmwasserentnahmestellen benötigt wird, berücksichtigt werden.

Wenn keine anderen Warmwasserentnahmestellen als Duschen und/oder Badewannen und Küchenspülen im Funktionsbereich f vorhanden sind, gilt $Q_{\text{water,net,other,fct } f,a} = 0$.

Der jährliche Nettoenergiebedarf für Brauchwarmwasser aller Warmwasserentnahmestellen k , mit Ausnahme der Duschen und/oder Badewannen i und der Küchenspülen j , ist je nach Funktion in Tabelle [13] festgelegt.

Tabelle [13]: Jährlicher Nettobedarf für Brauchwarmwasser aller anderen Warmwasserentnahmestellen - pro Funktion

Funktionen		$Q_{\text{water,net,other,fct } f,a}$ (MJ)
Unterkunft		$1069,73 \cdot n_{\text{design,rooms}}$
Büros		$5 \cdot A_{f,\text{fct } f}$
Unterricht		$5 \cdot A_{f,\text{fct } f}$
Gesundheitswesen	Mit nächtlicher Nutzung	$1444,13 \cdot n_{\text{design,rooms}}$
	Ohne nächtliche Nutzung	$54,58 \cdot A_{f,\text{fct } f}$
	Operationssaal	$5 \cdot A_{f,\text{fct } f}$
Versammlungsbereich	Starke Nutzung	$5 \cdot A_{f,\text{fct } f}$
	Geringe Nutzung	$5 \cdot A_{f,\text{fct } f}$
	Cafeteria/Speisesaal	$5 \cdot A_{f,\text{fct } f}$
Küche		$5 \cdot A_{f,\text{fct } f}$
Handel/Dienstleistungen		$5 \cdot A_{f,\text{fct } f}$
Sportanlagen	Sporthalle/Turnhalle	$5 \cdot A_{f,\text{fct } f}$
	Fitness/Tanz	$5 \cdot A_{f,\text{fct } f}$
	Sauna/Schwimmbad	$5 \cdot A_{f,\text{fct } f}$
Technikräume		$5 \cdot A_{f,\text{fct } f}$
Gemeinsame Flächen		$5 \cdot A_{f,\text{fct } f}$
Sonstige		$5 \cdot A_{f,\text{fct } f}$
Unbekannt		$5 \cdot A_{f,\text{fct } f}$

Dabei ist:

$Q_{\text{water,net,other,fct } f,a}$ der jährliche Nettoenergiebedarf in MJ für Brauchwarmwasser aller anderen Warmwasserentnahmestellen des Funktionsbereichs f ;

$n_{\text{design,rooms}}$ die Gesamtanzahl der Personen, die sich in Räumen des Typs „Zimmer“ des Funktionsbereichs f gemäß der maximalen Nutzung befinden, für die die Lüftungssysteme ausgelegt sind, (-);

$A_{f,\text{fct } f}$ die Gesamtnutzfläche des Funktionsbereichs f in m^2 .

5.11 Monatlicher Nettoenergiebedarf für Luftbefeuchtung

Wenn die Gebäudeanlagen Einrichtungen zur Befeuchtung von Außenluft für die PEN-Einheit (oder einen Teil davon) umfassen, ergibt sich der monatliche Nettoenergiebedarf eines Geräts j für die Luftbefeuchtung wie folgt:

$$\text{Gl. 67} \quad Q_{\text{hum,net,j,m}} = 2,5 \cdot r_{\text{hum}} \cdot \sum_f X_{\text{h,fct f,m}} \cdot \dot{V}_{\text{supply,j,fct f,design}} \quad (\text{MJ})$$

Dabei ist:

$Q_{\text{hum,net,j,m}}$ der monatliche Nettoenergiebedarf in MJ für einen Luftbefeuchter j;

r_{hum} ein Reduktionsfaktor mit folgendem Wert:

- wenn die Luftbefeuchtungsanlage für den Transport der Luftfeuchtigkeit von der Fortluft zur Zuluft ausgelegt ist:

$r_{\text{hum}} = 0,4$;

- ansonsten gilt: $r_{\text{hum}} = 1,0$;

$X_{\text{h,fct f,m}}$ die monatliche Menge an Luftfeuchtigkeit in kg.h/m³, die pro Volumenstromeinheit an Zuluft für den Funktionsbereich f bereitzustellen ist, aufgeführt in Tabelle [14];

$\dot{V}_{\text{supply,j,fct f,design}}$ der über den Luftbefeuchter j eintretende Auslegungsvolumenstrom an Außenluft in m³/h für den Funktionsbereich f.

Die Werte aller vom Luftbefeuchter j versorgten Funktionsbereiche f sind zu addieren.

Bemerkungen:

- Als Einrichtung zur Feuchterückgewinnung kann ein Rotationswärmetauscher in Betracht gezogen werden, auf den eine hygroskopische Schicht aufgebracht wurde;
- eine Rückführung zur Feuchterückgewinnung wird im Rahmen dieses Absatzes nicht berücksichtigt. Der Rückführungseffekt wurde bereits im anzuwendenden Luftvolumenstrom berücksichtigt.

Tabelle [14]: Monatswerte der Menge an Luftfeuchtigkeit in kg.h/m³, die pro Luftvolumenstromeinheit $X_{h, fct f, m}$ pro Funktion zuzuführen ist

Funktionen		Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
Unterkunft		0,15	0,15	0,09	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,10	0,14
Büros		0,38	0,37	0,23	0,08	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,25	0,36
Unterricht		0,38	0,37	0,23	0,08	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,25	0,36
Gesundheitswesen	Mit nächtlicher Nutzung	0,38	0,37	0,23	0,08	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,25	0,36
	Ohne nächtliche Nutzung	0,38	0,37	0,23	0,08	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,25	0,36
	Operationssaal	0,38	0,37	0,23	0,08	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,25	0,36
Versammlungsber eich	Starke Nutzung	0,15	0,15	0,09	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,10	0,14
	Geringe Nutzung	0,15	0,15	0,09	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,10	0,14
	Cafeteria/Speisesaal	0,15	0,15	0,09	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,10	0,14
Küche		0,15	0,15	0,09	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,10	0,14
Handel/Dienstleistungen		0,15	0,15	0,09	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,10	0,14
Sportanlagen	Sporthalle/Turnhalle	0,15	0,15	0,09	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,10	0,14
	Fitness/Tanz	0,15	0,15	0,09	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,10	0,14
	Sauna/Schwimmbad	0,15	0,15	0,09	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,10	0,14
Technikräume		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gemeinsame Flächen		0,15	0,15	0,09	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,10	0,14
Sonstige		0,38	0,37	0,23	0,08	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,25	0,36
Unbekannt		0,15	0,15	0,09	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,10	0,14

6 Bruttoenergiebedarf für Heizung, Kühlung und Brauchwarmwasser

6.1 Prinzip

Heiz- und Kühlanlagen können sehr schnell sehr komplex werden. Aus diesem Grund werden die Anlagen in diesem Kapitel in energetischer Hinsicht schematisch bewertet. Der Wirkungsgrad des Systems stellt die Energieverschwendung aufgrund des gleichzeitigen Heizens und Kühlens eines Energiesektors und der Energieverluste durch die Wärme- oder Kälteübertragung innerhalb eines Energiesektors dar. Die Berechnungen werden anhand von konstanten jährlichen Durchschnittswerten durchgeführt.

Eine Brauchwarmwasseranlage besteht aus folgenden Komponenten:

- einer Wärmeerzeugungsanlage. Hier sind zwei Arten zu unterscheiden: Durchlauferhitzer und Speichergeräte. In beiden Fällen kann der für die Raumheizung verwendete Wärmeerzeuger auch die Wärme für das Brauchwarmwasser erzeugen oder es gibt für Heizung und Brauchwarmwasser jeweils einen eigenen Wärmeerzeuger;
- einem Verteilersystem. Wenn dieses System über große Entfernungen geführt wird, wird oft eine Zirkulationsleitung vorgesehen.

Der Bruttoenergiebedarf für Brauchwarmwasser umfasst den Nettoenergiebedarf für Brauchwarmwasser sowie alle bei der Verteilung entstehenden Verluste. Diese Verluste werden mit dem Wirkungsgrad des Systems berechnet. Wenn die Brauchwarmwasserbereitung durch mehrere Anlagen erfolgt, werden jeder Anlage die Warmwasserentnahmestellen zugeordnet, die sie versorgt.

6.2 Ermittlung des Bruttoenergiebedarfs für Heizung und Kühlung

Der Bruttoenergiebedarf für Heizung und Kühlung pro Monat und pro Energiesektor ergibt sich wie folgt:

$$\text{Gl. 68} \quad Q_{\text{heat,gross,seci,m}} = \frac{Q_{\text{heat,net,seci,m}}}{\eta_{\text{sys,heat}}} \quad (\text{MJ})$$

und:

$$\text{Gl. 303} \quad Q_{\text{cool,gross,seci,m}} = \frac{a_{\text{lat,cool}} \cdot Q_{\text{cool,net,fct f,m}}}{\eta_{\text{sys,cool}}} \quad (\text{MJ})$$

Dabei ist:

$Q_{\text{heat,gross,seci,m}}$	der monatliche Bruttoenergiebedarf in MJ für Heizung des Energiesektors i;
$Q_{\text{heat,net,seci,m}}$	der Nettoenergiebedarf in MJ für Heizung (unter Berücksichtigung der Zeitheizung) des Energiesektors i, ermittelt gemäß § 5.4;
$\eta_{\text{sys,heat}}$	der Wirkungsgrad des Heizsystems, ermittelt gemäß § 6.3, (-);
$Q_{\text{cool,gross,seci,m}}$	der monatliche Bruttoenergiebedarf in MJ für Kühlung des Energiesektors i, ermittelt gemäß § 5.1;
$a_{\text{lat,cool}}$	ein pauschaler Erhöhungsbeiwert zur Berücksichtigung der latenten Energie, die per Oberflächenkondensation von Kältemaschinen und Luftentfeuchtern freigesetzt wird. Wenn die durchschnittliche Temperatur des Kältemittels bei Nennbetrieb der Kältemaschine unter 15 °C liegt bzw. eine

	aktive Kühlung der Luftzufuhr stattfindet, beträgt dieser Wert 1,1, andernfalls 1,0 (-).
$Q_{cool,net,seci,m}$	der monatliche Nettoenergiebedarf in MJ für Kühlung des Energiesektors i, ermittelt gemäß § 5.4;
$\eta_{sys,cool}$	der Wirkungsgrad des Kühlsystems, ermittelt gemäß § 6.3, (-).

6.3 Wirkungsgrade des Heiz- und Kühlsystems

Der Wirkungsgrad des Heiz- und Kühlsystems, $\eta_{sys,heat}$ und $\eta_{sys,cool}$, wird für jedes System anhand eines Annihilationsfaktors und des Verhältnisses zwischen einerseits dem jährlichen Nettoenergiebedarf für Heizung bzw. Kühlung und andererseits der Summe des Nettoenergiebedarfs für Kühlung und Heizung wie folgt ermittelt:

$$\text{Gl. 70} \quad \eta_{sys,heat} = \frac{1.0}{1.0 + a_{heat} + f_{annih}/f_{heat,net}} \quad (-)$$

und:

$$\text{Gl. 71} \quad \eta_{sys,cool} = \frac{1.0}{1.0 + a_{cool} + f_{annih}/f_{cool,net}} \quad (-)$$

Dabei ist:

a_{heat}	der Ausdruck für die Verluste der Zirkulationsleitungen, die Verluste der Zufuhrleitungen und die Regelung für das Wärmeverteilungssystem, wie nachstehend ermittelt, (-);
f_{annih}	der Annihilationsfaktor der Energie, der sich aus dem gleichzeitigen Heizen und Kühlen ergibt, wie nachstehend ermittelt, (-);
$f_{heat,net}$	der Anteil des Nettoenergiebedarfs für Heizung im Verhältnis zum Nettoenergiebedarf insgesamt für Heizung und Kühlung, ermittelt gemäß § 6.4;
a_{cool}	der Ausdruck für die Verluste der Zirkulationsleitungen, die Verluste der Zufuhrleitungen und die Regelung für das Kälteverteilungssystem, wie nachstehend ermittelt, (-);
$f_{cool,net}$	der Anteil des Nettoenergiebedarfs für Kühlung im Verhältnis zum Nettoenergiebedarf insgesamt für Heizung und Kühlung, ermittelt gemäß § 6.4.

Für Systeme, bei denen die geforderte Temperatur für die Luftzufuhr durch Mischen eines geheizten Luftstroms und eines gekühlten Luftstroms erreicht wird, gilt:

- $f_{annih} = 0,4$;
- $a_{heat} = 0$;
- $a_{cool} = 0$.

Für alle anderen Systeme werden die Faktoren f_{annih} , a_{heat} und a_{cool} Tabelle [15] und Tabelle [16] entnommen.

Tabelle [15]: Annihilationsfaktoren, f_{annih} , und Verteilungsverluste, a_{heat} und a_{cool} , für Heizung und Kühlung

		Heizung	
		Lokale Erzeugung	Zentrale Erzeugung
Kühlung	Lokale Erzeugung	$f_{\text{annih}} = 0$ $a_{\text{heat}} = 0$ $a_{\text{cool}} = 0$	Tabelle [16], Reihe 1 oder 5
	Zentrale Erzeugung	$f_{\text{annih}} = 0$ $a_{\text{heat}} = 0$ $a_{\text{cool}} = 0$	Tabelle [16], Reihe 2,3,4,6,7,8
	Keine	$f_{\text{annih}} = 0$ $a_{\text{heat}} = 0$ $a_{\text{cool}} = 0$	Tabelle [16], Reihe 1 oder 5

Tabelle [16]: Annihilationsfaktoren, f_{annih} , und Verteilungsverluste, a_{heat} und a_{cool} , für Heizung bzw. Kühlung bei zentraler Erzeugung

Nummer des Systems	Wärmeübertragung durch	Kälteübertragung durch	Regulierung von Heizung und Kühlung pro Raum	Annihilationsfaktor f_{annih}	Gewichtungsfaktor für Verluste von Zirkulations- und Zufuhrleitungen	
					Heizung a_{heat}	Kühlung a_{cool}
1	Wasser oder Wasser und Luft	N.Z.°	ja	0,00	0,08	0,00
			nein	0,00	0,25	0,00
2		Wasser	ja	0,04	0,13	0,06
3		Luft	ja	0,00	0,13	0,06
			nein	0,00	0,25	0,06
4		Wasser und Luft	ja	0,04	0,13	0,07
5	Luft	N.Z.°	ja	0,00	0,04	0,00
			nein	0,00	0,34	0,00
6		Wasser	ja	0,10	0,09	0,06
7		Luft	ja	0,00	0,04	0,01
			nein	0,00	0,39	0,01
8		Wasser und Luft	ja	0,10	0,09	0,07

° N.Z. : nicht zutreffend

Wenn bei den Systemen von Tabelle [16] ein Kältemittel anstelle von Wasser als Wärmeübertragungsmedium verwendet wird, müssen die Werte von Tabelle [16] wie folgt korrigiert werden:

- der Wert von a_{heat} wird um 0,08 verringert;
- der Wert von a_{cool} wird um 0,01 verringert.

„Regelung von Heizung und Kühlung pro Raum“ bedeutet, dass der Volumenstrom und/oder die Temperatur des Wärmeübertragungsmediums (oder

Kälteübertragungsmediums) auf Raumebene in Abhängigkeit von einerseits der tatsächlichen Temperatur und andererseits der gewünschten Raumtemperatur geregelt wird.

Bei Systemen, deren Konfiguration im Sommer und im Winter unterschiedlich ist, müssen die Annihilationsfaktoren angewendet werden, die der Nummer des Systems im Winter entspricht.

Bei Systemen, die unter keine der in diesem Kapitel beschriebenen Kategorien fallen, muss der Wirkungsgrad des Systems für Heizung und Kühlung nach den vom Minister festgelegten Regeln bewertet werden oder, wenn keine Regeln festgelegt wurden, auf der Grundlage eines Antrags auf Anwendung des Äquivalenzprinzips.

Bemerkungen:

1. Unter „Wärmeübertragung durch Wasser“ versteht man: auf Raumebene erfolgt eine (Nach)Heizung durch Heizkörper im Raum, Heizelemente in der zirkulierenden Luft (Gebläsekonvektoren, Induktionsgeräte), ein Nachheizregister in der Luftzufuhrleitung oder sonstiges.

2. Unter „Wärmeübertragung durch Luft“ versteht man: die zentrale Luftbehandlungsanlage enthält eine Vorrichtung (Heizregister und/oder Wärmerückgewinnungsgerät) zum Erwärmen der Zuluft (dies ist bei einer mechanischen Lüftung fast immer der Fall).

3. Unter „Kälteübertragung durch Wasser“ versteht man: auf Raumebene erfolgt eine (Nach)Kühlung durch Kühlregister in der Zufuhrleitung, Kühlregister in der zirkulierenden Luft (Gebläsekonvektoren oder Induktionsgeräte mit Kühlregister), Kühldecken mit Wasserzirkulation oder sonstiges. Kühldecken mit Luftzirkulation sind nicht in dieser Kategorie enthalten.

4. Unter „Kälteübertragung durch Luft“ versteht man: eine zentrale Luftbehandlungsanlage enthält eine Vorrichtung (Kühlregister) zum Kühlen und/oder Entfeuchten der Zuluft.

Die Systemeffizienz eines Systems als "combilus" wird entsprechend den vom Minister festgelegten Regeln bestimmt. Mit "combilus", ein gemeinsames Antriebszirkulationsmittel (in dem Sinne, dass mehrere PEB-Einheiten mit dem gleichen Gerät mit Strom versorgt werden oder die combilus combilus dient eine kollektive Wohneinheit), die Wärme für Heizung bietet und für Warmwasser.

6.4 Anteile des Nettoenergiebedarfs für Heizung und Kühlung

6.4.1 Anteil des Nettoenergiebedarfs für Kühlung

Für den Energiesektor wird das Verhältnis zwischen dem *jährlichen* Nettoenergiebedarf für Kühlung und der Summe des *jährlichen* Nettoenergiebedarfs für Heizung und Kühlung wie folgt ermittelt:

$$G1.72 \quad f_{\text{cool,net}} = 1 - f_{\text{heat,net}} \quad (-)$$

Dabei ist:

$f_{\text{cool,net}}$ der Anteil des Nettoenergiebedarfs für Kühlung im Verhältnis zum Nettoenergiebedarf insgesamt für Heizung und Kühlung;

$f_{\text{heat,net}}$ der Anteil des Nettoenergiebedarfs für Heizung im Verhältnis zum Nettoenergiebedarf insgesamt für Heizung und Kühlung, ermittelt gemäß § 6.4.2.

6.4.2 Anteil des Nettoenergiebedarfs für Heizung

Für den Energiesektor wird das Verhältnis zwischen dem *jährlichen* Nettoenergiebedarf für Heizung und der Summe des *jährlichen* Nettoenergiebedarfs für Heizung und Kühlung wie folgt ermittelt:

$$\text{Gl. 73} \quad f_{\text{heat,net}} = \max \left(0,1 ; \min \left(\frac{Q_{\text{heat,net,seci,a}}}{Q_{\text{heat,net,seci,a}} + Q_{\text{cool,net,seci,a}}} ; 0,9 \right) \right) \quad (-)$$

Dabei ist:

$$\text{Gl. 74} \quad Q_{\text{heat,net,seci,a}} = \sum_{m=1}^{12} Q_{\text{heat,net,seci,m}} \quad (\text{MJ})$$

und:

$$\text{Gl. 75} \quad Q_{\text{cool,net,seci,a}} = \sum_{m=1}^{12} Q_{\text{cool,net,seci,m}} \quad (\text{MJ})$$

Dabei ist:

$f_{\text{heat,net}}$ der Anteil des jährlichen Nettoenergiebedarfs für Heizung im Verhältnis zum jährlichen Nettoenergiebedarf insgesamt für Heizung und Kühlung, (-);

$Q_{\text{heat,net,seci,a}}$ der jährliche Nettoenergiebedarf in MJ für Heizung des Energiesektors i;

$Q_{\text{cool,net,seci,a}}$ der jährliche Nettoenergiebedarf in MJ für Kühlung des Energiesektors i;

$Q_{\text{heat,net,seci,m}}$ der Nettoenergiebedarf in MJ für Heizung (unter Berücksichtigung der Zeitheizung) des Energiesektors i, ermittelt gemäß § 5.1;

$Q_{\text{cool,net,seci,m}}$ der monatliche Nettoenergiebedarf in MJ für Kühlung des Energiesektors i, ermittelt gemäß § 5.2.3.

6.5 Ermittlung des Bruttoenergiebedarfs für Brauchwarmwasser

Für Duschen und/oder Badewannen i (Index „bath“) und Küchenspülen j (Index „sink“) wird der Bruttoenergiebedarf für Brauchwarmwasser nach der gleichen Methode wie für PER-Einheiten berechnet. Es gilt somit Anlage A.1 § 9.3 des vorliegenden Erlasses.

Für die anderen Warmwasserentnahmestellen k (Index „other“) wird ebenfalls Anlage A.1 § 9.3 des vorliegenden Erlasses angewendet, dabei werden jedoch die Formeln, die sich auf die Küchenspülen beziehen (Index „sink“ in Anlage A.1 des vorliegenden Erlasses), übertragen und der Beitrag der Brauchwasserleitungen zum Wirkungsgrad des Systems wird wie folgt ermittelt:

$$\eta_{\text{tubing, other } i} = \frac{20}{20 + l_{\text{tubing, other } i} / r_{\text{water, other } i, \text{net}}} \quad (-)$$

G1. 304

Dabei ist:

$l_{\text{tubing, other } i}$ Länge der Leitungen bis zu einer anderen Warmwasserentnahmestelle i in m. Ohne Zirkulationsleitung: Länge gleich Summe der kürzesten Entfernungen in der Horizontalen und in der Vertikalen zwischen dem betreffenden Wärmeerzeuger für Brauchwarmwasser und der Fußbodenmitte des Raumes, in dem sich die Warmwasserentnahmestelle i befindet. Alternativ kann man auch die tatsächliche Länge der Leitung ansetzen. Mit Zirkulationsleitung: Länge gleich Summe der kürzesten Entfernungen in der Horizontalen und in der Vertikalen zwischen dem betreffenden Abzweig in der Zirkulationsleitung und der Fußbodenmitte des Raumes, in dem sich die Warmwasserentnahmestelle i befindet. Alternativ kann man auch die tatsächliche Länge der Leitung ansetzen.

$r_{\text{water, other } i, \text{net}}$ Reduktionsfaktor zur Berücksichtigung des Effekts der Vorheizung des der Warmwasserentnahmestelle i zugeführten kalten Wassers durch Wärmerückgewinnung aus dem Abfluss, ermittelt nach den vom Minister festgelegten Regeln. (-).

Als Standardwerte werden verwendet:

- $l_{\text{tubing, other } i} = 20 \text{ m}$

7 Endenergieverbrauch für Heizung, Kühlung, Luftbefeuchtung und Brauchwarmwasser

7.1 Prinzip

Zur Berechnung des Erzeugungswirkungsgrads in einer Energiezone stützt man sich auf die Erzeugungswirkungsgrade der Geräte, welche die Energiezone mit Wärme oder Kälte versorgen.

Vereint die Anlage verschiedene Arten von Wärme- oder Kälteerzeugern, wird der Bruttobedarf auf herkömmliche Weise zwischen dem Haupterzeuger und dem/n Nebenerzeuger(n) aufgeteilt. Werden bei der Kälteerzeugung verschiedene Arten von Nebenerzeugern eingesetzt, berücksichtigt man bei der Betrachtung der Nebenenergie ausschließlich den Kälteerzeuger, der in Bezug auf das Verhältnis zwischen dem Faktor für die Umrechnung in Primärenergie (f_p) und dem Erzeugungswirkungsgrad den geringsten Wert aufweist. Werden bei der Wärmeerzeugung verschiedene Arten von Nebenerzeugern eingesetzt, wird jedem Nebenerzeuger ein Teil der Nebenerzeugung gemäß § 7.3.1 zugewiesen.

Der Endenergieverbrauch für die Luftbefeuchtung wird gegebenenfalls auf gleiche Weise berechnet.

Bei der Erweiterung eines Gebäudes können folgende Fälle auftreten:

- werden neue Wärme- und/oder Kälteerzeuger installiert, die unabhängig von den bestehenden Vorrichtungen funktionieren, wird das nachstehende Verfahren in vollem Umfang angewendet;
- werden neue Wärme- und/oder Kälteerzeuger installiert, die kombiniert mit den bestehenden Vorrichtungen betrieben werden, muss das nachstehende Verfahren ohne Berücksichtigung der bestehenden Geräte angewendet werden;
- werden keine zusätzlichen Vorrichtungen installiert, sondern nur die bestehenden Vorrichtungen genutzt, kann wahlweise folgendes Verfahren angewendet werden:
 - Anwendung des nachstehenden Verfahrens auf die bestehenden Vorrichtungen, wenn alle notwendigen Informationen eindeutig vorliegen,
 - Berechnung mit folgenden Standardwerten:
 - $\eta_{\text{gen,heat}} = 0,77$ (im Verhältnis zum höheren Heizwert) mit Heizöl als Energieträger,
 - $\eta_{\text{gen,cool}} = 2,2$, mit Strom als Energieträger.

7.2 Monatlicher Endenergieverbrauch für Heizung, Kühlung und Luftbefeuchtung

7.2.1 Heizung und Luftbefeuchtung

Falls mehrere Wärmeerzeuger eine Energiezone mit Wärme versorgen und falls diese Geräte nicht alle denselben Erzeugungswirkungsgrad gemäß § 7.5 haben oder nicht alle denselben Energieträger nutzen, wird der Brutto-Energiebedarf für die Heizung zwischen den vorrangigen Wärmeerzeugern und den nicht vorrangigen üblicherweise aufgeteilt. Dies erfolgt auf die unten beschriebene Weise.

Dieses Prinzip wird auch auf Hybrid-Wärmepumpen (Kombination einer Wärmepumpe und eines Kessels) sowie auf Wärmepumpen angewendet, die mit einem integrierten elektrischen Widerstand ausgestattet sind, wobei die Wärmepumpe und der elektrische Widerstand als parallel geschaltete Wärmeerzeuger betrachtet werden. Ausnahme: Falls der Erzeugungswirkungsgrad einer elektrischen Wärmepumpe mit integriertem elektrischem Widerstand gemäß 10.2.3.3.2 der Anlage A.1 bestimmt wird, ist der Einfluss des elektrischen Widerstandes bereits in diesem

Erzeugungswirkungsgrad eingeschlossen und das Gerät wird trotzdem als einziger Erzeuger betrachtet

Dieses Prinzip wird beibehalten, auch wenn es nur einen Wärmeerzeuger gibt oder wenn alle Wärmeerzeuger gemäß § 7.5 denselben Wirkungsgrad haben und denselben Energieträger nutzen. Dieser Wärmeerzeuger (bzw. diese Gruppe von Wärmeerzeugern) stellt damit einen vorrangigen Wärmeerzeuger dar und sichert 100 % des Bedarfs. Dem nicht vorrangigen Wärmeerzeuger (nicht festgelegt) werden 0 % des Bedarfs zugewiesen.

Anmerkung: Mehrere elektrische Widerstandsheizgeräte werden also gemeinsam als ein einziger isolierter Wärmeerzeuger betrachtet. Ebenso wird eine Gruppe identischer Heizkessel als ein einziger Wärmeerzeuger behandelt.

Eine ähnliche Methode wird bei Luftbefeuchtungsanlagen angewendet.

Der Endenergieverbrauch für Heizung pro Monat und pro Energiesektor ergibt sich wie folgt:

$$\text{G1. 77} \quad Q_{\text{heat,final,seci,m,pref}} = \frac{f_{\text{heat,m,pref}} \cdot (1 - f_{\text{as,heat,seci,m}}) \cdot Q_{\text{heat,gross,seci,m}}}{\eta_{\text{gen,heat,pref}}} \quad (\text{MJ})$$

$$\text{G1. 305} \quad Q_{\text{heat,final,seci,m,npref}} = \sum_k \frac{f_{\text{heat,m,npref } k} \cdot (1 - f_{\text{as,heat,seci,m}}) \cdot Q_{\text{heat,gross,seci,m}}}{\eta_{\text{gen,heat,npref } k}} \quad (\text{MJ})$$

Der Endenergieverbrauch für Luftbefeuchtung pro Luftbefeuchter ergibt sich wie folgt:

$$\text{G1. 79} \quad Q_{\text{hum,final,j,m,pref}} = \frac{f_{\text{heat,m,pref}} \cdot (1 - f_{\text{as,hum,j,m}}) \cdot Q_{\text{hum,net,j,m}}}{\eta_{\text{gen,heat,pref}}} \quad (\text{MJ})$$

$$\text{G1. 306} \quad Q_{\text{hum,final,j,m,npref}} = \sum_k \frac{f_{\text{heat,m,npref } k} \cdot (1 - f_{\text{as,hum,j,m}}) \cdot Q_{\text{hum,net,j,m}}}{\eta_{\text{gen,heat,npref } k}} \quad (\text{MJ})$$

Dabei ist:

$Q_{\text{heat,final,seci,m,pref}}$	der monatliche Endenergieverbrauch in MJ des/der Hauptwärmeerzeuger(s) für Heizung des Energiesektors i;
$f_{\text{heat,m,pref}}$	der durchschnittliche monatliche Anteil der von dem/den angeschlossenen Hauptwärmeerzeuger(n) abgegebenen Gesamtwärmemenge, wie in 7.3.1 ermittelt, (-);
$f_{\text{as,m}}$	der Anteil des Gesamtwärmebedarfs, der von einem Solarthermiesystem abgedeckt wird, ermittelt wie nachstehend beschrieben. Die Indizes „heat, sec i“ und „hum,j“ der abgegebenen Wärmemenge entsprechen dem Energiesektor i bzw. dem Luftbefeuchter j;
$Q_{\text{heat,gross,seci,m}}$	der monatliche Bruttoenergiebedarf in MJ für Heizung des Energiesektors i, ermittelt gemäß § 6.2;
$\eta_{\text{gen,heat,pref}}$	der Erzeugungswirkungsgrad des/der Hauptwärmeerzeuger(s), ermittelt gemäß § 7.5.1, (-);

$Q_{\text{heat,final,seci,m,npref}}$	der monatliche Endenergieverbrauch in MJ des/der Nebenerzeugers(s) für Heizung des Energiesektors i;
$\eta_{\text{gen,heat,npref,k}}$	der Erzeugungswirkungsgrad des/der Nebenerzeugers(s), ermittelt gemäß § 7.5.1, (-);
$f_{\text{heat,m,npref,k}}$	der monatliche Anteil an der Wärmeerzeugung, der von dem/den Nebenerzeugers(n) k insgesamt übernommen wird, gemäß § 7.3.1 ermittelt (-)
$Q_{\text{hum,final,j,m,pref}}$	der monatliche Endenergieverbrauch in MJ des/der Hauptwärmeerzeugers(s) für den Luftbefeuchter j;
$Q_{\text{hum,net,j,m}}$	der monatliche Nettoenergiebedarf in MJ für Luftbefeuchtung eines Luftbefeuchters j, ermittelt gemäß § 5.11;
$Q_{\text{hum,final,j,m,npref}}$	der monatliche Endenergieverbrauch in MJ des/der Nebenerzeugers(s) für den Luftbefeuchter j.

Die Werte aller Nebenerzeugers k sind zu addieren.

Nur qualitativ hochwertige Solarthermiesysteme werden für die Berechnung des monatlichen Nutzenergiebeitrags eines Solarthermiesystems berücksichtigt. Der Minister kann Regeln zur Ermittlung der Qualität der Solarthermiesysteme festlegen. Der Minister kann die Bedingungen festlegen, die ein Solarthermiesystem erfüllen muss, um als qualitativ hochwertiges Solarthermiesystem zu gelten.

Der monatliche Nutzenergiebeitrag (Solaranteil) eines aktiven Solarthermiesystems muss anhand eines vereinfachten Ansatz zu § 10.4.1.1 Anhang A.1. Die Energie von Hilfseinrichtungen (z. B. Umwälzpumpe) muss außerdem mit dem Primärenergie-Umrechnungsfaktor für Strom multipliziert und bei der Ermittlung des monatlichen Nutzenergiebeitrags abgezogen werden. Wenn keine thermische Solaranlage vorhanden ist, die zur Wärmeerzeugung eines Energiesektors i beiträgt, oder kein Luftbefeuchter j vorhanden ist, betragen die Anteile $f_{\text{as,heat,sec i,m}}$ und $f_{\text{as,hum,j,m}}$ null.

7.2.2 Kühlung

Ein Kälteerzeuger kann in der Betriebsart „Free-chilling“ betrieben werden.

Free-chilling ist eine Kühltechnik, bei der das Kühlwasser ohne Kältemaschine gekühlt wird. Es gibt drei Arten von Free-chilling:

- Free-chilling durch Luft: Bei dieser Technik wird Luft als Kältequelle verwendet. Der Kühlwasserkreislauf wird durch einen Kühlturm oder Luftkühler (Dry cooler) gekühlt;
- Geocooling, geschlossene Systeme: Bei dieser Technik wird der Erdboden als Kältequelle verwendet. Der Kühlwasserkreislauf wird durch einen oder mehrere unterirdische Wärmetauscher gekühlt;
- Geocooling, offene Systeme: Bei dieser Technik wird Grundwasser als Kältequelle verwendet. Der Kühlwasserkreislauf wird durch Grundwasser gekühlt, das hochgepumpt und dann wieder zurückgeleitet wird.

Die beiden ersten beschriebenen Formen werden nur in Verbindung mit einer Kältemaschine berücksichtigt.

Wenn ein Energiesektor von mehreren Kälteerzeugern mit Kälte versorgt wird und diese Kälteerzeuger nicht alle denselben Erzeugungswirkungsgrad im Sinne von § 7.5 haben und/oder nicht alle denselben Energieträger nutzen und/oder mit einer

anderen Free-chilling-Form kombiniert werden, wird der Bruttoenergiebedarf für Kühlung üblicherweise wie unten beschrieben zwischen den Hauptkälteerzeugern und den Nebenkälteerzeugern aufgeteilt.

Dieses Vorgehen wird beibehalten, auch wenn nur ein Kälteerzeuger vorhanden ist oder wenn alle Kälteerzeuger gemäß § 7.5 denselben Wirkungsgrad haben (und denselben Energieträger verwenden und nicht mit anderen Free-chilling-Formen kombiniert werden). Diese(r) (Gruppe von) Kälteerzeuger(n) bilden somit den Hauptkälteerzeuger und decken den Bedarf zu 100 %. Dem Nebenkälteerzeuger (nicht definiert) wird ein Bedarf von 0 % zugeschrieben.

$$\text{Gl. 81} \quad Q_{\text{cool,final,sec i,m,pref}} = f_{\text{cool,pref}} \cdot (1 - f_{\text{cool,m,free,pref}}) \cdot \frac{Q_{\text{cool,gross,sec i,m}}}{\eta_{\text{gen,cool,m,pref}}} \quad (\text{MJ})$$

$$\text{Gl. 82} \quad Q_{\text{cool,final,sec i,m,npref}} = (1 - f_{\text{cool,pref}}) \cdot (1 - f_{\text{cool,m,free,npref}}) \cdot \frac{Q_{\text{cool,gross,sec i,m}}}{\eta_{\text{gen,cool,m,npref}}} \quad (\text{MJ})$$

Dabei ist:

$Q_{\text{cool,final,sec i,m,pref}}$	der monatliche Endenergieverbrauch in MJ des/der Hauptkälteerzeuger(s) für Kühlung des Energiesektors i;
$f_{\text{cool,pref}}$	der durchschnittliche jährliche Anteil der von dem/den angeschlossenen Hauptkälteerzeuger(n) abgegebenen Gesamtkältemenge, wie in § 7.3.2 ermittelt, (-);
$f_{\text{cool,m,free,pref}}$	der durchschnittliche monatliche Anteil der von dem/den angeschlossenen Hauptkälteerzeuger(n) in der Betriebsart Free-chilling abgegebenen Gesamtenergiemenge, wie in 7.4 ermittelt, (-);
$f_{\text{cool,m,free,npref}}$	der durchschnittliche monatliche Anteil der von dem/den angeschlossenen Hauptkälteerzeuger(n) in der Betriebsart Free-chilling abgegebenen Gesamtenergiemenge, wie in 7.4 ermittelt, (-);
$Q_{\text{cool,gross,sec i,m}}$	der monatliche Bruttoenergiebedarf in MJ für Kühlung des Energiesektors i, ermittelt gemäß § 6.2;
$\eta_{\text{gen,cool,pref}}$	der monatliche Erzeugungswirkungsgrad des/der Hauptkälteerzeuger(s), ermittelt gemäß § 7.5.2, (-);
$Q_{\text{cool,final,sec i,m,npref}}$	der monatliche Endenergieverbrauch in MJ des/der Nebenkälteerzeuger(s) für Kühlung des Energiesektors i;
$\eta_{\text{gen,cool,m,npref}}$	der monatliche Erzeugungswirkungsgrad des/der Nebenkälteerzeuger(s), ermittelt gemäß § 7.5.2, (-).

7.3 Aufteilung des Bruttoenergiebedarfs zwischen Haupt- und Nebenerzeugern

7.3.1 Heizung

Der monatliche Anteil der vom Haupterzeuger insgesamt produzierten Wärmemenge wird wie folgt bestimmt:

- Wenn nur ein Wärmeerzeuger für den betreffenden Energiesektor vorhanden ist oder wenn alle Wärmeerzeuger denselben Erzeugungswirkungsgrad im Sinne von § 7.5 haben (und denselben Energieträger verwenden), gilt für den durchschnittlichen monatlichen Hauptanteil für die Heizung wie folgt:

$$f_{\text{heat,m,pref}} = 1,0$$

- ansonsten gilt:
 - o Wenn es sich bei dem Hauptwärmeerzeuger weder um eine gebäudegebundene Anlage für Kraft-Wärme-Kopplung noch um eine Wärmepumpe handelt, die Außenluft als Wärmequelle nutzt, sind die Werte für $f_{\text{heat},m,\text{pref}}$ der

- o Tabelle [47] zu entnehmen. Bei der Anwendung der

- Tabelle [47] ist eine lineare Interpolation der Zwischenschwerte für x_m durchzuführen.
- Wenn es sich bei dem Hauptwärmeerzeuger um eine Anlage für Kraft-Wärme-Kopplung handelt, sind die Werte für $f_{\text{heat},m,\text{pref}}$ der

- o Tabelle [18] zu entnehmen.
- o Wenn es sich bei dem Hauptwärmeerzeuger um eine Wärmepumpe handelt, die Außenluft als Wärmequelle nutzt, sind die Werte für $f_{\text{heat},m,\text{pref}}$ der **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** zu entnehmen. Bei der Anwendung der **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** ist eine lineare Interpolation der Zwischenschwerte für x_m durchzuführen.

Wenn der Hauptwärmeerzeuger mehr als einen Funktionsbereich mit Wärme versorgt, werden für $f_{\text{heat},m,\text{pref}}$ die Werte für ein Nutzungsprofil mit schwankendem Bedarf angewendet, es sei denn, die Summe der Bodenflächen aller vom Haupterzeuger mit Wärme versorgten Funktionsbereiche ist zu mehr als 50 % einem Funktionsbereich mit konstantem Nutzungsprofil zuzuordnen. In diesem Fall werden für $f_{\text{heat},m,\text{pref}}$ die Werte für Funktionsbereiche mit konstantem Nutzungsprofil angewendet. Die Einteilung der Funktionsbereiche nach schwankendem oder konstanten Nutzungsprofil findet sich im Anschluss an diesen Absatz. Dieses Verfahren gilt nur für PEN-Einheiten. Sollte der Haupterzeuger PEN- und PER-Einheiten versorgen, wird $f_{\text{heat},m,\text{pref}}$ für die PEN-Einheiten, wie in diesem Kapitel beschrieben, und für die PER-Einheiten gemäß § 10.2.2 von Anhang A.1 ermittelt.

Wenn der/die Nebenerzeuger nur in Betrieb ist/sind, wenn bei voller Leistung des Haupterzeugers dessen Leistung nicht ausreicht, um dem herrschenden Bedarf nachzukommen, wird die Regelung von Haupt- und Nebenerzeuger(n) als eine „Regelung für zusätzliche Spitzenleistung“ angesehen. In allen anderen Fällen sowie grundsätzlich wird von einer „Regelung für Spitzenleistung“ ausgegangen.

Die Werte für $f_{\text{heat},m,\text{pref}}$ hängen immer von der Hilfsvariablen x_m ab, die wie folgt ermittelt wird:

$$\text{Gl. 307 } x_m = \frac{\frac{\sum_i (1-f_{\text{as,heat, Sek. i,m}}) \cdot Q_{\text{heat,gross, Sek. i,m}} + \sum_j (1-f_{\text{as,water,bath j,m}}) \cdot Q_{\text{water,bath j, gross,m}} + \sum_k (1-f_{\text{as,water,sink k,m}}) \cdot Q_{\text{water,sink k, gross,m}} + \sum_l (1-f_{\text{as,water,other l,m}}) \cdot Q_{\text{water,other l, gross,m}} + \sum_n (1-f_{\text{as,hum,n,m}}) \cdot Q_{\text{hum,net,n,m}} + \sum_o \frac{f_{\text{cool,pref}} \cdot Q_{\text{cool,gross, Sek. o,m}}}{\text{EER}_{\text{Name}}}}{(1000 \cdot P_{\text{gen,heat,pref}} \cdot t_m)}} \quad (-)$$

Dabei ist:

x_m	die Hilfsvariable für die Ermittlung des Wärmebedarfsanteils, den der Hauperzeuger abdeckt: der Wärmebedarf geteilt durch die „virtuelle“ Produktion des Erzeugers bei ununterbrochener maximaler Leistung während des betroffenen Monats (-)
$f_{\text{as}, [\dots], m}$	der Anteil des Wärmebedarfs, der durch eine thermische Solaranlage abgedeckt wird. Er wird gemäß § 10.4 von Anhang A.1 zum vorliegenden Erlass (im Anschluss an Wärmebedarf einer PER-Einheit) oder gemäß § Erreur ! Source du renvoi introuvable. des vorliegenden Anhangs (im Anschluss an Wärmebedarf einer PER-Einheit) ermittelt. Mit einer der folgenden Kenngrößen anstelle von [...]: die Kenngröße „heat,sec i“ für den Wärmebedarf der Energiezone i, die Kenngrößen „water,bath j“, „water,sink k“ und „water,other l“ für die Brauchwarmwassererzeugung für jeweils Dusche oder Bad j, Küchenspüle k und andere Entnahmestellen l und die Kenngröße „hum,n“ für den Wärmebedarf zur Befeuchtung eines Geräts n (-)
$Q_{\text{heat,gross,seci,m}}$	der monatliche Bruttoenergiebedarf für die Heizung der Energiezone i in MJ - er wird gemäß § 9.2.1 von Anhang A.1 zum vorliegenden Erlass für PER-Einheiten und gemäß § 6.2 des vorliegenden Anhangs für PEN-Einheiten ermittelt
$Q_{\text{water,bath j,gross,m}}$	der monatliche Bruttoenergiebedarf für Brauchwarmwasser für Duschen und Badewannen j in MJ - er wird gemäß § 9.3.1 von Anhang A.1 zum vorliegenden Erlass für PER-Einheiten und gemäß § 6.5 des vorliegenden Anhangs für PEN-Einheiten ermittelt

$Q_{\text{water, sink, gross, m}}$	der monatliche Bruttoenergiebedarf für Brauchwarmwasser für Küchenspülen k in MJ - er wird gemäß § 9.3.1 des Anhangs A.1 zum vorliegenden Erlass für PER-Einheiten und gemäß § 6.5 des vorliegenden Anhangs für PEN-Einheiten ermittelt
$Q_{\text{water, other l, gross, m}}$	der monatliche Bruttoenergiebedarf für Brauchwarmwasser für andere Entnahmestellen l in MJ - er wird gemäß § 6.5 ermittelt.
$Q_{\text{hum, net, l, m}}$	der monatliche Nettoenergiebedarf für die Befeuchtung eines Gerätes l in MJ - er wird gemäß § 5.11 ermittelt
$f_{\text{cool, pref}}$	der durchschnittliche jährliche Anteil der Gesamtkältemenge, den der/die angeschlossene(n) Hauptkälteerzeuger liefern, wie in § 7.3.2 festgelegt (-)
EER_{nom}	die Kälteleistungszahl, gemäß § 7.5.2 ermittelt (-)
$Q_{\text{cool, gross, sec o, m}}$	der von der Kälteabsorptionsmaschine gedeckte monatliche Bruttoenergiebedarf in MJ für die Kühlung von Räumen der Energiezone o , gemäß § 6.2 ermittelt
$P_{\text{gen, heat, pref}}$	die Gesamtnennleistung des/der Hauptwärmeerzeuger(s) in kW
t_m	die betroffene Monatslänge in Ms, in Erreur ! Source du renvoi introuvable. ausgewiesen

Die Werte aller Energiezonen i , die von dem/den Haupterzeuger(n) mit Wärme versorgt werden, aller Duschen und/oder Badewannen j , aller Küchenspülen k und aller anderen Entnahmestellen l , die mit von dem/den Haupterzeuger(n) geheiztem Brauchwarmwasser versorgt werden, sowie die Werte aller Luftbefeuchter i , die durch den/die Haupterzeuger geheizt werden und aller Energiezonen o , die zu einer PEN-Einheit gehören und mittels der Hauptabsorptionskältemaschine gekühlt werden, müssen addiert werden.

ANMERKUNG 1 Nennleistung der Heizkessel ist die in den europäischen Richtlinien für Heizkessel ausgewiesene Nennleistung

ANMERKUNG 2 Die thermische Leistung der Wärmepumpen wird gemäß NBN EN 14511 unter den Testbedingungen ermittelt, die in § 10.2.3.3 von Anhang A.1 des vorliegenden Erlasses dargelegt sind.

ANMERKUNG 3 Die thermische Leistung einer gebäudegebundene Anlage für Kraft-Wärme-Kopplung wird entsprechend des Verfahrens für Gasanlagen ermittelt.

Tabelle [47]: Aufstellung des monatlichen Anteils der von dem/den Haupterzeugern gelieferten Gesamtwärme nach Funktion $f_{\text{heat},m,\text{pref}}$, ausgenommen gebäudegebundene Anlagen für Kraft-Wärme-Kopplung und Wärmepumpen, die Außenluft als Wärmequelle nutzen.

