Erlass der wallonischen Regierung vom 19. November 2015 zur Änderung des Erlasses der wallonischen Regierung vom 15. Mai 2014 über die Umsetzung der Verordnung vom 28. November 2013 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden

Anlage A1 des Erlasses der wallonischen Regierung vom 15. Mai 2014 über die Umsetzung der Verordnung vom 28. November 2013 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden

EEW-Methode

METHODE ZUR BESTIMMUNG DES PRIMÄRENERGIEVERBRAUCHS VON WOHNEINHEITEN

Die vorliegende Anlage gilt, wenn der Eingang des Genehmigungsantrags nach dem 31. Dezember 2015 bestätigt wurde.

Inhaltsverzeichnis

VORWORT 6

Einführung 6

1 VERWEISE AUF ANDERE TEXTE 7

1.1 Liste der Anlagen zum vorliegenden Erlass 7
1.2 Normen 7

2 DEFINITIONEN 9

3 SYMBOLE, ABKÜRZUNGEN UND INDIZES 13

3.1 Symbole und Abkürzungen 13
3.2 Indizes 15

4 AUFBAU DER METHODE 18

5 SCHEMATISIERUNG DES GEBÄUDES 19

5.1 Prinzip 19
5.2 Unterteilung des Gebäudes 19
5.3 Unterteilung der EEW-Einheit in Lüftungszonen und Energiezonen 20
5.3.1 Prinzip 20
5.3.2 Einteilung in Lüftungs- und Energiezonen 20
5.3.3 Volumen und Wandflächen einer Energiezone 22
5.3.4 Keine Heizungsanlage 22

6 INDIKATOREN DES PRIMÄRENERGIEVERBRAUCHS 23

6.1 Primärenergieverbrauchswert 23
6.2 Spezifischer jährlicher Primärenergieverbrauch 24

7 NETTOENERGIEBEDARF FÜR HEIZUNG UND WARMWASSERBEREITUNG 26

7.1 Prinzip 26
7.2 Monatlicher Nettoenergiebedarf für Raumheizung pro Energiezone 26
7.3 Monatlicher Nettoenergiebedarf für Warmwasserbereitung 27
7.4 Monatliche Transmissions- und Lüftungswärmeverluste 28

7.4.1 Prinzip ... 28
7.4.2 Berechnungsregel ... 28
7.5 Monatlicher Wärmegewinn durch Sonneneinstrahlung und interne Wärmeerzeugung ... 29
7.6 Nutzungsanteil des monatlichen Wärmegewinns ... 29
7.7 Wärmetransferkoeffizient für Transmission ... 31
7.7.1 Prinzip ... 31
7.7.2 Berechnungsregel ... 31
7.8 Wärmetransferkoeffizient für Lüftung ... 32
7.8.1 Prinzip ... 32
7.8.2 Berechnungsregel ... 33
7.8.3 Koeffizient der Wärmeverluste durch Infiltration und Exfiltration ... 34
7.8.4 Luftstrom der Infiltration und Exfiltration ... 34
7.8.5 Koeffizient der Wärmeverluste durch Hygienelüftung ... 35
7.8.6 Volumenstrom der Hygienelüftung ... 36
7.8.7 Koeffizient der Wärmeverluste durch Überlüftung ... 37
7.8.8 Koeffizient der Lüftungswärmeverluste durch manuelles Öffnen der Fenster ... 37
7.8.9 Luftvolumenstrom mit Korrektur zur Berücksichtigung des manuellen Öffnens der Fenster ... 38
7.9 Monatlicher interner Wärmegewinn ... 39
7.9.1 Prinzip ... 39
7.9.2 Berechnungsregel ... 39
7.10 Monatlicher Solargewinn ... 39
7.10.1 Prinzip ... 39
7.10.2 Berechnungsregel ... 40
7.10.3 Solargewinn durch ein Fenster ... 40
7.10.4 Solargewinn durch ein unbelüftetes System zur passiven Nutzung von Solarenergie ... 43

8 ÜBERHITZUNGSGEFAHR UND KÜHLUNG ... 46
8.1 Prinzip ... 46
8.2 Bestimmung des Indikators für die Überhitzungsgefahr ... 47
8.3 Konventionelle Wahrscheinlichkeit für den Einbau einer aktiven Kühlung 48
8.4 Leerer Abschnitt ... 49
8.5 Kühlung ... 49

9 BRUTTOENERGIEBEDARF FÜR HEIZUNG UND WARMWASSERBEREITUNG ... 52
9.1 Vorbemerkung ... 52
9.2 Monatlicher Bruttoenergiebedarf für Heizung ... 52
9.2.1 Prinzip ... 52
9.2.2 Durchschnittlicher monatlicher Systemwirkungsgrad ... 53
9.3 Monatlicher Bruttoenergiebedarf für Warmwasserbereitung ... 57
9.3.1 Prinzip ... 57
9.3.2 Systemwirkungsgrad der Warmwasserbereitung ... 58

10 ENDENERGIEVERBRAUCH FÜR HEIZUNG, WARMWASSERBEREITUNG UND KÜHLUNG ... 62
10.1 Vorbemerkung ... 62
10.2 Monatlicher Endenergieverbrauch für Raumheizung ... 62
10.2.1 Prinzip ... 62

10.2.2 Berechnungsregel 62
10.2.3 Erzeugungswirkungsgrad für Raumheizung und Luftbefeuchtung 66
10.3 Monatlicher Endenergieverbrauch für Warmwasserbereitung 74
10.3.1 Prinzip 74
10.3.2 Berechnungsregel 74
10.3.3 Erzeugungswirkungsgrad der Warmwasserbereitung 76
10.4 Monatlicher Nutzenergiebeitrag eines Solarthermiesystems 83
10.4.1 Raumheizung und Warmwasserbereitung 84
10.4.2 Warmwasser 85
10.5 Äquivalenter monatlicher Energieverbrauch für Kühlung 86

11 MONATLICHER ENERGIEVERBRAUCH DER HILFSAGGREGATE 87
11.1 Monatlicher Energieverbrauch für die Hilfsfunktionen 87
11.1.1 Prinzip 87
11.1.2 Berechnungsregel für den Stromverbrauch von Hilfsaggregaten für die Raumheizung 87
11.1.3 Berechnungsregel des Energieverbrauchs der Zündflamme 88
11.2 Monatlicher Stromverbrauch der Ventilatoren 89
11.2.1 Prinzip 89
11.2.2 Monatlicher Stromverbrauch der Ventilatoren - vereinfachtes Verfahren (Verfahren 1) 90
11.2.3 Monatlicher Stromverbrauch der Ventilatoren - ausführliche Berechnung93
11.3 Monatlicher Stromverbrauch für Zuluftvorkühlung 101
11.3.1 Monatlicher Stromverbrauch der Erde/Wasser-Wärmepumpe 101
11.3.2 Monatlicher Stromverbrauch für Kühlung durch Verdunstung 102

12 MONATLICHE STROMERZEUGUNG MIT LOKALEN PV-ANLAGEN UND LOKALEN KWK-ANLAGEN 103
12.1 Photovoltaikanlagen 103
12.1.1 Prinzip 103
12.1.2 Berechnungsregel 103
12.1.3 Korrekturfaktor für die Verschattung 104
12.2 Kraft-Wärme-Kopplung 104
12.2.1 Prinzip 104
12.2.2 Stromerzeugung 104

13 PRIMÄRENERGIEVERBRAUCH 106
13.1 Vorbemerkung 106
13.2 Charakteristischer Jahresverbrauch an Primärenergie 106
13.3 Primärenergieverbrauch für Raumheizung 106
13.4 Primärenergieverbrauch für Warmwasserbereitung 107
13.5 Primärenergieverbrauch von Hilfsaggregaten 107
13.6 Äquivalenter Primärenergieverbrauch für Kühlung 108
13.7 Primärenergieeinsparung durch Stromerzeugung mit einer PV-Anlage 108
13.8 Primärenergieeinsparung durch Stromerzeugung mit einer lokalen KWK-Anlage108

14 CO_2-EMISSIONEN 109
14.1 Vorbemerkung 109
14.2 Charakteristische jährliche CO_2-Emission 109
14.3 Monatliche CO_2-Emission durch Raumheizung 109
14.4 Monatliche CO_2-Emission durch Warmwasserbereitung 110

14.5 Monatliche CO_2-Emission durch den Energieverbrauch von Hilfsaggregaten 110
14.6 Monatliche CO_2-Emission durch Kühlung 111
14.7 Monatlich vermiedene CO_2-Emission durch Stromerzeugung mit einer lokalen PV-Anlage 111
14.8 Monatlich vermiedene CO_2-Emission durch Stromerzeugung mit einer lokalen KWK-Anlage 112

ANHANG A BEHANDLUNG VON ANGRENZENDEN UNBEHEIZTEN RÄUMEN 113
A.1 Möglichkeit 1 113
A.2 Möglichkeit 2 113

ANHANG B VOLUMENSTROM DER HYGIENELÜFTUNG 115
B.1 Bestimmung des Multiplikationsfaktors $m_{sec\ i}$ für den Volumenstrom 116
B.1.1 Natürliche Lüftung 116
B.1.2 Mechanische Zuluftanlagen 118
B.1.3 Mechanische Abluftanlagen 120
B.1.4 Mechanische Zu- und Abluftanlagen 122
B.2 Reduktionsfaktor für Vorwärmung 124
B.3 Vorkühlung der Lüftungsluft 127
B.3.1 Berechnungsregel 127
B.3.2 Erde/Wasser-Wärmepumpe 128
B.3.3 Kühlung durch Verdunstung 132

ANHANG C MONATLICHE SONNENEINSTRAHLUNG 133
C.1 Einführung 133
C.2 Schematisierung der Verschattung 133
C.2.1 Allgemeines 133
C.2.2 Geometrische Darstellung von Hindernissen 133
C.2.3 Geometrische Darstellung von Überhängen 133
C.2.4 Standardwerte 134
C.3 Monatliche Sonneneinstrahlung auf einer unverschatteten Fläche 134
C.3.1 Gesamtsonneneinstrahlung 134
C.3.2 Direkte Sonneneinstrahlung 135
C.3.3 Diffuse Sonneneinstrahlung 137
C.3.4 Reflektierte Sonneneinstrahlung 138
C.4 Monatliche Sonneneinstrahlung auf einer verschatteten Fläche 138
C.4.1 Verbauungswinkel $\alpha_h \leq 60°$ 138
C.4.2 Verbauungswinkel $\alpha_h > 60°$ 140
C.5 Nutzungsfaktor $a_{c,m,j}$: Tabellen 143

ANHANG D ABGABEWIRKUNGSGRAD 150
D.1 Standardbetriebsdauer eines Wärmeabgabesystems 150
D.2 Durchschnittstemperatur des Wassers im Wärmeabgabekreis 150
D.3 Heizkörper 151
D.4 Fußbodenheizung 153
D.5 Wandheizung 154

ANHANG E VERTEILUNGSVERLUSTE 156
E.1 Verteilungswirkungsgrad 156
E.2 Wärmeverluste durch das Wärmeverteilungsnetz 157

E.3 Bestimmung des längenbezogenen Wärmedurchlasswiderstands 158
E.3.1 Leitungen und Rohre 158
E.3.2 Kanäle 159
E.3.3 Erdverlegte Leitungen 159

ANHANG F FESTGELEGTE FAKTOREN FÜR VERSCHIEDENE ENERGIETRÄGER 161

ANHANG G BESTIMMUNG DES THERMISCHEN WIRKUNGSGRADS EINES WÄRMETAUSCHERS 162
G.1 Messung 162
G.2 Berechnung 163

Vorwort

Einführung

In der vorliegenden Anlage 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 Lüftungsanlagen, die Warmwasserbereitung, die Kühlanlagen sowie die Nutzung von erneuerbarer Energie. Diese Kombination von baulichen Möglichkeiten, der Wahl der Anlagentechnik und der Produktion von erneuerbarer Energie ermöglicht es dem Projektinitiator, die geeignetsten Mittel einzusetzen, um den gestellten Anforderungen zu entsprechen.

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

1 Verweise auf andere Texte

1.1 Liste der Anlagen zum vorliegenden Erlass

In diesem Text wird auf die Anlagen des vorliegenden Erlasses verwiesen. Die vollständigen Titel dieser Anlagen lauten wie folgt:

- Anlage A.1: Methode zur Bestimmung des Primärenergieverbrauchs von Wohngebäuden
- Anlage A.2: Methode zur Bestimmung des Primärenergieverbrauchs von nicht für Wohnzwecke bestimmten Einheiten
- Anlage B.1: Referenzdokument für Transmissionswärmeverluste
- Anlage B.2: Behandlung von Bauknoten
- Anlage C.1: Maximal zulässige U-Werte oder minimal zu erzielende R-Werte
- Anlage C.2: Lüftungsvorrichtungen in Wohngebäuden
- Anlage C.3: Lüftungsvorrichtungen in nicht für Wohnzwecke bestimmten Gebäuden
- Anlage E.1: Festlegung der Bußgelder

1.2 Normen

Anlage A.1, A.2, B.2, C.1 und C.2 des vorliegenden Erlasses beziehen sich auf folgende Normen. Bei datierten Normen gilt nur die angegebene Version, sofern der Minister nicht ausdrücklich eine andere Ersatzversion angibt. Die Normverweise in Anlage C.3 des vorliegenden Erlasses werden in dieser Anlage angegeben.

ARI Standard 560:2000	Absorption water chilling and water heating packages (ARI : Air-Conditioning and Refrigeration Institute)
ISO 15099:2003	Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Sonnenschutzvorrichtungen - Detaillierte Berechnungen
NBN D 50-001:1991	Lüftungsvorrichtungen in Wohngebäuden
NBN EN 308:1997	Wärmeaustauscher - Prüfverfahren zur Bestimmung der Leistungskriterien von Luft/Luft- und Luft/Abgas-Wärmerückgewinnungsanlagen
NBN EN 410:2011	Glas im Bauwesen - Bestimmung der lichttechnischen und strahlungsphysikalischen Kenngrößen von Verglasungen
NBN EN 1027:2000	Fenster und Türen - Schlagregendichtheit - Prüfverfahren
NBN EN 12309-2:2000	Gasbefeuerte Sorptions-Geräte für Heizung und/oder Kühlung mit einer Nennwärmebelastung nicht über 70 kW - Teil 2: Rationelle Energienutzung
NBN EN 13141-1:2004	Lüftung von Gebäuden - Leistungsprüfungen von Bauteilen/Produkten für die Lüftung von Wohnungen - Teil 1: Außenwand- und Überströmluftdurchlässe
NBN EN 13363-1:2007	Sonnenschutzeinrichtungen in Kombination mit Verglasungen - Berechnung der Solarstrahlung und des Lichttransmissionsgrades - Teil 1: Vereinfachtes Verfahren
NBN EN 13363-2:2005	Sonnenschutzeinrichtungen in Kombination mit Verglasungen - Berechnung der Solarstrahlung und des Lichttransmissionsgrades - Teil 2: Detailliertes Berechnungsverfahren

NBN EN 13829:2001	Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden - Bestimmung der Luftdurchlässigkeit von Gebäuden - Differenzdruckverfahren
NBN EN 14134:2004	Lüftung von Gebäuden - Leistungsprüfungen von Bauteilen/Produkten für die Lüftung von Wohnungen
NBN EN 14511:2011	Luftkonditionierer, Flüssigkeitskühlsätze und Wärmepumpen für die Raumbeheizung und -kühlung und Prozess-Kühler mit elektrisch angetriebenen Verdichtern
NBN EN 15251:2007	Eingangsparameter für das Raumklima zur Auslegung und Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden - Raumluftqualität, Temperatur, Licht und Akustik
NBN EN 60034-1:2010	Drehende elektrische Maschinen - Teil 1: Bemessung und Betriebsverhalten
NBN EN 60904-1:2007	Photovoltaische Einrichtungen - Teil 1: Messen der photovoltaischen Strom-/Spannungskennlinien
NBN EN ISO 10211:2008	Wärmebrücken im Hochbau - Wärmeströme und Oberflächentemperaturen - Detaillierte Berechnungen
NBN EN ISO 12241:1998	Wärmedämmung an haus- und betriebstechnischen Anlagen - Berechnungsregeln
NBN EN ISO 13789:2008	Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden - Spezifischer Transmissions- und Lüftungswärmedurchgangskoeffizient - Berechnungsverfahren
NBN EN ISO 13790:2004	Energieeffizienz von Gebäuden - Berechnung des Energiebedarfs für Heizung und Kühlung (ersetzt EN 832)
NBN EN ISO 14683:2008	Wärmebrücken im Hochbau - Längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient - Vereinfachte Verfahren und Anhaltswerte

2 Definitionen

- **Bruttoenergiebedarf für Raumheizung:** Von der für die Heizung bestimmten Wärmeerzeugungsanlage zur Raumheizung an das Wärmeverteilungssystem (oder Wärmespeichersystem) übertragene Energie.
- **Bruttoenergiebedarf für Warmwasserbereitung:** Von der Wärmeerzeugungsanlage zur Warmwasserbereitung an das Warmwasserverteilungssystem übertragene Energie.
- **Nettoenergiebedarf für Heizung:** Energie, die notwendig wäre, um das geschützte Volumen während einer gewissen Zeit auf Raumtemperatur zu halten (in der vorliegenden Anlage einen Monat lang), wenn eine Anlage mit einem Systemwirkungsgrad und einem Erzeugungswirkungsgrad von 1 verwendet wird.
- **Nettoenergiebedarf für Warmwasserbereitung:** Energie, die notwendig wäre, um das Warmwasser während einer gewissen Zeit auf der gewünschten Temperatur zu halten (in der vorliegenden Anlage einen Monat lang), wenn eine Anlage mit einem Systemwirkungsgrad und einem Erzeugungswirkungsgrad von 1 verwendet wird.
- **Zentralheizung:** Heizungsanlage, bei der die erzeugte Wärme mit einem Wärmeübertragungsmedium zu mehr als einem Raum im geschützten Volumen transportiert wird.
- **Gemeinschaftsheizung:** Anlage, die für die Beheizung von mehr als einer GEE-Einheit bestimmt ist.
- **Einzelheizung:** Heizungsanlage, bei der die Wärme in den Raum abgegeben wird, in dem sie erzeugt wird.
- **Koeffizient der Transmissionswärmeverluste:** Die Wärmeverluste durch Transmission durch Wandkonstruktionen bei einem Temperaturunterschied von 1 Kelvin zwischen den Umgebungen, die sie trennen.
- **Koeffizient der Lüftungswärmeverluste:** Wärmeverlust pro Zeiteinheit bei einem Temperaturunterschied von 1 Kelvin aufgrund der Erwärmung des Luftstroms, der durch Lüftung und durch Infiltration in einem geschützten Volumen entsteht.
- **Leistungszahl (COP):** Verhältnis zwischen der Heizleistung und der von der Wärmepumpe aufgenommenen Leistung (coefficient of performance)
- **Wärmedurchgangskoeffizient:** Wärmedurchgang durch ein flaches Bauteil pro Flächeneinheit, Zeiteinheit und Temperaturdifferenzeinheit zwischen der Umgebungsluft auf beiden Seiten des Bauteils.
- **Kraft-Wärme-Kopplung (KWK):** Kombinierte Erzeugung von Wärme und Strom
- **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 Wohngebäude und der in Anlage A.2 des vorliegenden Erlasses beschriebenen Methode für Büros und Schulen. Die Einsparung von Primärenergie, die mit selbsterzeugtem Strom aus einer Photovoltaikanlage oder einer Kraft-Wärme-Kopplungsanlage bewirkt wird, wird abgezogen.
- **Endenergieverbrauch für Heizung:** Letztendlich erforderliche Energie zur Deckung des Bruttoenergiebedarfs für Heizung.
- **Endenergieverbrauch für Warmwasserbereitung:** Letztendlich erforderliche Energie zur Deckung des Bruttoenergiebedarfs für Warmwasser.
- **Lüftungsvolumenstrom:** Die Menge an Außenluft, die durch Lüftung pro Zeiteinheit einströmt.
- **Luftvolumenstrom durch Infiltration/Exfiltration:** Die Menge an Außenluft, die pro Zeiteinheit durch Infiltration in das geschützte Volumen oder in eine Energiezone einströmt.
- **Wärmeverlust:** Wärmemenge, die durchschnittlich im geschützten Volumen pro Zeiteinheit verloren geht.
- **Transmissionswärmeverlust:** Wärmeverlust durch Wärmeleitung.

- **Lüftungswärmeverlust:** Wärmeverlust durch Erwärmung des Luftvolumenstroms durch Lüftung und Infiltration im geschützten Volumen bis zum Erreichen der in der vorliegenden Anlage vorgegebenen Raumtemperatur.
- **Angrenzender beheizter 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 an das betreffende geschützte Volumen angrenzenden beheizten Raum. Zum Beispiel ein Raum im geschützten Volumen eines auf dem Nachbargrundstück stehenden Gebäudes oder im geschützten Volumen eines auf demselben Grundstück bestehenden Gebäudeteils. Letzterer kommt beispielsweise bei der Erweiterung eines Gebäudes in Frage.
  - Einen an die betreffende GEE-Einheit angrenzenden beheizten Raum. Zum Beispiel:
    - ein Raum in einer angrenzenden GEE-Einheit (innerhalb desselben geschützten Volumens)
    - ein anderer Raum (der keine Auflagen hinsichtlich der Energieeffizient hat) innerhalb desselben geschützten Volumens (zum Beispiel ein gemeinsames Treppenhaus in einem Mehrfamilienhaus ...)
    - ein Raum in einem angrenzenden geschützten Volumen
  - Einen an die betreffende Energiezone angrenzenden beheizten Raum. Zum Beispiel:
    - ein Raum in einer angrenzenden Energiezone (innerhalb derselben GEE-Einheit)
    - ein Raum in einer angrenzenden GEE-Einheit
    - ein anderer Raum in demselben geschützten Volumen
    - ein Raum in einem angrenzenden geschützten Volumen

  Hinweis: Siehe auch Punkt 5.2 zu den Konventionen über Räume in bestehenden angrenzenden Gebäuden oder Gebäudeteilen.
- **Angrenzender unbeheizter Raum:** Angrenzender Raum außerhalb des geschützten Volumens, der nicht beheizt wird.
- **Jahresarbeitszahl:** Verhältnis zwischen der abgegebenen Wärme und der von der Wärmepumpe in einem bestimmten Zeitraum verbrauchten Energie.
- **Solarfaktor einer Verglasung:** Verhältnis zwischen der Solarstrahlung, die durch eine Verglasung dringt, und der Solarstrahlung, die auf die Verglasung auftrifft. Der Solarfaktor umfasst sowohl den direkten und diffusen Durchgang als auch die indirekten Gewinne aufgrund der Absorption des Solarflusses. Beim Vergleich von Verglasungssystemen wird aus Gründen der Messtechnik die direkte Einstrahlung auf eine senkrecht zu den Sonnenstrahlen stehende Fläche zugrunde gelegt.
- **Fenster:** (Teilweise) durchscheinende Trennwand.
- **Wärmeübertragungsmedium:** Flüssiges oder gasförmiges Medium, mit dem Wärmeenergie von einem Ort zum anderen befördert wird, zum Beispiel Wasser in einem Heizkörperkreis oder ein Frostschutzmittel im Wärmetauscher einer Wärmepumpe.
- **Externe Wärmelieferung:** Lieferung von Wärme, die nicht auf dem gleichen Grundstück erzeugt wurde.
- **Wärmegewinn:** Summe des Solargewinns, der durch transparente/durchscheinende Wände in das geschützte Volumen eindringt, und der internen Wärmeerzeugung.
- **Primärenergieverbrauchswert (E_w-Wert):** Verhältnis zwischen dem charakteristischen Jahresverbrauch an Primärenergie des geschützten Volumens und dem charakteristischen jährlichen Bezugsverbrauch an Primärenergie, multipliziert mit 100.

- **Opak:** Kein Sonnenlicht durchlassend (im Gegensatz zu transparent/durchscheinend).
- **Außenwand:** Bauliche Vorrichtung oder Teil einer solchen, die das geschützte Volumen von der Außenluft, dem Erdreich oder dem Wasser trennt.
- **Innenwand:** Bauliche Vorrichtung oder Teil einer solchen, die das geschützte Volumen von einem angrenzenden beheizten oder unbeheizten Raum trennt.
- **Charakteristische Luftdurchlässigkeit:** Der von der charakteristischen Druck/Luftstrom-Kurve des betreffenden Wohngebäudes abgezogene Luftstrom oder der nach der in der vorliegenden Vorschrift angegebenen Methode berechnete Luftstrom bei einem Druckunterschied von 50 Pa.
- **Nennstellung:** Einstellposition des Lüftungssystems (des Ventilators/der Ventilatoren und etwaiger anderer Komponenten), bei der in jedem Raum der Volumenstrom der mechanischen Belüftung der Systeme B und D mindestens gleich dem in diesem Raum verlangten Frischluftstrom ist und der Volumenstrom der mechanischen Entlüftung der Systeme C und D mindestens gleich dem in diesem Raum verlangten Abluftstrom ins Freie ist.
- **Heizwert (H_i):** Die bei der vollständigen Verbrennung einer Brennstoffeinheit freigesetzte Wärmemenge unter der Annahme, dass der Wasserdampf nicht kondensiert und die Wärme nicht zurückgewonnen wird.
- **Brennwert (H_s)** Die bei der vollständigen Verbrennung einer Brennstoffeinheit freigesetzte Wärmemenge unter der Annahme, dass der Wasserdampf kondensiert und die Wärme zurückgewonnen wird.
- **Interne Wärmeerzeugung:** Durch Menschen, Beleuchtung, Ventilatoren, Pumpen und alle anderen Maschinen im geschützten Volumen freigesetzte Wärme.
- **Elektrische Höchstleistung eines Elektromotors (oder einer Kombination von Elektromotor und Ventilator):** Die maximale elektrische Leistung, die der Elektromotor (oder die Kombination von Elektromotor und Ventilator) bei Dauerbetrieb aufnehmen kann, ggf. einschließlich sämtlicher Hilfselemente. Die elektrische Leistung wird infolgedessen an der Netzversorgung gemessen. Der Dauerbetrieb wird in der Norm NBN EN 60034-1 (Lasttyp S1) definiert.
- **Regelung:**
  - **Raumweise Regelung:** Die Volumenströme werden für jeden Raum einzeln geregelt.
  - **Zonenweise Regelung:** Die Volumenströme werden für jede Zone getrennt geregelt. Die Räume sind in mindestens zwei verschiedene Zonen eingeteilt, davon eine oder mehrere Tageszonen und eine oder mehrere Nachtzonen. Alle Aufenthaltsräume müssen den Tageszonen angehören und alle Schlafzimmer den Nachtzonen.
  - **Zentrale Regelung:** Die Volumenströme werden für alle Räume der EEW-Einheit gemeinsam geregelt.

    Anmerkung: In einem System kann die Luftzufuhr raumweise, zonenweise oder zentral und der Luftabzug raumweise, zonenweise oder zentral geregelt werden.
- **Wirkungsgrad bei Teillast:** Erzeugungswirkungsgrad einer Anlage bei Teillast.
- **Wirkungsgrad bei Volllast:** Erzeugungswirkungsgrad einer Anlage zur Wärmeerzeugung bei Nennleistung.
- **Verteilungswirkungsgrad:** Anteil der erzeugten Wärme oder Kälte, der tatsächlich an die Heizvorrichtungen abgegeben wird. Wenn sich bei Wärmeerzeugung vor Ort das Wärmeerzeugungsgerät nicht im gleichen Gebäude befindet, werden beim Verteilungswirkungsgrad auch die Wärmeverluste der Leitungen zwischen dem Ort der Wärmeerzeugung und dem Gebäude berücksichtigt.
- **Erzeugungswirkungsgrad:** Verhältnis zwischen der von einem Wärmeerzeuger abgegebenen Wärme und der aufgewendeten Energie.

- **Systemwirkungsgrad**: Anteil der erzeugten Nutzwärme, der tatsächlich genutzt wird. Der Systemwirkungsgrad ist unterteilt in Verteilungswirkungsgrad und Abgabewirkungsgrad.
- **Wirkungsgrads eines Solarthermiesystems**: Verhältnis zwischen dem monatlichen Nutzenergiebeitrag und der Energie, die die Sonne jeden Monat zum System beiträgt.
- **Energiezone**: Sämtliche Räume des geschützten Volumens, die:
  - zur gleichen Lüftungszone gehören;
  - mit derselben Art von Wärmeabgabesystem ausgestattet sind (es sei denn, man berücksichtigt bei einer Zentralheizung den schlechtesten Abgabewirkungsgrad bei den Berechnungen);
  - mit demselben Wärmeerzeuger (oder gegebenenfalls derselben Kombination von Wärmeerzeugern) beheizt werden.
- **Nutzfläche**: Die laut Anlage A.2 Kapitel 2 des vorliegenden Erlasses bestimmte Fläche.
- **Gesamte beheizte oder klimatisierte Fläche (A_{ch})**: Summe der Flächen aller Geschosse im geschützten Volumen, gemessen zwischen den Außenflächen der Außenwände. 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.
- **Photovoltaiksystem**: Vorrichtung zur Aufnahme von Solarenergie und deren Umwandlung in Strom.
- **Solarthermiesystem**: Vorrichtung zur Aufnahme von Solarenergie und deren Umwandlung in Wärme.
- **Nutzungsanteil des Wärmegewinns**: Der Anteil des Wärmegewinns durch Sonneneinstrahlung und interne Wärmequellen, der den Nettoenergiebedarf für die Beheizung des geschützten Volumens verringert.
- **Außentemperatur**: Gemessene mittlere Außentemperatur in einem bestimmten Zeitraum, in der vorliegenden Anlage ein Monat.
- **Transparent**: Lässt Sonnenstrahlen ganz oder teilweise durch (im Gegensatz zu opak). „Transparent" umfasst somit sowohl den Begriff „transparent" als auch den Begriff „durchscheinend".
- **Mechanische Lüftung**: Lüftung mit einem oder mehreren Ventilatoren.
- **Natürliche Lüftung**: Lüftung durch Wind und die Temperaturdifferenz zwischen Außenluft und Raumluft.
- **Geschütztes Volumen**: Volumen aller Räume des Gebäudes, das aus thermischer Sicht von der Außenumgebung (Luft oder Wasser), vom Erdreich und von allen angrenzenden Räumen geschützt ist, die nicht zum geschützten Volumen gehören.
- **Lüftungszone**: Der geschlossene Teil einer GEE-Einheit, die mit einem unabhängigen Lüftungssystem ausgestattet ist.

3 Symbole, Abkürzungen und Indizes

3.1 Symbole und Abkürzungen

< bedeutet: abgeleitet von

Symbol	Bedeutung	Einheit
A	Fläche (projizierte Fläche) (Synonym: Oberfläche)	m²
A	Luft	-
B	Breite	m
B	Frostschutzmittel (brine)	-
C	Kompaktheit	m
C	Effektive Wärmekapazität	J/K
COP	Leistungskoeffizienten einer Wärmepumpe (coefficient of performance)	-
D	Durchmesser	m
E	Charakteristischer Jahresverbrauch an Primärenergie	MJ
E_w	Primärenergieverbrauchswert	-
EANC	Angrenzender unbeheizter Raum (espace adjacent non chauffé)	-
EER	Energieeffizienz bei Klimaanlagen (energy efficiency ratio)	
F	(Reduktions-)Faktor	-
H	Wärmedurchgangskoeffizient	W/K
I	Sonneneinstrahlung	MJ/m²
L	Tiefe	m
I	Indikator (für Überhitzung)	Kh
Nu	Nußelt-Zahl	-
P	Umkreis	m
P	Leistung	W
P	Druck	Pa
Pr	Prandtl-Zahl	-
Q	Wärme- oder Energiemenge	MJ
R	Wärmewiderstand	m2.K/W
Re	Reynolds-Zahl	(-)
RF	Reduktionsfaktor	-
SPF	Jahresarbeitszahl, JAZ (Coefficient Of Seasonal Performance)	-
U	Spannung	V
U	Wärmetransferkoeffizient für Transmission	W/(m².K)
V	Volumen	m³
$\dot{V}$	Luftstrom, Luftvolumenstrom	m³/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
d	Nummer des charakteristischen Tages	-

e	Dimensionsloser Faktor	-
f	Faktor	-
g	Solarfaktor	-
h	Höhe	m
l	Länge	m
m	Multiplikationsfaktor	-
m	Monat	-
n	Luftwechselrate	h^{-1}
p	Abstand	m
q	Wärmestrom	W/m^2
q	Volumenstrom	m^3/h
r	Reduktionsfaktor, Korrekturfaktor	-
s	Multiplikationsfaktor	-
t	Zeit, Zeitschritt	s
w	Multiplikationsfaktor	
z	Tiefe	m
α	Absorptionskoeffizient	-
α_h	Verbauungswinkel	Grad
$\alpha_v, \alpha_{sL}, \alpha_{sR}$	Überhangwinkel	Grad
β	Höhenwinkel der Sonne	Grad
β	Verhältnis	-
δ	Neigung	Grad
γ	Gewinn-Verlust-Verhältnis	-
η	Wirkungsgrad	-
λ	Gewinn-Verlust-Verhältnis	-
λ	Wärmeleitfähigkeit	W/(m.K)
ω	Stundenwinkel	Grad
θ	Temperatur	°C
θ	Winkel	Grad
φ	Breitengrad	Grad
Φ	Wärmestrom, Leistung	W
ρ	Dichte	kg/m^3
τ	Zeitkonstante	s
Ψ	Längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient	W/(m.K)
χ	Einfallwinkel	Grad
χ	Punktbezogener Wärmedurchgangskoeffizient	W/K

3.2 Indizes

< bedeutet: abgeleitet von

a	Jahr
abs	in Abwesenheit
adj	Einstellung (< adjustment)
AHU	Klimagerät (< air handling unit)
al	Luftschicht
all	alle
amb	Umgebung
ann	jährlich
annih	Aufhebung
app	Gerät
artif	künstlich
artif area	künstlich beleuchteter Bereich
as	Anlage mit aktiver Nutzung der Solarenergie (< active solar)
aux	Hilfs(energie)
ave	Durchschnitt
b	Wasser im Heizkessel
bath	Badezimmer
bf	Untergeschoss
boiler	Heizkessel
bw	Kellerwand
c	konventionell
c	Sonnenschutz
calc	berechnet
ch	beheizt
char	charakteristisch
circ	Kreislauf, Zirkulationsleitung
co	Kondensator
CO_2	CO_2-Emissionen
cogen	Kraft-Wärme-Kopplung
compac	Kompaktheit
cons	Verbrauch
constructions	Wände der Wärmeverlustfläche
cool	Kühlung
ct	Kühlturm
ctrl	Steuerung
cw	Vorhangwand
d	Tageslichtöffnung
D	Durchmesser
D	zu Außenluft und Wasser
D	Tür
day	Tag
dayl	Tageslicht
dayl area	Tageslichtbereich
def	Standardwert
demand	Energiebedarf
depth	Tiefe
design	Auslegung
dh	externe Wärmelieferung (< district heating)
dif	diffus
dir	direkt
distr	Verteilung
duct	Leitung
e	außen, extern
eb	zugrunde gelegte Außentemperatur
eff	effektiv
elec	elektrisch
em	Abgabe (< emission)
en	Energie
env obst	umliegende Hindernisse
EPR	EEW-Einheit (< energy performance of residential buildings)
ev	Verdampfer
evap	Verdampfung
excess	überschüssig
exh	Abzugsöffnung
extr	Abzug
f	Boden, Fußboden (< floor)
f	Fensterrahmen (< frame)
f	Nutzung
fan(s)	Ventilator(en)
fct	Funktion
final	Endverbrauch

fitting	Armatur
flow	Durchfluss
fl.h	Fußbodenheizung
free	manuelle Öffnung (von Fenstern)
free	free-chilling
g	Verglasung (< glazing)
g	(Wärme-)Gewinn(< gain)
g	Erdreich (< ground)
GCV	Brennwert, H_s (< gross caloric value)
gen	Erzeugung
go	Fensterverglasung
gross	brutto
h	hemisphärische Strahlung
h	Feuchtigkeit
heat	(Raum-)Heizung
hr	Wärmerückgewinnung (< heat recovery)
hor	horizontal
HP	Wärmepumpe (< heat pump)
horschad	Horizontbeschattung (< horizon shading)
hum	Befeuchtung
hyg	Hygiene...
i	intern
i	Ordinalzahl
i	opaker Teil
in	eingehend
in/exfilt	Infiltration/Exfiltration
instal	installiert
int	innen
int	intermittierend
insul	Dämmung (< insulation)
j	Ordinalzahl
junctions	Bauknoten
k	Ordinalzahl
kitchen	Küche
L	Länge
L	Wärmeverlust (Transmission + Lüftung) (< loss)
l	linear
leak	Leck, mangelnde Dichtigkeit
light	Beleuchtung
m	Zahl
m	monatlich (pro Monat)
max	maximal
meas	gemessen
mech	mechanisch
min	minimal
mod	modulierend
n	Ordinalzahl, Zahl
nat	natürlich
NCV	Heizwert, H_i (< net calorific value)
net	netto
netw	Wärmeverteilungsnetz (< network)
night	Nacht
norm	genormt
nom	nominal
npref	Neben...
OAR	einstellbare Zuluftöffnung
obst from build	gebäudeabhängige Hindernisse
occ	Belegung(szeitraum)
on	eingeschaltet
oper	in Betrieb
operation	unter Berücksichtigung der Grenzen der Betriebsbedingungen
out	ausgeschaltet
over	Überlüftung
overh	Überhitzung (< overheating)
p	Tafel
p	primär
pilot	Zündflamme
po	opake Fensterfüllung
precool	Vorkühlen
pref	Haupt...
preh	Vorwärmen
pres	vorhanden
princ	Haupt...
prim	primär
ps	Anlage mit passiver Nutzung der Solarenergie
pumps	Pumpen
PV	Photovoltaik

r	Zahl
r	Strahlung
rad	Heizkörper
real	reell
rec	Rückgewinnung
red	Reduzierung
reduc	Reduzierung
ref	Referenz
refl	Reflexion
req	gefordert
return	Rück...
rm	(pro) Raum
ro	Lüftungsgitter des opaken Teils
s	Sonne, Sonneneinstrahlung
s	durch das Erdreich (< soil)
se	aus dem Gebäude entweichende Wärme
sec	Energiezone
setpoint	Sollwert
sh+wh	Raumheizung und Warmwasserbereitung (< space heating + water heating)
shad	beschattet (< shaded)
si	in das Gebäude strömende Wärme
sink	Waschbecken
sizing	keine Beschränkung der Betriebsbedingungen
spec	spezifisch
stack	Abzugsleitung
stor	Lagerung
soil	Erdreich (< soil)
supply	Zufluss, Belüftung
switch	Umschaltung
sys	Anlage (Installation)
T	Transmission
t	transparent
te	der Fläche zur Außenumgebung hin
test	bei Testbedingungen
th	Wärme...
tresh	Schwellenwert (< threshold)
tr	transparent
tot	gesamt
tube	Rohrleitung
tubing	Rohrleitungen
turb	flow turbulent
U	Angrenzender unbeheizter Raum (< unheated)
unocc	ungenutzt(er Zeitraum) (< unoccupied)
unshad	unbeschattet (< unshaded)
usable	verwendbar
util	Verwendung
V	Lüftung
vent	Lüftung
vert	vertikal
vrf	variabler Kühlvolumenstrom (< variable refrigerant flow)
w	Fenster (< window)
W	Wasser
wall	Fassade
wall.h	Wandheizung
water	Warmwasser
wC	mit Sonnenschutz (< with curtain)
well	Brunnen
win	Fensteröffnung
woC	ohne Sonnenschutz (< without curtain)
ws	Fenster-Jalousie-Kombination
wt	Erde/Wasser-Wärmepumpe
x	Belüftungshohlraum oder Keller
z	Ordinalzahl
zone	Lüftungszone

4 Aufbau der Methode

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

In einem ersten Schritt wird der monatliche Nettoenergiebedarf für Heizung und Warmwasserbereitung berechnet. In diese Berechnung fließen die Transmissionswärmeverluste, die Lüftungswärmeverluste, die Gewinne durch Solarwärme und interne Wärmeerzeugung und der Warmwasserverbrauch ein. Die Überhitzungsgefahr wird getrennt überprüft.

In einem zweiten Schritt wird der monatliche Nettoenergiebedarf für Heizung und Warmwasserbereitung in den monatlichen Bruttoenergiebedarf umgerechnet. Diese Umrechnung erfolgt, indem man den Nettobedarf durch den Systemwirkungsgrad der Heizungsanlage bzw. der Warmwasserbereitungsanlage dividiert.

In einem dritten Schritt wird der (endgültige) monatliche Energieverbrauch für Heizung und Warmwasserbereitung ermittelt. Dazu zieht man ggf. die monatliche Energiezufuhr einer Solarthermieanlage vom Bruttoenergiebedarf für Heizung und Warmwasserbereitung ab. Die so erhaltene Differenz wird durch den Erzeugungswirkungsgrad der Wärmeerzeugungsanlage dividiert. Außerdem wird auch der monatliche (End-)Energieverbrauch für die Hilfsfunktionen berechnet und der entsprechende monatliche (End-)Energieverbrauch für Kühlung ermittelt. Wenn im Gebäude Strom mit Hilfe einer Photovoltaikanlage oder Kraft-Wärme-Kopplung erzeugt wird, wird die charakteristische monatliche Stromproduktion berechnet.

In einem vierten Schritt wird der charakteristische Jahresverbrauch an Primärenergie berechnet. Dazu werden zunächst alle monatlichen Endenergieverbrauche (für Heizung, Warmwasserbereitung und Hilfsfunktionen) mit dem Umrechnungsfaktor in Primärenergie der entsprechenden Energiequelle multipliziert, um den monatlichen Primärenergieverbrauch zu erhalten. Bei dem selbsterzeugten Strom wird die in den Elektrizitätswerken erzielte Einsparung an Primärenergie durch Multiplikation mit dem geltenden Umrechnungsfaktor berechnet. Dann addiert man den charakteristischen monatlichen Primärenergieverbrauch für die 12 Monate des Jahres und zieht die charakteristische monatliche Primärenergieeinsparung durch selbsterzeugten Strom ab.

Im fünften Schritt wird der Primärenergieverbrauchswert (E_w) anhand des charakteristischen jährlichen Primärenergieverbrauchs, des geschützten Volumens, der gesamten beheizten oder klimatisierten Fläche (A_{ch}) und der Fläche, durch die sich die Transmissionswärmeverluste ($A_{T,E}$) ergeben, berechnet.

Bei verschiedenen Berechnungsschritten besteht die Wahl zwischen einem „vereinfachten Ansatz" und einer „detaillierteren Berechnung". Der vereinfachte Ansatz beruht auf Standardwerten. Die detailliertere 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 je nach Zweckbestimmung der verschiedenen Gebäudeteile und ob eventuell mehrere Wohneinheiten vorhanden sind. Deshalb unterteilt man das Gebäude üblicherweise 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 Lüftungszonen und Energiezonen vorgenommen, um unterschiedliche Anlagetypen 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 vorzunehmenden Unterteilung unterscheiden (industrielle oder nicht industrielle Zweckbestimmung der verschiedenen Gebäudeteile). Hierzu muss ein (oder mehrere) Volumen K bestimmt werden, das als der Teil des geschützten Volumens mit den Zweckbestimmungen angesehen wird, die denselben Anforderungen in Bezug auf die globale Wärmedämmung (Niveau K) entsprechen müssen.

Eine weitere Unterteilung kann für die Auslegung der Lüftungsvorrichtungen angewandt werden (siehe Anlage C.2 und C.3 des vorliegenden 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 festgelegt. Das geschützte Volumen muss mindestens alle beheizten Räume umfassen, die zum betreffenden Gebäudeteil oder dem geplanten Anbau gehören und mit Heiz- und/oder Kühlsystemen (Heizkörper, Fußbodenheizung, Warmluftöffnungen, Gebläsekonvektoren etc.) ausgestattet sind.
- Das geschütztes Volumen wird in einen oder mehrere Teile unterteilt, die jeweils eine der nachstehenden Zweckbestimmungen haben:
  - Für Wohnzwecke bestimmter Gebäudeteil: Es gelten die Energieeffizienz-Anforderungen für Wohngebäude
  - Nicht-Wohnzwecke, für die die Energieeffizienz-Anforderungen gelten (siehe Anlage A.2 des vorliegenden Erlasses)
  - Sonstige Zwecke
- Betrachtet wird der für Wohnzwecke bestimmte Teil des geschützten Volumens.
  - Falls dieser Teil in seiner Gesamtheit als eine Wohneinheit genutzt wird (zum Beispiel Einfamilienhaus), wird dieser gesamte Teil in der Folge als EEW-Einheit bezeichnet. Diese EEW-Einheit muss den Energieeffizienz-Anforderungen für Wohngebäude entsprechen.
  - Wenn sich mehr als eine Wohneinheit in diesem Teil befinden (zum Beispiel Einzelwohnungen in einem Mehrfamilienhaus), dann stellt jede Wohneinheit an sich eine EEW-Einheit dar, die den Energieeffizienz-Anforderungen für Wohngebäude entsprechen muss. Die Gemeinschaftsteile derartiger Gebäude (zum Beispiel Treppenhaus und gemeinsame Korridore) werden bei der Beurteilung der Energieeffizienz nicht berücksichtigt und müssen auch

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

- Bei diesem Verfahren wird nur der Energieverbrauch einer EEW-Einheit berücksichtigt. Wenn nötig oder gewünscht, wird diese EEW-Einheit wie in Punkt 5.3 beschrieben in mehrere 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 Regelung 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 Gesamtenergieeffizienz wird davon ausgegangen, dass durch Trennwände zu angrenzenden beheizten Räumen kein Wärmeaustausch stattfindet.

Neben diesen Trennwänden zu 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-Einheit in Lüftungszonen und Energiezonen

5.3.1 Prinzip

Das geschützte Volumen der EEW-Einheit wird gemäß der oben stehenden Definition und den unten stehenden Regeln in Lüftungs- und Energiezonen unterteilt.

5.3.2 Einteilung in Lüftungs- und Energiezonen

Im Allgemeinen 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 muss die EEW-Einheit nicht in Lüftungs- und Energiezonen unterteilt werden, denn die gesamte EEW-Einheit stellt die einzige Lüftungs- und Energiezone dar.

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

Bei Lüftungssystemen sind 4 verschiedene Typen zu unterscheiden (siehe auch Anlage C.2 und C.3 des vorliegenden Erlasses):

- System A: natürliche Lüftung
- System B: mechanische Zuluftanlage
- System C: mechanische Abluftanlage
- System D: mechanische Zu- und Abluftanlage

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

Wenn man eine Einzelheizung (zum Beispiel eine Heizung mit elektrischem Widerstand) in einem Raum zugrunde legt und hier auch Wärmeabgabeelemente einer Zentralheizung vorhanden sind, dann wird die in diesem Raum vorhandene Zentralheizung für die Bestimmung der Energieeffizienz nicht berücksichtigt, sondern es gelten nur die Kenndaten des Einzelheizungssystems. Bei offenen Kaminen oder Holzöfen wird das Zentralheizungssystem allerdings berücksichtigt.

Wenn verschiedene Räume der Lüftungszone auf unterschiedliche Weise beheizt werden (nach Anwendung der obigen Konvention hinsichtlich der Kombination aus Zentralheizung und Einzelheizung), so dass die verschiedenen Systeme in eine andere Kategorie von Tabelle [6] fallen, dann muss eine Unterteilung in Energiezonen vorgenommen werden. Diese Unterteilung ist jedoch bei einer Zentralheizung nicht obligatorisch. In diesem Fall können die Berechnungen anhand des laut Tabelle [6] niedrigsten Abgabewirkungsgrads in der gesamten Energiezone vorgenommen werden und es kann nicht mehr das in Annexe D dieser Anlage beschriebene detaillierte Berechnungsverfahren gewählt werden.

Die Tatsache, dass mehrere zentrale Wärmeerzeuger die Wärme getrennt an verschiedene Teile der Lüftungszone liefern, macht im Prinzip eine weitere Unterteilung in Energiezonen erforderlich. Diese Unterteilung ist jedoch nicht nötig, wenn die Wärmeerzeuger (rechnerisch) denselben Erzeugungswirkungsgrad haben (zum Beispiel bei Verwendung von zwei gleichen Heizkesseln für verschiedene Teile der Lüftungszone).

(Dieselben Regeln für die Unterteilung gelten auch, wenn jeder Bereich der Lüftungszone mit einer Kombination von parallel geschalteten Wärmeerzeugern beheizt wird statt mit nur einem Gerät.)

Es ist erlaubt, die EEW-Einheit in eine größere Zahl von Energiezonen aufzuteilen, aber dies ist nicht zwingend vorgeschrieben. Eine höhere Zahl von Energiezonen führt im Allgemeinen zu einem höheren Berechnungsaufwand (weil zusätzliche Daten eingegeben werden müssen), hat aber wenig oder keinen Einfluss auf den berechneten 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 genutzt werden ...), müssen diese Räume der Energiezone eines angrenzenden Raums auf denselben Stockwerk zugeteilt werden. Wenn in dem betreffenden unbeheizten Raum keinerlei Vorrichtung für die Frischluftzufuhr vorhanden ist, aber innen montierte Vorrichtungen für die Überströmung von Luft aus den angrenzenden Räumen (beispielsweise ein Durchgangsraum oder Luftabzug oder auch ein Abstellraum), wird der Raum der bzw. den angrenzenden Energiezone(n) zugeteilt, von der/denen aus der betreffende Raum mit Luft versorgt wird.

