

## ÜBERSETZUNG

## ÖFFENTLICHER DIENST DER WALLONIE

[C – 2014/27224]

**15. MAI 2014 — Erlass der Wallonischen Regierung zur Ausführung des Dekrets vom 28. November 2013  
über die Energieeffizienz von Gebäuden — Addendum**

Die folgende Anlagen müssen beigefügt werden nach dem Erlass des im *Belgischen Staatsblatt* vom 30. Juli 2014 auf Seite 56186 veröffentlichten vorerwähnten Erlasses einzufügen.

**Anlage A1 - PER-Methode****METHODE ZUR BESTIMMUNG DES  
PRIMÄRENERGIEVERBRAUCHS VON WOHNGEBÄUDEN (PER-Methode)****Inhaltsverzeichnis**

- 1 GESETZLICHE VERWEISE
- 2 BEGRIFFSBESTIMMUNG
- 3 SYMBOLE, ABKÜRZUNGEN UND INDIZES
  - 3.1 Symbole und Abkürzungen
  - 3.2 Indizes
- 4 AUFBAU DER METHODE
- 5 SCHEMATISIERUNG DES GEBÄUDES
  - 5.1 Prinzip
  - 5.2 Unterteilung des Gebäudes
  - 5.3 Unterteilung der EEW-Einheiten in Energiezonen
    - 5.3.1 Prinzip
    - 5.3.2 Einteilung in Lüftungs- und Energiezonen
    - 5.3.3 Volumen und Flächen der Wände einer Energiezone
    - 5.3.4 Fehlende Heizungsanlage
- 6 INDIKATOREN DES PRIMÄRENERGIEVERBRAUCHS
  - 6.1 Primärenergieverbrauchswert
  - 6.2 Spezifischer jährlicher Primärenergieverbrauch
- 7 NETTOENERGIEBEDARF FÜR HEIZUNG UND WARMWASSERBEREITUNG
  - 7.1 Prinzip
  - 7.2 Monatlicher Nettoenergiebedarf für die Heizung der Räume pro Energiezone
  - 7.3 Monatlicher Nettoenergiebedarf für die Warmwasserbereitung
  - 7.4 Monatliche Transmissions- und Lüftungswärmeverluste
    - 7.4.1 Prinzip
    - 7.4.2 Berechnungsregel
  - 7.5 Monatlicher Wärmegewinn durch Sonneneinstrahlung und interne Wärmeproduktion
  - 7.6 Nutzungsgrad des monatlichen Wärmegewinns
  - 7.7 Transmissionswärmedurchgangskoeffizient
    - 7.7.1 Prinzip
    - 7.7.2 Berechnungsregel
  - 7.8 Wärmeübertragungskoeffizient durch Belüftung
    - 7.8.1 Prinzip
    - 7.8.2 Berechnungsregel
    - 7.8.3 Koeffizient der Wärmeverluste durch eintretende und austretende Luft
    - 7.8.4 Koeffizient der Wärmeverluste durch Hygienelüftung
    - 7.8.5 Koeffizient der Wärmeverluste durch Überlüftung
  - 7.9 Monatlicher Wärmegewinn durch interne Wärmequellen

- 7.9.1 *Prinzip*  
*Berechnungsregel*
- 7.10 Monatlicher Solarwärmegewinn
  - 7.10.1 *Prinzip*
  - 7.10.2 *Berechnungsregel*
  - 7.10.3 *Solarwärmegewinn durch ein Fenster*
    - 7.10.3.1 *Definitionen*
    - 7.10.3.3 *Durchschnittlicher Solarfaktor  $g$  eines Fensters*
    - 7.10.3.4 *Reduktionsfaktor  $FC$  für den Sonnenschutz*
    - 7.10.3.5 *Durchschnittlicher Nutzungsfaktor  $ac$*
  - 7.10.4 *Solarwärmegewinn durch eine unbelüftete Anlage zur passiven Solarenergie*
    - 7.10.4.1 *Definitionen*
    - 7.10.4.1 *Berechnungsregel*
- 8 ÜBERHITZUNGSGEFAHR UND KÜHLUNG
  - 8.1 *Prinzip*
  - 8.2 *Bestimmung des Überhitzungsindikators*
  - 8.3 *Konventionelle Wahrscheinlichkeit für den Einbau einer aktiven Kühlung*
  - 8.4 *Kühlung*
- 9 BRUTTOENERGIEBEDARF FÜR HEIZUNG UND WARMWASSER IM SANITÄRBEREICH
  - 9.1 *Präambel*
  - 9.2 *Monatlicher Bruttoenergiebedarf für die Heizung:*
    - 9.2.1 *Prinzip*
    - 9.2.2 *Durchschnittlicher monatlicher Wirkungsgrad des Systems*
  - 9.3 *Monatlicher Bruttoenergiebedarf an Warmwasser im Sanitärbereich:*
    - 9.3.1 *Prinzip*
    - 9.3.2 *Wirkungsgrad des Systems für Warmwasser im Sanitärbereich*
- 10 ENDEENERGIEVERBRAUCH FÜR HEIZUNG, WARMWASSER IM SANITÄRBEREICH UND KÜHLUNG
  - 10.1 *Präambel*
  - 10.2 *Monatlicher Endenergieverbrauch für die Raumheizung*
    - 10.2.1 *Prinzip*
    - 10.2.2 *Berechnungsregel*
    - 10.2.3 *Produktionswirkungsgrad für das Beheizen und Befeuchten der Räume*
  - 10.3 *Monatlicher Endenergieverbrauch für Warmwasser im Sanitärbereich*
    - 10.3.1 *Prinzip*
    - 10.3.2 *Berechnungsregel*
    - 10.3.3 *Produktionswirkungsgrad für Warmwasser im Sanitärbereich*
  - 10.4 *Monatlicher Beitrag an Nutzenergie eines thermischen Solarenergiesystems*
    - 10.4.1 *Heizen von Räumen und Warmwasser im Sanitärbereich*
    - 10.4.2 *Warmwasser im Sanitärbereich*
  - 10.5 *Äquivalenter monatlicher Energieverbrauch für die Kühlung*
- 11 MONATLICHER ENERGIEVERBRAUCH DER ZUSATZGERÄTE
  - 11.1 *Monatlicher Energieverbrauch für die Zusatzgerätefunktionen*
    - 11.1.1 *Prinzip*
    - 11.1.2 *Berechnungsregel für den Verbrauch an elektrischer Energie der Zusatzgeräte für die Raumheizung*
    - 11.1.3 *Berechnungsregel des Energieverbrauchs der Zündflamme*

## 11.2 Monatlicher Stromverbrauch der Ventilatoren

### 11.2.1 Prinzip

### 11.2.2 Ventilatoren, die nur der technischen Belüftung dienen

### 11.2.3 Ventilatoren für die Luftheizung (kombiniert oder nicht mit einer technischen Belüftung)

## 11.3 Monatlicher Stromverbrauch für die Vorkühlung der Zuluft

### 11.3.1 Monatlicher Stromverbrauch der Erde/Wasser-Wärmepumpe

### 11.3.2 Monatlicher Stromverbrauch für die Verdampfungskühlung

## 12 MONATLICHE STROMERZEUGUNG DURCH PHOTOVOLTAISCHE SOLARENERGIESYSTEME VOR ORT UND KRAFT-WÄRME-KOPPLUNG VOR ORT

### 12.1 Photovoltaische Solarenergiesysteme

#### 12.1.1 Prinzip

#### 12.1.2 Berechnungsregel

#### 12.1.3 Korrekturfaktor für die Beschattung

### 12.2 Kraft-Wärme-Kopplung

#### 12.2.1 Prinzip

#### 12.2.2 Stromerzeugung

## 13 VERBRAUCH AN PRIMÄRENERGIE

### 13.1 Präambel

### 13.2 Der charakteristische jährliche Primärenergieverbrauch

### 13.3 Der Primärenergieverbrauch für die Raumheizung

### 13.4 Der Primärenergieverbrauch für die Warmwasserbereitung im Sanitärbereich

### 13.5 Der Primärenergieverbrauch der Zusatzgeräte

### 13.6 Der äquivalente Primärenergieverbrauch für die Kühlung

### 13.7 Primärenergieeinsparung durch die Stromerzeugung von photovoltaischen Solarenergiesystemen vor Ort

### 13.8 Primärenergieeinsparung durch die Stromerzeugung einer Kraft-Wärme-Kopplungsanlage vor Ort

## ANHANG A: BEHANDLUNG VON UNBEHEIZTEN NACHBARRÄUMEN

## ANHANG B: KONTROLLIERTE LÜFTUNGSLEISTUNG

## ANHANG C. MONATLICHE SONNENEINSTRALUNG

## ANHANG D: ABGABELEISTUNG

## ANHANG E: VERTEILUNGSVERLUSTE

## ANHANG F: VERHÄLTNIS VON HEIZWERT ZU BRENNWERT VERSCHIEDENER BRENNSTOFFE

## ANHANG G: BESTIMMUNG DER WÄRMELEISTUNG EINES WÄRMETAUSCHERS

## METHODE ZUR BESTIMMUNG DES PRIMÄRENERGIEVERBRAUCHS VON WOHNGEBÄUDEN

**Vorwort**

## Nomenklatur 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 Baukosten“
- 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“

**Einführung**

In dieser Anlage PER wird die Methode zur Bestimmung des Primärenergieverbrauchs ( $E_w$ -Wert) eines Wohngebäudes beschrieben. Der  $E_w$ -Wert berücksichtigt gleichzeitig das Gebäude und seine Heizungs- und Belüftungsanlagen, die Warmwasserinstallationen, die Kühlanlagen sowie die Nutzung von erneuerbarer Energie. Diese Kombination von baulichen Möglichkeiten, der Wahl der Einbautechnik und der Produktion von erneuerbarer Energie ermöglicht es dem Urheber des Projekts, die geeignetesten Mittel einzusetzen, um den gestellten Forderungen zu entsprechen.

Der Minister kann zusätzliche Spezifikationen für die Bestimmung der Auswirkungen von Lichthöfen oder hinterlüfteten Fassaden auf die Energieeffizienz einer EEW-Einheit festlegen.

**1 Gesetzliche Verweise**

Anlage PER, BSE, U/R und NC dieses Erlasses bezieht sich auf folgende Normen. Bei datierten Normen gilt nur die angegebene Version, sofern der Minister nicht ausdrücklich eine andere Ersatzversion angibt.

|                       |                                                                                                                                                             |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ARI Standard 560:2000 | Absorption water chilling and water heating packages (ARI: Air-Conditioning and Refrigeration Institute)                                                    |
| ISO 15099:2003        | Thermal performance of windows, doors and shading devices - Detailed calculations                                                                           |
| NBN D 50-001:1991     | Dispositifs de ventilation dans les bâtiments d'habitation                                                                                                  |
| NBN EN 308:1997       | Heat exchangers - Test procedures for establishing performance of air to air and flue gases heat recovery devices                                           |
| NBN EN 410:2011       | Glass in building - Determination of luminous and solar characteristics of glazing                                                                          |
| NBN EN 1027:2000      | Windows and doors - Watertightness - Test method                                                                                                            |
| NBN EN 12309-2:2000   | Gas-fired absorption and adsorption air-conditioning and/or heat pump appliances with a net heat input not exceeding 70 kW - Part 2: Rational use of energy |

|                       |                                                                                                                                                                               |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NBN EN 13141-1:2004   | Ventilation for buildings - Performance testing of components/products for residential ventilation - Part 1: Externally and internally mounted air transfer devices.          |
| NBN EN 13363-1:2007   | Solar protection devices combined with glazing. Calculation of solar and light transmittance - Part 1: Simplified method                                                      |
| NBN EN 13363-2:2005   | Solar protection devices combined with glazing - Calculation of solar and light transmittance - Part 2: Detailed calculation method                                           |
| NBN EN 13829:2001     | Thermal performance of buildings - Determination of air permeability of buildings - Fan pressurization method                                                                 |
| NBN EN 14134:2004     | Ventilation for buildings - Performance testing and installation checks of residential ventilation systems                                                                    |
| NBN EN 14511:2011     | Air conditioners, liquid chilling packages and heat pumps with electrically driven compressors for space heating and cooling                                                  |
| NEN EN 15251:2007     | Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics |
| NBN EN 60034-1:2010   | Rotating electrical machines - Part 1: Rating and performance                                                                                                                 |
| NBN EN 60904-1:2007   | Photovoltaic devices - Part 1: measurement of photovoltaic current-voltage characteristics.                                                                                   |
| NBN EN ISO 10211:2008 | Thermal bridges in building construction - Heat flows and surface temperatures - Detailed calculations                                                                        |
| NBN EN ISO 12241:1998 | Thermal insulation for building equipment and industrial installations - Calculation rules                                                                                    |
| NBN EN ISO 13789:2008 | Thermal performance of buildings - Transmission and ventilation heat transfer coefficients - Calculation method                                                               |
| NBN EN ISO 13790:2004 | Thermal performance of buildings - Calculation of energy use for heating (supersedes EN 832)                                                                                  |
| NBN EN ISO 14683:2008 | Thermal bridges in building construction - Linear thermal transmittance - Simplified methods and default values                                                               |

## 2 Begriffsbestimmung

- **Wohngebäude:** Gebäude oder Gebäudeteile, die für die ständigen oder vorübergehenden Wohnzwecke von Einzelpersonen oder Gemeinschaften bestimmt sind.
- **Büro- und Dienststellengebäude:** Gebäude oder Teil eines Gebäudes, der hauptsächlich einer der folgenden Aktivitäten vorbehalten ist:
  - verwaltende oder administrative Arbeiten eines Unternehmens, des öffentlichen Dienstes, von Freiberuflern oder Händlern;
  - freiberufliche Tätigkeiten;
  - Tätigkeiten von Dienstleistungsunternehmen.
- **Unterrichtsgebäude:** Gebäude oder Teil eines Gebäudes, der den Tätigkeiten einer Lehranstalt oder eines psychologisch-medizinisch-sozialen Zentrums vorbehalten ist, mit Ausnahme von Wohnräumen, wie in Internaten.
- **Nettoenergiebedarf für die Beheizung von Räumen:** Energie, die notwendig ist, um die Temperatur im Inneren eines geschützten Volumens über einen bestimmten Zeitraum (in unserem Fall 1 Monat in vorliegendem Anhang), im Fall der Nutzung einer Einrichtung mit einem Wirkungsgrad von 1 für das System und die Produktion, aufrecht zu erhalten.
- **Bruttoenergiebedarf für die Beheizung von Räumen:** Die an das Verteilungssystem (oder das Lagersystem) weitergeleitete Wärmeenergie zur Beheizung von Räumen durch die zur Heizung bestimmte Wärmeerzeugungsanlage.
- **Nettoenergiebedarf für die Warmwasserbereitung:** Die Energie, die nötig ist, um das sanitäre Warmwasser in einem bestimmten Zeitraum (im vorliegenden Fall in diesem Anlage 1 Monat) bei Verwendung einer Anlage mit einem Wirkungsgrad von 1 für das System und die Produktion auf die gewünschte Temperatur zu bringen.
- **Bruttoenergiebedarf für die Warmwasserbereitung:** Die an das Warmwasserverteilungssystem durch die Warmwasserbereitungsanlage weitergeleitete Energie.
- **Zentralheizung:** Heizanlage, bei der die erzeugte Wärme durch einen Wärmeträger (Flüssigkeit) zu mehr als einem Innenraum des geschützten Volumens geleitet wird.
- **Gemeinschaftsheizung:** Anlage, die für die Beheizung von mehr als einer PEB-Einheit bestimmt ist.
- **Raumheizung:** Heizanlage, bei der die Wärme in dem Raum abgegeben wird, wo sie erzeugt wird.
- **Außenmauer:** Bau oder Bauteil, der die Trennung zwischen dem geschützten Volumen und der Außenluft, dem Boden oder dem Wasser darstellt.
- **Innenwand:** Bau oder Bauteil, der das geschützte Volumen und einen angrenzenden beheizten oder nichtbeheizten Raum trennt.
- **Koeffizient der Transmissionswärmeverluste:** Die Verluste der Transmissionswärme durch eine Einheit von Wänden mit einem Temperaturunterschied von 1 Kelvin zwischen den Umgebungen, die sie trennen.
- **Koeffizient der Lüftungswärmeverluste:** Wärmeverluste mit einem Temperaturunterschied von 1 Kelvin aufgrund der Erwärmung des Luftdurchflusses, der durch Lüftung und durch eindringende Luft in einem geschützten Volumen entsteht, pro Zeiteinheit.
- **Leistungskoeffizient (Coefficient Of Performance, COP)** Das Verhältnis zwischen der Heizleistung und der absorbierten Leistung einer Wärmepumpe (Coefficient of Performance).
- **Saisonaler Leistungskoeffizient (Coefficient Of Seasonal Performance)** Das Verhältnis zwischen der abgegebenen Wärme und der mit einer Wärmepumpe in einem bestimmten Zeitraum verbrauchten Energie.
- **Wärmedurchgangskoeffizient:** Der Wärmedurchgang durch ein Bauelement zwischen den Umgebungen zu beiden Seiten des Elements, gemessen in Flächeneinheiten, Zeiteinheiten und nach Temperaturunterschied. -Die linearen Wärmebrücken sind charakterisiert durch einen längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten, die punktuellen Wärmebrücken zeichnen sich

durch einen punktbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten aus. Diese beiden Größen geben die Menge des zusätzlichen Wärmeverlusts pro Zeiteinheit und Einheit des Temperaturunterschieds durch einen Laufmeter linearer oder punktueller Wärmebrücke im Vergleich zum Wärmedurchgang durch die Bezugsfläche eines Bauelements an, das keine Wärmebrücken aufweist.

- **Kraft-Wärme-Kopplung (KWK - kombinierte Erzeugung von Wärme und Strom):** Die gekoppelte Erzeugung von Strom und Wärme, bei der sich die Wärmelieferung auf Gebäude desselben Grundstücks beschränkt, und die von der Anlage zu liefernde Gesamtwärme kann eindeutig erstellt werden.
- **Endenergieverbrauch für die Heizung:** Notwendige Energie für den Bruttobedarf an Energie für die Heizung.
- **Endenergieverbrauch für die Warmwasserbereitung:** Notwendige Energie für den Bruttobedarf an Energie für die Warmwasserbereitung.
- **Charakteristischer Jahresverbrauch an Primärenergie:** Der jährliche Verbrauch an Primärenergie für die Heizung der Räume, die Warmwasserbereitung, die (fiktive) Kühlung, die Zusatzgeräte sowie die Beleuchtung in Büros und Schulen, berechnet anhand der in dieser Anlage beschriebenen Methode für Bürogebäude und der in Anlage BSE dieses Erlasses beschriebenen Methode für Büros und Schulen. Die Einsparung von Primärenergie, die aus selbsterzeugtem Strom aus einer Photovoltaikanlage oder einer Kraft-Wärme-Kopplung gewonnen wird, wird abgezogen.
- **Energieverbrauch für die Heizung:** Die endgültige Energie, die nötig ist, um den Bruttoenergiebedarf für die Heizung zu decken, einschließlich der Energie der für den Betrieb der Anlage nötigen Zusatzgeräte.
- **Energieverbrauch für die Warmwasserbereitung:** Die endgültige Energie, die nötig ist, um den Bruttoenergiebedarf für das sanitäre Warmwasser zu decken.
- **Belüftungsdurchfluss:** Die Menge an Außenluft, die durch Belüftung pro Zeiteinheit einfließt.
- **Eintretende/austretende Luftmenge:** Die Menge an Außenluft, die in das geschützte Volumen oder in eine Energiezone pro Zeiteinheit eindringt.
- **Transmissionswärmeverlust:** Wärmeverlust aufgrund des Wärmedurchgangs.
- **Lüftungswärmeverlust:** Die Wärmeverluste aufgrund der Erwärmung der Lüftungsluft und der eindringenden Luft in das geschützte Volumen, bis die in der Anlage vorgeschriebene Innentemperatur erreicht ist.
- **Wärmeverlust:** Die Wärmemenge, die das geschützte Volumen pro Zeiteinheit durchschnittlich verliert.
- **Beheizter angrenzender Raum:** Angrenzender Raum in einem geschützten Volumen. Zur Bestimmung der Energieeffizienz wird angenommen, dass es bei dieser Art von Räumen keinen Wärmeaustausch gibt. Man unterscheidet 3 verschiedene Szenarien:
  - Einen beheizten angrenzenden Raum im betreffenden geschützten Volumen. Zum Beispiel ein Raum im geschützten Volumen eines auf dem Nachbargrundstück bestehenden Gebäudes oder im geschützten Volumen eines Teils des auf demselben Grundstück bestehenden Gebäudes. Letzterer kommt beispielsweise bei der Erweiterung eines Gebäudes in Frage.
  - Einen beheizten angrenzenden Raum mit betreffender „PEB-Einheit“. Zum Beispiel:
    - ein Raum in einer angrenzenden „PEB-Einheit“ (innerhalb des gleichen geschützten Volumens);
    - ein anderer Raum (der keine Auflagen hinsichtlich der Energieeffizienz hat) innerhalb des geschützten Volumens (zum Beispiel ein gemeinsames Treppenhaus in einem Gebäude mit mehreren Wohnungen ...);
    - ein Raum in einem angrenzenden geschützten Volumen.
  - Einen beheizten angrenzenden Raum in der betreffenden Energiezone. Zum Beispiel:
    - ein Raum in einer angrenzenden Energiezone (innerhalb der gleichen „PEB-Einheit“);
    - ein Raum in einer angrenzenden „PEB-Einheit“;
    - ein anderer Raum in demselben geschützten Volumen;
    - ein Raum in einem angrenzenden geschützten Volumen.

HINWEIS: siehe auch 5.2 zu den Übereinkommen über Räume in bestehenden angrenzenden Gebäuden oder Gebäudeteilen.

- **Unbeheizter angrenzender Raum:** Angrenzender Raum außerhalb eines geschützten Volumens, der nicht geheizt ist.
- **Solarfaktor einer Verglasung:** Das Verhältnis zwischen dem Solarfluss, der durch eine Verglasung dringt und dem Solarfluss, der auf die Verglasung auftrifft. Der Solarfaktor umfasst sowohl den direkten und diffusen Durchgang als auch die indirekten Gewinne aufgrund der Absorption des Solarflusses. Der Vergleich zwischen den Verglasungssystemen verwendet aus Gründen der Messtechnik die direkte Einstrahlung auf eine senkrecht zu den Sonnenstrahlen stehende Fläche.
- **Fenster:** (Teilweise) lichtdurchlässige Wand.
- **Wärmeträger:** Flüssigkeit oder Gas, mit (der) dem Wärmeenergie von einem Ort zum anderen gebracht wird, zum Beispiel Wasser im Kreislauf eines Heizkörpers oder ein Frostschutzmittel im Wärmetauscher einer Wärmepumpe.
- **Externe Wärmelieferung:** Lieferung von Wärme, die nicht auf dem gleichen Grundstück erzeugt wurde.
- **Wärmegewinn:** Summe der Gewinne an Solarwärme, die durch transparente/lichtdurchlässige Wände und die innere Wärmeerzeugung in das geschützte Volumen eindringen.
- **Primärenergieverbrauchswert:** Das Verhältnis zwischen dem charakteristischen Jahresverbrauch an Primärenergie des geschützten Volumens und dem charakteristischen jährlichen Bezugsverbrauch an Primärenergie.
- **Undurchsichtig:** Was dem Durchgang der Sonnenstrahlen entgegenwirkt (Gegenteil von „transparent/lichtdurchlässig“)
- **Charakteristische Luftdurchlässigkeit:** Die von der charakteristischen Druck/Menge-Kurve des betreffenden Wohngebäudes abgezogene Luftmenge oder nach der in der vorliegenden Vorschrift angegebenen Methode berechnete Luftmenge bei einem Druckunterschied von 50 Pa.
- **Interne Wärmeerzeugung:** Die von Personen, Beleuchtungskörpern, Ventilatoren, Pumpen und anderen Geräte im geschützten Volumen abgegebene Wärme.
- **Elektrische Höchstleistung eines Elektromotors (oder einer Verbindung aus Elektromotor und Ventilator):** Die maximale elektrische Leistung, die der Elektromotor (oder die Verbindung aus Elektromotor und Ventilator) bei Dauerbetrieb aufnehmen kann, einschließlich wie im vorliegenden Fall sämtliche Hilfselemente. Die elektrische Leistung wird infolgedessen an der Netzversorgung gemessen. Der Dauerbetrieb wird von der Norm NBN EN 60034-1 (Duty type S1) definiert.
- **Wirkungsgrad bei Teillast:** Wirkungsgrad der Produktion einer Anlage bei Teillast.
- **Wirkungsgrad bei Volllast:** Wirkungsgrad der Produktion einer Anlage zur Wärmeerzeugung bei Nennleistung.
- **Verteilungswirkungsgrad:** Der Anteil der produzierten Wärme oder Kälte, der effektiv zu den Heizkörpern gelangt. Wenn sich bei einer Produktion vor Ort das Produktionsgerät nicht im Gebäude befindet, enthält der Verteilungswirkungsgrad auch die Wärmeverluste der Leitungen zwischen dem Ort der Produktion und dem Gebäude.
- **Produktionswirkungsgrad:** Das Verhältnis zwischen der von einem wärmeerzeugenden Gerät gelieferten Wärme und der verwendeten Energie.
- **Wirkungsgrad des Systems:** Der effektiv verwendete Anteil der erzeugten Nutzwärme. Der Wirkungsgrad des Systems ist unterteilt in Verteilungswirkungsgrad und Emissionswirkungsgrad.
- **Wirkungsgrad einer thermischen Solaranlage:** Das Verhältnis zwischen dem monatlichen Nutzenergiebeitrag und der Energie, die der Anlage monatlich von der Sonne zugeführt wird.
- **Energiezone:** Der Teil der EEW-Einheit, der mit homogenen technischen Anlagen ausgestattet ist. Wohngebäude haben zumeist nur eine Energiezone, die dem geschützten Volumen entspricht.
- **Nutzfläche:** Die Bodenfläche laut Anlage BSE Kapitel 2 dieses Erlasses.
- **Gesamtnutzfläche:** Summe der verschiedenen Etagen des Gebäudes, die aus den Werten zwischen den Mauern oder Außenwänden errechnet wird. Die Stärke dieser

Mauern oder Zwischenwände bleibt bei dieser Berechnung unbeachtet. Die Gesamtnutzfläche umfasst die Fläche der verschiedenen Etagen dieses Gebäudes und unbeheizter, angrenzender Räume (Keller, Garage, Dachboden, Werkstatt etc.). Zudem werden Deckenöffnungen abgezogen, es sei denn, es handelt sich um ein Treppenloch. Die Gesamtnutzfläche muss für jedes Gebäude einzeln berechnet werden, nicht für alle Gebäude eines Projekts zusammen. Bei Reihenhäusern ohne direkte Verbindung muss jede Konstruktion als eigenes Gebäude betrachtet werden. Gibt es jedoch einen Zugang zwischen den einzelnen Konstruktionen, gelten sie als ein einziges Gebäude (mit mehreren EEW-Einheiten) und die Gesamtnutzfläche wird für all diese Konstruktionen zusammen berechnet.

- **Gesamte beheizte oder klimatisierte Fußbodenfläche (Ach):** Die Summe der Fußbodenflächen aller Geschosse im geschützten Volumen, gemessen zwischen den Außenflächen der Außenmauern. Berücksichtigt werden Flächen, die eine Mindesthöhe unter der Decke von 1,50 m aufweisen, sofern der betreffende Raum zumindest an einem Punkt eine Mindesthöhe von 2,20 m aufweist.

Diese Definition ist wie folgt zu ergänzen:

- Die Elemente außerhalb des geschützten Volumens gehören nicht zur gesamten beheizten oder klimatisierten Fußbodenfläche. Dies sind beispielsweise überstehende Außenwände (z. B. Dachränder, Terrassen, Stützmauern etc.), die keine Abtrennung zwischen dem Innenraum und dem Freien darstellen, wobei Boden oder angrenzende Räume nicht zum geschützten Volumen gehören.
- Die Fläche der Treppen, Aufzüge und Installationsschächte (Technikschächte) muss in jedem Geschoss als Teil der Fußbodenfläche berücksichtigt werden. Die Höhe unter der Treppe wird somit nicht berücksichtigt.
- Die Fläche der Öffnungen und Aussparungen kleiner oder gleich 4 m<sup>2</sup> muss in jedem Geschoss als Teil der Fußbodenfläche berücksichtigt werden.
- Öffnungen und Aussparungen von mehr als 4 m<sup>2</sup> sind nicht Teil der Fußbodenfläche.
- Der Begriff Außenmauer ist im weitesten Sinne als Trennwand zwischen dem Innenraum und dem Freien zu verstehen, wobei Boden oder angrenzende Räume nicht zum geschützten Volumen gehören.
- Die Messung zwischen den Außenseiten der Außenmauern bezieht sich auf die Teile des Fußbodens, die berücksichtigt wurden und an einer Außenmauer liegen. Die Messung erfolgt horizontal in Höhe der Fußbodenoberseite. Bei gemeinsamer Zwischenwand zwischen zwei geschützten Volumen muss bis zur Mittelachse der Zwischenwand gemessen werden. Treffen in Höhe der Messung zwei Außenmauern aufeinander, wird nur die Dicke der Außenmauer berücksichtigt, die den betreffenden Raum begrenzt.
- Berücksichtigte Fußbodenflächen, die nicht an einer Außenmauer liegen, werden ab der Innenkante gemessen.
- Die Fußbodenfläche, die von Trennwänden, Türen oder anderen Bauelementen eingenommen wird, welche an zwei berücksichtigte Flächen grenzen, ist ebenfalls zu berücksichtigen.
- Die Fußbodenfläche, die von Trennwänden, Türen oder anderen Bauelementen eingenommen wird, welche an eine nicht berücksichtigte Fläche grenzen, darf nicht berücksichtigt werden.
- Alle Räume, die in einer Geschosshöhe liegen und nicht vollständig durch Trennwände, Türen oder andere Bauelemente voneinander abgegrenzt sind, bilden einen Raum.
- Träger, Binder und andere Tragwerkselemente werden bei der Messung der Deckenhöhe nicht berücksichtigt.
- Geschosse, die an keiner Stelle eine Deckenhöhe von mindestens 2,20 m haben, werden nicht berücksichtigt.
- Zur Vereinfachung:
  - Die Fußbodenfläche unterhalb von Türen und Fenstern wird anhand der Außenmaße der Fenster- bzw. Türöffnungen berechnet. Bei hervorstehenden Türen oder Fenstern (z. B. bestimmte Ständerker) wird die Fußbodenfläche allerdings anhand der äußersten Maße der Zarge in Bodenhöhe berechnet.

- Elemente einer Außenmauer, die an bestimmten Stellen hervorstehen und kleiner als  $0,05 \text{ m}^2$  ( $500 \text{ cm}^2$ ) sind, werden nicht berücksichtigt. Dies gilt z. B. für Mäusezähne, Dekorelemente aus Blaustein etc.
- Nischen, die sich an bestimmten Stellen in einer Außenmauer befinden und kleiner als  $0,05 \text{ m}^2$  ( $500 \text{ cm}^2$ ) sind, werden nicht berücksichtigt. Dies gilt z. B. für Mäusezähne, Dekorelemente aus Blaustein etc.
- **Photovoltaische Solaranlage:** Eine Vorrichtung, die Sonnenenergie aufnimmt und sie in Strom umwandelt.
- **Thermische Solaranlage:** Eine Vorrichtung, die Sonnenenergie aufnimmt und sie in Wärme umwandelt.
- **Nutzungsgrad des Wärmegewinns:** Der Anteil der durch Sonneneinstrahlung und interne Quellen gewonnenen Wärme, der den Nettoenergiebedarf für die Heizung des geschützten Volumens reduziert.
- **Außentemperatur:** Die durchschnittliche Temperatur der Außenluft, gemessen über einen bestimmten Zeitraum, in diesem Fall 1 Monat laut Anlage.
- **Transparent/lichtdurchlässig:** Lässt Sonnenstrahlen ganz oder teilweise durch (Gegenteil von undurchsichtig)
  - Transparent: man kann Gegenstände klar hindurch sehen.
  - Lichtdurchlässig: man kann Gegenstände nicht klar sehen.
- **Mechanische Belüftung:** Belüftung mithilfe eines oder mehrerer Ventilatoren.
- **Natürliche Lüftung:** Belüftung, die unter Windeinwirkung und durch den Temperaturunterschied zwischen Außen- und Innenluft erfolgt.
- **PEB-Einheit:** ein Gebäude oder ein Gebäudeteil, dessen Energieeffizienz ermittelt wurde. Man unterscheidet 2 Typen:
  - EEW-Einheit: Eine Wohneinheit, deren Energieeffizienz anhand dieser Anlage ermittelt wird.
  - BSE-Einheit: Eine Einheit für Büros oder Schulen, deren Energieeffizienz laut Anlage BSE dieses Erlasses bestimmt wird (Methode zur Bestimmung des Primärenergiebedarfs von Büro-, Dienstleistungs- und Bildungsgebäuden).
- **Inneres Gebäudevolumen:** Das Volumen aller Gebäuderäume, das vor der Außenumgebung (Luft oder Wasser), vor dem Boden und allen angrenzenden Räumen, die nicht zum geschützten Volumen gehören, wärmegeschützt ist.
- **Lüftungszone:** Der geschlossene Teil einer PEB-Einheit, die mit einem unabhängigen Lüftungssystem ausgestattet ist.

## 3 Symbole, Abkürzungen und Indizes

## 3.1 Symbole und Abkürzungen

| Symbol                            | Bedeutung                                                             | Einheit               |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A                                 | Fläche (geplant)                                                      | m <sup>2</sup>        |
| A                                 | Luft                                                                  | —                     |
| B                                 | Breite                                                                | m                     |
| B                                 | Frostschutzmittel (brine)                                             | m                     |
| C                                 | Kompaktheit                                                           | m                     |
| C                                 | Effektive Wärmekapazität                                              | J/K                   |
| COP                               | Leistungskoeffizienten                                                | einer —               |
|                                   | Wärmepumpe (coefficient of performance)                               |                       |
| B                                 | Charakteristischer Jahresverbrauch                                    | an MJ                 |
|                                   | Primärenergie                                                         |                       |
| E <sub>v</sub>                    | Primärenergieverbrauchswert                                           | —                     |
| EANC                              | Angrenzender unbeheizter Raum                                         | —                     |
| EER                               | Energieeffizienz bei Klimaanlage (energy efficiency ratio)            | —                     |
| F                                 | (Reduktions-) Faktor                                                  | —                     |
| H                                 | Wärmeverlustkoeffizient                                               | W/K                   |
| I                                 | Sonneneinstrahlung                                                    | MJ/m <sup>2</sup>     |
| I                                 | Indikator (bei Überhitzung)                                           | Kh                    |
| P                                 | Umkreis                                                               | m                     |
| P                                 | Leistung                                                              | W                     |
| P                                 | Druck                                                                 | Pa                    |
| Q                                 | Wärme- oder Energiemenge                                              | MJ                    |
| R                                 | Wärmewiderstand                                                       | m <sup>2</sup> .K/W   |
| RF                                | Reduktionsfaktor                                                      | —                     |
| SPF                               | Saisonaler Leistungskoeffizient (Coefficient Of Seasonal Performance) | —                     |
| U                                 | Spannung                                                              | V                     |
| U                                 | Wärmedurchgangskoeffizient                                            | W/(m <sup>2</sup> .K) |
| V                                 | Volumen                                                               | m <sup>3</sup>        |
| V̇                                | Luftmenge, Lüftungsmenge                                              | m <sup>3</sup> /h     |
| W                                 | Strommenge                                                            | kWh                   |
| W                                 | Wasser                                                                |                       |
| a                                 | Koeffizient, numerischer Parameter, Nutzungsfaktor                    | —                     |
| b                                 | Koeffizient, numerischer Parameter                                    | —                     |
| c                                 | Korrekturfaktor                                                       | —                     |
| c                                 | spezifische Wärme                                                     | J/(kg.K)              |
| c                                 | Koeffizient                                                           | —                     |
| d                                 | Dicke                                                                 | m                     |
| f                                 | Faktor                                                                | —                     |
| g                                 | Solarfaktor                                                           | —                     |
| h                                 | Höhe                                                                  | m                     |
| l                                 | Länge                                                                 | m                     |
| m                                 | Multiplikationsfaktor                                                 | —                     |
| m                                 | Monat                                                                 | —                     |
| n                                 | Belüftungsrate                                                        | h <sup>-1</sup>       |
| q                                 | Wärmestrom                                                            | W/m <sup>2</sup>      |
| q                                 | Volumenstrom                                                          | m <sup>3</sup> /h     |
| r                                 | Reduktionsfaktor, Korrekturfaktor                                     | —                     |
| t                                 | Zeit, keine Zeit                                                      | s                     |
| z                                 | Tiefe                                                                 | m                     |
| α                                 | Absorptionskoeffizient                                                | —                     |
| α <sub>b</sub>                    | Hinderniswinkel                                                       | Grad                  |
| α <sub>v</sub>                    | Kopfwinkel                                                            | Grad                  |
| α <sub>sl</sub> , α <sub>sk</sub> |                                                                       |                       |

|           |                                               |                   |
|-----------|-----------------------------------------------|-------------------|
| $\gamma$  | Gewinn-Verlust-Verhältnis                     | -                 |
| $\eta$    | Wirkungsgrad                                  | -                 |
| $\lambda$ | Gewinn-Verlust-Verhältnis, Wärmeleitfähigkeit | - , W/(m.K)       |
| $\omega$  | Stundenwinkel                                 | Grad              |
| $\theta$  | Temperatur                                    | °C                |
| $\Phi$    | Wärmestrom, Leistung                          | W                 |
| $\rho$    | volumenbezogene Masse                         | kg/m <sup>3</sup> |
| $\tau$    | Zeitkonstante                                 | s                 |
| $\psi$    | längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient    | W/(m.K)           |
| $\chi$    | Einfallswinkel                                | Grad              |
| $\chi$    | punktbezogener Wärmedurchgangskoeffizient     | W/K               |

### 3.2 Indizes

< bedeutet: abgeleitet von

|           |                                                              |         |                                                |
|-----------|--------------------------------------------------------------|---------|------------------------------------------------|
| a         | Jahr                                                         | f       | Verwendung                                     |
| abs       | in Abwesenheit                                               | k       | Ordinalzahl                                    |
| adj       | Einstellung (< adjustment)                                   | kitchen | Küche                                          |
| AHU       | Klimagerät (< air handling unit)                             | L       | Wärmeverlust (Transmission + Lüftung) (< loss) |
| al        | Luftschicht                                                  | l       | linear                                         |
| all       | alle                                                         | leak    | leck, mangelnde Dichtigkeit                    |
| ann       | jährlich                                                     | light   | Beleuchtung                                    |
| annih     | Aufhebung                                                    | m       | Zahl                                           |
| app       | Gerät                                                        | m       | monatlich (auf monatlicher Basis)              |
| artif     | künstlich                                                    | max     | maximal                                        |
| artif     | künstlich beleuchteter                                       | meas    | gemessen                                       |
| area      | Bereich                                                      |         |                                                |
| as        | Anlage mit aktiver Nutzung der Solarenergie (< active solar) | mech    | mechanisch                                     |
| aux       | Zusatzenergie                                                | min     | minimal                                        |
| ave       | Durchschnitt                                                 | mod     | modulierend                                    |
| b         | Wasser im Heizkessel                                         | n       | Zahl                                           |
| bath      | Badezimmer                                                   | nat     | natürlich                                      |
| bf        | Untergeschoss                                                | net     | netto                                          |
| boiler    | Heizkessel                                                   | night   | Nacht                                          |
| bw        | Kellermauer                                                  | nom     | nominal                                        |
| c         | Sonnenschutz                                                 | npref   | nicht präferenziell                            |
| calc      | berechnet                                                    | on      | unter Spannung                                 |
| ch        | beheizt                                                      | oper    | in Betrieb                                     |
| char      | charakteristisch                                             |         |                                                |
| circ      | Kreislauf, Kreisleitung                                      | out     | ohne Spannung                                  |
| cogen     | Kraft-Wärme-Kopplung                                         | over    | Überbelüftung                                  |
| cons      | Verbrauch                                                    | overh   | Überhitzung (< overheating)                    |
| construct | Zwischenwände der                                            | p       | Tafel                                          |
| ions      | Wärmeverlustfläche                                           |         |                                                |
| cool      | Kühlung                                                      | p       | primär                                         |
| ctrl      | Steuerung                                                    | PER     | EEW-Einheit                                    |
| cw        | Vorhangwand                                                  | pref    | präferenziell                                  |
| D         | zu Außenluft und Wasser                                      | preh    | Vorwärmen                                      |
| D         | Tür                                                          | pres    | vorhanden                                      |
| day       | Tag                                                          | prim    | primär                                         |
| dayl      | Tageslicht                                                   | ps      | Anlage mit passiver Nutzung der Solarenergie:  |
| dayl area | Tageslichtbereich                                            | pumps   | Pumpen                                         |
| dedic     | Volontär                                                     | pv      | photovoltaisch (< photovoltaic)                |

|           |                                             |            |                                                                       |
|-----------|---------------------------------------------|------------|-----------------------------------------------------------------------|
| def       | voreingestellt                              | r          | Zahl                                                                  |
| demand    | Energiebedarf                               | r          | Strahlung                                                             |
| depth     | Tiefe                                       | rad        | Heizkörper                                                            |
| design    | Entwurf                                     | real       | reell                                                                 |
| dh        | externe Wärmelieferung (< district heating) | red, reduc | Reduzierung                                                           |
| dif       | diffus                                      | ref        | Referenz                                                              |
| dir       | direkt                                      | refl       | Reflexion                                                             |
| distr     | Verteilung                                  | req        | gefordert                                                             |
| duct      | Leitung                                     | return     | zurück                                                                |
| e         | außen, extern                               | rm         | (pro) Raum                                                            |
| eb        | zugrunde gelegte Außentemperatur            | RTO (OAR)  | verstellbare Versorgungsöffnung                                       |
| eff       | effektiv                                    | s          | Sonne, Sonneneinstrahlung                                             |
| elec      | elektrisch                                  | se         | aus dem Gebäude fließender Wärmestrom                                 |
| em        | Emission (< emission)                       | sec        | Energiezone                                                           |
| En        | Energie                                     | setpoint   | Sollwert                                                              |
| equiv     | gleichwertig                                | sh+wh      | Raumheizung und Warmwasserbereitung (< space heating + water heating) |
| excess    | überschüssig                                | shad       | beschattet (< shaded)                                                 |
| Exh       | Abzugsöffnung                               | si         | in das Gebäude fließender Wärmestrom                                  |
| extr      | Abzug                                       | sink       | Waschbecken                                                           |
| f         | Fußboden (< floor)                          | stack      | Abzugsleitung                                                         |
| F         | Fensterrahmen (< frame)                     | stor       | Lagerung                                                              |
| fan(s)    | Ventilator(en)                              | supply     | Zufluss                                                               |
| final     | Endverbrauch                                | switch     | Umschaltung                                                           |
| fitting   | Armatur                                     | sys        | Anlage (Installation)                                                 |
| flow      | Durchfluss                                  | T          | Transmission                                                          |
| fl.h      | Bodenheizung                                | t          | transparent                                                           |
| g         | Verglasung (< glazing)                      | test       | im Testzustand                                                        |
| g         | Wärmegegewinn(< gain)                       | th         | Wärme...                                                              |
| g         | Boden (< ground)                            | thresh     | Schwellenwert (< threshold)                                           |
| gen       | Produktion                                  | tubing     | Rohrleitungen                                                         |
| gross     | brutto                                      | U          | Unbeheizter angrenzender Raum (< unheated)                            |
| h         | hemisphärische Strahlung                    | unshad     | unbeschattet (< unshaded)                                             |
| heat      | Heizung (Raumheizung)                       | util       | Verwendung                                                            |
| hr        | Wärmerückgewinnung (heat recovery)          | V          | Belüftung                                                             |
| hor       | horizontal                                  | vent       | Belüftung                                                             |
| HP        | Wärmepumpe (< heat pump)                    | vert       | Vertikal                                                              |
| horshad   | Horizontbeschattung (< horizon shading)     | w          | Fenster (< window)                                                    |
| hum       | Befeuchtung                                 | wall       | Fassade                                                               |
| i         | intern, ordinal                             | wall.h     | Wandheizung                                                           |
| i         | undurchsichtiger Teil                       | water      | sanitäres Warmwasser                                                  |
| in        | eingehend                                   | wC         | mit Sonnenschutz (< with curtain)                                     |
| in/exfilt | Eindringen/Austreten                        | well       | Brunnen                                                               |
| instal    | eingebaut                                   | win        | Fenster geöffnet                                                      |
| int       | Innen                                       | woC        | ohne Sonnenschutz (< without curtain)                                 |
| insul     | Dämmung (< insulation)                      | ws         | Kombination Fenster und Fensterladen                                  |
| j         | Ordinalzahl                                 | x          | Belüftungshohlraum oder Keller                                        |
| Junctions | Bauknoten                                   | z          | Ordinalzahl                                                           |

#### 4 Aufbau der Methode

Die Bestimmung des charakteristischen Jahresverbrauchs an Primärenergie ( $E_w$ ) erfolgt in mehreren Etappen.

In einer ersten Etappe wird der monatliche Nettoenergiebedarf für Heizung und Warmwasser berechnet. In diese Berechnung fließen die Transmissionswärmeverluste, die Lüftungswärmeverluste, die Gewinne durch Solarwärme, die internen Wärmequellen und der Warmwasserverbrauch ein. Die Überhitzungsgefahr wird getrennt überprüft.

In einer zweiten Etappe wird der monatliche Nettoenergiebedarf für Heizung und Warmwasser in den monatlichen Bruttoenergiebedarf umgewandelt. Diese Umwandlung erfolgt, indem man den Nettobedarf durch den Wirkungsgrad des Systems bzw. der Heizungsanlage und der Warmwasserbereitungsanlage dividiert.

In einer dritten Etappe wird der (endgültige) monatliche Energieverbrauch für Heizung und Warmwasserbereitung ermittelt. Dazu zieht man im vorliegenden Fall die monatliche Energiezufuhr einer thermischen Solaranlage vom Bruttoenergiebedarf für Heizung und Warmwasserbereitung ab. Die Differenz daraus wird durch den Wirkungsgrad der Produktion der wärmeerzeugenden Anlage dividiert. Außerdem werden auch der (endgültige) monatliche Energieverbrauch für die Hilfsfunktionen berechnet und der entsprechende monatliche Energieendverbrauch für die Kühlung ermittelt. Wenn Strom im Gebäude mithilfe einer Photovoltaikanlage oder Kraft-Wärme-Kopplung erzeugt wird, wird die charakteristische monatliche Stromproduktion berechnet.

In einer vierten Etappe wird der charakteristische Jahresverbrauch an Primärenergie berechnet. Dazu wird zunächst jeder monatliche Energieendverbrauch (für Heizung, Warmwasserbereitung und Nebenfunktionen) mit dem Umwandlungsfaktor für Primärenergie aus der entsprechenden Energiequelle multipliziert, um den monatlichen Primärenergieverbrauch zu erhalten. Bei der selbsterzeugten Energie wird die in den Elektrizitätswerken erzielte Einsparung an Primärenergie berechnet, indem man sie mit dem geltenden Umwandlungsfaktor multipliziert. Dann addiert man den charakteristischen monatlichen Primärenergieverbrauch der 12 Monate des Jahres und zieht den charakteristischen Monatsverbrauch an Primärenergie aus dem selbsterzeugten Strom ab.

In der fünften Etappe wird der Primärenergieverbrauchswert ( $E_w$ ) aufgrund des charakteristischen jährlichen Primärenergiebedarfs, des geschützten Volumens, der gesamten beheizten oder klimatisierten Bodenfläche ( $A_{ch}$ ) und der Fläche, durch die die Transmissionswärmeverluste ( $A_{T,E}$ ) erfolgen, berechnet.

Bei verschiedenen Etappen der Berechnungen besteht die Wahl zwischen einem „einfachen Konzept“ und „einer detaillierteren Berechnung“. Das einfache Konzept beruht auf vorgegebenen Werten. Die detaillierte Berechnung erfordert zusätzliche Eingabedaten und die Bereitstellung von Informationen durch die Unternehmen.

## 5 Schematisierung des Gebäudes

### 5.1 Prinzip

Die Energieeffizienz bezieht sich oft auf ein Teilvolumen des Gebäudes, je nachdem, ob die Räume z. B. beheizt (und/oder gekühlt) sind oder nicht, oder auch nach der Bestimmung der verschiedenen Teile und ob eventuell mehrere Wohneinheiten vorhanden sind. Deshalb unterteilt man üblicherweise das Gebäude in verschiedene Teile, um die Energieeffizienz zu ermitteln. Jedes Teilvolumen, das an sich der für Wohngebäude geforderten Energieeffizienz entsprechen muss, wird EEW-Einheit genannt. Nötigenfalls wird eine weitere Unterteilung in Belüftungsbereiche und Energiezonen vorgenommen, um unterschiedliche Anlagentypen korrekt in die Berechnungen aufnehmen zu können.

#### Hinweis:

Die Unterteilung des betreffenden ganzen Gebäudes für die Bestimmung der Energieeffizienz kann sich von der eventuell für die Anforderung(en) der gesamten Wärmedämmung (Bestimmung der verschiedenen Gebäudeteile für industrielle oder nichtindustrielle Zwecke) vorzunehmenden Unterteilung unterscheiden. Hierzu müssen ein (oder mehrere) Volumen K bestimmt werden, die als der Teil des geschützten Volumens angesehen wird, der die Gebäudeteile zusammenfasst, die denselben Anforderungen in Bezug auf die globale Wärmedämmung (Niveau K) Genüge leisten müssen.

Eine weitere Unterteilung kann sich auf die Planung der Belüftungsvorrichtungen beziehen (siehe Anlage V und VI dieses Erlasses): Gegebenenfalls ist zu unterscheiden zwischen den Gebäudeteilen, die für Wohnzwecke bestimmt sind, und den Gebäudeteilen, die nicht für Wohnzwecke vorgesehen sind.

### 5.2 Unterteilung des Gebäudes

Zugrunde gelegt wird das gesamte Gebäude oder der gesamte Anbau (eines bestehenden Gebäudes), das schrittweise folgendermaßen unterteilt wird:

- Zuerst wird das geschützte Volumen (GV) festgelegt. Das GV muss mindestens alle direkt oder indirekt beheizten Räume umfassen, die zum betreffenden Gebäudeteil oder dem geplanten Anbau gehören, und die mit Heiz- und/oder Kühlgeräten (Heizkörper, Fußbodenheizung, Warmluftöffnungen, Gebläsekonvektoren etc.) ausgestattet sind.
- Das geschützte Volumen wird je nach Fall in 1 oder mehrere Teile unterteilt, die jeweils eine der nachstehenden Bestimmungen haben:
  - der für Wohnzwecke bestimmte Gebäudeteil: es gelten die Anforderungen für die Energieeffizienz von Wohngebäuden;
  - der für Büro-, Dienstleistungs- oder Bildungszwecke bestimmte Gebäudeteil, (Nicht-Wohnzwecke, für die die Anforderungen der Energieeffizienz gelten; siehe Anlage BSE zu diesem Erlass);
  - industrielle Zwecke;
  - andere Nicht-Wohnzwecke.

- Man legt den für Wohnzwecke bestimmten Teil des geschützten Volumens zugrunde.

Falls dieser Teil in seiner Gesamtheit individuellem Wohnen vorbehalten ist (zum Beispiel Einzelwohnungen), wird dieser gesamte Teil in der Folge als EEW-Einheit bezeichnet. Diese EEW-Einheit muss den Anforderungen für Wohngebäude hinsichtlich der Energieeffizienz entsprechen.

Wenn sich mehr als eine individuelle Wohneinheit in diesem Teil befinden (zum Beispiel eine Einzelwohnung in einem Gebäude mit mehreren Wohnungen), dann stellt jede Wohneinheit an sich eine EEW-Einheit dar, die den Anforderungen für Wohngebäude hinsichtlich der Energieeffizienz entsprechen muss. Die Gemeinschaftsteile dieser Art von Gebäude (zum Beispiel Treppenhaus und gemeinsame Korridore) werden bei der EE-Ermittlung nicht berücksichtigt und

müssen auch nicht den Anforderungen der Energieeffizienz entsprechen. (Für diese Gemeinschaftsteile können jedoch andere Auflagen gelten, zum Beispiel maximale U-Werte und der Anteil des gesamten Gebäudes am K-Wert).

Nur der Energieverbrauch einer EEW-Einheit wird in diesem Ermittlungsverfahren berücksichtigt. Wenn nötig oder gewünscht, wird diese EEW-Einheit in mehrere wie unter 5.3 beschriebene Energiezonen unterteilt.

Hinweis:

Die Räume des betreffenden Gebäudes oder des betreffenden Anbaus, die nicht zum geschützten Volumen gehören, sind daher per Definition nicht beheizt.

#### **WICHTIG:**

##### **Angrenzende beheizte Räume**

Man kann im Rahmen dieser Vorschrift stets von der Annahme ausgehen, dass alle Räume der bestehenden Nachbargebäude beheizte Räume sind (auch, wenn sie dies physisch nicht unbedingt sind).

**Bei der Bestimmung der Energieeffizienz wird angenommen, dass kein Wärmestrom durch die Mittelwand neben den angrenzenden beheizten Räumen vorhanden ist.**

Neben diesen Mittelwänden mit angrenzenden beheizten Räumen sind bei der Bestimmung der Energieeffizienz Transmissionswärmeströme durch die anderen Wände des geschützten Volumens zu berücksichtigen, **auch, wenn diese Teile der Gebäudehülle an ein benachbartes Grundstück angrenzen.**

### **5.3 Unterteilung der EEW-Einheiten in Energiezonen**

#### **5.3.1 Prinzip**

Damit verschiedene Räume gemeinsam eine Energiezone bilden können, müssen sie

- zur gleichen Lüftungszone gehören
- mit demselben Typ des Wärmeabgabesystems ausgestattet sein (es sei denn, man kalkuliert, im Fall einer Zentralheizung, mit dem schlechtesten Emissionswirkungsgrad)
- durch dasselbe wärmeproduzierende Gerät beheizt sein (oder gegebenenfalls derselben Kombination von wärmeproduzierenden Geräte).

Diese formelle Unterteilung erlaubt es, die verschiedenen Teilwirkungsgrade korrekt zu berechnen.

#### **5.3.2 Einteilung in Lüftungs- und Energiezonen**

Generell ist in einer EEW-Einheit nur eine Lüftungsanlage vorhanden, alle Einzelräume werden auf dieselbe Weise beheizt, wobei die Wärme von einem zentralen Gerät erzeugt wird. In diesem Fall ist es nicht nötig, die EEW-Einheit in Teilvolumen zu unterteilen: Denn die EEW-Einheit stellt die einzige Lüftungs- und Energiezone dar.

Nur wenn mehrere Arten von Anlagen vorhanden sind (was nicht sehr häufig ist), muss eine Unterteilung in Energiezonen, wie oben beschrieben, vorgenommen werden.

Die Lüftungssysteme sind in 4 verschiedene Typen unterteilt (siehe auch Anlage VHR und VHNR):

- System A: natürliche Lüftung
- System B: mechanische Lüftung mit einfachem Luftstrom durch Einblasen,
- System C: mechanische Lüftung mit einfachem Luftstrom durch Abzug,
- System D: mechanische Lüftung mit doppeltem Luftstrom.

Wenn in verschiedenen geschlossenen EEW-Einheiten unabhängige Lüftungsanlagen unterschiedlichen Typs, wie in der Unterteilung oben beschrieben, vorhanden sind, stellt jede dieser Teile eine Lüftungszone dar. Eine Energiezone kann sich nicht über verschiedene Lüftungszone erstrecken. Es gibt daher stets mindestens ebenso viele Energiezonen wie Lüftungszone.

Wenn man eine lokale Heizung (zum Beispiel eine Heizung mit elektrischem Widerstand) in einem Raum zugrunde legt und hier auch wärmeabgebende Elemente einer Zentralheizung vorhanden sind, dann wird die in diesem Raum vorhandene Zentralheizung für die Bestimmung der Energieeffizienz nicht berücksichtigt, sondern es gelten nur die Charakteristiken des lokalen Systems. Gibt es jedoch offene Kamine oder Holzöfen, dann wird das Zentralheizungssystem dennoch berücksichtigt.

Wenn verschiedene Räume der Lüftungszone auf unterschiedliche Weise beheizt werden (nach Anwendung der obigen Übereinkunft hinsichtlich der Kombination aus Zentralheizung und lokaler Heizung), so dass die verschiedenen Systeme in eine andere Kategorie fallen Tabelle [6, dann muss eine Unterteilung in Energiezonen vorgenommen werden. Diese Unterteilung ist jedoch im Fall einer Zentralheizung nicht obligatorisch. In diesem Fall können die Berechnungen anhand des niedrigsten Emissionsgrads der Tabelle [6 in der gesamten Energiezone vorgenommen werden und man kann sich nicht mehr für das in Anlage D dieser Anlage beschriebene detaillierte Berechnungsverfahren entscheiden.

Die Tatsache, dass mehrere zentrale Wärmeerzeuger die Wärme getrennt an verschiedene Teile der Lüftungszone liefern, bringt im Prinzip eine neue Unterteilung in Energiezonen mit sich. Diese Unterteilung ist jedoch nicht nötig, wenn die Wärmeerzeuger genau die gleiche Heizleistung haben (zum Beispiel bei Verwendung von 2 gleichen Heizkesseln für verschiedene Teile der Lüftungszone).

(Dieselben Regeln für die Unterteilung gelten auch, wenn jeder Bereich der Lüftungszone durch eine Kombination von parallel verbundenen zentralen Wärmeerzeugern beheizt wird, anstatt von nur einem Gerät.)

Es ist erlaubt, die EEW-Einheit in eine größere Zahl von Energiezonen aufzuteilen, aber es ist nicht obligatorisch. Eine höhere Zahl von Energiezonen führt im Allgemeinen zu mehr Berechnungsarbeit (weil zusätzliche Daten eingegeben werden müssen), hat aber wenig oder keinen Einfluss auf den kalkulierten Wert des charakteristischen Jahresenergieverbrauchs.

Wenn die EEW-Einheit Räume umfasst, die nicht mit einem Wärmeabgabesystem ausgestattet sind (zum Beispiel WC, Gänge, Abstellräume, Räume, die nicht sofort als Schlafzimmer verwendet werden ...), müssen diese Räume der anderen Energiezone eines angrenzenden Raums desselben Stockwerks zugewiesen werden. Wenn in dem betreffenden unbeheizten Raum keinerlei Vorrichtung für die Frischluftzufuhr vorhanden ist, aber innen montierte Vorrichtungen für den Lufttransport von den angrenzenden Räumen (beispielsweise ein Durchgangsraum oder Luftabzug oder auch ein Abstellraum), wird der Raum (einem) oder den angrenzenden Energiezone(n) zugeteilt, von der aus der betreffende Raum mit Luft versorgt wird.

Der charakteristische Jahresverbrauch und der Bezugsverbrauch der Primärenergie der EEW-Einheit wird nach dem vorliegenden Bestimmungsverfahren ermittelt.

### 5.3.3 Volumen und Flächen der Wände einer Energiezone

Bei der Bestimmung des Volumens  $V_{\text{sec } i}$  und der Wandflächen (beide aufgrund der Außenabmessungen) bildet die Achse der Zwischenwand die Grenze zwischen zwei Energiezonen.

#### 5.3.4 Fehlende Heizungsanlage

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

## 6 Indikatoren des Primärenergieverbrauchs

### 6.1 Primärenergieverbrauchswert

Der Primärenergieverbrauchswert der EEW-Einheit ermittelt sich aus dem Verhältnis zwischen dem charakteristischen jährlichen Primärenergieverbrauch der EEW-Einheit und einem Bezugswert, multipliziert mit 100:

$$E_w = 100 \frac{E_{\text{char ann prim en cons}}}{E_{\text{char ann prim en cons, ref, w}}} \quad (-)$$

dabei ist:

$E_w$  der Primärenergieverbrauchswert der EEW-Einheit (-);  
 $E_{\text{char ann prim en cons}}$  der charakteristische jährliche Primärenergieverbrauch der EEW-Einheit, berechnet laut 13.2, in MJ;  
 $E_{\text{char ann prim en cons, ref, w}}$  der Bezugswert für den charakteristischen jährlichen Primärenergieverbrauchswert in MJ.