Bedarfsprofil der Funktion →	Profil mit konstantem Bedarf		Profil mit schwankendem Bedarf	
Regelungsarten für die Spitzenleistung →	Schaltende Regelung der Spitzenleistung g	Zusätzliche Regelung der Spitzenleistung g	Schaltende Regelung der Spitzenleistung g	Zusätzliche Regelung der Spitzenleistung g
$x_m = 0$	1,00	1,00	1,00	1,00
$x_m = 0,05$	0,95	1,00	1,00	1,00
$x_m = 0,15$	0,66	0,90	0,86	0,98
$x_m = 0,25$	0,47	0,79	0,33	0,82
$x_m = 0,35$	0,31	0,67	0,09	0,64
$x_m = 0,45$	0,20	0,57	0,02	0,51
$x_m = 0,55$	0,13	0,51	0	0,41
$x_m = 0,65$	0,10	0,44	0	0,35
$x_m = 0,75$	0,07	0,39	0	0,31
$x_m = 0,85$	0,05	0,36	0	0,27
$x_m = 0,95$	0,05	0,33	0	0,24
$x_m = 1,05$	0,05	0,31	0	0,22
$x_m = 1,10$	0,05	0,30	0	0,20
$1,10 < x_m$	0,05	0,30	0	0,20

Funktionen mit konstantem Bedarf: Büro, Unterkunft, Gesundheitswesen mit nächtlicher Nutzung, Gesundheitswesen ohne nächtliche Nutzung, Geschäft, Sport Sauna/Schwimmbad (erhöhte T°), Technikräume.

Funktionen mit schwankendem Bedarf: Unterricht, Gesundheitswesen/Operationssaal, Versammlungsbereich mit starke Nutzung, Versammlungsbereich mit geringe Nutzung, Versammlungsbereich mit Cafeteria/Speisesaal, Küche, Sportanlagen (Sporthalle/Turnhalle, Fitness/Tanz), gemeinsame Flächen, Sonstige, Unbekannt

Tabelle [18]: Wert des monatlichen Anteils der von einer gebäudegebundenen Anlage für Kraft-Wärme-Kopplung abgegebenen Gesamtwärme

Fall		Monatlicher Anteil
$V_{\text{stor,cogen}} < V_{\text{stor,30 min}}$	$0 \leq x_m < 0,2$	0
	$0,2 \leq x_m < 0,6$	$1,25 \cdot x_m - 0,25$
	$0,6 \leq x_m < 0,92$	0,5
	$0,92 \leq x_m$	$\frac{0,77}{x_m + 0,62}$
$V_{\text{stor,cogen}} \geq V_{\text{stor,30 min}}$	$0 \leq x_m < 0,05$	0
	$0,05 \leq x_m < 0,25$	$2,9 \cdot x_m - 0,145$
	$0,25 \leq x_m < 0,42$	$0,94 \cdot x_m + 0,345$
	$0,42 \leq x_m$	$\frac{0,77}{x_m + 0,62}$

Die in der Tabelle verwendeten Symbole sind wie folgt definiert:

$V_{\text{stor,cogen}}$	Fassungsvermögen des Speicherbehälters für die Speicherung der von der KWK-Anlage bereitgestellten Wärme in m^3
$V_{\text{stor,30 min}}$	minimales Fassungsvermögen des Speicherbehälters in m^3 , um die Erzeugung der gebäudegebundenen KWK-Anlage bei maximaler Leistung während 30 Minuten abzudecken, ermittelt gemäß § A.6.

Tabelle [48]: Aufstellung des monatlichen Anteils der von dem/den Haupterzeugern gelieferten Gesamtwärme nach Funktion $f_{\text{heat},m,\text{pref}}$ bei Wärmeerzeugung mittels einer Wärmepumpe, die Außenluft als Wärmequelle nutzt

Bedarfsprofil der Funktion	Profil mit konstantem Bedarf											
Regelung der Spitzenleistungen	Schaltende Regelung der Spitzenleistung						Zusätzliche Regelung der Spitzenleistung					
$f_{\theta,\text{heat}} \cdot \text{COP}_{\text{test}}$	< 2,25	< 2,50	< 2,75	< 3,00	< 3,50	≥ 3,50	< 2,25	< 2,50	< 2,75	< 3,00	< 3,50	≥ 3,50
$x_m = 0$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$x_m = 0,05$	0,82	0,87	0,90	0,94	0,94	0,94	0,83	0,89	0,93	0,97	0,99	0,99
$x_m = 0,15$	0,38	0,47	0,53	0,58	0,63	0,65	0,43	0,54	0,65	0,76	0,85	0,89
$x_m = 0,25$	0,25	0,30	0,35	0,42	0,46	0,47	0,33	0,42	0,50	0,61	0,73	0,78
$x_m = 0,35$	0,21	0,24	0,27	0,30	0,32	0,32	0,30	0,38	0,45	0,54	0,63	0,66
$x_m = 0,45$	0,17	0,19	0,21	0,22	0,22	0,23	0,26	0,33	0,39	0,47	0,54	0,57
$x_m = 0,55$	0,14	0,16	0,16	0,17	0,17	0,17	0,25	0,31	0,36	0,43	0,49	0,51
$x_m = 0,65$	0,11	0,12	0,13	0,13	0,13	0,13	0,20	0,29	0,34	0,38	0,43	0,45
$x_m = 0,75$	0,09	0,09	0,10	0,10	0,10	0,1	0,18	0,25	0,29	0,34	0,38	0,40
$x_m = 0,85$	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,17	0,22	0,26	0,30	0,35	0,37
$x_m = 0,95$	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,16	0,21	0,24	0,28	0,33	0,35
$x_m = 1,05$	0	0	0	0	0	0	0,15	0,19	0,22	0,26	0,30	0,32
$x_m = 1,15$	0	0	0	0	0	0	0,15	0,18	0,21	0,25	0,29	0,30
$x_m = 1,20$	0	0	0	0	0	0	0,15	0,16	0,19	0,22	0,27	0,30
$1,20 < x_m$	0	0	0	0	0	0	0,15	0,16	0,19	0,22	0,27	0,30
Bedarfsprofil der Funktion	Profil mit schwankendem Bedarf											
Regelung der Spitzenleistungen	Schaltende Regelung der Spitzenleistung						Zusätzliche Regelung der Spitzenleistung					
$f_{\theta,\text{heat}} \cdot \text{COP}_{\text{test}}$	< 2,25	< 2,50	< 2,75	< 3,00	< 3,50	≥ 3,50	< 2,25	< 2,50	< 2,75	< 3,00	< 3,50	≥ 3,50
$x_m = 0$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$x_m = 0,05$	0,76	0,87	0,95	0,97	0,99	0,99	0,76	0,87	0,95	0,98	1,00	1,00
$x_m = 0,15$	0,45	0,56	0,64	0,73	0,80	0,81	0,46	0,59	0,69	0,78	0,90	0,94
$x_m = 0,25$	0,31	0,36	0,39	0,41	0,41	0,42	0,40	0,51	0,59	0,68	0,77	0,80
$x_m = 0,35$	0,17	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,35	0,43	0,49	0,56	0,62	0,65
$x_m = 0,45$	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,30	0,37	0,42	0,48	0,53	0,54
$x_m = 0,55$	0	0	0	0	0	0	0,24	0,30	0,34	0,38	0,43	0,44
$x_m = 0,65$	0	0	0	0	0	0	0,18	0,23	0,26	0,30	0,35	0,37
$x_m = 0,75$	0	0	0	0	0	0	0,14	0,18	0,21	0,25	0,29	0,31
$x_m = 0,85$	0	0	0	0	0	0	0,11	0,15	0,18	0,22	0,26	0,27
$x_m = 0,95$	0	0	0	0	0	0	0,10	0,13	0,15	0,19	0,23	0,24
$x_m = 1,05$	0	0	0	0	0	0	0,09	0,12	0,14	0,17	0,20	0,22
$x_m = 1,10$	0	0	0	0	0	0	0,07	0,09	0,11	0,16	0,19	0,20
$1,10 < x_m$	0	0	0	0	0	0	0,07	0,09	0,11	0,16	0,19	0,20

Die in der Tabelle verwendeten Symbole haben folgende Bedeutung:

COP_{test}	die Leistungszahl der Wärmepumpe, gemäß 10.2.3.3 von Anhang A.1 des vorliegenden Erlasses ermittelt (-)
$f_{\theta, \text{heat}}$	ein Korrekturfaktor für die Differenz zwischen der Vorlauftemperatur des Wärmeabgabesystems (bzw. hier der Speichergeräte) und der Temperatur am Ausgang des Kondensators, gemäß § 10.2.3.3 von Anhang A.1 zum vorliegenden Erlass (-) ermittelt

Sollte die betreffende Energiezone von einem Nebenwärmeerzeuger versorgt werden oder sollten alle Nebenerzeuger den gleichen Wirkungsgrad gemäß § 7.5 aufweisen (und den gleichen Energieträger nutzen), so wird der monatliche Anteil des Nebenerzeugers an der Wärmeerzeugung k wie folgt ermittelt:

$$\text{Gl. 308 } f_{\text{heat}, m, \text{n pref } k} = 1 - f_{\text{heat}, m, \text{pref}} \quad (-)$$

Sollten mehrere Nebenwärmeerzeuger mit unterschiedlichen Wirkungsgraden gemäß § 7.5 in Betrieb sein (und/oder verschiedene Energieträger nutzen), werden die monatlichen Anteile jedes Nebenerzeugers k an der Wärmeerzeugung wie folgt ermittelt:

$$\text{Gl. 309 } f_{\text{heat}, m, \text{n pref } k} = (1 - f_{\text{heat}, m, \text{pref}}) \cdot \frac{P_{\text{gen}, \text{heat}, \text{n pref } k}}{\sum_k P_{\text{gen}, \text{heat}, \text{n pref } k}} \quad (-)$$

Dabei ist:

$f_{\text{heat}, m, \text{n pref } k}$	der monatliche Anteil an der Gesamtwärmeerzeugung, der vom Nebenerzeuger k übernommen wird (-)
$f_{\text{heat}, m, \text{pref}}$	der monatliche Anteil an der Gesamtwärmeerzeugung, den der/die Haupterzeuger k übernimmt/übernehmen (-)
$P_{\text{gen}, \text{heat}, \text{n pref } k}$	die Gesamtnennleistung des/der Nebenerzeuger(s) k in kW

Die Werte aller Nebenwärmeerzeuger k sind zu addieren.

ANMERKUNG 1 Nennleistung der Heizkessel ist die in den europäischen Richtlinien für Heizkessel ausgewiesene Nennleistung

ANMERKUNG 2 Die thermische Leistung der Wärmepumpen wird gemäß NBN EN 14511 unter den Testbedingungen ermittelt, die in § 10.2.3.3 von Anhang A.1 des vorliegenden Erlasses dargelegt sind.

ANMERKUNG 3 Die thermische Leistung einer gebäudegebundene Anlage für Kraft-Wärme-Kopplung wird entsprechend des Verfahrens für Gasanlagen ermittelt.

7.3.2 Kühlung

Wenn nur ein Kälteerzeuger für den betreffenden Energiesektor vorhanden ist oder wenn alle Kälteerzeuger denselben Wirkungsgrad im Sinne von § 7.5 haben, denselben Energieträger verwenden und mit einer gleichen Art von Free-chilling verbunden sind, gilt für den durchschnittlichen jährlichen Hauptanteil für die

Kühlung wie folgt: $f_{\text{cool}, \text{pref}} = 1,0$

In allen anderen Fällen wird der durchschnittliche jährliche Hauptanteil Tabelle [19] entnommen.

Wird eine Absorptionskältemaschine in Verbindung mit einem oder mehreren anderen Kälteerzeugern verwendet, gilt die Absorptionskältemaschine als Hauptkälteerzeuger.

Wird ein offenes Geocooling-System in Verbindung mit einem oder mehreren anderen Kälteerzeugern verwendet, gilt das offene Geocooling-System als Hauptkälteerzeuger.

In allen anderen Fällen wird der Hauptkälteerzeuger mit dem größten Wirkungsgrad genommen, ermittelt gemäß § 7.5.2.

Tabelle [19]: Durchschnittlicher jährlicher Anteil der von dem/den Hauptkälteerzeuger(n) abgegebenen Kälte, $f_{\text{cool,pref}}$, abhängig vom Leistungsverhältnis $\beta_{\text{gen,cool}}$.

$\beta_{\text{gen,cool}}$	$f_{\text{cool,pref}}$
von 0,0 bis 0,1	0,1
von 0,1 bis 0,2	0,2
von 0,2 bis 0,3	0,5
von 0,3 bis 0,5	0,8
von 0,5 bis 1,0	1,0

Das Verhältnis zwischen der Nennleistung des/der Hauptkälteerzeuger(s) und der Nennleistung aller Kälteerzeuger $\beta_{\text{gen,cool}}$ wird wie folgt ermittelt:

$$\text{Gl. 84} \quad \beta_{\text{gen,cool}} = \frac{P_{\text{gen,cool,pref}}}{P_{\text{gen,cool,pref}} + P_{\text{gen,cool,npref}}} \quad (-)$$

Dabei ist:

$\beta_{\text{gen,cool}}$	das Verhältnis zwischen der Nennkühlleistung des/der Hauptkälteerzeuger(s) und der Nennkühlleistung aller Kälteerzeuger für den Energiesektor, (-);
$P_{\text{gen,cool,pref}}$	die Gesamtnennkühlleistung des/der Hauptkälteerzeuger(s) in kW;
$P_{\text{gen,cool,npref}}$	die Gesamtnennkühlleistung des/der Nebenkälteerzeuger(s) in kW.

Die für die Ermittlung von $\beta_{\text{gen,cool}}$ der verschiedenen Kälteerzeugertypen anzuwendende Kühlleistung ist:

- Kompressionskältemaschine: nach NBN EN 14511 unter Nennbedingungen (Standard Rating Conditions) gemessene Kühlleistung;
- Absorptionskältemaschine: nach NBN EN 12309-2 oder dem „ARI Standard 560:2000“ gemessene Kühlleistung;
- Geocooling/offenes System:

$$\text{Gl. 85} \quad P_{\text{gen,cool,free}} = 4187 \cdot \Delta T_{\text{max}} \cdot \phi_{\text{well}} \quad (\text{kW})$$

Dabei ist:

ϕ_{well}	der Volumenstrom des Bohrlochs, aufgeführt in der Umweltgenehmigung (zugeführter Volumenstrom). Sind mehrere Quellen vorhanden, handelt es sich um den Gesamtvolumenstrom aller Quellen in m ³ /s;
----------------------	---

$\Delta T_{\max}$ der Temperaturunterschied zwischen dem zugeführten Wasser und dem abgeführten Wasser, festgelegt auf 6 °C.

7.4 Durchschnittlicher monatlicher Energieanteil durch Free-chilling

Anhand des Parameters $f_{\text{cool},m,\text{free}}$ kann angegeben werden, dass ein Teil des Bruttoenergiebedarfs für Kühlung durch einen Erzeuger im Free-chilling-Betrieb abgedeckt wird.

Der Endenergieverbrauch von Erzeugern im Free-chilling-Betrieb wird allgemein auf null veranschlagt. Der tatsächliche Verbrauch dieser Erzeuger wird im Teil des Verbrauchs für Hilfseinrichtungen berücksichtigt (§ 8).

Wenn der/die Erzeuger nicht im Free-chilling-Betrieb arbeitet/arbeiten, gilt für den durchschnittlichen monatlichen Anteil im Free-chilling-Betrieb:
 $f_{\text{cool},m,\text{free}} = 0$

Im Fall eines offenen Geocooling-Systems wird immer angenommen, dass es im Free-chilling-Betrieb arbeitet. In diesem Fall gilt: $f_{\text{cool},m,\text{free}} = 1$

Eine Kältemaschine (wassergekühlt) kann im Free-chilling-Betrieb arbeiten. In diesem Fall wird die Kühlleistung der Kühltürme (Free-chilling durch Luft) oder eines geothermischen Austauschers (Geocooling/geschlossenes System) direkt ohne den Weg über die Kältemaschine (Bypass) entnommen.

Der durchschnittliche monatliche Anteil im Free-chilling-Betrieb ergibt sich wie folgt:

$$\text{Gl. 86} \quad f_{\text{cool},m,\text{free}} = f_{\text{cool},\text{free},\text{sizing}} \cdot f_{\text{cool},m,\text{free},\text{operation}} \quad (-)$$

Dabei ist:

$f_{\text{cool},\text{free},\text{sizing}}$ der durchschnittliche jährliche Anteil der von dem/den Erzeuger(n) im Free-chilling-Betrieb abgegebenen Gesamtkältemenge, wenn keine betriebsbedingte Beschränkung vorliegt, wie nachstehend ermittelt, (-);

$f_{\text{cool},m,\text{free},\text{operation}}$ der durchschnittliche monatliche Anteil der von dem/den Erzeuger(n) im Free-chilling-Betrieb im Rahmen der vorhandenen Betriebsbedingungen abgegebenen Gesamtkältemenge, das heißt, wenn keine durch die Größe dieses Erzeugers bedingte Beschränkung vorliegt, wie nachstehend ermittelt (-).

$$\text{Gl. 87} \quad f_{\text{cool},\text{free},\text{sizing}} = \frac{P_{\text{gen},\text{cool},\text{free}}}{P_{\text{gen},\text{cool},\text{nfree}} + P_{\text{gen},\text{cool},\text{free}}} \quad (-)$$

Dabei ist:

$P_{\text{gen},\text{cool},\text{free}}$ die Gesamtnennkühlleistung des/der Kälteerzeuger(s) in kW, der/die für den Free-chilling-Betrieb ausgelegt ist/sind;

$P_{\text{gen},\text{cool},\text{nfree}}$ die Gesamtnennkühlleistung des/der Kälteerzeuger(s) in kW, der/die nicht dafür ausgelegt ist/sind, um im Free-chilling-Betrieb arbeiten zu können.

Die für die Ermittlung von $f_{\text{cool,free,sizing}}$ der verschiedenen Kälteerzeugertypen anzuwendende Kühlleistung ergibt sich wie folgt:

- Kompressionskältemaschine: die nach den Standardbedingungen laut der Norm EN 14511 gemessene Kühlleistung;
- Absorptionskältemaschinen: die entweder entsprechend der Norm NBN EN 12309-2 oder der Norm ARI Standard 560-2000 gemessene Kälteleistung.

Der Wert für $f_{\text{cool,m,free,operation}}$ ist Tabelle [20] zu entnehmen.

Tabelle [20]: Durchschnittlicher monatlicher Anteil $f_{\text{cool,m,free,operation}}$ des Gesamtkältebedarfs von einem oder mehreren Erzeugern im Free-chilling-Betrieb abhängig von den betriebsbedingten Beschränkungen

Monat	$f_{\text{cool,m,free,operation}}$		
	Free-chilling durch Luft		Geocooling/geschlossenes System
	$\theta_{\text{ev}} < 16^{\circ}\text{C}$	$\theta_{\text{ev}} \geq 16^{\circ}\text{C}$	
Januar	0,966	1,000	0
Februar	0,909	0,969	0
März	0,763	0,876	0
April	0,404	0,834	0,25
Mai	0,134	0,482	0,50
Juni	0,027	0,339	0,75
Juli	0,014	0,229	0,85
August	0,010	0,176	0,85
September	0,030	0,507	0,75
Oktober	0,218	0,772	0,40
November	0,730	0,886	0
Dezember	0,878	0,970	0
Dabei ist:			
θ_{ev} die gemäß § 7.5.2.3.3 ermittelte Betriebstemperatur des Verdampfers am Betriebspunkt in °C.			

7.5 Erzeugungswirkungsgrade für Heizung und Kühlung

7.5.1 Erzeugungswirkungsgrad für Heizung

Der Erzeugungswirkungsgrad eines Wärmeerzeugers, $\eta_{\text{gen,heat}}$, wird auf gleiche Weise wie im Fall für Wohneinheiten ermittelt: siehe Anlage A.1 § 10.2.3 des vorliegenden Erlasses.

Der Standardwert der Auslegungsrücklauftemperatur der Luftbefeuchter und Luftbehandlungsaggregate beträgt 70 °C.

Der Minister kann die Rechenregeln für Wasserwärmepumpen festlegen.

Für Systeme mit variablem Kältemittelvolumenstrom (VRF) ist eine Methode zur Ermittlung des Erzeugungswirkungsgrads wie nachstehend beschrieben vorgesehen.

Erzeugungswirkungsgrad für ein Multisplit-System mit variablem Kältemittelvolumenstrom (VRF)

Ein Multisplit-System mit variablem Kältemittelvolumenstrom (VRF: Variable Refrigerant Flow) besteht aus mehreren Innenraumeinheiten, die mit Kältemittel versorgt werden und als Verdampfer (Klimatisierung) oder Kondensator (Heizung) arbeiten, sowie einer Außeneinheit. Die Innenraumeinheiten sind über einen Kältemittelkreislauf mit der Außeneinheit verbunden. Dieses System ermöglicht die Wärmeenergieübertragung zwischen den Gebäudebereichen, die gekühlt werden sollen, und den Gebäudebereichen, die beheizt werden sollen.

$$\text{Gl. 88} \quad \eta_{\text{gen,heat,seci,m}} = \frac{\text{SPF}}{f_{\text{rec,m,vrf}}} \quad (-)$$

Dabei ist:

SPF der durchschnittliche saisonale Leistungsfaktor, ermittelt gemäß Anlage A.1 § 10.2.3.3 des vorliegenden Erlasses, (-);

$f_{\text{rec,m,vrf}}$ der monatliche Wärmerückgewinnungsfaktor, wie nachstehend ermittelt, (-).

$$\text{Gl. 89} \quad f_{\text{rec,m,vrf}} = 0,85 \cdot \left[\left(\frac{Q_{\text{heat,gross,seci,m}}}{Q_{\text{heat,gross,seci,m}} + Q_{\text{cool,gross,seci,m}}} \right)^{1,2} + \left(\frac{Q_{\text{cool,gross,seci,m}}}{Q_{\text{heat,gross,seci,m}} + Q_{\text{cool,gross,seci,m}}} \right)^{1,2} \right] \quad (-)$$

Dabei ist:

$Q_{\text{cool,gross,seci,m}}$ der monatliche Bruttobedarf in MJ für Kühlung der Räume des Energiesektors i, ermittelt gemäß § 6.2;

$Q_{\text{heat,gross,seci,m}}$ der monatliche Bruttobedarf in MJ für Heizung der Räume des Energiesektors i, ermittelt gemäß § 6.2;

Die Produktionseffizienz eines Systems "combilus" wird entsprechend den vom Minister festgelegten Regeln bestimmt.

7.5.2 Erzeugungswirkungsgrad für Kühlung

Wenn keine aktive Kühlung erfolgt, wird angenommen, dass der Erzeugungswirkungsgrad 5 beträgt und als Energieträger Strom verwendet wird.

Wenn eine aktive Kühlanlage installiert ist und dies für den Fall einer Kompressionskältemaschine und/oder Absorptionskältemaschine gilt, muss der monatliche Erzeugungswirkungsgrad für Kühlung, $\eta_{\text{gen,cool,m}}$, nach Tabelle [21] ermittelt werden.

Der Minister kann die Rechenregeln für Wasserwärmepumpen festlegen.

Für die anderen Kälteerzeuger wird der Erzeugungswirkungsgrad, $\eta_{\text{gen,cool,m}}$, auf der Grundlage eines Antrags auf Anwendung des Äquivalenzprinzips ermittelt.

Tabelle [21]: Formeln und Parameterwerte zur Ermittlung des monatlichen Erzeugungswirkungsgrads für aktive Kühlung

Nr.	Mittel im Kondensator	Mittel im Verdampfer	Bezeichnung des Kälteerzeugers	$\eta_{\text{gen,cool,m}}$
1a	Luft	Luft	Luftgekühltes Klimagerät oder Multisplit-System mit Luftkondensation	$\frac{\text{EER}_{\text{nom}}}{f_{\text{PL}} \cdot f_{\theta,\text{m}}}$
1b			Multisplit-System mit variablem Kältemittelvolumenstrom (VRF)	$\frac{\text{EER}_{\text{nom}}}{f_{\text{PL}} \cdot f_{\theta,\text{m}} \cdot f_{\text{rec,m,vrf}}}$
2	Wasser/Sole	Luft	Wassergekühltes Klimagerät oder Multisplit-System mit Wasserkondensation	$\frac{\text{EER}_{\text{nom}}}{f_{\text{PL}} \cdot f_{\theta,\text{m}}}$
3	Luft	Wasser	Luft/Wasser-Wärmepumpe oder luftgekühltes Kühlaggregat mit oder ohne separaten Kondensator	$\frac{\text{EER}_{\text{nom}}}{f_{\text{PL}} \cdot f_{\theta,\text{m}}}$
4	Wasser/Sole	Wasser	Sole/Wasser-Wärmepumpe oder wassergekühltes Kühlaggregat mit oder ohne separaten Kondensator	$\frac{\text{EER}_{\text{nom}}}{f_{\text{PL}} \cdot f_{\theta,\text{m}}}$
5	Luft/Wasser	Wasser	Absorptionskältemaschine	$\text{EER}_{\text{nom}} \cdot \left(\frac{f_{\text{heat,m,pref}}}{\eta_{\text{gen,heat,pref}}} + \frac{1 - f_{\text{heat,m,pref}}}{\eta_{\text{gen,heat,npref}}} \right)^{-1}$

Dabei ist:

EER_{nom}	die Kälteleistungszahl, gemäß § 7.5.2.1 ermittelt;
f_{PL}	der Teillastfaktor, der das Teillastverhalten des Kälteerzeugers gemäß § 7.5.2.2 berücksichtigt, (-);
$f_{\theta,\text{m}}$	der monatliche Temperaturfaktor, der die Leistungsänderung der Maschine zwischen den Temperaturverhältnissen der sekundären Mittel zum Kondensator und zum Verdampfer am Betriebspunkt unter den Nennbedingungen berücksichtigt, die in den Standardbedingungen der Norm NBN EN 14511 gemäß § 7.5.2.3 festgelegt sind, (-);
$F_{\text{rec,m,vrf}}$	der monatliche Rückgewinnungsfaktor für Kühlung, ermittelt gemäß § 7.5.1, (-);
$f_{\text{heat,m,pref}}$	der durchschnittliche monatliche Anteil der von dem/den angeschlossenen Hauptwärmeerzeuger(n) abgegebenen Gesamtwärmemenge: - 1 für direkt beheizte Absorptionskältemaschinen, (-); - für indirekt beheizte Absorptionskältemaschinen gemäß § 7.5.1 ermittelt, (-);
$\eta_{\text{gen,heat,pref}}$	der Erzeugungswirkungsgrad des/der Hauptwärmeerzeuger(s): - 1 für direkt beheizte Absorptionskältemaschinen, (-); - für indirekt beheizte Absorptionskältemaschinen gemäß § 7.5.1 ermittelt, (-);

$\eta_{\text{gen,heat,npref}}$ der Erzeugungswirkungsgrad des/der Nebenwärmeerzeuger(s):
 - 1 für direkt beheizte Absorptionskältemaschinen, (-);
 - für indirekt beheizte Absorptionskältemaschinen gemäß § 7.5.1 ermittelt, (-).

7.5.2.1 Der Kälteleistungszahl EER_{nom}

Standardwert

Der Standardwert wird Tabelle [22] entnommen:

Tabelle [22]: Standardwerte zur Ermittlung des Erzeugungswirkungsgrads für aktive Kühlung

Nr.	Mittel im Kondensator	Mittel im Verdampfer	Bezeichnung des Kälteerzeugers	EER_{nom}	f_{PL}	$\theta_{\text{co,nom}}$	$\theta_{\text{ev,nom}}$
1a	Luft	Luft	Luftgekühltes Klimagerät oder Multisplit-System mit Luftkondensation	2,1	1,25	35	27
1b			Multisplit-System mit variablem Kältemittelvolumenstrom (VRF)				
2	Wasser/Sole	Luft	Wassergekühltes Klimagerät oder Multisplit-System mit Wasserkondensation	3,05	1,25	30	27
3	Luft	Wasser	Luft/Wasser-Wärmepumpe oder luftgekühltes Kühlaggregat mit oder ohne separaten Kondensator	2,1	1,25	35	7
4	Wasser/Sole	Wasser	Sole/Wasser-Wärmepumpe oder wassergekühltes Kühlaggregat mit oder ohne separaten Kondensator	3,05	1,25	30	7
5	Luft/Wasser	Wasser	Absorptionskältemaschine	0,7	-	-	-

Detaillierte Methode

Bei Kompressionskältemaschinen ist EER_{nom} gleich EER_{test} , wie dies in den Standardbedingungen der Norm NBN EN 14511, Teil 2, festgelegt ist.

Bei wärmebetriebenen Kompressionskältemaschinen ist EER_{nom} gleich EER_{test} , wie dies in den Standardbedingungen der Norm ARI Standards 560-2000 festgelegt ist.

7.5.2.2 Teillastfaktor f_{PL}

Standardwert

Der Standardwert wird Tabelle [22] entnommen.

Detaillierte Methode

Die Gleichung für den Teillastfaktor ergibt sich wie folgt:

$$\text{Gl. 90} \quad f_{PL} = 2,64 - 1,19 \cdot \left(\frac{SEER}{EER_{nom}} \right) \quad (-)$$

Dabei ist:

SEER saisonaler Leistungskoeffizient für Kompressionskältemaschinen, ermittelt gemäß prEN14825, (-);
 EER_{nom} die Kälteleistungszahl, gemäß § 7.5.2.1 ermittelt (-)

7.5.2.3 Monatlicher Temperaturfaktor $f_{\theta,m}$

Der monatliche Temperaturfaktor wird wie folgt ermittelt:

$$\text{Gl. 91} \quad f_{\theta,m} = 1 + C_{\theta,1} \cdot \Delta\theta_m + C_{\theta,2} \cdot \Delta\theta_m^2 \quad (-)$$

Dabei ist:

$C_{\theta,1}$ eine Konstante zur Berechnung des monatlichen Temperaturfaktors, wie in § 7.5.2.3.1 ermittelt;
 $C_{\theta,2}$ eine Konstante zur Berechnung des monatlichen Temperaturfaktors, wie in § 7.5.2.3.1 ermittelt;
 $\Delta\theta_m$ der Unterschied zwischen den Temperaturverhältnissen zwischen dem Kondensator und dem Verdampfer am Betriebspunkt und Nennbetriebspunkt, wie nachstehend definiert, (-).

Dabei ist:

$$\text{Gl. 92} \quad \Delta\theta_m = \frac{(\theta_{co,m} + 273,15)}{(\theta_{ev} + 273,15)} - \frac{(\theta_{co,nom} + 273,15)}{(\theta_{ev,nom} + 273,15)} \quad (-)$$

Dabei ist:

$\theta_{co,m}$ die durchschnittliche monatliche Betriebstemperatur des Kondensators in °C am Betriebspunkt, wie in § 7.5.2.3.2 ermittelt;
 θ_{ev} die Betriebstemperatur des Verdampfers in °C am Betriebspunkt, wie in § 7.5.2.3.3 ermittelt;
 $\theta_{co,nom}$ die Betriebstemperatur des Kondensators in °C unter Nennbedingungen, wie in § 7.5.2.3.4 ermittelt;
 $\theta_{ev,nom}$ die Betriebstemperatur des Verdampfers in °C unter Nennbedingungen, wie in § 7.5.2.3.4 ermittelt.

7.5.2.3.1 Konstanten zur Ermittlung des monatlichen TemperaturfaktorsStandardwert

Der Standardwert wird

Tabelle [23] entnommen:

Tabelle [23]: Standardwerte zur Ermittlung des monatlichen Temperaturfaktors

Referenz der Kältemaschine laut Tabelle [21]	$C_{\theta,1}$	$C_{\theta,2}$
1a, 1b, 3	5,24	7,78
2, 4	8,81	30,9

Detaillierte Methode

Der Standardwert wird Tabelle [24] entnommen:

Tabelle [24]: Konstanten zur Ermittlung des monatlichen Temperaturfaktors

Referenz der Kältemaschine laut Tabelle [21]	Verdichtertyp	$C_{\theta,1}$	$C_{\theta,2}$
1a, 1b, 3	Kolbenverdichter	5,24	7,78
	Scrollverdichter	7,33	18,6
	Schraubenverdichter	6,41	17,0
2, 4	Scrollverdichter	8,81	30,9
	Schraubenverdichter	9,14	42,8
	Radialverdichter	9,98	40,1

7.5.2.3.2 *Monatliche Betriebstemperatur des Kondensators $\theta_{co,m}$*

Standardwert

Der Standardwert wird

Tabelle [25] entnommen.

Detaillierte Methode

- Für direkt luftgekühlte Kältemaschinen wird der Wert von $\theta_{co,m}$

- Tabelle [25] entnommen.
- Bei wassergekühlten Kältemaschinen, die einen Kühlturm verwenden, entspricht $\theta_{co,m}$ wie in der Bemessung vorgesehen der Kaltwassertemperatur am Eingang des Kondensators.
- Bei den anderen wassergekühlten Kältemaschinen entspricht $\theta_{co,m}$ wie bei der Bemessung vorgesehen der Kaltwassertemperatur am Eingang des Kondensators, wobei der Wert nach den vom Minister festgelegten Regeln ermittelt wird oder, wenn keine Regeln festgelegt wurden, auf der Grundlage eines Antrags auf Anwendung des Äquivalenzprinzips.

Tabelle [25]: Monatliche Betriebstemperatur des Kondensators $\theta_{co,m}$

Referenz der Kältemaschine laut Tabelle [21]	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1a, 1b, 3	4,1	5,1	8,3	11,3	15,5	18,2	19,7	20,5	16,4	12,5	7,3	4,4
2, 4 mit Kühlturm	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
2, 4 mit Geocooling	9,2	9,9	10,3	10,9	11,7	12,3	12,5	12,7	12,0	11,2	10,4	9,9

7.5.2.3.3 Verdampfertemperatur am Betriebspunkt θ_{ev}

Standardwert

Der Standardwert wird Tabelle [26] entnommen:

Tabelle [26]: Verdampfertemperatur am Betriebspunkt θ_{ev}

Referenz der Kältemaschine laut Tabelle [21]	Abgabesystem	θ_{ev}
1a, 1b, 2	-	26
3, 4, 5	Kühldecken und/oder Kühlbalken	16
	Kühlregister in den Luftbehandlungseinheiten oder Gebläsekonvektoren oder sonstiges	6

Wenn die Kältemaschine abgesehen von den Kühldecken und/oder den Kühlbalken ein anderes Abgabesystem verwendet, muss für die Verdampfertemperatur am Betriebspunkt 6 °C genommen werden.

Detaillierte Methode

Die Verdampfertemperatur am Betriebspunkt, θ_{ev} , wird anhand der Bemessung des Abgabesystems ermittelt und muss auf der Grundlage der vom Minister festgelegten Regeln ermittelt werden oder, wenn keine Regeln festgelegt wurden, auf der Grundlage des Äquivalenzprinzips.

7.5.2.3.4 Kondensator- und Verdampfertemperaturen am Betriebspunkt unter Nennbedingungen $\theta_{co,nom}$ und $\theta_{ev,nom}$

Standardwert

Wird für die Kälteleistungszahl der Kompressionskältemaschine ein Standardwert EER_{nom} genommen, so sind die Standardwerte $\theta_{co,nom}$ und $\theta_{ev,nom}$ der Tabelle [22] zu entnehmen.

Detaillierte Methode

Wird für die Kälteleistungszahl der Kompressionskältemaschine nicht der Standardwert EER_{nom} genommen, so sind für die Ermittlung von EER_{tes} die Temperaturen von Kondensator und Verdampfer am Betriebspunkt und unter Nennbedingungen, $\theta_{co,nom}$ und $\theta_{ev,no}$, den allgemeinen Rating-Vorgaben der Norm NBN EN 14511, Teil 2 zu entnehmen.

Hinweise:

- Bei den luftgekühlten Kältemaschinen (Kälteerzeuger Nr. 1a, 1b und 3) ist $\theta_{co,nom}$ die Trockenkugeltemperatur am Eingang des Kondensators.
- Bei den wassergekühlten Kältemaschinen (Kälteerzeuger Nr. 2 und 4) ist $\theta_{co,nom}$ die Temperatur am Eingang des Kondensators.
- Bei Kältemaschinen, die der Luft Wärme zuführen, (Kälteerzeuger Nr. 1a, 1b und 2) ist $\theta_{ev,nom}$ die Trockenkugeltemperatur am Eingang des Verdampfers.
- Bei Kältemaschinen, die Wasser Wärme zuführen, (Kälteerzeuger Nr. 3 und 4) ist $\theta_{ev,nom}$ die Temperatur am Ausgang des Verdampfers.

7.6 Monatlicher Endenergieverbrauch für Brauchwarmwasser

Für Duschen und/oder Badewannen i (Index „bath“) und Küchenspülen j (Index „sink“) wird der monatliche Endenergieverbrauch für Brauchwarmwasser nach der gleichen Methode wie für Wohneinheiten berechnet. Es gilt somit Anlage A.1 § 10.3 des vorliegenden Erlasses.

Für die anderen Warmwasserentnahmestellen k (Index „other“) wird ebenfalls Anlage A.1 § 10.3 des vorliegenden Erlasses angewendet, dabei werden jedoch die Formeln, die sich auf die Küchenspülen beziehen (Index „sink“ in Anlage A.1 des vorliegenden Erlasses), übertragen.

8 Monatlicher Hilfsenergieverbrauch

Der monatliche Hilfsenergieverbrauch wird in diesem Kapitel ermittelt. Für die Umwandlung in Primärenergieverbrauch siehe § 10.5.

8.1 Stromverbrauch der Ventilatoren für Lüftung und Zirkulation

8.1.1 Prinzip

Der Stromverbrauch der Ventilatoren für Lüftung und Luftzirkulation in der PEN-Einheit ergibt sich aus der Summe der folgenden drei Werte:

- Verbrauch der Ventilatoren für die Hygienelüftung
- Verbrauch der Ventilatoren für die zusätzliche mechanische Taglüftung
- Verbrauch der Ventilatoren für die zusätzliche mechanische Nachtlüftung

Jeder dieser Werte ergibt sich als Produkt der nachstehend festgelegten Betriebsstundenanzahl und der effektiven Leistung, bei der eine Gewichtung für die Regelung berücksichtigt werden kann.

Die effektive Leistung der Hygienelüftung wird mithilfe des Luftvolumenstroms $\dot{V}_{\text{hyg}}$ ermittelt, der in § 5.6.2.2 zur Anwendung kommt. Es sei denn, es kann anhand der installierten Leistung der Ventilatoren nachgewiesen werden, dass für die effektive Leistung ein geringerer Wert gilt. Für zusätzliche Lüftungen hat man sich auf die vor Ort gemessenen, reellen Leistungs- und Luftvolumenstromwerte zu stützen.

Der jährliche Stromverbrauch der Ventilatoren wird gemäß § 8.1.2 berechnet. Wenn es sich um eine ausschließlich natürliche Lüftung handelt und keine Ventilatoren vorhanden sind, beträgt der Verbrauch selbstverständlich null.

8.1.2 Stromverbrauch der Ventilatoren

Der monatliche Stromverbrauch der Ventilatoren der PEN-Einheit, $W_{\text{fans},m}$, wird wie folgt ermittelt:

$$\text{Gl. 93} \quad W_{\text{fans},m} = \sum_f W_{\text{fans},fct\ f,m} \quad (\text{kWh})$$

Dabei ist:

$W_{\text{fans},m}$ monatlicher Stromverbrauch der Ventilatoren in kWh in der PEN-Einheit;

$W_{\text{fans},fct\ f,m}$ monatlicher Stromverbrauch aller Ventilatoren in kWh für den Funktionsbereich f. Die Werte werden entweder anhand von Pauschalwerten gemäß § 8.1.3 oder anhand der tatsächlich installierten Leistung der Elektromotoren gemäß § 8.1.4 ermittelt. Im Fall einer zusätzlich zu berücksichtigenden mechanischen Lüftung ist ausschließlich die Berechnung mithilfe der installierten Leistung der Elektromotoren, wie in § 8.1.4 beschrieben, zugelassen.

Die Werte aller zur PEN-Einheit gehörenden Funktionsbereiche f sind zu addieren.

Besonderheit der Funktion „Unterricht“: Der monatliche Stromverbrauch aller Ventilatoren, $W_{fans, fct f, m}$, wird für die Monate Juli und August auf null veranschlagt.

8.1.3 Stromverbrauch für die Ventilatoren pro Funktionsbereich anhand von Standardwerten

In diesem Fall wird der monatliche Stromverbrauch für die Ventilatoren im Funktionsbereich f, $W_{fans, fct f, m}$, wie folgt ermittelt:

$$G1. 94 \quad W_{fans, fct f, m} = P_{def, fct f} \cdot f_{fans, fct f, m} \cdot \frac{t_m}{3,6} \quad (\text{kWh})$$

Dabei ist:

$P_{def, fct f}$	pauschale effektive Leistung der Zuluft- und/oder Abluftventilatoren in W, wie nachstehend ermittelt;
$f_{fans, fct f, m}$	Zeitanteil, in dem die Ventilatoren im Verlauf des betreffenden Monats in Betrieb sind, ermittelt gemäß § 8.1.5, (-);
t_m	Dauer des betreffenden Monats in Ms, aufgeführt in Tabelle [1].

Die pauschale effektive Leistung der Ventilatoren, $P_{def, fct f}$, ergibt sich wie folgt:

$$G1. 95 \quad P_{def, fct f} = C_{sys} \cdot \dot{V}_{hyg, fct f} \quad (\text{kWh})$$

Dabei ist:

C_{sys}	eine Konstante in Wh/m ³ , die vom Lüftungssystem im Funktionsbereich f abhängig ist, wie nachstehend ermittelt;
$\dot{V}_{hyg, fct f}$	der Auslegungsvolumenstrom der Außenluftzufuhr für die Hygienelüftung in m ³ /h im Funktionsbereich f des Energiesektors i, ermittelt nach den in § 5.6.2.2 spezifizierten Prinzipien.

- Im Fall eines Systems, bei dem nur die Ablüftung mechanisch ist: $C_{sys} = 0,33 \text{ Wh/m}^3$.
- Im Fall eines Systems, bei dem die Zuluft mechanisch ist, eventuell in Kombination mit einer mechanischen Ablüftung, ohne Vorkühlung der Lüftungsluft: $C_{sys} = 0,55 \text{ Wh/m}^3$.
- In allen anderen Fällen gilt: $C_{sys} = 0,85 \text{ Wh/m}^3$.

8.1.4 Stromverbrauch für die Ventilatoren pro Funktionsbereich auf der Grundlage der tatsächlich installierten Leistung

In diesem Fall wird der monatliche Stromverbrauch für die Ventilatoren im Funktionsbereich f, $W_{fans, fct f, m}$, wie folgt ermittelt:

$$G1. 310 \quad W_{fans, fct f, m} = W_{fans, hyg, fct f, m} + W_{fans, add m, day, cool, fct f, m} + W_{fans, add m, night, cool, fct f, m} \quad (\text{kWh})$$

Dabei ist:

$$W_{\text{fans, hyg, fct f, m}} = \sum_j \left(0,8 \cdot f_{\text{ctrl, j}} \cdot f_{\text{fan, mod}} \cdot P_{\text{instal, j}} \cdot \frac{\dot{V}_{\text{hyg, fct f, j}}}{\dot{V}_{\text{hyg, j}}} \cdot f_{\text{fans, hyg, fct f, m}} \cdot \frac{t_m}{3,6} \right) \quad (\text{kWh})$$

Gl. 311

$$W_{\text{fans, add m, day, cool, fct f, m}} = \sum_j \left(0,8 \cdot (1 - f_{\text{ctrl, j}} \cdot f_{\text{fan, mod}}) \cdot P_{\text{instal, j}} \cdot \frac{\dot{V}_{\text{add m, fct f, j}}}{\dot{V}_{\text{add m, j}}} \cdot f_{\text{V, add m, day, cool, fct f, m}} \cdot \frac{t_m}{3,6} \right) \quad (\text{kWh})$$

Gl. 312

$$W_{\text{fans, add m, night, cool, fct f, m}} = \sum_j \left(0,8 \cdot P_{\text{instal, j}} \cdot \frac{\dot{V}_{\text{add m, fct f, j}}}{\dot{V}_{\text{add m, j}}} \cdot f_{\text{V, add m, night, cool, fct f, m}} \cdot \frac{t_m}{3,6} \right) \quad (\text{kWh})$$

Gl. 313

Dabei ist:

$W_{\text{fans, hyg, fct f, m}}$ der monatliche Stromverbrauch in kWh der Ventilatoren der Hygienelüftung im Funktionsbereich f

$W_{\text{fans, add m, day, cool, fct f, m}}$ der monatliche Stromverbrauch in kWh der Ventilatoren der zusätzlichen mechanischen Taglüftung im Funktionsbereich f

$W_{\text{fans, add m, night, cool, fct f, m}}$ der monatliche Stromverbrauch in kWh der Ventilatoren der zusätzlichen mechanischen Nachtlüftung im Funktionsbereich f

$f_{\text{ctrl, j}}$ Reduktionsfaktor für die Regelung von Ventilator j, aufgeführt in Tabelle [27], (-);

$f_{\text{fan, mod}}$ ein Reduktionsfaktor für die installierte Leistung im Hygiene-Betrieb, er wird wie unten ausgeführt ermittelt;

$\dot{V}_{\text{hyg, fct f, j}}$ der Anteil des Auslegungsvolumenstroms des Ventilators j an der Hygienelüftung für den Funktionsbereich f in m³/h

$\dot{V}_{\text{hyg, j}}$ der Gesamtauslegungsvolumenstrom des Ventilators j für die Hygienelüftung in m³/h

$f_{\text{fans, hyg, fct f, m}}$ der Zeitanteil, während dessen die Ventilatoren für die Hygienelüftung im fraglichen Monat in Betrieb sind, er wird gemäß § 8.1.5 ermittelt (-)

t_m Dauer des betreffenden Monats in Ms, aufgeführt in Tabelle [1].

$\dot{V}_{\text{add m, fct f, j}}$ der Anteil des Auslegungsvolumenstroms des Ventilators j an der zusätzlichen mechanischen Lüftung für den Funktionsbereich f in m³/h, er wird vor Ort entsprechend den Vorgaben des Ministers gemessen. Liegen keine Messwerte vor, so ist dieser Wert gleich $\dot{V}_{\text{hyg, fct f, j}}$

$\dot{V}_{\text{add m, j}}$ der Gesamtauslegungsvolumenstrom des Ventilators j für die zusätzliche mechanische Lüftung in m³/h

$f_{\text{V, add m, day, cool, fct f, m}}$ der übliche Zeitanteil, in dem die zusätzliche mechanische Taglüftung im Funktionsbereich f in Betrieb ist, gemäß

\$ **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** für die Kühlungsrechnungen ermittelt (-)
 $f_{V,add\ m,night,cool,fct\ f,m}$ der übliche Zeitanteil, in dem die zusätzliche mechanische Nachtlüftung im Funktionsbereich f in Betrieb ist, gemäß \$ **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** für die Kühlungsrechnungen ermittelt (-)

wobei für $f_{fan,mod}$ gilt:

- im Falle einer Regelung mit variabler Drehzahl:

$$f_{fan,mod} = \left(\frac{V_{hyg,fct\ f}}{V_{add\ m,fct\ f}} \right)^{2.5} \quad (-)$$

Gl. 314

in den anderen Fällen: $f_{fan,mod} = 1$

Die Werte aller Ventilatoren j, die den Funktionsbereich f versorgen, sind zu addieren.

