

Anlage A2 - BSE-Methode

METHODE ZUR BESTIMMUNG DES PRIMÄRENERGIEVERBRAUCHS
VON BÜRO-, DIENSTLEISTUNGS- UND BILDUNGSGEBÄUDEN (BSE-Methode)

Inhaltsverzeichnis

- 1 EINLEITUNG
- 2 DEFINITION DER NUTZFLÄCHE
- 3 SCHEMATISIERUNG DES GEBÄUDES
 - 3.1 Prinzip
 - 3.2 Unterteilung des Gebäudes
 - 3.3 Unterteilung der BSE-Einheit in Energiebereiche
 - 3.3.1 *Prinzip*
 - 3.3.2 *Unterteilung in Energiebereiche*
- 4 PRIMÄRENERGIEVERBRAUCH
- 5 NETTOENERGIEBEDARF FÜR RAUMHEIZUNG, KÜHLUNG UND BEFEUCHTUNG
 - 5.1 Prinzip
 - 5.2 Monatlicher Nettoenergiebedarf für Heizung pro Energiebereich.
 - 5.3 Monatlicher Nettoenergiebedarf für Kühlung pro Energiebereich.
 - 5.4 Wärmeübertragungskoeffizient pro Energiebereich
 - 5.5 Koeffizient der Wärmeübertragung durch Lüftung und In-/Exfiltration pro Energiebereich
 - 5.5.1 *Prinzip*
 - 5.5.2 *Rechenregel*
 - 5.5.2.1 Verlustkoeffizient durch Infiltration und Exfiltration für die Heizungsrechnungen
 - 5.5.2.2 Verlustkoeffizient durch Hygienelüftung für die Heizungsrechnungen
 - 5.5.3 *Bestimmung des In-/Exfiltrationsvolumenstroms*
 - 5.5.3.1 Koeffizient der monatlichen Verluste durch Infiltration und Exfiltration und zusätzliche Lüftung

- 5.5.3.1.1 *Koeffizient der thermischen Verluste durch Infiltration und Exfiltration für die Kühlungsrechnungen*
- 5.5.3.2 *Koeffizient der monatlichen thermischen Verluste durch Hygienelüftung für die Kühlungsrechnungen*
- 5.5.4 *Reduktionsfaktor im Zusammenhang mit dem Vorwärmen*
- 5.5.5 *Zeitanteil, in dem die Lüftung in Betrieb ist*
- 5.6 *Interne Wärmezeugung*
- 5.7 *Solare Warmegewinne*
- 5.8 *Effektive Wärmekapazität*
 - 5.8.1 *Prinzip*
 - 5.8.2 *Effektive Wärmekapazität aufgrund der Fußbodenmasse*
 - 5.8.3 *Effektive Wärmekapazität aufgrund einer Berechnung*
- 5.9 *Monatlicher Nettoenergiebedarf für Befeuchtung*
- 6 **BRUTTOENERGIEBEDARF FÜR HEIZUNG UND KÜHLUNG**
 - 6.1 *Prinzip*
 - 6.2 *Bestimmung des Bruttoenergiebedarfs für Heizung und Kühlung*
 - 6.3 *Leistung des Heiz- und Kühlsystems*
 - 6.4 *Anteile des Nettoenergiebedarfs für Heizung und Kühlung*
 - 6.4.1 *Anteil des Nettoenergiebedarfs für Kühlung*
 - 6.4.2 *Anteil des Nettoenergiebedarfs für Heizung*
- 7 **ENDENERGIEVERBRAUCH FÜR HEIZUNG, KÜHLUNG UND BEFEUCHTUNG**
 - 7.1 *Prinzip*
 - 7.2 *Monatlicher Endenergieverbrauch für Heizung, Kühlung und Befeuchtung*
 - 7.2.1 *Heizung und Befeuchtung*
 - 7.2.2 *Kühlung*
 - 7.3 *Aufteilung des Bruttoenergiebedarfs zwischen bevorzugten und nicht bevorzugten Erzeugern*
 - 7.3.1 *Heizung*
 - 7.3.2 *Kühlung*
 - 7.4 *Monatlicher Anteil der mit Freikühlung zugeführten Energie*
 - 7.5 *Erzeugungsleistung für Heizung und Kühlung*
 - 7.5.1 *Erzeugungsleistung für Heizung*
 - 7.5.2 *Erzeugungsleistung für Kühlung*
 - 7.5.2.1 *Leistungskoeffizient EER_{nom}*
 - 7.5.2.2 *Teillastfaktor f_{pl}*
 - 7.5.2.3 *Monatlicher Temperaturfaktor $f_{g,m}$*
 - 7.5.2.3.1 *Konstanten für die Bestimmung des monatlichen Temperaturfaktors*
 - 7.5.2.3.2 *Monatliche Betriebstemperatur des Kondensators $\theta_{co,m}$*
 - 7.5.2.3.3 *Temperatur am Verdampfer am Betriebspunkt θ_{ev}*
 - 7.5.2.3.4 *Temperatur am Kondensator und am Verdampfer am Betriebspunkt bei nominalen Betriebsbedingungen $\theta_{co,nom}$ und $\theta_{ev,nom}$*

8 HILFSENERGIEVERBRAUCH VON VENTILATOREN, PUMPEN UND ZÜNDFLAMMEN

8.1 Stromverbrauch der Lüftungs- und Umwälzventilatoren

8.1.1 Prinzip

8.1.2 Stromverbrauch der Ventilatoren

8.1.3 Stromverbrauch der Ventilatoren pro Energiebereich anhand von Standardwerten

8.1.4 Stromverbrauch der Ventilatoren pro Energiebereich aufgrund der installierten Wirkleistung

8.1.5 Zeitanteil, in dem die Ventilatoren in Betrieb sind

8.2 Stromverbrauch der Umwälzpumpen

8.2.1 Prinzip

8.2.2 Rechenregel

8.2.3 Reduktionsfaktoren für die Umwälzpumpenregelung

8.2.3.1 Prinzip

8.2.3.2 Bedingungen

8.2.3.3 Rechenwerte

8.2.3.3.1 Reduktionsfaktor für eine typische Regelung der Warmwasserkreisläufe

8.3 Zusätzlicher Stromverbrauch für die Kälteerzeuger

8.3.1 Grundsatz

8.3.2 Vereinfachte Methode

8.3.2.1 Berechnungsregel

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

8.3.2.3 Stromverbrauch der Umwälzpumpe der Absorptionsflüssigkeit

8.3.3 Ausführliche Methode

8.3.3.1 Berechnungsregel

8.3.3.2 Stromverbrauch der Umwälzpumpe(n) auf der Kondensatorseite

8.3.3.3 Stromverbrauch des Kühlturms/der Kühltürme

8.3.4 Stromverbrauch der Umwälzpumpe der Absorptionsflüssigkeit

8.4 Zusätzlicher Stromverbrauch für Freikühlung

8.5 Energieverbrauch der Zündflammen

8.6 Energieverbrauch für die Vorkühlung der Zuluft

8.7 Stromverbrauch für die Erde/Wasser-Wärmepumpe

8.8 Stromverbrauch für Kühlung durch Verdunstung

9 ENERGIEVERBRAUCH FÜR BELEUCHTUNG

9.1 Prinzip

9.2 Stromverbrauch für Beleuchtung

9.3 Stromverbrauch für Beleuchtung aufgrund von Standardwerten

9.4 Stromverbrauch für Beleuchtung aufgrund der tatsächlich installierten Leistung

9.4.1 Prinzip

9.4.2 Bestimmung der Hilfsvariablen $L_{\text{rm}, E}$

9.4.2.1 Bestimmung der Hilfsvariablen $L_{\text{rm}, E}$ in Räumen ohne feste Beleuchtung

9.4.2.2 Bestimmung der Hilfsvariablen $L_{\text{rm}, E}$ auf übliche Weise

9.4.2.3 Bestimmung der Hilfsvariablen $L_{\text{rm}, E}$ anhand detaillierter Berechnungen

9.4.3 Bestimmung des Stromverbrauchs pro Energiebereich

9.4.3.1 Beleuchtungsstromverbrauch pro Energiebereich

9.4.3.2 Beleuchtungsstromverbrauch in einem Raum ohne feste Beleuchtungsanlage

9.4.3.3 Beleuchtungsstromverbrauch in einem Raum mit fester Beleuchtungsanlage

9.4.3.3.1 Stromverbrauch eines so genannten „künstlich beleuchteten“ Teils

9.4.3.3.2 Stromverbrauch eines so genannten „natürlich beleuchteten“ Teils

9.4.3.3.3 Stromverbrauch der Kontrollelemente, die noch nicht im Verbrauch der Leuchten inbegriffen sind

9.4.4 Rechenwert für die Leistung pro Raum

9.4.5 Unterscheidung zwischen dem so genannten „natürlich beleuchteten“ Teil und dem künstlich beleuchteten Teil

9.4.5.1 Detaillierte Methode

9.4.5.2 Vereinfachte übliche Methode

9.4.5.2.1 Beitrag der vertikalen Projektion von Öffnungen, die das Tageslicht einlassen

9.4.5.2.2 (Äquivalenter) Beitrag der vertikalen Öffnungen, die das Tageslicht einlassen

10 PRIMÄRENERGIEVERBRAUCH

10.1 Prinzip

10.2 Typischer Jahresverbrauch an Primärenergie

10.3 Primärenergieverbrauch für Heizung und Kühlung

10.4 Primärenergieverbrauch der Hilfsgeräte

10.5 Primärenergieverbrauch für Beleuchtung

10.6 Primärenergieeinsparung durch Kraft-Wärme-Kopplung vor Ort

ANHANG A: KRAFT-WÄRME-KOPPLUNG (KWK)

A.1. Prinzip

A.2. Bestimmung des Wirkungsgrads der elektrischen und thermischen Umwandlung durch Kraft-Wärme-Kopplung

- A.2.1. Bestimmung des Wirkungsgrads der elektrischen und thermischen Umwandlung eines Motors mit interner Verbrennung von Naturgas, Gas aus Biomasse, Heiz- oder Pflanzenöl*
- A.2.2. Bestimmung des Wirkungsgrades der elektrischen und thermischen Umwandlung von Technologien, die sich von Motoren mit interner Verbrennung von Naturgas, Gas aus Biomasse, Heizöl und Pflanzenöl unterscheiden*
- A.3. Bestimmung des definitiven Monatsverbrauchs einer Kraft-Wärme-Kopplungsanlage
 - A.3.1. Rechenregel*
 - A.3.2. Bruttobedarf an Energie zum Heizen der Räumlichkeiten, abgedeckt durch die Kraft-Wärme-Kopplung*
 - A.3.3. Nettobedarf an Energie zur Befeuchtung, abgedeckt durch die Kraft-Wärme-Kopplung*
 - A.3.4. Bruttobedarf an Wärme zur Absorptionskühlung, abgedeckt durch Kraft-Wärme-Kopplung*
- A.4. Bestimmung der erzeugten Menge an Strom
- A.5. Bestimmung der Hilfsvariable X_m zur Berechnung des von der Kraft-Wärme-Anlage vor Ort gedeckten monatlichen Energieanteils
- A.6. Bestimmung des Mindestinhaltes von Wasser in einem Pufferbehälter, um die innerhalb von 30 Minuten von der bei Höchstleistung betriebenen Kraft-Wärme-Kopplungsanlage produzierte Menge an Wärme zu speichern

VorwortNomenklatur der Anlagen

Im gesamten Text der vorliegenden Anlage wird zur Bezeichnung der Anlagen des AGW vom 15.05.2014 folgende Nomenklatur verwendet:

- Anlage PER für Anlage A1 „Methode zur Bestimmung des Primärenergieverbrauchs von Wohngebäuden“
- Anlage BSE für Anlage A2 „Methode zur Bestimmung des Primärenergieverbrauchs von Büro-, Dienstleistungs- und Bildungsgebäuden“
- Anlage DRT für Anlage B1 „Referenzdokument für Transmissionsverluste“
- Anlage NC für Anlage B2 „Behandlung von Bauknoten“
- Anlage U/R für Anlage C1 „Maximal zulässige U-Werte oder minimal zu erzielende R-Werte“
- Anlage VHR für Anlage C2 „Belüftungsvorrichtungen in Wohngebäuden“
- Anlage VHN für Anlage C3 „Lüftungssysteme in Nichtwohngebäuden“
- Anlage SCT* für Anlage E „Festlegung der Bußgelder“

1 Einleitung

In dieser Anlage wird die Methode zur Bestimmung des Primärenergieverbrauchs von Büro-, Dienstleistungs- und Bildungsgebäuden präsentiert.

Die globale Struktur dieser Methode gleicht der für Wohngebäude angewandten: siehe Kapitel 4 von Anlage 1 der Anlage PER.

Kapitel 1, 2 und 3 von Anlage PER enthalten eine Liste der normativen Verweise, Definitionen, Symbole und Indexe.

2 Definition der Nutzfläche

Die Nutzfläche eines Raums oder einer Gruppe von Räumen ist die am Fußboden gemessene Fläche, die durch die vertikalen Wände, die den Raum oder die Gruppe von Räumen umschließen, begrenzt wird. Bei Treppen und abfallenden Böden wird ihre vertikale Projektion auf die horizontale Ebene berücksichtigt.

Bei der Bestimmung der Nutzfläche werden nicht berücksichtigt:

- Treppenhaus, Aufzugsschacht oder Hohlraum;
- tragende Wände oder Innenwände.

Bei der Abgrenzung können weder Reserven oder sekundäre Verstärkungen noch hervorragende Bauteile berücksichtigt werden, wenn die Bodenfläche kleiner als 0,5 m² ist.

3 Schematisierung des Gebäudes

3.1 Prinzip

Die Energieleistung betrifft oft ein Teilvolumen eines Gebäudes, je nachdem, ob die Räume beispielsweise beheizt (und/oder gekühlt) werden oder nicht, je nach Zweckbestimmung der einzelnen Teile usw. Aus diesem Grund wird das Gebäude zwecks Bestimmung seiner Energieleistung üblicherweise in verschiedene Teile unterteilt. Jedes Teilvolumen, das separat eine bestimmte Anforderung an die Energieleistung von Gebäudeteilen ohne Wohnzweck erfüllen muss, wird BSE-Einheit genannt. Erforderlichenfalls wird weiter in Lüftungszonen und Energiebereiche unterteilt, um verschiedene Anlagentypen richtig berechnen zu können.

Bemerkung: Die Unterteilung des zwecks Bestimmung der Energieleistung betrachteten Gebäudes kann sich von der Unterteilung unterscheiden, die gegebenenfalls vorgenommen wird, um die Anforderung(en) an die globale Wärmedämmung zu bestimmen (industrielle oder nicht industrielle Nutzung der einzelnen Gebäudeteile). Für den Entwurf der Lüftungsanlagen kann auch eine andere Unterteilung angewandt werden (siehe Anlage VHR - Belüftungsvorrichtungen in Wohngebäuden und Anlage VHN - Lüftungssysteme in Nichtwohngebäuden): gegebenenfalls muss zwischen den Gebäudeteilen mit Wohnzweck und den Gebäudeteilen ohne Wohnzweck unterschieden werden.

3.2 Unterteilung des Gebäudes

Berücksichtigt wird das ganze Gebäude oder der ganze Anbau (eines bestehenden Gebäudes), und es werden folgende Unterteilungen vorgenommen:

- Man bestimmt das geschützte Volumen. Das geschützte Volumen umfasst mindestens alle Räume, die mit Heiz- und/oder Kühlgeräten (Heizkörper, Fußbodenheizung, Warmlufteinlässe, Gebläsekonvektoren etc.) ausgestattet sind.
- Je nach Fall unterteilt man das geschützte Volumen in einen oder mehrere Teile mit je einer der nachstehenden Zweckbestimmungen:
 - o für Wohnzwecke bestimmter Gebäudeteil: es gelten die Anforderungen in Bezug auf die Energieleistung von Wohngebäuden (siehe Anlage PER dieses Erlasses);
 - o Für Büro-, Dienstleistungs- oder Bildungszwecke bestimmter Gebäudeteil (Nicht-Wohnzwecke, für die die Anforderungen an die Energieeffizienz gelten);
 - o Industrielle Zwecke;
 - o andere Nicht-Wohnzwecke.
- Man betrachtet den Teil des geschützten Volumens, für den die Anforderungen an die Energieleistung von Gebäuden für Büro-, Dienstleistungs- oder Bildungszwecke gelten. Dieses (Teil-)Volumen wird dann als BSE-Einheit definiert. Bei dieser Bestimmungsmethode wird ausschließlich der Energieverbrauch dieses Gebäudeteils berücksichtigt. Falls erforderlich oder gewünscht kann dieses Volumen in mehrere

Lüftungszonen und Energiebereiche unterteilt werden, wie im nachstehenden Absatz erläutert wird.

Bemerkung: Bei den Räumen des betrachteten Gebäudes oder des betrachteten Anbaus, die nicht im geschützten Volumen aufgenommen sind, handelt es sich somit definitionsgemäß um nicht beheizte Räume.

WICHTIG:

Angrenzende beheizte Räume

Im Rahmen dieser Regelung kann man immer von der Annahme ausgehen, dass alle Räume der bestehenden Nachbargebäude beheizte Räume sind (selbst wenn dies in Wirklichkeit nicht unbedingt physisch der Fall ist).

Bei der Bestimmung der Energieleistung wird davon ausgegangen, dass es keinen Wärmestrom über die Wände in angrenzende beheizte Räume gibt.

Außer diesen Wänden zu angrenzenden beheizten Räumen berücksichtigt man bei der Bestimmung der Energieleistung die Transmissionswärmeströme über alle anderen Wände des geschützten Volumens, **selbst wenn diese Teile der Gebäudehülle zu einer angrenzenden Parzelle hin liegen.**

3.3 Unterteilung der BSE-Einheit in Energiebereiche

3.3.1 Prinzip

Um einen Energiebereich zu bilden, müssen die verschiedenen Räume:

derselben Lüftungszone angehören;

mit demselben Heiz- und Kühlsystem ausgerüstet sein;

anhand von Wärmeerzeugern mit derselben Erzeugungsleistung beheizt werden (oder gegebenenfalls anhand mehrerer Wärmeerzeuger, die gemeinsam dieselbe Wärme erzeugen).

Gegebenenfalls müssen die Kälteanlagen(-gruppen) eines Energiebereichs dieselbe Erzeugungsleistung erbringen.

Dank dieser formellen Unterteilung kann die Wirkung der einzelnen Teilleistungen korrekt berechnet werden.

3.3.2 Unterteilung in Energiebereiche

Man unterscheidet zwischen 4 verschiedenen Lüftungssystemen (siehe auch Anlage VHN):

- freie Lüftung;
- Außenluft-System;
- Fortluft-System;
- Außen- und Fortluftsystem.

Gibt es in den verschiedenen geschlossenen Gebäudeteilen unabhängige Lüftungsanlagen, deren Typ sich von der vorgenannten Unterteilung unterscheidet, dann stellt jeder dieser Gebäudeteile eine Lüftungszone dar. Ein Energiebereich kann sich nicht über verschiedene Lüftungszonen

erstrecken. Folglich gibt es immer mindestens so viele Energiebereiche wie Lüftungszonen.

Ist in einem Raum ein individuelles Heizgerät (z.B. ein Heizgerät mit Heizwiderständen) sowie ein zu einer Zentralheizung gehörendes Wärmeabgabegerät installiert, wird die Zentralheizung dieses Raums bei der Bestimmung der Energieleistung nicht berücksichtigt: berücksichtigt werden nur die Leistungen des individuellen Systems.

Bei offenen Kaminen und Holzöfen hingegen wird die Zentralheizung berücksichtigt.

Gegebenenfalls bedarf es einer weiteren Unterteilung, damit jede Energiezone nicht mehr als ein Heiz- und Kühlsystem gemäß der Unterteilung von Kapitel 6.3 enthält und damit alle Heizgeräte (-gruppen) dieselbe Erzeugungsleistung gemäß Kapitel 7.5 erbringen. Bei einer aktiven Kühlung des Energiebereichs müssen die Kältegeräte (-gruppen) dieselbe Erzeugungsleistung gemäß Kapitel 7.5 erbringen, anderenfalls muss der Bereich erneut unterteilt werden.

Die BSE-Einheit kann, muss aber nicht, in noch mehr Energiebereiche unterteilt werden. Mehr Energiebereiche führen meist zu mehr Berechnungen (mehr Eingabedaten erforderlich), beeinflussen aber kaum bzw. nicht den berechneten typischen Jahresenergieverbrauch.

Gibt es in der BSE-Einheit Räume, die nicht mit einem Heizsystem ausgestattet sind (z.B. Toiletten, Gänge, Abstellräume), müssen sie dem Energiebereich eines angrenzenden Raums zugewiesen werden. Gibt es im besagten unbeheizten Raum keine Außenluftdurchlässe, wohl aber Durchlässe für die Luft aus anderen Räumen (beispielsweise bei einem Durchgang, einem Ausgang oder einem Abstellraum), wird der Raum dem (einem der) Energiebereich(e) zugewiesen, der (die) den besagten Raum mit Zuluft versorgt (versorgen).

Fehlende Heizungsanlage

Falls die BSE-Einheit nicht beheizt ist, das heißt, falls kein Raum der BSE-Einheit mit einer Heizungsanlage ausgestattet ist, so muss in jedem Raum eine lokale Heizung in Form eines elektrischen Konvektors mit elektronischer Regelung in Betracht gezogen werden.

Der typische Verbrauch und der Referenzverbrauch der PEB-Einheit werden anhand dieser Bestimmungsmethode festgelegt.

4 Primärenergieverbrauch

Der Primärenergieverbrauchswert der BSE-Einheit ergibt sich aus dem Verhältnis zwischen dem typischen Jahresverbrauch an Primärenergie der BSE-Einheit und einem Referenzwert, multipliziert mit 100:

$$E_p = 100 \frac{E_{\text{char ann prim en cons}}}{E_{\text{char ann prim en cons, ref}}}$$

wobei:

E_p der Primärenergieverbrauchswert der BSE-Einheit;

$E_{\text{char ann prim en cons}}$ der typische Jahresverbrauch an Primärenergie der BSE-Einheit, gemäß 10.2 berechnet, in MJ;

$E_{\text{char ann prim en cons, ref}}$ der Referenzwert für den typischen Jahresverbrauch an Primärenergie, in MJ.

Das Ergebnis wird zum nächsthöheren Wert aufgerundet.

Den Referenzwert für den typischen Jahresverbrauch an Primärenergie erhält man durch:

$$\begin{aligned} E_{\text{char ann prim en cons, ref}} = & b_1 \times A_f + b_2 \times A_{T, E} \\ & + b_3 \times \sum_r \dot{V}_{\text{supply, min, ra } r} + b_4 \times \sum_r (\dot{V}_{\text{supply, ra } r} - \dot{V}_{\text{supply, min, ra } r}) \\ & + b_5 \times 10^{-3} \times \sum_r [L_{\text{ra } r}^{0,8} \times (t_{\text{day}} + t_{\text{night}}) \times A_{T, \text{ra } r}] \end{aligned}$$

wobei:

b_1, b_2, b_3, b_4, b_5 Konstanten, die im Haupttext dieses Erlasses festgelegt sind;

A_f Gesamtnutzfläche der BSE-Einheit in m²;

$A_{T, E}$ Gesamtfläche aller Wände, die die BSE-Einheit umgeben und deren Transmissionsverluste bei der Bestimmung der Energieleistung¹ berücksichtigt werden (siehe auch 3.2), in m²;

$\dot{V}_{\text{hyg, min, ra } r}$ der Mindestauslegungsvolumenstrom an Frischluft des Raums r , wie in Anlage VHN vorgeschrieben, gemäß dem planmäßigen Benutzungsgrad, vorausgesetzt, es wird nicht geraucht und das Gebäude hat niedrige Verschmutzungswerte, in m³/h. In den in Kapitel 6.4 von

¹ Folglich werden bei der Bestimmung von $A_{T, E}$ nur jene Bauteile, die die BSE-Einheit von angrenzenden beheizten Räumen trennen, nicht berücksichtigt.

	Anlage VHN erwähnten Sonderräumen wird $\dot{V}_{\text{hyg,min,mr}}$ gleich $\dot{V}_{\text{hyg,mr}}$ betrachtet;
$\dot{V}_{\text{hyg,mr}}$	der Auslegungsvolumenstrom der Frischluft von Raum r, für den die Anlage ausgelegt wurde und wie für die Berechnung in Punkt 5.5 benutzt, in m ³ /h;
L_{ymr}	eine nicht dimensionsgerechte Hilfsvariable für Raum r, wie in 9.3 oder 9.4.2 bestimmt (-);
$t_{\text{day,m}}$	die Standardanzahl der Betriebsstunden pro Monat, in denen die Beleuchtung des Energiebereichs, in dem sich der Raum befindet, tagsüber benutzt wird, siehe Tabelle 25 in 9.4.3, in h;
$t_{\text{night,m}}$	die Standardanzahl der Betriebsstunden pro Monat, in denen die Beleuchtung des Energiebereichs, in dem sich der Raum befindet, nachts benutzt wird, siehe Tabelle 25 in 9.4.3, in h;
$A_{\text{E,Emr}}$	die gemäß 9 benutzte Nutzfläche von Raum r, in m ² .

Sämtliche Räume der BSE-Einheit müssen summiert werden.

5 Nettoenergiebedarf für Raumheizung, Kühlung und Befeuchtung

5.1 Prinzip

Für jeden Monat des Jahres wird der Nettoenergiebedarf für die Heizung und Kühlung pro Energiebereich berechnet. Dazu werden jedes Mal die monatlichen Gesamtverluste durch Transmission und Kühlung bei einer Standardtemperatur sowie die monatlichen Gesamtgewinne durch interne und solare Wärmegewinne bestimmt. Anschließend wird mithilfe des Ausnutzungsgrads der Wärmegewinne die monatliche Energiebilanz erstellt.

Der Nettoenergiebedarf für die Kühlung wird stets berechnet, selbst wenn keine aktive Kühlung installiert wird.

Wenn die Anlagen des Gebäudes Befeuchtungsgeräte umfassen, die die in die PEB-Einheit eingeführte Außenluft befeuchten, wird die Verdampfungsenergie bestimmt, die der Befeuchter monatlich benötigt, wobei eine eventuelle Feuchtigkeitsrückgewinnung der Abluft berücksichtigt wird.

Tabelle 1 Monatswerte für die Dauer des Monats, die mittlere Außentemperatur und den Rechenwert für die Temperatur der Außenluft bei der Berechnung des Energiebedarfs für die Kühlung

Monat	Dauer des Monats ²	Mittlere monatliche Außentemperatur	Rechenwert für die Temperatur der Außenluft bei den Kühlungsrechnungen	
	t_m (Ms)	$\theta_{e,m}$ (°C)	$\theta_{e,v,cool,m}$ (°C)	
			Lüftung: frei/ mechanisch durch Abzug	Lüftung: Außenluft- system/Außen- und Fortluftsystem
Januar	2.6784	3.2	5,2	16,0
Februar	2.4192	3.9	5,9	16,0
März	2.6784	5.9	7,9	16,0
April	2.5920	9.2	11,2	16,0
Mai	2.6784	13.3	15,3	16,0
Juni	2.5920	16.2	18,2	18,2
Juli	2.6784	17.6	19,6	19,6
August	2.6784	17.6	19,6	19,6
September	2.5920	15.2	17,2	17,2
Oktober	2.6784	11.2	13,2	16,0
November	2.5920	6.3	8,3	16,0
Dezember	2.6784	3.5	5,5	16,0

Tabelle 2 Für die Bestimmung des Energiebedarfs für Raumheizung und Kühlung zu benutzende Innentemperatur

Zweckbestimmung	Heizung	Kühlung
	$\theta_{i,heat}$ (°C)	$\theta_{i,cool}$ (°C)
Büro Schule	19	23

Tabelle 3 Numerische Parameter für die Bestimmung des Ausnutzungsgrads

Zweckbestimmung	Heizung	Kühlung
-----------------	---------	---------

² 1 Ms (1 Megasekunde) entspricht einer Million Sekunden.

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

5.2 Monatlicher Nettoenergiebedarf für Heizung pro Energiebereich

Der monatliche Nettoenergiebedarf für das Heizen pro Energiebereich wird folgendermaßen bestimmt:

wenn $\gamma_{heat,sec\ i,m}$ größer oder gleich 2,5 ist, gilt:	
$Q_{heat,net,seci,m} = 0$	[MJ]
wenn $\gamma_{heat,sec\ i,m}$ kleiner als 2,5 ist, gilt:	
$Q_{heat,net,seci,m} = Q_{L,heat,seci,m} - \eta_{util,heat,seci,m} Q_{g,heat,seci,m}$	[MJ]

wobei:

$Q_{L,heat,seci,m} = Q_{T,heat,seci,m} + Q_{V,heat,seci,m}$	[MJ]
$Q_{g,heat,seci,m} = Q_{i,heat,seci,m} + Q_{s,heat,seci,m}$	[MJ]

und wobei:

$\gamma_{heat,sec\ i,m}$	das monatliche Verhältnis von Gewinn und Verlust pro Energiezone, wie unten angegeben bestimmt (-);
--------------------------	---

$Q_{heat,net,sec\ i,m}$ der Nettoenergiebedarf für das Heizen von Energiebereich i für den Monat m, in MJ;

$Q_{L,heat,sec\ i,m}$ der monatliche Wärmeverlust durch Transmission und Lüftung von Energiebereich i für die Heizungsrechnungen, in MJ;

$\eta_{util,heat,sec\ i,m}$ die monatliche Ausnutzungsrate des Wärmegewinns von Energiebereich i für die Heizungsrechnungen, wie nachstehend bestimmt (-);

$Q_{g,heat,sec\ i,m}$ die monatlichen Wärmegewinne durch Sonneneinstrahlung und interne Wärmeerzeugung von Energiebereich i für die Heizungsrechnungen, in MJ;

$Q_{T,heat,sec\ i,m}$ der monatliche Wärmeverlust durch Transmission von Energiebereich i für die Heizungsrechnungen, wie nachstehend bestimmt, in MJ;

$Q_{V,heat,sec\ i,m}$ der monatliche Wärmeverlust durch Lüftung von Energiebereich i für die Heizungsrechnungen, wie nachstehend bestimmt, in MJ;

$Q_{I,heat,sec\ i,m}$ die monatliche interne Wärmezeugung von Energiebereich i für die Heizungsrechnungen, gemäß 5.6 bestimmt, in MJ;

$Q_{S,heat,sec\ i,m}$ der monatliche Wärmegewinn von Energiebereich i für die Heizungsrechnungen, gemäß 5.7 bestimmt, in MJ;

und

$Q_{T,heat,sec\ i,m} = H_{T,heat,sec\ i} \cdot (\theta_{i,heat} - \theta_{e,m}) \cdot t_m$	[MJ]
$Q_{V,heat,sec\ i,m} = H_{V,heat,sec\ i} \cdot (\theta_{i,heat} - \theta_{e,m}) \cdot t_m$	[MJ]

wobei:

$\theta_{i,heat}$ für die Bestimmung des Heizenergiebedarfs übliche mittlere Innentemperatur, siehe Tabelle 2, in °C;

$\theta_{e,m}$ die monatliche mittlere Außentemperatur, siehe Tabelle 1, in °C;

t_m die Dauer des Monats, siehe Tabelle 1, in Ms;

$H_{T,heat,sec\ i}$ der Wärmeübertragungskoeffizient von Energiebereich i für den Monat m, in W/K, gemäß 5.4 bestimmt;

$H_{V,heat,sec\ i}$ der Koeffizient der Wärmeübertragung durch In-/Exfiltration und gewollte Lüftung von Energiebereich i für die Heizungsrechnungen, in W/K, gemäß 5.5.2 bestimmt;

Der Ausnutzungsgrad der Wärmegewinne wird pro Monat anhand der für Wärme zugänglichen Masse und des Verhältnisses zwischen Wärmegewinn und Wärmeverlust bestimmt. Der Ausnutzungsgrad für das Heizen pro Energiebereich pro Monat, $\eta_{util,heat,sec\ i,m}$, wird folgendermaßen berechnet:

$$\eta_{util,heat,sec\ i,m} = \frac{1 - (\gamma_{sec\ i,m})^a}{1 - (\gamma_{sec\ i,m})^{a+1}} \quad \text{wenn } \gamma \neq 1$$

$$\eta_{util,heat,sec\ i,m} = \frac{a}{a+1} \quad \text{wenn } \gamma = 1$$

wobei das monatliche Wärmegewinn-Wärmeverlust-Verhältnis pro Energiebereich, $\gamma_{sec\ i,m}$, definiert wird als:

$$\gamma_{heat,sec\ i,m} = \frac{Q_{g,heat,sec\ i,m}}{Q_{L,heat,sec\ i,m}}$$

und wobei der numerische Parameter a in Bezug auf Energiebereich i gegeben wird durch:

$$a = a_{0,heat} + \frac{\tau_{heat,sec\ i}}{\tau_{0,heat}}$$

und die Konstante der monatlichen Heizzeit für Energiebereich i , $\tau_{heat,sec\ i}$ in h:

$$\tau_{heat,sec\ i} = \frac{C_{sec\ i}}{3,6(H_{T,sec\ i,m} + H_{V,heat,sec\ i})}$$

wobei:

$a_{0,heat}$	eine Konstante, siehe Tabelle 3 (-);
$\tau_{0,heat}$	eine Konstante, siehe Tabelle 3 (h);
$C_{sec\ i}$	die effektive Wärmekapazität von Energiebereich i , in KJ/K, gemäß 5.8 bestimmt;
$H_{T,heat,sec\ i}$	der Wärmeübertragungskoeffizient von Energiebereich i für den betrachteten Monat, in W/K, gemäß 5.4 bestimmt;
$H_{V,heat,sec\ i}$	der Koeffizient der Wärmeübertragung durch In-/Exfiltration und gewollte Lüftung von Energiebereich i , in W/K, gemäß 5.5.2 bestimmt.