Das Ergebnis muss auf die nächsthöhere Einheit aufgerundet werden.

Der Bezugswert für den charakteristischen jährlichen Primärenergieverbrauchswert wird angegeben durch:

$$E_{\text{char ann prim en cons, ref, w}} = (E_{\text{char ann prim en cons, ref, chauffage}} + E_{\text{char ann prim en cons, ref, ecs}} + E_{\text{char ann prim en cons, ref, aux}}) \cdot A_{\text{ch}} \quad (\text{MJ/Jahr})$$

dabei ist:

$$E_{\text{char ann prim en cons, ref, chauffage}} = Be_{\text{ref}} / 0.728 \quad (\text{MJ/m}^2 \cdot \text{Jahr})$$

der Bezugswert des charakteristischen jährlichen Primärenergieverbrauchswertes für die Heizung.

Dabei ist:

$$Be_{\text{ref}} = Be_{\text{pertes}} - 4500 / A_{\text{ch}} - 100 \quad (\text{MJ/m}^2 \cdot \text{Jahr})$$

der Bezugswert des jährlichen Nettobedarfs für die Heizung in MJ/m<sup>2</sup>.

wobei:

$A_{\text{ch}}$  die Gesamtfläche der beheizten oder klimatisierten Fußböden der EEW-Einheit in m<sup>2</sup> darstellt.

$Be_{\text{pertes}}$  den jährlichen Nettoenergiebedarf aufgrund von Transmissions- und Lüftungswärmeverlusten darstellt und je nach Kompaktheit ( $V_{\text{EEW}}/A_{\text{T,E}}$ ) anhand der folgenden Verhältnisse berechnet wird:

$$\text{Wenn } V_{\text{EEW}}/A_{\text{T,E}} \leq 1 \quad Be_{\text{pertes}} = 407 / (V_{\text{EEW}}/A_{\text{T,E}}) + 248 \beta_{\text{dedic, ref}} \quad (\text{MJ/m}^2 \cdot \text{Jahr})$$

$$\text{Wenn } 1 < V_{\text{EEW}}/A_{\text{T,E}} \leq 4 \quad Be_{\text{pertes}} = 298 / (V_{\text{EEW}}/A_{\text{T,E}}) + 109 + 248 \beta_{\text{dedic, ref}} \quad (\text{MJ/m}^2 \cdot \text{Jahr})$$

$$\text{Wenn } V_{\text{EEW}}/A_{\text{T,E}} > 4 \quad Be_{\text{pertes}} = 735 / (V_{\text{EEW}}/A_{\text{T,E}}) + 248 \beta_{\text{dedic, ref}} \quad (\text{MJ/m}^2 \cdot \text{Jahr})$$

$A_{\text{T,E}}$  die Gesamtfläche aller Wände darstellt, die die EEW-Einheit umschließen, und anhand derer die Transmissionswärmeverluste bei der

Bestimmung der Energieeffizienz berücksichtigt werden <sup>1</sup> (siehe auch 5.2), in m<sup>2</sup>;  
 $V_{EEW}$  das Gesamtvolumen der EEW-Einheit in m<sup>3</sup> darstellt;  
 $\beta_{dedic,ref}$  den Bezugswert der willkürlichen Belüftung in der EEW-Einheit in h<sup>-1</sup> darstellt.

Man hat:

$$V_{EEW} = \sum_i V_{sec\ i} \quad (m^3)$$

und

$$\beta_{dedic,ref} = 1.5 [0.2 + 0.5 \exp(-A_{ch}/167)] \quad (h^{-1})$$

dabei ist:

$V_{sec\ i}$  das Volumen der Energiezone i, in m<sup>3</sup>.

In der Gleichung für  $V_{EEW}$  müssen alle Energiezonen i der EEW-Einheit zusammengezählt werden.

$$E_{char\ ann\ prim\ en\ cons, ref, ecs} = \text{Max} [9793.36 / A_{ch}; 3324.5 / A_{ch} + 100.95] \quad (MJ/m^2 \cdot \text{Jahr})$$

der Bezugswert des charakteristischen jährlichen Primärenergieverbrauchswertes für die Warmwasserbereitung.

$$E_{char\ ann\ prim\ en\ cons, ref, aux} = 53 \quad (MJ/m^2 \cdot \text{Jahr})$$

der Bezugswert des charakteristischen jährlichen Primärenergieverbrauchswertes für die Zusatzgeräte.

## 6.2 Spezifischer jährlicher Primärenergieverbrauch

Der spezifische jährliche Primärenergieverbrauch der EEW-Einheit wird durch das Verhältnis zwischen dem charakteristischen jährlichen Primärenergieverbrauch dieser EEW-Einheit und der Gesamtfläche des beheizten oder gekühlten Bodens dieser EEW-Einheit ausgegeben:

$$E_{spec} = \frac{1}{3,6} \cdot \frac{E_{char\ ann\ prim\ en\ cons}}{A_{ch}} \quad (kWh/m^2 \cdot \text{Jahr})$$

dabei ist:

$E_{spec}$  spezifischer jährlicher Primärenergieverbrauch der EEW-Einheit in kWh/m<sup>2</sup>.Jahr;  
 $E_{char\ ann\ prim\ en\ cons}$  charakteristischen jährlichen Primärenergieverbrauch der EEW-Einheit, berechnet gemäß 13.2 in MJ;  
 $A_{ch}$  Gesamtfläche des beheizten oder gekühlten Bodens der EEW-Einheit in m<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Daher bleiben bei den Berechnungen für die Bestimmung von  $A_{T,E}$  nur die Bauteile unberücksichtigt, die die Trennung zwischen der EEW-Einheit und den angrenzenden beheizten Räumen darstellen.

## 7 Nettoenergiebedarf für Heizung und Warmwasserbereitung

### 7.1 Prinzip

Der Nettoenergiebedarf für die Heizung wird nach Energiezonen für alle Monate des Jahres berechnet. Dazu sind jedes Mal der gesamte Transmissions- und Lüftungswärmeverlust pro Monat bei einer angenommenen Temperatur sowie der gesamte monatliche Gewinn pro interner Wärmequelle und Solarwärme zu bestimmen. Dann erstellt man die monatliche Energiebilanz anhand des Nutzungsgrads der Wärmegewinne.

Der monatliche Nettoenergiebedarf für die Warmwasserbereitung wird pauschal nach der EEW-Einheit berechnet. Auch eine Wärmerückgewinnung kann berücksichtigt werden. Nur die folgenden Verbrauchspunkte sind zu berücksichtigen:

- die Entnahmepunkte in den Küchen
- die Dusche(n) und/oder Badewanne(n) in dem (den) Badezimmer(n).

Alle anderen Entnahmepunkte der EEW-Einheit (daher auch einschließlich des oder der Waschbecken in dem (den) Badezimmer(n)) sind nicht zu berücksichtigen.

### 7.2 Monatlicher Nettoenergiebedarf für die Heizung der Räume pro Energiezone

Der monatliche Nettoenergiebedarf für die Heizung der Räume pro Energiezone wird wie folgt berechnet:

|                                                                                                                                 |                                                                                                                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| • Wenn $\gamma_{\text{heat,sec } i,m}$ größer oder gleich 2,5 ist, gilt:                                                        |                                                                                                                                |
| $Q_{\text{heat,net,sec } i,m} = 0$                                                                                              | [MJ]                                                                                                                           |
| • Wenn $\gamma_{\text{heat,sec } i,m}$ kleiner als 2,5 ist, gilt:                                                               |                                                                                                                                |
| $Q_{\text{heat,net,sec } i,m} = Q_{L,\text{heat,sec } i,m} - \eta_{\text{util,heat,sec } i,m} \cdot Q_{g,\text{heat,sec } i,m}$ | [MJ]                                                                                                                           |
| dabei ist:                                                                                                                      |                                                                                                                                |
| $\gamma_{\text{heat,sec } i,m}$                                                                                                 | das Verhältnis zwischen dem monatlichen Wärmegewinn und dem monatlichen Wärmeverlust in der Energiezone i, ermittelt laut 7.6; |
| $Q_{\text{heat,net,sec } i,m}$                                                                                                  | der monatliche Nettoenergiebedarf für die Heizung der Energiezone i, in MJ;                                                    |
| $Q_{L,\text{heat,sec } i,m}$                                                                                                    | der monatliche Transmissions- und Lüftungswärmeverlust der Energiezone i, in MJ, ermittelt laut 7.4;                           |
| $\eta_{\text{util,heat,sec } i,m}$                                                                                              | der monatliche Ausnutzungsgrad des Wärmegewinns der Energiezone i, ermittelt laut 7.6;                                         |
| $Q_{g,\text{heat,sec } i,m}$                                                                                                    | der monatliche Wärmegewinn durch Sonneneinstrahlung und interne Wärmequellen in der Energiezone i, in MJ, ermittelt laut 7.5.  |

### 7.3 Monatlicher Nettoenergiebedarf für die Warmwasserbereitung

Der monatliche Nettoenergiebedarf für die Warmwasserbereitung einer Dusche oder einer Badewanne i ist angegeben durch:

$$Q_{\text{water,bath } i,\text{net},m} = r_{\text{water,bath } i,\text{net}} \times f_{\text{bath } i} \times \max[64, 64 + 0.220(v_{\text{EEW}} - 192)] \times t_m \quad (\text{MJ})$$

Der monatliche Nettoenergiebedarf für die Warmwasserbereitung eines Abwaschs in einer Küche <sup>2</sup> ist angegeben durch:

$$Q_{\text{water,sink } i,\text{net},m} = r_{\text{water,sink } i,\text{net}} \times f_{\text{sink } i} \times \max[16, 16 + 0.055(V_{\text{PEP}} - 192)] \times t_m \quad (\text{MJ})$$

dabei ist:

|                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $Q_{\text{water,bath } i,\text{net},m}$ | Der monatliche Nettoenergiebedarf für die Warmwasserbereitung einer Dusche oder einer Badewanne $i$ , in MJ;                                                                                                                                                            |
| $Q_{\text{water,sink } i,\text{net},m}$ | Der monatliche Nettoenergiebedarf für die Warmwasserbereitung eines Abwaschs in der Küche $i$ , in MJ;                                                                                                                                                                  |
| $r_{\text{water,bath } i,\text{net}}$   | ein Reduktionsfaktor für die Wirkung der Vorheizung des Kaltwasserzulaufs zur Dusche oder Badewanne $i$ durch Wärmerückgewinnung des Abflusses, zu ermitteln nach den zuvor vom Minister definierten Vorschriften oder andernfalls aufgrund des Äquivalenzprinzips (-); |
| $r_{\text{water,sink } i,\text{net}}$   | ein Reduktionsfaktor für die Wirkung der Vorheizung des Kaltwasserzulaufs zum Abwasch in der Küche $i$ durch Wärmerückgewinnung des Abflusses, zu ermitteln nach den zuvor vom Minister definierten Vorschriften oder andernfalls aufgrund des Äquivalenzprinzips (-);  |
| $f_{\text{bath } i}$                    | der Teil der Dusche oder der Badewanne $i$ im gesamten Nettoenergiebedarf für die Warmwasserbereitung aller Duschen und aller Badewannen der EEW-Einheit, wie unten festgelegt (-);                                                                                     |
| $f_{\text{sink } i}$                    | der Teil des Abwaschs in der Küche $i$ im gesamten Nettoenergiebedarf für die Warmwasserbereitung der (aller) Küche(n) der EEW-Einheit, wie unten festgelegt (-);                                                                                                       |
| $V_{\text{EEW}}$                        | das Gesamtvolumen der EEW-Einheit in m <sup>3</sup> ; siehe 6;                                                                                                                                                                                                          |
| $t_m$                                   | die Länge des betreffenden Monats in M, siehe Tabelle 1.                                                                                                                                                                                                                |

Falls in der EEW-Einheit keine Dusche oder Badewanne vorhanden ist<sup>3</sup>, wird dafür auch kein Warmwasserverbrauch angenommen. Ebenso gilt, falls in der EEW-Einheit kein Becken in der Küche vorhanden ist <sup>3</sup>, wird dafür auch kein Warmwasserverbrauch angenommen.

Die Teile der verschiedenen Entnahmepunkte werden wie folgt ermittelt:

$$f_{\text{bath } i} = 1/N_{\text{bath}}$$

$$f_{\text{sink } i} = 1/N_{\text{sink}}$$

dabei ist:

|                   |                                                            |
|-------------------|------------------------------------------------------------|
| $N_{\text{bath}}$ | die Gesamtzahl der Duschen und Badewannen der EEW-Einheit; |
| $N_{\text{sink}}$ | die Gesamtzahl der Abwasche in den Küchen der EEW-Einheit; |

<sup>2</sup> Eventuelle andere Warmwasserentnahmepunkte (zum Beispiel für Geschirrspüler oder Waschmaschine) werden nicht berücksichtigt). Mehrere Spülen in 1 Küche werden gegebenenfalls berücksichtigt.

<sup>3</sup> Zum Beispiel bei einem Anbau, bei dem Anforderungen an die Energieeffizienz gestellt werden.

**Tabelle [1]: Die Tageszahl, die Länge des Monats, die durchschnittliche Außentemperatur und die gesamte und diffuse durchschnittliche Sonneneinstrahlung auf eine horizontale unbeschattete Fläche**

| Monat     | Charakteristische Tag | Länge des Monats $t_m$ (Ms) | Durchschnittliche Außentemperatur des Monats $\theta_{e,m}$ (°C) | $I_{s,tot,hor,m}$ (MJ/m <sup>2</sup> ) | $I_{s,dif,hor,m}$ (MJ/m <sup>2</sup> ) |
|-----------|-----------------------|-----------------------------|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|
| Januar    | 15                    | 2.6784                      | 3.2                                                              | 71.4                                   | 51.3                                   |
| Februar   | 46                    | 2.4192                      | 3.9                                                              | 127.0                                  | 82.7                                   |
| März      | 74                    | 2.6784                      | 5.9                                                              | 245.5                                  | 155.1                                  |
| April     | 105                   | 2.5920                      | 9.2                                                              | 371.5                                  | 219.2                                  |
| Mai       | 135                   | 2.6784                      | 13.3                                                             | 510.0                                  | 293.5                                  |
| Juni      | 166                   | 2.5920                      | 16.2                                                             | 532.4                                  | 298.1                                  |
| Juli      | 196                   | 2.6784                      | 17.6                                                             | 517.8                                  | 305.8                                  |
| August    | 227                   | 2.6784                      | 17.6                                                             | 456.4                                  | 266.7                                  |
| September | 258                   | 2.5920                      | 15.2                                                             | 326.2                                  | 183.6                                  |
| Oktober   | 288                   | 2.6784                      | 11.2                                                             | 194.2                                  | 118.3                                  |
| November  | 319                   | 2.5920                      | 6.3                                                              | 89.6                                   | 60.5                                   |
| Dezember  | 349                   | 2.6784                      | 3.5                                                              | 54.7                                   | 40.2                                   |

#### 7.4 Monatliche Transmissions- und Lüftungswärmeverluste

##### 7.4.1 Prinzip

Die monatlichen Transmissionswärmeverluste in einer Energiezone werden ermittelt, indem man den Transmissionswärmedurchgangskoeffizienten mit der Länge des betreffenden Monats und dem Unterschied zwischen der durchschnittlichen Innentemperatur und der monatlichen durchschnittlichen Außentemperatur multipliziert.

Die Berechnung der monatlichen Lüftungswärmeverluste erfolgt in der gleichen Weise.

##### 7.4.2 Berechnungsregel

Die monatlichen Transmissions- und Lüftungswärmeverluste werden wie folgt bestimmt:

$$Q_{h,heat,sec\ i,m} = Q_{T,heat,sec\ i,m} + Q_{V,heat,sec\ i,m} \quad (MJ)$$

dabei ist:

$$Q_{T,heat,sec\ i,m} = H_{T,sec\ i,m} \cdot (18 - \theta_{e,m}) \cdot t_m \quad (MJ)$$

$$Q_{V,heat,sec\ i,m} = H_{V,heat,sec\ i,m} \cdot (18 - \theta_{e,m}) \cdot t_m \quad (MJ)$$

und dabei ist:

$Q_{T,heat,sec\ i,m}$  der monatliche Transmissionswärmeverlust der Energiezone i, in MJ ;

$Q_{V,heat,sec\ i,m}$  der monatliche Lüftungswärmeverlust der Energiezone i, in MJ ;

$H_{T,heat,sec\ i}$  der Transmissionswärmedurchgangskoeffizient der Energiezone i, in W/K, ermittelt laut 7.7;

|                    |                                                                                            |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| $H_{v,heat,sec i}$ | der Transmissionswärmedurchgangskoeffizient der Energiezone i, in W/K, ermittelt laut 7.8; |
| 18                 | der in dieser Anlage vorgeschriebene Berechnungswert für die Innentemperatur, in °C;       |
| $\theta_{e,m}$     | die durchschnittliche monatliche Außentemperatur, in °C, siehe Tabelle 1;                  |
| $t_m$              | die Länge des betreffenden Monats, in M, siehe Tabelle 1.                                  |

#### 7.5 Monatlicher Wärmegewinn durch Sonneneinstrahlung und interne Wärmeproduktion

Der monatliche Wärmegewinn durch Sonneneinstrahlung und interne Wärmequellen der Energiezone i wird wie folgt bestimmt:

$$Q_{g,heat,sec i,m} = Q_{i,sec i,m} + Q_{s,heat,sec i,m} \quad (MJ)$$

dabei ist :

|                      |                                                                                                          |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $Q_{i,sec i,m}$      | der monatliche Wärmegewinn durch interne Wärmeerzeugung in der Energiezone i, in MJ, ermittelt laut 7.9; |
| $Q_{s,heat,sec i,m}$ | der monatliche Wärmegewinn durch Sonneneinstrahlung in der Energiezone i, in MJ, ermittelt laut 7.10.    |

#### 7.6 Nutzungsgrad des monatlichen Wärmegewinns

Der Nutzungsgrad des monatlichen Wärmegewinns pro Energiezone wird wie folgt bestimmt:

$$\eta_{util,heat,sec i,m} = 1/\gamma_{heat,sec i,m}$$

$$\eta_{util,heat,sec i,m} = a/(a+1) \quad \text{für } \gamma_{heat,sec i,m} = 1 \quad (-)$$

$$\eta_{util,heat,sec i,m} = \frac{1 - (\gamma_{heat,sec i,m})^a}{1 - (\gamma_{heat,sec i,m})^{a+1}} \quad \text{für alle anderen Fälle} \quad (-)$$

$$\text{mit } \gamma_{heat,sec i,m} = Q_{g,heat,sec i,m} / Q_{L,heat,sec i,m} \quad (-)$$

$$a = 1 + \frac{T_{heat,sec i,m}}{54000} \quad (-)$$

dabei ist:

|                         |                                                                                                                              |
|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\gamma_{heat,sec i,m}$ | das Verhältnis zwischen dem monatlichen Wärmegewinn und den monatlichen Wärmeverlusten der Energiezone i;                    |
| $Q_{g,heat,sec i,m}$    | der monatliche Wärmegewinn durch Sonneneinstrahlung und interne Wärmeerzeugung der Energiezone i, in MJ, ermittelt laut 7.5. |
| $Q_{L,heat,sec i,m}$    | die monatlichen Transmissions- und Lüftungswärmeverluste der Energiezone i, in MJ, ermittelt laut 7.4;                       |
| a                       | ein numerischer Parameter ist;                                                                                               |
| $T_{heat,sec i,m}$      | die Zeitkonstante der Energiezone i in s.                                                                                    |

Es wird angenommen, dass die Zeitkonstante der Energiezone  $i$  gleich ist:

$$\tau_{\text{heat,sec } i,m} = \frac{C_{\text{sec } i}}{H_{T,\text{sec } i,m} + H_{V,\text{heat,sec } i}} \quad (\text{s})$$

dabei ist:

$C_{\text{sec } i}$  die effektive Wärmekapazität der Energiezone  $i$ , in J/K ;  
 $H_{T,\text{heat,sec } i}$  der Transmissionswärmedurchgangskoeffizient in W/K, ermittelt laut 7.7;  
 $H_{V,\text{heat,sec } i}$  der Transmissionswärmedurchgangskoeffizient in W/K, ermittelt laut 7.8.

Für die effektive Wärmekapazität der Energiezonen  $i$  nimmt man die Werte von Tabelle 2.

- Der Begriff „schwer“ in dieser Tabelle bezieht sich auf die Energiezonen, bei denen mindestens 90% der Fläche der horizontalen, schrägen und vertikalen Bauelemente massiv gebaut sind.
- Der Begriff „halbschwer“ bezieht sich auf die Energiezonen, bei denen mindestens 90% der horizontalen Bauelemente massiv gebaut sind, ohne durch eine Innendämmung geschützt zu sein, oder auf die Energiezonen, bei denen mindestens 90% der vertikalen und schrägen Bauelemente massiv gebaut sind.
- Der Begriff „wenig schwer“ bezieht sich auf die Energiezonen, bei denen 50 - 90% der horizontalen Bauelemente massiv gebaut sind, ohne durch eine Innendämmung geschützt zu sein, oder auf die Energiezonen, bei denen 50 - 90% der vertikalen und schrägen Bauelemente massiv gebaut sind.
- Der Begriff „leicht“ bezieht sich auf alle anderen Energiezonen.

In diesem Zusammenhang gelten Bauelemente als:

- horizontal, wenn die Neigung des Elements  $0^\circ$  oder  $180^\circ$  beträgt;
- schräg, wenn die Neigung genau zwischen  $0^\circ$  und  $60^\circ$  oder zwischen  $120^\circ$  und  $180^\circ$  liegt;
- vertikal, wenn die Neigung größer oder gleich  $60^\circ$  und kleiner oder gleich  $120^\circ$  ist;
- massiv, wenn ihre Masse mindestens  $100 \text{ kg/m}^2$  beträgt, ausgehend vom Inneren bis zu einem Luftspalt oder einer Schicht mit einer Wärmeleitfähigkeit von weniger als  $0,20 \text{ W/(m.K)}$ .

**Tabelle [2]: Wert der effektiven Wärmekapazität  $C_{\text{sec } i}$  der Energiezonen  $i$**

| Bautyp       | $C_{\text{sec } i} \text{ (J/K)}$ |
|--------------|-----------------------------------|
| Schwer       | $217\,000 V_{\text{sec } i}$      |
| Halbschwer   | $117\,000 V_{\text{sec } i}$      |
| Wenig schwer | $67\,000 V_{\text{sec } i}$       |
| Leicht       | $27\,000 V_{\text{sec } i}$       |

dabei ist:

$V_{\text{sec } i}$  das Volumen der Energiezone  $i$ , in  $\text{m}^3$ .

## 7.7 Transmissionswärmedurchgangskoeffizient

### 7.7.1 Prinzip

Der Transmissionswärmedurchgangskoeffizient entwickelt sich, wie die Geometrie des Gebäudes, dreidimensional. Das heißt man muss auch dreidimensional kalkulieren, siehe die Normen NBN EN ISO 13789 und NBN EN ISO 10211. Diese dreidimensionale Berechnungsart dient als Referenz.

Die dreidimensionale Referenzberechnung wird in dieser Anlage durch eine vereinfachte Berechnung auf der Basis nachstehender Prinzipien ersetzt:

- das Hauptelement der Transmissionswärmeverluste ist eindimensional,
- die das geschützte Volumen umgebende Fläche ist durchgehend, außer bei den Mittelmauern zu den beheizten angrenzenden Räumen,
- und die Wände sind plan.

Eine glatte Wand mit einer Fläche  $A$  zeichnet sich durch einen Wärmedurchgangskoeffizienten  $U$  aus. Alle linearen Bauknoten mit Länge  $l$  zwischen zwei Wänden haben den längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten  $\psi$  und alle punktuellen Bauknoten haben den punktbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten  $\chi$ . Die zu einer Wand gehörenden und über die ganze Fläche dieser Wand verteilten linearen und punktuellen Bauknoten sind im Wärmedurchgangskoeffizienten dieser Wand enthalten.

Der Transmissionswärmedurchgangskoeffizient wird für alle Wände zwischen der Energiezone und der Außenumgebung (Luft und Wasser), der Energiezone und dem Boden und der Energiezone und den angrenzenden unbeheizten Räumen bestimmt. Diese Wände sind auch bei der Bestimmung des Wärmeverlustkoeffizienten zu berücksichtigen, wenn sie an ein Nachbargrundstück grenzen, siehe auch 5.2.

### 7.7.2 Berechnungsregel

Der Transmissionswärmedurchgangskoeffizient für die einzelnen Energiezonen wird wie folgt bestimmt:

$$H_{T,heat,sec i} = H_{T,sec i}^{constructions} + H_{T,sec i}^{junctions} \quad (W/K)$$

dabei ist:

$H_{T,sec i}^{constructions}$  der Transmissionswärmedurchgangskoeffizient über die Zwischenwände der Wärmeverlustfläche des Energiebereiches  $i$  in W/K;

$H_{T,sec i}^{junctions}$  der Transmissionswärmedurchgangskoeffizient aufgrund der Bauknoten des Energiebereichs  $i$  in W/K.

Weitere Erklärungen zu den verschiedenen Arten der Berücksichtigung von Bauknoten (lineare wie punktuelle) finden Sie in der Anlage NC.

Der Transmissionswärmedurchgangskoeffizient über die Zwischenwände der Wärmeverlustfläche des Energiebereichs  $i$  wird wie folgt berechnet:

$$H_{T,sec i}^{constructions} = H_{D,sec i}^{constructions} + H_{g,sec i}^{constructions} + H_{U,sec i}^{constructions} \quad (W/K)$$

dabei ist:

$H_{T,sec i}^{constructions}$  der Gesamttransmissionswärmedurchgangskoeffizient über die Zwischenwände der Wärmeverlustfläche des Energiebereichs  $i$  in W/K;

$H_{D,sec i}^{constructions}$  der Wärmedurchgangskoeffizient durch direkte Wärmeübertragung zwischen der Energiezone  $i$  und der Außenluft sowie zwischen der Energiezone  $i$  und Wasser über die Zwischenwände der Wärmeverlustfläche in W/K;

$H_{g,sec i}^{constructions}$  der Transmissionswärmedurchgangskoeffizient über die Zwischenwände der Wärmeverlustfläche des Energiebereichs  $i$  zum Erdreich in W/K;

$H_{U,sec i}^{constructions}$  der Transmissionswärmedurchgangskoeffizient über die Zwischenwände der Wärmeverlustfläche des Energiebereichs  $i$  nach außen über einen angrenzenden unbeheizten Raum in W/K.

Die verschiedenen Terme sind nach den genaueren Spezifikationen von Anlage DRT zu berechnen.

Bei Elementen, deren thermische Eigenschaften nicht bekannt sind oder nicht ermittelt werden können (zum Beispiel Schichten mit komplexen Strukturen in Wandelementen usw.), kann man immer annehmen, dass der eigene Wärmewiderstand der Schicht oder des Elements gleich null ist. Der gesamte Wärmedurchgangskoeffizient wird sodann vollständig anhand der Widerstände der Kontaktflächen mit der inneren und äußeren Umgebung (aufgrund der entwickelten Flächen) und eventuell anhand der Wärmewiderstände der anderen Schichten des Elements ermittelt.

Leitungsführungen (Wasser, Gas, Strom, Abfluss usw.) und ähnliche Elemente in den Außenwänden sind nicht zu berücksichtigen, sofern ihre Gesamtfläche nicht 0,25% der Gesamtfläche ( $A_{T,E}$ ) der betreffenden EEW-Einheit, durch die der Wärmedurchgangsverlust erfolgt, übersteigt (d. h. mit Ausnahme der an beheizte Nachbarräume angrenzende Wände). In diesem Fall muss den genannten Elementen der gleiche U-Wert beigemessen werden, wie den Wänden, in denen sie sich befinden.

Bei Fensterläden wird angenommen, dass sie 8 Stunden pro Tag geschlossen sind.<sup>4</sup>

## 7.8 Wärmeübertragungskoeffizient durch Belüftung

### 7.8.1 Prinzip

Der Koeffizient des Lüftungswärmeverlusts wird bestimmt, indem man die spürbare Wärmekapazität von 1 m<sup>3</sup> Luft mit der Summe der nachstehend angeführten Luftmengen multipliziert:

- durchschnittliche Luftmenge, die durch eindringende und austretende Luft entsteht;
- durchschnittliche Luftmenge, die durch Hygienelüftung entsteht, unter Berücksichtigung eines eventuellen Korrekturfaktors für die Vorerwärmung oder eines Multiplikationsfaktors für die Vorkühlung;
- gegebenenfalls die durchschnittliche Luftmenge, die bei Verwendung einer Wärmepumpe durch Überlüftung bei der für die Warmwasserbereitung abgegebenen Lüftungsluft entsteht;
- zur Einschätzung des Risikos einer Überhitzung: die durchschnittliche Luftmenge der Lüftung durch das manuelle Öffnen der Fensterflügel.

Der mechanische Abzug, durch den Wasserdampf während des Kochens von Lebensmitteln abgeleitet wird, ist nicht zu berücksichtigen. Dasselbe gilt für den mechanischen Abzug in Toiletten oder Bädern, wenn er vorübergehend mehr Luft absaugt, ist aber nicht nötig, um den in Anlage VHR bzw. VHN dieses Erlasses angeführten Lüftungsanforderungen zu entsprechen. Hinsichtlich des Energieverbrauchs der Ventilatoren der mechanischen Systeme siehe Punkt 11.2.

### 7.8.2 Berechnungsregel

Der Wärmeübertragungskoeffizient durch Belüftung des Energiebereiches  $i$  wird wie folgt ermittelt:

- für die Berechnung der Heizung:

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

- für die Berechnung der Kühlung:

$$H_{V,cool,seci,m} = H_{V,inf/exfilt,cool,seci} + H_{V,hyg,cool,seci,m} + H_{V,over,cool,seci} \quad [W/K]$$

<sup>4</sup> Wenn die Fensterläden nicht von innen gesteuert werden, kommt kein Abzug zur Anwendung.

|                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>für die Berechnung des Indikators für die Überhitzungsgefahr:</li> </ul>                |                                                                                                                                                                                                    |
| $H_{V,overh,seci,m} = H_{V,in/exfilt,overh,seci} + H_{V,hyg,overh,seci,m} + H_{V,over,overh,seci} + H_{V,free,nat,overh,seci}$ | [W/K]                                                                                                                                                                                              |
| dabei ist:                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                    |
| $H_{V,heat,seci}$                                                                                                              | der Koeffizient der Lüftungswärmeverluste in der Energiezone i für die Berechnung der Heizung, in W/K;                                                                                             |
| $H_{V,cool,seci,m}$                                                                                                            | der Koeffizient der monatlichen Lüftungswärmeverluste in der Energiezone i für die Berechnung der Kühlung, in W/K;                                                                                 |
| $H_{V,overh,seci,m}$                                                                                                           | der Koeffizient der monatlichen Lüftungswärmeverluste in der Energiezone i für die Berechnung des Indikators für die Überhitzungsgefahr, in W/K;                                                   |
| $H_{V,in/exfilt,heat,seci}$<br>$H_{V,in/exfilt,cool,seci}$<br>$H_{V,in/exfilt,overh,seci}$                                     | der Koeffizient der Wärmeverluste durch eintretende und austretende Luft für die Bestimmung des Heiz- und Kühlbedarfs und des Indikators für die Überhitzungsgefahr, ermittelt laut 7.8.3, in W/K; |
| $H_{V,hyg,heat,seci}$                                                                                                          | der Koeffizient der Wärmeverluste durch Hygienelüftung für die Berechnung des Heizbedarfs, ermittelt laut 7.8.4, in W/K;                                                                           |
| $H_{V,hyg,cool,seci,m}$<br>$H_{V,hyg,overh,seci,m}$                                                                            | der Koeffizient der monatlichen Wärmeverluste durch Hygienelüftung für die Bestimmung des Kühlbedarfs und des Indikators für die Überhitzungsgefahr, ermittelt laut 7.8.4, in W/K;                 |
| $H_{V,over,heat,seci}$<br>$H_{V,over,cool,seci}$<br>$H_{V,over,overh,seci}$                                                    | der Koeffizient der Wärmeverluste durch Überlüftung für die Bestimmung des Heiz- und Kühlbedarfs und des Indikators für die Überhitzungsgefahr, ermittelt laut 7.8.5, in W/K;                      |
| $H_{V,free,nat,overh,seci}$                                                                                                    | der Koeffizient der Wärmeverluste durch Lüftung durch manuelles Öffnen der Fensterflügel für die Bestimmung des Indikators für die Überhitzungsgefahr, ermittelt laut 7.8.6, in W/K.               |

### 7.8.3 Koeffizient der Wärmeverluste durch eindringende und austretende Luft

Die Formeln für die Koeffizienten der Wärmeverluste durch eindringende und austretende Luft für die Energiezone i lauten wie folgt:

|                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>für die Berechnung der Heizung:</li> </ul>                      |                                                                                                                                                                                                                                                  |
| $H_{V,in/exfilt,heat,seci} = 0.34 \cdot \dot{V}_{in/exfilt,heat,seci}$                                 | [W/K]                                                                                                                                                                                                                                            |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>für die Berechnung der Kühlung:</li> </ul>                      |                                                                                                                                                                                                                                                  |
| $H_{V,in/exfilt,cool,seci} = 0.34 \cdot \dot{V}_{in/exfilt,cool,seci}$                                 | [W/K]                                                                                                                                                                                                                                            |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>für den Indikator für die Überhitzungsgefahr:</li> </ul>        |                                                                                                                                                                                                                                                  |
| $H_{V,in/exfilt,overh,seci} = 0.34 \cdot \dot{V}_{in/exfilt,overh,seci}$                               | [W/K]                                                                                                                                                                                                                                            |
| dabei ist:                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                  |
| $\dot{V}_{in/exfilt,heat,seci}$<br>$\dot{V}_{in/exfilt,cool,seci}$<br>$\dot{V}_{in/exfilt,overh,seci}$ | die Menge der durch die undichte Gebäudehülle in der Energiezone i eindringende bzw. austretende Luft, für die Berechnung der Heizung bzw. Kühlung und den Indikator für die Überhitzungsgefahr, wie nachstehend bestimmt, in m <sup>3</sup> /h. |

### Eintretende und austretende Luftmenge

Die in der Energiezone i zugrundezulegende Durchschnittsmenge, in m<sup>3</sup>/h, der ein- und austretenden Luft wird auf konventionelle Art ermittelt:

- für die Berechnung der Heizung:

|                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                        |                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| $\dot{V}_{in/exfil,heat,sec i} = 0.04 \times \dot{V}_{50,heat} \times A_{T,E,sec i}$            |                                                                                                                                                                                                                                        | [m <sup>3</sup> /h] |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>für die Berechnung der Kühlung:</li> </ul>               |                                                                                                                                                                                                                                        |                     |
| $\dot{V}_{in/exfil,cool,sec i} = 0.04 \times \dot{V}_{50,cool} \times A_{T,E,sec i}$            |                                                                                                                                                                                                                                        | [m <sup>3</sup> /h] |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>für den Indikator für die Überhitzungsgefahr:</li> </ul> |                                                                                                                                                                                                                                        |                     |
| wenn $H_{V,free,nat,overh,sec i} = 0$ :                                                         | $\dot{V}_{in/exfil,overh,sec i} = 0.04 \cdot \dot{V}_{50,overh} \cdot A_{T,E,sec i}$                                                                                                                                                   |                     |
| wenn $H_{V,free,nat,overh,sec i} > 0$ :                                                         | $\dot{V}_{in/exfil,overh,sec i} = 0$                                                                                                                                                                                                   |                     |
| dabei ist:                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                        |                     |
| $\dot{V}_{50,heat}$                                                                             | die austretende Menge bei 50 Pa pro Flächeneinheit für die Berechnung der Heizung bzw. der Kühlung und für den Indikator für die Überhitzungsgefahr, wie nachstehend bestimmt, in m <sup>3</sup> /(h·m <sup>2</sup> );                 |                     |
| $\dot{V}_{50,cool}$                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                        |                     |
| $\dot{V}_{50,overh}$                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                        |                     |
| $A_{T,E,sec i}$                                                                                 | die Gesamtfläche aller Wände, die die Energiezone i umschließen und anhand derer die Transmissionswärmeverluste bei der Bestimmung der Energieeffizienz <sup>5</sup> berücksichtigt werden (siehe auch 5 und 7.7), in m <sup>2</sup> . |                     |

Wenn eine Messung der Luftdichtigkeit der gesamten EEW-Einheit (oder gegebenenfalls eines größeren Teils des geschützten Volumens) vorgenommen wird, beträgt die austretende Menge bei 50 Pa pro Flächeneinheit,  $\dot{V}_{50,heat}$  und  $\dot{V}_{50,cool}$ , in m<sup>3</sup>/h·m<sup>2</sup>:

|                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                      |                                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| $\dot{V}_{50,heat} = \dot{V}_{50,cool} = \dot{V}_{50,overh} = \frac{\dot{V}_{50}}{A_{test}}$ |                                                                                                                                                                                                                                                      | [m <sup>3</sup> /(h·m <sup>2</sup> )] |
| dabei ist:                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                      |                                       |
| $A_{test}$                                                                                   | die Gesamtfläche (auf Grundlage der Außenabmessungen) der Wände, die das bei der Luftdichtigkeitsprüfung gemessene Volumen umschließen, mit Ausnahme der Wände der beheizten angrenzenden Räume, in m <sup>2</sup> ;                                 |                                       |
| $\dot{V}_{50}$                                                                               | die aus der Außenhülle bei 50 Pa austretende Luftmenge, in m <sup>3</sup> /h, abgeleitet von dem Wert der laut der Methode A der Norm NBN EN 13829 und den vom Minister festgelegten zusätzlichen Spezifikationen gemessenen Luftdichtigkeitsprüfung |                                       |

Andernfalls kommen folgende vorgegebenen Werte zur Anwendung, in m<sup>3</sup>/(h·m<sup>2</sup>):

- für die Berechnung der Heizung:

$$\dot{V}_{50,heat} = 12$$

- für die Berechnung der Kühlung:

$$\dot{V}_{50,cool} = 0$$

- für die Bestimmung der Überhitzungsgefahr:

$$\dot{V}_{50,overh} = 0$$

<sup>5</sup> Daher bleiben bei den Berechnungen von  $A_{T,E,sec i}$  nur die Bauteile unberücksichtigt, die die Trennung zwischen der Energiezone und den angrenzenden beheizten Räumen darstellen.

Der Minister kann die zusätzlichen Spezifikationen für die Verwendung der Luftdichtigkeitsmessungen bestimmen.

#### 7.8.4 Koeffizient der Wärmeverluste durch Hygienelüftung

|                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| • für die Berechnung der Heizung:                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                           |
| $H_{V,hyg,heat,seci} = 0.34 \cdot r_{preh,heat,seci} \cdot \dot{V}_{hyg,heat,seci}$                               | [W/K]                                                                                                                                                                                                                                     |
| • für die Berechnung der Kühlung:                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                           |
| $H_{V,hyg,cool,seci,m} = 0.34 \cdot r_{preh,cool,seci} \cdot r_{precool,seci,m} \cdot \dot{V}_{hyg,cool,seci}$    | [W/K]                                                                                                                                                                                                                                     |
| • für den Indikator für die Überhitzungsgefahr:                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                           |
| $H_{V,hyg,overh,seci,m} = 0.34 \cdot r_{preh,overh,seci} \cdot r_{precool,seci,m} \cdot \dot{V}_{hyg,overh,seci}$ | [W/K]                                                                                                                                                                                                                                     |
| dabei ist:                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                           |
| $r_{preh,heat,seci}$<br>$r_{preh,cool,seci}$<br>$r_{preh,overh,seci}$                                             | der Wert des Reduktionsfaktors für die Wirkung der Vorerwärmung auf den Nettoenergiebedarf für die Berechnung der Heizung bzw. Kühlung und den Indikator für die Überhitzungsgefahr, berechnet laut Anlage B der vorliegenden Anlage (-); |
| $\dot{V}_{hyg,heat,seci}$<br>$\dot{V}_{hyg,cool,seci}$<br>$\dot{V}_{hyg,overh,seci}$                              | der Volumenstrom der Hygienelüftung in der Energiezone i für die Berechnung der Heizung bzw. Kühlung und den Indikator für die Überhitzungsgefahr, wie nachfolgend bestimmt, in m <sup>3</sup> /h;                                        |
| $r_{precool,seci,m}$                                                                                              | ein monatlicher Multiplikationsfaktor für die Wirkung der Vorkühlung der Lüftungsluft für die Berechnung der Kühlung und den Indikator für die Überhitzungsgefahr, berechnet laut Anhang B der vorliegenden Anlage (-).                   |

#### Volumenstrom der Hygienelüftung

Der Volumenstrom der Hygienelüftung der Energiezone i wird wie folgt bestimmt:

|                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\dot{V}_{hyg,heat,seci} = \left[ 0,2 + 0,5 \cdot e^{\left( \frac{-V_{PER}}{500} \right)} \right] \cdot f_{reduc,vent,heat,seci} \cdot m_{heat,seci} \cdot V_{seci}$    | [m <sup>3</sup> /h]                                                                                                                                                                                                              |
| $\dot{V}_{hyg,cool,seci} = \left[ 0,2 + 0,5 \cdot e^{\left( \frac{-V_{PER}}{500} \right)} \right] \cdot f_{reduc,vent,cool,seci} \cdot m_{cool,seci} \cdot V_{seci}$    | [m <sup>3</sup> /h]                                                                                                                                                                                                              |
| $\dot{V}_{hyg,overh,seci} = \left[ 0,2 + 0,5 \cdot e^{\left( \frac{-V_{PER}}{500} \right)} \right] \cdot f_{reduc,vent,overh,seci} \cdot m_{overh,seci} \cdot V_{seci}$ | [m <sup>3</sup> /h]                                                                                                                                                                                                              |
| dabei ist:                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                  |
| $V_{PER}$                                                                                                                                                               | das Gesamtvolumen der EEW-Einheit in m <sup>3</sup> , siehe 6;                                                                                                                                                                   |
| $f_{reduc,vent,heat,seci}$<br>$f_{reduc,vent,cool,seci}$<br>$f_{reduc,vent,overh,seci}$                                                                                 | ein Reduktionsfaktor für die Lüftung in der Energiezone i für die Berechnung der Heizung bzw. Kühlung und für den Indikator für die Überhitzungsgefahr, wie untenstehend ermittelt (-);                                          |
| $m_{heat,seci}$<br>$m_{cool,seci}$<br>$m_{overh,seci}$                                                                                                                  | ein Multiplikator, der vom Lüftungssystem in der Energiezone i und dessen Ausführungsqualität abhängt, für die Berechnung der Heizung bzw. Kühlung und für den Indikator für die Überhitzungsgefahr, wie untenstehend ermittelt; |
| $V_{seci}$                                                                                                                                                              | das Volumen der Energiezone i in m <sup>3</sup> .                                                                                                                                                                                |

Der Standardwert für  $f_{reduc,vent,heat,seci}$ ,  $f_{reduc,vent,cool,seci}$  und  $f_{reduc,vent,overh,seci}$  ist 1. Günstigere Werte sind nach den vom Minister definierten Vorschriften oder ggf. nach dem Äquivalenzprinzip festzulegen.

Der Wert des Multiplikationsfaktors  $m_{\text{heat,sec } i}$ ,  $m_{\text{cool,sec } i}$  und  $m_{\text{overh,sec } i}$  kann zwischen 1 und 1,5 schwanken. Der vorgegebene Wert von  $m_{\text{heat,sec } i}$  ist 1,5. Der vorgegebene Wert für  $m_{\text{cool,sec } i}$  und  $m_{\text{overh,sec } i}$  ist 1. Um günstigere Werte zu bestimmen, siehe Anlage B der vorliegenden Anlage.

#### 7.8.5 Koeffizient der Wärmeverluste durch Überlüftung

Bei einem mechanischen Lüftungssystem, bei dem die Luft mechanisch abgeleitet wird, kann die abgegebene Luft von einer Wärmepumpe als Wärmequelle für die Warmwasserbereitung verwendet werden.

In diesem Fall spricht man von Überlüftung, wenn die für den einwandfreien Betrieb der Wärmepumpe nötige zu einem bestimmten Zeitpunkt wiederverwendete Luft zu diesem Zeitpunkt über der Luftmenge der Hygienelüftung liegt.

Die Formel für die Koeffizienten der Wärmeverluste durch Überlüftung für die Energiezone  $i$  lautet wie folgt:

$$H_{V,\text{over,heat,sec } i} = H_{V,\text{over,cool,sec } i} = H_{V,\text{over,overh,sec } i} = 0.34 \cdot \dot{V}_{\text{over,sec } i} \quad [\text{W/K}]$$

dabei ist:

$\dot{V}_{\text{over,sec } i}$  die zusätzliche Luftmenge, wie nachstehend ermittelt, die sich aus einer Überlüftung in der Energiezone  $i$  ergibt, bei Lüftungssystemen mit mechanischem Abzug, bei denen die abgegebene Luft von einer Wärmepumpe als Wärmequelle für die Warmwasserbereitung verwendet wird, in  $\text{m}^3/\text{h}$ .

Da es derzeit keine Methodik gibt, alle wärmeproduzierenden Geräte für die Warmwasserbereitung kohärent zu bewerten, bezieht man sich für den Wirkungsgrad der Produktion auf die festen Werte in Kapitel 10.3. Aus diesem Grund ist die Wirkung der Überlüftung noch nicht berücksichtigt. Man bezieht sich daher auf:

$$\dot{V}_{\text{over,sec } i} = 0$$

#### 7.8.6 Koeffizient der Lüftungswärmeverluste durch manuelles Öffnen der Fensterflügel

Die Formel für den Koeffizienten der Lüftungswärmeverluste durch manuelles Öffnen der Fensterflügel lautet wie folgt:

$$H_{V,\text{free,nat,overh,sec } i} = 0.34 \cdot \dot{V}_{\text{free,nat,overh,sec } i} \quad [\text{W/K}]$$

dabei ist:

$\dot{V}_{\text{free,nat,overh,sec } i}$  die monatliche Lüftungsmenge mit einer Korrektur zur Berücksichtigung der Dauer und Temperatur, die für die Bestimmung des Indikators für die Überhitzungsgefahr bei Lüftung durch manuelles Öffnen von Fensterflügeln herangezogen wurde, in  $\text{m}^3/\text{h}$ .

#### Lüftungsmenge mit Korrektur zur Berücksichtigung des manuellen Öffnens von Fensterflügeln

$$\dot{V}_{\text{free,nat,overh,sec } i} = 45.3 \cdot A_{\text{wo,sec } i} \quad [\text{W/K}]$$

dabei ist:

$A_{\text{wo,sec } i}$  die Nettogesamtfläche aller öffnenden Fensterflügel in der Energiezone  $i$ , die Teil der Gebäudehülle sind und in direktem Kontakt mit der Außenumgebung stehen, in  $\text{m}^2$ ;

wobei:

$$A_{\text{wo,sec } i} = \sum_j r_{\text{win,overh},j} \cdot A_{\text{wo},j} \quad [\text{m}^2]$$

dabei ist:

$A_{\text{wo},j}$  Die Nettofläche der betreffenden öffnenden Flügel des Fensters  $j$ , wie nachstehend ermittelt, in  $\text{m}^2$ ;

$r_{\text{win,overh},j}$  Faktor zur Berücksichtigung des Einbruchrisikos, wie nachstehend ermittelt.

Die Werte aller Fenster  $j$  der Energiezone  $i$  sind zu addieren. Schiebefenster werden als Kippfenster betrachtet. Türen und Schiebetüren werden bei der Berechnung dieser Fläche nie berücksichtigt.

Nettofläche der öffnenden Fensterflügel  $A_{wo,j}$  des Fensters  $j$

Nur die Flächen der Verglasung  $A_{go}$ , der Füllungen  $A_{po}$  und des Lüftungsgitters  $A_{ro}$  der öffnenden Flügel des Fensters werden bei der Berechnung der Nettofläche der öffnenden Fensterflügel  $A_{wo,j}$  berücksichtigt (diese Flächen werden so gemessen und berechnet wie die in Kapitel 8 der Anlage DRT definierten Flächen  $A_g$ ,  $A_p$  und  $A_r$ ):

|                                                      |                                                                                      |                   |
|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| $A_{wo,j} = \sum_k (A_{go,k} + A_{po,k} + A_{ro,k})$ |                                                                                      | [m <sup>2</sup> ] |
| dabei ist:                                           |                                                                                      |                   |
| $A_{go,k}$                                           | die Fläche der Verglasung des Fensterflügels $k$ , in m <sup>2</sup> ;               |                   |
| $A_{po,k}$                                           | die Fläche der undurchsichtigen Füllung des Fensterflügels $k$ , in m <sup>2</sup> ; |                   |
| $A_{ro,k}$                                           | die Fläche des Lüftungsgitters des Fensterflügels $k$ , in m <sup>2</sup> .          |                   |

#### Einbruchsrisko

Der Faktor zur Berücksichtigung des Einbruchsriskos  $r_{win,overh,j}$  wird wie folgt bestimmt:

| Öffnungstyp      | Reales Einbruchsrisko | Geringes Einbruchsrisko | Kein Einbruchsrisko |
|------------------|-----------------------|-------------------------|---------------------|
| Nur Drehflügel   | 0                     | 1/3                     | 1/3                 |
| Dreh-Kipp-Flügel | 0                     | 1/3                     | 1                   |
| Nur Kippflügel   | 0                     | 0                       | 1                   |

Wenn die einzelnen Flügel eines Fensters unterschiedlichen Öffnungstypen im Sinne der obenstehenden Kategorien angehören, wird für alle Fensterflügel der ungünstigste Fall angenommen (niedrigster Wert  $r_{win,overh,j}$ ).

Der Minister kann für die Berechnung des Koeffizienten des Lüftungswärmeverlusts durch manuelles Öffnen der Fensterflügel zusätzliche Spezifikationen festlegen.

### 7.9 Monatlicher Wärmegewinn durch interne Wärmequellen

#### 7.9.1 Prinzip

Der interne Wärmegewinn ist gleich der gesamten in einer Energiezone durch interne Quellen erzeugten Wärme, mit Ausnahme der Raumheizungsanlage: zum Beispiel die Wärmeabgabe durch Personen, die Beleuchtung und Geräte. Ihr Wert wird den Vorschriften entsprechend pauschal ermittelt. In den unbeheizten angrenzenden Räumen wird ein Wärmegewinn von gleich null angenommen.

#### 7.9.2 Berechnungsregel

Die internen Wärmequellen in einer Energiezone  $i$  während eines bestimmten Monats werden wie folgt ermittelt:

|                                                                                      |                                                                |                                     |      |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------|------|
| $Q_{i,seci,m} = (1,41 \cdot V_{PER} + 78) \cdot \frac{V_{seci}}{V_{PER}} \cdot t_m$  |                                                                | wenn $V_{PER} \leq 192 \text{ m}^3$ | [MJ] |
| $Q_{i,seci,m} = (0,67 \cdot V_{PER} + 220) \cdot \frac{V_{seci}}{V_{PER}} \cdot t_m$ |                                                                | wenn $V_{PER} > 192 \text{ m}^3$    | [MJ] |
| dabei ist                                                                            |                                                                |                                     |      |
| $V_{PER}$                                                                            | das Gesamtvolumen der EEW-Einheit, in m <sup>3</sup> , siehe 6 |                                     |      |
| $V_{seci}$                                                                           | das Volumen der Energiezone $i$ , in m <sup>3</sup> ;          |                                     |      |
| $t_m$                                                                                | die Länge des betreffenden Monats, in Ms, siehe Tabelle [1]    |                                     |      |

## 7.10 Monatlicher Solarwärmegewinn

### 7.10.1 Prinzip

Der auf einen bestimmten Monat bezogene Solarwärmegewinn setzt sich aus der Summe von 3 Werten zusammen:

- der Solarwärmegewinn durch die Fenster;
- der Solarwärmegewinn durch unbelüftete Anlagen mit passiver Nutzung der Solarenergie;
- der Solarwärmegewinn aus unbeheizten angrenzenden Räumen.

Mit Außen- oder Innenluft belüftete Anlagen mit passiver Nutzung der Solarenergie müssen gemäß den vom Minister definierten Vorschriften oder ggf. dem Äquivalenzprinzip laut Anlage F der Norm NBN EN 13790 behandelt werden.

### 7.10.2 Berechnungsregel

Der interne Solarwärmegewinn in einer Energiezone  $i$  während eines bestimmten Monats wird wie folgt ermittelt:

$$Q_{s,heat,sec\ i,m} = \sum_{j=1}^m Q_{s,heat,w,m,j} + \sum_{k=1}^n Q_{s,heat,ps,m,k} + \sum_{l=1}^p Q_{s,heat,sec\ i,u,m,l} \quad (\text{MJ})$$

dabei ist:

- $Q_{s,heat,w,m,j}$  der Solarwärmegewinn durch ein Fenster  $j$  während eines betreffenden Monats, in MJ, ermittelt laut 7.10.3;
- $Q_{s,heat,ps,m,k}$  der Solarwärmegewinn einer unbelüfteten Anlage mit passiver Nutzung der Solarenergie  $k$  während des betreffenden Monats, in MJ, ermittelt laut 7.10.4;
- $Q_{s,heat,sec\ i,u,m,l}$  der Anteil des Solarwärmegewinns des unbeheizten angrenzenden Raums  $l$ , der indirekt der Energiezone  $i$  zugute kommt, während des betreffenden Monats, in MJ, ermittelt laut Anlage A und C der vorliegenden Anlage.

Zu diesem Zweck müssen alle Fenster  $m$ , alle unbelüfteten Anlagen mit passiver Nutzung der Solarenergie  $n$  und alle unbeheizten angrenzenden Räume  $p$  der Energiezone  $i$  zusammengezählt werden. Anlage A der vorliegenden Anlage gibt die Art und Weise an, wie die angrenzenden unbeheizten Räume zu behandeln sind.

Der Index 'heat' (d. h. der für die Bestimmung des Nettoenergiebedarfs für die Heizung) wird ersetzt durch den Index 'cool' für die Bestimmung des Nettoenergiebedarfs für die Kühlung und durch den Index 'overh' für die Bestimmung des Indikators für die Überhitzungsgefahr.

### 7.10.3 Solarwärmegewinn durch ein Fenster

#### 7.10.3.1 Definitionen

Ein Fenster ist eine (teilweise) transparente/lichtdurchlässige Wand. Der Rahmen, die eventuellen Füllungen und die eventuellen Gitter stellen den undurchsichtigen Teil dar. Verglaste Türen sind wie Fenster zu behandeln. Die Bedeutung des Solarwärmegewinns durch ein Fenster hängt von der Abschirmung, die durch gebäudefremde oder mit dem Gebäude verbundene Elemente der Umgebung gebildet wird, von festem Sonnenschutz und von beweglichem Sonnenschutz ab. Die durch Elemente der Umgebung gebildete Abschirmung wird bei der Berechnung des einfallenden Sonnenlichts berücksichtigt; bei der durch einen Sonnenschutz gebildeten Abschirmung ist es die Anpassung des Solarfaktors  $g$ .

#### 7.10.3.2 Berechnungsregel

Der Solarwärmegewinn durch das Fenster  $j$  wird wie folgt bestimmt:

$$Q_{s,heat,w,m,j} = 0,95 \cdot g_{n,j} \cdot A_{g,j} \cdot I_{s,m,j,shad} \quad [\text{MJ}]$$

|                      |                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| dabei ist:           |                                                                                                                                                                                                              |
| 0.95                 | der Reduktionsfaktor in Verbindung mit der Verschmutzung;                                                                                                                                                    |
| $g_{m,j}$            | der monatliche Solarfaktor des Fensters j, ermittelt laut 7.10.3.3 (-);                                                                                                                                      |
| $A_{g,j}$            | die verglaste Fläche des Fensters j in m <sup>2</sup> ;                                                                                                                                                      |
| $I_{s,m,j,s}$<br>had | die Sonneneinstrahlung auf das Fenster j für den betreffenden Monat, unter Berücksichtigung der Beschattung durch feste Hindernisse, in MJ/m <sup>2</sup> , ermittelt laut Anhang C der vorliegenden Anlage. |

Wenn der Wert U des Fensters j mit der vereinfachten Methode bestimmt wird, ist stets anzunehmen:

- wenn  $U_g \leq U_f$  :  $A_{g,j} = 0.7 A_{a,d,j}$
- wenn  $U_g > U_f$  :  $A_{g,j} = 0.8 A_{a,d,j}$

dabei ist:

$A_{a,d,j}$  der Öffnungsbereich des Fensters j.

### 7.10.3.3 Monatlicher Solarfaktor $g_{m,j}$ eines Fensters

#### 7.10.3.3.1 Prinzip

Der monatliche Solarfaktor  $g_{m,j}$  eines Fensters wird bestimmt durch den Solarfaktor des transparenten/lichtdurchlässigen Teils dieses Fensters und durch die Art des Sonnenschutzes. Dabei ist eine Unterscheidung zu machen zwischen innen liegender Sonnenschutzvorrichtung, außen liegender Sonnenschutzvorrichtung und eingebautem Sonnenschutz. Die innen liegende Sonnenschutzvorrichtung befindet sich an der Fensterinnenseite, die außen liegende Sonnenschutzvorrichtung befindet sich auf der Außenseite und der eingebaute Sonnenschutz befindet sich zwischen den Scheiben, die gemeinsam den transparenten/lichtdurchlässigen Teil bilden. Die Sonnenschutzvorrichtungen können sich in und außerhalb der Fensterfläche befinden. Fensterläden, Rollläden, Rouleaus und Jalousien sind Beispiele für einen Sonnenschutz in der Fensterfläche. Markisen, ausstellbare Rollläden und Sonnenplanen sind Beispiele für einen Sonnenschutz außerhalb der Fensterfläche. Ein ausschließlich aus baulichen Abschirmungen bestehender Sonnenschutz ist wie ein Element der mit dem Gebäude verbundenen Umgebung zu behandeln. Außerdem kann der Sonnenschutz fest montiert sowie mit manuellem oder automatischem Antrieb ausgestattet sein (wichtige Unterscheidung zur Bestimmung des Nutzungsfaktors  $a_{c,m,j}$ ). Die Position eines fest montierten Sonnenschutzes ist unveränderbar; ein Sonnenschutz mit manuellem oder automatischem Antrieb hat mindestens zwei Positionen. Der automatische Antrieb erfordert einen automatisch gesteuerten Antrieb (zum Beispiel einen Motor) und mindestens 1 Sonnenfühler pro Fassadenausrichtung oder einen Abwesenheitsfühler, der den Sonnenschutz bei Abwesenheit schließt. Bei einem eingebauten Sonnenschutz, bei dem der Innenraum mit Innen- oder Außenluft belüftet wird, muss der Solarfaktor Gegenstand eines Antrags auf Anwendung des Äquivalenzprinzips sein.

#### 7.10.3.3.2 Berechnungsregel

Der monatliche Solarfaktor eines Fensters wird wie folgt bestimmt:

|                                                                   |                                                                                             |     |
|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| $g_{m,j} = 0.9 \cdot (a_{c,m} F_c + (1 - a_{c,m})) \cdot g_{g,l}$ |                                                                                             | [-] |
| dabei ist:                                                        |                                                                                             |     |
| 0.9                                                               | ein fester Wert für die Korrektur des Einfallswinkels;                                      |     |
| $F_c$                                                             | der Reduktionsfaktor für den Sonnenschutz, ermittelt laut 7.10.3.4;                         |     |
| $a_{c,m}$                                                         | der monatliche Nutzungsfaktor des Sonnenschutzes, ermittelt laut 7.10.3.5;                  |     |
| $g_{g,l}$                                                         | der Solarfaktor der Verglasung bei normalem Einfallswinkel, ermittelt laut Norm NBN EN 410. |     |

Wenn ein Fenster mit mehreren beweglichen Sonnenschutzsystemen ausgestattet ist (zum Beispiel Innen- und Außenschutz), ist für die Berechnung der Heizung das System zu berücksichtigen, das den höchsten  $F_c$ -Wert besitzt, und für die Ermittlung des Überhitzungsindikators und des Bruttoenergiebedarfs für die Kühlung der Räume das System mit dem niedrigsten  $F_c$ -Wert.