Tabelle [27]: Reduktionsfaktor $f_{ctrl,j}$ zur Regelung der Ventilatoren

Nummer des Systems gemäß Tabelle [16]	Art der Regelung		
	Keine Regelung oder nicht-automatische Regelung	Regelung über Laufschaufel oder Regelung der Flügel	Regelung mit variabler Drehzahl
1, 2, 4, 5, 6, 8	1,00	0,75	0,65
3, 7	1,00	0,65	0,50

Anmerkung: Die Regelung des Luftvolumenstroms an sich kann nur dann berücksichtigt werden, wenn während des Betriebs der Regelung der zur Lufterneuerung vorgeschriebene Mindestluftvolumenstrom während der normalen Betriebsdauer gewährleistet ist.

Der Rechenwert der installierten elektrischen Leistung wird wie folgt auf eine der beiden Arten ermittelt:

- maximale elektrische Leistung des Elektromotors in W, einschließlich gegebenenfalls alle Starter;
- maximale elektrische Leistung der Kombination Elektromotor-Ventilator in W, einschließlich gegebenenfalls alle Starter;

Für die Definition der maximalen elektrischen Leistung wird auf Anlage A.1 § 2 des vorliegenden Erlasses verwiesen.

8.1.5 Zeitanteil, in dem die Ventilatoren in Betrieb sind

Der Zeitanteil, in dem die Ventilatoren in einem gegebenen Monat in Betrieb sind, $f_{fans,fct\ f,m}$, wird wie folgt ermittelt:

$$f_{fans,fct\ f,m} = f_{vent,heat,fct\ f} \quad (-)$$

Gl. 97

Dabei ist:

$f_{\text{vent,heat, fct f}}$ der übliche Zeitanteil, in dem die Lüftung im Funktionsbereich f in Betrieb ist, für die Heizungsrechnungen, wie in Tabelle [7] aufgeführt, (-).

8.2 Stromverbrauch der Umwälzpumpen

8.2.1 Prinzip

In diesem Kapitel wird der monatliche Hilfsstromverbrauch für die Verteilung ermittelt. Für die Umwandlung in Primärenergie siehe § 10.5.

8.2.2 Rechenregel zur Ermittlung des Hilfsenergieverbrauchs für die Verteilung

8.2.2.1 Allgemeine Rechenregel

Der monatliche Hilfsstromverbrauch für die Verteilung in den PEN-Einheiten, $W_{\text{aux,dis,m,ref}}$, wird wie folgt ermittelt:

$$\text{Gl. 315 } W_{\text{aux,dis,m}} = \sum_j P_{\text{pump,dis,instal,j}} \cdot \frac{t_{\text{on,dis,j,m}}}{3,6} \quad (\text{kWh})$$

Dabei ist:

$P_{\text{pump,dis,instal,j}}$ der Wert in W für die installierte Leistung der Umwälzpumpe j , welche die fragliche PEN-Einheit bedient, wie in § 8.2.3 definiert

$t_{\text{on,dis,j,m}}$ die monatliche Betriebszeit in Ms der Umwälzpumpe j für die Verteilung, wie in § 8.2.4 definiert.

Die Werte aller Umwälzpumpen, welche die PEN-Einheit bedienen, sind zu addieren.

8.2.2.2 Ausnahmen

Die Umwälzpumpen, die der Sicherung dienen, sind für das System redundant. Ihr Verbrauch an Hilfsenergie ist außer Acht zu lassen.

8.2.3 Ermittlung der installierten Leistung $P_{\text{pump,dis,instal,j}}$

$P_{\text{pump,dis,instal,j}}$ ist die installierte Leistung der Umwälzpumpe j in W und wird wie folgt ermittelt:

- Für Nassläuferpumpen: die durchschnittliche elektrische Leistung bei 100-prozentigem Durchfluss trägt gemäß (CE-)Vorschrift Nr. 641/2009 die Bezeichnung $P_{L,100\%}$.
- Für Trockenläuferpumpen, deren elektrischer Motor vom Rotor getrennt ist: die maximale elektrische Leistung, die der Elektromotor bei fortlaufendem Betrieb leisten kann, wird entsprechend der Norm NBN EN 60034-1 für „Betriebsart S1“ ermittelt.

Sollten keine Produktangaben vorliegen, können je nach Verteilungssystem folgende Standardwerte angewendet werden:

- für das Wärmeverteilungssystem:

$$\text{Gl. 316 } P_{\text{pumps,dis,instal,j}} = \text{MAX}(70 \ 0,3 \cdot \sum_i A_{fi}) \quad (\text{W})$$

Dabei ist:

$A_{f, \text{sec } i}$ die Nutzfläche der Energiezone i in m^2

Die Werte aller von der Umwälzpumpe j bedienten Energiezonen i sind zu addieren.

- für das Kälteverteilungssystem:

$$\text{Gl. 317 } P_{\text{pumps,dis,instal},j} = \text{MAX}(70, 0,3 \cdot \sum_i A_{fi}) \quad (\text{W})$$

Dabei ist:

$A_{f, \text{sec } i}$ die Nutzfläche der Energiezone i in m^2

Die Werte aller von der Umwälzpumpe j bedienten Energiezonen i sind zu addieren.

- für die Brauchwarmwasserverteilung (Zirkulationsleitungen)

$$\text{Gl. 318 } P_{\text{pumps,dis,instal},j} = \text{MAX} \left(25 \frac{\Delta p_{\text{pumps}}}{\eta_{\text{pumps}}} \cdot f_{\text{insul,circ } k} \cdot \frac{\sum_l \frac{l_{\text{circ } k,l} \cdot (60 - \theta_{\text{amb,January},l})}{R_{l,l}}}{\rho_W \cdot c_W \cdot \Delta \theta} \right) \quad (\text{W})$$

- für Systeme, bei denen Wärme- und Brauchwarmwasserverteilung kombiniert sind (Combilus):

$$\text{Gl. 319 } P_{\text{pumps,dis,instal},j} = \text{MAX} \left(70 \frac{\Delta p_{\text{pumps}}}{\eta_{\text{pumps}}} \cdot f_{\text{insul,circ } k} \cdot \frac{\sum_l \frac{l_{\text{circ } k,l} \cdot (60 - \theta_{\text{amb,January},l})}{R_{l,l}}}{\rho_W \cdot c_W \cdot \Delta \theta} \right) \quad (\text{W})$$

Dabei ist:

Δp_{pumps}	die minimale Förderhöhe in Pa, die wie nachstehend beschrieben ermittelt wird
η_{pumps}	der Wirkungsgrad der Umwälzpumpe. Sein Wert ist allgemein als gleich 0,2 festgelegt. (-)
$f_{\text{insul,circ } k}$	ein Korrekturfaktor, der den Auswirkungen von Kältebrücken auf den Wärmewiderstand der Teilstücke k der Zirkulationsleitung, wie in § 9.3.2 von Anhang A.1 definiert, Rechnung trägt (-)
$l_{\text{circ } k,l}$	die Länge des Teilstücks l der Zirkulationsleitung k in m
$\theta_{\text{amb,January},l}$	die durchschnittliche Umgebungstemperatur des Leitungsteilstücks l im Monat Januar in °C, wie in § 9.3.2.2 von Anhang A.1 definiert
$R_{l,l}$	der lineare Wärmewiderstand $R_{l,l}$ des Teilstücks l in m.K/W , wie in § E.3 von Anhang A.1 definiert
t_m	die betroffene Monatslänge in Ms, ausgewiesen in Erreur ! Source du renvoi introuvable..
t_a	die Jahreslänge in Ms, die sich aus der Summe der 12 monatlichen, Erreur ! Source du renvoi introuvable. ergibt
ρ_W	Dichte des Wassers, in kg/m^3 . Ihr Wert wird allgemein als gleich 998 kg/m^3 festgesetzt
c_W	die spezifische Wärmespeicherfähigkeit von Wasser in J/(kg.K) . Ihr Wert ist allgemein als gleich 4182 J/(kg.K) festgesetzt
$\Delta \theta$	die Temperaturdifferenz zwischen Vor- und Rücklauf in K. Sie ist allgemein als gleich 5 K festgesetzt.

Die Werte aller Teilstücke l der Zirkulationsleitung i , welche die Umwälzpumpe j bedient, sind zu addieren.

Die minimale Förderhöhe wird durch Folgendes bestimmt:

$$\text{Gl. 320 } \Delta p_{\text{pumps}} = \sum_l l_{\text{circ } k, l} \cdot 300 \quad (\text{Pa})$$

Dabei ist:

$l_{\text{circ } k, l}$ die Länge des Teilstücks l der Zirkulationsleitung k in m.

Muss die Summe aller Segmente der Zirkulationsleitung k , die durch die Pumpe j bedient werden.

Bedient eine Umwälzpumpe mehrere PEN- und/oder PER-Einheiten, so ist die Leistung der Umwälzpumpe ($p_{\text{pumps, dis, instal, j}}$) entsprechend des Bruttowärmebedarfs der jeweiligen PEN- und/oder PER-Einheiten proportional auf diese zu verteilen. Bei Wärmeverteilung für die Heizung muss sich die Aufteilung auf den Bruttoenergiebedarf für Heizung stützen. Bei Kälteverteilung muss sich die Aufteilung auf den Bruttoenergiebedarf für Kühlung stützen. Bei Brauchwarmwasserverteilung oder Combilus muss sich die Aufteilung auf den Bruttobedarf für Brauchwarmwasser stützen.

8.2.4 Ermittlung der Betriebszeit $t_{\text{on, dis, j, m}}$

Die monatliche Betriebszeit $t_{\text{on, dis, j, m}}$, der Umwälzpumpe j in Ms, wird je nach Verteilungssystem folgendermaßen ermittelt:

- Für die Umwälzpumpen der Brauchwarmwasserverteilung (Zirkulationsleitungen):

$$\text{Gl. 321 } t_{\text{on, dis, j, m}} = t_m \quad (\text{Ms})$$

- Für die Umwälzpumpen der Heizung:

$$\text{Gl. 322 } t_{\text{on, dis, j, m}} = \max(t_{\text{on, dis, heat, j, m, Sek. i}}) \quad (\text{Ms})$$

- Für die Umwälzpumpen des Kälteverteilungssystems:

$$\text{Gl. 323 } t_{\text{on, dis, j, m}} = \max(t_{\text{on, dis, cool, j, m, Sek. i}}) \quad (\text{Ms})$$

Dabei ist:

t_m die betroffene Monatslänge in Ms, ausgewiesen in **Erreur ! Source du renvoi introuvable..**

$t_{\text{on, dis, heat, j, m, sec i}}$ die monatliche Betriebszeit der Umwälzpumpe j für das Wärmeverteilungssystem in der Energiezone i in Ms - sie wird wie folgt ermittelt:

$t_{\text{on, dis, cool, j, m, sec i}}$ die monatliche Betriebszeit in Ms der Umwälzpumpe j für das Kälteverteilungssystem in der Energiezone i - sie wird wie folgt ermittelt:

Es ist der maximale Wert für alle Energiezonen i (der betreffenden PEN-Einheit oder einer anderen PEN- oder PER-Einheit) zu ermitteln, welche von der Umwälzpumpe bedient werden.

Die monatliche Betriebszeit der Umwälzpumpe j für das Wärmeverteilungssystem in der Energiezone i , $t_{\text{on, dis, heat, j, m, sec i}}$, wird wie folgt ermittelt:

- Bei einer geregelten Nassläuferpumpe (EIN/AUS-Regelung ausgenommen) mit bekanntem EEI:

$$\text{Gl. 324 } t_{\text{on,dis,heat,j,m,sec } i} = \text{MIN} \left(t_{\text{heat,Sek. } i, m} \cdot \left(0,6 + 0,625 \cdot \frac{\text{EEI}}{0,23} \right) t_m \cdot \frac{1}{2} \right) \quad (\text{Ms})$$

- Bei einer geregelten Trockenläuferpumpe (EIN/AUS-Regelung ausgenommen):

$$\text{Gl. 325 } t_{\text{on,dis,heat,j,m,sec } i} = \text{MIN} \left(t_{\text{heat,Sek. } i, m} t_m \cdot \frac{1}{2} \right) \quad (\text{Ms})$$

- Bei einer Umwälzpumpe mit EIN-/AUS-Regelung oder einer geregelten Nassläuferpumpe (EIN-/AUS-Regelung), deren EEI unbekannt ist:

$$\text{Gl. 326 } t_{\text{on,dis,heat,j,m,sec } i} = t_m \cdot \frac{1}{2} \quad (\text{Ms})$$

- In allen anderen Fällen oder wenn keine Angaben zur Regelung vorliegen:

$$\text{Gl. 327 } t_{\text{on,dis,heat,j,m,sec } i} = t_m \quad (\text{Ms})$$

Dabei ist:

$t_{\text{heat,sec } i, m}$	die übliche monatliche Betriebszeit des Wärmeabgabesystems der Energiezone i in Ms, sie wird gemäß § D.1 von Anhang A.1 ermittelt mit den unten erwähnten Annahmen;
EEI	der Energieeffizienzindex gemäß (CE-)Vorschrift Nr. 641/2009 (-)
t_m	die betroffene Monatslänge in Ms, ausgewiesen in Erreur ! Source du renvoi introuvable..

Ausnahmen:

- Bei den Energiezonen, die nur Funktionsbereiche des Typs „Unterricht“ oder „Technikräume“ umschließen, wird davon ausgegangen, dass während der Monate Juli und August $t_{\text{on,dis,heat,j,m,sec } i}$ gleich Null ist.
- Bei den Energiezonen, die nur Funktionsbereiche des Typs „Technikräume“ umschließen, wird davon ausgegangen, dass das ganze Jahr über $t_{\text{on,dis,heat,j,m,sec } i}$ gleich Null ist.

Wenn $t_{\text{heat,sec } i}$ Bestimmung gelten die folgenden Konventionen:

$$\text{Gl. 375 } H_{T,\text{sec } i, m} = \sum_f H_{T,\text{heat,fct } f} \quad (\text{W/K})$$

$$\text{Gl. 376 } V_{\text{sec } i} = 3,3 \cdot A_{f,\text{sec } i} \quad (\text{m}^3)$$

Dabei ist:

$H_{T,\text{heat,fct } f}$	der Transmissionswärmedurchgangskoeffizient in W/K des Funktionsbereichs f für die Heizungsrechnungen, ermittelt gemäß § 5.5;
$A_{f,\text{sec } i}$	die Nutzfläche der Energiezone i in m^2 .

Die monatliche Betriebszeit der Umwälzpumpe j für das Kälteverteilungssystem in der Energiezone i , $t_{\text{on,dis,cool},j,m,\text{sec } i}$, wird wie folgt ermittelt:

- Bei einer geregelten Nassläuferpumpe (EIN/AUS-Regelung ausgenommen) mit bekanntem EEI:

$$\text{Gl. 328 } t_{\text{on,dis,cool},j,m,\text{sec } i} = \text{MIN} \left(t_{\text{cool,Sek. } i, m} \cdot \left(0,6 + 0,625 \cdot \frac{\text{EEI}}{0,23} \right) t_m \cdot \frac{1}{2} \right) \quad (\text{Ms})$$

- Bei einer geregelten Trockenläuferpumpe (EIN-/AUS-Regelung ausgenommen):

$$\text{Gl. 329 } t_{\text{on,dis,cool},j,m,\text{sec } i} = \text{MIN} \left(t_{\text{cool,Sek. } i, m} t_m \cdot \frac{1}{2} \right) \quad (\text{Ms})$$

- Bei einer Umwälzpumpe mit EIN-/AUS-Regelung oder einer geregelten Nassläuferpumpe (EIN-/AUS-Regelung), deren EEI unbekannt ist:

$$\text{Gl. 330 } t_{\text{on,dis,cool},j,m,\text{sec } i} = t_m \cdot \frac{1}{2} \quad (\text{Ms})$$

- In allen anderen Fällen oder wenn keine Angaben zur Regelung vorliegen:

$$\text{Gl. 331 } t_{\text{on,dis,cool},j,m,\text{sec } i} = t_m \quad (\text{Ms})$$

Dabei ist:

$t_{\text{heat,sec } i, m}$	die übliche monatliche Betriebszeit in Ms des Kältesystems der Energiezone i – sie wird wie nachstehend beschrieben ermittelt.
EEI	der Energieeffizienzindex gemäß (CE-)Vorschrift Nr. 641/2009 (–)
t_m	die betroffene Monatslänge in Ms, ausgewiesen in Erreur ! Source du renvoi introuvable..

Dabei ist:

$$\text{Gl. 332 } t_{\text{cool,Sek. } i, m} = \frac{\sum_j Q_{\text{cool,gross,sec } j, m}}{\sum_k P_{\text{gen,cool},k} \cdot 1000} \quad (\text{Ms})$$

Dabei ist:

$Q_{\text{cool,gross,sec } j, m}$	der monatliche Bruttoenergiebedarf in MJ für Kühlung der Energiezone j , wie in § 6.2 für die PEN-Einheiten definiert. Bei den PER-Einheiten wird dieser Bruttoenergiebedarf für Kühlung ermittelt, indem man den Nettoenergiebedarf für Kühlung entsprechend § 8.5 von Anhang A.1 berechnet und diesen Wert dann durch 0,9 dividiert.
$P_{\text{gen,cool},k}$	die Nennleistung des Kälteerzeugers der Energiezone i in kW.

Die Werte aller Kälteerzeuger k , welche die Energiezone i versorgen, und aller Energiezonen j , die von (mindestens) einem der Kälteerzeuger k der Energiezone i versorgt werden, sind zu addieren.

Im Zusammenhang mit der Betriebszeit wird ein Combilus wie eine Leitung der Brauchwarmwasserverteilung behandelt.

8.3 Zusätzlicher Stromverbrauch für die Kälteerzeuger

8.3.1 Prinzip

Bei wassergekühlten Kälteerzeugern liegt auf der Kondensatorseite immer ein zusätzlicher Stromverbrauch vor. Wenn die Kältemaschine mit einem Kühlturm verbunden ist, besteht ein zusätzlicher Verbrauch für die Sprühpumpe und den Ventilator des Kühlturms. Bei Absorptionskältemaschinen besteht ein zusätzlicher Verbrauch für die Zirkulation des Absorptionsmittels.

Die Rechenwerte für den zusätzlichen Stromverbrauch der Kälteerzeuger werden wahlweise anhand einer der beiden folgenden Methoden ermittelt:

- einfache Methode (§ 8.3.2);
- detaillierte Methode (§ 8.3.2.4).

8.3.2 Einfache Methode

8.3.2.1 Rechenregel

Der zusätzliche monatliche Stromverbrauch der Kälteerzeuger der PEN-Einheit, $W_{\text{aux,cool,m}}$, ist folgendermaßen zu ermitteln:

$$\text{Gl. 333} \quad W_{\text{aux,cool,m}} = W_{\text{aux,pumps,fans,m}} + W_{\text{aux,int,m}} + W_{\text{electr,gen,m}} \quad (\text{kWh})$$

Dabei ist:

$W_{\text{aux,pumps,fans,m}}$ der monatliche Stromverbrauch in kWh der Umwälzpumpe(n) und kondensatorseitigen Ventilatoren – er wird gemäß § 8.3.2.2 ermittelt.

$W_{\text{aux,int,m}}$ der monatliche Stromverbrauch der Umwälzpumpe für das Absorptionsmittel in kWh – er wird gemäß § 8.3.2.3 ermittelt.

$W_{\text{electr,gen,m}}$ der monatliche Stromverbrauch der Elektronik in kWh – er wird gemäß § **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** definiert.

8.3.2.2 Stromverbrauch der Umwälzpumpe(n) und der Ventilatoren auf Kondensatorseite

$$\text{Gl. 100} \quad W_{\text{aux,pumps,fans,m}} = \sum_i W_{\text{aux,pumps,fans,sec i,m}} \quad (\text{kWh})$$

$$W_{\text{aux,pumps,fans,sec i,m}} = \frac{0,08}{3,6} \cdot Q_{\text{cool,gross,sec i,m}} \cdot$$

$$\text{Gl. 101} \quad \left(W_{\text{pumps,fans,pref}} \cdot f_{\text{cool,pref}} \cdot (1 - f_{\text{cool,m,free,pref}}) \cdot \left(\frac{\eta_{\text{gen,cool,m,pref}} + 1}{\eta_{\text{gen,cool,m,pref}}} \right) + W_{\text{pumps,fans,npref}} \cdot (1 - f_{\text{cool,pref}}) \cdot (1 - f_{\text{cool,m,free,npref}}) \cdot \left(\frac{\eta_{\text{gen,cool,m,npref}} + 1}{\eta_{\text{gen,cool,m,npref}}} \right) \right) \quad (\text{kWh})$$

Dabei ist:

$W_{\text{aux,pumps,fans,seci,m}}$	monatlicher Stromverbrauch in kWh der Umwälzpumpe(n) und des/der Ventilators/Ventilatoren auf der Kondensatorseite der Kälteerzeuger, die den Energiesektor i versorgen;
$Q_{\text{cool,gross,seci,m}}$	der monatliche Bruttoenergiebedarf in MJ für Kühlung des Energiesektors i, ermittelt gemäß § 6.2;
$W_{\text{pumps,fans,pref}}$	Faktor zur Berücksichtigung der Tatsache, dass der Hauptkälteerzeuger mit einem Kühlturm oder einem unterirdischen Wärmetauscher verbunden ist: - falls ja, gilt: $w_{\text{pumps,fans,pref}} = 1$; - falls nein, gilt: $w_{\text{pumps,fans,pref}} = 0$;
$W_{\text{pumps,fans,npref}}$	Faktor zur Berücksichtigung der Tatsache, dass der Nebenkälteerzeuger mit einem Kühlturm oder einem unterirdischen Wärmetauscher verbunden ist: - falls ja, gilt: $w_{\text{pumps,fans,pref}} = 1$; - falls nein, gilt: $w_{\text{pumps,fans,pref}} = 0$;
$f_{\text{cool,pref}}$	durchschnittlicher jährlicher Anteil der von dem/den Hauptkälteerzeuger(n) abgegebenen Kälte, ermittelt gemäß § 7.3.2, (-);
$f_{\text{cool,m,free,pref}}$	durchschnittlicher monatlicher Anteil der von dem/den Hauptkälteerzeuger(n) im Free-chilling-Betrieb abgegebenen Energie, ermittelt gemäß § 7.4, (-);
$f_{\text{cool,m,free,npref}}$	durchschnittlicher monatlicher Anteil der von dem/den Nebenkälteerzeuger(n) im Free-chilling-Betrieb abgegebenen Energie, ermittelt gemäß § 7.4, (-);
$\eta_{\text{gen,cool,m,pref}}$	monatlicher Erzeugungswirkungsgrad des Hauptkälteerzeugers, ermittelt gemäß § 7.5.2, (-);
$\eta_{\text{gen,cool,m,npref}}$	monatlicher Erzeugungswirkungsgrad des Nebenkälteerzeugers, ermittelt gemäß § 7.5.2, (-).

Die Werte aller Energiesektoren i der PEN-Einheit sind zu addieren.

8.3.2.3 Stromverbrauch der Umwälzpumpe des Absorptionsmittels

$$\text{Gl. 102 } W_{\text{aux,int,m}} = \sum_i W_{\text{aux,int,seci,m}} \quad (\text{kWh})$$

$$\text{Gl. 103 } W_{\text{aux,int,seci,m}} = \frac{0,014}{3,6} \cdot Q_{\text{cool,gross,seci,m}} \cdot \left(w_{\text{int,pref}} \cdot f_{\text{cool,pref}} \cdot (1 - f_{\text{cool,m,free,pref}}) + w_{\text{int,npref}} \cdot (1 - f_{\text{cool,pref}}) \cdot (1 - f_{\text{cool,m,free,npref}}) \right) \quad (\text{kWh})$$

Dabei ist:

$W_{\text{aux,int,seci,m}}$	Stromverbrauch in kWh der Umwälzpumpe des Absorptionsmittels der Absorptionskältemaschinen, die den Energiesektor i versorgen;
$Q_{\text{cool,gross,seci,m}}$	der monatliche Bruttoenergiebedarf in MJ für Kühlung des Energiesektors i, ermittelt gemäß § 6.2;
$w_{\text{int,pref}}$	Faktor zur Berücksichtigung der Tatsache, dass der Hauptkälteerzeuger eine Absorptionskältemaschine ist: - falls ja, gilt: $w_{\text{int,pref}} = 1$; - falls nein, gilt: $w_{\text{int,pref}} = 0$;
$w_{\text{int,npref}}$	Faktor zur Berücksichtigung der Tatsache, dass der Nebenkälteerzeuger eine Absorptionskältemaschine ist:

	- falls ja, gilt: $w_{\text{int,pref}} = 1$;
	- falls nein, gilt: $w_{\text{int,pref}} = 0$;
$f_{\text{cool,pref}}$	durchschnittlicher jährlicher Anteil der von dem/den Hauptkälteerzeugern(n) abgegebenen Kälte, ermittelt gemäß § 7.3.2, (-);
$f_{\text{cool,m,free,pref}}$	durchschnittlicher monatlicher Anteil der von dem/den Hauptkälteerzeugern(n) im Free-chilling-Betrieb abgegebenen Energie, ermittelt gemäß § 7.4, (-);
$f_{\text{cool,m,free,npref}}$	durchschnittlicher monatlicher Anteil der von dem/den Nebenkälteerzeugern(n) im Free-chilling-Betrieb abgegebenen Energie, ermittelt gemäß § 7.4, (-).

Die Werte aller Energiesektoren i der PEN-Einheit sind zu addieren.

8.3.2.4 Der Stromverbrauch der Elektronik

Der monatliche Stromverbrauch der Elektronik, $W_{\text{electr,gen,m}}$, ist folgendermaßen zu ermitteln:

$$\text{Gl. 334 } W_{\text{electr,gen,m}} = \sum_j P_{\text{electr,gen,j}} \cdot \frac{t_m}{3,6} \quad (\text{kWh})$$

Dabei ist:

$P_{\text{electr,gen,j}}$	die im Standby-Modus für die Erzeugung verlorene Leistung der Elektronik in W - die verlorene Leistung beträgt pro Erzeuger 10 W.
t_m	die betroffene Monatslänge in Ms, ausgewiesen in Erreur ! Source du renvoi introuvable..

Die Werte aller Kälteerzeugern j , welche die PEN-Einheit bedienen, sind zu addieren.

Bedient ein Erzeuger mehrere PEN- und/oder PER-Einheiten, so ist die im Standby-Modus verlorene Leistung entsprechend dem Bruttokühlungsbedarf der jeweiligen EEN- und/oder EEW-Einheiten proportional auf diese zu verteilen.

8.3.3 Detaillierte Methode

8.3.3.1 Rechenregel

Der zusätzliche monatliche Stromverbrauch der Kälteerzeugern der PEN-Einheit, $W_{\text{aux,cool,m}}$, ist folgendermaßen zu ermitteln:

$$\text{Gl. 335 } W_{\text{aux,cool,m}} = W_{\text{aux,pumps,m}} + W_{\text{aux,ct,m}} + W_{\text{aux,int,m}} + W_{\text{electr,gen,m}} \quad (\text{kWh})$$

$W_{\text{aux,pumps,m}}$	der monatliche Stromverbrauch in kWh der kondensatorseitigen Umwälzpumpe(n) - er wird gemäß § 8.3.3.2 ermittelt.
$W_{\text{aux,ct,m}}$	der monatliche Stromverbrauch des Kühlturms in kWh - er wird gemäß § 8.3.3.3 ermittelt.
$W_{\text{aux,int,m}}$	der monatliche Stromverbrauch der Umwälzpumpe für das Absorptionsmittel in kWh - er wird gemäß § 8.3.3.4 ermittelt.
$W_{\text{electr,gen,m}}$	der monatliche Stromverbrauch der Elektronik in kWh - er wird gemäß § Erreur ! Source du renvoi introuvable. definiert.

8.3.3.2 Stromverbrauch der Umwälzpumpe(n) auf der Kondensatorseite

Der monatliche Stromverbrauch der kondensatorseitigen Umwälzpumpe(n), $W_{\text{aux,pumps,m}}$, ist folgendermaßen zu ermitteln:

$$\text{Gl. 105} \quad W_{\text{aux,pumps,m}} = \sum_i W_{\text{aux,pumps,sec i,m}} \quad (\text{kWh})$$

$$W_{\text{aux,pumps,sec i,m}} = \frac{0,016}{3,6} \cdot Q_{\text{cool,gross,sec i,m}}$$

$$\text{Gl. 106} \quad \left(W_{\text{pumps,pref}} \cdot f_{\text{cool,pref}} \cdot (1 - f_{\text{cool,m,free,pref}}) \cdot \left(\frac{\eta_{\text{gen,cool,m,pref}} + 1}{\eta_{\text{gen,cool,m,pref}}} \right) + W_{\text{pumps,npref}} \cdot (1 - f_{\text{cool,pref}}) \cdot (1 - f_{\text{cool,m,free,npref}}) \cdot \left(\frac{\eta_{\text{gen,cool,m,npref}} + 1}{\eta_{\text{gen,cool,m,npref}}} \right) \right) \quad (\text{kWh})$$

Dabei ist:

$W_{\text{aux,pumps,sec i,m}}$	monatlicher Stromverbrauch der Umwälzpumpe(n) auf der Kondensatorseite des Energiesektors i in kWh;
$Q_{\text{cool,gross,sec i,m}}$	der monatliche Bruttoenergiebedarf in MJ für Kühlung des Energiesektors i, ermittelt gemäß § 6.2;
$f_{\text{cool,pref}}$	durchschnittlicher jährlicher Anteil der von dem/den Hauptkälteerzeuger(n) abgegebenen Kälte, ermittelt gemäß § 7.3.2, (-);
$f_{\text{cool,m,free,pref}}$	durchschnittlicher monatlicher Anteil der von dem/den Hauptkälteerzeuger(n) im Free-chilling-Betrieb abgegebenen Energie, ermittelt gemäß § 7.4, (-);
$f_{\text{cool,m,free,npref}}$	durchschnittlicher monatlicher Anteil der von dem/den Nebenkälteerzeuger(n) im Free-chilling-Betrieb abgegebenen Energie, ermittelt gemäß § 7.4, (-);
$\eta_{\text{gen,cool,m,pref}}$	monatlicher Erzeugungswirkungsgrad des Hauptkälteerzeugers, ermittelt gemäß § 7.5.2, (-);
$\eta_{\text{gen,cool,m,npref}}$	monatlicher Erzeugungswirkungsgrad des Nebenkälteerzeugers, ermittelt gemäß § 7.5.2, (-);
$W_{\text{pumps,pref}}$	Faktor zur Berücksichtigung der Tatsache, dass der Hauptkälteerzeuger mit einem Kühlturm oder einem unterirdischen Wärmetauscher verbunden ist: - mit einem Kühlturm verbunden und wassergekühlt: $W_{\text{pumps,pref}} = 1$; - mit einem unterirdischen Wärmetauscher (geschlossenes Geocooling-System) verbunden und wassergekühlt: $W_{\text{pumps,pref}} = 5$; - in den anderen Fällen: $W_{\text{pumps,pref}} = 0$;
$W_{\text{pumps,npref}}$	Faktor zur Berücksichtigung der Tatsache, dass der Nebenkälteerzeuger mit einem Kühlturm oder einem unterirdischen Wärmetauscher verbunden ist: - mit einem Kühlturm verbunden und wassergekühlt: $W_{\text{pumps,npref}} = 1$; - mit einem unterirdischen Wärmetauscher (geschlossenes Geocooling-System) verbunden und wassergekühlt: $W_{\text{pumps,npref}} = 5$; - in den anderen Fällen: $W_{\text{pumps,npref}} = 0$.

Die Werte aller Energiesektoren i der PEN-Einheit sind zu addieren.

8.3.3.3 Stromverbrauch des/der Kühlturms/Kühltürme

Der monatliche Stromverbrauch des Kühlturms, $W_{\text{aux,ct,m}}$, ist folgendermaßen zu ermitteln:

$$\text{Gl. 107} \quad W_{\text{aux,ct,m}} = \sum_i W_{\text{aux,ct,seci,m}} \quad (\text{kWh})$$

$$W_{\text{aux,ct,seci,m}} = \frac{Q_{\text{cool,gross,seci,m}}}{3,6}.$$

$$\text{Gl. 108} \quad \left(W_{\text{ct,pref}} \cdot f_{\text{ct,m,pref}} \cdot f_{\text{cool,pref}} \cdot (1 - f_{\text{cool,m,free,pref}}) \cdot \left(\frac{\eta_{\text{gen,cool,m,pref}} + 1}{\eta_{\text{gen,cool,m,pref}}} \right) + W_{\text{ct,npref}} \cdot f_{\text{ct,m,npref}} \cdot (1 - f_{\text{cool,pref}}) \cdot (1 - f_{\text{cool,m,free,npref}}) \cdot \left(\frac{\eta_{\text{gen,cool,m,npref}} + 1}{\eta_{\text{gen,cool,m,npref}}} \right) \right) \quad (\text{kWh})$$

Dabei ist:

$W_{\text{aux,ct,seci,m}}$	der monatliche Stromverbrauch in kWh des Kühlturms/der Kühltürme des Wärmeerzeugungssystem für die Energiezone i
$Q_{\text{cool,gross,seci,m}}$	der monatliche Bruttoenergiebedarf in MJ für Kühlung des Energiesektors i , ermittelt gemäß § 6.2;
$f_{\text{ct,m,pref}}$	monatlicher Korrekturfaktor der mit dem Hauptkälteerzeuger verbundenen Kühltürme, wie nachstehend ermittelt;
$f_{\text{ct,m,npref}}$	monatlicher Korrekturfaktor der mit dem Nebenkälteerzeuger verbundenen Kühltürme, wie nachstehend ermittelt;
$f_{\text{cool,pref}}$	durchschnittlicher jährlicher Anteil der von dem/den Hauptkälteerzeuger(n) abgegebenen Kälte, ermittelt gemäß § 7.3.2, (-);
$f_{\text{cool,m,free,pref}}$	durchschnittlicher monatlicher Anteil der von dem/den Hauptkälteerzeuger(n) im Free-chilling-Betrieb abgegebenen Energie, ermittelt gemäß § 7.4, (-);
$f_{\text{cool,m,free,npref}}$	durchschnittlicher monatlicher Anteil der von dem/den Nebenkälteerzeuger(n) im Free-chilling-Betrieb abgegebenen Energie, ermittelt gemäß § 7.4, (-);
$\eta_{\text{gen,cool,m,pref}}$	monatlicher Erzeugungswirkungsgrad des Hauptkälteerzeugers, ermittelt gemäß § 7.5.2, (-);
$\eta_{\text{gen,cool,m,npref}}$	monatlicher Erzeugungswirkungsgrad des Nebenkälteerzeugers, ermittelt gemäß § 7.5.2, (-);
$W_{\text{ct,pref}}$	Faktor zur Berücksichtigung der Tatsache, dass der Hauptkälteerzeuger mit einem Kühlturm verbunden ist: - mit einem Kühlturm verbunden: $w_{\text{ct,pref}} = 1$; - falls nein, gilt: $w_{\text{ct,pref}} = 0$;
$W_{\text{ct,npref}}$	Faktor zur Berücksichtigung der Tatsache, dass der Nebenkälteerzeuger mit einem Kühlturm verbunden ist: - mit einem Kühlturm verbunden: $w_{\text{ct,npref}} = 1$; - falls nein, gilt: $w_{\text{ct,npref}} = 0$.

Die Werte aller Energiesektoren i der PEN-Einheit sind zu addieren.

Der monatliche Korrekturfaktor der mit dem Kälteerzeuger verbundenen Kühltürme wird wie folgt ermittelt:

$$\text{Gl. 109} \quad f_{\text{ct},m} = C_{\text{ct},1} - C_{\text{ct},2} \cdot \min(\theta_{\text{co},m}, \theta_{\text{co},\text{MAX}}) \quad (-)$$

Dabei ist:

$C_{\text{ct},1}$, $C_{\text{ct},2}$ Faktoren zur Ermittlung des monatlichen Hilfsenergieverbrauchs, ermittelt gemäß Tabelle [28], (-);

$\theta_{\text{co},m}$ monatliche Betriebstemperatur des Kondensators in °C, ermittelt gemäß 7.5.2.3.2;

$\theta_{\text{co},\text{MAX}}$ maximale Betriebstemperatur des Kondensators in °C, aufgeführt in Tabelle [28].

Tabelle [28]: Konstanten zur Berechnung des Energieverbrauchs eines Kühlturms

Turmtyp	Ventilatortyp	$\theta_{\text{co},\text{MAX}}$	$C_{\text{ct},1}$	$C_{\text{ct},2}$
Luftkühler (Dry cooler)	Ventilator mit konstanter Geschwindigkeit	32	0,100	0,0027
	Ventilator mit 2 Geschwindigkeiten	32	0,083	0,0025
	Ventilator mit variabler Geschwindigkeit	32	0,078	0,0024
Offener Turm und geschlossener Turm	Ventilator mit konstanter Geschwindigkeit	26	0,130	0,0041
	Ventilator mit 2 Geschwindigkeiten	26	0,130	0,0047
	Ventilator mit variabler Geschwindigkeit	26	0,130	0,0046

8.3.3.4 Stromverbrauch der Umwälzpumpe des Absorptionsmittels

Der monatliche Stromverbrauch der Umwälzpumpe des Absorptionsmittels wird wie folgt ermittelt:

$$\text{Gl. 110} \quad W_{\text{aux,int},m} = \sum_i W_{\text{aux,int,sec } i,m} \quad (\text{kWh})$$

$$\text{Gl. 111} \quad W_{\text{aux,int,sec } i,m} = \frac{0,46}{3,6} \cdot Q_{\text{cool,gross,sec } i,m} \cdot \left[w_{\text{int,pref}} \cdot f_{\text{cool,pref}} \cdot (1 - f_{\text{cool},m,\text{free,pref}}) \cdot (\max(320, P_{\text{gen,pref}}))^{-0,606} \right. \\ \left. + w_{\text{int,npref}} \cdot (1 - f_{\text{cool,pref}}) \cdot (1 - f_{\text{cool},m,\text{free,npref}}) \cdot (\max(320, P_{\text{gen,npref}}))^{-0,606} \right] \quad (\text{kWh})$$

$W_{\text{aux,int,sec } i,m}$ der Stromverbrauch der Umwälzpumpe des Absorptionsmittels in kWh;

$P_{\text{gen,pref}}$ die Nennleistung der Hauptkompressionskältemaschine in kW, ermittelt nach dem Absatz „Rated Full Load Performance“ der Norm Ari 560-2000;

$P_{\text{gen,npref}}$ die Nennleistung der Nebenkomppressionskältemaschine in kW, ermittelt nach dem Absatz „Rated Full Load Performance“ der Norm Ari 560-2000;

$Q_{\text{cool,gross,sec } i,m}$ der monatliche Bruttoenergiebedarf in MJ für Kühlung des Energiesektors i, ermittelt gemäß § 6.2;

$w_{\text{int,pref}}$ ein Faktor zur Berücksichtigung der Tatsache, dass der Hauptkälteerzeuger eine Absorptionskältemaschine ist:

$w_{int,pref}$

- falls ja, gilt: $w_{int,pref} = 1$;
- falls nein, gilt: $w_{int,pref} = 0$;

 ein Faktor zur Berücksichtigung der Tatsache, dass der Nebenkälteerzeuger eine Absorptionskältemaschine ist:

- falls ja, gilt: $w_{int,pref} = 1$;
- falls nein, gilt: $w_{int,pref} = 0$.

Die Werte aller Energiesektoren i der PEN-Einheit sind zu addieren.

8.3.3.5 Der Verbrauch der Elektronik

Der monatliche Stromverbrauch der Elektronik, $W_{electr,geb,m}$, ist folgendermaßen zu ermitteln:

$$\text{Gl. 336 } W_{electr,gen,m} = \sum_j P_{electr,gen,j} \cdot \frac{t_m}{3,6} \quad (\text{kWh})$$

Dabei ist:

$P_{electr,gen,j}$ die im Standby-Modus für die Erzeugung verlorene Leistung der Elektronik in W - die verlorene Leistung beträgt pro Erzeuger 10 W.
 t_m die betroffene Monatslänge in Ms, ausgewiesen in **Erreur ! Source du renvoi introuvable..**

Die Werte aller Kälteerzeuger j , welche die PEN-Einheit bedienen, sind zu addieren.

Bedient ein Erzeuger mehrere PEN- und/oder PER-Einheiten, so ist die im Standby-Modus verlorene Leistung entsprechend dem Bruttokühlungsbedarf der jeweiligen PEN- und/oder PER-Einheiten proportional auf diese zu verteilen.

8.4 Zusätzlicher Stromverbrauch für Free-chilling

Ein Kälteerzeuger im Free-chilling-Betrieb verbraucht nur für die Umwälzpumpen und/oder die Kühltürme Energie. Der Stromverbrauch für den Free-chilling-Betrieb wird wie folgt ermittelt:

$$\text{Gl. 112 } W_{aux,free,m} = W_{aux,pumps,free,m} + W_{aux,ct,free,m} \quad (\text{kWh})$$

Dabei ist:

$W_{aux,pumps,free,m}$ monatlicher Stromverbrauch in kWh der Umwälzpumpen auf der Kondensatorseite des Kälteerzeugers, der im Free-chilling-Betrieb arbeitet;
 $W_{aux,ct,free,m}$ monatlicher Stromverbrauch in kWh des Kühlturms, der im Free-chilling-Betrieb arbeitet.

Der Stromverbrauch der Umwälzpumpen auf der Kondensatorseite wird wie folgt ermittelt:

$$\text{Gl. 113 } W_{aux,pumps,free,m} = \sum_i W_{aux,pumps,free,sec\ i,m} \quad (\text{kWh})$$

$$W_{\text{aux,pumps,free,seci,m}} = \frac{0,052}{3,6} \cdot Q_{\text{cool,gross,sec,i,m}}$$

$$\text{Gl. 114} \quad \left(w_{\text{pumps,free,pref}} \cdot f_{\text{cool,pref}} \cdot f_{\text{cool,m,free,pref}} + w_{\text{pumps,free,npref}} \cdot (1 - f_{\text{cool,pref}}) \cdot f_{\text{cool,m,free,npref}} \right) \quad (\text{kWh})$$

$Q_{\text{cool,gross,seci,m}}$ der monatliche Bruttoenergiebedarf in MJ für Kühlung des Energiesektors i, ermittelt gemäß § 6.2;

$f_{\text{cool,pref}}$ durchschnittlicher jährlicher Anteil der von dem/den Hauptkälteerzeuger(n) abgegebenen Kälte, ermittelt gemäß § 7.3.2, (-);

$f_{\text{cool,m,free,pref}}$ durchschnittlicher monatlicher Anteil der von dem/den Hauptkälteerzeuger(n) im Free-chilling-Betrieb abgegebenen Energie, ermittelt gemäß § 7.4, (-);

$f_{\text{cool,m,free,npref}}$ durchschnittlicher monatlicher Anteil der von dem/den Nebenkälteerzeuger(n) im Free-chilling-Betrieb abgegebenen Energie, ermittelt gemäß § 7.4, (-);

$w_{\text{pumps,free,pref}}$ Faktor zur Berücksichtigung der Tatsache, dass der Hauptkälteerzeuger im Free-chilling-Betrieb arbeitet:

- falls ja:

- wenn es sich um Free-chilling-Betrieb per Luft handelt, gilt

$$w_{\text{pumps,free,pref}} = 1;$$

- wenn es sich um Geocooling/ein geschlossenes oder offenes System handelt, gilt

$$w_{\text{pumps,free,pref}} = 1,54;$$

- falls nein, gilt: $w_{\text{pumps,free,pref}} = 0;$

$w_{\text{pumps,free,npref}}$ Faktor zur Berücksichtigung der Tatsache, dass der Nebenkälteerzeuger im Free-chilling-Betrieb arbeitet:

- falls ja:

- wenn es sich um Free-chilling-Betrieb per Luft handelt, gilt

$$w_{\text{pumps,free,pref}} = 1;$$

- wenn es sich um Geocooling/ein geschlossenes oder offenes System handelt, gilt

$$w_{\text{pumps,free,pref}} = 1,54;$$

- falls nein, gilt: $w_{\text{pumps,free,pref}} = 0.$

Die Werte aller Energiesektoren i der PEN-Einheit sind zu addieren.

Der Stromverbrauch des Kühlturms wird wie folgt ermittelt:

$$\text{Gl. 115} \quad W_{\text{aux,ct,free,m}} = \sum_i W_{\text{aux,ct,free,sec i,m}} \quad (\text{kWh})$$

$$W_{\text{aux,ct,free,seci,m}} = \frac{(0,10 + 0,003 \cdot \theta_{\text{ev}})}{3,6} \cdot Q_{\text{cool,gross,sec,i,m}}$$

$$\text{Gl. 116} \quad \left(w_{\text{ct,pref}} \cdot f_{\text{cool,pref}} \cdot f_{\text{cool,m,free,pref}} + w_{\text{ct,npref}} \cdot (1 - f_{\text{cool,pref}}) \cdot f_{\text{cool,m,free,npref}} \right) \quad (\text{kWh})$$

Dabei ist:

$W_{\text{aux,ct,free,seci,m}}$	monatlicher Stromverbrauch in kWh des Kühlturms, der im Free-chilling-Betrieb arbeitet, im Energiesektor i;
$Q_{\text{cool,gross,seci,m}}$	der monatliche Bruttoenergiebedarf in MJ für Kühlung des Energiesektors i, ermittelt gemäß § 6.2;
θ_{ev}	Betriebstemperatur des Verdampfers in °C gemäß § 7.5.2.3.3;
$f_{\text{cool,pref}}$	durchschnittlicher jährlicher Anteil der von dem/den Hauptkälteerzeuger(n) abgegebenen Kälte, ermittelt gemäß § 7.3.2, (-);
$f_{\text{cool,m,free,pref}}$	durchschnittlicher monatlicher Anteil der von dem/den Hauptkälteerzeuger(n) im Free-chilling-Betrieb abgegebenen Energie, ermittelt gemäß § 7.4, (-);
$f_{\text{cool,m,free,npref}}$	durchschnittlicher monatlicher Anteil der von dem/den Nebenkälteerzeuger(n) im Free-chilling-Betrieb abgegebenen Energie, ermittelt gemäß § 7.4, (-);
$W_{\text{ct,pref}}$	Faktor zur Berücksichtigung der Tatsache, dass der Hauptkälteerzeuger mit einem Kühlturm verbunden ist: - falls ja, gilt: $w_{\text{ct,pref}} = 1$; - falls nein, gilt: $w_{\text{ct,pref}} = 0$;
$W_{\text{ct,npref}}$	Faktor zur Berücksichtigung der Tatsache, dass der Nebenkälteerzeuger mit einem Kühlturm verbunden ist: - falls ja, gilt: $w_{\text{ct,npref}} = 1$; - falls nein, gilt: $w_{\text{ct,npref}} = 0$.

Die Werte aller Energiesektoren i der PEN-Einheit sind zu addieren.