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

5.3.3 Volumen und Wandflächen einer Energiezone

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

5.3.4 Keine Heizungsanlage

Falls die EEW-Einheit nicht beheizt ist, das heißt, falls kein Raum der EEW-Einheit mit einem Wärmeabgabesystem ausgestattet ist, muss in der Regel in jedem Raum eine Einzelheizung in Form eines elektrischen Konvektors mit elektronischer Regelung berücksichtigt 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:

Gl. 5 $$E = 100 \frac{E_{char\ ann\ prim\ en\ cons}}{E_{char\ ann\ prim\ en\ cons,ref,w}} \quad (-)$$

Dabei ist:

E_w der Primärenergieverbrauchswert der EEW-Einheit (-)

$E_{char\ ann\ prim\ en\ cons}$ der charakteristische jährliche Primärenergieverbrauch der EEW-Einheit in MJ, berechnet gemäß Punkt 13.2

$E_{char\ ann\ prim\ en\ cons,ref,w}$ 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 ergibt sich wie folgt:

Gl. 6 $$E_{char\ ann\ prim\ en\ cons,ref,w} = (E_{char\ ann\ prim\ en\ cons,ref,heat} + E_{char\ ann\ prim\ en\ cons,ref,water} + E_{char\ ann\ prim\ en\ cons,ref,aux}) \cdot A_{ch} \quad (MJ)$$

wobei:

Gl. 7 $$E_{char\ ann\ prim\ en\ cons,ref,heat} = Q_{heat,net,ann,ref} / 0,728 \quad (MJ/m²)$$

der Bezugswert des charakteristischen jährlichen Primärenergieverbrauchswertes für Heizung ist.

Dabei ist:

Gl. 8 $$Q_{heat,net,ann,ref} = Q_{L,heat,ann,ref} - 4500/A_{ch} - 100 \quad (MJ/m²)$$

der Bezugswert des jährlichen Nettoenergiebedarfs für Heizung in MJ/m²

Dabei ist:

A_{ch} die Gesamtfläche der beheizten oder klimatisierten Fußböden der EEW-Einheit in m²

$Q_{L,heat,ann,ref}$ der jährliche Nettoenergiebedarf aufgrund von Transmissions- und Lüftungswärmeverlusten, der je nach Kompaktheit $(V_{PER}/A_{T,E})$ anhand der folgenden Verhältnisse berechnet wird:

Gl. 9

Wenn $V_{EPR}/A_{T,E} \leq 1$: $Q_{L,heat,ann,ref} = 407/(V_{EPR}/A_{T,E}) + 248 . \beta_{hyg,ref}$

Wenn $1 < V_{EPR}/A_{T,E} \leq 4$: $Q_{L,heat,ann,ref} = 298/(V_{EPR}/A_{T,E}) + 109 + 248 . \beta_{hyg,ref}$

Wenn $V_{EPR}/A_{T,E} > 4$: $Q_{L,heat,ann,ref} = 735/(V_{EPR}/A_{T,E}) + 248 . \beta_{hyg,ref}$ (MJ/m²)

Dabei ist:

$A_{T,E}$ die Gesamtfläche aller Wände in m², die die EEW-Einheit umschließen und deren Transmissionswärmeverluste bei der Bestimmung der Energieeffizienz berücksichtigt werden[1] (siehe auch Punkt 5.2)

V_{EPR} das Gesamtvolumen der EEW-Einheit in m³

$\beta_{hyg,ref}$ der Bezugswert der Luftwechselrate für Hygienelüftung in der EEW-Einheit in h^{-1}

Es gilt:

Gl. 10 $$V_{PER} = \sum_i V_{seci} \quad (m^3)$$

und:

Gl. 11 $$\beta_{dedic,ref} = 1,5\left[0,2 + 0,5.\exp(-A_{ch}/167)\right] \quad [h^{-1}]$$

Dabei ist:

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

In **Gl. 10** müssen die Werte für alle Energiezonen i der EEW-Einheit addiert werden.

Gl. 12 $$E_{char\ ann\ prim\ en\ cons,ref,water} = Max\left[9793,36/A_{ch};3324,5/A_{ch} + 100,95\right] \quad (MJ/m^2)$$

ist der Bezugswert des charakteristischen jährlichen Primärenergieverbrauchswertes für Warmwasserbereitung.

Gl. 13 $$E_{char\ ann\ prim\ en\ cons,ref,aux} = 53 \quad (MJ/m^2)$$

ist der Bezugswert des charakteristischen jährlichen Primärenergieverbrauchswertes für Hilfsaggregate.

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 gesamten beheizten oder gekühlten Bodenfläche dieser EEW-Einheit angegeben:

Gl. 14 $$E_{spec} = \frac{1}{3,6}.\frac{E_{char\ ann\ prim\ en\ cons}}{A_{ch}} \quad [kWh/m^2]$$

Dabei ist:

E_{spec} der spezifische jährliche Primärenergieverbrauch der EEW-Einheit in kWh/m².Jahr

[1] Bei den Berechnungen für die Bestimmung von $A_{T,E}$ bleiben somit nur die baulichen Vorrichtungen unberücksichtigt, die die EEW-Einheit von den angrenzenden beheizten Räumen trennen.

$E_{char\ ann\ prim\ en\ cons}$	der charakteristische jährliche Primärenergieverbrauch der EEW-Einheit in MJ, berechnet gemäß Punkt 13.2
A_{ch}	die gesamte beheizte oder klimatisierte Bodenfläche der EEW-Einheit in m²

7 Nettoenergiebedarf für Heizung und Warmwasserbereitung

7.1 Prinzip

Der Nettoenergiebedarf für Heizung wird nach Energiezonen für alle Monate des Jahres berechnet. Dazu ist jeweils der gesamte Transmissions- und Lüftungswärmeverlust pro Monat bei einer angenommenen Temperatur sowie der gesamte monatliche Gewinn der internen Wärmeerzeugung und durch Solarwärme zu bestimmen. Dann erstellt man die monatliche Energiebilanz anhand des Nutzungsanteils der Wärmegewinne.

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

- Entnahmestellen in Küchen
- Dusche(n) und/oder Badewanne(n) im/in Badezimmer(n)

Alle anderen Entnahmestellen der EEW-Einheit (also einschließlich Waschbecken im/in Badezimmer(n)) sind nicht zu berücksichtigen.

7.2 Monatlicher Nettoenergiebedarf für Raumheizung pro Energiezone

Der monatliche Nettoenergiebedarf für Raumheizung pro Energiezone wird wie folgt berechnet:

Gl. 15 Wenn $\gamma_{heat,sec\ i,m}$ größer oder gleich 2,5 ist, gilt:

$$Q_{heat,net,sec\ i,m} = 0$$

Wenn $\gamma_{heat,sec\ i,m}$ kleiner als 2,5 ist, gilt:

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

Dabei ist:

$\gamma_{heat,sec\ i,m}$ das Verhältnis zwischen dem monatlichen Wärmegewinn und dem monatlichen Wärmeverlust der Energiezone i, bestimmt gemäß Punkt 7.6

$Q_{heat,net,sec\ i,m}$ der monatliche Nettoenergiebedarf für die Beheizung der Energiezone i in MJ

$Q_{L,heat,sec\ i,m}$ der monatliche Transmissions- und Lüftungswärmeverlust der Energiezone i in MJ, ermittelt gemäß Punkt 7.4

$\eta_{util,heat,sec\ i,m}$ der monatliche Nutzungsanteil des Wärmegewinns der Energiezone i, ermittelt gemäß Punkt 7.6

$Q_{g,heat,sec\ i,m}$ der monatliche Wärmegewinn durch Sonneneinstrahlung und interne Wärmeerzeugung in der Energiezone i in MJ, ermittelt gemäß Punkt 7.5

7.3 Monatlicher Nettoenergiebedarf für Warmwasserbereitung

Der monatliche Nettoenergiebedarf für Warmwasserbereitung einer Dusche oder einer Badewanne i ergibt sich wie folgt:

Gl. 16 $$Q_{water,bath\ i,net,m} = r_{water,bath\ i,net} . f_{bath\ i} . \max\left[64; 64 + 0{,}220 . \left(V_{EPR} - 192\right)\right] . t_m \quad (MJ)$$

Der monatliche Nettoenergiebedarf für Warmwasserbereitung einer Küchenspüle i in einer Küche [2] ergibt sich wie folgt:

Gl. 17 $$Q_{water,sink\ i,net,m} = r_{water,sink\ i,net} . f_{sink\ i} . \max\left[16; 16 + 0{,}055 . \left(V_{EPR} - 192\right)\right] . t_m \quad (MJ)$$

Dabei ist:

$Q_{water,bath,i,net,m}$ der monatliche Nettoenergiebedarf für Warmwasserbereitung einer Dusche oder einer Badewanne i in MJ

$Q_{water,sink,i,net,m}$ der monatliche Nettoenergiebedarf für Warmwasserbereitung einer Küchenspüle i in MJ

$r_{water,bath\ i,net}$ ein Reduktionsfaktor für den Effekt des Vorheizens des der Dusche oder Badewanne i zugeführten kalten Wassers durch Wärmerückgewinnung aus dem Abwasser, zu berechnen nach den vom Minister festgelegten Vorgaben (-)

$r_{water,sink\ i,net}$ ein Reduktionsfaktor für den Effekt des Vorheizens des der Küchenspüle i zugeführten kalten Wassers durch Wärmerückgewinnung aus dem Abwasser (-), berechnet nach den vom Minister festgelegten Vorgaben

$f_{bath\ i}$ der Anteil der Dusche oder der Badewanne i am Gesamtnettoenergiebedarf für Warmwasserbereitung aller Duschen und aller Badewannen der EEW-Einheit (-), wie nachstehend bestimmt

$f_{sink\ i}$ der Anteil der Küchenspüle i am Gesamtnettoenergiebedarf für Warmwasserbereitung aller Küchen der EEW-Einheit (-), wie nachstehend bestimmt

V_{EPR} das Gesamtvolumen der EEW-Einheit in m³, siehe Punkt 6

t_m die Länge des betreffenden Monats in Ms, siehe Tabelle [1]

Falls in der EEW-Einheit keine Dusche oder Badewanne vorhanden ist[3], wird dafür auch kein Warmwasserverbrauch angenommen. Ebenso gilt, falls in der EEW-Einheit keine Küchenspüle vorhanden ist3, wird dafür auch kein Warmwasserverbrauch angenommen.

Die Anteile der verschiedenen Entnahmestellen werden wie folgt ermittelt:

Gl. 18 $$f_{bath\ i} = 1 / N_{bath} \text{ und } f_{sink\ i} = 1 / N_{sin\,k} \quad (-)$$

Dabei ist:

N_{bath} die Gesamtzahl der Duschen und Badewannen in der EEW-Einheit

N_{sink} die Gesamtzahl der Küchenspülen in der EEW-Einheit

[2] Eventuelle andere Warmwasserentnahmestellen (zum Beispiel für Geschirrspüler oder Waschmaschine) werden nicht berücksichtigt. Mehrere Spülen in einer Küche werden gegebenenfalls gesondert berücksichtigt.

[3] Zum Beispiel bei einem Anbau, für den Energieeffizienz-Anforderungen gelten.

Tabelle [1]: Die Nummer des charakteristischen Tages, die Länge des Monats, die mittlere Außentemperatur und die gesamte und diffuse durchschnittliche Sonneneinstrahlung auf eine unbeschattete horizontale Fläche

Monat	Charakteristischer Tag	Länge des Monats t_m (Ms)	Mittlere Außentemperatur im Monat $\theta_{e,m}$ (°C)	$I_{s,tot,hor,m}$ (MJ/m²)	$I_{s,dif,hor,m}$ (MJ/m²)
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 Wärmetransferkoeffizienten für Transmission mit der Länge des betreffenden Monats und der Differenz zwischen der mittleren Innentemperatur und der mittleren monatlichen 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:

Gl. 19 $$Q_{L,heat,sec\ i,m} = Q_{T,heat,sec\ i,m} + Q_{V,heat,sec\ i,m} \quad \text{(MJ)}$$

Dabei ist:

Gl. 20 $$Q_{T,heat,sec\ i,m} = H_{T,heat,sec\ i} \cdot \left(18 - \theta_{e,m}\right) \cdot t_m \quad \text{(MJ)}$$

Gl. 21 $$Q_{V,heat,sec\ i,m} = H_{V,heat,sec\ i} \cdot \left(18 - \theta_{e,m}\right) \cdot t_m \quad \text{(MJ)}$$

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 Wärmetransferkoeffizient für Transmission der Energiezone i in W/K, ermittelt gemäß Punkt 7.7

$H_{V,heat,sec\ i}$ der Wärmetransferkoeffizient für Lüftung der Energiezone i in W/K, ermittelt gemäß Punkt 7.8

18 der in dieser Anlage vorgeschriebene Berechnungswert für die Innentemperatur in °C

$\theta_{e,m}$ die mittlere Außentemperatur eines Monats in °C, siehe Tabelle [1]

t_m die Länge des betreffenden Monats in Ms, siehe Tabelle [1]

7.5 Monatlicher Wärmegewinn durch Sonneneinstrahlung und interne Wärmeerzeugung

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

Gl. 22 $$Q_{g,heat,sec\ i,m} = Q_{i,sec\ i,m} + Q_{s,heat,sec\ i,m} \quad \text{(MJ)}$$

Dabei ist:

$Q_{i,sec\ i,m}$ der monatliche Wärmegewinn durch interne Wärmeerzeugung in der Energiezone i in MJ, ermittelt gemäß Punkt 7.9

$Q_{s,heat,sec\ i,m}$ der monatliche Wärmegewinn durch Sonneneinstrahlung in der Energiezone i in MJ, ermittelt gemäß Punkt 7.10

7.6 Nutzungsanteil des monatlichen Wärmegewinns

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

Gl. 23 $$\eta_{util,heat,sec\ i,m} = a/(a+1) \text{ für } \gamma_{heat,sec\ i,m} = 1$$

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

wobei:

Gl. 24 $$\gamma_{heat,sec\ i,m} = Q_{g,heat,sec\ i,m} / Q_{L,heat,sec\ i,m} \quad (-)$$

Gl. 25 $$a = 1 + \frac{\tau_{heat,sec\ i}}{54000} \quad (-)$$

Dabei ist:

$\gamma_{heat,sec\ i,m}$ das Verhältnis zwischen dem monatlichen Wärmegewinn und dem monatlichen Wärmeverlust der Energiezone i

$Q_{g,heat,sec\ i,m}$ der monatliche Wärmegewinn durch Sonneneinstrahlung und interne Wärmeerzeugung der Energiezone i in MJ, bestimmt gemäß Punkt 7.5

$Q_{L,heat,sec\ i,m}$ die monatlichen Transmissions- und Lüftungswärmeverluste der Energiezone i in MJ, ermittelt gemäß Punkt 7.4

a ein numerischer Parameter

$\tau_{heat,sec\ i}$ die Zeitkonstante der Energiezone i in s

Es wird angenommen, dass die Zeitkonstante der Energiezone i wie folgt ist:

Gl. 26 $$\tau_{heat,sec\ i} = \frac{C_{sec\ i}}{H_{T,heat,sec\ i} + H_{V,heat,sec\ i}} \quad (s)$$

Dabei ist:

$C_{sec\ i}$ die effektive Wärmekapazität der Energiezone i in J/K

$H_{T,heat,sec\ i}$ der Wärmetransferkoeffizient für Transmission in W/K, ermittelt gemäß Punkt 7.7

$H_{V,heat,sec\ i}$ der Wärmetransferkoeffizient für Lüftung in W/K, ermittelt gemäß Punkt 7.8

Für die effektive Wärmekapazität der Energiezone i nimmt man die Werte von Tabelle [2].

- Der Begriff „schwer" in dieser Tabelle bezieht sich auf Energiezonen, bei denen mindestens 90 % der Fläche der horizontalen, schrägen und vertikalen Konstruktionen in Massivbauweise errichtet werden.
- Der Begriff „halbschwer" bezieht sich auf Energiezonen, bei denen mindestens 90 % der horizontalen Konstruktionen in Massivbauweise ohne Innendämmung errichtet werden, oder auf Energiezonen, bei denen mindestens 90 % der vertikalen und schrägen Konstruktionen in Massivbauweise errichtet werden.
- Der Begriff „wenig schwer" bezieht sich auf Energiezonen, bei denen 50 - 90 % der horizontalen Bauelemente Konstruktionen in Massivbauweise ohne Innendämmung errichtet werden, oder auf Energiezonen, bei denen 50 - 90 % der vertikalen und schrägen Konstruktionen in Massivbauweise errichtet werden.
- Der Begriff „leicht" bezieht sich auf alle anderen Energiezonen.

In diesem Zusammenhang gelten Konstruktionen als:

- horizontal, wenn ihre Neigung 0° beträgt;
- schräg, wenn ihre Neigung strikt über 0° und unter 60° beträgt;
- vertikal, wenn ihre Neigung 60° oder mehr beträgt;
- in Massivbauweise errichtet, wenn ihre Masse mindestens 100 kg/m² beträgt, bestimmt von innen bis zu einem Luftspalt oder einer Schicht mit einer Wärmeleitfähigkeit unter 0,20 W/(m.K).

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

Bauweise	$C_{sec\ i}$ (J/K)
Schwer	217 000 $V_{sec\ i}$
Halbschwer	117 000 $V_{sec\ i}$
Wenig schwer	67 000 $V_{sec\ i}$
Leicht	27 000 $V_{sec\ i}$

Dabei ist:

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

7.7 Wärmetransferkoeffizient für Transmission

7.7.1 Prinzip

Der Wärmetransferkoeffizient für Transmission ist wie die Geometrie des Gebäudes dreidimensional. Deshalb muss er auch dreidimensional berechnet werden, siehe die Normen NBN EN ISO 13789 und NBN EN ISO 10211. Diese dreidimensionale Berechnungsweise 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 geschütztes Volumen umgebende Fläche ist durchgehend, außer an den Trennwänden zu angrenzenden beheizten Räumen,
- und die Wände sind eben.

Eine ebene Wand mit einer Fläche A hat einen bestimmten Wärmedurchgangskoeffizienten U. Alle linearen Bauknoten der Länge l zwischen zwei Wänden haben einen längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten Ψ und alle punktuellen Bauknoten haben einen punktbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten χ. Die zu einer Wand gehörenden und über die ganze Fläche dieser Wand verteilten linearen und punktuellen Bauknoten werden beim Wärmedurchgangskoeffizienten dieser Wand berücksichtigt.

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

7.7.2 Berechnungsregel

Der Wärmetransferkoeffizient für Transmission für die einzelnen Energiezonen wird wie folgt bestimmt:

Gl. 27 $$H_{T,heat,sec\ i} = H_{T,sec\ i}^{constructions} + H_{T,h\ sec\ i}^{junctions} \quad (W/K)$$

Dabei ist:

$H_{T,sec\ i}^{constructions}$ der Wärmetransferkoeffizient für Transmission durch die Wände der Wärmeverlustfläche der Energiezone i in W/K

$H_{T,h\ sec\ i}^{junctions}$ der Wärmetransferkoeffizient für Transmission durch Bauknoten der Energiezone i in W/K

Weitere Erläuterungen zu den verschiedenen Arten der Berücksichtigung von Bauknoten (lineare wie punktuelle) finden Sie in Anlage B.2 des vorliegenden Erlasses.

Der Wärmetransferkoeffizient für Transmission durch die Wände der Wärmeverlustfläche der Energiezone i wird wie folgt berechnet:

Gl. 28 $H_{T,sec\,i}^{constructions} = H_{D,sec\,i}^{constructions} + H_{g,sec\,i}^{constructions} + H_{U,sec\,i}^{constructions}$ (W/K)

Dabei ist:

$H_{T,sec\,i}^{constructions}$ der Gesamtwärmetransferkoeffizient für Transmission durch die Wände der Wärmeverlustfläche der Energiezone i in W/K

$H_{D,sec\,i}^{constructions}$ der Wärmetransferkoeffizienten für direkte Transmission zwischen der Energiezone i und der Außenluft sowie zwischen der Energiezone i und Wasser über die Wände der Wärmeverlustfläche in W/K

$H_{g,sec\,i}^{constructions}$ der Wärmetransferkoeffizient für Transmission durch die Wände der Wärmeverlustfläche der Energiezone i zum Erdreich in W/K

$H_{U,sec\,i}^{constructions}$ der Wärmetransferkoeffizient für Transmission durch die Wände der Wärmeverlustfläche der Energiezone i ins Freie über einen angrenzenden unbeheizten Raum in W/K

Die verschiedenen Terme sind nach den genaueren Spezifikationen in Anlage B.1 des vorliegenden Erlasses zu berechnen.

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

Leitungsdurchführungen (Wasser, Gas, Strom, Abwasser usw.) und ähnliche Elemente in den Außenwänden sind nicht zu berücksichtigen, sofern ihre Gesamtfläche nicht mehr als 0,25 % der Gesamtfläche($A_{T,E}$) der betreffenden EEW-Einheit, durch die der Wärmedurchgangsverlust erfolgt, beträgt (d. h. mit Ausnahme der Trennwände zu angrenzenden beheizten Räumen). In diesem Fall muss für die genannten Elemente der gleiche U-Wert berücksichtigt werden wie für die Wände, in denen sie sich befinden.

Bei Jalousien wird angenommen, dass sie 8 Stunden pro Tag geschlossen sind.[4]

7.8 Wärmetransferkoeffizient für Lüftung

7.8.1 Prinzip

Der Wärmetransferkoeffizient für Lüftung wird bestimmt, indem man die spürbare Wärmekapazität von 1 m³ Luft mit der Summe der nachstehend angeführten Luftströmen multipliziert:

- durchschnittlicher Luftstrom durch Infiltration und Exfiltration
- durchschnittlicher Luftstrom durch Hygienelüftung unter Berücksichtigung eines eventuellen Korrekturfaktors für Vorwärmung oder eines Multiplikationsfaktors für Vorkühlung

[4] Wenn die Jalousien nicht von innen gesteuert werden, kommt kein Abzug zur Anwendung.

- gegebenenfalls durchschnittlicher Luftstrom durch Überlüftung bei Verwendung einer Wärmepumpe zur Wärmerückgewinnung der Wärme aus der Fortluft für die Warmwasserbereitung
- zur Einschätzung der Überhitzungsgefahr: durchschnittlicher Luftstrom durch das manuelle Öffnen der Fenster

Der mechanische Abzug, mit dem beim Kochen von Speisen Wasserdampf abgeleitet wird, ist nicht zu berücksichtigen. Dasselbe gilt für den mechanischen Abzug in Toiletten oder Bädern, wenn dabei vorübergehend mehr Luft abgesaugt wird, dieser jedoch nicht zur Erfüllung der in Anlage C.2 bzw. C.3 des vorliegenden Erlasses angeführten Lüftungsanforderungen erforderlich ist. Hinsichtlich des Energieverbrauchs der Ventilatoren mechanischer Systeme siehe Punkt 11.2.

7.8.2 Berechnungsregel

Der Wärmetransferkoeffizient für Lüftung der Energiezone i wird wie folgt ermittelt:

- Für die Heizungsberechnungen:

Gl. 29 $$H_{V,heat,sec\,i} = H_{V,inf/\,exfilt,heat,sec\,i} + H_{V,hyg,heat,sec\,i} + H_{V,over,heat,sec\,i} \quad (W/K)$$

- Für die Kühlungsberechnungen:

Gl. 30 $$H_{V,cool,sec\,i,m} = H_{V,inf/\,exfilt,cool,sec\,i} + H_{V,hyg,cool,sec\,i,m} + H_{V,over,cool,sec\,i} \quad (W/K)$$

- Für die Berechnung des Indikators für die Überhitzungsgefahr:

Gl. 31 $$H_{V,overh,seci,m} = H_{V,inf/exfilt,overh,seci} + H_{V,hyg,overh,seci,m} + H_{V,over,overh,seci} + H_{V,free,nat,overh,seci} \quad (W/K)$$

Dabei ist:

$H_{V,heat,seci}$ der Koeffizient der Lüftungswärmeverluste in der Energiezone i für die Heizungsberechnungen in W/K

$H_{V,cool,seci,m}$ der Koeffizient der monatlichen Lüftungswärmeverluste in der Energiezone i für die Kühlungsberechnungen in W/K

$H_{V,overheat,seci,m}$ der Koeffizient der monatlichen Lüftungswärmeverluste in der Energiezone i für die Berechnung des Indikators für die Überhitzungsgefahr in W/K

$H_{V,in/exfilt,heat,seci}$, $H_{V,in/exfilt,cool,seci}$ und $H_{V,in/exfilt,overh,seci}$ der Koeffizient der Wärmeverluste durch Infiltration und Exfiltration für die Berechnung des Heiz- und Kühlbedarfs und des Indikators für die Überhitzungsgefahr in W/K, bestimmt gemäß Punkt 7.8.3

$H_{V,hyg,heat,seci}$ der Koeffizient der Wärmeverluste durch Hygienelüftung für die Berechnung des Heizbedarfs in W/K, bestimmt gemäß Punkt 7.8.5

$H_{V,hyg,cool,seci,m}$ und $H_{V,hyg,overh,seci,m}$ der Koeffizient der monatlichen Wärmeverluste durch Hygienelüftung für die Berechnung des Kühlbedarfs und des Indikators für die Überhitzungsgefahr in W/K, bestimmt gemäß Punkt 7.8.5

$H_{V,over,heat,seci}$, $H_{V,over,cool,seci}$ und $H_{V,over,overh,seci}$ der Koeffizient der Wärmeverluste durch Überlüftung für die Berechnung des Heiz- und Kühlbedarfs und des Indikators für die Überhitzungsgefahr in W/K, bestimmt gemäß Punkt 7.8.7

$H_{V,free,nat,overh,seci}$ der Koeffizient der Wärmeverluste durch Lüftung durch manuelles Öffnen der Fenster für die Berechnung des Indikators für die Überhitzungsgefahr in W/K, bestimmt gemäß Punkt 7.8.8

7.8.3 Koeffizient der Wärmeverluste durch Infiltration und Exfiltration

Die Formeln für die Koeffizienten der Wärmeverluste durch Infiltration und Exfiltration für die Energiezone i lauten wie folgt:

- Für die Heizungsberechnungen:

Gl. 32 $H_{V,in/exfilt,heat,sec\,i} = 0{,}34 \cdot \dot{V}_{in/exfilt,heat,sec\,i}$ (W/K)

- Für die Kühlungsberechnungen:

Gl. 33 $H_{V,in/exfilt,cool,sec\,i} = 0{,}34 \cdot \dot{V}_{in/exfilt,cool,sec\,i}$ (W/K)

- Für die Berechnung des Indikators für die Überhitzungsgefahr:

Gl. 34 $H_{V,in/exfilt,overh,sec\,i} = 0{,}34 \cdot \dot{V}_{in/exfilt,overh,sec\,i}$ (W/K)

Dabei ist:

$\dot{V}_{in/exfilt,heat,seci}$, $\dot{V}_{in/exfilt,cool,seci}$ und $\dot{V}_{in/exfilt,over,seci}$ Luftstrom der Infiltration und Exfiltration durch die undichte Gebäudehülle in der Energiezone i, für die Heizungsberechnung bzw. Kühlungsberechnung und die Bestimmung des Indikators für die Überhitzungsgefahr in m³/h, wie nachstehend bestimmt

7.8.4 Luftstrom der Infiltration und Exfiltration

Der in der Energiezone i zugrundezulegende durchschnittliche Luftstrom der Infiltration und Exfiltration in m³/h wird konventionell ermittelt:

- Für die Heizungsberechnungen:

Gl. 35 $\dot{V}_{in/exfilt,heat,sec\,i} = 0{,}04 \cdot \dot{v}_{50,heat} \cdot A_{T,E,seci}$ (m³/h)

- Für die Kühlungsberechnungen:

Gl. 36 $\dot{V}_{in/exfilt,cool,sec\,i} = 0{,}04 \cdot \dot{v}_{50,cool} \cdot A_{T,E,sec\,i}$ (m³/h)

- Für die Berechnung des Indikators für die Überhitzungsgefahr:

Gl. 37 wenn $H_{V,free,nat,overh,sec\,i} = 0$: $\dot{V}_{in/exfilt,overh,sec\,i} = 0{,}04 \cdot \dot{v}_{50,overh} \cdot A_{T,E,sec\,i}$

wenn $H_{V,free,nat,overh,sec\,i} > 0$: $\dot{V}_{in/exfilt,overh,sec\,i} = 0$ (m³/h)

Dabei ist:

$\dot{v}_{50,heat}$, $\dot{v}_{50,cool}$ und $\dot{v}_{50,overh}$ der Leckstrom bei 50 Pa pro Flächeneinheit für die Heizungs- bzw. Kühlungsberechnungen und für die Bestimmung des Indikators für die Überhitzungsgefahr in m³(h.m²), wie nachstehend bestimmt

$A_{T,E,sec\ i}$ die Gesamtfläche aller Wände in m², die die Energiezone i umschließen und deren Transmissionswärmeverluste bei der Bestimmung der Energieeffizienz berücksichtigt werden[5] (siehe auch Punkt 5 und 7.7)

Wenn eine Messung der Luftdichtigkeit der gesamten EEW-Einheit (oder gegebenenfalls eines größeren Teils des geschützten Volumens) vorgenommen wird, beträgt der Leckstrom bei 50 Pa pro Flächeneinheit, $\dot{v}_{50,heat}$ und $\dot{v}_{50,cool}$, in m³/(h.m²):

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

Dabei ist:

A_{test} die Gesamtfläche (berechnet auf der Grundlage der Außenmaße) der Wände in m², die das Volumen umgeben, das bei der Luftdichtheitsmessung betrachtet wird, mit Ausnahme der Trennwände zu angrenzenden beheizten Räumen

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

Andernfalls kommen folgende Standardwerte in m³/(h.m²) zur Anwendung:

- Für die Heizungsberechnungen: $\dot{v}_{50,heat} = 12$
- Für die Kühlungsberechnungen: $\dot{v}_{50,cool} = 0$
- Für die Berechnung des Indikators für die Überhitzungsgefahr: $\dot{v}_{50,overh} = 0$

Der Minister kann zusätzliche Spezifikationen für die Luftdichtheitsmessungen festlegen.

7.8.5 Koeffizient der Wärmeverluste durch Hygienelüftung

Der Koeffizient der Wärmeverluste durch Hygienelüftung ergibt sich aus:

- Für die Heizungsberechnungen:

Gl. 39 $$H_{V,hyg,heat,sec\ i} = 0{,}34\ r_{preh,heat,sec\ i}\ \dot{V}_{hyg,heat,sec\ i} \quad (W/K)$$

- Für die Kühlungsberechnungen:

[5] Bei der Berechnung von $A_{T,E,seci\ i}$ bleiben also nur die Konstruktionen unberücksichtigt, die die Energiezone von den angrenzenden beheizten Räumen trennen.

Gl. 40 $H_{V,hyg,cool,sec\,i,m} = 0{,}34\ r_{preh,cool,sec\,i}\ r_{precool,sec\,i,m}\dot{V}_{hyg,cool,sec\,i}$ (W/K)

- Für die Berechnung des Indikators für die Überhitzungsgefahr:

Gl. 41 $H_{V,hyg,overh,sec\,i,m} = 0{,}34\ r_{preh,overh,sec\,i}\ r_{precool,sec\,i,m}\dot{V}_{hyg,overh,sec\,i}$ (W/K)

Dabei ist:

$r_{preh,heat,sec\,i}$, $r_{preh,cool,sec\,i}$ und $r_{preh,overh,sec\,i}$ der Wert des Reduktionsfaktors für die Wirkung der Vorwärmung auf den Nettoenergiebedarf für die Heizungs- bzw. Kühlungsberechnungen und die Bestimmung des Indikators für die Überhitzungsgefahr, berechnet laut Annexe B der vorliegenden Anlage (-)

$\dot{V}_{hyg,heat,sec\,i}$, $\dot{V}_{hyg,cool,sec\,i}$ und $\dot{V}_{hyg,overh,seci}$ der Volumenstrom der Hygienelüftung in der Energiezone i für die Heizungs- bzw. Kühlungsberechnungen und die Bestimmung des Indikators für die Überhitzungsgefahr in m³/h, wie nachstehend bestimmt

$r_{precool,seci,m}$ ein monatlicher Multiplikationsfaktor für die Wirkung der Vorkühlung der Lüftungsluft für die Heizungs- bzw. Kühlungsberechnungen und die Bestimmung des Indikators für die Überhitzungsgefahr (ohne Einheit), berechnet laut Annexe B der vorliegenden Anlage

7.8.6 Volumenstrom der Hygienelüftung

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

Gl. 42 $$\dot{V}_{hyg,heat,seci} = \left[0{,}2 + 0{,}5 \cdot e^{\left(\frac{-V_{EPR}}{500}\right)}\right] \cdot f_{reduc,vent,heat,seci} \cdot m_{heat,seci} \cdot V_{seci}$$ (m³/h)

Gl. 43 $$\dot{V}_{hyg,cool,seci} = \left[0{,}2 + 0{,}5 \cdot e^{\left(\frac{-V_{EPR}}{500}\right)}\right] \cdot f_{reduc,vent,cool,seci} \cdot m_{cool,seci} \cdot V_{seci}$$ (m³/h)

Gl. 44 $$\dot{V}_{hyg,overh,seci} = \left[0{,}2 + 0{,}5 \cdot e^{\left(\frac{-V_{EPR}}{500}\right)}\right] \cdot f_{reduc,vent,overh,seci} \cdot m_{overh,seci} \cdot V_{seci}$$ (m³/h)

Dabei ist:

V_{EPR} das Gesamtvolumen der EEW-Einheit in m³, siehe Punkt 6

$f_{reduc,vent,heat,seci}$, $f_{reduc,vent,cool,seci}$ und $f_{reduc,vent,overh,seci}$ ein Reduktionsfaktor für die Lüftung in der Energiezone i für die Heizungs- bzw. Kühlungsberechnungen und für die Bestimmung des Indikators für die Überhitzungsgefahr (ohne Einheit), wie nachstehend ermittelt

$m_{heat,sec\,i}$, $m_{cool,sec\,i}$ und $m_{overh,sec\,i}$ ein Multiplikationsfaktor, der vom Lüftungssystem in der Energiezone i und dessen Ausführungsqualität abhängt, für die Heizungs- bzw. Kühlungsberechnungen und für die Bestimmung des Indikators für die Überhitzungsgefahr, wie nachstehend ermittelt

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

Der Standardwert von $f_{reduc,vent,heat,seci}$, $f_{reduc,vent,cool,seci}$ und $f_{reduc,vent,overh,seci}$ ist 1. Günstigere Werte müssen gemäß den vom Minister festgelegten Vorgaben oder nach Antrag auf Anwendung des Äquivalenzprinzip ermittelt werden.

Der Wert des Multiplikationsfaktors $m_{heat,sec\ i}$, $m_{cool,sec\ i}$ und $m_{overh,sec\ i}$ kann zwischen 1,0 und 1,5 liegen. Der Standardwert von $m_{heat,sec\ i}$ beträgt 1,5. Der Standardwert von $m_{cool,sec\ i}$ und $m_{overh,sec\ i}$ beträgt 1,0. Zur Ermittlung günstigerer Werte siehe Annexe B der vorliegenden Anlage.

7.8.7 Koeffizient der Wärmeverluste durch Überlüftung

Bei einem mechanischen Lüftungssystem, bei dem die Luft mechanisch abgesaugt wird, kann die Fortluft 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 Abluft zu einem bestimmten Zeitpunkt über dem Luftvolumenstrom der Hygienelüftung zu diesem Zeitpunkt liegt.

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

Gl. 45 $$H_{V,over,heat,sec\ i} = H_{V,over,cool,sec\ i} = H_{V,over,overh,sec\ i} = 0{,}34 \cdot \dot{V}_{over,sec\ i} \quad (W/K)$$

Dabei ist:

$\dot{V}_{over,seci}$ der zusätzliche Luftvolumenstrom, wie nachstehend ermittelt, der sich aus einer Überlüftung in der Energiezone i ergibt, bei Lüftungssystemen mit mechanischem Abzug, bei denen die Fortluft von einer Wärmepumpe als Wärmequelle für die Warmwasserbereitung verwendet wird, in m³/h

Da es derzeit keine Methode gibt, mit der alle Wärmeerzeuger der Warmwasserbereitung kohärent bewertet werden können, werden beim Erzeugungswirkungsgrad die festen Werte in Punkt 10.3 berücksichtigt. Aus diesem Grund wird die Wirkung der Überlüftung noch nicht berücksichtigt. Es gilt daher: $\dot{V}_{over,sec\ i} = 0$

7.8.8 Koeffizient der Lüftungswärmeverluste durch manuelles Öffnen der Fenster

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

Gl. 46 $$H_{V,free,nat,overh,sec\ i} = 0{,}34 \cdot \dot{V}_{free,nat,overh,sec\ i} \quad (m^3/h)$$

Dabei ist:

$\dot{V}_{free,nat,overh,sec\ i}$ der Luftvolumenstrom mit einer Korrektur zur Berücksichtigung der Dauer und Temperatur, der für die Bestimmung des Indikators für die Überhitzungsgefahr bei Lüftung durch manuelles Öffnen der Fenster verwendet wird, in m³/h

7.8.9 Luftvolumenstrom mit Korrektur zur Berücksichtigung des manuellen Öffnens der Fenster

Gl. 47 $\dot{V}_{free,nat,overh,sec\,i} = 45{,}3 \cdot A_{wo,sec\,i}$ (m³/h)

Dabei ist:

$A_{wo,sec\,i}$ die Nettogesamtfläche aller Fensterflügel in der Energiezone i, die Teil der Gebäudehülle sind und in direktem Kontakt mit der Außenumgebung stehen, in m²

wobei:

Gl. 48 $A_{wo,sec\,i} = \sum_j r_{win,overh,j} \cdot A_{wo,j}$ (m²)

Dabei ist:

$A_{wo,j}$ die Nettofläche der betreffenden Flügel des Fensters j in m², wie nachstehend bestimmt

$r_{win,overh,j}$ ein Faktor zur Berücksichtigung des Einbruchrisikos, wie nachstehend bestimmt

Die Werte aller Fenster j der Energiezone i sind zu addieren.

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

Bei der Berechnung der Nettofläche der Fensterflügel $A_{wo,j}$ wird lediglich die Fläche der Verglasung A_{go}, der Füllung A_{po} und des Lüftungsgitters A_{ro} der Fensterflügel berücksichtigt (diese Flächen werden wie die Flächen A_g, A_p und A_r gemessen und berechnet, die in Anlage B.1 Punkt 8 des vorliegenden Erlasses definiert werden):

Gl. 49 $A_{wo,j} = \sum_k \left(A_{go,k} + A_{po,k} + A_{ro,k} \right)$ (m²)

Dabei ist:

$A_{go,k}$ die Fläche der Verglasung des Fensterflügels k in m²

$A_{go,k}$ die Fläche der opaken Füllung des Fensterflügels k in m²

$A_{ro,k}$ die Fläche des Lüftungsgitters des Fensterflügels k in m²

Die Flächen aller Fensterflügel k des Fensters j sind zu addieren.

Einbruchsrisiko

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

Tabelle [25]: Faktor zur Berücksichtigung des Einbruchsrisikos $r_{win,overh}$

Fenstertyp	Reales Einbruchsrisiko	Geringes Einbruchsrisiko	Kein Einbruchsrisiko
Drehflügel	0	1/3	1/3
Dreh-Kipp-Flügel	0	1/3	1
Kippflügel	0	0	1

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

Der Minister kann weitere Spezifikationen für die Bestimmung der Einbruchsrisikos (real, gering, keines) festlegen.

7.9 Monatlicher interner Wärmegewinn

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, Beleuchtung und Geräte. Der Wert des Wärmegewinns wird den Vorschriften entsprechend pauschal festgelegt. In angrenzenden unbeheizten Räumen wird ein interner Wärmegewinn gleich null angenommen.

7.9.2 Berechnungsregel

Der interne Wärmegewinn in einer Energiezone i während eines bestimmten Monats wird wie folgt bestimmt:

Gl. 50 Wenn $V_{PER} \leq 192$ m³: $Q_{i,seci,m} = \left(1,41 . V_{EPR} + 78\right) . \frac{V_{seci}}{V_{EPR}} . t_m$

Wenn $V_{PER} > 192$ m³: $Q_{i,seci,m} = \left(0,67 . V_{EPR} + 220\right) . \frac{V_{seci}}{V_{EPR}} . t_m$ (MJ)

Dabei ist:

V_{EPR} das Gesamtvolumen der GEE-Einheit in m³, siehe Punkt 6

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

t_m die Länge des betreffenden Monats in Ms, siehe Tabelle [1]

7.10 Monatlicher Solargewinn

7.10.1 Prinzip

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

- Solargewinn durch die Fenster
- Solargewinn durch unbelüftete Systeme mit passiver Nutzung der Solarenergie
- Solargewinn aus angrenzenden unbeheizten Räumen

Mit Außen- oder Innenluft belüftete Systeme mit passiver Nutzung der Solarenergie müssen gemäß den vom Minister festgelegten Vorgaben oder ggf. nach Antrag auf Anwendung des Äquivalenzprinzips laut Anlage F der Norm NBN EN 13790 bestimmt werden.

7.10.2 Berechnungsregel

Der Solargewinn in einer Energiezone i während eines bestimmten Monats wird wie folgt ermittelt:

Gl. 51 $$Q_{s,heat,sec\ i,m} = \sum_{j=1}^{m} Q_{s,heat,w,m,j} + \sum_{k=1}^{n} Q_{s,heat,ps,m,k} + \sum_{l=1}^{p} Q_{s,heat,sec\ i,U,m,l} \quad \text{(MJ)}$$

Dabei ist:

$Q_{s,heat,w.m,j}$ der Solargewinn durch ein Fenster j im betreffenden Monat in MJ, bestimmt gemäß Punkt 7.10.3

$Q_{s,heat,ps,m,k}$ der Solargewinn durch ein unbelüftetes System mit passiver Nutzung der Solarenergie k während des betreffenden Monats in MJ, bestimmt gemäß Punkt 7.10.4

$Q_{s,heat,sec\ i,U,m,l}$ der Anteil des Solargewinns des angrenzenden unbeheizten Raums l, der indirekt der Energiezone i zugutekommt, während des betreffenden Monats in MJ, ermittelt laut Annexe A und Annexe C der vorliegenden Anlage

Zu diesem Zweck müssen alle Fenster m, alle unbelüfteten Systeme mit passiver Nutzung der Solarenergie n und alle angrenzenden unbeheizten Räume p der Energiezone i addiert werden. In Annexe A der vorliegenden Anlage ist angegeben, wie angrenzende unbeheizte Räume zu behandeln sind.

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

7.10.3 Solargewinn durch ein Fenster

7.10.3.1 Definitionen

Ein Fenster ist eine (teilweise) transparente/durchscheinende Wand. Der Rahmen, eventuelle Füllungen und eventuelle Gitter stellen den opaken Teil dar. Verglaste Türen sind wie Fenster zu behandeln. Die Größe des Solargewinns durch ein Fenster hängt von der Abschirmung, die durch gebäudefremde oder mit dem Gebäude zusammenhängenden Elemente in der Umgebung gebildet wird, vom festen Sonnenschutz und vom beweglichen Sonnenschutz ab. Die durch Elemente in der Umgebung gebildete Abschirmung wird bei der Berechnung des einfallenden Sonnenlichts berücksichtigt; bei der durch einen Sonnenschutz gebildeten Abschirmung geschieht dies durch die Anpassung des Solarfaktors g.

7.10.3.2 Berechnungsregel

Der Solargewinn durch das Fenster j wird wie folgt bestimmt:

Gl. 52 $$Q_{s,heat,w,m,j} = 0,95 \cdot g_{m,j} \cdot A_{g,j} \cdot I_{s,m,j,shad} \quad \text{(MJ)}$$

Dabei ist:

0,95 der Reduktionsfaktor für Verschmutzung

$g_{m,j}$ der monatliche Solarfaktor des Fensters j (ohne Einheit), bestimmt gemäß Punkt 7.10.3.3

$A_{g,j}$ die verglaste Fläche des Fensters j in m²

$I_{s,m,j,shad}$ die Sonneneinstrahlung auf das Fenster j für den betreffenden Monat unter Berücksichtigung der Beschattung durch feste Hindernisse in MJ/m², ermittelt laut Annexe C der vorliegenden Anlage

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

Gl. 53 Wenn $U_g \leq U_f$: $A_{g,j} = 0,7\ A_{w,d,j}$

Wenn $U_g > U_f$: $A_{g,j} = 0,8\ A_{w,d,j}$ (m²)

Dabei ist:

$A_{w,d,j}$ die Fläche der Tageslichtöffnung des Fensters j in m²

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

7.10.3.3.1 Prinzip

Der monatliche Solarfaktor eines Fensters ($g_{m,j}$) wird bestimmt durch den Solarfaktor des transparenten/durchscheinenden Teils dieses Fensters und durch die Art des Sonnenschutzes. Dabei ist eine Unterscheidung zu treffen zwischen innen liegendem Sonnenschutz, außen liegendem Sonnenschutz und integriertem Sonnenschutz. Der innen liegende Sonnenschutz befindet sich an der Fensterinnenseite, der außen liegende Sonnenschutz befindet sich auf der Außenseite und der integrierte Sonnenschutz befindet sich zwischen den Scheiben, die gemeinsam den transparenten/durchscheinenden Teil bilden. Der Sonnenschutz kann sich in und außerhalb der Fensterebene befinden. Jalousien, Rollläden und Stores sind Beispiele für einen Sonnenschutz in der Fensterebene. Markisen, ausstellbare Rollläden und Sonnensegel sind Beispiele für einen Sonnenschutz außerhalb der Fensterebene. Ein ausschließlich aus baulichen Abschirmungen bestehender Sonnenschutz ist wie ein mit dem Gebäude zusammenhängendes Element in der Umgebung zu behandeln. Außerdem kann der Sonnenschutz fest montiert sowie mit einer manuellen oder automatischen Steuerung ausgestattet sein (wichtige Unterscheidung zur Bestimmung des Nutzungsfaktors $a_{C,m,j}$). Die Position eines fest montierten Sonnenschutzes ist unveränderbar; ein Sonnenschutz mit manueller oder automatischer Steuerung hat mindestens zwei Positionen. Eine automatische Steuerung erfordert eine automatisch gesteuerte Bedienung (zum Beispiel einen Motor) und mindestens 1 Sonnenfühler pro Fassadenausrichtung oder einen Abwesenheitssensor, der den Sonnenschutz bei Abwesenheit schließt. Bei einem integrierten Sonnenschutz, bei dem der Innenraum mit Innen- oder Außenluft belüftet wird, muss der Solarfaktor mittels Antrag auf Anwendung des Äquivalenzprinzips festgelegt werden.

7.10.3.3.2 Berechnungsregel

Der monatliche Solarfaktor eines Fensters wird wie folgt bestimmt:

Gl. 54 $$g_{m,j} = 0,9 \cdot (a_{c,m} F_c + (1 - a_{c,m})) \cdot g_{g,\perp}$$ (-)

Dabei ist:

0,9 ein fester Wert für die Korrektur des Einfallswinkels

F_c der Reduktionsfaktor für den Sonnenschutz (ohne Einheit), bestimmt gemäß Punkt 7.10.3.4

$a_{c,m}$ der monatliche Nutzungsfaktor des Sonnenschutzes, bestimmt gemäß Punkt 7.10.3.5

$g_{g,\perp}$ der Solarfaktor der Verglasung beim genormten Einfallswinkel, ermittelt laut Norm NBN EN 410

Wenn ein Fenster mit mehreren beweglichen Sonnenschutzsystemen ausgestattet ist (zum Beispiel innen und außen liegend), ist für die Heizungsberechnungen das System mit dem höchsten F_c-Wert zu berücksichtigen und für die Bestimmung des Indikators für die Überhitzungsgefahr und des Bruttoenergiebedarfs für die Kühlung der Räume das System mit dem niedrigsten F_c-Wert.

7.10.3.4 Reduktionsfaktor F_C für Sonnenschutz

7.10.3.4.1 Sonnenschutz in der Fensterebene

Der Reduktionsfaktor für einen in der Fensterebene angebrachten Sonnenschutz ergibt sich aus dem Verhältnis zwischen dem Solarfaktor der Kombination aus dem transparenten/durchscheinenden Teil und der Sonnenschutzvorrichtung bei genormtem Lichteinfall und dem Solarfaktor des transparenten/durchscheinenden Teils allein bei genormtem Lichteinfall.

Gl. 55 $$F_C = \frac{g_{g+C,\perp}}{g_{g,\perp}} \quad (-)$$

Dabei ist:

$g_{g+C,\perp}$ der Solarfaktor der Kombination aus dem transparenten/durchscheinenden Teil und der Sonnenschutzvorrichtung bei genormtem Lichteinfall, 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/durchscheinenden Teil des Fensters bei genormtem Einfall, ermittelt gemäß Norm NBN EN 410

Wenn nicht angegeben müssen die Standardwerte aus Tabelle [3] verwendet werden. Diese Werte sind unabhängig vom Solarfaktor des transparenten/durchscheinenden Teils und sind für das ganze Jahr konstant.