#### 7.10.3.4 **Reduktionsfaktor $F_c$ für den Sonnenschutz**

##### 7.10.3.4.1 *Sonnenschutz in der Fensterfläche*

Der Reduktionsfaktor für einen in der Fensterfläche angebrachten Sonnenschutz ergibt sich aus dem Verhältnis zwischen dem Solarfaktor der Kombination aus transparentem/lichtdurchlässigem Teil und Sonnenschutz bei normalem Einfall und dem Solarfaktor des transparenten/lichtdurchlässigen Teils allein bei normalem Einfall.

$$F_c = \frac{g_{g+C,\perp}}{g_{g,\perp}} \quad (-)$$

dabei ist:

$g_{g+C,\perp}$  der Sonnenfaktor der Kombination aus dem transparenten/lichtdurchlässigen Teil und dem Sonnenschutz bei normalem Einfall, ermittelt laut NBN EN 13363-1, NBN EN 13363-2 oder ISO 15099. NBN EN 13363-1 darf nur zugrunde gelegt werden, wenn alle in der Norm angeführten Bedingungen erfüllt sind;

$g_{g,\perp}$  der Solarfaktor für den transparenten/lichtdurchlässigen Teil des Fensters bei normalem Einfall, ermittelt laut der Norm NBN EN 410.

Wenn  $g_{g+C,\perp}$  nicht angegeben ist, müssen die vorgegebenen Werte von Tabelle 3. verwendet werden. Diese Werte sind unabhängig vom Sonnenfaktor des transparenten/lichtdurchlässigen Teils und bleiben das ganze Jahr über konstant.

**Tabelle [3]: Vorgegebene Werte des Reduktionsfaktors  $F_c$  für den Sonnenschutz in der Fensterfläche**

| Sonnenschutzsystem                     | $F_c$ |
|----------------------------------------|-------|
| Außen liegende Sonnenschutzvorrichtung | 0.50  |
| Unbelüfteter eingebauter Sonnenschutz  | 0.60  |
| Innen liegende Sonnenschutzvorrichtung | 0.90  |
| Alle anderen Fälle                     | 1.00  |

##### 7.10.3.4.2 *Nicht auf der Fensterfläche liegende Sonnenschutzvorrichtung*

Berücksichtigt werden nur die Sonnenschutzvorrichtungen, die eine Solarstrahlung (auf die Fläche umgelegter Durchschnitt)  $\tau_{e,dir,h}$  (senkrechter Einfallswinkel, hemisphärischer Transmissionsgrad) von weniger als 30% aufweisen. Sonnenschutzvorrichtungen, die diesem Kriterium nicht entsprechen, sind in der Bestimmung von  $E_w$  zu vernachlässigen.

Der durchschnittliche monatliche Reduktionsfaktor  $F_c$  bei einem nicht in der Fensterfläche befindlichen Sonnenschutz ergibt sich aus dem Verhältnis zwischen der monatlichen Sonneneinstrahlung auf das durch den Sonnenschutz beschattete

Fenster und der monatlichen Sonneneinstrahlung auf das nicht beschattete Fenster:

$$F_c = \frac{I_{s,m,j,shad,NC}}{I_{s,m,j,shad,wOC}} \quad (-)$$

dabei ist:

$I_{s,m,j,shad,NC}$  die Sonneneinstrahlung auf das Fenster j für den betreffenden Monat, unter Berücksichtigung der Beschattung durch feste Hindernisse und durch den Sonnenschutz, in MJ/m<sup>2</sup>, ermittelt laut Anlage C der vorliegenden Anlage.

$I_{s,m,j,shad,wOC}$  die Sonneneinstrahlung auf das Fenster j für den betreffenden Monat, unter alleiniger Berücksichtigung der Beschattung durch feste Hindernisse, in MJ/m<sup>2</sup>, ermittelt laut Anlage C.

#### 7.10.3.5 Monatlicher Nutzungsfaktor $a_{c,m}$

Der monatliche Nutzungsfaktor  $a_{c,m}$  muss für jedes Fenster je nach Art der Bedienung (manuell oder automatisch), je nach Ausrichtung  $\varphi_j$  und Neigungswinkel  $\theta_j$  der verglasten Fläche j bestimmt werden.

Bei einem fest montierten Sonnenschutz ist  $a_{c,m}$  immer gleich 1.

Bei einem beweglichen Sonnenschutz ist  $a_{c,m}$  Tabelle 4 zu entnehmen. Die Tabellen C1 und C2 finden sich in Anhang C. Der Wert schwankt je nachdem, ob es sich um die Bestimmung des Nettoenergiebedarfs für die Heizung oder Kühlung handelt oder um die Bestimmung des Indikators für die Überhitzungsgefahr.

**Tabelle [4]: Der durchschnittliche Nutzungsfaktor  $a_{c,m}$  je nach Berechnungsart**

| Bedienung   | Heizung | Kühlung                              | Überhitzung |
|-------------|---------|--------------------------------------|-------------|
| Manuell     | 0,0     | 0,2                                  | Tabelle C1  |
| Automatisch | 0,0     | max. (0;<br>Tabelle C2<br>minus 0,1) | Tabelle C2  |

#### 7.10.4 Solarwärmegewinn durch eine unbelüftete Anlage zur passiven Solarenergie

##### 7.10.4.1 Definitionen

Ein unbelüftetes System zur passiven Nutzung von Solarenergie ist eine Konstruktion, die sich aus einem transparenten/lichtdurchlässigen Außenteil und einem undurchsichtigen Innenteil zusammensetzt, wo in dem (den) (eventuell) vorhandenen Luftspalt(en) keinerlei Außen- oder Innenluft zirkuliert. Beispiele dafür sind (massive) Mauern mit aufgesetzter Verglasung, eventuell in Kombination mit einer zusätzlichen transparenten/lichtdurchlässigen Dämmung.

##### 7.10.4.2 Berechnungsregel

Der Solarwärmegewinn durch Nutzung eines unbelüfteten Systems zur passiven Nutzung der Solarenergie k während des betreffenden Monats wird wie folgt berechnet:

$$Q_{s,heat,ps,m,k} = g_{eff,t,m,k} A_{ps,j,k} I_{s,m,k,shad} \quad (MJ)$$

dabei ist:

- $g_{eff,t,m,k}$  der effektive Solarfaktor des Systems  $k$ , der wie nachstehend angeführt zu bestimmen ist (-);
- $A_{ps,g,k}$  die transparente/lichtdurchlässige Fläche des Systems zur passiven Nutzung der Solarenergie  $k$ , in  $m^2$ ;
- $I_{s,m,k,shed}$  die Sonneneinstrahlung auf das System  $k$  für den betreffenden Monat, unter Berücksichtigung der Beschattung durch feste Hindernisse, in  $MJ/m^2$ , ermittelt laut Anlage C.

Die Bestimmung von  $g_{eff,t,m,k}$  ist folgendermaßen vorzunehmen :

- bei äußeren baulichen Systemen mit recht hoher Sonnenenergietransmission ist der effektive Wert proportional zur Absorption des undurchsichtigen Teils:

$$g_{eff,t,m,k} = \alpha (g_{t,h} - c_{m,k} \cdot g_{t,l}) \frac{U}{U_{te}}$$

- bei äußeren baulichen Systemen mit geringer Sonnenenergietransmission (zum Beispiel Bauten mit eingebautem Absorber) wird der aufgrund der Messungen ermittelte Wert angepasst, um den Wärmewiderstand des (unbelüfteten) Luftspalts zwischen dem baulichen System und dem undurchsichtigen Teil zu berücksichtigen:

$$g_{eff,t,m,k} = (R_{se} + R_t) (g_{t,h} - c_{m,k} \cdot g_{t,l}) U$$

dabei ist:

$$U = 1 / (R_{se} + R_t + R_{al} + R_i + R_{si})$$

$$U_{te} = 1 / (R_{se} + R_t + R_{si})$$

und dabei ist:

- $\alpha$  der Absorptionsgrad des undurchsichtigen Teils;
- $g_{t,h}$  der Solarfaktor des baulichen Systems bei diffuser hemisphärischer Sonneneinstrahlung;
- $c_{m,k}$  ein Koeffizient aus Tabelle 5;
- $g_{t,l}$  der Solarfaktor des baulichen Systems unter normalem Einfallswinkel;
- $U$  der Wärmedurchgangskoeffizient des Bauelements von innen nach außen, in  $W/m^2.K$ ;
- $U_{te}$  der äußere Wärmedurchgangskoeffizient des Bauelements von der Fläche, die das bauliche System begrenzt, bis zur Außenumgebung, in  $W/m^2.K$ ;
- $R_{se}$  der Wärmewiderstand der Außenfläche, in  $m^2.K/W$ ;
- $R_t$  der Wärmewiderstand des baulichen Systems, in  $m^2.K/W$ ;
- $R_{si}$  der Wärmewiderstand der Innenfläche, in  $m^2.K/W$ ;
- $R_{al}$  der Wärmewiderstand der (unbelüfteten) Luftschicht zwischen dem undurchsichtigen Teil und dem baulichen System, in  $m^2.K/W$ ;
- $R_i$  der Wärmewiderstand des undurchsichtigen Teils hinter dem baulichen System, in  $m^2.K/W$ .

Tabelle [5]: Koeffizient  $c_{m,k}$  für die Berechnung des effektiven Solarfaktors einer transparenten/lichtdurchlässigen Dämmung auf der Grundlage der für den senkrechten und hemisphärischen Strahleneinfall gemessenen Werte (bei vertikalen Mauern)

|       | Jan    | Feb    | März   | Apr    | Mai    | Juni   | Juli   | Aug    | Sept   | Okt    | Nov    | Dez    |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| S     | -0,105 | -0,067 | -0,023 | 0,042  | 0,073  | 0,089  | 0,094  | 0,062  | 0,005  | -0,054 | -0,093 | -0,105 |
| SO/SE | -0,034 | -0,027 | -0,010 | 0,002  | 0,022  | 0,037  | 0,036  | 0,013  | -0,015 | -0,025 | -0,034 | -0,026 |
| O/E   | 0,054  | 0,033  | 0,016  | -0,012 | -0,005 | -0,002 | -0,012 | -0,007 | -0,001 | 0,024  | 0,049  | 0,052  |
| NO/NE | 0,002  | 0,008  | 0,016  | 0,030  | 0,018  | 0,013  | 0,013  | 0,024  | 0,033  | 0,014  | 0,004  | 0,000  |
| N     | 0,000  | 0,000  | 0,000  | 0,011  | 0,021  | 0,031  | 0,042  | 0,012  | 0,000  | 0,000  | 0,000  | 0,000  |

## 8 Überhitzungsgefahr und Kühlung

### 8.1 Prinzip

In einem kühlen Klima, wie es in Belgien vorherrscht, senken angemessene bauliche Maßnahmen und die Anordnung der Wohnungen in Wohngebäuden die Gefahr von Überhitzung im Sommer in ausreichendem Maß, um auf eine aktive Kühlung verzichten zu können. Es genügt, keine zu großen Fensterflächen zu verwenden, nötigenfalls einen außen liegenden Sonnenschutz einzuplanen, die Innenwände, die Decken und Fußböden genügend hoch zu bauen, für eine ausreichend hohe und leistbare thermisch wirksame Masse und für zusätzliche Belüftung in der Nacht zu sorgen.

Wenn dann noch Beschwerden auftreten, beziehen sie sich im Allgemeinen auf einen einzelnen Raum. Der Solarwärmegewinn, die internen Wärmequellen, die leistbare thermisch wirksame Masse, die Lüftungsmöglichkeiten und die gewünschte Temperatur (die zum Beispiel in einem Badezimmer anders ist als in einem Schlafzimmer) bestimmen unter anderem die Gefahr von Überhitzung in diesem Raum und die eventuelle Entscheidung, doch eine aktive Kühlung vorzusehen. Eine Evaluierung der Überhitzungsgefahr sollte daher bei jedem Raum erfolgen. Im Rahmen dieser Anlage ist eine sehr vereinfachte Methode anzuwenden, mit der die Überhitzung nach Energiezonen evaluiert wird, ohne eine definitive Antwort auf die Frage der möglichen Überhitzung eines einzelnen Raums zu geben.

Die Evaluierung erfolgt in 3 Schritten.

Im ersten Schritt wird die Überhitzungsgefahr für jede Energiezone auf herkömmliche Weise evaluiert. Als Indikator für die Überhitzungsgefahr wird der überschüssige genormte Wärmegewinn zugrunde gelegt.

Ein Wert des Überhitzungsindikators unter der zulässigen Höchstgrenze ist keinerlei Garantie dafür, dass kein Überhitzungsproblem auftreten wird. Eine reale Überhitzungsgefahr besteht bei Werten in der Nähe des Höchstwerts. Wenn es zu Überhitzungsproblemen kommt, besteht die hohe Wahrscheinlichkeit, dass eine aktive Kühlung installiert wird, was zu einem dem entsprechenden Energieverbrauch führt. Um bei der Planung und beim Bau ausgewogen auf diese Auswirkung des Verbrauchs auf die Energieeffizienz des Gebäudes zu reagieren, wendet man das Konzept der fiktiven Kühlung an. Auf diese Weise kommt man auf konventionelle Weise dem eventuellen Einsatz einer Klimaanlage zuvor.

Im zweiten Schritt legt man aufgrund des Überhitzungsindikators eine Art konventionelle Wahrscheinlichkeit dafür fest, dass tatsächlich eine aktive Kühlung eingebaut wird. Es gibt zwei Szenarien:

- Wenn eine aktive Kühlung bereits während des Baus vorgesehen wird, ist der Kühlbedarf stets voll zu berücksichtigen. Die Wahrscheinlichkeit, dass eine Klimaanlage eingebaut wird, liegt daher bei 1, unabhängig vom Wert des Überhitzungsindikators.
- Wenn während des Baus keine aktive Kühlung vorgesehen wird, wird ein Grenzwert für den Überhitzungsindikator angenommen. Unter diesem Grenzwert wird die Überhitzungsgefahr als so gering angesehen, dass die Wahrscheinlichkeit des nachträglichen Einbaus einer aktiven Kühlung als 0 anzusehen ist. Zwischen dem Grenzwert und dem zulässigen Höchstwert wird laut Übereinkunft eine lineare Erhöhung der Wahrscheinlichkeit von 0 bis 1 angenommen.

Falls die konventionelle Wahrscheinlichkeit nicht null ist, wird in einem dritten Schritt der Nettoenergiebedarf für die Kühlung auf Basis des überschüssigen Wärmegewinns gegenüber dem Sollwert für die Kühlung berechnet. Als Sollwert wird laut Übereinkunft 23 °C angenommen. Wenn eine aktive Klimaanlage im Sommer Komfort garantiert, nimmt man an, dass die Bewohner eventuelle Sonnenschutzeinrichtungen oder die Möglichkeiten einer intensiven

(nächtlichen) Lüftung weniger in Anspruch nehmen werden. Diese Einrichtungen werden daher anders betrachtet als bei der Evaluierung der Überhitzungsgefahr.

## 8.2 Bestimmung des Überhitzungsindikators

Die Anforderung für die Überhitzungsgefahr muss für die gesamte EEW-Einheit beurteilt werden. Die nachfolgende Berechnung des Überhitzungsindikators erfolgt hingegen jeweils für eine einzelne Energiezone.

Die Berechnung des Indikators für die Überhitzungsgefahr für die gesamte EEW-Einheit erfolgt auf dieselbe Weise wie für eine einzelne Energiezone. In der folgenden Formel muss lediglich der Index „sec i“ durch den Index „PER“ ersetzt werden.

Pro Energiezone i wird bestimmt, dass der Indikator für die Überhitzungsgefahr dem gegenüber der Kühlungssolltemperatur für die Energiezone i höheren genormten jährlichen Wärmegewinn entspricht. Dieser Wert ist gleich der Summe der monatlichen Werte:

$$I_{\text{overh,sec i}} = Q_{\text{excess norm,sec i,a}} = \sum_{m=1}^{12} Q_{\text{excess norm,sec i,m}} \quad (\text{Kh})$$

dabei ist:

$$Q_{\text{excess norm,sec i,m}} = \frac{(1 - \eta_{\text{util,overh,sec i,m}}) \cdot Q_{\text{g,overh,sec i,m}}}{H_{\text{T,overh,sec i,m}} + H_{\text{V,overh,sec i,m}}} \cdot \frac{1000}{3.6} \quad (\text{Kh})$$

und dabei ist:

$$Q_{\text{g,overh,sec i,m}} = Q_{\text{i,sec i,m}} + Q_{\text{s,overh,sec i,m}} \quad (\text{MJ})$$

$$\eta_{\text{util,overh,sec i,m}} = a / (a + 1) \quad \text{für } \gamma_{\text{overh,sec i,m}} = 1 \quad (-)$$

$$\eta_{\text{util,overh,sec i,m}} = \frac{1 - (\gamma_{\text{overh,sec i,m}})^a}{1 - (\gamma_{\text{overh,sec i,m}})^{a+1}} \quad \text{für die anderen Fälle} \quad (-)$$

dabei ist:

$$\gamma_{\text{overh,sec i,m}} = Q_{\text{g,overh,sec i,m}} / Q_{\text{L,overh,sec i,m}} \quad (-)$$

$$a = 1 + \frac{t_{\text{overh,sec i,m}}}{54000} \quad (-)$$

$$Q_{\text{L,overh,sec i,m}} = Q_{\text{T,overh,sec i,m}} + Q_{\text{V,overh,sec i,m}} \quad (\text{MJ})$$

$$Q_{\text{T,overh,sec i,m}} = H_{\text{T,overh,sec i,m}} \cdot (18 - \theta_{\text{e,m}}) \cdot t_{\text{m}} \quad (\text{MJ})$$

$$Q_{\text{V,overh,sec i,m}} = H_{\text{V,overh,sec i,m}} \cdot (18 - \theta_{\text{e,m}}) \cdot t_{\text{m}} \quad (\text{MJ})$$

$$t_{\text{overh,sec i,m}} = \frac{C_{\text{sec i}}}{H_{\text{T,overh,sec i,m}} + H_{\text{V,overh,sec i,m}}} \quad (\text{s})$$

dabei ist:

|                                    |                                                                                                                                                        |
|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\eta_{\text{util,overh,sec i,m}}$ | der Ausnutzungsgrad des monatlichen Wärmegewinns der Energiezone i für den Indikator für die Überhitzungsgefahr (-);                                   |
| $Q_{\text{g,overh,sec i,m}}$       | der monatliche Wärmegewinn durch Sonneneinstrahlung und interne Wärmequellen in der Energiezone i für den Indikator für die Überhitzungsgefahr, in MJ; |

|                           |                                                                                                                                                                               |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $Q_{i,sec\ i,m}$          | der monatliche Wärmegewinn durch interne Wärmequellen in der Energiezone i, in MJ, ermittelt laut 7.9.2;                                                                      |
| $Q_{s,overh,sec\ i,m}$    | der monatliche Wärmegewinn durch Sonneneinstrahlung in der Energiezone i für den Indikator für die Überhitzungsgefahr in MJ, ermittelt laut 7.10;                             |
| $\gamma_{overh,sec\ i,m}$ | das Verhältnis zwischen dem monatlichen Wärmegewinn und dem monatlichen Wärmeverlust in der Energiezone i für den Indikator für die Überhitzungsgefahr (-);                   |
| $Q_{L,overh,sec\ i,m}$    | der monatliche Transmissions- und Lüftungswärmeverlust in der Energiezone i für den Indikator für die Überhitzungsgefahr, in MJ;                                              |
| $a_m$                     | ein numerischer Parameter;                                                                                                                                                    |
| $Q_{T,overh,sec\ i,m}$    | der monatliche Transmissionswärmeverlust in der Energiezone i für den Indikator für die Überhitzungsgefahr, in MJ;                                                            |
| $Q_{V,overh,sec\ i,m}$    | der monatliche Lüftungswärmeverlust in der Energiezone i für den Indikator für die Überhitzungsgefahr, in MJ;                                                                 |
| $\theta_{e,m}$            | die monatliche durchschnittliche Außentemperatur, in °C, siehe Tabelle 1;                                                                                                     |
| $\Delta\theta_{e,m}$      | ein angenommener Anstieg der durchschnittlichen monatlichen Außentemperatur um 1 °C für die Berechnung des Nettoenergiebedarfs für den Indikator für die Überhitzungsgefahr;  |
| $H_{T,overh,sec\ i}$      | der Koeffizient des durchschnittlichen monatlichen Transmissionswärmeverlusts in der Energiezone i für den Indikator für die Überhitzungsgefahr, in W/K, wie unten ermittelt; |
| $H_{V,overh,sec\ i,m}$    | der Koeffizient des durchschnittlichen monatlichen Lüftungswärmeverlusts in der Energiezone i für den Indikator für die Überhitzungsgefahr, in W/K, ermittelt laut 7.8.2;     |
| $\tau_{overh,sec\ i,m}$   | die monatliche Zeitkonstante in der Energiezone i für den Indikator für die Überhitzungsgefahr, in s;                                                                         |
| $C_{sec\ i}$              | die effektive Wärmekapazität in der Energiezone i in J/K; ermittelt laut 7.6;                                                                                                 |
| $t_m$                     | die Länge des betreffenden Monats in Ms, siehe Tabelle 1.                                                                                                                     |

Eine EEW-Einheit entspricht den Anforderungen bezüglich der Beschränkungen der Überhitzungsgefahr, wenn der Indikator für die Überhitzungsgefahr unter dem zulässigen Höchstwert von 6500 Kh liegt.

$H_{T,overh,sec\ i,m}$  wird bestimmt laut 7.7.2. Wenn jedoch der Einfluss der Baukosten pauschal berechnet wird (laut Option C in Anlage NC), ist dieser Pauschalzusatz in der Berechnung des Indikators für die Überhitzungsgefahr nicht zu berücksichtigen.

### 8.3 Konventionelle Wahrscheinlichkeit für den Einbau einer aktiven Kühlung

Bei der Bestimmung der Energieeffizienz wird laut Übereinkunft folgender Wert für die Wahrscheinlichkeit des Einbaus einer aktiven Kühlung zugrunde gelegt (genauere Erklärungen siehe 8.1:

1. wenn eine aktive Kühlung in die Energiezone i eingebaut wird, gilt:

$$P_{cool,sec\ i} = 1 \quad (-)$$

2. wenn keine aktive Kühlung in die Energiezone i eingebaut wird, gilt:

$$P_{cool,sec\ i} = \max \left\{ 0, \min \left( \frac{I_{overh,sec\ i} - I_{overh,thresh}}{I_{overh,max} - I_{overh,thresh}}, 1 \right) \right\} \quad (-)$$

dabei ist:

$I_{overh,thresh}$  der Schwellenwert, über dem im Rahmen der Bestimmung der Energieeffizienz mit dem Risiko des nachträglichen Einbaus einer

aktiven Kühlung zu rechnen ist. Dieser Wert wird hypothetisch als 1000 Kh angenommen;  
 $I_{\text{overh,max}}$  der zulässige Höchstwert des Indikators für die Überhitzungsgefahr; dieser Wert wird als 6500 Kh angenommen.

#### 8.4 Kühlung

Der monatliche Nettoenergiebedarf für die Kühlung pro Energiebereich  $i$  ist wie das Produkt der konventionellen Wahrscheinlichkeit des Einbaus einer aktiven Kühlung und des Nettoenergiegrundbedarfs für die Kühlung zu bestimmen:

$$Q_{\text{cool,net,seci,m}} = p_{\text{cool,seci}} \cdot Q_{\text{cool,net,princ,seci,m}} \quad [\text{MJ}]$$

dabei ist:

|                                    |                                                                                                  |
|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $p_{\text{cool,seci}}$             | die konventionelle Wahrscheinlichkeit des Einbaus einer aktiven Kühlung, ermittelt laut 8.3 (-); |
| $Q_{\text{cool,net,princ,seci,m}}$ | der Nettoenergiegrundbedarf für die Kühlung, in MJ, wie untenstehend ermittelt.                  |

Der Nettoenergiegrundbedarf für die Kühlung,  $Q_{\text{cool,net,princ,seci,m}}$  wird wie folgt bestimmt:

- wenn  $\lambda_{\text{cool,seci,m}}$  größer oder gleich 2.5 ist, gilt:

$$Q_{\text{cool,net,princ,seci,m}} = 0 \quad [\text{MJ}]$$

- wenn  $\lambda_{\text{cool,seci,m}}$  kleiner als 2.5 ist, gilt:

$$Q_{\text{cool,net,princ,seci,m}} = Q_{\text{g,cool,seci,m}} - \eta_{\text{util,cool,seci,m}} \cdot Q_{\text{L,cool,seci,m}} \quad [\text{MJ}]$$

dabei ist:

$$Q_{\text{g,cool,seci,m}} = Q_{\text{i,seci,m}} + Q_{\text{s,cool,seci,m}} \quad [\text{MJ}]$$

$$\eta_{\text{util,cool,seci,m}} = a_m / (1 + a_m) \quad \text{für } \lambda_{\text{cool,seci,m}} = 1 \quad [-]$$

$$\eta_{\text{util,cool,seci,m}} = \frac{1 - (\lambda_{\text{cool,seci,m}})^{a_m}}{1 - (\lambda_{\text{cool,seci,m}})^{a_m + 1}} \quad \text{für die übrigen Fälle} \quad [-]$$

und:

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

$$a_m = 1 + \frac{\tau_{\text{cool,seci,m}}}{54000} \quad [-]$$

$$Q_{\text{L,cool,seci,m}} = Q_{\text{T,cool,seci,m}} + Q_{\text{V,cool,seci,m}} \quad [\text{MJ}]$$

$$Q_{\text{T,cool,seci,m}} = H_{\text{T,cool,seci}} \cdot [23 - (\theta_{\text{e,m}} + \Delta\theta_{\text{e,m}})] t_m \quad [\text{MJ}]$$

$$Q_{\text{V,cool,seci,m}} = H_{\text{V,cool,seci,m}} \cdot [23 - (\theta_{\text{e,m}} + \Delta\theta_{\text{e,m}})] t_m \quad [\text{MJ}]$$

$$\tau_{\text{cool,seci,m}} = \frac{C_{\text{seci}}}{H_{\text{T,cool,seci}} + H_{\text{V,cool,seci,m}}} \quad [\text{s}]$$

dabei ist:

|                                  |                                                                                                                                                |
|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\eta_{\text{util,cool,seci,m}}$ | der Nutzungsgrad des monatlichen Wärmegewinns einer Energiezone $i$ , für die Bestimmung des Kühlbedarfs (-);                                  |
| $Q_{\text{g,cool,seci,m}}$       | der monatliche Wärmegewinn durch Sonneneinstrahlung und interne Wärmequellen in der Energiezone $i$ für die Bestimmung des Kühlbedarfs, in MJ; |
| $Q_{\text{i,seci,m}}$            | der monatliche Wärmegewinn durch interne Wärmequellen in der Energiezone $i$ , in MJ, ermittelt laut 7.9.2;                                    |
| $Q_{\text{s,cool,seci,m}}$       | der monatliche Wärmegewinn durch Sonneneinstrahlung in der Energiezone $i$ für die Bestimmung des Kühlbedarfs in MJ, ermittelt laut 7.10;      |

|                           |                                                                                                                                                                                                |
|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\lambda_{cool,sec\ i,m}$ | das Verhältnis zwischen dem monatlichen Wärmegewinn und dem monatlichen Wärmeverlust in der Energiezone i für die Bestimmung des Kühlbedarfs (-);                                              |
| $Q_{L,cool,sec\ i,m}$     | der monatliche Transmissions- und Lüftungswärmeverlust in der Energiezone i für die Bestimmung des Kühlbedarfs, in MJ;                                                                         |
| $a_m$                     | ein numerischer Parameter;                                                                                                                                                                     |
| $Q_{T,cool,sec\ i,m}$     | der monatliche Transmissionswärmeverlust in der Energiezone i für die Bestimmung des Kühlbedarfs, in MJ;                                                                                       |
| $Q_{V,cool,sec\ i,m}$     | der monatliche Lüftungswärmeverlust in der Energiezone i für die Bestimmung des Kühlbedarfs, in MJ;                                                                                            |
| $\theta_{e,m}$            | die durchschnittliche monatliche Außentemperatur, in °C, siehe Tabelle 1;                                                                                                                      |
| $\Delta\theta_{e,m}$      | ein angenommener durchschnittlicher monatlicher Temperaturanstieg um 1 °C für die Berechnung des Nettoenergiebedarfs für die Kühlung;                                                          |
| $H_{T,cool,sec\ i}$       | der Koeffizient des Transmissionswärmeverlusts in der Energiezone i für die Bestimmung des Kühlbedarfs, in W/K. Dieser Wert wird gleich $H_{T,overh,sec\ i}$ angenommen, wie in 8.2 ermittelt; |
| $H_{V,cool,sec\ i,m}$     | der Koeffizient des Lüftungswärmeverlusts in der Energiezone i für die Bestimmung des Kühlbedarfs, in W/K, ermittelt laut 7.8;                                                                 |
| $\tau_{cool,sec\ i,m}$    | die monatliche Zeitkonstante der Energiezone i für die Bestimmung des Kühlbedarfs, in s;                                                                                                       |
| $C_{sec\ i}$              | die effektive Wärmekapazität der Energiezone i in J/K; ermittelt laut 7.6;                                                                                                                     |
| 23                        | die in dieser Anlage vorgeschriebene Raumtemperatur für die Bestimmung des Kühlbedarfs, in °C;                                                                                                 |
| $t_m$                     | die Länge des betreffenden Monats in M, siehe Tabelle 1.                                                                                                                                       |

**HINWEIS**

Im belgischen Klima hängt der Kühlbedarf stark von den augenblicklichen Wetterbedingungen ab. Der Kühlbedarf eines durchschnittlichen meteorologischen Jahrs entspricht nicht gleich dem durchschnittlichen Kühlbedarf über verschiedene Jahre, weil die heißen Jahre relativ schwerer wiegen. In den Berechnungen ist dieses Phänomen zu berücksichtigen, indem geringfügig höhere Temperaturen und eine geringfügig höhere Sonneneinstrahlung als der Jahresdurchschnitt zugrunde gelegt werden.

## 9 Bruttoenergiebedarf für Heizung und Warmwasser im Sanitärbereich

### 9.1 Präambel

Bei der Bewertung des Bruttoenergiebedarfs für Heizung und Warmwasser im Sanitärbereich werden die Systeme der Wärmespeicherung, der Wärmeverteilung, der Wärmeabgabe und der Regulierung für die Heizung der Räume und das Warmwasser im Sanitärbereich berücksichtigt. Der Bruttoenergiebedarf ist die Energie, die von den Anlagen für die Wärmeerzeugung in das Wärmeverteilsystem (oder Wärmespeichersystem) übertragen wird und zum Heizen der Räume und für das Verteilsystem des Warmwassers im Sanitärbereich dient.

Eine Heizanlage setzt sich zusammen aus:

- einer Anlage für die Wärmeerzeugung. Bei einer Zentralheizung sind das Kessel (Hydronik), Generatoren (Warmluft), Wärmepumpen oder Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen. Bei einer lokalen Heizung erfolgt die Wärmeerzeugung in den Wärmesendern selbst.
- eventuell einem Wärmespeichersystem;
- einem Wärmeverteilsystem. Bei der hydronischen Zentralheizung sind das Rohrleitungen und bei einer Warmluftheizung. Eine lokale Heizung hat kein Wärmeverteilsystem;
- einem Wärmeabgabesystem: Heizkörper, Konvektoren, Rohrleitungen im Boden, in der Decke oder in der Wand oder Heizgitter bei Zentralheizungen; Ofen, Heizkörper oder Konvektoren bei einer lokalen Heizung;
- der Regulierung für jedes dieser Systeme.

Der Bruttoenergiebedarf für die Heizung umfasst den Nettoenergiebedarf für die Heizung und alle Verluste, die bei der Wärmespeicherung, bei der Wärmeverteilung und der Wärmeabgabe entstehen sowie bei der Regulierung jedes dieser Systeme. Diese Verluste werden berechnet über den Wirkungsgrad des Systems.

Falls es in einem Energiebereich mehrere Werte für einen gegebenen Teilwirkungsgrad gibt (zum Beispiel in Tabelle [6]), muss man mit dem negativsten Wert für den gesamten Energiebereich rechnen. (Gegebenenfalls kann der Energiebereich tatsächlich aufgeteilt werden in mehrere kleinere Energiebereiche.)

Eine Anlage für Warmwasser im Sanitärbereich setzt sich zusammen aus:

- einer Wärmeerzeugung. Hier unterscheidet man zwischen 2 Typen: Durchlauferhitzer im Sanitärbereich und Warmwasserbereitung mit Speicher. In beiden Fällen kann die Wärme von der für die Raumheizung zuständigen Wärmeerzeugungsanlage geliefert werden oder es gibt je einen Wärmeerzeuger für die Heizung und das Warmwasser im Sanitärbereich;
- einer Wärmeverteilung.

Der Bruttoenergiebedarf für das Warmwasser im Sanitärbereich umfasst den Nettoenergiebedarf für das Warmwasser im Sanitärbereich sowie alle bei der Verteilung entstehenden Verluste. Diese Verluste werden über den Wirkungsgrad des Systems berechnet. Falls mehr als eine Anlage das Warmwasser im Sanitärbereich bereitet, wird jede mit den Entnahmestellen verbunden, die sie versorgt.

## 9.2 Monatlicher Bruttoenergiebedarf für die Heizung:

### 9.2.1 Prinzip

Der monatliche Bruttoenergiebedarf für die Heizung eines Energiebereichs  $i$  wird errechnet durch Teilen des monatlichen Nettoenergiebedarfs für die Heizung durch den durchschnittlichen monatlichen Wirkungsgrad des Heizsystems. Dieser durchschnittliche monatliche Wirkungsgrad des Systems ist das Verhältnis zwischen der jeden Monat von dem Wärmeabgabesystem an den Energiebereich abgegebenen Nutzwärme und der jeden Monat von der entsprechenden Anlage zur Wärmeerzeugung an das Wärmeverteilsystem (und eventuell den Wärmespeicher) gelieferten Wärme. Die Abweichung zwischen diesen beiden wird, unter anderem, durch die folgenden Verlustflüsse bestimmt:

- nicht aufgefangene Speicher- und Verteilverluste;
- einen zusätzlichen Verlustfluss über die Außenwände hinter, unter oder über dem Heizkörper;
- einen zusätzlichen durch die Wärmeschichten entstehenden Verlustfluss, weswegen die Temperatur im Referenzbereich niedriger ist als im Deckenbereich;
- einen zusätzlichen Verlustfluss aufgrund der Tatsache, dass die Berechnung einer etwas niedrigen, aber mit 18°C konstanten Innentemperatur ein nächtliches Absinken der Temperatur und unterschiedliche Temperaturen am Tage beinhaltet, und dass die gewünschte Unterscheidung durch die Regulierung nicht einfach umgesetzt werden kann;
- einen zusätzlichen Verlustfluss aufgrund der Tatsache, dass die Nutzer des Gebäudes den Sollwert minus Differential als gewünschte Temperatur empfinden.

Der monatliche Bruttoenergiebedarf für die Heizung wird folgendermaßen berechnet:

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

Dabei ist:

- |                                  |                                                                                                                                |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $Q_{\text{heat,gross,sec i,m}}$  | der monatliche Bruttoenergiebedarf für die Raumheizung eines Energiebereichs $i$ , in MJ;                                      |
| $Q_{\text{heat,net,sec i,m}}$    | der monatliche Nettoenergiebedarf für die Raumheizung eines Energiebereichs $i$ , in MJ, bestimmt nach 7.2;                    |
| $\eta_{\text{sys,heat,sec i,m}}$ | der durchschnittliche monatliche Wirkungsgrad des Systems für das Beheizen eines Energiebereichs $i$ , bestimmt nach 9.2.2(-). |

## 9.2.2 Durchschnittlicher monatlicher Wirkungsgrad des Systems

### 9.2.2.1 Prinzip

Der oben definierte durchschnittliche monatliche Wirkungsgrad des Systems seinerseits setzt sich zusammen aus dem durchschnittlichen monatlichen Wirkungsgrad von Abgabe, Verteilung und Speicherung:

$$\eta_{\text{sys,heat,sec i,m}} = \eta_{\text{em,heat,sec i,m}} \eta_{\text{distr,heat,sec i,m}} \eta_{\text{stor,heat,sec i,m}} \quad (-)$$

Dabei ist:

- |                                    |                                                                                                             |
|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\eta_{\text{em,heat,sec i,m}}$    | der durchschnittliche monatliche Abgabewirkungsgrad eines Energiebereichs $i$ , bestimmt nach 9.2.2.2;      |
| $\eta_{\text{distr,heat,sec i,m}}$ | der durchschnittliche monatliche Verteilungswirkungsgrad eines Energiebereichs $i$ , bestimmt nach 9.2.2.3; |
| $\eta_{\text{stor,heat,sec i,m}}$  | der durchschnittliche monatliche Speicherwirkungsgrad eines Energiebereichs $i$ , bestimmt nach 9.2.2.4.    |

Der durchschnittliche monatliche Abgabewirkungsgrad ist das Verhältnis von der von den Heizkörpern jeden Monat an den Energiebereich abgegebenen Nutzwärme zu

der monatlich abgegebenen Gesamtwärme. Er umfasst sowohl den Verlust der nicht nutzbaren Wärme dieser Elemente wie auch Verluste aufgrund einer ungenügenden Regulierung.

Der durchschnittliche monatliche Verteilwirkungsgrad ist das Verhältnis von der jeden Monat von den Heizkörpern an den Energiebereich abgegebenen Wärme zu der von der/den Anlage(n) zur Wärmeerzeugung und/oder dem/den Speicher(n) in das Wärmeverteilsystem abgegebenen Wärme.

Bei Speicherung von Wärmeenergie in einem Pufferspeicher ist der durchschnittliche monatliche Speicherwirkungsgrad das Verhältnis von der jeden Monat an das Verteilsystem gelieferten Wärme zu der jeden Monat von der/den Anlage(n) zur Wärmeerzeugung an den/die Speicher abgegebenen Wärme.

Die Bestimmungsmethode für den durchschnittlichen monatlichen Systemwirkungsgrad bei einem so genannten „Combilus-System“ wird vom Minister festgelegt. Unter „Combilus“ ist eine gemeinsame Zirkulationsleitung zu verstehen (d. h. mehrere EEW-Einheiten werden mit einem „Combilus-Gerät“ versorgt) die Wärme für Heizung und Warmwasserbereitung bereitstellt.

#### 9.2.2.2 Abgabewirkungsgrad

Für eine einfache Annäherung nehmen wir die Werte aus Tabelle [6. Für eine detaillierte Berechnung gehen wir in Anhang D der vorliegenden Anlage.

Falls es, im Fall einer Zentralheizung, mehr als ein Abgabesystem in den Energiebereich gibt, wird das System mit dem schlechtesten Abgabewirkungsgrad aus Tabelle [6 berücksichtigt. In diesem Fall kommt Anhang D der vorliegenden Anlage nicht mehr zur Anwendung.

Falls es in einem Energiebereich mehrere lokale Heizungstypen gibt, muss unbedingt die Unterteilung in Energiebereiche verfeinert werden, so, dass nicht mehr als ein einziger Typ in jedem Bereich übrig bleibt: siehe auch 5.3.

**Tabelle [6]: Werte für die Berechnung des Abgabewirkungsgrads**

| <b>Zentralheizung</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                       |                     |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|---------------------|------|
| Regulierung der Innentemperatur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Regulierung der Ausgangstemperatur des Kreislaufwassers oder der Luft |                     |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Sollwert konstant                                                     | Sollwert variabel   |      |
| Temperatursteuerung pro Raum                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0.87 (1)                                                              | 0.89 (1)            |      |
| Andere                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 0.85 (1)                                                              | 0.87 (1)            |      |
| <b>lokale Heizung</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                       |                     |      |
| Holzofen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                       |                     | 0.82 |
| Kohleofen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                       |                     | 0.82 |
| Ölofen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                       |                     | 0.87 |
| Gasofen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                       |                     | 0.87 |
| Heizkörper ohne elektronische Regulierung (zum Beispiel Bimetall)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | oder                                                                  | Elektrokonvektoren, | 0.90 |
| Heizkörper mit elektronischer Regulierung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | oder                                                                  | Elektrokonvektoren, | 0.96 |
| Elektroheizung mit Speicher, ohne Außenfühler (zum Beispiel manuelle Regulierung)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                       |                     | 0.85 |
| Elektroheizung mit Speicher, mit Außenfühler                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                       |                     | 0.92 |
| Elektrische Widerstandsheizung, eingebaut in den Fußboden, in die Wand oder in die Decke                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                       |                     | 0.87 |
| <b>Gemeinschaftsheizung</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                       |                     |      |
| Wenn mehrere Wohneinheiten über eine gemeinsame Anlage zur Wärmeerzeugung verfügen, müssen die unten stehenden Werte (gültig für Zentralheizungen) folgendermaßen reduziert werden:                                                                                                                                                                                                                   |                                                                       |                     |      |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Wenn eine Einzelabrechnung der Heizkosten pro Wohneinheit auf Basis einer individuellen Messung des tatsächlichen Verbrauchs aufgestellt wird: den oben anwendbaren Wert mit dem Faktor 0,95 multiplizieren</li><li>• Wenn es diese Einzelabrechnung der realen Heizkosten nicht gibt: den oben anwendbaren Wert mit dem Faktor 0,85 multiplizieren</li></ul> |                                                                       |                     |      |

(1) Falls eines oder mehrere Element(e) der Wärmeabgabe an den Energiebereich sich (teilweise) vor einer Glaswand befinden, wird der Wirkungsgrad um 0.08 reduziert.

Bei den Zentralheizungssystemen muss man eine Unterscheidung machen nach Art der Regulierung der Ausgangstemperatur im Verteilsystem<sup>6</sup>:

- entweder ist der Sollwert konstant
- oder der Sollwert ändert sich automatisch, beispielsweise mit der Außentemperatur.

Eine Regulierung gehört in die Kategorie 'Temperatursteuerung je Raum', wenn die Wärmeabgabe an allen Orten des betrachteten Energiebereichs so reguliert wird, dass automatisch keine Wärme mehr zugeführt wird, sobald der Sollwert der Innentemperatur erreicht ist. Das kann beispielsweise mit Thermostatventilen an allen Abgabeelementen und/oder durch eine Thermostatregulierung in jedem Zimmer erfolgen. Einfache an den Heizkörpern angebrachte Absperrventile fallen nicht in die Kategorie 'temperaturgesteuert'.

#### 9.2.2.3 *Verteilwirkungsgrad*

Für eine einfache Annäherung an den monatlichen Verteilwirkungsgrad nehmen wir die konstanten Werte aus Tabelle [7]. Eine detaillierte Berechnung ist in Anhang E der vorliegenden Anlage enthalten.

**Tabelle [7]: Verteilwirkungsgrad**

| Heisanlage                                                                                          | $\eta_{\text{distr,heat,sec i,m}}$ |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| lokale Heizung                                                                                      | 1.00                               |
| <u>Zentralheizung mit Warmwasser oder warmer Luft, Gemeinschaftsheizung</u>                         |                                    |
| - Alle Rohrleitungen oder Leitungskanäle in der Isolierschicht des geschützten Raums                | 1.00                               |
| - Ein Teil der Rohrleitungen oder Leitungskanäle außerhalb der Isolierschicht des geschützten Raums | 0.95                               |

#### 9.2.2.4 *Speicherwirkungsgrad*

Für eine einfache Annäherung an den monatlichen Speicherwirkungsgrad nehmen wir die konstanten Werte aus Tabelle [8].

**Tabelle [8]: Speicherwirkungsgrad**

| Wärmespeicherung für die Heizung in einem (oder mehreren) Pufferspeicher (n) | $\eta_{\text{stor,heat,sec i,m}}$ |
|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Nicht vorhanden                                                              | 1.00                              |
| vorhanden                                                                    |                                   |
| - Innerhalb des geschützten Raums                                            | 1.00                              |
| - Außerhalb des geschützten Raums                                            | 0.97                              |

<sup>6</sup> Beispiel: Ein variabler Sollwert kann mit einer gleitenden Regulierung der Kesseltemperatur oder mit einem 3-Wege-Ventil direkt hinter dem Kessel umgesetzt werden, insofern dieser mit einer automatischen Regulierung mit variablem Sollwert ausgestattet ist.

### 9.3 Monatlicher Bruttoenergiebedarf an Warmwasser im Sanitärbereich:

#### 9.3.1 Prinzip

Der monatliche Bruttoenergiebedarf an Warmwasser im Sanitärbereich errechnet sich durch Teilen des Nettoenergiebedarfs durch den entsprechenden durchschnittlichen monatlichen Wirkungsgrad des Systems:

$$Q_{\text{water,bath } i,\text{gross},m} = r_{\text{water,bath } i,\text{gross}} \times \frac{Q_{\text{water,bath } i,\text{net},m}}{\eta_{\text{sys,bath } i,m}} \quad (\text{MJ})$$

$$Q_{\text{water,sink } i,\text{gross},m} = r_{\text{water,sink } i,\text{gross}} \times \frac{Q_{\text{water,sink } i,\text{net},m}}{\eta_{\text{sys,sink } i,m}} \quad (\text{MJ})$$

Dabei ist:

$Q_{\text{water,bath } i,\text{net},m}$  der monatliche Nettoenergiebedarf an Warmwasser für eine Dusche oder Badewanne  $i$ , in MJ, bestimmt nach 7.3;

$Q_{\text{water,sink } i,\text{net},m}$  der monatliche Nettoenergiebedarf an Warmwasser für eine Küchenspüle  $i$ , in MJ, bestimmt nach 7.3;

$\eta_{\text{sys,bath } i,m}$  der durchschnittliche monatliche Wirkungsgrad des Warmwassersystems für eine Dusche oder Badewanne  $i$ , bestimmt nach 9.3.2.1 (-);

$\eta_{\text{sys,sink } i,m}$  der durchschnittliche monatliche Wirkungsgrad des Warmwassersystems für ein Küchenspülbecken  $i$ , bestimmt nach 9.3.2.1 (-);

$r_{\text{water,bath } i,\text{gross}}$  ein Reduktionsfaktor für den Effekt des Vorheizens des an den/die Wärmeerzeuger für die Bereitstellung von Warmwasser für eine Dusche oder Badewanne  $i$  geführten kalten Wassers, durch Auffangen der Abdampfwärme, zu bestimmen nach vorher vom Minister definierten Vorschriften (-);

$r_{\text{water,sink } i,\text{gross}}$  ein Reduktionsfaktor für den Effekt des Vorheizens des an den/die Wärmeerzeuger für die Bereitstellung von Warmwasser für ein Spülbecken  $i$  geführten kalten Wassers, durch Auffangen der Abdampfwärme, zu bestimmen nach vorher vom Minister definierten Vorschriften (-);

Die Reduktionsfaktoren  $r_{\text{water,gross}}$  werden nur dann angewendet, wenn das für Dusche, Badewanne oder Küchenspülbecken bestimmte Warmwasser in eine Zirkulationsleitung abläuft. In diesem Fall ist das Äquivalenzprinzip anzuwenden.

#### 9.3.2 Wirkungsgrad des Systems für Warmwasser im Sanitärbereich

##### 9.3.2.1 Prinzip

Der Wirkungsgrad des Systems für Warmwasser im Sanitärbereich ist abhängig von der Art der Warmwasserverteilung und der Entnahmeweise. Bei jeder Entnahme drängt warmes Wasser das in der Zwischenzeit abgekühlte Wasser in die Leitungen zurück. Genau so kühlt das warme Wasser, nach dieser Erstentleerung, beim Durchfluss in den Leitungen ab. Die Anlagen mit Zirkulationsleitung weisen einen Wärmeverlust proportional zur Leitungslänge auf. Die Zirkulationsleitung versorgt eine EEW-Einheit (z.B. bei einer einzelnen Wohnung) oder auch mehrere EEW-Einheiten (z.B. die verschiedenen Wohneinheiten eines Appartementgebäudes mit kollektiver, zentraler Erzeugung von Warmwasser im Sanitärbereich). Die Bestimmungsmethode für den Wirkungsgrad eines so genannten „Combilus-Systems“ wird vom Minister festgelegt.

### 9.3.2.2 Berechnungsregel

Der Wirkungsgrad des Systems in Badezimmern und Küchen wird folgendermaßen bestimmt:

– ohne Zirkulationsleitung:

$$\eta_{\text{sys, bath } i, m} = \eta_{\text{tubing, bath } i}$$

$$\eta_{\text{sys, sink } i, m} = \eta_{\text{tubing, sink } i}$$

– mit Zirkulationsleitung:

$$\eta_{\text{sys, bath } i, m} = \eta_{\text{tubing, bath } i} \eta_{\text{water, circ } k, m}$$

$$\eta_{\text{sys, sink } i, m} = \eta_{\text{tubing, sink } i} \eta_{\text{water, circ } k, m}$$

Dabei ist:

|                                   |                                                                                                                                      |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\eta_{\text{tubing, bath } i}$   | der Beitrag zum Wirkungsgrad des Leitungssystems für Wasser zu einer Dusche oder einer Badewanne $i$ , wie nachstehend bestimmt (-); |
| $\eta_{\text{tubing, sink } i}$   | der Beitrag zum Wirkungsgrad des Leitungssystems für Wasser zu einem Küchenspülbecken $i$ , wie nachstehend bestimmt (-);            |
| $\eta_{\text{water, circ } k, m}$ | der Beitrag zum Wirkungsgrad des Systems der monatlichen Verluste der Zirkulationsleitung $k$ , wie nachstehend bestimmt (-).        |

Der Beitrag der Leitungen für Wasser im Sanitärbereich wird folgendermaßen bestimmt:

$$\eta_{\text{tubing, bath } i} = \frac{25}{25 + 1_{\text{tubing, bath } i} / r_{\text{water, bath } i, \text{net}}}$$

$$\eta_{\text{tubing, sink } i} = \frac{9.5}{9.5 + 1_{\text{tubing, sink } i} / r_{\text{water, sink } i, \text{net}}}$$

Dabei ist:

|                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $1_{\text{tubing, bath } i}$            | die Leitungslänge bis zu einer Dusche oder Badewanne $i$ , in m. Wenn es keine Zirkulationsleitung gibt: Länge gleich Summe der kürzesten Distanzen in der Horizontalen und in der Vertikalen zwischen dem Verbindungspunkt des betreffenden Wärmeerzeugers für Warmwasser im Sanitärbereich und der Fußbodenmitte des betrachteten Badezimmers. Alternativ kann man auch die tatsächliche Länge der Leitung nehmen.<br>Wenn es eine Zirkulationsleitung gibt: Länge gleich Summe der kürzesten Distanzen in der Horizontalen und in der Vertikalen zwischen der betreffenden Verzweigungsstelle der Zirkulationsleitung und der Fußbodenmitte des betrachteten Badezimmers. Alternativ kann man auch die tatsächliche Länge der Leitung nehmen; |
| $r_{\text{water, bath } i, \text{net}}$ | ein Reduktionsfaktor für den Effekt des Vorheizens des zur Dusche oder Badewanne $i$ geführten kalten Wassers durch Auffangen der Abdampfwärme, zu bestimmen nach vorher vom Minister definierten Vorschriften (-);                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| $1_{\text{tubing, sink } i}$            | die Leitungslänge bis zu einem Küchenspülbecken $i$ , in m. Wenn es keine Zirkulationsleitung gibt: Länge gleich Summe der kürzesten Distanzen in der Horizontalen und in der Vertikalen zwischen dem betreffenden Wärmeerzeuger für das Warmwasser und der Fußbodenmitte der betrachteten Küche. Alternativ kann man auch die tatsächliche Länge der Leitung nehmen.<br>Wenn es eine Zirkulationsleitung gibt: Länge gleich Summe der kürzesten Distanzen in der Horizontalen und in der Vertikalen zwischen der betreffenden Verzweigungsstelle der Zirkulationsleitung und der Fußbodenmitte der betrachteten Küche. Alternativ kann man auch die tatsächliche Länge der Leitung nehmen;                                                      |

$r_{\text{water,sink } i,\text{net}}$  ein Reduktionsfaktor für den Effekt des Vorheizens des zum Spülbecken in der Küche  $i$  geführten Wassers durch Auffangen der Abdampfwärme, zu bestimmen nach vorher vom Minister definierten Vorschriften (-);

Als Standardwerte werden verwendet:

$$l_{\text{tubing,bath } i} = 10 \text{ m}$$

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

Der Beitrag der Zirkulationsleitung  $k$  wird folgendermaßen bestimmt:

$$\eta_{\text{water,circ } k,m} = \frac{Q_{\text{water out,circ } k,m}}{Q_{\text{water out,circ } k,m} + t_m \sum_j \frac{l_{\text{circ } k,j} \cdot (60 - \theta_{\text{amb,m,j}})}{R_{l,j}}} \quad (-)$$

Dabei ist:

$$Q_{\text{water out,circ } k,m} = \sum_i \left( w_{\text{bath } i,\text{circ } k} \frac{Q_{\text{water,bath } i,\text{net,m}}}{\eta_{\text{tubing,bath } i}} + w_{\text{sink } i,\text{circ } k} \frac{Q_{\text{water,sink } i,\text{net,m}}}{\eta_{\text{tubing,sink } i}} \right) \quad (\text{MJ})$$

und:

$t_m$  die Länge des betrachteten Monats, in M, siehe Tabelle 1;

$l_{\text{circ } k,j}$  die Länge des Segments  $j$  der Zirkulationsleitung  $k$ , in m;

$\theta_{\text{amb,m,j}}$  die durchschnittliche monatliche Umgebungstemperatur des Leitungssegments  $j$ , in °C:

- falls das Leitungssegment sich innerhalb des geschützten Raums befindet, dann:  $\theta_{\text{amb,m,j}} = 18$ ;

- falls das Leitungssegment sich in einem nicht beheizten angrenzenden Raum befindet, dann:  $\theta_{\text{amb,m,j}} = 11 + 0.4 \theta_{e,m}$ ;

- falls das Leitungssegment sich außen befindet, dann:

$$\theta_{\text{amb,m,j}} = \theta_{e,m};$$

Dabei ist:

$\theta_{e,m}$  = die durchschnittliche monatliche Außentemperatur, in °C, gemäß Tabelle 1;

$R_{l,j}$  der lineare Wärmewiderstand des Leitungssegments  $j$ , in mK/W, bestimmt nach Anhang E.3 der vorliegenden Anlage;

$w_{\text{bath } i,\text{circ } k}$  ein Faktor, der berücksichtigt, ob es für die Dusche oder Badewanne  $i$  eine Zirkulationsleitung  $k$  gibt oder nicht:

falls ja,  $w_{\text{bath } i,\text{circ } k} = 1$ ;

falls nein,  $w_{\text{bath } i,\text{circ } k} = 0$ ;

$Q_{\text{water,bath } i,\text{net,m}}$  der monatliche Nettoenergiebedarf an Warmwasser für eine Dusche oder Badewanne  $i$ , bestimmt nach 7.3, in MJ;

$w_{\text{sink } i,\text{circ } k}$  ein Faktor, der berücksichtigt, ob es für das Küchenspülbecken  $i$  eine Zirkulationsleitung  $k$  gibt oder nicht:

falls ja,  $w_{\text{sink } i,\text{circ } k} = 1$ ;

falls nein,  $w_{\text{sink } i,\text{circ } k} = 0$ ;

$Q_{\text{water,sink } i,\text{net,m}}$  der monatliche Nettoenergiebedarf an Warmwasser für ein Küchenspülbecken  $i$ , bestimmt nach 7.3, in MJ.

Alle Segmente  $j$  der Zirkulationsleitung  $k$  und alle Duschen, Badewannen und Küchenspülbecken  $i$  müssen summiert werden.

## 10 Endenergieverbrauch für Heizung, Warmwasser im Sanitärbereich und Kühlung

### 10.1 Präambel

Die Wärmeerzeuger werden bei der Bewertung des Endenergieverbrauchs herangezogen. Diese erfolgt allgemein über den Produktionswirkungsgrad und, bei Wärmepumpen, über die Jahresarbeitszahl (JAZ). Gegebenenfalls berücksichtigt man gleichzeitig den relevanten Beitrag der thermischen Solarenergiesysteme. Für die Kühlung wird ein spezifisches Verfahren angewendet.

Bei der Erweiterung eines Gebäudes können folgende Fälle auftreten:

- Wenn die Erweiterung unabhängig von den existierenden Geräten über einen neuen Wärmeerzeuger beheizt wird, wird das unten stehende Verfahren in seiner Gesamtheit angewendet.
- Werden neue Wärmeerzeuger eingesetzt, die kombiniert mit den existierenden Geräten arbeiten, muss das unten stehende Verfahren ohne Berücksichtigung der existierenden Geräte angewendet werden.
- Werden zusätzliche Geräte eingesetzt, aber nur die existierenden Geräte genutzt, kann man das Verfahren für die existierenden Geräte anwenden. Wenn nicht alle erforderlichen Informationen vorliegen, können Standardwerte verwendet werden.

### 10.2 Monatlicher Endenergieverbrauch für die Raumheizung

#### 10.2.1 Prinzip

Die zum Beheizen eines Energiebereichs erforderliche Energie kann von einem einzigen Gerät oder von einer Kombination parallel verbundener Geräte geliefert werden. Für die Behandlung von Letzteren führen wir den Formalismus von bevorzugten und nicht bevorzugten Geräten ein. In dem (am häufigsten auftretenden) Fall, wo es kein Parallelgerät gibt, entspricht das einem bevorzugten Anteil von 100%. Die nachstehenden Begriffe geben also im Ergebnis einen Nullverbrauch für das nicht bevorzugte Gerät.

Dieses Prinzip gilt auch für Wärmepumpen mit integrierter elektrischer Widerstandsheizung, bei denen die Wärmepumpe und die elektrische Widerstandsheizung als parallel geschaltete Wärmeerzeuger betrieben werden können. Der Minister kann zusätzliche Spezifikationen zur Berücksichtigung von Wärmepumpen mit integrierter elektrischer Widerstandsheizung festlegen.

#### 10.2.2 Berechnungsregel

Der Endenergieverbrauch für die Heizung pro Monat und Energiebereich, ohne die Energie der Zusatzgeräte, ergibt sich so:

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

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

Dabei ist:

|                                                |                                                                                                                                                         |
|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $f_{\text{heat},m,\text{pref}}$                | der durchschnittliche monatliche Anteil an der Gesamtmenge der von dem/den bevorzugten Wärmeerzeuger(n) gelieferten Wärme, wie untenstehend bestimmt;   |
| $f_{\text{as},\text{heat},\text{sec } i,m}$    | der Anteil des Gesamtwärmebedarfs für das Heizen eines Energiebereichs $i$ , abgedeckt durch das thermische Solarenergiesystem, bestimmt nach 10.4 (-). |
| $Q_{\text{heat},\text{gross},\text{sec } i,m}$ | der monatliche Bruttoenergiebedarf für das Beheizen eines Energiebereichs $i$ , bestimmt nach 9.2.1, in MJ;                                             |
| $\eta_{\text{gen},\text{heat},\text{pref}}$    | der durchschnittliche monatliche Produktionswirkungsgrad des/der bevorzugten Wärmeerzeuger(s), bestimmt nach 10.2.3 (-);                                |
| $\eta_{\text{gen},\text{heat},\text{npref}}$   | der durchschnittliche monatliche Produktionswirkungsgrad des/der nicht bevorzugten Wärmeerzeuger(s), bestimmt nach 10.2.3 (-);                          |

Für die Zusammenfassung und Aufteilung von bevorzugten und nicht bevorzugten Wärmeerzeugern und deren Anteil an der gesamten eingebrachten Leistung wendet man dieselben Regeln an wie in 7.1, 7.2.1 und 7.3.1 der BSE-Methode.

Der Monatsanteil der Gesamtmenge an Wärme, die vom bevorzugten Wärmeerzeuger ausgegeben wird, wird wie folgt bestimmt:

- wenn nur ein einziger Typ von Wärmeerzeugern besteht,  $f_{\text{heat},m,\text{pref}} = 1$ ;
- wenn der bevorzugte Wärmeerzeuger  $i$  ein Heißwasserkessel, ein Warmluftgenerator, eine elektrische Widerstandsheizung oder eine Wärmepumpe ist, werden die Werte für  $f_{\text{heat},m,\text{pref}}$  der Widerstandsheizung aus Tabelle 9 übernommen. Um die Aufteilung der Gesamtleistung zu bestimmen, finden dieselben Regeln wie jene in Punkt 7.3.1 der BSE-Methode Anwendung;
- wenn der bevorzugte Wärmeerzeuger eine Kraft-Wärme-Kopplungsanlage ist, werden die Werte für  $f_{\text{heat},m,\text{pref}}$  aus Tabelle 9a übernommen.