5.3 Monatlicher Nettoenergiebedarf für Kühlung pro Energiebereich

Der monatliche Nettoenergiebedarf für das Kühlen pro Energiebereich wird folgendermaßen bestimmt:

wenn $\lambda_{cool,sec\ i,m}$ größer oder gleich 2,5 ist, gilt:	
$Q_{cool,net,sec\ i,m} = 0$	[MJ]
wenn $\lambda_{cool,sec\ i,m}$ kleiner als 2,5 ist, gilt:	
$Q_{cool,net,sec\ i,m} = 1,1 \cdot p_{cool,sec\ i} \cdot (Q_{g,cool,sec\ i,m} - \eta_{util,cool,sec\ i,m} \cdot Q_{L,cool,sec\ i,m})$	[MJ]

wobei

$Q_{g,cool,sec\ i,m} = Q_{i,cool,sec\ i,m} + Q_{s,cool,sec\ i,m}$	[MJ]
$Q_{L,cool,sec\ i,m} = Q_{T,cool,sec\ i,m} + Q_{V,cool,sec\ i,m}$	[MJ]

und wobei:

$\lambda_{cool,sec\ i,m}$	das monatliche Verhältnis von Gewinn und Verlust pro Energiezone, wie unten angegeben bestimmt (-);
---------------------------	---

$Q_{cool,net,sec\ i,m}$ der monatliche Nettoenergiebedarf für das Kühlen von Energiebereich i , in MJ;

$P_{cool,sec i}$	die angenommene Wahrscheinlichkeit des Einbaus einer aktiven Kühlung, wie unten angegeben bestimmt.
$Q_{g,cool,sec i,m}$	der monatliche Wärmegewinn von Energiebereich i durch Sonneneinstrahlung und interne Wärmezeugung für die Kühlungsrechnungen, in MJ;
$\eta_{util,cool,sec i,m}$	die monatliche Ausnutzungsrate der Wärmeverluste von Energiebereich i für die Kühlungsrechnungen, wie nachstehend bestimmt (-);
$Q_{L,cool,sec i,m}$	der monatliche Wärmeverlust durch Transmission und Lüftung von Energiebereich i für die Kühlungsrechnungen, in MJ;
$Q_{T,cool,sec i,m}$	der monatliche Transmissionswärmeverlust von Energiebereich i für die Kühlungsrechnungen, wie nachstehend bestimmt, in MJ;
$Q_{V,cool,sec i,m}$	der monatliche Wärmeverlust durch Lüftung von Energiebereich i für die Kühlungsrechnungen, wie nachstehend bestimmt, in MJ;
$Q_{I,cool,sec i,m}$	die monatliche interne Wärmezeugung von Energiebereich i für die Kühlungsrechnungen, gemäß 5.6 bestimmt, in MJ;
$Q_{e,cool,sec i,m}$	der monatliche Wärmegewinn von Energiebereich i für die Kühlungsrechnungen, gemäß 5.7 bestimmt, in MJ;

und

$$Q_{T,cool,sec i,m} = H_{T,cool,sec i} \cdot (\theta_{i,cool} - (\theta_{e,m} + \Delta\theta_{e,m})) \cdot t_m \quad [\text{MJ}]$$

wobei:

$H_{T,cool,sec i}$	Wärmeübertragungskoeffizient von Energiezone i für die Kühlungsrechnungen, in W/K, gemäß 5.4 bestimmt
$\theta_{i,cool}$	Für die Bestimmung des Kühlenergiebedarfs vereinbarte mittlere Raumtemperatur, siehe Tabelle 2, in °C
$\theta_{e,m}$	Mittlere monatliche Außentemperatur, siehe Tabelle 1, in °C
$\Delta\theta_{e,m}$	Anstieg der monatlichen mittleren Außentemperatur für die Berechnung des Nettoenergiebedarfs für die Kühlung, entspricht laut Hypothese 2°C
t_m	Länge des Monats, siehe Tabelle 1, in Ms

und mit:

$$Q_{V,cool,sec i,m} = [H_{V,ext,cool,sec i,m} (\theta_{i,cool} - (\theta_{e,m} + \Delta\theta_{e,m})) + H_{V,hyg,cool,sec i,m} (\theta_{i,cool} - \theta_{e,V,cool,m})] \cdot t_m$$

Dabei ist:

$H_{v,ext,cool,seci,m}$	Koeffizient der Wärmeübertragung in einem Monat durch Infiltration und Exfiltration und gezielte Lüftung in der Energiezone i für die Kühlungsrechnungen, bestimmt gemäß 5.5.3.1, in W/K
$H_{v,hyg,cool,seci,m}$	Koeffizient der Wärmeübertragung in einem Monat durch Hygienelüftung in der Energiezone i für die Kühlungsrechnungen, bestimmt gemäß 5.5.3.1.2, in W/K
$\theta_{i,cool}$	Für die Bestimmung des Energiebedarfs für Kühlung angenommene mittlere Raumtemperatur, siehe Tabelle 2, in °C
$\theta_{e,m}$	Durchschnittliche monatliche Außentemperatur, siehe Tabelle 1, in °C
$\Delta\theta_{e,m}$	Angenommener Anstieg der Außentemperatur um 2 °C pro Monat für die Berechnung des Nettoenergiebedarfs für Kühlung in °C
$\theta_{e,v,cool,m}$	Üblicher Rechenwert der Frischlufttemperatur für die Hygienelüftung bei den Kühlungsrechnungen, bestimmt gemäß Tabelle 1, in °C
t_m	Länge des Monats gemäß Tabelle 1 in Ms

Der Standardwert für $p_{cool,seci}$ ist 1. Günstigere Werte können nach den vom Minister festgelegten Regeln berücksichtigt werden.

Anmerkung: Nicht-Wohngebäude werden nur tagsüber benutzt und klimatisiert. Ein Kühlbedarf ergibt sich im Allgemeinen während der heißen Tageszeit. Zur Berücksichtigung dieses Aspektes basieren die Kühlungsrechnungen auf einer höheren Temperatur als dem Monatsmittel ($\Delta\theta_{e,m}$).

Der Ausnutzungsgrad der Berechnungen der Wärmeverluste wird pro Monat anhand der für Wärme zugänglichen Masse und des Verhältnisses zwischen Wärmegewinn und Wärmeverlust bestimmt.

Der Ausnutzungsgrad für das Kühlen pro Energiebereich pro Monat, $\eta_{util,cool,seci,m}$, wird folgendermaßen berechnet:

$\eta_{util,cool,seci,m} = \frac{1 - (\lambda_{cool,seci,m})^b}{1 - (\lambda_{cool,seci,m})^{b+1}}$	wenn $\lambda \neq 1$	[-]
$\eta_{util,cool,seci,m} = \frac{b}{b+1}$	wenn $\lambda = 1$	[-]

wobei das Wärmegewinn-Wärmeverlust-Verhältnis pro Energiezone $\lambda_{\text{cool,secl,m}}$, definiert wird als:

$$\lambda_{\text{cool,secl,m}} = \frac{Q_{\text{L,cool,secl,m}}}{Q_{\text{g,cool,secl,m}}} \quad [-]$$

und wobei der numerische Parameter b in Bezug auf die Energiezone i gegeben wird durch:

$$b = b_{0,\text{cool}} + \frac{\tau_{\text{cool,secl,m}}}{\tau_{0,\text{cool}}} \quad [-]$$

und die Konstante der monatlichen Kühlzeit für der Energiezone i , $\tau_{\text{cool,secl,m}}$, in h:

$$\tau_{\text{cool,secl,m}} = \frac{C_{\text{secl}}}{3.6(H_{\text{T,cool,secl}} + H_{\text{V,ext,cool,secl,m}} + H_{\text{V,hyg,cool,secl,m}})} \quad [\text{h}]$$

wobei:

$b_{0,\text{cool}}$	eine Konstante, siehe Tabelle 3 (-)
$\tau_{0,\text{cool}}$	eine Konstante, siehe Tabelle 3 (h)
C_{secl}	die effektive Wärmekapazität der Energiezone i , in KJ/K, gemäß 5.8 bestimmt
$H_{\text{T,cool,secl}}$	der Wärmeübertragungskoeffizient der Energiezone i für den betreffenden Monat, in W/K, gemäß 5.4 bestimmt
$H_{\text{V,ext,cool,secl,m}}$	der monatliche Koeffizient der Wärmeübertragung durch Infiltration und Exfiltration und gezielte Lüftung der Energiezone i für die Kühlungsrechnungen, gemäß 5.5.3.1 bestimmt, in W/K
$H_{\text{V,hyg,cool,secl,m}}$	der monatliche Koeffizient der Wärmeübertragung durch Hygienelüftung der Energiezone i für die Kühlungsrechnungen, gemäß 5.5.3.1.2 bestimmt, in W/K

5.4 Wärmeübertragungskoeffizient pro Energiebereich

Der Koeffizient der Wärmeübertragung durch Transmission von Energiebereich i , $H_{T,heat,seci}$ und $H_{T,cool,seci}$, wird gemäß 7.7 bzw. 8.4 der Anlage PER bestimmt.

Wände, die mit angrenzenden beheizten Räumen in Berührung stehen (andere Energiebereiche, Teile des geschützten Volumens außerhalb der PEB-Einheit, angrenzende beheizte Gebäude usw.) werden nicht berücksichtigt.

Bei der Kühlungsrechnung ist folgendes zu bedenken: werden Baukosten pauschal berücksichtigt (gemäß Option C von Punkt 3.3 der Anlage NC - Baukosten), darf dieser pauschale Zuschlag bei der Berechnung von $H_{T,cool,seci}$ nicht berücksichtigt werden.

5.5 Koeffizient der Wärmeübertragung durch Lüftung und In-/Exfiltration pro Energiebereich

5.5.1 Prinzip

Die Regelung (siehe Anlage VHN) sieht planmäßige Mindestluftvolumenströme pro Raum vor. Höhere planmäßige Luftvolumenströme sind jederzeit erlaubt. Das Bauteam muss sie deutlich für jeden Raum festlegen. Man unterscheidet zwischen 4 Lüftungssystemen:

freie Lüftung;

Außenluft-System;

Fortluft-System;

Außen- und Fortluftsystem.

Nachstehend werden die 3 letzten Kategorien unter dem Sammelbegriff mechanische Lüftung zusammengefasst.

Aufgrund der Regeln für die Abgrenzung der Energiebereiche (siehe 3.3) darf es in einem Energiebereich nur eine Art von Lüftungssystem geben.

Für die Berechnung der Lüftungsverluste wird eine weitere Untergliederung vorgenommen: Die Auslegungswerte der Volumenströme für die Frischluftversorgung der Räume, die in den Lüftungsanforderungen definiert sind, werden in Teilvolumenströme mit gleicher Vorerwärmung (siehe 5.5.4) und gleicher Vorkühlung (siehe 5.5.3.2) zusammengefasst.

Der Auslegungsteilvolumenstrom für die Frischluft sowie der Volumenstrom der Infiltration, die unterschiedlichen Lüftungstechniken und Vorwärm- bzw. Vorkühltechniken werden zur Bestimmung der Lüftungsverluste der PEB-Einheit herangezogen.

Mit dem Auslegungsvolumenstrom der PEB-Einheit, der der Summe der Teilvolumenströme entspricht, wird der charakteristische Bezugswert des jährlichen Primärenergieverbrauchs bestimmt (siehe 4).

5.5.2 Koeffizient der Verluste durch Infiltration und Exfiltration und Hygienelüftung für die Heizungsrechnungen

Der Koeffizient der Verluste durch In-/Exfiltration und durch Hygienelüftung der Energiezone i wird für die Heizungsrechnungen folgendermaßen bestimmt:

$$H_{V,heat,seci} = H_{V,in/exfilt,heat,seci} + H_{V,hyg,heat,seci} \quad [W/K]$$

wobei:

$H_{V,heat,seci}$ Verlustkoeffizient durch Infiltration und Exfiltration und gezielte Lüftung der Energiezone i für die Heizungsrechnungen in W/K

$H_{V,in/exfilt,heat,seci}$ Verlustkoeffizient durch Infiltration und Exfiltration der Energiezone i für die Heizungsrechnungen, bestimmt gemäß 5.5.2.1, in W/K

$H_{V,hyg,heat,seci}$ Verlustkoeffizient durch Hygienelüftung der Energiezone i für die Heizungsrechnungen, bestimmt gemäß 5.5.2.2, in W/K

5.5.2.1 Verlustkoeffizient durch Infiltration und Exfiltration für die Heizungsrechnungen

Der Koeffizient der Verluste durch Infiltration und Exfiltration der Energiezone i für die Heizungsrechnungen wird wie folgt bestimmt:

$$H_{V,in/exfilt,heat,seci} = 0.34 \cdot \dot{V}_{in/exfilt,heat,seci} \quad [W/K]$$

$$\dot{V}_{in/exfilt,heat,seci} = 0.04 \cdot \dot{V}_{50} \cdot A_{T,E,seci} \quad [m^3/h]$$

wobei:

$H_{V,in/exfilt,heat,seci}$ Verlustkoeffizient durch Infiltration und Exfiltration der Energiezone i für die Heizungsrechnungen in W/K

$\dot{V}_{in/exfilt,heat,seci}$ Mittlerer Volumenstrom der Infiltration bzw. Exfiltration durch die nicht dichte Gebäudehülle der Energiezone i für die Heizungsrechnungen in m³/h

$\dot{V}_{50}$ Leckstrom bei 50 Pa pro Flächeneinheit, wie unten angegeben bestimmt, in m³/(h.m²)

$A_{T,E,seci}$ Gesamtfläche aller Wände, die die Energiezone i

umgeben und deren Verluste bei der Bestimmung der Energieeffizienz betrachtet werden³ (siehe auch 3.2 und 5.4), in m²

Wird eine Volumenstrommessung für die gesamte PEB-Einheit (bzw. ggf. für den größten Teil des geschützten Volumens) vorgelegt, so beträgt der Leckstrom bei 50 Pa pro Flächeneinheit $\dot{V}_{50}$:

$$\dot{V}_{50} = \frac{\dot{V}_{50}}{A_{\text{test}}} \quad [\text{m}^3 / (\text{h} \cdot \text{m}^2)]$$

Andernfalls gilt folgender Standardwert für $\dot{V}_{50}$:

$$\dot{V}_{50} = 12 \quad [\text{m}^3 / (\text{h} \cdot \text{m}^2)]$$

mit:

A_{test} Gesamtfläche (ausgehend von den Außenmaßen) der Wände, die das bei der Luftdichtigkeitsmessung betrachtete Volumen umgeben mit Ausnahme von Wänden, die an beheizte Räume angrenzen, in m²

$\dot{V}_{50}$ Leckstrom bei 50 Pa der Außenhülle in m³/h, abgeleitet von der Messung der Luftdichtigkeit gemäß Methode A der Norm NBN EN 13829 und den vom Minister festgelegten zusätzlichen Spezifikationen

5.5.2.2 Verlustkoeffizient durch Hygienelüftung für die Heizungsrechnungen

Der Koeffizient der Verluste durch Hygienelüftung einer Energiezone i wird wie folgt bestimmt:

$$H_{V,\text{hyg,heat,sec } i} = 0.34 \cdot f_{\text{reduc,vent,heat,sec } i} \cdot r_{\text{preh,heat,sec } i} \sum_j f_{\text{vent,heat,j}} \cdot \dot{V}_{\text{hyg,sec } i,j} \quad [\text{W/K}]$$

mit:

$f_{\text{reduc,vent,heat,sec } i}$	Korrekturfaktor für die Lüftung in der Energiezone i für die Heizungsrechnungen
$r_{\text{preh,heat,sec } i}$	Korrekturfaktor für die Auswirkung der Vorwärmung auf den Nettoenergiebedarf für Heizung in der Energiezone i, bestimmt gemäß 5.5.4
$f_{\text{vent,heat,j}}$	Für die Heizungsrechnungen angenommener Zeitanteil, in

³ Bei der Bestimmung von $A_{T,E, \text{ sec } i}$ werden also nur solche Konstruktionen nicht berücksichtigt, die die Energiezone von angrenzenden beheizten Räumen abtrennen.

	dem die Lüftung j in Betrieb ist, bestimmt gemäß 5.5.5
$\dot{V}_{\text{hygseci},j}$	Teilvolumenstrom j des Auslegungsvolumenstroms der Frischluftversorgung in der Energiezone i in m ³ /h

Es muss die Summe sämtlicher Teilströme j gebildet werden, aus denen sich der gesamte Auslegungsvolumenstrom für die Frischluftversorgung der Energiezone i zusammensetzt.

Ist der Auslegungsvolumenstrom für die Frischluftversorgung in einem Raum niedriger als der nach Anlage VHR des vorliegenden Erlasses festgelegte Mindestwert, wird H_v mit dem vorgeschriebenen Mindestvolumenstrom berechnet. Diese Regel findet jedoch bei den besonderen Räumen, die in Punkt 6.4 der Anlage VHN des vorliegenden Erlasses genannt werden, keine Anwendung.

Der Standardwert für $f_{\text{reduc,vent,heat,sec } i}$ ist 1. Günstigere Werte können nach den vom Minister festgelegten Regeln berücksichtigt werden.

5.5.3 Verlustkoeffizient durch Lüftung für die Kühlungsrechnungen

Für die Bestimmung des Kühlbedarfs wird zwischen Infiltration und Exfiltration und zusätzlicher Lüftung einerseits und Hygienelüftung andererseits unterschieden.

5.5.3.1 Koeffizient der monatlichen Verluste durch Infiltration und Exfiltration und zusätzliche Lüftung

Für die Berechnung des Kühlbedarfs ist unter Infiltration/Exfiltration und zusätzlicher Lüftung zu verstehen:

- Infiltration/Exfiltration
- Nächtliche Lüftung

Bei der Bestimmung des Kühlbedarfs werden Wärmeverluste durch manuelles Öffnen der Fenster nicht bei der Berechnung berücksichtigt.

Der Koeffizient der monatlichen thermischen Verluste durch Infiltration und Exfiltration und zusätzliche Lüftung einer Energiezone i für den Kühlbedarf berechnet sich wie folgt:

$$H_{V,\text{ext,cool,seci},m} = H_{V,\text{in/exfilt,cool,seci}} + H_{V,\text{nightcool,seci},m} \quad [\text{W/K}]$$

mit:

$H_{V,\text{ext,cool,seci},m}$ Koeffizient der monatlichen thermischen Verluste durch Infiltration und Exfiltration und zusätzliche Lüftung der Energiezone i für die Kühlungsrechnungen in W/K

$H_{V,\text{in/exfilt,cool,seci}}$ Koeffizient der thermischen Verluste durch Infiltration oder Exfiltration der Energiezone i für die

Kühlungsberechnungen in W/K, bestimmt gemäß 5.5.3.1.1

$H_{V,night,cool,seci,m}$ Koeffizient der monatlichen thermischen Verluste durch nächtliche Lüftung der Energiezone i für die Kühlungsberechnungen in W/K, zu bestimmen nach den besonderen Regeln des Ministers bzw. in Ermangelung dessen nach dem Äquivalenzprinzip

5.5.3.1.1 Koeffizient der thermischen Verluste durch Infiltration und Exfiltration für die Kühlungsberechnungen

Der Verlustkoeffizient durch Infiltration und Exfiltration der Energiezone i für die Kühlungsberechnungen wird wie folgt bestimmt:

$$H_{V,in/exfilt,cool,seci} = 0.34 \cdot \dot{V}_{in/exfilt,cool,seci} \quad [W/K]$$

$$\dot{V}_{in/exfilt,cool,seci} = 0.04 \cdot v_{50} \cdot A_{T,E,seci} \quad [m^3/h]$$

mit:

$H_{V,in/exfilt,cool,seci}$ Thermischer Verlustkoeffizient durch Infiltration und Exfiltration der Energiezone i für die Kühlungsberechnungen in W/K

$\dot{V}_{in/exfilt,cool,seci}$ Mittlerer Volumenstrom der Infiltration bzw. Exfiltration durch die nicht dichte Gebäudehülle in der Energiezone i für die Kühlungsberechnungen in m^3/h

$\dot{V}_{50}$ Leckstrom bei 50 Pa pro Flächeneinheit, bestimmt wie unten angegeben, in $m^3/(h \cdot m^2)$

$A_{T,E,seci}$ Gesamtfläche aller Wände, die die Energiezone i umgeben und deren thermische Verluste bei der Bestimmung der Energieeffizienz betrachtet werden⁴ (siehe auch 3.3.2 und 5.4), in m^2

Wird eine Volumenstrommessung für die gesamte EEW-Einheit (bzw. ggf. für den größten Teil des geschützten Volumens) vorgelegt, so beträgt der Leckstrom bei 50 Pa pro Flächeneinheit $\dot{V}_{50}$:

$$\dot{V}_{50} = \frac{\dot{V}_{50}}{A_{test}} \quad [m^3/(h \cdot m^2)]$$

Andernfalls gilt folgender Standardwert für $\dot{V}_{50}$:

⁴ Bei der Bestimmung von $A_{T,E,seci}$ werden also nur solche Konstruktionen nicht berücksichtigt, die die Energiezone von angrenzenden beheizten Räumen abtrennen

$$\dot{V}_{50} = 0 \quad [\text{m}^3 / (\text{h} \cdot \text{m}^2)]$$

mit:

A_{test} Gesamtfläche (ausgehend von den Außenmaßen) der Wände, die das bei der Luftdichtigkeitsmessung betrachtete Volumen umgeben, mit Ausnahme von Wänden die an beheizte Räume angrenzen, in m^2

$\dot{V}_{50}$ Leckstrom bei 50 Pa der Außenhülle in m^3/h , abgeleitet von der Messung der Luftdichtigkeit gemäß Methode A der Norm NBN EN 13829 und den vom Minister festgelegten zusätzlichen Spezifikationen.

5.5.3.2 Koeffizient der monatlichen thermischen Verluste durch Hygienelüftung für die Kühlungsrechnungen

Der Koeffizient der monatlichen thermischen Verluste durch Hygienelüftung für die Energiezone i für die Kühlungsrechnungen wird wie folgt ermittelt:

$$H_{V,\text{hyg,cool,seci,m}} = 0.34 \cdot f_{\text{reduc,vent,cool,seci}} \cdot r_{\text{preh,cool,seci}} \cdot r_{\text{precool,seci,m}} \cdot \sum_j f_{\text{vent,cool,j}} \cdot \dot{V}_{\text{hygseci,j}} \quad [\text{W/K}]$$

mit:

$H_{V,\text{hyg,cool,seci,m}}$ Koeffizient der thermischen Verluste durch Hygienelüftung der Energiezone i für die Berechnung des Kühlungsbedarfs in W/K

$f_{\text{reduc,vent,cool,seci}}$ Korrekturfaktor für die Lüftung der Energiezone i für die Kühlungsrechnungen

$r_{\text{preh,cool,seci}}$ Korrekturfaktor für die Auswirkung der Vorerwärmung auf den Nettoenergiebedarf für Kühlung der Energiezone i, bestimmt gemäß 5.5.4

$r_{\text{precool,seci,m}}$ Monatlicher Multiplikationsfaktor für die Auswirkung der Vorkühlung der Zuluftversorgung j für die Kühlungsrechnungen, bestimmt gemäß Anhang B

$f_{\text{vent,cool,j}}$ Für die Kühlungsrechnungen angenommener Zeitanteil, in dem die Zuluftversorgung j in Betrieb ist, bestimmt gemäß 5.5.5

$\dot{V}_{\text{hygseci,j}}$ Teilstrom j der Auslegungszuluftversorgung in der Energiezone i in m^3/h

Für sämtliche Teilströme j , aus denen sich der Volumenstrom der Frischluftversorgung der Energiezone i zusammensetzt, ist die Summe zu bilden.

Der Standardwert für $f_{\text{reduc,vent,cool,sec } i}$ ist 1. Günstigere Werte können entsprechend den vom Minister festgelegten Regeln berücksichtigt werden.

5.5.4 Reduktionsfaktor im Zusammenhang mit dem Vorwärmen

Der Reduktionsfaktor r der Energiezone i im Zusammenhang mit dem Vorwärmen entspricht dem Vorwärm-Reduktionsfaktor der Lüftungszone z , der der Energiebereich angehört:

$$r_{\text{preh,heat,sec } i} = r_{\text{preh,heat,zone } z}$$

$$r_{\text{preh,cool,sec } i} = r_{\text{preh,cool,zone } z}$$

Der Vorwärm-Reduktionsfaktor der Lüftungszone z anhand eines Wärmerückgewinners wird wie nachstehend beschrieben bestimmt. Das Vorwärmen durch Durchquerung eines angrenzenden nicht beheizten Raums und/oder einer erdverlegten Versorgungsleitung muss auf der Grundlage der vom Minister festgelegten Regeln bzw. in Ermangelung einer solchen nach dem Äquivalenzprinzip behandelt werden.

Wenn nicht vorgewärmt wird, beträgt der Wert r in jedem Fall 1.

Zum Heizen bestimmte Wärmepumpen, die die Abluft als Wärmequelle benutzen, werden nicht in dieser Anlage angesprochen, wohl aber in 10.2.3.3 von Anlage PER.

Wärmerückgewinner bei Außen- und Fortluftsystem

In einer Zone z mit einem Außen- und Fortluftsystem kann die Zuluft anhand eines Wärmetauschers, der der abgeführten Abluft Wärme entzieht, in unterschiedlichem Maße vorgewärmt werden. Die Zuluft kann an mehreren Stellen in die Lüftungszone z eingeführt werden. In diesem Fall sind eventuell nicht alle Zuluftströme vorgewärmt. Umgekehrt ist es möglich, dass der mechanische Abzug der Fortluft nach außen über mehr als einen Abluftdurchlass erfolgt und dass nicht bei allen Luftströmen Wärme rückgewonnen wird.

Wenn sich der mechanische Gesamtzuluftstrom von dem mechanischen Gesamtabluftstrom der Lüftungszone z unterscheidet, entsteht zwangsweise ein weiterer unkontrollierter (Zu- oder Ab-) Luftstrom durch die Hülle⁵.

Im gängigsten Fall kann der Heizreduktionsfaktor, der sich durch Vorwärmen der Außenluft durch Wärmerückgewinnung in einer Lüftungszone z ergibt, anhand folgender Formel bestimmt werden:

⁵ Der Einfachheit halber wird die mögliche Interaktion zwischen dem Term In-/Exfiltration und dem Term gewollte Lüftung üblicherweise nicht berücksichtigt, genau wie in 5.5.2.

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

wobei:

$e_{\text{heat,hr},p}$ ein adimensionaler Faktor, der die Bedeutung der Wärmerückgewinnung an Stelle p angibt und folgendermaßen bestimmt wird:

- wenn der eingeführte Außenluftstrom p nicht vorgewärmt wird, beträgt $e_{\text{heat,hr},p} = 0$
- wenn der eingeführte Außenluftstrom p anhand eines Wärmerückgewinners vorgewärmt wird, beträgt $e_{\text{heat,hr},p} = r_p \cdot \eta_{\text{test},p}$
Der Faktor r_p wird wie unterstehend beschrieben bestimmt. Der thermische Wirkungsgrad $\eta_{\text{test},p}$ des Wärmerückgewinnungsgerätes an Stelle p wird wie in Anlage G der Anlage I des vorliegenden Erlasses bestimmt. Ein Wert des thermischen Wirkungsgrads kann unter der Voraussetzung verwendet werden, dass weder $\dot{V}_{\text{in},p}$ noch $\dot{V}_{\text{out},p}$ während dem Test über dem gemessenen Volumenstrom liegen, wie in Anhang G der Anlage PER angegeben;

$\dot{V}_{\text{in},p}$ der Zuluftvolumenstrom an Stelle p , in m^3/h , wie nachstehend beschrieben bestimmt;

$\dot{V}_{\text{out},p}$ der Abluftvolumenstrom an Stelle p , in m^3/h , wie nachstehend beschrieben bestimmt.

Für alle Stellen p der Lüftungszone z , in denen es eine mechanische Außenluftzufuhr und/oder eine mechanische Abfuhr nach außen gibt, muss eine Summe erstellt werden.

Die an Stelle p eingehende Außenluft wird folgendermaßen bestimmt:

- Wenn an Stelle p eine ständige Messung des Zuluftvolumenstroms stattfindet und der Einstellwert aufgrund dieser Messung ständig und automatisch angepasst wird, so dass der Zuluftvolumenstrom in keiner Position des Ventilators mehr als 5 % vom Einstellwert abweicht, dann beträgt:

$$\dot{V}_{\text{in},p} = \dot{V}_{\text{supply,setpoint,nom},p}$$

wobei der Einstellwert des Volumenstroms an Stelle p in der nominalen Position des Ventilators, in m^3/h , berücksichtigt wird;

- in allen anderen Fällen:

$$\dot{V}_{\text{in},p} = \dot{V}_{\text{supply,design},p}$$

wobei der planmäßige Zuluftvolumenstrom an Stelle p , in m^3/h , berücksichtigt wird.

Die an Stelle p ins Freie abgeführte Abluft wird folgendermaßen bestimmt:

- Wenn an Stelle p eine ständige Messung des Abluftvolumenstroms stattfindet und der Einstellwert aufgrund dieser Messung ständig und automatisch angepasst wird, so dass der Abluftvolumenstrom in keiner Position des Ventilators mehr als 5 % vom Einstellwert abweicht, dann beträgt:

$$\dot{V}_{\text{out},p} = \dot{V}_{\text{extr, setpoint, nom},p}$$

wobei der Einstellwert des Volumenstroms in der nominalen Position des Ventilators, in m^3/h , berücksichtigt wird;

- in allen anderen Fällen:

$$\dot{V}_{\text{out},p} = \dot{V}_{\text{extr, design},p}$$

wobei der planmäßige Abluftvolumenstrom an Stelle p , in m^3/h , berücksichtigt wird.

Findet an Stelle p eine Wärmerückgewinnung statt, dann wird r_p folgendermaßen bestimmt:

- wenn am Wärmerückgewinner eine ständige Messung des Zu- und Abluftvolumenstroms stattfindet und die Einstellwerte aufgrund dieser Messung ständig und automatisch angepasst werden, so dass der Zu- und Abluftvolumenstrom in keiner Position des Ventilators mehr als 5 % vom jeweiligen Einstellwert abweicht, dann beträgt:

$$r_p = 0.95$$

- in allen anderen Fällen:

$$r_p = 0.85$$

Der für die Kühlungsrechnungen zu benutzende Reduktionsfaktor wird folgendermaßen bestimmt:

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

wobei die verschiedenen Terme dieselben sind wie weiter oben, mit Ausnahme von $e_{\text{cool, hr},p}$, dessen Wert folgendermaßen bestimmt wird:

- wenn der Wärmerückgewinner p mit einem Bypass ausgerüstet ist und dadurch die Durchquerung des Wärmetauschers vollkommen ausgeschlossen ist oder auf andere Weise völlig ausgeschaltet werden kann (zum Beispiel Stopp des Rotationswärmetauschers), dann beträgt:

$$e_{\text{cool, hr},p} = 0$$

- wenn der Wärmerückgewinner p mit einem Bypass ausgerüstet ist, aber die Durchquerung des Wärmetauschers nicht vollkommen ausgeschlossen oder nicht auf andere Weise völlig ausgeschaltet ist, dann beträgt:

$$e_{cool,hr,p} = 0.5 \times e_{heat,hr,p}$$

- in allen anderen Fällen:

$$e_{cool,hr,p} = e_{heat,hr,p}$$

5.5.5 Zeitanteil, in dem die Lüftung in Betrieb ist

Die üblichen Zeitanteile, in denen ein Teilstrom j der Lüftung für Heizungs- und Kühlungsrechnungen berücksichtigt werden muss, sind in Tabelle 4 aufgeführt.