Tabelle [3]: Standardwerte des Reduktionsfaktors F_C für den Sonnenschutz in der Fensterebene

Sonnenschutzsystem	F_C
Außen liegender Sonnenschutz	0,50
Unbelüfteter integrierter Sonnenschutz	0,60
Innen liegender Sonnenschutz	0,90
Alle anderen Fälle	1,00

7.10.3.4.2 Nicht in der Fensterebene liegender Sonnenschutz

Berücksichtigt werden nur Sonnenschutzvorrichtungen, die einen Solartransmissionsfaktor (auf die Fläche umgerechneter Mittelwert) $\tau_{e,dir,h}$ (senkrechter Einfallswinkel, hemisphärischer Transmissionsgrad) von weniger als 30 % aufweisen. Sonnenschutzvorrichtungen, die diesem Kriterium nicht entsprechen, werden vernachlässigt.

Der durchschnittliche monatliche Reduktionsfaktor F_c bei einem nicht in der Fensterebene liegenden 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:

Gl. 56 $$F_C = \frac{I_{s,m,j,shad,wC}}{I_{s,m,j,shad,woC}} \quad (-)$$

Dabei ist:

$I_{s,m,j,shad,wC}$ die Sonneneinstrahlung auf das Fenster j im jeweiligen Monat unter Berücksichtigung der Verschattung durch feste Hindernisse und durch den Sonnenschutz in MJ/m², bestimmt gemäß Annexe C der vorliegenden Anlage Dazu muss der Überhangwinkel α_v bestimmt werden. Der Sonnenschutz wird behandelt, als wäre er opak.

$I_{s,m,j,shad,woC}$ die Sonneneinstrahlung auf das Fenster j im jeweiligen Monat unter Berücksichtigung der Verschattung durch feste Hindernisse in MJ/m², bestimmt gemäß Annexe C der vorliegenden Anlage

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) sowie nach Ausrichtung φ_j und Neigungswinkel θ_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 Annexe C der vorliegenden Anlage. Der Wert ist unterschiedlich, je nachdem, ob es sich um die Bestimmung des Nettoenergiebedarfs für Heizung oder Kühlung oder um die Bestimmung des Indikators für die Überhitzungsgefahr handelt.

Tabelle [4]: Durchschnittlicher Nutzungsfaktor $a_{c,m}$ für unterschiedliche Berechnungen

Berechnung / Bedienung	Heizung	Kühlung	Überhitzung
Manuell	0,0	0,2	Tabelle C1
Automatisch	0,0	max. (0; Tabelle C2 minus 0,1)	Tabelle C2

7.10.4 Solargewinn durch ein unbelüftetes System zur passiven Nutzung von Solarenergie

7.10.4.1 Definitionen

Ein unbelüftetes System zur passiven Nutzung von Solarenergie ist eine Konstruktion, die sich aus einem transparenten/durchscheinenden Außenteil und einem opaken Innenteil zusammensetzt, wobei 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/durchscheinenden Dämmung.

7.10.4.2 Berechnungsregel

Der Solargewinn eines unbelüfteten Systems zur passiven Nutzung von Solarenergie k während des betreffenden Monats wird wie folgt berechnet:

Gl. 57 $Q_{s,heat,ps,m,k} = g_{eff,t,m,k} \cdot A_{ps,g,k} \cdot I_{s,m,k,shad}$ (MJ)

Dabei ist:

$g_{eff,t,m,k}$ der effektive Solarfaktor des Systems k (ohne Einheit), wie nachstehend bestimmt

$A_{ps,g,k}$ die transparente/lichtdurchlässige Fläche des Systems zur passiven Nutzung der Solarenergie k in m²

$I_{s,m,k,shad}$ die Sonneneinstrahlung auf das System k für den betreffenden Monat unter Berücksichtigung der Beschattung durch feste Hindernisse in MJ/m², ermittelt laut Annexe C der vorliegenden Anlage

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

- bei außen liegenden baulichen Systemen mit recht hoher Sonnenenergietransmission ist der effektive Wert proportional zur Absorption des opaken Teils:

Gl. 58 $$g_{eff,t,m,k} = \alpha \cdot \left(g_{t,h} - c_{m,k} \cdot g_{t,\perp}\right) \frac{U}{U_{te}}$$ (-)

- bei außen liegenden baulichen Systemen mit geringer Sonnenenergietransmission (zum Beispiel Konstruktionen mit eingebautem Absorber) wird der anhand von Messungen ermittelte Wert angepasst, um den Wärmewiderstand des (unbelüfteten) Luftspalts zwischen dem baulichen System und dem opaken Teil zu berücksichtigen:

Gl. 59 $g_{eff,t,m,k} = \left(R_{se} + R_t\right) \cdot \left(g_{t,h} - c_{m,k} \cdot g_{t,\perp}\right) \cdot U$ (-)

wobei:

Gl. 60 $U = 1 / \left(R_{se} + R_t + R_{al} + R_i + R_{si}\right)$ (W/m².K)

Gl. 61 $U_{te} = 1 / \left(R_{se} + R_t + R_{al}\right)$ (W/m².K)

und dabei ist:

α der Absorptionskoeffizient des opaken Teils

$g_{t,h}$ der Solarfaktor des baulichen Systems bei diffuser hemisphärischer Sonneneinstrahlung

$c_{m,k}$ der Koeffizient aus Tabelle [5]

$g_{t,\perp}$ der Solarfaktor des baulichen Systems beim genormten Einfallwinkel

U der Wärmedurchgangskoeffizient der baulichen Vorrichtung von innen nach außen in W/m².K

U_{te} der äußere Wärmedurchgangskoeffizient der baulichen Vorrichtung von der Fläche, die das bauliche System begrenzt, bis zur Außenumgebung, in W/m².K

R_{se} der Wärmedurchlasswiderstand der Außenoberfläche in m².K/W

R_t der Wärmedurchlasswiderstand des baulichen Systems in m².K/W

R_{si} der Wärmedurchlasswiderstand der Innenoberfläche in m².K/W

R_{al} der Wärmedurchlasswiderstand der (unbelüfteten) Luftschicht zwischen dem opaken Teil und dem baulichen System in m².K/W

R_i der Wärmedurchlasswiderstand des opaken Teils hinter dem baulichen System in m².K/W

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

	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	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
SW/SO	-0,034	-0,027	-0,010	0,002	0,022	0,037	0,036	0,013	-0,015	-0,025	-0,034	-0,026
W/O	0,054	0,033	0,016	-0,012	-0,005	-0,002	-0,012	-0,007	-0,001	0,024	0,049	0,052
NW/NO	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 Auslastungsgrenzen der Wohnungen in Wohngebäuden die Gefahr einer Überhitzung im Sommer in ausreichendem Maße, so dass auf eine aktive Kühlung verzichtet werden kann. Es genügt, keine zu großen Fensterflächen zu vorzusehen, nötigenfalls einen außen liegenden Sonnenschutz einzuplanen, die Innenwände, Decken und Fußböden hoch genug zu bauen, für eine ausreichend große, wirksame Wärmespeicherkapazität und für zusätzliche Lüftung bei Nacht zu sorgen.

Wenn dann noch Probleme auftreten, betreffen diese im Allgemeinen einen einzelnen Raum. Solargewinn, interner Wärmegewinn, wirksame Wärmespeicherkapazität, Lüftungsmöglichkeiten und gewünschte Temperatur (die zum Beispiel in einem Badezimmer anders ist als in einem Schlafzimmer) sind unter anderem ausschlaggebend für die Gefahr einer Überhitzung des jeweiligen Raums und die eventuelle Entscheidung, doch eine aktive Kühlung vorzusehen. Eine Evaluierung der Überhitzungsgefahr sollte daher für jeden Raum einzeln erfolgen. Im Rahmen der vorliegenden Anlage wird eine stark vereinfachte Methode angewandt, mit der die Überhitzung für jede Energiezone evaluiert wird, ohne dass die Frage der möglichen Überhitzung eines einzelnen Raums abschließend beantwortet wird.

Die Evaluierung erfolgt in 3 Schritten.

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

Liegt der Wert des Überhitzungsindikators unter der zulässigen Höchstgrenze, ist dies keine Garantie, dass kein Überhitzungsproblem auftreten wird. Eine echte Überhitzungsgefahr besteht bei Werten um den Höchstwert. Wenn es zu Überhitzungsproblemen kommt, wird mit hoher Wahrscheinlichkeit eine aktive Kühlung installiert, was zu einem entsprechenden Energieverbrauch führt. Damit die Auswirkung dieses Energieverbrauchs auf die Energieeffizienz des Gebäudes schon bei der Planung und beim Bau in ausreichendem Maße berücksichtigt wird, kommt das Konzept der fiktiven Kühlung zur Anwendung. Auf diese Weise wird der eventuelle Einsatz einer Klimaanlage konventionell vorweggenommen.

Im zweiten Schritt wird anhand des Überhitzungsindikators eine Art konventionelle Wahrscheinlichkeit dafür festgelegt, dass tatsächlich eine aktive Kühlung eingebaut wird. Zwei Szenarien sind möglich:

- Wenn eine aktive Kühlung bereits beim Bau vorgesehen wird, ist der Kühlbedarf stets voll zu berücksichtigen. Die Wahrscheinlichkeit, dass eine Klimaanlage eingebaut wird, liegt in diesem Fall bei 1, unabhängig vom Wert des Überhitzungsindikators.
- Wenn beim Bau keine aktive Kühlung vorgesehen wird, wird ein Grenzwert für den Überhitzungsindikator angenommen. Unterhalb dieses Grenzwerts wird die Überhitzungsgefahr für so gering erachtet, dass die Wahrscheinlichkeit des nachträglichen Einbaus einer aktiven Kühlung mit null angesetzt wird. Zwischen dem Grenzwert und dem zulässigen Höchstwert wird konventionell ein linearer Anstieg der Wahrscheinlichkeit von 0 bis 1 angenommen.

Falls die konventionelle Wahrscheinlichkeit nicht null ist, wird in einem dritten Schritt der Nettoenergiebedarf für Kühlung anhand des überschüssigen Wärmegewinns gegenüber dem Sollwert für Kühlung berechnet. Als Sollwert wird konventionell 23 °C angenommen. Wenn eine aktive Kühlung im Sommer Komfort

garantiert, wird davon ausgegangen, dass die Bewohner eventuelle Sonnenschutzeinrichtungen oder die Möglichkeiten einer intensiven (nächtlichen) Lüftung weniger in Anspruch nehmen. Diese Einrichtungen werden daher anders betrachtet als bei der Evaluierung der Überhitzungsgefahr.

8.2 Bestimmung des Indikators für die Überhitzungsgefahr

Die Anforderung für die Überhitzungsgefahr muss für die gesamte EEW-Einheit beurteilt werden. Die nachfolgende Berechnung des Indikators für die Überhitzungsgefahr erfolgt hingegen für jede Energiezone einzeln. Die Berechnung des Indikators für die Überhitzungsgefahr für die gesamte EEW-Einheit erfolgt auf dieselbe Weise wie für eine einzelne Energiezone. In den folgenden Formeln muss lediglich der Index „sec i" durch den Index „EPR" ersetzt werden.

Für jede Energiezone i wird der Indikator für die Überhitzungsgefahr bestimmt; dieser entspricht dem im Vergleich zur Heizungs-Solltemperatur überschüssigen genormten jährlichen Wärmegewinn in der Energiezone i. Dieser Wert ist gleich der Summe der monatlichen Werte:

Gl. 62 $$I_{overh,sec\ i} = Q_{excess\ norm,sec\ i,a} = \sum_{m=1}^{12} Q_{excess\ norm,sec\ i,m} \quad (Kh)$$

Dabei ist:

Gl. 63 $$Q_{excess\ norm,sec\ i,m} = \frac{\left(1 - \eta_{util,overh,sec\ i,m}\right) \cdot Q_{g,overh,sec\ i,m}}{H_{T,overh,sec\ i,m} + H_{V,overh,sec\ i,m}} \cdot \frac{1000}{3,6} \quad (Kh)$$

und dabei ist:

Gl. 64 $$Q_{g,overh,sec\ i,m} = Q_{i,sec\ i,m} + Q_{s,overh,sec\ i,m} \quad (MJ)$$

Gl. 65 $$\eta_{util,overh,sec\ i,m} = a_m/(a_m + 1) \text{ Wenn } \gamma_{overh,sec\ i,m} = 1$$

$$\eta_{util,overh,sec\ i,m} = \frac{1 - \left(\gamma_{overh,sec\ i,m}\right)^{a_m}}{1 - \left(\gamma_{overh,sec\ i,m}\right)^{a_m+1}} \text{ In allen anderen Fällen} \quad (-)$$

Dabei ist:

Gl. 66 $$\gamma_{overh,sec\ i,m} = Q_{g,overh,sec\ i,m}/Q_{L,overh,sec\ i,m} \quad (-)$$

Gl. 67 $$a = 1 + \frac{\tau_{overh,sec\ i,m}}{54000} \quad (-)$$

Gl. 68 $$Q_{L,overh,sec\ i,m} = Q_{T,overh,sec\ i,m} + Q_{V,overh,sec\ i,m} \quad (MJ)$$

Gl. 69 $$Q_{T,overh,sec\ i,m} = H_{T,overh,sec\ i,m} \cdot \left(23 - (\theta_{e,m} + \Delta\theta_{e,m})\right) \cdot t_m \quad (MJ)$$

Gl. 70 $$Q_{V,overh,sec\ i,m} = H_{V,overh,sec\ i,m} \cdot \left(23 - (\theta_{e,m} + \Delta\theta_{e,m})\right) \cdot t_m \quad (MJ)$$

Gl. 71 $$\tau_{overh,sec\ i,m} = \frac{C_{sec\ i}}{H_{T,overh,sec\ i,m} + H_{V,overh,sec\ i,m}} \quad (s)$$

Dabei ist:

$\eta_{util,overh,sec\ i,m}$ der Nutzungsanteil des monatlichen Wärmegewinns der Energiezone i zur Bestimmung des Indikators für die Überhitzungsgefahr (-)

$Q_{g,overh,sec\ i,m}$ der monatliche Wärmegewinn durch Sonneneinstrahlung und interne Wärmeerzeugung in der Energiezone i zur Bestimmung des Indikators für die Überhitzungsgefahr in MJ

$Q_{i,sec\ i,m}$ der monatliche Wärmegewinn durch interne Wärmeerzeugung in der Energiezone i in MJ, ermittelt gemäß Punkt 7.9.2

$Q_{s,overh,sec\ i,m}$ der monatliche Wärmegewinn durch Sonneneinstrahlung in der Energiezone i zur Bestimmung des Indikators für die Überhitzungsgefahr in MJ, ermittelt gemäß Punkt 7.10

$\gamma_{overh,sec\ i,m}$ das Verhältnis zwischen dem monatlichen Wärmegewinn und dem monatlichen Wärmeverlust in der Energiezone i zur Bestimmung des Indikators für die Überhitzungsgefahr (-)

$Q_{L,overh,sec\ i,m}$ der monatliche Transmissions- und Lüftungswärmeverlust in der Energiezone i zur Bestimmung des Indikators für die Überhitzungsgefahr in MJ

a_m ein numerischer Parameter

$Q_{T,overh,sec\ i,m}$ der monatliche Transmissionswärmeverlust in der Energiezone i zur Bestimmung des Indikators für die Überhitzungsgefahr in MJ

$Q_{V,overh,sec\ i,m}$ der monatliche Lüftungswärmeverlust in der Energiezone i zur Bestimmung des Indikators für die Überhitzungsgefahr in MJ

$\theta_{e,m}$ die mittlere Außentemperatur eines Monats in °C entsprechend Tabelle [1]

$\Delta\theta_{e,m}$ der für die Berechnung des Nettoenergiebedarfs zur Bestimmung des Indikators für die Überhitzungsgefahr angenommene Anstieg der mittleren Außentemperatur eines Monats von 1 °C

$H_{T,overh,sec\ i}$ der Wärmetransferkoeffizient für Transmission in der Energiezone i zur Bestimmung des Indikators für die Überhitzungsgefahr in W/K, wie nachstehend bestimmt

$H_{V,overh,sec\ i,m}$ der monatliche Wärmetransferkoeffizient für Lüftung in der Energiezone i zur Bestimmung des Indikators für die Überhitzungsgefahr in W/K, bestimmt gemäß Punkt 7.8.2

$\tau_{overh,sec\ i,m}$ die monatliche Zeitkonstante in der Energiezone i zur Bestimmung des Indikators für die Überhitzungsgefahr in s

$C_{sec\ i}$ die effektive Wärmekapazität der Energiezone i in J/K, bestimmt gemäß Punkt 7.6

t_m die Länge des betreffenden Monats in Ms, siehe Tabelle [1]

$H_{T,overh,sec\ i}$ wird gemäß Punkt 7.7.2 bestimmt. Wenn jedoch der Einfluss der Bauknoten pauschal berechnet wird (laut Option C in Anlage B.2 des vorliegenden Erlasses), wird dieser pauschale Zuschlag bei der Berechnung des Indikators für die Überhitzungsgefahr nicht berücksichtigt.

8.3 Konventionelle Wahrscheinlichkeit für den Einbau einer aktiven Kühlung

Bei der Bestimmung der Energieeffizienz wird konventionell folgender Wert für die Wahrscheinlichkeit des Einbaus einer aktiven Kühlung zugrunde gelegt (ausführliche Erläuterung siehe Punkt 8.1):

- Wenn eine aktive Kühlung in die Energiezone i eingebaut wird, gilt: $p_{cool,sec\ i} = 1$ (-)
- Wenn keine aktive Kühlung in die Energiezone i eingebaut wird, gilt:

Gl. 72 $$p_{cool,sec\ i} = \max\left\{0; \min\left(\frac{I_{overh,sec\ i} - I_{overh,thresh}}{I_{overh,max} - I_{overh,thresh}}; 1\right)\right\} \quad (-)$$

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 als 1000 Kh angenommen.

$I_{overh,max}$ der zulässige Höchstwert des Indikators für die Überhitzungsgefahr. Dieser Wert wird als 6500 Kh angenommen.

8.4 Leerer Abschnitt

Dieser Abschnitt wurde absichtlich leer gelassen.

8.5 Kühlung

Der monatliche Nettoenergiebedarf für Kühlung einer Energiezone i wird durch Multiplikation der konventionellen Wahrscheinlichkeit des Einbaus einer aktiven Kühlung mit dem Nettoenergiegrundbedarfs für Kühlung bestimmt:

Gl. 73 $$Q_{cool,net,seci,m} = p_{cool,seci} \cdot Q_{cool,net,princ,seci,m} \quad (MJ)$$

Dabei ist:

$p_{cool,sec\ i}$ die konventionelle Wahrscheinlichkeit des Einbaus einer aktiven Kühlung, bestimmt gemäß Punkt 8.3

$Q_{cool,net,princ,sec\ i,m}$ der Nettoenergiegrundbedarf für Kühlung in MJ, wie nachstehend bestimmt

Der Nettoenergiegrundbedarf für Kühlung $Q_{cool,net,princ,sec\ i,m}$ wird wie folgt bestimmt:

Gl. 74 Wenn $\lambda_{cool,sec\ i,m}$ größer oder gleich 2,5 ist, gilt:

$$Q_{cool,net,princ,sec\ i,m} = 0$$

Wenn $\lambda_{cool,sec\ i,m}$ kleiner als 2,5 ist, gilt:

$$Q_{cool,net,princ,sec\ i,m} = Q_{g,cool,sec\ i,m} - \eta_{util,cool,sec\ i,m} \cdot Q_{L,cool,sec\ i,m} \quad (MJ)$$

Dabei ist:

Gl. 75 $$Q_{g,cool,seci,m} = Q_{i,seci,m} + Q_{s,cool,seci,m} \quad (MJ)$$

Gl. 76 $\eta_{util,cool,sec\ i,m} = a_m/(1 + a_m)$ wenn $\lambda_{cool,sec\ i,m} = 1$

$$\eta_{util,cool,seci,m} = \frac{1 - \left(\lambda_{cool,seci,m}\right)^{a_m}}{1 - \left(\lambda_{cool,seci,m}\right)^{a_m+1}} \text{ in allen anderen Fällen} \quad (-)$$

und:

Gl. 77 $\lambda_{cool,seci,m} = Q_{L,cool,seci,m}/Q_{g,cool,seci,m}$ (-)

Gl. 78 $a_m = 1 + \frac{\tau_{cool,seci,m}}{54000}$ (-)

Gl. 79 $Q_{L,cool,seci,m} = Q_{T,cool,seci,m} + Q_{V,cool,seci,m}$ (MJ)

Gl. 80 $Q_{T,cool,seci,m} = H_{T,cool,seci} \cdot \left[23 - \left(\theta_{e,m} + \Delta\theta_{e,m}\right)\right] \cdot t_m$ (MJ)

Gl. 81 $Q_{V,cool,seci,m} = H_{V,cool,seci,m} \cdot \left[23 - \left(\theta_{e,m} + \Delta\theta_{e,m}\right)\right] \cdot t_m$ (MJ)

Gl. 82 $\tau_{cool,seci,m} = \frac{C_{seci}}{H_{T,cool,seci} + H_{V,cool,seci,m}}$ (s)

Dabei ist:

$\eta_{util,cool,sec\ i,m}$ der Nutzungsanteil des monatlichen Wärmegewinns der Energiezone i für die Bestimmung des Kühlbedarfs (-)

$Q_{g,cool,sec\ i,m}$ der monatliche Wärmegewinn durch Sonneneinstrahlung und interne Wärmeerzeugung in der Energiezone i für die Bestimmung des Kühlbedarfs in MJ

$Q_{i,sec\ i,m}$ der monatliche Wärmegewinn durch interne Wärmeerzeugung in der Energiezone i in MJ, ermittelt gemäß Punkt 7.9.2

$Q_{s,cool,sec\ i,m}$ der monatliche Wärmegewinn durch Sonneneinstrahlung in der Energiezone i für die Bestimmung des Kühlbedarfs in MJ, ermittelt gemäß Punkt 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 mittlere Außentemperatur eines Monats in °C entsprechend Tabelle [1]

$\Delta\theta_{e,m}$ der für die Berechnung des Nettoenergiebedarfs für Kühlung angenommene Anstieg der mittleren Außentemperatur eines Monats von 1 °C

$H_{T,cool,sec\ i}$	der monatliche Wärmetransferkoeffizient für Transmission in der Energiezone i zur Bestimmung des Kühlbedarfs in W/K. Dieser Wert wird als gleich $H_{T,overh,sec\ i}$ gemäß Bestimmung in Punkt 8.2 angenommen.
$H_{V,cool,sec\ i,m}$	der monatliche Wärmetransferkoeffizient für Lüftung in der Energiezone i zur Bestimmung des Kühlbedarfs in W/K, bestimmt gemäß Punkt 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, bestimmt gemäß Punkt 7.6
23	die in dieser Anlage vorgeschriebene Raumtemperatur für die Bestimmung des Kühlbedarfs in °C
t_m	die Länge des betreffenden Monats in Ms, siehe Tabelle [1]

Hinweis:

Beim belgischen Klima hängt der Kühlbedarf stark von den momentanen Wetterbedingungen ab. Der Kühlbedarf eines durchschnittlichen meteorologischen Jahrs entspricht nicht gleich dem durchschnittlichen Kühlbedarf über mehrere Jahre, weil heiße Jahre stärker ins Gewicht fallen. 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 Warmwasserbereitung

9.1 Vorbemerkung

Bei der Bewertung des Bruttoenergiebedarfs für Heizung und Warmwasserbereitung werden die Systeme für die Wärmespeicherung, die Wärmeverteilung, die Wärmeabgabe und die Regelung der Raumheizung und der Warmwasserbereitung berücksichtigt. Der Bruttoenergiebedarf ist die Energie, die von den Wärmeerzeugungsanlagen an das Wärmeverteilsystem (oder Wärmespeichersystem) übertragen wird und für die Raumheizung und das Warmwasserverteilsystem benötigt wird.

Eine Heizungsanlage besteht aus folgenden Komponenten:

- Wärmeerzeugungsanlage: Bei einer Zentralheizung sind das (Heizungs-)Kessel, (Warmluft-)Erzeuger, Wärmepumpen oder Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen. Bei einer Einzelheizung erfolgt die Wärmeerzeugung in den Wärmeabgabevorrichtungen selbst.
- Eventuell Wärmespeichersystem
- Wärmeverteilsystem: Bei der Zentralheizung mit Heizungskessel sind das Rohrleitungen, bei einer Warmluftheizung Luftkanäle. Eine Raumheizung hat kein Wärmeverteilsystem.
- Wärmeabgabesystem: Heizkörper, Konvektoren, Rohrleitungen im Fußboden, in der Decke oder in der Wand oder Heizgitter bei Zentralheizung; Öfen, Heizkörper oder Konvektoren bei Raumheizung.
- Regelung für jedes dieser Systeme

Der Bruttoenergiebedarf für Heizung umfasst den Nettoenergiebedarf für Heizung und alle Verluste, die bei der Wärmespeicherung, bei der Wärmeverteilung und der Wärmeabgabe sowie bei der Regelung all dieser Systeme auftreten. Diese Verluste werden mit dem Systemwirkungsgrad berechnet.

Falls es in einer Energiezone mehrere Werte für einen bestimmten Teilwirkungsgrad gibt (zum Beispiel in Tabelle [6]), muss für die gesamte Energiezone der schlechteste Wert verwendet werden (gegebenenfalls kann die Energiezone natürlich in mehrere kleinere Energiezonen unterteilt werden).

Eine Warmwasserbereitungsanlage besteht aus folgenden Komponenten:

- Wärmeerzeugung: Hier sind zwei Arten zu unterscheiden: Durchlauferhitzer und Speichergeräte. In beiden Fällen kann die Wärme von dem für die Raumheizung verwendeten Wärmeerzeuger geliefert werden oder es gibt für Heizung und Warmwasser jeweils einen eigenen Wärmeerzeuger.
- Wärmeverteilung:

Der Bruttoenergiebedarf für Warmwasserbereitung umfasst den Nettoenergiebedarf für die Warmwasserbereitung sowie alle bei der Verteilung entstehenden Verluste. Diese Verluste werden mit dem Systemwirkungsgrad berechnet. Wenn die Warmwasserbereitung durch mehrere Anlagen erfolgt, werden jeder Anlage die Entnahmestellen zugeordnet, die sie versorgt.

9.2 Monatlicher Bruttoenergiebedarf für Heizung

9.2.1 Prinzip

Der monatliche Bruttoenergiebedarf für die Beheizung der Energiezone i errechnet sich durch Division des monatlichen Nettoenergiebedarfs für Heizung durch den durchschnittlichen monatlichen Systemwirkungsgrad der Heizung. Dieser durchschnittliche monatliche Systemwirkungsgrad ist das Verhältnis zwischen der

jeden Monat vom Wärmeabgabesystem an die Energiezone abgegebenen Nutzwärme und der jeden Monat von der entsprechenden Wärmeerzeugungsanlage an das Wärmeverteilsystem (und eventuell den Wärmespeicher) gelieferten Wärme. Die Differenz zwischen diesen beiden Werten hängt unter anderem von folgenden Verlustströmen ab:

- Nicht rückgewonnene Speicher- und Verteilungsverluste
- Zusätzlicher Verluststrom über die Außenwände hinter, unter oder über dem Heizkörper
- Zusätzlicher Verluststrom infolge der Wärmeschichtung, aufgrund derer die Temperatur in Referenzhöhe niedriger ist als im Deckenhöhe
- Zusätzliche Verluststrom, weil die Berechnung einer etwas niedrigeren, aber mit 18 °C konstanten Raumtemperatur eine nächtliche Temperaturabsenkung und unterschiedliche Temperaturen für verschiedene Tageszeiten voraussetzt, die Regelung die gewünschte Differenzierung aber nicht so einfach umsetzen kann
- Zusätzlicher Verluststrom, weil die Gebäudenutzer den Sollwert minus Differential als gewünschte Temperatur empfinden

Der monatliche Bruttoenergiebedarf für Heizung wird folgendermaßen berechnet:

Gl. 83 $$Q_{heat,gross,sec\ i,m} = \frac{Q_{heat,net,sec\ i,m}}{\eta_{sys,heat,sec\ i,m}} \quad \text{(MJ)}$$

Dabei ist:

$Q_{heat,gross,sec\ i,m}$ der monatliche Bruttoenergiebedarf für Raumheizung einer Energiezone i in MJ

$Q_{heat,net,sec\ i,m}$ der monatliche Nettoenergiebedarf für Raumheizung einer Energiezone i in MJ, bestimmt gemäß Punkt 7.2

$\eta_{sys,heat,sec\ i,m}$ der durchschnittliche monatliche Systemwirkungsgrad der Heizung einer Energiezone i, bestimmt gemäß 9.2.2 (-)

9.2.2 Durchschnittlicher monatlicher Systemwirkungsgrad

9.2.2.1Prinzip

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

Gl. 84 $$\eta_{sys,heat,sec\ i,m} = \eta_{em,heat,sec\ i,m} \cdot \eta_{distr,heat,sec\ i,m} \cdot \eta_{stor,heat,sec\ i,m} \quad (-)$$

Dabei ist:

$\eta_{em,heat,sec\ i,m}$ der durchschnittliche monatliche Wirkungsgrad der Wärmeabgabe einer Energiezone i, bestimmt gemäß Punkt 9.2.2.2

$\eta_{distr,heat,sec\ i,m}$ der durchschnittliche monatliche Verteilungswirkungsgrad einer Energiezone i, bestimmt gemäß Punkt 9.2.2.3

$\eta_{stor,heat,sec\ i,m}$ der durchschnittliche monatliche Speicherwirkungsgrad einer Energiezone i, bestimmt gemäß Punkt 9.2.2.4

Der durchschnittliche monatliche Wirkungsgrad der Wärmeabgabe ist das Verhältnis der von den Heizkörpern jeden Monat an die Energiezone abgegebenen Nutzwärme zu der monatlich abgegebenen Gesamtwärme. Er umfasst sowohl den Verlust der nicht nutzbaren Wärme dieser Komponenten als auch Verluste aufgrund einer unzureichenden Regelung.

Der durchschnittliche monatliche Verteilungswirkungsgrad ist das Verhältnis der jeden Monat von den Heizkörpern an die Energiezone abgegebenen Wärme zu der von der/den Wärmeerzeugungsanlage(n) und/oder dem/den Speicher(n) an das Wärmeverteilsystem abgegebenen Wärme.

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

Der durchschnittliche monatliche Systemwirkungsgrad eines so genannten „Combilus-Systems" wird gemäß den vom Minister festgelegten Zusatzspezifikationen bestimmt. 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.

9.2.2.2Abgabewirkungsgrad

Beim vereinfachten Ansatz werden die Werte aus Tabelle [6] verwendet. Bei der detaillierten Berechnung gilt Annexe D der vorliegenden Anlage.

Falls es bei einer Zentralheizung mehr als ein Wärmeabgabesystem in der Energiezone gibt, wird das System mit dem schlechtesten Abgabewirkungsgrad aus Tabelle [6] berücksichtigt. In diesem Fall kann Annexe D der vorliegenden Anlage nicht mehr verwendet werden.

Falls es in einer Energiezone mehrere Arten von Einzelheizung gibt, muss diese in weitere Energiezonen untergliedert werden, so dass am Ende in jeder Energiezone nur eine Art von Einzelheizung übrig bleibt: siehe auch Punkt 5.3.

Tabelle [6]: Rechenwerte für den Abgabewirkungsgrad

Zentralheizung		
Raumtemperaturregelung	Regelung der Vorlauftemperatur des Wasserkreises oder der Luft	
	Konstanter Sollwert	Variabler Sollwert
Individuelle Temperaturregelung für jeden Raum	0,87 (1)	0,89 (1)
Andere	0,85 (1)	0,87 (1)
Einzelheizung		
Holzofen		0,82
Kohleofen		0,82
Ölofen		0,87
Gasofen		0,87
Heizkörper oder Elektrokonvektoren, ohne elektronische Regelung (zum Beispiel mit Bimetall)		0,90
Elektrischer Radiator oder Konvektor, mit elektronischer Regelung		0,96
Elektroheizung mit Speicher, ohne Außenfühler (zum Beispiel manuelle Regelung)		0,85
Elektroheizung mit Speicher, mit Außenfühler		0,92
Elektrische Widerstandsheizung in Fußboden, Wand oder Decke		0,87
Gemeinschaftsheizung		
Wenn mehrere Wohneinheiten über eine gemeinsame Wärmeerzeugungsanlage verfügen, müssen die oben stehenden Werte (für Zentralheizung) folgendermaßen reduziert werden:		
• Wenn für jede Wohneinheit eine Einzelabrechnung der Heizkosten anhand der individuellen Messung des tatsächlichen Verbrauchs erfolgt: Multiplikation des anwendbaren Werts mit dem Faktor 0,95.		
• Wenn keine Einzelabrechnung der tatsächlichen Heizkosten erfolgt: Multiplikation des anwendbaren Werts mit dem Faktor 0,85.		

(1) Wenn sich eine oder mehrere Wärmeabgabevorrichtungen in der Energiezone (teilweise) vor einer Verglasung befinden, wird der Wirkungsgrad um 0,08 reduziert.

Bei Zentralheizungssystemen muss eine Unterscheidung nach der Regelung der Vorlauftemperatur des Verteilsystems getroffen werden:[6]

- Entweder ist der Sollwert konstant
- oder der Sollwert ändert sich automatisch, beispielsweise in Abhängigkeit von der Außentemperatur.

[6] Beispiel: Ein variabler Sollwert kann mit einer gleitenden Regelung der Kesseltemperatur oder mit einem 3-Wege-Ventil direkt hinter dem Kessel umgesetzt werden, falls dieser mit einer Automatikregelung mit variablem Sollwert ausgestattet ist.

Eine Regelung fällt in die Kategorie „raumweise Temperatursteuerung“, wenn die Wärmeabgabe in allen Räumen der betreffenden Energiezone so geregelt wird, dass automatisch keine Wärme mehr zugeführt wird, sobald der Sollwert der Raumtemperatur erreicht ist. Das kann beispielsweise mit Thermostatventilen an allen Heizkörpern und/oder durch eine Thermostatregelung in jedem Zimmer erfolgen. Einfache Absperrventile an den Heizkörpern angebrachte fallen nicht in die Kategorie „temperaturgesteuert“.

9.2.2.3 Verteilungswirkungsgrad

Beim vereinfachten Ansatz des monatlichen Verteilungswirkungsgrads werden die Werte aus Tabelle [7] verwendet. Bei der detaillierten Berechnung gilt Annexe E der vorliegenden Anlage.

Tabelle [7]: Verteilungswirkungsgrad

Heizungsanlage	$\eta_{distr,heat,sec\ i,m}$
Einzelheizung	1,00
Zentralheizung mit Warmwasser oder Warmluft, Gemeinschaftsheizung	
• Alle Rohrleitungen oder Leitungskanäle innerhalb der Dämmschicht des geschützten Raums	1,00
• Ein Teil der Rohrleitungen oder Leitungskanäle außerhalb der Dämmschicht des geschützten Raums	0,95

9.2.2.4 Speicherwirkungsgrad

Beim vereinfachten Ansatz des monatlichen Speicherwirkungsgrads werden die Werte aus Tabelle [8] verwendet.

Tabelle [8]: Speicherwirkungsgrad

Wärmespeicherung für Heizung in einem (oder mehreren) Pufferspeicher(n)	$\eta_{stor,heat,sec\ i,m}$
Keine	1,00
Vorhanden	
• innerhalb des geschützten Volumens	1,00
• außerhalb des geschützten Volumens	0,97

9.3 Monatlicher Bruttoenergiebedarf für Warmwasserbereitung

9.3.1 Prinzip

Der monatliche Bruttoenergiebedarf für Warmwasserbereitung errechnet sich durch Division des Nettoenergiebedarfs durch den durchschnittlichen monatlichen Systemwirkungsgrad:

Gl. 85 $$Q_{water,bath\ i,gross,m} = r_{water,bath\ i,gross} \cdot \frac{Q_{water,bath\ i,net,m}}{\eta_{sys,bath\ i,m}} \quad \text{(MJ)}$$

Gl. 86 $$Q_{water,sink\ i,gross,m} = r_{water,sink\ i,gross} \cdot \frac{Q_{water,sink\ i,net,m}}{\eta_{sys,sink\ i,m}} \quad \text{(MJ)}$$

Dabei ist:

$Q_{water,bath,i,net,m}$ der monatliche Nettoenergiebedarf für Warmwasserbereitung einer Dusche oder einer Badewanne i in MJ, bestimmt gemäß Punkt 7.3

$Q_{water,sink,i,net,m}$ der monatliche Nettoenergiebedarf für Warmwasserbereitung einer Küchenspüle i in MJ, bestimmt gemäß Punkt 7.3

$\eta_{sys,bath\ i,m}$ der mittlere monatliche Systemwirkungsgrad für Warmwasserbereitung einer Dusche oder Badewanne i, bestimmt gemäß 9.3.2.2 (-)

$\eta_{sys,sink\ i,m}$ der mittlere monatliche Systemwirkungsgrad für Warmwasserbereitung einer Küchenspüle i, bestimmt gemäß 9.3.2.2 (-)

$r_{water,bath\ i,gross}$ ein Reduktionsfaktor für den Effekt des Vorheizens des dem/den Wärmeerzeuger(n) für die Warmwasserbereitung für eine Dusche oder Badewanne i zugeführten kalten Wassers durch Wärmerückgewinnung aus dem Abwasser, zu bestimmen nach den vom Minister festgelegten Vorgaben

$r_{water,sink\ i,gross}$ ein Reduktionsfaktor für den Effekt des Vorheizens des dem/den Wärmeerzeuger(n) für die Warmwasserbereitung für eine Küchenspüle i zugeführten kalten Wassers durch Wärmerückgewinnung aus dem Abwasser, zu bestimmen nach den vom Minister festgelegten Vorgaben (-)

Die Reduktionsfaktoren $r_{water,gross}$ dürfen nicht verwendet werden, wenn das für Dusche, Badewanne oder Küchenspüle bestimmte Warmwasser aus einer Zirkulationsleitung stammt. In diesem Fall ist das Äquivalenzprinzip anzuwenden.

9.3.2 Systemwirkungsgrad der Warmwasserbereitung

9.3.2.1 Prinzip

Der Systemwirkungsgrad der Warmwasserbereitung ist von der Art der Warmwasserverteilung und der Entnahme abhängig. Bei jeder Entnahme verdrängt warmes Wasser das in der Zwischenzeit in den Leitungen abgekühlte Wasser. Zudem kühlt das warme Wasser nach dieser Erstentleerung beim Fließen in den Leitungen ab. Bei Anlagen mit Zirkulationsleitung ist der Wärmeverlust proportional zur Leitungslänge. Die Zirkulationsleitung versorgt eine EEW-Einheit (z. B. ein Einfamilienhaus) oder auch mehrere EEW-Einheiten (z. B. die verschiedenen Wohneinheiten eines Mehrfamilienhauses mit kollektiver zentraler Warmwasserbereitung).

Der Systemwirkungsgrad eines so genannten „Combilus-Systems" wird gemäß den vom Minister festgelegten Zusatzspezifikationen bestimmt.

9.3.2.2 Berechnungsregel

Der Systemwirkungsgrad in Badezimmern und Küchen wird folgendermaßen bestimmt:

- Ohne Zirkulationsleitung:

Gl. 87
$$\eta_{sys,bath\ i,m} = \eta_{tubing,bath\ i}$$
$$\eta_{sys,sink\ i,m} = \eta_{tubing,sink\ i} \quad (-)$$

- Mit Zirkulationsleitung:

Gl. 88
$$\eta_{sys,bath\ i,m} = \eta_{tubing,bath\ i} \cdot \eta_{water,circk,m}$$
$$\eta_{sys,sink\ i,m} = \eta_{tubing,sink\ i} \cdot \eta_{water,circk,m} \quad (-)$$

Dabei ist:

$\eta_{tubing,bath\ i}$ der Beitrag des Wasserleitungssystems einer Dusche oder einer Badewanne i zum Systemwirkungsgrad, wie nachstehend bestimmt (-)

$\eta_{tubing,sink\ i}$ der Beitrag des Wasserleitungssystems einer Küchenspüle i zum Systemwirkungsgrad, wie nachstehend bestimmt (-)

$\eta_{water,circ\ k,m}$ der Beitrag der monatlichen Verluste der Zirkulationsleitung k zum Systemwirkungsgrad, wie nachstehend bestimmt (-)

Der Beitrag der Wasserleitungen wird folgendermaßen bestimmt:

Gl. 89
$$\eta_{tubing,bath\ i} = \frac{25}{25 + l_{tubing,bath\ i}/r_{water,bath\ i,net}} \quad (-)$$

Gl. 90
$$\eta_{tubing,sink\ i} = \frac{9,5}{9,5 + l_{tubing,sink\ i}/r_{water,sink\ i,net}} \quad (-)$$

Dabei ist:

$l_{tubing,bath\ i}$ die Länge der Leitungen bis zu einer Dusche oder Badewanne i in m. Ohne Zirkulationsleitung: Länge gleich Summe der kürzesten Distanz in der Horizontalen und in der Vertikalen zwischen dem Anschlusspunkt des betreffenden Wärmeerzeugers für Warmwasserbereitung und der Fußbodenmitte des betreffenden Badezimmers. Alternativ kann man auch die tatsächliche Länge der Leitung ansetzen.
Mit Zirkulationsleitung: Länge gleich Summe der kürzesten Distanz in der Horizontalen und in der Vertikalen zwischen dem betreffenden Abzweig in der Zirkulationsleitung und der Fußbodenmitte des betreffenden Badezimmers. Alternativ kann man auch die tatsächliche Länge der Leitung ansetzen.

$r_{water,bath\ i,net}$ ein Reduktionsfaktor für den Effekt des Vorheizens des der Dusche oder Badewanne i zugeführten kalten Wassers durch Wärmerückgewinnung aus dem Abwasser, zu bestimmen nach den vom Minister festgelegten Vorgaben (-)

$l_{tubing,bath\ i}$ die Länge der Leitungen bis zu einer Küchenspüle i in m. Ohne Zirkulationsleitung: Länge gleich Summe der kürzesten Distanz in der Horizontalen und in der Vertikalen zwischen dem betreffenden Wärmeerzeuger für Warmwasserbereitung und der Fußbodenmitte der betreffenden Küche. Alternativ kann man auch die tatsächliche Länge der Leitung ansetzen. Mit Zirkulationsleitung: Länge gleich

Summe der kürzesten Distanz in der Horizontalen und in der Vertikalen zwischen dem betreffenden Abzweig in der Zirkulationsleitung und der Fußbodenmitte der betreffenden Küche. Alternativ kann man auch die tatsächliche Länge der Leitung ansetzen.

$r_{water,sink\ i,net}$ ein Reduktionsfaktor für den Effekt des Vorheizens des der Küchenspüle i zugeführten kalten Wassers durch Wärmerückgewinnung aus dem Abwasser, zu bestimmen nach den vom Minister festgelegten Vorgaben (-)

Als Standardwerte werden verwendet:

- $l_{tubing,bath\ i}$ = 10 m
- $l_{tubing,sink\ i}$ = 20 m

Der Beitrag der Zirkulationsleitung k wird folgendermaßen bestimmt:

Gl. 91
$$\eta_{water,circ\ k,m} = \frac{Q_{water\ out,circ\ k,m}}{Q_{water\ out,circ\ k,m} + t_m \sum_j \frac{l_{circ\ k,j} \cdot \left(60 - \theta_{amb,m,j}\right)}{R_{l,j}}} \quad (-)$$

Dabei ist:

Gl. 92
$$Q_{water\ out,circ\ k,m} = \sum_i \left(w_{bath\ i,circ\ k} \frac{Q_{water,bath\ i,net,m}}{\eta_{tubing,bath\ i}} + w_{sink\ i,circ\ k} \frac{Q_{water,sink\ i,net,m}}{\eta_{tubing,sink\ i}} \right) \quad (MJ)$$

und:

t_m die Länge des betreffenden Monats in Ms, siehe Tabelle [1]

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

$\theta_{amb,m,j}$ die monatliche Durchschnittsraumtemperatur des Teilstücks der Leitung j in °C:

- Wenn sich das Teilstück innerhalb des geschützten Volumens befindet, gilt: $\theta_{amb,m,j}$ = 18
- Wenn sich das Teilstück in einem angrenzenden unbeheizten Raum befindet, gilt: $\theta_{amb,m,j} = 11 + 0{,}4\ \theta_{e,m}$
- Wenn sich das Teilstück im Freien befindet, gilt: $\theta_{amb,m,j} = \theta_{e,m}$;

Dabei ist:
$\theta_{e,m}$ die mittlere Außentemperatur eines Monats in °C entsprechend Tabelle [1]

$R_{l,j}$ der längenbezogene Wärmedurchlasswiderstand des Teilstücks j in m.K/W, bestimmt nach Abschnitt E.3 der vorliegenden Anlage

$w_{bath\ i,circ\ k}$ ein Faktor zur Berücksichtigung des Umstands, ob für die Dusche oder Badewanne i eine Zirkulationsleitung k existiert oder nicht:
Wenn ja: $w_{bath\ i,circ\ k}$ = 1
Wenn nein: $w_{bath\ i,circ\ k}$ = 0

$Q_{water,bath,i,net,m}$ der monatliche Nettoenergiebedarf für Warmwasserbereitung einer Dusche oder einer Badewanne i in MJ, bestimmt gemäß Punkt 7.3

$w_{sink\ i,circ\ k}$ ein Faktor zur Berücksichtigung des Umstands, ob für die Küchenspüle i eine Zirkulationsleitung k existiert oder nicht:
Wenn ja: $w_{sink\ i,circ\ k}$ = 1
Wenn nein: $w_{sink\ i,circ\ k}$ = 0

$Q_{water,sink,i,net,m}$ der monatliche Nettoenergiebedarf für Warmwasserbereitung einer Küchenspüle i in MJ, bestimmt gemäß Punkt 7.3

Für alle Teilstücke j der Zirkulationsleitung k und alle Duschen, Badewannen und Küchenspülen i muss die Summe gebildet werden.

10 Endenergieverbrauch für Heizung, Warmwasserbereitung und Kühlung

10.1 Vorbemerkung

Die Wärmeerzeuger werden bei der Bewertung des Endenergieverbrauchs berücksichtigt. Dies geschieht im Allgemeinen mit dem Erzeugungswirkungsgrad und bei Wärmepumpen mit der Jahresarbeitszahl (JAZ). Gegebenenfalls wird zugleich der nutzbare Beitrag von Solarthermiesystemen berücksichtigt. Für die Kühlung wird ein spezielles Verfahren angewendet.

Bei der Erweiterung eines Gebäudes können folgende Fälle auftreten:

- Wenn der Anbau unabhängig von den bestehenden Geräten mit einem neuen Wärmeerzeuger beheizt wird, wird das unten stehende Verfahren uneingeschränkt angewandt.
- Werden neue Wärmeerzeuger eingesetzt, die kombiniert mit den existierenden Geräten betrieben werden, muss das unten stehende Verfahren ohne Berücksichtigung der bestehenden Geräte angewandt werden.
- Werden keine zusätzlichen Geräte installiert, sondern nur die bestehenden Geräte genutzt, kann das Verfahren für bestehende Geräte angewandt werden. Wenn nicht alle erforderlichen Informationen vorliegen, können Standardwerte verwendet werden.

10.2 Monatlicher Endenergieverbrauch für Raumheizung

10.2.1 Prinzip

Die zum Beheizen einer Energiezone erforderliche Energie kann von einem einzigen Gerät oder von einer Kombination parallel geschalteter Geräte geliefert werden. Für den letztgenannten Fall führen wir den Begriff des Haupt- und Nebenwärmeerzeugers ein. Wenn es keine parallel geschalteten Geräte gibt (gängigste Lösung), hat der Hauptwärmeerzeuger einen Anteil von 100 %. Die nachstehenden Formeln geben ergeben also den Verbrauch null für den Nebenwärmeerzeuger.

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 und/oder abweichende Spezifikationen zur Berücksichtigung von Wärmepumpen mit integrierter elektrischer Widerstandsheizung festlegen.

10.2.2 Berechnungsregel

Der Endenergieverbrauch für Heizung pro Monat und Energiezone ohne die Energie der Hilfsaggregate ergibt sich wie folgt:

Gl. 93
$$Q_{heat,final,sec\ i,m,pref} = \frac{f_{heat,m,pref} \cdot (1 - f_{as,heat,sec\ i,m}) \cdot Q_{heat,gross,sec\ i,m}}{\eta_{gen,heat,pref}} \quad \text{(MJ)}$$

Gl. 94
$$Q_{heat,final,sec\ i,m,npref} = \frac{\left(1 - f_{heat,m,pref}\right) \cdot (1 - f_{as,heat,sec\ i,m}) \cdot Q_{heat,gross,sec\ i,m}}{\eta_{gen,heat,npref}} \quad \text{(MJ)}$$

Dabei ist:

$f_{heat,m,pref}$	der durchschnittliche monatliche Anteil der von dem/den Hauptwärmeerzeuger(n) gelieferten Wärme an der Gesamtwärmemenge, wie nachstehend bestimmt
$f_{as,heat,sec\ i,m}$	der Anteil des Gesamtwärmebedarfs für die Beheizung der Energiezone i, der vom Solarthermiesystem abgedeckt wird, bestimmt gemäß Punkt 10.4 (-)
$Q_{heat,gross,sec\ i,m}$	der monatliche Bruttoenergiebedarf für die Beheizung der Energiezone i in MJ, bestimmt gemäß Punkt 9.2
$\eta_{gen,heat,pref}$	der monatliche Erzeugungswirkungsgrad des/der Hauptwärmeerzeuger(s), bestimmt gemäß Punkt 10.2.3 (-)
$\eta_{gen,heat,npref}$	der monatliche Erzeugungswirkungsgrad des/der Nebenwärmeerzeuger(s), bestimmt gemäß Punkt 10.2.3 (-)

Für die Zusammenfassung und Aufteilung von Haupt- und Nebenwärmeerzeugern gelten dieselben Regeln wie in Punkt 7.1, 7.2.1 und 7.3.1 der Anlage A.2 des vorliegenden Erlasses angegeben.