**Tabelle 9: Wert des Monatsanteils je nach Anteil des bevorzugten Systems der Wärmeerzeugung an der insgesamt eingebrachten Leistung**

(im Fall, dass das Wärmeerzeugungssystem keine Kraft-Wärme-Kopplung ist)

| Anteil des bevorzugten Erzeugers an der insgesamt eingebrachten Leistung                                      | Jan  | Feb  | März | Apr  | Mai bis Sept | Okt  | Nov  | Dez  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|--------------|------|------|------|
| <b>Heißwasserkessel, Warmluftgeneratoren oder elektrische Widerstandsheizung als bevorzugte Wärmeerzeuger</b> |      |      |      |      |              |      |      |      |
| < 0.2                                                                                                         | 0    | 0    | 0    | 0    | 0            | 0    | 0    | 0    |
| 0.2 – 0.3                                                                                                     | 0.44 | 0.46 | 0.55 | 0.72 | 1            | 0.89 | 0.54 | 0.42 |
| 0.3 – 0.4                                                                                                     | 0.68 | 0.74 | 0.88 | 1    | 1            | 1    | 0.87 | 0.67 |
| > 0.4                                                                                                         | 1    | 1    | 1    | 1    | 1            | 1    | 1    | 1    |
| <b>Wärmepumpe als bevorzugter Wärmeerzeuger</b>                                                               |      |      |      |      |              |      |      |      |
| < 0.1                                                                                                         | 0    | 0    | 0    | 0    | 0            | 0    | 0    | 0    |
| 0.1 – 0.2                                                                                                     | 0.42 | 0.44 | 0.53 | 0.70 | 1            | 0.86 | 0.52 | 0.40 |
| 0.2 – 0.3                                                                                                     | 0.69 | 0.73 | 0.86 | 1    | 1            | 1    | 0.86 | 0.66 |
| 0.3 – 0.4                                                                                                     | 0.81 | 0.86 | 1    | 1    | 1            | 1    | 1    | 0.78 |
| 0.4 – 0.6                                                                                                     | 0.85 | 0.90 | 1    | 1    | 1            | 1    | 1    | 0.81 |
| 0.6 – 0.8                                                                                                     | 0.86 | 0.91 | 1    | 1    | 1            | 1    | 1    | 0.82 |
| > 0.8                                                                                                         | 1    | 1    | 1    | 1    | 1            | 1    | 1    | 1    |

**Tabelle [10]: Werte des Monatsanteils**  
**(im Fall, dass das Wärmeerzeugungssystem eine Kraft-Wärme-Kopplung ist)**

|                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Fall: <math>V_{\text{stor,cogen}} &lt; V_{\text{stor,30 min}}</math>:</b><br>- $0 \leq x_m < 0.3$<br>- $0.3 \leq x_m < 0.9$<br>- $0.9 \leq x_m < 1.3$<br>- $1.3 \leq x_m < 8.9$<br>- $8.9 \leq x_m$     | $0$ $\frac{2}{3} \cdot x_m - 0.2$ $0.43 \cdot x_m + 0.013$ $\frac{1.05 \cdot x_m - 0.245}{(x_m + 0.1)^2}$ $\frac{1}{x_m}$ |
| <b>Fall: <math>V_{\text{stor,cogen}} \geq V_{\text{stor,30 min}}</math>:</b><br>- $0 \leq x_m < 0.05$<br>- $0.05 \leq x_m < 0.35$<br>- $0.35 \leq x_m < 0.9$<br>- $0.9 \leq x_m < 8.9$<br>- $8.9 \leq x_m$ | $0$ $1.66 \cdot x_m - 0.083$ $0.36 \cdot x_m + 0.376$ $\frac{1.05 \cdot x_m - 0.245}{(x_m + 0.1)^2}$ $\frac{1}{x_m}$      |

Die in der Tabelle enthaltenen Symbole werden wie folgt definiert:

$x_m$                     Hilfsvariable, wie in Anlage A.5 der BSE-Methode angegeben (-);  
 $V_{\text{stor,cogen}}$         Wassermenge des Kessels zur Speicherung der von der Kraft-Wärme-Kopplungsanlage gelieferten Wärme in m<sup>3</sup>;  
 $V_{\text{stor,30 min}}$         Mindestwassermenge des Kessels in m<sup>3</sup>, um die Wärmeerzeugung der Kraft-Wärme-Kopplungsanlage vor Ort über einen Zeitraum von 30 Minuten und bei voller Leistung zu gewährleisten, wie in Anlage A.6 der BSE-Methode angegeben.

### 10.2.3            Produktionswirkungsgrad für das Beheizen und Befeuchten der Räume

#### 10.2.3.1        Prinzip

Der Produktionswirkungsgrad der Heizung wird definiert als das Verhältnis von der Wärmelieferung durch die Anlage zur Wärmeerzeugung an das Wärmeverteilsystem zu der für die Erzeugung dieser Wärme erforderlichen Energie. Der Verbrauch an elektrischer Energie der Zusatzgeräte für die Heißwasserkessel und die Warmluftgeneratoren wird in **\$Erreur ! Source du renvoi introuvable.** berechnet. Der Verbrauch einer Zündflamme wird, gegebenenfalls, in **\$ Erreur ! Source du renvoi introuvable.** berechnet.

Die Bestimmung des Produktionswirkungsgrads, wie in diesem Kapitel beschrieben, gilt ebenfalls für die Wärmeerzeugung zur Befeuchtung, siehe Absatz 7.4.1 der BSE-Methode.

### 10.2.3.2 Produktionswirkungsgrad von Heizkörpern, die keine elektrischen Wärmepumpen sind

Der Produktionswirkungsgrad findet sich in Tabelle [11]. Für die meisten Gerätearten finden sich in Spalte 3 der Tabelle Standardwerte.

**Tabelle [11]: Produktionswirkungsgrad für die Heizung (mit Ausnahme von elektrischen Wärmepumpen)**

| Wärmeerzeuger                                   | Produktionswirkungsgrad                                                                 |                |
|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
|                                                 | $\eta_{\text{gen,heat}}$                                                                |                |
|                                                 | Detaillierte Berechnung                                                                 | Standardwert   |
| <b><u>Zentralheizung</u></b>                    |                                                                                         |                |
| - Heißwasser-Brennwertkessel (1) (2)            | $f_{\text{NCV/GCV}} [\eta_{30\%} + 0.003 (\theta_{30\%} - \theta_{\text{amb,heissw}})]$ | 0,73           |
| - nicht kondensierende Heißwasserkessel (1) (2) | $f_{\text{NCV/GCV}} \eta_{30\%}$                                                        | 0,73           |
| - Warmluftgenerator (1)                         | $f_{\text{NCV/GCV}} \eta_{30\%}$                                                        | 0,73           |
| - Kraft-Wärme-Kopplung vor Ort                  | $\varepsilon_{\text{cogen,th}}$                                                         | - <sup>7</sup> |
| - Lieferung von Gemeinschaftsheizung            | $\eta_{\text{equiv,heat,dh}}$                                                           | - <sup>8</sup> |
| - elektrische Widerstandsheizung (1)            | 1,00                                                                                    | 1,00           |
| <b><u>lokale Heizung (3)</u></b>                |                                                                                         |                |
| - Kohleofen                                     | $f_{\text{NCV/GCV}} 0,77$                                                               |                |
| - Holzofen                                      | $f_{\text{NCV/GCV}} 0,77$                                                               |                |
| - Ölofen                                        | $f_{\text{NCV/GCV}} 0,80$                                                               |                |
| - Gasofen                                       | $f_{\text{NCV/GCV}} 0,83$                                                               |                |
| - elektrische Widerstandsheizung                | 1,00                                                                                    |                |
| <b><u>Sonderfälle</u></b>                       | Äquivalenz (4)                                                                          |                |

(1) Wenn ein Gerät außerhalb des geschützten Raums aufgebaut ist, muss man den erreichten Wirkungsgrad um 0.02 reduzieren.

(2) Falls der Kessel mit einer Regulierung ausgestattet ist, die den Kessel ständig warm hält, also auch während der Perioden ohne Wärmebedarf<sup>9</sup> (d.h.:

<sup>7</sup> Der thermische Wirkungsgrad einer Kraft-Wärme-Anlage wird gemäß Anhang A.2 der BSE-Methode bestimmt. Da die Leistung einer Kraft-Wärme-Anlage mit einem festen Wirkungsgrad bestimmt wird, der von der elektrischen Leistung abhängt, wird kein Standardwert angegeben. Ggf. kann in Anhang A.2.1 der BSE-Methode eine vereinfachte Methode zur Bestimmung der elektrischen Leistung vorgegeben werden.

<sup>8</sup> Der Wirkungsgrad einer externen Wärmelieferung wird entsprechend den vom Minister vorgegebenen Regeln bestimmt. Diese können eventuell auch vereinfachte Verfahren und/oder Standardwerte beinhalten.

zwischen 2 Funktionsperioden des Brenners kann der Kessel nicht unbegrenzt bis auf Umgebungstemperatur abkühlen), muss man den erreichten Wirkungsgrad um 0,05 reduzieren. Ist nicht genau bekannt, wie der Kessel gesteuert wird, wird davon ausgegangen, dass eine derartige Regulierung vorliegt (und dass der Heizkessel nicht abkühlen kann).

(3) Falls der Hersteller für den Produktionswirkungsgrad eines lokalen Heizkörpers einen nach den zuvor vom Minister definierten Vorschriften bestimmten Wert vorweisen kann, kann man diesen Wert anstelle des oben aufgeführten Standardwertes nehmen.

(4) Die Abweichungen zu den obigen Kategorien müssen basierend auf dem Äquivalenzprinzip oder gemäß den vom Minister definierten Vorschriften behandelt werden. Wird das System nicht basierend auf dem Äquivalenzprinzip behandelt, kann der Standardwert 0,73 zugrunde gelegt werden.

Die Symbole aus der Tabelle wurden folgendermaßen definiert:

|                          |                                                                                                                                                                                            |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $f_{NCV/GCV}$            | ist ein Multiplikator gleich dem Verhältnis des unteren Brennwertes zu dem oberen Brennwert des verwendeten Brennstoffs, aus Anhang F der vorliegenden Anlage;                             |
| $\eta_{30\%}$            | der Wirkungsgrad bei Teillast für eine Last von 30%. Bei Erzeugern von Warmluft, für die der Wirkungsgrad bei 30% Last nicht gemessen werden kann, kann man den Wert bei 100% Last nehmen; |
| $\theta_{30\%}$          | die Eingangstemperatur des Kessels, bei der der Wirkungsgrad bei Teillast von 30% bestimmt wurde, in °C;                                                                                   |
| $\theta_{ave,boiler}$    | die anwendbare durchschnittliche saisonale Temperatur des Kesselwassers, so wie unten bestimmt, in °C;                                                                                     |
| $\varepsilon_{cogen,th}$ | der thermische Wirkungsgrad für eine Kraft-Wärme-Kopplung vor Ort, wie in Anhang A.2 der BSE-Methode beschrieben;                                                                          |
| $\eta_{equiv,heat,dh}$   | der Wirkungsgrad bei der Lieferung von Gemeinschaftsheizung, der basierend auf den vom Minister definierten Vorschriften oder aufgrund des Äquivalenzprinzips bestimmt werden muss.        |

Bei Brennwertkesseln bestimmt man die durchschnittliche saisonale Temperatur des Kesselwassers so:

$$\theta_{ave,boiler} = 6.4 + 0.63 \times \theta_{return,design}$$

Dabei ist:

$\theta_{ave,boiler}$  die anwendbare durchschnittliche saisonale Kesselwassertemperatur, in °C;

$\theta_{return,design}$  die Ansatz-Rücklauftemperatur des Wärmeabgabesystems, in °C.

Die Ansatz-Standardrücklauftemperatur beträgt 45°C bei Oberflächenheizungen (Heizung im Boden, in der Wand oder in der Decke) und 70°C bei allen anderen Wärmeabgabesystemen. Wenn in einem Energiebereich beide Systemtypen vorkommen, wird das System mit der höchsten Ansatz-Rücklauftemperatur berücksichtigt.<sup>10</sup> Es können bessere Werte verwendet werden, die den vom Minister definierten Vorschriften oder dem Äquivalenzprinzip genügen.

Die Methode zur Bestimmung des Produktionswirkungsgrads einer so genannten „Combilus-Anlage“ wird vom Minister festgelegt.

Der Minister kann zusätzliche Spezifikationen für die Bestimmung des Wirkungsgrads einer externen Wärmelieferung festlegen.

<sup>9</sup> Egal, ob die Temperatur des Kessels konstant bleibt oder sie trotzdem begrenzt absinken kann bis auf einen niedrigeren Temperaturstand (in jedem Fall nicht bis auf Umgebungstemperatur).

<sup>10</sup> Es ist immer möglich, einen Energiebereich in verschiedene kleinere Energiebereiche aufzuteilen und für jeden von ihnen das Wärmeabgabesystem zu berücksichtigen.

### 10.2.3.3 *Produktionswirkungsgrad von elektrischen Wärmepumpen*

Bei elektrischen Wärmepumpen wird der Produktionswirkungsgrad mit der durchschnittlichen Jahresarbeitszahl (JAZ) verglichen. Die durchschnittliche Jahresarbeitszahl ist Ausdruck für das Verhältnis von der von der Wärmepumpe im Laufe der Heizperiode gelieferten Wärme zu der zu diesem Zweck erforderlichen Energie. Die durchschnittliche Jahresarbeitszahl ist abhängig von der durchschnittlichen Temperatur des Verdampfers und der durchschnittlichen Temperatur des Verflüssigers in dem betrachteten Zeitraum und der Energie, die erforderlich ist, um die Wärme an der Quelle zu entnehmen und den Verdampfer während dieses Zeitraums abzutauen. Die durchschnittliche Jahresarbeitszahl schwankt je nach Quelle, aus der die Wärmepumpe ihre Wärme entnimmt:

- Boden. Die Wärmepumpe pumpt ein Wärmeträgerfluid (im Allgemeinen eine Lösung mit Frostschutz, beispielsweise ein Wasser-Glykol-Gemisch) über einen vertikal oder horizontal eingegrabenen Wärmetauscher. Die über dieses Wärmeträgerfluid aus dem Boden entnommene Wärme wird an den Verdampfer geleitet. Als Alternativlösung kann das Kältemittel der Wärmepumpe direkt in den eingegrabenen Leitungen zirkulieren und dort verdampfen;
- Grundwasser. Es wird Grundwasser abgepumpt, die Wärme an den Verdampfer geleitet und dann wird es wieder in den Boden geführt;
- Außenluft. Die Außenluft wird mithilfe eines Ventilators bis zum Verdampfer geführt und gibt dort ihre Wärme ab;
- Abluft. Die Abluft des Belüftungssystems wird an den Verdampfer geführt und gibt dort ihre Wärme ab.

Der Minister kann zusätzliche Spezifikationen für die Bestimmung von  $COP_{test}$  und JAZ festlegen.

#### ANMERKUNG

Im vorliegenden Text sind mit Wärmepumpen aktive Maschinen gemeint, die Wärme aus einer Quelle mit niedriger Temperatur entnehmen und diese Wärme mit einer höheren Temperatur abgeben für die Raumheizung, für die Befeuchtung oder für die Warmwasserbereitung im Sanitärbereich. Eine solche Erhöhung der Temperatur erfolgt natürlich durch Zugabe von (einer Kleinmenge an) verwertbarer Energie.

Bei manchen Belüftungssystemen ist es auch möglich, die Wärme der Abluft mithilfe von passiven Wärmetauschern an die Frischluft (Kälter) abzugeben. Die Übertragung der Wärme erfolgt in diesem Fall auf ganz natürliche Weise von der höheren zur niedrigeren Temperatur ohne Zugabe zusätzlicher Energie (abgesehen von einer kleinen Menge an zusätzlicher Hilfsenergie, zum Beispiel für den geringen zusätzlichen Verbrauch der Ventilatoren zur Überwindung des zusätzlichen Druckverlusts des Wärmetauschers). Geräte dieser Art gibt es in verschiedenen Ausführungen (zum Beispiel Plattenwärmetauscher mit Gegenstrom und Kreuzstrom, Rotationswärmetauscher, Rohrbündelwärmeüberträger, Regeneratorsysteme etc.) und werden hier bezeichnet mit dem allgemeinen Begriff Wärmerückgewinnung. Die energetische Bewertung der Wärmerückgewinnung erfolgt bei der Behandlung der Belüftungsverluste in 7.4.

Wenn man Wärmepumpen für die Belüftungsluft nutzt, werden sie oft mit Wärmerückgewinnung kombiniert. Das ist aus dem Gesichtspunkt Energie normalerweise interessanter. Zur Vermeidung von doppelten Zählungen kann die in diesem Kapitel verwendete Leistungszahl der Wärmepumpe sich nur auf die Wärmepumpe selbst beziehen, ohne Einbeziehung des Effekts der Wärmerückgewinnung, da Letzterer ausdrücklich in die Berechnung in dem Belüftungskapitel einbezogen wurde. Die Kombination aus Bewertung der Wärmepumpe im engeren Sinn dieses Kapitels und der Wärmerückgewinnung in dem Belüftungskapitel ergibt bei der Bestimmung des charakteristischen Energieverbrauchs eine korrekte Bewertung des kombinierten Systems in seiner Gänze.

Der Standardwert für  $\eta_{gen,heat}$  für Wärmepumpen mit Luft als Wärmequelle und Wärmeträger wird auf 1,25 festgelegt. Für alle anderen Wärmepumpenarten wird der Standardwert für  $\eta_{gen,heat}$  auf 2 festgelegt. Der Produktionswirkungsgrad kann mit der unten stehenden Methode auch im Detail ermittelt werden.

Man nimmt in diesem Fall an, dass der Produktionswirkungsgrad der Wärmepumpen gleich der durchschnittlichen Jahresarbeitszahl, JAZ ist:

$$\eta_{gen,heat} = JAZ$$

Dabei ist:

$$JAZ = f_{\theta} f_{\Delta\theta} f_{pumps} f_{AHU} COP_{test} \quad (-)$$

oder:

|                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $f_{\theta, \text{heat}}$  | ein Korrekturfaktor für den Unterschied zwischen der Ansatz-Eingangstemperatur in das Wärmeabgabesystem (oder gegebenenfalls in die Wärmespeicherung) und der Ausgangstemperatur des Kondensators in dem Versuch gemäß der Norm NBN EN 14511, bei Wärmetransport durch Wasser;                                     |
| $f_{\Delta\theta}$         | ein Korrekturfaktor für den Temperaturunterschied zwischen dem Wärmeabgabesystem unter Ansatz-Bedingungen einerseits (oder gegebenenfalls der Wärmespeicherung) und andererseits des Wassers über den Kondensator unter den Bedingungen des Versuchs gemäß der Norm NBN EN 14511, bei Wärmetransport durch Wasser; |
| $f_{\text{pumpes}}$        | ein Korrekturfaktor für den Energieverbrauch einer Pumpe im Verdampfungskreislauf;                                                                                                                                                                                                                                 |
| $f_{\text{AHU}}$           | ein Korrekturfaktor für den Unterschied zwischen dem Ansatz-Volumenstrom und dem Volumenstrom während des Versuchs gemäß NBN EN 14511. $f_{\text{AHU}}$ greift nur ein bei an die Belüftungsluft gekoppelten Wärmepumpen;                                                                                          |
| $\text{COP}_{\text{test}}$ | der Leistungskoeffizient (coefficient of performance) der Wärmepumpe gemäß der Norm NBN EN 14511 unter den nachstehend in Tabelle [12] beschriebenen Versuchsbedingungen.                                                                                                                                          |

Tabelle [12]: Testbedingungen für die Bestimmung von  $\text{COP}_{\text{test}}$ 

| Wärmequelle                                                        | Wärmeübertragung                                                    | Testbedingungen |
|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-----------------|
| <b>auf Grundlage der Tabelle 3 der Norm NBN EN 14511-2</b>         |                                                                     |                 |
| Außenluft, eventuell in Verbindung mit der Fortluft                | Umluft, eventuell in Verbindung mit der Außenluft                   | A2/A20          |
| Außenluft, eventuell in Verbindung mit der Fortluft                | nur Außenluft, ohne Verwendung eines Gerätes zur Wärmerückgewinnung | A2/A2           |
| Nur Außenluft                                                      | nur Außenluft, mit Verwendung eines Gerätes zur Wärmerückgewinnung  | A2/A20          |
| nur Fortluft, ohne Verwendung eines Gerätes zur Wärmerückgewinnung | Umluft, eventuell in Verbindung mit der Außenluft                   | A20/A20         |
| nur Fortluft, ohne Verwendung eines Gerätes zur Wärmerückgewinnung | nur Außenluft, ohne Verwendung eines Gerätes zur Wärmerückgewinnung | A20/A2          |
| nur Fortluft, mit Verwendung eines Gerätes zur Wärmerückgewinnung  | Umluft, eventuell in Verbindung mit der Außenluft                   | A2/A20          |
| <b>auf Grundlage der Tabelle 5 der Norm NBN EN 14511-2</b>         |                                                                     |                 |
| Erdreich über Hydraulikkreis                                       | Umluft, eventuell in Verbindung mit der Außenluft                   | B0/A20          |
| Erdreich über Hydraulikkreis                                       | nur Außenluft, ohne Verwendung eines Gerätes zur Wärmerückgewinnung | B0/A2           |
| Erdreich über Hydraulikkreis                                       | nur Außenluft, mit Verwendung eines Gerätes zur Wärmerückgewinnung  | B0/A20          |
| Erdreich über unterirdisches Wasser                                | Umluft, eventuell in Verbindung mit der Außenluft                   | W10/A20         |
| Erdreich über unterirdisches Wasser                                | nur Außenluft, ohne Verwendung eines Gerätes zur Wärmerückgewinnung | W10/A2          |
| Erdreich über unterirdisches Wasser                                | nur Außenluft, mit Verwendung eines Gerätes zur Wärmerückgewinnung  | W10/A20         |

| auf Grundlage der Tabelle 7 der Norm NBN EN 14511-2                                                                                                          |        |         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|---------|
| Erdreich über Hydraulikkreis                                                                                                                                 | Wasser | B0/W35  |
| Erdreich über unterirdisches Wasser                                                                                                                          | Wasser | W10/W35 |
| auf Grundlage der Tabelle 12 der Norm NBN EN 14511-2                                                                                                         |        |         |
| nur Außenluft, eventuell in Kombination mit Fortluft, ohne Verwendung eines Gerätes zur Wärmerückgewinnung                                                   | Wasser | A2/W35  |
| nur Fortluft, ohne Verwendung eines Gerätes zur Wärmerückgewinnung                                                                                           | Wasser | A20/W35 |
| dabei ist:                                                                                                                                                   |        |         |
| A Luft als Vektor (Luft). Folgende Zahl ist die Eingangstemperatur der trockenen Thermometerkugel in °C.                                                     |        |         |
| B Zwischengeschalteter Wärmeträger mit niedrigerer Gefriertemperatur als Wasser (Salzlauge). Folgende Zahl ist die Eingangstemperatur des Verdampfers in °C. |        |         |
| W Wasser als Vektor (Wasser). Folgende Zahl ist die Eingangstemperatur des Verdampfers oder die Ausgangstemperatur des Kondensators in °C.                   |        |         |

Anm.: Bestimmte Testbedingungen entsprechen den 'Standard Rating Conditions' der Norm NBN EN 14511-2, andere den 'Application Rating Conditions'. Die meisten Testbedingungen für die direkte Erwärmung der Außenluft stellen einen Zusatz dar: diese spezifischen Bedingungen oder Temperaturvoraussetzungen werden nicht als solche in der Norm beschrieben.

Korrekturfaktor  $f_{\theta, \text{heat}}$ :

- Luft als Wärmeträgerfluid:  $f_{\theta, \text{heat}} = 1$
- Wasser als Wärmeträgerfluid:  $f_{\theta} = 1 + 0,01(43 - \theta_{\text{supply, design}})$

Dabei ist:

$\theta_{\text{supply, design}}$  die Eingangstemperatur in das Wärmeabgabesystem in °C unter Ansatzbedingungen. Hier müssen nicht nur das Abgabesystem, sondern auch die Abmessungen eines eventuellen Pufferspeichers (maximale Speichertemperatur) berücksichtigt werden. Als Standardwert kann man für die Oberflächenheizsysteme (Heizung über Fußboden, Wand und Decke)  $\theta_{\text{supply, design}} = 55^{\circ}\text{C}$  nehmen und für alle anderen Abgabesysteme  $\theta_{\text{supply, design}} = 90^{\circ}\text{C}$ .

Wenn in einem Energiebereich beide Systemtypen vorkommen, wird das System mit der höchsten Eingangstemperatur berücksichtigt.<sup>11</sup>

Es können bessere Werte verwendet werden, die den vom Minister definierten Vorschriften oder dem Äquivalenzprinzip genügen.

Korrekturfaktor  $f_{\Delta\theta}$

- Luft als Wärmeträgerfluid:  $f_{\Delta\theta} = 1$
- Wasser als Wärmeträgerfluid:  $f_{\Delta\theta} = 1 + 0,01(\Delta\theta_{\text{design}} - \Delta\theta_{\text{test}})$  mit  $\Delta\theta_{\text{design}}$ , Temperaturunterschied in °C zwischen Eingang in und Rücklauf aus dem Abgabesystem (oder gegebenenfalls der Wärmespeicherung) unter Ansatzbedingungen und  $\Delta\theta_{\text{test}}$ , der Temperaturanstieg des Wassers durch den Kondensator in °C, bei den Versuchen gemäß der Norm NBN EN 14511. Man kann  $f_{\Delta\theta} = 0,93$  als Standardwert nehmen.

<sup>11</sup> Es ist immer möglich, einen Energiebereich in verschiedene kleinere Energiebereiche aufzuteilen und für jeden von ihnen das Wärmeabgabesystem zu berücksichtigen.

*Korrekturfaktor  $f_{pumps}$* 

- Keine Pumpe für das Einbringen von Wärme in den Verdampfer:  $f_{pumps}=1$  (d.h. Luft als Wärmequelle oder direkte Verdampfung in den Boden);
- Elektrische Leistung der Pumpe unbekannt:  $f_{pumps} = 5/6$ ;
- Elektrische Leistung der Pumpe ( $P_{pumps}$ , in kW) bekannt:  $f_{pumps} = \frac{1}{1 + P_{pumps}/P_{HP}}$  mit  $P_{HP}$ , der elektrischen Leistung (in kW) der Wärmepumpe gemäß der Norm NBN EN 14511 unter denselben Versuchsbedingungen wie für die Bestimmung von  $COP_{test}$ .

*Korrekturfaktor  $f_{AHU}$* 

Dieser Faktor kommt nur zum Tragen bei der Be- und Entlüftung.

- Belüftungsabluft als einzige Wärmequelle (ohne vorheriges Mischen mit der Außenluft), Belüftungsluft als einziges Wärmeträgerfluid (ohne Rückführung der Raumluft).

$$f_{AHU} = \frac{0.51 + 0.7 \min(\dot{V}_{supply}, \dot{V}_{extr}) / \dot{V}_{max}}{0.51 + 0.7 \dot{V}_{test} / \dot{V}_{max}}$$

Als Standardwert kann man:  $f_{AHU} = 0.51$  nehmen.

- Belüftungsabluft als einzige Wärmequelle (ohne vorheriges Mischen mit der Außenluft), wobei die Wärme nicht nur in die gelieferte Belüftungsluft abgegeben wird:

$$f_{AHU} = \frac{0.75 + 0.35 \dot{V}_{extr} / \dot{V}_{max}}{0.75 + 0.35 \dot{V}_{test} / \dot{V}_{max}}$$

Als Standardwert kann man:  $f_{AHU} = 0.75$  nehmen.

- Belüftungsluft als einziges Wärmeträgerfluid (ohne Rückführung der Raumluft), wobei die Belüftungsabluft nicht die einzige Wärmequelle ist:

$$f_{AHU} = \frac{0.75 + 0.35 \dot{V}_{supply} / \dot{V}_{max}}{0.75 + 0.35 \dot{V}_{test} / \dot{V}_{max}}$$

Als Standardwert kann man:  $f_{AHU} = 0.75$  nehmen.

- In allen anderen Fällen:  $f_{AHU}=1$ ;

Dabei ist:

|                    |                                                                                                                                                        |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\dot{V}_{max}$    | der maximale Volumenstrom in der Anlage in $m^3/h$ , wie vom Hersteller angegeben. Wenn der Hersteller eine Spanne angibt, nimmt man den größten Wert; |
| $\dot{V}_{test}$   | der Volumenstrom in der Anlage in $m^3/h$ bei dem Versuch gemäß der Norm NBN EN 14511;                                                                 |
| $\dot{V}_{extr}$   | die Abluftleistung in der Anlage in $m^3/h$ ;                                                                                                          |
| $\dot{V}_{supply}$ | der Ansatz-Förderstrom in der Anlage in $m^3/h$ ;                                                                                                      |

### 10.3 Monatlicher Endenergieverbrauch für Warmwasser im Sanitärbereich

#### 10.3.1 Prinzip

Die für die Erzeugung von Warmwasser im Sanitärbereich erforderliche Energie kann von einem einzigen Erzeuger oder einer Kombination parallel verbundener Geräte geliefert werden. Eventuell kann man für die verschiedenen Entnahmestellen im Bad und in der Küche verschiedene Erzeuger nehmen (oder eine Kombination von Geräten). Für die parallel verbundenen Geräte führen wir den Formalismus von bevorzugten und nicht bevorzugten Geräten ein, ganz analog zur Heizung. In dem (am häufigsten auftretenden) Fall, wo es kein Parallelgerät gibt, entspricht das einem bevorzugten Anteil von 100%. Die nachstehenden Begriffe geben also im Ergebnis einen Nullverbrauch für das nicht bevorzugte Gerät.

Dieser Grundsatz findet auch für Wärmepumpen mit integrierter elektrischer Widerstandsheizung Anwendung, bei denen die Wärmepumpe und die elektrische Widerstandsheizung als parallel geschaltete Erzeuger betrieben werden können. Der Minister kann zusätzliche Spezifikationen zur Berücksichtigung von Wärmepumpen mit integrierter elektrischer Widerstandsheizung festlegen.

### 10.3.2 Berechnungsregel

Der monatliche Endenergieverbrauch für Warmwasser im Sanitärbereich:

$$Q_{\text{water,bath } i,\text{final},m,\text{pref}} = \frac{f_{\text{water,bath } i,m,\text{pref}} \times (1 - f_{\text{as,water,bath } i,m}) \times Q_{\text{water,bath } i,\text{gross},m}}{\eta_{\text{gen,water,bath } i,m,\text{pref}}} \quad (\text{MJ})$$

$$Q_{\text{water,bath } i,\text{final},m,\text{pref}} = \frac{(1 - f_{\text{water,bath } i,m,\text{pref}}) \times (1 - f_{\text{as,water,bath } i,m}) \times Q_{\text{water,bath } i,\text{gross},m}}{\eta_{\text{gen,water,bath } i,m,\text{pref}}} \quad (\text{MJ})$$

$$Q_{\text{water,sink } i,\text{final},m,\text{pref}} = \frac{f_{\text{water,sink } i,m,\text{pref}} \times (1 - f_{\text{as,water,sink } i,m}) \times Q_{\text{water,sink } i,\text{gross},m}}{\eta_{\text{gen,water,sink } i,m,\text{pref}}} \quad (\text{MJ})$$

$$Q_{\text{water,sink } i,\text{final},m,\text{pref}} = \frac{(1 - f_{\text{water,sink } i,m,\text{pref}}) \times (1 - f_{\text{as,water,sink } i,m}) \times Q_{\text{water,sink } i,\text{gross},m}}{\eta_{\text{gen,water,sink } i,m,\text{pref}}} \quad (\text{MJ})$$

Dabei ist:

|                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $f_{\text{water},m,\text{pref}}$                 | der monatliche Anteil der Gesamtwärmelieferung für die<br>Bereitung von Warmwasser durch den/die bevorzugten<br>Wärmeerzeuger, mit dem Index 'bath i' oder 'sink i', je nach<br>Fall (-):<br>* wenn es nur einen Wärmeerzeuger gibt, hat man: $f_{\text{water},m,\text{pref}} = 1$ ;<br>* wenn es mehrere parallele Wärmeerzeuger gibt und wenn diese<br>Geräte auch die Heizung versorgen, nimmt man den Wert je nach<br>Fall aus Tabelle oder Tabelle 9a;<br>* wenn es mehrere parallele Wärmeerzeuger gibt und diese nur<br>die Bereitung von Warmwasser im Sanitärbereich gewährleisten,<br>setzt man $f_{\text{water},m,\text{pref}}$ gleich dem Verhältnis von der in das<br>bevorzugte Gerät eingebrachten Leistung zu der Gesamtleistung<br>der Wärmeerzeuger für Warmwasser im Sanitärbereich; |
| $f_{\text{as},m}$                                | der Teil des von dem thermischen Solarenergiesystem<br>abgedeckten Gesamtwärmebedarfs, bestimmt gemäß <b>Erreur ! Source<br/>du renvoi introuvable.</b> Jeweils mit Index 'water,bath i' und<br>'water,sink i' für die Bereitung von Warmwasser entweder für<br>Dusche bzw. Badewanne oder für das Küchenspülbecken.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| $Q_{\text{water,bath } i,\text{gross},m}$        | der monatliche Bruttoenergiebedarf an Warmwasser für eine<br>Dusche oder Badewanne i, bestimmt nach 9.3.1, in MJ;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| $Q_{\text{water,sink } i,\text{gross},m}$        | der monatliche Bruttoenergiebedarf an Warmwasser für ein<br>Küchenspülbecken i, bestimmt nach 9.3.1, in MJ;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| $\eta_{\text{gen,water,bath } i,m,\text{pref}}$  | der monatliche Produktionswirkungsgrad der/des bevorzugten<br>Wärmeerzeuger/s für die Bereitung von Warmwasser für eine<br>Dusche oder Badewanne i, bestimmt nach <b>Erreur ! Source du<br/>renvoi introuvable. (-)</b> ;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| $\eta_{\text{gen,water,bath } i,m,\text{npref}}$ | der monatliche Produktionswirkungsgrad der/des nicht<br>bevorzugten Wärmeerzeugers für die Bereitung von Warmwasser<br>für eine Dusche oder Badewanne i, bestimmt nach <b>Erreur !<br/>Source du renvoi introuvable. (-)</b> ;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| $\eta_{\text{gen,water,sink } i,m,\text{pref}}$  | der monatliche Produktionswirkungsgrad des/der bevorzugten<br>Wärmeerzeuger/s für die Bereitung von Warmwasser für ein<br>Küchenspülbecken i, bestimmt nach <b>Erreur ! Source du renvoi<br/>introuvable. (-)</b> ;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

$\eta_{\text{gen,water,elec 1/m,appt}}$  der monatliche Produktionswirkungsgrad des/der nicht bevorzugten Wärmeerzeuger/s für die Bereitstellung von Warmwasser für ein Küchenspülbecken i, bestimmt nach **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** (-);

### 10.3.3 Produktionswirkungsgrad für Warmwasser im Sanitärbereich

#### 10.3.3.1 Prinzip

Der Produktionswirkungsgrad einer Anlage zur Wärmeerzeugung für Warmwasser im Sanitärbereich wird definiert als das Verhältnis der ins Wasser gelieferten Nutzwärme, gemessen am Ausgangspunkt der Warmwasserleitung (je nach Fall vom Erzeuger oder Speicher aus) zu der für die Erzeugung dieser Wärme erforderlichen Energie einschließlich der Speicherverluste und der eventuellen elektrischen Energie der Zusatzgeräte. Der Verbrauch einer Zündflamme wird, gegebenenfalls, in § **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** berechnet.

#### 10.3.3.2 Berechnungsregel

Man nimmt die Werte aus Tabelle 11. Diese Tabelle ist gültig sowohl für Erzeuger, die nur das Brauchwasser erhitzen wie auch für die, die sowohl für die Heizung wie auch für die Warmwasserbereitung im Sanitärbereich zuständig sind.

Die Anlagen, die das Wasser sofort erhitzen, erzeugen die Wärme nur in dem Moment, in dem das Warmwasser im Sanitärbereich entnommen wird, ohne dass es irgendwo in der Anlage irgendeine Art der Wärmespeicherung gäbe. Sobald kein heißes Wasser mehr entnommen wird, hört auch die Wärmeerzeugung in der Anlage vollständig auf und das gesamte System kühlt ab bis auf Umgebungstemperatur.

Die Wärmeerzeugungsanlagen mit Wärmespeicherung halten in einem Speicher eine Wärmemenge zur Verfügung, auch dann, wenn kein heißes Wasser entnommen wird. Die Wärmespeicherung kann ebenso in Form von Warmwasser im Sanitärbereich selbst erfolgen, wie auch in Form von Kesselwasser; im letzten Fall wird das Brauchwasser über einen Wärmetauscher genau zum Zeitpunkt der Entnahme erhitzt. Die Produktionswirkungsgrade bleiben dieselben, selbst wenn die Anlage nicht ständig Wärme bereithält, sondern über gewisse Zeiträume (z.B. nachts) frei abkühlen kann.

Der Produktionswirkungsgrad von Gemeinschaftsanlagen<sup>12</sup> mit einer Gesamtleistung über 70 kW oder einer Speicherkapazität über 300 l mit einer oder mehreren Brennstoffheizungen wird gemäß 10.3.3.3 bestimmt.

**Tabelle [13]: Bemessungswert für den Produktionswirkungsgrad  $\eta_{\text{gen,water}}$  bei der Warmwasserbereitung im Sanitärbereich**

|                                    | Durchlauferhitzer              | mit Wärmespeicherung                  |
|------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|
| Brennstoffheizung (1) (2)          | 0.50                           | 0.45                                  |
| elektrische Widerstandsheizung     | 0.75                           | 0.70                                  |
| Elektrische Wärmepumpe             | 1.45                           | 1.40                                  |
| Kraft-Wärme-Kopplung vor Ort (1)   | $\epsilon_{\text{gegen, th}}$  | $\epsilon_{\text{gegen, th}} - 0.05$  |
| Lieferung von Gemeinschaftsheizung | $\eta_{\text{equiv,water,dh}}$ | $\eta_{\text{equiv,water,dh}} - 0.05$ |
| Andere Fälle                       | Äquivalenz (2)                 |                                       |

(1) Diese Zahlen geben bereits die Wirkungsgrade bezüglich des oberen Brennwertes an.

<sup>12</sup> Wenn mehrere EEW-Einheiten an die Anlage angeschlossen sind.

- (2) Es handelt sich hier um einzelne Brennstoffheizungen oder Gemeinschaftsbrennstoffheizungen mit einer Leistung bis maximal 70 kW und einer Speicherkapazität von maximal 300 l.
- (3) Die Abweichungen von den oben aufgeführten Kategorien müssen aufgrund des Äquivalenzprinzips oder sofern verfügbar gemäß den vom Minister definierten Vorschriften behandelt werden.

Die Symbole in der Tabelle wurden folgendermaßen definiert:

|                                 |                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\varepsilon_{\text{cogen,th}}$ | der thermische Wirkungsgrad für eine Kraft-Wärme-Kopplung vor Ort, wie in Anhang A.2 der BSE-Methode definiert;                                                                                                                                    |
| $\eta_{\text{equiv,water,dh}}$  | der bei Lieferung von Gemeinschaftsheizung für die Warmwasserbereitung im Sanitärbereich zu berücksichtigende Wirkungsgrad, der basierend auf den vom Minister definierten Vorschriften oder aufgrund des Äquivalenzprinzips bestimmt werden muss. |

Der Minister kann zusätzliche Spezifikationen für die Bestimmung des Wirkungsgrads einer externen Wärmelieferung festlegen.

#### 10.3.3.3 **Wirkungsgrad der Warmwasserbereitung bei Gemeinschaftsanlagen**

Der Produktionswirkungsgrad von Warmwasserbereitungsanlagen mit einem oder mehreren direkt beheizten Speichern (mit einer im Speicher selbst befindlichen direkten Heizung) beträgt 0,50 (-).

Der Produktionswirkungsgrad von Warmwasserbereitungsanlagen mit einem oder mehreren indirekt beheizten Speichern (mit Verwendung eines Wärmeträgers) oder von Warmwasserbereitungsanlagen ohne Speicher wird in Tabelle [14] angegeben:

**Tabelle [14]: Produktionswirkungsgrad  $\eta_{\text{gen,water}}$  (bezogen auf den oberen Brennwert) für Gemeinschaftsanlagen zur Warmwasserbereitung mit einem oder mehreren indirekt beheizten Speicher(n) oder für Anlagen ohne Speicher**

|                      | Anlagen ohne Speicher | Warmwasserbereitungsanlagen mit mindestens x mm Dämmung um den bzw. die Speicher |           |                      |
|----------------------|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-----------|----------------------|
|                      | -                     | x = 20 mm                                                                        | x = 10 mm | X = 0 mm (ungedämmt) |
| Kein Brennwertkessel | 0,75                  | 0,67                                                                             | 0,60      | 0,37                 |
| Brennwertkessel      | 0,85                  | 0,76                                                                             | 0,68      | 0,42                 |

#### 10.4 Monatlicher Beitrag an Nutzenergie eines thermischen Solarenergiesystems

Der monatliche Beitrag an Nutzenergie eines thermischen Solarenergiesystems wird wie folgt definiert:

- falls das System die Heizungen der Räume versorgt und Warmwasser liefert, sich auf Punkt **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** beziehen;
- falls es nur Warmwasser liefert, sich auf Punkt 10.4.2 beziehen;
- falls kein thermisches Solarenergiesystem zur Versorgung des Energiebereichs i besteht, ist  $f_{\text{as,heat,sec } i,m}$  gleich null;
- falls eine spezifische Zapfstelle (Badewanne / Dusche i oder Küchenspülbecken i nicht über ein thermisches Solarenergiesystem beheizt wird, ist der jeweilige Wert  $f_{\text{as,water,bath } i,m}$  und/oder  $f_{\text{as,water,sink } i,m}$  gleich null.

## 10.4.1 Heizen von Räumen und Warmwasser im Sanitärbereich

## 10.4.1.1 Einfache Annäherung

Man bestimmt den monatlichen Beitrag an Nutzenergie (als Teil des Gesamtwärmebedarfs) eines thermischen Solarenergiesystems für Heizen und die Warmwasserbereitung im Sanitärbereich folgendermaßen<sup>13</sup>:

$$f_{as,heat,sec i,m} = f_{as,water,bath i,m} = f_{as,water,sink i,m} = \min\left(1, \eta_{as,sh+wh,m} Q_{as,m} / Q_{demand,as,sh+wh,m}\right) \quad (-)$$

Dabei ist:

$$Q_{as,m} = \sum_j (A_{as,j} I_{as,m,shad,j}) \quad (MJ)$$

$$Q_{demand,as,sh+wh,m} = Q_{demand,as,water,m} + \sum_i Q_{heat,gross,sec i,m} \quad (MJ)$$

$$Q_{demand,as,water,m} = \sum_i (Q_{water,bath i,gross,m} + Q_{water,sink i,gross,m}) \quad (MJ)$$

und:

|                            |                                                                                                                                                                        |
|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\eta_{as,sh+wh,m}$        | der durchschnittliche monatliche Wirkungsgrad des thermischen Solarenergiesystems;                                                                                     |
| $Q_{as,m}$                 | die monatliche Besonnung bei dem thermischen Solarenergiesystem, unter Berücksichtigung der Beschattung, in MJ;                                                        |
| $Q_{demand,as,sh+wh,m}$    | der Gesamtwärmebedarf, zu dem das Solarenergiesystem beiträgt, in MJ;                                                                                                  |
| $A_{as,j}$                 | die Aperturfläche der Kollektoren mit Ausrichtung j des thermischen Solarenergiesystems, in m <sup>2</sup> ;                                                           |
| $I_{as,m,shad,j}$          | die Besonnung der Kollektorfläche mit Ausrichtung j für den betrachteten Monat, unter Berücksichtigung der Beschattung, in MJ/m <sup>2</sup> , bestimmt nach Anhang C; |
| $Q_{demand,as,water,m}$    | der monatliche Wärmebedarf für die Warmwasserbereitung im Sanitärbereich, zu dem die Solarenergie beiträgt, in MJ;                                                     |
| $Q_{heat,gross,sec i,m}$   | der monatliche Bruttoenergiebedarf für das Heizen eines Energiebereichs i, bestimmt nach 9.2.1, in MJ;                                                                 |
| $Q_{water,bath i,gross,m}$ | der monatliche Bruttoenergiebedarf für die Warmwasserbereitung für eine Dusche oder Badewanne i, bestimmt nach 9.3.1, in MJ;                                           |
| $Q_{water,sink i,gross,m}$ | der monatliche Bruttoenergiebedarf für die Warmwasserbereitung für ein Küchenspülbecken i, bestimmt nach 9.3.1, in MJ.                                                 |

Alle von dem Solarenergiesystem mit Wärme für die Heizung belieferten Bereiche j und Energiebereiche i und alle von dem Solarenergiesystem mit Wärme für die Warmwasserbereitung für Duschen, Badewannen und Küchenspülbecken i müssen addiert werden.

Der konstante durchschnittliche monatliche Wirkungsgrad des thermischen Solarenergiesystems wird folgendermaßen berechnet:

$$\text{wenn } \sum_i Q_{heat,gross,sec i,m} > 0$$

<sup>13</sup> Der englische Begriff für f ist 'solar fraction', nachfolgend übersetzt mit 'Solaranteil'. Theoretisch kann er variieren zwischen einem Wert von 0 (Beitrag der Solarenergie = Null) und einem Wert von 1 (Gesamtabdeckung durch Solarenergie).

$$\eta_{\text{as,sh+wh,m}} = \min \left\{ \max \left( 0, 0.16 + 0.2 \frac{Q_{\text{demand,as,water,a}}}{Q_{\text{as,a}}} + 0.015 \frac{\sum_i Q_{\text{heat,gross,sec i,m}}}{Q_{\text{as,m}}} \right), 0.8 \right\} \quad (-)$$

wenn  $\sum_i Q_{\text{heat,gross,sec i,m}} = 0$

$$\eta_{\text{as,sh+wh,m}} = \min \left\{ \max \left( 0, 0.16 + 0.2 \frac{Q_{\text{demand,as,water,a}}}{Q_{\text{as,a}}} \right), 0.8 \right\} \quad (-)$$

Dabei ist:

$Q_{\text{demand,as,water,a}}$  der jährliche Wärmebedarf für die Warmwasserbereitung im Sanitärbereich der Anlage, in MJ (gleich die Summe der 12 monatlichen Bruttoenergiebedarfe für die Warmwasserbereitung im Sanitärbereich,  $Q_{\text{demand,as,water,m}}$ , in MJ);

$Q_{\text{heat,gross,sec i,m}}$  der monatliche Bruttoenergiebedarf für das Heizen eines Energiebereichs  $i$ , bestimmt nach 9.2.1, in MJ;

$Q_{\text{as,a}}$  die jährliche Besonnung des thermischen Solarenergiesystems, in MJ (gleich die Summe der Sonneneinstrahlung in jedem der 12 Monate, in MJ).

Alle Energiebereiche  $i$ , zu denen das Solarenergiesystem Wärme für die Heizung liefert, müssen addiert werden.

#### 10.4.1.2 **Detaillierte Berechnung**

Wenn man das Konzept des thermischen Solarenergiesystems und die Eigenschaften jedes der Elemente kennt, kann man seinen monatlichen Beitrag an Nutzenergie (Solaranteil) mithilfe eines vorher vom Minister genehmigten geeigneten Rechenprogramms bestimmen. Die Energie der Zusatzgeräte (beispielsweise für eine Umwälzpumpe) muss außerdem multipliziert werden mit dem Umrechnungsfaktor in Primärenergie für die Elektrizität und abgezogen werden bei der Bestimmung des monatlichen Beitrags an Nutzenergie.

#### 10.4.2 **Warmwasser im Sanitärbereich**

##### 10.4.2.1 **Einfaches Verfahren**

Man bestimmt den monatlichen Nutzbeitrag (gleich der Anteil des Gesamtwärmebedarfs der Anlage) eines thermischen Solarenergiesystems, das nur zur Warmwasserbereitung im Sanitärbereich beiträgt, folgendermaßen:

$$f_{\text{as,water,bath i,m}} = f_{\text{as,water,sink i,m}} = \min \left( 1, \eta_{\text{as,water,m}} \cdot Q_{\text{as,m}} / Q_{\text{demand,as,water,m}} \right) \quad (-)$$

Dabei ist:

$\eta_{\text{as,water,m}}$  der durchschnittliche monatliche Wirkungsgrad des thermischen Solarenergiesystems;

$Q_{\text{as,m}}$  die monatliche Besonnung des thermischen Solarenergiesystems, unter Berücksichtigung der Beschattung, in MJ, bestimmt nach 10.4.1.1 ;

$Q_{\text{demand,as,water,m}}$  der monatliche Gesamtwärmebedarf der Anlage für die Bereitung von Warmwasser, in MJ, bestimmt nach 10.4.1.1.

Der durchschnittliche monatliche Wirkungsgrad des thermischen Solarenergiesystems wird folgendermaßen berechnet:

$$\eta_{as,water,m} = \min \left\{ \max \left( 0, 0.16 + 0.20 \frac{Q_{demand,as,water,a}}{Q_{as,a}} \right), 0.8 \right\} \quad (-)$$

Dabei ist:

$Q_{demand,as,water,a}$  der jährliche Wärmebedarf für die Warmwasserbereitung im Sanitärbereich, zu dem das Solarenergiesystem beiträgt, in MJ (gleich die Summe der 12 monatlichen Bruttoenergiebedarfe für die Warmwasserbereitung im Sanitärbereich,  $Q_{demand,as,water,m}$ , in MJ);

$Q_{as,a}$  die jährliche Besonnung des thermischen Solarenergiesystems, in MJ (gleich die Summe der Besonnung von jedem der 12 Monate, in MJ).

#### 10.4.2.2 **Detaillierte Berechnung**

Wenn man das Konzept des thermischen Solarenergiesystems und die Eigenschaften jedes der Elemente kennt, kann man seinen monatlichen Beitrag an Nutzenergie (Solaranteil) mithilfe eines geeigneten, vorher vom Minister genehmigten, Rechenprogramms bestimmen. Die Energie der Zusatzgeräte (beispielsweise für eine Umwälzpumpe) muss außerdem multipliziert werden mit dem Umrechnungsfaktor in Primärenergie für die Elektrizität und abgezogen werden bei der Bestimmung des monatlichen Beitrags an Nutzenergie.

#### 10.5 **Äquivalenter monatlicher Energieverbrauch für die Kühlung**

Bei zuviel überschüssigem Wärmeertrag erhöht sich das Überhitzungsrisiko. Selbst, wenn man bei der Konstruktion noch keine aktive Kühlung installiert hat, kann man dies noch nachträglich tun. Aus diesem Grund berücksichtigt man in diesem Fall ebenfalls einen äquivalenten fiktiven Verbrauch für die Abkühlung, siehe Kapitel 8.

Man bestimmt den äquivalenten monatlichen Elektrizitätsverbrauch für die Abkühlung folgendermaßen:

$$Q_{cool,final,sec\ i,m} = \frac{Q_{cool,net,sec\ i,m}}{8.1} \quad (\text{kWh})$$

Dabei ist:

$Q_{cool,net,sec\ i,m}$  der monatliche Nettobedarf an Energie zur Kühlung eines Energiebereichs  $i$ , berechnet nach 8.4;

8.1 das Produkt aus dem globalen Wirkungsgrad des Systems (0.9), der globalen Energieeffizienz (EER) des Abkühlsystems (2.5) und des Umrechnungsfaktors von MJ in kWh (3.6).

## 11 Monatlicher Energieverbrauch der Zusatzgeräte

### 11.1 Monatlicher Energieverbrauch für die Zusatzgerätefunktionen

#### 11.1.1 Prinzip

Der konventionelle Energieverbrauch für die Zusatzgerätefunktionen wird in diesem Kapitel bestimmt. Die Umrechnung in Primärenergieverbrauch erfolgt in **Erreur ! Source du renvoi introuvable..**

#### 11.1.2 Berechnungsregel für den Verbrauch an elektrischer Energie der Zusatzgeräte für die Raumheizung

Man bestimmt den monatlichen Stromverbrauch für die Zusatzgerätefunktionen folgendermaßen:

$$W_{\text{aux,heat,m}} = \sum_j \left( \frac{\sum_i Q_{\text{heat,gross,sec i,m}}}{\sum_i Q_{\text{heat,gross,sec i,a}}} \right) W_{\text{aux,heat,j}} \quad (\text{kWh})$$

Dabei ist:

$$Q_{\text{heat,gross,sec i,a}} = \sum_{m=1}^{12} Q_{\text{heat,gross,sec i,m}} \quad (\text{MJ})$$

und:

$Q_{\text{heat,gross,sec i,m}}$  der monatliche Bruttoenergiebedarf für das Heizen des Energiebereichs i, in MJ, berechnet nach 9.2;

$W_{\text{aux,heat,j}}$  der Stromverbrauch für die Funktionen der Zusatzgeräte, die Bestandteil der Anlage sind, in kWh, aufgenommen in Tabelle 12.

Es müssen sämtliche Geräte vom Typ j, die die EEW-Einheit versorgen, addiert werden, und dies jedes Mal in allen Energiebereichen i der betreffenden EEW-Einheit, die vom Gerät j versorgt werden.

Der eventuelle Energieverbrauch der Zusatzgeräte für die Raumheizungen wurde bereits bei dem Produktionswirkungsgrad berücksichtigt und wird deshalb bei diesen Berechnungen nicht erneut hinzugezogen.

**Tabelle [15]: Bemessungswerte für den Stromverbrauch für die Funktionen der Zusatzgeräte für die Raumheizungsanlagen**

( $V_{\text{sec } i}$ : Volumen des Energiebereichs i)

| Gerät/Komponente                      | Ausführungen                                                                                                                                     | Verbrauch an Hilfsenergie<br>$W_{\text{aux,heat},j}$ (kWh) |
|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| Umwälzpumpe pro Wohneinheit           | Mit Regulierung der Umwälzpumpe                                                                                                                  | $0.70 \sum V_{\text{sec } i}$                              |
|                                       | Ohne Regulierung der Umwälzpumpe                                                                                                                 | $0.35 \sum V_{\text{sec } i}$                              |
| Umwälzpumpe für mehrere Wohneinheiten | Bei getrennter Versorgung mit Warmwasser im Sanitärbereich: Umwälzpumpe nur für die Raumheizung (funktioniert nur während der Heizsaison)        | $0.35 \sum V_{\text{sec } i}$                              |
|                                       | Die Umwälzpumpe dient auch über einen Versorgungskreislauf der Bereitstellung von Warmwasser im Sanitärbereich: funktioniert das ganze Jahr über | $0.70 \sum V_{\text{sec } i}$                              |
| Andere Umwälzpumpen                   | Zusätzliche Umwälzpumpe bei Verwendung eines Speichers für die Heizung                                                                           | $0.10 \sum V_{\text{sec } i}$                              |
|                                       | Zusätzliche Umwälzpumpe zwischen dem Wärmeerzeuger und den Kollektoren/Verteilleitungen                                                          | $0.10 \sum V_{\text{sec } i}$                              |
|                                       | Zusätzliche Umwälzpumpe für einen Wärmetauscher in einer Luftaufbereitungskassette                                                               | $0.10 \sum V_{\text{sec } i}$                              |
| Kessel/Generator                      | Integrierter Ventilator                                                                                                                          | $0.30 \sum V_{\text{sec } i}$                              |
| Kessel/Generator                      | ELEKTRONIK                                                                                                                                       | $0.20 \sum V_{\text{sec } i}$                              |

Alle Energiebereiche i der betreffenden EEW-Einheit, die als von dem Gerät abgedeckt gelten, müssen addiert werden. Bei einer Luftaufbereitungskassette sind das alle Energiebereiche, denen erwärmte Luft zugeführt wird.

### 11.1.3 Berechnungsregel des Energieverbrauchs der Zündflamme

Der monatliche Verbrauch der Zündflamme an Hilfsenergie für jeden der 12 Monate des Jahres<sup>14</sup> ist das Produkt der Monatsdauer und der Summe der Leistung aller Zündflammen:

$$Q_{\text{pilot},m} = t_m \sum_j P_{\text{pilot},j} \quad (\text{MJ})$$

Dabei ist:

$t_m$  die Dauer des betrachteten Monats, in Ms, aufgenommen in Tabelle 1.;

$P_{\text{pilot},j}$  ein fester Bemessungswert für die Leistung einer Zündflamme, nämlich 80 W.

Alle mit einer Zündflamme ausgestatteten Wärmeerzeuger j, egal ob sie für die Raumheizung und/oder zur Warmwasserbereitung im Sanitärbereich dienen, müssen addiert werden. Einzige Ausnahme: die lokalen Heizgeräte. Für diese wurde der Verbrauch der Zündflamme bereits im Produktionswirkungsgrad berücksichtigt.

<sup>14</sup> Vereinbarungsgemäß wird davon ausgegangen, dass die Wachflamme in jedem Fall während der 12 Monate des Jahres an ist.

Wenn ein Gerät mit Zündflamme mehrere EEW-Einheiten abdeckt, wird der Verbrauch der Zündflamme jedem dieser EEW-Einheiten im Verhältnis zu ihrem relativen Volumen zugeschlagen.

## 11.2 Monatlicher Stromverbrauch der Ventilatoren

### 11.2.1 Prinzip

Der monatliche Stromverbrauch der Ventilatoren in den mechanischen Belüftungssystemen und/oder den Luftheizungssystemen errechnet sich auf der Basis eines Bemessungswerts für die elektrische Leistung der Ventilatoren:

- **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** für den/die Ventilator(en), der/die nur der Hygienelüftung dient/dienen;
- **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** für den/die Ventilator(en), die der Luftheizung dient/dienen (in Kombination oder nicht mit einer Hygienelüftung).

Der monatliche Gesamtenergieverbrauch ist die Summe aus:

$$\dot{W}_{aux,fans,m} = \dot{W}_{aux,fans,vent,m} + \dot{W}_{aux,fans,heat,m} \quad (\text{kWh})$$

### 11.2.2 Ventilatoren, die nur der Hygienelüftung dienen

#### 11.2.2.1 Berechnungsregel

Man bestimmt den monatlichen Stromverbrauch der Ventilatoren folgendermaßen:

$$\dot{W}_{aux,fans,vent,m} = t_m \left( \sum_j \Phi_{fans,vent,j} \right) / 3.6 \quad (\text{kWh})$$

Dabei ist:

- $t_m$  die Länge des betrachteten Monats, in Ms, siehe Tabelle 1;
- $\Phi_{fans,vent,j}$  der Bemessungswert für die durchschnittliche elektrische Leistung eines Ventilators  $j$ , bestimmt nach **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**, in W.

Alle Ventilatoren  $j$ , die beitragen zur Hygienelüftung der EEW-Einheit (Einblasen und/oder Abziehen und/oder Rückführung) und die nicht der Luftheizung dienen, müssen addiert werden. (Letztere werden in **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** berücksichtigt) Falls man den Standardwert für die durchschnittliche elektrische Leistung nimmt, entspricht diese augenblicklich der Summe aller in einem Belüftungsbereich vorhandenen Ventilatoren und in diesem Belüftungsbereich muss also keine Summierung mehr erfolgen.

#### 11.2.2.2 Bestimmung des Bemessungswerts für die durchschnittliche elektrische Leistung der Ventilatoren (für Hygienelüftung)

Der Bemessungswert für die durchschnittliche elektrische Leistung der der Hygienelüftung dienenden Ventilatoren wird wahlweise nach einem der folgenden Verfahren bestimmt:

- Anwendung eines Standardwerts (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**)
- Anwendung eines Bemessungswerts basierend auf der eingebrachten Leistung (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**)
- Anwendung der Leistung an einem repräsentativen Funktionspunkt (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**)

Falls sich in einem Belüftungsbereich mehrere Ventilatoren befinden, kann man das 1. Verfahren nicht mit dem 2. und 3. Verfahren kombinieren. Allerdings kann man das 2. und das 3. Verfahren gemeinsam anwenden.