Tabelle 4 - Angenommener Zeitanteil, in dem gelüftet wird

Zweckbestimmung	$f_{vent,heat,j}$	$f_{vent,cool,j}$	
		Freie Lüftung	Mechanische Lüftung
Büro Schule	0,3	1,0	0,3

5.6 Interne Wärmeerzeugung

Zu den internen Wärmequellen zählen: Personen, Beleuchtung, Ventilatoren und andere Geräte. Die monatliche interne Wärmeerzeugung von Energiebereich i für die Heizungs- und Kühlungsrechnungen wird folgendermaßen bestimmt:

$Q_{i,heat,seci,m} = \Phi_{i,heat,seci,m} \cdot t_m$	[MJ]
$Q_{i,cool,seci,m} = \Phi_{i,cool,seci,m} \cdot t_m$	[MJ]

wobei:

$\Phi_{i,heat,seci,m} = 0.8 \cdot (f_{real,seci} \cdot f_{pres,seci} \cdot n_{design,seci} \cdot 100 + q_{i,app} \cdot A_{f,seci} + r_{light,seci} \cdot W_{light,seci,m} \cdot 3.6/t_m + r_{fans,heat,seci} \cdot W_{fans,seci,m} \cdot 3.6/t_m)$	[W]
$\Phi_{i,cool,seci,m} = f_{real,seci} \cdot f_{pres,seci} \cdot n_{design,seci} \cdot 100 + q_{i,app} \cdot A_{f,seci} + r_{light,seci} \cdot W_{light,seci,m} \cdot 3.6/t_m + r_{fans,cool,seci} \cdot W_{fans,seci,m} \cdot 3.6/t_m$	[W]

wobei:

- $Q_{i,heat,seci,m}$ die monatliche interne Wärmeerzeugung von Energiebereich i für die Heizungsrechnungen, in MJ;
- $Q_{i,cool,seci,m}$ die monatliche interne Wärmeerzeugung von Energiebereich i für die Kühlungsrechnungen, in MJ;

$\Phi_{i,heat,sec\ i}$	der durchschnittliche Wärmestrom, hervorgerufen durch die interne Wärmezeugung im Energiebereich i für die Heizungsrechnungen, in W;
$\Phi_{i,cool,sec\ i}$	der durchschnittliche Wärmestrom, hervorgerufen durch die interne Wärmezeugung im Energiebereich i für die Kühlungsrechnungen, in W;
$f_{real,sec\ i}$	das übliche Verhältnis zwischen mittlerer tatsächlicher Benutzung während der Benutzungsstunden und der planmäßigen Höchstbenutzung (-). Es wird als Durchschnitt der Werte von Tabelle 5 bestimmt und durch die Nutzfläche jeden Energiebereichs gewichtet;
$f_{pres,sec\ i}$	der übliche Zeitanteil, in dem sich Personen im Gebäude aufhalten (-). Er wird als Durchschnitt der Werte für $f_{vent,heat,j}$ von Tabelle 4 bestimmt und durch die Nutzfläche jeden Energiebereichs gewichtet;
$n_{design,sec\ i}$	die Anzahl Personen, die sich gemäß der Höchstbenutzung, für die die Lüftungssysteme ausgelegt wurden, im Energiebereich aufhalten (-);
$Q_{i,app}$	die mittlere spezifische interne Wärmezeugung im betrachteten Energiebereich durch Geräte, in W/m ² , siehe Tabelle 5;
$A_{i,sec\ i}$	die Nutzfläche des betrachteten Energiebereichs, in m ² ;
$\kappa_{light,sec\ i}$	ein Reduktionsfaktor mit Wert: - 0.3 wenn der Energieverbrauch für die Beleuchtung gemäß 9.3 (Pauschalmethode) bestimmt wird; - 0.5 bei einem Abzug auf mindestens 70 % der Beleuchtungsarmaturen im betrachteten Energiebereich, durch Leistungsaufnahme gewichtet; - 1.0 in allen anderen Fällen;
$W_{light,sec\ i}$	die monatliche interne Wärmezeugung im betrachteten Energiebereich durch die Beleuchtung, in kWh, gemäß 9.3 oder 9.4.3.1 bestimmt;
$\kappa_{fans,heat,sec\ i}$	ein Reduktionsfaktor für das Heizen bzw. Kühlen von:
$\kappa_{fans,cool,sec\ i}$	- 0 bei einem Fortluft-System; - 0.6 bei einem Außen- und Fortluftsystem; - 0.8 bei Wärmerückführung oder -rückgewinnung; - 0.3 bei einem Außenluftsystem und wenn die Leistung der Ventilatoren gemäß 8.1.3 (Pauschalmethode) bestimmt wird ; - 0.5 in allen anderen Fällen;

$W_{fans,sec\ i,m}$ die interne Wärmeenerzeugung im betrachteten Energiebereich durch die Ventilatoren, in kWh, gemäß 8.1 bestimmt.

t_m	Länge des Monats gemäß Tabelle 1 in Ms
-------	--

Tabelle 5 - Interne Wärmegewinne durch Geräte und tatsächlicher Benutzungsanteil je nach Zweckbestimmung

Zweckbestimmung	Interne Wärmelast der Geräte $Q_{i,app}$ (W/m ²)	Tatsächlicher Benutzungsanteil f_{real} (-)
Büro Schule	3	0.30

5.7 Solare Wärmegewinne

Die monatlichen solaren Wärmegewinne pro Energiebereich werden für die Heizungsrechnungen $Q_{s,heat,sec\ i,m}$ und die Kühlungsrechnungen $Q_{s,cool,sec\ i,m}$ gemäß 7.10 von Anlage PER des vorliegenden Erlasses (Methode zur Bestimmung des Primärenergieverbrauchs von Wohngebäuden) bestimmt. Dazu werden alle transparente/lichtdurchlässige Wände, nicht ventilierte passive Sonnenenergiesysteme und nicht beheizte angrenzende Räume des Energiebereichs addiert.

Im Gegensatz zu Anlage PER wird der monatliche Benutzungsfaktor der beweglichen Sonnenschutzvorrichtungen in Büro-, Dienstleistungs- und Bildungsgebäuden $a_{c,m,j}$, in Tabelle 6 festgelegt. Diese Tabelle bezieht sich auf Tabelle C1 und C3 von Anhang C der Anlage PER:

**Tabelle 6 - Monatlicher Benutzungsfaktor $a_{c,m,j}$,
entsprechend Berechnungsart**

Betätigung	Heizung	Kühlung
Manuell	Tabelle C1	MAX(0 ; Tabelle C1 - 0,1)
Automatik	Tabelle C1	MAX(0 ; Tabelle C3 - 0,1)
Automatik + Wochenende ¹	Tabelle C1	Tabelle C3

¹ Diese Werte sind bei der Berechnung zu berücksichtigen, wenn die Sonnenschutzvorrichtungen am Wochenende den ganzen Tag lang in Betrieb sind.

Wenn ein Fenster mit mehreren mobilen Sonnenschutzsystemen ausgerüstet ist (z.B. Sonnenschutz innen und außen), muss das System mit dem höchsten F_C -Wert für die Heizungsrechnungen und das System mit dem niedrigsten F_C -Wert für die Berechnung der Überhitzungsgefahr und des Nettoenergiebedarfs für die Kühlung der Räume berücksichtigt werden.

5.8 Effektive Wärmekapazität

5.8.1 Prinzip

Die effektive Wärmekapazität kann anhand von 2 Methoden bestimmt werden:

- entweder auf der Grundlage der spezifischen Wärmekapazität pro m^2 Nutzfläche des Energiebereichs gemäß 5.8.2
- oder auf der Grundlage einer detaillierten Berechnung gemäß 5.8.3.

5.8.2 Effektive Wärmekapazität aufgrund der Fußbodenmasse

Die effektive Wärmekapazität von Energiebereich i , $C_{\text{sec } i}$, in kJ/K , aufgrund der Fußbodenmasse, wird folgendermaßen bestimmt:

$C_{\text{sec } i} = \sum_j D_j \cdot A_{f, \text{sec } i, j}$	[kJ/K]
--	--------

wobei:

D_j die spezifische effektive Wärmekapazität, siehe Tabelle 7, in $\text{kJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Der Standardwert ist $55 \text{ kJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$;

$A_{f, \text{sec } i, j}$ die Nutzfläche von Teil j des Energiebereichs i , in m^2 .

Für alle Teile j , die zusammen die Nutzfläche von Energiebereich i bilden, muss eine Summe erstellt werden.

**Tabelle 7 - Spezifische effektive Wärmekapazität D_j
pro Nutzflächeneinheit des Energiebereichs**

Mindestmasse der Fußbodenstruktur pro Nutz- flächeneinheit (kg/m^2)	D_j $\text{kJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$		
	Geschlossene abgehängte Decke <u>und</u> erhöhter Fußboden	Geschlossene abgehängte Decke <u>oder</u> erhöhter Fußboden	Weder geschlossene abgehängte Decke noch erhöhter Fußboden
< 100	55	55	55
100 - 400	55	110	180
> 400	55	180	360

Eine abgehängte Decke wird als geschlossen betrachtet, wenn weniger als 15 % netto der Deckenfläche offen sind.

5.8.3 Effektive Wärmekapazität aufgrund einer Berechnung

Die effektive Wärmekapazität von Energiebereich i, $C_{\text{sec } i}$, in kJ/K, als Summe der aktiven Masse aller strukturellen Elemente, die sich im Energiebereich i befinden oder die Energiebereich i umschließen, wird folgendermaßen berechnet (die nicht tragenden Innenwände werden nicht berücksichtigt):

$$C_{\text{sec } i} = \sum_k \rho_k \cdot c_k \cdot d_k \cdot A_k$$

wobei:

ρ_k die Volumenmasse von Baustoff k, in kg/m³;

c_k die spezifische Wärme von Baustoff k, in kJ/kg.K;

d_k die aktive Dicke von Baustoff k, in m, als Dicke des Bauteils bestimmt, vorausgesetzt der Wärmedurchlasswiderstand des Bauteils, von der Innenfläche aus vertikal berechnet, liegt unter 0.25 m².K/W, wobei als vereinbart gilt, dass d_k 100 mm nicht übersteigen darf und nicht mehr als die Hälfte der Gesamtdicke der Konstruktion darstellt und dass sie bei abgehängten Decken, von denen mindestens 15 % netto der Deckenfläche offen sind, nicht bei der Bestimmung des Wärmedurchlasswiderstands des Bauteils von der Innenfläche aus berücksichtigt werden darf;

A_k die Oberfläche von Bauteil k, in m².

Für alle Bauteile k, die sich im Energiebereich befinden oder den Energiebereich umschließen, mit Ausnahme der nicht tragenden Wände, muss eine Summe erstellt werden.

5.9 Monatlicher Nettoenergiebedarf für Befeuchtung

Wenn die Gebäudeanlagen Systeme zur Befeuchtung der für die BSE-Einheit (oder einen Teil davon) bestimmten Zuluft umfassen, erhält man den monatlichen Nettoenergiebedarf eines Befeuchtungsgerätes j durch:

$Q_{\text{hum,net,j,m}} = 2.5 \cdot r_{\text{hum}} \cdot X_{\text{h,m}} \cdot \dot{V}_{\text{supply,j,design}}$	[MJ]
---	------

wobei:

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

r_{hum} ein Reduktionsfaktor von:

- wenn die Befeuchtungsanlage für den Feuchtigkeitstransport der Abluft zur Zuluft ausgelegt ist: $r_{\text{hum}} = 0.4$
- anderenfalls: $r_{\text{hum}} = 1.0$

$X_{\text{h,m}}$ die monatliche Feuchtigkeitsmenge, die pro Zulufteinheit zu erbringen ist, in kg.h/m³, siehe Tabelle 8;

$\dot{V}_{supply,j,design}$ der planmäßige Außenluftvolumenstrom, der durch das Befeuchtungsgerät j eintritt, in m³/h.

Bemerkung:

- Ein Rotationswärmeaustauscher, der hygroskopisch beschichtet wurde, kann als feuchtigkeitsrückgewinnendes Gerät betrachtet werden.
- Im Rahmen dieses Absatzes wird die Rückführung nicht als Feuchtigkeitsrückgewinnung eingestuft. Der Rückführungseffekt wurde bereits beim anzuwendenden Luftvolumenstrom berücksichtigt.

Tabelle 8 - Monatswerte der Feuchtigkeitsmenge, die pro Zuluftseinheit eingebracht werden muss $X_{h,m}$, in kg.h/m³

Monat	Büro Schule
Januar	0.38
Februar	0.37
März	0.23
April	0.08
Mai	0.03
Juni	0.00
Juli	0.00
August	0.00
September	0.00
Oktober	0.02
November	0.25
Dezember	0.36

6 Bruttoenergiebedarf für Heizung und Kühlung

6.1 Prinzip

Die Komplexität der Anlagen kann rasch zunehmen. Dieses Kapitel nimmt eine schematische Energiebewertung der Anlagen vor. Anhand der Leistung der Anlage kann die Energieverschwendung gemessen werden, die auf gleichzeitiges Heizen und Kühlen eines Energiebereichs sowie auf Energieverluste durch Wärme- und Kältetransport innerhalb eines Energiebereichs zurückzuführen ist. Für die Berechnungen werden konstante durchschnittliche Jahreswerte verwendet.

6.2 Bestimmung des Bruttoenergiebedarfs für Heizung und Kühlung

Der Bruttoenergiebedarf für Heizung und Kühlung pro Monat und pro Energiebereich wird folgendermaßen berechnet:

$$Q_{\text{heat,gross,sec i,m}} = \frac{Q_{\text{heat,net,sec i,m}}}{\eta_{\text{sys,heat}}}$$

und

$$Q_{\text{cool,gross,sec i,m}} = \frac{Q_{\text{cool,net,sec i,m}}}{\eta_{\text{sys,cool}}}$$

wobei:

$Q_{\text{heat,gross,sec i,m}}$	der monatliche Bruttoenergiebedarf zum Heizen von Energiebereich i, in MJ;
$Q_{\text{heat,net,sec i,m}}$	der monatliche Nettoenergiebedarf zum Heizen von Energiebereich i, gemäß 5.2 bestimmt, in MJ;
$\eta_{\text{sys,heat}}$	die Leistung des Heizsystems, gemäß 6.3 bestimmt (-);
$Q_{\text{cool,gross,sec i,m}}$	der monatliche Bruttoenergiebedarf zum Kühlen von Energiebereich i, in MJ;
$Q_{\text{cool,net,sec i,m}}$	der monatliche Nettoenergiebedarf zum Kühlen von Energiebereich i, gemäß 5.3 bestimmt, in MJ;
$\eta_{\text{sys,cool}}$	die Leistung des Kühlsystems, gemäß 6.3 bestimmt (-).

6.3 Leistung des Heiz- und Kühlsystems

Für jedes System wird die Leistung des Heiz- und Kühlsystems, $\eta_{\text{sys,heat}}$ bzw. $\eta_{\text{sys,cool}}$, anhand eines Aufhebungsfaktors und des Verhältnisses zwischen dem jährlichen Nettoenergiebedarf zum Heizen und Kühlen einerseits und der Summe des Nettoenergiebedarfs zum Kühlen und Heizen andererseits folgendermaßen bestimmt:

$$\eta_{\text{sys,heat}} = \frac{1.0}{1.0 + a_{\text{heat}} + f_{\text{annih}}/f_{\text{heat,net}}}$$

und

$$\eta_{\text{sys,cool}} = \frac{1.0}{1.0 + a_{\text{cool}} + f_{\text{annih}}/f_{\text{cool,net}}}$$

wobei:

a_{heat} der Term für die Wärmeverluste durch Rohre, Leitungen und die Regelung des Verteilsystems für Heizung, wie nachstehend bestimmt (-);

f_{annih} der Energie-Aufhebungsfaktor, der sich aus gleichzeitigem Heizen und Kühlen ergibt, wie nachstehend bestimmt (-);

$f_{\text{heat,net}}$ der Anteil des Nettoenergiebedarfs zum Heizen im Vergleich zum Gesamt nettoenergiebedarf zum Heizen und Kühlen, gemäß 6.4 bestimmt;

a_{cool} der Term für die Kühlverluste durch Rohre, Leitungen und die Regelung des Verteilsystems für Kühlung, wie nachstehend und in Tabelle 109 und Tabelle 10 bestimmt (-);

$f_{\text{cool,net}}$ der Anteil des Nettoenergiebedarfs zum Kühlen im Vergleich zum Gesamt nettoenergiebedarf zum Heizen und Kühlen, gemäß 6.4 bestimmt.

Tabelle 9 - Aufhebungsfaktor f_{annih} und Verteilungsverluste a_{heat} und a_{cool} für Heizung und Kühlung

		Heizung	
		Erzeugung lokal	Erzeugung zentral
Kühlung	Erzeugung lokal	$f_{\text{annih}} = 0$ $a_{\text{heat}} = 0$ $a_{\text{cool}} = 0$	Tabelle 10 Zeile 1 oder 5
	Erzeugung zentral	$f_{\text{annih}} = 0$ $a_{\text{heat}} = 0$ $a_{\text{cool}} = 0$	Tabelle 10 Zeile 2,3,4,6,7,8
	Nicht vorhanden	$f_{\text{annih}} = 0$ $a_{\text{heat}} = 0$ $a_{\text{cool}} = 0$	Tabelle 10 Zeile 1 oder 5

Bei Systemen, in denen die erforderliche Temperatur für die einzublasende Luft durch die Mischung eines geheizten und eines gekühlten Luftstroms erzielt wird, gilt folgendes:

$$f_{\text{ennih}} = 0.4;$$

$$a_{\text{heat}} = 0;$$

$$a_{\text{cool}} = 0.$$

Bei allen anderen Systemen werden die Faktoren f_{ennih} , a_{heat} und a_{cool} in Tabelle 10 berücksichtigt.

Tabelle 10 - Aufhebungsfaktoren, f_{annih} , und Verteilungsverluste a_{heat} und a_{cool} bei zentraler Erzeugung für Heizung bzw. Kühlung

System- nummer	Wärme- trans- port durch	Kälte- trans- port durch	Heiz- und Kühl- regelung pro Raum	Annihi- lations- faktor f_{annih}	Gewichtungsfaktor Rohr- und Leitungsverluste	
					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		n.z.°	ja	0.00	0.04	0.00
			nein	0.00	0.34	0.00
6	Luft	Wasser	ja	0.10	0.09	0.06
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

Ist der Wärmeträger der Anlage nicht Wasser, sondern eine Kühlflüssigkeit, sind die Werte von Tabelle 10 wie folgt zu korrigieren:

$$a_{\text{heat,coolant}} = a_{\text{heat,tabel}} - 0,08$$

$$a_{\text{cool,coolant}} = a_{\text{cool,tabel}} - 0,01$$

Unter ‚Heiz- und Kühlregelung pro Raum‘ versteht man, dass der Strom und/oder die Temperatur des transportierten Wärme- bzw. Kälte-trägers pro Raum je nach der tatsächlichen Temperatur einerseits und der gewünschten Temperatur andererseits geregelt wird.

Bei Systemen mit unterschiedlichen Sommer- und Wintereinstellungen sind die Aufhebungsfaktoren anzuwenden, die der Systemnummer bei Winterbetrieb entsprechen.

Bei Systemen, die keiner der in diesem Kapitel beschriebenen Kategorien zugeordnet werden können, muss die Heiz- und Kühlleistung des Systems anhand der vom Minister aufgestellten Regeln oder ggf. auf Grundlage eines Äquivalenzantrags eingeschätzt werden.

Bemerkungen:

1. Unter „Wärmetransport durch Wasser“ versteht man:

Im Raum findet ein (Nach-) Heizen statt. Dieses erfolgt durch sich im Raum befindliche Heizkörper, Heizelemente in der zirkulierenden Umluft (Gebläsekonvektoren, Induktionsgeräte), eine Nachheizbatterie in der Luftzufuhrleitung oder sonstiges.

2. Unter „Wärmetransport durch Luft“ versteht man:

Die zentrale Luftbehandlungsanlage umfasst eine Vorrichtung (Heizeinrichtung und/oder Wärmerückgewinner), um die eingeführte Luft zu heizen (das ist fast immer der Fall bei mechanischer Lüftung).

3. Unter „Wärmetransport durch Wasser“ versteht man:

Im Raum findet eine (Nach-) Kühlung statt. Diese erfolgt durch Kühlbatterien in der Zufuhrleitung, Kühlbatterien in der zirkulierenden Umluft (Gebläsekonvektoren oder Induktionsgeräte mit Kühlbatterie), Kühldecken mit Wasserzirkulation oder andere. Kühldecken mit Luftzirkulation zählen nicht zu dieser Kategorie.

4. Unter „Wärmetransport durch Luft“ versteht man:

Eine zentrale Luftbehandlungsanlage umfasst eine Vorrichtung (Kühlbatterie), um die eingeführte Luft zu kühlen und/oder zu entfeuchten.

6.4 Anteile des Nettoenergiebedarfs für Heizung und Kühlung

6.4.1 Anteil des Nettoenergiebedarfs für Kühlung

Pro Energiebereich wird das Verhältnis zwischen dem jährlichen Nettoenergiebedarf für Kühlung und dem jährlichen Gesamt Nettoenergiebedarf für Kühlung und Heizung folgendermaßen bestimmt:

$$f_{\text{cool,net}} = (1 - f_{\text{heat,net}}) \quad [-]$$

wobei:

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

$f_{\text{heat,net}}$ der Anteil des Nettoenergiebedarfs für Heizung im Vergleich zum Gesamt Nettoenergiebedarf für Heizung und Kühlung, gemäß 6.4.2 bestimmt.

Wenn $f_{\text{cool,net}} < 0.1$ laut obiger Formel, dann beträgt $f_{\text{cool,net}} = 0.1$ und $f_{\text{heat,net}} = 0.9$.

6.4.2 Anteil des Nettoenergiebedarfs für Heizung

Pro Energiebereich wird das Verhältnis zwischen dem jährlichen Nettoenergiebedarf für Heizung und dem jährlichen Gesamt nettoenergiebedarf für Kühlung und Heizung folgendermaßen bestimmt:

$$f_{\text{heat,net}} = \frac{Q_{\text{heat,net,sec i,a}}}{Q_{\text{heat,net,sec i,a}} + Q_{\text{cool,net,sec i,a}}}$$

wobei:

$$Q_{\text{heat,net,sec i,a}} = \sum_{m=1}^{12} Q_{\text{heat,net,sec i,m}}$$

und

$$Q_{\text{cool,net,sec i,a}} = \sum_{m=1}^{12} Q_{\text{cool,net,sec i,m}}$$

wobei:

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

$Q_{\text{heat,net,sec i,a}}$ der jährliche Nettoenergiebedarf zum Heizen von Energiebereich i, in MJ;

$Q_{\text{cool,net,sec i,a}}$ der jährliche Nettoenergiebedarf zum Kühlen von Energiebereich i, in MJ;

$Q_{\text{heat,net,sec i,m}}$ der monatliche Nettoenergiebedarf zum Heizen von Energiebereich i, gemäß 5.2 bestimmt, in MJ;

$Q_{\text{cool,net,sec i,m}}$ der monatliche Nettoenergiebedarf zum Kühlen von Energiebereich i, gemäß 5.3 bestimmt, in MJ.

Wenn $f_{\text{heat,net}} < 0.1$ laut obiger Formel, dann beträgt $f_{\text{heat,net}} = 0.1$.

7 Endenergieverbrauch für Heizung, Kühlung und Befeuchtung

7.1 Prinzip

Um die Erzeugungsleistung eines Energiebereichs zu berechnen, nimmt man die Leistung der Erzeugungsgeräte, die den Energiebereich mit Wärme oder Kälte versorgen. Umfasst die Anlage unterschiedliche Typen von Wärme- und Kälteerzeugern, wird der Bruttobedarf üblicherweise zwischen dem bevorzugten und dem nicht bevorzugten Erzeuger aufgeteilt. Gibt es mehr als eine Art von nicht bevorzugtem Erzeuger, wird für die Berechnung des nicht bevorzugten Teils nur der Erzeuger mit dem niedrigsten Verhältnis zwischen für die Umwandlung in Primärenergie (f_p) und Erzeugungsleistung berücksichtigt.

Gegebenenfalls wird auf ähnliche Weise auch der Endenergieverbrauch für Befeuchtung berechnet.

Beim Ausbau eines Gebäudes können folgende Fälle eintreten:

- Wenn neue Wärme- und/oder Kälteerzeuger installiert werden, die unabhängig von den vorhandenen Geräten funktionieren, wird die nachstehende Prozedur komplett angewendet.
- Wenn neue Wärme- und/oder Kälteerzeuger installiert werden, die zusammen mit den vorhandenen Geräten funktionieren, ist die nachstehende Prozedur ohne Berücksichtigung der vorhandenen Geräte anzuwenden.
- Werden keine zusätzlichen Geräte installiert, sondern nur die vorhandenen Geräte benutzt, kann man:
 - entweder die nachstehende Prozedur auf die vorhandenen Geräte anwenden, wenn alle erforderlichen Angaben verfügbar sind;
 - oder die Berechnung anhand folgender Standardwerte durchführen:
 - $\eta_{\text{gen,heat}} = 0.77$ im Verhältnis zum Brennwert (oberer Heizwert), mit Heizöl als Energieträger
 - $\eta_{\text{gen,cool}} = 2.2$ mit Strom als Energieträger

7.2 Monatlicher Endenergieverbrauch für Heizung, Kühlung und Befeuchtung

7.2.1 Heizung und Befeuchtung

Wenn mehrere Wärmerzeuger einen Energiebereich mit Wärme versorgen und diese Geräte nicht alle dieselbe Erzeugungsleistung gemäß 7.5 vorweisen und/oder nicht alle denselben Energieträger benutzen, wird der Bruttoenergiebedarf zum Heizen üblicherweise zwischen den bevorzugten Wärmeerzeugern und den nicht bevorzugten Wärmeerzeugern aufgeteilt, wie weiter unten beschrieben.

Dieses Prinzip wird beibehalten, selbst wenn es nur einen Wärmeerzeuger gibt oder wenn alle Wärmeerzeuger gemäß 7.5 dieselbe Leistung erbringen (und denselben Energieträger benutzen). Dieser Wärmeerzeuger (Gruppe von Wärmeerzeugern) stellt dann den bevorzugten Wärmeerzeuger dar und deckt 100 % des Bedarfs. Dem nicht bevorzugten (nicht definierten) Wärmeerzeuger wird 0 % des Bedarfs zugewiesen.

Bemerkung: Mehrere Elektroheizgeräte (mit Widerständen) werden somit kollektiv als ein einziger Wärmeerzeuger betrachtet. Auch eine Gruppe identischer Heizkessel wird als ein einziger Wärmeerzeuger behandelt.

Eine ähnliche Methode wird für die Befeuchtungssysteme angewandt.

Der monatliche Endenergieverbrauch für Heizung pro Energiebereich beträgt:

$$Q_{\text{heat,final,sec i,m,pref}} = \frac{f_{\text{heat,m,pref}} \times (1 - f_{\text{as,heat,sec i,m}}) \times Q_{\text{heat,gross,sec i,m}}}{\eta_{\text{gen,heat,pref}}}$$

$$Q_{\text{heat,final,sec i,m,npref}} = \frac{(1 - f_{\text{heat,m,pref}}) \times (1 - f_{\text{as,heat,sec i,m}}) \times Q_{\text{heat,gross,sec i,m}}}{\eta_{\text{gen,heat,npref}}}$$

Der monatliche Endenergieverbrauch für Befeuchtung pro Befeuchter beträgt:

$$Q_{\text{hum,final,j,m,pref}} = \frac{f_{\text{heat,m,pref}} \times (1 - f_{\text{as,hum,j,m}}) \times Q_{\text{hum,net,j,m}}}{\eta_{\text{gen,heat,pref}}}$$

$$Q_{\text{hum,final,j,m,npref}} = \frac{(1 - f_{\text{heat,m,pref}}) \times (1 - f_{\text{as,hum,j,m}}) \times Q_{\text{hum,net,j,m}}}{\eta_{\text{gen,heat,npref}}}$$

wobei:

$Q_{\text{heat,final,sec i,m,pref}}$ der monatliche Endenergieverbrauch des (der) bevorzugten Wärmeerzeuger(s) zum Heizen von Energiebereich i, in MJ;

$f_{\text{heat,m,pref}}$ der durchschnittliche Monatsanteil an der Gesamtwärmemenge, die von dem (den) angeschlossenen bevorzugten Wärmeerzeuger(n) geliefert wird, gemäß 7.3.1 bestimmt (-);

$f_{\text{as, m}}$ der Anteil des Gesamtwärmebedarfs für Heizung und/oder Befeuchtung, abgedeckt durch ein thermisches Sonnenenergiesystem, wie weiter unten bestimmt. Die Richtzahlen 'heat,sec i' und 'hum,j' der gelieferten

	Wärmemenge entsprechen jeweils dem Energiebereich i und dem Befeuchter j ;
$Q_{\text{heat,gross,sec i,m}}$	der monatliche Bruttoenergiebedarf für das Heizen von Energiebereich i , gemäß 6.2 bestimmt, in MJ;
$\eta_{\text{gen,heat,pref}}$	die Erzeugungsleistung des (der) bevorzugten Wärmeerzeugers(s), gemäß 7.5.1 bestimmt (-);
$Q_{\text{heat,final,sec i,m,npref}}$	der monatliche Endenergieverbrauch des (der) nicht bevorzugten Wärmeerzeugers(s) zum Heizen von Energiebereich i , in MJ;
$\eta_{\text{gen,heat,npref}}$	die Erzeugungsleistung des (der) nicht bevorzugten Wärmeerzeugers(s), gemäß 7.5.1 bestimmt (-);
$Q_{\text{hum,final,j,m,pref}}$	der monatliche Endenergieverbrauch des (der) bevorzugten Wärmeerzeugers(s) für den Befeuchter j , in MJ;
$Q_{\text{hum,net,j,m}}$	der monatliche Nettoenergiebedarf zur Befeuchtung des Befeuchters j , gemäß 5.9 bestimmt, in MJ;
$Q_{\text{hum,final,j,m,npref}}$	der monatliche Endenergieverbrauch des (der) nicht bevorzugten Wärmeerzeugers(s) für Befeuchter j , in MJ.

Der monatliche Nutzenergieanteil (Sonnenanteil) eines aktiven thermischen Sonnenenergiesystems muss anhand eines spezifischen Rechenprogramms, das vorher vom Minister genehmigt wurde, berechnet werden. Die Energie der Hilfsgeräte (zum Beispiel einer Umwälzpumpe) muss überdies mit dem Umrechnungsfaktor in Primärenergie für Strom multipliziert und bei der Bestimmung des monatlichen Nutzenergieanteils abgezogen werden. Im Falle, dass keine Solarfelder vorhanden sind, die zur Wärmeerzeugung eines Energiebereiches i beitragen, oder ein Befeuchter j , verlieren die Anteile $f_{\text{es,heat,sec i,m}}$ und $f_{\text{es,hum,j,m}}$ ihre Gültigkeit.

7.2.2 Kühlung

Ein Kälteerzeuger kann im Freikühlmodus betrieben werden.

Freikühlung ist eine Kühltechnik, bei der das Kühlwasser ohne Kühlaggregat gekühlt wird. Man unterscheidet drei Arten von Freikühlung:

- Freikühlung mit Luft: Bei dieser Technik wird die Luft als Kältequelle genutzt. Der Kühlwasserkreis wird über einen Kühlturm oder einen Rückkühler (Dry-cooler) gekühlt.
- Geocooling, geschlossene Systeme: Bei dieser Technik wird das Erdreich als Kältequelle genutzt. Der Kühlkreis wird mit einer oder mehreren erdverlegten Wärmepumpen gekühlt.
- Geocooling, offene Systeme: Bei dieser Technik wird das Grundwasser als Kältequelle genutzt. Der Kühlkreis wird mit dem Grundwasser gekühlt, das hochgepumpt und dann wieder zurückgeleitet wird.

Die ersten beiden der oben beschriebenen Techniken werden nur in Kombination mit einer Kältemaschine berücksichtigt.

Wenn mehrere Kälteerzeuger einen Energiebereich mit Kälte versorgen und diese Geräte nicht alle dieselbe Erzeugungsleistung gemäß 7.5.2 vorweisen und/oder nicht alle denselben Energieträger benutzen und/oder mit einer anderen Form von Freikühlung kombiniert sind, wird der Bruttoenergiebedarf zum Kühlen üblicherweise zwischen den bevorzugten Kälteerzeugern und den nicht bevorzugten Kälteerzeugern aufgeteilt, wie weiter unten beschrieben.

Dieses Prinzip wird beibehalten, selbst wenn es nur einen Kälteerzeuger gibt oder wenn alle Kälteerzeuger gemäß 7.5.2 dieselbe Leistung erbringen, denselben Energieträger benutzen und mit einer Freikühltechnik kombiniert sind. Dieser Kälteerzeuger (Gruppe von Kälteerzeugern) stellt dann den bevorzugten Kälteerzeuger dar und deckt 100 % des Bedarfs. Dem nicht bevorzugten (nicht definierten) Kälteerzeuger wird 0 % des Bedarfs zugewiesen.

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

wobei:

$Q_{\text{cool,final,sec i,m,pref}}$ der monatliche Endenergieverbrauch des (der) bevorzugten Kälteerzeuger(s) zum Kühlen von Energiebereich i, in MJ;

$f_{\text{cool,pref}}$ der durchschnittliche Jahresanteil an der Gesamtkältemenge, die von dem (den) angeschlossenen bevorzugten Kälteerzeuger(n) geliefert wird, gemäß 7.3.2 bestimmt(-);

$f_{cool,m,free,pref}$	Mittlerer monatlicher Anteil des bzw. der angeschlossenen bevorzugten Kälteerzeuger im Freikühlmodus an der gesamten gelieferten Energie, bestimmt gemäß 7.4 (-)
$f_{cool,m,free,npref}$	Mittlerer monatlicher Anteil des bzw. der angeschlossenen nicht bevorzugten Kälteerzeuger im Freikühlmodus an der gesamten gelieferten Energie, bestimmt gemäß 7.4 (-)

$Q_{cool,gross,sec\ i,m}$	der monatliche Bruttoenergiebedarf zum Kühlen von Energiebereich i, gemäß 6.2 bestimmt, in MJ;
$\eta_{gen,cool, m,pref}$	die monatliche Erzeugungsleistung des (der) bevorzugten Kälteerzeuger(s), gemäß 7.5.2 bestimmt (-);
$Q_{cool,final,sec\ i,m,npref}$	der monatliche Endenergieverbrauch des (der) nicht bevorzugten Kälteerzeuger(s) zum Kühlen von Energiebereich i, in MJ;
$\eta_{gen,cool, m, npref}$	die monatliche Erzeugungsleistung des (der) nicht bevorzugten Kälteerzeuger(s), gemäß 7.5.2 bestimmt (-).

7.3 Aufteilung des Bruttoenergiebedarfs zwischen bevorzugten und nicht bevorzugten Erzeugern

7.3.1 Heizung

Wenn es nur einen Wärmeerzeuger für den betrachteten Energiebereich gibt oder wenn alle Wärmeerzeuger dieselbe Erzeugungsleistung gemäß 7.5 vorweisen (und denselben Energieträger benutzen), wird der bevorzugte durchschnittliche Monatsanteil für das Heizen angewandt:

$$f_{heat,pref} = 1.0$$

Mit Ausnahme im Fall, in dem es sich beim bevorzugten Wärmeerzeuger um eine Kraft-Wärme-Kopplung vor Ort handelt, werden die Werte für $f_{heat,m,pref}$ in die Tabelle 11 übernommen. Im Fall einer Kraft-Wärme-Kopplung vor Ort können die Werte für $f_{heat,m,pref}$ der Tabelle 11 entnommen werden.

Beim kombinierten Einsatz von Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) und einem oder mehreren anderen Wärmeerzeugern wird die Kraft-Wärme-Kopplung als bevorzugter Wärmeerzeuger betrachtet.