Der monatliche Anteil der vom Hauptwärmeerzeuger gelieferten Wärme an der Gesamtwärmemenge wird wie folgt bestimmt:

- Wenn nur eine einzige Art von Wärmeerzeuger vorhanden ist: $f_{heat,m,pref} = 1$
- Wenn der Hauptwärmeerzeuger i ein Warmwasserkessel, ein Warmlufterzeuger, eine elektrische Widerstandsheizung oder eine Wärmepumpe ist, werden die Werte für $f_{heat,m,pref}$ aus Tabelle [9] übernommen. Für die Aufteilung der Gesamtleistung gelten dieselben Regeln wie in Punkt 7.3.1 der Anlage A.2 des vorliegenden Erlasses angegeben.
- Wenn der Hauptwärmeerzeuger eine Kraft-Wärme-Kopplungsanlage ist, werden die Werte für $f_{heat,m,pref}$ aus Tabelle [10] übernommen.

Tabelle [9]: Werte des monatlichen Anteils entsprechend dem Anteil des Hauptwärmeerzeugungssystems an der installierten Gesamtleistung (wenn das Hauptwärmeerzeugungssystem keine Kraft-Wärme-Kopplungsanlage ist)

Anteil des Hauptwärmeerzeugers an der installierten Gesamtleistung	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai bis Sept	Okt	Nov	Dez
Warmwasserkessel, Warmlufterzeuger oder elektrische Widerstandsheizung als Hauptwärmeerzeuger								
< 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
Wärmepumpe als Hauptwärmeerzeuger								
< 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 monatlichen Anteils (wenn das Hauptwärmeerzeugungssystem eine Kraft-Wärme-Kopplungsanlage ist)

Konfiguration		Monatlicher Anteil
$V_{stor,cogen} < V_{stor,30\ min}$	$0 \le x_m < 0,3$	0
	$0,3 \le x_m < 0,9$	$\frac{2}{3} \cdot x_m - 0,2$
	$0,9 \le x_m < 1,3$	$0,43 \cdot x_m + 0,013$
	$1,3 \le x_m < 8,9$	$\frac{1,05 \cdot x_m - 0,245}{(x_m + 0,1)^2}$
	$8,9 \le x_m$	$\frac{1}{x_m}$
$V_{stor,cogen} \ge V_{stor,30\ min}$	$0 \le x_m < 0,05$	0
	$0,05 \le x_m < 0,35$	$1,66 \cdot x_m - 0,083$
	$0,35 \le x_m < 0,9$	$0,36 \cdot x_m + 0,376$
	$0,9 \le x_m < 8,9$	$\frac{1,05 \cdot x_m - 0,245}{(x_m + 0,1)^2}$
	$8,9 \le x_m$	$\frac{1}{x_m}$

Die in der Tabelle verwendeten Symbole sind wie folgt definiert:

x_m Hilfsvariable wie in Abschnitt A.5 der Anlage A.2 des vorliegenden Erlasses bestimmt (-)

$V_{stor,cogen}$ Fassungsvermögen des Speicherbehälters für die Speicherung der von der KWK-Anlage bereitgestellten Wärme in m³

$V_{stor,30\ min}$ Minimales Fassungsvermögen des Speicherbehälters im m³, mit dem die von der lokalen KWK-Anlage bei maximaler Leistung in 30 Minuten erzeugte Wärme gespeichert werden kann, bestimmt gemäß Abschnitt A.6 der Anlage A.2 des vorliegenden Erlasses

10.2.3 Erzeugungswirkungsgrad für Raumheizung und Luftbefeuchtung

10.2.3.1 Prinzip

Der Erzeugungswirkungsgrad für Heizung wird definiert als das Verhältnis der Wärmelieferung durch die Wärmeerzeugungsanlage an das Wärmeverteilsystem zu der für die Erzeugung dieser Wärme erforderlichen Energie. Der Stromverbrauch der Hilfsaggregate für Warmwasserkessel und Warmlufterzeuger wird in Abschnitt 11.1.2 berechnet. Der Verbrauch einer etwaigen Zündflamme wird in Abschnitt 11.1.3 berechnet.

Die Bestimmung des Erzeugungswirkungsgrads gemäß der Beschreibung im vorliegenden Kapitel gilt auch für die Wärmeerzeugung für die Luftbefeuchtung, siehe Punkt 7.4.1 der Anlage A.2 des vorliegenden Erlasses.

10.2.3.2 Erzeugungswirkungsgrad von Wärmeerzeugern, die keine elektrischen Wärmepumpen sind

Der Erzeugungswirkungsgrad ist in Tabelle [11] angegeben. Für die meisten Gerätearten finden sich in Spalte 3 der Tabelle Standardwerte.

Tabelle [11]: Erzeugungswirkungsgrad für Heizung (außer elektrische Wärmepumpen)

Wärmeerzeuger	**Erzeugungswirkungsgrad** $\eta_{gen,heat}$	
Zentralheizung	Detaillierte Berechnung	Standardwerte
Warmwasser-Brennwertkessel (1)(2)	$f_{NCV/GCV}[\eta_{30\%} + 0,003 .(\theta_{30\%} - \theta_{ave,boiler})]$	0,73
- Warmwasserkessel ohne Brennwerttechnik (1) (2)	$f_{NCV/GCV}\ \eta_{30\%}$	0,73
- Warmlufterzeuger (1)	$f_{NCV/GCV}\ \eta_{30\%}$	0,73
Lokale Kraft-Wärme-Kopplung	$\varepsilon_{cogen,th}$	-[7]
Externe Wärmelieferung	$\eta_{heat,dh}$	0,97
Elektrische Widerstandsheizung (1)	1,00	1,00
Einzelheizung (3)		
Kohleofen	$f_{NCV/GCV}$ 0,77	
Holzofen	$f_{NCV/GCV}$ 0,77	
Ölofen	$f_{NCV/GCV}$ 0,80	
Gasofen	$f_{NCV/GCV}$ 0,83	
Elektrische Widerstandsheizung	1,00	
Sonderfälle	Äquivalenz (4)	

(1) Wenn das Gerät außerhalb des geschützten Volumens aufgestellt ist, muss der errechnete Wirkungsgrad um 0,02 reduziert werden.

2) Wenn der Kessel mit einer Regelung ausgestattet ist, die den Kessel ständig warm hält, also auch in Zeiten ohne Wärmebedarf[8] (zwischen 2 Betriebsphasen des Brenners kann der Kessel somit nicht unbegrenzt bis auf Raumtemperatur abkühlen), muss man den errechneten Wirkungsgrad um 0,05 reduzieren. Ist nicht genau bekannt, wie der Kessel gesteuert wird, wird davon ausgegangen, dass eine derartige Regelung vorliegt (und dass der Heizkessel nicht abkühlen kann).

[7] Der thermische Wirkungsgrad einer KWK-Anlage wird gemäß Anlage A.2 Abschnitt A.2 des vorliegenden Erlasses bestimmt. Da die Leistung einer Kraft-Wärme-Kopplungsanlage mit einem festen Wirkungsgrad bestimmt wird, der von der elektrischen Leistung abhängt, wird kein Standardwert angegeben. Ggf. kann in Anlage A.2 Abschnitt A.2.1 des vorliegenden Erlasses eine vereinfachte Methode zur Bestimmung der elektrischen Leistung vorgegeben werden.

[8] Unabhängig davon, ob die Kesseltemperatur konstant bleibt oder trotzdem auf eine niedrigere Temperatur (aber nicht auf Raumtemperatur) absinken kann.

(3) Wenn der Hersteller für den Erzeugungswirkungsgrad einer Einzelheizung einen nach den vom Minister festgelegten Vorgaben bestimmten Wert vorweisen kann, darf dieser Wert anstelle des oben aufgeführten Standardwertes verwendet werden.

(4) Abweichungen von den oben stehenden Kategorien müssen nach Antrag auf Anwendung des Äquivalenzprinzips oder ggf. gemäß den vom Minister festgelegten Vorgaben berechnet werden. Ersatzweise kann auch der Standardwert 0,73 verwendet werden.

Die Symbole in der Tabelle sind wie folgt definiert:

$f_{NCV/GCV}$	Multiplikationsfaktor für das Verhältnis von Heizwert zu Brennwert des verwendeten Brennstoffs gemäß Annexe F der vorliegenden Anlage
$\eta_{30\ \%}$	Wirkungsgrad bei 30 % Teillast. Bei Warmlufterzeugern, deren Wirkungsgrad bei 30 % Teillast nicht gemessen werden kann, darf der Wert bei Vollast verwendet werden.
$\theta_{30\ \%}$	Kesseleingangstemperatur, bei der der Wirkungsgrad bei 30 % Teillast bestimmt wurde, in °C
$\theta_{ave,boiler}$	Anwendbare saisonale Durchschnittstemperatur des Kesselwassers in °C, wie nachstehend bestimmt
$\varepsilon_{cogen,th}$	Thermischer Wirkungsgrad der KWK-Anlage wie in Anlage A.2 Abschnitt A.2 des vorliegenden Erlasses bestimmt
$\eta_{heat,dh}$	Wirkungsgrad einer externen Wärmelieferung, zu bestimmen gemäß den vom Minister festgelegten Vorgaben

Bei Brennwertkesseln wird die saisonale Durchschnittstemperatur des Kesselwassers wie folgt bestimmt:

Gl. 95 $\theta_{ave,boiler} = 6,4 + 0,63 \cdot \theta_{return,design}$ (°C)

Dabei ist:

$\theta_{ave,boiler}$	die saisonale Durchschnittstemperatur des Kesselwassers in °C
$\theta_{return,design}$	die Auslegungs-Rücklauftemperatur des Wärmeabgabesystems in °C

Der Standardwert für die Auslegungs-Rücklauftemperatur beträgt 45 °C bei Flächenheizungen (Fußboden-, Wand- oder Deckenheizung) und 70 °C bei allen anderen Wärmeabgabesystemen. Wenn in einer Energiezone beide Arten von Systemen vorkommen, wird das System mit der höheren Auslegungs-Rücklauftemperatur berücksichtigt.[9]

Bessere Werte können verwendet werden, wenn sie den vom Minister festgelegten Vorgaben entsprechen oder ggf. auf Antrag auf Anwendung des Äquivalenzprinzip.

Der Erzeugungswirkungsgrad eines so genannten „Combilus-Systems" wird gemäß den vom Minister festgelegten Zusatzspezifikationen bestimmt.

[9] Es ist jederzeit möglich, eine Energiezone in mehrere kleinere Energiezonen zu unterteilen und für jede Energiezone das entsprechende Wärmeabgabesystem zu berücksichtigen.

10.2.3.3 Erzeugungswirkungsgrad elektrischer Wärmepumpen

Bei elektrischen Wärmepumpen entspricht der Erzeugungswirkungsgrad der Jahresarbeitszahl (JAZ). Die Jahresarbeitszahl gibt das Verhältnis der von der Wärmepumpe im Laufe der Heizperiode gelieferten Wärme zu der zu diesem Zweck erforderlichen Energie an. Die Jahresarbeitszahl hängt von der durchschnittlichen Temperatur des Verdampfers und der durchschnittlichen Temperatur des Kondensators im betreffenden Zeitraum und der für die Entnahme der Wärme an der Quelle und das Abtauen des Verdampfers benötigten Energie in diesem Zeitraum ab. Die Jahresarbeitszahl schwankt entsprechend der von der Wärmepumpe genutzten Wärmequelle:

- Erdwärme: Die Wärmepumpe pumpt ein Wärmeträgerfluid (im Allgemeinen eine Frostschutzlösung, z. B. ein Wasser-Glykol-Gemisch) über einen vertikal oder horizontal im Erdreich eingelassenen Wärmetauscher. Die dem Boden mit Hilfe dieses Wärmeträgerfluids entzogene Wärme wird an den Verdampfer geleitet. Als Alternativlösung kann das Kältemittel der Wärmepumpe direkt in erdverlegten Leitungen zirkulieren und dort verdampfen.
- Grundwasser: Das Grundwasser wird hochgepumpt, gibt seine Wärme an den Verdampfer ab und wird dann wieder in den Boden zurückgeleitet.
- Außenluft: Die Außenluft wird mit Hilfe eines Ventilators zum Verdampfer geführt und gibt dort ihre Wärme ab.
- Abluft: Die Abluft des Lüftungssystems wird zum Verdampfer geleitet und gibt dort ihre Wärme ab.

Der Minister kann zusätzliche und/oder abweichende Spezifikationen für die Berechnung von COP_{test} und JAZ festlegen.

Hinweis:

Im vorliegenden Text sind unter Wärmepumpen aktive Maschinen zu verstehen, die Wärme von einer Wärmequelle mit niedriger Temperatur aufnehmen und diese Wärme mit einer höheren Temperatur zur Raumheizung, Luftbefeuchtung oder Warmwasserbereitung abgeben. Für eine solche Temperaturerhöhung muss natürlich (eine geringe Menge) verwertbare Energie zugeführt werden.

Bei bestimmten Lüftungssystemen ist es auch möglich, die Wärme der Abluft mit Hilfe passiver Wärmetauscher auf die (kältere) Frischluft zu übertragen. Die Übertragung der Wärme erfolgt in diesem Fall auf ganz natürliche Weise von der höheren zur niedrigeren Temperatur ohne zusätzliche Energiezufuhr (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, Rohrbündelwärmeübertrager, Rückgewinnungssysteme etc.). Sie werden hier mit dem Oberbegriff Wärmerückgewinnungsgeräte bezeichnet. Die Bewertung der Energieeffizienz von Wärmerückgewinnungsgeräten erfolgt bei der Behandlung der Lüftungsverluste in Punkt 7.4.

Werden Wärmepumpen in der Lüftungsanlage eingesetzt, werden sie häufig mit Wärmerückgewinnungsgeräten kombiniert, da dies aus energetischer Sicht normalerweise attraktiver ist. Um eine doppelte Berücksichtigung zu vermeiden, bezieht sich der Leistungsfaktor der Wärmepumpe im vorliegenden Kapitel nur auf die Wärmepumpe im eigentlichen Sinn ohne Einbeziehung der Wirkung des Wärmerückgewinnungsgeräts, da diese bei der Berechnung im Kapitel Lüftung explizit berücksichtigt wird. Durch die Kombination der Bewertung der Wärmepumpe im engeren Sinn im Rahmen des vorliegenden Kapitels und der Bewertung des Wärmerückgewinnungsgeräts im Kapitel Lüftung ergibt sich bei der Bestimmung des charakteristischen Energieverbrauchs eine korrekte Bewertung des kombinierten Systems insgesamt.

Als Standardwert für $\eta_{gen,heat}$ für Wärmepumpen mit Luft als Wärmequelle und Wärmeträger wird 1,25 festgelegt. Für alle anderen Wärmepumpenarten wird als Standardwert für $\eta_{gen,heat}$ 2,00 festgelegt. Der Erzeugungswirkungsgrad kann mit der unten stehenden Methode auch detailliert bestimmt werden.

In diesem Fall entspricht der Erzeugungswirkungsgrad der Wärmepumpen der Jahresarbeitszahl (JAZ):

Gl. 96 $\eta_{gen,heat} = SPF$ (-)

Dabei ist:

Gl. 97 $$SPF = f_{\theta,heat} \cdot f_{\Delta\theta} \cdot f_{pumps} \cdot f_{AHU} \cdot COP_{test}$$ (-)

Dabei ist:

$f_{\theta,heat}$ ein Korrekturfaktor für die Differenz zwischen der Auslegungs-Vorlauftemperatur des Wärmeabgabesystems (oder ggf. Wärmespeichersystems) und der Ausgangstemperatur des Kondensators bei der Prüfung gemäß NBN EN 14511 bei Wasser als Wärmeübertragungsmedium

$f_{\Delta\theta}$ ein Korrekturfaktor für die Temperaturdifferenz zwischen dem Wärmeabgabesystem unter Auslegungsbedingungen (oder ggf. dem Wärmespeichersystem) und dem durch den Kondensator fließenden Wasser unter Prüfbedingungen gemäß NBN EN 14511 bei Wasser als Wärmeübertragungsmedium

f_{pumps} ein Korrekturfaktor für den Energieverbrauch einer Pumpe im Kreis zum Verdampfer

f_{AHU} ein Korrekturfaktor für die Differenz zwischen dem Auslegungs-Luftvolumenstrom und dem Luftvolumenstrom bei der Prüfung gemäß NBN EN 14511; f_{AHU} ist nur bei an die Lüftung angeschlossenen Wärmepumpen relevant.

COP_{test} die Leistungszahl (coefficient of performance) der Wärmepumpe gemäß NBN EN 14511 unter den in Tabelle [12] beschriebenen Prüfbedingungen:

Tabelle [12]: Prüfbedingungen für die Bestimmung von COP_{test}

Wärmequelle	Wärmeabgabe	Prüfbedingungen
Gemäß Tabelle 3 der Norm NBN EN 14511-2		
Außenluft, eventuell in Kombination mit Fortluft	Umluft, eventuell in Kombination mit Außenluft	A2/A20
Außenluft, eventuell in Kombination mit Fortluft	Nur Außenluft, ohne Verwendung eines Wärmerückgewinnungsgeräts	A2/A2
Nur Außenluft	Nur Außenluft, mit Verwendung eines Wärmerückgewinnungsgeräts	A2/A20
Nur Fortluft, ohne Verwendung eines Wärmerückgewinnungsgeräts	Umluft, eventuell in Kombination mit Außenluft	A20/A20
Nur Fortluft, ohne Verwendung eines Wärmerückgewinnungsgeräts	Nur Außenluft, ohne Verwendung eines Wärmerückgewinnungsgeräts	A20/A2
Nur Fortluft, mit Verwendung eines Wärmerückgewinnungsgeräts	Umluft, eventuell in Kombination mit Außenluft	A2/A20
Gemäß Tabelle 5 der Norm NBN EN 14511-2		
Erdreich über Wasserkreis	Umluft, eventuell in Kombination mit Außenluft	B0/A20
Erdreich über Wasserkreis	Nur Außenluft, ohne Verwendung eines Wärmerückgewinnungsgeräts	B0/A2
Erdreich über Wasserkreis	Nur Außenluft, mit Verwendung eines Wärmerückgewinnungsgeräts	B0/A20
Erdreich über Grundwasser	Umluft, eventuell in Kombination mit Außenluft	W10/A20
Erdreich über Grundwasser	Nur Außenluft, ohne Verwendung eines Wärmerückgewinnungsgeräts	W10/A2
Erdreich über Grundwasser	Nur Außenluft, mit Verwendung eines Wärmerückgewinnungsgeräts	W10/A20

Gemäß Tabelle 7 der Norm NBN EN 14511-2		
Erdreich über Wasserkreis	Wasser	B0/W35
Erdreich über Grundwasser	Wasser	W10/W35
Gemäß Tabelle 12 der Norm NBN EN 14511-2		
Nur Außenluft, eventuell in Kombination mit Fortluft, ohne Verwendung eines Wärmerückgewinnungsgeräts	Wasser	A2/W35
Nur Fortluft, ohne Verwendung eines Wärmerückgewinnungsgeräts	Wasser	A20/W35

Dabei ist:

A Luft als Medium (air). Die folgende Zahl ist die Eingangstemperatur bei trockener Thermometerkugel in °C.

B Zwischengeschalteter Wärmeträger mit niedrigerem Gefrierpunkt als Wasser (Sole). Die folgende Zahl ist die Eingangstemperatur des Verdampfers in °C.

W Wasser als Medium (water). Die folgende Zahl ist die Eingangstemperatur des Verdampfers oder die Ausgangstemperatur des Kondensators in °C.

Hinweis: Manche Prüfbedingungen entsprechen den „standard rating conditions" der Norm NBN EN 14511-2. Andere entsprechen den „application rating conditions". Die meisten Prüfbedingungen für die direkte Erwärmung der Außenluft wurden ergänzt: Diese speziellen Kombinationen oder Temperaturbedingungen tauchen so in der Norm nicht auf.

Korrekturfaktor $f_{\theta,heat}$

- Luft als Wärmeträger: $f_{\theta,heat}=1$
- Wasser als Wärmeträger:

Gl. 98 $$f_{\theta,heat} = 1 + 0{,}01 \cdot \left(43 - \theta_{supply,\ design}\right) \quad (-)$$

Dabei ist:

$\theta_{supply,design}$ die Vorlauftemperatur des Wärmeabgabesystems in °C bei Auslegungsbedingungen. Hier müssen nicht nur das Wärmeabgabesystem, sondern auch die Abmessungen eines eventuellen Pufferspeichers (maximale Speichertemperatur) berücksichtigt werden. Als Standardwert kann für Flächenheizungssysteme (Fußboden-, Wand- und Deckenheizung) $\theta_{supply,design}$ = 55 °C und für alle anderen Wärmeabgabesysteme $\theta_{supply,design}$ = 90 °C verwendet werden.

Wenn in einer Energiezone beide Systemarten vorkommen, wird das System mit der höheren Vorlauftemperatur berücksichtigt.[10]

[10] Es ist jederzeit möglich, eine Energiezone in mehrere kleinere Energiezonen zu unterteilen und für jede Energiezone das entsprechende Wärmeabgabesystem zu berücksichtigen.

Bessere Werte können verwendet werden, wenn sie den vom Minister festgelegten Vorgaben entsprechen oder ggf. auf Antrag auf Anwendung des Äquivalenzprinzip.

Korrekturfaktor $f_{\Delta\theta}$

- Luft als Wärmeträger: $f_{\Delta\theta} = 1$
- Wasser als Wärmeträger:

Gl. 99 $$f_{\Delta\theta} = 1 + 0{,}01 \cdot (\Delta\theta_{design} - \Delta\theta_{test}) \quad (-)$$

Dabei ist:

$\Delta\theta_{design}$ der Temperaturunterschied in °C zwischen Vorlauf und Rücklauf des Wärmeabgabesystems (oder gegebenenfalls des Wärmespeichersystems) unter Auslegungsbedingungen und $\boldsymbol{\Delta\theta}_{test}$ der Temperaturanstieg des durch den Kondensator fließenden Wassers in °C. Bei den Prüfungen gemäß der Norm NBN EN 14511 kann $f_{\Delta\theta} = 0{,}93$ als Standardwert verwendet werden.

Korrekturfaktor f_{pumps}

- Keine Pumpe für die Zuleitung der Wärme zum Verdampfer: $f_{pumps} = 1$ (Luft als Wärmequelle oder Direktverdampfung im Boden)
- Elektrische Leistung der Pumpe nicht bekannt: $f_{pumps} = 5/6$
- Elektrische Leistung der Pumpe (P_{pumps} in kW) bekannt:

Gl. 100 $$f_{pumps} = \frac{1}{1 + P_{pumps}/P_{HP}} \quad (-)$$

Dabei ist:

P_{HP} die elektrische Leistung (in kW) der Wärmepumpe gemäß der Norm NBN EN 14511 unter denselben Prüfbedingungen wie für die Bestimmung von COP_{test}

Korrekturfaktor f_{AHU}

Dieser Faktor ist nur relevant, wenn die Zuluft und/oder Abluft des Lüftungssystems genutzt wird.

- Abluft als einzige Wärmequelle (ohne vorheriges Mischen mit der Außenluft), Zuluft als einziger Wärmeträger (ohne Rückführung der Raumluft)

Gl. 101 $$f_{AHU} = \frac{0{,}51 + 0{,}7 \min(\dot{V}_{supply}; \dot{V}_{extr})/\dot{V}_{max}}{0{,}51 + 0{,}7\ \dot{V}_{test}/\dot{V}_{max}} \quad (-)$$

Als Standardwert kann verwendet werden: $f_{AHU} = 0{,}51$

- Abluft als einzige Wärmequelle (ohne vorheriges Mischen mit der Außenluft), wobei die Wärme nicht nur an die Zuluft abgegeben wird:

Gl. 102 $$f_{AHU} = \frac{0{,}75 + 0{,}35\ \dot{V}_{extr}/\dot{V}_{max}}{0{,}75 + 0{,}35\ \dot{V}_{test}/\dot{V}_{max}} \quad (-)$$

Als Standardwert kann verwendet werden: $f_{AHU} = 0{,}75$

- Zuluft als einziger Wärmeträger (ohne Rückführung der Raumluft), wobei die Abluft nicht die einzige Wärmequelle ist:

Gl. 103 $$f_{AHU} = \frac{0,75 + 0,35\ \dot{V}_{supply}/\dot{V}_{max}}{0,75 + 0,35\ \dot{V}_{test}/\dot{V}_{max}} \quad (-)$$

Als Standardwert kann verwendet werden: $f_{AHU} = 0,75$

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

Dabei ist:

$\dot{V}_{max}$ der maximale Luftvolumenstrom in der Anlage in m^3/h gemäß Herstellerangaben. Wenn der Hersteller eine Spanne angibt, wird der größte Wert verwendet.

$\dot{V}_{test}$ der Luftvolumenstrom in der Anlage in m^3/h bei der Prüfung gemäß NBN EN 14511

$\dot{V}_{extr}$ der Auslegungs-Abluftvolumenstrom in der Anlage in m^3/h

$\dot{V}_{supply}$ der Auslegungs-Zuluftvolumenstrom in der Anlage in m^3/h

10.3 Monatlicher Endenergieverbrauch für Warmwasserbereitung

10.3.1 Prinzip

Die für die Warmwasserbereitung erforderliche Energie kann von einem einzigen Erzeuger oder einer Kombination parallel geschalteter Geräte geliefert werden. Eventuell kann man für die verschiedenen Entnahmestellen im Bad und in der Küche verschiedene Erzeuger (oder eine Kombination von Geräten) verwenden. Für mehrere parallel geschaltete Geräte führen wir analog zur Heizung den Begriff des Haupt- und Nebengeräts ein. Wenn es keine parallel geschalteten Geräte gibt (gängigste Lösung), hat der Hauptwärmeerzeuger einen Anteil von 100 %. Die nachstehenden Formeln geben ergeben also den Verbrauch null für den Nebenwärmeerzeuger.

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

10.3.2 Berechnungsregel

Der monatliche Endenergieverbrauch für Warmwasserbereitung ergibt sich wie folgt:

Gl. 104 $$Q_{water,bath\ i,final,m,pref} = \frac{f_{water,bath\ i,m,pref} \cdot (1 - f_{as,water,bath\ i,m}) \cdot Q_{water,bath\ i,gross,m}}{\eta_{gen,water,bath\ i,m,pref} \cdot \eta_{stock,water,bath\ i,m,pref}} \quad (MJ)$$

Gl. 105 $$Q_{water,bath\ i,final,m,npref} = \frac{\left(1 - f_{water,bath\ i,m,pref}\right) \cdot (1 - f_{as,water,bath\ i,m}) \cdot Q_{water,bath\ i,gross,m}}{\eta_{gen,water,bath\ i,m,npref} \cdot \eta_{stock,water,bath\ i,m,npref}} \quad (MJ)$$

Gl. 106 $$Q_{water,sink\ i,final,m,pref} = \frac{f_{water,sink\ i,m,pref} \cdot (1 - f_{as,water,sink\ i,m}) \cdot Q_{water,sink\ i,gross,m}}{\eta_{gen,water,sink\ i,m,pref} \cdot \eta_{stock,water,sink\ i,m,pref}}$$ (MJ)

Gl. 107 $$Q_{water,sink\ i,final,m,npref} = \frac{\left(1 - f_{water,sink\ i,m,pref}\right) \cdot (1 - f_{as,water,sink\ i,m}) \cdot Q_{water,sink\ i,gross,m}}{\eta_{gen,water,sink\ i,m,npref} \cdot \eta_{stock,water,sink\ i,m,npref}}$$ (MJ)

Dabei ist:

$f_{water,m,pref}$ der monatliche Anteil des/der Hauptwärmeerzeuger(s) an der Gesamtwärmelieferung für Warmwasserbereitung, mit dem Index „bath i" bzw. „sink i" (-):

- Wenn es nur einen Wärmeerzeuger gibt, gilt: $f_{water,m,pref} = 1$
- Wenn es mehrere parallele Wärmeerzeuger gibt und wenn diese Geräte auch für die Raumheizung verwendet werden, wird der Wert Tabelle [9] bzw. Tabelle [10] entnommen.
- Wenn es mehrere parallele Wärmeerzeuger gibt und diese nur der Warmwasserbereitung dienen, ist $f_{water,m,pref}$ gleich dem Verhältnis der installierten Leistung des Hauptgeräts zur installierten Gesamtleistung aller Wärmeerzeuger für die Warmwasserbereitung.

$f_{as,m}$ der Anteil am Gesamtwärmebedarf, der mit dem Solarthermiesystem abgedeckt wird, bestimmt gemäß Punkt 10.4, jeweils mit dem Index „water,bath i" bzw. „water, sink i" für die Warmwasserbereitung für Dusche/Badewanne bzw. Küchenspüle

$Q_{water,bath\ i,gross,m}$ der monatliche Bruttoenergiebedarf in MJ für Warmwasserbereitung für eine Dusche oder Badewanne i, bestimmt gemäß Punkt 9.3.1

$Q_{water,sink\ i,gross,m}$ der monatliche Bruttoenergiebedarf für Warmwasserbereitung für eine Küchenspüle i in MJ, bestimmt gemäß Punkt 9.3.1

$\eta_{gen,water,bath\ i,m,pref}$ der monatliche Erzeugungswirkungsgrad der/des Hauptwärmeerzeuger/s für Warmwasserbereitung für eine Dusche oder Badewanne i, bestimmt gemäß Punkt 10.3.3 (-)

$\eta_{gen,water,bath\ i,m,n\ pref}$ der monatliche Erzeugungswirkungsgrad der/des Nebenwärmeerzeuger/s für Warmwasserbereitung für eine Dusche oder Badewanne i, bestimmt gemäß Punkt 10.3.3 (-)

$\eta_{gen,water,sink\ i,m,pref}$ der monatliche Erzeugungswirkungsgrad der/des Hauptwärmeerzeuger/s für Warmwasserbereitung für eine Küchenspüle i, bestimmt gemäß Punkt 10.3.3 (-)

$\eta_{gen,water,sink\ i,m,n\ pref}$ der monatliche Erzeugungswirkungsgrad der/des Nebenwärmeerzeuger/s für Warmwasserbereitung für eine Küchenspüle i, bestimmt gemäß Punkt 10.3.3 (-)

$\eta_{stock,water,bath\ i,m,pref}$ und $\eta_{stock,water,bath\ i,m,npref}$ der monatliche Speicherwirkungsgrad des Warmwasserspeichers für die angeschlossene Dusche oder Badewanne i mit dem Index „pref" bzw. „npref" für Haupt- oder Nebenwärmeerzeuger, bestimmt gemäß Punkt 10.3.3 (-)

$\eta_{stock,water,sink\ i,m,pref}$ und $\eta_{stock,water,sink\ i,m,npref}$ der monatliche Speicherwirkungsgrad des Warmwasserspeichers für die angeschlossene Küchenspüle i mit dem Index „pref" bzw. „npref" für Haupt- oder Nebenwärmeerzeuger, bestimmt gemäß Punkt 10.3.3 (-)

Wenn der Warmwasserspeicher an einen oder mehrere Hauptwärmeerzeuger und Nebenwärmeerzeuger angeschlossen ist (was oft der Fall ist), gilt mit dem Index „bath i" bzw. „sink i":

Gl. 255 $$\eta_{stock,water,m,pref} = \eta_{stock,water,m,npref}$$ (-)

10.3.3 Erzeugungswirkungsgrad der Warmwasserbereitung

10.3.3.1 Prinzip

Der Erzeugungswirkungsgrad und der Speicherwirkungsgrad der Warmwasserbereitung werden nach Möglichkeit mit Hilfe der Produktdaten bestimmt, die in der Europäischen Union harmonisiert angegeben werden.

Zu diesem Zweck wird im vorliegenden Text auf zwei Europäische Richtlinien verwiesen:

- EU-Richtlinie 2009/125/EG vom 21. Oktober 2009, die so genannte Ökodesign-Richtlinie, zur Schaffung eines Rahmens für die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung energiebetriebener Produkte
- Richtlinie 2010/30/EU vom 19. Mai 2010 über die Angabe des Verbrauchs an Energie und anderen Ressourcen durch energieverbrauchsrelevante Produkte mittels einheitlicher Etiketten und Produktinformationen

und insbesondere auf die Delegierten Verordnungen, die diese Richtlinien ergänzen:

- Verordnung (EU) Nr. 811/2013 der Kommission vom 18. Februar 2013 zur Ergänzung der Richtlinie 2010/30/EU des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Energiekennzeichnung von Raumheizgeräten, Kombiheizgeräten, Verbundanlagen aus Raumheizgeräten, Temperaturreglern und Solareinrichtungen sowie von Verbundanlagen aus Kombiheizgeräten, Temperaturreglern und Solareinrichtungen
- Verordnung (EU) Nr. 812/2013 der Kommission vom 18. Februar 2013 zur Ergänzung der Richtlinie 2010/30/EU des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Energieeffizienzkennzeichnung von Warmwasserbereitern, Warmwasserspeichern und Verbundanlagen aus Warmwasserbereitern und Solareinrichtungen
- Verordnung (EU) Nr. 813/2013 der Kommission vom 2. August 2013 zur Durchführung der Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Raumheizgeräten und Kombiheizgeräten
- Verordnung (EU) Nr. 814/2013 der Kommission vom 2. August 2013 zur Durchführung der Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Warmwasserbereitern und Warmwasserspeichern

Der Stromverbrauch durch Hilfsaggregate für die Warmwasserbereitung wurde ggf. beim Erzeugungswirkungsgrad eingerechnet. Der Energieverbrauch einer etwaigen Zündflamme wird gemäß Abschnitt 11.1.3 berechnet.

10.3.3.2 Einteilung von Warmwasserbereitungssystemen

Warmwasserbereitungssysteme können in unterschiedliche Kategorien eingeteilt werden:

- Systeme, für welche die Verordnung (EU) Nr. 811/2013 gilt, d. h. Wärmeerzeugungssysteme für Heizung und Warmwasserbereitung mit einer Nennleistung bis max. 70 kW, außer den in der Verordnung genannten Ausnahmen
- Systeme, für welche die Verordnung (EU) Nr. 813/2013 gilt, d. h. Wärmeerzeugungssysteme für Heizung und Warmwasserbereitung mit einer Nennleistung bis max. 400 kW, außer den in der Verordnung genannten Ausnahmen
- Systeme, für welche die Verordnung (EU) Nr. 812/2013 gilt, d. h. Systeme, die ausschließlich der Warmwasserbereitung dienen, mit einer Nennleistung bis

max. 70 kW und eventuell einem Speicher mit max. 500 Litern, außer den in der Verordnung genannten Ausnahmen

- Systeme, für welche die Verordnung (EU) Nr. 814/2013 gilt, d. h. Systeme, die ausschließlich der Warmwasserbereitung dienen, mit einer Nennleistung bis max. 400 kW und eventuell einem Speicher mit max. 2000 Litern, außer den in der Verordnung genannten Ausnahmen
- Systeme, für die keine der o. g. Verordnungen gilt. Dazu gehören insbesondere Wärmeerzeuger speziell für gasförmige oder flüssige Brennstoffe, die aus Biomasse gewonnen wurden, oder feste Brennstoffe (z. B. Pellets oder Kohle) sowie KWK-Anlagen mit einer elektrischen Spitzenleistung von mindestens 50 kW.

10.3.3.3 Für die Berechnung des Erzeugungswirkungsgrads und des Speicherwirkungsgrads von Warmwasser erforderliche Daten

Kursiv und unterstrichen gedruckte Begriffe werden in der anzuwendenden Verordnung definiert (Kursivdruck und Unterstreichung jeweils nur bei der ersten Nennung).

Als Klimaverhältnisse sind die *durchschnittlichen Klimaverhältnisse* zu berücksichtigen, die in den genannten Verordnungen definiert sind.

10.3.3.3.1 Systeme, für welche die Verordnung (EU) Nr. 811/2013 oder die Verordnung (EU) Nr. 812/2013 gilt

Für die Systeme, für welche die Verordnung (EU) Nr. 811/2013 oder die Verordnung (EU) Nr. 812/2013 gilt, sind folgende Eingangsdaten für die Berechnung des Erzeugungswirkungsgrads und des Speicherwirkungsgrads zu verwenden, die in der Verordnung (EU) Nr. 811/2013 und in der Verordnung (EU) Nr. 812/2013 definiert werden:

- *Warmwasserbereitungs-Energieeffizienz* η_{wh} in % bzw. ersatzweise *Energieeffizienzklasse der Warmwasserbereitung*
- *Angegebenes Lastprofil*
- Ggf. *Warmhalteverluste* (eines *Warmwasserspeichers*) S in W

Diese Daten können aus folgenden Quellen stammen:

- einem Etikett im Sinne von Anhang III der geltenden Verordnung
- einem Produktdatenblatt im Sinne von Anhang IV der geltenden Verordnung
- den technischen Unterlagen im Sinne von Anhang V der geltenden Verordnung
- den in den in Anhang VI der geltenden Verordnung genannten Fällen bereitzustellenden Informationen

Bei *solarbetriebenen Warmwasserspeichern* entspricht die Energieeffizienz (bzw. ggf. die Energieeffizienzklasse) der *Warmwasserbereitungs-Energieeffizienz des Warmwasserbereiters* $\eta_{wh,nonsol}$ laut Definition in Anhang VIII der geltenden Verordnung, wobei die Leistung des Sonnenkollektors gemäß Punkt 10.4 bewertet wird. Falls $\eta_{wh,nonsol}$ allerdings nicht verfügbar ist, wird der solarbetriebene Warmwasserbereiter gemäß Punkt 10.3.3.3.3 und 10.3.3.4.2 bewertet, auch wenn für ihn eine der genannten Verordnungen gilt.

Für *Kombiheizgeräte* mit *Solareinrichtung* entspricht die zu berücksichtigende Energieeffizienz (bzw. ggf. die Energieeffizienzklasse) der Energieeffizienz für

die Warmwasserbereitung alleine ohne Berücksichtigung der Solareinrichtung, deren Leistung gemäß Punkt 10.4 bewertet wird.

Falls die Warmwasserbereitungs-Energieeffizienz η_{wh} nicht bekannt ist, die Energieeffizienzklasse jedoch bekannt ist, kann die Energieeffizienz η_{wh} als Mindestenergieeffizienz für das entsprechende angegebene Lastprofil berücksichtigt werden, das in der Verordnung (EU) Nr. 811/2013 und in der Verordnung (EU) Nr. 812/2013 definiert und in Tabelle [30] angegeben wird.

Tabelle [30]: Mindestenergieeffizienz η_{wh} in % der Warmwasserbereitungs-Energieeffizienzklassen entsprechend dem angegebenen Lastprofil gemäß Verordnung (EU) Nr. 811/2013 und Verordnung (EU) Nr. 812/2013

		Angegebenes Lastprofil							
		3XS	XXS	XS	S	M	L	XL	XXL
Energieeffizienzklasse	A^{+++}	62	62	69	90	163	188	200	213
	A^{++}	53	53	61	72	130	150	160	170
	A^{+}	44	44	53	55	100	115	123	131
	A	35	35	38	38	65	75	80	85
	B	32	32	35	35	45	50	55	60
	C	29	29	32	32	36	37	38	40
	D	26	26	29	29	33	34	35	36
	E	22	23	26	26	30	30	30	32
	F	19	20	23	23	27	27	27	28

Anmerkung 1 Nach der Verordnung (EU) Nr. 813/2013 und der Verordnung (EU) Nr. 814/2014 ist das Inverkehrbringen von Warmwasserbereitern mit einer Energieeffizienz unter der Mindestenergieeffizienzklasse E seit 26. September 2015 nicht mehr erlaubt (außer in den in der Verordnung (EU) Nr. 814/2013 genannten Ausnahmefällen).

Anmerkung 2 Die Verordnung (EU) Nr. 811/2013 und die Verordnung (EU) Nr. 812/2013 sehen eine Klasse G für Systeme vor, deren Energieeffizienz unter der Mindestenergieeffizienzklasse F liegt. In Anbetracht von Anmerkung 1 und angesichts des unten erläuterten Standardwerts wird diese Klasse in Tabelle [30] nicht berücksichtigt.

Wenn weder die Warmwasserbereitungs-Energieeffizienz noch die Energieeffizienzklasse bekannt sind oder wenn das angegebene Lastprofil nicht bekannt ist, wird der Standardwert η_{wh} = 22 % verwendet.

10.3.3.3.2 Systeme, für welche die Verordnung (EU) Nr. 813/2013 oder die Verordnung (EU) Nr. 814/2013 gilt

Dies betrifft Systeme, für welche die Verordnung (EU) Nr. 813/2013 oder die Verordnung (EU) Nr. 814/2013 gilt, nicht jedoch die Verordnung (EU) Nr. 811/2013 und die Verordnung (EU) Nr. 812/2013, also Systeme mit einer Nennleistung zwischen 70 kW und 400 kW oder Systeme mit einer Speicherkapazität von 500 l bis 2000 l. Für diese Systeme sind folgende Eingangsdaten für die Berechnung des Erzeugungswirkungsgrads und des Speicherwirkungsgrads zu verwenden, die in der Verordnung (EU) Nr. 813/2013 und in der Verordnung (EU) Nr. 814/2013 definiert werden:

- Warmwasserbereitungs-Energieeffizienz η_{wh} in %
- Angegebenes Lastprofil
- Ggf. Warmhalteverluste (eines Warmwasserspeichers) S in W

Diese Daten können den technischen Unterlagen oder einer anderen Informationsquelle entnommen werden, die den Anforderungen in Artikel 4 und Anhang II der geltenden Verordnung entsprechen.

Für Kombiheizgeräte mit Solareinrichtung entspricht die zu berücksichtigende Energieeffizienz der Energieeffizienz für die Warmwasserbereitung alleine ohne Berücksichtigung der Solareinrichtung, deren Leistung gemäß Punkt 10.4 bewertet wird.

Wenn die Warmwasserbereitungs-Energieeffizienz nicht bekannt ist, wird der Standardwert η_{wh} = 32 % verwendet.

10.3.3.3.3 Systeme, für welche die genannten Verordnungen nicht gelten

Für Systeme, die nicht unter die Verordnung (EU) Nr. 811/2013, die Verordnung (EU) Nr. 812/2013, die Verordnung (EU) Nr. 813/2013 oder die Verordnung (EU) Nr. 814/2013 fallen, sind keine spezifischen Daten erforderlich. Der Erzeugungswirkungsgrad und der Speicherwirkungsgrad werden anhand der allgemeinen Systemkenndaten beurteilt.

10.3.3.4 Berechnungsregeln für den Erzeugungswirkungsgrad und den Speicherwirkungsgrad der Warmwasserbereitung

10.3.3.4.1 Systeme, für welche die genannten Verordnungen gelten

Der Erzeugungswirkungsgrad $\eta_{gen,water}$ und der Speicherwirkungsgrad $\eta_{stock,water}$ eines so genannten „Combilus-Systems" wird gemäß den ergänzenden Spezifikationen des Ministers bestimmt.

Erzeugungswirkungsgrad $\eta_{gen,water}$

Für Warmwasserbereitungsanlagen, die unter die Verordnung (EU) Nr. 811/2013, die Verordnung (EU) Nr. 812/2013, die Verordnung (EU) Nr. 813/2013 oder die Verordnung (EU) Nr. 814/2013 fallen, wird der Erzeugungswirkungsgrad (für den Brennwert) $\eta_{gen,water}$ gemäß Gl. 256 bestimmt.

Gl. 256 Wenn der Energieträger nicht Strom ist:

$$\eta_{gen,water} = (\eta_{wh} / 100) \cdot f_{stock>gen,water} \cdot f_{dim,gen,water}$$

Wenn der Energieträger Strom ist:

$$\eta_{gen,water} = (\eta_{wh} / 100) \cdot CC \cdot f_{stock>gen,water} \cdot f_{dim,gen,water} \quad (-)$$

Dabei ist:

η_{wh}	Warmwasserbereitungs-Energieeffizienz in %, angegeben für den Brennwert, bestimmt wie in Punkt 10.3.3.3.1 oder 10.3.3.3.2 erläutert
CC	Umrechnungskoeffizient (für Strom) wie in den genannten Verordnungen definiert, mit dem Wert 2,50 (-)
$f_{stock>gen,water}$	Korrekturfaktor für die Berücksichtigung des Einflusses der Speicherung auf den Erzeugungswirkungsgrad (-), wie unten angegeben bestimmt
$f_{dim,gen,water}$	Korrekturfaktor zur Berücksichtigung der Auslegung der Warmwasserbereitungsanlage (-), dieser Faktor ist derzeit konventionell als 1,00 festgelegt

Korrekturfaktor $f_{stock>gen,water}$ und Speicherwirkungsgrad $\eta_{stock,water}$

Wenn keine Speicherung erfolgt (etwa bei einem Durchlauferhitzer) oder wenn die Warmwasserbereitungs-Energieeffizienz in die Speicherung integriert bestimmt wird (etwa bei einem in den Warmwasserbereiter integrierten Warmwasserspeicher), so gilt:

- $f_{stock>gen,water} = 1,00$
- $\eta_{stock,water} = 1,00$

Wenn eine Speicherung erfolgt und wenn die Warmwasserbereitungs-Energieeffizienz ungeachtet des Vorhandenseins der Speicherung bestimmt wird (etwa bei einem getrennten Warmwasserspeicher) oder wenn man nicht weiß, ob die Warmwasserbereitungs-Energieeffizienz in die Speicherung integriert bestimmt wird oder nicht, so gilt:

- $f_{stock>gen,water} = 1,02$
- $\eta_{stock,water,m}$ wird für jeden Monat gemäß folgender Formel bestimmt:

Gl. 257
$$\eta_{stock,water,m} = \frac{Q_{stock,water,gross,m}}{(Q_{stock,water,gross,m} + Q_{loss,stock,water,m})} \quad (-)$$

Dabei ist:

$Q_{stock,water,gross,m}$ Monatlicher Bruttoenergiebedarf für die Warmwasserbereitung insgesamt für sämtliche Entnahmestellen des Warmwasserspeichers in MJ, bestimmt gemäß Gl. 258

$Q_{loss,stock,water,m}$ Monatliche Speicherverluste des Warmwasserspeichers in MJ, bestimmt gemäß Gl. 259

Dabei ist:

Gl. 258 $$Q_{stock,water,gross,m} = \sum_{bath\ j} Q_{water,bath\ j,gross,m} + \sum_{sink\ k} Q_{water,sink\ k,gross,m} \quad (MJ)$$

Dabei ist:

$Q_{water,bath\ i,gross,m}$ Monatlicher Bruttoenergiebedarf für Warmwasserbereitung für eine Dusche oder Badewanne i in MJ, bestimmt gemäß Punkt 9.3.1

$Q_{water,sink\ i,gross,m}$ Monatlicher Bruttoenergiebedarf für Warmwasserbereitung für eine Küchenspüle i in MJ, bestimmt gemäß Punkt 9.3.1

Für alle Duschen oder Badewannen j und für alle Küchenspülen k, die an den Warmwasserspeicher angeschlossen sind, ist die Summe zu bilden.

Der monatliche Speicherverlust des Warmwasserspeichers berechnet sich wie folgt:

Gl. 259 $$Q_{loss,stock,water,m} = S . t_m \quad (MJ)$$

Dabei ist:

S Warmhalteverluste des Warmwasserspeichers in W gemäß Definition in Punkt 10.3.3.3 bzw. ggf. ersatzweise gemäß Gl. 260

t_m Länge des betreffenden Monats in Ms gemäß Tabelle [1]

Wenn die Warmhalteverluste S nicht bekannt sind, ist folgender Standardwert zu verwenden:

Gl. 260 $$S = 31 + 16{,}66 . V^{0,4} \quad (W)$$

Dabei ist:

V Fassungsvermögen des Warmwasserspeichers in Liter

Wenn das Fassungsvermögen des Warmwasserspeichers nicht bekannt ist, ist folgender Standardwert zu verwenden: V = 2000 Liter

10.3.3.4.2 Systeme, für welche die genannten Verordnungen nicht gelten

Bei Systemen, für welche die genannten Verordnungen nicht gelten, werden der Erzeugungs- und der Speicherwirkungsgrad nicht getrennt, sondern zusammen ermittelt. Die unten genannten Berechnungswerte gelten sowohl für Warmwasserbereiter, die nur Warmwasser erhitzen, als auch für Geräte, die sowohl für die Raumheizung als auch für die Warmwasserbereitung genutzt werden.

Der Wirkungsgrad $\eta_{gen,water} . \eta_{stock,water}$ eines so genannten „Combilus-Systems" wird gemäß den ergänzenden Spezifikationen des Ministers bestimmt.

Andere Geräte als Brennergeräte

Für andere Geräte als Brennergeräte wird das Produkt von Erzeugungswirkungsgrad $\eta_{gen,water}$ und Speicherwirkungsgrad $\eta_{stock,water}$ in Tabelle [31] angegeben.