8.5 Elektrische Hilfsenergie für die Wärmeerzeugung

8.5.1 Prinzip

In diesem Kapitel wird der monatliche elektrische Hilfsenergieverbrauch der Zusatzgeräte des Wärmeerzeugungssystems ermittelt. Für die Umwandlung in Primärenergieverbrauch siehe § 10.5.

8.5.2 Rechenregel für die Ermittlung der elektrischen Hilfsenergie des Wärmeerzeugungssystems

8.5.2.1 Allgemeine Rechenregel

Ermitteln Sie den monatlichen Hilfsenergieverbrauch für die Wärmeerzeugung in der PEN-Einheit, $W_{\text{aux,gen,m}}$, folgendermaßen:

$$\text{Gl. 337 } W_{\text{aux,gen,m}} = W_{\text{throttle/fans,gen,m}} + W_{\text{ct,gen,m}} + W_{\text{electr,gen,m}} \quad (\text{kWh})$$

Dabei ist:

$W_{\text{throttle/fans,gen,m}}$	der monatliche Stromverbrauch der Gasventile und/oder Ventilatoren im Wärmeerzeugungssystem der betreffenden PEN-Einheit - er wird gemäß § Erreur ! Source du renvoi introuvable. in kWh ermittelt.
$W_{\text{ct,gen,m}}$	der monatliche Stromverbrauch in kWh des Kühlturms/der Kühltürme, der/die an die Wärmeerzeugung angeschlossen ist/sind - er wird gemäß § 8.5.2.3 ermittelt.

$W_{\text{electr,gen,m}}$ der monatliche Stromverbrauch in kWh der Elektronik in der betreffenden PEN-Einheit - er wird in § **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** bestimmt.

8.5.2.2 Der Stromverbrauch von Gasventilen und/oder Ventilatoren

8.5.2.2.1 Allgemeine Rechenregel

$W_{\text{throttle/fans,gen,m}}$ wird wie folgt definiert:

$$\text{Gl. 338 } W_{\text{throttle/fans,gen,m}} = \sum_j P_{\text{throttle/fans,gen,spec}} \cdot P_{\text{throttle/fans,gen,j}} \cdot \frac{t_{\text{on,gen,j,m}}}{3,6} \quad (\text{kWh})$$

Dabei ist:

$P_{\text{throttle/fans,gen,spec}}$	die spezifische Leistung der Erzeuger, die mit einem Ventilator und/oder einem Gasventil ausgestattet sind - sie wird als gleich 1 W/kW angesehen.
$P_{\text{throttle/fans,gen,j}}$	die Nennleistung des Erzeugers j in kW
$t_{\text{on,gen,j,m}}$	die Betriebszeit des Gasventils und/oder des Ventilators, der den Erzeuger j bedient - er wird in § 8.5.2.2.2 bestimmt.

Die Werte aller Kälteerzeuger, welche die PEN-Einheit bedienen und mit einem Gasventil und/oder einem Ventilator arbeiten, sind zu addieren.

Bedient ein Erzeuger mehrere PEN- und/oder PER-Einheiten, so ist die in der Gl. 338 genannte Nennleistung des Erzeugers entsprechend dem Gesamtbruttobedarf der jeweiligen PEN- und/oder PER-Einheiten proportional auf diese zu verteilen. Bedient der Erzeuger ausschließlich die Heizung, so muss sich die Aufteilung auf den Bruttoheizbedarf stützen. Bedient der Erzeuger ausschließlich die Heizung, so muss sich die Aufteilung auf den Bruttoenergiebedarf für Heizung stützen. Bedient der Erzeuger ausschließlich die Brauchwarmwassererzeugung, so muss sich die Aufteilung auf den Bruttoenergiebedarf für Brauchwarmwasser stützen. Bedient der Erzeuger beide Systeme, so muss sich die Aufteilung auf den jeweiligen Bruttoenergiebedarf für Heizung und für Brauchwarmwasser stützen.

Für Warmwasserbereiter, deren Erzeugungswirkungsgrad Und der -Speicherung gemäß 10.3.3.4.1 der Anlage A.1 berechnet werden sowie für Wärmeerzeuger, deren Erzeugungswirkungsgrad gemäß 10.2.3.3, 10.2.3.4.2 oder 10.2.3.4.3 der Anlage A.1 berechnet wird, wird der Hilfsstromverbrauch für die Erzeugung bereits berücksichtigt und wird nicht in Gl. 338 erfasst.

8.5.2.2.2 Definition der Betriebszeit $t_{\text{on,gen,j,m}}$

$t_{\text{on,gen,j,m}}$ wird wie folgt definiert:

$$\text{Gl. 339 } t_{\text{on,gen,j,m}} = \text{MIN} \left(t_m; \frac{\left(\sum_i Q_{\text{heat,gross,sec } i,m} + \sum_k Q_{\text{water,bath } k,gross,m} + \sum_k Q_{\text{water,sink } k,gross,m} + \sum_k Q_{\text{water,other } k,gross,m} + \sum_l Q_{\text{hum,net,l}} + \sum_o \frac{Q_{\text{cool,gross,sec } n,m}}{\text{EER}_{\text{nom,o}}} \right)}{P_{\text{throttle/fans,gen,j}} \cdot 1000} \right) \quad (\text{Ms})$$

Dabei ist:

t_m	die Dauer des Monats in Ms, aufgeführt in Tabelle [1];
$Q_{\text{heat,gross,sec } i,m}$	der monatliche Bruttoenergiebedarf in MJ für die Heizung der Räume in der Energiezone i - er wird gemäß § 9.2.1 von Anhang A.1 für PER-Einheiten und gemäß § 6.2 desselben für PEN-Einheiten ermittelt, solange dieser Bedarf vom Erzeuger j

	entsprechend § 10.2.2 von Anhang A.1 für die PER-Einheiten oder entsprechend § 7.2.1 desselben für PEN-Einheiten gedeckt wird;
$Q_{\text{water,bath } k, \text{gross}, m}$	der monatliche Bruttoenergiebedarf in MJ für das Brauchwarmwasser einer Dusche oder Badewanne k - er wird gemäß § 9.3.1 von Anhang A.1 für PER-Einheiten und gemäß § 6.5 desselben für PEN-Einheiten ermittelt, solange dieser Bedarf vom Erzeuger j entsprechend § 10.3.2 von Anhang A.1 für PER-Einheiten oder entsprechend § Erreur ! Source du renvoi introuvable. desselben für PEN-Einheiten gedeckt wird;
$Q_{\text{water,bath } k, \text{gross}, m}$	der monatliche Bruttoenergiebedarf in MJ für das Brauchwarmwasser einer Küchenspüle k - er wird gemäß § 9.3.1 von Anhang A.1 für PER-Einheiten und gemäß § 6.5 desselben für PEN-Einheiten ermittelt, solange dieser Bedarf vom Erzeuger j entsprechend § 10.3.2 von Anhang A.1 für PER-Einheiten oder entsprechend § Erreur ! Source du renvoi introuvable. desselben für PEN-Einheiten gedeckt wird;
$Q_{\text{water,other } k, \text{gross}, m}$	der monatliche Bruttoenergiebedarf in MJ für das Brauchwarmwasser einer anderen Entnahmestelle k - er wird gemäß § 6.5 ermittelt, solange dieser Bedarf vom Erzeuger j entsprechend § Erreur ! Source du renvoi introuvable. gedeckt wird;
$Q_{\text{hum,net}, l, m}$	der monatliche Nettoenergiebedarf für die Befeuchtung eines Gerätes l in MJ - er wird gemäß § 5.11 ermittelt, Vorausgesetzt, dass diese Bedürfnisse durch j Generator in Übereinstimmung mit § 7.2.1 abgedeckt werden;
$Q_{\text{cool,gross}, \text{sec } n, m}$	die monatliche Bruttoenergiebedarf für Raumkühlung Energiesektor n durch die Kältemaschine durch Absorption auf § 6.2 MJ bestimmt geliefert, vorausgesetzt, dass diese Bedürfnisse durch die Kältemaschine durch Absorption o Vereinbarung abgedeckt sind mit der § 7.2.2 und vorausgesetzt, dass die Wärme für die Kühlmaschine durch Absorption o j durch den Generator in Übereinstimmung mit der § 7.2.1 bedeckt ist;
$EER_{\text{nom}, o}$	der Koeffizient der durch Absorptionseffizienz der Kältemaschine Kühl o unter § 7.5.2 bestimmt, (-);
$P_{\text{throttle/fans,gen}, j}$	die Nennleistung des Erzeugers j in kW.

Folgende Werte sind grundsätzlich zu addieren:

- die Werte aller Energiezonen i (der betreffenden PEN-Einheit oder einer anderen PEN- oder PER-Einheit), die der Erzeuger j versorgt;
- die Werte aller Duschen k (in der betreffenden PEN-Einheit oder einer anderen PEN- oder PER-Einheit), die der Erzeuger j versorgt;
- die Werte aller Küchenspülen k (in der betreffenden PEN-Einheit oder einer anderen PEN- oder PER-Einheit), die der Erzeuger j versorgt;
- die Werte aller anderen Entnahmestellen k (in der betreffenden PEN-Einheit oder einer anderen PEN- oder PER-Einheit), die vom Erzeuger j versorgt werden;
- alle Befeuchtung Geräte l (EEN in der Beobachtungseinheit oder einer anderen Einheit EEN), die durch den Generator j bedient werden;
- alle Energiesektoren n (EEN in der Beobachtungseinheit oder einer anderen Einheit EEN), die von der Kältemaschine durch Absorption o und alle o Kältemaschinen bedient werden, die durch den Generator j bedient werden.

8.5.2.3 Der Stromverbrauch des Kühlturms/der Kühltürme, der/die an die Wärmeerzeugung angeschlossen ist/sind

Der Stromverbrauch des Kühlturms/der Kühltürme, der/die an die Wärmeerzeugung angeschlossen ist/sind, $W_{ct,gen,m}$, ist folgendermaßen zu ermitteln:

$$G1. \quad 340 \quad W_{ct,gen,m} = \sum_i W_{ct,gen,seci,m} \quad (\text{kWh})$$

$$G1. \quad 341 \quad W_{ct,gen,seci,m} = \frac{Q_{heat,gross,sec,i,m}}{3,6} \cdot \left(W_{ct,pref} \cdot f_{ct,m,pref} \cdot f_{heat,m,pref} \cdot \left(\frac{\eta_{gen,heat,m,pref} - 1}{\eta_{gen,heat,m,pref}} \right) + \sum_k W_{ct,npref,k} \cdot f_{ct,m,npref,k} \cdot f_{heat,m,npref,k} \cdot \left(\frac{\eta_{gen,heat,m,npref,k} - 1}{\eta_{gen,heat,m,npref,k}} \right) \right) \quad (\text{kWh})$$

Dabei ist:

$W_{ct,gen,seci,m}$	der monatliche Stromverbrauch in kWh des Kühlturms/der Kühltürme des Wärmeerzeugungssystem für die Energiezone i
$Q_{heat,gross,seci,m}$	der monatliche Bruttoenergiebedarf für die Heizung der Energiezone i in MJ – er wird gemäß § 6.2 ermittelt
$f_{ct,m,pref}$	der monatliche Korrekturfaktor für die Kühltürme, die an den Haupterzeuger angeschlossen sind, wie nachstehend definiert
$f_{ct,m,npref,k}$	der monatliche Korrekturfaktor für die Kühltürme, die an den Nebenerzeuger k angeschlossen sind, wie nachstehend definiert
$f_{heat,m,pref}$	der monatliche Anteil der Gesamtwärmemenge, den der/die angeschlossene(n) Hauptwärmeerzeuger liefern, wie im § 7.3.1 festgelegt (-)
$f_{heat,m,npref,k}$	der monatliche Anteil der Gesamtwärmemenge, den der/die angeschlossene(n) Hauptwärmeerzeuger k liefern, wie im § 7.3.1 bestimmt (-)
$\eta_{gen,heat,m,pref}$	der monatliche Erzeugungswirkungsgrad des/der Hauptwärmeerzeuger, er wird gemäß § 7.5.1 ermittelt. (-)
$\eta_{gen,heat,m,npref,k}$	der monatliche Erzeugungswirkungsgrad des/der Nebewärmeerzeuger k, er wird gemäß § 7.5.1 ermittelt. (-)
$W_{ct,pref}$	ein Faktor, der mit einbezieht, ob der Haupterzeuger an einen Kühlturm angeschlossen ist oder nicht: - der Haupterzeuger ist an einen Kühlturm angeschlossen: $W_{ct,pref} = 1$ - in allen anderen Fällen: $W_{ct,pref} = 0$
$W_{ct,npref,k}$	ein Faktor, der berücksichtigt, ob der Nebenerzeuger k an einen Kühlturm angeschlossen ist oder nicht: - der Haupterzeuger ist an einen Kühlturm angeschlossen: $W_{ct,npref,k} = 1$ - in allen anderen Fällen: $W_{ct,npref,k} = 0$

Die Werte aller Nebewärmeerzeuger k, welche die Energiezone i versorgen, und aller Energiezonen j der PEN-Einheit sind zu addieren.

$F_{ct,m,pref}$, der monatliche Korrekturfaktor für die Kühltürme, die an den Wärmeerzeuger angeschlossen sind, wird gemäß § 8.3.2.4 ermittelt.

8.5.2.4 Der Stromverbrauch der Elektronik

Der monatliche Stromverbrauch der Elektronik der betreffenden PEN-Einheit, $W_{\text{electr,gen,m}}$, ist folgendermaßen zu ermitteln:

$$\text{Gl. 342 } W_{\text{electr,gen,m}} = \sum_j P_{\text{electr,gen,j}} \cdot \frac{t_m}{3,6} \quad (\text{kWh})$$

Dabei ist:

$P_{\text{electr,gen,j}}$ die im Standby-Modus für die Erzeugung verlorene Leistung der Elektronik in W - sie beträgt pro Erzeuger 10 W.
 t_m die betroffene Monatslänge in Ms, siehe **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**

Grundsätzlich sind die Werte aller Erzeuger j zu addieren, welche die PEN-Einheit bedienen.

Bedient ein Erzeuger mehrere PEN- und/oder PER-Einheiten, so ist die im Standby-Modus verlorene Leistung entsprechend dem Bruttokühlungsbedarf der betreffenden PEN- und/oder PER-Einheiten proportional auf diese zu verteilen. Bedient der Erzeuger ausschließlich die Heizung, so muss sich die Aufteilung auf den Bruttoheizbedarf stützen. Bedient der Erzeuger ausschließlich die Brauchwarmwassererzeugung, so muss sich die Aufteilung auf den Bruttoenergiebedarf für Brauchwarmwasser stützen. Bedient der Erzeuger beide Systeme, so muss sich die Aufteilung auf den jeweiligen Bruttoenergiebedarf für Heizung und für Brauchwarmwasser stützen.

Für Warmwasserbereiter, deren Erzeugungswirkungsgrad und der -Speicherung gemäß 10.3.3.4.1 der Anlage A.1 berechnet werden sowie für Wärmeerzeuger, deren Erzeugungswirkungsgrad gemäß 10.2.3.3, 10.2.3.4.2 oder 10.2.3.4.3 der Anlage A.1 berechnet wird, wird der Hilfsstromverbrauch für die Erzeugung bereits berücksichtigt und wird nicht in Gl. 342 erfasst.

8.6 Energieverbrauch für die Vorkühlung der Lüftungsluft

Der monatliche Stromverbrauch für die Vorkühlung der Lüftungsluft wird wie folgt ermittelt:

$$\text{Gl. 118 } W_{\text{precool,m}} = W_{\text{soil/water,m}} + W_{\text{evap,m}} \quad (\text{kWh})$$

Dabei ist:

$W_{\text{soil/water,m}}$ monatlicher Stromverbrauch für den Boden/Wasser-Wärmetauscher in kWh gemäß § 8.6.1;
 $W_{\text{evap,m}}$ monatlicher Stromverbrauch in kWh für Verdunstungskühlung gemäß § 8.6.2.

Bei anderen Techniken wird $W_{\text{precool,m}}$ nach den vom Minister festgelegten Regeln ermittelt.

8.6.1 Stromverbrauch für den Boden/Wasser-Wärmetauscher

Der monatliche Stromverbrauch für den Boden/Wasser-Wärmetauscher wird wie folgt ermittelt:

$$W_{\text{soil/water},m} = 0,278 \cdot t_m \cdot w_{\text{soil/water},m}$$

$$\text{Gl. 343} \quad \left(f_{\text{vent,cool,max}} \cdot \frac{\dot{V}_W}{3600} \cdot f \cdot \frac{L_{\text{tube}}}{D_{\text{tube}}} \cdot 500 \cdot \left(\frac{\dot{V}_W}{3600 \cdot n_{\text{tube}} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot D_{\text{tube}}^2} \right)^2 + 150 \cdot \frac{\sum_f \left((f_{\text{vent,cool,fct } f} - f_{V,\text{add},m,\text{day,cool,fct } f,m}) \cdot \dot{V}_{\text{hyg,fct } f} \right) + f_{V,\text{add},m,\text{day,cool,fct } f,m} \cdot \dot{V}_{\text{add,fct } f}}{3600} \right) \quad (\text{kWh})$$

Dabei ist:

t_m	Dauer des betreffenden Monats in Ms, aufgeführt in Tabelle [1];
$f_{\text{vent,cool,fct } f}$	üblicher Zeitanteil, in dem die Lüftung im Funktionsbereich f in Betrieb ist, für die Kühlungsrechnungen, wie in Tabelle [7] aufgeführt, (-);
$f_{\text{vent,cool,max}}$	üblicher Zeitanteil, in dem der Boden/Wasser-Wärmetauscher in Betrieb ist und der den jeweiligen Höchstwerten für $f_{\text{vent,cool,fct } f}$ entspricht, wie vorstehend ermittelt, (-);
$f_{V,\text{add},m,\text{day,cool,fct } f,m}$	der übliche Zeitanteil, in dem die zusätzliche mechanische Taglüftung im Funktionsbereich f in Betrieb ist, gemäß § Erreuer ! Source du renvoi introuvable. für die Kühlungsrechnungen ermittelt (-)
$W_{\text{soil/water},m}$	monatlicher Faktor zur Berücksichtigung der Nutzungsdauer des Boden/Wasser-Wärmetauschers, ermittelt gemäß § B.2.1, (-);
$\dot{V}_W$	Wasserdurchsatz des Boden/Wasser-Wärmetauschers in m ³ /h;
f	Reibungskoeffizient:

$$\text{Gl. 120} \quad \text{Wenn } Re < 2300: f = \frac{64}{Re}$$

$$\text{Andernfalls: } f = (1,58 \cdot \ln(Re) - 3,28)^{-2}$$

Dabei ist:

Re	Reynolds-Zahl, ermittelt gemäß § B.2, (-);
D_{tube}	Innendurchmesser der unterirdischen Rohrleitung in m;
L_{tube}	Länge der unterirdischen Rohrleitung in m;
n_{tube}	Anzahl der parallel geführten Rohrleitungen, (-);
$\dot{V}_{\text{hyg,fct } f}$	der Auslegungsvolumenstrom der Außenluftzufuhr für die Hygienelüftung in m ³ /h, der den Erdwärmetauscher im Funktionsbereich f durchläuft - er wird gemäß den in § 5.6.2.2 beschriebenen Prinzipien ermittelt.
$\dot{V}_{\text{add},m,\text{fct } f}$	Auslegungsvolumenstrom der Außenluftzufuhr in m ³ /h für die mechanische Lüftung des Funktionsbereichs f. Der Standardwert entspricht dem Auslegungsvolumenstrom der Außenluftzufuhr für die Hygienelüftung. Andere Werte können angewendet werden, wenn sie sich auf Messberichte stützen, die den Vorgaben des Ministers entsprechen.

Die Werte aller Funktionen f der Lüftungszone z sind zu addieren.

8.6.2 Stromverbrauch für die Verdunstungskühlung

Der monatliche Stromverbrauch für die Verdunstungskühlung wird wie folgt ermittelt:

$$W_{\text{evap},m} = 0,278 \cdot t_m \cdot w_{\text{evap},m} \cdot 250 \cdot \sum_f \left((f_{\text{vent,cool,fct } f} - f_{V,\text{add } m,\text{day,cool,fct } f,m}) \cdot \dot{V}_{\text{hyg,fct } f} + f_{V,\text{add } m,\text{day,cool,fct } f,m} \cdot \dot{V}_{\text{add } m,\text{fct } f} \right) \quad \text{Gl. 344} \quad 3600 \quad (\text{kWh})$$

Dabei ist:

t_m	Dauer des betreffenden Monats in Ms, aufgeführt in Tabelle [1];
$w_{\text{evap},m}$	monatlicher Faktor zur Berücksichtigung der Nutzungszeit des Verdunstungssystems, ermittelt gemäß § B.3.1, (-);
$f_{\text{vent,cool,fct } f}$	üblicher Zeitanteil, in dem die Lüftung im Funktionsbereich f in Betrieb ist, für die Kühlungsrechnungen, wie in Tabelle [7] aufgeführt, (-);
$f_{V,\text{add } m,\text{day,cool,fct } f,m}$	der übliche Zeitanteil, in dem die zusätzliche mechanische Taglüftung im Funktionsbereichs f in Betrieb ist, gemäß § Erreur ! Source du renvoi introuvable. für die Kühlungsrechnungen ermittelt (-)
$\dot{V}_{\text{hyg,fct } f}$	der Auslegungsvolumenstrom der Außenluftzufuhr für die Hygienelüftung in m ³ /h, der den Erdwärmetauscher im Funktionsbereich f durchläuft - er wird gemäß den in § 5.6.2.2 beschriebenen Prinzipien ermittelt.
$\dot{V}_{\text{add } m,\text{fct } f}$	der Auslegungsvolumenstrom der Außenluftzufuhr in m ³ /h für die mechanische Lüftung des Funktionsbereichs f - der Standardwert entspricht dem Auslegungsvolumenstrom der Außenluftzufuhr für die Hygienelüftung. Andere Werte können angewendet werden, wenn sie sich auf Messberichte stützen, die den Vorgaben des Ministers entsprechen.

Die Werte aller Funktionsbereiche f der Lüftungszone z sind zu addieren.

9 Energieverbrauch für die Beleuchtung

9.1 Prinzip

Dieses Kapitel befasst sich zum einen mit der Ermittlung der dimensionslosen Hilfsvariablen $L_{\text{rm } r}$ und zum anderen mit dem üblichen Stromverbrauch für die Beleuchtung (die in 10.6 in Primärenergieverbrauch umgewandelt wird).

Für die Berechnungen wird nur die fest angebrachte Innenbeleuchtung der PEN-Einheit berücksichtigt.

Zu Beispielen einer Beleuchtung außerhalb der PEN-Einheit können gehören (je nach betreffendem Gebäude):

- Außenbeleuchtung;
- Innenbeleuchtung in Räumen außerhalb des geschützten Volumens;
- Beleuchtung in den Unterkunften des Gebäudes;
- Beleuchtung von anderen Räumen im Inneren des geschützten Volumens, für die jedoch keine PEN-Berechnung durchgeführt werden muss.

Im Innenbereich der PEN-Einheit werden folgende Beleuchtungsformen nicht berücksichtigt:

- „unabhängige“ Beleuchtung: Darunter sind unabhängige (nicht fest angebrachte) Beleuchtungskörper zu verstehen, die der Nutzer an das Stromnetz anschließt, indem er einen Stecker in eine Steckdose steckt, zum Beispiel Bürolampen, bestimmte an Bilderrahmen angebrachte Lampen usw.;
- Beleuchtungskörper, die Notausgänge anzeigen (und die häufig dauerhaft leuchten);
- Notbeleuchtung (sofern diese nur im Notfall aufleuchtet);
- Beleuchtung der Aufzugskabinen und des Aufzugschachts.

Bei der Ermittlung des E_{EPNR} -Wertes wird der Verbrauch der Batterien in den Beleuchtungssystemen (beispielsweise in drahtlosen Schaltern) nicht berücksichtigt.

Pro Funktionsbereich stehen zwei Methoden zur Ermittlung der Hilfsvariablen $L_{\text{rm } r}$ für alle Räume und des Stromverbrauchs für die Beleuchtung zur Verfügung, zwischen denen gewählt werden muss:

- entweder mit Hilfe von Standardwerten (§ 9.2);
- oder mit Hilfe von genauen Werten der Beleuchtungsanlage, wobei folgende Faktoren zu berücksichtigen sind (§ 9.3):
 - der Lichtstrom der Lampen und die photometrischen Eigenschaften der Leuchten;
 - die Leistung der installierten Lampen, einschließlich der Hilfselemente der Beleuchtungsquellen, und die Leistung etwaiger Sensoren und Steuerelemente;
 - Art der Steuerung;
 - mögliches Vorhandensein einer Tageslichtzone mit angepasstem Steuerelement.

9.1.1 Dimensionslose Hilfsvariable $L_{\text{rm } r}$

Die Hilfsvariable $L_{\text{rm } r}$ ist ein Näherungswert des durchschnittlichen Beleuchtungswerts. Mit dieser Variablen und anderen Parametern wird der

Bezugswert des typischen jährlichen Primärenergieverbrauchs ermittelt (siehe § 4).

9.1.2 Stromverbrauch für die Beleuchtung

Der monatliche Stromverbrauch für die Beleuchtung der PEN-Einheit ergibt sich aus der Summe des Stromverbrauchs für die Beleuchtung jedes Funktionsbereichs und des möglichen Stromverbrauchs aller Steuerelemente und ähnlichen Elemente, die sich außerhalb der PEN-Einheiten befinden, die jedoch (ganz oder teilweise) mit der Beleuchtungsanlage im Inneren der PEN-Einheit verbunden sind:

$$\text{Gl. 122 } W_{\text{light},m} = \sum_f W_{\text{light},fct\ f,m} + \sum_r W_{\text{light},rmr,ctrl,m} \quad (\text{kWh})$$

Dabei ist:

$W_{\text{light},m}$	monatlicher Stromverbrauch für die Beleuchtung in kWh;
$W_{\text{light},fct\ f,m}$	monatlicher Stromverbrauch für die Beleuchtung des Funktionsbereichs f in kWh, ermittelt gemäß § 9.2.2 oder § 9.3.2;
$W_{\text{light},rmr,ctrl,m}$	monatlicher Stromverbrauch in kWh der Steuerelemente und ähnlichen Elemente in den Räumen r außerhalb der PEN-Einheit, die jedoch (ganz oder teilweise) mit der Beleuchtungsanlage der Räume r in der PEN-Einheit verbunden sind, ermittelt gemäß § 9.2.2 oder § 9.3.2.2.3.

Die Werte aller Funktionsbereiche f der PEN-Einheit und aller Räume r außerhalb der PEN-Einheit sind zu addieren.

Besonderheit der Funktion „Unterricht“: Der monatliche Stromverbrauch für die Beleuchtung, $W_{\text{light},fct\ f,m}$, wird für die Monate Juli und August auf null veranschlagt.

9.2 Ermittlung der dimensionslosen Hilfsvariablen $L_{rm\ r}$ und des Stromverbrauchs für die Beleuchtung mit Standardwerten

9.2.1 Ermittlung der dimensionslosen Hilfsvariablen $L_{rm\ r}$

Für jeden Raum des Funktionsbereichs beträgt die Hilfsvariable $L_{rm\ r}$: $L_{rm\ r} = 500$.

9.2.2 Ermittlung des Stromverbrauchs für die Beleuchtung pro Funktionsbereich

Der monatliche Stromverbrauch für die Beleuchtung, einschließlich des möglichen Verbrauchs der Steuersysteme, des betreffenden Funktionsbereichs f wird wie folgt ermittelt:

$$\text{Gl. 123 } W_{\text{light},fct\ f,m} = \sum_r A_{f,rmr} \cdot p_{\text{light},def,fct\ f} \cdot (t_{\text{day},fct\ f,m} + t_{\text{night},fct\ f,m}) \quad (\text{kWh})$$

Dabei ist:

$W_{\text{light},fct\ f,m}$	monatlicher Stromverbrauch in kWh für die Beleuchtung im Funktionsbereich f ;
$A_{f,rmr}$	Nutzfläche im Raum r in m^2 ;

$P_{\text{light, def, fct } f}$	Festwert der spezifischen Leistung für die Beleuchtung. Dieser Wert wird pro Funktionsbereich ermittelt und beträgt: - $P_{\text{light, def, fct } f} = 0,030 \text{ kW/m}^2$ für die Funktionsbereiche mit der Funktion „Handel/Dienstleistungen“, - $P_{\text{light, def, fct } f} = 0,020 \text{ kW/m}^2$ für alle anderen Funktionsbereiche;
$t_{\text{day, fct } f, m}$	übliche Anzahl der Nutzungsstunden in h pro Monat am Tag, ermittelt pro Funktionsbereich f und aufgeführt in

Tabelle [31];

$t_{\text{night},fct\ f,m}$ übliche Anzahl der Nutzungsstunden in h pro Monat in der Nacht, ermittelt pro Funktionsbereich f und aufgeführt in Tabelle [32];

Die Werte aller Räume r des Funktionsbereichs f sind zu addieren.

Für den monatlichen Stromverbrauch der Steuerelemente außerhalb der PEN-Einheit, die nur mit Leuchten in den Räumen des betreffenden Funktionsbereichs f verbunden sind, wird als Wert null angesetzt:

$$\text{Gl. 124} \quad \sum_r W_{\text{light},rmr,ctrl,m} = 0 \quad (\text{kWh})$$

Dabei ist:

$W_{\text{light},rm\ r,ctrl,m}$ der monatliche Stromverbrauch in kWh für die Steuerelemente und ähnlichen Elemente in den Räumen außerhalb der PEN-Einheit, die nur mit der Beleuchtung im Inneren des betreffenden Funktionsbereichs verbunden sind.

Wenn die Steuerelemente auch mit Leuchten in anderen Funktionsbereichen verbunden sind und wenn der Stromverbrauch für die Beleuchtung dieser Funktionsbereiche mit der tatsächlich installierten Leistung ermittelt wird, muss der Verbrauch wie in 9.3.2.2.3 beschrieben berechnet werden.

9.3 Ermittlung der dimensionslosen Hilfsvariablen $L_{rm\ r}$ und des Stromverbrauchs für die Beleuchtung mit Einzeldaten der Beleuchtungsanlage

9.3.1 Ermittlung der Hilfsvariablen $L_{rm\ r}$

9.3.1.1 Ermittlung der Hilfsvariablen $L_{rm\ r}$ in einem Raum ohne fest angebrachte Beleuchtungsanlage

Wenn sich in einem Raum keine fest angebrachte Beleuchtungsanlage befindet, wird die Berechnung für diesen Raum mit auf herkömmliche Weise festgelegten Werten durchgeführt. Diese Werte entsprechen den Werten, die für die Berechnung mit den Standardwerten in dem Fall verwendet werden, in dem eine fest angebrachte Beleuchtung vorhanden ist.

In den Räumen, in denen sich keine fest angebrachte Beleuchtung befindet, wird üblicherweise folgender Wert genommen: $L_{rm\ r} = 500$

9.3.1.2 Ermittlung der Hilfsvariablen $L_{rm\ r}$ in einem Raum mit fest angebrachter Beleuchtungsanlage

In einem Raum mit einer fest angebrachten Beleuchtungsanlage wird die Hilfsvariable $L_{rm\ r}$ wie folgt ermittelt:

1. Wenn die gewünschte Beleuchtung nicht regelbar ist:

$$\text{Gl. 125} \quad L_{rmr} = L_{\text{design},rmr} \quad (-)$$

Dabei ist:

$L_{rm\ r}$ die dimensionslose Hilfsvariable für den Raum r (-);

$L_{\text{design,rm } r}$ der Bemessungswert der dimensionslosen Hilfsvariablen für den Raum r , wie nachstehend definiert, (-).

2. Wenn die gewünschte Beleuchtung regelbar⁵ ist (entweder pro Einzelleuchte oder pro Gruppe von Leuchten) und dies für alle Leuchten des Raumes gilt⁶:

$$\text{Gl. 126 } L_{\text{rm } r} = L_{\text{design,rm } r} \cdot \min \left(1, \frac{L_{\text{thresh}} + f_{\text{reduc,light}} \cdot (L_{\text{design,rm } r} - L_{\text{thresh}})}{L_{\text{design,rm } r}} \right) \quad (-)$$

Dabei ist:

$L_{\text{rm } r}$ die dimensionslose Hilfsvariable für den Raum r (-);
 $L_{\text{design,rm } r}$ der Bemessungswert der dimensionslosen Hilfsvariablen für den Raum r , wie nachstehend definiert (-);
 $f_{\text{reduc,light}}$ ein Reduktionsfaktor wie folgt: $f_{\text{reduc,light}} = 0,5$ (-);
 L_{thresh} ein Schwellenwert für $L_{\text{design,rm } r}$ wie folgt: $L_{\text{thresh}} = 250$, (-).

Der Bemessungswert der dimensionslosen Hilfsvariablen $L_{\text{design,rm } r}$ kann auf zwei Arten definiert werden:

- entweder mit einer einfachen herkömmlichen Methode (§ 9.3.1.2.1);
- oder mit genauen Berechnungen (§ 9.3.1.2.2).

Für die meisten Anwendungen reicht die erste Methode unter Umständen aus. Bestimmte Arten von Leuchten werden nicht in die Berechnung des Bemessungswerts $L_{\text{design,rm } r}$ nach der einfachen herkömmlichen Methode (siehe § 9.3.1.2.1) einbezogen, ihr Stromverbrauch muss jedoch immer in den Berechnungen enthalten sein (siehe § 9.3.2). In diesem Fall kann man auf Wunsch die zweite Methode für die betreffenden Räume verwenden, um deren Beitrag zur Berechnung von $L_{\text{design,rm } r}$ dennoch zu berücksichtigen.

9.3.1.2.1 Ermittlung des Bemessungswerts $L_{\text{design,rm } r}$ mit der herkömmlichen Methode

Der Bemessungswert $L_{\text{design,rm } r}$ für den Raum r wird wie folgt ermittelt:

$$\text{Gl. 127 } L_{\text{design,rm } r} = \frac{\sum_k n_k \cdot [N2_k \cdot N4_k + 0,5 \cdot (1 - N4_k)] \cdot N5_k \cdot 0,85 \cdot \text{PHIS}_k}{A_{f,\text{rm } r}} \quad (-)$$

Dabei ist:

$L_{\text{design,rm } r}$ der Bemessungswert der dimensionslosen Hilfsvariablen für den Raum r , wie nachstehend definiert (-);
 n_k die Anzahl der Leuchten des Typs k im Raum r , (-);
 $N2_k$ das Verhältnis zwischen einerseits dem Lichtstrom der Leuchte des Typs k , der in einem Raumwinkel von π im Verhältnis zur Hauptachse

⁵ In diesem Fall wird der Wert der Hilfsvariablen verringert, allerdings auch der Rechenwert für die Beleuchtungsleistung (siehe 9.3.3).

⁶ Wenn $L_{\text{design,rm } r}$ gleich null ist (zum Beispiel weil keine Informationen über die installierten Leuchten vorliegen), gilt $L_{\text{rm } r} = 0$.

	(d. h. in einem Konus mit einem Öffnungswinkel von 120 °) ausgestrahlt wird, und andererseits dem Lichtstrom der Leuchte des Typs k, der in einem Raumwinkel von 2π im Verhältnis zur Hauptachse ausgestrahlt wird (-), ermittelt nach CIE 52;
.N4 _k	das Verhältnis zwischen einerseits dem Lichtstrom der Leuchte des Typs k, der in einem Raumwinkel von 2π im Verhältnis zur Hauptachse (d. h. in einem Konus mit einem Öffnungswinkel von 180°) ausgestrahlt wird, und andererseits dem von der Leuchte des Typs k ausgestrahlte Gesamtlichtstrom (-), ermittelt nach CIE 52;
.N5 _k	das Verhältnis zwischen dem von der Leuchte k ausgestrahlten Gesamtlichtstrom und dem von allen in der Leuchte des Typs k vorhandenen Lampen ausgestrahlten Lichtstrom (PHIS _k), ermittelt nach CIE 52;
PHIS _k	die Summe des Lichtstroms in Lumen jeder der in der Leuchte des Typs k vorhandenen Lampe:

$$\text{Gl. 128 } \text{PHIS}_k = \sum_m \text{PHI}_m$$

Dabei ist:

PHI _m	der Lichtstrom der Lampe m in Lumen, ermittelt nach CIE 84. Zu diesem Zweck werden die Werte aller Lampen m, die sich in der Leuchte des Typs k befinden, addiert;
A _{f,rm r}	die Nutzfläche des Raumes r in m ² .

Wenn keine erforderlichen Informationen über die vorhandene Kombination Lampe/Leuchte vorliegen, wird dies bei der Ermittlung des Bemessungswerts L_{design,rm r} nicht berücksichtigt, der Verbrauch muss jedoch in 9.3.2 berücksichtigt werden.

Es werden nur die Leuchten des Typs k addiert, die an der Decke im Raum r befestigt sind (eingebaut, angebracht oder hängend). Wandleuchten und in den Fußboden oder die Treppen integrierte Beleuchtungssysteme müssen in die Berechnung der installierten Leistung miteinfließen, siehe 9.3.2 (und damit in den typischen jährlichen Primärenergieverbrauch), werden jedoch bei der Berechnung zur Ermittlung des Bemessungswerts L_{design,rm r} nach der herkömmlichen Methode nicht berücksichtigt. Wenn für die Ermittlung der Hilfsvariablen L_{rm r} andere Leuchten als an der Decke angebrachte Leuchten berücksichtigt werden sollen, muss die genaue Rechenmethode angewendet werden (siehe § 9.3.1.2.2).

Leuchten, die so an der Decke angebracht sind, dass ihre Hauptachse nicht entlang der Senkrechten nach unten ausgerichtet ist (die zum Beispiel an einem geneigten Dachelement angebracht sind), oder die ausrichtbar sind (zum Beispiel drehbare Strahler), werden im Rahmen der herkömmlichen Methode zur Ermittlung des Bemessungswerts L_{design,rm r} nur dann berücksichtigt, wenn die Hauptachse nicht um mehr als 45 ° von der Senkrechten abweicht, oder im Fall einer Drehleuchte, wenn die Achse nie um mehr als 45 ° von der Senkrechten abweicht (in der ungünstigsten Position), wobei die Hauptachse die gleiche Achse ist, die zur Ermittlung des Stromcodes verwendet wird. Wenn diese Einschränkung bei der Installation nicht beachtet wird, werden diese Leuchten nicht für die Ermittlung des Bemessungswerts L_{design,rm r} nach der herkömmlichen Methode berücksichtigt, sie müssen jedoch bei der Ermittlung des Energieverbrauchs miteinbezogen werden. Wenn diese Leuchten zur Ermittlung des Bemessungswerts L_{design,rm r} berücksichtigt werden sollen, muss die genaue Rechenmethode angewendet werden (siehe § 9.3.1.2.2).

9.3.1.2.2 Ermittlung des Bemessungswerts $L_{\text{design},r}$ mit genauen Berechnungen

Abweichend von der herkömmlichen Rechenmethode ist es zulässig, die Beleuchtung für einen Raum mit einem Rechenprogramm für eine fiktive Fläche in 0,8 m Höhe zu berechnen.

Das für die Berechnung verwendete Programm muss zuvor vom Minister genehmigt werden.

Der Bemessungswert $L_{\text{design},r}$ muss üblicherweise anhand des berechneten durchschnittlichen Beleuchtungswerts auf der Gesamtfläche des Raumes geschätzt werden, das heißt, dass alle Zonen, einschließlich der Randbereiche des Raumes, berücksichtigt werden.

Bei der Berechnung muss die tatsächliche Geometrie des Raumes (leer, ohne Möblierung) zugrunde gelegt werden. Folgende Reflexionsfaktoren sind zu berücksichtigen: 0,7 für Decken, 0,5 für Wände (einschließlich Tageslichtöffnungen) und 0,2 für Fußböden. Bei der Berechnung ist in Bezug auf die Leuchten die Position zu berücksichtigen, in der sie tatsächlich angebracht sind. Bei ausrichtbaren Leuchten muss die Leuchte für die Berechnungen so ausgerichtet werden, dass der Winkel zwischen der Hauptachse und der Senkrechten so groß wie möglich ist (das heißt, maximale Ausrichtung nach oben). Wenn andere Ausrichtungen möglich sind, muss die Leuchte senkrecht auf die nächste Wand ausgerichtet werden. Für den Lichtstrom der Lampen muss ein unveränderlicher Reduktionsfaktor von 0,85 nach dem Wert aus dem technischen Bericht CIE 84 berücksichtigt werden.

Der Minister kann für diese Berechnungen zusätzliche und/oder abweichende Spezifikationen festlegen.

9.3.2 Ermittlung des monatlichen Stromverbrauchs pro Funktionsbereich

Der monatliche Stromverbrauch für die Beleuchtung eines Funktionsbereichs wird ermittelt, indem der Stromverbrauch für die Beleuchtung jedes der Räume addiert wird, die diesen Funktionsbereich bilden:

$$\text{Gl. 129 } W_{\text{light},fct\ f,m} = \sum_r W_{\text{light},r,m} \quad (\text{kWh})$$

Dabei ist:

$W_{\text{light},fct\ f,m}$ monatlicher Stromverbrauch in kWh für die Beleuchtung im Funktionsbereich f;

$W_{\text{light},r,m}$ monatlicher Stromverbrauch in kWh für die Beleuchtung des Raumes r im Funktionsbereich f, ermittelt gemäß § 9.3.2.1 oder § 9.3.2.2.

Die Werte aller Räume r des Funktionsbereichs f sind zu addieren.

9.3.2.1 Stromverbrauch für die Beleuchtung in einem Raum ohne fest angebrachte Beleuchtungsanlage

Wenn sich in einem Raum keine fest angebrachte Beleuchtungsanlage befindet, wird die Berechnung für diesen Raum mit auf herkömmliche Weise festgelegten Werten durchgeführt. Diese Werte entsprechen den Werten, die für die Berechnung mit den Standardwerten in dem Fall verwendet werden, in dem eine fest angebrachte Beleuchtung vorhanden ist.

Der Wert zur Berechnung des monatlichen Stromverbrauchs in einem solchen Raum beträgt daher üblicherweise:

$$\text{Gl. 130 } W_{\text{light,rmr,m}} = A_{\text{f,rmr}} \cdot p_{\text{light,abs,fct f}} \cdot (t_{\text{day,fct f,m}} + t_{\text{night,fct f,m}}) \quad (\text{kWh})$$

Dabei ist:

$W_{\text{light,rmr,m}}$	der monatliche Stromverbrauch für die Beleuchtung des Raumes r in kWh;
$A_{\text{f,rmr}}$	die Nutzfläche des Raumes r in m ² ;
$p_{\text{light,abs,fct f}}$	ein Festwert der spezifischen Leistung für die Beleuchtung. Dieser Wert wird für den Funktionsbereich f ermittelt und beträgt: $p_{\text{light,abs,fct f}} = 0,030 \text{ kW/m}^2$ für Funktionsbereiche mit der Funktion „Handel/Dienstleistungen“ und $p_{\text{light,abs,fct f}} = 0,020 \text{ kW/m}^2$ für alle anderen Funktionsbereiche;
$t_{\text{day,fct f,m}}$	die übliche Anzahl der Nutzungsstunden in h pro Monat am Tag, ermittelt für den Funktionsbereich f und aufgeführt in

Tabelle [31];

$t_{\text{night}, \text{fct } f, m}$ die übliche Anzahl der Nutzungsstunden in h pro Monat in der Nacht, ermittelt für den Funktionsbereich f und aufgeführt in Tabelle [32].

9.3.2.2 Stromverbrauch für die Beleuchtung in einem Raum mit fest angebrachter Beleuchtungsanlage

Wenn eine Beleuchtungsanlage vorhanden ist, wird der monatliche Stromverbrauch für die Beleuchtung pro Raum ermittelt, indem die installierte Leistung der Beleuchtung (einschließlich möglicher Hilfselemente und Steuerelemente) mit der Beleuchtungsdauer multipliziert wird, wobei vorhandene Steuerungen berücksichtigt werden. Der Stromverbrauch möglicher Steuerelemente muss miteinbezogen werden, wenn dieser Verbrauch noch nicht im vorangegangenen Term enthalten war:

$$\text{Gl. 131 } W_{\text{light}, \text{rm } r, m} = (P_{\text{light}, \text{rm } r} \cdot f_{\text{ci}}) \cdot \left((t_{\text{day}, \text{fct } f, m} \cdot f_{\text{occ}, \text{light}, \text{fct } f} \cdot f_{\text{dayl}}) + (t_{\text{night}, \text{fct } f, m} \cdot f_{\text{occ}, \text{light}, \text{fct } f}) \right) + W_{\text{light}, \text{rm } r, \text{ctrl}, m}$$

Dabei ist:

$W_{\text{light}, \text{rm } r, m}$ der monatliche Stromverbrauch für die Beleuchtung des Raumes r in kWh;

$P_{\text{light}, \text{rm } r}$ der Wert zur Berechnung der Beleuchtungsleistung in kW im gesamten Raum, ermittelt gemäß § 9.3.3;

f_{ci} ein Reduktionsfaktor zur Berücksichtigung eines Systems mit Dauerbeleuchtung. Dieser Faktor beträgt 1, (-);

$t_{\text{day}, \text{fct } f, m}$ die übliche Anzahl der Nutzungsstunden in h pro Monat am Tag für den Funktionsbereich f, zu dem der Raum r gehört, aufgeführt in

Tabelle [31];

$f_{\text{occ,light,fct } f}$	ein Reduktionsfaktor zur Berücksichtigung eines Systems, das die Beleuchtung abhängig von der Nutzung regelt, ermittelt gemäß § 9.3.2.2.1 (-);
$t_{\text{night,fct } f,m}$	die übliche Anzahl der Nutzungsstunden in h pro Monat in der Nacht für den Funktionsbereich f, zu dem der Raum r gehört, aufgeführt in Tabelle [32].
f_{dayl}	ein Reduktionsfaktor zur Berücksichtigung eines Systems, das die Beleuchtung abhängig vom Tageslichteinfall im Raum regelt, ermittelt gemäß § 9.3.2.2.1, (-);
$W_{\text{light,rm } r,\text{ctrl},m}$	der monatliche Stromverbrauch in kWh der Steuerung, der im vorangegangenen Term noch nicht berücksichtigt wurde, ermittelt gemäß § 9.3.2.2.3.

9.3.2.2.1 *Reduktionsfaktoren zur Berücksichtigung eines Systems, das die Beleuchtung abhängig von der Nutzung und dem Tageslichteinfall regelt*

Der Reduktionsfaktor zur nutzungsabhängigen Regelung, $f_{\text{occ,light,fct } f}$, ist in Tabelle [29] enthalten. Um berücksichtigt zu werden, muss das Regelungssystem alle Leuchten des Raumes steuern. Zentrale Systeme⁷ werden nicht berücksichtigt.

Wenn in einem Raum verschiedene Regelungssysteme vorhanden sind, muss nur der Regelungstyp in dem Raum mit dem höchsten Wert $f_{\text{occ,light,fct } f}$ berücksichtigt werden.