Beim kombinierten Einsatz einer Wärmepumpe und einem oder mehreren anderen Wärmeerzeugern (keine KWK) wird die Wärmepumpe als bevorzugter Wärmeerzeuger betrachtet.

In allen anderen Fällen wird das Gerät mit dem niedrigsten Verhältnis zwischen Primärenergieumwandlungsfaktor und Leistung gemäß 7.5.1 als bevorzugter Wärmeerzeuger betrachtet.

Tabelle 11 Durchschnittlicher Monatsanteil der von dem (den) bevorzugten Erzeuger(n) gelieferten Gesamtwärme in Abhängigkeit vom Leistungsverhältnis

$$\beta_{\text{gen,heat}}$$

(mit Ausnahme von Kraft-Wärme-Kopplungen vor Ort)

$\beta_{\text{gen,heat}}$ Bevorzugtes System	$f_{\text{heat,m,pref}}$ (Monatsanteil)	
	Wärmepumpe	sonstige
0.0 bis 0.1	0.00	0.00
0.1 bis 0.2	0.48	0.00
0.2 bis 0.3	0.79	0.50
0.3 bis 0.4	0.93	0.80
0.4 bis 0.6	0.97	1.00
0.6 bis 0.8	0.98	1.00
größer oder gleich 0.8	1.00	1.00

Das Verhältnis $\beta_{\text{gen,heat}}$ zwischen der Nennleistung des (der) bevorzugten Wärmeerzeuger(s) und der Nennleistung aller Wärmeerzeuger wird folgendermaßen bestimmt:

$$\beta_{\text{gen,heat}} = \frac{P_{\text{gen,heat,pref}}}{P_{\text{gen,heat,pref}} + P_{\text{gen,heat,npref}}}$$

wobei :

$\beta_{\text{gen,heat}}$ das Verhältnis zwischen der Nennleistung der bevorzugten Wärmeerzeuger und der Nennleistung aller Wärmeerzeuger für den Energiebereich oder den Luftbefeuchter (-);

$P_{\text{gen,heat,pref}}$ die Gesamtnennleistung der bevorzugten Wärmeerzeuger, in kW;

$P_{\text{gen,heat,npref}}$ die Gesamtnennleistung der nicht bevorzugten Wärmeerzeuger, in kW.

Bemerkungen:

- Unter Nennleistung der Heizkessel versteht man die von der europäischen Richtlinie über Heizkessel angestrebte Nennleistung.
- Die Wärmeleistung der Wärmepumpen wird gemäß NBN EN 14511 unter den in Punkt 10.2.3.3 der Anlage PER aufgeführten Bedingungen bestimmt.

Tabelle 12 - Wert des Monatsanteils der von einer Kraft-Wärme-Kopplung vor Ort gelieferten Gesamtwärme

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

Die in der Tabelle enthaltenen Symbole werden wie folgt definiert:

x_m eine Hilfsvariable, wie in A.5 beschrieben (-);

$V_{\text{stor,cogen}}$ die Wassermenge des Kessels in m^3 , die der Speicherung der von der Kraft-Wärme-Kopplung gelieferten Wärme dient;

$V_{\text{stor,30 min}}$ die Mindestwassermenge des Kessels in m^3 , um die Produktion der Kraft-Wärme-Kopplung vor Ort 30 Minuten bei voller Leistung zu gewährleisten, wie in A.6 beschrieben.

7.3.2 Kühlung

Wenn es nur einen Kälteerzeuger für den betrachteten Energiebereich gibt oder wenn alle Kälteerzeuger dieselbe Erzeugungsleistung gemäß 7.5 vorweisen, denselben Energieträger benutzen und mit derselben Freikühltechnik kombiniert sind, wird der bevorzugte durchschnittliche Jahresanteil für das Kühlen angewandt:

$$f_{\text{cool,pref}} = 1,0$$

In allen anderen Fällen entnimmt man den bevorzugten durchschnittlichen Jahresanteil der Tabelle 13.

Beim kombinierten Einsatz von einer Absorptionskältemaschine und einem oder mehreren anderen Kälteerzeugern, wird die Absorptionskältemaschine als bevorzugter Kälteerzeuger betrachtet.

Bei Einsatz eines offenen Geocoolingsystems in Kombination mit einem oder mehreren anderen Kälteerzeugern wird das offene Geocoolingsystem als bevorzugter Kälteerzeuger betrachtet.

In allen anderen Fällen wird der Kälteerzeuger mit dem besten Wirkungsgrad, bestimmt gemäß 7.5.2, als bevorzugter Kälteerzeuger betrachtet.

Tabelle 13 Durchschnittlicher Jahresanteil der von dem (den) bevorzugten Kälteerzeuger(n) gelieferten Kälte $f_{cool,pref}$, je nach Leistungsverhältnis

$$\beta_{gen,cool}$$

$\beta_{gen,cool}$	$f_{cool,pref}$
0.0 bis 0.1	0.1
0.1 bis 0.2	0.2
0.2 bis 0.3	0.5
0.3 bis 0.5	0.8
0.5 bis 1.0	1.0

Das Verhältnis zwischen der Nennleistung des (der) bevorzugten Kälteerzeuger(s) und der Nennleistung aller Kälteerzeuger $\beta_{gen,cool}$ wird folgendermaßen bestimmt:

$$\beta_{gen,cool} = \frac{P_{gen,cool,pref}}{P_{gen,cool,pref} + P_{gen,cool,npref}}$$

wobei:

$\beta_{gen,cool}$ das Verhältnis zwischen der Kühlnennleistung des (der) bevorzugten Kälteerzeuger(s) und der Nennleistung aller Kälteerzeuger für den Energiebereich (-);

$P_{gen,cool,pref}$ die Gesamtkühlnennleistung des/(der) bevorzugten Kälteerzeuger(s), in kW;

$P_{gen,cool,npref}$ die Gesamtkühlnennleistung des/(der) nicht bevorzugten Kälteerzeuger(s), in kW.

Die für die Bestimmung von $\beta_{gen,cool}$ für die verschiedenen Arten von Kälteerzeugern anzuwendende Kühlleistung wird folgendermaßen ausgedrückt:

- Kompressionskühlmaschinen: die gemäß NBN EN 14511 unter Nennbedingungen (standard rating conditions) gemessene Kühlleistung;
- Absorptionskühlmaschinen: die Kühlleistung, die gemäß NBN EN 12309-2 oder gemäß „ARI Standard 560:2000“ gemessen wurde;

Geocooling - offenes System:

$P_{gen,coolfree} = 4187 \cdot \Delta T_{max} \cdot \phi_{well}$		[kW]
wobei:		
ϕ_{well}	Entnahmemenge laut Umweltgenehmigung. Bei mehreren Quellen ist dies die Summe aller Quellen in m³/s.	
ΔT_{max}	Temperaturdifferenz zwischen entnommenen und wieder eingeleiteten Wasser, auf 6 °C festgelegt	

7.4 Monatlicher Anteil der mit Freikühlung zugeführten Energie

Mit dem Parameter $f_{\text{cool,m,free}}$ kann der Anteil des Bruttoenergiebedarfs für Kühlung ermittelt werden, der mit einem Kälteerzeuger im Freikühlmodus gedeckt wird.

Der letztendliche Energieverbrauch der Erzeuger im Freikühlmodus wird im Allgemeinen mit Null angesetzt. Der tatsächliche Energieverbrauch dieser Erzeuger wird dann beim Verbrauch der Zusatzgeräte berücksichtigt (8).

Falls der bzw. die Erzeuger nicht im Freikühlmodus betrieben werden, beträgt der monatliche Freikühlungsanteil:

$$f_{\text{cool,m,free}} = 0$$

Ein offenes Geocooling-System wird immer als im Freikühlmodus laufend angenommen. In diesem Fall ist:

$$f_{\text{cool,m,free}} = 1$$

Eine (wassergekühlte) Kältemaschine kann im Freikühlmodus laufen. In diesem Fall wird die Kühlleistung der Kühltürme (Freikühlung mit Luft) oder der Erdwärmepumpe (Geocooling, geschlossenes System) direkt entnommen, ohne über die Kältemaschine zu laufen (Bypass).

Der monatliche Freikühlungs-Anteil ergibt sich wie folgt:

$f_{\text{cool,m,free}} = f_{\text{cool,free,sizing}} \cdot f_{\text{cool,m,free,operation}}$		[-]
wobei:		
$f_{\text{cool,free,sizing}}$	Mittlerer Jahresanteil der gesamten Kältemenge, der von dem bzw. den Erzeugern im Freikühlmodus geliefert würde, wenn es keine Einschränkungen durch die Betriebsbedingungen gäbe, die wie unten beschrieben zu ermitteln sind (-)	
$f_{\text{cool,m,free,operation}}$	Von den Betriebsbedingungen vorgegebener mittlerer monatlicher Anteil an der gesamten Kältemenge, der von dem bzw. den Erzeugern im Freikühlmodus geliefert wird, d. h. wenn es keine Einschränkung durch die Größe des Erzeugers gäbe, die wie unten beschrieben zu ermitteln sind(-)	
$f_{\text{cool,free,sizing}} = \frac{P_{\text{gen,cool,free}}}{P_{\text{gen,cool,nfree}} + P_{\text{gen,cool,free}}}$		[-]
wobei:		
$P_{\text{gen,cool,free}}$	Nominale Gesamtkühlleistung des bzw. der Kälteerzeuger, der bzw. die zum Betrieb im Freikühlmodus entworfen wurden, in kW	

$P_{gen,cool,nfree}$

Nominale Gesamtkühlleistung des bzw. der Kälteerzeuger, der bzw. die nicht für den Betrieb im Freikühlmodus entworfen wurden, in kW.

Die für die Bestimmung von $f_{cool,free,sizing}$ für die unterschiedlichen Arten von Kälteerzeugern zu verwendende Kühlleistung wird wie folgt ermittelt:

- Kompressionskältemaschinen:
Nach den Standardbedingungen der Norm EN 14511 gemessene Kühlleistung
- Absorptionskältemaschinen:
Nach der Norm NBN EN 12309-2 oder nach ARI Standard 560:2000 gemessene Kühlleistung

Der Wert $f_{cool,m,free,operation}$ in Tabelle 14 wird abgezogen:

Tabelle 14 - Mittlerer monatlicher Anteil $f_{cool,m,free,operation}$ des Gesamtkältebedarfs, der von einem oder mehreren Erzeugern im Freikühlmodus gedeckt wird, unter Berücksichtigung der Einschränkungen durch die Betriebsbedingungen

Monat	$f_{cool,m,free,operation}$		
	Freikühlung mit Luft		Geocooling / geschlossenes System
	$\theta_{ev} < 16^{\circ}\text{C}$	$\theta_{ev} \geq 16^{\circ}\text{C}$	
Januar	0,966	1	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

wobei:	
$\theta_{ev,nom}$	Temperatur am Verdampfer bei Nominalbedingungen, bestimmt gemäß 7.5.2.3.4, in °C

7.5 Erzeugungsleistung für Heizung und Kühlung

7.5.1 Erzeugungsleistung für Heizung

Die Erzeugungsleistung eines Heizkörpers $\eta_{gen,heat}$ wird auf dieselbe Weise wie bei Wohngebäuden bestimmt: siehe 10.2.3 in Anlage PER.

Der Standardwert für die planmäßige Rückflusstemperatur der Befeuchter und der Luftbehandlungskästen beträgt 70°C.

Für Wärmepumpen, die an den Wasserkreis angeschlossen sind, kann der Minister Berechnungsregeln festlegen.

Für Systeme mit variablem Kältemittelmassenstrom (VRF) wird eine Methode zur Bestimmung des Erzeugungswirkungsgrads wie unten beschrieben vorgegeben.

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

Ein Multisplit-System mit variablem Kältemittelmassenstrom (VRF: Variable Refrigerant Flow) besteht aus mehreren Inneneinheiten, die mit einem Kältemittel versorgt werden und im Verdampfungsmodus (Klimatisierung) oder im Kondensatormodus (Heizung) laufen, und einer Außeneinheit. Die Inneneinheiten sind mit der Außeneinheit über einen Kältemittelkreis verbunden. Mit einem solchen System ist die Wärmeübertragung zwischen den zu kühlenden und den zu heizenden Bereichen eines Gebäudes möglich.

$\eta_{gen,heat,sccl,m} = \frac{FPS}{f_{rec,m,vrf}}$	[-]
mit:	
FPS	Mittlerer jahreszeitabhängiger Leistungsfaktor, bestimmt gemäß 10.2.3.3 der Anlage PER(-)
$f_{rec,m,vrf}$	Monatlicher Wärmerückgewinnungsfaktor, bestimmt wie unten angegeben (-)
$f_{rec,m,vrf} = 0,85 \cdot \left[\left(\frac{Q_{heat,gross,sccl,m}}{Q_{heat,gross,sccl,m} + Q_{cool,gross,sccl,m}} \right)^{1,2} + \left(\frac{Q_{cool,gross,sccl,m}}{Q_{heat,gross,sccl,m} + Q_{cool,gross,sccl,m}} \right)^{1,2} \right]$	
wobei:	

$Q_{cool, gross, seci, m}$	Monatlicher Bruttobedarf für die Kühlung der Räume der Energiezone i, bestimmt gemäß 6.2, in MJ
$Q_{heat, gross, seci, m}$	Monatlicher Bruttobedarf für die Heizung der Räume der Energiezone i, bestimmt gemäß 6.2, in MJ

7.5.2 Erzeugungsleistung für Kühlung

Wenn es keine aktive Kühlung gibt, geht man von einer Erzeugungsleistung von 5 mit Strom als Energieträger aus.

Wenn tatsächlich eine aktive Kühlungsanlage installiert wird und es sich dabei um eine Kompressionskältemaschine und/oder eine Absorptionskältemaschine handelt, ist der monatliche Wirkungsgrad der Kühlung $\eta_{gen, cool, m}$ gemäß Tabelle 15 zu bestimmen.

Für Wärmepumpen, die an den Wasserkreis angeschlossen sind, kann der Minister Berechnungsregeln festlegen.

Für andere Kälteerzeuger wird der Erzeugungswirkungsgrad $\eta_{gen, cool, m}$ nach dem Äquivalenzprinzip bestimmt.

Tabelle 15 - Formeln und Werte der Parameter für die Bestimmung des monatlichen Wirkungsgrads der aktiven Kühlung

Nr.	Fluid im Kondensator	Fluid im Verdampfer	Bezeichnung des Kälteerzeugers	$\eta_{gen, cool, m}$
1a	Luft	Luft	Luftgekühlte Klimaanlage oder Multisplit-System mit Luftkondensation	$\frac{EER_{nom}}{f_{PL} f_{\theta, m}}$
1b			Multisplit-System mit variablem Kältemittelmassenstrom (VRF)	$\frac{EER_{nom}}{f_{PL} f_{\theta, m} f_{rec, m, vrf}}$
2	Wasser /Glykol-Wasser	Luft	Wassergekühlte Klimaanlage oder Multisplit-System mit Wasserkondensation	$\frac{EER_{nom}}{f_{PL} f_{\theta, m}}$

3	Luft	Wasser	Luft/Wasser- Wärmepumpe oder luftgekühltes Kühlaggregat mit oder ohne separatem Kondensator	$\frac{EER_{nom}}{f_{PL} f_{\theta,m}}$
4	Wasser /Glykol- Wasser	Wasser	(Glykol-)Wasser/Wasser- Wärmepumpe oder wassergekühltes Kühlaggregat mit oder ohne separatem Kondensator	$\frac{EER_{nom}}{f_{PL} f_{\theta,m}}$
5	Luft / Wasser	Wasser	Absorptionskältemaschine	$EER_{nom} \cdot \left(\frac{f_{heat,m,pref}}{\eta_{gen,heat,pref}} + \frac{1-f_{heat,m,pref}}{\eta_{gen,heat,npref}} \right)^{-1}$

wobei:

EER_{nom}

Leistungskoeffizient, bestimmt gemäß 7.5.2.1 (-)

f_{PL}

Teillastfaktor zur Berücksichtigung des Verhaltens des Kälteerzeugers bei Teillast gemäß 7.5.2.2 (-)

$f_{\theta,m}$

Monatlicher Temperaturfaktor zur Berücksichtigung der Änderung der Maschinenleistung zwischen den Temperaturverhältnissen der Sekundärfluide am Kondensator und am Verdampfer am Betriebspunkt bei nominalen Betriebsbedingungen entsprechend den Standardbedingungen der Norm NBN EN14511 gemäß 7.5.2.3 (-)

$f_{rec,m,vrf}$

Monatlicher Rückgewinnungsfaktor für Kühlung, bestimmt gemäß 7.5.1 (-)

$f_{heat,m,pref}$

Mittlerer monatlicher Anteil der Gesamtwärme, der von dem bzw. den angeschlossenen bevorzugten Wärmeerzeugern erbracht wird:

- entspricht 1 bei direkt beheizten Absorptionskältemaschinen (-)

- wird gemäß 7.5.1 bestimmt für indirekt beheizte Absorptionskältemaschinen (-)

$\eta_{gen,heat,pref}$

Erzeugungswirkungsgrad des bzw. der bevorzugten Wärmeerzeuger:

- entspricht 1 bei direkt beheizten Absorptionskältemaschinen (-)

	- wird gemäß 7.5.1 bestimmt für indirekt beheizte Absorptionskältemaschinen (-)
$\eta_{gen,heat,nprel}$	Erzeugungswirkungsgrad des bzw. der nicht bevorzugten Wärmeerzeuger: - entspricht 1 bei direkt beheizten Absorptionskältemaschinen (-) - wird gemäß 7.5.1 bestimmt für indirekt beheizte Absorptionskältemaschinen (-)

7.5.2.1 Leistungskoeffizient EER_{nom}

Standardwert

Der Standardwert findet sich in Tabelle 16:

Tabelle 16 - Standardwert für die Bestimmung des Erzeugungswirkungsgrads einer aktiven Kühlung

Nr.	Fluid im Kondensator	Fluid im Verdampfer	Bezeichnung des Kälteerzeugers	EER_{nom}	f_{pl}	$\theta_{cu,nom}$	$\theta_{ev,nom}$
1a	Luft	Luft	Luftgekühlte Klimaanlage oder Multisplit-System mit Luftkondensation	2,1	1,25	35	27
1b			Multisplit-System mit variablem Kältemittelmassenstrom (VRF)				
2	Wasser /Glykol-Wasser	Luft	Wassergekühlte Klimaanlage oder Multisplit-System mit Wasserkondensation	3,05	1,25	30	27
3	Luft	Wasser	Luft/Wasser-Wärmepumpe oder luftgekühltes Kühlaggregat mit oder ohne separatem Kondensator	2,1	1,25	35	7
4	Wasser	Wasser	(Glykol-	3,05	1,25	30	7

	/Glykol-Wasser		)Wasser/Wasser-Wärmepumpe oder wassergekühltes Kühlaggregat mit oder ohne separatem Kondensator				
5	Luft / Wasser	Wasser	Absorptionskältemaschine	0,7	-	-	-

dabei ist:

EER_{nom}	Leistungskoeffizient, bestimmt gemäß 7.5.2.1 (-)
f_{PL}	Teillastfaktor zur Berücksichtigung des Verhaltens des Kälteerzeugers bei Teillast gemäß 7.5.2.2 (-)
$\theta_{co,nom}$	Temperatur am Kondensator bei Nennbetriebsbedingungen, bestimmt gemäß 7.5.2.3.4, in °C
$\theta_{ev,nom}$	Temperatur am Verdampfer bei Nennbetriebsbedingungen, bestimmt gemäß 7.5.2.3.4, in °C

Ausführliche Methode

Bei Kompressionskältemaschinen entspricht EER_{nom} dem Wert von EER_{test} , der für die Standardbedingungen der Norm NBN EN 14511, Teil 2, festgelegt wurde.

Bei beheizten Kältemaschinen entspricht EER_{nom} dem Wert von EER_{test} , der für die Standardbedingungen des ARI Standard 560-2000 festgelegt wurde.

7.5.2.2 Teillastfaktor f_{PL}

Standardwert

Der Standardwert in Tabelle 16 ist zu berücksichtigen.

Ausführliche Methode

Die Gleichung zur Berechnung des Teillastfaktors lautet:

$$f_{PL} = 2.64 - 1.19 \cdot \left(\frac{SEER}{EER_{nom}} \right) \quad [-]$$

Dabei ist:

SEER	Jahreszeitabhängiger Leistungsfaktor für Kompressionskältemaschinen, bestimmt gemäß prEN14825 (-)
EER_{nom}	Leistungsfaktor, bestimmt gemäß 7.5.2.1 (-)

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

Der monatliche Temperaturfaktor ergibt sich wie folgt:

$$f_{\theta,m} = 1 + C_{\theta,1} \Delta\theta_m + C_{\theta,2} \Delta\theta_m^2 \quad [-]$$

Dabei ist:

$C_{\theta,1}$	Konstante zur Berechnung des Temperaturfaktors, bestimmt gemäß 7.5.2.3.1
$C_{\theta,2}$	Konstante zur Berechnung des monatlichen Temperaturfaktors, bestimmt gemäß 7.5.2.3.1
$\Delta\theta_m$	Quadratfunktion der Differenz zwischen den Temperaturverhältnissen der Sekundärfluide am Kondensator und am Verdampfer am Betriebspunkt bei nominalen Betriebsbedingungen, definiert wie unten angegeben (-)

Dabei ist:

$$\Delta\theta_m = \frac{\theta_{co,m} + 273.15}{\theta_{ev} + 273.15} - \frac{\theta_{co,nom} + 273.15}{\theta_{ev,nom} + 273.15} \quad [-]$$

Mit:

$\theta_{co,m}$	Monatsdurchschnittstemperatur am Kondensator am Betriebspunkt, bestimmt gemäß 7.5.2.3.2, in ° C
θ_{ev}	Temperatur am Verdampfer am Betriebspunkt, bestimmt gemäß 7.5.2.3.3, in ° C
$\theta_{co,nom}$	Temperatur am Kondensator bei nominalen Betriebsbedingungen, bestimmt gemäß 7.5.2.3.4, in ° C
$\theta_{ev,nom}$	Temperatur am Verdampfer bei nominalen Betriebsbedingungen, bestimmt gemäß 7.5.2.3.4, in ° C

7.5.2.3.1 Konstanten für die Bestimmung des monatlichen Temperaturfaktors

Standardwert

Der Standardwert in Tabelle 17 ist zu berücksichtigen:

Tabelle 17 - Standardwert für die Bestimmung des monatlichen Temperaturfaktors

Kältemaschine gemäß Tabelle 15	$C_{\theta,1}$	$C_{\theta,2}$
1a, 1b, 3	5,24	7,78

2, 4	8,81	30,9
------	------	------

Ausführliche Methode

Der Standardwert in Tabelle 18 ist zu berücksichtigen:

Tabelle 18 – Konstanten für die Bestimmung des monatlichen Temperaturfaktors

Kältemaschine gemäß Tabelle 15	Kompressorbauweise	$C_{a,1}$	$C_{a,2}$
1a, 1b, 3	Kolbenkompressor	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
	Zentrifugalkompressor	9,98	40,1

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

Standardwert

Der Standardwert in Tabelle 19 ist zu berücksichtigen.

Ausführliche Methode

- Für direkt luftgekühlte Kältemaschinen ist der Wert von $\theta_{co,m}$ in Tabelle 19 zu berücksichtigen.
- Für wassergekühlte Kältemaschinen mit Kühlturm entspricht $\theta_{co,m}$ dem Auslegungswert der Temperatur von Eiswasser am Kondensatoreingang
- Für alle anderen wassergekühlten Kältemaschinen entspricht $\theta_{co,m}$ dem Auslegungswert der Temperatur von Eiswasser am Kondensatoreingang, bestimmt anhand der speziellen Regeln des Ministers oder in Ermangelung dessen nach dem Äquivalenzprinzip.

Tabelle 19 – Monatliche Betriebstemperatur des Kondensators $\theta_{co,m}$

Kälte- maschine gemäß Tabelle 15	Jan	Fe b	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	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 Temperatur am Verdampfer am Betriebspunkt θ_{ev}

Standardwert

Der Standardwert in Tabelle 20 ist zu berücksichtigen:

Tabelle 20 - Temperatur am Verdampfer am Betriebspunkt θ_{ev}

Kältemaschine gemäß Tabelle 15	Kälteabgabe	θ_{ev}
1a, 1b, 2		26
3, 4, 5	Kühldecken und/oder Kühlträger	16
	Kältebatterien in den Klimaaggregaten oder Gebläsekonvektoren oder sonstige	6

Wenn die Kältemaschine zusätzlich zu Kühldecken und/oder Kühlträgern auch ein anderes System zur Abgabe der Kälte vorsieht, ist als Temperatur am Verdampfer am Betriebspunkt 6 °C zu berücksichtigen.

Ausführliche Methode

Die Temperatur am Verdampfer am Betriebspunkt θ_{ev} wird anhand der Größe des Kälteabgabesystems bestimmt und ist anhand der vom Minister festgelegten Regeln bzw. in Ermangelung dessen anhand des Äquivalenzprinzips zu ermitteln.

7.5.2.3.4 Temperatur am Kondensator und am Verdampfer am Betriebspunkt bei nominalen Betriebsbedingungen $\theta_{co,nom}$ und $\theta_{ev,nom}$

Standardwert

Wird für den Leistungsfaktor EER_{nom} der Kompressionskältemaschine ein Standardwert berücksichtigt, so sind die Standardwerte $\theta_{co,nom}$ und $\theta_{ev,nom}$ in Tabelle 16 zu berücksichtigen.

Ausführliche Methode

Wird für den Leistungsfaktor EER_{nom} der Kompressionskältemaschine kein Standardwert berücksichtigt, so wird die Temperatur am Kondensator und am Verdampfer am Betriebspunkt und bei nominalen Betriebsbedingungen $\theta_{co,nom}$ und $\theta_{ev,nom}$, anhand derer EER_{test} bestimmt wird, anhand der Standardbedingungen (standard rating conditions) in Teil 2 der Norm NBN EN 14511 festgelegt.

Anmerkungen:

- Bei luftgekühlten Kältemaschinen (Kälteerzeuger Nr. 1a, 1b und 3) ist $\theta_{co, nom}$ die Temperatur am Trockenthermometer des Kondensatoreingangs.
- Bei wassergekühlten Kältemaschinen (Kälteerzeuger Nr. 2 und 4) ist $\theta_{co, nom}$ die Temperatur am Kondensatoreingang.
- Bei Maschinen, die Wärme an die Luft abgeben (Kälteerzeuger Nr. 1a, 1b und 2) ist $\theta_{ev, nom}$ die Temperatur am Trockenthermometer des Verdampfereingangs.
- Bei Maschinen, die Wärme an Wasser abgeben (Kälteerzeuger Nr. 3 und 4), ist $\theta_{ev, nom}$ die Temperatur am Verdampferausgang.

8 Hilfsenergieverbrauch von Ventilatoren, Pumpen und Zündflammen

In diesem Kapitel wird der übliche Endenergieverbrauch von Ventilatoren, Pumpen und Zündflammen bestimmt. Die Umrechnung in Primärenergieverbrauch wird in Punkt 10.4 erläutert.

8.1 Stromverbrauch der Lüftungs- und Umwälzventilatoren

8.1.1 Prinzip

Der Stromverbrauch der Lüftungs- und Umwälzventilatoren in der BSE-Einheit ist das Produkt der nachstehend festgelegten Betriebsstundenzahl und der Wirkleistung, in die eventuell eine Gewichtung für die Regelung integriert wird. Die Wirkleistung wird anhand des in Punkt 5.5 benutzten Luftvolumenstroms $\dot{V}_{\text{supply}}$ bestimmt, es sei denn, man beweist aufgrund der installierten Istleistung der Ventilatoren, dass für die Wirkleistung ein geringerer Wert gilt.

Der Jahresstromverbrauch der Ventilatoren wird gemäß 8.1.2 berechnet. Bei 100 % freier Lüftung ohne Ventilatoren ist der Verbrauch selbstverständlich gleich null.

8.1.2 Stromverbrauch der Ventilatoren

Der monatliche Stromverbrauch der Ventilatoren wird folgendermaßen berechnet::

$$W_{\text{fans},m} = \sum_i W_{\text{fans},\text{sec } i,m} \quad [\text{kWh}]$$

wobei:

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

$W_{\text{fans},\text{sec } i,m}$ der monatliche Stromverbrauch aller Ventilatoren, die im Energiebereich i im Einsatz sind, in kWh. Dieser wird entweder anhand pauschaler Werte (siehe 8.1.3) oder anhand der installierten Wirkleistung der Elektromotoren (siehe 8.1.4) bestimmt.

Für alle Energiebereiche i muss eine Summe erstellt werden.

8.1.3 Stromverbrauch der Ventilatoren pro Energiebereich anhand von Standardwerten

In diesem Fall wird der monatliche Stromverbrauch der Ventilatoren eines Energiebereichs folgendermaßen berechnet:

$$W_{\text{fans,sec i,m}} = P_{\text{def,sec i}} \times f_{\text{fans,sec i,m}} \times \frac{t_m}{3.6}$$

wobei:

$W_{\text{fans,sec i,m}}$ der monatliche Stromverbrauch der Ventilatoren im Energiebereich i, in kWh;

$P_{\text{def,sec i}}$ die pauschale Wirkleistung der Impuls- und/oder Abzugsventilatoren, wie nachstehend bestimmt, in W;

$f_{\text{fans,sec i,m}}$ der Zeitanteil, in dem die Ventilatoren im betrachteten Monat in Betrieb sind, gemäß 8.1.5 bestimmt (-);

t_m die Dauer des betrachteten Monats, siehe Tabelle 1, in Ms.

Die pauschale Wirkleistung der Ventilatoren $P_{\text{def,sec i}}$ ergibt sich aus:

$$P_{\text{def,sec i}} = c_{\text{sys}} \times \dot{V}_{\text{supply,sec i}}$$

wobei:

c_{sys} eine von der Klimaanlage im Energiebereich abhängige Konstante, wie nachstehend bestimmt, in Wh/m³;

$\dot{V}_{\text{supply,sec i}}$ die planmäßige Außenluftzufuhr für Energiebereich i, wie sie auch in Punkt 5.5 verwendet wird, in m³/h.

Bei einem System, das die Fortluft mechanisch abführt, gilt:

$$c_{\text{sys}} = 0.33 \text{ Wh/m}^3$$

Bei einem System mit mechanischer Luftzufuhr, eventuell in Kombination mit mechanischem Luftabzug, ohne Vorkühlung der Zuluft, gilt:

$$c_{\text{sys}} = 0.55 \text{ Wh/m}^3$$

In allen anderen Fällen:

$$c_{\text{sys}} = 0.85 \text{ Wh/m}^3$$

8.1.4 Stromverbrauch der Ventilatoren pro Energiebereich aufgrund der installierten Wirkleistung

In diesem Fall wird der monatliche Stromverbrauch der Ventilatoren eines Energiebereichs folgendermaßen berechnet:

$$W_{\text{fans,sec i,m}} = \sum_j 0.8 \times f_{\text{ctrl,j}} \times P_{\text{instal,j}} \times \frac{\dot{V}_{\text{sec i,j}}}{\dot{V}_j} \times f_{\text{fans,sec i,m}} \times \frac{t_m}{3.6}$$

wobei:

$W_{\text{Vent,Sec } i,m}$	der monatliche Stromverbrauch der Ventilatoren im Energiebereich i , in kWh;
$f_{\text{ctrl},j}$	ein Reduktionsfaktor für die Regelung von Ventilator j , siehe Tabelle 21, (-);
$P_{\text{instal},j}$	der Rechenwert für die installierte Wirkleistung von Ventilator j , wie nachstehend bestimmt, in W;
$\dot{V}_{\text{Sec } i,j}$	der Anteil des planmäßigen Luftvolumenstroms von Ventilator j für Energiebereich i , in m ³ /h;
$\dot{V}_j$	der planmäßige Gesamtluftvolumenstrom von Ventilator j , in m ³ /h;
$f_{\text{Vent,Sec } i,m}$	der Zeitanteil, in dem die Ventilatoren im betrachteten Monat in Betrieb sind, gemäß 8.1.5 bestimmt (-);
t_m	die Dauer des betrachteten Monats, siehe Tabelle 1, in Ms.

Für alle Ventilatoren j von Energiebereich i muss eine Summe erstellt werden.

Tabelle 21 - Reduktionsfaktor $f_{\text{ctrl},j}$ für die Regelung der Ventilatoren

Systemnummer gemäß Tabelle 10	Regelart		
	Keine Regelung oder Verschluss- regelung	Regelung durch Laufschaufel oder Schaufelregelung	Regelung mit variabler Dreh- geschwindigkeit
1, 2, 4, 5, 6, 8	1.00	0.75	0.65
3, 7	1.00	0.65	0.50

Bemerkung: Eine Regelung des Luftvolumenstroms kann nur als solche betrachtet werden, wenn der für die Regelung der Lüftererneuerung erforderliche Mindestluftvolumenstrom bei normalem Betrieb und eingeschalteter Regelung gewährleistet ist.

Der Rechenwert der installierten elektrischen Leistung wird auf zwei Weisen bestimmt:

- die Höchstleistung des Elektromotors in W;
- die Höchstleistung der Kombination Elektromotor-Ventilator in W;

Die Definition der elektrischen Höchstleistung ist in Punkt 2 der Anlage PER angegeben.

8.1.5 Zeitanteil, in dem die Ventilatoren in Betrieb sind

$f_{fans,sec i,m} = f_{vent,heat}$		[-]
Wobei:		
$f_{fans,sec i,m}$	der Zeitanteil, in dem die Ventilatoren in einem gegebenen Monat in Betrieb sind (-)	
$f_{vent,heat}$	der Zeitanteil, in dem die Lüftung in Betrieb ist und der bei den Heizungsrechnungen berücksichtigt wurde. Er wird als Mittelwert der Werte $f_{vent,heat,j}$ gemäß Tabelle 4 für die jeweilige Energiezone bestimmt und entsprechend der Nutzfläche gewichtet (-).	