Tabelle [31]: Berechnungswerte für ($\eta_{gen,water}$. $\eta_{stock,water}$) für andere Geräte als Brennergeräte

	Durchlauferhitzer[11]	Mit Wärmespeicherung[12]
Elektrische Widerstandsheizung	0,75	0,70
Elektrische Wärmepumpe	1,45	1,40
Lokale Kraft-Wärme-Kopplung (1)	$\varepsilon_{cogen,th}$	$\varepsilon_{cogen,th}$ - 0,05
Externe Wärmelieferung	$\eta_{water,dh}$	$\eta_{water,dh}$ – 0,05
Sonstiges	Äquivalenz (2)	

(1) Diese Berechnungswerte beinhalten bereits den Wirkungsgrad für den Brennwert.

(2) Ausnahmen von den genannten Kategorien müssen auf Antrag auf Anwendung des Äquivalenzprinzips oder ggf. nach den Vorgaben des Ministers behandelt werden.

Die Symbole in der Tabelle sind wie folgt definiert:

$T_{cogen,th}$ thermischer Wirkungsgrad der KWK-Anlage wie in Anlage A.2 Abschnitt A.2 des vorliegenden Erlasses bestimmt

$\eta_{water,dh}$ zu berücksichtigender Wirkungsgrad für die Lieferung externer Wärme für die Warmwasserbereitung, im Einzelnen nach den Vorgaben des Ministers zu bestimmen oder mit dem Standardwert 0,97 zu berechnen

Brennergeräte

Bei Brennergeräten sind mehrere Konstellationen denkbar:

- Für Einzelbrennergeräte[13] gilt:
  - Für Durchlauferhitzer: $\eta_{gen,water}$. $\eta_{stock,water}$ = 0,50

[11] Bei Durchlauferhitzern wird nur dann Wärme erzeugt, wenn Warmwasser entnommen wird. Es erfolgt keine Speicherung des Warmwassers in der Anlage. Sobald kein Warmwasser mehr entnommen wird, hört auch die Wärmeerzeugung auf und das gesamte System kühlt auf Raumtemperatur ab (sofern nicht erneut Warmwasser entnommen wird).

[12] Warmwasserbereitungsanlagen mit Wärmespeicher halten eine bestimmte Wärmemenge in einem Speicherbehälter vor, auch wenn kein Warmwasser entnommen wird. Die Wärme kann entweder als Warmwasser an sich oder als Kesselwasser gespeichert werden. In letzterem Fall wird das Warmwasser über einen Wärmetauscher erneut aufgeheizt, wenn Warmwasser entnommen wird. Dasselbe Produkt von Erzeugungs- und Speicherwirkungsgrad gilt auch, wenn die Anlage die Wärme nicht permanent vorhält, sondern in bestimmten Zeiten frei abkühlen kann (beispielsweise nachts).

[13] Damit sind Brennergeräte gemeint, mit denen nur eine EEW-Einheit versorgt wird (also kein Mehrfamilienhaus).

- Für Geräte mit Wärmespeicherung: $\eta_{gen,water} \cdot \eta_{stock,water} = 0,45$

- Für Gemeinschaftsbrennergeräte[14] mit einer Nennleistung bis 70 kW und eventuell einer Speicherkapazität bis 500 Liter gilt:
  - Für Durchlauferhitzer: $\eta_{gen,water} \cdot \eta_{stock,water} = 0,50$
  - Für Geräte mit Wärmespeicherung: $\eta_{gen,water} \cdot \eta_{stock,water} = 0,45$

- Für Gemeinschaftsbrennergeräte[14] mit einer Nennleistung über 70 kW oder eventuell mit einer Speicherkapazität über 500 Liter wird das Produkt von Erzeugungswirkungsgrad $\eta_{gen,water}$ und Speicherwirkungsgrad $\eta_{stock,water}$ in Tabelle [32] angegeben.

Tabelle [32]: Berechnungswerte für ($\eta_{gen,water} \cdot \eta_{stock,water}$) für Gemeinschaftsbrennergeräte für Warmwasser mit einer Nennleistung über 70 kW und einer eventuellen Speicherkapazität über 500 Liter

Art Warmwasserspeicher	Ohne Warmwasser speicher	Indirekt beheizte(r) Warmwasserspeicher (1)			Direkt beheizte(r) Warmwasserspeicher (2)
Dämmstärke x des bzw. der Warmwasserspeicher in mm / Heizkesseltyp	---	20 mm ≤ x	10 mm ≤ x < 20 mm	0 mm ≤ x < 10 mm	0 mm ≤ x
Kein Brennwertkessel	0,75	0,75	0,67	0,60	0,50
Brennwertkessel	0,85	0,85	0,76	0,68	
(1) Mit Verwendung eines Wärmeträgers (2) Mit einem Direkterwärmungssystem im Gerät selbst					

Anmerkung: Diese Berechnungswerte beinhalten bereits den Wirkungsgrad für den Brennwert.

10.4 Monatlicher Nutzenergiebeitrag eines Solarthermiesystems

Der monatliche Nutzenergiebeitrag eines Solarthermiesystems wird wie folgt bestimmt:

- Falls das System für die Raumheizung und die Warmwasserbereitung genutzt wird, sei auf Punkt 10.4.1 verwiesen.
- Falls es nur für die Warmwasserbereitung genutzt wird, sei auf Punkt 10.4.2 verwiesen.
- Falls die Energiezone i nicht an ein Solarthermiesystem angeschlossen ist, beträgt $f_{as,heat,sec\ i,m}$ null.

[14] Damit sind Geräte gemeint, mit denen mehrere EEW-Einheiten oder ein Mehrfamilienhaus versorgt werden.

- Falls eine spezielle Entnahmestelle (Badewanne oder Dusche i oder Küchenspüle i) nicht an ein Solarthermiesystem angeschlossen ist, beträgt $f_{as,water,bath\ i,m}$ und/oder $f_{as,water,sink\ i,m}$ jeweils null.

10.4.1 Raumheizung und Warmwasserbereitung

10.4.1.1 Vereinfachter Ansatz

Der monatliche Nutzenergiebeitrag (als Anteil des Gesamtwärmebedarfs) eines Solarthermiesystems für Heizung und Warmwasserbereitung wird wie folgt bestimmt:[15]

Gl. 108
$$f_{as,heat,sec\ i,m} = f_{as,water,bath\ i,m} = f_{as,water,sink\ i,m} = \min\left(1\ ;\ \eta_{as,sh+wh,m} Q_{as,m} / Q_{demand,as,sh+wh,m}\right) \quad (-)$$

Dabei ist:

Gl. 109
$$Q_{as,m} = \sum_j \left(A_{as,j}\ .\ I_{as,m,shad,j}\right) \quad (MJ)$$

Gl. 110
$$Q_{demand,as,sh+wh,m} = Q_{demand,as,water,m} + \sum_i Q_{heat,gross,sec\ i,m} \quad (MJ)$$

Gl. 111
$$Q_{demand,as,water,m} = \sum_i \left(Q_{water,bath\ i,gross,m} + Q_{water,sink\ i,gross,m}\right) \quad (MJ)$$

und dabei ist:

$\eta_{as,sh+wh,m}$	Monatsmittel des Wirkungsgrads des Solarthermiesystems (-)
$Q_{as,m}$	Monatliche Sonneneinstrahlung des Solarthermiesystems unter Berücksichtigung der Verschattung in MJ
$Q_{demand,as,sh+wh,m}$	Gesamtwärmebedarf in MJ, zu dem das Solarenergiesystem beiträgt
$A_{as,j}$	Aperturfläche der Kollektoren des Solarthermiesystems mit Ausrichtung j in m²
$I_{as,m,shad,j}$	Sonneneinstrahlung der Kollektorfläche mit Ausrichtung j im jeweiligen Monat unter Berücksichtigung der Verschattung in MJ/m², bestimmt gemäß Annexe C der vorliegenden Anlage
$Q_{demand,as,water,m}$	Monatlicher Wärmebedarf für die Warmwasserbereitung in MJ, zu dem das Solarenergiesystem beiträgt
$Q_{heat,gross,sec\ i,m}$	Monatlicher Nettoenergiebedarf für die Beheizung der Energiezone i in MJ, bestimmt gemäß Punkt 9.2.1
$Q_{water,bath\ i,gross,m}$	Monatlicher Bruttoenergiebedarf für die Warmwasserbereitung für eine Dusche oder Badewanne i in MJ, bestimmt gemäß Punkt 9.3.1
$Q_{water,sink\ i,gross,m}$	Monatlicher Bruttoenergiebedarf für die Warmwasserbereitung für eine Küchenspüle i in MJ, bestimmt gemäß Punkt 9.3.1

[15] Der englische Begriff für f lautet 'solar fraction', nachfolgend übersetzt mit 'Solaranteil'. Theoretisch kann er zwischen 0 (Beitrag der Solarenergie = null) und 1 (Deckung des gesamten Bedarfs) liegen.

Für alle Ausrichtungen j und alle von der Solaranlage mit Wärme für die Heizung belieferten Energiezonen i und alle von der Solaranlage mit Wärme für die Warmwasserbereitung versorgten Duschen, Badewannen und Küchenspülen i ist die Summe zu bilden.

Das konstante Monatsmittel des Wirkungsgrads der Solarthermieanlage wird wie folgt berechnet:

Gl. 112 Wenn $\sum_i Q_{heat,gross,sec\ i,\ m} > 0$:

$$\eta_{as\ sh+wh,m} = \min\left\{\max\left(0\ ;\ 0{,}16 + 0{,}2\ \frac{Q_{demand,as,water,a}}{Q_{as,a}} + 0{,}015\sqrt{\frac{\sum_i Q_{heat,gross,sec\ i,m}}{Q_{as,m}}}\right)\ ;\ 0{,}8\right\}$$

Wenn $\sum_i Q_{heat,gross,sec\ i,\ m} = 0$:

$$\eta_{as,sh+wh,m} = \min\left\{\max\left(0\ ;\ 0{,}16 + 0{,}2\ \frac{Q_{demand,as,water,a}}{Q_{as,a}}\right)\ ;\ 0{,}8\right\} \ldots. \quad (-)$$

Dabei ist:

$Q_{demand,as,water,a}$ Jahreswärmebedarf der Anlage für die Warmwasserbereitung in MJ (entspricht der Summe der 12 Werte des monatlichen Bruttoenergiebedarfs für die Warmwasserbereitung $Q_{demand,as,water,m}$ in MJ)

$Q_{heat,gross,sec\ i,m}$ Monatlicher Nettoenergiebedarf für die Beheizung der Energiezone i in MJ, bestimmt gemäß Punkt 9.2.1

$Q_{as,a}$ Jährliche Sonneneinstrahlung des Solarthermiesystems in MJ (entspricht der Summe der Sonneneinstrahlung in jedem der 12 Monate in MJ)

Für alle Energiezonen i, denen das Solarthermiesystem Wärme für die Heizung liefert, ist die Summe zu bilden.

10.4.1.2 Ausführliche Berechnung

Wenn die Auslegung des Solarthermiesystems und die Kenndaten aller Komponenten bekannt sind, kann der monatliche Nutzenergiebeitrag (Solaranteil) mit einem vom Minister anerkannten geeigneten Berechnungsprogramm bestimmt werden. Der Verbrauch von Hilfsaggregaten (z. B. Umwälzpumpe) muss außerdem mit dem Umrechnungsfaktor in Primärenergie für Strom multipliziert und bei der Bestimmung des monatlichen Nutzenergiebeitrags abgezogen werden.

10.4.2 Warmwasser

10.4.2.1 Vereinfachtes Verfahren

Der monatliche Nutzenergiebeitrag (entspricht dem Gesamtwärmebedarf der Anlage) eines Solarthermiesystems, das ausschließlich zur Warmwasserbereitung beiträgt, berechnet sich wie folgt:

Gl. 113 $f_{as,water,bath\ i,m} = f_{as,water,sink\ i,m} = \min\left(1 ; \eta_{as,water,m} \cdot Q_{as,m} / Q_{demand,as,water,m}\right)$ (-)

Dabei ist:

$\eta_{as,water,m}$ Monatsmittel des Wirkungsgrads des Solarthermiesystems

$Q_{as,m}$ Monatliche Sonneneinstrahlung des Solarthermiesystems unter Berücksichtigung der Verschattung in MJ, bestimmt gemäß Punkt 10.4.1.1

$Q_{demand,as,water,m}$ Monatlicher Gesamtwärmebedarf der Anlage für die Warmwasserbereitung in MJ, bestimmt gemäß Punkt 10.4.1.1

Das Monatsmittel des Wirkungsgrads der Solarthermieanlage berechnet sich wie folgt:

Gl. 114 $$\eta_{as,water,m} = \min\left\{\max\left(0 ; 0{,}16 + 0{,}20 \cdot \frac{Q_{demand,as,water,a}}{Q_{as,a}}\right) ; 0{,}8\right\}$$ (-)

Dabei ist:

$Q_{demand,as,water,a}$ Jahreswärmebedarf für die Warmwasserbereitung in MJ, zu dem das Solarthermiesystem beiträgt (entspricht der Summe der 12 Werte des monatlichen Bruttoenergiebedarfs für Warmwasserbereitung $Q_{demand,as,water,m}$ in MJ)

$Q_{as,a}$ Jährliche Sonneneinstrahlung des Solarthermiesystems in MJ (entspricht der Summe der Sonneneinstrahlung in jedem der 12 Monate in MJ)

10.4.2.2 Ausführliche Berechnung

Wenn die Auslegung des Solarthermiesystems und die Kenndaten aller Komponenten bekannt sind, kann der monatliche Nutzenergiebeitrag (Solaranteil) mit einem vom Minister anerkannten geeigneten Berechnungsprogramm bestimmt werden. Der Verbrauch von Hilfsaggregaten (z. B. Umwälzpumpe) muss außerdem mit dem Umrechnungsfaktor in Primärenergie für Strom multipliziert und bei der Bestimmung des monatlichen Nutzenergiebeitrags abgezogen werden.

10.5 Äquivalenter monatlicher Energieverbrauch für Kühlung

Wenn der überschüssige Wärmegewinn zu hoch ist, ist das Überhitzungsrisiko sehr groß. Auch wenn beim Bau noch keine aktive Kühlung vorgesehen wurde, kann dies nachträglich noch geschehen. Aus diesem Grund berücksichtigt man in diesem Fall ebenfalls einen fiktiven äquivalenten Verbrauch für Kühlung (siehe Kapitel 8).

Der äquivalente monatliche Stromverbrauch für Kühlung wird wie folgt bestimmt:

Gl. 115 $$Q_{cool,final,sec\ i,m} = \frac{Q_{cool,net,sec\ i,m}}{8{,}1}$$ (kWh)

Dabei ist:

$Q_{cool,net,sec\ i,m}$ Nettomonatsbedarf an Energie für die Kühlung einer Energiezone i, bestimmt gemäß Punkt 8.5

8,1 das Produkt des pauschalen Systemwirkungsgrads (0,9), einer pauschalen EER des Kühlsystems (2,5) und des Umrechnungsfaktors von MJ in kWh (3,6)

11 Monatlicher Energieverbrauch der Hilfsaggregate

11.1 Monatlicher Energieverbrauch für die Hilfsfunktionen

11.1.1 Prinzip

Der konventionelle Energieverbrauch für die Hilfsfunktionen wird in diesem Kapitel bestimmt. Die Umrechnung in den Primärenergieverbrauch erfolgt in Punkt 13.5.

11.1.2 Berechnungsregel für den Stromverbrauch von Hilfsaggregaten für die Raumheizung

Der monatliche Stromverbrauch für Hilfsfunktionen wird wie folgt bestimmt:

Gl. 116
$$W_{aux,heat,m} = \sum_{j} \left(\frac{\sum_{i} Q_{heat,gross,sec\ i,m}}{\sum_{i} Q_{heat,gross,sec\ i,a}} \right) \cdot W_{aux,heat,j} \quad \text{(kWh)}$$

Dabei ist:

Gl. 117
$$Q_{heat,gross,sec\ i,a} = \sum_{m=1}^{12} Q_{heat,gross,sec\ i,m} \quad \text{(MJ)}$$

und dabei ist:

$Q_{heat,gross,sec\ i,m}$ der monatliche Bruttoenergiebedarf für die Beheizung des Energiesektors i in MJ, berechnet gemäß Abschnitt 9.2

$W_{aux,heat,j}$ der Stromverbrauch für die zur Anlage gehörenden Hilfsfunktion in kWh gemäß Tabelle [15]

Für alle Geräte vom Typ j, die die EEW-Einheit versorgen, ist die Summe zu bilden, und zwar jeweils für alle Energiezonen i der betreffenden EEW-Einheit, die mit einem Gerät vom Typ j versorgt werden.

Ein etwaiger Energieverbrauch von Hilfsaggregaten für Einzelheizungen wurde bereits bei dem Erzeugungswirkungsgrad berücksichtigt und wird deshalb bei diesen Berechnungen deshalb nicht mehr betrachtet.

Tabelle [15]: Berechnungswerte für den Stromverbrauch der Hilfsfunktionen von Anlagen zur Raumheizung
($V_{sec\ i}$: Volumen des Energiesektors i)

Gerät/Komponente	**Ausführung**	**Hilfsenergie-verbrauch $W_{aux,heat,j}$ (kWh)**
Umwälzpumpe pro Wohneinheit	Ohne Regelung der Umwälzpumpe	0,70 . $\Sigma V_{sec\ i}$
	Mit Regelung der Umwälzpumpe	0,35 . $\Sigma V_{sec\ i}$
Umwälzpumpe für mehrere Wohneinheiten	Bei getrennter Warmwasserversorgung: Umwälzpumpe nur für die Raumbeheizung (Betrieb nur in der Heizperiode)	0,35 . $\Sigma V_{sec\ i}$
	Die Umwälzpumpe dient auch der Warmwasserversorgung mit einem anderen Versorgungskreis: ganzjährig im Betrieb	0,70 . $\Sigma V_{sec\ i}$
Andere Umwälzpumpen	Zusätzliche Umwälzpumpe bei Verwendung eines Speichers für die Heizung	0,10 . $\Sigma V_{sec\ i}$
	Zusätzliche Umwälzpumpe zwischen dem Wärmeerzeuger und den Kollektoren/Verteilleitungen	0,10 . $\Sigma V_{sec\ i}$
	Zusätzliche Umwälzpumpe für einen Wärmetauscher in einem Luftbehandlungsaggregat	0,10 . $\Sigma V_{sec\ i}$
Kessel/Generator	Integrierter Ventilator	0,30 . $\Sigma V_{sec\ i}$
Kessel/Generator	Elektronik	0,20 . $\Sigma V_{sec\ i}$

Für alle Energiebereiche i der betreffenden EEW-Einheit, die mit dem Gerät versorgt werden, ist die Summe zu bilden. Bei einem Luftbehandlungsaggregat sind das alle Energiezonen, denen erwärmte Luft zugeführt wird.

11.1.3 Berechnungsregel des Energieverbrauchs der Zündflamme

Der monatliche Hilfsenergieverbrauch der Zündflamme für alle 12 Monate des Jahres[16] ist das Produkt der Länge eines Monats und der Summe der Leistung aller Zündflammen:

Gl. 118 $$Q_{pilot,m} = t_m \sum_j P_{pilot,j} \quad \text{(MJ)}$$

Dabei ist:

t_m Länge des betreffenden Monats in Ms gemäß Tabelle [1]

$P_{pilot,j}$ fester Rechenwert für die Leistung einer Zündflamme (80 W)

[16] Konventionell wird davon ausgegangen, dass die Zündflamme in jedem Fall ganzjährig in Betrieb ist.

Für alle Wärmeerzeuger j mit Zündflamme muss die Summe gebildet werden, egal ob sie für die Raumheizung und/oder für die Warmwasserbereitung dienen. Einzige Ausnahme sind Einzelheizungen. Für sie wurde der Verbrauch der Zündflamme bereits beim Erzeugungswirkungsgrad berücksichtigt.

Wenn ein Gerät mit Zündflamme mehrere EEW-Einheiten versorgt, wird der Verbrauch der Zündflamme jeder dieser EEW-Einheiten anteilig zu ihrem jeweiligen Volumen zugerechnet.

11.2 Monatlicher Stromverbrauch der Ventilatoren

11.2.1 Prinzip

Bei der Berechnung des monatlichen Stromverbrauchs der Ventilatoren werden Ventilatoren in mechanischen Lüftungssystemen für Hygienelüftung und/oder in Warmluftheizungsanlagen berücksichtigt. Davon ausgenommen sind Abzugsventilatoren von A- oder B-Systemen, die der Anmerkung 3 in Abschnitt 4.3.1.3 der Norm NBN D50-001 entsprechen.

Folgende Ventilatoren werden demnach nicht berücksichtigt: Zusatzventilatoren für andere Anwendungen (etwa eine Dunstabzugshaube) und Ventilatoren für die Belüftung, mit denen ausschließlich Räume belüftet werden, für welche keine Anforderungen hinsichtlich der Hygienelüftung gelten.

Bei der Berechnung des Stromverbrauchs kann ein vereinfachtes Verfahren (Verfahren 1, siehe Punkt 11.2.2) oder ein ausführliches Verfahren (Verfahren 2 und Verfahren 3, siehe Punkt 11.2.3) angewandt werden. Die Entscheidung für Verfahren 1, 2 oder 3 gilt für die gesamte EEW-Einheit.

Mit „Lüftungsmodus" ist in den folgenden Abschnitten gemeint, dass der Ventilator nur für die Hygienelüftung, also die Frischluftzufuhr (oder ggf. die Versorgung des Aufenthaltsbereichs mit aufbereiteter Luft) bzw. für den Luftabzug ins Freie betrieben wird. Mit „Heizmodus" ist gemeint, dass der Ventilator läuft, damit die (teilweise umgewälzte) erwärmte Luft in die angeschlossenen Räume geleitet wird. Eine Hygienelüftung kann damit kombiniert sein, muss aber nicht.

11.2.2 Monatlicher Stromverbrauch der Ventilatoren - vereinfachtes Verfahren (Verfahren 1)

Beim vereinfachten Verfahren berechnet sich der monatliche Stromverbrauch der Ventilatoren einer EEW-Einheit insgesamt wie folgt:

Gl. 261 $$W_{aux,fans,m} = \sum_{z} W_{aux,fans,zonez,m} \quad \text{(kWh)}$$

Dabei ist:

$W_{aux,fans,zone\ z,m}$ Monatlicher Stromverbrauch der Ventilatoren in der Lüftungszone z in kWh, wie nachstehend bestimmt

Für alle Lüftungszonen der EEW-Einheit muss die Summe gebildet werden.

Der monatliche Stromverbrauch der Ventilatoren einer Lüftungszone wird wie folgt bestimmt:

Gl. 262 $$W_{aux,fans,zonez,m} = t_m \cdot \left(f_{vent,zonez,m} \cdot \Phi_{fans,vent,zonez} + f_{heat,zonez,m} \cdot \Phi_{fans,heat,zonez}\right) / 3,6 \quad \text{(kWh)}$$

Dabei ist:

t_m Länge des betreffenden Monats in Ms, siehe Tabelle [1]

$f_{vent,zone\ z,m}$ Konventioneller monatlicher Zeitanteil, in dem die Ventilatoren einer Lüftungszone z im Lüftungsmodus betrieben werden (ohne Einheit), bestimmt gemäß Punkt 11.2.2.3

$\Phi_{fans,vent,zone\ z}$ Berechnungswert der elektrischen Leistung aller Ventilatoren der Lüftungszone z im Lüftungsmodus insgesamt in W, bestimmt gemäß Punkt 11.2.2.1

$f_{heat,zone\ z,m}$ Konventioneller monatlicher Zeitanteil, in dem die Ventilatoren einer Lüftungszone z im Heizmodus betrieben werden (ohne Einheit), bestimmt gemäß Punkt 11.2.2.3

$\Phi_{fans,heat,zone\ z}$ Berechnungswert der elektrischen Leistung aller Ventilatoren der Lüftungszone z im Heizmodus insgesamt in W, bestimmt gemäß Punkt 11.2.2.2

11.2.2.1 Standardberechnungswert für die elektrische Leistung im Lüftungsmodus

Als Berechnungswert für die elektrische Leistung aller Ventilatoren der Lüftungszone z im Lüftungsmodus insgesamt werden die Werte in Tabelle [16] zugrunde gelegt.

Tabelle [16]: Standardberechnungswert für die elektrische Leistung im Lüftungsmodus ($V_{sec\ i}$: Volumen der Energiezone i)

Lüftungsanlage	**Ventilatorart**	**Leistung $\Phi_{fans,vent,zone\ z}$ (W)**
Natürlicher Zustrom, natürliche Ableitung	n. zutr.	0
Mechanische Zuluft- oder Abluftanlage	Wechselstromventilator	0,125 $\Sigma V_{sec\ i}$
	Gleichstromventilator	0,085 $\Sigma V_{sec\ i}$
Mechanische Zu- und Abluftanlage	Wechselstromventilator	0,235 $\Sigma V_{sec\ i}$
	Gleichstromventilator	0,150 $\Sigma V_{sec\ i}$
Mechanische Abluftanlage mit Nutzung der Abluft als Wärmequelle für eine Wärmepumpe	Wechselstromventilator	0,145 $\Sigma V_{sec\ i}$
	Gleichstromventilator	0,100 $\Sigma V_{sec\ i}$
Mechanische Zu- und Abluftanlage mit Nutzung der Abluft als Wärmequelle für eine Wärmepumpe	Wechselstromventilator	0,270 $\Sigma V_{sec\ i}$
	Gleichstromventilator	0,185 $\Sigma V_{sec\ i}$

Bei der Anwendung von Tabelle [16] wird der Wert für Gleichstromventilatoren zugrunde gelegt, wenn alle Ventilatoren in der Lüftungszone z mit einem bürstenlosen Gleichstrommotor angetrieben werden (EC-Motor). In allen anderen Fällen ist der Wert für Wechselstromventilatoren zu verwenden.

Für das Volumen aller Energiezonen i der jeweiligen Lüftungszone ist die Summe zu bilden.

11.2.2.2 Standardberechnungswert für die elektrische Leistung im Heizmodus

Als Berechnungswert für die elektrische Leistung aller Ventilatoren der Lüftungszone z im Heizmodus insgesamt werden die Werte in Tabelle [17] zugrunde gelegt.

Tabelle [17]: Standardberechnungswert für die elektrische Leistung im Heizmodus ($V_{sec\ i}$: Volumen der Energiezone i)

Lüftungsanlage	Ventilatorregelung	Leistung $\Phi_{fans,heat,zone\ z}$ (W)
Keine Warmluftheizung	n. zutr.	0
Warmluftheizung	Keine Regelung oder nicht-automatische Regelung	0,780 . $\Sigma V_{sec\ i}$
	Automatische Regelung	0,525 . $\Sigma V_{sec\ i}$

Für das Volumen aller Energiezonen i der jeweiligen Lüftungszone ist die Summe zu bilden.

11.2.2.3 Bestimmung des konventionellen monatlichen Zeitanteils, in dem die Ventilatoren im Lüftungs- oder im Heizmodus betrieben werden

Der konventionelle monatliche Zeitanteil, in dem die Ventilatoren der Lüftungszone z im Lüftungs- oder im Heizmodus betrieben werden, wird wie folgt berechnet:

- Wenn die Ventilatoren in der Lüftungszone z nur für Heizung eingesetzt werden und nicht für Hygienelüftung, gilt für alle Monate:
  - $f_{vent,zone\ z,m} = 0$
  - $f_{heat,zone\ z,m}$ wie mit **Gl. 264** bestimmt
- Wenn die Ventilatoren in der Lüftungszone z nur für Hygienelüftung eingesetzt werden und nicht für Warmluftheizung, gilt für alle Monate:
  - $f_{vent,zone\ z,m} = 1$
  - $f_{heat,zone\ z,m} = 0$
- Wenn in der Lüftungszone z gleichzeitig Ventilatoren für Hygienelüftung und Ventilatoren für Warmluftheizung eingesetzt werden (oder wenn es Ventilatoren gibt, die für beide Zwecke eingesetzt werden), so gilt für alle Monate m:

Gl. 263 $f_{vent,zone\ z,m} = 1 - f_{heat,zone\ z,m}$ (-)

Gl. 264 $$f_{heat,zone\ z,m} = \min\left[1; \sum_i Q_{heat,gross,sec\ i,m} \Big/ \left(1000 \cdot P_{nom,zonez} \cdot t_m\right)\right] \quad (-)$$

Dabei ist:

$Q_{heat,gross,sec\ i,m}$	Monatlicher Bruttoenergiebedarf für Heizung der Energiezone i in MJ, bestimmt gemäß Punkt 9.2.1
$P_{nom,zone\ z}$	Summe der Nennleistung der Warmlufterzeuger, mit denen die Lüftungszone z versorgt wird, in kW
t_m	Länge des betreffenden Monats in Ms, siehe Tabelle [1]

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

11.2.3 Monatlicher Stromverbrauch der Ventilatoren - ausführliche Berechnung

Beim ausführlichen Berechnungsverfahren berechnet sich der monatliche Stromverbrauch aller Ventilatoren einer EEW-Einheit insgesamt wie folgt:

Gl. 265 $$W_{aux,fans,m} = \sum_j W_{aux,fans,m,j} \quad \text{(kWh)}$$

Dabei ist:

$W_{aux,fans,m,j}$ Monatlicher Stromverbrauch des Ventilators (der Ventilatorengruppe) j in kWh, wie nachstehend bestimmt

Für alle Ventilatoren(-gruppen) j, die zur Hygienelüftung der EEW-Einheit beitragen (Zuluft und/oder Luftabzug und/oder Umwälzung), und alle Ventilatoren für die Warmluftheizung (eventuell kombiniert mit Hygienelüftung) ist die Summe zu bilden.

Der monatliche Stromverbrauch des Ventilators (der Ventilatorengruppe) j wird wie folgt bestimmt:

Gl. 266 $$W_{aux,fans,m,j} = t_m \cdot \left(f_{vent,m,j} \cdot \Phi_{fans,vent,j} + f_{heat,m,j} \cdot \Phi_{fans,heat,j}\right) / 3,6 \quad \text{(kWh)}$$

Dabei ist:

t_m Länge des betreffenden Monats in Ms, siehe Tabelle [1]

$f_{vent,zone\ z,m}$ Konventioneller monatlicher Zeitanteil, in dem die Ventilatoren einer Lüftungszone z im Lüftungsmodus betrieben werden (ohne Einheit), bestimmt gemäß Punkt 11.2.2.3

$\Phi_{fans,vent,zone\ z}$ Berechnungswert der elektrischen Leistung aller Ventilatoren der Lüftungszone z im Lüftungsmodus insgesamt in W, bestimmt gemäß Punkt 11.2.2.1

$f_{heat,zone\ z,m}$ Konventioneller monatlicher Zeitanteil, in dem die Ventilatoren einer Lüftungszone z im Heizmodus betrieben werden (ohne Einheit), bestimmt gemäß Punkt 11.2.2.3

$\Phi_{fans,heat,zone\ z}$ Berechnungswert der elektrischen Leistung aller Ventilatoren der Lüftungszone z im Heizmodus insgesamt in W, bestimmt gemäß Punkt 11.2.2.2

11.2.3.1 Berechnungswert der elektrischen Leistung im Lüftungsmodus - ausführliche Berechnung

Der Berechnungswert der elektrischen Leistung im Lüftungsmodus kann wahlweise mit einem der beiden folgenden Verfahren bestimmt werden:

- Verfahren 2: Bestimmung des Berechnungswerts bei einem repräsentativen Betriebspunkt anhand der installierten elektrischen Leistung (Punkt 11.2.3.1.1)
- Verfahren 3: Bestimmung des Berechnungswerts bei einem repräsentativen Betriebspunkt anhand der gemessenen elektrischen Leistung in Nennstellung (Punkt 11.2.3.1.2)

Wenn mit einem Ventilator (einer Ventilatorengruppe) mehrere EE-(EEW- oder BSE-)Einheiten[17] bedient werden, etwa bei einem zentralen System für mehrere Wohnungen, wird der Berechnungswert der elektrischen Leistung in der jeweiligen Zone z bestimmt durch Multiplikation:

- des nachfolgend bestimmten Gesamtberechnungswerts
- des Verhältnisses zwischen dem Höchstwert des für die jeweilige EEW-Einheit verlangten Volumenstroms und der Summe des Höchstwerts der für alle Lüftungszonen verlangten Volumenströme, die mit dem betreffenden Ventilator bedient werden.

Wenn mit einem Ventilator (einer Ventilatorengruppe) auch die Luftzufuhr und/oder Luftabsaugung in Räumen gewährleistet wird, für die keine Anforderungen hinsichtlich der Hygienelüftung gelten, kann für diese Räume kein (zusätzlicher) Abzug geltend gemacht werden.

11.2.3.1.1 Option Verfahren 2: Bestimmung des Berechnungswerts anhand der installierten elektrischen Leistung

Der Berechnungswert wird gleichzeitig für alle Ventilatoren bestimmt, mit denen eine Lüftungszone versorgt wird.

Wenn mit einem Ventilator (einer Ventilatorengruppe) mehrere Lüftungszonen und/oder EE-(EEW- oder BSE-)Einheiten versorgt werden, wird der Berechnungswert gleichzeitig für alle Ventilatoren bestimmt, mit denen all diese Lüftungszonen und/oder EE-Einheiten versorgt werden.

Das Verfahren besteht aus zwei Schritten:

Schritt 1: Bestimmung des Verhältnisses der Volumenströme am repräsentativen Betriebspunkt und in Nennstellung

Das Verhältnis der Volumenströme $\beta_{\dot{V}}$ wird wie in Punkt 11.2.3.1.3 beschrieben bestimmt.

Schritt 2: Bestimmung der elektrischen Leistung am repräsentativen Betriebspunkt

Die elektrische Leistung eines jeden Ventilators (einer jeden Ventilatorengruppe) j im Lüftungsmodus am repräsentativen Betriebspunkt wird wie folgt bestimmt:

Gl. 267 $$\Phi_{fans,vent,j} = f_{ctrl,j} \cdot P_{fans,max,j} \quad (W)$$

Dabei ist:

$f_{ctrl,j}$ Reduktionsfaktor (ohne Einheit) für die Art der Volumenstromregelung des Systems für den Ventilator (die Ventilatorengruppe) j, einschließlich Bedarfslüftung, bestimmt gemäß Punkt 11.2.3.1.4

$P_{fans,max,j}$ Maximale elektrische Leistung des Elektromotors oder der Elektromotor-Ventilator-Kombination des Ventilators (der Ventilatorengruppe) j in W

[17] Wenn mit dem Ventilator auch Bereiche für Nichtwohnzwecke versorgt werden, ist statt dem Höchstwert der verlangten Volumenströme der Auslegungswert zu berücksichtigen.

Eine Definition der maximalen elektrischen Leistung findet sich in Punkt 2 der vorliegenden Anlage.

11.2.3.1.2 Option Verfahren 3: Bestimmung des Berechnungswerts anhand der gemessenen elektrischen Leistung in Nennstellung

Der Berechnungswert wird gleichzeitig für alle Ventilatoren bestimmt, mit denen eine oder mehrere Lüftungszonen versorgt werden.

Wenn mit einem Ventilator (einer Ventilatorengruppe) mehrere EE-(EEW- oder BSE-)Einheiten versorgt werden, wird der Berechnungswert gleichzeitig für alle Ventilatoren bestimmt, mit denen all diese EE-Einheiten versorgt werden.

Das Verfahren besteht aus drei Schritten, für die eventuell ergänzende Bedingungen gelten:

Schritt 1: Einstellen der Nennstellung und Messen der Volumenströme und der aufgenommenen elektrischen Leistung

Alle Ventilatoren werden auf Nennstellung gestellt. In allen Räumen, die mit den Ventilatoren versorgt werden, wird dann der Volumenstrom der mechanischen Frischluftzufuhr $\dot{V}_{mech.supply,rm\ r}$ (bei Aufenthaltsräumen ggf. einschließlich des umgewälzten Volumenstroms) und/oder der Volumenstrom des mechanischen Luftabzugs ins Freie $\dot{V}_{mech.extr,rmr}$ gemessen. Für jeden Ventilator (jede Ventilatorengruppe) wird anschließend vor Ort die aufgenommene elektrische Leistung $P_{fans,nom,j}$ gemäß den vom Minister festgelegten Vorgaben gemessen.

Für jeden Raum r, in dem ein mechanischer Zuluftstrom durch einen oder mehrere Ventilatoren(-gruppe(n)) erzeugt wird, muss folgende Bedingung erfüllt werden:

Gl. 268 $\dot{V}_{mech.supply,rm\ r} \geq \dot{V}_{req,supply,rm\ r}$ (m³/h)

Für jeden Raum r, in dem ein mechanischer Abluftstrom durch einen oder mehrere Ventilatoren(-gruppe(n)) erzeugt wird, muss folgende Bedingung erfüllt werden:

Gl. 269 $\dot{V}_{mech.extr,rm\ r} \geq \dot{V}_{req,extr,rm\ r}$ (m³/h)

Dabei ist:

$\dot{V}_{req,supply,rm\ r}$	Verlangter Frischluftstrom im Raum r in m³/h
$\dot{V}_{req,extr,rmr}$	Verlangter Abluftstrom ins Freie im Raum r in m³/h
$\dot{V}_{mech.supply,rm\ r}$	In Schritt 1 von 11.2.3.1.2 gemessener Frischluftstrom in Raum r, bei Aufenthaltsräumen ggf. inklusive des umgewälzten Luftstroms, in m³/h
$\dot{V}_{mech.extr,rmr}$	In Schritt 1 von 11.2.3.1.2 gemessener Abluftstrom ins Freie in m³/h

Wenn diese Bedingungen nicht erfüllt werden, muss Verfahren 2 oder Verfahren 1 angewandt werden (vereinfachte Berechnung).

Schritt 2: Bestimmung des Verhältnisses der Volumenströme am repräsentativen Betriebspunkt und in Nennstellung

Das Verhältnis der Volumenströme $\beta_{\dot{V}}$ wird wie in 11.2.3.1.3 beschrieben bestimmt.

Das Verhältnis der Volumenströme $\beta_{\dot{V}}$ muss kleiner/gleich 1 sein. Wenn diese Bedingung nicht erfüllt wird, muss Verfahren 2 oder Verfahren 1 angewandt werden (vereinfachte Berechnung).

Schritt 3: Bestimmung der elektrischen Leistung am repräsentativen Betriebspunkt

Die elektrische Leistung eines jeden Ventilators (einer jeden Ventilatorengruppe) j im Lüftungsmodus am repräsentativen Betriebspunkt wird wie folgt bestimmt:

Gl. 270 $$\Phi_{fans,vent,j} = f_{ctrl,j} \cdot P_{fans,nom,j} \quad (W)$$

Dabei ist:

$f_{ctrl,j}$ Reduktionsfaktor (ohne Einheit) für die Art der Volumenstromregelung des Systems für den Ventilator (die Ventilatorengruppe) j, einschließlich Bedarfslüftung, bestimmt gemäß Punkt 11.2.3.1.4

$P_{fans,nom,j}$ In Nennstellung gemessene Leistungsaufnahme des Ventilators (der Ventilatorengruppe) j in W, wie in Schritt 1 bestimmt

11.2.3.1.3 Bestimmung des Verhältnisses der Volumenströme am repräsentativen Betriebspunkt und in Nennstellung

Das Verhältnis der Volumenströme $\beta_{\dot{V}}$ wird wie folgt bestimmt.

- Wenn Verfahren 2 angewandt wird:
  - Bei einem System B:

Gl. 271 $$\beta_{\dot{V}} = \min\left(1;0,65 \cdot \frac{\sum_{z} \dot{V}_{req,zonez}}{\sum_{r} \dot{V}_{req,supply,rmr}}\right) \quad (-)$$

  - Bei einem System C:

Gl. 272 $$\beta_{\dot{V}} = \min\left(1;0,65 \cdot \frac{\sum_{z} \dot{V}_{req,zonez}}{\sum_{r} \dot{V}_{req,extr,rmr}}\right) \quad (-)$$

  - Bei einem System D:

Gl. 273 $$\beta_{\dot{V}} = \min\left(1;0,65 \cdot \frac{\sum_{z} \dot{V}_{req,zonez}}{\min\left(\sum_{r} \dot{V}_{req,supply,rmr};\sum_{r} \dot{V}_{req,extr,rmr}\right)}\right) \quad (-)$$

- Wenn Verfahren 3 angewandt wird:
  - Bei einem System B:

Gl. 274 $$\beta_{\dot{V}} = \max\left[0,65;0,65\cdot\frac{\sum_{z}\dot{V}_{req,zonez}}{\sum_{r}\dot{V}_{mech.supply,rmr}}\right] \quad (-)$$

  - Bei einem System C:

Gl. 275 $$\beta_{\dot{V}} = \max\left[0,65;0,65\cdot\frac{\sum_{z}\dot{V}_{req,zonez}}{\sum_{r}\dot{V}_{mech.extr,rmr}}\right] \quad (-)$$

  - Bei einem System D:

Gl. 276 $$\beta_{\dot{V}} = \max\left[0,65;0,65\cdot\frac{\sum_{z}\dot{V}_{req,zonez}}{\min\left(\sum_{r}\dot{V}_{mech.supply,rmr};\sum_{r}\dot{V}_{mech.extr,rmr}\right)}\right] \quad (-)$$

Dabei ist:

$\dot{V}_{req,zonez}$ Höchstwert der in der Lüftungszone verlangen Volumenströme in m³/h, wie nachstehend bestimmt

$\dot{V}_{req,supply,rm\ r}$ Verlangter Frischluftstrom im Raum r in m³/h

$\dot{V}_{req,extr,rmr}$ Verlangter Abluftstrom ins Freie im Raum r in m³/h

$\dot{V}_{mech.supply,rm\ r}$ In Schritt 1 von 11.2.3.1.2 gemessener Frischluftstrom in Raum r, bei Aufenthaltsräumen ggf. inklusive des umgewälzten Luftstroms, in m³/h

$\dot{V}_{mech.extr,rmr}$ In Schritt 1 von 11.2.3.1.2 gemessener Abluftstrom ins Freie in m³/h

Für alle Räume r und alle Lüftungszonen z und/oder alle EE-(EEW- oder BSE-)Einheiten, die mit dem Ventilator (der Ventilatorengruppe) versorgt werden, ist die Summe zu bilden.

Der Höchstwert der in der Lüftungszone z verlangten Volumenströme wird wie folgt bestimmt:

Gl. 277 $$\dot{V}_{req,zonez} = \max\left(\sum_{r}\dot{V}_{req,supply,rmr};\sum_{r}\dot{V}_{req,extr,rmr}\right) \quad (m^3/h)$$

Dabei ist:

$\dot{V}_{req,supply,rm\ r}$ Verlangter Frischluftstrom im Raum r in m³/h

$\dot{V}_{req,extr,rmr}$ Verlangter Abluftstrom ins Freie im Raum r in m³/h

Für alle Räume der Lüftungszone z ist die Summe zu bilden.

11.2.3.1.4 Reduktionsfaktor für die Art der Volumenstromregelung (und Bedarfslüftung)

Der Reduktionsfaktor $f_{ctrl,j}$ zur Berücksichtigung der Art der Volumenstromregelung des Systems für den Ventilator (die Ventilatorengruppe) j einschließlich Bedarfslüftung wird bestimmt, indem die Regelstrategie des Lüftungssystems und die Art der Drehzahlsteuerung des Ventilators wie in Tabelle [33] angegeben berücksichtigt werden.

Wenn der Reduktionsfaktor $f_{ctrl,j}$ für eine Ventilatorengruppe j berechnet wird, die mehrere Ventilatoren umfasst, ist die Regelstrategie des Lüftungssystems und die Art der Drehzahlsteuerung des Ventilators möglicherweise für die unterschiedlichen Ventilatoren nicht gleich. Als Reduktionsfaktor $f_{ctrl,j}$ der Ventilatorengruppe j gilt dann der höchste Wert der einzelnen Reduktionsfaktoren $f_{ctrl,j}$, die für jeden Ventilator der Ventilatorengruppe gesondert bestimmt wurden.

Tabelle [33]: Berechnungsformeln für $f_{ctrl,j}$ für unterschiedliche Konfigurationen

Regelstrategie des Lüftungssystems / Drehzahlsteuerung des Ventilators	Variable Drehzahlsteuerung, variabler Druck	Variable Drehzahlsteuerung, konstanter Druck	Drosselung und alle anderen Steuerungsarten
EC-Motor mit geregelter Kommutierung oder Asynchronmotor mit Frequenzsteuerung	$0.2+0.8\cdot(f_{reduc}\cdot\beta_{\dot{V}})^3$	$0.4+0.6\cdot(f_{reduc}\cdot\beta_{\dot{V}})^2$	1
WS-Motor mit Spannungsregelung (mit Trafo oder Halbleitern)	$0.4+0.6\cdot(f_{reduc}\cdot\beta_{\dot{V}})^3$	$0.4+0.6\cdot(f_{reduc}\cdot\beta_{\dot{V}})^2$	1
Alle anderen Arten von Motor- oder Ventilatorsteuerung	1	1	1

Dabei ist:

Gl. 278 $f_{reduc} = f_{reduc,vent,heat,zonez}$ (-)

und dabei ist:

$\beta_{\dot{V}}$ Verhältnis der Volumenströme am repräsentativen Betriebspunkt und in Nennstellung, bestimmt gemäß 11.2.3.1.3 (-)

f_{reduc} Reduktionsfaktor für Lüftung in der Lüftungszone z für den monatlichen Stromverbrauch der Ventilatoren (-)

$f_{reduc,vent,heat,zonez}$ Reduktionsfaktor für Lüftung in der Lüftungszone z für die Heizungsberechnungen, bestimmt gemäß 7.8.6 (-)

Zur Anwendung der Regelstrategie „Variable Drehzahlsteuerung, variabler Druck" müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:

- Nur variable Drehzahl:
  - Der Ventilator j darf nur eine einzige EEW-Einheit versorgen.
  - Das Zu- oder Abluftnetz, zu dem der Ventilator gehört, darf nur eine Drehzahlsteuerung des Ventilators j haben und darf keine (manuelle oder automatische) Drosselvorrichtung zur (raum- oder zonenweisen, zentralen oder manuellen) Steuerung dieses Netzes haben.
  - Bei einer manuellen Steuerung muss der Ventilator j mit einem Steuerschalter bedient werden können, der in der betreffenden EEW-Einheit zugänglich ist und mindestens drei Einstellpositionen hat.
- Drehzahlsteuerung mit Drosselung:
  - Mit dem Ventilator j können eine oder mehrere EEW-Einheiten versorgt werden.
  - Das Zu- oder Abluftnetz, zu dem der Ventilator j gehört, muss mit selbsttätigen Klappen für die raum- oder zonenweise oder die zentrale Steuerung des Netzes ausgestattet sein:
    - Bei raumweiser Steuerung muss jeder Raum, der mit dem Ventilator j versorgt wird, eine selbsttätige Klappe haben.
    - Bei zonenweiser Steuerung muss jede Zone, die mit dem Ventilator j versorgt wird, eine selbsttätige Klappe haben.
    - Bei zentraler Steuerung (nur wenn der Ventilator j mehrere EEW-Einheiten versorgt) muss jede EEW-Einheit, die mit dem Ventilator j versorgt wird, eine selbsttätige Klappe haben.
  - Die Drehzahl des Ventilators j und das Öffnen der diversen selbsttätigen Klappen des Zu- oder Abluftnetzes, zu dem der Ventilator j gehört, müssen zusammen gesteuert werden, so dass permanent mindestens eine Klappe vollständig geöffnet ist.

Zur Anwendung der Regelstrategie „Variable Drehzahlsteuerung, konstanter Druck" müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:

- Der Ventilator j muss ein selbstregelnder Ventilator sein, der einen konstanten Druck erzeugt.
- Das Zu- oder Abluftnetz, zu dem der Ventilator j gehört, muss mit Klappen für die raum- oder zonenweise, zentrale oder manuelle Steuerung des Netzes ausgestattet sein:
  - Raum- oder zonenweise Steuerung:
    - Mit dem Ventilator j können eine oder mehrere EEW-Einheiten versorgt werden.
    - Bei raumweiser Steuerung muss jeder Raum, der mit dem Ventilator j versorgt wird, eine selbsttätige Klappe haben.
    - Bei zonenweiser Steuerung muss jede Zone, die mit dem Ventilator j versorgt wird, eine selbsttätige Klappe haben.
  - Zentrale oder manuelle Steuerung:
    - Mit dem Ventilator j können mehrere EEW-Einheiten versorgt werden.
    - Bei zentraler Steuerung muss jede Zone, die mit dem Ventilator j versorgt wird, eine selbsttätige Klappe haben.
    - Bei manueller Steuerung muss jede EEW-Einheit, die mit dem Ventilator j versorgt wird, eine manuell mit einem Steuerschalter einstellbare Klappe haben, der in der betreffenden EEW-Einheit zugänglich ist und mindestens drei Einstellpositionen hat.

11.2.3.2 Berechnungswert der elektrischen Leistung im Heizmodus - ausführliche Berechnung

Die elektrische Leistung eines jeden Ventilators (jeder Ventilatorengruppe) j im Heizmodus wird wie folgt bestimmt:

Gl. 279 $\Phi_{fans,heat,j} = P_{fans,max,j}$ (W)

Dabei ist:

$P_{fans,max,j}$ Maximale elektrische Leistung des Elektromotors oder der Elektromotor-Ventilator-Kombination des Ventilators (der Ventilatorengruppe) j in W

Eine Definition der maximalen elektrischen Leistung findet sich in Punkt 2 der vorliegenden Anlage.