Wenn ein Ventilator auch das Einblasen oder das Abziehen aus Räumen außerhalb der betroffenen EEW-Einheit leistet, im Fall des 2. oder 3. Verfahrens, für

durchschnittliche Leistung, wird nur der Anteil des Gesamtbemessungswerts berücksichtigt, der dem Verhältnis des Einblas- oder Abziehvolumens innerhalb der betroffenen EEW-Einheit zu dem Gesamtnennvolumen des Ventilators/der Ventilatoren<sup>15</sup> entspricht.

#### 11.2.2.2.1 Standardbemessungswert für die elektrische Leistung

Als Bemessungswert für die elektrische Leistung aller Ventilatoren, die einen mechanisch belüfteten Bereich abdecken, nimmt man die Werte aus Tabelle 13.

**Tabelle 13: Standardbemessungswerte für die elektrische Leistung der Ventilatoren für die Hygienelüftung**

( $V_{\text{sec } i}$ : Volumen des Energiebereichs  $i$ )

| Anlage                                                                                         | Ventilatorotyp         | Leistung<br>$\Phi_{\text{fuss,vent}} \text{ (W)}$ |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|---------------------------------------------------|
| EINFACHFLUSS-MECHANIK DURCH EINBLASEN ODER ABZIEHEN                                            | Wechselstromventilator | $0.125 \Sigma V_{\text{sec } i}$                  |
|                                                                                                | Gleichstromventilator  | $0.085 \Sigma V_{\text{sec } i}$                  |
| Doppelflussmechanik                                                                            | Wechselstromventilator | $0.235 \Sigma V_{\text{sec } i}$                  |
|                                                                                                | Gleichstromventilator  | $0.150 \Sigma V_{\text{sec } i}$                  |
| Einfachflussmechanik durch Abziehen mit Nutzung der Abluft als Wärmequelle für eine Wärmepumpe | Wechselstromventilator | $0.145 \Sigma V_{\text{sec } i}$                  |
|                                                                                                | Gleichstromventilator  | $0.100 \Sigma V_{\text{sec } i}$                  |
| Doppelflussmechanik durch Abziehen mit Nutzung der Abluft als Wärmequelle für eine Wärmepumpe  | Wechselstromventilator | $0.270 \Sigma V_{\text{sec } i}$                  |
|                                                                                                | Gleichstromventilator  | $0.185 \Sigma V_{\text{sec } i}$                  |

Das Volumen aller Energiebereiche  $i$  des betrachteten Belüftungsbereichs muss addiert betrachtet werden.

#### 11.2.2.2.2 Bemessungswert auf Basis der eingebrachten elektrischen Leistung

Man bestimmt den Bemessungswert der durchschnittlichen elektrischen Leistung auf eine der 2 folgenden Arten:

- Die Hälfte der maximalen Leistung des Elektromotors, ggf. einschließlich Hilfsgeräten, in W;
- Die Hälfte der maximalen elektrischen Leistung der Kombination Elektromotor-Ventilator, ggf. einschließlich Hilfsgeräten, in W;

Die maximale elektrische Leistung wird in Punkt 2 der vorliegenden Anlage definiert.

#### 11.2.2.2.3 Die durchschnittliche elektrische Leistung an einem repräsentativen Funktionspunkt

Vereinbarungsgemäß betrachtet man als repräsentativen Funktionspunkt für den durchschnittlichen Verbrauch des Ventilators mit der Zeit einen tatsächlich umsetzbaren Funktionspunkt (im Hinblick auf die Einstellposition des Ventilators) und mit:

- einer Durchflussrate von mindestens 65% der vom Ventilator zu liefernden Nenn-Durchflussrate<sup>16</sup>;

<sup>15</sup> Falls der Ventilator auch Bereiche ohne Wohnzwecke abdeckt, muss der Designumsatz und nicht der Nennumsatz berücksichtigt werden.

<sup>16</sup> Bei Nicht-Wohnzwecken ist die Auslegungsleistung zu berücksichtigen.

- einem Druckunterschied von mindestens 50% des Gesamtdruckunterschieds über den Ventilator in Nennposition. Das macht also eine Druckmessung in Nennposition der fertigen Anlage erforderlich (wenn auf dem Schalter nicht anders angegeben, ist die Maximalposition die Nennposition).

Als Bemessungswert für die durchschnittliche elektrische Leistung nimmt man die für diesen Funktionspunkt absorbierte Leistung, gegebenenfalls einschließlich aller Hilfselemente, in W.

### 11.2.3 Ventilatoren für die Luftheizung (ggf. kombiniert mit einer Hygienelüftung)

#### 11.2.3.1 Berechnungsregel

Der monatliche Stromverbrauch dieser Ventilatoren wird folgendermaßen bestimmt:

$$W_{\text{run,fans,heat,m}} = t_m \sum_j (f_{\text{heat,m,j}} \Phi_{\text{fans,heat,j}} + f_{\text{vent,m,j}} \Phi_{\text{fans,vent,j}}) / 3.6 \quad (\text{kWh})$$

Dabei ist:

- $t_m$  die Länge des betrachteten Monats, in Ms, siehe Tabelle 1.;
- $f_{\text{heat,m,j}}$  der monatliche Zeitanteil, in der der Ventilator j für das Beheizen der Räume in Betrieb sein muss, wie nachstehend bestimmt (-);
- $\Phi_{\text{fans,heat,j}}$  der Bemessungswert der elektrischen Leistung eines Ventilators j im Heizmodus, bestimmt nach 11.2.3.2, in W ;
- $f_{\text{vent,m,j}}$  der monatliche Anteil der Zeit, in der der Ventilator j nur die Belüftung sichern muss, wie nachstehend bestimmt (-);
- $\Phi_{\text{fans,vent,j}}$  der Bemessungswert der elektrischen Leistung eines Ventilators j im Belüftungsmodus, bestimmt nach **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**, in W.

Alle Ventilatoren j, die für die Luftheizung da sind, müssen addiert werden.

Der monatliche Anteil der Zeit, in der ein Ventilator j im Heizmodus dreht, wird so angegeben:

$$f_{\text{heat,m,j}} = \min \left[ 1; \sum_i Q_{\text{heat,gross,sec i,m}} / (1000 \cdot P_{\text{nom,j}} \cdot t_m) \right]$$

Dabei ist:

- $Q_{\text{heat,gross,sec i,m}}$  der monatliche Bruttoenergiebedarf für das Heizen eines Energiebereichs i, bestimmt nach 9.2.1, in MJ;
- $P_{\text{nom,j}}$  die Nennleistung des Warmlufters<sup>17</sup>, in kW;
- $t_m$  die Länge des betrachteten Monats, in Ms, siehe Tabelle 1.

Alle von einem Ventilator j mit Luftheizung versorgten Energiebereiche i müssen addiert werden.

Wenn ein Ventilator j auch Räume außerhalb der betroffenen EEW-Einheit beheizt, wird der Zähler (d.h. der monatliche Nettoenergiebedarf) multipliziert mit dem Verhältnis von dem mithilfe des Ventilators j insgesamt beheizten Volumen zu dem Volumen des Energiebereichs i innerhalb der EEW-Einheit, bei dem man davon ausgeht, dass es mithilfe des Ventilators j beheizt wird.

Der monatliche Zeitanteil, in der ein Ventilator j im Belüftungsmodus dreht, wird so angegeben:

- Falls ein Ventilator j nur zum Beheizen dient und keine Hygienelüftung gewährleistet:

$$f_{\text{vent,m,j}} = 0$$

<sup>17</sup> Wenn ein Ventilator mehrere Warmlufters abdeckt, ist  $P_{\text{nom,j}}$  die Summe der Nennleistungen aller Geräte.

- Wenn ein Ventilator j nur zum Beheizen dient, aber auch eine Hygienelüftung gewährleistet:

$$f_{\text{vent},m,j} = 1 - f_{\text{heat},m,j}$$

#### 11.2.3.2 **Bestimmung des Bemessungswerts für die elektrische Leistung der Ventilatoren (für die Raumheizung)**

Der Bemessungswert der elektrischen Leistung der Ventilatoren, die der Beheizung dienen, wird wahlweise nach einem der 2 folgenden Verfahren bestimmt:

- Anwendung eines Standardwerts (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**);
- Anwendung eines Bemessungswerts basierend auf der eingebrachten Leistung (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

Falls mehrere Ventilatoren die Luft in einem selben Energiebereich aufheizen, können die beiden Verfahren nicht kombiniert werden.

Wenn ein Ventilator auch die Raumheizung außerhalb der betrachteten EEW-Einheit gewährleistet, berücksichtigt man bei der Bestimmung des Bemessungswerts basierend auf der eingebrachten elektrischen Leistung den Anteil des nachstehend für die Leistung bestimmten Bemessungswertes, der dem Verhältnis des maximalen Sollumsatzes in den Räumen innerhalb der betrachteten EEW-Einheit zu dem maximalen Gesamtumsatz des Ventilators/der Ventilatoren entspricht.

##### 11.2.3.2.1 *Standard-Bemessungswert für die elektrische Leistung*

Als Bemessungswert für die elektrische Leistung aller die Luftheizung versorgenden Ventilatoren gelten die Werte aus Tabelle 14.

**Tabelle 14: Standard-Bemessungswerte für die elektrische Leistung der für die Raumheizung zuständigen Ventilatoren**

( $V_{\text{sec } i}$ : Volumen des Energiebereichs i)

| Anlage         | Typ Regulierung des Ventilators           | Leistung<br>$\Phi_{\text{fans,heat}}$ (W) |
|----------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Gebläseheizung | Keine oder keine automatische Regulierung | $0.780 \sum V_{\text{sec } i}$            |
|                | Automatische Regulierung                  | $0.525 \sum V_{\text{sec } i}$            |

Man muss das Volumen aller Energiebereiche i der luftbeheizten EEW-Einheit addieren.

##### 11.2.3.2.2 *Bemessungswert basierend auf der eingebrachten elektrischen Energie*

Der Bemessungswert der durchschnittlichen elektrischen Energie wird auf eine der 2 folgenden Arten bestimmt:

- Die maximale elektrische Leistung des Elektromotors in W;
- Die maximale elektrische Leistung der Kombination Elektromotor-Ventilator in W;

Die maximale Leistung eines Elektromotors wird in Punkt 2 der vorliegenden Anlage definiert.

#### 11.3 **Monatlicher Stromverbrauch für die Vorkühlung der Zuluft**

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

|                                                                          |                                                                                            |       |
|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| $W_{\text{aux,precool,m}} = W_{\text{soil/water,m}} + W_{\text{evap,m}}$ |                                                                                            | [kWh] |
| Dabei ist:                                                               |                                                                                            |       |
| $W_{\text{soil/water,m}}$                                                | Monatlicher Stromverbrauch der Erde/Wasser-Wärmepumpe gemäß Definition in 11.3.1 in kWh    |       |
| $W_{\text{evap,m}}$                                                      | Monatlicher Stromverbrauch für Kühlung durch Verdunstung gemäß Definition in 11.3.2 in kWh |       |

Für andere Technologien wird  $W_{\text{precool,m}}$  nach den vom Minister vorgegebenen Regeln bestimmt.

### 11.3.1 Monatlicher Stromverbrauch der Erde/Wasser-Wärmepumpe

Der monatliche Stromverbrauch der Erde/Wasser-Wärmepumpe wird wie folgt bestimmt:

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $W_{\text{soil/water,m}} = 0.278 \cdot t_m \cdot w_{\text{soil/water,m}} \cdot \left( \frac{\dot{V}_w}{3600} \cdot f \cdot \frac{L_{\text{tube}}}{D_{\text{tube}}} \cdot 500 \left( \frac{\dot{V}_w}{3600 n_{\text{tube}} \frac{\pi}{4} D_{\text{tube}}^2} \right)^2 + 150 \cdot \frac{\sum_i \dot{V}_{\text{hyg,cool,seci}}}{3600} \right) \quad [\text{kWh}]$ |                                                                                                                                                                                                                        |
| Dabei ist:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                        |
| $t_m$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Länge des betreffenden Monats in Ms, siehe Tabelle [1]                                                                                                                                                                 |
| $w_{\text{soil/water,m}}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Monatlicher Faktor zur Berücksichtigung der Betriebszeit der Erde/Wasser-Wärmepumpe, bestimmt gemäß Anhang B.3 der vorliegenden Anlage (-)                                                                             |
| $\dot{V}_w$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Wassermenge, die durch die Erde/Wasser-Wärmepumpe geleitet wird, in m <sup>3</sup> /h                                                                                                                                  |
| f                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Reibungskoeffizient:<br>- Wenn $Re < 2300$ : $f = \frac{64}{Re}$<br>- In allen anderen Fällen: $f = (1.58 \cdot \ln Re - 3.28)^{-2}$<br>Dabei ist Re: Reynolds-Zahl, bestimmt gemäß Anhang B.3 der vorliegenden Anlage |
| $D_{\text{tube}}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Innendurchmesser der Rohrleitung im Erdreich in m                                                                                                                                                                      |
| $L_{\text{tube}}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Länge der Rohrleitung im Erdreich in m                                                                                                                                                                                 |
| $n_{\text{tube}}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Anzahl der parallel verlaufenden Rohrleitungen                                                                                                                                                                         |
| $\dot{V}_{\text{hyg,cool,seci}}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Volumenstrom der Hygienelüftung in der Energiezone i, für die Kühlungsberechnungen, gemäß 7.8.4 ermittelt, in m <sup>3</sup> /h                                                                                        |

Die Werte für sämtliche Energiezonen i der Lüftungszone z, welche an die Wärmepumpe angeschlossen sind, müssen addiert werden.

### 11.3.2 Monatlicher Stromverbrauch für Kühlung durch Verdunstung

Der monatliche Stromverbrauch für Kühlung durch Verdunstung ergibt sich wie folgt:

|                                                                                                                                  |                                                                                                                                                 |       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| $W_{\text{evap,m}} = 0.278 \cdot t_m \cdot 250 \cdot w_{\text{evap,m}} \cdot \frac{\sum_i \dot{V}_{\text{hyg,cool,seci}}}{3600}$ |                                                                                                                                                 | [kWh] |
| Dabei ist:                                                                                                                       |                                                                                                                                                 |       |
| $t_m$                                                                                                                            | Länge des betreffenden Monats in Ms, siehe Tabelle [1]                                                                                          |       |
| $w_{\text{evap,m}}$                                                                                                              | Monatlicher Faktor zur Berücksichtigung der Betriebszeit der Kühlung durch Verdunstung, bestimmt gemäß Anhang B.3.3 der vorliegenden Anlage (-) |       |
| $\dot{V}_{\text{hyg,cool,seci}}$                                                                                                 | Volumenstrom der Hygienelüftung in der Energiezone i, zur Berechnung der Kühlung, bestimmt gemäß 7.8.4, in m <sup>3</sup> /h                    |       |

Für alle Energiezonen i der Lüftungszone z, die an die Verdunstungskälteanlage angeschlossen sind, sind die Werte zu addieren.

## 12 Monatliche Stromerzeugung durch photovoltaische Solarenergiesysteme vor Ort und Kraft-Wärme-Kopplung vor Ort

### 12.1 Photovoltaische Solarenergiesysteme

#### 12.1.1 Prinzip

Die monatliche Stromerzeugung eines photovoltaischen Solarenergiesystems vor Ort wird bestimmt durch Multiplikation des monatlichen Sonneneinfalls mit dem Wirkungsgrad. Abgesehen von der Bestimmung der Erzeugung ist das Verfahren vergleichbar mit der thermischen Solarenergie. Aber der Einfall des Schattens ist bedeutender. Sobald verschiedene Bereiche des photovoltaischen Systems verschiedene Ausrichtungen, Einfallswinkel oder Beschattungen haben, müssen sie als verschiedene Systeme berechnet werden.

Es werden nur die auf dem Grundstück des Gebäudes installierten photovoltaischen Solarenergiesysteme mit der betreffenden EEW-Einheit berücksichtigt. Dies bedeutet, dass die Solarfelder auf dem Dach, an der Fassade des Hauptgebäudes oder eines Nebengebäudes oder direkt ebenerdig installiert werden (z. B.: rotative Solarfelder).

Im Fall von Einfamilienunterkünften wird die Gesamtproduktion des Systems (oder der Systeme) der EEW-Einheit zugewiesen, für die das Ew-Niveau berechnet wird. In allen anderen Fällen wird die Gesamtproduktion aller in das Gebäude integrierten Systeme wie folgt aufgeteilt: der der betreffenden EEW-Einheit zugewiesene Anteil entspricht dem Verhältnis zwischen dem Volumen der entsprechenden Einheit und dem Gesamtvolumen des Gebäudes einschließlich sämtlicher unbeheizter Räume (z. B. unbeheizte Speicher, Gewächshäuser, Keller, Tiefgaragen etc.).

#### 12.1.2 Berechnungsregel

Die monatliche Stromerzeugung, in kWh, wird für ein photovoltaisches Solarenergiesystem  $i$  folgendermaßen berechnet:

$$W_{pv,m,i} = \frac{P_{pv,i} \times RF_{pv,i} \times c_{pv,m,i} \times I_{s,m,i,shad}}{3600} \quad (\text{kWh})$$

Dabei ist:

- $P_{pv,i}$  die Spitzenleistung des photovoltaischen Systems  $i$  in W, bei einer Besonnung von  $1000 \text{ W/m}^2$ , bestimmt nach NBN EN 60904-1;
- $RF_{pv,i}$  der Reduktionsfaktor des photovoltaischen Solarenergiesystems, dessen Wert auf 0,75 festgelegt wird (-);
- $c_{pv,m,i}$  der Korrekturfaktor für die Beschattung, berechnet gemäß **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**;
- $I_{s,m,i,shad}$  die Besonnung auf Höhe der Oberfläche des photovoltaischen Solarenergiesystems  $i$  für den betrachteten Monat, unter Berücksichtigung der Beschattung, in  $\text{MJ/m}^2$ , bestimmt nach Anhang C des vorliegenden Erlasses;

#### 12.1.3 Korrekturfaktor für die Beschattung

Der Korrekturfaktor für die Beschattung wird folgendermaßen bestimmt:

$$c_{pv,i} = \max \left( 0; 1.26 \frac{I_{s,m,i,shad}}{I_{s,m,i,horshad}} - 0.26 \right)$$

Dabei ist:

- $I_{s,m,i,shad}$  die Besonnung auf Höhe der Oberfläche des photovoltaischen Solarenergiesystems  $i$  für den betrachteten Monat, unter Berücksichtigung der Beschattung der festen Hindernisse, in  $\text{MJ/m}^2$ , bestimmt nach Anhang C;

$I_{s,m,i,horshad}$  die Besonnung der Oberfläche des photovoltaischen Solarenergiesystems  $i$  für den betrachteten Monat, unter Berücksichtigung einzig der Beschattung des Horizonts, in MJ/m<sup>2</sup>, bestimmt nach Anhang C. Die anderen Hindernisse (Überstände und entsprechende Blenden) werden in dieser Berechnung also nicht berücksichtigt.

Anders als bei der für Fenster und thermische Solarenergiesysteme geltenden Regel kann man nicht mit den Standardwerten  $F_s$  wie in Anhang C angegeben rechnen. Eine detaillierte Aufstellung der Beschattung ist für photovoltaische Solarenergiesysteme immer verpflichtend.

(Falls es außer dem Horizont keine anderen Schatten liefernden Hindernisse gibt, dann  $I_{s,m,i,horshad} = I_{s,m,i,shad}$ ,  $C_{pv,m,i} = 1$ , und die Erzeugung wird also nicht reduziert.)

## 12.2 Kraft-Wärme-Kopplung

### 12.2.1 Prinzip

Eine Kraft-Wärme-Kopplung erzeugt gleichzeitig Wärme und Strom. Der Endenergieverbrauch (d. h. der Verbrauch von Brennstoff) einer Kraft-Wärme-Kopplungsanlage wird in den Punkten 10.2.2 und 10.2.3 berechnet. In diesem Kapitel wird die Stromerzeugung durch Kraft-Wärme-Kopplung bestimmt. Dieser Strom wird in Absatz 13.8 in eingesparte Primärenergie umgerechnet.

### 12.2.2 Stromerzeugung

Man bestimmt die Menge des durch Kraft-Wärme-Kopplung vor Ort erzeugten Stroms folgendermaßen:

$$W_{cogen,m} = \frac{\varepsilon_{cogen,elec}}{3.6} \times \frac{Q_{heat,demand,cogen,m}}{\varepsilon_{cogen,th}} \quad (\text{kWh})$$

Dabei ist:

$\varepsilon_{cogen,elec}$  der Wirkungsgrad der Umformung elektrischer Energie der Kraft-Wärme-Kopplungsanlage, wie in Anlage A.2 der BSE-Methode;  
 $Q_{cogen,final,i,m}$  der monatliche Endenergieverbrauch der Kraft-Wärme-Kopplungsanlage  $i$  in MJ, wie nachstehend definiert;

Man bestimmt den monatlichen Endenergieverbrauch der Kraft-Wärme-Kopplungsanlage  $i$  entsprechend der Nutzwärme, die diese Kraft-Wärme-Kopplungsanlage abgeben kann, wie folgt:

$$\begin{aligned} Q_{cogen,final,i,m} = & \sum_i f_{heat,m,pref} \times (1 - f_{as,heat,sec,i,m}) \times Q_{heat,gross,sec,i,m} / \eta_{gen,heat,cogen} \\ & + \sum_i f_{water,bath i,m,pref} \times (1 - f_{as,water,bath i,m}) \times Q_{water,bath i,gross,m} / \eta_{gen,water,bath i,m,cogen} \\ & + \sum_i f_{water,sink i,m,pref} \times (1 - f_{as,water,sink i,m}) \times Q_{water,sink i,gross,m} / \eta_{gen,water,sink i,m,cogen} \end{aligned}$$

(MJ)

Dabei ist:

$f_{heat,m,pref}$  der Anteil der durch Kraft-Wärme-Kopplung an einen Energiebereich  $i$  gelieferten Wärme, bestimmt nach 10.2.2;  
 $f_{as,m}$  der Anteil des Gesamtwärmebedarfs, abgedeckt von dem thermischen Solarenergiesystem, bestimmt gemäß **Erreur ! Source du renvoi introuvable**. Mit dem Index 'water,bath  $i$ ' und 'water,sink  $i$ ' für die Warmwasserbereitung im Sanitärbereich beziehungsweise für die Dusche(n)/Badewanne(n) und das/die Spülbecken in der Küche  $i$ .

|                                               |                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $Q_{\text{heat, gross, ser } i, m}$           | der monatliche Bruttoenergiebedarf für das Beheizen eines Energiebereichs $i$ , bestimmt nach 9.2.1, in MJ;                                                                                        |
| $\eta_{\text{gen, heat, cogen}}$              | der Wirkungsgrad der Monatsproduktion der Kraft-Wärme-Kopplungsanlage, bestimmt nach 10.2.3.2 (-);                                                                                                 |
| $f_{\text{water, bath } i, m, pref}$          | der Anteil der Kraft-Wärme-Kopplung an der Versorgung mit Wärme für die Warmwasserbereitung für eine Dusche oder Badewanne $i$ , bestimmt nach 10.3.2;                                             |
| $Q_{\text{water, bath } i, gross, m}$         | der monatliche Bruttoenergiebedarf an Warmwasser einer Dusche oder Badewanne $i$ , bestimmt nach 9.3.1, in MJ;                                                                                     |
| $\eta_{\text{gen, water, bath } i, m, cogen}$ | der Wirkungsgrad der Monatsproduktion der Kraft-Wärme-Kopplungsanlage zur Warmwasserbereitung für die Badewanne oder Dusche $i$ , bestimmt nach <b>Erreur ! Source du renvoi introuvable.</b> (-); |
| $f_{\text{water, sink } i, m, pref}$          | der Anteil der Kraft-Wärme-Kopplung an der Versorgung mit Wärme für die Warmwasserbereitung für ein Küchenspülbecken $i$ , bestimmt nach 10.3.2;                                                   |
| $Q_{\text{water, sink } i, gross, m}$         | der monatliche Bruttoenergiebedarf an Warmwasser für ein Küchenspülbecken $i$ , bestimmt nach 9.3.1, in MJ;                                                                                        |
| $\eta_{\text{gen, water, sink } i, m, cogen}$ | der Wirkungsgrad der Monatsproduktion der Kraft-Wärme-Kopplungsanlage für die Warmwasserbereitung für Küchenspülbecken $i$ , bestimmt <b>Erreur ! Source du renvoi introuvable.</b> (-).           |

Alle Energiebereiche  $i$  der EEW-Einheit, die über die Kraft-Wärme-Kopplungsanlage geheizt werden, und alle Duschen, Badewannen und Küchenspülbecken  $i$  der EEW-Einheit, für die die Kraft-Wärme-Kopplungsanlage  $i$  die Wärme für die Warmwasserbereitung im Sanitärbereich liefert, müssen addiert werden.

### 13 Verbrauch an Primärenergie

#### 13.1 Präambel

Die Umwandlung des Endenergieverbrauchs in Primärenergieverbrauch bringt die Umrechnungsfaktoren für die Primärenergie in die Energiebilanz. Alle Unterpunkte werden dann addiert, damit man den charakteristischen jährlichen Primärenergieverbrauch bekommt. Für von photovoltaischen Anlagen vor Ort oder von Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen vor Ort erzeugten Strom führt man einen Bonus entsprechend der Brennstoffeinsparung in den elektrischen Kraftwerken in die Berechnungen ein.

#### 13.2 Der charakteristische jährliche Primärenergieverbrauch

Der charakteristische jährliche Primärenergieverbrauch der EEW-Einheit wird folgendermaßen bestimmt:

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

Dabei ist:

- $E_{p,\text{heat},m}$  der monatliche Primärenergieverbrauch für die Raumheizung, in MJ, bestimmt nach **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**;
- $E_{p,\text{water},m}$  der monatliche Primärenergieverbrauch für die Warmwasserbereitung im Sanitärbereich, in MJ, bestimmt nach **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**;
- $E_{p,\text{aux},m}$  der monatliche Primärenergieverbrauch der Zusatzgeräte, in MJ, bestimmt nach **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**;
- $E_{p,\text{cool},m}$  der äquivalente monatliche Primärenergieverbrauch für die Kühlung, in MJ, bestimmt nach **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**;
- $E_{p,\text{pv},m}$  die monatliche Einsparung an Primärenergie, die von den photovoltaischen Solarenergiesystemen vor Ort erzeugt wird, in MJ, bestimmt nach **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**;
- $E_{p,\text{cogen},m}$  die monatliche Einsparung an Primärenergie, die von einer Kraft-Wärme-Kopplungsanlage vor Ort erzeugt wird, in MJ, bestimmt nach 13.8.

#### 13.3 Der Primärenergieverbrauch für die Raumheizung

Man bestimmt den monatlichen Primärenergieverbrauch der EEW-Einheit für die Heizung folgendermaßen:

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

Dabei ist:

- $f_p$  der konventionelle Umrechnungsfaktor in Primärenergie der Energiequelle des betrachteten Erzeugers, wie in dem Haupttext des vorliegenden Erlasses aufgestellt;
- $Q_{\text{heat,final,sec i,m,pref}}$  der monatliche Endenergieverbrauch des bevorzugten Erzeugers für die Raumheizung eines Energiebereichs i, mit Ausnahme der Energie der Zusatzgeräte, bestimmt nach 10.2.2, in MJ;
- $Q_{\text{heat,final,sec i,m,npref}}$  der monatliche Endenergieverbrauch des nicht bevorzugten Erzeugers für die Raumheizung eines Energiebereichs i, mit Ausnahme der Hilfsenergie, bestimmt nach 10.2.2, in MJ;

Alle Energiebereiche i der EEW-Einheit müssen addiert werden.

### 13.4 Der Primärenergieverbrauch für die Warmwasserbereitung im Sanitärbereich

Der monatliche Primärenergieverbrauch der EEW-Einheit für die Warmwasserbereitung im Sanitärbereich wird folgendermaßen bestimmt:

$$E_{p,water,m} = \sum_i (f_p \times Q_{water,bath\ i,final,m,pref} + f_p \times Q_{water,bath\ i,final,m,npref}) + \sum_i (f_p \times Q_{water,sink\ i,final,m,pref} + f_p \times Q_{water,sink\ i,final,m,npref}) \quad (MJ)$$

Dabei ist:

|                                   |                                                                                                                                                                     |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $f_p$                             | der konventionelle Faktor für die Umrechnung in Primärenergie der Energiequelle des betrachteten Erzeugers, wie im Haupttext des vorliegenden Erlasses aufgestellt; |
| $Q_{water,bath\ i,final,m,pref}$  | der monatliche Endenergieverbrauch des bevorzugten Erzeugers für die Warmwasserbereitung für eine Dusche oder Badewanne i, bestimmt nach 10.3.2, in MJ;             |
| $Q_{water,bath\ i,final,m,npref}$ | der monatliche Endenergieverbrauch des nicht bevorzugten Erzeugers für die Warmwasserbereitung für eine Dusche oder Badewanne i, bestimmt nach 10.3.2, in MJ;       |
| $Q_{water,sink\ i,final,m,pref}$  | der monatliche Endenergieverbrauch des bevorzugten Erzeugers für die Warmwasserbereitung für ein Küchenspülbecken i, bestimmt nach 10.3.2, in MJ;                   |
| $Q_{water,sink\ i,final,m,npref}$ | der monatliche Endenergieverbrauch des nicht bevorzugten Erzeugers für die Warmwasserbereitung für ein Küchenspülbecken i, bestimmt nach 10.3.2, in MJ;             |

Alle Duschen und Badewannen i und alle Küchenspülbecken i der EEW-Einheit müssen addiert werden.

### 13.5 Der Primärenergieverbrauch der Zusatzgeräte

Der Primärenergieverbrauch der Zusatzgeräte wird folgendermaßen berechnet:

$$E_{p,aux,m} = f_p \times 3.6 \times (W_{aux,fans,m} + W_{aux,heat,m}) + f_p \times Q_{pilot,m} \quad (MJ)$$

Dabei ist:

|                     |                                                                                                                                                                                                                               |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $f_p$               | der konventionelle Umrechnungsfaktor in Primärenergie der betrachteten Energiequelle, wie im Haupttext des vorliegenden Erlasses aufgestellt;                                                                                 |
| $W_{aux,fans,m}$    | der monatliche Stromverbrauch der Ventilatoren, bestimmt nach <b>Erreur ! Source du renvoi introuvable.</b> , in kWh;                                                                                                         |
| $W_{aux,heat,m}$    | der monatliche Stromverbrauch für die Hilfsfunktionen für die Heizung, bestimmt nach <b>Erreur ! Source du renvoi introuvable.</b> , in kWh;                                                                                  |
| $W_{aux,precool,m}$ | der monatliche Stromverbrauch für die Vorkühlung der Luftzufuhr, bestimmt nach 11.3, in kWh;                                                                                                                                  |
| $Q_{pilot,m}$       | der monatliche Energieverbrauch der Zündflamme der Erzeuger, die zum Beheizen der EEW-Einheit und zur Warmwasserbereitung für die EEW-Einheit beitragen, bestimmt nach <b>Erreur ! Source du renvoi introuvable.</b> , in MJ. |

### 13.6 Der äquivalente Primärenergieverbrauch für die Kühlung

Der äquivalente monatliche Energieverbrauch für die Kühlung wird folgendermaßen bestimmt:

$$E_{p,cool,m} = \sum_i (f_p \times 3.6 \times Q_{cool,final,sec\ i,m}) \quad (MJ)$$

Dabei ist:

|                           |                                                                                                                                    |
|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $Q_{cool,final,sec\ i,m}$ | der äquivalente monatliche Energieverbrauch für die Kühlung, bestimmt nach <b>Erreur ! Source du renvoi introuvable.</b> , in kWh; |
| $f_p$                     | der konventionelle Faktor für die Umrechnung in Primärenergie für Strom, wie im Haupttext des vorliegenden Erlasses aufgestellt.   |

Alle Energiebereiche i müssen addiert werden.

### 13.7 Primärenergieeinsparung durch die Stromerzeugung von photovoltaischen Solarenergiesystemen vor Ort

Die äquivalente monatliche Primärenergieeinsparung durch die Stromerzeugung von in das Gebäude integrierten photovoltaischen Solarenergiesystemen wird folgendermaßen bestimmt:

$$E_{p,pv,m} = \sum_i (f_p \times 3.6 \times W_{pv,m,i}) \quad (\text{MJ})$$

Dabei ist:

- $f_p$  der konventionelle Faktor zur Umrechnung in Primärenergie für Strom, wie im Haupttext des vorliegenden Erlasses aufgestellt;
- $W_{pv,m,i}$  die monatliche Stromerzeugung des in das Gebäude integrierten photovoltaischen Solarenergiesystems  $i$ , bestimmt nach 12.1.2, in kWh.

Alle photovoltaischen Solarenergiesysteme vor Ort  $i$  müssen unter Berücksichtigung der Verteilungsregeln, wie in Punkt 12.1.1 definiert, addiert werden.

### 13.8 Primärenergieeinsparung durch die Stromerzeugung einer Kraft-Wärme-Kopplungsanlage vor Ort

Die äquivalente monatliche Primärenergieeinsparung durch die Stromerzeugung von (einer) Kraft-Wärme-Kopplungsanlage(n) vor Ort wird folgendermaßen bestimmt:

$$E_{p,cogen,m} = \sum_i f_p \times 3.6 \times W_{cogen,m,i} \quad (\text{MJ})$$

Dabei ist:

- $f_p$  der konventionelle Faktor zur Umrechnung in Primärenergie für durch Kraft-Wärme-Kopplung selbstproduzierten Strom, wie im Haupttext des vorliegenden Erlasses aufgestellt;
- $W_{cogen,i,m}$  die monatliche von der Kraft-Wärme-Kopplungsanlage vor Ort  $i$  erzeugte Strommenge, bestimmt nach 12.2.2, in kWh.

Alle Kraft-Wärme-Kopplungssysteme vor Ort  $i$  müssen addiert werden.

## 14 CO<sub>2</sub>-Emissionen

### 14.1 Vorwort

Der endgültige Energieverbrauch setzt sich aus einer verbrauchten Brennstoffmenge und einer verbrauchten Energiemenge zusammen. Diese Elemente sind mit gewissen CO<sub>2</sub>-Emissionen verbunden. Die von photovoltaischen Anlagen und/oder durch Anlagen mit Kraft-Wärme-Kopplung erzeugte Elektrizität führt zu CO<sub>2</sub>-Emissionen, die bei der herkömmlichen Elektrizitätserzeugung vermieden werden, und wird abgezogen. Diese CO<sub>2</sub>-Emissionen können durch den teilweisen Verbrauch ermittelt und dann hinzugerechnet werden, um die charakteristischen jährlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen zu erhalten.

Die CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren ( $f_{CO_2}$ ) der verschiedenen Energieträger sind in Anhang F des vorliegenden Anhangs aufgeführt.

### 14.2 Charakteristische jährliche CO<sub>2</sub>-Emissionen

Es werden wie folgt die charakteristischen jährlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen ermittelt, die sich aus dem Energieverbrauch der PER-Anlage ergeben:

|                                                                                                                               |                                                                                                                                                                             |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| $CO_{2,tot} = \sum_{m=1}^{12} (CO_{2,heat,m} + CO_{2,water,m} + CO_{2,aux,m} + CO_{2,cool,m} - CO_{2,PV,m} - CO_{2,cogen,m})$ |                                                                                                                                                                             | [kg] |
| wobei:                                                                                                                        |                                                                                                                                                                             |      |
| CO <sub>2,heat,m</sub>                                                                                                        | die monatlichen CO <sub>2</sub> -Emissionen aufgrund der Heizung der Räume, ermittelt gemäß 14.3, in kg;                                                                    |      |
| CO <sub>2,water,m</sub>                                                                                                       | die monatlichen CO <sub>2</sub> -Emissionen aufgrund der Sanitär-Warmwasserbereitung, ermittelt gemäß 14.4, in kg;                                                          |      |
| CO <sub>2,aux,m</sub>                                                                                                         | die monatlichen CO <sub>2</sub> -Emissionen aufgrund des Verbrauchs an Zusatzenergie, ermittelt gemäß 14.5, in kg;                                                          |      |
| CO <sub>2,cool,m</sub>                                                                                                        | die monatlichen CO <sub>2</sub> -Emissionen aufgrund der Kühlung, ermittelt gemäß 14.6, in kg;                                                                              |      |
| CO <sub>2,PV,m</sub>                                                                                                          | die vermiedenen monatlichen CO <sub>2</sub> -Emissionen aufgrund der Elektrizitätserzeugung mittels einer Photovoltaikanlage vor Ort, ermittelt gemäß 14.7, in kg;          |      |
| CO <sub>2,cogen,m</sub>                                                                                                       | die vermiedenen monatlichen CO <sub>2</sub> -Emissionen aufgrund der Elektrizitätserzeugung mittels einer Kraft-Wärme-Kopplungsanlage vor Ort, ermittelt gemäß 14.8, in kg; |      |

### 14.3 Monatliche CO<sub>2</sub>-Emissionen aufgrund der Heizung der Räume

Es werden die monatlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen der PER-Anlage aufgrund der Heizung der Räume wie folgt ermittelt:

|                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                              |      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| $CO_{2,heat,m} = \sum_i (f_{CO_2} \cdot f_{NCV/GCV} \cdot Q_{heat,final,sec i,m,pref} + f_{CO_2} \cdot f_{NCV/GCV} \cdot Q_{heat,final,sec i,m,npref})$ |                                                                                                                                                                                                              | [kg] |
| wobei:                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                              |      |
| $f_{CO_2}$                                                                                                                                              | der CO <sub>2</sub> -Emissionsfaktor des Energieträgers des betrachteten Erzeugers im Verhältnis zum unteren Heizwert, wie er in Anhang F des vorliegenden Anhangs aufgeführt ist (kg/MJ);                   |      |
| $f_{NCV/GCV}$                                                                                                                                           | ein Multiplikationsfaktor, der dem Verhältnis zwischen dem unteren Heizwert und dem oberen Heizwert des verwendeten Brennstoffs entspricht, wie er in Anhang F des vorliegenden Anhangs aufgeführt ist (-);  |      |
| $Q_{heat,final,sec i,m,pref}$                                                                                                                           | der endgültige monatliche Energieverbrauch des bevorzugten Erzeugungsapparats für die Heizung der Räume des Energiesektors i, mit Ausnahme der Energie der Betriebsgeräte, ermittelt nach 10.2.2 (MJ);       |      |
| $Q_{heat,final,sec i,m,npref}$                                                                                                                          | der endgültige monatliche Energieverbrauch des nicht bevorzugten Erzeugungsapparats für die Heizung der Räume des Energiesektors i, mit Ausnahme der Energie der Betriebsgeräte, ermittelt nach 10.2.2 (MJ); |      |

Es muss eine Summierung für alle Energiesektoren  $i$  der PER-Einheit vorgenommen werden.

#### 14.4 Monatliche CO<sub>2</sub>-Emissionen aufgrund der Sanitär-Warmwasserbereitung

Es werden die monatlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen der PER-Anlage aufgrund der Sanitär-Warmwasserbereitung wie folgt ermittelt:

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                             |      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| $CO_{2,water,m} = \sum_i (f_{CO_2} \cdot f_{NCV/GCV} \cdot Q_{water,bath\ i,final,m,pref} + f_{CO_2} \cdot f_{NCV/GCV} \cdot Q_{water,bath\ i,final,m,npref}) + \sum_i (f_{CO_2} \cdot f_{NCV/GCV} \cdot Q_{water,sink\ i,final,m,pref} + f_{CO_2} \cdot f_{NCV/GCV} \cdot Q_{water,sink\ i,final,m,npref})$ |                                                                                                                                                                                                             | [kg] |
| wobei:                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                             |      |
| $f_{CO_2}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | der CO <sub>2</sub> -Emissionsfaktor des Energieträgers des betrachteten Erzeugers im Verhältnis zum unteren Heizwert, wie er in Anhang F des vorliegenden Anhangs aufgeführt ist (kg/MJ);                  |      |
| $f_{NCV/GCV}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                | ein Multiplikationsfaktor, der dem Verhältnis zwischen dem unteren Heizwert und dem oberen Heizwert des verwendeten Brennstoffs entspricht, wie er in Anhang F des vorliegenden Anhangs aufgeführt ist (-); |      |
| $Q_{water,bath\ i,final,m,pref}$                                                                                                                                                                                                                                                                             | der endgültige monatliche Energieverbrauch des bevorzugten Erzeugungsapparats für die Sanitär-Warmwasserbereitung für eine Dusche oder eine Badewanne $i$ , ermittelt nach 10.3.2 in MJ;                    |      |
| $Q_{water,bath\ i,final,m,npref}$                                                                                                                                                                                                                                                                            | der endgültige monatliche Energieverbrauch des nicht bevorzugten Erzeugungsapparats für die Sanitär-Warmwasserbereitung für eine Dusche oder eine Badewanne $i$ , ermittelt nach 10.3.2 in MJ;              |      |
| $Q_{water,sink\ i,final,m,pref}$                                                                                                                                                                                                                                                                             | der endgültige monatliche Energieverbrauch des bevorzugten Erzeugungsapparats für die Sanitär-Warmwasserbereitung für ein Spülbecken $i$ , ermittelt nach 10.3.2 in MJ;                                     |      |
| $Q_{water,sink\ i,final,m,npref}$                                                                                                                                                                                                                                                                            | der endgültige monatliche Energieverbrauch des nicht bevorzugten Erzeugungsapparats für die Sanitär-Warmwasserbereitung für ein Spülbecken $i$ , ermittelt nach 10.3.2 in MJ;                               |      |

Es muss eine Summierung sämtlicher Duschen und sämtlicher Badewannen  $i$  der PER-Einheit sowie sämtlicher Spülbecken  $i$  der PER-Einheit vorgenommen werden.

#### 14.5 Monatliche CO<sub>2</sub>-Emissionen aufgrund des Hilfsenergieverbrauchs

Es werden die monatlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen der PER-Anlage aufgrund des Hilfsenergieverbrauchs wie folgt ermittelt:

|                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                             |      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| $CO_{2,aux,m} = f_{CO_2} \cdot f_{NCV/GCV} \cdot 3,6 \cdot (W_{aux,fans,m} + W_{aux,heat,m} + W_{aux,precool,m}) + f_{CO_2} \cdot f_{NCV/GCV} \cdot Q_{pilot,m}$ |                                                                                                                                                                                                             | [kg] |
| wobei:                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                             |      |
| $f_{CO_2}$                                                                                                                                                       | der CO <sub>2</sub> -Emissionsfaktor des Energieträgers des betrachteten Erzeugers im Verhältnis zum unteren Heizwert, wie er in Anhang F des vorliegenden Anhangs aufgeführt ist (kg/MJ);                  |      |
| $f_{NCV/GCV}$                                                                                                                                                    | ein Multiplikationsfaktor, der dem Verhältnis zwischen dem unteren Heizwert und dem oberen Heizwert des verwendeten Brennstoffs entspricht, wie er in Anhang F des vorliegenden Anhangs aufgeführt ist (-); |      |
| $W_{aux,fans,m}$                                                                                                                                                 | der durchschnittliche monatliche Stromverbrauch für die Ventilatoren, ermittelt nach 11.2.1, in kWh;                                                                                                        |      |
| $W_{aux,heat,m}$                                                                                                                                                 | der monatliche Stromverbrauch für die Hilfsfunktionen für die Heizung, ermittelt nach 11.1.2, in kWh;                                                                                                       |      |
| $W_{aux,precool,m}$                                                                                                                                              | der monatliche Stromverbrauch für die Vorkühlung der Luftzufuhr, ermittelt nach 11.3, in kWh;                                                                                                               |      |
| $Q_{pilot,m}$                                                                                                                                                    | der monatliche Energieverbrauch der Zündflammen der Erzeugerapparate, die zur Heizung der PER-Einheit und/oder zur Sanitär-Warmwasserbereitung für die PER-Einheit beitragen, ermittelt nach 11.1.3, in MJ. |      |

Es muss eine Summierung sämtlicher Zündflammen  $i$  der Erzeuger vorgenommen werden, die zur Heizung und/oder zur Sanitär-Warmwasserbereitung der PER-Einheit beitragen.

#### 14.6 Monatliche CO<sub>2</sub>-Emissionen aufgrund der Kühlung

Es werden die monatlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen der PER-Anlage aufgrund der Kühlung wie folgt ermittelt:

|                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                 |      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| $CO_{2,cool,m} = \sum_i (s_{cool,i} \cdot f_{CO_2} \cdot f_{NCV/GCV} \cdot 3,6 \cdot Q_{cool,final,sec\ i,m})$ |                                                                                                                                                                                                                 | [kg] |
| wobei:                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                 |      |
| $s_{cool,i}$                                                                                                   | ein Multiplikationsfaktor, der je Energiesektor $i$ festgelegt wird und dessen Wert sich beläuft auf:<br><br>- 1, falls eine aktive Kühlung eingerichtet ist;<br>1, falls eine aktive Kühlung eingerichtet ist; |      |
| $f_{CO_2}$                                                                                                     | der CO <sub>2</sub> -Emissionsfaktor des Energieträgers des betrachteten Erzeugers im Verhältnis zum unteren Heizwert, wie er in Anhang F des vorliegenden Anhangs aufgeführt ist (kg/MJ);                      |      |
| $f_{NCV/GCV}$                                                                                                  | ein Multiplikationsfaktor, der dem Verhältnis zwischen dem unteren Heizwert und dem oberen Heizwert des verwendeten Brennstoffs entspricht, wie er in Anhang F des vorliegenden Anhangs aufgeführt ist (-);     |      |
| $Q_{cool,final,sec\ i,m}$                                                                                      | der monatliche entsprechende Energieverbrauch für die Kühlung, ermittelt nach 10.5, in kWh.                                                                                                                     |      |

Es muss eine Summierung für alle Energiesektoren  $i$  der PER-Einheit vorgenommen werden.

#### 14.7 Vermiedene monatliche CO<sub>2</sub>-Emissionen aufgrund der Elektrizitätserzeugung mittels einer Photovoltaikanlage vor Ort

Es werden die vermiedenen monatlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen aufgrund der Elektrizitätserzeugung mittels einer Photovoltaikanlage vor Ort wie folgt ermittelt:

|                                                                                |                                                                                                                                                                                                             |      |
|--------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| $CO_{2,PV,m} = \sum_i (f_{CO_2} \cdot f_{NCV/GCV} \cdot 3,6 \cdot W_{PV,m,i})$ |                                                                                                                                                                                                             | [kg] |
| wobei:                                                                         |                                                                                                                                                                                                             |      |
| $f_{CO_2}$                                                                     | der CO <sub>2</sub> -Emissionsfaktor des Energieträgers des betrachteten Erzeugers im Verhältnis zum unteren Heizwert, wie er in Anhang F des vorliegenden Anhangs aufgeführt ist (kg/MJ);                  |      |
| $f_{NCV/GCV}$                                                                  | ein Multiplikationsfaktor, der dem Verhältnis zwischen dem unteren Heizwert und dem oberen Heizwert des verwendeten Brennstoffs entspricht, wie er in Anhang F des vorliegenden Anhangs aufgeführt ist (-); |      |
| $W_{PV,m,i}$                                                                   | die monatliche Stromproduktion des in Gebäude $i$ integrierten photovoltaischen Solarenergiesystems, ermittelt gemäß 12.1.2, in kWh.                                                                        |      |

Es muss eine Summierung sämtlicher photovoltaischen Solaranlagen vor Ort  $i$  der PER-Einheit vorgenommen werden, unter Berücksichtigung der Verteilungsregeln, wie in 12.1.1 festgelegt.

#### 14.8 Vermiedene monatliche CO<sub>2</sub>-Emissionen aufgrund der Elektrizitätserzeugung mittels einer Kraft-Wärme-Kopplungsanlage vor Ort

Es werden die vermiedenen monatlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen der PER-Einheit aufgrund der Elektrizitätserzeugung mittels einer Kraft-Wärme-Kopplungsanlage vor Ort wie folgt ermittelt:

|                                                                                   |                                                                                                                                                                                                             |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| $CO_{2,PV,m} = \sum_i (f_{CO_2} \cdot f_{NCV/GCV} \cdot 3,6 \cdot W_{cogen,m,i})$ |                                                                                                                                                                                                             | [kg] |
| wobei:                                                                            |                                                                                                                                                                                                             |      |
| $f_{CO_2}$                                                                        | der CO <sub>2</sub> -Emissionsfaktor des Energieträgers des betrachteten Erzeugers im Verhältnis zum unteren Heizwert, wie er in Anhang F des vorliegenden Anhangs aufgeführt ist (kg/MJ);                  |      |
| $f_{NCV/GCV}$                                                                     | ein Multiplikationsfaktor, der dem Verhältnis zwischen dem unteren Heizwert und dem oberen Heizwert des verwendeten Brennstoffs entspricht, wie er in Anhang F des vorliegenden Anhangs aufgeführt ist (-); |      |
| $W_{cogen,i,m}$                                                                   | die monatliche Elektrizitätsmenge, die durch die Kraft-Wärme-Kopplungsanlage vor Ort i erzeugt wird, ermittelt nach 12.2.2, in kWh;                                                                         |      |

Es muss eine Summierung für alle Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen vor Ort i der PER-Einheit vorgenommen werden.

**Anhang A: Behandlung von unbeheizten Nachbarräumen**

Für unbeheizte Nachbarräume ist ein Reduktionsfaktor  $b$  zu bestimmen, siehe die Norm NBN EN ISO 13789.

Zur Bestimmung der Energieeffizienz von unbeheizten Nachbarräumen sind als Standard die beiden nachstehenden vereinfachten Möglichkeiten vorgesehen.

**Möglichkeit 1**

Es ist immer zulässig, die Außengeometrie von unbeheizten Nachbarräumen zu vernachlässigen.

- Zur Bestimmung des Nutzenergiebedarfs für die Heizung ist davon auszugehen, dass die Temperatur der unbeheizten Nachbarräume der Außentemperatur entspricht (d. h. Reduktionsfaktor  $b = 1$ ). Es wird angenommen, dass keine Sonneneinstrahlung das geschützte Volumen erreicht.
- Zur Berechnung des Indikators für die Überhitzungsgefahr und zur Bestimmung des Nutzenergiebedarfs für die Kühlung, ist davon auszugehen dass der unbeheizte Nachbarraum die gleiche Temperatur hat, wie das geschützte Volumen (d. h. Reduktionsfaktor  $b = 0$ ). Der Transmissionswärmestrom durch das geschützte Volumen zum unbeheizten Nachbarraum wird also nicht berücksichtigt. Bezüglich der Sonneneinstrahlung wird angenommen, dass der unbeheizte Nachbarraum kein Hindernis darstellt.

**Möglichkeit 2**

Diese Möglichkeit gilt nur, wenn der unbeheizte Nachbarraum nur an 1 Berechnungszone angrenzt, und wenn es zwischen dem unbeheizten Nachbarraum und dem geschützten Volumen keine Hygienelüftung gibt.

In Fällen, in denen die unbeheizten Nachbarräume an mehrere Berechnungszonen grenzen, kann der Minister ggf. zusätzliche Regeln vorschlagen, die eine Unterteilung des unbeheizten Nachbarraums in mehrere kleinere, fiktive unbeheizte Nachbarräume erlauben, die jeweils an nur eine Berechnungszone grenzen.

Wenn mehrere unbeheizte Nachbarräume auch untereinander Nachbarräume sind, wird üblicherweise davon ausgegangen, dass es zwischen den unbeheizten Nachbarräumen keine Wärmetransmission und keinen Luftwechsel (kontrolliert oder durch In-/Exfiltration) gibt. Die Wand wird auch als opak betrachtet.

Interne Wärmegegewinne in unbeheizten Nachbarräumen werden als gleich 0 angenommen.

Der Reduktionsfaktor  $b$  ist nach der Norm NBN EN ISO 13789 zu bestimmen. In Bezug auf Bauknoten sind die unter Punkt 7.4 genannten Regeln anzuwenden (Unterscheidung zwischen Berechnungen in Zusammenhang mit der Heizung einerseits und Berechnungen in Zusammenhang mit der Kühlung und der Überhitzung andererseits).

Die indirekten Sonnenenergiegewinne der Nachbarberechnungszone (siehe § 7.10.2) = Anteil  $(1-b)$  der in den unbeheizten Nachbarräumen absorbierten Sonnenenergiegewinne. Sowohl der Reduktionsfaktor  $b$  als auch die Sonnenenergiegewinne können sich auf Ebene der Berechnungen in Zusammenhang mit der Heizung einerseits und der Berechnungen in Zusammenhang mit dem Indikator

für die Überhitzungsgefahr und der Kühlung andererseits unterscheiden, aufgrund einer Differenz bei der Luftwechselrate und/oder dem Anwendungsfaktor eines möglichen Sonnenschutzes.

Die direkte Sonneneinstrahlung durch den unbeheizten Nachbarraum wird nur berücksichtigt, wenn die Außenwand des unbeheizten Nachbarraums senkrecht zum Mittenbereich des Fensters zwischen dem unbeheizten Nachbarraum und dem geschützten Volumen auch transparent/lichtdurchlässig ist. Bei der Bestimmung der Verschattungswinkel des Fensters zwischen dem unbeheizten Nachbarraum und dem geschützten Volumen ist die Geometrie des unbeheizten Nachbarraums (z. B. opakes Dach) zu berücksichtigen. Von der durch das Fenster zwischen dem unbeheizten Nachbarraum und dem geschützten Volumen einfallenden Sonneneinstrahlung ist das Produkt aus  $0,95 \times F_F \times g_g$  der gegenüberliegenden transparenten/lichtdurchlässigen Außenwand abzuziehen. Um die in dem unbeheizten Nachbarraum absorbierten Sonnenenergiegewinne zu bestimmen, ist die direkte Sonnenbestrahlung des unbeheizten Nachbarraums von den Gesamtsonnenenergiegewinnen in dem unbeheizten Nachbarraum abzuziehen.

**Anhang B: Leistung der Hygienelüftung**

Ein begrenztes Volumen, das nicht für Wohnzwecke bestimmt ist, kann Teil einer EEW-Einheit sein.

In dem Teil eines Gebäudes, der für Wohnzwecke bestimmt ist, müssen die Lüftungsanlagen die Anforderungen von Anlage VHR erfüllen. Mit diesen wird eine Mindestauslegungsleistung vorgeschrieben. Unter „verlangtem Luftstrom“ ist die Mindestlüftungsleistung zu verstehen, wie in Anlage VHR und VHN des vorliegenden Erlasses beschrieben.

Im Folgenden sollen verschiedene Terme der mechanischen Systeme in der so genannten "Nennstellung" der Ventilatoren beurteilt werden. Soweit auf der Schalttafel nicht ausdrücklich anders angegeben, ist die Nennstellung gleich die Maximalstellung. In der Nennstellung muss die mechanische Luftzufuhr oder -ableitung in jedem Raum mindestens dem verlangten Luftstrom entsprechen.

Die Bestimmung des Multiplikationsfaktors  $m$  und des Reduktionsfaktors für die Vorwärmung  $r$  hat je Lüftungszone zu erfolgen. Räume der EEW-Einheit, für die keine Anforderungen bezüglich Zuluft, Überströmung oder Abluftableitung nach außen gelten, sind einer benachbarten Lüftungszone zuzuordnen. Wenn es mehrere benachbarte Lüftungszonen gibt, sind sie den Zonen zuzuordnen, mit denen sie ggf. über innere Verbindungen in Berührung sind. Wenn es Verbindungen dieser Art nicht gibt, kann die Zuordnung nach eigenem Ermessen erfolgen.

Nach den in § 5.3 festgelegten Regeln für die Aufteilung einer "EEW-Einheit" in Berechnungszonen, kann eine Berechnungszone nicht mehrere Lüftungszonen umfassen, da eine Berechnungszone mit dem gleichen Typ von Lüftungssystem ausgestattet sein muss. Aber 1 Lüftungszone kann in mehrere Berechnungszonen unterteilt sein, z. B. weil die verschiedenen Gebäudeteile unterschiedliche Wärmeabgabesysteme haben (z. B. ein Wohnhaus mit nur 1 Lüftungssystem, aber Heizkörpern im 1. Stock und Fußbodenheizung im Erdgeschoss).

Der Minister legt fest, welche Regeln für die einzelnen Räume bei der Messung der Luftmenge zu beachten sind, die der detaillierten Berechnung der Faktoren  $m$  und  $r_{p,neb}$  zugrunde liegt.

### B.1 Bestimmung des Multiplikationsfaktors $m_{sec\ i}$ für den Luftstrom

Der Multiplikationsfaktor  $m_{sec\ i}$  einer Berechnungszone  $i$  = der Multiplikationsfaktor für die Lüftungszone  $z$ , zu der die Berechnungszone gehört:

$$m_{sec\ i} = m_{zone\ z}$$

Der Multiplikationsfaktor für die Lüftungszone  $z$  wird wie folgt bestimmt.

Hinweis: Die Anwendung der nachstehenden Regeln zieht für jedes Lüftungssystem den Standardwert  $m_{zone\ z} = 1.5$  nach sich.

Wenn in diesem Paragraphen von "verlangter Frischluftvolumenstrom" die Rede ist, ist darunter ggf. auch ein "Umluftvolumenstrom" in dem Wohnraum zu verstehen.

#### B.1.1 Natürliche Belüftung

Bei der Bestimmung des Multiplikationsfaktors  $m_{zone\ z}$  sind bei diesen Systemen die folgenden Aspekte zu berücksichtigen:

- bezüglich der Zuluft:
  - das Maß, in dem die verstellbaren Zuluftöffnungen selbstregulierend sind;
- bezüglich der Abluft:
  - das Maß, in dem die Abluftöffnungen selbstregulierend sind;
  - die mangelnde Luftdichtheit der Abluftkanäle.

$m_{zone\ z}$  ist je Lüftungszone  $z$  wie folgt zu bestimmen:

$$m_{zone\ z} = 1.0 + 0.5 \left( \frac{r_{nat, supply, zone\ z} + r_{nat, exh, zone\ z} + r_{leak, stack, zone\ z}}{r_{nat, supply, zone\ z, def} + r_{nat, exh, zone\ z, def} + r_{leak, stack, zone\ z, def}} \right)$$

dabei ist:

|                                 |                                                                                                                                                                       |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $r_{nat, supply, zone\ z}$      | Korrekturfaktor, der den Umstand berücksichtigt, dass die verstellbaren Zuluftöffnungen in der Lüftungszone $z$ selbstregulierend sind, wie nachstehend bestimmt (-); |
| $r_{nat, exh, zone\ z}$         | Korrekturfaktor, der den Umstand berücksichtigt, dass die verstellbaren Abluftöffnungen in der Lüftungszone $z$ selbstregulierend sind, wie nachstehend bestimmt (-); |
| $r_{leak, stack, zone\ z}$      | Korrekturfaktor für die mangelnde Luftdichtheit der Abluftkanäle in der Lüftungszone $z$ , wie nachstehend bestimmt (-);                                              |
| $r_{nat, supply, zone\ z, def}$ | Standardwert für $r_{nat, supply, zone\ z}$ , wie nachstehend bestimmt (-);                                                                                           |
| $r_{nat, exh, zone\ z, def}$    | Standardwert für $r_{nat, exh, zone\ z}$ , wie nachstehend bestimmt (-);                                                                                              |
| $r_{leak, stack, zone\ z, def}$ | Standardwert für $r_{leak, stack, zone\ z}$ , wie nachstehend bestimmt (-);                                                                                           |

#### Korrekturfaktor $r_{nat, supply, zone\ z}$

Nach der Norm NBN EN 13141-1 geprüfte Zuluftöffnungen können einer gegebenen Klasse nach Tabelle 16 zugeordnet werden. Zu diesem Zweck muss beurteilt werden, in welchem Maß der Luftstrom bei einer Veränderung der Druckdifferenz konstant bleibt.

Der Korrekturfaktor  $r_{\text{nat},\text{supply},\text{zone } z}$  der Lüftungszone  $z$  wird üblicherweise mit der Klassifizierung nach Tabelle 17 verbunden. Der Wert für die gesamte Lüftungszone richtet sich nach der verstellbaren Zuluftöffnung (VZÖ) mit dem höchsten Korrekturfaktor. Der Standardwert ist 0,20.