8.2 Stromverbrauch der Umwälzpumpen

8.2.1 Prinzip

Der Stromverbrauch der Umwälzpumpen des Warmwasser- und des Kaltwasserkreislaufs für die Klimatisierung wird anhand der Werte für den Stromverbrauch pro m² berechnet, wobei Regelungen zur Energieeinsparung der Umwälzpumpen anhand eines Reduktionsfaktors berücksichtigt werden können.

8.2.2 Rechenregel

Um den monatlichen Stromverbrauch der Umwälzpumpen zu berechnen, multipliziert man den Stromverbrauch der Umwälzpumpen pro Zeiteinheit und Fläche (Wert 0.07) mit der Dauer des betrachteten Monats, mit der Summe der Nutzflächen der wasserbeheizten Energiebereiche und mit der Summe der Nutzflächen der wassergekühlten Energiebereiche. Gegebenenfalls wird eine Korrektur für die Regelung vorgenommen.

$$W_{pumps,m} = 0.07 \times t_m \times \left(f_{ctrl,heat} \times \sum_i A_{f,sec i} + f_{ctrl,cool} \times \sum_j A_{f,sec j} \right)$$

wobei:

- $W_{pumps,m}$ der monatliche Stromverbrauch der Umwälzpumpen, in kWh;
- t_m die Dauer des betrachteten Monats, in Ms, siehe Tabelle 1;
- $A_{f,sec i}$ die Nutzfläche von Energiebereich i, in m²;
- $f_{ctrl,heat}$ der Reduktionsfaktor für die Regelart der Heizumwälzpumpen, gemäß 8.2.3 bestimmt;
- $f_{ctrl,cool}$ der Reduktionsfaktor für die Regelart der Kühlumwälzpumpen, gemäß 8.2.3 bestimmt.

Für alle wasserbeheizten Energiebereiche i und alle wassergekühlten Energiebereiche j muss eine Summe erstellt werden.

8.2.3 Reduktionsfaktoren für die Umwälzpumpenregelung

8.2.3.1 Prinzip

Für die in 8.2.3.2 angeführten Umwälzpumpen kann ein Reduktionsfaktor angewendet werden, um die Benutzung von Umwälzpumpenregelungen aufzuwerten, wenn mehr als 75 % der installierten elektrischen Leistung der Umwälzpumpen für das Heizen und/oder Kühlen der Ventilationsluft oder der Umwälzpumpen in den Kühlkreisläufen für das Kühlen und/oder Entfeuchten der Ventilationsluft und/oder der Umluft mit einer Regelung ausgerüstet sind, die in 8.2.3.3 erläutert wird.

8.2.3.2 Bedingungen

Bei der Einschätzung der installierten elektrischen Leistung der Umwälzpumpenmotoren können nur berücksichtigt werden:

- die Umwälzpumpen, die in den Wasserkreisläufen zum Heizen und/oder Vorwärmen/Entfeuchten der Ventilationsluft vorhanden sind;
- die Umwälzpumpen, die in den Kaltwasserkreisläufen zum Kühlen und/oder Entfeuchten der Ventilationsluft und/oder der Umluft vorhanden sind.

Wenn Umwälzpumpen aus Sicherheitsgründen doppelt installiert werden, ist die elektrische Leistung des stärksten Elektromotors zu berücksichtigen.

8.2.3.3 Rechenwerte

8.2.3.3.1 Reduktionsfaktor für eine typische Regelung der Warmwasserkreisläufe

Wenn mehr als 75 % der installierten elektrischen Leistung der Umwälzpumpenmotoren der Warmwasserkreisläufe mit einer automatischen Geschwindigkeitsregelung oder einer automatischen Ein-/Aus-Regelung ausgerüstet sind, gilt:

$$f_{\text{ctrl,heat}} = 0.5$$

In allen anderen Fällen:

$$f_{\text{ctrl,heat}} = 1.0$$

8.2.3.3.2 Reduktionsfaktor für eine typische Regelung der Kaltwasserkreisläufe

Wenn mehr als 75 % der installierten elektrischen Leistung der Umwälzpumpenmotoren der Kaltwasserkreisläufe mit einer automatischen Geschwindigkeitsregelung ausgerüstet sind, gilt:

$$f_{\text{ctrl,cool}} = 0.5$$

In allen anderen Fällen:

$$f_{\text{ctrl,cool}} = 1.0$$

8.3 Zusätzlicher Stromverbrauch für die Kälteerzeuger

8.3.1 Grundsatz

Bei wassergekühlten Kälteerzeugern gibt es immer einen zusätzlichen Stromverbrauch für den Kondensator. Ist die Kältemaschine mit einem Kühlturm verbunden, entsteht ein zusätzlicher Stromverbrauch für die Sprinklerpumpe und für das Gebläse im Kühlturm. Bei Absorptionskältemaschinen entsteht ein zusätzlicher Stromverbrauch für die Zirkulation der Absorptionsflüssigkeit.

Die Berechnungswerte für den zusätzlichen Stromverbrauch der Kälteerzeuger werden mit einer der beiden folgenden Methoden bestimmt:

- Vereinfachte Methode (8.3.2)
- Ausführliche Methode (8.3.3)

8.3.2 Vereinfachte Methode

8.3.2.1 Berechnungsregel

Der monatliche Stromverbrauch für die Kälteerzeuger ergibt sich durch Addition des monatlichen Stromverbrauchs des bzw. der Umwälzpumpen, und des bzw. der Gebläse auf der Kondensatorseite und des monatlichen Stromverbrauchs der Umwälzpumpe für die Absorptionsflüssigkeit.

$W_{aux,m} = W_{aux,pumps,fans,m} + W_{aux,int,m}$		[kWh]
$W_{aux,pumps,fans,m}$	Monatlicher Stromverbrauch des bzw. der Umwälzpumpen und des bzw. der Gebläse auf der Kondensatorseite, bestimmt gemäß 8.3.2.2, in kWh	
$W_{aux,int,m}$	Monatlicher Stromverbrauch der Umwälzpumpe der Absorptionsflüssigkeit, bestimmt gemäß 8.3.2.3, in kWh	

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

$$W_{aux,pumps,fans,m} = \sum_i W_{aux,pumps,fans,seci,m} \quad [\text{kWh}]$$

$$W_{aux,pumps,fans,seci,m} = \frac{0,08}{3,6} \cdot Q_{cool,gron,seci,m} \cdot \left(W_{pumps,fans,pref} \cdot f_{cool,pref} \cdot (1 - f_{cool,m,free,pref}) \cdot \left(\frac{\eta_{gen,cool,m,pref} + 1}{\eta_{gen,cool,m,pref}} \right) + W_{pumps,fans,npref} \cdot (1 - f_{cool,pref}) \cdot (1 - f_{cool,m,free,npref}) \cdot \left(\frac{\eta_{gen,cool,m,npref} + 1}{\eta_{gen,cool,m,npref}} \right) \right)$$

Dabei ist:

$W_{aux,pumps,fans,seci,m}$ Monatlicher Stromverbrauch der Umwälzpumpe(n) und des bzw. der Gebläse auf der Kondensatorseite der Kälteerzeuger der Energiezone i in kWh

$Q_{cool,gross,seci,m}$	Monatlicher Bruttoenergiebedarf zur Kühlung der Energiezone i, bestimmt gemäß 6.2, in MJ
$w_{pumps,fans,pref}$	Faktor zur Berücksichtigung der Tatsache, dass der bevorzugte Kälteerzeuger an einen Kühlturm oder eine Erdwärmepumpe angeschlossen ist: Falls ja ist $w_{pumps,fans,pref} = 1$ Falls nicht ist $w_{pumps,fans,pref} = 0$
$w_{pumps,fans,npref}$	Faktor zur Berücksichtigung der Tatsache, dass der nicht bevorzugte Kälteerzeuger an einen Kühlturm oder eine Erdwärmepumpe angeschlossen ist: Falls ja ist $w_{pumps,fans,pref} = 1$ Falls nicht ist $w_{pumps,fans,pref} = 0$
$f_{cool,pref}$	Mittlerer jährlicher Anteil der von dem bzw. den bevorzugten Kälteerzeugern gelieferten Kälte, bestimmt gemäß 7.3.2 (-)
$f_{cool,m,free,pref}$	Mittlerer monatlicher Anteil der von dem bzw. den bevorzugten Kälteerzeugern im Freikühlmodus gelieferten Energie, bestimmt gemäß 7.4 (-)
$f_{cool,m,free,npref}$	Mittlerer monatlicher Anteil der von dem bzw. den nicht bevorzugten Kälteerzeugern im Freikühlmodus gelieferten Energie, bestimmt gemäß 7.4 (-)
$\eta_{gen,cool,m,pref}$	Monatlicher Erzeugungswirkungsgrad des bevorzugten Kälteerzeugers, bestimmt gemäß 7.5.2 (-)
$\eta_{gen,cool,m,npref}$	Monatlicher Erzeugungswirkungsgrad des nicht bevorzugten Kälteerzeugers, bestimmt gemäß 7.5.2 (-)

Für alle Energiezonen i der PEB-Einheit muss die Summe gebildet werden.

8.3.2.3 Stromverbrauch der Umwälzpumpe der Absorptionsflüssigkeit

$W_{aux,int,m} = \sum_i W_{aux,int,seci,m}$	[kWh]
$W_{aux,int,seci,m} = \frac{0.014}{3.6} \cdot Q_{cool,gross,seci,m} \cdot \left(w_{int,pref} \cdot f_{cool,pref} \cdot (1 - f_{cool,m,free,pref}) + w_{int,npref} \cdot (1 - f_{cool,pref}) \cdot (1 - f_{cool,m,free,npref}) \right)$	[kWh]
Dabei ist:	
$W_{aux,int,seci,m}$	Stromverbrauch der Umwälzpumpe der Absorptionsflüssigkeit der Kältemaschinen der

	Energiezone i in kWh
$Q_{cool, gross, seci, m}$	Monatlicher Bruttoenergiebedarf für die Kühlung der Energiezone i, bestimmt gemäß 6.2, in MJ
$W_{int, pref}$	Faktor zur Berücksichtigung der Tatsache, dass der bevorzugte Kälteerzeuger eine Absorptionskältemaschine ist: - Falls ja ist $W_{int, pref} = 1$ - Falls nicht ist $W_{int, pref} = 0$
$W_{int, npref}$	Faktor zur Berücksichtigung der Tatsache, dass der nicht bevorzugte Kälteerzeuger eine Absorptionskältemaschine ist: - Falls ja ist $W_{int, pref} = 1$ - Falls nicht ist $W_{int, pref} = 0$
$f_{cool, pref}$	Mittlerer jährlicher Anteil der von dem bzw. den bevorzugten Kälteerzeugern gelieferten Kälte, bestimmt gemäß 7.3.2 (-)
$f_{cool, m, free, pref}$	Mittlerer monatlicher Anteil der von dem bzw. den bevorzugten Kälteerzeugern im Freikühlmodus gelieferten Energie, bestimmt gemäß 7.4 (-)
$f_{cool, m, free, npref}$	Mittlerer monatlicher Anteil der von dem bzw. den nicht bevorzugten Kälteerzeugern im Freikühlmodus gelieferten Energie, bestimmt gemäß 7.4 (-)

Für alle Energiezonen i der PEB-Einheit muss die Summe gebildet werden.

8.3.3 Ausführliche Methode

8.3.3.1 Berechnungsregel

Der monatliche Stromverbrauch für Kälteerzeuger ergibt sich wie folgt:

$W_{aux, m} = W_{aux, pumps, m} + W_{aux, ct, m} + W_{aux, int, m}$		[kWh]
$W_{aux, pumps, m}$	Monatlicher Stromverbrauch der Umwälzpumpe(n) auf der Kondensatorseite, bestimmt gemäß 8.3.3.2, in kWh	
$W_{aux, ct, m}$	Monatlicher Stromverbrauch des Kühlturms, bestimmt gemäß 8.3.3.3, in kWh	
$W_{aux, int, m}$	Monatlicher Stromverbrauch der Umwälzpumpe der Absorptionsflüssigkeit, bestimmt gemäß 8.3.3.4, in kWh	

8.3.3.2 Stromverbrauch der Umwälzpumpe(n) auf der Kondensatorseite

$W_{\text{aux,pumps},m} = \sum_i W_{\text{aux,pumps},\text{seci},m}$		[kWh]
$W_{\text{aux,pumps},\text{seci},m} = \frac{0,016}{3,6} \cdot Q_{\text{cool,gross},\text{seci},m} \cdot \left(w_{\text{pumps},\text{pref}} \cdot f_{\text{cool,pref}} \cdot (1 - f_{\text{cool},m,\text{free,pref}}) \cdot \left(\frac{\eta_{\text{gen,cool},m,\text{pref}} + 1}{\eta_{\text{gen,cool},m,\text{pref}}} \right) + w_{\text{pumps},\text{npref}} \cdot (1 - f_{\text{cool,pref}}) \cdot (1 - f_{\text{cool},m,\text{free,npref}}) \cdot \left(\frac{\eta_{\text{gen,cool},m,\text{npref}} + 1}{\eta_{\text{gen,cool},m,\text{npref}}} \right) \right)$		
Dabei ist:		
$W_{\text{aux,pumps},\text{seci},m}$	Monatlicher Stromverbrauch der Umwälzpumpe(n) der Energiezone i auf der Kondensatorseite in kWh	
$Q_{\text{cool,gross},\text{seci},m}$	Monatlicher Bruttoenergiebedarf für die Kühlung der Energiezone i, bestimmt gemäß 6.2, in MJ	
$f_{\text{cool,pref}}$	Mittlerer jährlicher Anteil der von dem bzw. den bevorzugten Kälteerzeugern gelieferten Kälte, bestimmt gemäß 7.3.2 (-)	
$f_{\text{cool},m,\text{free,pref}}$	Mittlerer monatlicher Anteil der von dem bzw. den bevorzugten Kälteerzeugern im Freikühlmodus gelieferten Energie, bestimmt gemäß 7.4 (-)	
$f_{\text{cool},m,\text{free,npref}}$	Mittlerer monatlicher Anteil der von dem bzw. den nicht bevorzugten Kälteerzeugern im Freikühlmodus gelieferten Energie, bestimmt gemäß 7.4 (-)	
$\eta_{\text{gen,cool},m,\text{pref}}$	Monatlicher Erzeugungswirkungsgrad des bevorzugten Kälteerzeugers, bestimmt gemäß 7.5.2 (-)	
$\eta_{\text{gen,cool},m,\text{npref}}$	Monatlicher Erzeugungswirkungsgrad des nicht bevorzugten Kälteerzeugers, bestimmt gemäß 7.5.2 (-)	
$w_{\text{pumps,pref}}$	Faktor zur Berücksichtigung der Tatsache, dass der bevorzugte Kälteerzeuger an einen Kühlturm oder eine Erdwärmepumpe angeschlossen ist: - Bei Anschluss an einen Kühlturm und Wasserkühlung ist $w_{\text{pumps,pref}} = 1$ - Bei Anschluss an einen Erdwärmetauscher (geschlossenes Geocooling-System und Wasserkühlung ist $w_{\text{pumps,pref}} = 5$ - In allen anderen Fällen ist $w_{\text{pumps,pref}} = 0$	
$w_{\text{pumps,npref}}$	Faktor zur Berücksichtigung der Tatsache, dass der nicht bevorzugte Kälteerzeuger an einen Kühlturm oder eine	

Erdwärmepumpe angeschlossen ist:

- Bei Anschluss an einen Kühlturm und Wasserkühlung ist $w_{pumps,npref} = 1$
- Bei Anschluss an einen Erdwärmetauscher (geschlossenes Geocooling-System und Wasserkühlung ist $w_{pumps,npref} = 5$
- In allen anderen Fällen ist $w_{pumps,npref} = 0$

Für alle Energiezonen i der PEB-Einheit muss die Summe gebildet werden.

8.3.3.3 Stromverbrauch des Kühlturms/der Kühltürme

$$W_{aux,ct,m} = \sum_i W_{aux,ct,secl,m} \quad [\text{kWh}]$$

$$W_{aux,ct,secl,m} = \frac{Q_{cool,gross,secl,m}}{3.6} \cdot \left(w_{ct,pref} \cdot f_{ct,m,pref} \cdot f_{cool,pref} \cdot (1 - f_{cool,m,free,pref}) \cdot \left(\frac{\eta_{gen,cool,m,pref} + 1}{\eta_{gen,cool,m,pref}} \right) + w_{ct,npref} \cdot f_{ct,m,npref} \cdot (1 - f_{cool,pref}) \cdot (1 - f_{cool,m,free,npref}) \cdot \left(\frac{\eta_{gen,cool,m,npref} + 1}{\eta_{gen,cool,m,npref}} \right) \right)$$

Dabei ist:

$W_{aux,ct,secl,m}$	Stromverbrauch des Kühlturms, mit dem die Energiezone i versorgt wird, in kWh
$Q_{cool,gross,secl,m}$	Monatlicher Bruttoenergieverbrauch für Kühlung der Energiezone i , bestimmt gemäß 6.2, in MJ
$f_{ct,m,pref}$	Monatlicher Korrekturfaktor der an den bevorzugten Kälteerzeuger angeschlossenen Kühltürme, bestimmt wie unten angegeben
$f_{ct,m,npref}$	Monatlicher Korrekturfaktor der an den nicht bevorzugten Kälteerzeuger angeschlossenen Kühltürme, bestimmt wie unten angegeben
$f_{cool,pref}$	Mittlerer jährlicher Anteil der von dem bzw. den bevorzugten Kälteerzeugern gelieferten Kälte, bestimmt gemäß 7.3.2 (-)
$f_{cool,m,free,pref}$	Mittlerer monatlicher Anteil der von dem bzw. den bevorzugten Kälteerzeugern im Freikühlmodus gelieferten Energie, bestimmt gemäß 7.4 (-)
$f_{cool,m,free,npref}$	Mittlerer monatlicher Anteil der von dem bzw. den nicht bevorzugten Kälteerzeugern im Freikühlmodus gelieferten Energie, bestimmt gemäß 7.4 (-)

$\eta_{\text{gen,cool,m,pref}}$	Monatlicher Erzeugungswirkungsgrad des bevorzugten Kälteerzeugers, bestimmt gemäß 7.5.2 (-)
$\eta_{\text{gen,cool,m,npref}}$	Monatlicher Erzeugungswirkungsgrad des nicht bevorzugten Kälteerzeugers, bestimmt gemäß 7.5.2 (-)
$W_{\text{ct,pref}}$	Faktor zur Berücksichtigung der Tatsache, dass der bevorzugte Kälteerzeuger an einen Kühlturm angeschlossen ist: - Bei Anschluss an einen Kühlturm ist $W_{\text{ct,pref}} = 1$ - Falls nicht ist $W_{\text{ct,pref}} = 0$
$W_{\text{ct,npref}}$	Faktor zur Berücksichtigung der Tatsache, dass der nicht bevorzugte Kälteerzeuger an einen Kühlturm angeschlossen ist: - Bei Anschluss an einen Kühlturm ist $W_{\text{ct,npref}} = 1$ - Falls nicht ist $W_{\text{ct,npref}} = 0$

Für alle Energiezonen i der PEB-Einheit muss die Summe gebildet werden.

Der monatliche Korrekturfaktor der an den Kälteerzeuger angeschlossenen Kühltürme wird wie folgt bestimmt:

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

Dabei ist:

$C_{\text{ct},1}$	Faktoren zur Bestimmung des monatlichen zusätzlichen Energieverbrauchs, bestimmt gemäß Tabelle 22 (-)
$C_{\text{ct},2}$	
$\theta_{\text{co,m}}$	Monatliche Betriebstemperatur des Kondensators, bestimmt gemäß 7.5.2.3.2, in ° C
$\theta_{\text{co,MAX}}$	Maximale Betriebstemperatur des Kondensators nach Tabelle 21 in ° C

Tabelle 22 - Konstanten für die Berechnung des Energieverbrauchs eines Kühlturms

Rückkühler (Dry-cooler)			
	$\theta_{\text{co,MAX}}$	$C_{\text{ct},1}$	$C_{\text{ct},2}$
Gebläse mit konstanter Drehzahl	32	0,10	0,0027
Gebläse mit zwei Drehzahlen	32	0,083	0,0025
Gebläse mit variabler Drehzahl	32	0,078	0,0024

Offener Turm und geschlossener Turm			
	$\theta_{co,MAX}$	$C_{ct,1}$	$C_{ct,2}$
Gebläse mit konstanter Drehzahl	26	0,13	0,0041
Gebläse mit zwei Drehzahlen	26	0,13	0,0047
Gebläse mit variabler Drehzahl	26	0,13	0,0046

8.3.3.4 Stromverbrauch der Umwälzpumpe der Absorptionsflüssigkeit

Der monatliche Stromverbrauch der Umwälzpumpe der Absorptionsflüssigkeit ergibt sich wie folgt:

$W_{aux,int,m} = \sum_i W_{aux,int,seci,m}$		[kWh]
$W_{aux,int,seci,m} = \frac{0,46}{3,6} \cdot Q_{cool,gross,seci,m} \cdot \left[w_{int,pref} \cdot f_{cool,pref} \cdot (1 - f_{cool,m,free,pref}) \cdot (\max(320; P_{gen,pref}))^{-0.606} \right. \\ \left. + w_{int,npref} \cdot (1 - f_{cool,pref}) \cdot (1 - f_{cool,m,free,npref}) \cdot (\max(320; P_{gen,npref}))^{-0.606} \right]$		
Dabei ist:		
$W_{aux,int,seci,m}$	Stromverbrauch der Umwälzpumpe der Absorptionsflüssigkeit in kWh	
$Q_{cool,gross,seci,m}$	Monatlicher Bruttoenergieverbrauch für die Kühlung der Energiezone i, bestimmt gemäß 6.2, in MJ	
$w_{int,pref}$	Faktor zur Berücksichtigung der Tatsache, dass der bevorzugte Kälteerzeuger eine Absorptionskältemaschine ist: - Falls ja ist $w_{int,pref} = 1$ - Falls nicht ist $w_{int,pref} = 0$	
$w_{int,npref}$	Faktor zur Berücksichtigung der Tatsache, dass der nicht bevorzugte Kälteerzeuger eine Absorptionskältemaschine ist: - Falls ja ist $w_{int,pref} = 1$ - Falls nicht ist $w_{int,pref} = 0$	
$f_{cool,pref}$	Mittlerer jährlicher Anteil der von dem bzw. den bevorzugten Kälteerzeugern gelieferten Kälte, bestimmt gemäß 7.3.2 (-)	
$f_{cool,m,free,pref}$	Mittlerer monatlicher Anteil der von dem bzw. den	

	bevorzugten Kälteerzeugern im Freikühlmodus gelieferten Energie, bestimmt gemäß 7.4 (-)
$f_{cool,m,free,npref}$	Mittlerer monatlicher Anteil der von dem bzw. den nicht bevorzugten Kälteerzeugern im Freikühlmodus gelieferten Energie, bestimmt gemäß 7.4 (-)
$P_{gen,pref}$	Nennleistung der bevorzugten Kompressionskältemaschine, bestimmt gemäß dem Abschnitt „Rated Full Load Performance“ der Norm ARI 560-2000, in kW
$P_{gen,npref}$	Nennleistung der nicht bevorzugten Kompressionskältemaschine, bestimmt gemäß dem Abschnitt „Rated Full Load Performance“ der Norm ARI 560-2000, in kW

Für alle Energiezonen i der PEB-Einheit muss die Summe gebildet werden.

8.4 Zusätzlicher Stromverbrauch für Freikühlung

Ein Kälteerzeuger im Freikühlmodus braucht nur für die Umwälzpumpen und/oder Kühltürme Energie. Der Stromverbrauch für Freikühlung ergibt sich wie folgt:

$W_{aux,free,m} = W_{aux,pumps,free,m} + W_{aux,ct,free,m}$		[kWh]
Dabei ist:		
$W_{aux,pumps,free,m}$	Monatlicher Stromverbrauch der Umwälzpumpen auf der Kondensatorseite des Kälteerzeugers im Freikühlmodus in kWh	
$W_{aux,ct,free,m}$	Monatlicher Stromverbrauch des Kühlturms im Freikühlmodus in kWh	

Der Stromverbrauch der Umwälzpumpen auf der Kondensatorseite ergibt sich wie folgt:

$W_{aux,pumps,free,m} = \sum_i W_{aux,pumps,free,seci,m}$		[kWh]
$W_{aux,pumps,free,seci,m} = \frac{0.052}{3.6} \cdot Q_{cool,gross,seci,m} \cdot \left(W_{pumps,free,pref} \cdot f_{cool,pref} \cdot f_{cool,m,free,pref} + W_{pumps,free,npref} \cdot (1 - f_{cool,pref}) \cdot f_{cool,m,free,npref} \right)$		
Dabei ist:		
$Q_{cool,gross,seci,m}$	Monatlicher Bruttoenergiebedarf für die Kühlung der Energiezone i , bestimmt gemäß 6.2, in MJ	

$f_{cool,pref}$	Mittlerer jährlicher Anteil der von dem bzw. den bevorzugten Kälteerzeugern gelieferten Kälte, bestimmt gemäß 7.3.2 (-)
$f_{cool,m,free,pref}$	Mittlerer monatlicher Anteil der von dem bzw. den bevorzugten Kälteerzeugern im Freikühlmodus gelieferten Energie, bestimmt gemäß 7.4 (-)
$f_{cool,m,free,npref}$	Mittlerer monatlicher Anteil der von dem bzw. den nicht bevorzugten Kälteerzeugern im Freikühlmodus gelieferten Energie, bestimmt gemäß 7.4 (-)
$w_{pumps,free,pref}$	Faktor zur Berücksichtigung der Tatsache, dass der bevorzugte Kälteerzeuger im Freikühlmodus arbeitet: Falls ja: - Bei Freikühlung mit Luft ist $w_{pumps,free,pref} = 1$ - Bei einem geschlossenen oder offenen Geocooling-System ist $w_{pumps,free,pref} = 1,54$ Falls nicht ist $w_{pumps,free,pref} = 0$
$w_{pumps,free,npref}$	Faktor zur Berücksichtigung der Tatsache, dass der nicht bevorzugte Kälteerzeuger im Freikühlmodus arbeitet: Falls ja: - Bei Freikühlung mit Luft ist $w_{pumps,free,npref} = 1$ - Bei einem geschlossenen oder offenen Geocooling-System ist $w_{pumps,free,npref} = 1,54$ Falls nicht ist $w_{pumps,free,npref} = 0$

Für alle Energiezonen i der PEB-Einheit muss die Summe gebildet werden.

Der Stromverbrauch des Kühlturms ergibt sich wie folgt:

$W_{aux,ct,free,m} = \sum_i W_{aux,ct,free,seci,m}$	[kWh]
$W_{aux,ct,free,seci,m} = \frac{(0.10 + 0.003 \cdot \theta_{ev})}{3.6} \cdot Q_{cool,gross,seci,m} \cdot \left(w_{ct,pref} \cdot f_{cool,pref} \cdot f_{cool,m,free,pref} + w_{ct,npref} \cdot (1 - f_{cool,pref}) \cdot f_{cool,m,free,npref} \right)$	
Dabei ist:	
$W_{aux,ct,free,seci,m}$	Monatlicher Stromverbrauch des Kühlturms der Energiezone i im Freikühlmodus in kWh
$Q_{cool,gross,seci,m}$	Monatlicher Bruttoenergiebedarf für die Kühlung der Energiezone i , bestimmt gemäß 6.2, in MJ
θ_{ev}	Betriebstemperatur des Verdampfers, gemäß 7.5.2.3.3, in

	° C
$f_{cool,pref}$	Mittlerer jährlicher Anteil der von dem bzw. den bevorzugten Kälteerzeugern gelieferten Kälte, bestimmt gemäß 7.3.2 (-)
$f_{cool,m,free,pref}$	Mittlerer monatlicher Anteil der von dem bzw. den nicht bevorzugten Kälteerzeugern im Freikühlmodus gelieferten Energie, bestimmt gemäß 7.4 (-)
$f_{cool,m,free,npref}$	Mittlerer monatlicher Anteil der von dem bzw. den bevorzugten Kälteerzeugern im Freikühlmodus gelieferten Energie, bestimmt gemäß 7.4 (-)
$w_{ct,pref}$	Faktor zur Berücksichtigung der Tatsache, dass der bevorzugte Kälteerzeuger an einen Kühlturm angeschlossen ist: - Falls ja ist $w_{ct,pref} = 1$ - Falls nicht ist $w_{ct,pref} = 0$
$w_{ct,npref}$	Faktor zur Berücksichtigung der Tatsache, dass der nicht bevorzugte Kälteerzeuger an einen Kühlturm angeschlossen ist: - Falls ja ist $w_{ct,npref} = 1$ - Falls nicht ist $w_{ct,npref} = 0$

Für alle Energiezonen i der PEB-Einheit muss die Summe gebildet werden.

8.5 Energieverbrauch der Zündflammen

Der monatliche Sekundärenergieverbrauch der Zündflammen, in MJ, ist das Produkt der Dauer des Monats und der Summe der Leistung aller Zündflammen:

$$Q_{pilot,m} = t_m \sum_j P_{pilot,j}$$

wobei:

t_m die Dauer des betrachteten Monats, in Ms, siehe Tabelle 1;

$P_{pilot,j}$ ein fester Rechenwert für die Leistung einer Zündflamme, und zwar 80 W.

Für alle Wärmeerzeuger j , die zum Heizen und/oder Entfeuchten der BSE-Einheit beitragen und eine Zündflamme haben, muss eine Summe erstellt werden. Es gibt eine einzige Ausnahme: lokale Heizgeräte. Bei diesen Geräten wurde der Verbrauch der Zündflamme bereits in der Erzeugungsleistung berücksichtigt.

8.6 Energieverbrauch für die Vorkühlung der Zuluft

Der monatliche Stromverbrauch für die Vorkühlung der Zuluft ergibt sich wie folgt:

$W_{\text{precool,m}} = W_{\text{soil/water,m}} + W_{\text{evap,m}}$		[kWh]
Dabei ist:		
$W_{\text{soil/water,m}}$	Monatlicher Stromverbrauch für die Erde/Wasser-Wärmepumpe gemäß 8.6.1 in kWh	
$W_{\text{evap,m}}$	Monatlicher Stromverbrauch für Kühlung durch Verdunstung gemäß 8.6.2 in kWh	

Für andere Technologien wird $W_{\text{precool,m}}$ nach den Regeln bestimmt, die der Minister vorgibt.

8.6.1 Stromverbrauch für die Erde/Wasser-Wärmepumpe

Der monatliche Stromverbrauch der Erde/Wasser-Wärmepumpe ergibt sich wie folgt:

$W_{\text{soil/water,m}} = 0.278 \cdot t_m \cdot W_{\text{soil/water,m}} \cdot$		
$\left(f_{\text{vent,cool,max}} \cdot \frac{\dot{V}_W}{3600} \cdot f \cdot \frac{L_{\text{tube}}}{D_{\text{tube}}} \cdot 500 \left(\frac{\dot{V}_W}{3600 n_{\text{tube}} \frac{\pi}{4} D_{\text{tube}}^2} \right)^2 + 150 \cdot \frac{\sum f_{\text{vent,cool,k}} \cdot \dot{V}_{\text{hygseci,k}}}{3600} \right)$		[kWh]
Dabei ist:		
t_m	Länge des jeweiligen Monats in Ms nach Tabelle 1	
$f_{\text{vent,cool,k}}$	Angenommener Zeitanteil, in dem die Lüftung läuft, gemäß 5.5.5 (-)	
$f_{\text{vent,cool,max}}$	Angenommener Zeitanteil, in dem die Erde/Wasser-Wärmepumpe läuft, entspricht maximal den Werten für $f_{\text{vent,cool,k}}$, bestimmt wie oben angegeben	
$W_{\text{soil/water,m}}$	Monatlicher Faktor zur Berücksichtigung der Betriebszeit der Erde/Wasser-Wärmepumpe gemäß Anhang B.2 (-)	
$\dot{V}_W$	Volumenstrom des Wassers in der Erde/Wasser-Wärmepumpe in m ³ /h	
f	Reibungskoeffizient: - Ist $Re < 2300$: $f = \frac{64}{Re}$	

	– Falls nicht: $f = (1.58 \cdot \ln Re - 3.28)^{-2}$ Dabei ist Re die Reynolds-Zahl gemäß B.2
D_{tube}	Innendurchmesser der Rohrleitung im Erdreich in m
L_{tube}	Länge der Rohrleitung im Erdreich in m
n_{tube}	Anzahl der parallel verlaufenden Rohrleitungen
$\dot{V}_{\text{hygseci,k}}$	Teilvolumenstrom k des Auslegungsvolumenstroms für die Frischluftversorgung, der durch die Erde/Wasser-Wärmepumpe geführt wird, in der Energiezone i in m³/h

Es muss die Summe aller Teilvolumenströme k für alle Energiezonen i der Lüftungszone z gebildet werden.

8.6.2 Stromverbrauch für Kühlung durch Verdunstung

Der monatliche Stromverbrauch für Kühlung durch Verdunstung wird wie folgt ermittelt:

$$W_{\text{evap,m}} = 0.278 \cdot t_m \cdot w_{\text{evap,m}} \cdot 250 \cdot \frac{\sum f_{\text{vent,cool,k}} \cdot \dot{V}_{\text{hygseci,k}}}{3600} \quad [\text{kWh}]$$

Dabei ist:

t_m	Länge des betreffenden Monats in Ms gemäß Tabelle 1
$w_{\text{evap,m}}$	Monatlicher Faktor zur Berücksichtigung der Betriebszeit der Verdunstungsanlage gemäß Anhang B.3 (-)
$f_{\text{vent,cool,k}}$	Angenommener Zeitanteil, in dem die Lüftung in Betrieb ist, siehe 5.5.5 (-)
$\dot{V}_{\text{hygseci,k}}$	Teilstrom k des Auslegungsvolumenstroms für die Frischluftversorgung, der durch die Erde/Luft-Wärmepumpe geleitet wird, in der Energiezone i in m³/h

Für alle Teilströme k und alle Energiezonen i der Lüftungszone z ist die Summe zu bilden.