Wenn mit einem Ventilator (einer Ventilatorengruppe) auch die Heizung mehrerer EE-(EEW- oder BSE-)Einheiten versorgt wird, etwa bei einem zentralen System für mehrere Wohnungen, wird der Berechnungswert der elektrischen Leistung bestimmt durch Multiplikation:

- des nachfolgend bestimmten Gesamtberechnungswerts:
- des Verhältnisses vom maximalen Auslegungswert in der betreffenden EEW-Einheit zum maximalen Gesamtauslegungswert des Ventilators

11.2.3.3 Bestimmung des konventionellen monatlichen Zeitanteils, in dem die Ventilatoren im Lüftungs- oder im Heizmodus betrieben werden

Der konventionelle monatliche Zeitanteil, in dem ein Ventilator j im Heizmodus betrieben wird, wird wie folgt berechnet:

- Wenn der Ventilator j nur für Heizung eingesetzt wird und nicht für technische Lüftung, gilt für alle Monate:
  - $f_{vent,m,j} = 0$
  - $f_{heat,m,j}$ wie bestimmt mit **Gl. 281**
- Wenn der Ventilator j nur für Hygienelüftung eingesetzt wird und nicht für Warmluftheizung, gilt für alle Monate:
  - $f_{vent,m,j} = 1$
  - $f_{heat,m,j} = 0$
- Wenn der Ventilator j sowohl für Hygienelüftung als auch für Warmluftheizung eingesetzt wird, gilt für alle Monate m:

Gl. 280 $f_{vent,m,j} = 1 - f_{heat,m,j}$ (-)

Gl. 281 $$f_{heat,m,j} = \min\left[1; \sum_i Q_{heat,gross,sec\ i,m} \Big/ \left(1000 \cdot P_{nom,j} \cdot t_m\right)\right]$$ (-)

Dabei ist:

$Q_{heat,gross,sec\ i,m}$ Monatlicher Bruttoenergiebedarf für Heizung der Energiezone i in MJ, bestimmt gemäß Punkt 9.2.1

$P_{nom,j}$ Nennleistung des Warmlufterzeugers[18] in kW

t_m Länge des betreffenden Monats in Ms, siehe Tabelle [1]

Für alle Energiezonen i mit Warmluftheizung durch den Ventilator j ist die Summe zu bilden.

Wenn mit einem Ventilator j auch Räume außerhalb der jeweiligen EEW-Einheit beheizt werden, wird der Zähler (der monatliche Bruttoenergiebedarf) multipliziert mit dem Verhältnis des mit dem Ventilator j insgesamt beheizten Volumens zum Volumen der Energiezone i innerhalb der EEW-Einheit, bei der davon ausgegangen wird, dass sie mit dem Ventilator j beheizt wird.

11.3 Monatlicher Stromverbrauch für Zuluftvorkühlung

Der monatliche Stromverbrauch für Zuluftvorkühlung ergibt sich wie folgt:

Gl. 124 $$W_{aux,precool,m} = W_{soil/water,m} + W_{evap,m} \quad \text{(kWh)}$$

Dabei ist:

$W_{soil/water,m}$ Monatlicher Stromverbrauch der Erde/Wasser-Wärmepumpe in kWh gemäß Definition in 11.3.1

$W_{evap,m}$ Monatlicher Stromverbrauch in kWh für Kühlung durch Verdunstung gemäß Definition in 11.3.2

Bei anderen Techniken wird $W_{aux,precool,m}$ nach den Vorgaben des Ministers bestimmt.

11.3.1 Monatlicher Stromverbrauch der Erde/Wasser-Wärmepumpe

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

Gl. 125
$$W_{soil/water,m} = 0{,}278 \times t_m \cdot w_{soil/water,m} \cdot \left(\frac{\dot{V}_W}{3600} \cdot f \cdot \frac{L_{tube}}{D_{tube}} \cdot 500 \left(\frac{\dot{V}_W}{3600 n_{tube} \frac{\pi}{4} D_{tube}^2} \right)^2 + 150 \cdot \frac{\sum_i \dot{V}_{hyg,cool,sec\ i}}{3600} \right) \quad \text{(kWh)}$$

Dabei ist:

t_m Länge des betreffenden Monats in Ms, siehe Tabelle [1]

$w_{soil/water,m}$ Monatlicher Faktor zur Berücksichtigung der Betriebszeit der Erde/Wasser-Wärmepumpe (-), bestimmt gemäß B.3

$\dot{V}_W$ Durch die Erde/Wasser-Wärmepumpe geleiteter Volumenstrom in m³/h

f Reibungskoeffizient:

[18] Wenn mit einem Ventilator mehrere Warmlufterzeuger versorgt werden, ist für $P_{nom,j}$ die Summe der Nennleistungen all dieser Geräte einzusetzen.

Gl. 126 Wenn Re < 2300: $$f = \frac{64}{Re}$$

In allen anderen Fällen gilt: $$f = \left(1,58 \cdot \ln(Re) - 3,28\right)^{-2} \quad (-)$$

Dabei ist:

Re	Reynolds-Zahl (-), bestimmt gemäß Punkt B.3
D_{tube}	Innendurchmesser der Rohrleitung im Erdreich in m
L_{tube}	Länge der Rohrleitung im Erdreich in m
n_{tube}	Anzahl der parallel geführten Rohrleitungen
$\dot{V}_{hyg,cool,sec\,i}$	Volumenstrom der Hygienelüftung in der Energiezone i für die Kühlungsberechnungen in m³/h, bestimmt gemäß Punkt 7.8.5

Für alle Energiezonen i der Lüftungszone z, die an die Wärmepumpe angeschlossen sind, ist die Summe zu bilden.

11.3.2 Monatlicher Stromverbrauch für Kühlung durch Verdunstung

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

Gl. 127 $$W_{evap,m} = 0,278 \cdot t_m \cdot 250 \cdot w_{evap,m} \cdot \frac{\sum_i \dot{V}_{hyg,cool,sec\,i}}{3600} \quad (kWh)$$

Dabei ist:

t_m	Länge des betreffenden Monats in Ms, siehe Tabelle [1]
$w_{evap,m}$	Monatlicher Faktor zur Berücksichtigung der Betriebszeit der Kühlung durch Verdunstung (-), bestimmt gemäß Punkt B.3.3
$\dot{V}_{hyg,cool,sec\,i}$	Volumenstrom der Hygienelüftung in der Energiezone i für die Kühlungsberechnungen in m³/h, bestimmt gemäß Punkt 7.8.5

Für alle Energiezonen i der Lüftungszone z, die an die Verdunstungskühlanlage angeschlossen sind, ist die Summe zu bilden.

12 Monatliche Stromerzeugung mit lokalen PV-Anlagen und lokalen KWK-Anlagen

12.1 Photovoltaikanlagen

12.1.1 Prinzip

Die monatliche Stromerzeugung mit einer lokalen PV-Anlage wird bestimmt durch Multiplikation der monatlichen Sonneneinstrahlung mit dem Umwandlungswirkungsgrad. Abgesehen von der Bestimmung der Erzeugung ist das Verfahren ähnlich wie bei Solarthermieanlagen. Die Auswirkung der Verschattung ist jedoch größer. Sobald verschiedene Bereiche der PV-Anlage verschiedene Ausrichtungen, Einfallwinkel oder eine unterschiedliche Verschattung haben, müssen sie als einzelne Anlage berechnet werden.

Es werden nur die PV-Anlagen berücksichtigt, die auf dem gleichen Grundstück wie das Gebäude installiert sind, in dem sich die jeweilige EEW-Einheit befindet. Die Module müssen also faktisch auf dem Dach oder an der Fassade des Hauptgebäudes oder eines Nebengebäudes oder direkt auf dem Boden aufgestellt sein (z. B. bewegliche Solarmodule).

Sind mehrere EEW-Einheiten (für Wohn- und/oder für Nicht-Wohnzwecke) und/oder Gebäudeabschnitte an die PV-Anlage angeschlossen, die keine eigene (beheizte oder unbeheizte) EEW-Einheit bilden, wird die Stromerzeugung anteilig entsprechend dem V_{EPR}- oder V_{EPNR}-Volumen im Verhältnis zum Gesamtvolumen aller Gebäudeabschnitte auf die einzelnen Volumen aufgeteilt, die sich den mit der gemeinsamen PV-Anlage erzeugten Strom teilen.

12.1.2 Berechnungsregel

Die monatliche Stromerzeugung in kWh für eine PV-Anlage i berechnet sich wie folgt:

Gl. 128
$$W_{pv,m,i} = \frac{P_{pv,i} \cdot RF_{pv,i} \cdot c_{pv,i} \cdot I_{s,m,i,shad}}{3600} \quad \text{(kWh)}$$

Dabei ist:

$P_{pv,i}$	Spitzenleistung der PV-Anlage i in W bei einer Strahlungsleistung von 1000 W/m², bestimmt gemäß NBN EN 60904-1
$RF_{pv,i}$	Reduktionsfaktor der PV-Anlage (-) mit dem festen Wert 0,75
$c_{pv,i}$	Korrekturfaktor für die Verschattung, berechnet gemäß Punkt 12.1.3
$I_{s,m,i,shad}$	Sonneneinstrahlung auf der Oberfläche der PV-Anlage i im betreffenden Monat unter Berücksichtigung der Verschattung in MJ/m², bestimmt gemäß Annexe C der vorliegenden Anlage

12.1.3 Korrekturfaktor für die Verschattung

Der Korrekturfaktor für die Verschattung wird wie folgt bestimmt:

Gl. 129 $$c_{pv,i} = \max\left(0 \; ; \; 1{,}26 \cdot \frac{I_{s,m,i,shad}}{I_{s,m,i,horshad}} - 0{,}26\right) \quad (-)$$

Dabei ist:

$I_{s,m,i,shad}$ Sonneneinstrahlung in MJ/m² auf der Oberfläche der PV-Anlage i im betreffenden Monat unter Berücksichtigung der Verschattung durch feste Hindernisse, bestimmt gemäß Annexe C der vorliegenden Anlage

$I_{s,m,i,horshad}$ Sonneneinstrahlung in MJ/m² auf der Oberfläche der PV-Anlage i im betreffenden Monat unter Berücksichtigung der Horizontverschattung, bestimmt gemäß Annexe C der vorliegenden Anlage. Andere Hindernisse (Überstände und ähnliche Abschirmungen) werden bei dieser Berechnung also nicht berücksichtigt.

Anders als bei Fenstern und Solarthermieanlagen darf die Berechnung also nicht mit den Standardwerten F_s, die in Annexe C der vorliegenden Anlage angegeben werden, ausgeführt werden. Für PV-Anlagen muss immer eine detaillierte Erfassung der Verschattung vorgenommen werden.

(Falls es außer dem Horizont keine anderen verschattenden Hindernisse gibt, ist $I_{s,m,i,horshad}$ gleich $I_{s,m,i,shad}$, $c_{pv,m,i}$ gleich 1 und es erfolgt also kein Abzug vom erzeugten Strom.)

12.2 Kraft-Wärme-Kopplung

12.2.1 Prinzip

Mit einer KWK-Anlage werden Wärme und Strom zugleich erzeugt. Der Endenergieverbrauch (also der Brennstoffverbrauch) einer KWK-Anlage wird in Punkt 10.2.2 und 10.3.2 berechnet. In diesem Abschnitt wird die Stromerzeugung durch Kraft-Wärme-Kopplung bestimmt. Der so erzeugte Strom wird in Punkt 13.8 in eingesparte Primärenergie umgerechnet.

12.2.2 Stromerzeugung

Die mit einer KWK-Anlage i lokal erzeugte Strommenge wird wie folgt bestimmt:

Gl. 130 $$W_{cogen,i,m} = \frac{\varepsilon_{cogen,elec}}{3{,}6} \cdot Q_{cogen,final,i,m} \quad (kWh)$$

Dabei ist:

$\varepsilon_{cogen,elec}$ Elektrischer Umwandlungswirkungsgrad der KWK-Anlage wie in Anlage A.2 Abschnitt A.2 des vorliegenden Erlasses bestimmt

$Q_{cogen,final,i,m}$ Monatlicher Endenergieverbrauch der KWK-Anlage i in MJ, wie nachstehend bestimmt

Der monatliche Endenergieverbrauch der KWK-Anlage i wird anhand der Nutzwärme bestimmt, die die KWK-Anlage liefern kann:

Gl. 131

$$Q_{cogen,final,i,m} = \sum_i f_{heat,m,pref} \cdot (1 - f_{as,heat,sec\,i,m}) \cdot Q_{heat,gross,sec\,i,m} / \eta_{gen,heat,cogen} + \sum_i f_{water,bath\,i,m,pref} \cdot (1 - f_{as,water,bath\,i,m}) \cdot Q_{water,bath\,i,gross,m} / \eta_{gen,water,bath\,i,m,cogen} + \sum_i f_{water,sink\,i,m,pref} \cdot (1 - f_{as,water,sink\,i,m}) \cdot Q_{water,sink\,i,gross,m} / \eta_{gen,water,sink\,i,m,cogen} \quad (MJ)$$

Dabei ist:

$f_{heat,m,pref}$ Anteil der durch Kraft-Wärme-Kopplung an eine Energiezone i gelieferten Wärme, bestimmt gemäß Punkt 10.2.2

$f_{as,m}$ Anteil am Gesamtwärmebedarf, der mit dem Solarthermiesystem abgedeckt wird, bestimmt gemäß Punkt 10.4, jeweils mit dem Index „heat, sec i" für den Wärmebedarf der Energiezone i und „water,bath i" bzw. „water,sink i" für die Warmwasserbereitung für die Dusche oder Badewanne i bzw. für die Küchenspüle i

$Q_{heat,gross,sec\,i,m}$ Monatlicher Bruttoenergiebedarf für Heizung der Energiezone i in MJ, bestimmt gemäß Punkt 9.2.1

$\eta_{gen,heat,cogen}$ Monatlicher Erzeugungswirkungsgrad der KWK-Anlage, bestimmt gemäß Punkt 10.2.3, (-)

$f_{water,bath\,i,m,pref}$ Anteil der Kraft-Wärme-Kopplung an der Versorgung mit Wärme für die Warmwasserbereitung für eine Dusche oder Badewanne i, bestimmt gemäß Punkt 10.3.2

$Q_{water,bath\,i,gross,m}$ Monatlicher Bruttoenergiebedarf für Warmwasserbereitung für eine Dusche oder Badewanne i in MJ, bestimmt gemäß Punkt 9.3.1

$\eta_{gen,water,bath\,i,m,cogen}$ Monatlicher Erzeugungswirkungsgrad der KWK-Anlage für die Warmwasserbereitung für die Badewanne oder Dusche i (-), bestimmt gemäß Punkt 10.3.3

$f_{water,sink\,i,m,pref}$ Anteil der Kraft-Wärme-Kopplung an der Versorgung mit Wärme für die Warmwasserbereitung für eine Küchenspüle i, bestimmt gemäß Punkt 10.3.2

$Q_{water,sink\,i,gross,m}$ Monatlicher Bruttoenergiebedarf für die Warmwasserbereitung für eine Küchenspüle i in MJ, bestimmt gemäß Punkt 9.3.1

$\eta_{gen,water,sink\,i,m,cogen}$ Monatlicher Erzeugungswirkungsgrad der KWK-Anlage für die Warmwasserbereitung für die Küchenspüle i (-), bestimmt gemäß Punkt 10.3.3

Für alle Energiezonen i der EEW-Einheit, die mit der KWK-Anlage i geheizt werden, und für alle Duschen, Badewannen und Küchenspülen i der EEW-Einheit, für die die KWK-Anlage i Wärme für die Warmwasserbereitung liefert, ist die Summe zu bilden.

13 Primärenergieverbrauch

13.1 Vorbemerkung

Bei der Umrechnung des Endenergieverbrauchs in den Primärenergieverbrauch werden die Umrechnungsfaktoren für Primärenergie in die Energiebilanz aufgenommen. Im Anschluss werden alle Einzelergebnisse zum charakteristischen Jahresverbrauch an Primärenergie addiert. Für lokal erzeugten Strom mit PV-Anlagen oder KWK-Anlagen wird bei der Berechnung ein Bonus für die entsprechende Brennstoffeinsparung in den Kraftwerken angerechnet.

13.2 Charakteristischer Jahresverbrauch an Primärenergie

Der charakteristische Jahresverbrauch an Primärenergie einer EEW-Einheit wird wie folgt bestimmt:

Gl. 132
$$E_{char\ ann\ prim\ en\ cons} = \sum_{m=1}^{12} \left(E_{p,heat,m} + E_{p,water,m} + E_{p,aux,m} + E_{p,cool,m} - E_{p,pv,m} - E_{p,cogen,m} \right) \quad \text{(MJ)}$$

Dabei ist:

$E_{p,heat,m}$ Monatlicher Primärenergieverbrauch für Raumheizung in MJ, bestimmt gemäß Punkt 13.3

$E_{p,water,m}$ Monatlicher Primärenergieverbrauch für Warmwasserbereitung in MJ, bestimmt gemäß Punkt 13.4

$E_{p,aux,m}$ Monatlicher Primärenergieverbrauch für Hilfsaggregate in MJ, bestimmt gemäß Punkt 13.5

$E_{p,cool,m}$ Äquivalenter monatlicher Primärenergieverbrauch für Kühlung in MJ, bestimmt gemäß Punkt 13.6

$E_{p,pv,m}$ Monatliche Primärenergieeinsparung durch die Stromerzeugung mit PV-Anlagen in MJ, bestimmt gemäß Punkt 13.7

$E_{p,cogen,m}$ Monatliche Primärenergieeinsparung durch die Stromerzeugung mit einer lokalen KWK-Anlage in MJ, bestimmt gemäß Punkt 13.8

13.3 Primärenergieverbrauch für Raumheizung

Der monatliche Primärenergieverbrauch der EEW-Einheit für Heizung wird wie folgt bestimmt:

Gl. 133
$$E_{p,heat,m} = \sum_{i} \left(f_p \cdot Q_{heat,final,sec\ i,m,pref} + f_p \cdot Q_{heat,final,sec\ i,m,npref} \right) \quad \text{(MJ)}$$

Dabei ist:

f_p Konventioneller Umrechnungsfaktor der Energiequelle des betreffenden Wärmeerzeugers in Primärenergie gemäß Annexe F der vorliegenden Anlage (-)

$Q_{heat,final,sec\ i,m,pref}$ Monatlicher Endenergieverbrauch des Hauptwärmeerzeugers für Raumheizung einer Energiezone i in MJ, ohne den Energieverbrauch für Hilfsaggregate, bestimmt gemäß Punkt 10.2.2

$Q_{heat,final,sec\ i,m,npref}$ Monatlicher Endenergieverbrauch des Hilfswärmeerzeugers für Raumheizung einer Energiezone i in MJ, ohne den Energieverbrauch für Hilfsaggregate, bestimmt gemäß Punkt 10.2.2

Für alle Energiezonen I der EEW-Einheit ist die Summe zu bilden.

13.4 Primärenergieverbrauch für Warmwasserbereitung

Der monatliche Primärenergieverbrauch der EEW-Einheit für Warmwasserbereitung wird wie folgt bestimmt:

Gl. 134
$$E_{p,water,m} = \sum_i \left(f_p \cdot Q_{water,bath\ i,final,m,pref} + f_p \cdot Q_{water,bath\ i,final,m,npref} \right) + \sum_i \left(f_p \cdot Q_{water,sink\ i,final,m,pref} + f_p \cdot Q_{water,sink\ i,final,m,npref} \right) \quad \text{(MJ)}$$

Dabei ist:

f_p Konventioneller Umrechnungsfaktor der Energiequelle des betreffenden Wärmeerzeugers in Primärenergie gemäß Annexe F der vorliegenden Anlage (-)

$Q_{water,bath\ i,final,m,pref}$ Monatlicher Endenergieverbrauch des Hauptwärmeerzeugers für Warmwasserbereitung für eine Dusche oder eine Badewanne i in MJ, bestimmt gemäß Punkt 10.3.2

$Q_{water,bath\ i,final,m,npref}$ Monatlicher Endenergieverbrauch des Nebenwärmeerzeugers für Warmwasserbereitung für eine Dusche oder eine Badewanne i in MJ, bestimmt gemäß Punkt 10.3.2

$Q_{water,sink\ i,final,m,pref}$ Monatlicher Endenergieverbrauch des Hauptwärmeerzeugers für Warmwasserbereitung für eine Küchenspüle i in MJ, bestimmt gemäß Punkt 10.3.2

$Q_{water,sink\ i,final,m,npref}$ Monatlicher Endenergieverbrauch des Nebenwärmeerzeugers für Warmwasserbereitung für eine Küchenspüle i in MJ, bestimmt gemäß Punkt 10.3.2

Für alle Duschen und Badewannen i der EEW-Einheit sowie für alle Küchenspülen i der EEW-Einheit ist die Summe zu bilden.

13.5 Primärenergieverbrauch von Hilfsaggregaten

Der Primärenergieverbrauch der Hilfsaggregate wird wie folgt berechnet:

Gl. 135
$$E_{p,aux,m} = f_p \cdot 3{,}6 \cdot \left(W_{aux,fans,m} + W_{aux,heat,m} + W_{aux,precool,m} \right) + f_p \cdot Q_{pilot,m} \quad \text{(MJ)}$$

Dabei ist:

f_p Konventioneller Umrechnungsfaktor der betreffenden Energiequelle in Primärenergie gemäß Annexe F der vorliegenden Anlage (-)

$W_{aux,fans,m}$ Monatlicher Stromverbrauch der Ventilatoren in kWh, bestimmt gemäß Punkt 11.2

$W_{aux,heat,m}$ Monatlicher Stromverbrauch der Hilfsfunktionen für die Heizung in kWh, bestimmt gemäß Punkt 11.1.2

$W_{aux,precool,m}$ Monatlicher Stromverbrauch der Vorkühlung der Zuluft in kWh, bestimmt gemäß Punkt 11.3

$Q_{pilot,m}$ Monatlicher Energieverbrauch der Zündflammen der Erzeugergeräte in MJ, die zur Beheizung der EEW-Einheit und/oder zur Warmwasserbereitung für die EEW-Einheit beitragen, bestimmt gemäß Punkt 11.1.3

13.6 Äquivalenter Primärenergieverbrauch für Kühlung

Der äquivalente monatliche Energieverbrauch für Kühlung wird wie folgt bestimmt:

Gl. 136 $$E_{p,cool,m} = \sum_i \left(f_p \cdot 3,6 \cdot Q_{cool,final,sec\ i,m} \right)$$ (MJ)

Dabei ist:

$Q_{cool,final,sec\ i,m}$ Äquivalenter monatlicher Energieverbrauch für Kühlung in kWh, bestimmt gemäß Punkt 10.5

f_p Konventioneller Umrechnungsfaktor in Primärenergie für Strom gemäß Annexe F der vorliegenden Anlage (-)

Für alle Energiezonen i der EEW-Einheit ist die Summe zu bilden.

13.7 Primärenergieeinsparung durch Stromerzeugung mit einer PV-Anlage

Die äquivalente monatliche Primärenergieeinsparung durch die Stromerzeugung mit in das Gebäude integrierten PV-Anlagen wird wie folgt bestimmt:

Gl. 137 $$E_{p,pv,m} = \sum_i \left(f_p \cdot 3,6 \cdot W_{pv,m,i} \right)$$ (MJ)

Dabei ist:

f_p Konventioneller Umrechnungsfaktor in Primärenergie für Strom gemäß Annexe F der vorliegenden Anlage (-)

$W_{PV,m,i}$ Monatliche Stromerzeugung der lokalen PV-Anlage i in kWh, bestimmt gemäß Punkt 12.1.2

Für alle PV-Anlagen i ist die Summe zu bilden, wobei die Aufteilungsregeln in Punkt 12.1.1 zu berücksichtigen sind.

13.8 Primärenergieeinsparung durch Stromerzeugung mit einer lokalen KWK-Anlage

Die äquivalente monatliche Primärenergieeinsparung durch die Stromerzeugung mit einer oder mehreren lokalen KWK-Anlagen wird wie folgt bestimmt:

Gl. 138 $$E_{p,cogen,m} = \sum_i \left(f_p \cdot 3,6 \cdot W_{cogen,m,i} \right)$$ (MJ)

Dabei ist:

f_p Konventioneller Umrechnungsfaktor für die Stromerzeugung mit Kraft-Wärme-Kopplung in Primärenergie gemäß Annexe F der vorliegenden Anlage (-)

$W_{cogen,i,m}$ Monatliche Stromerzeugung der lokalen KWK-Anlage in kWh, bestimmt gemäß Punkt 12.2.2

Für alle lokalen KWK-Anlagen i einer EEW-Einheit ist die Summe zu bilden.

14 CO_2-Emissionen

14.1 Vorbemerkung

Der Endenergieverbrauch setzt sich zusammen aus der Menge der verbrauchten Brennstoffe und der Menge des verbrauchten Stroms. Dabei fallen gewisse CO_2-Emissionen an. Der Strom, der mit PV-Anlagen und/oder KWK-Anlagen erzeugt wird, ermöglicht die Vermeidung von CO_2-Emissionen bei der herkömmlichen Stromerzeugung und wird abgezogen. Diese CO_2-Emissionen können für einen Teilverbrauch bestimmt und im Anschluss zur charakteristischen jährlichen CO_2-Emission addiert werden.

Die CO_2-Emissionsfaktoren ((f_{CO2}) der verschiedenen Energieträger finden sich in Annexe F der vorliegenden Anlage.

14.2 Charakteristische jährliche CO_2-Emission

Die charakteristische jährliche CO_2-Emission durch den Energieverbrauch einer EEW-Einheit wird wie folgt bestimmt:

Gl. 241 $$CO_{2,tot} = \sum_{m=1}^{12}(CO_{2,heat,m} + CO_{2,water,m} + CO_{2,aux,m} + CO_{2,cool,m} - CO_{2,PV,m} - CO_{2,cogen,m}) \quad (kg)$$

$CO_{2,heat,m}$ Monatliche CO_2-Emission durch Raumheizung in kg, bestimmt gemäß Punkt 14.3

$CO_{2,water,m}$ Monatliche CO_2-Emission durch Warmwasserbereitung in kg, bestimmt gemäß Punkt 14.4

$CO_{2,aux,m}$ Monatliche CO_2-Emission durch Hilfsaggregate in kg, bestimmt gemäß Punkt 14.5

$CO_{2,cool,m}$ Äquivalente monatliche CO_2-Emission durch Kühlung in kg, bestimmt gemäß Punkt 14.6

$CO_{2,PV,m}$ Pro Monat vermiedene CO_2-Emission durch Stromerzeugung mit lokalen PV-Anlagen in kg, bestimmt gemäß Punkt 14.7

$CO_{2,cogen,m}$ Pro Monat vermiedene CO_2-Emission durch Stromerzeugung mit einer lokalen KWK-Anlage in kg, bestimmt gemäß Punkt 14.8

14.3 Monatliche CO_2-Emission durch Raumheizung

Die monatliche CO_2-Emission einer EEW-Einheit durch Raumheizung wird wie folgt bestimmt:

Gl. 242 $$CO_{2,heat,m} = \sum_{i}(f_{CO2} \cdot f_{NCV/GCV} \cdot Q_{heat,final,sec\ i,m,pref} + f_{CO2} \cdot f_{NCV/GCV} \cdot Q_{heat,final,sec\ i,m,npref}) \quad (kg)$$

Dabei ist:

f_{CO2} CO_2-Emissionsfaktor des Energieträgers des jeweiligen Wärmeerzeugers im Verhältnis zum Heizwert in kg/MJ gemäß Annexe F der vorliegenden Anlage

$f_{NCV/GCV}$ Multiplikationsfaktor gemäß Annexe F der vorliegenden Anlage, der dem Verhältnis von Heizwert zu Brennwert des verwendeten Brennstoffs entspricht (-)

$Q_{heat,final,sec\ i,m,pref}$ Monatlicher Endenergieverbrauch des Hauptwärmeerzeugers für Raumheizung einer Energiezone i in MJ, ohne den Energieverbrauch für Hilfsaggregate, bestimmt gemäß Punkt 10.2.2

$Q_{heat,final,sec\ i,m,npref}$ Monatlicher Endenergieverbrauch des Hilfswärmeerzeugers für Raumheizung einer Energiezone i in MJ, ohne den Energieverbrauch für Hilfsaggregate, bestimmt gemäß Punkt 10.2.2

Für alle Energiezonen i der EEW-Einheit ist die Summe zu bilden.

14.4 Monatliche CO_2-Emission durch Warmwasserbereitung

Die monatliche CO_2-Emission der EEW-Anlage durch Warmwasserbereitung wird wie folgt ermittelt:

Gl. 243

$$CO_{2,water,m} = \sum_i (f_{CO2} \cdot f_{NCV/GCV} \cdot Q_{water,bath\ i,final,m,pref} + f_{CO2} \cdot f_{NCV/GCV} \cdot Q_{water,bath\ i,final,m,npref}) + \sum_i (f_{CO2} \cdot f_{NCV/GCV} \cdot Q_{water,sink\ i,final,m,pref} + f_{CO2} \cdot f_{NCV/GCV} \cdot Q_{water,sink\ i,final,m,npref}) \quad (kg)$$

Dabei ist:

f_{CO2} CO_2-Emissionsfaktor des Energieträgers des jeweiligen Wärmeerzeugers im Verhältnis zum Heizwert in kg/MJ gemäß Annexe F der vorliegenden Anlage

$f_{NCV/GCV}$ Multiplikationsfaktor gemäß Annexe F der vorliegenden Anlage, der dem Verhältnis von Heizwert zu Brennwert des verwendeten Brennstoffs entspricht (-)

$Q_{water,bath\ i,final,m,pref}$ Monatlicher Endenergieverbrauch des Hauptwärmeerzeugers für Warmwasserbereitung für eine Dusche oder eine Badewanne i in MJ, bestimmt gemäß Punkt 10.3.2

$Q_{water,bath\ i,final,m,npref}$ Monatlicher Endenergieverbrauch des Nebenwärmeerzeugers für Warmwasserbereitung für eine Dusche oder eine Badewanne i in MJ, bestimmt gemäß Punkt 10.3.2

$Q_{water,sink\ i,final,m,pref}$ Monatlicher Endenergieverbrauch des Hauptwärmeerzeugers für Warmwasserbereitung für eine Küchenspüle i in MJ, bestimmt gemäß Punkt 10.3.2

$Q_{water,sink\ i,final,m,npref}$ Monatlicher Endenergieverbrauch des Nebenwärmeerzeugers für Warmwasserbereitung für eine Küchenspüle i in MJ, bestimmt gemäß Punkt 10.3.2

Für alle Duschen und Badewannen i der EEW-Einheit sowie für alle Küchenspülen i der EEW-Einheit ist die Summe zu bilden.

14.5 Monatliche CO_2-Emission durch den Energieverbrauch von Hilfsaggregaten

Die monatliche CO_2-Emission der EEW-Einheit durch Hilfsaggregate wird wie folgt bestimmt:

Gl. 244

$$CO_{2,aux,m} = f_{CO2} \cdot f_{NCV/GCV} \cdot 3,6 \cdot (W_{aux,fans,m} + W_{aux,heat,m} + W_{aux,precool,m}) + f_{CO2} \cdot f_{NCV/GCV} \cdot Q_{pilot,m} \quad (kg)$$

Dabei ist:

f_{CO2} CO_2-Emissionsfaktor des Energieträgers des jeweiligen Wärmeerzeugers im Verhältnis zum Heizwert in kg/MJ gemäß Annexe F der vorliegenden Anlage

$f_{NCV/GCV}$ Multiplikationsfaktor gemäß Annexe F der vorliegenden Anlage, der dem Verhältnis von Heizwert zu Brennwert des verwendeten Brennstoffs entspricht (-)

$W_{aux,fans,m}$ Monatlicher Stromverbrauch der Ventilatoren in kWh, bestimmt gemäß Punkt 11.2

$W_{aux,heat,m}$ Monatlicher Stromverbrauch der Hilfsfunktionen für die Heizung in kWh, bestimmt gemäß Punkt 11.1.2

$W_{aux,precool,m}$ Monatlicher Stromverbrauch der Vorkühlung der Zuluft in kWh, bestimmt gemäß Punkt 11.3

$Q_{pilot,m}$ Monatlicher Energieverbrauch der Zündflammen der Wärmeerzeuger in MJ, die zur Beheizung der EEW-Einheit und/oder zur Warmwasserbereitung der EEW-Einheit beitragen, bestimmt gemäß Punkt 11.1.3

Für alle Zündflammen i der Wärmeerzeuger, die zur Heizung und/oder Warmwasserbereitung der EEW-Einheit beitragen, ist die Summe zu bilden.

14.6 Monatliche CO_2-Emission durch Kühlung

Die monatliche CO_2-Emissionen der EEW-Anlage durch Kühlung wird wie folgt bestimmt:

Gl. 245 $$CO_{2,cool,m} = \sum_i (s_{cool,i} . f_{CO2} . f_{NCV/GCV} . 3,6 . Q_{cool,final\ sec\ i,m}) \quad (kg)$$

Dabei ist:

$s_{cool,i}$ Multiplikationsfaktor, bestimmt für jede Energiezone i mit folgendem Wert:

1 bei Vorhandensein einer aktiven Kühlung

0 bei Fehlen jeglicher aktiven Kühlung

f_{CO2} CO_2-Emissionsfaktor des Energieträgers des jeweiligen Wärmeerzeugers im Verhältnis zum Heizwert in kg/MJ gemäß Annexe F der vorliegenden Anlage

$f_{NCV/GCV}$ Multiplikationsfaktor gemäß Annexe F der vorliegenden Anlage, der dem Verhältnis von Heizwert zu Brennwert des verwendeten Brennstoffs entspricht (-)

$Q_{cool,final,sec\ i,m}$ Äquivalenter monatlicher Energieverbrauch für Kühlung in kWh, bestimmt gemäß Punkt 10.5

Für alle Energiezonen i der EEW-Einheit ist die Summe zu bilden.

14.7 Monatlich vermiedene CO_2-Emission durch Stromerzeugung mit einer lokalen PV-Anlage

Die CO_2-Emission der EEW-Einheit, die jeden Monat durch die Stromerzeugung mit lokalen PV-Anlagen vermieden wird, wird wie folgt bestimmt:

Gl. 246 $$CO_{2,PV,m} = \sum_i \left(f_{CO2} . f_{NCV/GCV} . 3,6 . W_{PV,m,i}\right) \quad (kg)$$

Dabei ist:

f_{CO2} CO_2-Emissionsfaktor des Energieträgers des jeweiligen Wärmeerzeugers im Verhältnis zum Heizwert in kg/MJ gemäß Annexe F der vorliegenden Anlage

$f_{NCV/GCV}$ Multiplikationsfaktor gemäß Annexe F der vorliegenden Anlage, der dem Verhältnis von Heizwert zu Brennwert des verwendeten Brennstoffs entspricht (-)

$W_{PV,m,i}$ Monatliche Stromerzeugung der lokalen PV-Anlage i in kWh, bestimmt gemäß Punkt 12.1.2

Für alle lokalen PV-Anlagen i der EEW-Einheit ist die Summe zu bilden, wobei die Aufteilungsvorgaben in Punkt 12.1.1 zu berücksichtigen sind.

14.8 Monatlich vermiedene CO_2-Emission durch Stromerzeugung mit einer lokalen KWK-Anlage

Die CO_2-Emission der EEW-Einheit, die jeden Monat durch die Stromerzeugung mit einer lokalen KWK-Anlage vermieden werden kann, wird wie folgt bestimmt:

Gl. 247 $$CO_{2,PV,m} = \sum_i \left(f_{CO2} \cdot f_{NCV/GCV} \cdot 3,6 \cdot W_{cogen,m,i} \right) \quad \text{(kg)}$$

Dabei ist:

f_{CO2} CO_2-Emissionsfaktor des Energieträgers des jeweiligen Wärmeerzeugers im Verhältnis zum Heizwert in kg/MJ gemäß Annexe F der vorliegenden Anlage

$f_{NCV/GCV}$ Multiplikationsfaktor gemäß Annexe F der vorliegenden Anlage, der dem Verhältnis von Heizwert zu Brennwert des verwendeten Brennstoffs entspricht (-)

$W_{cogen,i,m}$ Monatliche Stromerzeugung der lokalen KWK-Anlage in kWh, bestimmt gemäß Punkt 12.2.2

Für alle lokalen KWK-Anlagen i einer EEW-Einheit ist die Summe zu bilden.

Annexe A Behandlung von angrenzenden unbeheizten Räumen

Für angrenzende unbeheizte Räume wird ein Reduktionsfaktor b bestimmt (siehe NBN EN ISO 13789).

Bei der Bestimmung der Energieeffizienz können angrenzende unbeheizte Räume standardmäßig nach einer der beiden unten aufgeführten vereinfachten Möglichkeiten angegeben behandelt werden.

A.1 Möglichkeit 1

Es ist immer noch zulässig, die Außengeometrie von angrenzenden unbeheizten Räumen zu vernachlässigen:

- Bei der Bestimmung des Nettoenergiebedarfs für Heizung wird angenommen, dass die Temperatur in angrenzenden unbeheizten Räumen der Außentemperatur entspricht (Reduktionsfaktor b = 1). Es wird davon ausgegangen, dass keine Sonneneinstrahlung bis zum geschützten Volumen vordringt.
- Bei der Berechnung des Indikators für Überhitzungsgefahr und bei der Bestimmung des Nettoenergiebedarfs für Kühlung wird angenommen, dass die Temperatur in angrenzenden unbeheizten Räumen der im geschützten Volumen entspricht (Reduktionsfaktor b = 0). Der Transmissionswärmestrom vom geschützten Volumen in angrenzende unbeheizte Räume wird also nicht berücksichtigt. Bezüglich der Sonneneinstrahlung wird davon ausgegangen, dass angrenzende unbeheizte Räume kein Hindernis darstellen.

A.2 Möglichkeit 2

Diese Möglichkeit gilt nur, wenn der angrenzende unbeheizte Raum nur an eine Energiezone angrenzt, und wenn es zwischen dem angrenzenden unbeheizten Raum und dem geschützten Volumen keine Hygienelüftung gibt.

Wenn ein unbeheizter angrenzender Raum an mehrere Energiezonen grenzt, kann der Minister ergänzende Vorschriften festlegen, die eine Unterteilung des unbeheizten angrenzenden Raums in mehrere kleinere fiktive unbeheizte angrenzende Räume ermöglichen, die jeweils an nur eine Energiezone angrenzen.

Wenn mehrere angrenzende unbeheizte Räume auch aneinander grenzen, wird davon ausgegangen, dass es zwischen den angrenzenden unbeheizten Räumen keine Wärmetransmission und keinen Luftaustausch (durch Hygienelüftung oder durch In- oder Exfiltration) gibt. Die Wand wird auch als opak betrachtet.

Interne Wärmegewinne werden in angrenzenden unbeheizten Räumen als gleich 0 zugrunde gelegt.

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

Die indirekten Solargewinne der angrenzenden Energiezone (siehe Punkt 7.10.2) entsprechen dem Anteil (1-b) der in angrenzenden unbeheizten Räumen absorbierten Solargewinne. Sowohl der Reduktionsfaktor b als auch die Solargewinne können bei den Heizungsberechnungen und den Berechnungen für den Überhitzungsindikator und für Kühlung aufgrund einer unterschiedlichen Luftwechselrate und/oder einem unterschiedlichen Nutzungsfaktor des etwaigen Sonnenschutzes unterschiedlich sein.

Die direkte Sonneneinstrahlung durch den angrenzenden unbeheizten Raum wird nur berücksichtigt, wenn die Außenwand des angrenzenden unbeheizten Raums senkrecht zur Fenstermitte zwischen angrenzendem unbeheiztem Raum und geschütztem Volumen auch transparent/durchscheinend ist. Bei der Bestimmung der Verschattungswinkel des Fensters zwischen angrenzendem unbeheiztem Raum und geschütztem Volumen ist die Geometrie des angrenzenden unbeheizten Raums zu berücksichtigen (z. B. Dach opak). Von der durch das Fenster zwischen angrenzendem unbeheiztem Raum und geschütztem Volumen einfallenden Sonneneinstrahlung ist das Produkt aus 0,95 x F_F x g_g der gegenüberliegenden transparenten/durchscheinenden Außenwand abzuziehen. Bei der Bestimmung des Solargewinns, der im angrenzenden unbeheizten Raum absorbiert wird, ist die direkte Sonneneinstrahlung im angrenzenden unbeheizten Raum vom Solargewinn insgesamt im angrenzenden unbeheizten Raum abzuziehen.

Annexe B Volumenstrom der Hygienelüftung

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

In dem Teil eines Gebäudes, der zu Wohnzwecken bestimmt ist, müssen die Lüftungsvorrichtungen den Anforderungen in Anlage C.2 des vorliegenden Erlasses entsprechen. Diese Anforderungen beinhalten eine Mindestauslegungsleistung. Im Folgenden ist unter dem Begriff „verlangter Volumenstrom" für Wohnbereiche die in Anlage C.2 des vorliegenden Erlasses festgelegte Mindestauslegungsleistung zu verstehen. Immer wenn die Rede vom „verlangten Frischluftstrom" ist, wird die gesamte Mindestauslegungsleistung der Zuluftzuleitung eines Raumes hinzugerechnet, es wird also davon ausgegangen, dass keine Rückführung der Raumluft vorgenommen wird.

Die Lüftungsvorrichtungen von nicht für Wohnzwecke bestimmten Gebäudeabschnitten müssen die Anforderungen in Anlage C.3 des vorliegenden Erlasses erfüllen. Dieser beinhaltet den minimalen Volumenstrom (für eine bestimmte Mindestauslastung und eine bestimmte Mindestqualität der Luft), für den die Lüftungsvorrichtungen ausgelegt sein müssen. Der Architekt kann für eine höhere Auslastung eine höhere Auslegungsleistung, eine bessere gewünschte Luftqualität usw. wählen. In nicht für Wohnzwecke bestimmten Gebäudeabschnitten wird der vom Architekten festgelegte Volumenstrom im Folgenden mit dem Begriff „verlangter Volumenstrom" bezeichnet.

Im Folgenden werden verschiedene Termini der mechanischen Systeme in der so genannten "Nennstellung" der Ventilatoren beurteilt. Soweit auf der Schalttafel nicht ausdrücklich etwas anderes angegeben ist, entspricht die Nennstellung der Maximalstellung. In der Nennstellung muss die mechanische Luftzufuhr oder –ableitung in jedem Raum mindestens dem verlangten Volumenstrom entsprechen.

Der Multiplikationsfaktor m und der Reduktionsfaktor für Vorwärmung r muss für jede Lüftungszone einzeln bestimmt werden. 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 der Zone zuzuordnen, mit der sie ggf. über eine innere Verbindung verbunden sind. Wenn es keine solche Verbindung gibt, kann die Zuordnung nach eigenem Ermessen erfolgen.

Nach den in Punkt 5.3 festgelegten Vorgaben für die Aufteilung einer EEW-Einheit in Energiezonen kann eine Energiezone nicht mehrere Lüftungszonen umfassen, da eine Energiezone immer nur eine Art von Lüftungssystem haben darf. Eine Lüftungszone kann jedoch aus mehreren Energiezonen bestehen, weil beispielsweise die diversen Gebäudeteile unterschiedliche Wärmeabgabesysteme haben (z. B. ein Wohnhaus mit nur einem Lüftungssystem, jedoch mit Heizkörpern im 1. Stock und Fußbodenheizung im Erdgeschoss).

Der Minister kann festlegen, welche Vorgaben für die einzelnen Räume bei der Messung des Volumenstroms anzuwenden sind, die der detaillierten Berechnung der Faktoren m und r_{preh} zugrunde liegt.

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

Der Multiplikationsfaktor $m_{sec\ i}$ einer Energiezone i entspricht dem Multiplikationsfaktor für die Lüftungszone z, zu der die Energiezone gehört:

Gl. 139 $m_{sec\ i} = m_{zone\ z}$ (-)

Der Multiplikationsfaktor für die Lüftungszone z wird wie folgt bestimmt.

Anmerkung: Bei der Anwendung folgender Regeln beträgt der Standardwert $m_{zone\ z}$ für jedes Lüftungssystem 1,5.

B.1.1 Natürliche Lüftung

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

- Bezüglich Zuluft:
  - Selbstregulierungsfähigkeit der verstellbaren Zuluftöffnungen
- Bezüglich Abluft:
  - Selbstregulierungsfähigkeit der Abluftöffnungen
  - Mangelnde Luftdichtheit der Abluftkanäle

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

Gl. 140
$$m_{zone\ z} = 1{,}0 + 0{,}5 \cdot \left(\frac{r_{nat.supply,\ zone\ z} + r_{nat.exh,\ zone\ z} + r_{leak,stack,\ zone\ z}}{r_{nat.supply,\ zone\ z,def} + r_{nat.exh,\ zone\ z,def} + r_{leak,stack,\ zone\ z,def}} \right) \quad (-)$$

Dabei ist:

$r_{nat.supply,zone\ z}$	Korrekturfaktor zur Berücksichtigung des Umstands, dass die verstellbaren Zuluftöffnungen in der Lüftungszone z selbstregulierend sind, wie nachstehend bestimmt (-)
$r_{nat.exh,zone\ z}$	Korrekturfaktor zur Berücksichtigung des Umstands, 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 (-)

B.1.1.1 Korrekturfaktor $r_{nat.supply,zone\ z}$

Zuluftöffnungen, die nach NBN EN 13141-1 geprüft sind, können gemäß Tabelle [18] einer bestimmten Klasse zugeordnet werden. Zu diesem Zweck muss beurteilt werden, inwieweit der Volumenstrom bei geänderter Druckdifferenz konstant bleibt.

Der Korrekturfaktor $r_{nat.supply,zone\ z}$ der Lüftungszone z wird konventionell mit der Klassifizierung nach Tabelle [19] verknüpft. Der Wert für die gesamte

Lüftungszone richtet sich nach der einstellbaren Zuluftöffnung (OAR) mit dem höchsten Korrekturfaktor. Der Standardwert ist 0,20.

Tabelle [18]: Regelklasse in Abhängigkeit von der Druckdifferenz

Druckdifferenz P	**Volumenstrom in Abhängigkeit vom nominalen Volumenstrom bei 2 Pa (q_N)**				
(Pa)	**Klasse P_0**	**Klasse P_1**	**Klasse P_2**	**Klasse P_3**	**Klasse P_4**
0 ≤ P < 2 Pa		≥ 0,8√(P/2) und ≤ 1,20q_N	≥ 0,8√(P/2) und ≤ 1,20q_N	≥ 0,8√(P/2) und ≤ 1,20q_N	≥ 0,8√(P/2) und ≤ 1,20q_N
2 Pa	q_N	q_N	q_N	q_N	q_N
2 < P < 5 Pa	Entspricht nicht Klasse P_1	≥ 0,80 q_N und ≤ 1,8 q_N	≥ 0,80 q_N und ≤ 1,8 q_N	≥ 0,80 q_N und ≤ 1,5 q_N	≥ 0,80 q_N und ≤ 1,2 q_N
5 Pa - 10 Pa		≥ 0,70 q_N und ≤ 2,3 q_N	≥ 0,70 q_N und ≤ 2,0 q_N	≥ 0,70 q_N und ≤ 1,5 q_N	≥ 0,80 q_N und ≤ 1,2 q_N
10 Pa – 25 Pa		≥ 0,50 q_N und ≤ 3,0 q_N	≥ 0,50 q_N und ≤ 2,0 q_N	≥ 0,50 q_N und ≤ 1,5 q_N	≥ 0,80 q_N und ≤ 1,2 q_N
25 Pa – 50 Pa		≥ 0,30 q_N und ≤ 3,0 q_N	≥ 0,30 q_N und ≤ 2,0 q_N	≥ 0,30 q_N und ≤ 1,5 q_N	≥ 0,30 q_N und ≤ 1,5 q_N
50 Pa - 100 Pa		≤ 3,0 q_N	≤ 2,0 q_N	≤ 2,0 q_N	≤ 2,0 q_N
100 Pa - 200 Pa		≤ 4,0 q_N	≤ 3,0 q_N	≤ 3,0 q_N	≤ 3,0 q_N

Tabelle [19]: Korrekturfaktor $r_{nat.supply,zone\ z}$

OAR-Klasse	$r_{nat.supply,zone\ z}$
P0	0,20
P1	0,18
P2	0,14
P3	0,08
P4	0,02

B.1.1.2 Korrekturfaktor $r_{nat.exh,zone\ z}$

Nicht selbstregulierende Zuluftöffnungen erhalten folgenden Wert: $r_{nat.exh,zone\ z}$ = 0,20

Dies ist auch der Standardwert.

Bessere Werte können nach den vom Minister festgelegten Vorgaben bestimmt werden.

B.1.1.3 Korrekturfaktor $r_{leak,stack,zone\ z}$

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

Gl. 141
$$r_{leak,stack,\ zone\ z} = \frac{\sum_{k} \dot{V}_{leak,stack,zone\ z,k}}{\dot{V}_{req,exh,zone\ z}} \quad (-)$$

Dabei ist:

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

$\dot{V}_{req,exh,zone\ z}$ für die Lüftungszone z verlangter Abluftstrom insgesamt in m^3/h, entspricht der Summe des für jeden Raum verlangten Abluftstroms nach außen

Für alle Abluftkanäle k der Lüftungszone z ist die Summe zu bilden. Der Leckvolumenstrom $\dot{V}_{leak,\ stack,\ zone\ z,\ k}$ eines Abluftkanals k wird anhand einer Messung gemäß den in der Norm NBN EN 14134 beschriebenen Verfahren bestimmt. Üblicherweise wird ein Betriebsdruck von 2 Pa angesetzt.