⁷ Sobald ein Schalter oder ein Sensor die Beleuchtung in mehr als einem Raum regelt, gilt das System als „zentral“.

Tabelle [29]: Reduktionsfaktor $f_{\text{occ light, fet f}}$ zur Berücksichtigung der nutzungsabhängigen Regelung pro Funktion (Teil 1 von 2)

Beschreibung der Umschaltung	Funktionen								
	Unterkunft	Büros	Unterricht	Gesundheitswesen			Versammlungsbereich		
				Mit nächtlicher Nutzung	Ohne nächtliche Nutzung	Operations- saal	Starke Nutzung	Geringe Nutzung	Cafet. /Speisesaal
Kein System und alle anderen Systeme als die nachstehend beschriebenen.	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Manuelle Steuerung (einschalten/ausschalten):									
• $A_{f, \text{rm r}} < 30 \text{ m}^2$ entweder Klassenzimmer oder Versammlungsraum	0,90	0,90	0,90	0,90	0,95	0,70	1,00	1,00	0,50
• $A_{f, \text{rm r}} \geq 30 \text{ m}^2$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50
Anwesenheitserfassung: automatisches Einschalten und automatisches Ausschalten oder Verringerung des Lichtstroms (auto on/auto off/Dimming):									
• $A_{f, \text{rm r}} < 30 \text{ m}^2$ entweder Klassenzimmer oder Versammlungsraum:									
- ganz ausgeschaltet bei Abwesenheit	0,80	0,80	0,80	0,80	0,85	0,60	1,00	1,00	0,40
- Lichtstrom bei Abwesenheit verringert	0,85	0,85	0,85	0,85	0,90	0,65	1,00	1,00	0,45
• $A_{f, \text{rm r}} \geq 30 \text{ m}^2$:									
- ganz ausgeschaltet bei Abwesenheit	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,40
- Lichtstrom bei Abwesenheit verringert	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,45
Manuelles Einschalten; Abwesenheitserfassung: automatisches Ausschalten oder automatisches Dimmen (on manuell; auto off/dim):									
• $A_{f, \text{rm r}} < 30 \text{ m}^2$ entweder Klassenzimmer oder Versammlungsraum									
- ganz ausgeschaltet bei Abwesenheit	0,70	0,70	0,70	0,70	0,80	0,50	1,00	1,00	0,30
- Lichtstrom bei Abwesenheit verringert	0,80	0,80	0,80	0,80	0,85	0,60	1,00	1,00	0,40
• $A_{f, \text{rm r}} \geq 30 \text{ m}^2$:									
- ganz ausgeschaltet bei Abwesenheit	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,30
- Lichtstrom bei Abwesenheit verringert	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,40

Dabei ist:

$A_{f, \text{rm r}}$ Nutzfläche des Raumes r in m^2 .

Tabelle [29] (Fortsetzung): Reduktionsfaktor $f_{\text{occ light, fct f}}$ zur Berücksichtigung der nutzungsabhängigen Regelung pro Funktion (Teil 2 von 2)

Beschreibung der Umschaltung	Funktionen								
	Küche	Handel/Dienstleistungen	Sport			Technikräume	Gemeinsame Flächen	Sonstige	Unbekannt
			Niedrige T °	Durchschnittliche T °	Hohe T °				
Kein System und alle anderen Systeme als die nachstehend beschriebenen.	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Manuelle Steuerung (einschalten/ausschalten):							Wie nachstehend ermittelt		
• $A_{f, \text{rm } r} < 30 \text{ m}^2$ entweder Klassenzimmer oder Versammlungsraum	1,00	1,00	0,80	0,80	0,80	0,25		1,00	1,00
• $A_{f, \text{rm } r} \geq 30 \text{ m}^2$	1,00	1,00	0,80	0,80	0,80	0,25		1,00	1,00
Anwesenheitserfassung: automatisches Einschalten und automatisches Ausschalten oder Verringerung des Lichtstroms (auto on/auto off/Dimming):									
• $A_{f, \text{rm } r} < 30 \text{ m}^2$ entweder Klassenzimmer oder Versammlungsraum:									
- ganz ausgeschaltet bei Abwesenheit	1,00	1,00	0,70	0,70	0,70	0,15		1,00	1,00
- Lichtstrom bei Abwesenheit verringert	1,00	1,00	0,75	0,75	0,75	0,20		1,00	1,00
• $A_{f, \text{rm } r} \geq 30 \text{ m}^2$:									
- ganz ausgeschaltet bei Abwesenheit	1,00	1,00	0,70	0,70	0,70	0,15		1,00	1,00
- Lichtstrom bei Abwesenheit verringert	1,00	1,00	0,75	0,75	0,75	0,20		1,00	1,00
Manuelles Einschalten; Abwesenheitserfassung: automatisches Ausschalten oder automatisches Dimmen (on manuell; auto off/dim):									
• $A_{f, \text{rm } r} < 30 \text{ m}^2$ entweder Klassenzimmer oder Versammlungsraum:									
- ganz ausgeschaltet bei Abwesenheit	1,00	1,00	0,60	0,60	0,60	0,05		1,00	1,00
- Lichtstrom bei Abwesenheit verringert	1,00	1,00	0,70	0,70	0,70	0,15		1,00	1,00
• $A_{f, \text{rm } r} \geq 30 \text{ m}^2$:									
- ganz ausgeschaltet bei Abwesenheit	1,00	1,00	0,60	0,60	0,60	0,05		1,00	1,00
- Lichtstrom bei Abwesenheit verringert	1,00	1,00	0,70	0,70	0,70	0,15		1,00	1,00

Dabei ist:

$A_{f, \text{rm } r}$ Nutzfläche des Raumes r in m^2 .

Wenn ein Funktionsbereich mit der Funktion „Gemeinsame Flächen“ mehrere Funktionsbereiche versorgt, entspricht der Wert von $f_{\text{occ light, fct f}}$ dem Wert des versorgten Funktionsbereichs, der am stärksten genutzt wird, d. h. der Funktionsbereich mit dem höchsten Wert.

Der Reduktionsfaktor für die tageslichtabhängige Regelung, f_{dayl} , wird wie folgt ermittelt:

$$\text{Gl. 132} \quad f_{\text{dayl}} = \left[\frac{A_{f, \text{rmr, dayl area}}}{A_{f, \text{rmr}}} \cdot f_{\text{mod, dayl}} \right] + \left[\frac{A_{f, \text{rmr, artif area}}}{A_{f, \text{rmr}}} \cdot f_{\text{mod, artif}} \right] \quad (-)$$

Dabei ist:

f_{dayl}	ein Reduktionsfaktor zur Berücksichtigung eines Systems, das die Beleuchtung abhängig vom Tageslichteinfall im Raum regelt, (-);
$A_{f, \text{rm r, dayl area}}$	die Bodenfläche des sogenannten „tageslichtbeleuchteten“ Bereichs in m^2 , ermittelt gemäß § 9.3.4;
$A_{f, \text{rm r}}$	die Nutzfläche des Raumes r in m^2 ;
$f_{\text{mod, dayl}}$	der Faktor für die tageslichtabhängige Regelung im sogenannten „tageslichtbeleuchteten“ Bereich, aufgeführt in Tabelle [30], (-);
$A_{f, \text{rm r, artif area}}$	die Bodenfläche des sogenannten „künstlich beleuchteten“ Bereichs im Raum r in m^2 , ermittelt gemäß § 9.3.4;
$f_{\text{mod, artif}}$	der Faktor für die tageslichtabhängige Regelung im sogenannten „künstlich beleuchteten“ Bereich, aufgeführt in Tabelle [30], (-).

Tabelle [30]: Faktoren für die tageslichtabhängige Regelung

Beschreibung der tageslichtabhängigen Regelung	$f_{\text{mod, dayl}}$	$f_{\text{mod, artif}}$
Kein System	1,00	1,00
Manuelles System ⁸	0,90	1,00
Automatisches System ⁹	0,60	0,80

Damit das Regelungssystem für diese Teile des Raumes berücksichtigt werden kann, müssen alle Leuchten der sogenannten „tageslichtbeleuchteten“ bzw. „künstlich beleuchteten“ Bereiche vom System geregelt werden. Die Flächenabgrenzung zwischen den Leuchten wird üblicherweise anhand der Mittellinie zwischen den Leuchten ermittelt.

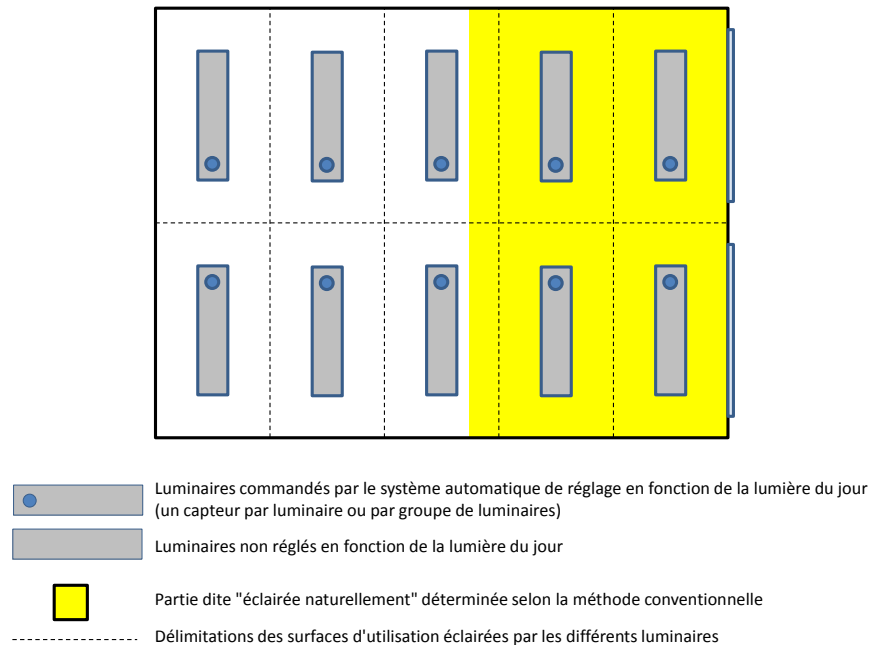
⁸ Es ist zu beachten, dass der Lichtstrom der Lichtquellen vom Nutzer manuell ausgeschaltet oder geändert werden kann (zum Beispiel über einen Schalter, ein Potentiometer oder eine Fernsteuerung).

⁹ Es ist zu beachten, dass der Lichtstrom der Lichtquellen je nach vorhandenem Tageslicht voll automatisch und permanent geändert wird (oder im Fall eines digitalen quasi-permanenten Systems in mindestens 100 Zwischenstellungen).

Mehrere Szenarien sind möglich:

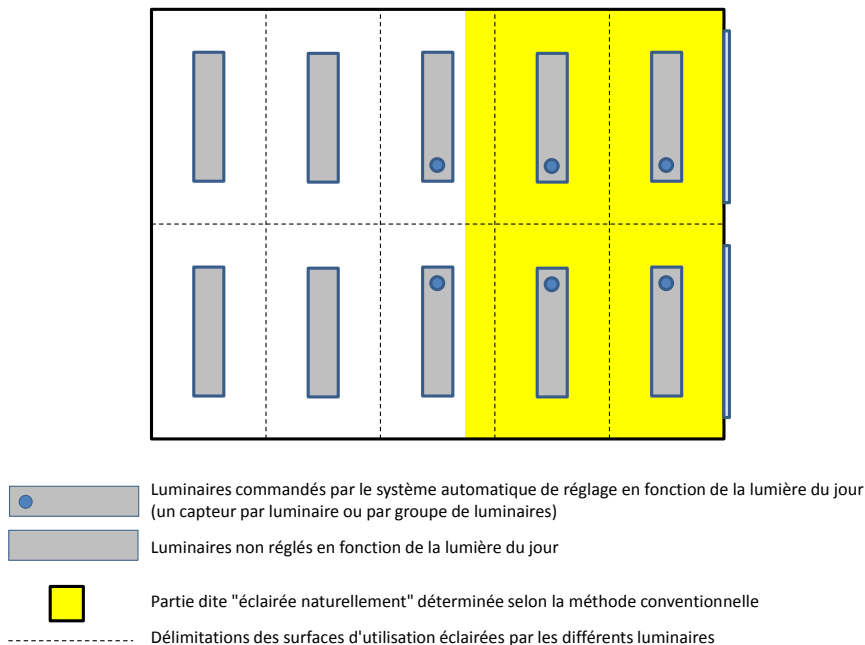
- Alle Leuchten des Raumes werden von demselben System gesteuert. In diesem Fall können die entsprechenden Faktoren in jedem Teil des Raumes angewendet werden. Im Beispiel von Abbildung [1] gilt $f_{\text{mod, artif}} = 0,80$ und $f_{\text{mod, dayl}} = 0,60$.

Abbildung [1]: Konfiguration, bei der alle Leuchten von demselben System gesteuert werden



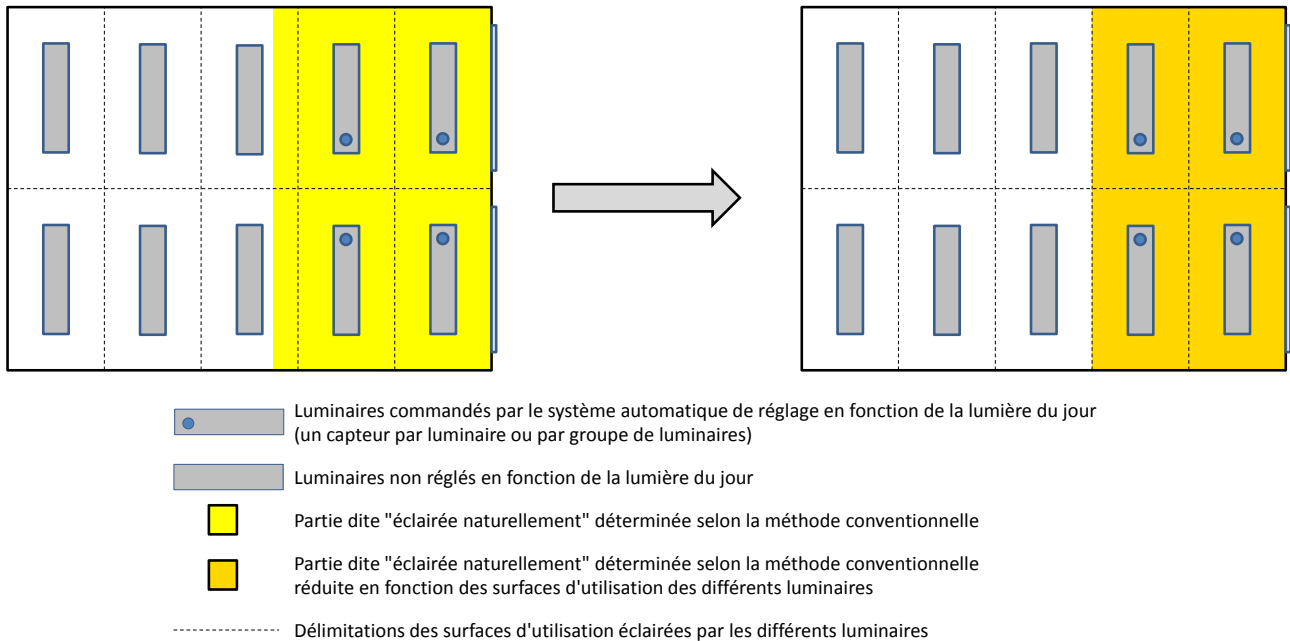
- Die Leuchten werden nicht von demselben System gesteuert:
 - Wird zur Ermittlung des sogenannten „tageslichtbeleuchteten“ Bereichs (§ 9.3.4.1) der Standardwert genommen, wird das System nicht berücksichtigt.
 - Wird zur Ermittlung des sogenannten „tageslichtbeleuchteten“ Bereichs (§ 9.3.4.2) die herkömmliche Methode angewendet, muss die Abgrenzung der gesteuerten Nutzflächen in jedem Raum anhand einer Abbildung ermittelt werden; mehrere Szenarien sind möglich:
 - Der sogenannte „tageslichtbeleuchtete“ Bereich oder der sogenannte „künstlich beleuchtete“ Bereich befindet sich vollständig in der vom System gesteuerten Gesamtnutzfläche. In diesem Fall können die entsprechenden Faktoren in jedem Teil des Raumes angewendet werden. Im Beispiel von Abbildung [2] gilt $f_{\text{mod, artif}} = 1,00$ und $f_{\text{mod, dayl}} = 0,60$.

Abbildung [2]: Konfiguration, bei der die Leuchten nicht von demselben System gesteuert werden - die sogenannte „tageslichtbeleuchtete“ Fläche befindet sich vollständig in der vom System gesteuerten Gesamtnutzfläche



- Der sogenannte „tageslichtbeleuchtete“ Bereich oder der sogenannte „künstlich beleuchtete“ Bereich befindet sich teilweise außerhalb der vom System gesteuerten Gesamtnutzfläche. In diesem Fall wird das System nicht für den betreffenden Bereich berücksichtigt und man gelangt automatisch zu einem Reduktionsfaktor von 1,00. Es ist jedoch erlaubt, die Fläche des sogenannten „tageslichtbeleuchteten“ Bereichs auf eine Fläche zu verringern, bei der die Fläche des sogenannten „tageslichtbeleuchteten“ Bereichs mit der vom System gesteuerten Nutzfläche übereinstimmt, um einen sogenannten „tageslichtbeleuchteten“ Bereich zu erhalten, der sich vollständig in der vom System gesteuerten Gesamtnutzfläche befindet. Diese Toleranz kann nicht bei dem sogenannten „künstlich beleuchteten“ Bereich angewendet werden. Im Beispiel von Abbildung [3] gilt im Prinzip $f_{\text{mod, artif}} = 1,00$ und $f_{\text{mod, day1}} = 1,00$. Wenn die Fläche des sogenannten „tageslichtbeleuchteten“ Bereichs so weit verringert wird, dass kein Bereich dieser Fläche mehr von Leuchten beleuchtet wird, die nicht vom automatischen System geregelt werden, kann mit $f_{\text{mod, day1}} = 0,60$ gerechnet werden. $f_{\text{mod, artif}}$ beträgt unverändert 1,00.

Abbildung [3]: Konfiguration, bei der die Leuchten nicht von demselben System gesteuert werden - die sogenannte „tageslichtbeleuchtete“ Fläche befindet sich teilweise außerhalb der vom System gesteuerten Gesamtnutzfläche



Situation vor der Verringerung des sogenannten „tageslichtbeleuchteten“ Bereichs:

$$f_{\text{mod, artif}} = 1,00$$

$$f_{\text{mod, dayl}} = 1,00$$

Situation nach der Verringerung des sogenannten „tageslichtbeleuchteten“ Bereichs:

$$f_{\text{mod, artif}} = 1,00$$

$$f_{\text{mod, dayl}} = 0,60$$

9.3.2.2.2 Übliche Rechenwerte für die Nutzungsdauer

Die Rechenwerte für die Nutzungsdauer pro Monat am Tag und in der Nacht, $t_{\text{day, fct } f, m}$ und $t_{\text{night, fct } f, m}$, sind auf herkömmliche Weise in

Tabelle [31] und Tabelle [32] festgelegt.

**Tabelle [31]: Übliche Anzahl der Nutzungsstunden in h pro Monat am Tag,
 $t_{\text{day, fct f, m}}$ pro Funktionsbereich**

Funktionen		Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
Unterkunft		198	224	273	312	372	360	372	347	288	273	216	174
Büros		159	180	199	192	199	192	199	199	192	199	173	139
Unterricht		159	180	199	192	199	192	0	0	192	199	173	139
Gesundheitswesen	Mit nächtlicher Nutzung	248	280	341	390	465	450	465	434	360	341	270	217
	Ohne nächtliche Nutzung	177	199	221	214	221	214	221	221	214	221	192	155
	Operationssaal	248	280	341	390	465	450	465	434	360	341	270	217
Versammlungsbereich	Starke Nutzung	212	215	238	282	318	308	318	318	282	265	205	185
	Geringe Nutzung	212	215	238	282	318	308	318	318	282	265	205	185
	Cafeteria/Speisesaal	177	199	221	214	221	214	221	221	214	221	192	155
Küche		185	191	212	256	265	256	265	265	256	238	180	159
Handel/Dienstleistungen		212	239	265	308	318	308	318	318	308	291	231	185
Sportanlagen	Sporthalle/Turnhalle	212	239	265	308	344	333	344	344	308	291	231	185
	Fitness/Tanz	212	239	265	308	344	333	344	344	308	291	231	185
	Sauna/Schwimmbad	212	239	265	308	344	333	344	344	308	291	231	185
Technikräume		248	280	341	390	465	450	465	434	360	341	270	217
Gemeinsame Flächen		Wie nachstehend ermittelt											
Sonstige		177	199	221	214	221	214	221	221	214	221	192	155
Unbekannt		212	215	238	282	318	308	318	318	282	265	205	185

Wenn ein Funktionsbereich mit der Funktion „Gemeinsame Flächen“ mehrere Funktionsbereiche versorgt, entsprechen die Werte von $t_{\text{day, fct f, m}}$ den Werten des versorgten Funktionsbereichs, der am stärksten genutzt wird, d. h. dem Funktionsbereich mit den höchsten Werten. Diese Schätzung muss für jeden Monat einzeln durchgeführt werden.

Tabelle [32]: Übliche Anzahl der Nutzungsstunden in h pro Monat in der Nacht, $t_{\text{night, fct } f, m}$ pro Funktionsbereich

Funktionen		Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
Unterkunft		273	202	198	144	99	96	99	124	168	198	240	298
Büros		40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	60
Unterricht		40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	60
Gesundheitswesen	Mit nächtlicher Nutzung	341	252	248	180	124	120	124	155	210	248	300	372
	Ohne nächtliche Nutzung	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	66
	Operationssaal	496	392	403	330	279	270	279	310	360	403	450	527
Versammlungsbereich	Starke Nutzung	185	144	159	103	79	77	79	79	103	132	180	212
	Geringe Nutzung	185	144	159	103	79	77	79	79	103	132	180	212
	Cafeteria/Speisesaal	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	66
Küche		79	48	53	0	0	0	0	0	0	26	77	106
Handel/Dienstleistungen		106	48	53	0	0	0	0	0	0	26	77	132
Sportanlagen	Sporthalle/Turnhalle	159	96	106	51	26	26	26	26	51	79	128	185
	Fitness/Tanz	159	96	106	51	26	26	26	26	51	79	128	185
	Sauna/Schwimmbad	159	96	106	51	26	26	26	26	51	79	128	185
Technikräume		496	392	403	330	279	270	279	310	360	403	450	527
Gemeinsame Flächen		Wie nachstehend ermittelt											
Sonstige		44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	66
Unbekannt		185	144	159	103	79	77	79	79	103	132	180	212

Wenn ein Funktionsbereich mit der Funktion „Gemeinsame Flächen“ mehrere Funktionsbereiche versorgt, entsprechen die Werte von $t_{\text{night, fct } f, m}$ den Werten des versorgten Funktionsbereichs, der am stärksten genutzt wird, d. h. dem Funktionsbereich mit den höchsten Werten. Diese Schätzung muss für jeden Monat einzeln durchgeführt werden.

9.3.2.2.3 Stromverbrauch der Steuergeräte, der noch nicht im Verbrauch der Leuchten enthalten ist¹⁰

Sofern der monatliche Stromverbrauch der Steuerelemente und ähnlichen Elemente (einschließlich mögliche Hilfselemente, Sensoren und/oder Umschalter) noch nicht im Verbrauch der Leuchten in den Nutzungsstunden enthalten ist, wird dieser Verbrauch als Summe des Verbrauchs für jedes Gerät k wie folgt ermittelt:

¹⁰ Der parasitäre Verbrauch der Beleuchtungsanlagen wird beim Inkrafttreten des vorliegenden Erlasses noch nicht berücksichtigt. Dieser Absatz tritt zu einem vom Minister festgelegten Zeitpunkt in Kraft. Bis zu diesem Zeitpunkt gilt $W_{\text{light, rm } r, \text{ctrl}} = 0$ kWh.

$$\begin{aligned}
 W_{\text{light,rm r,ctrl,m}} &= \sum_k \left[P_{\text{light,rm r,ctrl,on,k}} \cdot f_{\text{occ,light,fct f}} \cdot (t_{\text{day,fct f,m}} + t_{\text{night,fct f,m}}) \right. \\
 \text{Gl. 133} \quad &+ P_{\text{light,rm r,ctrl,off,k}} \cdot \left(\frac{1000 \cdot t_m}{3.6} - f_{\text{occ,light,fct f}} \cdot (t_{\text{day,fct f,m}} + t_{\text{night,fct f,m}}) \right) \left. \right] / 1000 \\
 &\quad \quad \quad (\text{kWh})
 \end{aligned}$$

Dabei ist:

$W_{\text{light,rm r,ctrl,m}}$	der monatliche Stromverbrauch des Steuerelements in kWh, der noch nicht im Verbrauch enthalten ist;
$P_{\text{light,rm r,ctrl,on,k}}$	die Versorgungsleistung k in W der (Gruppen von) Steuerelemente(n) (einschließlich mögliche Hilfselemente, Sensoren und/oder Umschalter) in den Nutzungsstunden, die noch nicht in der Leistung der Leuchten enthalten ist. Der Standardwert für die Versorgung der Steuerelemente, Steuerungen, Sensoren usw. (unabhängig davon, ob diese in den Leuchten integriert sind) beträgt 3 W pro Leuchte, die mit dem Gerät verbunden ist;
$P_{\text{light,rm r,ctrl,off,k}}$	die Versorgungsleistung k in W der (Gruppen von) Steuerelemente(n) (einschließlich mögliche Hilfselemente, Sensoren und/oder Umschalter) außerhalb der Nutzungsstunden. Der Standardwert für die Versorgung der Steuerelemente, Sensoren usw. (unabhängig davon, ob diese in den Leuchten integriert sind) beträgt 3 W pro Leuchte, die mit dem Gerät verbunden ist;
$f_{\text{occ,light,fct f}}$	ein Reduktionsfaktor zur Berücksichtigung eines Systems, das die Beleuchtung abhängig von der Nutzung regelt, aufgeführt in Tabelle [29], (-) ;
$t_{\text{day,fct f,m}}$	die übliche Anzahl der Nutzungsstunden in h pro Monat am Tag für den Funktionsbereich f , zu dem der betreffende Raum r gehört, wie in

Tabelle [31] aufgeführt;

$t_{\text{night},fct\ f,m}$ die übliche Anzahl der Nutzungsstunden in h pro Monat in der Nacht für den Funktionsbereich f, zu dem der betreffende Raum r gehört, wie in Tabelle [32] aufgeführt.

Wenn ein Steuerelement mehrere Räume steuert, ist der zu berücksichtigende Wert $f_{\text{occ},light,fct\ f}$ der Höchstwert der auf alle Räume anwendbaren Werte.

Die Werte aller im Raum r vorhandenen Versorgungen k sind zu addieren.

Besonderheit der Funktion „Unterricht“: Der monatliche Stromverbrauch der Steuerelemente und ähnlichen Elemente, $W_{\text{light},rm\ r,ctrl,m}$, die mit der Beleuchtungsanlage der Räume r in einem Funktionsbereich mit dieser Funktion verbunden sind, wird für die Monate Juli und August auf null veranschlagt.

9.3.3 Wert zur Berechnung der Leistung pro Raum

Der Wert zur Berechnung der Beleuchtungsleistung pro Raum wird wie folgt ermittelt:

- wenn die gewünschte Beleuchtung nicht geregelt werden kann, wird als Wert zur Berechnung der Beleuchtungsleistung wie folgt genommen:

$$\text{Gl. 134 } P_{\text{light},rmr} = P_{\text{nom},rmr} \quad (\text{kW})$$

Dabei ist:

$P_{\text{light}, \text{rm } r}$ der Leistungswert in kW;
 $P_{\text{nom}, \text{rm } r}$ der Nennleistungswert in kW pro Raum, wie vorstehend ermittelt.

- wenn die Beleuchtung dagegen bei allen Leuchten in dem Raum geregelt werden kann (pro Einzeleuchte oder pro Gruppe von Leuchten), wird üblicherweise folgende Berechnung zur Bestimmung der Beleuchtungsleistung durchgeführt¹¹:

$$\text{Gl. 135 } P_{\text{light}, \text{rm } r} = P_{\text{nom}, \text{rm } r} \cdot \min \left(1 ; \frac{L_{\text{thresh}} + f_{\text{reduc}, \text{light}} \cdot (L_{\text{rm } r} - L_{\text{thresh}})}{L_{\text{rm } r}} \right) \quad (\text{kW})$$

Dabei ist:

$P_{\text{light}, \text{rm } r}$ der Wert der Beleuchtungsleistung in kW;
 $P_{\text{nom}, \text{rm } r}$ der Nennleistungswert in kW, wie vorstehend ermittelt;
 $L_{\text{design}, \text{rm } r}$ die dimensionslose Hilfsvariable, ermittelt gemäß § 9.3.1.2;
 $f_{\text{reduc}, \text{light}}$ ein Reduktionsfaktor der Hilfsvariablen mit dem Wert: $f_{\text{reduc}, \text{light}} = 0,5$;
 L_{thresh} ein Schwellenwert von $L_{\text{design}, \text{rm } r}$ mit dem Wert: $L_{\text{thresh}} = 250$.

Der Nennleistungswert wird für jeden Raum ermittelt, indem die Leistungen aller Leuchten (Leistung der Lampen einschließlich möglicher Hilfselemente, Sensoren und Steuerelemente) wie folgt addiert werden:

$$\text{Gl. 136 } P_{\text{nom}, \text{rm } r} = \frac{\sum_k P_{\text{fitting}, k}}{1000} \quad (\text{kW})$$

Dabei ist:

$P_{\text{nom}, \text{rm } r}$ der Nennleistungswert in kW aller Lampen einschließlich möglicher Hilfselemente, Sensoren, Steuerelemente im Raum r;
 $P_{\text{fitting}, k}$ der Nennleistungswert in W der (aller) Lampe(n) der Leuchte einschließlich möglicher Hilfselemente, Sensoren, Steuerelemente und/oder Steuerungen der Leuchte k.

Die Werte aller Leuchten k des Raumes r sind zu addieren.

9.3.4 Unterschied zwischen dem sogenannten „tageslichtbeleuchteten“ Bereich und dem sogenannten „künstlich beleuchteten“ Bereich

Wenn der sogenannte „tageslichtbeleuchtete“ Bereich separat veränderbar ist, kann ein niedrigerer Stromverbrauch in der Berechnung berücksichtigt werden (siehe § 9.3.2.2.1 und Tabelle [30]).

Die Fläche des sogenannten „künstlich beleuchteten“ Bereichs ist die Nutzfläche des Raumes r, abzüglich der Fläche des sogenannten „tageslichtbeleuchteten“ Bereichs:

¹¹ Wenn $L_{\text{design}, \text{rm } r}$ gleich null ist (zum Beispiel weil keine Informationen über die installierten Leuchten vorliegen), gilt $P_{\text{light}, \text{rm } r} = P_{\text{nom}, \text{rm } r}$.

$$\text{Gl. 137 } A_{f,rmr,artif\ area} = A_{f,rmr} - A_{f,rmr,dayl\ area} \quad (m^2)$$

Dabei ist:

$A_{f,rm\ r,artif\ area}$	die Nutzfläche des sogenannten „künstlich beleuchteten“ Bereichs des Raumes r in m^2 ;
$A_{f,rm\ r}$	die Gesamtnutzfläche des Raumes r in m^2 ;
$A_{f,rm\ r,dayl\ area}$	die Fläche des sogenannten „tageslichtbeleuchteten“ Bereichs des Raumes r in m^2 , wie vorstehend ermittelt.

Wenn in dem betreffenden Raum keine Tageslichtöffnung vorhanden ist, gilt: $A_{f,rm\ r,dayl\ area} = 0$.

Wenn es eine oder mehrere Tageslichtöffnungen im betreffenden Raum gibt, kann man entweder die Standardwerte (siehe § 9.3.4.1) oder eine herkömmliche Ermittlungsmethode, die genauer ist (siehe § 9.3.4.2), verwenden.

9.3.4.1 Standardwerte zur Ermittlung des sogenannten „tageslichtbeleuchteten“ Bereichs

Die Fläche des sogenannten „tageslichtbeleuchteten“ Bereichs ergibt sich wie folgt:

$$\text{Gl. 138 } A_{f,rmr,daylarea} = f_{daylarea,rmr} \cdot A_{f,rmr} \quad (m^2)$$

Dabei ist:

$A_{f,rm\ r,dayl\ area}$	die Nutzfläche des sogenannte „tageslichtbeleuchteten“ Bereichs des Raumes r in m^2 ;
$f_{dayl\ area,rm\ r}$	der Anteil der Fläche des Raumes r, die standardmäßig als „tageslichtbeleuchtet“ gilt, aufgeführt in Tabelle [33], (-);
$A_{f,rm\ r}$	die Gesamtnutzfläche des Raumes r in m^2 .

Tabelle [33]: Anteil der Raumfläche, $f_{\text{dayl area, rm r}}$, die standardmäßig als „tageslichtbeleuchtet“ gilt, pro Funktion

Funktionen		Wenn in dem betreffenden Raum keine Tageslichtöffnung vorhanden ist	Wenn in dem betreffenden Raum eine Tageslichtöffnung vorhanden ist
Unterkunft		0,00	0,15
Büros		0,00	0,20
Unterricht		0,00	0,30
Gesundheitswesen	Mit nächtlicher Nutzung	0,00	0,15
	Ohne nächtliche Nutzung	0,00	0,15
	Operationssaal	0,00	0,00
Versammlungsbereich	Starke Nutzung	0,00	0,20
	Geringe Nutzung	0,00	0,20
	Cafeteria/Speisesaal	0,00	0,20
Küche		0,00	0,20
Handel/Dienstleistungen		0,00	0,10
Sportanlagen	Sporthalle/Turnhalle	0,00	0,20
	Fitness/Tanz	0,00	0,20
	Sauna/Schwimmbad	0,00	0,20
Technikräume		0,00	0,10
Gemeinsame Flächen		0,00	0,10
Sonstige		0,00	0,10
Unbekannt		0,00	0,00

9.3.4.2 **Herkömmliche Methode zur Ermittlung des sogenannten „tageslichtbeleuchteten“ Bereichs**

Die herkömmliche Methode zur Ermittlung des sogenannten „tageslichtbeleuchteten“ Bereichs beruht für jeden Raum, auf den sie Anwendung findet, auf einer Abbildung wie Abbildung [6] unten. Ein erster Beitrag zum sogenannten „tageslichtbeleuchteten“ Bereich bildet die senkrechte Projektion auf die Nutzfläche der Fenster (Tageslichtöffnungen), die nach innen geneigt oder horizontal sind (zum Beispiel Dachfenster). Ein zweiter Beitrag kommt von den senkrechten Fenstern und senkrechten Äquivalenzflächen der geneigten Fenster. Zur Ermittlung der letztgenannten Flächen wird jedes geneigte Fenster auf eine senkrechte Ebene projiziert, die am oberen Rand des Fensters verläuft (siehe Abbildung [5]). Die beiden Beiträge werden gemäß § 0 und 9.3.4.2.2 genau ermittelt.

Die Bereiche, die sich überschneiden, werden abgezogen, um die Gesamtfläche des sogenannten „tageslichtbeleuchteten“ Bereichs zu ermitteln:

$$\text{Gl. 139 } A_{f,rmr,dayl\ area} = A_{f,rmr,dayl\ area,vert} + A_{f,rmr,dayl\ area,depth} - A_{f,rmr,overlap} \quad (\text{m}^2)$$

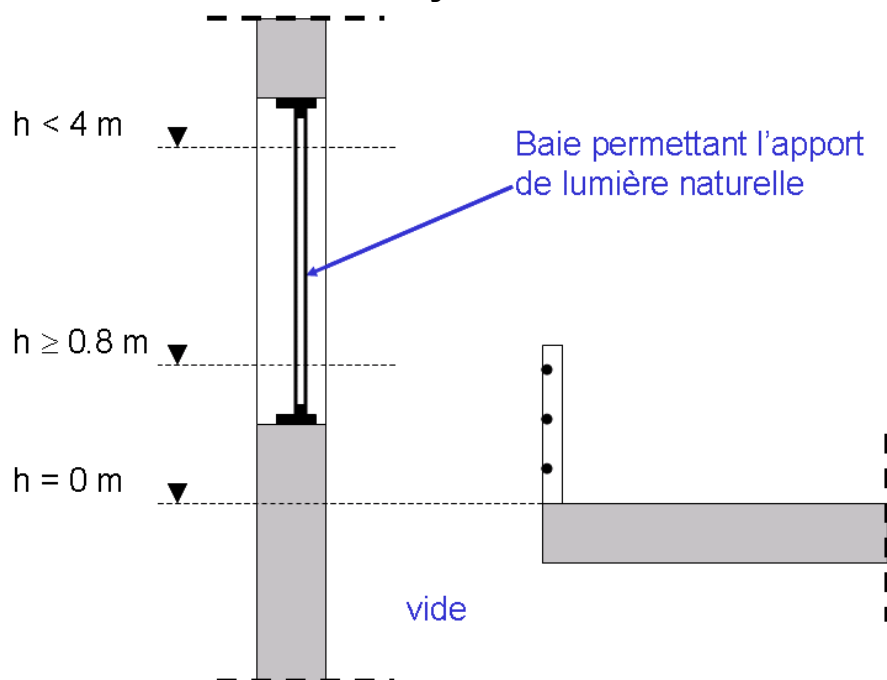
Dabei ist:

$A_{f,rm\ r,dayl\ area}$	die Gesamtnutzfläche des sogenannten „tageslichtbeleuchteten“ Bereichs des Raumes r in m^2 ;
$A_{f,rm\ r,dayl\ area,vert}$	die Nutzfläche in m^2 , die der senkrechten Projektion der Fenster entspricht, ermittelt gemäß § 0;
$A_{f,rm\ r,dayl\ area,depth}$	die Nutzfläche in m^2 , die dem Beitrag der senkrechten Äquivalenzflächen der Fenster entspricht, ermittelt gemäß § 9.3.4.2.2;
$A_{f,rm\ r,overlap}$	die Nutzfläche in m^2 , die sowohl die Bedingungen von 9.3.4.2.1 als auch die Bedingungen von 9.3.4.2.2 erfüllt.

Bedingungen:

Wenn das obere und untere Ende der senkrechten Fenster ermittelt wird, die den Tageslichteinfall ermöglichen, müssen die in Abbildung [4] spezifizierten Bedingungen erfüllt werden. Das bedeutet, dass die Höhe des unteren Endes des Fensters (der lichtdurchlässige/lichtdurchscheinende Bereich des Fensters), die in den Berechnungen berücksichtigt werden muss, mindestens 0,8 m betragen muss, auch wenn der Istwert niedriger ist (z. B.: unterer Rand in einer Höhe von 0,5 m). Auf ähnliche Weise ist die maximale Höhe des oberen Endes auf 4 m festgelegt. Die Höhen werden anhand der fertigen Bodenhöhe ermittelt.

Abbildung [4]: Projektion der fertigen Bodenhöhe auf die Fassade (zum Beispiel im Falle eines Hohlraums) und Begrenzung der minimalen und maximalen Höhen zur Ermittlung des senkrechten (äquivalenten) Fensters, das einen Tageslichteinfall ermöglicht



9.3.4.2.1 Beitrag der senkrechten Projektion der Fenster, die einen Tageslichteinfall ermöglichen

Der Beitrag der horizontalen und nach innen geneigten Fenster¹², die einen Tageslichteinfall ermöglichen, zur Nutzfläche des sogenannten „tageslichtbeleuchteten“ Bereichs setzt sich aus der Summe der senkrechten Projektionsflächen dieser Fenster auf dem zugrunde liegenden Boden zusammen, sofern diese in der Nutzfläche des Raumes enthalten sind, siehe Abbildung [5].

Diese Fläche pro Raum wird wie folgt ermittelt:

$$\text{Gl. 140 } A_{f,rmr,daylarea,vert} = \sum_k A_{f,rmr,daylarea,vert,k} \quad (\text{m}^2)$$

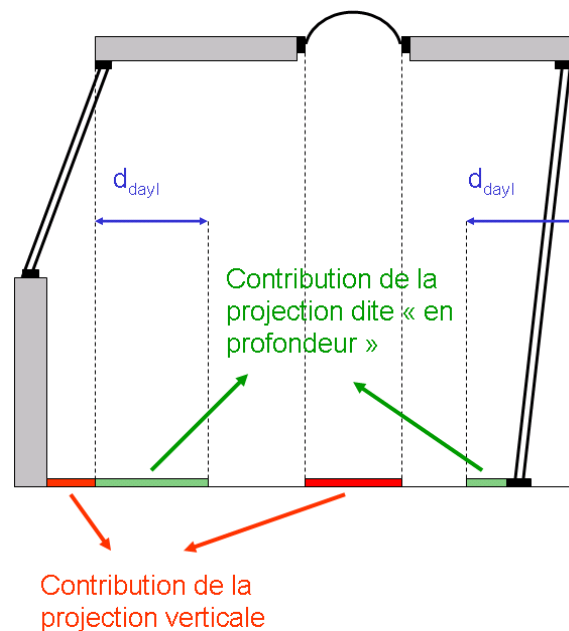
Dabei ist:

$A_{f,rmr,daylarea,vert}$ die Gesamtfläche in m^2 im Inneren des Raumes r der senkrechten Projektionen der horizontalen und nach innen geneigten Fenster auf dem zugrunde liegenden Boden, die einen Tageslichteinfall ermöglichen;

$A_{f,rmr,daylarea,vert,k}$ die senkrechte Projektionsfläche in m^2 des Fensters k , die in der Nutzfläche enthalten ist.

Die Werte aller Beiträge der Projektionen der Fenster k sind zu addieren.

Abbildung [5]: Beiträge der senkrechten Projektion und der sogenannten „Tiefenprojektion“



¹² Der Sichttransmissionsfaktor $\tau_{vis,dir,h}$ (Senkrechteinfall, bei hemisphärischer Transmission) der lichtdurchlässigen/lichtdurchscheinenden Bereiche muss mindestens 60 % betragen. Andernfalls wird das Fenster, das den Tageslichteinfall ermöglicht, nicht bei der Ermittlung der Fläche des sogenannten „tageslichtbeleuchteten“ Bereichs berücksichtigt.

9.3.4.2.2 (Äquivalenter) Beitrag der senkrechten Fenster, die einen Tageslichteinfall ermöglichen

Der (äquivalente) Beitrag der senkrechten Fenster, die einen Tageslichteinfall ermöglichen, wird als Summe der Fläche ermittelt, die sich durch Multiplizieren der Länge des Fassadenelements mit dem senkrechten Glasfenster (sofern dieses Fenster die Bedingungen erfüllt, die einen Tageslichteinfall ermöglichen) mit der Tiefe des sogenannten „tageslichtbeleuchteten“ Bereichs ergibt, sofern dieser in der Nutzfläche des Raumes r enthalten ist. Dieser (äquivalente) Beitrag wird wie folgt berechnet:

$$\text{Gl. 141 } A_{f,rm\ r,dayl\ area,depth} = \sum_k l_{dayl,k} \cdot d_{dayl,int,k} \quad (\text{m}^2)$$

Dabei ist:

$A_{f,rm\ r,dayl\ area,depth}$	die Fläche in m^2 der (äquivalenten) Beiträge der senkrechten Fenster, die Tageslichteinfall ermöglichen;
$l_{dayl,k}$	die Länge in m des Fassadenelements des sogenannten „tageslichtbeleuchteten“ Bereichs, zu dem das Fenster k gehört, ermittelt gemäß § 9.4.5.2.2.1;
$d_{dayl,int,k}$	die Tiefe in m des sogenannten „tageslichtbeleuchteten“ Bereichs im Verhältnis zum Fenster k , sofern dieses in der Nutzfläche enthalten ist, ermittelt gemäß § 9.4.5.2.2.2.

Die Werte aller Beiträge der senkrechten Fenster k sind zu addieren.

9.3.4.2.2.1 Länge des Fassadenelements l_{dayl}

Als Länge des Fassadenelements in Verbindung mit dem Fenster des sogenannten „tageslichtbeleuchteten“ Bereichs wird die Breite der inneren Öffnung des Fensters genommen (das heißt der lichtdurchlässige/lichtdurchscheinende Bereich), zuzüglich maximal 0,5 m auf jeder Seite (ohne jedoch die Innenwände zu überschreiten). Überschneidungen können nicht doppelt berücksichtigt werden, siehe Abbildung [6].

9.3.4.2.2.2 Tiefe des sogenannten „tageslichtbeleuchteten“ Bereichs

Die Tiefe in Verbindung mit einem (äquivalenten) senkrechten Fenster, das einen (äquivalenten) Tageslichteinfall ermöglicht, wird wie folgt ermittelt.

Bei geneigten Fenstern muss zuerst die senkrechte Ebene berücksichtigt werden, die durch das höchste Element des Fensters (Außenmaß) verläuft, wobei die Höhe dieses oberen Elements auf 4 m über der fertigen Bodenhöhe begrenzt ist.

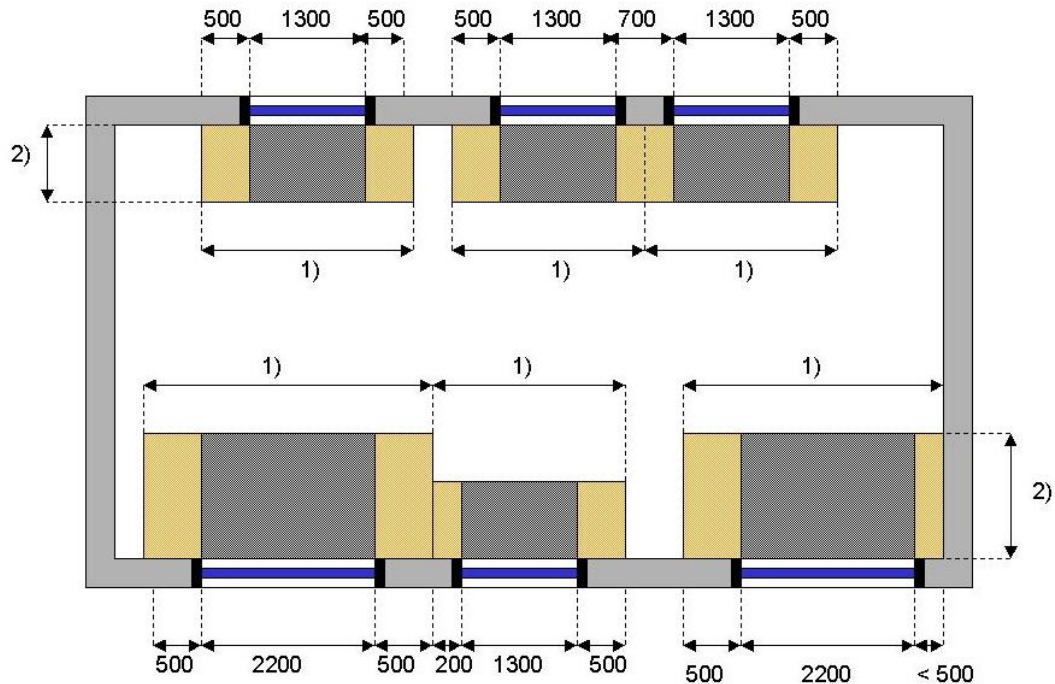
Anschließend wird die wie nachstehend ermittelte Tiefe des sogenannten „tageslichtbeleuchteten“ Bereichs, d_{dayl} , nach Innen unter das Fenster, senkrecht zur auf diese Weise ermittelten senkrechten Ebene oder im Verhältnis zur Begrenzung der Nutzfläche im Fall eines senkrechten Fensters übertragen.