9 Energieverbrauch für Beleuchtung

9.1 Prinzip

In diesem Kapitel wird der übliche Stromverbrauch für die Beleuchtung bestimmt. Die Umwandlung des Stromverbrauchs in Primärenergieverbrauch erfolgt in Punkt 10.5.

Bei den Berechnungen wird allein die innerhalb der BSE-Einheit befestigte Beleuchtung berücksichtigt. Die Unterteilung des Gebäudes und die Bestimmung der BSE-Einheit sowie seine eventuelle Unterteilung in Energiebereiche wird in Kapitel **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** beschrieben.

Beispiele von Beleuchtungen außerhalb der BSE-Einheit (je nach Gebäude):

- die Außenbeleuchtung;
- die Innenbeleuchtung in Räumen außerhalb der geschützten BSE-Einheit;
- die Beleuchtung der Wohnteile des Gebäudes;
- die Beleuchtung anderer Räume innerhalb der geschützten Einheit, für die jedoch keine PEB-Berechnung durchgeführt werden muss.

Innerhalb der BSE-Einheit werden folgende Formen der Beleuchtung nicht berücksichtigt:

- die „unabhängige“ Beleuchtung: darunter versteht man unabhängige (nicht befestigte) Leuchten, die der Benutzer an das Stromnetz anschließt, indem er einen Stecker in eine Steckdose steckt, wie zum Beispiel Bürolampen, Bildbeleuchtungen, die am Bilderrahmen befestigt werden usw.;
- Leuchten für Notausgänge (und die meistens ständig eingeschaltet sind);
- die Notbeleuchtung (insofern diese sich nur im Notfall einschaltet);
- die Beleuchtung von Aufzügen und Aufzugsschächten.

Der Stromverbrauch der Batterien der Beleuchtungssysteme (beispielsweise bei drahtlosen Schaltern) wird bei der Berechnung des Energieverbrauchs E_w nicht berücksichtigt.

Gemäß 3.3 wird die BSE-Einheit in einen oder mehrere Energiebereiche unterteilt. Der Stromverbrauch für Beleuchtung ist die Summe des Stromverbrauchs der einzelnen Bereiche, siehe 9.2. In jedem Energiebereich wird der Stromverbrauch für Beleuchtung auf eine der zwei folgenden Arten berechnet:

- pauschal (9.3);
- auf der Grundlage der installierten Wirkleistung, wobei folgende Faktoren berücksichtigt werden (9.4):
 - die Kontrollart;
 - die Standardanzahl der Benutzungsstunden;

- die Leistung der installierten Lampen, einschließlich der Hilfselemente der Lichtquellen, sowie die Leistung eventueller Sensoren und Kontrollelemente;
- das eventuelle Vorhandensein einer durch Tageslicht beleuchteten Zone mit einem entsprechenden Kontrollelement.

Ist in einem Bereich keine feste Beleuchtung installiert, erfolgt die Berechnung für diesen Bereich üblicherweise anhand der vorgeschriebenen Festwerte. (Diese Werte entsprechen den Werten, die für die Berechnung auf der Grundlage der pauschalen Werte bei Vorhandensein einer Beleuchtung benutzt werden.)

9.2 Stromverbrauch für Beleuchtung

Der monatliche Stromverbrauch für Beleuchtung der BSE-Einheit ist die Summe des Stromverbrauchs für die Beleuchtung der einzelnen Energiebereiche und des eventuellen Stromverbrauchs aller Kontroll- und ähnlicher Elemente, die sich außerhalb der BSE-Einheit befinden, aber (ganz oder teilweise) mit der Beleuchtungsanlage innerhalb der BSE-Einheit verbunden sind:

$W_{\text{light}} = \sum_i W_{\text{light,sec } i} + \sum_r W_{\text{light,rm r,ctrl}}$		[kWh]
Dabei ist:		
$W_{\text{light,m}}$	Monatlicher Stromverbrauch für Beleuchtung in kWh	
$W_{\text{light,sec } i,m}$	Monatlicher Stromverbrauch für Beleuchtung in kWh in der Energiezone i, bestimmt gemäß 9.3 oder 9.4	
$W_{\text{light,rm r,ctrl,m}}$	Monatlicher Stromverbrauch für Kontrollelemente und Ähnliches außerhalb der PEB-Einheit, die jedoch (ganz oder teilweise) mit der Beleuchtungsanlage der Räume r in der PEB-Einheit verbunden sind, in kWh, bestimmt gemäß 9.4.3.3.3	

Sämtliche Energiebereiche i der PEB-Einheit sowie alle Flächen r außerhalb der PEB-Einheit müssen addiert werden.

9.3 Stromverbrauch für Beleuchtung aufgrund von Standardwerten

Man benutzt folgenden Wert für die Hilfsvariable $L_{\text{rm } r}$. Dieser Wert ist erforderlich, um den Referenzwert des jährlichen Primärenergieverbrauchs (0) zu berechnen:

$$L_{\text{rm } r} = 500$$

Der monatliche Energieverbrauch für Beleuchtung, einschließlich des eventuellen Verbrauchs der Kontrollsysteme, des betrachteten Energiebereichs wird folgendermaßen bestimmt:

$W_{\text{light,sec } i} = \sum_m W_{\text{light,sec } i,m}$		[kWh]
$W_{\text{light,sec } i,m} = \sum_r A_{f,rm\ r} \cdot p_{\text{light,def}} \cdot (t_{\text{day},m} + t_{\text{night},m})$		[kWh]
Dabei ist:		
$W_{\text{light,sec } i,m}$	Monatlicher Stromverbrauch für Beleuchtung in der Energiezone i in kWh	
$A_{f,rm\ r}$	Nutzfläche im Raum r in m ²	
$p_{\text{light,def}}$	Fester Wert der spezifischen Beleuchtungsleistung. Dabei gilt: $p_{\text{light,def}} = 0,020 \text{ kW/m}^2$	
$t_{\text{day},m}$	Angenommene Zahl der Betriebsstunden pro Monat tagsüber gemäß Tabelle 25 in Stunden	
$t_{\text{night},m}$	Angenommene Zahl der Betriebsstunden pro Monat nachts gemäß Tabelle 25 in Stunden	

Die Berechnung stützt sich auf die Summe des Verbrauchs aller Räume r von Energiebereich i.

Für den monatlichen Stromverbrauch der Kontrollelemente, die sich außerhalb der BSE-Einheit befinden und ausschließlich an die Leuchten in Räumen des betrachteten Energiebereichs i angeschlossen sind, gilt ein Nullwert:

$$\sum_r W_{\text{light,rm } r,\text{ctrl}} = 0 \text{ [kWh]}$$

wobei:

$W_{\text{light,rm } r,\text{ctrl}}$ Monatlicher Stromverbrauch der Kontroll- und ähnlichen Elemente, die sich außerhalb der BSE-Einheit befinden und ausschließlich an die Beleuchtung innerhalb des betrachteten Energiebereichs i angeschlossen sind, in kWh.

Wenn die Kontrollelemente ebenfalls an Leuchten in anderen Energiebereichen angeschlossen sind und wenn der Stromverbrauch für Beleuchtung aufgrund der installierten Wirkleistung berechnet wird, muss ihr Verbrauch gemäß 9.4.3.3.3 berechnet werden.

9.4 Stromverbrauch für Beleuchtung aufgrund der tatsächlich installierten Leistung

9.4.1 Prinzip

Für jeden Raum wird vor allem eine Hilfsvariable $L_{rm\ r}$ (9.4.2) bestimmt. Diese Variable ist eine Schätzung des durchschnittlichen Beleuchtungsniveaus. Zusammen mit anderen Parametern bestimmt diese Variable den Referenzwert des typischen Jahresverbrauchs an Primärenergie

(0). Sie wird ebenfalls benutzt, um den reduzierten Rechenwert der installierten Leistungen bei einer Anlage mit modulierbarer Beleuchtungsleistung zu bestimmen (9.4.4). Die Hilfsvariable $L_{lm\ r}$ kann auf zwei Arten bestimmt werden:

- entweder anhand einer einfachen üblichen Methode (9.4.2.2);
- oder anhand detaillierter Berechnungen (9.4.2.3).

Die erste Methode reicht bei den meisten Anwendungen aus. Bei dieser üblichen Methode werden gewisse Leuchten bei der Berechnung der Hilfsvariablen $L_{lm\ r}$ nicht berücksichtigt (siehe 9.4.2.2), aber ihr Stromverbrauch muss unbedingt in die Berechnungen einfließen (siehe 9.4.3). Wenn man wünscht, kann man in diesem Fall die zweite Methode anwenden, um dennoch ihren Beitrag zur Berechnung von $L_{lm\ r}$ zu berücksichtigen.

Anschließend wird für jeden Raum der Stromverbrauch der Beleuchtungsanlage bestimmt. Er ist das Produkt der installierten Beleuchtungsleistungen (einschließlich der Hilfselemente und eventueller Kontrollelemente) und der Jahresstundenzahl, in der die Beleuchtung eingeschaltet ist, wobei das Vorhandensein von Steuerungen und/oder Kontrollelementen berücksichtigt wird. Dann wird der Stromverbrauch der Kontrollelemente hinzugefügt, vorausgesetzt, dieser wurde vorher noch nicht berücksichtigt. Kann der Lichtstrom der künstlichen Beleuchtung getrennt moduliert werden, dann kann der Tageslichteinfall je nach der verglasten Fassadenfläche und der Durchsicht der Verglasung bemessen werden. Dazu wird der Raum üblicherweise in einen so genannten „künstlich beleuchteten“ Teil und einen so genannten „natürlich beleuchteten“ Teil gemäß 9.4.5 unterteilt.

9.4.2 Bestimmung der Hilfsvariablen $L_{lm\ r}$

9.4.2.1 Bestimmung der Hilfsvariablen $L_{lm\ r}$ in Räumen ohne feste Beleuchtung

Für Räume, in denen keine feste Beleuchtung installiert ist, gilt üblicherweise der Wert:

$$L_{lm\ r} = 500$$

9.4.2.2 Bestimmung der Hilfsvariablen $L_{lm\ r}$ auf übliche Weise

Die Hilfsvariable $L_{lm\ r}$ für Raum r wird folgendermaßen bestimmt:

$$L_{lm\ r} = \frac{\sum_k n_k \times [N2_k \times N4_k + 0.5 \times (1 - N4_k)] \times N5_k \times 0.85 \times PHIS_k}{A_{f,rm\ r}} \quad [-]$$

wobei:

$L_{lm\ r}$ die nicht dimensionsgerechte Hilfsvariable für Raum r ;

n_k die Anzahl Leuchten vom Typ k in Raum r ; [-]

$N2_k$ das Verhältnis zwischen Lichtstrom der Leuchte vom Typ k in einem festen Winkel von π im Vergleich zur Hauptachse (d.h. in einem Kegel mit einem Öffnungswinkel von 120°) einerseits

und dem Lichtstrom der Leuchte vom Typ k in einem festen Winkel von 2π im Vergleich zur Hauptachse (-) andererseits, gemäß CIE 52 bestimmt;

$.N4_k$ das Verhältnis zwischen Lichtstrom der Leuchte vom Typ k in einem festen Winkel von 2π im Vergleich zur Hauptachse (d.h. in einem Kegel mit einem Öffnungswinkel von 180°) einerseits und dem Gesamtlichtstrom der Leuchte vom Typ k andererseits, gemäß CIE 52;

$.N5_k$ das Verhältnis zwischen dem Gesamtlichtstrom der Leuchte vom Typ k und dem Lichtstrom ($PHIS_k$) aller Lampen der Leuchte vom Typ k (-), gemäß CIE 52 bestimmt;

$PHIS_k$ die Summe des Lichtstroms aller Lampen der Leuchte vom Typ k , in Lumen:

$$PHIS_k = \sum_m PHI_m$$

wobei:

PHI_m der Lichtstrom von Lampe m , gemäß CIE 84 bestimmt, in Lumen. Dazu erstellt man die Summe aller Lampen m der Leuchte vom Typ k .

$A_{f,rm\ r}$ die Nutzfläche von Raum r , in m^2 .

Liegen die erforderlichen Angaben für eine gegebene Kombination von Lampe und Leuchte nicht vor, wird diese bei der Bestimmung der Hilfsvariablen $L_{rm\ r}$ nicht berücksichtigt (ihr Stromverbrauch muss jedoch unter 9.4.3 berücksichtigt werden).

Die Summe wird nur für die Leuchten vom Typ k , die im Raum an der Decke befestigt sind (Einbau-, Decken- oder Hängelampen), erstellt. Wand-, Bodeneinbau- oder Treppeneinbauleuchten müssen bei der Berechnung der installierten Leistung berücksichtigt werden, siehe 9.4.3 (und somit im typischen Jahresverbrauch an Primärenergie), werden aber nicht bei der Bestimmung der Hilfsvariablen $L_{rm\ r}$ anhand der üblichen Methode berücksichtigt. Will man bei der Bestimmung der Hilfsvariablen $L_{rm\ r}$ andere als die Deckenleuchten berücksichtigen, ist die detaillierte Rechenmethode anzuwenden, die weiter unten eingehend erläutert wird (9.4.2.3).

Deckenleuchten, die so installiert sind, dass ihre Hauptachse nicht vertikal nach unten ausgerichtet ist (z.B. an einem schrägen Dachelement befestigt) oder schwenkbare Deckenleuchten (z.B. Drehspots) werden bei der üblichen Bestimmung der Hilfsvariablen $L_{rm\ r}$ nur insofern berücksichtigt, als ihre Hauptachse nicht mehr als 45° von der Vertikalen oder im Falle einer schwenkbaren Leuchte nie mehr als 45° von der Vertikalen (in der ungünstigsten Position) abweicht, wobei die Hauptachse dieselbe ist als die zur Bestimmung des Stromcodes benutzte. Ist diese Installationsanforderung nicht erfüllt, werden diese Leuchten bei der Bestimmung der Hilfsvariablen $L_{rm\ r}$ anhand der üblichen Methode nicht berücksichtigt; für die Bestimmung des Energieverbrauchs müssen sie jedoch berücksichtigt werden. Will man

diese Leuchten bei der Bestimmung der Hilfsvariablen $L_{\text{m},i}$ berücksichtigen, ist die detaillierte Rechenmethode anzuwenden, siehe nächsten Absatz (9.4.2.3).

9.4.2.3 Bestimmung der Hilfsvariablen $L_{\text{m},i}$ anhand detaillierter Berechnungen

Abweichend von der üblichen Rechenmethode kann für einen Raum die durchschnittliche Beleuchtung einer fiktiven Arbeitsfläche in 0,8 m Höhe anhand eines Rechenprogramms berechnet werden.

Das für die Berechnung verwendete Programm muss vorher vom Minister genehmigt werden.

Die Hilfsvariable $L_{\text{m},i}$ wird über den Durchschnittswert der Beleuchtung einer fiktiven Arbeitsfläche in 0,8 m Höhe geschätzt, die üblicherweise über die Gesamtfläche des Leerraums errechnet wird, das heißt unter Berücksichtigung sämtlicher Bereiche einschließlich der Bereiche des äußeren Umfangs des Raums.

Dabei stützt sich die Rechnung auf die tatsächliche Geometrie des Raums (leer, ohne Möbel). Folgende Reflexionsgrade müssen berücksichtigt werden: 0,7 für die Decke, 0,5 für die Wände (einschließlich Maueröffnungen für Tageslicht) und 0,2 für den Fußboden. Bei der Berechnung ist die tatsächliche Installationsposition der Leuchten zu berücksichtigen. Bei schwenkbaren Leuchten ist die Leuchte für die Berechnungen so zu drehen, dass der Winkel zwischen Hauptachse und Vertikale möglichst groß ist (d.h. sie muss so hoch wie möglich nach oben gedreht werden). Sind andere Ausrichtungen möglich, ist die Leuchte vertikal zur nächsten Wand auszurichten. Hinsichtlich des Lichtstroms der Lampen muss in Übereinstimmung mit dem Wert des technischen Berichts CIE 84 ein fester Reduktionsfaktor von 0,85 berücksichtigt werden.

Für diese Berechnungen kann der Minister zusätzliche Spezifikationen festlegen oder diese abändern.

9.4.3 Bestimmung des Stromverbrauchs pro Energiebereich

9.4.3.1 Beleuchtungsstromverbrauch pro Energiebereich

Der monatliche Stromverbrauch für die Beleuchtung eines Energiebereichs wird berechnet, indem man die Summe des Stromverbrauchs für die Beleuchtung aller Räume, die zu diesem Energiebereich gehören, errechnet:

$$W_{\text{light,sec } i, m} = \sum_r W_{\text{light},m r}$$

wobei:

$W_{\text{light,sec } i, m}$ Monatlicher Stromverbrauch für die Beleuchtung von Energiebereich i , in kWh;

$W_{\text{light},m r, m}$ Monatlicher Stromverbrauch für die Beleuchtung von Raum r des Energiebereichs i , in kWh, gemäß 9.4.3.2 oder 9.4.3.3 bestimmt.

Sämtliche Räume r des Energiebereiches i werden addiert.

9.4.3.2 Beleuchtungsstromverbrauch in einem Raum ohne feste Beleuchtungsanlage

In Räumen ohne feste Beleuchtungsanlage beträgt der Rechenwert für den monatlichen Stromverbrauch üblicherweise:

$$W_{\text{light,mr,m}} = A_{\text{f,mr}} \cdot p_{\text{light,abs}} \cdot (t_{\text{day,m}} + t_{\text{night,m}}) \quad [\text{kWh}]$$

wobei:

$W_{\text{light,mr,m}}$	Monatlicher der Stromverbrauch für die Beleuchtung von Raum r , in kWh;
$A_{\text{f,mr}}$	die Nutzfläche von Raum r , in dem keine feste Beleuchtung installiert ist, in m^2 ;
$p_{\text{light,abs}}$	ein Festwert für die spezifische Beleuchtungsleistung. Dieser beträgt: $p_{\text{light,abs}} = 0.020 \text{ kW/m}^2$
$t_{\text{day,m}}$	Angenommene Zahl der Betriebsstunden pro Monat tagsüber gemäß Tabelle 15 in Stunden
$t_{\text{night,m}}$	Angenommene Zahl der Betriebsstunden pro Monat nachts gemäß Tabelle 15 in Stunden

9.4.3.3 Beleuchtungsstromverbrauch in einem Raum mit fester Beleuchtungsanlage

Ist eine Beleuchtungsanlage vorhanden, wird der monatliche Stromverbrauch für Beleuchtung pro Raum r bestimmt, indem man die Summe des Gesamtstromverbrauchs des so genannten „natürlich beleuchteten“ Teils, des so genannten „künstlich beleuchteten“ Teils sowie den Verbrauch eventueller Kontrollelemente errechnet, insofern letzterer noch nicht in den Verbrauch der Leuchten während der Benutzungsstunden integriert wurde:

$$W_{\text{light,mr,m}} = W_{\text{light,mr,artif area,m}} + W_{\text{light,mr,dayl area,m}} + W_{\text{light,mr,ctrl,m}} \quad [\text{kWh}]$$

wobei:

$W_{\text{light,mr,m,artif area,m}}$	Monatlicher Stromverbrauch des so genannten „künstlich beleuchteten“ Teils von Raum r , gemäß 9.4.3.3.1 bestimmt, in kWh;
$W_{\text{light,mr,m,dayl area,m}}$	Monatlicher Stromverbrauch des so genannten „natürlich beleuchteten“ Teils von Raum r , gemäß 9.4.3.3.2 bestimmt, in kWh;
$W_{\text{light,mr,m,ctrl,m}}$	Monatlicher Stromverbrauch der Kontrollelemente, der in den beiden vorigen Termen noch nicht berücksichtigt wurde, gemäß 9.4.3.3.3 bestimmt, in kWh.

9.4.3.3.1 Stromverbrauch eines so genannten „künstlich beleuchteten“ Teils

Der monatliche Stromverbrauch für den so genannten „künstlich beleuchteten“ Teil von Raum r wird folgendermaßen bestimmt:

$$W_{\text{light,rm r,artif area,m}} = P_{\text{light,rm r}} \cdot \frac{A_{\text{f,rm r,artif area}}}{A_{\text{f,rm r}}} \cdot f_{\text{switch}} \cdot f_{\text{mod,artif}} \cdot (t_{\text{day,m}} + t_{\text{night,m}}) \quad [\text{kWh}]$$

wobei:

$W_{\text{light,rm r,artif area,m}}$	Monatlicher Stromverbrauch für die Beleuchtung des so genannten „künstlich beleuchteten“ Teils von Raum r , in kWh ;
$P_{\text{light,rm r}}$	der Rechenwert für die Beleuchtungsleistung im ganzen Raum r , gemäß 9.4.4 bestimmt, in kW;
$A_{\text{f,rm r,artif area}}$	die Nutzfläche des so genannten „künstlich beleuchteten“ Teils von Raum r , gemäß 9.4.5 bestimmt, in m^2 ;
$A_{\text{f,rm r}}$	die Nutzfläche von Raum r , in m^2 ;
f_{switch}	der Reduktionsfaktor des Ein- und Ausschaltsystems (Unterspannungsetzen), siehe Tabelle 23 (-);
$f_{\text{mod,artif}}$	der Reduktionsfaktor des Modulationssystems im so genannten „künstlich beleuchteten“ Teil, siehe Tabelle 24;
$t_{\text{day,m}}$	Angenommene Zahl der Betriebsstunden pro Monat tagsüber gemäß Tabelle 25 in Stunden
$t_{\text{night,m}}$	Angenommene Zahl der Betriebsstunden pro Monat nachts gemäß Tabelle 25 in Stunden

Gibt es in einem Raum mehrere Regelarten und/oder gibt es im so genannten „künstlich beleuchteten“ Teil unterschiedliche Modulationssysteme, dann muss bei der Berechnung der höchste Wert der verschiedenen angewandten Reduktionsfaktoren f berücksichtigt werden.

Tabelle 23 - Reduktionsfaktor für das Regelsystem (Ein/Aus)

Beschreibung des Schaltsystems	f_{switch}
Zentrales Ein-/Ausschaltsystem ⁶ sowie alle anderen Systeme, die nachstehend nicht aufgeführt sind	1.00
Manuelle Betätigung (Ein/Aus) ⁷	max [0.90 ;

⁶ Sobald 1 Schalter die Beleuchtung in mehr als 1 Raum steuert, wird die Steuerung als „zentral“ betrachtet.

⁷ Dies ergibt einen Wert von 0.9 wenn A_s kleiner als 8m^2 und einen Wert von 1.0 wenn A_s größer als 30m^2 . Zwischen beiden entwickelt sich der Wert linear.

	$\min(1.00 ; 0.90 + 0.10 * (A_s - 8) / 22)]$
Anwesenheitserfassung: automatisches Ein- und Ausschalten oder Reduzierung des Lichtstroms (auto on; auto off/dimming) - größte kontrollierte Fläche $A_s < 30 \text{ m}^2$ - wenn völliges Abschalten bei Abwesenheit 0.80 - wenn reduzierter Lichtstrom bei Abwesenheit 0.90 - größte kontrollierte Fläche $A_s \geq 30 \text{ m}^2$ 1.00	
Manuelles Einschalten; Anwesenheitserfassung mit automatischem Ausschalten oder reduziertem Lichtstrom (manuel on; auto off/dimming) - größte kontrollierte Fläche $A_s < 30 \text{ m}^2$ - wenn völliges Abschalten bei Abwesenheit 0.70 - wenn reduzierter Lichtstrom bei Abwesenheit 0.85 - größte kontrollierte Fläche $A_s \geq 30 \text{ m}^2$ 1.00	

wobei:

A_s die größte Fläche, die in Raum r durch einen Schalter oder einen Sensor kontrolliert wird, wie nachstehend beschrieben, in m^2 .

Es ist nicht obligatorisch, einen Wert für A_s anzugeben. In diesem Fall ist 1.00 der Standardwert für f_{switch} .

Die Fläche, die anhand eines manuellen Schalters und/oder eines Anwesenheits- und/oder Abwesenheitserfassungssensors geregelt wird, ist die Gesamtnutzfläche, die von allen Leuchten, die durch diesen Schalter und/oder diesen Sensor gleichzeitig gesteuert werden, abgedeckt wird. Die Abgrenzung der Fläche zwischen 2 Leuchten mit getrennter Steuerung erfolgt üblicherweise anhand der Mittellinie, die diese beiden Leuchten trennt. In jedem Raum muss die größte geregelte Fläche A_s (in m^2 ausgedrückt) berücksichtigt werden, um den Reduktionsfaktor des Ein- und Ausschaltsystems zu bestimmen. Für A_s ist der zur nächsthöheren Ganzzahl aufgerundete Wert in m^2 zu verwenden.

Die so geregelten Flächen können sich von den Flächen unterscheiden, in denen es je nach Verfügbarkeit von Tageslicht eine Reduzierung des Lichtstroms gibt (siehe weiter unten).

Tabelle 24 - Modulationsfaktor je nach Modulationssystem

Beschreibung der Modulation	$f_{\text{mod,dayl}}$	$f_{\text{mod,artif}}$
Keine Reduzierung des Lichtstroms	1.0	1.0
Reduzierung des Lichtstroms je nach Verfügbarkeit von	$\max[0.6 ; \min(1.0 ; 0.6 + 0.4 * (A_m - 8) / 22)]$	$\max[0.8 ; \min(1.0 ; 0.8 + 0.2 * (A_m - 8) / 22)]$

Tageslicht ³		
-------------------------	--	--

wobei:

A_m die größte Fläche, die in Raum r durch 1 Sensor kontrolliert wird, wie nachstehend beschrieben, in m^2 .

Es ist nicht obligatorisch, einen Wert für A_m anzugeben. In diesem Fall ist 1.00 der Standardwert für $f_{mod,dayl/actif}$.

Unter Reduzierung des Lichtstroms je nach Verfügbarkeit von Tageslicht versteht man Systeme mit Lichtsensoren, die den Lichtstrom der Lampe(n) je nach der Verfügbarkeit von Tageslicht völlig automatisch modulieren (reduzieren).

Die durch einen Sensor abgedeckte Fläche ist die Gesamtnutzfläche, die von allen durch diesen Sensor gesteuerten Leuchten beleuchtet wird. Die Abgrenzung der Fläche zwischen 2 Leuchten, die von verschiedenen Sensoren gesteuert werden, erfolgt üblicherweise anhand der Mittellinie, die diese beiden Leuchten trennt. In jedem Raum muss die größte Fläche A_m (in m^2 ausgedrückt) berücksichtigt werden, um den Modulationsfaktor des Beleuchtungssystems zu bestimmen. Für A_m ist der zur nächsthöheren Ganzzahl aufgerundete Wert in m^2 zu verwenden. Die von einem Modulationssystem abgedeckte Fläche muss nicht unbedingt der Fläche entsprechen, die von einem Regelsystem abgedeckt wird (siehe weiter oben).

Tabelle 25 - Angenommener Wert für die Berechnung der Zahl der monatlichen Betriebsstunden tagsüber t_{day} und nachts t_{night}

Zweckbestimmung	Betriebsstunden tagsüber t_{day} (h)	Betriebsstunden nachts t_{night} (h)
Büro Schule	$69,76 \cdot t_m$	$4,76 \cdot t_m$

Dabei ist:

t_m Länge des betreffenden Monats in Ms gemäß Tabelle 1

9.4.3.3.2 Stromverbrauch eines so genannten „natürlich beleuchteten“ Teils

Der monatliche Stromverbrauch für den so genannten „natürlich beleuchteten“ Teil eines Raums wird folgendermaßen bestimmt, wenn dieser mit einem Ein-/Ausschaltssystem oder einem vom Tageslicht abhängigen Modulationssystem ausgerüstet ist:

³ Dies ergibt einen Mindestwert von 0.6 oder 0.8 wenn A_m kleiner als 8 m^2 und einen Höchstwert von 1.0 wenn A_m größer als 30 m^2 . Zwischen beiden entwickelt sich der Wert linear.

$W_{\text{light,rmr,dayl area,m}} = P_{\text{light,rmr}} \cdot \frac{A_{\text{f,rmr,dayl area}}}{A_{\text{f,rmr}}} \cdot f_{\text{switch}} \cdot (f_{\text{mod,dayl}} \cdot t_{\text{day,m}} + f_{\text{mod,artif}} \cdot t_{\text{night,m}})$	[kWh]
--	---------

wobei:

$W_{\text{light,rmr,dayl area,m}}$	Monatlicher Stromverbrauch für Beleuchtung des so genannten „natürlich beleuchteten“ Teils von Raum r in kWh
$P_{\text{light,rmr}}$	der Rechenwert für die Beleuchtungsleistung im ganzen Raum r, gemäß 9.4.4 bestimmt, in kW;
$A_{\text{f,rmr,dayl area}}$	die Bodenfläche des so genannten „natürlich beleuchteten“ Teils von Raum r, gemäß 9.4.5 bestimmt, in m ² ;
$A_{\text{f,rmr}}$	die Nutzfläche von Raum r, in m ² ;
$t_{\text{day,m}}$	Angenommene Zahl der Betriebsstunden pro Monat tagsüber gemäß Tabelle 25 in Stunden
$t_{\text{night,m}}$	Angenommene Zahl der Betriebsstunden pro Monat nachts gemäß Tabelle 25 in Stunden
f_{switch}	der Reduktionsfaktor des Ein- und Ausschaltsystems (Unterspannungsetzen), siehe Tabelle 23;
$f_{\text{mod,dayl}}$	der Modulationsfaktor des Beleuchtungssystems im so genannten „natürlich beleuchteten“ Teil, siehe Tabelle 24;
$f_{\text{mod,artif}}$	der Modulationsfaktor des Beleuchtungssystems im so genannten „künstlich beleuchteten“ Teil, siehe Tabelle 24.

Gibt es in einem Raum mehrere Regelarten und/oder gibt es im so genannten „natürlich beleuchteten“ Teil unterschiedliche Modulationssysteme, dann muss bei der Berechnung der höchste Wert der verschiedenen angewandten Reduktionsfaktoren f berücksichtigt werden.

9.4.3.3.3 *Stromverbrauch der Kontrollelemente, die noch nicht im Verbrauch der Leuchten inbegriffen sind*⁹

Für jeden Raum wird der monatliche Stromverbrauch der Kontroll- und ähnlicher Elemente (einschließlich eventueller Hilfselemente, Sensoren und/oder Schalter), insofern diese noch nicht im Verbrauch der Leuchten während der Benutzungsstunden berücksichtigt wurden, als Summe dieses Verbrauchs für alle Elemente k berechnet und folgendermaßen ausgedrückt:

⁹ Der parasitäre Verbrauch der Beleuchtungsanlagen wird bei Einkrafttreten des vorliegenden Erlasses noch nicht berücksichtigt. Dieser Absatz tritt zu einem vom Minister bestimmten Zeitpunkt in Kraft. Bis dahin gilt : $W_{\text{light,rmr,ctrl}} = 0 \text{ kWh}$

$$W_{\text{light},m,r,\text{ctrl},m} = \sum_k \left[P_{\text{light},m,r,\text{ctrl},\text{on},k} \cdot f_{\text{switch}} \cdot (t_{\text{day},m} + t_{\text{night},m}) + P_{\text{light},m,r,\text{ctrl},\text{off},k} \cdot \left(\frac{1000 \cdot t_m}{3,6} - f_{\text{switch}} \cdot (t_{\text{day},m} + t_{\text{night},m}) \right) \right] / 1000 \quad [\text{kWh}]$$

wobei:

$W_{\text{light},m,r,\text{ctrl},m}$	Monatlicher Stromverbrauch des Kontrollelements, der noch nicht im Verbrauch inbegriffen ist, der gemäß 9.4.3.3.1 und 9.4.3.3.2 bestimmt wurde, in kWh;
$P_{\text{light},m,r,\text{ctrl},\text{on},k}$	die Versorgungsleistung k der Kontrollelemente (-gruppen) (einschließlich eventueller Hilfselemente, Sensoren und/oder Schalter) während der Benutzungsstunden, die noch nicht in der Leistung der Leuchten inbegriffen ist, in W. Der Standardwert für jede Versorgung von Kontrollelementen, Steuerungen, Sensoren (in der Leuchte integriert oder nicht) usw. beträgt 3 W pro Leuchte, die an das Gerät angeschlossen ist;
$P_{\text{light},m,r,\text{ctrl},\text{off},k}$	die Versorgungsleistung k der einzelnen Kontrollelemente (-gruppen) (einschließlich eventueller Hilfselemente, Sensoren und/oder Schalter) außerhalb der Benutzungsstunden, in W. Der Standardwert für jede Versorgung von Kontrollelementen, Steuerungen, Sensoren (in der Leuchte integriert oder nicht) usw. beträgt 3 W pro Leuchte, die an das Gerät angeschlossen ist;
f_{switch}	der Reduktionsfaktor für das Einschaltssystem (Unterspannungsetzen) und das Ausschaltssystem des Raums, der an das Gerät angeschlossen ist, siehe Tabelle 23;
$t_{\text{day},m}$	Angenommene Zahl der Betriebsstunden pro Monat tagsüber gemäß Tabelle 25 in Stunden
$t_{\text{night},m}$	Angenommene Zahl der Betriebsstunden pro Monat nachts gemäß Tabelle 25 in Stunden

Steuert ein Kontrollelement mehrere Räume, ist einzig der Verbrauch des Raums mit dem höchsten f_{switch} zu berücksichtigen.

Für alle Versorgungen k von Raum r muss eine Summe erstellt werden.