**Tabelle 16: Regelklasse in Abhängigkeit von der Druckdifferenz**

| Druckdifferenz P<br>(Pa)             | Luftstrom in Abhängigkeit vom Nennluftstrom bei 2 Pa ( $q_N$ ) |                                              |                                                    |                                                    |                                                    |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
|                                      | Klasse P <sub>0</sub>                                          | Klasse P <sub>1</sub>                        | Klasse P <sub>2</sub>                              | Klasse P <sub>3</sub>                              | Klasse P <sub>4</sub>                              |
| $0 \text{ Pa} \leq P < 2 \text{ Pa}$ |                                                                | $\geq 0.8\sqrt{(P/2)}$<br>und $\leq 1.20q_N$ | $\geq 0.8\sqrt{(P/2)}$<br>und $\leq 1.20$<br>$q_N$ | $\geq 0.8\sqrt{(P/2)}$<br>und $\leq 1.20$<br>$q_N$ | $\geq 0.8\sqrt{(P/2)}$<br>und $\leq 1.20$<br>$q_N$ |
| 2 Pa                                 | $q_N$                                                          | $q_N$                                        | $q_N$                                              | $q_N$                                              | $q_N$                                              |
| $2 \text{ Pa} < P < 5 \text{ Pa}$    | Erfüllt Klasse P <sub>1</sub> nicht                            | $\geq 0.80 q_N$<br>und $\leq 1.8 q_N$        | $\geq 0.80 q_N$<br>und $\leq 1.8 q_N$              | $\geq 0.80 q_N$<br>und $\leq 1.5 q_N$              | $\geq 0.80 q_N$<br>und $\leq 1.2q_N$               |
| 5 Pa – 10 Pa                         |                                                                | $\geq 0.70q_N$<br>und $\leq 2.3q_N$          | $\geq 0.70q_N$<br>und $\leq 2.0q_N$                | $\geq 0.70q_N$<br>und $\leq 1.5q_N$                | $\geq 0.80q_N$<br>und $\leq 1.2q_N$                |
| 10 Pa – 25 Pa                        |                                                                | $\geq 0.50q_N$<br>und $\leq 3.0q_N$          | $\geq 0.50q_N$<br>und $\leq 2.0q_N$                | $\geq 0.50q_N$<br>und $\leq 1.5q_N$                | $\geq 0.80q_N$<br>und $\leq 1.2q_N$                |
| 25 Pa – 50 Pa                        |                                                                | $\geq 0.30q_N$<br>und $\leq 3.0q_N$          | $\geq 0.30q_N$<br>und $\leq 2.0q_N$                | $\geq 0.30q_N$<br>und $\leq 1.5q_N$                | $\geq 0.30q_N$<br>und $\leq 1.5q_N$                |
| 50 Pa – 100 Pa                       |                                                                | $\leq 3.0q_N$                                | $\leq 2.0q_N$                                      | $\leq 2.0q_N$                                      | $\leq 2.0q_N$                                      |
| 100 Pa – 200 Pa                      |                                                                | $\leq 4q_N$                                  | $\leq 3.0q_N$                                      | $\leq 3.0q_N$                                      | $\leq 3.0q_N$                                      |

**Tabelle 17: Korrekturfaktor  $r_{\text{nat},\text{supply},\text{zone } z}$**

| Klasse VZÖ | $r_{\text{nat},\text{supply},\text{zone } z}$ |
|------------|-----------------------------------------------|
| P0         | 0.20                                          |
| P1         | 0.18                                          |
| P2         | 0.14                                          |
| P3         | 0.08                                          |
| P4         | 0.02                                          |

**Korrekturfaktor  $r_{nat,exh,zone\ z}$** 

Nicht selbstregulierenden Zuluftöffnungen wird der nachstehende Wert zugewiesen:

$$r_{nat,exh,zone\ z} = 0.20$$

Dies ist auch der Standardwert.

Bessere Werte können nach zuvor vom Minister genehmigten Regeln bestimmt werden.

**Korrekturfaktor  $r_{leak,stack,zone\ z}$** 

$r_{leak,stack,zone\ z}$  der Lüftungszone  $z$  wird üblicherweise wie folgt bestimmt:

$$r_{leak,stack,zone\ z} = \frac{\sum_k \dot{V}_{leak,stack,zone\ z,k}}{\dot{V}_{req,exh,zone\ z}}$$

dabei ist:

$\dot{V}_{leak,stack,zone\ z,k}$  Standardleckrate des Abluftkanals  $k$  in der Lüftungszone  $z$ , in  $m^3/h$

$\dot{V}_{req,exh,zone\ z}$  für die Lüftungszone  $z$  verlangter Gesamtabluftstrom = Summe der für jeden Raum verlangten Abluftströme nach außen, in  $m^3/h$ .

Es ist die Summe aus allen Abluftkanälen  $k$  in der Lüftungszone  $z$  zu bilden. Die Leckrate  $\dot{V}_{leak,stack,zone\ z,k}$  eines Abluftkanals  $k$  wird anhand einer Messung gemäß den in der Norm NBN EN 14134 beschriebenen Verfahren bestimmt. Es wird üblicherweise ein Betriebsdruck von 2 Pa angesetzt.

Wenn kein Messergebnis vorgelegt wird, gilt:

$$r_{leak,stack,zone\ z} = 0.025$$

Dies ist auch der Standardwert.

**B.1.2 Einfache Zuluftanlage**

Bei der Bestimmung des Multiplikationsfaktors  $m_{zone\ z}$  sind bei diesen Systemen die folgenden Aspekte zu berücksichtigen:

- bezüglich der Zuluft:
  - die möglicherweise fehlerhafte Regulierung der Zuluftventile;
  - die mangelnde Luftdichtheit der Zuluftleitungen.
- bezüglich der Abluft:
  - das Maß, in dem die Abluftventile selbstregulierend sind;
  - die mangelnde Luftdichtheit der Abluftkanäle.

$m_{zone\ z}$  wird je Lüftungszone  $z$  wie folgt bestimmt:

$$m_{zone\ z} = 1.0 + 0.5 \left( \frac{r_{mech, supply, zone\ z} + r_{nat, exh, zone\ z} + r_{leak, stack, zone\ z}}{r_{mech, supply, zone\ z, def} + r_{nat, exh, zone\ z, def} + r_{leak, stack, zone\ z, def}} \right)$$

dabei ist:

|                                                |                                                                                                                                                                                                            |
|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $r_{\text{mech, supply, zone } z}$             | Korrekturfaktor für die möglicherweise fehlerhafte Regulierung der Zuluftventile in jedem Raum und die mangelnde Luftdichtheit der Zuluftleitungen in der Lüftungszone $z$ , wie nachstehend bestimmt (-); |
| $r_{\text{nat, exh, zone } z}$                 | Korrekturfaktor für das Maß, in dem die Abluftventile in der Lüftungszone $z$ selbstregulierend sind, wie in § B.1.1 (-) bestimmt;                                                                         |
| $r_{\text{leak, stack, zone } z}$              | Korrekturfaktor für die mangelnde Luftdichtheit der Abluftkanäle in der Lüftungszone $z$ , wie in § B.1.1 (-) bestimmt;                                                                                    |
| $r_{\text{mech, supply, zone } z, \text{def}}$ | Standardwert für $r_{\text{mech, supply, zone } z}$ , wie nachstehend bestimmt (-);                                                                                                                        |
| $r_{\text{nat, exh, zone } z, \text{def}}$     | Standardwert für $r_{\text{nat, exh, zone } z}$ , wie in § B.1.1 (-) bestimmt;                                                                                                                             |
| $r_{\text{leak, stack, zone } z, \text{def}}$  | Standardwert für $r_{\text{leak, stack, zone } z}$ , wie in § B.1.1 (-) bestimmt;                                                                                                                          |

**Korrekturfaktor  $r_{\text{mech. supply, zone } z}$** 

$r_{\text{mech. supply, zone } z}$  wird für jede Lüftungszone  $z$  wie folgt bestimmt:

$$r_{\text{mech. supply, zone } z} = r_{\text{adj. mech. supply, zone } z} + \frac{\sum \dot{V}_{\text{leak, supply duct, zone } z, l}}{\dot{V}_{\text{req, mech. supply, zone } z}}$$

dabei ist:

$r_{\text{adj, mech. supply, zone } z}$  Korrekturfaktor für die möglicherweise fehlerhafte Regulierung der Zuluftventile in der Lüftungszone  $z$ , wie nachstehend bestimmt (-);

$\dot{V}_{\text{leak, supply duct, zone } z, l}$  Verluste durch undichte Stellen in den Zuluftleitungen  $l$  in der Lüftungszone  $z$ , bei Ventilatoren in Nennstellung, in  $\text{m}^3/\text{h}$ , wie nachstehend bestimmt;

$\dot{V}_{\text{req, mech. supply, zone } z}$  für die Lüftungszone  $z$  verlangter Gesamtzuluftstrom = Summe der für jeden Raum verlangten Frischluftströme, in  $\text{m}^3/\text{h}$ .

In dem zweiten Term ist die Summe aus allen Zuluftleitungsnetzen  $l$  in der Lüftungszone  $z$  zu bilden.

Der Korrekturfaktor für die möglicherweise fehlerhafte Regulierung der Zuluftventile in einer Lüftungszone  $z$ , wird wie folgt bestimmt:

- wenn nicht alle Luftvolumenströme aller Zuluftventile in der Lüftungszone  $z$  gemessen worden sind (bei Ventilatoren in Nennstellung), gilt:

$$r_{\text{adj, mech. supply, zone } z} = 0.20$$

Dies ist auch der Standardwert.

- wenn die Luftvolumenströme aller Zuluftventile in der Lüftungszone  $z$  gemessen worden sind (bei Ventilatoren in Nennstellung), gilt:

-wenn jeder pro Raum gemessene Zuluftstrom zwischen 100 und 120 % des für den fraglichen Raum verlangten Werts liegt, gilt:

$$r_{\text{adj, mech. supply, zone } z} = 0$$

-wenn jeder pro Raum gemessene Zuluftstrom bei höchsten 100 % des für den fraglichen Raum verlangten Werts liegt, einer oder mehrere Werte jedoch 120 % der verlangten Werte überschreiten, gilt:

$$r_{\text{adj, mech. supply, zone } z} = \max \left[ 0; \min \left\{ 0.20; \frac{\sum_j \dot{V}_{\text{meas, mech. supply, rm } j}}{\dot{V}_{\text{req, mech. supply, zone } z}} - 1.20 \right\} \right]$$

hierzu sind die pro Raum gemessenen Luftvolumenströme (, in  $\text{m}^3/\text{h}$ ) aller Zuluft Räume  $j$  der Lüftungszone  $z$  zu addieren.  $\dot{V}_{\text{req, mech. supply, zone } z}$  ist der für die Lüftungszone  $z$  verlangte Gesamtzuluftstrom; dies ist die Summe der für die einzelnen Räume verlangten Frischluftströme, in  $\text{m}^3/\text{h}$ .

-Andernfalls gilt:

$$r_{\text{adj,mech.supply,zone } z} = 0.20$$

Die Leckraten der Zuluftleitungsnetze in der Lüftungszone  $z$  werden wie folgt bestimmt:

- durch Messen jedes Zuluftleitungsnetzes nach dem in der Norm NBN EN 14134 beschriebenen Verfahren. Als Betriebsdruck ist der unmittelbar hinter dem Ventilator bei Betrieb in Nennstellung gemessene statische Überdruck zu berücksichtigen;
- der Standardwert ist:

$$\sum_k \dot{V}_{\text{leak,supplyduct,zone } z,k} = 0.18 \dot{V}_{\text{req,mech.supply,zone } z}$$

Dieser Wert gilt:

- wenn vorher nicht bei allen Zuluftleitungsnetzen Messungen durchgeführt worden sind;
- oder wenn die gemessenen Leckraten über diesem Standardwert liegen.

### B.1.3 Einfache Abluftanlage

Bei der Bestimmung des Multiplikationsfaktors  $m_{\text{zone } z}$  sind bei diesen Systemen die folgenden Aspekte zu berücksichtigen:

- bezüglich der Zuluft:
  - das Maß, in dem die verstellbaren Zuluftventile selbstregulierend sind;
- bezüglich der Abluft:
  - die möglicherweise fehlerhafte Regulierung der Abluftventile;
  - die mangelnde Luftdichtheit der Abluftleitungen.

$m_{\text{zone } z}$  wird je Lüftungszone  $z$  wie folgt bestimmt:

$$m_{\text{zone } z} = 1.0 + 0.5 \left( \frac{r_{\text{nat.supply,zone } z} + r_{\text{mech.extr,zone } z}}{r_{\text{nat.supply,zone } z,\text{def}} + r_{\text{mech.extr,zone } z,\text{def}}} \right)$$

dabei ist:

|                                            |                                                                                                                                                                                                            |
|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $r_{\text{nat.supply,zone } z}$            | Korrekturfaktor für das Maß, in dem die verstellbaren Zuluftventile in der Lüftungszone $z$ selbstregulierend sind, wie in § B.1.1 (-) bestimmt;                                                           |
| $r_{\text{mech.extr,zone } z}$             | Korrekturfaktor für die möglicherweise fehlerhafte Regulierung der Abluftventile in jedem Raum und die mangelnde Luftdichtheit der Abluftleitungen in der Lüftungszone $z$ , wie nachstehend bestimmt (-); |
| $r_{\text{nat.supply,zone } z,\text{def}}$ | Standardwert für $r_{\text{nat.supply,zone } z}$ , wie in § B.1.1 (-) bestimmt;                                                                                                                            |
| $r_{\text{mech.extr,zone } z,\text{def}}$  | Standardwert für $r_{\text{mech.extr,zone } z}$ , nachstehend bestimmt (-).                                                                                                                                |

#### **Korrekturfaktor $r_{\text{mech.extr,zone } z}$**

$r_{\text{mech.extr,zone } z}$  wird für jede Lüftungszone  $z$  wie folgt bestimmt:

$$r_{\text{mech.extr,zone } z} = r_{\text{adj,mech.extr,zone } z} + \frac{\sum_m \dot{V}_{\text{leak,extr,duct,zone } z,m}}{\dot{V}_{\text{req,mech.extr,zone } z}}$$

dabei ist:

$r_{\text{adj,mech.extr,zone } z}$  Korrekturfaktor für die möglicherweise fehlerhafte Regulierung der Abluftventile in der Lüftungszone  $z$ , wie nachstehend bestimmt (-);

$\dot{V}_{\text{leak,extr,duct,zone } z,m}$  Verluste durch undichte Stellen in dem Abluftleitungsnetz  $m$  in der Lüftungszone  $z$ , bei Ventilatoren in Nennstellung, in  $\text{m}^3/\text{h}$ , wie nachstehend bestimmt;

$\dot{V}_{\text{req,mech.extr,zone } z}$  für die Lüftungszone  $z$  verlangter Gesamtabluftstrom = Summe der für jeden Raum verlangten Abluftströme nach außen, in  $\text{m}^3/\text{h}$ .

Bei dem zweiten Term müssen alle in der Lüftungszone  $z$  vorhandenen Abluftleitungsnetze  $m$  addiert werden.

Der Korrekturfaktor für die möglicherweise fehlerhafte Regulierung der Abluftventile in einer Lüftungszone  $z$ , wird wie folgt bestimmt:

- wenn nicht alle Luftvolumenströme aller Abluftventile in einer Lüftungszone  $z$  gemessen worden sind (bei Ventilatoren in Nennstellung), gilt:

$$r_{\text{adj,mech.extr,zone } z} = 0.20$$

Dies ist auch der Standardwert.

- wenn alle Luftvolumenströme aller Abluftventile in einer Lüftungszone  $z$  gemessen worden sind (bei Ventilatoren in Nennstellung), gilt:

-wenn jeder pro Raum gemessene Abluftstrom zwischen 100 und 120 % des für den fraglichen Raum verlangten Werts liegt, gilt:

$$r_{\text{adj,mech.extr,zone } z} = 0$$

-wenn jeder pro Raum gemessene Abluftstrom bei höchsten 100 % des für den fraglichen Raum verlangten Werts liegt, einer oder mehrere Werte jedoch 120 % der verlangten Werte überschreiten, gilt:

$$r_{\text{adj,mech.extr,zone } z} = \max \left[ 0; \min \left\{ 0.20; \frac{\sum_j \dot{V}_{\text{meas,mech.extr,rm } j}}{\dot{V}_{\text{req,mech.extr,zone } z}} - 1.20 \right\} \right]$$

-hierzu sind die pro Raum gemessenen Luftvolumenströme (, in  $\text{m}^3/\text{h}$ ) aller Ablufträume  $j$  der Lüftungszone  $z$  zu addieren.

- $\dot{V}_{\text{req, mech, extr, zone } z}$  für die Lüftungszone  $z$  verlangter Gesamtabluftstrom = Summe der für jeden Raum verlangten Abluftströme nach außen, in  $\text{m}^3/\text{h}$ .

-Andernfalls gilt:

$$r_{\text{adj, mech, extr, zone } z} = 0.20$$

Die Leckraten der Abluftleitungsnetze in der Lüftungszone  $z$  werden wie folgt bestimmt:

- durch Messen jedes Abluftleitungsnetzes nach dem in der Norm NBN EN 14134 beschriebenen Verfahren. Als Betriebsdruck ist der unmittelbar vor dem Ventilator bei Betrieb in Nennstellung gemessene statische Unterdruck zu berücksichtigen;
- der Standardwert ist:

$$\sum_1 \dot{V}_{\text{leak, extr duct, zone } z, i} = 0.18 \dot{V}_{\text{req, mech, extr, zone } z}$$

Dieser Wert gilt

- wenn vorher nicht bei allen Abluftleitungsnetzen Messungen durchgeführt worden sind,
- oder wenn die gemessenen Leckraten über diesem Standardwert liegen.

#### B.1.4 Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung

Bei der Bestimmung des Multiplikationsfaktors  $m_{\text{zone } z}$  sind bei diesen Systemen die folgenden Aspekte zu berücksichtigen:

- bezüglich der Zuluft:
  - die möglicherweise fehlerhafte Regulierung der Zuluftventile;
  - die mangelnde Luftdichtheit der Zuluftleitungen;
- bezüglich der Abluft:
  - die möglicherweise fehlerhafte Regulierung der Abluftventile;
  - die mangelnde Luftdichtheit der Abluftleitungen.

$m_{\text{zone } z}$  wird je Lüftungszone  $z$  wie folgt bestimmt:

$$m_{\text{zone } z} = 1.0 + 0.5 \frac{r_{\text{all mech, zone } z}}{r_{\text{all mech, zone } z, \text{def}}}$$

dabei ist:

$r_{\text{all mech, zone } z}$  Korrekturfaktor für die mangelnde Luftdichtheit der Zu- und Abluftleitungen und die möglicherweise fehlerhafte Regulierung der Zu- und Abluftventile in jedem Raum der Lüftungszone  $z$ , wie nachstehend bestimmt (-);

$r_{\text{all mech, zone } z, \text{def}}$  Standardwert für  $r_{\text{all mech, zone } z}$ , nachstehend bestimmt (-);

**Korrekturfaktor  $r_{\text{all mech, zone } z}$**

$r_{\text{all mech, zone } z}$  wird für jede Lüftungszone  $z$  wie folgt bestimmt:

$$r_{\text{all mech, zone } z} = \frac{\max(\dot{V}_{\text{calc, mech. supply, zone } z}; \dot{V}_{\text{calc, mech. extr, zone } z})}{\max(\dot{V}_{\text{req, mech. supply, zone } z}; \dot{V}_{\text{req, mech. extr, zone } z})}$$

dabei ist:

$$\dot{V}_{\text{calc, mech. supply, zone } z} = r_{\text{adj, mech. supply, zone } z} \times \dot{V}_{\text{req, mech. supply, zone } z} + \sum_l \dot{V}_{\text{leak, supplyduct, zone } z, l}$$

$$\dot{V}_{\text{calc, mech. extr, zone } z} = r_{\text{adj, mech. extr, zone } z} \times \dot{V}_{\text{req, mech. extr, zone } z} + \sum_m \dot{V}_{\text{leak, extriduct, zone } z, m}$$

dabei ist:

$r_{\text{adj, mech. supply, zone } z}$  Korrekturfaktor für die möglicherweise fehlerhafte Regulierbarkeit der Zuluftventile in der Lüftungszone  $z$ , wie in § B.1.2 (-) bestimmt;

$\dot{V}_{\text{leak, supplyduct, zone } z, l}$  Verluste durch undichte Stellen in den Zuluftleitungen  $l$  in der Lüftungszone  $z$ , bei Ventilatoren in Nennstellung, in  $\text{m}^3/\text{h}$ , wie in § B.1.2 (-) bestimmt;

$\dot{V}_{\text{req, mech. supply, zone } z}$  für die Lüftungszone  $z$  verlangter Gesamtabluftstrom = Summe der für jeden einzelnen Raum verlangten Frischluftströme, in  $\text{m}^3/\text{h}$  (-).

$r_{\text{adj, mech. extr, zone } z}$  Korrekturfaktor für die möglicherweise fehlerhafte Regulierbarkeit der Abluftventile in der Lüftungszone  $z$ , wie in § B.1.3 (-) bestimmt;

$\dot{V}_{\text{leak, extriduct, zone } z, m}$  Verluste durch undichte Stellen in den Abluftleitungen  $m$  in der Lüftungszone  $z$ , bei Ventilatoren in Nennstellung, in  $\text{m}^3/\text{h}$ , wie in § B.1.3 (-) bestimmt;

$\dot{V}_{\text{req, mech. extr, zone } z}$  für die Lüftungszone  $z$  verlangter Gesamtabluftstrom als Summe der für jeden einzelnen Raum verlangten Abluftströme nach außen, in  $\text{m}^3/\text{h}$ .

Es ist die Summe aus allen Zuluftleitungsnetzen  $l$  und allen Abluftleitungsnetzen  $m$  in der Lüftungszone  $z$  zu bilden.

## B.2 Reduktionsfaktor für Vorwärmung

Wenn in diesem Paragraphen von „verlangter Frischluftmenge“ die Rede ist, ist darunter ggf. die gesamte verlangte Frischluftmenge zu verstehen (es wird somit üblicherweise davon ausgegangen, dass im Aufenthaltsraum keinerlei Luftzirkulation vorliegt).

Wenn die Wärmerückgewinnungsanlage an mehrere EEW-Einheiten angeschlossen ist, dürfen die Volumenströme der anderen EEW-Einheiten bei der Bestimmung des Reduktionsfaktors für Vorwärmung nicht berücksichtigt werden.

Der Reduktionsfaktor für Vorwärmung  $r$  einer Berechnungszone  $i$  = der Reduktionsfaktor für Vorwärmung für die Lüftungszone  $z$ , zu der die Berechnungszone gehört:

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

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

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

Das Verfahren zur Bestimmung des Reduktionsfaktors für Vorwärmung der Lüftungszone z mit Hilfe eines Wärmerückgewinnungsgeräts ist nachstehend beschrieben. Die Regeln für die Behandlung der Vorwärmung durch Durchführung durch einen unbeheizten Nachbarraum und/oder durch eine unterirdische Zuleitung werden vom Minister festgelegt oder in Ermangelung dessen nach dem Äquivalenzprinzip.

Wenn es keine Vorwärmung gibt, ist der Wert  $r$  in jedem Fall = 1.

Wärmepumpen, die die Abluft als Wärmequelle nutzen, werden im vorliegenden Anhang nicht behandelt:

- wenn die Wärmepumpe der Heizung dient, hat die Berechnung nach § 10.2.3.3 zu erfolgen;
- wenn die Wärmepumpe der Heißwasserbereitung dient, hat die Berechnung nach § 10.3.3.2 zu erfolgen.

#### Wärmerückgewinnungsgerät bei einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung

In einer Lüftungszone z mit einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung kann in mehr oder weniger großem Umfang eine Vorwärmung der zugeführten Frischluft mit Hilfe eines Wärmetauschers erfolgen, der der Abluft die Wärme entzieht. Die Zuluft von außen kann ggf. über verschiedene Lufteingänge in die Lüftungszone z eingeleitet werden. In diesem Fall kann es sein, dass nicht die gesamte zugeführte Luft vorgewärmt wird. Umgekehrt kann es sein, dass die Abluft über verschiedene Luftausgänge nach außen geleitet wird und bei einigen dieser Luftströme keine Wärmerückgewinnung erfolgt. Wenn in der Lüftungszone z der Gesamtzuluftstrom am Ende von dem Gesamtabluftstrom abweicht, kann zwangsläufig ein nicht kontrollierter zusätzlicher Luftstrom durch die Gebäudehülle (nach innen oder außen) entstehen.<sup>18</sup>

In den meisten Fällen lässt sich der Reduktionsfaktor für Heizen wegen der Vorwärmung durch Wärmerückgewinnung aus der Frischluft in einer Lüftungszone z anhand der folgenden Formel bestimmen:

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

dabei ist:

$e_{\text{heat,hr},p}$  dimensionsloser Faktor, der den Umfang der Wärmerückgewinnung an der Stelle p angibt, und der wie folgt zu bestimmen ist:

- wenn der Frischluftstrom p nicht vorgewärmt wird, gilt:

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

- wenn der Frischluftstrom p mit einem Wärmerückgewinnungsgerät vorgewärmt wird, gilt:  $e_{\text{heat,hr},p} = r_p \cdot \eta_{\text{test},p}$

Der Faktor  $r_p$  ist wie nachstehend beschrieben zu bestimmen.

Die Wärmeleistung  $\eta_{\text{test},p}$  des Wärmerückgewinnungsgeräts an der

<sup>18</sup> Der Einfachheit halber wird die mögliche Wechselwirkung zwischen dem Infiltrations-/Exfiltrations-Term und dem Term für die kontrollierte Lüftung üblicherweise nicht berücksichtigt (siehe § 7.8.2).

Stelle p wird wie in Anhang G bestimmt. Ein Wärmeleistungswert kann unter der Voraussetzung verwendet werden, dass weder  noch  $\dot{V}_{out,p}$  größer als der Volumenstrom während des Tests ist, wie in Anhang G beschrieben;

$\dot{V}_{in,p}$  Zuluftstrom an der Stelle p, in m<sup>3</sup>/h, bestimmt, wie nachstehend beschrieben;

$\dot{V}_{out,p}$  Abluftstrom an der Stelle p, in m<sup>3</sup>/h, bestimmt, wie nachstehend beschrieben.

Es ist die Summe aus allen Stellen p der Lüftungszone z zu bilden, an denen Frischluft zugeführt und/oder Abluft nach außen abgeleitet wird.

Der an der Stelle p eingehende Frischluftstrom wird wie folgt bestimmt:

- wenn eine ständige Messung des Zuluftstroms an der Stelle p erfolgt und wenn, auf der Grundlage dieser Messung, eine ständige und automatische Anpassung an den Sollwert so erfolgt, dass der Zuluftstrom bei keiner Ventilatorstellung um mehr als 5 % vom Sollwert abweicht, gilt:

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

dabei ist der Luftstrom-Sollwert an der Stelle p bei Nennstellung des Ventilators zu berücksichtigen, in m<sup>3</sup>/h;

- in allen anderen Fällen gilt:

$$\dot{V}_{in,p} = \dot{V}_{mechsupply,p} + \dot{V}_{leak,supplyduct,p}$$

Für die Bestimmung der Verluste durch undichte Stellen im Zuluftleitungsnetz ( $\dot{V}_{leak,supplyduct,p}$ , in m<sup>3</sup>/h) gelten dieselben Regeln, wie für die einfache Zuluftanlage (siehe B.1.2). Steht kein Messwert der Leckverluste zur Verfügung, ist dieser Wert = 0 zu setzen. Wenn die Zuluftströme bei Nennstellung des Ventilators tatsächlich in allen über die Stelle p mit Frischluft versorgten Räumen gemessen werden, dann ist für  $\dot{V}_{mechsupply,p}$  die Summe dieser Messwerte einzusetzen. Andernfalls gilt:  $\dot{V}_{mechsupply,p}$  = Summe der pro Raum verlangten Zuluftströme.

Der an der Stelle p nach außen geleitete Abluftstrom wird wie folgt bestimmt:

- wenn eine ständige Messung des Abluftstroms an der Stelle p erfolgt und wenn, auf der Grundlage dieser Messung, eine ständige und automatische Anpassung an den Sollwert so erfolgt, dass der Abluftstrom bei keiner Ventilatorstellung um mehr als 5 % vom Sollwert abweicht, gilt:

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

- dabei ist der Luftstrom-Sollwert an der Stelle p bei Nennstellung des Ventilators zu berücksichtigen, in m<sup>3</sup>/h;

- in allen anderen Fällen gilt:

$$\dot{V}_{out,p} = \dot{V}_{mechextr,p} + \dot{V}_{leak,extr duct,p}$$

Für die Bestimmung der Verluste durch undichte Stellen im Abluftleitungsnetz ( $\dot{V}_{\text{leak,extrduct},p}$ , in  $\text{m}^3/\text{h}$ ) gelten dieselben Regeln, wie für die einfache Abluftanlage (siehe B.1.3). Steht kein Messwert der Leckverluste zur Verfügung, ist dieser Wert = 0 zu setzen. Wenn die Abluftströme bei Nennstellung des Ventilators tatsächlich in allen Räumen gemessen werden, in denen die Abluft über die Stelle p nach außen geleitet wird, dann ist für  $\dot{V}_{\text{mechextr},p}$  die Summe dieser Messwerte einzusetzen. Andernfalls gilt:  $\dot{V}_{\text{mechextr},p} =$  Summe der pro Raum verlangten Zuluftströme.

Wenn an der Stelle p eine Wärmerückgewinnung erfolgt, dann ist  $r_p$  wie folgt zu bestimmen:

- wenn eine ständige Messung des Zu- und des Abluftstroms in dem Wärmerückgewinnungsgerät erfolgt und wenn, auf der Grundlage dieser Messung, eine ständige und automatische Anpassung an die Sollwerte so erfolgt, dass der Zu- und der Abluftstrom bei keiner Ventilatorstellung um mehr als 5 % von dem entsprechenden Sollwert abweicht, gilt:

$$r_p = 0.95$$

- in allen anderen Fällen gilt:

$$r_p = 0.85$$

Der Reduktionsfaktor für die Berechnung der Überhitzungsgefahr und des Nutzenergiebedarfs für die Kühlung wird wie folgt bestimmt:

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

dabei sind die verschiedenen Terme die gleichen wie oben, mit Ausnahme von  $e_{\text{cool,hr},p}$ , dessen Wert wie folgt zu bestimmen ist:

- wenn das Wärmerückgewinnungsgerät p mit einem Bypass ausgerüstet ist, durch den der Durchfluss durch den Wärmetauscher komplett unterbrochen wird oder er auf eine andere Weise komplett deaktiviert werden kann (z. B. durch Anhalten eines rotierenden Wärmerads), gilt:

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

- wenn das Wärmerückgewinnungsgerät p mit einem Bypass ausgerüstet ist, aber der Durchfluss durch den Wärmetauscher nicht komplett unterbrochen wird oder er nicht auf eine andere Weise komplett deaktiviert werden kann, gilt:

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

- in allen anderen Fällen gilt:

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

### B.3 Luftvorkühlung

#### B.3.1 Berechnungsregel

Der monatliche Multiplikationsfaktor  $r_{\text{precool,seci},m}$  für die Vorkühlwirkung der Luft auf den Kühlbedarf und zur Bewertung der Überhitzungsgefahr der Berechnungszone

$i$  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 Luftvorkühlsystem vorgesehen oder wird lediglich ein Teil des Volumenstroms der Hygienelüftung der Lüftungszone  $z$  mit einem Luftvorkühlsystem gekühlt, so ist  $r_{\text{precool,zone } z,m} = 1$ .

Verwenden mehrere EEW-Einheiten das gleiche Luftvorkühlsystem, beträgt der Standardwert von  $r_{\text{precool,zone } z,m} = 1$ ; günstigere Werte können nach dem Äquivalenzprinzip berücksichtigt werden.

Ist ein Luftvorkühlsystem 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 Vorkühlsystem bewirkt wird, und der ursprünglichen Temperatur und dem Wirkungsgrad des Vorkühlsystems  $e_{\text{precool},m}$  bestimmt werden.

|                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                               |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| $r_{\text{precool,zone } z,m} = 1 - e_{\text{precool},m} \frac{\theta_{\text{precool,ref,max},m} - (\theta_{e,m} + \Delta\theta_{e,m})}{23 - (\theta_{e,m} + \Delta\theta_{e,m})}$ |                                                                                                                               | [-] |
| Dabei ist:                                                                                                                                                                         |                                                                                                                               |     |
| $e_{\text{precool},m}$                                                                                                                                                             | Monatlicher Wirkungsgrad des betreffenden Vorkühlsystems (-)                                                                  |     |
| $\theta_{\text{precool,ref,max},m}$                                                                                                                                                | Bezugstemperatur für die maximale Temperaturabsenkung in °C                                                                   |     |
| $\theta_{e,m}$                                                                                                                                                                     | Monatliche Außentemperatur in °C gemäß Tabelle [1]                                                                            |     |
| $\Delta\theta_{e,m}$                                                                                                                                                               | Angenommener mittlerer monatlicher Anstieg der Außentemperatur um 1 °C für die Berechnung des Nettoenergiebedarfs für Kühlung |     |

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.3.2 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.3.2.1 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 (-):<br>wenn $\theta_{e,m} - \theta_{\text{soil},m} \leq 0$ dann $w_{\text{soil/water},m} = 0$<br>wenn $0 < \theta_{e,m} - \theta_{\text{soil},m} \leq 2$ dann $w_{\text{soil/water},m} = 0,5$<br>wenn $\theta_{e,m} - \theta_{\text{soil},m} > 2$ dann $w_{\text{soil/water},m} = 1$ |     |

|                   |                                                                                                                                         |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| oder:             |                                                                                                                                         |
| $\theta_{e,m}$    | Mittlere monatliche Außentemperatur in ° C gemäß Tabelle [1]                                                                            |
| $\theta_{soil,m}$ | Mittlere monatliche Temperatur des Erdreichs, bestimmt in Abhängigkeit von der Tiefe der Rohrleitungen, wie in B.3.2.2 bestimmt, in ° C |

### B.3.2.2 Bezugstemperatur für die maximale Temperaturabsenkung $\theta_{precool,ref,max,m}$

Die Bezugstemperatur zur Bestimmung der Leistung des Erde/Wasser-Wärmetauschers ergibt sich wie folgt:

|                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\theta_{precool,ref,max,m} = \frac{1}{1 - \frac{0.34 \sum \dot{V}_{hyg,cool,seci}}{1160 \dot{V}_w} + \frac{1}{e_{wt} - 1}} \left( \frac{e_{wt} \theta_{soil,m}}{e_{wt} - 1} - \frac{0.34 \sum \dot{V}_{hyg,cool,seci}}{1160 \dot{V}_w} (\theta_{e,m} + \Delta \theta_{e,m}) \right)$ |                                                                                                                                        |
| [ °C]                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                        |
| Dabei ist:                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                        |
| $\dot{V}_{hyg,cool,seci}$                                                                                                                                                                                                                                                             | Volumenstrom der Hygienelüftung der Energiezone i für die Berechnung der Kühlung, wie in 7.8.4 definiert, 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                     |
| $\theta_{e,m}$                                                                                                                                                                                                                                                                        | Mittlere monatliche Außentemperatur in ° C gemäß Tabelle [1]                                                                           |
| $\Delta \theta_{e,m}$                                                                                                                                                                                                                                                                 | Für die Berechnung des Nettoenergiebedarfs für Kühlung angenommener durchschnittlicher monatlicher Anstieg der Außentemperatur um 1 °C |

Für alle Berechnungszonen i der Lüftungszone z, die an die Wärmepumpe angeschlossen sind, 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 [20] ;
- Vertikale Rohrleitungen: Bestimmung der mittleren Monatstemperatur des Erdreichs mit folgender Formel:

|                                                                                                                                                                              |                                                                                                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\theta_{soil,m} = \frac{\theta_{soil,1m,m} + \theta_{soil,2m,m} + \theta_{soil,3m,m} + \theta_{soil,4m,m} + \theta_{soil,5m,m} \cdot (L_{soil/water} - 4)}{L_{soil/water}}$ |                                                                                                             |
| [ °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 20, in ° C |
| $L_{soil/water}$                                                                                                                                                             | Die maximale Tiefe der Rohrleitung im Erdreich in m                                                         |

**Tabelle [20]: 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 m   | 5,4  | 5,0  | 6,0  | 8,2  | 11,0 | 13,8 | 15,5 | 16,0 | 14,9 | 12,7 | 9,8  | 7,2  |
| 2 m   | 7,5  | 6,5  | 6,6  | 7,8  | 9,6  | 11,7 | 13,5 | 14,5 | 14,3 | 13,2 | 11,3 | 9,2  |
| 3 m   | 9,0  | 7,9  | 7,6  | 7,9  | 9,0  | 10,5 | 11,9 | 13,1 | 13,4 | 13,1 | 11,9 | 10,5 |
| 4 m   | 10,0 | 9,0  | 8,5  | 8,4  | 8,9  | 9,8  | 10,9 | 11,9 | 12,5 | 12,6 | 12,1 | 11,2 |
| 5 m+  | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 |

Für dazwischen liegende Tiefen werden die Werte der Tabelle interpoliert.

|                                                               |                                                                                                                                  |
|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Der Wirkungsgrad der Erde/Wasser-Wärmepumpe ergibt sich aus:  |                                                                                                                                  |
| $e_{wt} = 1 - e^{-\frac{\alpha_{wt} A_{wt}}{1160 \dot{V}_w}}$ | [-]                                                                                                                              |
| dabei ist:                                                    |                                                                                                                                  |
| $\alpha_{wt}$                                                 | Wärmedurchgangskoeffizient der Rohrleitungen im Erde/Wasser-Wärmetauscher, ermittelt wie unten angegeben, in W/m <sup>2</sup> .K |
| $A_{wt}$                                                      | Austauschfläche der Rohrleitungen, ermittelt wie unten angegeben, in m <sup>2</sup> ;                                            |
| $\dot{V}_w$                                                   | Wassermenge im Erde/Wasser-Wärmetauscher in m <sup>3</sup> /h                                                                    |

Der Wärmedurchgangskoeffizient der Rohrleitungen  $\alpha_{wt}$  wird wie folgt ermittelt:

|                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\alpha_{wt} = \left( \frac{1}{\alpha_i} + \frac{\ln\left(\frac{(D_{tube} + 2t_{tube})}{D_{tube}}\right)}{2\lambda_{tube}/D_{tube}} + \frac{\ln\left(\frac{(D_{tube} + 2t_{soil})}{(D_{tube} + 2t_{tube})}\right)}{2\lambda_{soil}/D_{tube}} \right)^{-1}$ | [W/m <sup>2</sup> .K]                                                                                                                       |
| Dabei ist:                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                             |
| $\alpha_i$                                                                                                                                                                                                                                                 | Wärmeübergangskoeffizient in den Rohrleitungen des Wärmetauschers für die Vorkühlung, ermittelt wie unten angegeben, in W/m <sup>2</sup> .K |
| $t_{soil}$                                                                                                                                                                                                                                                 | Dicke 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                                                                                                             |
| $\lambda_{tube}$                                                                                                                                                                                                                                           | Wärmeleitfähigkeit der Rohrleitung in W/m.K                                                                                                 |
| $\lambda_{soil}$                                                                                                                                                                                                                                           | Wärmeleitfähigkeit des Bodens, als Wert wird 2 angenommen, in W/m.K                                                                         |

Der Wärmeübergangskoeffizient innen ergibt sich wie folgt:

|                                                                                                                                                             |                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| <p>Für Wasser:</p> $\alpha_i = 0.58 \frac{Nu}{D_{tube}}$ <p>Für eine Wasser-Glykol-Lösung (alle Arten):</p> $\alpha_i = 0.43 \frac{Nu}{D_{tube}}$           | [W/m <sup>2</sup> .K] |
| Dabei ist:                                                                                                                                                  |                       |
| $Nu = (Nu_{lam}^5 + Nu_{turb}^5)^{1/5}$                                                                                                                     |                       |
| und                                                                                                                                                         |                       |
| $Nu_{lam} = \left[ 3.66^3 + 1.61^3 \cdot \left( \frac{Re \cdot Pr \cdot D_{tube}}{L_{tube}} \right) \right]^{1/3}$                                          |                       |
| $Nu_{turb} = \frac{f_{turb} \cdot (Re - 1000) \cdot Pr}{2 \cdot \left( 1 + 12.7 \cdot \sqrt{\frac{f_{turb}}{2}} \cdot \left( Pr^{2/3} - 1 \right) \right)}$ |                       |
| $f_{turb} = (1.58 \cdot \ln Re - 3.28)^{-2}$                                                                                                                |                       |

|                                                                                                                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Für Wasser:</p> $Re = 996200 \frac{4}{3600 \pi n_{tube} D_{tube}} \frac{\dot{V}_w}{D_{tube}}$ <p>Pr = 7</p> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Für eine Wasser-Glykol-Lösung (alle Arten):

$$Re = 624200 \frac{4}{3600\pi n_{\text{tube}} D_{\text{tube}}} \dot{V}_w$$

$$Pr = 12,5$$

Die Stärke des Bodenkörpers  $t_{\text{soil}}$  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:

$p_{\text{tube}}$  Abstand zwischen parallel geführten Rohrleitungen in m

$D_{\text{tube}}$  Innendurchmesser der Rohrleitung in m

Die Austauschfläche der Rohrleitungen  $A_{\text{wt}}$  ergibt sich wie folgt:

$$A_{\text{wt}} = \pi D_{\text{tube}} L_{\text{tube}} n_{\text{tube}} \quad [\text{m}^2]$$

Dabei ist:

$D_{\text{tube}}$  Innendurchmesser der Rohrleitung in m

$L_{\text{tube}}$  Länge der Rohrleitung in m

$n_{\text{tube}}$  Anzahl der parallel geführten Rohrleitungen (-)

### B.3.3. 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  $f_{\text{precool,zone } z,m}$  anhand des Äquivalenzprinzips ermittelt werden.

#### B.3.3.1 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  $Q_{\text{cool,net},m} \leq 0$  dann  $w_{\text{evap},m} = 0$

wenn  $Q_{\text{cool,net},m} > 0$  dann  $w_{\text{evap},m} = 1$

Wobei:

$$Q_{\text{cool,net},m} = \sum Q_{\text{cool,net,sec},i,m} \quad [\text{MJ}]$$

Dabei ist:

$Q_{\text{cool,net,sec},i,m}$  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.3.3.2 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 [21].

**Tabelle [21]: 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 |

## **Anhang C. Monatliche Sonneneinstrahlung**

### **C.1 Einleitung**

Der vorliegende Anhang beschreibt die Algorithmen für die Berechnung der monatlichen Sonneneinstrahlung auf eine beliebige Fläche  $j$ . Die Sonneneinstrahlung ist für Fenster, passive Solaranlagen, Sonnenkollektoren und Photovoltaikanlagen zu bestimmen. Für den Benutzer ist nur § C.2 mit der Definition der Verschattung interessant.

Die Neigung  $\theta_j$  der Fläche  $j$  ist der Winkel zwischen der Vertikalen und der Normalen der Fläche  $j$ , in Grad. Bei einer waagerechten Fläche ist die Neigung =  $0^\circ$  oder  $180^\circ$ , bei einer senkrechten Fläche ist sie =  $90^\circ$  oder  $270^\circ$ .

Die Ausrichtung  $\phi_j$  der Fläche  $j$  ist der Winkel zwischen dem Süden und der horizontalen Projektion der Normalen auf die Fläche  $j$ , in Grad. In Richtung Westen ist die Ausrichtung positiv, während sie in Richtung Osten negativ ist.

### **C.2 Schematisierung der Verschattung**

#### **Allgemeine Bestimmungen**

Eine besonnte Fläche  $j$  kann durch umgebende, gebäudefremde Elemente, so genannte Hindernisse, und durch mit dem Gebäude verbundene Elemente, so genannte horizontale Überhänge und seitliche Überstände, verschattet werden. Hindernisse bilden einen Schirm gegen die direkte Sonneneinstrahlung, wenn die Sonne unter eine bestimmte Höhe sinkt. Horizontale Überhänge bilden einen Schirm gegen die direkte Sonneneinstrahlung, wenn die Sonne über einer bestimmten Höhe steht, und seitliche Überstände bilden einen Schirm gegen die direkte Sonneneinstrahlung, wenn der Stundenwinkel der Sonne einen bestimmte Wert über- oder unterschreitet. Hindernisse sind z. B. Nachbargebäude, Bäume, umgebende Hügel. Überhänge/Überstände sind z. B. Dachüberhänge, Balkone, waagerechte Vordächer und seitliche Mauerverlängerungen.

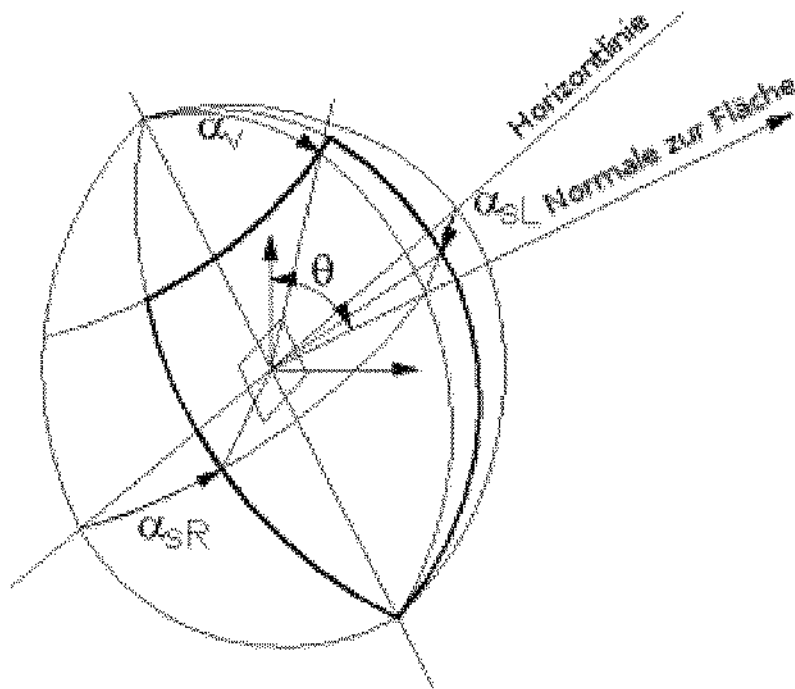
#### **Geometrie eines Hindernisses**

Hindernisse werden durch eine einzige Fläche schematisiert, die so genannte senkrechte Hindernisfläche. Der Verbauungswinkel  $\alpha_h$  ist der Winkel zwischen der Horizontalen und der Verbindungslinie zwischen dem Mittelpunkt der strahlungsaufnehmenden Oberfläche und der Oberkante der senkrechten Hindernisfläche.

#### **Geometrie von Überhängen**

Überhänge werden durch 1 horizontalen Überhang und 2 seitliche Überstände schematisiert, die anhand eines senkrechten Überhangwinkels  $\alpha_v$  ( $0^\circ$  wenn es keinen horizontalen Überhang gibt, maximal  $180^\circ$ ), anhand eines linken Überhangwinkels  $\alpha_{sl}$  ( $0^\circ$  wenn es keinen linken Überstand gibt, maximal  $180^\circ$ ) und anhand eines rechten Überhangwinkels  $\alpha_{sr}$  ( $0^\circ$  wenn es keinen rechten Überstand gibt, maximal  $180^\circ$ ) zu bestimmen, wie in der nachstehenden Abbildung dargestellt.

Erläuterung: Die Grenzen der horizontalen Überhänge und der seitlichen Überstände bilden ein Rechteck auf einem Foto, das mit Weitwinkel (Fisheye) vom Mittelpunkt der in Richtung ihrer Normalen betrachteten Fläche aufgenommen wird. Dieses Rechteck, die so genannte Himmelfläche, entspricht dem von der Fläche aus sichtbaren Teil des Himmels.



### Standardwerte

Werden die Standardwerte verwendet, müssen diese auf alle Winkel der besonnten Fläche (Fenster oder Kollektoren) angewandt werden.

Für die Winkel von Hindernissen sind folgende Standardwerte zu verwenden:

- für die Heizungsrechnung und für die Berechnung der Sonnenkollektoren:
  - o Verbauungswinkel  $\alpha_n$ :  $25^\circ$
  - o Überhangwinkel links  $\alpha_{sL}$ , rechts  $\alpha_{sR}$  und vertikal  $\alpha_v$ :  $0^\circ$
- für die Kühlung und den Indikator für die Überheizungsgefahr:
  - o Verbauungswinkel  $\alpha_n$ :  $15^\circ$
  - o Überhangwinkel links  $\alpha_{sL}$ , rechts  $\alpha_{sR}$  und vertikal  $\alpha_v$ :  $0^\circ$

Zur Erinnerung: Bei Photovoltaikanlagen wird die Standardberechnung nicht angewandt, sondern es muss immer die genaue Beschattung angegeben werden (siehe 12.1).

### C.3 Monatliche Sonneneinstrahlung auf eine unverschattete Fläche

#### Gesamtsonneneinstrahlung

Die monatliche Sonneneinstrahlung auf eine beliebige, unverschattete Fläche  $j$  = die Summe aus der direkten, der diffusen und der reflektierten monatlichen Sonneneinstrahlung.

$$I_{s,m,j,unshad} = I_{s,dif,m,j,unshad} + I_{s,dif,m,j,unshad} + I_{s,refl,m,j,unshad} \quad (\text{MJ/m}^2)$$

dabei ist:

|                         |                                                                                                   |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $I_{s,dif,m,j,unshad}$  | direkte Sonneneinstrahlung in dem betreffenden Monat auf die Fläche $j$ , in $\text{MJ/m}^2$      |
| $I_{s,dif,m,j,unshad}$  | diffuse Sonneneinstrahlung in dem betreffenden Monat auf die Fläche $j$ , in $\text{MJ/m}^2$      |
| $I_{s,refl,m,j,unshad}$ | reflektierte Sonneneinstrahlung in dem betreffenden Monat auf die Fläche $j$ , in $\text{MJ/m}^2$ |

Die Berechnungsverfahren für die verschiedenen Terme sind in den nachstehenden Paragraphen angegeben.

**Direkte Sonneneinstrahlung**

Die Berechnung der direkten monatlichen Sonneneinstrahlung hat anhand eines für den Monat typischen Tages zu erfolgen. Dabei handelt es sich um den 15. jedes Monats. Die Nummer des typischen Tages gibt die Anzahl der Tage ab dem 1. Januar an (365 Tage), siehe Tabelle 1.

- Die direkte monatliche Sonneneinstrahlung auf eine unverschattete Fläche wird wie folgt bestimmt:

$$I_{s,dir,m,j,unshad} = \left[ I_{s,tot,m,hor} - I_{s,dif,m,hor} \right] \frac{Q_{s,dir,char,j}}{Q_{s,dir,char,hor}} \quad (\text{MJ/m}^2)$$

dabei ist:

|                      |                                                                                                                                                        |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $I_{s,tot,m,hor}$    | monatliche Sonneneinstrahlung auf eine unverschattete Horizontalfläche in dem Bezugsjahr in Uccle, in MJ/m <sup>2</sup> (siehe Tabelle 1)              |
| $I_{s,dif,m,hor}$    | diffuse monatliche Sonneneinstrahlung auf eine unverschattete Horizontalfläche in dem Bezugsjahr in Uccle, in MJ/m <sup>2</sup> (siehe Tabelle 1)      |
| $Q_{s,dir,char,j}$   | direkte tägliche Sonneneinstrahlung auf eine unverschattete Fläche j an dem typischen Tag des betreffenden Monats, in J/m <sup>2</sup> .Tag)           |
| $Q_{s,dir,char,hor}$ | direkte tägliche Sonneneinstrahlung auf eine unverschattete Horizontalfläche j an dem typischen Tag des betreffenden Monats, in J/m <sup>2</sup> .Tag) |

- Die direkte tägliche Sonneneinstrahlung auf eine unverschattete Fläche und die direkte tägliche Sonneneinstrahlung auf eine unverschattete Horizontalfläche an dem typischen Tag des betreffenden Monats werden wie folgt bestimmt:

$$Q_{s,dir,char,j} = 240 \sum_{\omega_1}^{\omega_2} \max \{ 0, [q_{s,dir,n} \cos \chi_{s,j} \Delta \omega] \} \quad (\text{J/(m}^2 \cdot \text{Tag)})$$

$$Q_{s,dir,char,hor} = 240 \sum_{\omega_3}^{\omega_4} \max \{ 0, [q_{s,dir,n} \cos \chi_{s,hor} \Delta \omega] \} \quad (\text{J/(m}^2 \cdot \text{Tag)})$$

dabei ist:

|                 |                                                                                                                                                                             |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $q_{s,dir,n}$   | direkte Sonneneinstrahlung auf eine in Richtung zur Sonne senkrechte Fläche an dem für den Monat typischen Tag, in W/m <sup>2</sup> , bestimmt, wie nachstehend beschrieben |
| $\omega$        | Stundenwinkel (180° um Mitternacht, 90° um 6 Uhr, 0° am Mittag, -90° um 18 Uhr)                                                                                             |
| $\Delta \omega$ | Stundenwinkel-Schritt in ° (1 Stunde = 15°)                                                                                                                                 |
| $\omega_1$      | kleinster Stundenwinkel (am Morgen) mit $\cos \chi_{s,hor}$ und $\cos \chi_{s,j}$ größer als Null                                                                           |
| $\omega_2$      | größter Stundenwinkel (am Abend) mit $\cos \chi_{s,hor}$ und $\cos \chi_{s,j}$ noch größer als Null                                                                         |
| $\omega_3$      | kleinster Stundenwinkel (am Morgen) mit $\cos \chi_{s,hor}$ größer als Null                                                                                                 |
| $\omega_4$      | größter Stundenwinkel (am Morgen) mit $\cos \chi_{s,hor}$ noch größer als Null                                                                                              |

$\chi_{s,j}$  Einfallswinkel der Sonne auf die Fläche  $j$  je  $\Delta\omega$ , in  $^\circ$ , bestimmt, wie nachstehend beschrieben

$\chi_{s,hor}$  Einfallswinkel der Sonne auf die horizontale Fläche je  $\Delta\omega$ , in  $^\circ$ , bestimmt, wie nachstehend beschrieben

240 Faktor für die Umrechnung des Stundenwinkels in s.

Bei der Berechnung wird als Zeitschritt ein Stundenwinkel von  $15^\circ$  angenommen.

– Die direkte Sonneneinstrahlung auf eine in Richtung zur Sonne senkrechte Fläche an dem für jeden Monat typischen Tag pro Stunde wird wie folgt bestimmt:

$$q_{s,dir,n} = \max[0, 1353[1 + 0.033 \cos[360d/365]] \exp(-md_R T_L)] \quad (\text{W/m}^2)$$

dabei ist:

$d$  Nummer des typischen Tages, siehe Tabelle 1

$m$  Wegfaktor in  $\text{m}^{-1}$

$d_R$  optischer Weg in m

$T_L$  Lufttrübungsfaktor (-)

Der Wegfaktor, der optische Weg und der Lufttrübungsfaktor stellen sich wie folgt dar:

$$m = \frac{0.992}{\sin(\beta) + 0.15(\pi\beta/180 + 3.885)^{-1.253}} \quad (\text{m}^{-1})$$

$$d_R = 1.4899 - 2.1099 \cos(\beta) + 0.6322 \cos(2\beta) + 0.0253 \cos(3\beta) - 1.0022 \sin(\beta) + 1.0077 \sin(2\beta) - 0.2606 \sin(3\beta) \quad (\text{m})$$

$$T_L = 3.372 + 0.053(\pi\beta/180) - 0.296 \cos(30m) \quad (-)$$

dabei ist:

$\beta$  Höhenwinkel der Sonne in  $^\circ$

$m$  Rang des Monats (1 für Januar, 2 für Februar usw.); das Argument des Cosinus wird in  $^\circ$  angegeben

Dieser Höhenwinkel der Sonne ist gleich:

$$\beta = \max[0, 90 - \arccos[\cos \varphi \cos \delta \cos \omega + \sin \varphi \sin \delta]] \quad (^\circ)$$

dabei ist:

$\varphi$  Breitengrad von Uccle:  $+50.8^\circ$

$\delta$  Neigung für jeden typischen Tag in  $^\circ$  =

$$\delta = \arcsin\left[-\sin(23.45) \cos\left(\frac{360}{365}(d+10)\right)\right] \quad (^\circ)$$

dabei ist:

$d$  Nummer des typischen Tages, siehe Tabelle 1

– Der Sonneneinfallswinkel auf die Fläche  $j$  und auf die Horizontalfläche wird wie folgt bestimmt:

$$\begin{aligned} \cos \chi_{sj} = & 0.775 [\sin \delta \cos \theta_j + \cos \delta \sin \theta_j \cos \phi_j \cos \omega] \\ & - 0.632 [\sin \delta \sin \theta_j \cos \phi_j - \cos \delta \cos \theta_j \cos \omega] \\ & + \cos \delta \sin \theta_j \sin \phi_j \sin \omega \end{aligned}$$

$$\chi_{s,hor} = 90 - \beta$$

### Diffuse Sonneneinstrahlung

Die diffuse monatliche Sonneneinstrahlung auf eine unverschattete Fläche wird wie folgt bestimmt:

$$I_{s,dif,m,j,unshad} = I_{s,dif,m,hor} c_m \left( \frac{1 + \cos \theta_j}{2} \right) \quad (\text{MJ/m}^2)$$

dabei ist:

$I_{s,dif,m,hor}$  diffuse monatliche Sonneneinstrahlung auf eine unverschattete Horizontalfläche in dem Bezugsjahr in Uccle, in MJ/m<sup>2</sup> (siehe Tabelle 1)

$c_m$  Korrekturfaktor für den anisotropen Charakter der diffusen Strahlung, siehe Tabelle unten

|                |        | Ausrichtung (°) |      |      |      |             |       |      |       |            |
|----------------|--------|-----------------|------|------|------|-------------|-------|------|-------|------------|
|                |        | 0<br>(S)        | 22.5 | 45   | 67.5 | 90<br>(E/O) | 112.5 | 135  | 157.5 | 180<br>(N) |
| Neigung<br>(°) | 0 (H)  | 1.00            | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00        | 1.00  | 1.00 | 1.00  | 1.00       |
|                | 22.5   | 1.03            | 1.03 | 1.02 | 1.01 | 1.00        | 0.99  | 0.98 | 0.97  | 0.96       |
|                | 45     | 1.05            | 1.04 | 1.03 | 1.01 | 0.99        | 0.96  | 0.94 | 0.92  | 0.92       |
|                | 67.5   | 1.06            | 1.05 | 1.03 | 0.99 | 0.94        | 0.90  | 0.86 | 0.84  | 0.83       |
|                | 90 (V) | 1.06            | 1.04 | 1.00 | 0.94 | 0.87        | 0.81  | 0.76 | 0.73  | 0.71       |
|                | 112.5  | 0.98            | 0.97 | 0.92 | 0.85 | 0.76        | 0.68  | 0.63 | 0.60  | 0.60       |
|                | 135    | 0.80            | 0.78 | 0.74 | 0.67 | 0.59        | 0.53  | 0.49 | 0.47  | 0.47       |
|                | 157.5  | 0.58            | 0.56 | 0.51 | 0.48 | 0.46        | 0.43  | 0.41 | 0.40  | 0.34       |
|                | 180    | 0.00            | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00        | 0.00  | 0.00 | 0.00  | 0.00       |

Bei dazwischen liegenden Neigungen und Ausrichtungen erfolgt zunächst die Interpolation in der Tabelle nach der Ausrichtung mit konstanter Neigung. Anschließend erfolgt eine zweite Interpolation nach der Neigung mit konstanter Ausrichtung.