Wenn die auf diese Weise erhaltene Fläche des sogenannten „tageslichtbeleuchteten“ Bereichs vollständig innerhalb der Nutzfläche liegt, gilt:

$$\text{Gl. 142 } d_{dayl,int} = d_{dayl}$$

Wenn dies nicht der Fall ist, muss die Tiefe des sogenannten „tageslichtbeleuchteten“ Bereichs vom Bereich, der außerhalb der Nutzfläche liegt, abgezogen werden, um $d_{\text{dayl, int}}$ zu erhalten (siehe Leerraum von Abbildung [4] oder das rechte Fenster von Abbildung [5]).

Abbildung [6]: Bereiche der Nutzfläche hinter lichtdurchlässigen/lichtdurchscheinenden und lichtundurchlässigen Elementen einer Fassade, die zum sogenannten „tageslichtbeleuchteten“ Bereich gehören



(In der Abbildung sind mehrere Tiefen aufgeführt)

- 1) l_{dayl} : Länge des Fassadenelements, das einen Tageslichteinfall ermöglicht
- 2) d_{dayl} : Tiefe des sogenannten „tageslichtbeleuchteten“ Bereichs

Die Tiefe des sogenannten „tageslichtbeleuchteten“ Bereichs, d_{dayl} , ergibt sich wie folgt:

Gl. 143 Wenn der numerische Wert von $(h_o \cdot \tau_v)$ kleiner als 0,50 ist:

$$d_{\text{dayl}} = 0$$

Wenn der numerische Wert von $(h_o \cdot \tau_v)$ größer oder gleich 0,50 ist:

$$d_{\text{dayl}} = 0,5 + 3 \cdot (h_o \cdot \tau_v) \quad (\text{m})$$

Dabei ist:

d_{dayl}	Tiefe in m des sogenannten „tageslichtbeleuchteten“ Bereichs, der dem betreffenden Fenster entspricht;
h_o	Höhe in m des lichtdurchlässigen/lichtdurchscheinenden Bereichs des Fensters, das einen Tageslichteinfall ermöglicht;
τ_v	Sichttransmissionsfaktor $\tau_{\text{vis, dir, h}}$ (senkrechter Einfallswinkel, hemisphärische Transmission) des Fensters, ermittelt gemäß NBN EN 410, (-).

Die Höhe der Fensteröffnung, h_o , ergibt sich wie folgt:

Gl. 144 $h_o = u_o - l_o$ (m)

Dabei ist:

- | | |
|-------|--|
| h_o | die Höhe in m der Fensteröffnung, die einen Tageslichteinfall ermöglicht; |
| u_o | die Höhe in m des oberen Endes der Öffnung, gemessen in Bezug auf die fertige Bodenhöhe, mit einem Höchstwert von 4 m; |
| l_o | die Höhe in m des unteren Endes der Öffnung, gemessen in Bezug auf die fertige Bodenhöhe, mit einem Mindestwert von 0,8 m. |

Die Tiefe des sogenannten „tageslichtbeleuchteten“ Bereichs kann nicht größer als die Tiefe des betreffenden Raumes sein.

10 Primärenergieverbrauch

10.1 Prinzip

Jedes Einzelergebnis des Endenergieverbrauchs wie in den vorangegangenen Kapiteln ermittelt, wird je nach Energieträger mit einem Umwandlungsfaktor in Primärenergie multipliziert. Im Anschluss werden alle Einzelergebnisse zum typischen jährlichen Primärenergieverbrauch addiert. Für mit Photovoltaikanlagen oder Kraft-Wärme-Kopplung lokal erzeugten Strom wird bei der Berechnung ein Bonus für die entsprechende Brennstoffeinsparung in den Kraftwerken angerechnet.

Berücksichtigt werden nur Photovoltaikanlagen, die die Bedingungen in Anlage A.1 § 12.1.1 des vorliegenden Erlasses erfüllen.

10.2 Typischer jährlicher Primärenergieverbrauch

Der typische jährliche Primärenergieverbrauch der PEN-Einheit, $E_{\text{char ann prim en cons}}$, wird wie folgt ermittelt:

$$\text{Gl. 145 } E_{\text{char ann prim en cons}} = \sum_{m=1}^{12} \left(E_{p,\text{heat},m} + E_{p,\text{cool},m} + E_{p,\text{water},m} + E_{p,\text{aux},m} + E_{p,\text{light},m} - E_{p,\text{pv},m} - E_{p,\text{cogen},m} \right) \quad (\text{MJ})$$

Dabei ist:

$E_{p,\text{heat},m}$	der monatliche Primärenergieverbrauch in MJ für Heizung, berechnet gemäß § 10.3;
$E_{p,\text{cool},m}$	der monatliche Primärenergieverbrauch in MJ für Kühlung, berechnet gemäß § 10.3;
$E_{p,\text{water},m}$	der monatliche Primärenergieverbrauch in MJ für Brauchwarmwasserbereitung, berechnet gemäß § 10.4;
$E_{p,\text{aux},m}$	der monatliche Primärenergieverbrauch in MJ für Hilfseinrichtungen, berechnet gemäß § 10.5;
$E_{p,\text{light},m}$	der monatliche Primärenergieverbrauch in MJ für Beleuchtung, berechnet gemäß § 10.6;
$E_{p,\text{pv},m}$	die monatliche Primärenergieeinsparung in MJ durch die Stromerzeugung mit einer Photovoltaikanlage, berechnet gemäß Anlage A.1 § 13.7 des vorliegenden Erlasses;
$E_{p,\text{cogen},m}$	die monatliche Primärenergieeinsparung in MJ durch die Stromerzeugung mit einer gebäudegebundenen Anlage für Kraft-Wärme-Kopplung, berechnet gemäß 10.7.

10.3 Primärenergieverbrauch für Heizung und Kühlung

Der monatliche Primärenergieverbrauch der PEN-Einheit für Heizung, $E_{\text{char ann prim en cons}}$, und für Kühlung, $E_{p,\text{cool},m}$, wird wie folgt ermittelt:

$$\text{Gl. 146 } E_{p,\text{heat},m} = \sum_i (f_p \cdot Q_{\text{heat},\text{final},\text{seci},m,\text{pref}} + f_p \cdot Q_{\text{heat},\text{final},\text{seci},m,\text{npref}}) + \sum_j (f_p \cdot Q_{\text{hum},\text{final},j,m,\text{pref}} + f_p \cdot Q_{\text{hum},\text{final},j,m,\text{npref}}) \quad (\text{MJ})$$

und:

$$\text{Gl. 147} \quad E_{p,\text{cool},m} = \sum_i (f_p \cdot Q_{\text{cool},\text{final},\text{sec } i,m,\text{pref}} + f_p \cdot Q_{\text{cool},\text{final},\text{sec } i,m,\text{npref}})$$

Dabei ist:

f_p	der übliche Primärenergie-Umwandlungsfaktor des Energieträgers des betreffenden Erzeugergeräts, wie in Anlage A.1 Anlage F des vorliegenden Erlasses festgelegt, (-);
$Q_{\text{heat},\text{final},\text{sec } i,m,\text{pref}}$	der monatliche Endenergieverbrauch in MJ des/der Hauptwärmeerzeuger(s) des Energiesektors i, wie in 7.2.1 ermittelt;
$Q_{\text{heat},\text{final},\text{sec } i,m,\text{npref}}$	der monatliche Endenergieverbrauch in MJ des/der Nebewärmeerzeuger(s) des Energiesektors i, wie in 7.2.1 ermittelt;
$Q_{\text{hum},\text{final},j,m,\text{pref}}$	der monatliche Endenergieverbrauch in MJ des/der Hauptwärmeerzeuger(s) des Luftbefeuchters j, wie in 7.2.1 ermittelt;
$Q_{\text{hum},\text{final},j,m,\text{npref}}$	der monatliche Endenergieverbrauch in MJ des/der Nebewärmeerzeuger(s) des Luftbefeuchters j, wie in 7.2.1 ermittelt;
$Q_{\text{cool},\text{final},\text{sec } i,m,\text{pref}}$	der monatliche Endenergieverbrauch in MJ des/der Hauptkälteerzeuger(s) des Energiesektors i, wie in 7.2.2 ermittelt;
$Q_{\text{cool},\text{final},\text{sec } i,m,\text{npref}}$	der monatliche Endenergieverbrauch in MJ des/der Nebekälteerzeuger(s) des Energiesektors i, wie in 7.2.2 ermittelt.

Die Werte aller Energiesektoren i und aller Luftbefeuchter j der PEN-Einheit sind zu addieren.

10.4 Primärenergieverbrauch für die Brauchwarmwasserbereitung

Der monatliche Primärenergieverbrauch der PEN-Einheit, $E_{p,\text{water},m}$, für die Brauchwarmwasserbereitung wird wie folgt ermittelt:

$$\begin{aligned} E_{p,\text{water},m} = & \sum_i (f_p \cdot Q_{\text{water},\text{bath } i,\text{final},m,\text{pref}} + f_p \cdot Q_{\text{water},\text{bath } i,\text{final},m,\text{npref}}) \\ \text{Gl. 148} \quad & + \sum_j (f_p \cdot Q_{\text{water},\text{sink } j,\text{final},m,\text{pref}} + f_p \cdot Q_{\text{water},\text{sink } j,\text{final},m,\text{npref}}) \quad (\text{MJ}) \\ & + \sum_j (f_p \cdot Q_{\text{water},\text{other } k,\text{final},m,\text{pref}} + f_p \cdot Q_{\text{water},\text{other } k,\text{final},m,\text{npref}}) \end{aligned}$$

Dabei ist:

f_p	der übliche Primärenergie-Umwandlungsfaktor des Energieträgers des betreffenden Erzeugergeräts, wie in Anlage A.1 Anlage F des vorliegenden Erlasses festgelegt, (-);
$Q_{\text{water},\text{bath } i,\text{final},m,\text{pref}}$	der monatliche Endenergieverbrauch in MJ des Hauptwärmeerzeugers für die Brauchwarmwasserbereitung für eine Dusche oder Badewanne i, ermittelt gemäß 7.6;
$Q_{\text{water},\text{bath } i,\text{final},m,\text{npref}}$	der monatliche Endenergieverbrauch in MJ des Nebewärmeerzeugers für die Brauchwarmwasserbereitung für eine Dusche oder Badewanne i, ermittelt gemäß 7.6;

$Q_{\text{water, sink } j, \text{final, m, pref}}$	der monatliche Endenergieverbrauch in MJ des Hauptwärmeerzeugers für die Brauchwarmwasserbereitung für eine Küchenspüle j, ermittelt gemäß 7.6;
$Q_{\text{water, sink } j, \text{final, m, npref}}$	der monatliche Endenergieverbrauch in MJ des Nebewärmeerzeugers für die Brauchwarmwasserbereitung für eine Küchenspüle j, ermittelt gemäß 7.6;
$Q_{\text{water, other } k, \text{final, m, pref}}$	der monatliche Endenergieverbrauch in MJ des Hauptwärmeerzeugers für die Brauchwarmwasserbereitung für eine andere Warmwasserentnahmestelle k, ermittelt gemäß § 7.6;
$Q_{\text{water, other } k, \text{final, m, npref}}$	der monatliche Endenergieverbrauch in MJ des Nebewärmeerzeugers für die Brauchwarmwasserbereitung für eine andere Warmwasserentnahmestelle k, ermittelt gemäß § 7.6.

Die Werte aller Duschen und Badewannen i, aller Küchenspülen j und aller Warmwasserentnahmestellen k der PEN-Einheit sind zu addieren.

10.5 Primärenergieverbrauch von Hilfseinrichtungen

Der monatliche Primärenergieverbrauch der Zusatzgeräte wird wie folgt ermittelt:

$$E_{p, \text{aux, m}} = f_p \cdot 3,6 \cdot \left(W_{\text{aux, fans, m}} + W_{\text{aux, dis, m}} + W_{\text{aux, gen, m}} + W_{\text{aux, cool, m}} + W_{\text{aux, free, m}} + W_{\text{aux, precool, m}} \right) \quad (\text{MJ})$$

Gl. 345

Dabei ist:

$E_{p, \text{aux, m}}$	der monatliche Primärenergieverbrauch in MJ für die Hilfseinrichtungen;
f_p	der übliche Primärenergie-Umwandlungsfaktor des Energieträgers des betreffenden Erzeugergeräts, wie in Anlage A.1 Anlage F des vorliegenden Erlasses festgelegt, (-);
$W_{\text{aux, fans, m}}$	der monatliche Stromverbrauch in kWh der Ventilatoren in der PEN-Einheit - er wird gemäß § 8.1.2 ermittelt.
$W_{\text{aux, dis, m}}$	der monatliche Hilfsstromverbrauch in kWh für die Verteilung in der PEN-Einheit - er wird gemäß § Erreur ! Source du renvoi introuvable. ermittelt.
$W_{\text{aux, gen, m}}$	der monatliche Hilfsstromverbrauch in kWh für die Wärmeerzeugung in den PEN-Einheiten - er wird gemäß § Erreur ! Source du renvoi introuvable. ermittelt.
$W_{\text{aux, cool, m}}$	der zusätzliche monatliche Stromverbrauch der Kälteerzeuger der PEN-Einheit in kWh, - er wird gemäß § 8.3 ermittelt.
$W_{\text{aux, free, m}}$	der monatliche Stromverbrauch in kWh für Free-chilling in der PEN-Einheit, ermittelt gemäß § 8.3.3.5;
$W_{\text{aux, precool, m}}$	der monatliche Stromverbrauch in kWh für die Vorkühlung der Lüftungsluft in der PEN-Einheit - er wird gemäß § 8.5 ermittelt.

10.6 Primärenergieverbrauch für die Beleuchtung

Der monatliche Primärenergieverbrauch für die Beleuchtung, $E_{p,light,m}$, wird wie folgt ermittelt:

$$\text{Gl. 150} \quad E_{p,light,m} = f_p \cdot 3,6 \cdot W_{light,m}$$

Dabei ist:

f_p der übliche Primärenergie-Umwandlungsfaktor für Strom, wie in Anlage A.1 Anlage F des vorliegenden Erlasses festgelegt, (-);

$W_{light,m}$ der monatliche Stromverbrauch in kWh für die Beleuchtung in der PEN-Einheit, ermittelt gemäß § 9.1.2.

10.7 Primärenergieeinsparung durch eine gebäudegebundene Anlage für Kraft-Wärme-Kopplung

Das Äquivalent der monatlichen Primärenergieeinsparung einer oder mehrerer gebäudegebundener Anlagen für Kraft-Wärme-Kopplung wird wie folgt ermittelt:

$$\text{Gl. 151} \quad E_{p,cogen,m} = \sum_i f_p \cdot 3,6 \cdot W_{cogen,i,m}$$

Dabei ist:

$E_{p,cogen,m}$ die monatliche Verringerung des Primärenergieverbrauchs in MJ, die der monatlich durch die gebäudegebundene Anlage für Kraft-Wärme-Kopplung erzeugten Strommenge entspricht;

f_p der übliche Primärenergie-Umwandlungsfaktor für durch Kraft-Wärme-Kopplung selbst erzeugten Strom, wie in Anlage A.1 Anlage F des vorliegenden Erlasses festgelegt, (-);

$W_{cogen,i,m}$ die monatliche Strommenge in kWh, die durch die gebäudegebundene Anlage für Kraft-Wärme-Kopplung i erzeugt wird, ermittelt gemäß § A.4.

Die Werte aller gebäudegebundenen Anlagen für Kraft-Wärme-Kopplung i sind zu addieren.

Annexe A Kraft-Wärme-Kopplung

A.1 Prinzip

Mit einer Anlage für Kraft-Wärme-Kopplung werden Wärme und Strom zugleich erzeugt. Der Endenergieverbrauch (d. h. der Brennstoffverbrauch) der Anlage für Kraft-Wärme-Kopplung für die Energiesektoren der PER-Einheit wird in Anlage A.1 § 10.2 des vorliegenden Erlasses und für die Energiesektoren der PEN-Einheit in § 10.7 der vorliegenden Anlage berechnet. Diese Erzeugung wird für die PER-Einheiten gemäß Anlage A.1 § 12.2.2 des vorliegenden Erlasses und für die PEN-Einheiten gemäß § 10.6 der vorliegenden Anlage in eingesparte Primärenergie umgewandelt.

Die durch Kraft-Wärme-Kopplung erzeugte Strommenge wird in der vorliegenden Anlage ermittelt.

A.2 Ermittlung des elektrischen und thermischen Umwandlungswirkungsgrads

Der elektrische Umwandlungswirkungsgrad einer Anlage für Kraft-Wärme-Kopplung ist das Verhältnis zwischen der erzeugten elektrischen Energie und dem Energieinhalt (ausgehend vom oberen Heizwert) des verwendeten Brennstoffs. Der thermische Umwandlungswirkungsgrad ist das Verhältnis zwischen der erzeugten Wärme und dem Energieinhalt (ausgehend vom oberen Heizwert) des verwendeten Brennstoffs.

Für interne Verbrennungsmotoren mit Erdgas, Gas aus Biomasse, Diesel oder pflanzlichem Öl als Kraftstoff sind die Umwandlungswirkungsgrade in § A.2.1 festgelegt. Die Umwandlungswirkungsgrade anderer Technologien sind in § A.2.2 festgelegt.

A.2.1 Ermittlung des elektrischen und thermischen Umwandlungswirkungsgrads eines internen Verbrennungsmotors mit Erdgas, Gas aus Biomasse, Diesel oder pflanzlichem Öl als Kraftstoff

Die Methode zur Ermittlung der Umwandlungswirkungsgrade hängt von der elektrischen Leistung der Anlage für Kraft-Wärme-Kopplung ab.

Wenn die elektrische Leistung der Anlage für Kraft-Wärme-Kopplung nicht bekannt ist, kann sie wie folgt ermittelt werden:

$$\text{Gl. 158 } P_{\text{cogen,elec}} = a \cdot (P_{\text{cogen,th}})^b \quad (\text{kW})$$

Dabei ist:

$P_{\text{cogen,elec}}$	die elektrische Leistung der Anlage für Kraft-Wärme-Kopplung in kW;
a, b	Parameter (kraftstoffabhängige Variablen) für die Ermittlung der elektrischen Leistung in Abhängigkeit von der thermischen Leistung, aufgeführt in Tabelle [34], (-);
$P_{\text{cogen,th}}$	die thermische Leistung der Anlage für Kraft-Wärme-Kopplung in kW. Die Leistung wird nach der Methode für Gasgeräte bestimmt.

Tabelle [34]: Parameter zur Ermittlung der elektrischen Leistung in Abhängigkeit von der thermischen Leistung (interner Verbrennungsmotor)

Kraftstoff	a	b
Erdgas	0,3323	1,123
Gas aus Biomasse	0,3305	1,147
Diesel	0,3947	1,131
Pflanzliches Öl	0,3306	1,152

Fall 1: $P_{\text{cogen,elec}} < 5 \text{ kW}$

Der elektrische und thermische Umwandlungswirkungsgrad der Anlage für Kraft-Wärme-Kopplung ist in Tabelle [35] aufgeführt:

Tabelle [35]: Elektrischer und thermischer Umwandlungswirkungsgrad einer Anlage für Kraft-Wärme-Kopplung (interner Verbrennungsmotor, $P_{\text{cogen,elec}} < 5 \text{ kW}$)

Kraftstoff	$\varepsilon_{\text{cogen,elec}}$	$\varepsilon_{\text{cogen,th}}$
Erdgas	0,251	0,573
Gas aus Biomasse	0,248	0,542
Diesel	0,279	0,536
Pflanzliches Öl	0,268	0,573

Fall 2: $5 \text{ kW} \leq P_{\text{cogen,elec}} \leq 5000 \text{ kW}$

Der elektrische und thermische Umwandlungswirkungsgrad der Anlage für Kraft-Wärme-Kopplung wird wie folgt ermittelt:

$$\text{Gl. 159 } \varepsilon_{\text{cogen,elec}} = a_{\text{elec}} \cdot (P_{\text{cogen,elec}})^{b_{\text{elec}}} \quad (-)$$

$$\text{Gl. 160 } \varepsilon_{\text{cogen,th}} = a_{\text{th}} \cdot (P_{\text{cogen,elec}})^{b_{\text{th}}} \quad (-)$$

Dabei ist:

$\varepsilon_{\text{elec}}$	der elektrische Umwandlungswirkungsgrad der Anlage für Kraft-Wärme-Kopplung (-);
$a_{\text{elec}}, b_{\text{elec}}$	Parameter (kraftstoffabhängige Variablen) für die Ermittlung des elektrischen Umwandlungswirkungsgrads, aufgeführt in Tabelle [36], (-);
$P_{\text{cogen,elec}}$	die elektrische Leistung der Anlage für Kraft-Wärme-Kopplung in kW. Wenn die Leistung nicht bekannt ist, wird sie wie vorstehend beschrieben ermittelt;
ε_{th}	der thermische Umwandlungswirkungsgrad der Anlage für Kraft-Wärme-Kopplung, (-);
$a_{\text{th}}, b_{\text{th}}$	Parameter (kraftstoffabhängige Variablen) für die Ermittlung des thermischen Umwandlungswirkungsgrads, aufgeführt in Tabelle [36], (-).

Tabelle [36]: Parameter zur Ermittlung des elektrischen und thermischen Umwandlungswirkungsgrads einer Anlage für Kraft-Wärme-Kopplung (interner Verbrennungsmotor, $5 \text{ kW} \leq P_{\text{cogen,elec}} \leq 5000 \text{ kW}$)

Kraftstoff	a_{elec}	b_{elec}	a_{th}	b_{th}
Erdgas	0,228	0,061	0,623	-0,053
Gas aus Biomasse	0,222	0,069	0,601	-0,065
Diesel	0,253	0,063	0,587	-0,057
Pflanzliches Öl	0,240	0,070	0,637	-0,066

Fall 3: $P_{\text{cogen,elec}} > 5000 \text{ kW}$

Der elektrische und thermische Umwandlungswirkungsgrad der Anlage für Kraft-Wärme-Kopplung ist in Tabelle [37] aufgeführt.

Tabelle [37]: Elektrischer und thermischer Umwandlungswirkungsgrad einer Anlage für Kraft-Wärme-Kopplung (interner Verbrennungsmotor, $P_{\text{cogen,elec}} < 5000 \text{ kW}$)

Kraftstoff	$\varepsilon_{\text{cogen,elec}}$	$\varepsilon_{\text{cogen,th}}$
Erdgas	0,384	0,396
Gas aus Biomasse	0,400	0,345
Diesel	0,433	0,361
Pflanzliches Öl	0,436	0,363

A.2.2 Ermittlung des elektrischen und thermischen Umwandlungswirkungsgrads anderer Technologien als interner Verbrennungsmotoren mit Erdgas, Gas aus Biomasse, Diesel oder pflanzlichem Öl als Kraftstoff

Der elektrische und thermische Umwandlungswirkungsgrad einer Anlage für Kraft-Wärme-Kopplung, für die § A.2.1 nicht gilt, (wie Stirling-Motoren, Gasturbinen, ORC-Systeme, Brennstoffzellen) wird wie folgt ermittelt:

$$\text{Gl. 161} \quad \varepsilon_{\text{cogen,elec}} = 0,77 \cdot \frac{P_{\text{cogen,elec}}}{P_{\text{cogen,elec}} + P_{\text{cogen,th}}} \quad (-)$$

$$\text{Gl. 162} \quad \varepsilon_{\text{cogen,th}} = 0,77 \cdot \frac{P_{\text{cogen,th}}}{P_{\text{cogen,elec}} + P_{\text{cogen,th}}} \quad (-)$$

Dabei ist:

$\varepsilon_{\text{elec}}$	der elektrische Umwandlungswirkungsgrad der Anlage für Kraft-Wärme-Kopplung, (-);
$P_{\text{cogen,th}}$	die thermische Leistung der Anlage für Kraft-Wärme-Kopplung in kW. Die Leistung wird nach der Methode für Gasgeräte ermittelt;
$P_{\text{cogen,elec}}$	die elektrische Leistung der Anlage für Kraft-Wärme-Kopplung in kW;
ε_{th}	der thermische Umwandlungswirkungsgrad der Anlage für Kraft-Wärme-Kopplung (-).

A.3 Ermittlung des monatlichen Endenergieverbrauchs einer Anlage für Kraft-Wärme-Kopplung

A.3.1 Rechenregel

Der monatliche Endenergieverbrauch einer Anlage für Kraft-Wärme-Kopplung i für Raumheizung, Luftbefeuchtung, Brauchwarmwasser und Absorptionskühlung, die von der Anlage für Kraft-Wärme-Kopplung gedeckt wird, wird wie folgt ermittelt:

$$\text{Gl. 163} \quad Q_{\text{cogen,final,i,m}} = \frac{Q_{\text{cogen,heat,i,m}} + Q_{\text{cogen,hum,i,m}} + Q_{\text{cogen,cool,i,m}} + Q_{\text{cogen,water,i,m}}}{\varepsilon_{\text{cogen,th}}} \quad (\text{MJ})$$

Dabei ist:

$Q_{\text{cogen,final,i,m}}$	der monatliche Endenergieverbrauch in MJ der Anlage für Kraft-Wärme-Kopplung i ;
$Q_{\text{cogen,heat,i,m}}$	der Anteil der Anlage für Kraft-Wärme-Kopplung i in MJ am monatlichen Bruttoenergiebedarf für Heizung, ermittelt gemäß § A.3.2;
$Q_{\text{cogen,hum,i,m}}$	der Anteil der Anlage für Kraft-Wärme-Kopplung i in MJ am monatlichen Nettoenergiebedarf für Luftbefeuchtung, ermittelt gemäß § A.3.3;
$Q_{\text{cogen,cool,i,m}}$	der Anteil der Anlage für Kraft-Wärme-Kopplung i in MJ am monatlichen Bruttoenergiebedarf für Absorptionskühlung, ermittelt gemäß § A.3.4;
$Q_{\text{cogen,water,i,m}}$	der Anteil der Anlage für Kraft-Wärme-Kopplung i in MJ am monatlichen Bruttoenergiebedarf für Brauchwarmwasser, ermittelt gemäß § A.3.5;
$\varepsilon_{\text{cogen,th}}$	der thermische Umwandlungswirkungsgrad der Anlage für Kraft-Wärme-Kopplung, ermittelt gemäß § A.2, (-).

A.3.2 Von der Anlage für Kraft-Wärme-Kopplung gedeckter Bruttoenergiebedarf für Raumheizung

Der Anteil der Anlage für Kraft-Wärme-Kopplung i am monatlichen Bruttoenergiebedarf für Raumheizung für die gesamte PEN-Einheit wird wie folgt ermittelt:

$$\text{Gl. 164} \quad Q_{\text{cogen,heat,i,m}} = \sum_i f_{\text{heat,m,pref}} \cdot (1 - f_{\text{as,heat,seci,m}}) \cdot Q_{\text{heat,gross,seci,m}} \quad (\text{MJ})$$

Dabei ist:

$Q_{\text{cogen,heat,i,m}}$	der Anteil der Anlage für Kraft-Wärme-Kopplung i in MJ am monatlichen Bruttoenergiebedarf für Raumheizung;
$f_{\text{heat,m,pref}}$	der Anteil der Anlage für Kraft-Wärme-Kopplung an der Wärmeabgabe an den betreffenden Energiesektor, ermittelt gemäß § 7.3.1 (-);
$f_{\text{as,heat,sec i,m}}$	der Anteil des Gesamtwärmebedarfs für Raumheizung des Energiesektors i , der durch ein Solarthermiesystem gedeckt wird, wie in 7.2.1 beschrieben (-);
$Q_{\text{heat,gross,sec i,m}}$	der monatliche Bruttoenergiebedarf in MJ für Raumheizung des Energiesektors i , ermittelt gemäß § 6.2.

Die Werte aller Energiesektoren i der PEN-Einheit, an die die Anlage für Kraft-Wärme-Kopplung Wärme abgibt, sind zu addieren.

A.3.3 Von der Anlage für Kraft-Wärme-Kopplung gedeckter Bruttoenergiebedarf für Luftbefeuchtung

Der Anteil der Anlage für Kraft-Wärme-Kopplung i am monatlichen Nettoenergiebedarf für Luftbefeuchtung für die gesamte PEN-Einheit wird wie folgt ermittelt:

$$\text{Gl. 165 } Q_{\text{cogen, hum, i, m}} = \sum_j f_{\text{heat, m, pref}} \cdot (1 - f_{\text{as, hum, j, m}}) \cdot Q_{\text{hum, net, j, m}} \quad (\text{MJ})$$

Dabei ist:

$Q_{\text{cogen, hum, i, m}}$	der Anteil der Anlage für Kraft-Wärme-Kopplung i in MJ am monatlichen Nettoenergiebedarf für Luftbefeuchtung;
$f_{\text{heat, m, pref}}$	der Anteil der Anlage für Kraft-Wärme-Kopplung an der Wärmeabgabe an die betreffende Luftbefeuchtungsanlage, ermittelt gemäß § 7.3.1, (-);
$f_{\text{as, hum, j, m}}$	der Anteil des Gesamtwärmebedarfs für die Luftbefeuchtungsanlage j , der durch ein Solarthermiesystem gedeckt wird, wie in 7.2.1 beschrieben, (-);
$Q_{\text{hum, net, j, m}}$	der monatliche Nettoenergiebedarf in MJ für Luftbefeuchtung der Luftbefeuchtungsanlage j , ermittelt gemäß § 5.11.

Die Werte aller Luftbefeuchtungsanlagen j in der PEN-Einheit, an die die Anlage für Kraft-Wärme-Kopplung i Wärme abgibt, sind zu addieren.

A.3.4 Von der Anlage für Kraft-Wärme-Kopplung gedeckter Bruttoenergiebedarf für Absorptionskühlung

Der Anteil der Anlage für Kraft-Wärme-Kopplung i am monatlichen Bruttoenergiebedarf für Absorptionskühlung für die gesamte PEN-Einheit wird wie folgt ermittelt:

$$\text{Gl. 166 } Q_{\text{cogen, cool, i, m}} = \sum_i f_{\text{heat, m, pref}} \cdot \frac{f_{\text{cool, pref}} \cdot Q_{\text{cool, gross, sec i, m}}}{\text{EER}_{\text{nom}}} \quad (\text{MJ})$$

Dabei ist:

$Q_{\text{cogen, cool, i, m}}$	der Anteil der Anlage für Kraft-Wärme-Kopplung i in MJ am monatlichen Bruttoenergiebedarf einer Absorptionskältemaschine;
$f_{\text{heat, m, pref}}$	der Anteil der Anlage für Kraft-Wärme-Kopplung an der Wärmeabgabe an die Absorptionskältemaschine, ermittelt gemäß § 7.3.1 (-);
$f_{\text{cool, pref}}$	der Anteil der Absorptionskältemaschine an der Kälteabgabe an den betreffenden Energiesektor, ermittelt gemäß § 7.3.2 (-);
EER_{nom}	die Kälteleistungszahl, gemäß § 7.5.2 ermittelt (-)
$Q_{\text{cool, gross, sec i, m}}$	der monatliche Bruttoenergiebedarf in MJ für die von der Absorptionskältemaschine abgegebene Raumkühlung des Energiesektors i , ermittelt gemäß § 6.2.

Die Werte aller Energiesektoren i der PEN-Einheit, an die die von der Anlage für Kraft-Wärme-Kopplung i versorgte Absorptionskältemaschine Kälte abgibt, sind zu addieren.

A.3.5 Bruttoenergiebedarf für Brauchwarmwasser

Der Anteil der Anlage für Kraft-Wärme-Kopplung i am monatlichen Bruttoenergiebedarf für Brauchwarmwasser für die gesamte PEN-Einheit wird wie folgt ermittelt:

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{cogen,water},i,m} = & \sum_i f_{\text{heat},m,\text{pref}} \times (1 - f_{\text{as,water,bath } i,m}) \times Q_{\text{water,bath } i,\text{gross},m} \\
 \text{Gl. 167} \quad & + \sum_j f_{\text{heat},m,\text{pref}} \times (1 - f_{\text{as,water,sink } j,m}) \times Q_{\text{water,sink } j,\text{gross},m} \quad (\text{MJ}) \\
 & + \sum_k f_{\text{heat},m,\text{pref}} \times (1 - f_{\text{as,water,other } k,m}) \times Q_{\text{water,other } k,\text{gross},m}
 \end{aligned}$$

Dabei ist:

$Q_{\text{cogen,water},i,m}$	der Anteil der Anlage für Kraft-Wärme-Kopplung i in MJ am monatlichen Bruttoenergiebedarf für Brauchwarmwasser;
$f_{\text{heat},m,\text{pref}}$	der Anteil der Anlage für Kraft-Wärme-Kopplung an der Wärmeabgabe an die versorgten Warmwasserentnahmestellen, ermittelt gemäß § 7.3.1 (-);
$f_{\text{as},m}$	der Anteil des Gesamtwärmebedarfs, der vom Solarthermiesystem gedeckt wird, ermittelt gemäß § 7.6. Mit den Indizes „water,bath i “, „water,sink j “ und „water,other, k “ für die Brauchwarmwasserbereitung für Dusche/Badewanne bzw. Küchenspüle bzw. die andere Warmwasserentnahmestelle;
$Q_{\text{water,bath } i,\text{gross},m}$	der monatliche Bruttoenergiebedarf in MJ für Brauchwarmwasser für eine Dusche oder Badewanne i , ermittelt gemäß § 6.5;
$Q_{\text{water,sink } j,\text{gross},m}$	der monatliche Bruttoenergiebedarf in MJ für Brauchwarmwasser für eine Küchenspüle j , ermittelt gemäß § 6.5;
$Q_{\text{water,other},k,\text{gross},m}$	der monatliche Bruttoenergiebedarf in MJ für Brauchwarmwasser für eine andere Warmwasserentnahmestelle k , ermittelt gemäß § 6.5;

Die Werte aller Duschen/Badewannen i , aller Küchenspülen j und der anderen Warmwasserentnahmestellen k der PEN-Einheit, an die die Anlage für Kraft-Wärme-Kopplung Wärme abgibt, sind zu addieren.

A.4 Ermittlung der erzeugten Strommenge

Es wird davon ausgegangen, dass die monatlich erzeugte Strommenge bei einer nicht gebäudegebundenen Anlage für Kraft-Wärme-Kopplung 0 beträgt. Die Primärenergieeinsparung wird in diesem Fall bereits beim Primärenergiefaktor für die externe Wärmeabgabe berücksichtigt. Demnach gilt: $W_{\text{cogen},i,m} = 0$

Die mit der gebäudegebundenen Anlage für Kraft-Wärme-Kopplung i erzeugte Strommenge wird wie folgt ermittelt:

$$\text{Gl. 168} \quad W_{\text{cogen},i,m} = \frac{\varepsilon_{\text{cogen,elec}}}{3,6} \cdot Q_{\text{cogen,final},i,m} \quad (\text{kWh})$$

Dabei ist:

$W_{\text{cogen},i,m}$	die monatliche Strommenge in kWh, die von der Anlage für Kraft-Wärme-Kopplung i erzeugt wird;
$\varepsilon_{\text{cogen,elec}}$	der elektrische Umwandlungswirkungsgrad der Anlage für Kraft-Wärme-Kopplung, ermittelt gemäß § A.2 (-);

$Q_{\text{cogen,final,i,m}}$ der monatliche Endenergieverbrauch in MJ der Anlage für Kraft-Wärme-Kopplung i, ermittelt gemäß § A.3.

A.5 Leeres Absatz

Dieser Absatz ist vorsätzlich leer.

A.6 Ermittlung des Mindestwasserinhalts eines Speicherbehälters zur Speicherung der Erzeugung einer Anlage für Kraft-Wärme-Kopplung mit voller Leistung während eines Zeitraums von 30 Minuten

Der Mindestgehalt an Wasser eines Pufferspeichers zur 30-minütigen Speicherung der Wärmezeugung der KWK-Anlage i, die mit dem Gebäude verbunden ist, wird bei voller Leistung - $V_{\text{stor,30 min,i}}$ - üblicherweise wie folgt festgelegt:

$$\text{Gl. 170 } V_{\text{stor,30min,i}} = \frac{0,44 \cdot P_{\text{cogen,th,i}}}{(\theta_{\text{cogen,i}} - \theta_{\text{return,design,i}})} \quad (\text{m}^3)$$

oder:

$P_{\text{cogen,th,i}}$ die thermische Leistung der Anlage für Kraft-Wärme-Kopplung i in kW. Die Leistung wird nach der Methode für Gasgeräte ermittelt;

$\theta_{\text{cogen,i}}$ die Temperatur in °C der Wärmeabgabe der Anlage für Kraft-Wärme-Kopplung;

$\theta_{\text{return,design,i}}$ die Rücklauftemperatur in °C des Wärmeabgabesystems, an das die Anlage für Kraft-Wärme-Kopplung i Wärme abgibt, wie in Anlage A.1 § 10.2.3.2 des vorliegenden Erlasses ermittelt.

Anmerkung: falls $\theta_{\text{return,design,i}}$ größer als oder gleich groß wie $\theta_{\text{cogen,i}}$ ist, wird der Pufferspeicher nicht berücksichtigt und es wird automatisch Folgendes angenommen: $V_{\text{stor,cogen}} < V_{\text{stor,30 min}}$.

Annexe B Vorkühlung der Lüftungsluft

B.1 Rechenregel

Der monatliche Multiplikationsfaktor $r_{\text{precool},\text{fct } f,m}$ zur Berücksichtigung des Effekts der Vorkühlung der Lüftungsluft auf den Kühlungsbedarf des Funktionsbereichs f entspricht dem Multiplikationsfaktor zur Berücksichtigung des Effekts der Vorkühlung des Energiesektors i , zu dem er gehört, der wiederum dem Multiplikationsfaktor zur Berücksichtigung des Effekts der Vorkühlung der Lüftungszone z entspricht, zu dem der Energiesektor i gehört:

$$\text{Gl. 171 } r_{\text{precool},\text{fct } f} = r_{\text{precool},\text{seci},m} = r_{\text{precool},\text{zone } z,m}$$

Ist in der Lüftungszone z kein System zur Vorkühlung der Lüftungsluft vorgesehen oder wird lediglich ein Teil des Volumenstroms der Hygienelüftung in der Lüftungszone z mit einem Vorkühlsystem für Lüftungsluft gekühlt, so ist $r_{\text{precool},\text{zone } z,m} = 1$.

Verwenden mehrere PEB-Einheiten das gleiche Vorkühlsystem für Lüftungsluft, beträgt der Standardwert von $r_{\text{precool},\text{zone } z,m} = 1$; auf der Grundlage eines Antrags auf Anwendung des Äquivalenzprinzips können günstigere Werte verwendet werden.

Ist ein Vorkühlsystem für Lüftungsluft vorhanden und wird der gesamte Volumenstrom der Hygienelüftung der Lüftungszone z mit diesem Vorkühlsystem gekühlt, muss $r_{\text{precool},\text{zone } z,m}$ anhand des Verhältnisses zwischen der Temperaturabsenkung, die durch das Vorkühlsystem bewirkt wird, und der ursprünglichen Temperaturdifferenz und des Wirkungsgrads des Vorkühlsystems $e_{\text{precool},m}$ ermittelt werden.

$$\text{Gl. 172 } r_{\text{precool},\text{zone } z,m} = 1 - e_{\text{precool},m} \cdot \left(\frac{\theta_{\text{precool},\text{ref},\text{max},m} - \theta_{e,V,\text{cool},m}}{\theta_{i,\text{cool}} - \theta_{e,V,\text{cool},m}} \right)$$

Dabei ist:

$e_{\text{precool},m}$	monatlicher Wirkungsgrad des betreffenden Vorkühlsystems, (-);
$\theta_{\text{precool},\text{ref},\text{max},m}$	Bezugstemperatur in °C für die maximale Temperaturabsenkung;
$\theta_{e,V,\text{cool},m}$	üblicher Rechenwert für die Außenlufttemperatur in °C für die Hygienelüftung bei den Kühlungsrechnungen, ermittelt gemäß Tabelle [1];
$\theta_{i,\text{cool}}$	übliche für die Ermittlung des Energiebedarfs für Kühlung festgelegte durchschnittliche Innentemperatur in °C, aufgeführt in Tabelle [5];

Die Ausdrücke $e_{\text{precool},m}$ und $\theta_{\text{precool},\text{ref},\text{max},m}$ für zwei unterschiedliche Technologien werden in den folgenden Absätzen behandelt.

Für andere Technologien muss $r_{\text{precool},\text{zone } z,m}$ nach den vom Minister festgelegten Regeln ermittelt werden.

B.2 Boden/Wasser-Wärmetauscher

Im Erdboden installierte Wärmetauscher werden zur Kühlung oder Erwärmung der Lüftungsluft verwendet (Vorkühlung oder Vorheizung). Dabei wird die Wärmekapazität des Erdbodens als Quelle für die abzugebende Wärme genutzt. In ausreichender Tiefe ist die Temperatur des Bodens gleichbleibend stabil. Im

Sommer kann die Zuluft gekühlt werden, im Winter erwärmt. Bei Boden/Wasser-Wärmetauschern wird das Wasser durch Rohre geleitet, die über einen Sammler an ein Luftregister angeschlossen sind. Das Wasser wird mit einer Pumpe in den Rohren umgewälzt und kühlt oder wärmt die Luft.

B.2.1 Wirkungsgrad $e_{\text{precool},m}$ des Vorkühlsystems

Für einen Boden/Wasser-Wärmetauscher beträgt der Standardwert:

$$\text{Gl. 173 } e_{\text{precool},m} = 0,7 \cdot w_{\text{soil/water},m} \quad (-)$$

Dabei ist:

$w_{\text{soil/water},m}$ monatlicher Faktor zur Berücksichtigung der Betriebszeit des Boden/Wasser-Wärmetauschers (-):

$$\begin{aligned} \text{Gl. 174 } & \text{wenn } \theta_{e,m} - \theta_{\text{soil},m} \leq 0, \quad \text{dann } w_{\text{soil/water},m} = 0 \\ & \text{wenn } 0 < \theta_{e,m} - \theta_{\text{soil},m} \leq 2, \quad \text{dann } w_{\text{soil/water},m} = 0,5 \\ & \text{wenn } \theta_{e,m} - \theta_{\text{soil},m} > 2, \quad \text{dann } w_{\text{soil/water},m} = 1 \end{aligned}$$

Dabei ist:

$\theta_{e,\text{heat},m}$ die durchschnittliche monatliche Außentemperatur in °C gemäß Tabelle [1];

$\theta_{\text{soil},m}$ die durchschnittliche monatliche Temperatur des Bodens in °C in Abhängigkeit von der Tiefe der Rohrleitungen, wie in B.2.2 ermittelt; dabei ist:

B.2.2 Bezugstemperatur für die maximale Temperaturabsenkung $\theta_{\text{precool},\text{ref},\text{max},m}$

Die Bezugstemperatur zur Ermittlung der Leistung des Boden/Wasser-Wärmetauschers ergibt sich wie folgt:

$$\theta_{\text{precool},\text{ref},\text{max},m} = \frac{\left(\frac{e_{\text{wt}} \cdot \theta_{\text{soil},m}}{e_{\text{wt}} - 1} - \frac{0.34 \cdot \sum_f \dot{V}_{\text{hyg},\text{fct } f}}{1160 \dot{V}_w} \cdot \theta_{e,V,\text{cool},m} \right)}{\left(1 - \frac{0.34 \cdot \sum_f \dot{V}_{\text{hyg},\text{fct } f}}{1160 \dot{V}_w} + \frac{1}{e_{\text{wt}} - 1} \right)} \quad (^\circ\text{C})$$

Gl. 346

Dabei ist:

$\dot{V}_{\text{hyg},\text{fct } f}$ der Auslegungsvolumenstrom der Außenluftzufuhr für die Hygienelüftung in m³/h, der den Erdwärmetauscher im Funktionsbereich f durchläuft - er wird gemäß den in § 5.6.2.2 beschriebenen Prinzipien ermittelt.

$\dot{V}_w$ Wasserdurchsatz des Boden/Wasser-Wärmetauschers in m³/h;

e_{wt} Wirkungsgrad des Boden/Wasser-Wärmetauschers, wie nachstehend ermittelt;

- $\theta_{\text{soil},m}$ durchschnittliche monatliche Temperatur des Bodens in °C in Abhängigkeit von der Tiefe der Rohrleitungen, wie nachstehend ermittelt;
- $\theta_{e,V,\text{cool},m}$ üblicher Rechenwert für die Außenlufttemperatur in °C für die Hygienelüftung bei den Kühlungsrechnungen, ermittelt nach Tabelle [1];

Die Werte aller vom Boden/Luft-Wärmetauscher versorgten Funktionsbereiche sind zu addieren.

Bei der Ermittlung der durchschnittlichen monatlichen Temperatur im Boden, $\theta_{\text{soil},m}$, ist zwischen horizontalen und vertikalen Rohrleitungen zu unterscheiden:

- horizontale Rohrleitungen: die durchschnittliche monatliche Temperatur im Boden ist Tabelle [38] zu entnehmen;
- vertikale Rohrleitungen: die durchschnittliche monatliche Temperatur im Boden ist mit folgender Formel zu ermitteln:

$$\text{Gl. 176 } \theta_{\text{soil},m} = \frac{\theta_{\text{soil},1m,m} + \theta_{\text{soil},2m,m} + \theta_{\text{soil},3m,m} + \theta_{\text{soil},4m,m} + \theta_{\text{soil},5m,m} \cdot (L_{\text{soil/water}} - 4)}{L_{\text{soil/water}}} \quad (^\circ\text{C})$$

Dabei ist:

$\theta_{\text{soil},1m,m}$, $\theta_{\text{soil},2m,m}$, $\theta_{\text{soil},3m,m}$, $\theta_{\text{soil},4m,m}$ und $\theta_{\text{soil},5m,m}$ durchschnittliche monatliche Temperatur in °C im Boden bei 1, 2, 3, 4 oder 5 m Tiefe gemäß Tabelle [38];

$L_{\text{soil/water}}$ maximale Tiefe in m der Rohrleitung im Boden.