Wenn kein Messergebnis vorgelegt wird, ist $r_{leak,stack,zone\ z}$ gleich 0,025. Dies ist der Standardwert.

B.1.2 Mechanische Zuluftanlagen

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

- Bezüglich Zuluft:
  - Möglicherweise fehlerhafte Regulierung der Zuluftventile

- Mangelnde Luftdichtheit der Zuluftleitungen

- Bezüglich Abluft:
  - Selbstregulierungsfähigkeit der Abluftöffnungen
  - Mangelnde Luftdichtheit der Abluftkanäle

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

Gl. 142
$$m_{zone\ z} = 1{,}0 + 0{,}5 \cdot \left(\frac{r_{mech.supply,\ zone\ z} + r_{nat.exh,\ zone\ z} + r_{leak,stack,\ zone\ z}}{r_{mech.supply,\ zone\ z,def} + r_{nat.exh,\ zone\ z,def} + r_{leak,stack,\ zone\ z,def}} \right) \quad (-)$$

Dabei ist:

$r_{mech.supply,zone\ z}$ Korrekturfaktor für die möglicherweise fehlerhafte Regulierung der Zuluftventile in jedem Raum und die mangelnde Luftdichtheit der Zuluftleitungen in der Lüftungszone z wie nachstehend bestimmt (-)

$r_{nat.exh,zone\ z}$ Korrekturfaktor für die Selbstregulierung der Abluftventile in der Lüftungszone z laut Bestimmung in Abschnitt B.1.1 (-)

$r_{leak,stack,zone\ z}$ Korrekturfaktor für die mangelnde Luftdichtheit der Abluftkanäle in der Lüftungszone z laut Bestimmung in Abschnitt B.1.1 (-)

$r_{mech.supply,zone\ z,def}$ Standardwert für $r_{mech.supply,zone\ z}$ wie nachstehend bestimmt (-)

$r_{nat.exh,zone\ z,def}$ Standardwert für $r_{nat.exh,zone\ z}$ laut Bestimmung in Abschnitt B.1.1 (-)

$r_{leak,stack,zone\ z,def}$ Standardwert für $r_{leak,stack,zone\ z}$ laut Bestimmung in Abschnitt B.1.1 (-)

B.1.2.1 Korrekturfaktor $r_{mech.supply,zone\ z}$

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

Gl. 143
$$r_{mech.supply,zone\ z} = r_{adj.mech.supply,zone\ z} + \frac{\sum_{l} \dot{V}_{leak,supply\ duct,zone\ z,l}}{\dot{V}_{req,mech.supply,zone\ z}} \quad (-)$$

Dabei ist:

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

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

$\dot{V}_{req,mech.supply,zone\ z}$ für die Lüftungszone z verlangter Zuluftstrom insgesamt in m^3/h, entspricht der Summe des für jeden Raum verlangten Frischluftstroms

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

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

- Wenn in der Lüftungszone z nicht der Volumenstrom aller Zuluftventile gemessen wurde (bei Ventilatoren in Nennstellung), gilt:

$r_{adj,mech.supply,zone\ z} = 0,20$

Dies ist der Standardwert.

- Wenn in der Lüftungszone z der Volumenstrom aller Zuluftventile gemessen wurde (bei Ventilatoren in Nennstellung), gilt:
  - Wenn die Messwerte des Zuluftstroms für jeden einzelnen Raum zwischen 100 % und 120 % des für den fraglichen Raum verlangten Werts liegen, gilt:
    $r_{adj,mech.supply,zone\ z} = 0$
  - Wenn die Messwerte des Zuluftstroms für jeden einzelnen Raum mindestens 100 % des für den fraglichen Raum verlangten Werts betragen, ein oder mehrere Werte jedoch mehr als 120 % der verlangten Werte betragen, gilt:

Gl. 144
$$r_{adj,mech.supply,zone\ z} = \max\left[0\ ;\ \min\left\{0,20;\ \frac{\sum_j \dot{V}_{meas,mech.supply,rm\ j}}{\dot{V}_{req,mech.supply,zone\ z}} - 1,20\right\}\right] \quad (-)$$

Dazu ist die Summe des für jeden Raum gemessenen Volumenstroms ($\dot{V}_{meas,mech.supply,rm\ j}$ in m^3/h) aller Zulufträume j der Lüftungszone z zu bilden. $\dot{V}_{req,mech.supply,zone\ z}$ ist der für die Lüftungszone z verlangte Zuluftstrom insgesamt. Er entspricht der Summe des für jeden einzelnen Raum verlangten Zuluftstroms in m^3/h.

  - Andernfalls gilt:
    $r_{adj,mech.supply,zone\ z} = 0,20$

Die Leckverluste der Zuluftleitungsnetze 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:

Gl. 145
$$\sum_k \dot{V}_{leak,supply\ duct,zone\ z,k} = 0,18 \cdot \dot{V}_{req,mech.supply,zone\ z} \quad (m^3/h)$$

Dieser Wert gilt:

- wenn vorher nicht bei allen Zuluftleitungsnetzen Messungen durchgeführt wurden.
- oder wenn die gemessenen Leckvolumenströme über diesem Standardwert liegen.

B.1.3 Mechanische Abluftanlagen

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

- Bezüglich Zuluft:
  - Selbstregulierungsfähigkeit der verstellbaren Zuluftöffnungen
- Bezüglich Abluft:

- Möglicherweise fehlerhafte Regulierung der Abluftventile
- Mangelnde Luftdichtheit der Abluftleitungen

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

Gl. 146 $$m_{zone\ z} = 1,0 + 0,5 \cdot \left(\frac{r_{nat.supply,zone\ z} + r_{mech.extr,zone\ z}}{r_{nat.supply,zone\ z,def} + r_{mech.\ extr,zone\ z,def}} \right) \quad (-)$$

Dabei ist:

$r_{nat.supply,zone\ z}$ Korrekturfaktor für die Selbstregulierung der Zuluftventile in der Lüftungszone z laut Bestimmung in Abschnitt B.1.1 (-)

$r_{mech.extr,zone\ z}$ Korrekturfaktor für die möglicherweise fehlerhafte Regulierung der Abluftventile in jedem Raum und die mangelnde Luftdichtheit der Abluftleitungen in der Lüftungszone z wie nachstehend bestimmt (-)

$r_{nat.supply,zone\ z,def}$ Standardwert für $r_{nat.supply,zone\ z}$ laut Bestimmung in Abschnitt B.1.1 (-)

$r_{mech.extr,zone\ z,def}$ Standardwert für $r_{mech.extr,zone\ z}$ wie nachstehend bestimmt (-)

B.1.3.1 Korrekturfaktor $r_{mech.extr,zone\ z}$

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

Gl. 147 $$r_{mech.extr,zone\ z} = r_{adj,mech.extr,zone\ z} + \frac{\sum_{m} \dot{V}_{leak,extr.duct,zone\ z,m}}{\dot{V}_{req,mech.extr,zone\ z}} \quad (-)$$

Dabei ist:

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

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

$\dot{V}_{req,mech.extr,zone z}$ Für die Lüftungszone z verlangter Abluftstrom insgesamt in m^3/h, entspricht der Summe des für jeden Raum verlangten Abluftstroms nach außen

Beim zweiten Term ist die Summe für alle Abluftleitungsnetze m in der Lüftungszone z zu bilden.

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

- Wenn nicht der Volumenstrom aller Abluftventile in der Lüftungszone z gemessen wurde (bei Ventilatoren in Nennstellung), gilt:

  $r_{adj,mech.extr,zone\ z} = 0,20$

  Dies ist der Standardwert.

- Wenn der Volumenstrom aller Abluftventile einer Lüftungszone z gemessen wurde (bei Ventilatoren in Nennstellung), gilt:
  - Wenn der gemessene Abluftvolumenstrom jedes Raums zwischen 100 % und 120 % des für den fraglichen Raum verlangten Werts liegt, gilt:

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

  - Wenn der Abluftvolumenstrom für jeden einzelnen Raum mindestens 100 % des für den fraglichen Raum verlangten Werts beträgt, ein oder mehrere Werte jedoch mehr als 120 % der verlangten Werte betragen, gilt:

Gl. 148
$$r_{adj,mech.extr,zone\ z} = \max\left[0\ ;\ \min\left\{0{,}20;\ \frac{\sum_j \dot{V}_{meas,mech.extr,rm\ j}}{\dot{V}_{req,mech.extr,zone\ z}} - 1{,}20\right\}\right] \quad (-)$$

    Dazu ist die Summe des für jeden Raum gemessenen Volumenstroms ($\dot{V}_{meas,mech.extr,rm\ j}$ in m^3/h) aller Ablufträume j der Lüftungszone z zu bilden. $\dot{V}_{req,mech.extr,zone\ z}$ ist der für die Lüftungszone z verlangte Abluftvolumenstrom insgesamt. Er entspricht der Summe des für jeden einzelnen Raum verlangten Abluftstroms nach außen in m^3/h.

  - Andernfalls gilt:

    $r_{adj,mech.extr,zone\ z} = 0{,}20$

Die Leckverluste der Abluftleitungsnetze in der Lüftungszone z werden wie folgt bestimmt:

- Durch Messen jedes Abluftleitungsnetzes nach dem in 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:

Gl. 149
$$\sum_l \dot{V}_{leak,\ extr\ duct,\ zone\ z,\ l} = 0{,}18\ .\ \dot{V}_{req,\ mech.\ extr,\ zone\ z} \quad (m^3/h)$$

  Dieser Wert gilt:
  - wenn vorher nicht bei allen Abluftleitungsnetzen Messungen durchgeführt wurden.
  - oder wenn die gemessenen Leckvolumenströme über diesem Standardwert liegen.

B.1.4 Mechanische Zu- und Abluftanlagen

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

- Bezüglich Zuluft:
  - Möglicherweise fehlerhafte Regulierung der Zuluftventile
  - Mangelnde Luftdichtheit der Zuluftleitungen

- Bezüglich Abluft:
  - Möglicherweise fehlerhafte Regulierung der Abluftventile
  - Mangelnde Luftdichtheit der Abluftleitungen

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

Gl. 150 $$m_{zone\ z} = 1,0 + 0,5 \cdot \frac{r_{all\ mech,zone\ z}}{r_{all\ mech,zone\ z,def}} \quad (-)$$

Dabei ist:

$r_{all\ mech,zone\ z}$ 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 (-)

$r_{all\ mech,zone\ z,def}$ Standardwert für $r_{all\ mech,zone\ z}$ wie nachstehend bestimmt (-)

B.1.4.1 Korrekturfaktor $r_{all\ mech,zone\ z}$

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

Gl. 151 $$r_{all\ mech,zone\ z} = \frac{\max\left(\dot{V}_{calc,mech.supply,zone\ z}\ ;\ \dot{V}_{calc,mech.extr,zone\ z}\right)}{\max\left(\dot{V}_{req,mech.supply,zone\ z}\ ;\ \dot{V}_{req,mech.extr,zone\ z}\right)} \quad (-)$$

Dabei ist:

Gl. 152 $$\dot{V}_{calc,mech.supply,zone\ z} = r_{adj,mech.supply,zone\ z} \cdot \dot{V}_{req,mech.supply,zone\ z} + \sum_{l} \dot{V}_{leak,supplyduct,zone\ z,l} \quad (m^3/h)$$

Gl. 153 $$\dot{V}_{calc,mech.extr,zone\ z} = r_{adj,mech.extr,zone\ z} \cdot \dot{V}_{req,mech.extr,zone\ z} + \sum_{m} \dot{V}_{leak,extr\ duct,zone\ z,m} \quad (m^3/h)$$

Dabei ist:

$r_{adj,mech.supply,zone\ z}$ Korrekturfaktor für die möglicherweise fehlerhafte Regelbarkeit der Zuluftventile in der Lüftungszone z gemäß Bestimmung in Abschnitt B.1.2 (-)

$\dot{V}_{leak,supply\ duct,zone\ z,l}$ Leckverluste der Zuluftleitungen l der Lüftungszone z bei Ventilatoren in Nennstellung in m^3/h gemäß Bestimmung in Abschnitt B.1.2 (-)

$\dot{V}_{req,mech.supply,zone\ z}$ für die Lüftungszone z verlangter Abluftstrom insgesamt in m^3/h (-), entspricht der Summe des für jeden einzelnen Raum verlangten Frischluftstroms

$r_{adj,mech.extr,zone\ z}$ Korrekturfaktor für die möglicherweise fehlerhafte Regelbarkeit der Abluftventile der Lüftungszone z gemäß Bestimmung in Abschnitt B.1.3 (-)

$\dot{V}_{leak,extr\ duct,zone\ z,m}$ Leckverluste in den Abluftleitungen l der Lüftungszone z bei Ventilatoren in Nennstellung in m^3/h gemäß Bestimmung in Abschnitt B.1.3 (-)

$\dot{V}_{req,mech.extr,zone\ z}$ für die Lüftungszone z verlangter Abluftstrom insgesamt als Summe des für jeden einzelnen Raum verlangten Abluftstroms nach außen in m^3/h

Es ist die Summe aller Zuluftleitungsnetze l und aller Abluftleitungsnetze m der Lüftungszone z zu bilden.

B.2 Reduktionsfaktor für Vorwärmung

Der Reduktionsfaktor für Vorwärmung r einer Energiezone i entspricht dem Reduktionsfaktor für Vorwärmung der Lüftungszone z, zu der die Energiezone gehört:

Gl. 154 $r_{preh,heat,sec\ i} = r_{preh,heat,zone\ z}$

Gl. 155 $r_{preh,cool,sec\ i} = r_{preh,cool,zone\ z}$

Gl. 156 $r_{preh,overh,sec\ i} = r_{preh,overh,zone\ z}$

Das Verfahren zur Bestimmung des Reduktionsfaktors für die Vorwärmung der Lüftungszone z mit Hilfe eines Wärmerückgewinnungsgeräts ist nachstehend beschrieben. Die Vorgaben für die Behandlung einer Vorwärmung durch Durchführung durch einen angrenzenden unbeheizten Raum und/oder durch eine unterirdische Zuleitung werden vom Minister festgelegt oder gegebenenfalls anhand eines Antrags auf Anwendung des Äquivalenzprinzips bestimmt.

Wenn keine Vorwärmung stattfindet, beträgt der Wert r in jedem Fall 1.

Wärmepumpen, die die Abluft als Wärmequelle nutzen, werden in der vorliegenden Anlage nicht behandelt:

- Wenn die Wärmepumpe zur Heizung gehört, erfolgt die Berechnung nach Punkt 10.2.3.3.
- Wenn die Wärmepumpe zur Warmwasserbereitung gehört, erfolgt die Berechnung nach Punkt 10.3.3.

Wärmerückgewinnungsgerät bei mechanischen Zu- und Abluftanlagen

In einer Lüftungszone z mit einer mechanischen Zu- und Abluftanlage kann in mehr oder weniger großem Umfang eine Vorwärmung der zugeführten Frischluft mit Hilfe eines Wärmetauschers erfolgen, welcher der Abluft Wärme entzieht. Die Zuluft von außen kann ggf. über verschiedene Lufteinlässe in die Lüftungszone z eingeleitet werden. In diesem Fall kann es sein, dass nicht die gesamte zugeführte Luft vorgewärmt wird. Umgekehrt kann es auch vorkommen, dass die Abluft über verschiedene Luftauslässe nach außen geleitet wird und bei einigen dieser Luftströme keine Wärmerückgewinnung erfolgt. Wenn in der Lüftungszone z der Volumenstrom der mechanischen Zuluft insgesamt am Ende nicht dem Abluftvolumenstrom insgesamt entspricht, kann zwangsläufig ein nicht

kontrollierter zusätzlicher Luftstrom durch die Gebäudehülle (nach innen oder außen) entstehen.[19]

In den meisten Fällen lässt sich der Reduktionsfaktor für Heizen bei Vorwärmung der Frischluft durch Wärmerückgewinnung in einer Lüftungszone z anhand folgender Formel bestimmen:

Gl. 157

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

Dabei ist:

$e_{heat,hr,p}$ Dimensionsloser Faktor, der den Umfang der Wärmerückgewinnung an der Stelle p angibt und wie folgt zu bestimmen ist:

- Wenn der Frischluftstrom p nicht vorgewärmt wird, gilt: $e_{heat,hr,p} = 0$
- Wenn der Frischluftstrom p mit einem Wärmerückgewinnungsgerät vorgewärmt wird, gilt: $e_{heat,hr,p} = r_p . \eta_{test,p}$

Der Faktor r_p ist wie nachstehend beschrieben zu bestimmen. Der thermische Wirkungsgrad $\eta_{test,p}$ des Wärmerückgewinnungsgeräts an der Stelle p wird wie in Annexe G angegeben bestimmt. Ein Wert für den thermischen Wirkungsgrad kann unter der Voraussetzung verwendet werden, dass weder $\dot{V}_{in,p}$ noch $\dot{V}_{out,p}$ größer als der Volumenstrom während des Tests ist, der in Annexe G definiert wird.

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

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

Für alle Stellen p der Lüftungszone z, an denen Frischluft zugeführt und/oder Abluft nach außen abgeleitet wird, ist die Summe zu bilden.

Der Frischluftstrom an der Stelle p 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 erfolgt, so dass der Zuluftstrom bei keiner Ventilatorstellung um mehr als 5 % vom Sollwert abweicht, gilt:

Gl. 158 $\dot{V}_{in,p} = \dot{V}_{supply,setpoint,nom,p}$ (m^3/h)

Dabei ist der Sollwert des Zuluftstroms an der Stelle p in m^3/h bei Nennstellung des Ventilators zu berücksichtigen.

- In allen anderen Fällen gilt:

Gl. 159 $\dot{V}_{in,p} = \dot{V}_{mechsupply,p} + \dot{V}_{leak,supplyduct,p}$ (m^3/h)

[19] Der Einfachheit halber wird die mögliche Wechselwirkung zwischen Infiltration/Exfiltration und Hygienelüftung üblicherweise nicht berücksichtigt (siehe Punkt 7.8.2).

Für die Bestimmung der Leckverluste im Zuluftleitungsnetz ($\dot{V}_{leak,supplyduct,p}$ in m³/h) gelten dieselben Regeln wie für mechanische Zuluftanlagen (vgl. Abschnitt B.1.2). Steht kein Messwert für die Leckverluste zur Verfügung, wird dieser Wert gleich null gesetzt. Wenn der Zuluftstrom bei Nennstellung des Ventilators tatsächlich in allen von der Stelle p mit Frischluft versorgten Räumen gemessen wird, dann ist für $\dot{V}_{mech\,supply,p}$ die Summe dieser Messwerte einzusetzen. Andernfalls entspricht $\dot{V}_{mech\,supply,p}$ der Summe des für jeden Raum verlangten Zuluftstroms.

Wenn die Wärmerückgewinnungsanlage an mehrere GEE-Einheiten angeschlossen ist, dürfen die Volumenströme der anderen GEE-Einheiten bei der Bestimmung des Reduktionsfaktors für Vorwärmung nicht berücksichtigt werden.

Der nach außen geleitete Abluftstrom an der Stelle p wird wie folgt bestimmt:

- Wenn eine kontinuierliche Messung des Abluftstroms an der Stelle p erfolgt und wenn anhand dieser Messung eine kontinuierliche automatische Anpassung an den Sollwert erfolgt, so dass der Abluftstrom bei keiner Ventilatorstellung um mehr als 5 % vom Sollwert abweicht, gilt:

Gl. 160 $\dot{V}_{out,p} = \dot{V}_{extr,setpoint,nom,p}$ (m³/h)

Dabei ist der Sollwert des Volumenstroms in m_3/h an der Stelle p bei Nennstellung des Ventilators zu berücksichtigen.

- In allen anderen Fällen gilt:

Gl. 161 $\dot{V}_{out,p} = \dot{V}_{mechextr,p} + \dot{V}_{leak,extr\,duct,p}$ (m³/h)

Für die Bestimmung der Leckverluste im Abluftleitungsnetz ($\dot{V}_{leak,extrduct,p}$ in m^3/h) gelten dieselben Regeln wie für eine mechanische Abluftanlage (siehe Abschnitt B.1.3). Steht kein Messwert für die Leckverluste zur Verfügung, wird dieser Wert gleich null gesetzt. Wenn der Abluftstrom bei Nennstellung des Ventilators tatsächlich in allen Räumen gemessen wird, in denen die Abluft über die Stelle p nach außen geleitet wird, dann ist für $\dot{V}_{mechextr,p}$ die Summe dieser Messwerte einzusetzen. Andernfalls entspricht $\dot{V}_{mechextr,p}$ der Summe des in jedem Raum verlangten Abluftstroms.

Wenn die Wärmerückgewinnungsanlage an mehrere GEE-Einheiten angeschlossen ist, dürfen die Volumenströme der anderen GEE-Einheiten bei der Bestimmung des Reduktionsfaktors für Vorwärmung nicht berücksichtigt werden.

Wenn an der Stelle p eine Wärmerückgewinnung erfolgt, dann ist r_p wie folgt zu bestimmen:

- Wenn der Eingangs- und Ausgangsstrom im Wärmerückgewinnungsgerät kontinuierlich gemessen wird und anhand dieser Messung eine kontinuierliche automatische Anpassung an die Sollwerte erfolgt, so dass der Eingangs- und der Ausgangsstrom 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 Nettoenergiebedarfs für Kühlung wird wie folgt bestimmt:

Gl. 162
$$r_{preh,cool,zone\ z} = \frac{\sum_p \left\{\dot{V}_{in,p} - e_{cool,hr,p}\min\left(\dot{V}_{in,p}; \dot{V}_{out,p}\right)\right\} + \max\left\{0, \sum_p \left(\dot{V}_{out,p} - \dot{V}_{in,p}\right)\right\}}{\max\left(\sum_p \dot{V}_{in,p}; \sum_p \dot{V}_{out,p}\right)} \quad (-)$$

Dabei werden die gleichen Terme wie oben verwendet, mit Ausnahme von $e_{cool,hr,p}$, 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 wenn dieser auf eine andere Weise komplett deaktiviert werden kann (z. B. durch Anhalten eines rotierenden Wärmerads), gilt:

Gl. 163 $e_{cool,hr,p} = 0$ (-)

- Wenn das Wärmerückgewinnungsgerät p mit einem Bypass ausgerüstet ist, aber der Durchfluss durch den Wärmetauscher nicht komplett unterbrochen wird, oder wenn dieser nicht auf eine andere Weise komplett deaktiviert werden kann, gilt:

Gl. 164 $e_{cool,hr,p} = 0{,}5 \times e_{heat,hr,p}$ (-)

- In allen anderen Fällen gilt:

Gl. 165 $e_{cool,hr,p} = e_{heat,hr,p}$ (-)

B.3 Vorkühlung der Lüftungsluft

B.3.1 Berechnungsregel

Der monatliche Multiplikationsfaktor $r_{precool,seci,m}$ für den Effekt der Vorkühlung der Luft auf den Kühlbedarf und die Bewertung der Überhitzungsgefahr der Energiezone i entspricht dem Multiplikationsfaktor für den Effekt der Vorkühlung der Lüftungszone z, zu der die Energiezone gehört:

Gl. 166 $r_{precool,seci,m} = r_{precool,zone\ z,m}$ (-)

Ist in der Lüftungszone z kein Luftvorkühlsystem vorhanden oder wird lediglich ein Teil des Volumenstroms der Hygienelüftung in der Lüftungszone z mit einem Luftvorkühlsystem gekühlt, so ist $r_{precool,zone\ z,m} = 1$.

Verwenden mehrere GEE-Einheiten das gleiche Luftvorkühlsystem, beträgt der Standardwert von $r_{precool,zone\ z,m} = 1$; günstigere Werte können mit einem Antrag auf Anwendung des Äquivalenzprinzips berücksichtigt werden.

Ist ein Luftvorkühlsystem vorhanden und wird der gesamte Volumenstrom der Hygienelüftung der Lüftungszone z mit diesem System gekühlt, muss $r_{precool,zone\ z,m}$ anhand des Verhältnisses zwischen der Temperaturabsenkung, die durch das Vorkühlsystem bewirkt wird, und der ursprünglichen Temperaturdifferenz und dem Wirkungsgrad des Vorkühlsystems $e_{precool,m}$ bestimmt werden.

Gl. 167
$$r_{precool,zone\ z,m} = 1 - e_{precool,m}\ \frac{\theta_{precool,ref,max,m} - \left(\theta_{e,m} + \Delta\theta_{e,m}\right)}{23 - \left(\theta_{e,m} + \Delta\theta_{e,m}\right)} \quad (-)$$

Dabei ist:

$e_{precool,m}$ Monatlicher Wirkungsgrad des betreffenden Vorkühlsystems (-)

$\theta_{precool,ref,max,m}$ Bezugstemperatur für die maximale Temperaturabsenkung in °C

$\theta_{e,m}$ Mittlere Außentemperatur eines Monats in °C entsprechend Tabelle [1]

$\Delta\theta_{e,m}$ Für die Berechnung des Nettoenergiebedarfs für Kühlung angenommener Anstieg der mittleren Außentemperatur eines Monats von 1 °C

Die Ausdrücke $e_{precool,m}$ und $\theta_{precool,ref,max,m}$ werden in den folgenden Abschnitten für zwei unterschiedliche Technologien behandelt. Für andere Technologien muss $r_{precool,zone\ z,m}$ nach den vom Minister festgelegten Vorgaben bestimmt werden.

B.3.2 Erde/Wasser-Wärmepumpe

Im Erdreich installierte Wärmepumpen werden zur Kühlung oder Erwärmung der Luft für die Gebäudelüftung verwendet (Vorkühlung oder Vorwärmung). 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 umgewälzt und kühlt oder wärmt die Luft.

B.3.2.1 Wirkungsgrad $e_{precool,m}$ des Vorkühlsystems

Für Erde/Wasser-Wärmepumpen beträgt der Standardwert:

Gl. 168 $$e_{precool,m} = 0{,}7 \cdot w_{soil/water,m} \quad (-)$$

Dabei ist:

$w_{soil/water,m}$ Monatlicher Faktor zur Berücksichtigung der Betriebszeit der Erde/Wasser-Wärmepumpe (-)

Gl. 169
$$\text{wenn } \theta_{e,m} - \theta_{soil,m} \leq 0 \quad \text{dann } w_{soil/water,m} = 0$$
$$\text{wenn } 0 < \theta_{e,m} - \theta_{soil,m} \leq 2 \quad \text{dann } w_{soil/water,m} = 0{,}5$$
$$\text{wenn } \theta_{e,m} - \theta_{soil,m} > 2 \quad \text{dann } w_{soil/water,m} = 1 \quad (-)$$

wobei:

$\theta_{e,m}$ Mittlere Außentemperatur eines Monats in °C entsprechend Tabelle [1]

$\theta_{soil,m}$ Mittlere monatliche Temperatur des Erdreichs in ° C, bestimmt in Abhängigkeit von der Tiefe der Rohrleitungen gemäß Abschnitt B.3.2.2

B.3.2.2 Bezugstemperatur für die maximale Temperaturabsenkung $\theta_{precool,ref,max,m}$

Die Bezugstemperatur zur Bestimmung der Leistung der Erde/Wasser-Wärmepumpe ergibt sich wie folgt:

Gl. 170
$$\theta_{precool,ref,max,m} = \frac{\left(\frac{e_{wt}\theta_{soil,m}}{e_{wt}-1} - \frac{0,34.\sum \dot{V}_{hyg,cool,seci}}{1160\dot{V}_W}\left(\theta_{e,m} + \Delta\theta_{e,m}\right)\right)}{\left(1 - \frac{0,34.\sum \dot{V}_{hyg,cool,seci}}{1160\dot{V}_W} + \frac{1}{e_{wt}-1}\right)} \quad (°C)$$

Dabei ist:

$\dot{V}_{hyg,cool,seci}$ Volumenstrom der Hygienelüftung der Energiezone i in m³/h für die Kühlungsberechnungen laut Definition in Punkt 7.8.4

$\dot{V}_w$ Förderleistung 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 in ° C, definiert in Abhängigkeit von der Tiefe der Rohrleitungen wie unten angegeben

$\theta_{e,m}$ Mittlere Außentemperatur eines Monats in °C entsprechend Tabelle [1]

$\Delta\theta_{e,m}$ Für die Berechnung des Nettoenergiebedarfs für Kühlung angenommener Anstieg der mittleren Außentemperatur eines Monats von 1 °C

Für alle Energiezonen i der Lüftungszone z, die an die Wärmepumpe angeschlossen sind, ist die Summe zu bilden.

Bei der Bestimmung der mittleren monatlichen Temperatur im Erdreich $\theta_{soil,m}$ ist zwischen horizontalen und vertikalen Rohrleitungen zu unterscheiden:

- Horizontale Rohrleitungen: Die mittlere monatliche Temperatur im Erdreich ist Tabelle [20] zu entnehmen.
- Vertikale Rohrleitungen: Die mittlere monatliche Temperatur im Erdreich ist mit folgender Formel zu bestimmen:

Gl. 171
$$\theta_{soil,m} = \frac{\theta_{soil,1m,m} + \theta_{soil,2m,m} + \theta_{soil,3m,m} + \theta_{soil,4m,m} + \theta_{soil,5m,m} \cdot \left(L_{soil\,/\,water} - 4\right)}{L_{soil\,/\,water}} \quad (°C)$$

$\theta_{soil,1m,m}$, $\theta_{soil,2m,m}$, $\theta_{soil,3m,m}$, $\theta_{soil,4m,m}$ und $\theta_{soil,5m,m}$ Mittlere monatliche Temperatur im Erdreich bei 1, 2, 3, 4 oder 5 m Tiefe in °C gemäß Tabelle [20]

$L_{soil/water}$ 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:

Gl. 172 $$e_{wt} = 1 - e^{-\frac{\alpha_{wt}\ A_{wt}}{1160\ \dot{V}_W}} \quad (-)$$

Dabei ist:

α_{wt} Wärmetransferkoeffizient der Rohrleitungen in der Erde/Wasser-Wärmepumpe für Transmission in W/m².K, ermittelt wie nachstehend bestimmt

A_{wt} Austauschfläche der Rohrleitungen in m², wie nachstehend bestimmt

$\dot{V}_w$ Förderleistung der Erde/Wasser-Wärmepumpe in m³/h

Der Wärmetransferkoeffizient der Rohrleitungen für Transmission α_{wt} wird wie folgt ermittelt:

Gl. 173 $$\alpha_{wt} = \left(\frac{1}{\alpha_i} + \frac{\ln\left(\left(D_{tube} + 2t_{tube}\right) / D_{tube} \right)}{2\lambda_{tube} / D_{tube}} + \frac{\ln\left(\left(D_{tube} + 2t_{soil}\right) / \left(D_{tube} + 2t_{tube}\right) \right)}{2\lambda_{soil} / D_{tube}} \right)^{-1} \quad (W/(m^2.K)))$$

Dabei ist:

α_i Wärmeübergangskoeffizient in den Rohrleitungen der Wärmepumpe für Vorkühlung in W/m².K, wie nachstehend bestimmt

t_{soil} Dicke des Bodenkörpers um die betreffende Rohrleitung herum in m, ermittelt wie unten angegeben

D_{tube} Innendurchmesser der Rohrleitung in m

t_{tube} Wandstärke der Rohrleitung in m

λ_{tube} Wärmeleitfähigkeit der Rohrleitung in W/m.K

λ_{soil} Wärmeleitfähigkeit des Bodens in W/m.K, wird mit 2 veranschlagt

Der interne Wärmeübergangskoeffizient ergibt sich wie folgt:

Gl. 174 Für Wasser: $$\alpha_i = 0{,}58 \cdot \frac{Nu}{D_{tube}}$$

Gl. 175 Für eine Wasser-Glykol-Lösung (jeglicher Art): $$\alpha_i = 0{,}43 \frac{Nu}{D_{tube}} \quad (W/(m^2.K))$$

Dabei ist:

Gl. 176 $$Nu = \left(Nu_{lam}^5 + Nu_{turb}^5 \right)^{1/5} \quad (-)$$

Gl. 177 $$Nu_{lam} = \left[3{,}66^3 + 1{,}61^3 \cdot \left(\frac{Re \cdot Pr \cdot D_{tube}}{L_{tube}} \right) \right]^{1/3} \quad (-)$$

Dabei ist:

Gl. 178 $$Nu_{turb} = \frac{f_{turb} \cdot (Re - 1000) \cdot Pr}{2 \times \left(1 + 12{,}7 \cdot \sqrt{\frac{f_{turb}}{2}} \cdot \left(Pr^{2/3} - 1\right)\right)} \quad (-)$$

Dabei ist:

Gl. 179 $$f_{turb} = \left(1{,}58 \cdot \ln Re - 3{,}28\right)^{-2} \quad (-)$$

Dabei ist:

- Für Wasser:

Gl. 180 $$Re = 996200 \frac{4}{3600\pi} \frac{\dot{V}_w}{n_{tube} D_{tube}} \quad (-)$$

$Pr = 7$

- Für eine Wasser-Glykol-Lösung (jeglicher Art):

Gl. 181 $$Re = 624200 \frac{4}{3600\pi} \frac{\dot{V}_w}{n_{tube} D_{tube}} \quad (-)$$

$Pr = 12{,}5$

Die Dicke des Bodenkörpers t_{soil} um die jeweilige Rohrleitung herum ergibt sich wie folgt:

Gl. 182 $$t_{soil} = \frac{p_{tube} - D_{tube}}{2} \text{ wenn } p_{tube} - D_{tube} < 0{,}5$$

$$t_{soil} = 0{,}25 \text{ wenn } p_{tube} - D_{tube} \geq 0{,}5 \quad (m)$$

Dabei ist:

p_{tube} Abstand zwischen parallel geführten Rohrleitungen in m
D_{tube} Innendurchmesser der Rohrleitung in m

Die Austauschfläche der Rohrleitungen A_{wt} ergibt sich wie folgt:

Gl. 183 $$A_{wt} = \pi \, D_{tube} \, L_{tube} \, n_{tube} \quad (m^2)$$

D_{tube} Innendurchmesser der Rohrleitung in m
L_{tube} Länge der Rohrleitung in m
n_{tube} Anzahl der parallel geführten Rohrleitungen (-)

B.3.3 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 Zuluft oder der Abluft normales Wasser verwendet, kann folgende Methode angewandt werden. Bei allen anderen Systemen, die komplexer sind, muss der Faktor $r_{precool,zone\ z,m}$ anhand des Äquivalenzprinzips ermittelt werden.

B.3.3.1 Wirkungsgrad $e_{precool,m}$ des Vorkühlsystems

Bei Kühlung durch Verdunstung beträgt der Standardwert für den Wirkungsgrad:

Gl. 184 $e_{precool,m} = 0{,}8 \cdot w_{evap,m}$ (-)

Dabei ist:

$w_{evap,m}$ Monatlicher Faktor zur Berücksichtigung der Betriebszeit der Kühlung durch Verdunstung (-)

Gl. 185 Wenn $Q_{cool,net,m} \leq 0$, dann $w_{evap,m} = 0$

Wenn $Q_{cool,net,m} > 0$, dann $w_{evap,m} = 1$ (MJ)

Dabei ist:

$Q_{cool,net,seci,m}$ Monatlicher Nettoenergiebedarf für die Kühlung einer Energiezone i in MJ, ermittelt ohne Berücksichtigung des Kühlsystems durch Verdunstung

Für alle Energiezonen i der Lüftungszone z, die an das Verdunstungskühlsystem angeschlossen sind, ist die Summe zu bilden.

B.3.3.2 Bezugstemperatur für die maximale Temperaturabsenkung $\theta_{precool,ref,max,m}$

Wird die Zuluft oder die Abluft mit normalem Wasser befeuchtet, so ist die Bezugstemperatur die Feuchttemperatur des betreffenden Luftstroms. Der Standardwert von $\theta_{precool,ref,max,m}$ entspricht der durchschnittlichen monatlichen Feuchttemperatur nach Tabelle [21].

Tabelle [21]: Durchschnittliche monatliche Feuchttemperatur (in °C)

Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1,9	1,7	3,0	5,9	9,3	12,7	14,6	14,7	12,0	9,7	4,8	2,3

Annexe C Monatliche Sonneneinstrahlung

C.1 Einführung

Die vorliegende Anlage beschreibt die Algorithmen für die Berechnung der monatlichen Sonneneinstrahlung einer beliebigen Fläche j. Die Sonneneinstrahlung wird für Fenster, passive Solarenergiesysteme, Solarthermiekollektoren und Photovoltaikanlagen berechnet. Für den Benutzer ist nur Abschnitt C.2 mit der Definition der Verschattung interessant.

Die Neigung θ_j der Fläche j ist der Winkel zwischen der Vertikalen und der Normalen der Fläche j in Grad. Bei einer waagrechten Fläche beträgt die Neigung 0° oder 180°, bei einer senkrechten Fläche ist sie 90°.

Die Ausrichtung ϕ_j der Fläche j ist der Winkel zwischen 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

C.2.1 Allgemeines

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 schirmen die direkte Sonneneinstrahlung ab, wenn die Sonne unter eine bestimmte Höhe sinkt. Horizontale Überhänge schirmen die direkte Sonneneinstrahlung ab, wenn die Sonne über einer bestimmten Höhe steht, und seitliche Überstände schirmen die direkte Sonneneinstrahlung ab, wenn der Stundenwinkel der Sonne einen bestimmte Wert über- oder unterschreitet. Hindernisse sind z. B. Nachbargebäude, Bäume oder Anhöhen in der Umgebung. Überhänge oder Überstände sind z. B. Dachüberhänge, Balkone, waagrechte Vordächer und seitliche Mauerverlängerungen.

C.2.2 Geometrische Darstellung von Hindernissen

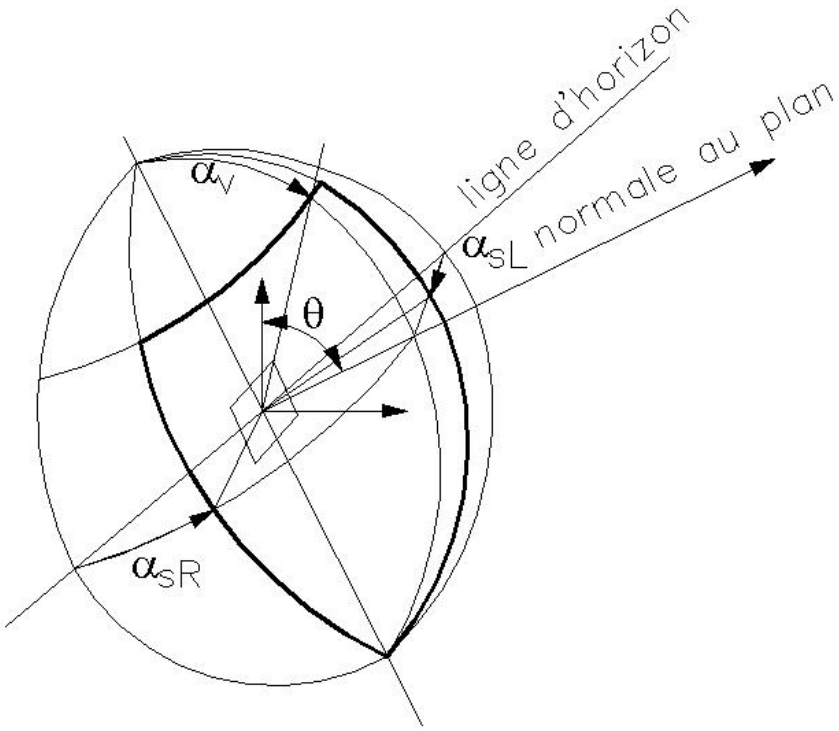
Hindernisse werden durch eine einzige Fläche schematisch dargestellt, die so genannte senkrechte Hindernisfläche. Der Verbauungswinkel α_h ist der Winkel zwischen der Horizontalen und der Linie, die den Mittelpunkt der besonnten Fläche mit dem oberen Rand des Hindernisses in vertikaler Ebene verbindet.

C.2.3 Geometrische Darstellung von Überhängen

Überhänge werden durch einen horizontalen Überhang und zwei seitliche Überstände schematisiert, die anhand eines senkrechten Überhangwinkels α_v (0° wenn es keinen horizontalen Überhang gibt, maximal 180°), anhand eines linken Überhangwinkels α_{sL} (0° wenn es keinen linken Überstand gibt, maximal 180°) und anhand eines rechten Überhangwinkels α_{sR} (0° wenn es keinen rechten Überstand gibt, maximal 180°) wie in der nachstehenden Abbildung dargestellt zu bestimmen sind.

Erläuterung: Die Begrenzungslinien horizontaler Überhänge und seitlicher Überstände bilden auf einer in der Mitte der betreffenden Ebene senkrecht aufgenommenen Weitwinkelaufnahme (Fisheye) ein Rechteck. Dieses Rechteck, das Himmelsfläche genannt wird, entspricht dem Teil des Himmels, der von der Fläche aus sichtbar ist.

Abbildung [1]: Geometrische Darstellung von Überhängen



C.2.4 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 Heizungsberechnung und für die Berechnung der Sonnenkollektoren:
  - Verbauungswinkel α_h: 25°
  - Überhangwinkel links α_{sL}, rechts α_{sR} und vertikal α_v: 0°
- Für den Kühlbedarf und den Indikator für Überheizungsgefahr:
  - Verbauungswinkel α_h: 15°
  - Überhangwinkel links α_{sL}, rechts α_{sR} und vertikal α_v: 0°

Zur Erinnerung: Bei Photovoltaikanlagen wird die Standardberechnung nicht angewandt, sondern es muss immer die genaue Beschattung angegeben werden (siehe Punkt 12.1).

C.3 Monatliche Sonneneinstrahlung auf einer unverschatteten Fläche

C.3.1 Gesamtsonneneinstrahlung

Die monatliche Sonneneinstrahlung auf einer beliebigen unverschatteten Fläche j entspricht der Summe aus direkter, diffuser und reflektierter monatlicher Sonneneinstrahlung.

Gl. 186 $$I_{s,m,j,unshad} = I_{s,dir,m,j,unshad} + I_{s,dif,m,j,unshad} + I_{s,refl,m,j,unshad} \quad (MJ/m^2)$$

Dabei ist:

$I_{s,dir,m,j,unshad}$ direkte Sonneneinstrahlung auf der Fläche j im jeweiligen Monat in MJ/m²

$I_{s,dif,m,j,unshad}$ diffuse Sonneneinstrahlung auf der Fläche j im jeweiligen Monat in MJ/m²

$I_{s,refl,m,j,unshad}$ reflektierte Sonneneinstrahlung auf der Fläche j im jeweiligen Monat in MJ/m²

Die Berechnungsverfahren für die verschiedenen Terme finden sich in den folgenden Abschnitten.

C.3.2 Direkte Sonneneinstrahlung

Die Berechnung der direkten monatlichen Sonneneinstrahlung erfolgt anhand des für den Monat charakteristischen Tages. Dabei handelt es sich um den 15. eines Monats. Die Nummer des typischen Tages entspricht der Tagesnummer ab dem 1. Januar (365 Tage), siehe Tabelle [1].

Die direkte monatliche Sonneneinstrahlung auf einer unverschatteten Fläche wird wie folgt bestimmt:

Gl. 187
$$I_{s,dir,m,j,unshad} = \left[I_{s,tot,m,hor} - I_{s,dif,m,hor}\right] \frac{Q_{s,dir,char,j}}{Q_{s,dir,char,hor}} \quad (MJ/m^2)$$

Dabei ist:

$I_{s,tot,m,hor}$ monatliche Sonneneinstrahlung auf einer unverschatteter horizontalen Fläche im Bezugsjahr in Uccle in MJ/m² (siehe Tabelle [1]

$I_{s,dif,m,hor}$ diffuse monatliche Sonneneinstrahlung auf einer unverschatteten horizontalen Fläche im Bezugsjahr in Uccle in MJ/m² (siehe Tabelle [1])

$Q_{s,dir,char,j}$ direkte tägliche Sonneneinstrahlung auf einer unverschatteten Fläche j am charakteristischen Tag des betreffenden Monats in J/m_2.Tag)

$Q_{s,dir,char,hor}$ direkte tägliche Sonneneinstrahlung auf einer unverschatteten horizontalen Fläche j am charakteristischen Tag des betreffenden Monats in J/m_2.Tag)

Die direkte tägliche Sonneneinstrahlung auf einer unverschatteten Fläche und die direkte tägliche Sonneneinstrahlung auf einer unverschatteten horizontalen Fläche am charakteristischen Tag des betreffenden Monats werden wie folgt bestimmt:

Gl. 188
$$Q_{s,dir,char,j} = 240 \times \sum_{\omega_1}^{\omega_2} \max\left\{0 ; \left[q_{s,dir,n} \cdot \cos\chi_{s,j} \cdot \Delta\omega\right]\right\} \quad (J/(m^2.Tag))$$

Gl. 189
$$Q_{s,dir,char,hor} = 240 \times \sum_{\omega_3}^{\omega_4} \max\left\{0 ; \left[q_{s,dir,n} \cdot \cos\chi_{s,hor} \cdot \Delta\omega\right]\right\} \quad (J/(m^2.Tag))$$

Dabei ist:

$q_{s,dir,n}$ direkte Sonneneinstrahlung auf einer senkrecht zur Sonne stehenden Fläche an dem für den Monat charakteristischen Tag in W/m², wie nachstehend bestimmt

ω Stundenwinkel (180° um Mitternacht, 90° um 6 Uhr, 0° um 12 Uhr mittags, -90° um 18 Uhr)

$\Delta\omega$	Stundenwinkel-Schritt in Grad (1 Stunde = 15°)
ω_1	kleinster Stundenwinkel (morgens), bei dem $\cos\chi_{s,hor}$ und $\cos\chi_{s,j}$ größer null sind
ω_2	größter Stundenwinkel (abends), bei dem $\cos\chi_{s,hor}$ und $\cos\chi_{s,j}$ noch größer null sind
ω_3	kleinster Stundenwinkel (morgens), bei dem c $\cos\chi_{s,hor}$ größer null ist
ω_4	größter Stundenwinkel (abends), bei dem $\cos\chi_{s,hor}$ noch größer null ist
$\chi_{s.j}$	Einfallwinkel der Sonne auf der Fläche j in Grad für jeden $\Delta\omega$-Schritt, bestimmt wie nachstehend beschrieben
$\chi_{s.hor}$	Einfallwinkel der Sonne auf der horizontalen Fläche in Grad für jeden $\Delta\omega$-Schritt, wie nachstehend bestimmt
240	Faktor für die Umrechnung des Stundenwinkels in Sekunden

Bei der Berechnung wird als Zeitschritt ein Stundenwinkel von 15° angenommen.

Die direkte Sonneneinstrahlung pro Stunde auf einer senkrecht zur Sonne stehenden Fläche an dem für jeden Monat charakteristischen Tag wird wie folgt bestimmt:

Gl. 190
$$q_{s,dir,n} = \max\left[0;1353\left[1+0,033\ .\ \cos\left[360\ .\ d/365\right]\right]\times\exp\left(-\ m\ .\ d_R\ .\ T_L\right)\right] \quad (W/m^2)$$

Dabei ist:

d	Nummer des charakteristischen Tages gemäß Tabelle [1]
m	Wegfaktor in m^{-1}
d_R	optischer Weg in m
T_L	Lufttrübungsfaktor (-)

Der Wegfaktor, der optische Weg und der Lufttrübungsfaktor werden wie folgt berechnet:

Gl. 191
$$m = \frac{0,992}{\sin(\beta)+0,15(\pi\beta/180+3,885)^{-1,253}} \quad (m^{-1})$$

Gl. 192
$$d_R = 1,4899 - 2,1099\cos(\beta) + 0,6322\cos(2\beta) + 0,0253\cos(3\beta) - 1,0022\sin(\beta) + 1,0077\sin(2\beta) - 0,2606\sin(3\beta) \quad (m)$$

Gl. 193
$$T_L = 3,372 + 0,053(\pi\beta/180) - 0,296\cos(30m) \quad (-)$$

Dabei ist:

β	Höhenwinkel der Sonne in Grad
m	Rang des Monats (1 für Januar, 2 für Februar usw.), das Argument von Cosinus wird in Grad angegeben

Dieser Höhenwinkel der Sonne ist gleich:

Gl. 194
$$\beta = \max\left[0;90-\arccos\left[\cos\varphi\ .\ \cos\delta\ .\ \cos\omega+\sin\varphi\ .\ \sin\delta\right]\right] \quad (°)$$

Dabei ist:

φ Breitengrad von Uccle: +50,8°

δ Neigung für jeden charakteristischen Tag in Grad gleich

Gl. 195 $$\delta = \arcsin\left[-\sin(23,45) \cdot \cos\left(\frac{360}{365} \cdot (d + 10)\right)\right] \quad (°)$$

Dabei ist:

d Nummer des charakteristischen Tags gemäß Tabelle [1]

Der Sonneneinfallwinkel der Fläche j und der horizontalen Fläche wird wie folgt bestimmt:

Gl. 196
$$\begin{aligned}\cos\chi_{s,j} = {} & 0,775\left[\sin\delta \cdot \cos\theta_j + \cos\delta \cdot \sin\theta_j \cdot \cos\varphi_j \cdot \cos\omega\right] \\ & - 0,632\left[\sin\delta \cdot \sin\theta_j \cdot \cos\varphi_j - \cos\delta \cdot \cos\theta_j \cdot \cos\omega\right] \\ & + \cos\delta \cdot \sin\theta_j \cdot \sin\varphi_j \cdot \sin\omega\end{aligned} \quad (-)$$

Gl. 197 $\chi_{s.hor} = 90 - \beta$ (-)

C.3.3 Diffuse Sonneneinstrahlung

Die diffuse monatliche Sonneneinstrahlung auf einer unverschatteten Fläche wird wie folgt bestimmt:

Gl. 198 $$I_{s,dif,m,j,unshad} = I_{s,dif,m,hor}\ c_m \left(\frac{1 + \cos\theta_j}{2}\right) \quad (MJ/m^2)$$

Dabei ist:

$I_{s,dif,m,hor}$ diffuse monatliche Sonneneinstrahlung auf einer unverschatteten horizontalen Fläche im Bezugsjahr in Uccle in MJ/m^2 (siehe Tabelle [1])

c_m Korrekturfaktor für den anisotropen Charakter der diffusen Strahlung gemäß der unten stehenden Tabelle [22]

θ_j Neigung der Fläche j in Grad, also Winkel zwischen der Vertikalen und der Normalen der Fläche j

Tabelle [22] - Korrekturfaktor c_m für den anisotropen Charakter der diffusen Strahlung

		Ausrichtung (°)								
		0 (S)	±22,5	±45	±67,5	±90 (O/W)	±112,5	±135	±157,5	±180 (N)
Neigung (°)	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 Neigungen und Ausrichtungen, die zwischen diesen Werten liegen, wird in der Tabelle zunächst eine Interpolation nach der Ausrichtung mit konstanter Neigung vorgenommen. Anschließend wird eine zweite Interpolation nach der Neigung mit konstanter Ausrichtung vorgenommen.