### Reflektierte Sonneneinstrahlung

Die reflektierte monatliche Sonneneinstrahlung auf eine unverschattete Fläche wird wie folgt bestimmt:

$$I_{s,refl,m,j,unshad} = 0.2 I_{s,tot,m,hor} \left( \frac{1 - \cos \theta_j}{2} \right) \quad (\text{MJ/m}^2)$$

dabei ist:

$I_{s,tot,m,hor}$  monatliche Gesamtsonneneinstrahlung auf eine unverschattete Horizontalfläche in dem Bezugsjahr in Uccle, in  $\text{MJ/m}^2$  (siehe Tabelle 1)

### C.4 Monatliche Sonneneinstrahlung auf eine verschattete Fläche

#### C.4.1 Für einen Verbauungswinkel $\alpha_h \leq 60^\circ$

##### Gesamtsonneneinstrahlung

Die monatliche Sonneneinstrahlung auf eine beliebige, verschattete Fläche  $j$  = die Summe aus der direkten, der diffusen und der reflektierten monatlichen Sonneneinstrahlung:

$$I_{s,m,j,shad} = I_{s,dir,m,j,shad} + I_{s,dif,m,j,shad} + I_{s,refl,m,j,shad} \quad (\text{MJ/m}^2)$$

dabei ist:

$I_{s,dir,m,j,shad}$  direkte Sonneneinstrahlung in dem betreffenden Monat auf die Fläche  $j$ , in  $\text{MJ/m}^2$

$I_{s,dif,m,j,shad}$  diffuse Sonneneinstrahlung in dem betreffenden Monat auf die Fläche  $j$ , in  $\text{MJ/m}^2$

$I_{s,refl,m,j,shad}$  reflektierte Sonneneinstrahlung in dem betreffenden Monat auf die Fläche  $j$ , in  $\text{MJ/m}^2$

Die Berechnungsverfahren für die verschiedenen Terme sind in den nachstehenden Paragraphen angegeben.

##### Direkte Sonneneinstrahlung

Für die Bestimmung der direkten monatlichen Sonneneinstrahlung auf eine verschattete Fläche ( $I_{s,dir,m,j,shad}$ ) gilt das gleiche Verfahren, wie für eine unverschattete Fläche. Für die Bestimmung der direkten täglichen Sonneneinstrahlung auf die betreffende Fläche für den typischen Tag des betreffenden Monats, für jeden Stundenwinkel, in dem die Sonne über dem Horizont steht, gelten die folgenden Regeln:

- Bei Stundenwinkeln zwischen  $\omega_1$  und  $\omega_2$ , bei denen der Höhenwinkel der Sonne  $\beta$  kleiner ist, als der Verbauungswinkel  $\alpha_h$ , wird von einer direkten Sonneneinstrahlung = 0 ausgegangen.
- Bei den restlichen Stundenwinkeln werden die sphärischen Koordinaten für den Azimutwinkel der Sonne  $\gamma_s$  und den Höhenwinkel der Sonne  $\beta$  in ein Achsensystem umgerechnet, für das die Hindernisse definiert werden. Als Ergebnis erhält man die umgerechneten Winkel  $\gamma'_s$  und  $\beta'$ ;
- Wenn der Punkt ( $\gamma'_s$ ,  $\beta'$ ) außerhalb der Himmelfläche liegt, wird von einer direkten Sonneneinstrahlung = 0 ausgegangen. Andernfalls wird davon ausgegangen, dass die direkte Sonneneinstrahlung dem unverschatteten Wert entspricht.

Der Azimutalwinkel der Sonne  $\gamma_s$  wird ausgedrückt durch:

$$\gamma_s = -\text{signe}(\omega) \arccos \left( \frac{\cos \chi_{s,hor} \sin \varphi - \sin \delta}{\sin \chi_{s,hor} \cos \varphi} \right)$$

### Diffuse Sonneneinstrahlung

Die diffuse monatliche Sonneneinstrahlung auf eine verschattete Fläche wird wie folgt bestimmt:

$$I_{s,dif,m,j,shad} = I_{s,dif,m,hor} \left( \frac{1 + \cos \theta_j}{2} \right) c_m c_n \quad (\text{MJ/m}^2)$$

$$c_n = \frac{\left( \frac{180 - \theta_j}{90} (1 - \sin \alpha_h) - (1 - \cos \alpha_v) \right) (180 - \alpha_{sL} - \alpha_{sR})}{2(180 - \theta_j)}$$

dabei ist:

$I_{s,dif,m,hor}$  diffuse monatliche Sonneneinstrahlung auf eine unverschattete Horizontalfläche in Uccle, in MJ/m<sup>2</sup> (siehe Tabelle 1)

Wenn die Formel für die Bestimmung von  $c_n$  zu einem negativen Wert führt, gilt  $c_n = 0$ .

### Reflektierte Sonneneinstrahlung

Die reflektierte monatliche Sonneneinstrahlung auf eine beliebige Fläche wird wie folgt bestimmt:

$$I_{s,refl,m,j,shad} = 0.2 I_{s,tot,m,hor} \left( \frac{1 - \cos \theta_j}{2} \right) \quad (\text{MJ/m}^2)$$

dabei ist:

$I_{s,tot,m,hor}$  monatliche Gesamtsonneneinstrahlung auf eine unverschattete Horizontalfläche in Uccle, in MJ/m<sup>2</sup>, siehe Tabelle [1].

### C.4.2 Für einen Verbauungswinkel $\alpha_h > 60^\circ$

Bei einem Verbauungswinkel  $\alpha_h > 60^\circ$  wird zwischen Hindernissen, die mit dem Gebäude zusammenhängen, und Hindernissen in der Umgebung unterschieden.

Die monatliche Sonneneinstrahlung einer beschatteten Fläche  $j$  wird wie folgt berechnet:

$$I_{s,m,j,shad} = F_{s,m,j,env\ obst} \cdot I_{s,m,j,shad,obst\ from\ build}$$

dabei ist:

$F_{s,m,j,env\ obst}$  Beschattungsfaktor durch Hindernisse in der Umgebung [-]

$I_{s,m,j,shad,obst\ from\ build}$  Sonneneinstrahlung auf dem Fenster  $j$  im jeweiligen Monat unter Berücksichtigung der Beschattung durch Hindernisse, die mit dem Gebäude zusammenhängen [MJ/m<sup>2</sup>]

**Sonneneinstrahlung  $I_{s,m,j,shad,obst\ from\ build}$** 

Die Sonneneinstrahlung  $I_{s,m,j,shad,obst\ from\ build}$  auf dem Fenster  $j$  im jeweiligen Monat unter Berücksichtigung der Beschattung durch Hindernisse, die mit dem Gebäude zusammenhängen, berechnet sich wie folgt:

Es wird angenommen, dass die Sonneneinstrahlung  $I_{s,m,j,shad,obst\ from\ build}$  der Summe der direkten, diffusen und reflektierten Sonneneinstrahlung in einem Monat entspricht, jedoch unter Berücksichtigung der mit dem Gebäude zusammenhängenden Hindernisse (Verbauungswinkel  $\alpha_h = 0^\circ$ )

$$I_{s,m,j,shad,obst\ from\ build} = I_{s,dir,m,j,shad} + I_{s,dif,m,j,shad} + I_{s,refl,m,j,shad}$$

dabei ist:

$I_{s,dir,m,j,shad}$  direkte Sonneneinstrahlung im jeweiligen Monat in MJ/m<sup>2</sup>

$I_{s,dif,m,j,shad}$  diffuse Sonneneinstrahlung im jeweiligen Monat auf der Fläche  $j$  in MJ/m<sup>2</sup>

$I_{s,refl,m,j,shad}$  reflektierte Sonneneinstrahlung im betreffenden Monat auf der Fläche  $j$  in MJ/m<sup>2</sup>

**Beschattungsfaktor**

Der Beschattungsfaktor  $F_{s,m,j,env\ obst}$  berechnet sich durch lineare Interpolation mit folgender Gleichung:

$$F_{s,m,j,env\ obst} = F_{s,m,j,env\ obst,60^\circ} \cdot (90 - \alpha_h) / 30$$

dabei ist  $F_{s,m,j,env\ obst,60^\circ}$  der Beschattungsfaktor durch Hindernisse in der Umgebung des Verbauungswinkels von  $60^\circ$ . Die Werte von  $F_{s,m,j,env\ obst,60^\circ}$  finden sich in Tabelle C0 abhängig von der Ausrichtung und dem Neigungswinkel der Glasfläche.

### Beschattungsfaktor durch Hindernisse in der Umgebung des Verbauungswinkels von 60°

Dieser Abschnitt beinhaltet die Tabelle C0 mit den monatlichen Werten des Beschattungsfaktors  $E_{s,m,j,env\ obst,60^\circ}$  für unterschiedliche Ausrichtungen und Neigungswinkel der verglasten Fläche.

Die Werte werden für einen Verbauungswinkel von 60° angegeben. Bei einem größeren Verbauungswinkel erfolgt die detaillierte Berücksichtigung der Beschattung auf andere Weise.

Für Ausrichtungen und Neigungswinkel, die nicht in den Tabellen angegeben werden, ist eine lineare Interpolation zunächst nach der Ausrichtung und dann nach dem Neigungswinkel vorzunehmen.

Bei einem Neigungswinkel über 90° gelten die Werte für einen Neigungswinkel von 90°.

**Tabelle C0: Beschattungsfaktor – Verbauungswinkel 60°**

| Tabelle C0/ Ausrichtung $\phi = 0^\circ$ (Süd) |                         |      |      |      |          |
|------------------------------------------------|-------------------------|------|------|------|----------|
| Monat                                          | Neigungswinkel $\theta$ |      |      |      |          |
|                                                | Horizontal              |      |      |      | Vertikal |
|                                                | 0°                      | 30°  | 45°  | 60°  | 90°      |
| Januar                                         | 0,08                    | 0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,04     |
| Februar                                        | 0,06                    | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04     |
| März                                           | 0,06                    | 0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,05     |
| April                                          | 0,06                    | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,07     |
| Mai                                            | 0,08                    | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,10     |
| Juni                                           | 0,21                    | 0,21 | 0,22 | 0,22 | 0,20     |
| Juli                                           | 0,11                    | 0,11 | 0,12 | 0,12 | 0,12     |
| August                                         | 0,06                    | 0,05 | 0,05 | 0,06 | 0,07     |
| September                                      | 0,06                    | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,06     |
| Oktober                                        | 0,05                    | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,03     |
| November                                       | 0,08                    | 0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,04     |
| Dezember                                       | 0,09                    | 0,06 | 0,05 | 0,05 | 0,05     |

| Tabelle C0 / Ausrichtung $\phi = 45^\circ$ (Südwest) |                         |      |      |      |          |
|------------------------------------------------------|-------------------------|------|------|------|----------|
| Monat                                                | Neigungswinkel $\theta$ |      |      |      |          |
|                                                      | Horizontal              |      |      |      | Vertikal |
|                                                      | 0°                      | 30°  | 45°  | 60°  | 90°      |
| Januar                                               | 0,08                    | 0,05 | 0,05 | 0,04 | 0,05     |
| Februar                                              | 0,06                    | 0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,04     |
| März                                                 | 0,06                    | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05     |
| April                                                | 0,06                    | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,06     |
| Mai                                                  | 0,08                    | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08     |
| Juni                                                 | 0,21                    | 0,21 | 0,20 | 0,18 | 0,14     |
| Juli                                                 | 0,11                    | 0,12 | 0,12 | 0,11 | 0,11     |
| August                                               | 0,06                    | 0,05 | 0,05 | 0,06 | 0,07     |
| September                                            | 0,06                    | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05     |
| Oktober                                              | 0,05                    | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03     |
| November                                             | 0,08                    | 0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,04     |
| Dezember                                             | 0,09                    | 0,06 | 0,06 | 0,05 | 0,05     |

| Tabelle C0/ Ausrichtung $\phi = 90^\circ$ (West) |                         |      |      |      |          |
|--------------------------------------------------|-------------------------|------|------|------|----------|
| Monat                                            | Neigungswinkel $\theta$ |      |      |      |          |
|                                                  | Horizontal              |      |      |      | Vertikal |
|                                                  | 0°                      | 30°  | 45°  | 60°  | 90°      |
| Januar                                           | 0,08                    | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,07     |
| Februar                                          | 0,06                    | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06     |
| März                                             | 0,06                    | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,07     |
| April                                            | 0,06                    | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,07     |
| Mai                                              | 0,08                    | 0,08 | 0,08 | 0,07 | 0,07     |
| Juni                                             | 0,21                    | 0,14 | 0,12 | 0,11 | 0,08     |
| Juli                                             | 0,11                    | 0,10 | 0,10 | 0,09 | 0,09     |
| August                                           | 0,06                    | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,07     |
| September                                        | 0,06                    | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06     |
| Oktober                                          | 0,05                    | 0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,04     |
| November                                         | 0,08                    | 0,07 | 0,06 | 0,06 | 0,06     |
| Dezember                                         | 0,09                    | 0,09 | 0,09 | 0,08 | 0,09     |

| Tabelle C0 / Ausrichtung $\phi = 135^\circ$ (Nordwest) |                         |      |      |      |          |
|--------------------------------------------------------|-------------------------|------|------|------|----------|
| Monat                                                  | Neigungswinkel $\theta$ |      |      |      |          |
|                                                        | Horizontal              |      |      |      | Vertikal |
|                                                        | 0°                      | 30°  | 45°  | 60°  | 90°      |
| Januar                                                 | 0,08                    | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12     |
| Februar                                                | 0,06                    | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,11     |
| März                                                   | 0,06                    | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,10     |
| April                                                  | 0,06                    | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,09     |
| Mai                                                    | 0,08                    | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,08     |
| Juni                                                   | 0,21                    | 0,09 | 0,08 | 0,08 | 0,09     |
| Juli                                                   | 0,11                    | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,10     |
| August                                                 | 0,06                    | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,09     |
| September                                              | 0,06                    | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,09     |
| Oktober                                                | 0,05                    | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08     |
| November                                               | 0,08                    | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,11     |
| Dezember                                               | 0,09                    | 0,13 | 0,13 | 0,13 | 0,13     |

| Tabelle C0 / Ausrichtung $\phi = 180^\circ$ (Nord) |                         |      |      |      |          |
|----------------------------------------------------|-------------------------|------|------|------|----------|
| Monat                                              | Neigungswinkel $\theta$ |      |      |      |          |
|                                                    | Horizontal              |      |      |      | Vertikal |
|                                                    | 0°                      | 30°  | 45°  | 60°  | 90°      |
| Januar                                             | 0,08                    | 0,13 | 0,13 | 0,13 | 0,13     |
| Februar                                            | 0,06                    | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12     |
| März                                               | 0,06                    | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12     |
| April                                              | 0,06                    | 0,11 | 0,11 | 0,12 | 0,12     |
| Mai                                                | 0,08                    | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,11     |
| Juni                                               | 0,21                    | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,12     |
| Juli                                               | 0,11                    | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,12     |
| August                                             | 0,06                    | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,11     |
| September                                          | 0,06                    | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12     |
| Oktober                                            | 0,05                    | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12     |
| November                                           | 0,08                    | 0,13 | 0,13 | 0,13 | 0,13     |
| Dezember                                           | 0,09                    | 0,13 | 0,13 | 0,13 | 0,13     |

| Tabelle C0 / Ausrichtung $\phi = 135^\circ$ (Nordost) |                         |      |      |      |          |
|-------------------------------------------------------|-------------------------|------|------|------|----------|
| Monat                                                 | Neigungswinkel $\theta$ |      |      |      |          |
|                                                       | Horizontal              |      |      |      | Vertikal |
|                                                       | 0°                      | 30°  | 45°  | 60°  | 90°      |
| Januar                                                | 0,08                    | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12     |
| Februar                                               | 0,06                    | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,12     |
| März                                                  | 0,06                    | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,11     |
| April                                                 | 0,06                    | 0,09 | 0,09 | 0,10 | 0,10     |
| Mai                                                   | 0,08                    | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,09     |
| Juni                                                  | 0,21                    | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,11     |
| Juli                                                  | 0,11                    | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,10     |
| August                                                | 0,06                    | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,10     |
| September                                             | 0,06                    | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,11     |
| Oktober                                               | 0,05                    | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,11     |
| November                                              | 0,08                    | 0,13 | 0,13 | 0,13 | 0,13     |
| Dezember                                              | 0,09                    | 0,13 | 0,13 | 0,13 | 0,13     |

| Tabelle C0 / Ausrichtung $\phi = 90^\circ$ (Ost) |                         |      |      |      |          |
|--------------------------------------------------|-------------------------|------|------|------|----------|
| Monat                                            | Neigungswinkel $\theta$ |      |      |      |          |
|                                                  | Horizontal              |      |      |      | Vertikal |
|                                                  | 0°                      | 30°  | 45°  | 60°  | 90°      |
| Januar                                           | 0,08                    | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,09     |
| Februar                                          | 0,06                    | 0,08 | 0,07 | 0,07 | 0,08     |
| März                                             | 0,06                    | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,08     |
| April                                            | 0,06                    | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,08     |
| Mai                                              | 0,08                    | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,07     |
| Juni                                             | 0,21                    | 0,15 | 0,14 | 0,13 | 0,11     |
| Juli                                             | 0,11                    | 0,10 | 0,09 | 0,09 | 0,09     |
| August                                           | 0,06                    | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,08     |
| September                                        | 0,06                    | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,08     |
| Oktober                                          | 0,05                    | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,08     |
| November                                         | 0,08                    | 0,10 | 0,09 | 0,09 | 0,10     |
| Dezember                                         | 0,09                    | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10     |

| Tabelle C0 / Ausrichtung $\phi = 45^\circ$ (Südost) |                         |      |      |      |          |
|-----------------------------------------------------|-------------------------|------|------|------|----------|
| Monat                                               | Neigungswinkel $\theta$ |      |      |      |          |
|                                                     | Horizontal              |      |      |      | Vertikal |
|                                                     | 0°                      | 30°  | 45°  | 60°  | 90°      |
| Januar                                              | 0,08                    | 0,06 | 0,05 | 0,05 | 0,06     |
| Februar                                             | 0,06                    | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05     |
| März                                                | 0,06                    | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,06     |
| April                                               | 0,06                    | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,07     |
| Mai                                                 | 0,08                    | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08     |
| Juni                                                | 0,21                    | 0,22 | 0,21 | 0,20 | 0,17     |
| Juli                                                | 0,11                    | 0,12 | 0,11 | 0,11 | 0,11     |
| August                                              | 0,06                    | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,07     |
| September                                           | 0,06                    | 0,06 | 0,05 | 0,06 | 0,07     |
| Oktober                                             | 0,05                    | 0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,05     |
| November                                            | 0,08                    | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06     |
| Dezember                                            | 0,09                    | 0,07 | 0,06 | 0,06 | 0,06     |

**C.5 Nutzungsfaktor  $a_{c,m,j}$ : Tabellen**

Dieser Anhang enthält die Tabellen mit den Monatswerten des Nutzungsfaktors  $a_{c,m,j}$  von Sonnenschutzvorrichtungen für unterschiedliche Ausrichtungen und Neigungswinkel der besonnten Flächen.

Für Ausrichtungen und Neigungswinkel, die nicht in den Tabellen aufgeführt werden, ist eine lineare Interpolation, zunächst nach der Ausrichtung und dann nach dem Neigungswinkel, vorzunehmen.

Bei einem Neigungswinkel über  $90^\circ$  gelten die Werte für einen Neigungswinkel von  $90^\circ$ .

**Tabelle C1: Nutzungsfaktor – Bedienung von Hand (Wohnzwecke und Nicht-Wohnzwecke) – Automatik (Nicht-Wohnzwecke, für die Heizungsrechnung)**

| Tabelle C1/Ausrichtung $\phi = 0^\circ$ (Süd) |                         |            |            |            |            |
|-----------------------------------------------|-------------------------|------------|------------|------------|------------|
| Monat                                         | Neigungswinkel $\theta$ |            |            |            |            |
|                                               | Horizontal              |            |            |            | Vertikal   |
|                                               | $0^\circ$               | $30^\circ$ | $45^\circ$ | $60^\circ$ | $90^\circ$ |
| Januar                                        | 0,00                    | 0,31       | 0,46       | 0,51       | 0,53       |
| Februar                                       | 0,10                    | 0,53       | 0,58       | 0,62       | 0,59       |
| März                                          | 0,46                    | 0,64       | 0,67       | 0,68       | 0,62       |
| April                                         | 0,57                    | 0,67       | 0,67       | 0,65       | 0,53       |
| Mai                                           | 0,67                    | 0,68       | 0,69       | 0,68       | 0,45       |
| Juni                                          | 0,70                    | 0,70       | 0,71       | 0,67       | 0,42       |
| Juli                                          | 0,66                    | 0,68       | 0,66       | 0,63       | 0,33       |
| August                                        | 0,63                    | 0,70       | 0,70       | 0,67       | 0,46       |
| September                                     | 0,49                    | 0,65       | 0,66       | 0,67       | 0,56       |
| Oktober                                       | 0,33                    | 0,65       | 0,71       | 0,73       | 0,72       |
| November                                      | 0,00                    | 0,34       | 0,45       | 0,51       | 0,49       |
| Dezember                                      | 0,00                    | 0,21       | 0,36       | 0,44       | 0,42       |

| Tabelle C1/Ausrichtung $\phi = 30^\circ$ |                         |            |            |            |            |
|------------------------------------------|-------------------------|------------|------------|------------|------------|
| Monat                                    | Neigungswinkel $\theta$ |            |            |            |            |
|                                          | Horizontal              |            |            |            | Vertikal   |
|                                          | $0^\circ$               | $30^\circ$ | $45^\circ$ | $60^\circ$ | $90^\circ$ |
| Januar                                   | 0,00                    | 0,31       | 0,43       | 0,48       | 0,51       |
| Februar                                  | 0,10                    | 0,49       | 0,59       | 0,62       | 0,61       |
| März                                     | 0,46                    | 0,66       | 0,67       | 0,69       | 0,63       |
| April                                    | 0,57                    | 0,67       | 0,68       | 0,66       | 0,57       |
| Mai                                      | 0,67                    | 0,71       | 0,69       | 0,66       | 0,51       |
| Juni                                     | 0,70                    | 0,72       | 0,70       | 0,66       | 0,47       |
| Juli                                     | 0,66                    | 0,68       | 0,66       | 0,60       | 0,34       |
| August                                   | 0,63                    | 0,70       | 0,70       | 0,65       | 0,52       |
| September                                | 0,49                    | 0,66       | 0,69       | 0,68       | 0,61       |
| Oktober                                  | 0,33                    | 0,68       | 0,73       | 0,75       | 0,76       |
| November                                 | 0,00                    | 0,36       | 0,47       | 0,51       | 0,54       |
| Dezember                                 | 0,00                    | 0,20       | 0,27       | 0,34       | 0,35       |

| Ausrichtung $\phi = 45^\circ$ (Südwest) |                         |            |            |            |            |
|-----------------------------------------|-------------------------|------------|------------|------------|------------|
| Monat                                   | Neigungswinkel $\theta$ |            |            |            |            |
|                                         | Horizontal              |            |            |            | Vertikal   |
|                                         | $0^\circ$               | $30^\circ$ | $45^\circ$ | $60^\circ$ | $90^\circ$ |
| Januar                                  | 0,00                    | 0,29       | 0,39       | 0,47       | 0,45       |
| Februar                                 | 0,10                    | 0,45       | 0,56       | 0,59       | 0,60       |
| März                                    | 0,46                    | 0,63       | 0,67       | 0,67       | 0,61       |
| April                                   | 0,57                    | 0,67       | 0,66       | 0,68       | 0,60       |
| Mai                                     | 0,67                    | 0,70       | 0,70       | 0,67       | 0,53       |
| Juni                                    | 0,70                    | 0,71       | 0,71       | 0,68       | 0,51       |
| Juli                                    | 0,66                    | 0,68       | 0,67       | 0,63       | 0,37       |
| August                                  | 0,63                    | 0,70       | 0,69       | 0,66       | 0,54       |
| September                               | 0,49                    | 0,65       | 0,68       | 0,69       | 0,63       |
| Oktober                                 | 0,33                    | 0,68       | 0,73       | 0,76       | 0,75       |
| November                                | 0,00                    | 0,33       | 0,47       | 0,52       | 0,52       |
| Dezember                                | 0,00                    | 0,18       | 0,24       | 0,27       | 0,29       |

| Ausrichtung $\phi = 60^\circ$ |                         |            |            |            |            |
|-------------------------------|-------------------------|------------|------------|------------|------------|
| Monat                         | Neigungswinkel $\theta$ |            |            |            |            |
|                               | Horizontal              |            |            |            | Vertikal   |
|                               | $0^\circ$               | $30^\circ$ | $45^\circ$ | $60^\circ$ | $90^\circ$ |
| Januar                        | 0,00                    | 0,20       | 0,33       | 0,40       | 0,42       |
| Februar                       | 0,10                    | 0,43       | 0,53       | 0,56       | 0,57       |
| März                          | 0,46                    | 0,63       | 0,61       | 0,62       | 0,57       |
| April                         | 0,57                    | 0,64       | 0,68       | 0,65       | 0,59       |
| Mai                           | 0,67                    | 0,71       | 0,68       | 0,66       | 0,57       |
| Juni                          | 0,70                    | 0,72       | 0,70       | 0,66       | 0,55       |
| Juli                          | 0,66                    | 0,69       | 0,66       | 0,60       | 0,40       |
| August                        | 0,63                    | 0,68       | 0,68       | 0,64       | 0,54       |
| September                     | 0,49                    | 0,65       | 0,67       | 0,66       | 0,62       |
| Oktober                       | 0,33                    | 0,66       | 0,70       | 0,73       | 0,71       |
| November                      | 0,00                    | 0,32       | 0,43       | 0,50       | 0,49       |
| Dezember                      | 0,00                    | 0,15       | 0,18       | 0,22       | 0,22       |

Tabelle C1 / Ausrichtung  $\phi = 90^\circ$  (West)

| Monat     | Neigungswinkel $\theta$ |      |      |      |          |
|-----------|-------------------------|------|------|------|----------|
|           | Horizontal              |      |      |      | Vertikal |
|           | 0°                      | 30°  | 45°  | 60°  | 90°      |
| Januar    | 0,00                    | 0,04 | 0,08 | 0,18 | 0,12     |
| Februar   | 0,10                    | 0,28 | 0,35 | 0,38 | 0,32     |
| März      | 0,46                    | 0,50 | 0,51 | 0,49 | 0,44     |
| April     | 0,57                    | 0,61 | 0,61 | 0,59 | 0,51     |
| Mai       | 0,67                    | 0,66 | 0,64 | 0,62 | 0,54     |
| Juni      | 0,70                    | 0,67 | 0,68 | 0,66 | 0,56     |
| Juli      | 0,66                    | 0,64 | 0,60 | 0,50 | 0,38     |
| August    | 0,63                    | 0,63 | 0,62 | 0,57 | 0,50     |
| September | 0,49                    | 0,57 | 0,59 | 0,59 | 0,52     |
| Oktober   | 0,33                    | 0,55 | 0,59 | 0,61 | 0,64     |
| November  | 0,00                    | 0,19 | 0,26 | 0,30 | 0,37     |
| Dezember  | 0,00                    | 0,00 | 0,03 | 0,06 | 0,03     |

Tabelle C1 / Ausrichtung  $\phi = 120^\circ$ 

| Monat     | Neigungswinkel $\theta$ |      |      |      |          |
|-----------|-------------------------|------|------|------|----------|
|           | Horizontal              |      |      |      | Vertikal |
|           | 0°                      | 30°  | 45°  | 60°  | 90°      |
| Januar    | 0,00                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| Februar   | 0,10                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| März      | 0,46                    | 0,34 | 0,31 | 0,30 | 0,17     |
| April     | 0,57                    | 0,52 | 0,50 | 0,45 | 0,33     |
| Mai       | 0,67                    | 0,62 | 0,59 | 0,52 | 0,41     |
| Juni      | 0,70                    | 0,65 | 0,64 | 0,58 | 0,47     |
| Juli      | 0,66                    | 0,59 | 0,47 | 0,40 | 0,29     |
| August    | 0,63                    | 0,55 | 0,50 | 0,47 | 0,37     |
| September | 0,49                    | 0,40 | 0,40 | 0,36 | 0,28     |
| Oktober   | 0,33                    | 0,26 | 0,32 | 0,35 | 0,32     |
| November  | 0,00                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,03     |
| Dezember  | 0,00                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |

Ausrichtung  $\phi = 135^\circ$  (Nordwest)

| Monat     | Neigungswinkel $\theta$ |      |      |      |          |
|-----------|-------------------------|------|------|------|----------|
|           | Horizontal              |      |      |      | Vertikal |
|           | 0°                      | 30°  | 45°  | 60°  | 90°      |
| Januar    | 0,00                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| Februar   | 0,10                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| März      | 0,46                    | 0,13 | 0,06 | 0,07 | 0,04     |
| April     | 0,57                    | 0,47 | 0,38 | 0,30 | 0,20     |
| Mai       | 0,67                    | 0,58 | 0,51 | 0,46 | 0,34     |
| Juni      | 0,70                    | 0,62 | 0,57 | 0,52 | 0,40     |
| Juli      | 0,66                    | 0,54 | 0,39 | 0,33 | 0,23     |
| August    | 0,63                    | 0,49 | 0,41 | 0,36 | 0,25     |
| September | 0,49                    | 0,30 | 0,19 | 0,17 | 0,11     |
| Oktober   | 0,33                    | 0,05 | 0,06 | 0,07 | 0,10     |
| November  | 0,00                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| Dezember  | 0,00                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |

Ausrichtung  $\phi = 150^\circ$ 

| Monat     | Neigungswinkel $\theta$ |      |      |      |          |
|-----------|-------------------------|------|------|------|----------|
|           | Horizontal              |      |      |      | Vertikal |
|           | 0°                      | 30°  | 45°  | 60°  | 90°      |
| Januar    | 0,00                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| Februar   | 0,10                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| März      | 0,46                    | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| April     | 0,57                    | 0,36 | 0,18 | 0,13 | 0,06     |
| Mai       | 0,67                    | 0,54 | 0,43 | 0,33 | 0,25     |
| Juni      | 0,70                    | 0,60 | 0,48 | 0,40 | 0,30     |
| Juli      | 0,66                    | 0,50 | 0,31 | 0,23 | 0,15     |
| August    | 0,63                    | 0,41 | 0,29 | 0,20 | 0,08     |
| September | 0,49                    | 0,09 | 0,05 | 0,04 | 0,01     |
| Oktober   | 0,33                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| November  | 0,00                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| Dezember  | 0,00                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |

Tabelle C1 / Ausrichtung  $\phi = 180^\circ$  (Nord)

| Monat     | Neigungswinkel $\theta$ |      |      |      |          |
|-----------|-------------------------|------|------|------|----------|
|           | Horizontal              |      |      |      | Vertikal |
|           | 0°                      | 30°  | 45°  | 60°  | 90°      |
| Januar    | 0,00                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| Februar   | 0,10                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| März      | 0,46                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| April     | 0,57                    | 0,15 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| Mai       | 0,67                    | 0,49 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| Juni      | 0,70                    | 0,55 | 0,11 | 0,00 | 0,00     |
| Juli      | 0,66                    | 0,44 | 0,06 | 0,01 | 0,00     |
| August    | 0,63                    | 0,21 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| September | 0,49                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| Oktober   | 0,33                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| November  | 0,00                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| Dezember  | 0,00                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |

Tabelle C1 / Ausrichtung  $\phi = -150^\circ$ 

| Monat     | Neigungswinkel $\theta$ |      |      |      |          |
|-----------|-------------------------|------|------|------|----------|
|           | Horizontal              |      |      |      | Vertikal |
|           | 0°                      | 30°  | 45°  | 60°  | 90°      |
| Januar    | 0,00                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| Februar   | 0,10                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| März      | 0,46                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| April     | 0,57                    | 0,28 | 0,07 | 0,01 | 0,00     |
| Mai       | 0,67                    | 0,51 | 0,36 | 0,26 | 0,08     |
| Juni      | 0,70                    | 0,57 | 0,46 | 0,30 | 0,10     |
| Juli      | 0,66                    | 0,46 | 0,33 | 0,25 | 0,09     |
| August    | 0,63                    | 0,34 | 0,15 | 0,10 | 0,03     |
| September | 0,49                    | 0,06 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| Oktober   | 0,33                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| November  | 0,00                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| Dezember  | 0,00                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |

| Ausrichtung $\phi = -135^\circ$ (Nordost) |                         |      |      |      |          |
|-------------------------------------------|-------------------------|------|------|------|----------|
| Monat                                     | Neigungswinkel $\theta$ |      |      |      |          |
|                                           | Horizontal              |      |      |      | Vertikal |
|                                           | 0°                      | 30°  | 45°  | 60°  | 90°      |
| Januar                                    | 0,00                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| Februar                                   | 0,10                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| März                                      | 0,46                    | 0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| April                                     | 0,57                    | 0,37 | 0,23 | 0,14 | 0,03     |
| Mai                                       | 0,67                    | 0,57 | 0,47 | 0,38 | 0,25     |
| Juni                                      | 0,70                    | 0,61 | 0,52 | 0,43 | 0,28     |
| Juli                                      | 0,66                    | 0,52 | 0,43 | 0,35 | 0,20     |
| August                                    | 0,63                    | 0,42 | 0,32 | 0,26 | 0,13     |
| September                                 | 0,49                    | 0,20 | 0,07 | 0,04 | 0,00     |
| Oktober                                   | 0,33                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| November                                  | 0,00                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| Dezember                                  | 0,00                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |

| Ausrichtung $\phi = -120^\circ$ |                         |      |      |      |          |
|---------------------------------|-------------------------|------|------|------|----------|
| Monat                           | Neigungswinkel $\theta$ |      |      |      |          |
|                                 | Horizontal              |      |      |      | Vertikal |
|                                 | 0°                      | 30°  | 45°  | 60°  | 90°      |
| Januar                          | 0,00                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| Februar                         | 0,10                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| März                            | 0,46                    | 0,23 | 0,18 | 0,15 | 0,04     |
| April                           | 0,57                    | 0,44 | 0,38 | 0,31 | 0,16     |
| Mai                             | 0,67                    | 0,60 | 0,53 | 0,47 | 0,36     |
| Juni                            | 0,70                    | 0,64 | 0,56 | 0,54 | 0,40     |
| Juli                            | 0,66                    | 0,57 | 0,48 | 0,44 | 0,32     |
| August                          | 0,63                    | 0,49 | 0,39 | 0,35 | 0,26     |
| September                       | 0,49                    | 0,29 | 0,24 | 0,18 | 0,09     |
| Oktober                         | 0,33                    | 0,02 | 0,01 | 0,00 | 0,00     |
| November                        | 0,00                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| Dezember                        | 0,00                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |

| Tabelle C1 / Ausrichtung $\phi = -90^\circ$ (Ost) |                         |      |      |      |          |
|---------------------------------------------------|-------------------------|------|------|------|----------|
| Monat                                             | Neigungswinkel $\theta$ |      |      |      |          |
|                                                   | Horizontal              |      |      |      | Vertikal |
|                                                   | 0°                      | 30°  | 45°  | 60°  | 90°      |
| Januar                                            | 0,00                    | 0,02 | 0,05 | 0,08 | 0,09     |
| Februar                                           | 0,10                    | 0,26 | 0,31 | 0,33 | 0,29     |
| März                                              | 0,46                    | 0,44 | 0,43 | 0,40 | 0,33     |
| April                                             | 0,57                    | 0,55 | 0,51 | 0,49 | 0,37     |
| Mai                                               | 0,67                    | 0,66 | 0,63 | 0,59 | 0,46     |
| Juni                                              | 0,70                    | 0,67 | 0,65 | 0,61 | 0,49     |
| Juli                                              | 0,66                    | 0,62 | 0,58 | 0,53 | 0,42     |
| August                                            | 0,63                    | 0,58 | 0,56 | 0,50 | 0,39     |
| September                                         | 0,49                    | 0,49 | 0,46 | 0,43 | 0,33     |
| Oktober                                           | 0,33                    | 0,28 | 0,28 | 0,30 | 0,18     |
| November                                          | 0,00                    | 0,02 | 0,04 | 0,04 | 0,00     |
| Dezember                                          | 0,00                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |

| Tabelle C1 / Ausrichtung $\phi = -60^\circ$ |                         |      |      |      |          |
|---------------------------------------------|-------------------------|------|------|------|----------|
| Monat                                       | Neigungswinkel $\theta$ |      |      |      |          |
|                                             | Horizontal              |      |      |      | Vertikal |
|                                             | 0°                      | 30°  | 45°  | 60°  | 90°      |
| Januar                                      | 0,00                    | 0,15 | 0,22 | 0,24 | 0,28     |
| Februar                                     | 0,10                    | 0,39 | 0,45 | 0,46 | 0,48     |
| März                                        | 0,46                    | 0,56 | 0,57 | 0,58 | 0,48     |
| April                                       | 0,57                    | 0,62 | 0,59 | 0,58 | 0,47     |
| Mai                                         | 0,67                    | 0,69 | 0,68 | 0,64 | 0,50     |
| Juni                                        | 0,70                    | 0,70 | 0,69 | 0,66 | 0,53     |
| Juli                                        | 0,66                    | 0,66 | 0,64 | 0,59 | 0,45     |
| August                                      | 0,63                    | 0,63 | 0,63 | 0,60 | 0,43     |
| September                                   | 0,49                    | 0,59 | 0,59 | 0,60 | 0,46     |
| Oktober                                     | 0,33                    | 0,48 | 0,53 | 0,54 | 0,46     |
| November                                    | 0,00                    | 0,14 | 0,18 | 0,21 | 0,16     |
| Dezember                                    | 0,00                    | 0,02 | 0,09 | 0,17 | 0,17     |

| Ausrichtung $\phi = -45^\circ$ (SUD-EST) |                         |      |      |      |          |
|------------------------------------------|-------------------------|------|------|------|----------|
| Monat                                    | Neigungswinkel $\theta$ |      |      |      |          |
|                                          | Horizontal              |      |      |      | Vertikal |
|                                          | 0°                      | 30°  | 45°  | 60°  | 90°      |
| Januar                                   | 0,00                    | 0,18 | 0,26 | 0,32 | 0,33     |
| Februar                                  | 0,10                    | 0,41 | 0,46 | 0,48 | 0,51     |
| März                                     | 0,46                    | 0,59 | 0,62 | 0,60 | 0,53     |
| April                                    | 0,57                    | 0,63 | 0,64 | 0,60 | 0,49     |
| Mai                                      | 0,67                    | 0,69 | 0,68 | 0,65 | 0,49     |
| Juni                                     | 0,70                    | 0,70 | 0,68 | 0,67 | 0,50     |
| Juli                                     | 0,66                    | 0,66 | 0,64 | 0,60 | 0,42     |
| August                                   | 0,63                    | 0,66 | 0,65 | 0,61 | 0,44     |
| September                                | 0,49                    | 0,61 | 0,64 | 0,61 | 0,50     |
| Oktober                                  | 0,33                    | 0,55 | 0,58 | 0,60 | 0,54     |
| November                                 | 0,00                    | 0,20 | 0,26 | 0,30 | 0,27     |
| Dezember                                 | 0,00                    | 0,05 | 0,28 | 0,31 | 0,28     |

| Ausrichtung $\phi = -30^\circ$ |                         |      |      |      |          |
|--------------------------------|-------------------------|------|------|------|----------|
| Monat                          | Neigungswinkel $\theta$ |      |      |      |          |
|                                | Horizontal              |      |      |      | Vertikal |
|                                | 0°                      | 30°  | 45°  | 60°  | 90°      |
| Januar                         | 0,00                    | 0,21 | 0,36 | 0,40 | 0,39     |
| Februar                        | 0,10                    | 0,46 | 0,53 | 0,56 | 0,51     |
| März                           | 0,46                    | 0,62 | 0,63 | 0,64 | 0,59     |
| April                          | 0,57                    | 0,66 | 0,65 | 0,64 | 0,50     |
| Mai                            | 0,67                    | 0,69 | 0,70 | 0,67 | 0,47     |
| Juni                           | 0,70                    | 0,70 | 0,69 | 0,66 | 0,46     |
| Juli                           | 0,66                    | 0,67 | 0,66 | 0,60 | 0,40     |
| August                         | 0,63                    | 0,67 | 0,66 | 0,63 | 0,46     |
| September                      | 0,49                    | 0,63 | 0,64 | 0,66 | 0,55     |
| Oktober                        | 0,33                    | 0,58 | 0,64 | 0,65 | 0,62     |
| November                       | 0,00                    | 0,26 | 0,33 | 0,36 | 0,34     |
| Dezember                       | 0,00                    | 0,12 | 0,32 | 0,35 | 0,38     |

**Tabelle C2: Nutzungsfaktor - Automatikbedienung (Wohnzwecke)**

| Tabelle C2 / Ausrichtung $\phi = 0^\circ$ (Süd) |                         |      |      |      |          |
|-------------------------------------------------|-------------------------|------|------|------|----------|
| Monat                                           | Neigungswinkel $\theta$ |      |      |      |          |
|                                                 | Horizontal              |      |      |      | Vertikal |
|                                                 | 0°                      | 30°  | 45°  | 60°  | 90°      |
| Januar                                          | 0,04                    | 0,56 | 0,62 | 0,65 | 0,68     |
| Februar                                         | 0,34                    | 0,70 | 0,72 | 0,73 | 0,74     |
| März                                            | 0,64                    | 0,77 | 0,78 | 0,78 | 0,75     |
| April                                           | 0,74                    | 0,79 | 0,78 | 0,76 | 0,65     |
| Mai                                             | 0,79                    | 0,80 | 0,79 | 0,75 | 0,59     |
| Juni                                            | 0,81                    | 0,81 | 0,79 | 0,75 | 0,59     |
| Juli                                            | 0,82                    | 0,81 | 0,79 | 0,76 | 0,55     |
| August                                          | 0,78                    | 0,81 | 0,82 | 0,78 | 0,62     |
| September                                       | 0,68                    | 0,78 | 0,79 | 0,78 | 0,72     |
| Oktober                                         | 0,56                    | 0,76 | 0,79 | 0,81 | 0,81     |
| November                                        | 0,10                    | 0,50 | 0,60 | 0,62 | 0,64     |
| Dezember                                        | 0,00                    | 0,41 | 0,52 | 0,58 | 0,56     |

| Tabelle C2 / Ausrichtung $\phi = 30^\circ$ |                         |      |      |      |          |
|--------------------------------------------|-------------------------|------|------|------|----------|
| Monat                                      | Neigungswinkel $\theta$ |      |      |      |          |
|                                            | Horizontal              |      |      |      | Vertikal |
|                                            | 0°                      | 30°  | 45°  | 60°  | 90°      |
| Januar                                     | 0,04                    | 0,50 | 0,59 | 0,62 | 0,63     |
| Februar                                    | 0,34                    | 0,65 | 0,69 | 0,72 | 0,71     |
| März                                       | 0,64                    | 0,76 | 0,77 | 0,78 | 0,74     |
| April                                      | 0,74                    | 0,79 | 0,78 | 0,77 | 0,68     |
| Mai                                        | 0,79                    | 0,81 | 0,79 | 0,78 | 0,63     |
| Juni                                       | 0,81                    | 0,81 | 0,79 | 0,77 | 0,62     |
| Juli                                       | 0,82                    | 0,81 | 0,79 | 0,75 | 0,53     |
| August                                     | 0,78                    | 0,81 | 0,81 | 0,78 | 0,64     |
| September                                  | 0,68                    | 0,77 | 0,77 | 0,79 | 0,73     |
| Oktober                                    | 0,56                    | 0,77 | 0,81 | 0,82 | 0,82     |
| November                                   | 0,10                    | 0,51 | 0,58 | 0,63 | 0,64     |
| Dezember                                   | 0,00                    | 0,36 | 0,50 | 0,58 | 0,58     |

| Tabelle C2 / Ausrichtung $\phi = 45^\circ$ (Südwest) |                         |      |      |      |          |
|------------------------------------------------------|-------------------------|------|------|------|----------|
| Monat                                                | Neigungswinkel $\theta$ |      |      |      |          |
|                                                      | Horizontal              |      |      |      | Vertikal |
|                                                      | 0°                      | 30°  | 45°  | 60°  | 90°      |
| Januar                                               | 0,04                    | 0,46 | 0,54 | 0,57 | 0,60     |
| Februar                                              | 0,34                    | 0,60 | 0,67 | 0,69 | 0,68     |
| März                                                 | 0,64                    | 0,74 | 0,76 | 0,76 | 0,70     |
| April                                                | 0,74                    | 0,78 | 0,77 | 0,75 | 0,67     |
| Mai                                                  | 0,79                    | 0,80 | 0,80 | 0,75 | 0,65     |
| Juni                                                 | 0,81                    | 0,80 | 0,80 | 0,74 | 0,61     |
| Juli                                                 | 0,82                    | 0,81 | 0,79 | 0,73 | 0,51     |
| August                                               | 0,78                    | 0,81 | 0,79 | 0,77 | 0,65     |
| September                                            | 0,68                    | 0,77 | 0,77 | 0,77 | 0,72     |
| Oktober                                              | 0,56                    | 0,74 | 0,78 | 0,81 | 0,82     |
| November                                             | 0,10                    | 0,50 | 0,57 | 0,61 | 0,62     |
| Dezember                                             | 0,00                    | 0,23 | 0,41 | 0,52 | 0,42     |

| Tabelle C2 / Ausrichtung $\phi = 60^\circ$ |                         |      |      |      |          |
|--------------------------------------------|-------------------------|------|------|------|----------|
| Monat                                      | Neigungswinkel $\theta$ |      |      |      |          |
|                                            | Horizontal              |      |      |      | Vertikal |
|                                            | 0°                      | 30°  | 45°  | 60°  | 90°      |
| Januar                                     | 0,04                    | 0,37 | 0,48 | 0,54 | 0,54     |
| Februar                                    | 0,34                    | 0,55 | 0,61 | 0,64 | 0,64     |
| März                                       | 0,64                    | 0,73 | 0,75 | 0,71 | 0,67     |
| April                                      | 0,74                    | 0,76 | 0,75 | 0,72 | 0,66     |
| Mai                                        | 0,79                    | 0,79 | 0,77 | 0,75 | 0,64     |
| Juni                                       | 0,81                    | 0,81 | 0,79 | 0,77 | 0,68     |
| Juli                                       | 0,82                    | 0,79 | 0,77 | 0,72 | 0,52     |
| August                                     | 0,78                    | 0,80 | 0,78 | 0,76 | 0,62     |
| September                                  | 0,68                    | 0,75 | 0,76 | 0,74 | 0,69     |
| Oktober                                    | 0,56                    | 0,75 | 0,79 | 0,79 | 0,80     |
| November                                   | 0,10                    | 0,48 | 0,55 | 0,59 | 0,62     |
| Dezember                                   | 0,00                    | 0,21 | 0,28 | 0,34 | 0,33     |

| Tabelle C2 / Ausrichtung $\phi = 90^\circ$ (West) |                         |      |      |      |          |
|---------------------------------------------------|-------------------------|------|------|------|----------|
| Monat                                             | Neigungswinkel $\theta$ |      |      |      |          |
|                                                   | Horizontal              |      |      |      | Vertikal |
|                                                   | 0°                      | 30°  | 45°  | 60°  | 90°      |
| Januar                                            | 0,04                    | 0,14 | 0,25 | 0,30 | 0,27     |
| Februar                                           | 0,34                    | 0,41 | 0,46 | 0,50 | 0,49     |
| März                                              | 0,64                    | 0,63 | 0,63 | 0,62 | 0,55     |
| April                                             | 0,74                    | 0,71 | 0,69 | 0,65 | 0,60     |
| Mai                                               | 0,79                    | 0,78 | 0,75 | 0,71 | 0,62     |
| Juni                                              | 0,81                    | 0,80 | 0,77 | 0,75 | 0,64     |
| Juli                                              | 0,82                    | 0,78 | 0,73 | 0,67 | 0,50     |
| August                                            | 0,78                    | 0,76 | 0,74 | 0,69 | 0,59     |
| September                                         | 0,68                    | 0,70 | 0,69 | 0,68 | 0,62     |
| Oktober                                           | 0,56                    | 0,68 | 0,71 | 0,72 | 0,70     |
| November                                          | 0,10                    | 0,30 | 0,38 | 0,44 | 0,43     |
| Dezember                                          | 0,00                    | 0,02 | 0,09 | 0,10 | 0,09     |

| Tabelle C2 / Ausrichtung $\phi = 120^\circ$ |                         |      |      |      |          |
|---------------------------------------------|-------------------------|------|------|------|----------|
| Monat                                       | Neigungswinkel $\theta$ |      |      |      |          |
|                                             | Horizontal              |      |      |      | Vertikal |
|                                             | 0°                      | 30°  | 45°  | 60°  | 90°      |
| Januar                                      | 0,04                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| Februar                                     | 0,34                    | 0,09 | 0,03 | 0,04 | 0,00     |
| März                                        | 0,64                    | 0,45 | 0,39 | 0,38 | 0,30     |
| April                                       | 0,74                    | 0,65 | 0,59 | 0,55 | 0,41     |
| Mai                                         | 0,79                    | 0,73 | 0,67 | 0,64 | 0,51     |
| Juni                                        | 0,81                    | 0,78 | 0,71 | 0,68 | 0,55     |
| Juli                                        | 0,82                    | 0,75 | 0,67 | 0,56 | 0,38     |
| August                                      | 0,78                    | 0,71 | 0,64 | 0,55 | 0,45     |
| September                                   | 0,68                    | 0,60 | 0,55 | 0,51 | 0,40     |
| Oktober                                     | 0,56                    | 0,45 | 0,47 | 0,51 | 0,46     |
| November                                    | 0,10                    | 0,00 | 0,06 | 0,15 | 0,16     |
| Dezember                                    | 0,00                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |

| Tabelle C2 / Ausrichtung $\phi = 135^\circ$ (Nordwest) |                         |      |      |      |          |
|--------------------------------------------------------|-------------------------|------|------|------|----------|
| Monat                                                  | Neigungswinkel $\theta$ |      |      |      |          |
|                                                        | Horizontal              |      |      |      | Vertikal |
|                                                        | 0°                      | 30°  | 45°  | 60°  | 90°      |
| Januar                                                 | 0,04                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| Februar                                                | 0,34                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| März                                                   | 0,64                    | 0,36 | 0,25 | 0,17 | 0,07     |
| April                                                  | 0,74                    | 0,60 | 0,52 | 0,44 | 0,31     |
| Mai                                                    | 0,79                    | 0,72 | 0,63 | 0,56 | 0,41     |
| Juni                                                   | 0,81                    | 0,76 | 0,69 | 0,60 | 0,47     |
| Juli                                                   | 0,82                    | 0,73 | 0,62 | 0,45 | 0,31     |
| August                                                 | 0,78                    | 0,69 | 0,55 | 0,44 | 0,34     |
| September                                              | 0,68                    | 0,51 | 0,39 | 0,28 | 0,22     |
| Oktober                                                | 0,56                    | 0,16 | 0,17 | 0,16 | 0,14     |
| November                                               | 0,10                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| Dezember                                               | 0,00                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |

| Tabelle C2 / Ausrichtung $\phi = 150^\circ$ |                         |      |      |      |          |
|---------------------------------------------|-------------------------|------|------|------|----------|
| Monat                                       | Neigungswinkel $\theta$ |      |      |      |          |
|                                             | Horizontal              |      |      |      | Vertikal |
|                                             | 0°                      | 30°  | 45°  | 60°  | 90°      |
| Januar                                      | 0,04                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| Februar                                     | 0,34                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| März                                        | 0,64                    | 0,13 | 0,03 | 0,02 | 0,01     |
| April                                       | 0,74                    | 0,55 | 0,38 | 0,24 | 0,12     |
| Mai                                         | 0,79                    | 0,69 | 0,57 | 0,43 | 0,29     |
| Juni                                        | 0,81                    | 0,74 | 0,65 | 0,53 | 0,34     |
| Juli                                        | 0,82                    | 0,73 | 0,54 | 0,34 | 0,21     |
| August                                      | 0,78                    | 0,65 | 0,43 | 0,30 | 0,18     |
| September                                   | 0,68                    | 0,38 | 0,08 | 0,07 | 0,06     |
| Oktober                                     | 0,56                    | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| November                                    | 0,10                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| Dezember                                    | 0,00                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |

| Tabelle C2 / Ausrichtung $\phi = 180^\circ$ (Nord) |                         |      |      |      |          |
|----------------------------------------------------|-------------------------|------|------|------|----------|
| Monat                                              | Neigungswinkel $\theta$ |      |      |      |          |
|                                                    | Horizontal              |      |      |      | Vertikal |
|                                                    | 0°                      | 30°  | 45°  | 60°  | 90°      |
| Januar                                             | 0,04                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| Februar                                            | 0,34                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| März                                               | 0,64                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| April                                              | 0,74                    | 0,42 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| Mai                                                | 0,79                    | 0,72 | 0,36 | 0,04 | 0,00     |
| Juni                                               | 0,81                    | 0,74 | 0,62 | 0,07 | 0,00     |
| Juli                                               | 0,82                    | 0,73 | 0,46 | 0,03 | 0,01     |
| August                                             | 0,78                    | 0,58 | 0,02 | 0,00 | 0,00     |
| September                                          | 0,68                    | 0,10 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| Oktober                                            | 0,56                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| November                                           | 0,10                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| Dezember                                           | 0,00                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |

| Tabelle C2 / Ausrichtung $\phi = -150^\circ$ |                         |      |      |      |          |
|----------------------------------------------|-------------------------|------|------|------|----------|
| Monat                                        | Neigungswinkel $\theta$ |      |      |      |          |
|                                              | Horizontal              |      |      |      | Vertikal |
|                                              | 0°                      | 30°  | 45°  | 60°  | 90°      |
| Januar                                       | 0,04                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| Februar                                      | 0,34                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| März                                         | 0,64                    | 0,13 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| April                                        | 0,74                    | 0,53 | 0,31 | 0,09 | 0,00     |
| Mai                                          | 0,79                    | 0,72 | 0,58 | 0,42 | 0,22     |
| Juni                                         | 0,81                    | 0,76 | 0,64 | 0,51 | 0,27     |
| Juli                                         | 0,82                    | 0,74 | 0,60 | 0,44 | 0,19     |
| August                                       | 0,78                    | 0,63 | 0,40 | 0,25 | 0,08     |
| September                                    | 0,68                    | 0,29 | 0,06 | 0,00 | 0,00     |
| Oktober                                      | 0,56                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| November                                     | 0,10                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| Dezember                                     | 0,00                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |

| Tabelle C2 / Ausrichtung $\phi = -135^\circ$ (Nordost) |                         |      |      |      |          |
|--------------------------------------------------------|-------------------------|------|------|------|----------|
| Monat                                                  | Neigungswinkel $\theta$ |      |      |      |          |
|                                                        | Horizontal              |      |      |      | Vertikal |
|                                                        | 0°                      | 30°  | 45°  | 60°  | 90°      |
| Januar                                                 | 0,04                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| Februar                                                | 0,34                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| März                                                   | 0,64                    | 0,32 | 0,17 | 0,05 | 0,00     |
| April                                                  | 0,74                    | 0,59 | 0,46 | 0,35 | 0,16     |
| Mai                                                    | 0,79                    | 0,72 | 0,63 | 0,51 | 0,34     |
| Juni                                                   | 0,81                    | 0,75 | 0,68 | 0,60 | 0,40     |
| Juli                                                   | 0,82                    | 0,75 | 0,65 | 0,53 | 0,31     |
| August                                                 | 0,78                    | 0,67 | 0,55 | 0,39 | 0,25     |
| September                                              | 0,68                    | 0,43 | 0,24 | 0,13 | 0,04     |
| Oktober                                                | 0,56                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| November                                               | 0,10                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| Dezember                                               | 0,00                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |

| Tabelle C2 / Ausrichtung $\phi = -120^\circ$ |                         |      |      |      |          |
|----------------------------------------------|-------------------------|------|------|------|----------|
| Monat                                        | Neigungswinkel $\theta$ |      |      |      |          |
|                                              | Horizontal              |      |      |      | Vertikal |
|                                              | 0°                      | 30°  | 45°  | 60°  | 90°      |
| Januar                                       | 0,04                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| Februar                                      | 0,34                    | 0,13 | 0,08 | 0,06 | 0,04     |
| März                                         | 0,64                    | 0,47 | 0,35 | 0,30 | 0,16     |
| April                                        | 0,74                    | 0,63 | 0,53 | 0,45 | 0,29     |
| Mai                                          | 0,79                    | 0,74 | 0,66 | 0,59 | 0,43     |
| Juni                                         | 0,81                    | 0,76 | 0,70 | 0,64 | 0,50     |
| Juli                                         | 0,82                    | 0,76 | 0,70 | 0,61 | 0,40     |
| August                                       | 0,78                    | 0,71 | 0,61 | 0,51 | 0,33     |
| September                                    | 0,68                    | 0,56 | 0,43 | 0,36 | 0,20     |
| Oktober                                      | 0,56                    | 0,11 | 0,07 | 0,04 | 0,00     |
| November                                     | 0,10                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| Dezember                                     | 0,00                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |

| Tabelle C2 / Ausrichtung $\phi = -90^\circ$ (Ost) |                         |      |      |      |          |
|---------------------------------------------------|-------------------------|------|------|------|----------|
| Monat                                             | Neigungswinkel $\theta$ |      |      |      |          |
|                                                   | Horizontal              |      |      |      | Vertikal |
|                                                   | 0°                      | 30°  | 45°  | 60°  | 90°      |
| Januar                                            | 0,04                    | 0,16 | 0,18 | 0,19 | 0,13     |
| Februar                                           | 0,34                    | 0,39 | 0,40 | 0,42 | 0,38     |
| März                                              | 0,64                    | 0,59 | 0,58 | 0,54 | 0,46     |
| April                                             | 0,74                    | 0,71 | 0,67 | 0,58 | 0,47     |
| Mai                                               | 0,79                    | 0,76 | 0,75 | 0,68 | 0,56     |
| Juni                                              | 0,81                    | 0,78 | 0,74 | 0,71 | 0,60     |
| Juli                                              | 0,82                    | 0,79 | 0,75 | 0,68 | 0,50     |
| August                                            | 0,78                    | 0,75 | 0,73 | 0,66 | 0,47     |
| September                                         | 0,68                    | 0,65 | 0,62 | 0,57 | 0,45     |
| Oktober                                           | 0,56                    | 0,48 | 0,45 | 0,42 | 0,35     |
| November                                          | 0,10                    | 0,09 | 0,12 | 0,11 | 0,04     |
| Dezember                                          | 0,00                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |

| Tabelle C2 / Ausrichtung $\phi = -60^\circ$ |                         |      |      |      |          |
|---------------------------------------------|-------------------------|------|------|------|----------|
| Monat                                       | Neigungswinkel $\theta$ |      |      |      |          |
|                                             | Horizontal              |      |      |      | Vertikal |
|                                             | 0°                      | 30°  | 45°  | 60°  | 90°      |
| Januar                                      | 0,04                    | 0,28 | 0,38 | 0,40 | 0,43     |
| Februar                                     | 0,34                    | 0,52 | 0,56 | 0,55 | 0,55     |
| März                                        | 0,64                    | 0,69 | 0,67 | 0,67 | 0,63     |
| April                                       | 0,74                    | 0,73 | 0,72 | 0,71 | 0,57     |
| Mai                                         | 0,79                    | 0,78 | 0,78 | 0,75 | 0,61     |
| Juni                                        | 0,81                    | 0,81 | 0,78 | 0,73 | 0,61     |
| Juli                                        | 0,82                    | 0,81 | 0,78 | 0,73 | 0,55     |
| August                                      | 0,78                    | 0,78 | 0,76 | 0,74 | 0,53     |
| September                                   | 0,68                    | 0,73 | 0,71 | 0,69 | 0,61     |
| Oktober                                     | 0,56                    | 0,64 | 0,65 | 0,65 | 0,57     |
| November                                    | 0,10                    | 0,26 | 0,35 | 0,39 | 0,38     |
| Dezember                                    | 0,00                    | 0,22 | 0,31 | 0,35 | 0,32     |

| Tabelle C2 / Ausrichtung $\phi = -45^\circ$ (Südost) |                         |      |      |      |          |
|------------------------------------------------------|-------------------------|------|------|------|----------|
| Monat                                                | Neigungswinkel $\theta$ |      |      |      |          |
|                                                      | Horizontal              |      |      |      | Vertikal |
|                                                      | 0°                      | 30°  | 45°  | 60°  | 90°      |
| Januar                                               | 0,04                    | 0,37 | 0,46 | 0,48 | 0,46     |
| Februar                                              | 0,34                    | 0,61 | 0,63 | 0,62 | 0,60     |
| März                                                 | 0,64                    | 0,71 | 0,73 | 0,70 | 0,66     |
| April                                                | 0,74                    | 0,75 | 0,75 | 0,71 | 0,61     |
| Mai                                                  | 0,79                    | 0,80 | 0,78 | 0,75 | 0,64     |
| Juni                                                 | 0,81                    | 0,81 | 0,78 | 0,74 | 0,63     |
| Juli                                                 | 0,82                    | 0,81 | 0,79 | 0,75 | 0,57     |
| August                                               | 0,78                    | 0,79 | 0,77 | 0,73 | 0,58     |
| September                                            | 0,68                    | 0,76 | 0,75 | 0,71 | 0,66     |
| Oktober                                              | 0,56                    | 0,67 | 0,70 | 0,71 | 0,67     |
| November                                             | 0,10                    | 0,35 | 0,42 | 0,47 | 0,48     |
| Dezember                                             | 0,00                    | 0,33 | 0,40 | 0,44 | 0,46     |

| Tabelle C2 / Ausrichtung $\phi = -30^\circ$ |                         |      |      |      |          |
|---------------------------------------------|-------------------------|------|------|------|----------|
| Monat                                       | Neigungswinkel $\theta$ |      |      |      |          |
|                                             | Horizontal              |      |      |      | Vertikal |
|                                             | 0°                      | 30°  | 45°  | 60°  | 90°      |
| Januar                                      | 0,04                    | 0,45 | 0,56 | 0,59 | 0,54     |
| Februar                                     | 0,34                    | 0,66 | 0,70 | 0,71 | 0,69     |
| März                                        | 0,64                    | 0,75 | 0,76 | 0,75 | 0,69     |
| April                                       | 0,74                    | 0,79 | 0,75 | 0,75 | 0,64     |
| Mai                                         | 0,79                    | 0,79 | 0,77 | 0,74 | 0,62     |
| Juni                                        | 0,81                    | 0,79 | 0,79 | 0,74 | 0,58     |
| Juli                                        | 0,82                    | 0,81 | 0,80 | 0,75 | 0,55     |
| August                                      | 0,78                    | 0,81 | 0,78 | 0,75 | 0,61     |
| September                                   | 0,68                    | 0,76 | 0,76 | 0,76 | 0,69     |
| Oktober                                     | 0,56                    | 0,73 | 0,77 | 0,78 | 0,72     |
| November                                    | 0,10                    | 0,45 | 0,53 | 0,56 | 0,54     |
| Dezember                                    | 0,00                    | 0,38 | 0,47 | 0,51 | 0,51     |