Tabelle [38]: Durchschnittliche Bodentemperatur zur Ermittlung von $\theta_{\text{soil},m}$

	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
0,5 m	4,2	4,3	5,8	8,8	12,1	15,1	16,8	16,8	15,0	12,1	8,7	5,9
1 m	5,4	5,0	6,0	8,2	11,0	13,8	15,5	16,0	14,9	12,7	9,8	7,2
2 m	7,5	6,5	6,6	7,8	9,6	11,7	13,5	14,5	14,3	13,2	11,3	9,2
3 m	9,0	7,9	7,6	7,9	9,0	10,5	11,9	13,1	13,4	13,1	11,9	10,5
4 m	10,0	9,0	8,5	8,4	8,9	9,8	10,9	11,9	12,5	12,6	12,1	11,2
5 m+	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0

Für Zwischenwerte der Tiefe muss die Tabelle interpoliert werden.

Der Wirkungsgrad des Boden/Wasser-Wärmetauschers ergibt sich aus:

$$\text{Gl. 177 } e_{\text{wt}} = 1 - e^{-\frac{\alpha_{\text{wt}} A_{\text{wt}}}{1160 \cdot \dot{V}_{\text{w}}}} \quad (-)$$

Dabei ist:

- α_{wt} Wärmedurchgangskoeffizient der Rohrleitungen im Boden/Wasser-Wärmetauscher in $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, wie nachstehend ermittelt;
- A_{wt} Austauschfläche der Rohrleitungen in m^2 , wie nachstehend ermittelt;
- $\dot{V}_{\text{w}}$ Wasserdurchsatz des Boden/Wasser-Wärmetauschers in m^3/h .

Der Wärmedurchgangskoeffizient der Rohrleitungen α_{wt} wird wie folgt ermittelt:

$$\text{G1. 178} \quad \alpha_{wt} = \left(\frac{1}{\alpha_i} + \frac{\ln\left(\frac{D_{tube} + 2t_{tube}}{D_{tube}}\right)}{2\lambda_{tube}/D_{tube}} + \frac{\ln\left(\frac{D_{tube} + 2t_{soil}}{D_{tube} + 2t_{tube}}\right)}{2\lambda_{soil}/D_{tube}} \right)^{-1} \quad (W/(m^2 \cdot K))$$

Dabei ist:

α_i	interner Wärmeübergangskoeffizient in $W/(m^2 \cdot K)$ in den Rohrleitungen des Wärmetauschers für Vorkühlung, wie nachstehend ermittelt;
t_{soil}	Dicke des Bodenkörpers in m um die betreffende Rohrleitung, wie nachstehend ermittelt;
D_{tube}	Innendurchmesser der Rohrleitung in m;
t_{tube}	Wandstärke der Rohrleitung in m;
λ_{tube}	Wärmeleitfähigkeit der Rohrleitung in $W/(m \cdot K)$;
λ_{soil}	Wärmeleitfähigkeit des Bodens in $W/(m \cdot K)$, wird mit 2 veranschlagt.

Der interne Wärmeübergangskoeffizient ergibt sich wie folgt:

G1. 179 Für Wasser:

G1. 180 Für eine Wasser-Glykol-Lösung (jeglicher Art):

$$\alpha_i = 0,43 \cdot \frac{Nu}{D_{tube}} \quad (W/(m^2 \cdot K))$$

Dabei ist:

$$\text{G1. 181} \quad Nu = (Nu_{lam}^5 + Nu_{turb}^5)^{1/5} \quad (-)$$

$$\text{G1. 182} \quad Nu_{lam} = \left[3,66^3 + 1,61^3 \cdot \left(\frac{Re \cdot Pr \cdot D_{tube}}{L_{tube}} \right) \right]^{1/3} \quad (-)$$

Dabei ist:

$$\text{G1. 183} \quad Nu_{turb} = \frac{f_{turb} \cdot (Re - 1000) \cdot Pr}{2 \times \left(1 + 12,7 \cdot \sqrt{\frac{f_{turb}}{2}} \cdot (Pr^{2/3} - 1) \right)} \quad (-)$$

Dabei ist:

$$\text{G1. 184} \quad f_{turb} = (1,58 \cdot \ln Re - 3,28)^{-2} \quad (-)$$

Dabei ist:

- Für Wasser:

$$\text{G1. 185} \quad Re = 996200 \cdot \frac{4}{3600 \cdot \pi \cdot n_{tube} \cdot D_{tube}} \cdot \frac{\dot{V}_w}{n_{tube} \cdot D_{tube}} \quad (-)$$

$$Pr = 7$$

- Für eine Wasser-Glykol-Lösung (jeglicher Art):

$$\text{Gl. 186 } Re = 624200 \cdot \frac{4}{3600 \cdot \pi} \cdot \frac{\dot{V}_w}{n_{\text{tube}} \cdot D_{\text{tube}}} \quad (-)$$

$$Pr = 12,5$$

Die Dicke des Bodenkörpers t_{soil} um die jeweilige Rohrleitung ergibt sich wie folgt:

$$\begin{aligned} \text{Gl. 187 } t_{\text{soil}} &= \frac{p_{\text{tube}} - D_{\text{tube}}}{2} \quad \text{wenn } p_{\text{tube}} - D_{\text{tube}} < 0,5 \\ t_{\text{soil}} &= 0,25 \quad \text{wenn } p_{\text{tube}} - D_{\text{tube}} \geq 0,5 \end{aligned} \quad (\text{m})$$

Dabei ist:

p_{tube} Abstand zwischen parallel geführten Rohrleitungen in m;
 D_{tube} Innendurchmesser der Rohrleitung in m.

Die Austauschfläche der Rohrleitungen A_{wt} ergibt sich wie folgt:

$$\text{Gl. 188 } A_{\text{wt}} = \pi \cdot D_{\text{tube}} \cdot L_{\text{tube}} \cdot n_{\text{tube}} \quad (\text{m}^2)$$

D_{tube} Innendurchmesser der Rohrleitung in m;
 L_{tube} Länge der Rohrleitung in m;
 n_{tube} Anzahl der parallel geführten Rohrleitungen, (-).

B.3 Verdunstungskühlung

Verdunstungskühlung (oder adiabatische Kühlung) besteht im Prinzip aus einer Methode, bei der die Lüftungsluft in einem Gebäude durch Befeuchtung mit Wasser gekühlt wird. Von dieser Technologie gibt es zahlreiche Varianten, mit diversen Vorbehandlungen und Rückgewinnungsmethoden. Die Leistung von Verdunstungskühlsystemen schwankt sehr stark und hängt von der Auslegung der Anlage ab.

Wird zur Befeuchtung der Zuluft oder Abluft normales Wasser verwendet, kann folgende Methode angewendet werden.

Bei allen anderen Systemen, die komplexer sind, muss der Faktor $r_{\text{precool},j,m}$ anhand des Äquivalenzprinzips ermittelt werden.

B.3.1 Wirkungsgrad $e_{\text{precool},m}$ des Vorkühlsystems

Bei Verdunstungskühlung beträgt der Standardwert für den Wirkungsgrad:

$$\text{Gl. 189 } e_{\text{precool},m} = 0,8 \cdot w_{\text{evap},m} \quad (-)$$

Dabei ist:

$w_{\text{evap},m}$ monatlicher Faktor zur Berücksichtigung der Betriebszeit der Verdunstungskühlung (-):

Gl. 190 wenn $Q_{\text{cool,net,m}} \leq 0$, dann $w_{\text{evap,m}} = 0$

wenn $Q_{\text{cool,net,m}} > 0$, dann $w_{\text{evap,m}} = 1$ (MJ)

Dabei ist:

Gl. 191 $Q_{\text{cool,net,m}} = \sum Q_{\text{cool,net,sec l,m}}$ (MJ)

Dabei ist:

$Q_{\text{cool,net,sec i,m}}$ monatlicher Nettoenergiebedarf für Kühlung eines Energiesektors i in MJ, ermittelt ohne Berücksichtigung des betreffenden Verdunstungskühlsystems.

Die Werte aller Energiesektoren i der PEN-Einheit, die an das Verdunstungskühlsystem angeschlossen sind, sind zu addieren.

B.3.2 Bezugstemperatur für die maximale Temperaturabsenkung $\theta_{\text{precool,ref,max,m}}$

Wird die Zuluft oder Abluft mit normalem Wasser befeuchtet, so ist die Bezugstemperatur die Feuchttemperatur des betreffenden Luftvolumenstroms. Der Standardwert von $\theta_{\text{precool,ref,max,m}}$ entspricht der durchschnittlichen monatlichen Feuchttemperatur gemäß Tabelle [39].

Tabelle [39]: Durchschnittliche monatliche Feuchttemperatur (in °C)

Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1,9	1,7	3,0	5,9	9,3	12,7	14,6	14,7	12,0	9,7	4,8	2,3

Annexe C Ermittlung des Bezugswerts für den typischen jährlichen Primärenergieverbrauch

C.1 Einführung

Zur Ermittlung des Bezugswerts für den typischen jährlichen Primärenergieverbrauch werden im Wesentlichen die gleichen Rechenprinzipien wie für die Ermittlung des typischen jährlichen Primärenergieverbrauchs angewendet. Die vorliegende Anlage weist daher auch den gleichen Aufbau wie der Haupttext auf, und der Endbezugswert für den typischen jährlichen Primärenergieverbrauch wird im letzten Absatz der vorliegenden Anlage, § C.5.1, ermittelt.

C.2 Bezugswert für den Nettoenergiebedarf für Heizung, Kühlung, Brauchwarmwasser und Luftbefeuchtung

C.2.1 Bezugswert für die Innentemperatur zur Berechnung von Heizung, Kühlung und periodischem Betrieb

C.2.1.1 Dauerheizung

Für Funktionsbereiche mit einer der folgenden Funktionen:

- Unterkunft;
- Gesundheitswesen - Mit nächtlicher Nutzung;
- Gesundheitswesen - Operationssaal;
- Sportanlagen - Sporthalle/Turnhalle;

gilt:

$$\text{Gl. 192 } \theta_{i,\text{heat},\text{fct } f,\text{ref}} = \theta_{i,\text{heat},\text{fct } f,\text{avg}} = \theta_{i,\text{heat},\text{fct } f,\text{setpoint}} \quad (^\circ\text{C})$$

Dabei ist:

$\theta_{i,\text{heat},\text{fct } f,\text{ref}}$	Bezugswert für die Auslegungsinnentemperatur in $^\circ\text{C}$ für die Heizungsrechnungen des Funktionsbereichs f , die in C.2.2 zur Ermittlung der monatlichen Transmissions- und Lüftungswärmeverluste verwendet wird;
$\theta_{i,\text{heat},\text{fct } f,\text{avg}}$	durchschnittliche Innentemperatur in $^\circ\text{C}$ für die Heizungsrechnungen des Funktionsbereichs f , wie in Tabelle [4] aufgeführt;
$\theta_{i,\text{heat},\text{fct } f,\text{setpoint}}$	Sollinnentemperatur in $^\circ\text{C}$ für die Heizung des Funktionsbereichs f , wie in Tabelle [4] aufgeführt.

C.2.1.2 Quasi-Dauerheizung

C.2.1.2.1 Geringe Trägheit

Für Funktionsbereiche, die nicht unter § C.2.1.1 fallen, gilt, dass für die Ermittlung des Bezugswerts die Zeitheizung als Dauerheizung angesehen wird, wenn die Trägheit des betreffenden Funktionsbereichs als gering betrachtet wird, das heißt, wenn:

$$\text{Gl. 194 } \tau_{\text{heat},\text{fct } f,\text{ref}} < 0,2 \cdot \tau_{\text{unocc},\text{min},\text{fct } f} \quad (\text{h})$$

somit gilt:

$$\text{Gl. 195 } \theta_{i,\text{heat},\text{fct } f,\text{ref}} = \theta_{i,\text{heat},\text{fct } f,\text{avg}} \quad (^\circ\text{C})$$

Dabei ist:

$\tau_{\text{heat},\text{fct } f,\text{ref}}$	der Bezugswert für die Zeitkonstante in h für Heizung des Funktionsbereichs f, ermittelt nach § C.2.2;
$t_{\text{unocc},\text{min},\text{fct } f}$	kürzester Zeitraum in h, in dem der Funktionsbereich f nicht genutzt wird, wie in Tabelle [5] aufgeführt;
$\theta_{i,\text{heat},\text{fct } f,\text{ref}}$	Bezugswert für die Auslegungsinntemperatur in °C für die Heizungsrechnungen des Funktionsbereichs f, die in C.2.2 zur Ermittlung der monatlichen Transmissions- und Lüftungswärmeverluste verwendet wird;
$\theta_{i,\text{heat},\text{fct } f,\text{avg}}$	durchschnittliche Innentemperatur in °C für die Heizungsrechnungen des Funktionsbereichs f, wie in Tabelle [4] aufgeführt.

C.2.1.2.2 Hohe Trägheit

Für Funktionsbereiche, die nicht unter § C.2.1.1 fallen, gilt, dass für die Ermittlung des Bezugswerts die Zeitheizung als Dauerheizung angesehen wird, wenn die Trägheit des betreffenden Funktionsbereichs als hoch betrachtet wird, das heißt, wenn:

$$\text{Gl. 197 } \tau_{\text{heat},\text{fct } f,\text{ref}} > 3 \cdot t_{\text{unocc},\text{max},\text{fct } f} \quad (\text{h}) \quad (-)$$

somit gilt:

$$\text{Gl. 198 } \theta_{i,\text{heat},\text{fct } f,\text{ref}} = \theta_{i,\text{heat},\text{fct } f,\text{setpoint}} \quad (^\circ\text{C})$$

Dabei ist:

$\tau_{\text{heat},\text{fct } f,\text{ref}}$	der Bezugswert für die Zeitkonstante in h für Heizung des Funktionsbereichs f, ermittelt nach § C.2.2;
$t_{\text{unocc},\text{max},\text{fct } f}$	längster Zeitraum in h, in dem der Funktionsbereich f nicht genutzt wird, wie in Tabelle [5] aufgeführt;
$\theta_{i,\text{heat},\text{fct } f,\text{ref}}$	Bezugswert für die Auslegungsinntemperatur in °C für die Heizungsrechnungen des Funktionsbereichs f, die in C.2.2 zur Ermittlung der monatlichen Transmissions- und Lüftungswärmeverluste verwendet wird;
$\theta_{i,\text{heat},\text{fct } f,\text{setpoint}}$	Sollinnentemperatur in °C für die Heizung des Funktionsbereichs f, wie in Tabelle [4] aufgeführt.

C.2.1.3 Zeitheizung

Für Funktionsbereiche, die nicht unter § C.2.1.1 fallen und bei denen keine der Bedingungen von § C.2.1.2.1 (Gl. 194) oder § C.2.1.2.2 (Gl. 197) erfüllt sind, gilt:

$$\begin{aligned} \theta_{i,\text{heat},\text{fct } f,\text{ref}} &= \theta_{i,\text{heat},\text{fct } f,\text{avg}} \\ \text{Gl. 379 } &+ \left(\frac{(\theta_{i,\text{heat},\text{fct } f,\text{setpoint}} - \theta_{i,\text{heat},\text{fct } f,\text{avg}}) \cdot \log_{10} \left[\frac{2 \cdot t_{\text{unocc},\text{min},\text{fct } f} - 3 \cdot t_{\text{unocc},\text{max},\text{fct } f} - 9 \cdot \tau_{\text{heat},\text{fct } f,\text{ref}}}{0,2 \cdot t_{\text{unocc},\text{min},\text{fct } f} - 3 \cdot t_{\text{unocc},\text{max},\text{fct } f}} \right]}{1} \right) \quad (-) \end{aligned}$$

Dabei ist:

$\theta_{i,\text{heat},\text{fct } f,\text{ref}}$	Bezugswert für die Auslegungsinntemperatur in °C für die Heizungsrechnungen des Funktionsbereichs f, die in C.2.2
---	---

	zur Ermittlung der monatlichen Transmissions- und Lüftungswärmeverluste verwendet wird;
$\theta_{i,heat,fct f,avg}$	durchschnittliche Innentemperatur in °C für die Heizungsrechnungen des Funktionsbereichs f, wie in Tabelle [4] aufgeführt;
$\theta_{i,heat,fct f,setpoint}$	Sollinnentemperatur in °C für die Heizung des Funktionsbereichs f, wie in Tabelle [4] aufgeführt;
$t_{unocc,min,fct f}$	der kürzeste Zeitraum in h, während dessen der Funktionsbereich f nicht genutzt wird, wie in Tabelle [5] ausgewiesen;
$t_{unocc,max,fct f}$	längster Zeitraum in h, in dem der Funktionsbereich f nicht genutzt wird, wie in Tabelle [5] aufgeführt;
$t_{heat,fct f,ref}$	der Bezugswert für die Zeitkonstante in h für Heizung des Funktionsbereichs f, ermittelt nach § C.2.2.

C.2.2 Bezugswert für den Nettoenergiebedarf für Heizung

Der Bezugswert für den monatlichen Nettoenergiebedarf für Heizung wird pro Energiesektor wie folgt ermittelt:

$$\text{Gl. 380 } Q_{heat,net,sec i,m,ref} = \sum_f Q_{heat,net,fct f,m,ref} \quad (\text{MJ})$$

Dabei ist:

$Q_{heat,net,sec i,m,ref}$	Bezugswert für den Nettoenergiebedarf in MJ für Heizung des Energiesektors i unter Berücksichtigung der Zeitheizung für den Monat m;
$Q_{heat,net,fct f,m,ref}$	Bezugswert für den Nettoenergiebedarf in MJ für Heizung des Funktionsbereichs f ohne Berücksichtigung der Zeitheizung für den Monat m, ermittelt wie nachstehend angegeben.

Die Werte aller Funktionsbereiche f des Energiesektors i sind zu addieren.

Besonderheit der Funktion „Technikräume“: Der Bezugswert für den Nettoenergiebedarf für Heizung unter Berücksichtigung der Zeitheizung der Funktionsbereiche mit dieser Funktion, $Q_{heat,net,int,fct f,m,ref}$, wird für das ganze Jahr auf null veranschlagt.

Besonderheit der Funktion „Unterricht“: Der Bezugswert für den Nettoenergiebedarf für Heizung unter Berücksichtigung der Zeitheizung der Funktionsbereiche mit dieser Funktion, $Q_{heat,net,int,fct f,m,ref}$, wird für die Monate Juli und August auf null veranschlagt.

Der Bezugswert für den monatlichen Nettoenergiebedarf für Heizung ohne Berücksichtigung der Zeitheizung wird pro Funktionsbereich wie folgt ermittelt:

Gl. 204 Wenn $y_{heat,fct f,m}$ größer oder gleich 2,5 oder kleiner als 0 ist, gilt:

$$Q_{heat,net,fct f,m,ref} = 0 \quad (\text{MJ})$$

Wenn $y_{heat,fct f,m}$ kleiner als 2,5 und größer oder gleich 0 ist, gilt:

$$Q_{heat,net,fct f,m,ref} = Q_{L,heat,fct f,m,ref} - \eta_{util,heat,fct f,m,ref} \cdot Q_{g,heat,fct f,m,ref} \quad (\text{MJ})$$

Dabei ist:

$$\text{G1. 205 } Q_{L,\text{heat},\text{fct } f,\text{m},\text{ref}} = Q_{T,\text{heat},\text{fct } f,\text{m},\text{ref}} + Q_{V,\text{heat},\text{fct } f,\text{m},\text{ref}} \quad (\text{MJ})$$

$$\text{G1. 206 } Q_{g,\text{heat},\text{fct } f,\text{m},\text{ref}} = Q_{i,\text{heat},\text{fct } f,\text{m},\text{ref}} + Q_{s,\text{heat},\text{fct } f,\text{m},\text{ref}} \quad (\text{MJ})$$

Dabei ist:

$Y_{\text{heat},\text{fct } f,\text{m},\text{ref}}$	der Bezugswert für das monatliche Gewinn-Verlust-Verhältnis des Funktionsbereichs f , wie nachstehend ermittelt, (-);
$Q_{\text{heat},\text{net},\text{fct } f,\text{m},\text{ref}}$	der Bezugswert für den Nettoenergiebedarf in MJ für Heizung des Funktionsbereichs f ohne Berücksichtigung der Zeitheizung für den Monat m ;
$Q_{L,\text{heat},\text{fct } f,\text{m},\text{ref}}$	der Bezugswert für den monatlichen Transmissions- und Lüftungswärmeverlust in MJ des Funktionsbereichs f für die Heizungsberechnung;
$\eta_{\text{util},\text{heat},\text{fct } f,\text{m},\text{ref}}$	der Bezugswert für den monatlichen Nutzungsgrad der Wärmegewinne des Funktionsbereichs f für die Heizungsberechnungen, wie nachstehend ermittelt, (-);
$Q_{g,\text{heat},\text{fct } f,\text{m},\text{ref}}$	der Bezugswert für die monatlichen Wärmegewinne durch Sonneneinstrahlung und interne Wärmeerzeugung in MJ des Funktionsbereichs f für die Heizungsberechnungen;
$Q_{T,\text{heat},\text{fct } f,\text{m},\text{ref}}$	der Bezugswert für den monatlichen Transmissionswärmeverlust in MJ des Funktionsbereichs f für die Heizungsberechnungen, wie nachstehend ermittelt;
$Q_{V,\text{heat},\text{fct } f,\text{m},\text{ref}}$	der Bezugswert für den monatlichen Lüftungswärmeverlust in MJ des Funktionsbereichs f für die Heizungsberechnungen, wie nachstehend ermittelt;
$Q_{i,\text{heat},\text{fct } f,\text{m},\text{ref}}$	der Bezugswert für die monatliche interne Wärmeerzeugung in MJ des Funktionsbereichs f für die Heizungsberechnungen, ermittelt gemäß § C.2.6;
$Q_{s,\text{heat},\text{fct } f,\text{m},\text{ref}}$	der Bezugswert für den monatlichen Wärmegewinn durch Sonneneinstrahlung in MJ des Funktionsbereichs f für die Heizungsberechnungen, ermittelt gemäß § C.2.7;

und:

$$\text{G1. 207 } Q_{T,\text{heat},\text{fct } f,\text{m},\text{ref}} = H_{T,\text{fct } f,\text{ref}} \cdot (\theta_{i,\text{heat},\text{fct } f,\text{ref}} - \theta_{e,m}) \cdot t_m \quad (\text{MJ})$$

$$\text{G1. 208 } Q_{V,\text{heat},\text{fct } f,\text{m},\text{ref}} = H_{V,\text{heat},\text{fct } f,\text{ref}} \cdot (\theta_{i,\text{heat},\text{fct } f,\text{ref}} - \theta_{e,m}) \cdot t_m \quad (\text{MJ})$$

Dabei ist:

$H_{T,\text{fct } f,\text{ref}}$	der Bezugswert für den Transmissionswärmedurchgangskoeffizienten in W/K des Funktionsbereichs f , ermittelt gemäß § C.2.4;
$H_{V,\text{heat},\text{fct } f,\text{ref}}$	der Bezugswert für den Lüftungswärmedurchgangskoeffizienten in W/K des Funktionsbereichs f für die Heizungsberechnungen, ermittelt gemäß § C.2.5.1;
$\theta_{i,\text{heat},\text{fct } f,\text{ref}}$	der Bezugswert für die Auslegungsinnentemperatur in °C des Funktionsbereichs f zur Ermittlung des Energiebedarfs für Heizung, ermittelt in § C.2.1;
$\theta_{e,\text{heat},m}$	die monatliche durchschnittliche Außentemperatur in °C, aufgeführt in Erreur ! Source du renvoi introuvable. ;

t_m die Dauer des Monats in Ms, aufgeführt in **Erreur ! Source du renvoi introuvable..**

Der Bezugswert für den Nutzungsgrad für Heizung pro Funktionsbereich und pro Monat, $\eta_{\text{util,heat,fct } f,m,\text{ref}}$, wird wie folgt ermittelt:

$$\text{Gl. 209} \quad \text{Wenn } Y_{\text{heat,fct } f,m,\text{ref}} \neq 1: \eta_{\text{util,heat,fct } f,m,\text{ref}} = \frac{1 - (Y_{\text{heat,fct } f,m,\text{ref}})^{a_{\text{ref}}}}{1 - (Y_{\text{heat,fct } f,m,\text{ref}})^{a_{\text{ref}}+1}} \quad (-)$$

$$\text{wenn } Y_{\text{heat,fct } f,m,\text{ref}} = 1: \eta_{\text{util,heat,fct } f,m,\text{ref}} = \frac{a_{\text{ref}}}{a_{\text{ref}} + 1} \quad (-)$$

wobei der Bezugswert für das monatliche Gewinn-Verlust-Verhältnis pro Funktionsbereich und pro Monat, $Y_{\text{heat,fct } f,m,\text{ref}}$, wie folgt definiert wird:

$$\text{Gl. 210} \quad Y_{\text{heat,fct } f,m,\text{ref}} = \frac{Q_{\text{g,heat,fct } f,m,\text{ref}}}{Q_{\text{L,heat,fct } f,m,\text{ref}}} \quad (-)$$

wobei gilt: wenn $Q_{\text{L,heat,fct } f,m,\text{ref}}$ null ist, wird $Y_{\text{heat,fct } f,m}$ nicht berechnet und der Wert von $Q_{\text{heat,net,fct } f,m,\text{ref}}$ beträgt 0.

und wobei sich der Bezugswert für den numerischen Parameter a in Bezug auf den Funktionsbereich f wie folgt ergibt:

$$\text{Gl. 211} \quad a_{\text{ref}} = a_{0,\text{heat}} + \frac{\tau_{\text{heat,fct } f,\text{ref}}}{\tau_{0,\text{heat}}} \quad (-)$$

dabei ist der Bezugswert für die Zeitkonstante in h für Heizung des Funktionsbereichs f , $\tau_{\text{heat,fct } f,\text{ref}}$:

$$\text{Gl. 212} \quad \tau_{\text{heat,fct } f,\text{ref}} = \frac{C_{\text{fct } f,\text{ref}}}{3,6 \cdot (H_{\text{T,fct } f,\text{ref}} + H_{\text{V,heat,fct } f,\text{ref}})} \quad (\text{h})$$

Dabei ist:

$a_{0,\text{heat}}$	eine Konstante, aufgeführt in Tabelle [3], (-);
$\tau_{0,\text{heat}}$	eine Konstante in h, aufgeführt in Tabelle [3];
$C_{\text{fct } f,\text{ref}}$	der Bezugswert für die effektive Wärmekapazität in kJ/K des Funktionsbereichs f , ermittelt gemäß § C.2.8;
$H_{\text{T,fct } f,\text{ref}}$	der Bezugswert für den Transmissionswärmedurchgangskoeffizienten in kJ/K des Funktionsbereichs f für die Heizungsrechnungen, ermittelt gemäß § C.2.4;
$H_{\text{V,heat,fct } f,\text{ref}}$	der Bezugswert für den Lüftungswärmedurchgangskoeffizienten in kJ/K des Funktionsbereichs f für die Heizungsrechnungen, ermittelt gemäß § C.2.5.1.

C.2.3 Bezugswert für den Nettoenergiebedarf für Kühlung

Der Bezugswert für den monatlichen Nettoenergiebedarf für Kühlung wird pro Energiesektor wie folgt ermittelt:

G1. 213 $Q_{\text{cool,net,sec i,m,ref}} = \sum_f Q_{\text{cool,net,fct f,m,ref}}$ (MJ)

Dabei ist:

$Q_{cool,net,sec\ i,m,ref}$	Bezugswert für den Nettoenergiebedarf in MJ für Kühlung des Energiesektors i für den Monat m ;
$Q_{cool,net,fct\ f,m,ref}$	Bezugswert für den Nettoenergiebedarf in MJ für Kühlung des Funktionsbereichs f für den Monat m , wie nachstehend ermittelt.

Die Werte aller Funktionsbereiche f des Energiesektors i sind zu addieren.

Besonderheit der Funktion „Sauna/Schwimmbad“ und „Technikräume“: Der Bezugswert für den monatlichen Nettoenergiebedarf für Kühlung der Funktionsbereiche mit einer dieser Funktionen, $Q_{cool,net,fct\ f,m,ref}$, wird für das ganze Jahr auf null veranschlagt.

Besonderheit der Funktion „Unterricht“: Der Bezugswert für den monatlichen Nettoenergiebedarf für Kühlung der Funktionsbereiche mit dieser Funktion, $Q_{cool,net,fct\ f,m,ref}$, wird für die Monate Juli und August auf null veranschlagt.

Der Bezugswert für den monatlichen Nettoenergiebedarf für Kühlung wird pro Funktionsbereich wie folgt ermittelt:

Gl. 358 Wenn $\lambda_{cool,fct\ f,m,ref}$ gleich oder höher als 2,5 ist, gilt:

$$Q_{cool,net,fct\ f,m,ref} = 0 \quad (MJ)$$

Wenn $\lambda_{cool,fct\ f,m,ref}$ geringer ist als 2,5, gilt Folgendes:

$$Q_{cool,net,fct\ f,m,ref} = a_{cool,int,fct\ f,m,ref} \cdot \left(Q_{g,cool,fct\ f,m,ref} - \eta_{util,cool,fct\ f,m,ref} \cdot Q_{L,cool,fct\ f,m,ref} \right) \quad (MJ)$$

Dabei ist:

$$\text{Gl. 215 } Q_{g,cool,fct\ f,m,ref} = Q_{i,cool,fct\ f,m,ref} + Q_{s,cool,fct\ f,m,ref} \quad (MJ)$$

$$\text{Gl. 216 } Q_{L,cool,fct\ f,m,ref} = Q_{T,cool,fct\ f,m,ref} + Q_{V,cool,fct\ f,m,ref} \quad (MJ)$$

Dabei ist:

$\lambda_{cool,fct\ f,m}$	der Bezugswert für das monatliche Gewinn-Verlust-Verhältnis für die Kühlung des Funktionsbereichs f , entsprechend § 5.4 ermittelt (-)
$Q_{cool,net,fct\ f,m,ref}$	der Bezugswert für den monatlichen Nettoenergiebedarf in MJ für Kühlung des Funktionsbereichs f ;
$a_{cool,int,fct\ f,m}$	der Bezugswert für den Reduktionsfaktor, der die Unterbrechungen im Kühlbetrieb des Funktionsbereichs f im Monat m , gemäß § Erreur ! Source du renvoi introuvable. ermittelt, berücksichtigt (-).
$Q_{g,cool,fct\ f,m,ref}$	der Bezugswert für die monatlichen Wärmegewinne in MJ durch Sonneneinstrahlung und interne Wärmeerzeugung des Funktionsbereichs f für die Kühlungsrechnungen;
$\eta_{util,cool,fct\ f,m,ref}$	der Bezugswert für den monatlichen Nutzungsgrad der Wärmeverluste des Funktionsbereichs f für die Kühlungsrechnungen, wie nachstehend ermittelt, (-);

$Q_{L,cool,fct\ f,m,ref}$	der Bezugswert für den monatlichen Transmissions- und Lüftungswärmeverlust in MJ des Funktionsbereichs f für die Kühlungsrechnungen;
$Q_{T,cool,fct\ f,m,ref}$	der Bezugswert für den monatlichen Transmissionswärmeverlust in MJ des Funktionsbereichs f für die Kühlungsrechnungen, wie nachstehend ermittelt;
$Q_{V,cool,fct\ f,m,ref}$	der Bezugswert für den monatlichen Lüftungswärmeverlust in MJ des Funktionsbereichs f für die Kühlungsrechnungen, wie nachstehend ermittelt;
$Q_{i,cool,fct\ f,m,ref}$	der Bezugswert für die monatliche interne Wärmeerzeugung in MJ des Funktionsbereichs f für die Kühlungsrechnungen, ermittelt gemäß § C.2.6;
$Q_{s,cool,fct\ f,m,ref}$	der Bezugswert für den monatlichen Wärmegewinn durch Sonneneinstrahlung in MJ des Funktionsbereichs f für die Kühlungsrechnungen, ermittelt gemäß § C.2.7.

und:

$$\text{Gl. 359} \quad Q_{T,cool,fct\ f,m,ref} = H_{T,fct\ f,ref} \cdot (\theta_{i,cool,fct\ f,ref} - \theta_{e,cool,m}) \cdot t_m \quad (\text{MJ})$$

$$\text{Gl. 360} \quad Q_{V,cool,fct\ f,m,ref} = Q_{V,hyg,cool,fct\ f,m,ref} \quad (\text{MJ})$$

Dabei ist:

$$\text{Gl. 361} \quad Q_{V,hyg,cool,fct\ f,m,ref} = \left[H_{V,hyg,cool,fct\ f,m,ref} \cdot (\theta_{i,cool,fct\ f,m,ref} - \theta_{e,V,cool,hyg,m}) \right] \cdot t_m \quad (\text{MJ})$$

Und dabei ist:

$H_{T,cool,fct\ f,ref}$	der Bezugswert für den Koeffizienten der Wärmeübergänge durch Transmission des Funktionsbereichs f in W/K - er wird gemäß § C.2.4 für die Kühlungsrechnung ermittelt.
$\theta_{i,cool,fct\ f,m,ref}$	der Bezugswert in °C für die Auslegungssinnentemperatur bei der Ermittlung des Kühlenergiebedarfs des Funktionsbereichs f - er wird wie nachstehend ausgeführt ermittelt.
$\theta_{e,cool,m}$	die durchschnittliche, monatliche Außentemperatur in °C für die Kühlungsrechnung, wie in der Erreur ! Source du renvoi introuvable. ausgewiesen
$H_{V,hyg,cool,fct\ f,m,ref}$	der Bezugswert in W/K für den monatlichen Koeffizienten für Wärmeübergänge durch die Hygienelüftung des Funktionsbereichs f - er wird gemäß § Erreur ! Source du renvoi introuvable. für die Kühlungsrechnungen ermittelt.
$\theta_{e,V,cool,hyg,m}$	üblicher Rechenwert für die Zulufttemperatur der Hygienelüftung im Rahmen der Kühlungsrechnungen. Er ist je nachdem, ob der Funktionsbereich f durchgehend, tagsüber oder nachts genutzt wird, $\theta_{e,V,cool,m}$, $\theta_{e,V,cool,day,m}$ oder $\theta_{e,V,cool,night,m}$ (siehe Tabelle [2]). Diese Werte sind in Erreur ! Source du renvoi introuvable. in Abhängigkeit des Belüftungssystems aufgeführt. Dabei ist:

Der Bezugswert für die monatliche Auslegungssinnentemperatur zur Berechnung des Kühlenergiebedarfs von Funktionsbereichen, die als Unterkünfte, Büros oder Unterrichte einzustufen sind, ist in Tabelle [46] ausgewiesen. Für die Funktionsbereiche mit einer anderen Funktion wird diese Temperatur folgendermaßen ermittelt:

$$\text{Gl. 362} \quad \theta_{i,\text{cool},\text{fct } f,\text{m},\text{ref}} = \theta_{i,\text{cool},\text{fct } f,\text{ref}} \quad (^\circ\text{C})$$

Dabei ist:

$\theta_{i,\text{cool},\text{fct } f,\text{ref}}$ der Bezugswert für die Auslegungssinnentemperatur zur Ermittlung des Energiebedarfs für aktive Kühlung in $^\circ\text{C}$ - er wird gemäß § **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** ermittelt.

Der Bezugswert für den Nutzungsgrad für Kühlung pro Funktionsbereich und pro Monat, $\eta_{\text{util},\text{cool},\text{fct } f,\text{m},\text{ref}}$, wird wie folgt ermittelt:

$$\text{Gl. 363} \quad \text{Wenn } \lambda_{\text{cool},\text{fct } f,\text{m},\text{ref}} \geq 0 \quad \text{und} \quad \lambda_{\text{cool},\text{fct } f,\text{m},\text{ref}} \neq 1 : \\ \eta_{\text{util},\text{cool},\text{fct } f,\text{m},\text{ref}} = \frac{1 - (\lambda_{\text{cool},\text{fct } f,\text{m},\text{ref}})^{b_{\text{m},\text{ref}}}}{1 - (\lambda_{\text{cool},\text{fct } f,\text{m},\text{ref}})^{b_{\text{m},\text{ref}} + 1}} \quad (-)$$

$$\text{Wenn } \lambda_{\text{cool},\text{fct } f,\text{m},\text{ref}} = 1 : \quad \eta_{\text{util},\text{cool},\text{fct } f,\text{m},\text{ref}} = \frac{b_{\text{m},\text{ref}}}{b_{\text{m},\text{ref}} + 1} \quad (-)$$

$$\text{Wenn } \lambda_{\text{cool},\text{fct } f,\text{m},\text{ref}} < 0 : \quad \eta_{\text{util},\text{cool},\text{fct } f,\text{m},\text{ref}} = 1 \quad (-)$$

wobei der Bezugswert für das monatliche Gewinn-Verlust-Verhältnis pro Funktionsbereich, $\lambda_{\text{cool},\text{fct } f,\text{m},\text{ref}}$, wie folgt definiert wird:

$$\text{Gl. 220} \quad \lambda_{\text{cool},\text{fct } f,\text{m},\text{ref}} = \frac{Q_{\text{L},\text{cool},\text{fct } f,\text{m},\text{ref}}}{Q_{\text{g},\text{cool},\text{fct } f,\text{m},\text{ref}}} \quad (-)$$

und wobei sich der Bezugswert für den numerischen Parameter $b_{\text{m},\text{ref}}$ in Bezug auf den Funktionsbereich f wie folgt ergibt:

$$\text{Gl. 221} \quad b_{\text{m},\text{ref}} = b_{0,\text{cool}} + \frac{\tau_{\text{cool},\text{fct } f,\text{m},\text{ref}}}{\tau_{0,\text{cool}}} \quad (-)$$

dabei ist der Bezugswert für die monatliche Zeitkonstante für Kühlung des Funktionsbereichs f , $\tau_{\text{cool},\text{fct } f,\text{m},\text{ref}}$:

$$\text{Gl. 364} \quad \tau_{\text{cool},\text{fct } f,\text{m},\text{ref}} = \frac{C_{\text{fct } f,\text{ref}}}{3,6 \cdot (H_{\text{T},\text{fct } f,\text{ref}} + H_{\text{V},\text{cool},\text{fct } f,\text{m},\text{ref}})} \quad (\text{h})$$

Dabei ist:

$b_{0,\text{cool}}$ eine Konstante, aufgeführt in Tabelle [3], (-);

$\tau_{0,\text{cool}}$ eine Konstante in h, aufgeführt in Tabelle [3];

$C_{\text{fct } f,\text{ref}}$ der Bezugswert für die effektive Wärmekapazität in kJ/K des Funktionsbereichs f , ermittelt gemäß § C.2.8;

$H_{\text{T},\text{fct } f,\text{ref}}$ der Bezugswert für den Transmissionswärmedurchgangskoeffizienten in W/K des Funktionsbereichs f , ermittelt gemäß § C.2.4;

$H_{\text{V},\text{cool},\text{fct } f,\text{m},\text{ref}}$ der Bezugswert für den monatlichen Koeffizienten für Wärmeübergänge durch Hygienelüftung, In-/Exfiltration und zusätzliche mechanische oder Fensterlüftung des Funktionsbereichs f - er wird wie folgt für die Kühlungsrechnungen ermittelt:

Der Bezugswert für den monatlichen Koeffizienten für Wärmeübergänge durch Hygienelüftung, In-/Exfiltration und zusätzliche mechanische oder Fensterlüftung, $H_{V,cool,fct f,m,ref}$, wird wie folgt ermittelt:

$$H_{V,cool,fct f,m,ref} = \frac{Q_{V,cool,fct f,m,ref}}{(\theta_{i,cool,fct f,setpoint} - \theta_{e,cool,m}) \cdot t_m} \quad (\text{MJ})$$

G1. 365

Dabei ist:

$Q_{V,cool,fct f,m,ref}$	durch Lüftung des Funktionsbereichs f entstandene monatliche Wärmeverluste in MJ für die Kühlungsrechnungen, wie oben festgelegt
$\theta_{i,cool,fct f,setpoint}$	Sollinnentemperatur in °C für die Kühlung des Funktionsbereichs f, wie in Tabelle [44] ausgewiesen
$\theta_{e,cool,m}$	die durchschnittliche, monatliche Innentemperatur in °C für die Kühlungsrechnungen des Funktionsbereichs f, wie in der Erreur ! Source du renvoi introuvable. ausgewiesen
t_m	Monatslänge in Ms, wie in Erreur ! Source du renvoi introuvable. ausgewiesen.

C.2.4 Bezugswert für den Transmissionswärmedurchgangskoeffizienten pro Funktionsbereich

Der Bezugswert für den Transmissionswärmedurchgangskoeffizienten des Funktionsbereichs f wird wie folgt ermittelt:

$$H_{T,fctf,ref} = H_{T,fctf,ref}^{constructions} + H_{T,fctf,ref}^{junctions} \quad (\text{W/K})$$

G1. 223

Dabei ist:

$H_{T,fctf,ref}^{constructions}$	Bezugswert für den Transmissionswärmedurchgangskoeffizienten in W/K durch die Wände der Abkühlungsfläche des Funktionsbereichs f, wie nachstehend ermittelt;
$H_{T,fctf,ref}^{junctions}$	Bezugswert für den Transmissionswärmedurchgangskoeffizienten in W/K durch die Konstruktionsfugen der Abkühlungsfläche des Funktionsbereichs f, wie nachstehend ermittelt;

Der Bezugswert für den Transmissionswärmedurchgangskoeffizienten durch die Wände des Funktionsbereichs f wird wie folgt ermittelt:

$$H_{T,fctf,ref}^{constructions} = f_{form} \cdot \left(0,5 \cdot A_{T,E,fctf,op} + 2 \cdot f_{tr,fctf} \cdot A_{T,E,fctf,tr} \right) \quad (\text{W/K})$$

G1. 224

Dabei ist:

$H_{T,fctf,ref}^{constructions}$	Bezugswert für den Transmissionswärmedurchgangskoeffizienten in W/K durch die Wände der Abkühlungsfläche des Funktionsbereichs f, wie nachstehend ermittelt;
f_{form}	Faktor zur Berücksichtigung eines Wirkungsgrads anderer Form für das geschützte Volumen, in dem sich der Funktionsbereich f befindet, wie nachstehend ermittelt, (-);

$A_{T,E,fct\ f,op}$	Gesamtfläche aller lichtundurchlässigen Wände in m^2 , die den Funktionsbereich f umschließen und deren Transmissionswärmeverluste bei der Ermittlung der Energieeffizienz berücksichtigt werden ¹³ ;
$f_{tr,fct\ f}$	Faktor zur Berücksichtigung eines anderen Anteils der lichtdurchlässigen Wände im Funktionsbereich f , wie nachstehend ermittelt, (-);
$A_{T,E,fct\ f,tr}$	Gesamtfläche aller lichtdurchlässigen Wände in m^2 , die den Funktionsbereich f umschließen und deren Transmissionswärmeverluste bei der Ermittlung der Energieeffizienz berücksichtigt werden ¹³ .

Der Bezugswert für den Transmissionswärmedurchgangskoeffizienten durch die Konstruktionsfugen der Abkühlungsfläche des Funktionsbereichs f wird wie folgt ermittelt:

$$\text{Gl. 225 } H_{T,fctf,ref}^{junctions} = f_{form} \cdot \Delta U_{ref} \cdot A_{T,E,fctf} \quad (W/K)$$

Dabei ist:

$$\text{Gl. 226 } \text{wenn } C \leq 1: \Delta U_{ref} = \frac{\Delta K_{ref}}{100} \quad (W/(m^2 \cdot K))$$

$$\text{wenn } 1 < C < 4: \Delta U_{ref} = \frac{\Delta K_{ref} \cdot (C+2)}{300} \quad (W/(m^2 \cdot K))$$

$$\text{wenn } 4 \leq C: \Delta U_{ref} = \frac{\Delta K_{ref}}{50} \quad (W/(m^2 \cdot K))$$

und:

$$\text{Gl. 227 } C = \frac{V_{vol}}{A_{T,E,vol}} \quad (m)$$

Dabei ist:

$H_{T,fctf,ref}^{junctions}$	Bezugswert für den Transmissionswärmedurchgangskoeffizienten in W/K durch die Konstruktionsfugen der Abkühlungsfläche des Funktionsbereichs f , wie nachstehend ermittelt;
f_{form}	Faktor zur Berücksichtigung eines Wirkungsgrads anderer Form für das geschützte Volumen, in dem sich der Funktionsbereich f befindet, wie nachstehend ermittelt, (-);
$A_{T,E,fct\ f,}$	Gesamtfläche aller Wände in m^2 , die den Funktionsbereich f umschließen und deren Transmissionswärmeverluste bei der Ermittlung der Energieeffizienz berücksichtigt werden ¹³ ;
ΔU_{ref}	Bezugswert für den Zuschlag auf den Wärmedurchgangskoeffizienten in $W/(m^2 \cdot K)$ aller Wände des geschützten Volumens, in dem sich der Funktionsbereich f befindet, zur Berücksichtigung der Auswirkungen der Konstruktionsfugen;

¹³ Bei der Ermittlung von $A_{T,E,fct\ f,op}$, $A_{T,E,fct\ f,tr}$, $A_{T,E,fct\ f}$ und $A_{T,E,vol}$ bleiben daher nur die Konstruktionen unberücksichtigt, die den Funktionsbereich f von den angrenzenden beheizten Räumen trennen.

ΔK_{ref}	Bezugswert für den Zuschlag auf die allgemeine Dämmung des geschützten Volumens, in dem sich der Funktionsbereich f befindet, zur Berücksichtigung der Auswirkungen der Konstruktionsfugen, wobei der Wert 3 entspricht, (-);
C	Kompaktheit des geschützten Volumens in m, in dem sich der Funktionsbereich f befindet;
V_{vol}	Volumen des geschützten Volumens in m ³ , in dem sich der Funktionsbereich f befindet;
$A_{\text{T,E,vol}}$	Gesamtfläche aller Wände in m ² , die das geschützte Volumen umschließen, in dem sich der Funktionsbereich f befindet und deren Transmissionswärmeverluste bei der Ermittlung der Energieeffizienz berücksichtigt werden ¹³ .

Der Faktor zur Berücksichtigung eines Wirkungsgrads anderer Form, f_{form} , wird wie folgt berechnet:

$$\text{Gl. 228} \quad f_{\text{form}} = \min \left[1; \frac{12}{A_{\text{T,E,vol}}} \cdot (V_{\text{vol}})^{2/3} \right] \quad (-)$$

Dabei ist:

f_{form}	Faktor zur Berücksichtigung eines Wirkungsgrads anderer Form für das geschützte Volumen, in dem sich der Funktionsbereich f befindet, (-);
$A_{\text{T,E,vol}}$	Gesamtfläche aller Wände in m ² , die das geschützte Volumen umschließen, in dem sich der Funktionsbereich f befindet und deren Transmissionswärmeverluste bei der Ermittlung der Energieeffizienz berücksichtigt werden ¹³ ;
V_{vol}	Volumen des geschützten Volumens in m ³ , in dem sich der Funktionsbereich f befindet.