9.4.4 Rechenwert für die Leistung pro Raum

Erst wird für jeden Raum der Wert der Nennleistung bestimmt, indem man die Leistung aller Leuchten (Leistung der Lampen einschließlich eventueller Hilfselemente, Sensoren und/oder Schalter) addiert:

$P_{\text{nom,rm r}} = \frac{\sum_k P_{\text{fitting,k}}}{1000}$		[kW]
Dabei ist:		
$P_{\text{nom,rm r}}$	Wert der Nennleistung aller Lampen einschließlich etwaiger Hilfselemente, Sensoren, Kontroll- und/oder Steuerelemente im Raum r in kW	
$P_{\text{fitting,k}}$	Wert der Leistung der Lampe(n) der Leuchte, einschließlich etwaiger Hilfselemente, Sensoren, Kontroll- und/oder Steuerelemente der Leuchte k, in W	

Für alle Leuchten k von Raum r muss eine Summe erstellt werden.

1. Kann die Beleuchtung nicht geregelt werden, gilt für die Berechnung der Beleuchtungsleistung der Wert:

$$P_{\text{light,rm r}} = P_{\text{nom,rm r}}$$

wobei:

$P_{\text{light,rm r}}$ der Wert der Leistung, in kW;

$P_{\text{nom,rm r}}$ der Wert der Nennleistung, wie nachstehend bestimmt, in kW;

2. Kann die Beleuchtung jedoch für alle Leuchten des Raums geregelt werden (entweder pro Leuchte oder Gruppe von Leuchten), dann wird die Beleuchtungsleistung¹⁰ üblicherweise anhand folgender Berechnung bestimmt:

$$P_{\text{light,rm r}} = P_{\text{nom,rm r}} \times \min \left(1, \frac{L_{\text{thresh}} + f_{\text{reduc}} \times (L_{\text{rm r}} - L_{\text{thresh}})}{L_{\text{rm r}}} \right)$$

wobei:

$P_{\text{light,rm r}}$ der Wert der Leistung, in kW;

$P_{\text{nom,rm r}}$ der Wert der Nennleistung, wie nachstehend bestimmt, in kW;

$L_{\text{rm r}}$ die Hilfsvariable, gemäß 9.4.2 bestimmt;

f_{reduc} der Reduktionsfaktor der Hilfsvariablen mit dem Wert: $f_{\text{reduc}} = 0.5$;

L_{thresh} Schwellenwert von L mit dem Wert: $L_{\text{thresh}} = 250$.

9.4.5 Unterscheidung zwischen dem so genannten „natürlich beleuchteten“ Teil und dem künstlich beleuchteten Teil

Kann der so genannte „natürlich beleuchtete“ Teil getrennt moduliert werden, kann bei der Berechnung ein geringerer Stromverbrauch berücksichtigt werden (siehe 9.4.3.3.2 und Tabelle 24).

¹⁰ Wenn $L_{\text{rm r}}$ gleich null (z.B. in Ermangelung von Angaben über die installierten Leuchten), dann ist $P_{\text{light,rm r}} = P_{\text{nom,rm r}}$

Dieser Effekt muss jedoch nicht unbedingt berücksichtigt werden. In diesem Fall gilt $A_{f,rm\ r,dayl\ area} = 0$.

Will man diese Reduzierung berücksichtigen, muss die Fläche des so genannten „natürlich beleuchteten“ Teils durch Öffnungen in den Mauern, die das Tageslicht einlassen, berechnet werden. Üblicherweise wird der so genannte „natürlich beleuchtete“ Teil als die Zone definiert, in der der Tageslichtfaktor auf der Arbeitsfläche (diese ist fiktiv und befindet sich 0.8 m über dem fertigen Fußbodenniveau des betrachteten Raumes) (mindestens) 3 % beträgt. Der so genannte „natürlich beleuchtete“ Teil kann entweder auf detaillierte Weise (9.4.5.1) oder auf übliche Weise (9.4.5.2) berechnet werden.

9.4.5.1 Detaillierte Methode

- Die tatsächlichen Eigenschaften der Verglasung (Durchsicht, Geometrie, einschließlich der Geometrie der Fensterprofile...) müssen berücksichtigt werden.
- Die tatsächliche Geometrie des Raums im leeren Zustand (ohne Möbel) muss benutzt werden. Folgende Reflexionsgrade sind zu berücksichtigen: 0.7 für die Decke, 0.5 für alle lichtundurchlässigen Teile der Wände (einschließlich der Zargenprofile) und 0.2 für den Fußboden. Für die Verglasung müssen die tatsächlichen Durchsichtswerte benutzt werden, siehe weiter oben.
- Der Minister kann zusätzliche Spezifikationen festlegen oder diese abändern.

Die detaillierte Rechenmethode (Software) wird vorher vom Minister genehmigt.

9.4.5.2 Vereinfachte übliche Methode

Die vertikale Projektion der das Tageslicht einlassenden und nach innen geneigten oder horizontalen Öffnungen (z.B. Dachfenster) auf die Nutzfläche ist der erste Beitrag zum so genannten „natürlich beleuchteten“ Teil. Einen zweiten Beitrag liefern die vertikalen Öffnungen und die vertikalen Flächen, die den geneigten Öffnungen entsprechen. Um letztere zu bestimmen, projiziert man jede geneigte Öffnung auf eine vertikale Ebene, die an der Oberkante des Fensters beginnt (siehe Abbildung 2). Diese beiden Beiträge werden präzise gemäß 9.4.5.2.1 und 9.4.5.2.2 bestimmt.

Bei der Bestimmung der Gesamtfläche des natürlich beleuchteten Teils werden sich überlappende Teile abgezogen:

$A_{f,mr,daylarea} = A_{f,mr,daylarea,vert} + A_{f,mr,daylarea,depth} - A_{f,mr,overlap}$	[m ²]
---	-------------------

wobei:

- | | |
|---------------------------|--|
| $A_{f,mr,daylarea}$ | die Gesamtnutzfläche des so genannten „natürlich beleuchteten“ Teils von Raum r, in m ² ; |
| $A_{f,mr,daylarea,vert}$ | die Nutzfläche, die der vertikalen Projektion der Öffnungen entspricht; die Bestimmung erfolgt gemäß 9.4.5.2.1, in m ² ; |
| $A_{f,mr,daylarea,depth}$ | die Nutzfläche, die dem Beitrag der den Öffnungen entsprechenden vertikalen Flächen entsprechen, gemäß 9.4.5.2.2 bestimmt, in m ² ; |
| $A_{f,mr,overlap}$ | die Nutzfläche, die sowohl die Bedingungen von 9.4.5.2.1 als auch von 9.4.5.2.2 erfüllen, in m ² . |

Die Fläche des so genannten „künstlich beleuchteten“ Teils ist die übrige Fläche von Raum r:

$A_{f,rmr,artif\ area} = A_{f,rmr} - A_{f,rmr,daylarea}$	[m ²]
--	-------------------

wobei:

$A_{f,rmr,artif\ area}$ die Nutzfläche des so genannten „künstlich beleuchteten“ Teils von Raum r , in m²;

$A_{f,rmr}$ die Gesamtnutzfläche von Raum r , in m²;

$A_{f,rmr,daylarea}$ die Fläche des so genannten „natürlich beleuchteten“ Teils von Raum r , wie weiter oben bestimmt, in m².

Bedingungen: Bei der Bestimmung der Ober- und Unterkante der vertikalen Öffnungen, die das Tageslicht einlassen, müssen die Bedingungen von Abbildung 1 erfüllt sein. Das heißt: die Höhe der Unterkante der Öffnung (des transparenten/lichtdurchlässigen Teils des Fensters), die bei den Berechnungen zu berücksichtigen ist, muss mindestens 0.8 m betragen, selbst wenn die tatsächliche Höhe niedriger ist (z.B. Unterkante in 0.5 m Höhe). Ähnlich ist die maximale Höhe der Oberkante auf 4 m ab dem fertigen Fußbodenniveau festgelegt.

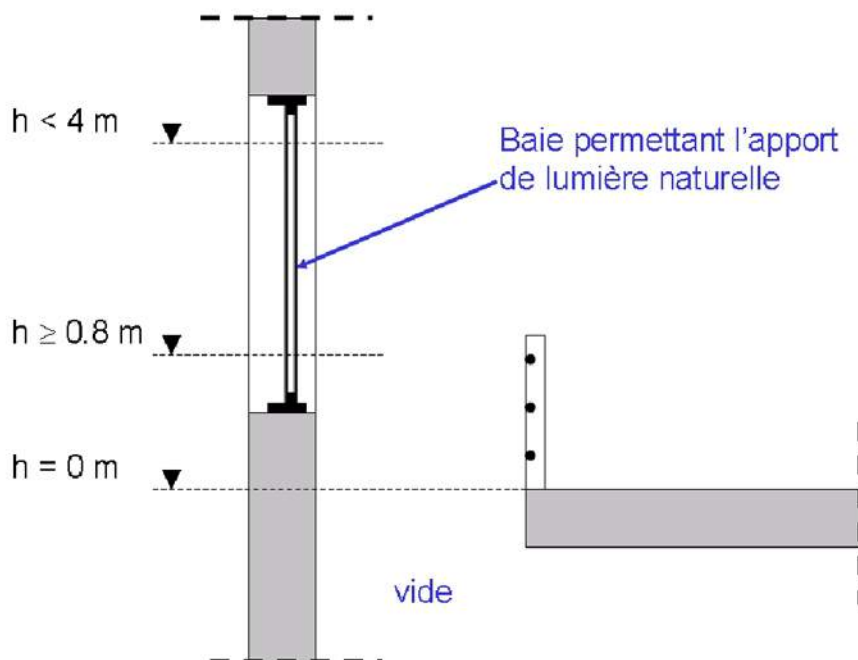


Abbildung 1 Projektion des fertigen Fußbodenniveaus auf die Fassade (z.B. wenn Hohlraum) und Beschränkung der Mindest- und maximalen Höhe, die bei der Bestimmung der (äquivalenten) vertikalen Öffnung, die das Tageslicht einlässt, zu berücksichtigen ist

9.4.5.2.1 Beitrag der vertikalen Projektion von Öffnungen, die das Tageslicht einlassen

Der Beitrag der horizontalen und nach innen geneigten Öffnungen¹¹, die das Tageslicht einlassen, zur Nutzfläche des so genannten „natürlich beleuchteten“ Teils ergibt sich aus der Summe der vertikalen Projektionsflächen dieser Öffnungen auf den darunter liegenden Fußboden, insofern letztere in der Nutzfläche des Raums inbegriffen sind, siehe Abbildung 2.

Diese Fläche wird pro Raum folgendermaßen bestimmt:

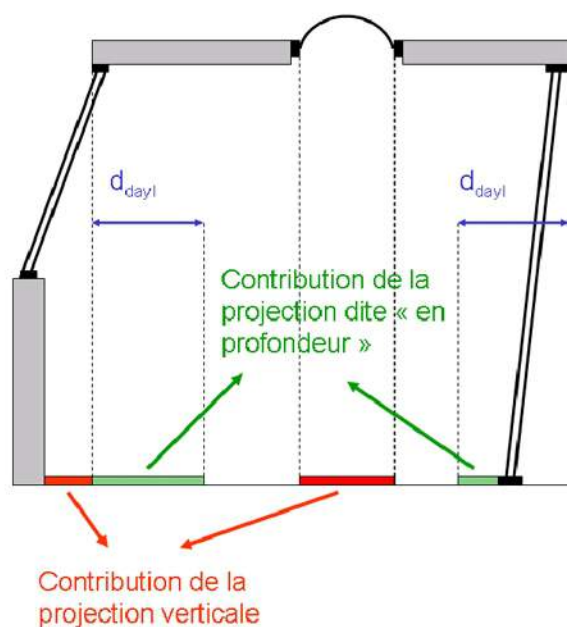
$A_{f,rm,daylarea,vert} = \sum_k A_{f,rm,daylarea,vert,k}$	$[m^2]$
--	---------

wobei:

$A_{f,rm,daylarea,vert}$ innerhalb von Raum r die Gesamtfläche der vertikalen Projektionen der horizontalen und nach innen geneigten Öffnungen, die das Tageslicht einlassen, auf den darunter liegenden Fußboden, in m^2 ;

$A_{f,rm,daylarea,vert,k}$ die Fläche der vertikalen Projektion der Öffnung k in der Nutzfläche, in m^2 .

Für alle Beiträge der Projektionen der Öffnungen k muss eine Summe erstellt werden.



¹¹ Der Durchsichtsgrad $\tau_{vis,dir,h}$ (bei normalem Einfall, hemisphärische Transmission) der transparenten/lichtdurchlässigen Teile muss mindestens 60 % betragen. Anderenfalls wird die Öffnung, die Tageslicht einlässt, bei der Bestimmung der Fläche des sogenannten „natürlich beleuchteten“ Teils nicht berücksichtigt.

**Abbildung 2 Beiträge der vertikalen Projektion und der so genannten
„Tiefenprojektion“**

9.4.5.2.2 (Äquivalenter) Beitrag der vertikalen Öffnungen, die das Tageslicht einlassen

Der (äquivalente) Beitrag der vertikalen Öffnungen, die das Tageslicht einlassen, ergibt sich aus der Summe der Flächen, die man durch Multiplikation der Länge des Fassadenelements, das die vertikale Öffnung enthält, insofern letztere die Bedingungen für den Tageslichteinlass erfüllt, mit der Tiefe des so genannten „natürlich beleuchteten“ Teils, vorausgesetzt er gehört zur Nutzfläche von Raum r. Dieser (äquivalente) Beitrag wird folgendermaßen berechnet:

$A_{f,rmr,daylarea,depth} = \sum_k l_{daylk} \cdot d_{dayl,int,k}$	[m ²]
--	-------------------

wobei:

$A_{f,rmr,daylarea,depth}$ die Fläche der Beiträge der (äquivalenten) vertikalen Öffnungen, die das Tageslicht einlassen, in m²;

$l_{dayl,k}$ die Länge des Fassadenelements des so genannten „natürlich beleuchteten“ Teils, das die Öffnung k enthält; sie wird gemäß 9.4.5.2.2.1 bestimmt, in m;

$d_{dayl,int,k}$ die Tiefe des so genannten „natürlich beleuchteten“ Teils von Öffnung k, insofern er zur Nutzfläche gehört, gemäß 9.4.5.2.2.2 bestimmt, in m.

Für alle Beiträge der vertikalen Öffnungen k muss eine Summe erstellt werden.

9.4.5.2.2.1 Länge des Fassadenelements l_{dayl}

Als Länge des Fassadenelements mit einer Öffnung des so genannten „natürlich beleuchteten“ Teils nimmt man die lichte Weite der Öffnung (d.h. den transparenten/lichtdurchlässigen Teil), zusätzlich maximal 0,5 m an jeder Seite (ohne jedoch die Innenmauern zu überschreiten). Überlappungen können nicht doppelt angerechnet werden, siehe Abbildung 3.

9.4.5.2.2.2 Tiefe des so genannten „natürlich beleuchteten“ Teils

Die Tiefe einer (äquivalenten) vertikalen Öffnung, die den (äquivalenten) Tageslichteinlass ermöglicht, wird folgendermaßen bestimmt:

Bei geneigten Öffnungen muss erst die vertikale Ebene berücksichtigt werden, die am höchsten Element der Öffnung (Außenmaße) beginnt, wobei die Höhe dieses höchsten Elements auf 4 m über dem fertigen Fußbodenniveau begrenzt ist.

Anschließend wird die Tiefe des so genannten „natürlich beleuchteten“ Teils, d_{dayl} , wie nachstehend bestimmt, auf die Innenseite der Öffnung übertragen, senkrecht zur so bestimmten vertikalen Ebene oder im Vergleich zur Grenze der Nutzfläche bei einer vertikalen Öffnung.

Wenn die auf diese Weise erhaltene Fläche des so genannten „natürlich beleuchteten“ Teils ganz in der Nutzfläche liegt, dann ist:

$$d_{\text{dayl,int}} = d_{\text{dayl}}$$

Anderenfalls muss die Tiefe des so genannten „natürlich beleuchteten“ Teils von dem Teil, der außerhalb der Nutzfläche liegt, abgezogen werden, um $d_{\text{dayl,int}}$ zu erhalten (siehe Hohlraum in Abbildung 1 oder das rechte Fenster in Abbildung 2).

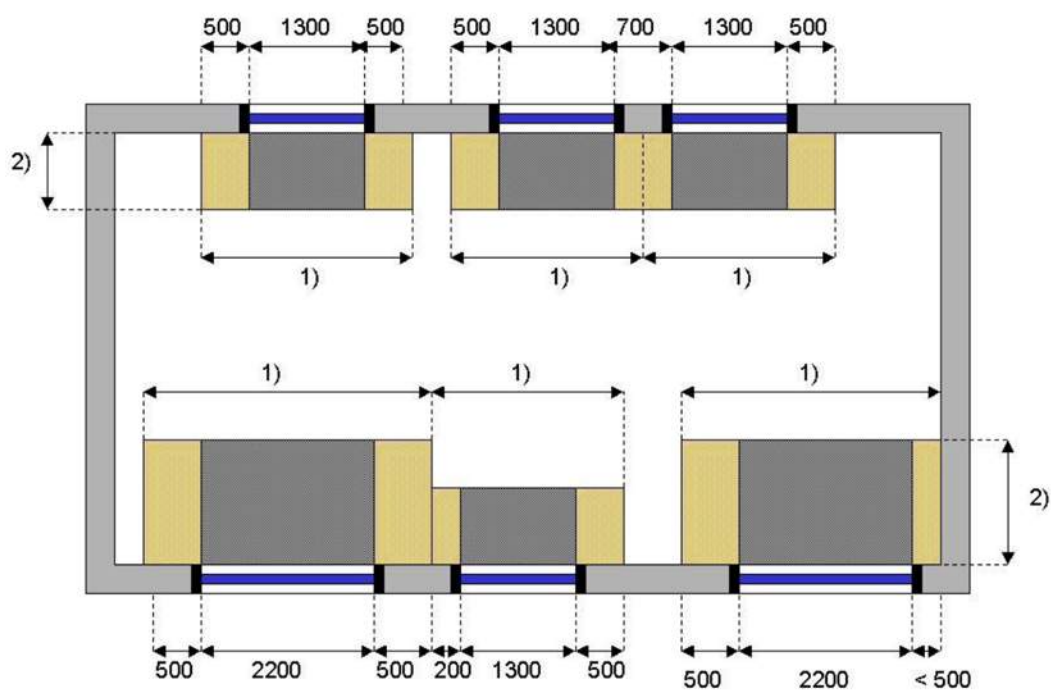


Abbildung 3 Teile der Nutzfläche hinter transparenten/lichtdurchlässigen oder lichtundurchlässigen Elementen einer Fassade, die zum so genannten „natürlich beleuchteten“ Teil gehören

- (In der Abbildung sind mehrere Tiefen angegeben)
- 1) l_{dayl} : Länge des Fassadenelements, das das Tageslicht einlässt
- 2) d_{dayl} : Tiefe des so genannten „natürlich beleuchteten“ Teils

Die Tiefe des so genannten „natürlich beleuchteten“ Teils, d_{dayl} , ergibt sich aus:

1. Wenn der Zahlenwert von $(h_o \times \tau_v)$ kleiner ist als 0.50, dann:

$d_{\text{dayl}} = 0$	[m]
-----------------------	-----

2. Wenn der Zahlenwert von $(h_o \times \tau_v)$ größer oder gleich 0.50 ist, dann:

$d_{\text{dayl}} = 0.5 + 3 \cdot (h_o \cdot \tau_v)$	[m]
--	-----

wobei:

- d_{day1} die Tiefe des so genannten „natürlich beleuchteten“ Teils, die der betrachteten Öffnung entspricht, in m;
- h_o die Höhe des transparenten/lichtdurchlässigen Teils der Öffnung, die das Tageslicht einlässt, in m;
- τ_v der Durchsichtsgrad $\tau_{\text{vis,dir,h}}$ (senkrechter Einfallswinkel, hemisphärische Transmission) der Verglasung, gemäß NBN EN 410 bestimmt (-).

Die lichte Höhe der Öffnung, h_o beträgt:

$$h_o = u_o - l_o$$

[m]

wobei:

- h_o die lichte Höhe der Öffnung, die das Tageslicht einlässt, in m;
- u_o die Höhe der Oberkante der Öffnung, gemessen im Verhältnis zum fertigen Fußbodenniveau, maximal 4 m, in m;
- l_o die Höhe der Unterkante der Öffnung, gemessen im Verhältnis zum fertigen Fußbodenniveau, mindestens 0.8 m, in m.

Es sei darauf hingewiesen, dass die Tiefe des so genannten „natürlich beleuchteten“ Teils niemals größer sein kann als die Tiefe des betrachteten Raums.

10 Primärenergieverbrauch

10.1 Prinzip

Jeder der in den vorgehenden Kapiteln bestimmten Teilterme des Endenergieverbrauchs wird mit einem Umrechnungsfaktor in Primärenergie multipliziert, je nach Energieträger. Anschließend werden alle Terme zum typischen Jahresverbrauch an Primärenergie addiert. Hinsichtlich des durch eine im Gebäude installierte Photovoltaik- oder KWK-Anlage erzeugten Stroms wird ein Bonus in die Rechnung einbezogen, der der Brennstoffeinsparung in den Kraftwerken entspricht.

10.2 Typischer Jahresverbrauch an Primärenergie

Der typische Jahresverbrauch an Primärenergie der BSE-Einheit wird folgendermaßen bestimmt:

$$E_{\text{char ann prim en cons}} = E_{p,\text{light}} + \sum_{m=1}^{12} (E_{p,\text{heat},m} + E_{p,\text{cool},m} + E_{p,\text{aux},m} - E_{p,\text{pv},m} - E_{p,\text{cogen},m})$$

wobei:

$E_{\text{char ann prim en cons}}$	der typische Jahresverbrauch an Primärenergie, in MJ;
$E_{p,\text{light}}$	der Jahresverbrauch an Primärenergie für Beleuchtung, gemäß 10.3 berechnet, in MJ;
$E_{p,\text{heat},m}$	der Monatsverbrauch an Primärenergie für Heizung, gemäß 10.3 berechnet, in MJ;
$E_{p,\text{cool},m}$	der Monatsverbrauch an Primärenergie für Kühlung, gemäß 10.4 berechnet, in MJ;
$E_{p,\text{aux},m}$	der Monatsverbrauch an Primärenergie für Hilfsgeräte (Ventilatoren und Pumpen), gemäß 10.5 berechnet, in MJ;
$E_{p,\text{pv},m}$	die monatliche Primärenergieeinsparung dank der Stromerzeugung durch eine Photovoltaikanlage vor Ort, gemäß 13.7 von Anlage PER berechnet, in MJ;
$E_{p,\text{cogen},m}$	die monatliche Primärenergieeinsparung dank der Stromerzeugung durch eine eigene KWK-Anlage, gemäß 10.6 berechnet, in MJ.

10.3 Primärenergieverbrauch für Heizung und Kühlung

Der monatliche Primärenergieverbrauch der BSE-Einheit für Heizung und Kühlung wird folgendermaßen bestimmt:

$$E_{p,\text{heat},m} = \sum_i (f_p \times Q_{\text{heat,final,sec } i,m,\text{pref}} + f_p \times Q_{\text{heat,final,sec } i,m,\text{npref}})$$

$$+ \sum_j (f_p \times Q_{\text{hum,final,j,m,pref}} + f_p \times Q_{\text{hum,final,j,m,npref}})$$

und

$$E_{p,\text{cool,m}} = \sum_i (f_p \times Q_{\text{cool,final,sec i,m,pref}} + f_p \times Q_{\text{cool,final,sec i,m,npref}})$$

wobei:

f_p	der übliche Umrechnungsfaktor in Primärenergie für den Energieträger des betrachteten Erzeugungsgerätes, wie im Haupttext dieses Erlasses festgelegt (-);
$E_{p,\text{heat,m}}$	der monatliche Primärenergieverbrauch für das Heizen der BSE-Einheit, in MJ;
$Q_{\text{heat,final,sec i,m,pref}}$	der monatliche Endenergieverbrauch des (der) bevorzugten Wärmeerzeugers(s) von Energiebereich i, gemäß 7.2.1 bestimmt, in MJ;
$Q_{\text{heat,final,sec i,m,npref}}$	der monatliche Endenergieverbrauch des (der) nicht bevorzugten Wärmeerzeugers(s) von Energiebereich i, gemäß 7.2.1 bestimmt, in MJ;
$Q_{\text{hum,final,j,m,pref}}$	der monatliche Endenergieverbrauch des (der) bevorzugten Wärmeerzeugers(s) von Befeuchter j, gemäß 7.2.1 bestimmt, in MJ;
$Q_{\text{hum,final,j,m,npref}}$	der monatliche Endenergieverbrauch des (der) nicht bevorzugten Wärmeerzeugers(s) von Befeuchter j, gemäß 7.2.1 bestimmt, in MJ;
$E_{p,\text{cool,m}}$	der monatliche Primärenergieverbrauch für das Kühlen der BSE-Einheit, in MJ;
$Q_{\text{cool,final,sec i,m,pref}}$	der monatliche Endenergieverbrauch des (der) bevorzugten Kälteerzeugers(s) von Energiebereich i, gemäß 7.2.2 bestimmt, in MJ;
$Q_{\text{cool,final,sec i,m,npref}}$	der monatliche Endenergieverbrauch des (der) nicht bevorzugten Kälteerzeugers(s) von Energiebereich i, gemäß 7.2.2 bestimmt, in MJ.

Für alle Energiebereiche i und alle Befeuchter j der BSE-Einheit muss eine Summe erstellt werden.

10.4 Primärenergieverbrauch der Hilfsgeräte

Der monatliche Primärenergieverbrauch der Ventilatoren, Pumpen und Zündflammen wird folgendermaßen bestimmt:

$$E_{p,\text{aux,m}} = f_p \cdot 3.6 \cdot (W_{\text{fans,m}} + W_{\text{pumps,m}} + W_{\text{aux,m}} + W_{\text{aux,free,m}} + W_{\text{precool,m}}) + f_p (Q_{\text{pilot}})$$

wobei:

$E_{p,aux,m}$ der monatliche Primärenergieverbrauch der Hilfsgeräte (Ventilatoren und Pumpen), in MJ;

f_p der übliche Umrechnungsfaktor in Primärenergie für den betrachteten Energieträger, wie im Haupttext dieses Erlasses festgelegt (-);

$W_{fans,m}$ der monatliche Stromverbrauch der Ventilatoren der BSE-Einheit, gemäß 8.1.2 bestimmt, in kWh;

$W_{pumps,m}$ der monatliche Stromverbrauch der Pumpen der BSE-Einheit, gemäß 8.2.2 bestimmt, in kWh;

$W_{aux,m}$	Zusätzlicher monatlicher Stromverbrauch für Kältemaschinen in der BSE-Einheit, bestimmt gemäß 8.3, in kWh
$W_{aux,free,m}$	Monatlicher Stromverbrauch für Freikühlung in der BSE-Einheit, bestimmt gemäß 8.4, in kWh
$W_{precool,m}$	Monatlicher Stromverbrauch für Vorkühlung der Zuluft, bestimmt gemäß 8.6, in kWh

$Q_{pilot,m}$ der monatliche Stromverbrauch der Zündflammen der Erzeugergeräte, die zum Heizen und/oder zum Befeuchten der BSE-Einheit beitragen, gemäß 8.53 bestimmt, in MJ.

10.5 Primärenergieverbrauch für Beleuchtung

Der jährliche Primärenergieverbrauch für Beleuchtung wird folgendermaßen bestimmt:

$$E_{p,light,m} = f_p \cdot 3.6 \cdot W_{light,m}$$

wobei:

$E_{p,light,m}$ Monatlicher Primärenergieverbrauch für Beleuchtung, berechnet gemäß 10.5, in MJ

f_p der übliche Umrechnungsfaktor in Primärenergie für Strom, wie im Haupttext dieses Erlasses festgelegt (-);

$W_{light,m}$ Monatlicher Stromverbrauch für die Beleuchtung der BSE-Einheit, gemäß 9.2 bestimmt, in kWh

10.6 Primärenergieeinsparung durch Kraft-Wärme-Kopplung vor Ort

Die äquivalente monatliche Primärenergieeinsparung dank eigener Kraft-Wärme-Kopplungsanlage(n) (KWK) wird folgendermaßen bestimmt:

$$E_{p,cogen,m} = \sum_i f_p \times 3.6 \times W_{cogen,m,i}$$

wobei:

$E_{p,cogen,m}$ die monatliche Reduzierung des Primärenergieverbrauchs, die der durch eigene KWK monatlich erzeugten Strommenge entspricht, in MJ;

f_p der übliche Umrechnungsfaktor in Primärenergie für den selbst durch KWK erzeugten Strom, wie im Haupttext dieses Erlasses festgelegt (-);

$W_{cogen,i,m}$ die durch die eigene KWK-Anlage i monatlich erzeugte Strommenge, gemäß Anlage A.4 bestimmt, in kWh.

Für alle eigenen KWK-Systeme i muss eine Summe erstellt werden.

Anhang A: Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)

A.1. Prinzip

Eine Kraft-Wärme-Kopplungsanlage (KWK) erzeugt sowohl Wärme als auch Strom. Der endgültige Energieverbrauch (d. h. der Verbrauch von Brennstoffmaterial) der Kraft-Wärme-Kopplung wird in Punkt 10.2 der Anlage PER für die Energiezonen einer PEB-Einheit für Wohnzwecke und in Punkt 7.2 dieser Anlage für die Energiezonen der PEB-Einheit für Büro-, Dienstleistungs- und Bildungszwecke berechnet.

In diesem Anhang A wird die Energieerzeugung durch Kraft-Wärme-Kopplung berechnet. Die erzeugte Energie wird in Punkt 12.2.2 der Anlage PER für PEB-Einheiten für Wohnzwecke und in Punkt 10.6 des vorliegenden Anhangs für PEB-Einheiten für Büro-, Dienstleistungs- und Bildungszwecke in die eingesparte Primärenergieummenge umgerechnet.

A.2. Bestimmung der des Wirkungsgrads der elektrischen und thermischen Umwandlung durch Kraft-Wärme-Kopplung

Der Wirkungsgrad der elektrischen Umwandlung der Kraft-Wärme-Kopplungsanlage ist das Verhältnis zwischen der erzeugten elektrischen Energie und dem Energieinhalt (auf Basis des höheren Brennwertes) des genutzten Brennstoffes. Der Wirkungsgrad der Wärmeumwandlung ist das Verhältnis zwischen der erzeugten Wärme und dem Energieinhalt (auf Basis des höheren Brennwertes) des genutzten Brennstoffes.

Für Motoren mit interner Verbrennung von Naturgas, Gas aus Biomasse, Heiz- oder Pflanzenöl sind die Umwandlungsleistungen in Punkt A.2.1 aufgeführt. Die Umwandlungswirkungsgrade sonstiger Technologien sind in Punkt A.2.2 beschrieben.

A.2.1. Bestimmung des Wirkungsgrads der elektrischen und thermischen Umwandlung eines Motors mit interner Verbrennung von Naturgas, Gas aus Biomasse, Heiz- oder Pflanzenöl

Die Methode zur Bestimmung der Umwandlungsleistung ist von der elektrischen Leistung der Kraft-Wärme-Kopplungsanlage abhängig.

Wenn die Leistung der Kraft-Wärme-Kopplungsanlage nicht bekannt ist, kann diese wie folgt bestimmt werden:

$$P_{\text{cogen,elec}} = a \cdot (P_{\text{cogen,th}})^b$$

[kW]

wobei:

$P_{\text{cogen,elec}}$ elektrische Leistung der Kraft-Wärme-Kopplungsanlage in kW;

- a, b Parameter (Variablen je nach verwendetem Brennstoff), um die elektrische Leistung je nach thermischer Leistung, wie in Tabelle 26 (-) enthalten, zu bestimmen;
- $P_{\text{cogen,th}}$ thermische Leistung der Kraft-Wärme-Kopplungsanlage in kW. Diese Leistung wird gemäß der verwendeten Methode für Gasgeräte festgelegt.

Tabelle 26 - Parameter zur Bestimmung der elektrischen Leistung je nach thermischer Leistung (Motor mit interner Verbrennung)

Brennstoff	a	b
Naturgas	0,3323	1,123
Gas aus Biomasse	0,3305	1,147
Heizöl	0,3947	1,131
Pflanzenöl	0,3306	1,152

Fall 1: $P_{\text{cogen,elec}} < 5 \text{ kW}$

Bestimmen Sie den Wirkungsgrad der elektrischen und thermischen Umwandlung der Kraft-Wärme-Kopplungsanlage in Tabelle 27:

Tabelle 27 - Wirkungsgrad der elektrischen und thermischen Umwandlung der Kraft-Wärme-Kopplungsanlage (Motor mit interner Verbrennung, $P_{\text{cogen,elec}} < 5 \text{ kW}$)

Brennstoff	$\varepsilon_{\text{cogen,elec}}$	$\varepsilon_{\text{cogen,th}}$
Naturgas	0,251	0,573
Gas aus Biomasse	0,248	0,542
Heizöl	0,279	0,536
Pflanzenöl	0,268	0,573

Fall 2: $5 \text{ kW} \leq P_{\text{cogen,elec}} \leq 5000 \text{ kW}$

Die Wirkungsgrade der elektrischen und thermischen Umwandlung der Kraft-Wärme-Kopplungsanlage werden wie folgt bestimmt:

$$\varepsilon_{\text{cogen,elec}} = a_{\text{elec}} \times (P_{\text{cogen,elec}})^{b_{\text{elec}}}$$

$$\varepsilon_{\text{cogen,th}} = a_{\text{th}} \times (P_{\text{cogen,elec}})^{b_{\text{th}}}$$

wobei:

$\varepsilon_{\text{cogen,elec}}$ Wirkungsgrad der elektrischen Umwandlung der Kraft-Wärme-Kopplungsanlage (-);

$a_{\text{elec}}, b_{\text{elec}}$ Parameter (Variablen je nach verwendetem Brennstoff), um den Wirkungsgrad der elektrischen Umwandlung, wie in Tabelle 28 (-) enthalten, zu bestimmen;

$P_{\text{cogen,elec}}$	elektrische Leistung der Kraft-Wärme-Kopplungsanlage in kW. Falls diese Leistung nicht bekannt ist, kann sie wie folgt bestimmt werden;
$\varepsilon_{\text{cogen,th}}$	Wirkungsgrad der thermischen Umwandlung der Kraft-Wärme-Kopplungsanlage (-);
$a_{\text{th}}, b_{\text{th}}$	Parameter (Variablen je nach verwendetem Brennstoff), um den Wirkungsgrad der thermischen Umwandlung, wie in Tabelle 28 (-) enthalten, zu bestimmen.