**Tabelle C3: Nutzungsfaktor – Automatikbedienung (Nicht-Wohnzwecke)**

| Tabelle C3 / Ausrichtung $\phi = 0^\circ$ (Süd) |                         |      |      |      |          |
|-------------------------------------------------|-------------------------|------|------|------|----------|
| Monat                                           | Neigungswinkel $\theta$ |      |      |      |          |
|                                                 | Horizontal              |      |      |      | Vertikal |
|                                                 | 0°                      | 30°  | 45°  | 60°  | 90°      |
| Januar                                          | 0,06                    | 0,59 | 0,64 | 0,68 | 0,69     |
| Februar                                         | 0,39                    | 0,71 | 0,74 | 0,75 | 0,75     |
| März                                            | 0,70                    | 0,79 | 0,81 | 0,82 | 0,76     |
| April                                           | 0,77                    | 0,81 | 0,82 | 0,79 | 0,68     |
| Mai                                             | 0,81                    | 0,82 | 0,82 | 0,78 | 0,65     |
| Juni                                            | 0,84                    | 0,85 | 0,82 | 0,78 | 0,61     |
| Juli                                            | 0,84                    | 0,84 | 0,82 | 0,79 | 0,63     |
| August                                          | 0,84                    | 0,85 | 0,84 | 0,82 | 0,68     |
| September                                       | 0,75                    | 0,82 | 0,82 | 0,81 | 0,74     |
| Oktober                                         | 0,62                    | 0,77 | 0,81 | 0,83 | 0,83     |
| November                                        | 0,14                    | 0,56 | 0,66 | 0,69 | 0,69     |
| Dezember                                        | 0,00                    | 0,46 | 0,57 | 0,62 | 0,65     |

| Tabelle C3 / Ausrichtung $\phi = 30^\circ$ |                         |      |      |      |          |
|--------------------------------------------|-------------------------|------|------|------|----------|
| Monat                                      | Neigungswinkel $\theta$ |      |      |      |          |
|                                            | Horizontal              |      |      |      | Vertikal |
|                                            | 0°                      | 30°  | 45°  | 60°  | 90°      |
| Januar                                     | 0,06                    | 0,56 | 0,63 | 0,68 | 0,70     |
| Februar                                    | 0,39                    | 0,69 | 0,74 | 0,75 | 0,73     |
| März                                       | 0,70                    | 0,78 | 0,80 | 0,80 | 0,77     |
| April                                      | 0,77                    | 0,81 | 0,80 | 0,80 | 0,72     |
| Mai                                        | 0,81                    | 0,82 | 0,82 | 0,80 | 0,66     |
| Juni                                       | 0,84                    | 0,84 | 0,81 | 0,80 | 0,65     |
| Juli                                       | 0,84                    | 0,84 | 0,82 | 0,80 | 0,62     |
| August                                     | 0,84                    | 0,86 | 0,83 | 0,82 | 0,70     |
| September                                  | 0,75                    | 0,82 | 0,83 | 0,82 | 0,76     |
| Oktober                                    | 0,62                    | 0,79 | 0,83 | 0,84 | 0,83     |
| November                                   | 0,14                    | 0,57 | 0,64 | 0,67 | 0,67     |
| Dezember                                   | 0,00                    | 0,42 | 0,56 | 0,59 | 0,62     |

| Tabelle C3 / Ausrichtung $\phi = 45^\circ$ (Südwest) |                         |      |      |      |          |
|------------------------------------------------------|-------------------------|------|------|------|----------|
| Monat                                                | Neigungswinkel $\theta$ |      |      |      |          |
|                                                      | Horizontal              |      |      |      | Vertikal |
|                                                      | 0°                      | 30°  | 45°  | 60°  | 90°      |
| Januar                                               | 0,06                    | 0,51 | 0,58 | 0,64 | 0,63     |
| Februar                                              | 0,39                    | 0,65 | 0,70 | 0,72 | 0,72     |
| März                                                 | 0,70                    | 0,77 | 0,78 | 0,79 | 0,74     |
| April                                                | 0,77                    | 0,80 | 0,81 | 0,78 | 0,70     |
| Mai                                                  | 0,81                    | 0,82 | 0,81 | 0,78 | 0,68     |
| Juni                                                 | 0,84                    | 0,84 | 0,82 | 0,78 | 0,68     |
| Juli                                                 | 0,84                    | 0,83 | 0,81 | 0,77 | 0,62     |
| August                                               | 0,84                    | 0,84 | 0,83 | 0,80 | 0,68     |
| September                                            | 0,75                    | 0,81 | 0,81 | 0,79 | 0,75     |
| Oktober                                              | 0,62                    | 0,78 | 0,81 | 0,82 | 0,84     |
| November                                             | 0,14                    | 0,55 | 0,60 | 0,63 | 0,65     |
| Dezember                                             | 0,00                    | 0,35 | 0,50 | 0,55 | 0,55     |

| Tabelle C3 / Ausrichtung $\phi = 60^\circ$ |                         |      |      |      |          |
|--------------------------------------------|-------------------------|------|------|------|----------|
| Monat                                      | Neigungswinkel $\theta$ |      |      |      |          |
|                                            | Horizontal              |      |      |      | Vertikal |
|                                            | 0°                      | 30°  | 45°  | 60°  | 90°      |
| Januar                                     | 0,06                    | 0,45 | 0,53 | 0,60 | 0,60     |
| Februar                                    | 0,39                    | 0,61 | 0,65 | 0,67 | 0,67     |
| März                                       | 0,70                    | 0,75 | 0,77 | 0,76 | 0,69     |
| April                                      | 0,77                    | 0,80 | 0,78 | 0,78 | 0,67     |
| Mai                                        | 0,81                    | 0,80 | 0,81 | 0,78 | 0,66     |
| Juni                                       | 0,84                    | 0,82 | 0,83 | 0,79 | 0,68     |
| Juli                                       | 0,84                    | 0,82 | 0,80 | 0,76 | 0,58     |
| August                                     | 0,84                    | 0,84 | 0,81 | 0,79 | 0,66     |
| September                                  | 0,75                    | 0,80 | 0,78 | 0,78 | 0,73     |
| Oktober                                    | 0,62                    | 0,76 | 0,80 | 0,81 | 0,83     |
| November                                   | 0,14                    | 0,53 | 0,58 | 0,61 | 0,64     |
| Dezember                                   | 0,00                    | 0,23 | 0,31 | 0,38 | 0,40     |

| Tabelle C3 / Ausrichtung $\gamma = 90^\circ$ (OUEST) |                         |      |      |      |          |
|------------------------------------------------------|-------------------------|------|------|------|----------|
| Monat                                                | Neigungswinkel $\theta$ |      |      |      |          |
|                                                      | Horizontal              |      |      |      | Vertikal |
|                                                      | 0°                      | 30°  | 45°  | 60°  | 90°      |
| Januar                                               | 0,06                    | 0,29 | 0,30 | 0,34 | 0,37     |
| Februar                                              | 0,39                    | 0,48 | 0,52 | 0,53 | 0,54     |
| März                                                 | 0,70                    | 0,70 | 0,66 | 0,64 | 0,60     |
| April                                                | 0,77                    | 0,76 | 0,74 | 0,69 | 0,62     |
| Mai                                                  | 0,81                    | 0,79 | 0,78 | 0,75 | 0,63     |
| Juni                                                 | 0,84                    | 0,82 | 0,79 | 0,76 | 0,65     |
| Juli                                                 | 0,84                    | 0,81 | 0,78 | 0,72 | 0,53     |
| August                                               | 0,84                    | 0,80 | 0,77 | 0,74 | 0,60     |
| September                                            | 0,75                    | 0,75 | 0,73 | 0,70 | 0,64     |
| Oktober                                              | 0,62                    | 0,70 | 0,72 | 0,74 | 0,71     |
| November                                             | 0,14                    | 0,38 | 0,44 | 0,49 | 0,50     |
| Dezember                                             | 0,00                    | 0,08 | 0,17 | 0,22 | 0,18     |

| Tabelle C3 / Ausrichtung $\gamma = 120^\circ$ |                         |      |      |      |          |
|-----------------------------------------------|-------------------------|------|------|------|----------|
| Monat                                         | Neigungswinkel $\theta$ |      |      |      |          |
|                                               | Horizontal              |      |      |      | Vertikal |
|                                               | 0°                      | 30°  | 45°  | 60°  | 90°      |
| Januar                                        | 0,06                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| Februar                                       | 0,39                    | 0,23 | 0,16 | 0,10 | 0,03     |
| März                                          | 0,70                    | 0,54 | 0,46 | 0,41 | 0,35     |
| April                                         | 0,77                    | 0,70 | 0,64 | 0,57 | 0,46     |
| Mai                                           | 0,81                    | 0,77 | 0,72 | 0,65 | 0,53     |
| Juni                                          | 0,84                    | 0,80 | 0,74 | 0,69 | 0,58     |
| Juli                                          | 0,84                    | 0,79 | 0,74 | 0,60 | 0,41     |
| August                                        | 0,84                    | 0,76 | 0,70 | 0,62 | 0,49     |
| September                                     | 0,75                    | 0,66 | 0,60 | 0,54 | 0,43     |
| Oktober                                       | 0,62                    | 0,54 | 0,53 | 0,53 | 0,49     |
| November                                      | 0,14                    | 0,06 | 0,12 | 0,16 | 0,20     |
| Dezember                                      | 0,00                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |

| Tabelle C3 / Ausrichtung $\gamma = 135^\circ$ (NORD-OUEST) |                         |      |      |      |          |
|------------------------------------------------------------|-------------------------|------|------|------|----------|
| Monat                                                      | Neigungswinkel $\theta$ |      |      |      |          |
|                                                            | Horizontal              |      |      |      | Vertikal |
|                                                            | 0°                      | 30°  | 45°  | 60°  | 90°      |
| Januar                                                     | 0,06                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| Februar                                                    | 0,39                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| März                                                       | 0,70                    | 0,39 | 0,29 | 0,25 | 0,15     |
| April                                                      | 0,77                    | 0,65 | 0,56 | 0,49 | 0,32     |
| Mai                                                        | 0,81                    | 0,75 | 0,69 | 0,59 | 0,44     |
| Juni                                                       | 0,84                    | 0,78 | 0,72 | 0,65 | 0,48     |
| Juli                                                       | 0,84                    | 0,78 | 0,69 | 0,54 | 0,32     |
| August                                                     | 0,84                    | 0,72 | 0,64 | 0,52 | 0,38     |
| September                                                  | 0,75                    | 0,60 | 0,47 | 0,41 | 0,27     |
| Oktober                                                    | 0,62                    | 0,28 | 0,23 | 0,21 | 0,22     |
| November                                                   | 0,14                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| Dezember                                                   | 0,00                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |

| Tabelle C3 / Ausrichtung $\gamma = 150^\circ$ |                         |      |      |      |          |
|-----------------------------------------------|-------------------------|------|------|------|----------|
| Monat                                         | Neigungswinkel $\theta$ |      |      |      |          |
|                                               | Horizontal              |      |      |      | Vertikal |
|                                               | 0°                      | 30°  | 45°  | 60°  | 90°      |
| Januar                                        | 0,06                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| Februar                                       | 0,39                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| März                                          | 0,70                    | 0,22 | 0,06 | 0,02 | 0,01     |
| April                                         | 0,77                    | 0,61 | 0,46 | 0,29 | 0,15     |
| Mai                                           | 0,81                    | 0,73 | 0,62 | 0,50 | 0,31     |
| Juni                                          | 0,84                    | 0,78 | 0,68 | 0,57 | 0,37     |
| Juli                                          | 0,84                    | 0,76 | 0,66 | 0,42 | 0,23     |
| August                                        | 0,84                    | 0,70 | 0,53 | 0,36 | 0,22     |
| September                                     | 0,75                    | 0,48 | 0,23 | 0,12 | 0,06     |
| Oktober                                       | 0,62                    | 0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,01     |
| November                                      | 0,14                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| Dezember                                      | 0,00                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |

| Tabelle C3 / Ausrichtung $\theta = 180^\circ$ (NORD) |                         |      |      |      |          |
|------------------------------------------------------|-------------------------|------|------|------|----------|
| Monat                                                | Neigungswinkel $\theta$ |      |      |      |          |
|                                                      | Horizontal              |      |      |      | Vertikal |
|                                                      | 0°                      | 30°  | 45°  | 60°  | 90°      |
| Januar                                               | 0,06                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| Februar                                              | 0,39                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| März                                                 | 0,70                    | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| April                                                | 0,77                    | 0,55 | 0,03 | 0,00 | 0,00     |
| Mai                                                  | 0,81                    | 0,74 | 0,58 | 0,07 | 0,01     |
| Juni                                                 | 0,84                    | 0,78 | 0,72 | 0,12 | 0,02     |
| Juli                                                 | 0,84                    | 0,78 | 0,66 | 0,12 | 0,01     |
| August                                               | 0,84                    | 0,68 | 0,10 | 0,00 | 0,00     |
| September                                            | 0,75                    | 0,21 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| Oktober                                              | 0,62                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| November                                             | 0,14                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| Dezember                                             | 0,00                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |

| Tabelle C3 / Ausrichtung $\theta = -150^\circ$ |                         |      |      |      |          |
|------------------------------------------------|-------------------------|------|------|------|----------|
| Monat                                          | Neigungswinkel $\theta$ |      |      |      |          |
|                                                | Horizontal              |      |      |      | Vertikal |
|                                                | 0°                      | 30°  | 45°  | 60°  | 90°      |
| Januar                                         | 0,06                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| Februar                                        | 0,39                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| März                                           | 0,70                    | 0,18 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| April                                          | 0,77                    | 0,60 | 0,40 | 0,16 | 0,03     |
| Mai                                            | 0,81                    | 0,75 | 0,64 | 0,45 | 0,22     |
| Juni                                           | 0,84                    | 0,78 | 0,70 | 0,57 | 0,32     |
| Juli                                           | 0,84                    | 0,79 | 0,70 | 0,50 | 0,22     |
| August                                         | 0,84                    | 0,72 | 0,54 | 0,31 | 0,14     |
| September                                      | 0,75                    | 0,41 | 0,09 | 0,02 | 0,00     |
| Oktober                                        | 0,62                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| November                                       | 0,14                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| Dezember                                       | 0,00                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |

| Tabelle C3 / Ausrichtung $\theta = -135^\circ$ (NORD-EST) |                         |      |      |      |          |
|-----------------------------------------------------------|-------------------------|------|------|------|----------|
| Monat                                                     | Neigungswinkel $\theta$ |      |      |      |          |
|                                                           | Horizontal              |      |      |      | Vertikal |
|                                                           | 0°                      | 30°  | 45°  | 60°  | 90°      |
| Januar                                                    | 0,06                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| Februar                                                   | 0,39                    | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| März                                                      | 0,70                    | 0,41 | 0,25 | 0,13 | 0,02     |
| April                                                     | 0,77                    | 0,65 | 0,54 | 0,39 | 0,19     |
| Mai                                                       | 0,81                    | 0,76 | 0,69 | 0,58 | 0,35     |
| Juni                                                      | 0,84                    | 0,79 | 0,74 | 0,62 | 0,42     |
| Juli                                                      | 0,84                    | 0,80 | 0,73 | 0,61 | 0,35     |
| August                                                    | 0,84                    | 0,74 | 0,64 | 0,46 | 0,26     |
| September                                                 | 0,75                    | 0,50 | 0,34 | 0,21 | 0,07     |
| Oktober                                                   | 0,62                    | 0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| November                                                  | 0,14                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| Dezember                                                  | 0,00                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |

| Tabelle C3 / Ausrichtung $\theta = -120^\circ$ |                         |      |      |      |          |
|------------------------------------------------|-------------------------|------|------|------|----------|
| Monat                                          | Neigungswinkel $\theta$ |      |      |      |          |
|                                                | Horizontal              |      |      |      | Vertikal |
|                                                | 0°                      | 30°  | 45°  | 60°  | 90°      |
| Januar                                         | 0,06                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| Februar                                        | 0,39                    | 0,16 | 0,15 | 0,11 | 0,08     |
| März                                           | 0,70                    | 0,51 | 0,40 | 0,35 | 0,19     |
| April                                          | 0,77                    | 0,69 | 0,60 | 0,50 | 0,31     |
| Mai                                            | 0,81                    | 0,75 | 0,71 | 0,64 | 0,47     |
| Juni                                           | 0,84                    | 0,80 | 0,75 | 0,67 | 0,52     |
| Juli                                           | 0,84                    | 0,81 | 0,75 | 0,66 | 0,45     |
| August                                         | 0,84                    | 0,77 | 0,69 | 0,58 | 0,36     |
| September                                      | 0,75                    | 0,62 | 0,53 | 0,38 | 0,25     |
| Oktober                                        | 0,62                    | 0,24 | 0,14 | 0,06 | 0,03     |
| November                                       | 0,14                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| Dezember                                       | 0,00                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |

| Tabelle C3 / Ausrichtung $\theta = -90^\circ$ (EST) |                         |      |      |      |          |
|-----------------------------------------------------|-------------------------|------|------|------|----------|
| Monat                                               | Neigungswinkel $\theta$ |      |      |      |          |
|                                                     | Horizontal              |      |      |      | Vertikal |
|                                                     | 0°                      | 30°  | 45°  | 60°  | 90°      |
| Januar                                              | 0,06                    | 0,20 | 0,26 | 0,26 | 0,21     |
| Februar                                             | 0,39                    | 0,43 | 0,43 | 0,42 | 0,40     |
| März                                                | 0,70                    | 0,64 | 0,59 | 0,56 | 0,46     |
| April                                               | 0,77                    | 0,74 | 0,71 | 0,66 | 0,50     |
| Mai                                                 | 0,81                    | 0,80 | 0,77 | 0,72 | 0,59     |
| Juni                                                | 0,84                    | 0,80 | 0,78 | 0,74 | 0,62     |
| Juli                                                | 0,84                    | 0,83 | 0,79 | 0,74 | 0,57     |
| August                                              | 0,84                    | 0,80 | 0,76 | 0,71 | 0,53     |
| September                                           | 0,75                    | 0,72 | 0,65 | 0,61 | 0,48     |
| Oktober                                             | 0,62                    | 0,55 | 0,50 | 0,47 | 0,38     |
| November                                            | 0,14                    | 0,17 | 0,16 | 0,14 | 0,10     |
| Dezember                                            | 0,00                    | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,00     |

| Tabelle C3 / Ausrichtung $\theta = -60^\circ$ |                         |      |      |      |          |
|-----------------------------------------------|-------------------------|------|------|------|----------|
| Monat                                         | Neigungswinkel $\theta$ |      |      |      |          |
|                                               | Horizontal              |      |      |      | Vertikal |
|                                               | 0°                      | 30°  | 45°  | 60°  | 90°      |
| Januar                                        | 0,06                    | 0,39 | 0,43 | 0,44 | 0,45     |
| Februar                                       | 0,39                    | 0,60 | 0,59 | 0,60 | 0,56     |
| März                                          | 0,70                    | 0,73 | 0,71 | 0,69 | 0,64     |
| April                                         | 0,77                    | 0,79 | 0,76 | 0,74 | 0,59     |
| Mai                                           | 0,81                    | 0,81 | 0,80 | 0,77 | 0,65     |
| Juni                                          | 0,84                    | 0,83 | 0,79 | 0,76 | 0,63     |
| Juli                                          | 0,84                    | 0,83 | 0,82 | 0,76 | 0,62     |
| August                                        | 0,84                    | 0,84 | 0,81 | 0,77 | 0,61     |
| September                                     | 0,75                    | 0,79 | 0,76 | 0,72 | 0,63     |
| Oktober                                       | 0,62                    | 0,68 | 0,68 | 0,67 | 0,61     |
| November                                      | 0,14                    | 0,34 | 0,43 | 0,45 | 0,43     |
| Dezember                                      | 0,00                    | 0,31 | 0,37 | 0,41 | 0,42     |

| Tabelle C3 / Ausrichtung $\theta = -45^\circ$ (SUD-EST) |                         |      |      |      |          |
|---------------------------------------------------------|-------------------------|------|------|------|----------|
| Monat                                                   | Neigungswinkel $\theta$ |      |      |      |          |
|                                                         | Horizontal              |      |      |      | Vertikal |
|                                                         | 0°                      | 30°  | 45°  | 60°  | 90°      |
| Janvier                                                 | 0,06                    | 0,43 | 0,50 | 0,53 | 0,49     |
| Februar                                                 | 0,39                    | 0,66 | 0,67 | 0,66 | 0,63     |
| März                                                    | 0,70                    | 0,76 | 0,76 | 0,73 | 0,68     |
| April                                                   | 0,77                    | 0,80 | 0,78 | 0,76 | 0,62     |
| Mai                                                     | 0,81                    | 0,83 | 0,79 | 0,77 | 0,65     |
| Juni                                                    | 0,84                    | 0,84 | 0,80 | 0,77 | 0,64     |
| Juli                                                    | 0,84                    | 0,84 | 0,82 | 0,79 | 0,63     |
| August                                                  | 0,84                    | 0,84 | 0,82 | 0,78 | 0,64     |
| September                                               | 0,75                    | 0,80 | 0,80 | 0,75 | 0,68     |
| Oktober                                                 | 0,62                    | 0,72 | 0,71 | 0,73 | 0,68     |
| November                                                | 0,14                    | 0,42 | 0,54 | 0,58 | 0,56     |
| Dezember                                                | 0,00                    | 0,39 | 0,43 | 0,52 | 0,47     |

| Tabelle C3 / Ausrichtung $\theta = -30^\circ$ |                         |      |      |      |          |
|-----------------------------------------------|-------------------------|------|------|------|----------|
| Monat                                         | Neigungswinkel $\theta$ |      |      |      |          |
|                                               | Horizontal              |      |      |      | Vertikal |
|                                               | 0°                      | 30°  | 45°  | 60°  | 90°      |
| Janvier                                       | 0,06                    | 0,54 | 0,61 | 0,63 | 0,62     |
| Februar                                       | 0,39                    | 0,68 | 0,72 | 0,73 | 0,72     |
| März                                          | 0,70                    | 0,78 | 0,77 | 0,78 | 0,71     |
| April                                         | 0,77                    | 0,81 | 0,79 | 0,77 | 0,65     |
| Mai                                           | 0,81                    | 0,82 | 0,81 | 0,78 | 0,65     |
| Juni                                          | 0,84                    | 0,84 | 0,81 | 0,78 | 0,63     |
| Juli                                          | 0,84                    | 0,83 | 0,82 | 0,79 | 0,62     |
| August                                        | 0,84                    | 0,85 | 0,84 | 0,79 | 0,65     |
| September                                     | 0,75                    | 0,82 | 0,81 | 0,79 | 0,71     |
| Oktober                                       | 0,62                    | 0,75 | 0,78 | 0,79 | 0,74     |
| November                                      | 0,14                    | 0,49 | 0,58 | 0,62 | 0,63     |
| Dezember                                      | 0,00                    | 0,45 | 0,54 | 0,56 | 0,58     |

**Anhang D: Abgabelistung**

Das nachstehende detaillierte Berechnungsverfahren gilt nur für Berechnungszonen mit nur einem Wärmeabgabesystem bestehend aus Heizkörpern, einer Bodenheizung oder einer Wandheizung.

Detaillierter berechnet werden zusätzliche Wärmeverluste durch die Außenwand hinter oder unter den Wärmeabgabesystemen.

In dem vorliegenden Anhang wird wiederholt zwischen einem variablen Sollwert und einem konstanten Sollwert der Vorlauftemperatur des Wassers unterschieden: eine genauere Beschreibung dieser Differenzierung ist in § 9.2.2.2 angegeben.

**D.1 Standardbetriebsdauer eines Wärmeabgabesystems**

Die monatliche Standardbetriebsdauer des Wärmeabgabesystems einer Berechnungszone  $i$  wird wie folgt berechnet:

- wenn der Sollwert der Vorlauftemperatur des Wassers variabel ist, gilt:

$$t_{\text{heat,sec } i,m} = \frac{Q_{\text{heat,net,sec } i,m}}{[29(H_{T,\text{sec } i,m} + 0.27V_{\text{sec } i}) + 10V_{\text{sec } i}](18 - \theta_{e,m})/29} \quad (\text{Ms})$$

- wenn der Sollwert der Vorlauftemperatur des Wassers konstant ist, gilt:

$$t_{\text{heat,sec } i,m} = \frac{Q_{\text{heat,net,sec } i,m}}{29(H_{T,\text{sec } i,m} + 0.27V_{\text{sec } i}) + 10V_{\text{sec } i}} \quad (\text{Ms})$$

In beiden Formeln ist:

|                                |                                                                                                    |
|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $Q_{\text{heat,net,sec } i,m}$ | monatlicher Nutzenergiebedarf für die Heizung der Berechnungszone $i$ , in MJ, bestimmt nach § 7.2 |
| $H_{T,\text{heat,sec } i}$     | Transmissionswärmedurchgangskoeffizient des Energiebereichs $i$ bei Basisaußentemperatur, in W/K   |
| $V_{\text{sec } i}$            | Volumen der Berechnungszone $i$ , in $\text{m}^3$                                                  |
| $\theta_{e,m}$                 | monatliche Außendurchschnittstemperatur, siehe Tabelle 1.                                          |

**D.2 Durchschnittstemperatur des Wassers im Wärmeabgabekreis**

Für jeden Monat der Heizperiode wird die Durchschnittstemperatur des Wassers im Wärmeabgabekreis der Berechnungszone  $i$  während der Betriebsdauer wie folgt bestimmt:

- wenn der Sollwert der Vorlauftemperatur des Wassers variabel ist, gilt:

$$\theta_{c,\text{sec } i,m} = 21 + (\theta_{c,\text{sec } i,\text{Soll}} - 21) \left[ \frac{21 - \theta_{e,m}}{29} \right]^{0.75} \quad (^\circ\text{C})$$

- wenn der Sollwert der Vorlauftemperatur des Wassers konstant ist, gilt:

$$\theta_{c,\text{sec } i,m} = \theta_{c,\text{sec } i,\text{Soll}} \quad (^\circ\text{C})$$

bei einem Standardheizkessel ohne Nachmischen mit einem Dreiwegeventil, muss jedoch immer mit  $\theta_{c,\text{sec } i,m} = 80^\circ\text{C}$  gerechnet werden, unabhängig von der Auslegungstemperatur des Wärmeabgabekreises.

dabei ist:

$\theta_{c, sec\ i, \theta_{eb}}$  Durchschnittstemperatur des Wassers im Wärmeabgabekreis bei der Basisaußentemperatur, wie nachstehend bestimmt, in °C

$\theta_{e, m}$  monatliche Außendurchschnittstemperatur, siehe Tabelle 1

Die Durchschnittstemperatur des Wassers im Wärmeabgabekreis bei einer Basisaußentemperatur (d. h. unter Auslegungsbedingungen), wird wie folgt bestimmt:

$$\theta_{c, sec\ i, \theta_{eb}} = 0.5 (\theta_{design, supply, sec\ i} + \theta_{design, return, sec\ i})$$

dabei ist:

$\theta_{design, supply, sec\ i}$  Auslegungsvorlauftemperatur des Wassers im Wärmeabgabekreis der Berechnungszone i (bei der Basisaußentemperatur), in °C

$\theta_{design, return, sec\ i}$  Auslegungsrücklauftemperatur des Wassers im Wärmeabgabekreis der Berechnungszone i (bei der Basisaußentemperatur), in °C

Es können die folgenden Standardwerte verwendet werden:

- für Fußboden- und Wandheizung:

$$\theta_{design, supply, sec\ i} = 55^{\circ}\text{C}$$

$$\theta_{design, return, sec\ i} = 45^{\circ}\text{C}$$

- für Heizkörper:

$$\theta_{design, supply, sec\ i} = 90^{\circ}\text{C}$$

$$\theta_{design, return, sec\ i} = 70^{\circ}\text{C}$$

Bessere Werte können nach zuvor vom Minister genehmigten Regeln angewandt werden.

### D.3 Heizkörper

- Zusätzliche monatliche Wärmeverluste ( $\Delta Q_{rad, sec\ i, m}$ ) von Heizkörpern in der Berechnungszone i, durch die Wände hinter diesen Heizkörpern, werden wie folgt bestimmt:

$$\Delta Q_{rad, sec\ i, m} = t_{heat, sec\ i, m} \sum_j \{U_j A_{rad, j} \max(0, w\theta_{c, sec\ i, m} + (1-w)\theta_{e, m} - 18)\} \quad (\text{MJ})$$

dabei ist:

$\theta_{c, sec\ i, m}$  Durchschnittstemperatur des Wassers im Wärmeabgabekreis der Berechnungszone i während der Standardbetriebsdauer für den betreffenden Monat, bestimmt nach § D.2, in °C

$\theta_{e, m}$  monatliche Außendurchschnittstemperatur, siehe Tabelle 1

$t_{heat, sec\ i, m}$  monatliche Standardbetriebsdauer des Wärmeabgabesystems in der Berechnungszone i, bestimmt nach § D.1, in Ms

w Gewichtungsfaktor. Er beträgt 0,4, wenn sich hinter einem Heizkörper j ein reflektierender Schirm mit einem Emissionsgrad unter 0,2 befindet; in allen anderen Fällen beträgt er 0,8 (-).

$U_j$  U-Wert der Außenwände hinter dem Heizkörper j, in W/m<sup>2</sup>/K

$A_{rad, j}$  Projektionsfläche des Heizkörpers j, in m<sup>2</sup>

Es ist die Summe aus allen Heizkörpern  $j$  der Berechnungszone  $i$  zu bilden, die an einer Außenwand stehen.

- Die monatliche Abgabeleistung der Berechnungszone  $i$  ( $\eta_{\text{em,heat,sec } i,m}$ ) ist:

$$\eta_{\text{em,heat,sec } i,m} = \eta \frac{Q_{\text{heat,net,sec } i,m}}{Q_{\text{heat,net,sec } i,m} + \Delta Q_{\text{rad,sec } i,m}} \quad (-)$$

dabei ist:

$\eta$  in Tabelle 18 angegebener Multiplikator. Bei diesem Multiplikator sind die zusätzlichen Regelungsverluste und die Verluste durch Temperaturstratifizierung berücksichtigt.

$Q_{\text{heat,net,sec } i,m}$  monatlicher Nutzenergiebedarf für die Heizung einer Berechnungszone  $i$ , in MJ, bestimmt nach § 7.2

$\Delta Q_{\text{rad,sec } i,m}$  zusätzlicher monatlicher Wärmeverlust hinter den Heizkörpern in der Berechnungszone  $i$ , in MJ

**Tabelle 18: Multiplikator  $\eta$**

| Heißwasserzentralheizung   |                           |                    |
|----------------------------|---------------------------|--------------------|
| Innentemperaturregelung    | Vorlauftemperaturregelung |                    |
|                            | konstanter Sollwert       | variabler Sollwert |
| Temperaturregelung je Raum | 0,92                      | 0,94               |
| Sonstiges                  | 0,90                      | 0,92               |

#### D.4 Fußbodenheizung

- Der zusätzliche monatliche Wärmeverlust durch die Böden der Berechnungszone  $i$  ( $\Delta Q_{\text{fl,h,sec } i,m}$ ) wird wie folgt bestimmt:

$$\Delta Q_{\text{fl,h,sec } i,m} = (\theta_{\text{c,sec } i,m} - 18) t_{\text{heat,sec } i,m} \sum_j (U_{\text{f,j}}^* A_{\text{f,j}}) \quad (\text{MJ})$$

dabei ist:

$\theta_{\text{c,sec } i,m}$  Durchschnittstemperatur des Wassers im Wärmeabgabekreis der Berechnungszone  $i$  während der Standardbetriebsdauer für den betreffenden Monat, bestimmt nach § D.2, in °C

$t_{\text{heat,sec } i,m}$  monatliche Standardbetriebsdauer des Wärmeabgabesystems in der Berechnungszone  $i$ , bestimmt nach § D.1, in Ms

$A_{\text{f,j}}$  von der Fußbodenheizung belegte Bodenfläche, anteilmäßig bezogen auf den Bodenanteil, durch den die Transmissionswärmeverluste erfolgen, in m<sup>2</sup>

$U_{f,j}^*$  äquivalenter U-Wert des Bodens unter der Fußbodenheizung j, =

- bei Bodenplatten auf Erdreich:

$$\frac{1}{U_{f,j}^*} = \frac{1}{U_{f,j}} + 0.75 \quad (\text{m}^2\text{K/W})$$

dabei ist:

$U_{f,j}$  U-Wert des Bodens, bestimmt von der Innenumgebung bis zur Trennfläche zum Erdreich in W/m<sup>2</sup>K.

- bei aufgeständerten Bodenplatten oder Kellerdecken:

$$\frac{1}{U_{f,j}^*} = \frac{1}{U_{f,j}} - 0.25 + \frac{1}{U_{g,j} + U_{s,j}} \quad (\text{m}^2\text{K/W})$$

dabei sind  $U_{f,j}$ ,  $U_{g,j}$  und  $U_{s,j}$  in W/(m<sup>2</sup>·K) nach den Spezifikationen in Anlage DRT zu berechnen.

- bei Bodenplatten in Berührung mit der Außenluft:

$$\frac{1}{U_{f,j}^*} = \frac{1}{U_{f,j}} - 0.25 \quad (\text{m}^2\text{K/W})$$

dabei ist  $U_{f,j}$  der Wärmedurchgangskoeffizient des Bodens von der Innenumgebung zur Außenumgebung, bestimmt nach den Spezifikationen in Anlage DRT, in W/(m<sup>2</sup>K).

Es ist die Summe aus allen Fußbodenheizungen j der Berechnungszone i zu bilden, die in Wände eingelassen sind, die das geschützte Volumen abgrenzen.

- Die monatliche Abgabeleistung des Energiebereichs i ( $\eta_{\text{em,heat,sec } i,m}$ ) ist:

$$\eta_{\text{em,heat,sec } i,m} = \eta \frac{Q_{\text{heat,net,sec } i,m}}{Q_{\text{heat,net,sec } i,m} + \Delta Q_{\text{fl,h,sec } i,m}} \quad (-)$$

dabei ist:

$\eta$  in Tabelle 18 angegebener Multiplikator

$Q_{\text{heat,net,sec } i,m}$  monatlicher Nutzenergiebedarf für die Heizung einer Berechnungszone i, in MJ, bestimmt nach § 7.2

$\Delta Q_{\text{fl,h,sec } i,m}$  zusätzlicher monatlicher Wärmeverlust durch die Böden in der Berechnungszone i, in MJ

#### D.5 Wandheizung

- Der zusätzliche monatliche Wärmeverlust durch die Wände der Berechnungszone i ( $\Delta Q_{\text{wall,h,sec } i,m}$ ) wird wie folgt bestimmt:

$$\Delta Q_{\text{wall,h,sec } i,m} = (\theta_{c,\text{sec } i,m} - 18) \cdot t_{\text{heat,sec } i,m} \sum_j (U_{\text{wall},j}^* A_{\text{wall},j}) \quad (\text{MJ})$$

dabei ist:

$\theta_{c,\text{sec } i,m}$  Durchschnittstemperatur des Wassers im Wärmeabgabekreis der Berechnungszone i während der Standardbetriebsdauer für den betreffenden Monat, bestimmt nach § D.2, in °C

$t_{\text{heat,sec } i,m}$  monatliche Standardbetriebsdauer des Wärmeabgabesystems in der Berechnungszone  $i$ , bestimmt nach § D.1, in Ms

$A_{\text{wall},j}$  Fläche der senkrechten Außenwand  $j$ , hinter der Fläche mit der Wandheizung, in  $\text{m}^2$

$U^*_{\text{wall},j}$  äquivalenter Wärmedurchgangskoeffizient der senkrechten Außenwand  $j$ , hinter der Fläche mit der Wandheizung, ausgedrückt wie folgt:

$$U^*_{\text{wall},j} = \frac{1}{1/U_{\text{wall},j} - 0.175} \quad (\text{W/m}^2\text{K})$$

dabei ist:

$U_{\text{wall},j}$  Wärmedurchgangskoeffizient der senkrechten Außenwand  $j$ , hinter der Fläche mit der Wandheizung

Es ist die Summe aus allen senkrechten Außenwänden  $j$  der Berechnungszone  $i$  zu bilden, in die eine Wandheizung eingelassen ist.

– Die monatliche Abgabeleistung des Energiebereichs  $i$  ( $\eta_{\text{em,heat,sec } i,m}$ ) ist:

$$\eta_{\text{em,heat,sec } i,m} = \eta \frac{Q_{\text{heat,net,sec } i,m}}{Q_{\text{heat,net,sec } i,m} + \Delta Q_{\text{wall,h,sec } i,m}} \quad (-)$$

dabei ist:

$\eta$  in Tabelle 18 angegebener Multiplikator

$Q_{\text{heat,net,sec } i,m}$  monatlicher Nutzenergiebedarf für die Heizung der Berechnungszone  $i$ , in MJ, bestimmt nach § 7.2;

$\Delta Q_{\text{wall,h,sec } i,m}$  zusätzliche monatliche Wärmeverluste durch die Wände in der Berechnungszone  $i$ , in MJ.

## Anhang E: Verteilungsverluste

Der vorliegende Anhang gilt nur für Berechnungszonen, die über 1 einziges Netz außerhalb des geschützten Volumens versorgt werden. Wenn dieses Netz auch die Wärme für andere Berechnungszonen liefert, darf darüber hinaus keine dieser anderen Berechnungszonen über ein unabhängiges zweites Netz außerhalb des geschützten Volumens versorgt werden. (Wenn das gesamte geschützte Volumen eine einzige Berechnungszone bildet, sind diese Bedingungen automatisch erfüllt).

Es ist zunächst die Leistung des gesamten Netzes zu bestimmen. Die Leistung gilt dann für alle Berechnungszonen, die über dieses Netz mit Wärme versorgt werden, auch wenn eine Berechnungszone nur einen Teil dieses Netzes nutzt.

### E.1 Verteilungsleistung

Durchschnittliche monatliche Verteilungsleistung  $\eta_{\text{distr,heat,sec } i,m}$  einer Berechnungszone  $i$  = durchschnittliche monatliche Verteilungsleistung des Wärmeverteilungsnetzes  $n$ , das die Berechnungszone mit Wärme versorgt:

$$\eta_{\text{distr,heat,sec } i,m} = \eta_{\text{distr,heat,netw } n,m} \quad (-)$$

dabei ist:

$$\eta_{\text{distr,heat,netw } n,m} = \frac{Q_{\text{out,heat,netw } n,m}}{Q_{\text{in,heat,netw } n,m}} \quad (-)$$

dabei ist:

$$Q_{\text{in,heat,netw } n,m} = Q_{\text{out,heat,netw } n,m} + Q_{\text{distr,heat,netw } n,m} \quad (\text{MJ})$$

und

$$Q_{\text{out,heat,netw } n,m} = \sum_i \frac{Q_{\text{heat,net,sec } i,m}}{\eta_{\text{em,heat,sec } i,m}} \quad (\text{MJ})$$

dabei ist:

|                                   |                                                                                                                        |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $Q_{\text{out,heat,netw } n,m}$   | monatliche Wärmemenge, die das Wärmeverteilungsnetz $n$ an die vom ihm versorgten Berechnungszonen liefert, in MJ      |
| $Q_{\text{in,heat,netw } n,m}$    | monatliche Wärmemenge, die die Wärmeerzeugungsanlage oder der Wärmespeicher an das Wärmeverteilungsnetz liefert, in MJ |
| $Q_{\text{distr,heat,netw } n,m}$ | monatliche Verlustwärmemenge durch das Wärmeverteilungsnetz $n$ außerhalb des geschützten Volumens, in MJ              |
| $\zeta_{\text{em,heat,sec } i,m}$ | monatliche Abgabeleistung einer Berechnungszone $i$ , bestimmt nach § 9.2.2.2 oder nach Anhang D, (-)                  |
| $Q_{\text{heat,net,sec } i,m}$    | monatlicher Nutzenergiebedarf für die Heizung einer Berechnungszone $i$ , in MJ, bestimmt nach § 7.2                   |

Es ist die Summe aus allen Berechnungszonen  $i$  zu bilden, die über das Netz versorgt werden. Wenn das Wärmeverteilungsnetz auch die Energie für Gebäudeteile liefert, für die keine EE-Berechnung durchgeführt wird, muss der Effekt dieser anderen Gebäudeteile nicht berücksichtigt werden:

- die Verluste durch die Verteilungsleitung, die nur diese anderen Gebäudeteile versorgen, werden nicht berücksichtigt;
- die Energie, die das Netz diesen anderen Gebäudeteilen liefert, wird bei der Berechnung des Netz-Outputs ebenfalls nicht berücksichtigt.

**E.2 Wärmeverluste durch das Wärmeverteilungsnetz**

Verteilungsverluste des Netzes werden, sowohl bei Wasser- als auch bei Luftleitungen, wie folgt bestimmt:

$$Q_{\text{distr,heat,netw } n,m} = t_{\text{heat,netw } n,m} \cdot \sum_j \left( \theta_{c,\text{netw } n,m} - \theta_{\text{amb},m,j} \right) \left( \frac{l_j}{R_{l,j}} \right) \quad (\text{MJ})$$

dabei ist:

$t_{\text{heat,netw } n,m}$  die monatliche Standardbetriebsdauer des Wärmeverteilungsnetzes  $n$ , in Ms. Als Wert wird der Höchstwert der Standardbetriebsdauer  $t_{\text{heat,sec } i,m}$  (bestimmt nach Anhang D.1, sowohl für Wasser- als auch für Luftheizungssysteme) der über das Netz versorgten Berechnungszonen  $i$  angenommen.

$\theta_{c,\text{netw } n,m}$  monatliche Durchschnittstemperatur des Wärmeträgers in dem Wärmeverteilungsnetz  $n$ , in °C. Als Wert wird der Höchstwert der monatlichen Durchschnittstemperaturen des Wärmeträgers in den Wärmeabgabekreisen jeder über das Netz versorgten Berechnungszone angenommen. Diese Temperaturen werden je Berechnungszone wie folgt bestimmt:

- bei Verwendung von Wasser als Wärmeträger: handelt es sich um die Temperatur  $\theta_{c,\text{sec } i,m}$ , bestimmt nach Anhang D.2 (auch wenn es sich um ein anderes Heizungssystem als Heizkörper, Fußboden- oder Wandheizung handelt, z. B. Konvektoren);
- bei Verwendung von Luft als Wärmeträger: für jeden Monat ist der Durchschnittswert während der Heizperiode anzuwenden, ausgedrückt in:  
 $\theta_{c,\text{sec } i} = 8 + 0.6 \theta_{\text{design,supply,sec } i}$   
dabei ist  $\theta_{\text{design,supply,sec } i}$  die Auslegungsvorlauftemperatur der Luft bei der Basisaußentemperatur. Als Standardwert kann 50 °C verwendet werden. Bei Verwendung einer anderen Auslegungstemperatur, sind der EEG-Erklärung detaillierte Auslegungsberechnungen für das Wärmeabgabesystem (für jeden beheizten Raum der Berechnungszone  $i$ ) beizufügen.

$\theta_{\text{amb},m,j}$  monatliche Raumdurchschnittstemperatur des Teilstücks  $j$  des Wärmeverteilungsnetzes, in °C:

- wenn sich das Teilstück in einem unbeheizten Nachbarraum befindet, gilt:

$$\theta_{\text{amb},m,j} = 11 + 0.4 \theta_{e,m};$$

- wenn sich das Teilstück außen befindet, gilt:

$$\theta_{\text{amb},m,j} = \theta_{e,m};$$

- dabei ist:

$\theta_{e,m}$  monatliche Außendurchschnittstemperatur, in °C, siehe Tabelle 1

$l_j$  Länge des Teilstücks  $j$ , in m

$R_{l,j}$  längenbezogener Wärmedurchlasswiderstand des Teilstücks  $j$ , in mK/W, bestimmt nach Anhang E.3

Es ist die Summe aus allen Teilstücken  $j$  des Wärmeverteilungsnetzes  $n$  außerhalb des geschützten Volumens zu bilden.

### E.3 Bestimmung des längenbezogenen Wrmedurchlasswiderstands

Der längenbezogene Wärmedurchlasswiderstand gibt den Wärmestrom eines Teilstücks des Wärmeverteilungsnetzes je Längeneinheit und je Grad Temperaturdifferenz an.

Er lässt sich detailliert bestimmen, als Eingangswert für die vorstehenden Berechnungen. Als Grundlage dient die Gleichung E.3.1, die den Faktor 0.6 durch 1 ersetzt; weiter ist der Effekt von Wärmebrücken durch Aufhängungen, Abstandshalter, Flansche usw. zu berücksichtigen. In diesem Fall sind in die Berechnungen auch alle besonderen und/oder ungedämmten Teilstücke als getrennte Teilstücke zu berücksichtigen: Absperrhähne, Regler, ggf. nicht gedämmte Krümmen usw.

Wenn keine detaillierte Berechnung erfolgt, sind die nachstehenden Gleichungen anzuwenden. Sie basieren auf der Norm NBN EN ISO 12241.

Der nachstehend verwendete Multiplikator 0.6 berücksichtigt, dass, aufgrund von Wärmebrücken und der fehlenden Isolierung der Wasserhähne, eventuellen Krümmen etc., die reellen Verluste höher sind, als bei einer perfekten Isolierung. Der interne Wrmebertragungswiderstand und der individuelle Widerstand der Leitung oder Hlle können in der Formel außer Acht gelassen werden.

Bezüglich mehrschaliger Wrmedmmhllen wird direkt auf diese Norm verwiesen; es gilt derselbe nachstehende Reduktionsfaktor von 0,6.

#### E.3.1 Leitungen und Rohre

Der längenbezogene Wärmedurchlasswiderstand  $R_{l,j}$  des Teilstücks  $j$  wird wie folgt berechnet:

$$R_{l,j} = \frac{0.6}{2\pi\lambda_{\text{insul},j}} \ln\left(\frac{D_{e,j}}{D_{i,j}}\right) + \frac{1}{h_{se,j}\pi D_{e,j}} \quad (\text{mK/W})$$

dabei ist:

$\lambda_{\text{insul},j}$  Wärmeleitfähigkeit der Wärmedämmung um das Teilstück  $j$ , in W/(m.K);

$D_{e,j}$  Außendurchmesser der Dämmung, in m;

$D_{i,j}$  Außendurchmesser der ungedämmten Leitung, in m;

$h_{se,j}$  Summe der äußeren Wärmeübergangskoeffizienten (durch Konvektion + durch Strahlung) des Teilstücks  $j$ , in W/m<sup>2</sup>K:

- innerhalb des geschützten Volumens =  $h_{se,j} = 8$ ;
- in einem unbeheizten Nachbarraum =  $h_{se,j} = 10$ ;
- außen =  $h_{se,j} = 25$ .

Der Multiplikator 0,6 berücksichtigt den Umstand, dass die tatsächlichen Verluste aufgrund von Wärmebrücken und möglichen ungedämmten Ventilen, Krümmern usw. höher sind, als bei einer vollständigen Dämmung. Der innere Wärmeübergangswiderstand und der Eigenwiderstand der Leitung oder des Rohrs werden in der Formel vernachlässigt.

**E.3.2 Kanäle**

Der längenbezogene Wärmedurchlasswiderstand  $R_{l,j}$  des Teilstücks  $j$  wird wie folgt berechnet:

$$R_{l,j} = \frac{0.6 \times d_{\text{insul},j}}{2\lambda_{\text{insul},j}(H_j + B_j - 2d_{\text{insul},j})} + \frac{1}{2h_{\text{se},j}(H_j + B_j)} \quad (\text{mK/W})$$

dabei ist:

$\lambda_{\text{insul},j}$  Wärmeleitfähigkeit der Wärmedämmung um das Teilstück  $j$ , in  $\text{W}/(\text{m.K})$

$d_{\text{insul},j}$  Dicke der Wärmedämmung um den Kanal, in  $\text{m}$

$H_j$  Höhe des gedämmten Kanals (Außenmaß), in  $\text{m}$

$B_j$  Breite des gedämmten Kanals (Außenmaß), in  $\text{m}$

$h_{\text{se},j}$  äußerer Gesamtwärmeübergangskoeffizient (durch Konvektion + durch Strahlung) des Teilstücks  $j$ , in  $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ , bestimmt nach E.3.1

Der Multiplikator 0,6 berücksichtigt den Umstand, dass die tatsächlichen Verluste aufgrund von nachlässiger Ausführung und Wärmebrücken höher sind, als bei einer vollständigen Dämmung. Der innere Wärmeübergangswiderstand und der Eigenwiderstand des Kanals werden in der Formel vernachlässigt.

**E.3.3 Erdverlegte Leitungen**

Der längenbezogene Wärmedurchlasswiderstand  $R_{l,j}$  des Teilstücks  $j$  wird wie folgt berechnet:

$$R_{l,j} = R'_{l,j} + R_E \quad (\text{m.K/W})$$

dabei ist:

$$R'_{l,j} = \frac{0.6}{2\pi\lambda_{\text{insul},j}} \ln\left(\frac{D_{e,j}}{D_{i,j}}\right) \quad (\text{m.K/W})$$

und

$$R_E = \frac{1}{2\pi\lambda_E} \operatorname{arcosh}\left(\frac{2H_{E,j}}{D_{e,j}}\right) \quad (\text{m.K/W})$$

dabei ist:

$\lambda_{\text{insul},j}$  Wärmeleitfähigkeit der Wärmedämmung um das Teilstück  $j$ , in  $\text{W}/(\text{m.K})$ ;

$D_{e,j}$  Außendurchmesser der Dämmung, in  $\text{m}$ ;

$D_{i,j}$  Außendurchmesser der ungedämmten Leitung, in  $\text{m}$ ;

$\lambda_E$  Wärmeleitfähigkeit des umgebenden Erdreichs Standardwert =  $\lambda_E = 2 \text{ W}/(\text{m.K})$ ;

$H_{E,j}$  Abstand zwischen der Leitungsmittle und der Geländeoberfläche, in  $\text{m}$ .

Der Multiplikator 0,6 berücksichtigt den Umstand, dass die tatsächlichen Verluste aufgrund von nachlässiger Ausführung und Wärmebrücken höher sind, als bei einer vollständigen Dämmung. Der innere Wärmeübergangswiderstand und der Eigenwiderstand der Leitung werden in der Formel vernachlässigt.

**Anhang F: Verhältnis von Heizwert zu Brennwert verschiedener Brennstoffe**

| Brennstoff                          | $f_{\text{NCV/GCV}}$ |
|-------------------------------------|----------------------|
| Erdgas                              | 0,90                 |
| Schweres Heizöl                     | 0,94                 |
| Propan/Butan/flüssiges<br>Propangas | 0,92                 |
| Kohle                               | 0,96                 |
| Holz                                | 0,93                 |
| Pellets                             | 0,91                 |
| Sonstige Brennstoffe                | Äquivalenz           |

(1) Für die Brennstoffe, die noch nicht ausdrücklich in der Tabelle beschrieben sind, kann der Minister den anwendbaren Wert bestimmen.

**Anhang G: Bestimmung der Wärmeleistung eines Wärmetauschers**

Die Bestimmung der Wärmeleistung  $\eta_{\text{test}}$  eines Wärmetauschers ist von den Wärmeverhältnissen abhängig, die mittels Test bestimmt werden, wie in der vorliegenden Anlage beschrieben. Der Standardwert der gültigen Wärmeleistung ist unabhängig von der Abgabe null.

Die Norm NBN EN 308 beschreibt die Definitionen der Wärmetauscherkategorien und der konventionellen Nummerierung der Positionen.

Der Minister kann weitere Spezifikationen für die Bestimmung der Wärmeleistung eines Wärmetauschers festlegen.

**G.1 Messung**

Der Test muss gemäß den in den Absätzen § 5.5 und § 6.4 der Norm NBN EN 308 beschriebenen Anforderungen erfolgen, mit Ausnahme folgender Punkte:

- der Test muss am unveränderten und kompletten Wärmetauscher (einschl. Untergestell, Ventilatoren etc.) stattfinden. Beispielsweise ist eine zusätzliche Isolierung im Test untersagt;
- es existieren keine Auflagen in Bezug auf das Temperaturgleichgewicht (siehe § 6.6 der Norm NBN EN 308);
- es existieren keine Auflagen in Bezug auf interne und externe Lecks;
- es wird nicht vorausgesetzt, dass der Test für verschiedene Kombinationen aus Zulauf- und Ablaufmengen durchgeführt wird, wie in der Norm beschrieben; dahingegen wird gefordert, dass der Test folgende Bedingungen erfüllt:
  - Durchführung in Bezug auf ein oder mehrere Mengen zur Wahl. Der Anwendungsbereich des Endergebnisses ist von der/den getesteten Menge(n) abhängig (siehe Haupttext der vorliegenden Anlage);
  - es wird alles daran gesetzt, ein so weit wie möglich gutes Gleichgewicht zwischen der Zu- und Ablaufmenge herzustellen;
- es müssen einzig und alleine die Luftansaugbedingungen des Tests berücksichtigt werden, wie in nachstehender Tabelle der Norm NBN EN 308 enthalten. Die bei anderen Temperaturen erfolgten Messungen sind zur Bestimmung der nachstehend beschriebenen Wärmeleistung nicht gültig.

| Kategorie des Wärmetauschers<br>(siehe Definitionen der Norm NBN EN 308) | I<br>II<br>IIIa | IIIb |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------------|------|
| Temperatur der Abluft                                                    | 25°C            | 25°C |
| Feuchttemperatur der Abluft                                              | < 14°C          | 18°C |
| Temperatur der Frischluft                                                | 5°C             | 5°C  |
| Feuchttemperatur der Frischluft                                          |                 | 3°C  |

Das Testprotokoll muss wenigstens folgende Messdaten enthalten:

- die an sämtlichen Ein- und Ausgängen des Wärmetauschers gemessenen Temperaturen: die Temperatur der Frischluft ( $t_{21}$ ), der Zuluft ( $t_{22}$ ), der Abluft ( $t_{11}$ ) und der Fortluft ( $t_{12}$ ) in °C;
- die gemessenen Volumenströme der Zuluft ( $q_{v22}$ ) und Abluft ( $q_{v11}$ ) in m³/h;
- die vom Wärmetauscher aufgenommene elektrische Gesamtleistung ( $P_{\text{elec,ahu,test}}$ ) in W. Es handelt sich um die elektrische Gesamtleistung des kompletten Gerätes einschließlich der Ventilatoren, Einstellungen etc.;
- die Position der Ventilatoren gegenüber dem Wärmetauscher im getesteten Gerät.

## G.2 Berechnung

Der Testvolumenstrom  $q_{v, \text{test}}$  wird als der kleinste folgender zwei Volumenströme bezeichnet, beziehungsweise jenem der Abluft ( $q_{v11}$ ) und der Zuluft ( $q_{v22}$ ) während des Tests.

Die Wärmeleistung eines Wärmetauschers wird wie folgt berechnet:

$$\eta_{\text{test}} = \frac{(\eta_{t, \text{sup}} + \eta_{t, \text{cha}})}{2}$$

Die Temperaturverhältnisse der Zuluft ( $\eta_{t, \text{sup}}$ ) und der Abluft ( $\eta_{t, \text{cha}}$ ) werden mittels während des Tests gemessenen Temperaturen ermittelt und in der Regel korrigiert, um die durch den Verbrauch elektrischer Energie entstehende Wärme in Betracht zu ziehen:

$$\eta_{t, \text{sup}} = \frac{t_{22} - \Delta t_{22} - t_{21} - \Delta t_{21}}{t_{11} + \Delta t_{11} - t_{21} - \Delta t_{21}} \quad \text{und} \quad \eta_{t, \text{cha}} = \frac{t_{11} + \Delta t_{11} - t_{12} + \Delta t_{12}}{t_{11} + \Delta t_{11} - t_{21} - \Delta t_{21}}$$

Die Temperaturunterschiede, die den Positionen der Ventilatoren entsprechen, werden üblicherweise entsprechend einer der 4 in nachstehender Tabelle enthaltenen Konfigurationen berechnet:

|                  |                               | Abluftventilator                                                                  |                                                                                   |
|------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
|                  |                               | In Abluftposition<br>(11)                                                         | In Fortluftposition<br>(12)                                                       |
| Zuluftventilator | In Frischluftposition<br>(21) | $\Delta t_{11} = \frac{0.5 \cdot P_{\text{elec, ahu, test}}}{0.34 \cdot q_{v11}}$ | $\Delta t_{12} = \frac{0.5 \cdot P_{\text{elec, ahu, test}}}{0.34 \cdot q_{v11}}$ |
|                  |                               | $\Delta t_{21} = \frac{0.5 \cdot P_{\text{elec, ahu, test}}}{0.34 \cdot q_{v22}}$ | $\Delta t_{21} = \frac{0.5 \cdot P_{\text{elec, ahu, test}}}{0.34 \cdot q_{v22}}$ |
|                  |                               | $\Delta t_{22} = \Delta t_{12} = 0$                                               | $\Delta t_{22} = \Delta t_{11} = 0$                                               |
|                  | In Zuluftposition<br>(22)     | $\Delta t_{11} = \frac{0.5 \cdot P_{\text{elec, ahu, test}}}{0.34 \cdot q_{v11}}$ | $\Delta t_{12} = \frac{0.5 \cdot P_{\text{elec, ahu, test}}}{0.34 \cdot q_{v11}}$ |
|                  |                               | $\Delta t_{22} = \frac{0.5 \cdot P_{\text{elec, ahu, test}}}{0.34 \cdot q_{v22}}$ | $\Delta t_{22} = \frac{0.5 \cdot P_{\text{elec, ahu, test}}}{0.34 \cdot q_{v22}}$ |
|                  |                               | $\Delta t_{21} = \Delta t_{12} = 0$                                               | $\Delta t_{21} = \Delta t_{11} = 0$                                               |

Für einen bestimmten Wärmetauscher ist es möglich, Tests zu mehreren Volumenströmen durchzuführen. Jeder Wärmeleistung wird ein Testvolumenstrom zugeordnet, der die Reichweite des Anwendungsbereiches des Textes bestimmt (siehe Haupttext der vorliegenden Anlage).

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