Der Faktor zur Berücksichtigung eines anderen Anteils der lichtdurchlässigen Wände im Funktionsbereich f, $f_{\text{tr,fct f}}$, wird wie nachstehend berechnet:

$$\text{Gl. 229} \quad \text{Wenn } A_{\text{T,E,fct f,tr}} \text{ gleich } 0 \text{ ist, gilt: } f_{\text{tr,fct f}} = 1 \quad (-)$$

Wenn $A_{\text{T,E,fct f,tr}}$ größer als 0 ist, gilt:

$$f_{\text{tr,fct f}} = \min \left(1; \frac{A_{\text{T,E,fctf,tr,ref}}}{A_{\text{T,E,fctf,tr}}} \right) + 0,25 \cdot \left[1 - \min \left(1; \frac{A_{\text{T,E,fctf,tr,ref}}}{A_{\text{T,E,fctf,tr}}} \right) \right] \quad (-)$$

Dabei ist:

$$\text{Gl. 230} \quad A_{\text{T,E,fctf,tr,ref}} = 0,30 \cdot A_{\text{f,fctf}} \quad (\text{m}^2)$$

Dabei ist:

$f_{\text{tr,fct f}}$	Faktor zur Berücksichtigung eines anderen Anteils der lichtdurchlässigen Wände im Funktionsbereich f, (-);
$A_{\text{T,E,fct f,tr,ref}}$	Bezugswert für die Gesamtfläche aller lichtdurchlässigen Wände in m ² , die den Funktionsbereich f umschließen und deren Transmissionswärmeverluste bei der Ermittlung der Energieeffizienz berücksichtigt werden;
$A_{\text{T,E,fct f,tr}}$	Gesamtfläche aller lichtdurchlässigen Wände in m ² , die den Funktionsbereich f umschließen und deren

Transmissionswärmeverluste bei der Ermittlung der Energieeffizienz berücksichtigt werden¹³;

$A_{f, fct f}$ Nutzfläche des Funktionsbereichs f in m².

C.2.5 Bezugswert für den Koeffizienten des Wärmedurchgangs durch Lüftung und Infiltration/Exfiltration pro Funktionsbereich

C.2.5.1 Bezugswert für den Lüftungswärmedurchgangskoeffizienten für die Heizungsrechnungen pro Funktionsbereich

Der Bezugswert für den Lüftungswärmedurchgangskoeffizienten für die Heizungsrechnungen wird pro Funktionsbereich wie folgt berechnet:

$$\text{Gl. 231 } H_{V, \text{heat}, fct f, ref} = H_{V, \text{in/exfilt}, \text{heat}, fct f, ref} + H_{V, \text{hyg}, \text{heat}, fct f, ref} \quad (\text{W/K})$$

Dabei ist:

$H_{V, \text{heat}, fct f, ref}$ Bezugswert für den Lüftungswärmedurchgangskoeffizienten in W/K für die Heizungsrechnungen des Funktionsbereichs f;

$H_{V, \text{in/exfilt}, \text{heat}, fct f, ref}$ Bezugswert für den Koeffizienten des Wärmedurchgangs durch Infiltration/Exfiltration in W/K für die Heizungsrechnungen des Funktionsbereichs f, ermittelt gemäß § **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**;

$H_{V, \text{hyg}, \text{heat}, fct f, ref}$ Bezugswert für den Koeffizienten des Wärmedurchgangs durch Hygienelüftung in W/K des Funktionsbereichs f, ermittelt gemäß § **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**;

C.2.5.1.1 Bezugswert für den Koeffizienten des Wärmedurchgangs durch Infiltration/Exfiltration für die Heizungsrechnungen pro Funktionsbereich

Der Bezugswert für den Koeffizienten des Wärmedurchgangs durch Infiltration/Exfiltration für die Heizungsrechnungen wird pro Funktionsbereich wie folgt berechnet:

$$\text{Gl. 232 } H_{V, \text{in/exfilt}, \text{heat}, fct f, ref} = 0,16 \cdot f_{form} \cdot A_{T, E, fct f} \quad (\text{W/K})$$

Dabei ist:

$H_{V, \text{in/exfilt}, \text{heat}, fct f, ref}$ Bezugswert für den Koeffizienten des Wärmedurchgangs durch Infiltration/Exfiltration in W/K des Funktionsbereichs f für die Heizungsrechnungen;

f_{form} Faktor zur Berücksichtigung eines Wirkungsgrads anderer Form für das geschützte Volumen, in dem sich der Funktionsbereich f befindet, ermittelt gemäß § C.2.4, (-);

$A_{T, E, fct f}$ Gesamtfläche aller Wände in m², die den Funktionsbereich f umschließen und deren Transmissionswärmeverluste bei der Ermittlung der Energieeffizienz berücksichtigt werden¹³ (siehe auch § C.2.4).

C.2.5.1.2 Bezugswert für den Koeffizienten des Wärmedurchgangs durch Hygienelüftung für die Heizungsrechnungen pro Funktionsbereich

Der Bezugswert für den Koeffizienten des Wärmedurchgangs durch Hygienelüftung für die Heizungsrechnungen wird pro Funktionsbereich wie folgt ermittelt:

$$\begin{aligned}
 H_{V,\text{hyg,heat,fct } f,\text{ref}} &= 0,34 \cdot f_{\text{vent,heat,fct } f} \cdot \sum_r \dot{V}_{\text{hyg,min,rm } r} \\
 \text{Gl. 233} \quad &+ 0,22 \cdot f_{\text{vent,heat,fct } f} \cdot \sum_r (\dot{V}_{\text{hyg,rm } r} - \dot{V}_{\text{hyg,min,rm } r}) \quad (\text{W/K})
 \end{aligned}$$

Dabei ist:

$H_{V,\text{hyg,heat,fct } f,\text{ref}}$ Bezugswert für den Koeffizienten des Wärmedurchgangs durch Hygienelüftung in W/K des Funktionsbereichs f für die Heizungsrechnungen;

$f_{\text{vent,heat,fct } f}$ der übliche Zeitanteil, in dem die Lüftung im Funktionsbereich f in Betrieb ist, für die Heizungsrechnungen, wie in Tabelle [7] aufgeführt, (-);

$\dot{V}_{\text{hyg,min,rm } r}$ Mindestauslegungsvolumenstrom der Außenluftzufuhr der Hygienelüftung in m^3/h im Raum r , wie in Anlage C.1 des vorliegenden Erlasses definiert, entspricht dem vorgeschriebenen Auslegungsvolumenstrom unter der Annahme, dass Rauchverbot herrscht und das Gebäude schadstoffarm ist. Für einen besonderen Raum nach Anlage C.3 § 6.4 des vorliegenden Erlasses ist $\dot{V}_{\text{hyg,min,rm } r}$ gleich $\dot{V}_{\text{hyg,rm } r}$;

$\dot{V}_{\text{hyg,rm } r}$ der Auslegungsvolumenstrom in m^3/h für die Außenluftzufuhr der Hygienelüftung des Raums r , für den die Anlage konzipiert ist.

Ist der Auslegungsvolumenstrom der Außenluftzufuhr für die Hygienelüftung in einem Raum niedriger als der in Anlage C.3 des vorliegenden Erlasses definierte Mindestwert, wird $H_{V,\text{ref}}$ mit dem verlangten Mindestvolumenstrom berechnet. Diese Regel gilt jedoch nicht für besondere Räume nach Anlage C.3 § 6.4 des vorliegenden Erlasses.

Die Werte aller Räume r des Funktionsbereichs f sind zu addieren.

C.2.5.2 Bezugswert für den Koeffizienten des Wärmedurchgangs durch Hygienelüftung für die Kühlungsrechnungen pro Funktionsbereich

Der Bezugswert für den monatlichen Koeffizienten des Wärmedurchgangs durch Hygienelüftung für die Kühlungsrechnungen des Funktionsbereichs f wird wie folgt ermittelt:

$$\text{Gl. 235} \quad H_{V,\text{hyg,cool,fct } f,\text{m,ref}} = 0,34 \cdot f_{\text{vent,heat,fct } f} \cdot \sum_r \dot{V}_{\text{hyg,rm } r} \quad (\text{W/K})$$

Dabei ist:

$H_{V,\text{hyg,cool,fct } f,\text{m,ref}}$ Bezugswert für den monatlichen Koeffizienten des Wärmedurchgangs durch Hygienelüftung in W/K für die Kühlungsrechnungen des Funktionsbereichs f ;

$f_{\text{vent,heat,fct } f}$ der übliche Zeitanteil, in dem die Lüftung im Funktionsbereich f in Betrieb ist, für die Heizungsrechnungen, wie in Tabelle [7] aufgeführt, (-);

$\dot{V}_{\text{hyg,rm } r}$ Auslegungsvolumenstrom der Außenluftzufuhr der Hygienelüftung in m^3/h des Raumes r , für den die Anlage ausgelegt ist.

Ist der Auslegungsvolumenstrom der Außenluftzufuhr für die Hygienelüftung in einem Raum niedriger als der in Anlage C.3 des vorliegenden Erlasses definierte Mindestwert, wird $H_{V,ref}$ mit dem verlangten Mindestvolumenstrom berechnet. Diese Regel gilt jedoch nicht für besondere Räume nach Anlage C.3 § 6.4 des vorliegenden Erlasses.

Die Werte aller Räume r des Funktionsbereichs f sind zu addieren.

C.2.6 Bezugswert für die interne Wärmeenerzeugung

Der Bezugswert für die monatliche interne Wärmeenerzeugung des Funktionsbereichs f für die Heizungsrechnungen und Kühlungsrechnungen wird wie folgt ermittelt:

$$\text{Gl. 236 } Q_{i,heat,fct f,m,ref} = \Phi_{i,heat,fct f,m,ref} \cdot t_m \quad (\text{MJ})$$

$$\text{Gl. 237 } Q_{i,cool,fct f,m,ref} = \Phi_{i,cool,fct f,m,ref} \cdot t_m \quad (\text{MJ})$$

Dabei ist:

$$\text{Gl. 238 } \Phi_{i,heat,fct f,m,ref} = 0,8 \cdot \left(q_{i,pers,fct f} \cdot f_{real,fct f} \cdot f_{pres,fct f} \cdot n_{design,fct f} + q_{i,app,fct f} \cdot A_{f,fct f} + W_{light,fct f,m,ref} \cdot 3,6/t_m + 0,8 \cdot W_{fans,fct f,m,ref} \cdot 3,6/t_m \right) \quad (\text{W})$$

$$\text{Gl. 239 } \Phi_{i,cool,fct f,m,ref} = \left(q_{i,pers,fct f} \cdot f_{real,fct f} \cdot f_{pres,fct f} \cdot n_{design,fct f} + q_{i,app,fct f} \cdot A_{f,fct f} + W_{light,fct f,m,ref} \cdot 3,6/t_m + 0,6 \cdot W_{fans,fct f,m,ref} \cdot 3,6/t_m \right) \quad (\text{W})$$

Dabei ist:

$Q_{i,heat,fct f,m,ref}$	der Bezugswert für die monatliche interne Wärmeenerzeugung in MJ des Funktionsbereichs f für die Heizungsrechnungen;
$Q_{i,cool,fct f,m,ref}$	der Bezugswert für die monatliche interne Wärmeenerzeugung in MJ des Funktionsbereichs f für die Kühlungsrechnungen;
$\Phi_{i,heat,fct f,m,ref}$	der Bezugswert für den durchschnittlichen Wärmefluss in W infolge der internen Wärmeenerzeugung im Funktionsbereich f für die Heizungsrechnungen;
$\Phi_{i,cool,fct f,m,ref}$	der Bezugswert für den durchschnittlichen Wärmefluss in W infolge der internen Wärmeenerzeugung im Funktionsbereich f für die Kühlungsrechnungen;
$q_{i,pers,fct f}$	die durchschnittliche spezifische interne Wärmeenerzeugung durch Personen in W/pers im Funktionsbereich f , aufgeführt in Tabelle [8];
$f_{real,fct f}$	das übliche Verhältnis zwischen der durchschnittlichen tatsächlichen Nutzung in den Nutzungszeiten und der maximalen Auslegungsnutzung des Funktionsbereichs f , aufgeführt in Tabelle [8], (-);
$f_{pres,fct f}$	der übliche Zeitanteil, in dem Personen im Gebäude anwesend sind, aufgeführt in Tabelle [2], (-);
$n_{design,fct f}$	die Anzahl der Personen, die sich in dem betreffenden Funktionsbereich f gemäß der maximalen Nutzung befinden, für die die Lüftungssysteme ausgelegt sind, (-);
$q_{i,app,fct f}$	die durchschnittliche spezifische interne Wärmeenerzeugung durch Geräte in W/m ² im betreffenden Funktionsbereich f , aufgeführt in Tabelle [8];
$A_{f,fct f}$	die Nutzfläche in m ² des betreffenden Funktionsbereichs f ;

$W_{\text{light}, \text{fct } f, \text{m}, \text{ref}}$	der Bezugswert für die monatliche interne Wärmezeugung in kWh durch die Beleuchtung des betreffenden Funktionsbereichs f , ermittelt gemäß § C.4;
$W_{\text{fans}, \text{fct } f, \text{m}, \text{ref}}$	der Bezugswert für die monatliche interne Wärmezeugung in kWh durch die Ventilatoren des betreffenden Funktionsbereichs f , ermittelt gemäß § C.3.1;
t_m	die Dauer des Monats in Ms, aufgeführt in Erreur ! Source du renvoi introuvable..

C.2.7 Bezugswert für die Wärmegewinne durch Sonneneinstrahlung

Der Bezugswert für die monatlichen Wärmegewinne durch Sonneneinstrahlung pro Funktionsbereich f für die Heizungsrechnungen, $Q_{s, \text{heat}, \text{fct } f, \text{m}, \text{ref}}$, und für die Kühlungsrechnungen, $Q_{s, \text{cool}, \text{fct } f, \text{m}, \text{ref}}$, wird wie folgt ermittelt:

$$Q_{s, \text{heat}, \text{fct } f, \text{m}, \text{ref}} = f'_{\text{tr}, \text{fct } f} \cdot 0,95 \cdot g_{\text{fctf}, \text{ref}}$$

$$\text{Gl. 240} \quad \cdot \sum_{j=1} (a_{c, \text{m}, j, \text{ref}} \cdot F_{c, \text{fctf}, \text{ref}} + (1 - a_{c, \text{m}, j, \text{ref}})) \cdot A_{w, d, j} \cdot I_{s, \text{m}, j, \text{shad}, \text{ref}} \quad (\text{MJ})$$

$$Q_{s, \text{cool}, \text{fct } f, \text{m}, \text{ref}} = f'_{\text{tr}, \text{fctf}} \cdot 0,95 \cdot g_{\text{fctf}, \text{ref}}$$

$$\text{Gl. 241} \quad \cdot \sum_{j=1} (a_{c, \text{m}, j, \text{ref}} \cdot F_{c, \text{fctf}, \text{ref}} + (1 - a_{c, \text{m}, j, \text{ref}})) \cdot A_{w, d, j} \cdot I_{s, \text{m}, j, \text{shad}, \text{ref}} \quad (\text{MJ})$$

Dabei ist:

$Q_{s, \text{heat}, \text{fct } f, \text{m}, \text{ref}}$	Bezugswert für die monatlichen Wärmegewinne durch Sonneneinstrahlung in MJ pro Funktionsbereich f für die Heizungsrechnungen;
$f'_{\text{tr}, \text{fct } f}$	Faktor zur Berücksichtigung eines anderen Anteils der lichtdurchlässigen Wände im Funktionsbereich f , wie nachstehend ermittelt, (-);
$g_{\text{fct } f, \text{ref}}$	Bezugswert für den Durchschnitt der monatlichen Sonnenfaktoren der Fenster des Funktionsbereichs f ohne Berücksichtigung der Auswirkungen der Sonnenschutzvorrichtungen, aufgeführt in Tabelle [41], (-);
$F_{c, \text{fct } f, \text{ref}}$	Bezugswert für den Durchschnitt der Reduktionsfaktoren für die Sonnenschutzvorrichtung der Fenster des Funktionsbereichs f ohne Berücksichtigung der Auswirkungen der Sonnenschutzvorrichtungen, aufgeführt in Tabelle [41], (-);
$a_{c, \text{m}, j, \text{ref}}$	Bezugswert für den monatlichen Nutzungsfaktor der Sonnenschutzvorrichtung des Fensters j , ermittelt nach Tabelle [9] bei manueller Steuerung, (-);
$A_{w, d, j}$	de oppervlakte van de dagopening van venster j , in m^2 ;
$I_{s, \text{m}, j, \text{shad}, \text{ref}}$	Bezugswert für die Sonneneinstrahlung auf das Fenster j für den betreffenden Monat in MJ/m^2 unter Berücksichtigung der Verschattung durch fest angebrachte Hindernisse, ermittelt gemäß Anlage A.1 Anlage C des vorliegenden Erlasses, sowie unter Berücksichtigung der Standardwerte für Verbauungswinkel gemäß Anlage A.1 § C.2.4 des vorliegenden Erlasses;
$Q_{s, \text{cool}, \text{fct } f, \text{m}, \text{ref}}$	Bezugswert für die monatlichen Wärmegewinne durch Sonneneinstrahlung in MJ pro Funktionsbereich f für die Kühlungsrechnungen.

Die Werte aller Fenster j des Funktionsbereichs f sind zu addieren.

Tabelle [41]: Werte für $F_{c,fctf,ref}$ und $g_{fctf,ref}$

Funktionen		$F_{c,fctf,ref}$ (-)	$g_{fctf,ref}$ (-)
Unterkunft		0,90	0,41
Büros		0,90	0,27
Unterricht		0,90	0,44
Gesundheitswesen	Mit nächtlicher Nutzung	0,90	0,41
	Ohne nächtliche Nutzung	0,90	0,41
	Operationssaal	0,90	0,44
Versammlungs- bereich	Starke Nutzung	0,90	0,44
	Geringe Nutzung	0,90	0,44
	Cafeteria/Speisesaal	1,00	0,44
Küche		1,00	0,41
Handel/Dienstleistungen		1,00	0,47
Sportanlagen	Sporthalle/Turnhalle	1,00	0,44
	Fitness/Tanz	1,00	0,44
	Sauna/Schwimmbad	1,00	0,44
Technikräume		1,00	0,41
Gemeinsame Flächen		1,00	0,44
Sonstige		0,90	0,44
Unbekannt		0,90	0,44

Der Faktor zur Berücksichtigung eines anderen Anteils der lichtdurchlässigen Wände im Funktionsbereich f , $f'_{tr,fct f}$, wird wie nachstehend ermittelt:

G1. 242 Wenn $A_{T,E,fct f,tr}$ gleich 0 ist, gilt: $f'_{tr,fct f} = 1$ (-)

Wenn $A_{T,E,fct f,tr}$ größer als 0 ist, gilt:

$$f'_{tr,fct f} = \min\left(1; \frac{A_{T,E,fctf,tr,ref}}{A_{T,E,fctf,tr}}\right) \quad (-)$$

Dabei ist:

$f'_{tr,fct f}$ Faktor zur Berücksichtigung eines anderen Anteils der lichtdurchlässigen Wände im Funktionsbereich f , (-);

$A_{T,E,fct\ f, tr, ref}$	Bezugswert für die Gesamtfläche aller lichtdurchlässigen Wände in m ² , die den Funktionsbereich f umschließen und deren Transmissionswärmeverluste bei der Ermittlung der Energieeffizienz berücksichtigt werden, wie in § C.2.4 ermittelt;
$A_{T,E,fct\ f, tr}$	die Gesamtfläche in m ² der lichtdurchlässigen Wände, die den Funktionsbereich f umschließen und die bei der Ermittlung der Energieeffizienz ¹³ wegen Transmissionsverlusten berücksichtigt werden. ¹³ .

C.2.8 Bezugswert für die effektive Wärmekapazität

Der Bezugswert für die effektive Wärmekapazität in kJ/K des Funktionsbereichs f, $C_{fct\ f, ref}$, wird wie folgt ermittelt:

$$\text{Gl. 243 } C_{fct\ f, ref} = 110 \cdot A_{f, fct\ f} \quad (\text{kJ/K})$$

Dabei ist:

$C_{fct\ f, ref}$	der Bezugswert für die effektive Wärmekapazität in kJ/K des Funktionsbereichs f;
$A_{f, fct\ f, j}$	die Nutzfläche in m ² des Teils j von Funktionsbereich f.

C.2.9 Bezugswert für den monatlichen Nettoenergiebedarf für Luftbefeuchtung

Wenn die Gebäudeanlagen Einrichtungen zur Befeuchtung von Außenluft für die PEN-Einheit (oder einen Teil davon) umfassen, ergibt sich der Bezugswert für den monatlichen Nettoenergiebedarf eines Geräts j für die Luftbefeuchtung wie folgt:

$$\text{Gl. 244 } Q_{hum, net, j, m, ref} = 2,5 \cdot \sum_f X_{h, fct\ f, m} \cdot \dot{V}_{supply, j, fct\ f, design} \quad (\text{MJ})$$

Dabei ist:

$Q_{hum, net, j, m, ref}$	der Bezugswert für den monatlichen Nettoenergiebedarf in MJ für einen Luftbefeuchter j;
$X_{h, fct\ f, m}$	die monatliche Menge an Luftfeuchtigkeit in kg.h/m ³ , die pro Volumenstromeinheit an Zuluft für den Funktionsbereich f bereitzustellen ist, aufgeführt in Tabelle [14];
$\dot{V}_{supply, j, fct\ f, design}$	der über den Luftbefeuchter j eintretende Auslegungsvolumenstrom an Außenluft in m ³ /h für den Funktionsbereich f.

Die Werte aller vom Luftbefeuchter j versorgten Funktionsbereiche f sind zu addieren.

C.2.10 Bezugswert für den Beitrag zum Wirkungsgrad des Systems der monatlichen Verluste der Zirkulationsleitung

Der Bezugswert für den Beitrag zum Wirkungsgrad des Systems der monatlichen Verluste der Zirkulationsleitung wird wie folgt ermittelt:

- Für die Entnahmestellen in den Funktionsbereichen mit der Funktion „Unterkunft“, „Gesundheitswesen Mit nächtlicher Nutzung“, „Sporthalle/Turnhalle“, „Fitness/Tanz“ und „Sauna/Schwimmbad“:

- Für eine Dusche oder Badewanne i:

G1. 366 Wenn die Dusche oder Badewanne i nicht an eine Zirkulationsleitung angeschlossen ist:

$$\eta_{\text{water, circ, bath } i, m, \text{ref}} = 1 \quad (-)$$

Wenn die Dusche oder Badewanne i an eine Zirkulationsleitung k angeschlossen ist:

$$\eta_{\text{water, circ, bath } i, m, \text{ref}} = 1,05 \cdot \frac{Q_{\text{water out, circ } k, m}}{Q_{\text{water out, circ } k, m} + t_m \cdot 1,3 \cdot \sum_j \frac{l_{\text{circ } k, j} \cdot (60 - \theta_{\text{amb, m, j}})}{R_{1, j, \text{ref}}}} \quad (-)$$

- Für die Küchenspüle j:

G1. 367 Wenn die Küchenspüle j nicht an eine Zirkulationsleitung angeschlossen ist:

$$\eta_{\text{water, circ, sink } j, m, \text{ref}} = 1 \quad (-)$$

Wenn die Küchenspüle j an eine Zirkulationsleitung angeschlossen ist:

$$\eta_{\text{water, circ, sink } j, m, \text{ref}} = 1,20 \cdot \frac{Q_{\text{water out, circ } k, m}}{Q_{\text{water out, circ } k, m} + t_m \cdot 1,3 \cdot \sum_j \frac{l_{\text{circ } k, j} \cdot (60 - \theta_{\text{amb, m, j}})}{R_{1, j, \text{ref}}}} \quad (-)$$

- Für eine andere Warmwasserentnahmestelle k:

G1. 368 Wenn eine andere Warmwasserentnahmestelle l nicht an eine Zirkulationsleitung angeschlossen ist:

$$\eta_{\text{water, circ, other } l, m, \text{ref}} = 1 \quad (-)$$

Wenn eine andere Warmwasserentnahmestelle l an eine Zirkulationsleitung angeschlossen ist:

$$\eta_{\text{water, circ, other } l, m, \text{ref}} = 1,60 \cdot \frac{Q_{\text{water out, circ } k, m}}{Q_{\text{water out, circ } k, m} + t_m \cdot 1,3 \cdot \sum_j \frac{l_{\text{circ } k, j} \cdot (60 - \theta_{\text{amb, m, j}})}{R_{1, j, \text{ref}}}} \quad (-)$$

- Für die Entnahmestellen in Funktionsbereichen mit einer anderen Funktion:

$$\mathbf{G1. 248} \quad \eta_{\text{water, circ, bath } i, m, \text{ref}} = \eta_{\text{water, circ, sink } j, m, \text{ref}} = \eta_{\text{water, circ, other } l, m, \text{ref}} = 1$$

Dabei ist:

$Q_{\text{water out, circ } k, m}$ Wärmeabgabe über die Zirkulationsleitung k an die angeschlossenen Entnahmestellen, wie in § 9.3.2.2 von {Anlage PER} ermittelt;

t_m Dauer des betreffenden Monats in Ms, aufgeführt in **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**;

$l_{\text{circ } k, j}$ Länge des Teilstücks j der Zirkulationsleitung k in m;

$\theta_{amb,m,j}$	durchschnittliche monatliche Umgebungstemperatur in °C des Leitungsteilstücks j, wie in § 9.3.2.2 von {Anlage PER} ermittelt;
$R_{l,j,ref}$	der Bezugswert in m.K/W für den linearen Wärmewiderstand des Leitungsteilstücks j, der in Tabelle [43] in Abhängigkeit des äußeren Durchmessers des nicht gedämmten Teilstücks $D_{i,j}$, ausgewiesen ist

Tabelle [42]: Bezugswert für den linearen Wärmewiderstand $R_{l,j,ref}$ in Abhängigkeit vom Außendurchmesser des nicht isolierten Teilstücks $D_{i,j}$

$D_{i,j}$ (m)	$R_{l,j,ref}$ (m.K/W)	$D_{i,j}$ (m)	$R_{l,j,ref}$ (m.K/W)	$D_{i,j}$ (m)	$R_{l,j,ref}$ (m.K/W)
$\leq 0,0172$	5,21	$\leq 0,0603$	3,15	$\leq 0,2191$	1,61
$\leq 0,0213$	4,81	$\leq 0,0761$	2,84	$\leq 0,2730$	1,40
$\leq 0,0269$	4,42	$\leq 0,0889$	2,62	$\leq 0,3239$	1,26
$\leq 0,0337$	4,05	$\leq 0,1143$	2,31	$\leq 0,3556$	1,18
$\leq 0,0424$	3,69	$\leq 0,1397$	2,08	$> 0,3556$	1,08
$\leq 0,0483$	3,48	$\leq 0,1683$	1,87		

C.3 Bezugswert für den Hilfsenergieverbrauch der Ventilatoren und Pumpen

C.3.1 Bezugswert für den Stromverbrauch der Ventilatoren für Lüftung und Zirkulation

Der Bezugswert für den monatlichen Stromverbrauch der Ventilatoren der PEN-Einheit wird wie folgt ermittelt:

$$\text{Gl. 249 } W_{fans,m,ref} = \sum_f W_{fans,fct f,m,ref} \quad (\text{kWh})$$

$$\text{Gl. 250 } W_{fans,fct f,m,ref} = 0,55 \cdot \dot{V}_{hyg,fct f} \cdot f_{vent,heat,fct f} \cdot \frac{t_m}{3,6} \quad (\text{kWh})$$

Dabei ist:

$W_{fans,m,ref}$	Bezugswert für den monatlichen Stromverbrauch in kWh der Ventilatoren in der PEN-Einheit;
$W_{fans,fct f,m,ref}$	Bezugswert für den monatlichen Stromverbrauch in kWh aller Ventilatoren für den Funktionsbereich f;
$\dot{V}_{hyg,fct f}$	Auslegungsvolumenstrom in m ³ /h der Außenluftzufuhr für die Hygienelüftung im Funktionsbereich f der Energiezone i, gemäß den in § 5.6.2.2 beschriebenen Prinzipien ermittelt;
$f_{vent,heat,fct f}$	üblicher Zeitanteil, in dem die Lüftung im Funktionsbereich f in Betrieb ist, für die Heizungsrechnungen, wie in Tabelle [7] aufgeführt, (-);
t_m	Dauer des betreffenden Monats in Ms, aufgeführt in Erreur ! Source du renvoi introuvable..

Die Werte aller Funktionsbereiche f der PEN-Einheit sind zu addieren.

Besonderheit der Funktion „Unterricht“: Der Bezugswert für den monatlichen Stromverbrauch aller Ventilatoren für die Funktionsbereiche f mit dieser Funktion, $W_{fans, fct\ f, m, ref}$, wird für die Monate Juli und August auf null veranschlagt.

C.3.2 Bezugswert für den Stromverbrauch der Verteilung

Der Bezugswert für den monatlichen Stromverbrauch der Verteilung in den PEN-Einheiten, $W_{aux, dis, m, ref}$, wird wie folgt ermittelt:

$$G1. \quad 369 \quad W_{aux, dis, m, ref} = \frac{t_m}{7,2} \cdot \sum_j P_{pump, dis, instal, heat, j, ref} + \frac{t_m}{3,6} \cdot \sum_l P_{pump, dis, instal, water, l, ref} \quad (\text{kWh})$$

Dabei ist:

$P_{pump, dis, instal, heat, j, ref}$ der Bezugswert in W für die installierte Leistung der Umwälzpumpe j , welche die Heizung der fraglichen PEN-Einheit bedient, wie in § ermittelt

$P_{pump, dis, instal, water, l, ref}$ der Bezugswert in W für die installierte Leistung der Umwälzpumpe j , welche die Brauchwarmwasserverteilung in der fraglichen PEN-Einheit bedient, wie in § C.3.2.2 definiert

t_m die betroffene Monatslänge in Ms, in **Erreuer ! Source du renvoi introuvable.** ausgewiesen.

Die Werte aller Umwälzpumpen j , welche die Heizung der betroffenen PEN-Einheit bedienen und aller Umwälzpumpen j , welche die Brauchwarmwasserverteilung für Funktionsbereiche des Typs „Unterkunft“, „Gesundheitswesen - mit nächtlicher Nutzung“, „Sporthalle/Turnhalle“, „Fitness/Tanz“ oder „Sauna/Schwimmbad“ in der betroffenen PEN-Einheit bedienen, sind zu addieren.

C.3.2.1 Bezugswert für die installierte Leistung einer Umwälzpumpe, welche die Heizung bedient

Der Bezugswert für die installierte Leistung der Umwälzpumpe j , welche die Heizung der betroffenen PEN-Einheit bedient, $P_{pump, dis, instal, heat, j, ref}$, wird wie folgt ermittelt:

$$G1. \quad 370 \quad P_{pump, dis, instal, heat, j, ref} = \text{MAX}(70 \ 0,3 \cdot \sum_i A_{fi}) \quad (\text{W})$$

Dabei ist:

$A_{f, sec\ i}$ die Nutzfläche der Energiezone i in m^2

Die Werte aller von der Umwälzpumpe j bedienten Energiezonen i sind zu addieren.

Bedient eine Umwälzpumpe mehrere PEN- und/oder PER-Einheiten, so ist der Bezugswert für die Leistung der Umwälzpumpe ($P_{pumps, dis, instal, heat, j, ref}$) entsprechend des Bruttowärmebedarfs der jeweiligen PEN- und/oder PER-Einheiten proportional auf diese zu verteilen.

Bedient eine Umwälzpumpe nur Funktionsbereiche, die als „Technikräume“ einzustufen sind, so wird $P_{pumps, dis, instal, heat, j, ref}$ als gleich Null betrachtet.

Bedient eine Umwälzpumpe nur Funktionsbereiche, die als „Technikräume“ einzustufen sind, so wird $P_{pumps, dis, instal, heat, j, ref}$ als gleich Null betrachtet. Bedient

eine Umwälzpumpe nur Funktionsbereiche, die als „Unterricht“ oder als „Technikräume“ einzustufen sind, so muss die Leistung entsprechend Gl. 370 mit dem Faktor 0,83 multipliziert werden.

C.3.2.2 Bezugswert für die installierte Leistung einer Umwälzpumpe, welche die Brauchwarmwasserverteilung bedient

Der Bezugswert für die installierte Leistung der Umwälzpumpe l , welche die Brauchwarmwasserverteilung in der fraglichen PEN-Einheit bedient, $P_{\text{pump,dis,instal,water,l,ref}}$, wird wie folgt ermittelt:

$$\text{Gl. 371 } P_{\text{pump,dis,instal,water,l,ref}} = \text{MAX} \left(25 \frac{\sum_j l_{\text{circ k,j}}}{13,94 \cdot 10^3} \cdot \sum_j \frac{l_{\text{circ k,j}} \cdot (60 - \theta_{\text{amb,January,j}})}{R_{l,j,\text{ref}}} \right) \quad (\text{W})$$

Dabei ist:

$l_{\text{circ k,l}}$	die Länge des Teilstücks l der Zirkulationsleitung k in m
$\theta_{\text{amb,January,l}}$	die durchschnittliche Umgebungstemperatur des Leitungsteilstücks l im Monat Januar in °C, wie in § 9.3.2.2 von Anhang A.1 definiert
$R_{l,l,\text{ref}}$	der Bezugswert für den linearen Wärmewiderstand $R_{l,l}$ des Teilstücks l in m.K/W, wie in § E.3 von Anhang A.1 definiert
$R_{l,j,\text{ref}}$	der Bezugswert in m.K/W für den linearen Wärmewiderstand des Leitungsteilstücks j , der in Tabelle [43] in Abhängigkeit des äußeren Durchmessers des nicht gedämmten Teilstücks $D_{i,j}$ ausgewiesen ist.

Die Werte aller von der Umwälzpumpe j bedienten Energiezonen i sind zu addieren.

Bedient eine Umwälzpumpe mehrere PEN- und/oder PER-Einheiten, so ist der Bezugswert für die Leistung der Umwälzpumpe ($P_{\text{pumps,dis,instal,heat,j,ref}}$) entsprechend des gesamten Bruttoenergiebedarfs für Brauchwarmwasser der jeweiligen PEN- und/oder PER-Einheiten proportional auf diese zu verteilen.

C.4 Bezugswert für den Energieverbrauch der Beleuchtung

Der Bezugswert für den monatlichen Stromverbrauch der Beleuchtung der PEN-Einheit wird wie folgt ermittelt:

$$\text{Gl. 253 } W_{\text{light,m,ref}} = \sum_f W_{\text{light,fct f,m,ref}} \quad (\text{kWh})$$

Dabei ist:

$W_{\text{light,m,ref}}$	der Bezugswert für den monatlichen Stromverbrauch in kWh für die Beleuchtung;
$W_{\text{light,fct f,m,ref}}$	der Bezugswert für den monatlichen Stromverbrauch in kWh für die Beleuchtung des Funktionsbereichs f , wie nachstehend ermittelt.

Die Werte aller Funktionsbereiche f der PEN-Einheit sind zu addieren.

Besonderheit der Funktion „Unterricht“: Der Bezugswert für den monatlichen Stromverbrauch der Beleuchtung für die Funktionsbereiche mit dieser Funktion, $W_{\text{pumps,fct f,m,ref}}$, wird für die Monate Juli und August auf null veranschlagt.

Der Bezugswert für den monatlichen Stromverbrauch der Beleuchtung des Funktionsbereichs f wird wie folgt ermittelt:

$$\mathbf{gl. 254} \quad W_{\text{light,fct } f,m,\text{ref}} = \sum A_{f,r,m,r} \cdot p_{\text{light,r,m,r,ref}} \cdot (t_{\text{day,fct } f,m} + t_{\text{night,fct } f,m}) \quad (\text{kWh})$$

Dabei ist:

$W_{\text{light,fct } f,m,\text{ref}}$	der Bezugswert für den monatlichen Stromverbrauch in kWh für die Beleuchtung des Funktionsbereichs f ;
$A_{f,r,m,r}$	Nutzfläche im Raum r in m^2 ;
$p_{\text{light,r,m,r,ref}}$	der Bezugswert für die spezifische Leistung in kW/m^2 für die Beleuchtung im Raum r , wie nachstehend ermittelt;
$t_{\text{day,fct } f,m}$	übliche Anzahl der Nutzungsstunden in h pro Monat am Tag, ermittelt pro Funktionsbereich und aufgeführt in

Tabelle [31];

$t_{\text{night}, \text{fct } f, m}$ übliche Anzahl der Nutzungsstunden in h pro Monat in der Nacht, ermittelt pro Funktionsbereich und aufgeführt in Tabelle [32];

Die Werte aller Räume r des Funktionsbereichs f sind zu addieren.

Der Bezugswert für die spezifische Leistung für die Beleuchtung im Raum r wird wie folgt ermittelt:

$$\text{Gl. 255 } p_{\text{light}, \text{rnr}, \text{ref}} = \min \left[\frac{\phi_{\text{fctf}, \text{ref}}}{1000} \cdot \frac{L_{\text{rnr}}}{100}, \frac{\phi_{\text{fctf}, \text{ref}}}{1000} \cdot L_{\text{fctf}, \text{ref}}^{0,2} \cdot \frac{(L_{\text{rnr}})^{0,8}}{100} \right] \quad (\text{kW/m}^2)$$

Dabei ist:

$p_{\text{light}, \text{rnr}, \text{ref}}$ der Bezugswert für die spezifische Leistung in kW/m² für die Beleuchtung im Raum r ;

$\phi_{\text{fctf}, \text{ref}}$ der Bezugswert für die spezifische Leistung pro 100 lx in W/m². 100 lx im Funktionsbereich f , zu dem der Raum r gehört, aufgeführt in Tabelle [43];

$L_{\text{fct } f, \text{ref}}$ der Bezugswert für die Beleuchtung in lx im Funktionsbereich f , zu dem der Raum r gehört, aufgeführt in Tabelle [43];

L_{rnr} eine dimensionslose Hilfsvariable für den Raum r , wie in § 9.2.1 oder in § 9.3.1 ermittelt, (-).

Tabelle [43]: Werte für die Parameter $\phi_{fctf,ref}$ und $L_{fctf,ref}$ pro Funktion

Funktionen		$\phi_{fctf,ref}$ (W/m²100 lx)	$L_{fctf,ref}$ (lx)
Unterkunft		3,50	200
Büros		2,40	500
Unterricht		2,40	500
Gesundheitswesen	Mit nächtlicher Nutzung	3,75	300
	Ohne nächtliche Nutzung	3,75	300
	Operationssaal	3,50	1000
Versammlungsbereich	Starke Nutzung	3,50	200
	Geringe Nutzung	3,50	200
	Cafeteria/Speisesaal	3,50	200
Küche		2,40	500
Handel/Dienstleistungen		3,60	500
Sportanlagen	Sporthalle/Turnhalle	3,50	300
	Fitness/Tanz	3,00	300
	Sauna/Schwimmbad	3,00	300
Technikräume		2,50	200
Gemeinsame Flächen		2,50	300
Sonstige		2,50	200
Unbekannt		3,00	200

C.5 Bezugswert für den Primärenergieverbrauch

C.5.1 Bezugswert für den typischen jährlichen Primärenergieverbrauch

Der Bezugswert für den typischen jährlichen Primärenergieverbrauch einer PEN-Einheit wird wie folgt ermittelt:

$$\text{Gl. 256 } E_{\text{char ann prim en cons,ref}} = \sum_{m=1}^{12} \left(E_{p,\text{heat},m,\text{ref}} + E_{p,\text{cool},m,\text{ref}} + E_{p,\text{water},m,\text{ref}} + E_{p,\text{aux},m,\text{ref}} + E_{p,\text{light},m,\text{ref}} \right) \quad (\text{MJ})$$

Dabei ist:

$E_{\text{char ann prim en cons,ref}}$ der Bezugswert für den typischen jährlichen Primärenergieverbrauch in MJ;

$E_{p,\text{heat},m,\text{ref}}$ der Bezugswert für den monatlichen Primärenergieverbrauch in MJ für Heizung, berechnet gemäß § C.5.2;

$E_{p,\text{cool},m,\text{ref}}$ der Bezugswert für den monatlichen Primärenergieverbrauch in MJ für Kühlung, berechnet gemäß § C.5.2;

$E_{p,water,m,ref}$	der Bezugswert für den monatlichen Primärenergieverbrauch in MJ für Brauchwarmwasserbereitung, berechnet gemäß § C.5.3;
$E_{p,aux,m,ref}$	der Bezugswert für den monatlichen Primärenergieverbrauch in MJ für Ventilatoren und Pumpen, berechnet gemäß § C.5.4;
$E_{p,light,m,ref}$	der Bezugswert für den monatlichen Primärenergieverbrauch in MJ für Beleuchtung, berechnet gemäß § C.5.5.

C.5.2 Bezugswert für den Primärenergieverbrauch für Heizung, Luftbefeuchtung und Kühlung

Der Bezugswert für den monatlichen Primärenergieverbrauch der PEN-Einheit für Heizung und Kühlung wird wie folgt ermittelt:

$$\text{Gl. 257 } E_{p,heat,m,ref} = \sum_i 1,29 \cdot Q_{heat,net,seci,m,ref} + \sum_j 1,29 \cdot Q_{hum,final,j,m,ref} \quad (\text{MJ})$$

und:

$$\text{Gl. 258 } E_{p,cool,m,ref} = \sum_i 0,5 \cdot Q_{cool,net,seci,m,ref} \quad (\text{MJ})$$

Dabei ist:

$E_{p,heat,m,ref}$	der Bezugswert für den monatlichen Primärenergieverbrauch in MJ für Heizung der PEN-Einheit;
$Q_{heat,net,seci,m,ref}$	der Bezugswert für den monatlichen Nettoenergiebedarf in MJ für Heizung (unter Berücksichtigung der Zeitheizung) des Energiesektors i, ermittelt gemäß § C.2.2;
$Q_{hum,net,j,m,ref}$	der Bezugswert für den monatlichen Nettoenergiebedarf in MJ für einen Luftbefeuchter j, ermittelt gemäß § C.2.9;
$E_{p,cool,m,ref}$	der Bezugswert für den monatlichen Primärenergieverbrauch in MJ für Kühlung der PEN-Einheit;
$Q_{cool,net,seci,m,ref}$	der Bezugswert für den monatlichen Nettoenergiebedarf in MJ für Kühlung des Energiesektors i, ermittelt gemäß § C.2.3.

Die Werte aller Energiesektoren i und aller Luftbefeuchter j der PEN-Einheit sind zu addieren.

C.5.3 Bezugswert für den Primärenergieverbrauch für Brauchwarmwasserbereitung

Der Bezugswert für den monatlichen Primärenergieverbrauch für Brauchwarmwasserbereitung wird wie folgt ermittelt:

$$\begin{aligned} \text{Gl. 373 } E_{p,water,m,ref} &= \sum_i 2,20 \cdot \frac{Q_{water,bath\ i,net,m}}{\eta_{water,circ,bath\ i,m,ref}} \\ &+ \sum_j 3,00 \cdot \frac{Q_{water,sink\ j,net,m}}{\eta_{water,circ,sink\ j,m,ref}} \\ &+ \sum_k 4,00 \cdot \frac{Q_{water,other\ k,net,m}}{\eta_{water,circ,other\ k,m,ref}} \quad (\text{MJ}) \end{aligned}$$

Dabei ist:

$Q_{\text{water,bath } i,\text{net},m}$	der monatliche Nettoenergiebedarf in MJ für Brauchwarmwasser der Dusche oder Badewanne i , wie in § 5.10 ermittelt;
$\eta_{\text{water,circ,bath } i,m,\text{ref}}$	der Bezugswert für den Beitrag zum Wirkungsgrad des Systems der monatlichen Verluste der Zirkulationsleitung für die Dusche oder Badewanne i , wie in § C.2.10 ermittelt (-);
$Q_{\text{water,sink } j,\text{net},m}$	der monatliche Nettoenergiebedarf in MJ für Brauchwarmwasser der Küchenspüle j , wie in § 5.10 ermittelt;
$\eta_{\text{water,circ,sink } j,m,\text{ref}}$	der Bezugswert für den Beitrag zum Wirkungsgrad des Systems der monatlichen Verluste der Zirkulationsleitung für die Küchenspüle j , wie in § C.2.10 ermittelt (-);
$Q_{\text{water,other } k,\text{net},m}$	der monatliche Nettoenergiebedarf in MJ für Brauchwarmwasser einer anderen Warmwasserentnahmestelle k , wie gemäß § 5.10 ermittelt;
$\eta_{\text{water,circ,other } k,m,\text{ref}}$	der Bezugswert für den Beitrag zum Wirkungsgrad des Systems der monatlichen Verluste der Zirkulationsleitung für die andere Warmwasserentnahmestelle k , wie in § C.2.10 ermittelt (-).

Die Werte aller Duschen und Badewannen i , aller Küchenspülen j und aller anderen Warmwasserentnahmestellen k der PEN-Einheit sind zu addieren.

C.5.4 Bezugswert für den Primärenergieverbrauch der Hilfseinrichtungen

Der Bezugswert für den monatlichen Primärenergieverbrauch der Zusatzgeräte, $E_{p,\text{aux},m,\text{ref}}$, wird wie folgt ermittelt:

$$E_{p,\text{aux},m,\text{ref}} = f_p \cdot 3,6 \cdot \left(\frac{W_{\text{fans},m,\text{ref}} + W_{\text{aux,dis},m,\text{ref}} + W_{\text{throttle/fans,gen},m} + W_{\text{electr,gen},m}}{1} \right) \quad (\text{MJ})$$

Gl. 374

Dabei ist:

f_p	der übliche Primärenergie-Umwandlungsfaktor für Strom, wie im Haupttext des vorliegenden Erlasses ermittelt, (-);
$W_{\text{fans},m,\text{ref}}$	der Bezugswert für den monatlichen Stromverbrauch in kWh für Ventilatoren in der PEN-Einheit, ermittelt gemäß § C.3.1;
$W_{\text{aux,dis},m,\text{ref}}$	der Bezugswert für den monatlichen Stromverbrauch in kWh der Verteilung in den PEN-Einheiten - er wird gemäß § C.3.2 ermittelt.
$W_{\text{throttle/fans,gen},m}$	der monatliche Stromverbrauch der Gasventile und/oder Ventilatoren im Wärmeerzeugungssystem der betreffenden PEN-Einheit - er wird gemäß § Erreur ! Source du renvoi introuvable. in kWh ermittelt
$W_{\text{electr,gen},m}$	der monatliche Stromverbrauch in kWh der Elektronik in der betreffenden PEN-Einheit - er wird in § Erreur ! Source du renvoi introuvable. bestimmt.

C.5.5 Bezugswert für den Primärenergieverbrauch für die Beleuchtung

Der Bezugswert für den monatlichen Primärenergieverbrauch für die Beleuchtung wird wie folgt ermittelt:

G1. 261 $E_{p,light,m,ref} = f_p \cdot 3,6 \cdot W_{light,m,ref}$ (MJ)

Dabei ist:

$E_{p,light,m,ref}$ der Bezugswert für den monatlichen Primärenergieverbrauch für die Beleuchtung in MJ;

f_p der übliche Primärenergie-Umwandlungsfaktor für Strom, wie im Haupttext des vorliegenden Erlasses ermittelt, (-);

$W_{light,m,ref}$ der monatliche Stromverbrauch in kWh für die Beleuchtung in der PEN-Einheit, ermittelt gemäß § C.4."