Tabelle 28 - Parameter zur Bestimmung des Wirkungsgrades der elektrischen und thermischen Umwandlung der Kraft-Wärme-Kopplungsanlage (Motor mit interner Verbrennung, $5 \text{ kW} \leq P_{\text{cogen,elec}} \leq 5000 \text{ kW}$)

Brennstoff	a_{elec}	b_{elec}	a_{th}	b_{th}
Naturgas	0.228	0.061	0.623	-0.053
Gas aus Biomasse	0.222	0.069	0.601	-0.065
Heizöl	0.253	0.063	0.587	-0.057
Pflanzenöl	0.240	0.070	0.637	-0.066

Fall 3: $P_{\text{cogen,elec}} > 5000 \text{ kW}$

Bestimmen Sie den Wirkungsgrad der elektrischen und thermischen Umwandlung der Kraft-Wärme-Kopplungsanlage in Tabelle 29.

Tabelle 29 - Wirkungsgrad der elektrischen und thermischen Umwandlung der Kraft-Wärme-Kopplungsanlage (Motor mit interner Verbrennung, $P_{\text{cogen,elec}} > 5000 \text{ kW}$)

Brennstoff	$\varepsilon_{\text{cogen,elec}}$	$\varepsilon_{\text{cogen,th}}$
Naturgas	0.384	0.396
Gas aus Biomasse	0.400	0.345
Heizöl	0.433	0.361
Pflanzenöl	0.436	0.363

A.2.2. Bestimmung des Wirkungsgrades der elektrischen und thermischen Umwandlung von Technologien, die sich von Motoren mit interner Verbrennung von Naturgas, Gas aus Biomasse, Heizöl und Pflanzenöl unterscheiden

Die Wirkungsgrade der elektrischen und thermischen Umwandlung von Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen, die nicht in Punkt A.2.1. aufgeführt sind (wie Stirlingmotoren, Gasturbinen, ORC-Systeme, Brennstoffzellen etc.), werden wie folgt bestimmt:

$\varepsilon_{\text{cogen,elec}} = 0.77 \cdot \frac{P_{\text{cogen,elec}}}{P_{\text{cogen,elec}} + P_{\text{cogen,th}}}$	[-]
--	-----

$\varepsilon_{\text{cogen,th}} = 0.77 \cdot \frac{P_{\text{cogen,th}}}{P_{\text{cogen,elec}} + P_{\text{cogen,th}}}$	[-]
--	-----

wobei:

$P_{\text{cogen,th}}$ thermische Leistung der Kraft-Wärme-Kopplungsanlage in kW.
Diese Leistung wird gemäß der für Gasgeräte angewandten Methode bestimmt;

$P_{\text{cogen,elec}}$ elektrische Leistung der Kraft-Wärme-Kopplungsanlage in kW;

A.3. Bestimmung des definitiven Monatsverbrauchs einer Kraft-Wärme-Kopplungsanlage

A.3.1. Rechenregel

Bestimmen Sie den definitiven monatlichen Energieverbrauch einer Kraft-Wärme-Kopplungsanlage i basierend auf der Heizung der Räumlichkeiten, der Befeuchtung und Kühlung durch Absorption, die durch die Kraft-Wärme-Kopplungsanlage abgedeckt ist, wie folgt:

$Q_{\text{cogen,final,i,m}} = \frac{Q_{\text{cogen,heat,i,m}} + Q_{\text{cogen,hum,i,m}} + Q_{\text{cogen,cool,i,m}}}{\varepsilon_{\text{cogen,th}}}$	[MJ]
---	------

wobei:

$Q_{\text{cogen,final,i,m}}$ definitiver monatlicher Energieverbrauch der Kraft-Wärme-Kopplungsanlage i in MJ;

$Q_{\text{cogen,heat,i,m}}$ Anteil der Kraft-Wärme-Kopplungsanlage i des monatlichen Bruttobedarfs an Wärme zum Heizen in MJ, gemäß Punkt A.3.2 bestimmt;

$Q_{\text{cogen,hum,i,m}}$ Anteil der Kraft-Wärme-Kopplungsanlage i des monatlichen Nettobedarfs an Energie zur Befeuchtung in MJ, gemäß Punkt A.3.3 bestimmt;

$Q_{\text{cogen,cool,i,m}}$ Anteil der Kraft-Wärme-Kopplungsanlage i des monatlichen Bruttobedarfs an Wärme für die Absorptionskühlung in MJ, gemäß Punkt A.3.4 bestimmt;

$\varepsilon_{\text{cogen,th}}$ Wirkungsgrad der thermischen Umwandlung der Kraft-Wärme-Kopplungsanlage, gemäß Punkt A.2 (-) bestimmt.

A.3.2. Bruttobedarf an Energie zum Heizen der Räumlichkeiten, abgedeckt durch die Kraft-Wärme-Kopplung

Bestimmen Sie den Anteil der Kraft-Wärme-Kopplungsanlage i des monatlichen Bruttobedarfs an Energie zum Heizen der Räumlichkeiten der gesamten 'PEB-Einheit' wie folgt:

$$Q_{\text{cogen,heat},i,m} = \sum_i f_{\text{heat},m,\text{pref}} \cdot (1 - f_{\text{as,heat},\text{sec},i,m}) \cdot Q_{\text{heat,gross},\text{sec},i,m} \quad [\text{MJ}]$$

wobei:

- $Q_{\text{cogen,heat},i,m}$ Anteil der Kraft-Wärme-Kopplungsanlage i des monatlichen Bruttobedarfs an Energie zum Heizen der Räumlichkeiten in MJ;
- $f_{\text{heat},m,\text{pref}}$ Anteil der Kraft-Wärme-Kopplungsanlage bei der Wärmelieferung an den entsprechenden Energiebereich, gemäß Punkt 7.3.1 (-) bestimmt;
- $f_{\text{as,heat},\text{sec},i,m}$ Anteil des Gesamtbedarfs an Wärme zum Heizen der Räumlichkeiten des Energiebereichs i , abgedeckt von einem System thermischer Solarenergie, wie in Punkt 7.2.1 (-) beschrieben;
- $Q_{\text{heat,gross},\text{sec},i,m}$ monatlicher Bruttobedarf an Energie zum Heizen der Räumlichkeiten des Energiebereichs i in MJ, gemäß Punkt 6.2 bestimmt.

Es müssen die Werte sämtlicher Energiebereiche i addiert werden, an die die Kraft-Wärme-Kopplungsanlage Wärme liefert.

A.3.3. Nettobedarf an Energie zur Befeuchtung, abgedeckt durch die Kraft-Wärme-Kopplung

Bestimmen Sie den Anteil der Kraft-Wärme-Kopplungsanlage i des monatlichen Nettobedarfs an Energie zur Befeuchtung für die gesamte 'PEB-Einheit' wie folgt:

$$Q_{\text{cogen,hum},i,m} = \sum_j f_{\text{heat},m,\text{pref}} \cdot (1 - f_{\text{as,hum},j,m}) \cdot Q_{\text{hum,net},j,m} \quad [\text{MJ}]$$

wobei:

- $Q_{\text{cogen,hum},i,m}$ Anteil der Kraft-Wärme-Kopplungsanlage i des monatlichen Nettobedarfs an Energie zur Befeuchtung in MJ;
- $f_{\text{heat},m,\text{pref}}$ Anteil der Kraft-Wärme-Kopplungsanlage bei der Lieferung von Wärme an das entsprechende Befeuchtungsgerät, gemäß Punkt 7.3.1 (-) bestimmt;
- $f_{\text{as,heat},m}$ Anteil des Gesamtbedarfs an Wärme für das Befeuchtungsgerät j , abgedeckt von einem System thermischer Solarenergie, wie in Punkt 7.2.1 (-) beschrieben;
- $Q_{\text{hum,net},j,m}$ monatlicher Nettobedarf an Energie zur Befeuchtung des Befeuchtungsgerätes j in MJ, gemäß Punkt 5.9 bestimmt.

Es müssen die Werte sämtlicher Befeuchtungsgeräte j addiert werden, an die die Kraft-Wärme-Kopplungsanlage Wärme liefert.

A.3.4. Bruttobedarf an Wärme zur Absorptionskühlung, abgedeckt durch Kraft-Wärme-Kopplung

Bestimmen Sie den Anteil der Kraft-Wärme-Kopplungsanlage i des monatlichen Bruttobedarfs an Energie zur Absorptionskühlung für die gesamte 'PEB-Einheit' wie folgt:

$$Q_{\text{cogen,cool},i,m} = \sum_i f_{\text{heat},m,\text{pref}} \cdot \frac{f_{\text{cool,pref}} \cdot Q_{\text{cool,gross},\text{sec},i,m}}{\text{EER}_{\text{nom}}} \quad [\text{MJ}]$$

wobei:

$Q_{\text{cogen,cool},i,m}$ Anteil der Kraft-Wärme-Kopplungsanlage i des monatlichen Bruttobedarfs an Energie einer Absorptionskühlungsmaschine in MJ;

$f_{\text{heat},m,\text{pref}}$ Anteil der Kraft-Wärme-Kopplungsanlage i der Lieferung von Wärme zur Absorptionskühlungsmaschine, wie gemäß Punkt 7.3.1 (-) bestimmt;

$f_{\text{cool,pref}}$ Anteil der Absorptionskühlungsmaschine bei der Lieferung von Kälte an den entsprechenden Energiebereich, wie gemäß Punkt 7.3.2 (-) bestimmt;

EER_{nom}	Wirkungsgrad der Umwandlung von Wärme in Kälte der Absorptionskältemaschine, die die Energiezone i versorgt, bestimmt gemäß 7.5.2 (-)
---------------------------	---

$Q_{\text{cool,gross},\text{sec},i,m}$ monatlicher Bruttobedarf an Energie zur Kühlung der Räume des Energiebereichs i , die von der Absorptionskühlungsmaschine geliefert wird, wie gemäß Punkt 6.2 in MJ bestimmt.

Es müssen die Werte sämtlicher Energiebereiche i addiert werden, an die die Absorptionskühlungsmaschine, die von der Kraft-Wärme-Kopplungsanlage i gespeist wird, Kälte liefert.

A.4. Bestimmung der erzeugten Menge an Strom

Bei der Berechnung wird davon ausgegangen, dass die monatlich erzeugte Strommenge im Fall einer nicht mit dem Gebäude verbundenen Kraft-Wärme-Kopplungsanlage gleich 0 beträgt. In diesem Fall ist die Primärenergie bereits im Primärenergiefaktor für die Lieferung externer Wärme verrechnet. Somit:

$$W_{\text{cogen},i,m} = 0$$

Bestimmen Sie die monatliche Strommenge, die von der mit dem Gebäude verbundenen Kraft-Wärme-Anlage i erzeugt wird, wie folgt:

$W_{\text{cogen},i,m} = \frac{\epsilon_{\text{cogen},\text{elec}}}{3,6} \cdot Q_{\text{cogen},\text{final},i,m}$		[kWh]
Dabei ist:		
$W_{\text{cogen},i,m}$	Menge des pro Monat von der Kraft-Wärme-Anlage i erzeugten Stroms in kWh	
$\epsilon_{\text{cogen},\text{elec}}$	Wirkungsgrad der Umwandlung in Strom der Kraft-Wärme-Anlage, bestimmt gemäß A.2 (-)	
$Q_{\text{cogen},\text{final},i,m}$	Definitiver monatlicher Stromverbrauch der Kraft-Wärme-Anlage i, bestimmt gemäß A.3, in MJ	

A.5. Bestimmung der Hilfsvariable X_m zur Berechnung des von der Kraft-Wärme-Anlage vor Ort gedeckten monatlichen Energieanteils

Bestimmen Sie die Hilfsvariable X_m einer Kraft-Wärme-Kopplungsanlage wie folgt:

$$X_m = \left[\sum_i (1 - f_{as,heat,sec i,m}) \cdot Q_{heat,gross,sec i,m} + \sum_j (1 - f_{as,water,bath j,m}) \cdot Q_{water,bath j,gross,m} + \sum_k (1 - f_{as,water,sink k,m}) \cdot Q_{water,sink k,gross,m} + \sum_l (1 - f_{as,hum,l,m}) \cdot Q_{hum,net,l,m} + \sum_m \frac{f_{cool,pref} \cdot Q_{cool,gross,sec n,m}}{EER_{nom}} \right] / (1000 \cdot P_{cogen,th} \cdot t_m) \quad [-]$$

wobei:

- X_m Hilfsvariable für die Kraft-Wärme-Kopplungsanlage, die den Bedarf an Wärme geteilt durch die „virtuelle“ Produktion einer Kraft-Wärme-Kopplungsanlage widerspiegelt, die während dem entsprechenden monatlichen Zeitraum bei voller Leistung und ohne Unterbrechung betrieben wird (-);
- $f_{as,m}$ Anteil des Gesamtbedarfs an Wärme, der von einem System thermischer Solarenergie abgedeckt und gemäß Punkt 10.4 der Anlage PER (bezüglich des Wärmebedarfs einer PEB-Einheit für Wohnzwecke) bzw. gemäß Punkt 7.2.1 der vorliegenden Anlage (bezüglich des Wärmebedarfs einer PEB-Einheit für Büro, Dienstleistungs- und Bildungszwecke) bestimmt wird. Die Bezeichnungen 'heat, sec i' stehen für den Bedarf an Wärme des Energiebereichs i; 'water j' und 'sink k' für die Aufbereitung von Warmwasser für Dusche oder Bad j und Küche k; 'hum,l' für den Bedarf an Wärme des Befeuchtungsgerätes l (-);
- $Q_{heat,gross,sec i,m}$ monatlicher Bruttobedarf an Energie zur Heizung der Räume des Energiebereichs i in MJ, wie gemäß Punkt 9.2.1 der Anlage PER für PEB-Einheiten für Wohnzwecke und gemäß Punkt 6.2 der vorliegenden Anlage für PEB-Einheiten für Büro, Dienstleistungs- und Bildungszwecke bestimmt;
- $Q_{water,bath j,gross,m}$ monatlicher Bruttobedarf an Energie für Warmwasser einer Dusche oder eines Bades j in MJ, wie gemäß Punkt 9.3.1 der Anlage PER für PEB-Einheiten für Wohnzwecke bestimmt;
- $Q_{water,sink k,gross,m}$ monatlicher Bruttobedarf an Energie für Warmwasser einer Küche k in MJ, wie gemäß Punkt 9.3.1 der Anlage PER für PEB-Einheiten für Wohnzwecke bestimmt;

$Q_{hum,net,l,m}$	monatlicher Nettobedarf an Energie zur Befeuchtung des Befeuchtungsgerätes l in MJ, wie gemäß Punkt 5.9 der vorliegenden Anlage für die 'EEN-Einheiten' bestimmt;
$f_{cool,pref}$	Anteil der Absorptionskühlung zur Lieferung von Kälte an den entsprechenden Energiebereich, wie gemäß Punkt 7.3.2 der vorliegenden Anlage für die 'EEN-Einheiten' (-) bestimmt;
EER_{cool}	Wirkungsgrad der Umwandlung von Wärme in Kälte der Absorptionskältemaschine, die die betreffende Energiezone versorgt, bestimmt gemäß 7.5.2 der vorliegenden Anlage (-)
$Q_{cool,gross,sec\ n,m}$	monatlicher Bruttobedarf an Energie zur Kühlung der Räume des Energiebereichs n durch die Absorptionskühlungsmaschine in MJ, wie gemäß Punkt 6.2 der vorliegenden Anlage für die 'EEN-Einheiten' bestimmt;
$P_{cogen,th}$	thermische Leistung der Kraft-Wärme-Kopplungsanlage in kW. Diese Leistung wird gemäß der für Gasgeräte angewandten Methode bestimmt;
t_m	Länge des entsprechenden Monats in Ms, siehe Tabelle 1

Es müssen sämtliche Energiebereiche i addiert werden, die mittels der Kraft-Wärme-Kopplungsanlage geheizt werden, wie die Bäder oder Duschen j sowie die Küchen k, die von der Kraft-Wärme-Kopplungsanlage für die Aufbereitung von Warmwasser mit Wärme versorgt werden (in den 'EEW-Einheiten'), aber auch die Befeuchtungsgeräte, die von der Kraft-Wärme-Kopplungsanlage mit Wärme versorgt werden, sowie sämtliche dazugehörigen Energiebereiche einer 'PEB-Einheit', die von der von der Kraft-Wärme-Kopplungsanlage gespeisten Absorptionskühlungsmaschine mit Kälte versorgt werden.

A.6. Bestimmung des Mindestinhaltes von Wasser in einem Pufferbehälter, um die innerhalb von 30 Minuten von der bei Höchstleistung betriebenen Kraft-Wärme-Kopplungsanlage produzierte Menge an Wärme zu speichern

Bestimmen Sie den Mindestinhalt von Wasser in einem Pufferbehälter, um eine Wärmeproduktion von 30 Minuten der mit dem Gebäude verbundenen Kraft-Wärme-Kopplungsanlage i zu speichern, die bei Höchstleistung betrieben wird, wie folgt:

$$V_{\text{stor},30\text{min},i} = \frac{0.44 \cdot P_{\text{cogen},\text{th},i}}{(\vartheta_{\text{cogen},i} - \vartheta_{\text{return,design},i})} \quad [\text{m}^3]$$

wobei:

$V_{\text{stor},30\text{ min},i}$	notwendiger Inhalt an Wasser in m ³ eines Pufferbehälters zur Speicherung von 30 Minuten Wärmeproduktion einer Kraft-Wärme-Kopplungsanlage;
$P_{\text{cogen},\text{th},i}$	thermische Leistung der Kraft-Wärme-Kopplungsanlage i in kW. Diese Leistung wird gemäß der für Gasgeräte angewandten Methode bestimmt;
$\vartheta_{\text{cogen},i}$	Temperatur der von der Kraft-Wärme-Kopplungsanlage gelieferten Wärme in °C.
$\vartheta_{\text{return,design},i}$	Rücklauftemperatur des Wärmeabgabesystems in °C, das von der Kraft-Wärme-Kopplungsanlage i mit Wärme versorgt wird, wie in Punkt 10.2.3.2 der Anlage PER bestimmt.

B Luftvorkühlung

B.1 Berechnungsregel

Der monatliche Multiplikationsfaktor $r_{\text{precool,seci},m}$ für die Vorkühlwirkung der Luft auf den Kühlbedarf der Energiezone i entspricht dem Multiplikationsfaktor für die Vorkühlwirkung der Lüftungszone z , zu der die Energiezone gehört:

$$r_{\text{precool,seci},m} = r_{\text{precool,zone } z,m}$$

Ist in der Lüftungszone z kein Luftvorkühlssystem vorgesehen oder wird lediglich ein Teil des Volumenstroms der Hygienelüftung der Lüftungszone z mit einem Luftvorkühlssystem gekühlt, so ist $r_{\text{precool,zone } z,m} = 1$.

Verwenden mehrere PEB-Einheiten das gleiche Luftvorkühlssystem, beträgt der Standardwert von $r_{\text{precool,zone } z,m} = 1$; günstigere Werte können nach dem Äquivalenzprinzip berücksichtigt werden.

Ist ein Luftvorkühlssystem vorhanden und wird der gesamte Volumenstrom der Hygienelüftung der Lüftungszone z mit diesem System gekühlt, muss $r_{\text{precool,zone } z,m}$ anhand des Verhältnisses zwischen der Temperaturabsenkung, die durch das Vorkühlssystem bewirkt wird, und der ursprünglichen Temperatur und dem Wirkungsgrad des Vorkühlsystems $e_{\text{precool},m}$ bestimmt werden.

$$r_{\text{precool,zone } z,m} = 1 - e_{\text{precool},m} \frac{\theta_{\text{precool,ref,max},m} - \theta_{e,V,\text{cool},m}}{\theta_{i,\text{cool}} - \theta_{e,V,\text{cool},m}} \quad [-]$$

Dabei ist:

$e_{\text{precool},m}$ Monatlicher Wirkungsgrad des betreffenden Vorkühlsystems
(-)

$\theta_{\text{precool,ref,max},m}$ Bezugstemperatur für die maximale monatliche Temperaturabsenkung in ° C

$\theta_{e,V,\text{cool},m}$ Angenommener Monatsdurchschnittswert zur Berechnung der Frischlufttemperatur der Hygienelüftung bei den Kühlungsrechnungen, bestimmt gemäß Tabelle 1, in ° C

$\theta_{i,\text{cool}}$ Angenommene mittlere Raumtemperatur für die Bestimmung des Energiebedarfs für Kühlung entsprechend Tabelle 2, in ° C

Die Ausdrücke $e_{\text{precool},m}$ und $\theta_{\text{precool,ref,max},m}$ werden für zwei Technologien in den folgenden Abschnitten behandelt.

Für andere Technologien muss $r_{\text{precool,zone } z,m}$ nach den vom Minister genannten Regeln bestimmt werden.

B.2 Erde/Wasser-Wärmepumpe

Im Erdreich installierte Wärmepumpen werden zur Kühlung oder Erwärmung der Luft verwendet (Vorkühlung oder Vorerwärmung). Dabei wird die Wärmekapazität des Erdreichs als Quelle für die abzugebende Wärme genutzt.

In ausreichender Tiefe ist die Temperatur des Erdreichs gleichbleibend stabil. Im Sommer kann die Luft gekühlt werden, im Winter erwärmt. Bei Erde/Wasser-Wärmepumpen wird das Wasser durch Rohre geleitet, die über einen Sammler an eine Luftbatterie angeschlossen sind. Das Wasser wird mit einer Pumpe in Umlauf gebracht und kühlt oder wärmt die Luft.

B.2.1 Wirkungsgrad $e_{\text{precool},m}$ des Vorkühlsystems

Für Erde/Wasser-Wärmetauscher beträgt der Standardwert:

$e_{\text{precool},m} = 0.7 \cdot w_{\text{soil/water},m}$		[-]
Dabei ist:		
$w_{\text{soil/water},m}$	Monatlicher Faktor zur Berücksichtigung der Betriebszeit des Erde/Wasser-Wärmetauschers (-): - Wenn $\theta_{e,m} - \theta_{\text{soil},m} \leq 0$ ist $w_{\text{soil/water},m} = 0$ - Wenn $0 < \theta_{e,m} - \theta_{\text{soil},m} \leq 2$ ist $w_{\text{soil/water},m} = 0,5$ - Wenn $\theta_{e,m} - \theta_{\text{soil},m} > 2$ ist $w_{\text{soil/water},m} = 1$	
dabei ist:		
$\theta_{e,m}$	Mittlere monatliche Außentemperatur gemäß Tabelle 1, in ° C	
$\theta_{\text{soil},m}$	Mittlere monatliche Temperatur des Erdreichs, bestimmt in Abhängigkeit von der Tiefe der Rohrleitungen, wie in B.2.2 bestimmt, in ° C	

B.2.2 Bezugstemperatur für die maximale Temperaturabsenkung $\theta_{\text{precool,ref,max},m}$

Die Bezugstemperatur zur Bestimmung der Leistung des Erde/Wasser-Wärmetauschers ergibt sich wie folgt:

$$\theta_{\text{precool,ref,max},m} = \frac{1}{1 - \frac{0.34 \cdot \sum \dot{V}_{\text{hygseci},k}}{1160 \dot{V}_w} + \frac{1}{e_{\text{wt}} - 1}} \left(\frac{e_{\text{wt}} \theta_{\text{soil},m}}{e_{\text{wt}} - 1} - \frac{0.34 \cdot \sum \dot{V}_{\text{hygseci},k}}{1160 \dot{V}_w} \theta_{eV,\text{cool},m} \right)$$

[°C]

Dabei ist:

$\dot{V}_{\text{hygseci},k}$ Teilstrom k des Auslegungsvolumenstroms der Frischluftversorgung, der durch die Erde/Wasser-Wärmepumpe geleitet wird, in der Energiezone i , in m³/h

$\dot{V}_w$ Volumenstrom des Wassers in der Erde/Wasser-Wärmepumpe, in m³/h

e_{wt}	Wirkungsgrad der Erde/Wasser-Wärmepumpe, wie unten bestimmt
$\theta_{soil,m}$	Mittlere monatliche Temperatur des Erdreichs, bestimmt für die Tiefe der Rohrleitungen, wie unten bestimmt, in °C
$\theta_{e,v,cool,m}$	Angenommener Rechenwert der Frischlufttemperatur für die Hygienelüftung bei den Kühlungsrechnungen, bestimmt gemäß Tabelle 1, in °C

Für alle Berechnungszonen i der Lüftungszone z muss die Summe gebildet werden.

Bei der Bestimmung der mittleren Monatstemperatur im Erdreich $\theta_{soil,m}$ muss zwischen horizontalen und vertikalen Rohrleitungen unterschieden werden:

- Horizontale Rohrleitungen: Abzug der mittleren Monatstemperatur des Erdreichs von Tabelle 30
- Vertikale Rohrleitungen: Bestimmung der mittleren Monatstemperatur des Erdreichs mit folgender Formel:

$\theta_{soil,m} = \frac{\theta_{soil,1m,m} + \theta_{soil,2m,m} + \theta_{soil,3m,m} + \theta_{soil,4m,m} + \theta_{soil,5m,m} \cdot (L_{soil/water} - 4)}{L_{soil/water}} \quad [^{\circ}\text{C}]$	
Dabei ist:	
$\theta_{soil,1m,m}$, $\theta_{soil,2m,m}$ $\theta_{soil,3m,m}$, $\theta_{soil,4m,m}$ $\theta_{soil,5m,m}$	Die mittlere Monatstemperatur des Erdreichs in 1, 2, 3, 4 bzw. 5 m Tiefe, abgeleitet von Tabelle 30, in °C
$L_{soil/water}$	Die maximale Tiefe der Rohrleitung im Erdreich in m

Tabelle 30 - Mittlere Temperatur im Erdreich zur Bestimmung von $\theta_{soil,m}$

	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	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
1,0 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
2,0 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
3,0 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
4,0 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 dazwischen liegende Tiefen werden die Werte der Tabelle interpoliert.

Der Wirkungsgrad der Erde/Wasser-Wärmepumpe ergibt sich aus:

$$e_{wt} = 1 - e^{-\frac{\alpha_{wt} A_{wt}}{1160 \dot{V}_w}} \quad [-]$$

Dabei ist:

α_{wt} Wärmedurchgangskoeffizient der Rohrleitungen im Erde/Wasser-Wärmetauscher, ermittelt wie unten angegeben, in W/m².K

A_{wt} Austauschfläche der Rohrleitungen, ermittelt wie unten angegeben, in m²;

$\dot{V}_w$ Wassermenge im Erde/Wasser-Wärmetauscher in m³/h

Der Wärmedurchgangskoeffizient der Rohrleitungen α_{wt} wird wie folgt ermittelt:

$$\alpha_{wt} = \left(\frac{1}{\alpha_i} + \frac{\ln\left(\frac{(D_{tube} + 2t_{tube})}{D_{tube}}\right)}{2\lambda_{tube}/D_{tube}} + \frac{\ln\left(\frac{(D_{tube} + 2t_{soil})}{(D_{tube} + 2t_{tube})}\right)}{2\lambda_{soil}/D_{tube}} \right)^{-1} \quad [W/m^2 K]$$

Dabei ist:

α_i Wärmeübergangskoeffizient in den Rohrleitungen des Wärmetauschers für die Vorkühlung, ermittelt wie unten angegeben, in W/m².K

t_{soil} Stärke des Bodenkörpers um die betreffende Rohrleitung herum, ermittelt wie unten angegeben in m

D_{tube} Innendurchmesser der Rohrleitung in m

t_{tube} Wandstärke der Rohrleitung in m

λ_{tube} Wärmeleitfähigkeit der Rohrleitung, in W/m.K

λ_{soil} Wärmeleitfähigkeit des Bodens, als Wert wird 2 angenommen, in W/m.K

Der Wärmeübergangskoeffizient innen ergibt sich wie folgt:

Für Wasser:

$$\alpha_i = 0.58 \frac{Nu}{D_{tube}} \quad [W/m^2 K]$$

Für eine Wasser-Glykol-Lösung (alle Arten):

$\alpha_i = 0.43 \frac{Nu}{D_{\text{tube}}}$	
Dabei ist:	
$Nu = \left(Nu_{\text{lam}}^5 + Nu_{\text{turb}}^5 \right)^{1/5}$	
und	
$Nu_{\text{lam}} = \left[3.66^3 + 1.61^3 \cdot \left(\frac{Re \cdot Pr \cdot D_{\text{tube}}}{L_{\text{tube}}} \right) \right]^{1/3}$	
$Nu_{\text{turb}} = \frac{f_{\text{turb}} \cdot (Re - 1000) \cdot Pr}{2 \cdot \left(1 + 12.7 \cdot \sqrt{\frac{f_{\text{turb}}}{2}} \cdot (Pr^{2/3} - 1) \right)}$	
$f_{\text{turb}} = (1.58 \cdot \ln Re - 3.28)^{-2}$	
Für Wasser: $Re = 996200 \frac{4}{3600\pi n_{\text{tube}} D_{\text{tube}}} \frac{\dot{V}_w}{D_{\text{tube}}}$ Pr = 7 Für eine Wasser-Glykol-Lösung (alle Arten): $Re = 624200 \frac{4}{3600\pi n_{\text{tube}} D_{\text{tube}}} \frac{\dot{V}_w}{D_{\text{tube}}}$ Pr = 12,5	

Die Stärke des Bodenkörpers t_{soil} um die jeweilige Rohrleitung herum ergibt sich wie folgt:

$$t_{\text{soil}} = \frac{p_{\text{tube}} - D_{\text{tube}}}{2} \quad \text{si } p_{\text{tube}} - D_{\text{tube}} < 0,5$$

$$t_{\text{soil}} = 0,25 \quad \text{si } p_{\text{tube}} - D_{\text{tube}} \geq 0,5$$

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:

$$A_{\text{wt}} = \pi \cdot D_{\text{tube}} \cdot L_{\text{tube}} \cdot n_{\text{tube}} \quad [\text{m}^2]$$

Dabei ist:

D_{tube}	Innendurchmesser der Rohrleitung in m
L_{tube}	Länge der Rohrleitung in m
n_{tube}	Anzahl der parallel geführten Rohrleitungen (-)

B.3. Kühlung durch Verdunstung

Kühlung durch Verdunstung (oder adiabatische Kühlung) besteht im Prinzip aus einer Methode, bei der die Luft in einem Gebäude durch Befeuchtung mit Wasser gekühlt wird. Von dieser Technologie gibt es zahlreiche Varianten, mit diversen Vorbehandlungen und Rückgewinnungsmethoden. Die Leistung von Kühlsystemen durch Verdunstung schwankt sehr stark und hängt von der Konzeption der Anlage ab.

Wird zur Befeuchtung der Luft normales Wasser verwendet oder wird der Luft normales Wasser entzogen, kann folgende Methode angewandt werden.

Bei allen anderen Systemen, die komplexer sind, muss der Faktor $\epsilon_{\text{precool,zone z,m}}$ anhand des Äquivalenzprinzips ermittelt werden.

B.3.1 Wirkungsgrad $e_{\text{precool,m}}$ des Vorkühlsystems

Für die Kühlung durch Verdunstung beträgt der Wirkungsgrad standardmäßig:

$$e_{\text{precool,m}} = 0.8 \cdot w_{\text{evap,m}} \quad [-]$$

Dabei ist:

$w_{\text{evap,m}}$	Ein monatlicher Faktor zur Berücksichtigung der Betriebszeit der Kühlung durch Verdunstung (-): Wenn $Q_{\text{cool,net,m}} \leq 0$ ist $w_{\text{evap,m}} = 0$ Wenn $Q_{\text{cool,net,m}} > 0$ ist $w_{\text{evap,m}} = 1$
---------------------	--

Mit:

$$Q_{\text{cool,net,m}} = \sum Q_{\text{cool,net,secl,m}} \quad [\text{MJ}]$$

Dabei ist:

$Q_{\text{cool,net,secl,m}}$	Monatlicher Nettoenergiebedarf für die Kühlung einer Energiezone i, ermittelt ohne Berücksichtigung des Kühlsystems durch Verdunstung, in MJ
------------------------------	--

Für alle Energiezonen i der Lüftungszone, die an das Verdunstungskühlsystem angeschlossen sind, ist die Summe zu bilden.

B.3.2 Bezugstemperatur für die maximale Temperaturabsenkung $\theta_{\text{precool,ref,max,m}}$

Wird die Zuluft mit normalem Wasser befeuchtet oder wird ihr normales Wasser entzogen, so ist die Bezugstemperatur die Feuchttemperatur des betreffenden Luftstroms. Der Standardwert von $\theta_{\text{precool,ref,max,m}}$ entspricht der durchschnittlichen monatlichen Feuchttemperatur nach Tabelle 31.

Tabelle 31 - Durchschnittliche monatliche Feuchttemperatur

	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
°C	1,9	1,7	3,0	5,9	9,3	12,7	14,6	14,7	12,0	9,7	4,8	2,3

Gesehen, um dem Erlass der wallonischen Regierung vom 15. Mai 2014, die Umsetzung der Verordnung vom 28. November 2013 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden beigelegt

Namur, den 15. Mai 2014

Der Ministerpräsident,
R.DEMOTTE

Der Minister für nachhaltige Entwicklung
J.-M. NOLLET