C.3.4 Reflektierte Sonneneinstrahlung

Die reflektierte monatliche Sonneneinstrahlung auf einer unverschatteten Fläche wird wie folgt bestimmt:

Gl. 199 $$I_{s,refl,m,j,unshad} = 0{,}2 \cdot I_{s,tot,m,hor}\left(\frac{1-\cos\theta_j}{2}\right) \quad (MJ/m^2)$$

Dabei ist:

$I_{s,tot,m,hor}$ monatliche Gesamtsonneneinstrahlung auf einer unverschatteten horizontalen Fläche im Bezugsjahr in Uccle in MJ/m² nach Tabelle [1]

C.4 Monatliche Sonneneinstrahlung auf einer verschatteten Fläche

C.4.1 Verbauungswinkel $\alpha_h \leq 60°$

C.4.1.1 Gesamtsonneneinstrahlung

Die monatliche Sonneneinstrahlung auf einer beliebigen verschatteten Fläche j entspricht der Summe von direkter, diffuser und reflektierter monatlicher Sonneneinstrahlung:

Gl. 200 $$I_{s,m,j,shad} = I_{s,dir,m,j,shad} + I_{s,dif,m,j,shad} + I_{s,refl,m,j,shad} \quad (MJ/m^2)$$

Dabei ist:

$I_{s,dir,m,j,shad}$ direkte Sonneneinstrahlung auf der Fläche j im jeweiligen Monat in MJ/m²

$I_{s,dif,m,j,shad}$ diffuse Sonneneinstrahlung auf der Fläche j im jeweiligen Monat in MJ/m²

$I_{s,refl,m,j,shad}$ reflektierte Sonneneinstrahlung auf der Fläche j im jeweiligen Monat in MJ/m²

Die Berechnungsverfahren für die verschiedenen Terme finden sich in den folgenden Abschnitten.

C.4.1.2 Direkte Sonneneinstrahlung

Für die Bestimmung der direkten monatlichen Sonneneinstrahlung auf einer verschatteten Fläche ($I_{s,dir,m,j,shad}$) gilt das gleiche Verfahren wie für unverschattete Flächen. Für die Bestimmung der direkten täglichen Sonneneinstrahlung auf der betreffenden Fläche am charakteristischen Tag des betreffenden Monats für jeden Stundenwinkel, in dem die Sonne über dem Horizont steht, gelten die folgenden Regeln:

- Für Stundenwinkel zwischen ω_1 und ω_2, bei denen der Höhenwinkel der Sonne β kleiner ist als der Verbauungswinkel α_h, wird von einer direkten Sonneneinstrahlung gleich null ausgegangen.
- Für die restlichen Stundenwinkel werden die Kugelkoordinaten für den Azimutwinkel der Sonne γ_s und den Höhenwinkel der Sonne β in ein Achsensystem umgerechnet, für das die Hindernisse definiert wurden. Als Ergebnis erhält man die umgerechneten Winkel γ_s' und β'.
- Wenn der Punkt (γ_s', β') außerhalb der Himmelsfläche liegt, wird von einer direkten Sonneneinstrahlung gleich null ausgegangen. Andernfalls wird davon ausgegangen, dass die direkte Sonneneinstrahlung dem unverschatteten Wert entspricht.

Der Azimutwinkel der Sonne γ_s wird ausgedrückt durch:

Gl. 201
$$\gamma_s = -\text{signe}(\omega) \cdot \arccos\left(\frac{\cos\chi_{s,hor} \cdot \sin\varphi - \sin\delta}{\sin\chi_{s,hor} \cdot \cos\varphi}\right) \quad (-)$$

C.4.1.3 Diffuse Sonneneinstrahlung

Die diffuse monatliche Sonneneinstrahlung auf einer verschatteten Fläche wird wie folgt bestimmt:

Gl. 202
$$I_{s,dif,m,j,shad} = I_{s,dif,m,hor}\left(\frac{1+\cos\theta_j}{2}\right)c_m c_n \quad (MJ/m^2)$$

Gl. 203
$$c_n = \frac{\left(\frac{180-\theta_j}{90} \cdot (1-\sin\alpha_h) - (1-\cos\alpha_v)\right) \cdot (180-\alpha_{sL}-\alpha_{sR})}{2 \cdot (180-\theta_j)} \quad (-)$$

Dabei ist:

$I_{s,dif,m,hor}$ diffuse monatliche Sonneneinstrahlung auf einer unverschatteten horizontalen Fläche in Uccle in MJ/m² (siehe Tabelle [1])

Wenn die Formel für die Bestimmung von c_n einen negativen Wert ergibt, gilt c_n = 0.

C.4.1.4 Reflektierte Sonneneinstrahlung

Die reflektierte monatliche Sonneneinstrahlung auf einer beliebigen Fläche wird wie folgt bestimmt:

Gl. 204 $$I_{s,refl,m,j,shad} = 0{,}2 \cdot I_{s,tot,m,hor}\left(\frac{1-\cos\theta_j}{2}\right) \quad (MJ/m^2)$$

Dabei ist:

$I_{s,tot,m,hor}$ monatliche Gesamtsonneneinstrahlung auf einer unverschatteten horizontalen Fläche in Uccle in MJ/m² (siehe Tabelle [1])

C.4.2 Verbauungswinkel $\alpha_h > 60°$

Bei einem Verbauungswinkel $\alpha_h > 60°$ wird zwischen Hindernissen, die mit dem Gebäude verbunden sind, und Hindernissen in der Umgebung unterschieden.

Die monatliche Sonneneinstrahlung auf einer beschatteten Fläche j wird wie folgt berechnet:

Gl. 205 $$I_{s,m,j,shad} = F_{s,m,j,env\ obst} \cdot I_{s,m,j,shad,obst\ from\ build} \quad (MJ/m^2)$$

Dabei ist:

$F_{s,m,j,env\ obst}$ Beschattungsfaktor durch Hindernisse in der Umgebung (-)

$I_{s,m,j,shad,obst\ from\ build}$ Sonneneinstrahlung am Fenster j im jeweiligen Monat unter Berücksichtigung der Beschattung durch Hindernisse, die mit dem Gebäude verbunden sind (MJ/m²)

C.4.2.1 Sonneneinstrahlung $I_{s,m,j,shad,obst\ from\ build}$

Die Sonneneinstrahlung $I_{s,m,j,shad,obst\ from\ build}$ am Fenster j im jeweiligen Monat unter Berücksichtigung der Beschattung durch Hindernisse, die mit dem Gebäude verbunden sind, berechnet sich wie folgt:

Es wird angenommen, dass die Sonneneinstrahlung $I_{s,m,j,shad,obst\ from\ build}$ der Summe von direkter, diffuser und reflektierter monatlicher Sonneneinstrahlung entspricht, wobei jedoch nur mit dem Gebäude verbundene Hindernisse berücksichtigt werden (Verbauungswinkel $\alpha_h = 0°$)

Gl. 206 $$I_{s,m,j,shad,obst\ from\ build} = I_{s,dir,m,j,shad} + I_{s,dif,m,j,shad} + I_{s,refl,m,j,shad} \quad (MJ/m^2)$$

Dabei ist:

$I_{s,dir,m,j,shad}$ direkte Sonneneinstrahlung auf der Fläche j im jeweiligen Monat in MJ/m²

$I_{s,dif,m,j,shad}$ diffuse Sonneneinstrahlung auf der Fläche j im jeweiligen Monat in MJ/m²

$I_{s,refl,m,j,shad}$ reflektierte Sonneneinstrahlung auf der Fläche j im jeweiligen Monat in MJ/m²

C.4.2.2 Beschattungsfaktor

Der Beschattungsfaktor $F_{s,m,j,env\ obst}$ berechnet sich durch lineare Interpolation anhand folgender Gleichung:

Gl. 207 $$F_{s,m,j,env\ obst} = F_{s,m,j,env\ obst,60°} \cdot \frac{(90 - \alpha_h)}{30} \quad (-)$$

Dabei ist:

$F_{s,m,j,env\ obst,60°}$ der Beschattungsfaktor durch benachbarte Hindernisse mit einem Verbauungswinkel von 60°

Die Werte von $F_{s,m,j,env\ obst,60°}$ finden sich in Tabelle C0 und hängen von der Ausrichtung und dem Neigungswinkel der Glasfläche ab.

C.4.2.3 Beschattungsfaktor durch benachbarte Hindernisse mit einem Verbauungswinkel von 60°

Dieser Abschnitt beinhaltet die Tabelle C0 mit den monatlichen Werten des Beschattungsfaktors $F_{s,m,j,env\ obst,60°}$ für unterschiedliche Ausrichtungen und Neigungswinkel von Glasflächen.

Die Werte werden für einen Verbauungswinkel von 60° angegeben. Bei einem größeren Verbauungswinkel wird die Beschattung auf eine andere Weise detailliert berücksichtigt.

Bei Ausrichtungen und Neigungswinkeln, die nicht in den Tabellen aufgeführt werden, ist eine lineare Interpolation vorzunehmen, zunächst nach der Ausrichtung und dann nach dem Neigungswinkel.

Bei einem Neigungswinkel über 90° gelten die Werte für den Neigungswinkel 90°.

Tabelle C0: Beschattungsfaktor – Verbauungswinkel 60°

Tableau C0/ Orientation ϕ = 0° (SUD)

Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,08	0,05	0,04	0,04	0,04
Février	0,06	0,04	0,04	0,04	0,04
Mars	0,06	0,05	0,04	0,04	0,05
Avril	0,06	0,05	0,05	0,05	0,07
Mai	0,08	0,08	0,08	0,08	0,10
Juin	0,21	0,21	0,22	0,22	0,20
Juillet	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12
Août	0,06	0,05	0,05	0,06	0,07
Septembre	0,06	0,05	0,05	0,05	0,06
Octobre	0,05	0,04	0,03	0,03	0,03
Novembre	0,08	0,05	0,04	0,04	0,04
Décembre	0,09	0,06	0,05	0,05	0,05

Tableau C0 / Orientation ϕ = 45° (SUD-OUEST)

Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,08	0,05	0,05	0,04	0,05
Février	0,06	0,05	0,04	0,04	0,04
Mars	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05
Avril	0,06	0,05	0,05	0,05	0,06
Mai	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Juin	0,21	0,21	0,20	0,18	0,14
Juillet	0,11	0,12	0,12	0,11	0,11
Août	0,06	0,05	0,05	0,06	0,07
Septembre	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05
Octobre	0,05	0,03	0,03	0,03	0,03
Novembre	0,08	0,05	0,04	0,04	0,04
Décembre	0,09	0,06	0,06	0,05	0,05

Tableau C0/ Orientation ϕ = 90° (OUEST)

Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07
Février	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Mars	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07
Avril	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07
Mai	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07
Juin	0,21	0,14	0,12	0,11	0,08
Juillet	0,11	0,10	0,10	0,09	0,09
Août	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07
Septembre	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Octobre	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04
Novembre	0,08	0,07	0,06	0,06	0,06
Décembre	0,09	0,09	0,09	0,08	0,09

Tableau C0 / Orientation ϕ = 135° (NORD-OUEST)

Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,08	0,12	0,12	0,12	0,12
Février	0,06	0,11	0,11	0,11	0,11
Mars	0,06	0,09	0,09	0,09	0,10
Avril	0,06	0,08	0,08	0,08	0,09
Mai	0,08	0,07	0,07	0,07	0,08
Juin	0,21	0,09	0,08	0,08	0,09
Juillet	0,11	0,09	0,09	0,09	0,10
Août	0,06	0,08	0,08	0,08	0,09
Septembre	0,06	0,09	0,09	0,09	0,09
Octobre	0,05	0,08	0,08	0,08	0,08
Novembre	0,08	0,11	0,11	0,11	0,11
Décembre	0,09	0,13	0,13	0,13	0,13

Tableau C0 / Orientation ϕ = 180° (NORD)

Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,08	0,13	0,13	0,13	0,13
Février	0,06	0,12	0,12	0,12	0,12
Mars	0,06	0,12	0,12	0,12	0,12
Avril	0,06	0,11	0,11	0,12	0,12
Mai	0,08	0,10	0,10	0,10	0,11
Juin	0,21	0,11	0,11	0,11	0,12
Juillet	0,11	0,11	0,11	0,11	0,12
Août	0,06	0,11	0,11	0,11	0,11
Septembre	0,06	0,12	0,12	0,12	0,12
Octobre	0,05	0,12	0,12	0,12	0,12
Novembre	0,08	0,13	0,13	0,13	0,13
Décembre	0,09	0,13	0,13	0,13	0,13

Tableau C0 / Orientation ϕ = -135° (NORD-EST)

Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,08	0,12	0,12	0,12	0,12
Février	0,06	0,11	0,11	0,11	0,12
Mars	0,06	0,10	0,10	0,10	0,11
Avril	0,06	0,09	0,09	0,10	0,10
Mai	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09
Juin	0,21	0,09	0,09	0,09	0,11
Juillet	0,11	0,09	0,09	0,09	0,10
Août	0,06	0,09	0,09	0,09	0,10
Septembre	0,06	0,10	0,10	0,10	0,11
Octobre	0,05	0,11	0,11	0,11	0,11
Novembre	0,08	0,13	0,13	0,13	0,13
Décembre	0,09	0,13	0,13	0,13	0,13

Tableau C0 / Orientation ϕ = -90° (EST)

Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09
Février	0,06	0,08	0,07	0,07	0,08
Mars	0,06	0,07	0,07	0,07	0,08
Avril	0,06	0,07	0,07	0,07	0,08
Mai	0,08	0,06	0,06	0,06	0,07
Juin	0,21	0,15	0,14	0,13	0,11
Juillet	0,11	0,10	0,09	0,09	0,09
Août	0,06	0,07	0,07	0,07	0,08
Septembre	0,06	0,07	0,07	0,07	0,08
Octobre	0,05	0,07	0,07	0,07	0,08
Novembre	0,08	0,10	0,09	0,09	0,10
Décembre	0,09	0,10	0,10	0,10	0,10

Tableau C0 / Orientation ϕ = -45° (SUD - EST)

Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,08	0,06	0,05	0,05	0,06
Février	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05
Mars	0,06	0,05	0,05	0,05	0,06
Avril	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07
Mai	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Juin	0,21	0,22	0,21	0,20	0,17
Juillet	0,11	0,12	0,11	0,11	0,11
Août	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07
Septembre	0,06	0,06	0,05	0,06	0,07
Octobre	0,05	0,05	0,04	0,04	0,05
Novembre	0,08	0,06	0,06	0,06	0,06
Décembre	0,09	0,07	0,06	0,06	0,06

C.5 Nutzungsfaktor $a_{c,m,j}$: Tabellen

Diese Anlage enthält die Tabellen mit den Monatswerten des Nutzungsfaktors $a_{c,m,j}$ von Sonnenschutzvorrichtungen für unterschiedliche Ausrichtungen und Neigungswinkel der besonnten Fläche.

Bei Ausrichtungen und Neigungswinkeln, die nicht in den Tabellen aufgeführt werden, ist eine lineare Interpolation vorzunehmen, zunächst nach der Ausrichtung und dann nach dem Neigungswinkel.

Bei einem Neigungswinkel über 90° gelten die Werte für den Neigungswinkel 90°.

Tabelle C1: Nutzungsfaktor – Bedienung von Hand (Wohnzwecke und Nicht-Wohnzwecke) – Automatikbedienung (Nicht-Wohnzwecke, für die Heizungsberechnungen)

Tableau C1 /Orientation ϕ = 0° (SUD)

Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,00	0,31	0,46	0,51	0,53
Février	0,10	0,53	0,58	0,62	0,59
Mars	0,46	0,64	0,67	0,68	0,62
Avril	0,57	0,67	0,67	0,65	0,53
Mai	0,67	0,68	0,69	0,68	0,45
Juin	0,70	0,70	0,71	0,67	0,42
Juillet	0,66	0,68	0,66	0,63	0,33
Août	0,63	0,70	0,70	0,67	0,46
Septembre	0,49	0,65	0,66	0,67	0,56
Octobre	0,33	0,65	0,71	0,73	0,72
Novembre	0,00	0,34	0,45	0,51	0,49
Décembre	0,00	0,21	0,36	0,44	0,42

Tableau C1 / Orientation ϕ = 30°

Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,00	0,31	0,43	0,48	0,51
Février	0,10	0,49	0,59	0,62	0,61
Mars	0,46	0,66	0,67	0,69	0,63
Avril	0,57	0,67	0,68	0,66	0,57
Mai	0,67	0,71	0,69	0,66	0,51
Juin	0,70	0,72	0,70	0,66	0,47
Juillet	0,66	0,68	0,66	0,60	0,34
Août	0,63	0,70	0,70	0,65	0,52
Septembre	0,49	0,66	0,69	0,68	0,61
Octobre	0,33	0,68	0,73	0,75	0,76
Novembre	0,00	0,36	0,47	0,51	0,54
Décembre	0,00	0,20	0,27	0,34	0,35

Orientation ϕ = 45° (SUD-OUEST)

Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,00	0,29	0,39	0,47	0,45
Février	0,10	0,45	0,56	0,59	0,60
Mars	0,46	0,63	0,67	0,67	0,61
Avril	0,57	0,67	0,66	0,68	0,60
Mai	0,67	0,70	0,70	0,67	0,53
Juin	0,70	0,71	0,71	0,68	0,51
Juillet	0,66	0,68	0,67	0,63	0,37
Août	0,63	0,70	0,69	0,66	0,54
Septembre	0,49	0,65	0,68	0,69	0,63
Octobre	0,33	0,68	0,73	0,76	0,75
Novembre	0,00	0,33	0,47	0,52	0,52
Décembre	0,00	0,18	0,24	0,27	0,29

Orientation ϕ = 60°

Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,00	0,20	0,33	0,40	0,42
Février	0,10	0,43	0,53	0,56	0,57
Mars	0,46	0,63	0,61	0,62	0,57
Avril	0,57	0,64	0,68	0,65	0,59
Mai	0,67	0,71	0,68	0,66	0,57
Juin	0,70	0,72	0,70	0,66	0,55
Juillet	0,66	0,69	0,66	0,60	0,40
Août	0,63	0,68	0,68	0,64	0,54
Septembre	0,49	0,65	0,67	0,66	0,62
Octobre	0,33	0,66	0,70	0,73	0,71
Novembre	0,00	0,32	0,43	0,50	0,49
Décembre	0,00	0,15	0,18	0,22	0,22

Tableau C1 / Orientation ϕ = 90° (OUEST)

Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,00	0,04	0,08	0,18	0,12
Février	0,10	0,28	0,35	0,38	0,32
Mars	0,46	0,50	0,51	0,49	0,44
Avril	0,57	0,61	0,61	0,59	0,51
Mai	0,67	0,66	0,64	0,62	0,54
Juin	0,70	0,67	0,68	0,66	0,56
Juillet	0,66	0,64	0,60	0,50	0,38
Août	0,63	0,63	0,62	0,57	0,50
Septembre	0,49	0,57	0,59	0,59	0,52
Octobre	0,33	0,55	0,59	0,61	0,64
Novembre	0,00	0,19	0,26	0,30	0,37
Décembre	0,00	0,00	0,03	0,06	0,03

Tableau C1 / Orientation ϕ = 120°

Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,46	0,34	0,31	0,30	0,17
Avril	0,57	0,52	0,50	0,45	0,33
Mai	0,67	0,62	0,59	0,52	0,41
Juin	0,70	0,65	0,64	0,58	0,47
Juillet	0,66	0,59	0,47	0,40	0,29
Août	0,63	0,55	0,50	0,47	0,37
Septembre	0,49	0,40	0,40	0,36	0,28
Octobre	0,33	0,26	0,32	0,35	0,32
Novembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Orientation ϕ = 135° (NORD-OUEST)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,46	0,13	0,06	0,07	0,04
Avril	0,57	0,47	0,38	0,30	0,20
Mai	0,67	0,58	0,51	0,46	0,34
Juin	0,70	0,62	0,57	0,52	0,40
Juillet	0,66	0,54	0,39	0,33	0,23
Août	0,63	0,49	0,41	0,36	0,25
Septembre	0,49	0,30	0,19	0,17	0,11
Octobre	0,33	0,05	0,06	0,07	0,10
Novembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Orientation ϕ = 150°					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,46	0,01	0,00	0,00	0,00
Avril	0,57	0,36	0,18	0,13	0,06
Mai	0,67	0,54	0,43	0,33	0,25
Juin	0,70	0,60	0,48	0,40	0,30
Juillet	0,66	0,50	0,31	0,23	0,15
Août	0,63	0,41	0,29	0,20	0,08
Septembre	0,49	0,09	0,05	0,04	0,01
Octobre	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C1 / Orientation ϕ = 180° (NORD)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,46	0,00	0,00	0,00	0,00
Avril	0,57	0,15	0,00	0,00	0,00
Mai	0,67	0,49	0,00	0,00	0,00
Juin	0,70	0,55	0,11	0,00	0,00
Juillet	0,66	0,44	0,06	0,01	0,00
Août	0,63	0,21	0,00	0,00	0,00
Septembre	0,49	0,00	0,00	0,00	0,00
Octobre	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C1 / Orientation ϕ = -150°					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,46	0,00	0,00	0,00	0,00
Avril	0,57	0,28	0,07	0,01	0,00
Mai	0,67	0,51	0,36	0,26	0,08
Juin	0,70	0,57	0,46	0,30	0,10
Juillet	0,66	0,46	0,33	0,25	0,09
Août	0,63	0,34	0,15	0,10	0,03
Septembre	0,49	0,06	0,00	0,00	0,00
Octobre	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Orientation ϕ = -135° (NORD-EST)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,46	0,08	0,00	0,00	0,00
Avril	0,57	0,37	0,23	0,14	0,03
Mai	0,67	0,57	0,47	0,38	0,25
Juin	0,70	0,61	0,52	0,43	0,28
Juillet	0,66	0,52	0,43	0,35	0,20
Août	0,63	0,42	0,32	0,26	0,13
Septembre	0,49	0,20	0,07	0,04	0,00
Octobre	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Orientation ϕ = -120°					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,46	0,23	0,18	0,15	0,04
Avril	0,57	0,44	0,38	0,31	0,16
Mai	0,67	0,60	0,53	0,47	0,36
Juin	0,70	0,64	0,56	0,54	0,40
Juillet	0,66	0,57	0,48	0,44	0,32
Août	0,63	0,49	0,39	0,35	0,26
Septembre	0,49	0,29	0,24	0,18	0,09
Octobre	0,33	0,02	0,01	0,00	0,00
Novembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C1 / Orientation ϕ =-90° (EST)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,00	0,02	0,05	0,08	0,09
Février	0,10	0,26	0,31	0,33	0,29
Mars	0,46	0,44	0,43	0,40	0,33
Avril	0,57	0,55	0,51	0,49	0,37
Mai	0,67	0,66	0,63	0,59	0,46
Juin	0,70	0,67	0,65	0,61	0,49
Juillet	0,66	0,62	0,58	0,53	0,42
Août	0,63	0,58	0,56	0,50	0,39
Septembre	0,49	0,49	0,46	0,43	0,33
Octobre	0,33	0,28	0,28	0,30	0,18
Novembre	0,00	0,02	0,04	0,04	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C1 / Orientation ϕ = -60°					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,00	0,15	0,22	0,24	0,28
Février	0,10	0,39	0,45	0,46	0,48
Mars	0,46	0,56	0,57	0,58	0,48
Avril	0,57	0,62	0,59	0,58	0,47
Mai	0,67	0,69	0,68	0,64	0,50
Juin	0,70	0,70	0,69	0,66	0,53
Juillet	0,66	0,66	0,64	0,59	0,45
Août	0,63	0,63	0,63	0,60	0,43
Septembre	0,49	0,59	0,59	0,60	0,46
Octobre	0,33	0,48	0,53	0,54	0,46
Novembre	0,00	0,14	0,18	0,21	0,16
Décembre	0,00	0,02	0,09	0,17	0,17

Orientation ϕ = -45° (SUD-EST)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,00	0,18	0,26	0,32	0,33
Février	0,10	0,41	0,46	0,48	0,51
Mars	0,46	0,59	0,62	0,60	0,53
Avril	0,57	0,63	0,64	0,60	0,49
Mai	0,67	0,69	0,68	0,65	0,49
Juin	0,70	0,70	0,68	0,67	0,50
Juillet	0,66	0,66	0,64	0,60	0,42
Août	0,63	0,66	0,65	0,61	0,44
Septembre	0,49	0,61	0,64	0,61	0,50
Octobre	0,33	0,55	0,58	0,60	0,54
Novembre	0,00	0,20	0,26	0,30	0,27
Décembre	0,00	0,05	0,28	0,31	0,28

Orientation ϕ = -30°					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,00	0,21	0,36	0,40	0,39
Février	0,10	0,46	0,53	0,56	0,51
Mars	0,46	0,62	0,63	0,64	0,59
Avril	0,57	0,66	0,65	0,64	0,50
Mai	0,67	0,69	0,70	0,67	0,47
Juin	0,70	0,70	0,69	0,66	0,46
Juillet	0,66	0,67	0,66	0,60	0,40
Août	0,63	0,67	0,66	0,63	0,46
Septembre	0,49	0,63	0,64	0,66	0,55
Octobre	0,33	0,58	0,64	0,65	0,62
Novembre	0,00	0,26	0,33	0,36	0,34
Décembre	0,00	0,12	0,32	0,35	0,38

Tabelle C2: Nutzungsfaktor – Automatikbedienung (Wohnzwecke)

Tableau C2 / Orientation ϕ = 0° (SUD)

Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,04	0,56	0,62	0,65	0,68
Février	0,34	0,70	0,72	0,73	0,74
Mars	0,64	0,77	0,78	0,78	0,75
Avril	0,74	0,79	0,78	0,76	0,65
Mai	0,79	0,80	0,79	0,75	0,59
Juin	0,81	0,81	0,79	0,75	0,59
Juillet	0,82	0,81	0,79	0,76	0,55
Août	0,78	0,81	0,82	0,78	0,62
Septembre	0,68	0,78	0,79	0,78	0,72
Octobre	0,56	0,76	0,79	0,81	0,81
Novembre	0,10	0,50	0,60	0,62	0,64
Décembre	0,00	0,41	0,52	0,58	0,56

Tableau C2 / Orientation ϕ = 30°

Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,04	0,50	0,59	0,62	0,63
Février	0,34	0,65	0,69	0,72	0,71
Mars	0,64	0,76	0,77	0,78	0,74
Avril	0,74	0,79	0,78	0,77	0,68
Mai	0,79	0,81	0,79	0,78	0,63
Juin	0,81	0,81	0,79	0,77	0,62
Juillet	0,82	0,81	0,79	0,75	0,53
Août	0,78	0,81	0,81	0,78	0,64
Septembre	0,68	0,77	0,77	0,79	0,73
Octobre	0,56	0,77	0,81	0,82	0,82
Novembre	0,10	0,51	0,58	0,63	0,64
Décembre	0,00	0,36	0,50	0,58	0,58

Tableau C2 / Orientation ϕ = 45° (SUD-OUEST)

Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,04	0,46	0,54	0,57	0,60
Février	0,34	0,60	0,67	0,69	0,68
Mars	0,64	0,74	0,76	0,76	0,70
Avril	0,74	0,78	0,77	0,75	0,67
Mai	0,79	0,80	0,80	0,75	0,65
Juin	0,81	0,80	0,80	0,74	0,61
Juillet	0,82	0,81	0,79	0,73	0,51
Août	0,78	0,81	0,79	0,77	0,65
Septembre	0,68	0,77	0,77	0,77	0,72
Octobre	0,56	0,74	0,78	0,81	0,82
Novembre	0,10	0,50	0,57	0,61	0,62
Décembre	0,00	0,23	0,41	0,52	0,42

Tableau C2 / Orientation ϕ = 60°

Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,04	0,37	0,48	0,54	0,54
Février	0,34	0,55	0,61	0,64	0,64
Mars	0,64	0,73	0,75	0,71	0,67
Avril	0,74	0,76	0,75	0,72	0,66
Mai	0,79	0,79	0,77	0,75	0,64
Juin	0,81	0,81	0,79	0,77	0,68
Juillet	0,82	0,79	0,77	0,72	0,52
Août	0,78	0,80	0,78	0,76	0,62
Septembre	0,68	0,75	0,76	0,74	0,69
Octobre	0,56	0,75	0,79	0,79	0,80
Novembre	0,10	0,48	0,55	0,59	0,62
Décembre	0,00	0,21	0,28	0,34	0,33

Tableau C2 / Orientation ϕ = 90° (OUEST)

Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,04	0,14	0,25	0,30	0,27
Février	0,34	0,41	0,46	0,50	0,49
Mars	0,64	0,63	0,63	0,62	0,55
Avril	0,74	0,71	0,69	0,65	0,60
Mai	0,79	0,78	0,75	0,71	0,62
Juin	0,81	0,80	0,77	0,75	0,64
Juillet	0,82	0,78	0,73	0,67	0,50
Août	0,78	0,76	0,74	0,69	0,59
Septembre	0,68	0,70	0,69	0,68	0,62
Octobre	0,56	0,68	0,71	0,72	0,70
Novembre	0,10	0,30	0,38	0,44	0,43
Décembre	0,00	0,02	0,09	0,10	0,09

Tableau C2 / Orientation ϕ = 120°

Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,34	0,09	0,03	0,04	0,00
Mars	0,64	0,45	0,39	0,38	0,30
Avril	0,74	0,65	0,59	0,55	0,41
Mai	0,79	0,73	0,67	0,64	0,51
Juin	0,81	0,78	0,71	0,68	0,55
Juillet	0,82	0,75	0,67	0,56	0,38
Août	0,78	0,71	0,64	0,55	0,45
Septembre	0,68	0,60	0,55	0,51	0,40
Octobre	0,56	0,45	0,47	0,51	0,46
Novembre	0,10	0,00	0,06	0,15	0,16
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C2 / Orientation ϕ = 135° (NORD-OUEST)

Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,64	0,36	0,25	0,17	0,07
Avril	0,74	0,60	0,52	0,44	0,31
Mai	0,79	0,72	0,63	0,56	0,41
Juin	0,81	0,76	0,69	0,60	0,47
Juillet	0,82	0,73	0,62	0,45	0,31
Août	0,78	0,69	0,55	0,44	0,34
Septembre	0,68	0,51	0,39	0,28	0,22
Octobre	0,56	0,16	0,17	0,16	0,14
Novembre	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C2 / Orientation ϕ = 150°

Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,64	0,13	0,03	0,02	0,01
Avril	0,74	0,55	0,38	0,24	0,12
Mai	0,79	0,69	0,57	0,43	0,29
Juin	0,81	0,74	0,65	0,53	0,34
Juillet	0,82	0,73	0,54	0,34	0,21
Août	0,78	0,65	0,43	0,30	0,18
Septembre	0,68	0,38	0,08	0,07	0,06
Octobre	0,56	0,03	0,00	0,00	0,00
Novembre	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C2 / Orientation ϕ = 180° (NORD)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,64	0,00	0,00	0,00	0,00
Avril	0,74	0,42	0,00	0,00	0,00
Mai	0,79	0,72	0,36	0,04	0,00
Juin	0,81	0,74	0,62	0,07	0,00
Juillet	0,82	0,73	0,46	0,03	0,01
Août	0,78	0,58	0,02	0,00	0,00
Septembre	0,68	0,10	0,00	0,00	0,00
Octobre	0,56	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembre	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C2 / Orientation ϕ = -150°					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,64	0,13	0,00	0,00	0,00
Avril	0,74	0,53	0,31	0,09	0,00
Mai	0,79	0,72	0,58	0,42	0,22
Juin	0,81	0,76	0,64	0,51	0,27
Juillet	0,82	0,74	0,60	0,44	0,19
Août	0,78	0,63	0,40	0,25	0,08
Septembre	0,68	0,29	0,06	0,00	0,00
Octobre	0,56	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembre	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C2 / Orientation ϕ = -135° (NORD-EST)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,64	0,32	0,17	0,05	0,00
Avril	0,74	0,59	0,46	0,35	0,16
Mai	0,79	0,72	0,63	0,51	0,34
Juin	0,81	0,75	0,68	0,60	0,40
Juillet	0,82	0,75	0,65	0,53	0,31
Août	0,78	0,67	0,55	0,39	0,25
Septembre	0,68	0,43	0,24	0,13	0,04
Octobre	0,56	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembre	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C2 / Orientation ϕ = -120°					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,34	0,13	0,08	0,06	0,04
Mars	0,64	0,47	0,35	0,30	0,16
Avril	0,74	0,63	0,53	0,45	0,29
Mai	0,79	0,74	0,66	0,59	0,43
Juin	0,81	0,76	0,70	0,64	0,50
Juillet	0,82	0,76	0,70	0,61	0,40
Août	0,78	0,71	0,61	0,51	0,33
Septembre	0,68	0,56	0,43	0,36	0,20
Octobre	0,56	0,11	0,07	0,04	0,00
Novembre	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C2 / Orientation ϕ = -90° (EST)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,04	0,16	0,18	0,19	0,13
Février	0,34	0,39	0,40	0,42	0,38
Mars	0,64	0,59	0,58	0,54	0,46
Avril	0,74	0,71	0,67	0,58	0,47
Mai	0,79	0,76	0,75	0,68	0,56
Juin	0,81	0,78	0,74	0,71	0,60
Juillet	0,82	0,79	0,75	0,68	0,50
Août	0,78	0,75	0,73	0,66	0,47
Septembre	0,68	0,65	0,62	0,57	0,45
Octobre	0,56	0,48	0,45	0,42	0,35
Novembre	0,10	0,09	0,12	0,11	0,04
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C2 / Orientation ϕ = -60°					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,04	0,28	0,38	0,40	0,43
Février	0,34	0,52	0,56	0,55	0,55
Mars	0,64	0,69	0,67	0,67	0,63
Avril	0,74	0,73	0,72	0,71	0,57
Mai	0,79	0,78	0,78	0,75	0,61
Juin	0,81	0,81	0,78	0,73	0,61
Juillet	0,82	0,81	0,78	0,73	0,55
Août	0,78	0,78	0,76	0,74	0,53
Septembre	0,68	0,73	0,71	0,69	0,61
Octobre	0,56	0,64	0,65	0,65	0,57
Novembre	0,10	0,26	0,35	0,39	0,38
Décembre	0,00	0,22	0,31	0,35	0,32

Tableau C2 / Orientation ϕ = -45° (SUD-EST)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,04	0,37	0,46	0,48	0,46
Février	0,34	0,61	0,63	0,62	0,60
Mars	0,64	0,71	0,73	0,70	0,66
Avril	0,74	0,75	0,75	0,71	0,61
Mai	0,79	0,80	0,78	0,75	0,64
Juin	0,81	0,81	0,78	0,74	0,63
Juillet	0,82	0,81	0,79	0,75	0,57
Août	0,78	0,79	0,77	0,73	0,58
Septembre	0,68	0,76	0,75	0,71	0,66
Octobre	0,56	0,67	0,70	0,71	0,67
Novembre	0,10	0,35	0,42	0,47	0,48
Décembre	0,00	0,33	0,40	0,44	0,46

Tableau C2 / Orientation ϕ = -30°					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,04	0,45	0,56	0,59	0,54
Février	0,34	0,66	0,70	0,71	0,69
Mars	0,64	0,75	0,76	0,75	0,69
Avril	0,74	0,79	0,75	0,75	0,64
Mai	0,79	0,79	0,77	0,74	0,62
Juin	0,81	0,79	0,79	0,74	0,58
Juillet	0,82	0,81	0,80	0,75	0,55
Août	0,78	0,81	0,78	0,75	0,61
Septembre	0,68	0,76	0,76	0,76	0,69
Octobre	0,56	0,73	0,77	0,78	0,72
Novembre	0,10	0,45	0,53	0,56	0,54
Décembre	0,00	0,38	0,47	0,51	0,51

Tabelle C3: Nutzungsfaktor – Automatikbedienung (Nicht-Wohnzwecke)

Tableau C3 / Orientation ϕ = 0° (SUD)

Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,06	0,59	0,64	0,68	0,69
Février	0,39	0,71	0,74	0,75	0,75
Mars	0,70	0,79	0,81	0,82	0,76
Avril	0,77	0,81	0,82	0,79	0,68
Mai	0,81	0,82	0,82	0,78	0,65
Juin	0,84	0,85	0,82	0,78	0,61
Juillet	0,84	0,84	0,82	0,79	0,63
Août	0,84	0,85	0,84	0,82	0,68
Septembre	0,75	0,82	0,82	0,81	0,74
Octobre	0,62	0,77	0,81	0,83	0,83
Novembre	0,14	0,56	0,66	0,69	0,69
Décembre	0,00	0,46	0,57	0,62	0,65

Tableau C3 / Orientation ϕ = 30°

Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,06	0,56	0,63	0,68	0,70
Février	0,39	0,69	0,74	0,75	0,73
Mars	0,70	0,78	0,80	0,80	0,77
Avril	0,77	0,81	0,80	0,80	0,72
Mai	0,81	0,82	0,82	0,80	0,66
Juin	0,84	0,84	0,81	0,80	0,65
Juillet	0,84	0,84	0,82	0,80	0,62
Août	0,84	0,86	0,83	0,82	0,70
Septembre	0,75	0,82	0,83	0,82	0,76
Octobre	0,62	0,79	0,83	0,84	0,83
Novembre	0,14	0,57	0,64	0,67	0,67
Décembre	0,00	0,42	0,56	0,59	0,62

Tableau C3 / Orientation ϕ = 45° (SUD-OUEST)

Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,06	0,51	0,58	0,64	0,63
Février	0,39	0,65	0,70	0,72	0,72
Mars	0,70	0,77	0,78	0,79	0,74
Avril	0,77	0,80	0,81	0,78	0,70
Mai	0,81	0,82	0,81	0,78	0,68
Juin	0,84	0,84	0,82	0,78	0,68
Juillet	0,84	0,83	0,81	0,77	0,62
Août	0,84	0,84	0,83	0,80	0,68
Septembre	0,75	0,81	0,81	0,79	0,75
Octobre	0,62	0,78	0,81	0,82	0,84
Novembre	0,14	0,55	0,60	0,63	0,65
Décembre	0,00	0,35	0,50	0,55	0,55

Tableau C3 / Orientation ϕ = 60°

Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,06	0,45	0,53	0,60	0,60
Février	0,39	0,61	0,65	0,67	0,67
Mars	0,70	0,75	0,77	0,76	0,69
Avril	0,77	0,80	0,78	0,78	0,67
Mai	0,81	0,80	0,81	0,78	0,66
Juin	0,84	0,82	0,83	0,79	0,68
Juillet	0,84	0,82	0,80	0,76	0,58
Août	0,84	0,84	0,81	0,79	0,66
Septembre	0,75	0,80	0,78	0,78	0,73
Octobre	0,62	0,76	0,80	0,81	0,83
Novembre	0,14	0,53	0,58	0,61	0,64
Décembre	0,00	0,23	0,31	0,38	0,40

Tableau C3 / Orientation ϕ = 90° (OUEST)

Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,06	0,29	0,30	0,34	0,37
Février	0,39	0,48	0,52	0,53	0,54
Mars	0,70	0,70	0,66	0,64	0,60
Avril	0,77	0,76	0,74	0,69	0,62
Mai	0,81	0,79	0,78	0,75	0,63
Juin	0,84	0,82	0,79	0,76	0,65
Juillet	0,84	0,81	0,78	0,72	0,53
Août	0,84	0,80	0,77	0,74	0,60
Septembre	0,75	0,75	0,73	0,70	0,64
Octobre	0,62	0,70	0,72	0,74	0,71
Novembre	0,14	0,38	0,44	0,49	0,50
Décembre	0,00	0,08	0,17	0,22	0,18

Tableau C3 / Orientation ϕ = 120°

Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,39	0,23	0,16	0,10	0,03
Mars	0,70	0,54	0,46	0,41	0,35
Avril	0,77	0,70	0,64	0,57	0,46
Mai	0,81	0,77	0,72	0,65	0,53
Juin	0,84	0,80	0,74	0,69	0,58
Juillet	0,84	0,79	0,74	0,60	0,41
Août	0,84	0,76	0,70	0,62	0,49
Septembre	0,75	0,66	0,60	0,54	0,43
Octobre	0,62	0,54	0,53	0,53	0,49
Novembre	0,14	0,06	0,12	0,16	0,20
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C3 / Orientation ϕ = 135° (NORD-OUEST)

Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,39	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,70	0,39	0,29	0,25	0,15
Avril	0,77	0,65	0,56	0,49	0,32
Mai	0,81	0,75	0,69	0,59	0,44
Juin	0,84	0,78	0,72	0,65	0,48
Juillet	0,84	0,78	0,69	0,54	0,32
Août	0,84	0,72	0,64	0,52	0,38
Septembre	0,75	0,60	0,47	0,41	0,27
Octobre	0,62	0,28	0,23	0,21	0,22
Novembre	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C3 / Orientation ϕ = 150°

Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,39	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,70	0,22	0,06	0,02	0,01
Avril	0,77	0,61	0,46	0,29	0,15
Mai	0,81	0,73	0,62	0,50	0,31
Juin	0,84	0,78	0,68	0,57	0,37
Juillet	0,84	0,76	0,66	0,42	0,23
Août	0,84	0,70	0,53	0,36	0,22
Septembre	0,75	0,48	0,23	0,12	0,06
Octobre	0,62	0,08	0,00	0,00	0,01
Novembre	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C3 / Orientation ϕ = 180° (NORD)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,39	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,70	0,03	0,00	0,00	0,00
Avril	0,77	0,55	0,03	0,00	0,00
Mai	0,81	0,74	0,58	0,07	0,01
Juin	0,84	0,78	0,72	0,12	0,02
Juillet	0,84	0,78	0,66	0,12	0,01
Août	0,84	0,68	0,10	0,00	0,00
Septembre	0,75	0,21	0,00	0,00	0,00
Octobre	0,62	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembre	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C3 / Orientation ϕ = -150°					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,39	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,70	0,18	0,00	0,00	0,00
Avril	0,77	0,60	0,40	0,16	0,03
Mai	0,81	0,75	0,64	0,45	0,22
Juin	0,84	0,78	0,70	0,57	0,32
Juillet	0,84	0,79	0,70	0,50	0,22
Août	0,84	0,72	0,54	0,31	0,14
Septembre	0,75	0,41	0,09	0,02	0,00
Octobre	0,62	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembre	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C3 / Orientation ϕ = -135° (NORD-EST)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,39	0,02	0,00	0,00	0,00
Mars	0,70	0,41	0,25	0,13	0,02
Avril	0,77	0,65	0,54	0,39	0,19
Mai	0,81	0,76	0,69	0,58	0,35
Juin	0,84	0,79	0,74	0,62	0,42
Juillet	0,84	0,80	0,73	0,61	0,35
Août	0,84	0,74	0,64	0,46	0,26
Septembre	0,75	0,50	0,34	0,21	0,07
Octobre	0,62	0,08	0,00	0,00	0,00
Novembre	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C3 / Orientation ϕ = -120°					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00
Février	0,39	0,16	0,15	0,11	0,08
Mars	0,70	0,51	0,40	0,35	0,19
Avril	0,77	0,69	0,60	0,50	0,31
Mai	0,81	0,75	0,71	0,64	0,47
Juin	0,84	0,80	0,75	0,67	0,52
Juillet	0,84	0,81	0,75	0,66	0,45
Août	0,84	0,77	0,69	0,58	0,36
Septembre	0,75	0,62	0,53	0,38	0,25
Octobre	0,62	0,24	0,14	0,06	0,03
Novembre	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau C3 / Orientation ϕ = -90° (EST)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,06	0,20	0,26	0,26	0,21
Février	0,39	0,43	0,43	0,42	0,40
Mars	0,70	0,64	0,59	0,56	0,46
Avril	0,77	0,74	0,71	0,66	0,50
Mai	0,81	0,80	0,77	0,72	0,59
Juin	0,84	0,80	0,78	0,74	0,62
Juillet	0,84	0,83	0,79	0,74	0,57
Août	0,84	0,80	0,76	0,71	0,53
Septembre	0,75	0,72	0,65	0,61	0,48
Octobre	0,62	0,55	0,50	0,47	0,38
Novembre	0,14	0,17	0,16	0,14	0,10
Décembre	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00

Tableau C3 / Orientation ϕ = -60°					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,06	0,39	0,43	0,44	0,45
Février	0,39	0,60	0,59	0,60	0,56
Mars	0,70	0,73	0,71	0,69	0,64
Avril	0,77	0,79	0,76	0,74	0,59
Mai	0,81	0,81	0,80	0,77	0,65
Juin	0,84	0,83	0,79	0,76	0,63
Juillet	0,84	0,83	0,82	0,76	0,62
Août	0,84	0,84	0,81	0,77	0,61
Septembre	0,75	0,79	0,76	0,72	0,63
Octobre	0,62	0,68	0,68	0,67	0,61
Novembre	0,14	0,34	0,43	0,45	0,43
Décembre	0,00	0,31	0,37	0,41	0,42

Tableau C3 / Orientation ϕ = -45° (SUD-EST)					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,06	0,43	0,50	0,53	0,49
Février	0,39	0,66	0,67	0,66	0,63
Mars	0,70	0,76	0,76	0,73	0,68
Avril	0,77	0,80	0,78	0,76	0,62
Mai	0,81	0,83	0,79	0,77	0,65
Juin	0,84	0,84	0,80	0,77	0,64
Juillet	0,84	0,84	0,82	0,79	0,63
Août	0,84	0,84	0,82	0,78	0,64
Septembre	0,75	0,80	0,80	0,75	0,68
Octobre	0,62	0,72	0,71	0,73	0,68
Novembre	0,14	0,42	0,54	0,58	0,56
Décembre	0,00	0,39	0,43	0,52	0,47

Tableau C3 / Orientation ϕ = -30°					
Mois	Inclinaison θ				
	Horizontal				Vertical
	0°	30°	45°	60°	90°
Janvier	0,06	0,54	0,61	0,63	0,62
Février	0,39	0,68	0,72	0,73	0,72
Mars	0,70	0,78	0,77	0,78	0,71
Avril	0,77	0,81	0,79	0,77	0,65
Mai	0,81	0,82	0,81	0,78	0,65
Juin	0,84	0,84	0,81	0,78	0,63
Juillet	0,84	0,83	0,82	0,79	0,62
Août	0,84	0,85	0,84	0,79	0,65
Septembre	0,75	0,82	0,81	0,79	0,71
Octobre	0,62	0,75	0,78	0,79	0,74
Novembre	0,14	0,49	0,58	0,62	0,63
Décembre	0,00	0,45	0,54	0,56	0,58

Annexe D Abgabewirkungsgrad

Das nachstehende detaillierte Berechnungsverfahren gilt nur für Energiezonen mit nur einem einzigen Wärmeabgabesystem bestehend aus Heizkörpern, einer Fußbodenheizung oder einer Wandheizung.

Detaillierter berechnet werden zusätzliche Wärmeverluste durch die Außenwand hinter oder unter den Wärmeabgabesystemen.

In der vorliegenden Anlage wird wiederholt zwischen einem variablen Sollwert und einem konstanten Sollwert der Vorlauftemperatur des Wassers unterschieden: eine genauere Beschreibung dieser Differenzierung findet sich in Punkt 9.2.2.2.

D.1 Standardbetriebsdauer eines Wärmeabgabesystems

Die monatliche Standardbetriebsdauer des Wärmeabgabesystems einer Energiezone i wird wie folgt berechnet:

- Wenn der Sollwert der Vorlauftemperatur des Wassers variabel ist, gilt:

Gl. 208
$$t_{heat,sec\ i,m} = \frac{Q_{heat,net,sec\ i,m}}{\left[29\left(H_{T,sec\ i,m} + 0{,}27\ V_{sec\ i}\right) + 10V_{sec\ i}\right]\left(18 - \theta_{e,\,m}\right)/29} \quad \text{(Ms)}$$

- Wenn der Sollwert der Vorlauftemperatur des Wassers konstant ist, gilt:

Gl. 209
$$t_{heat,sec\ i,m} = \frac{Q_{heat,net,sec\ i,m}}{29\left(H_{T,sec\ i,m} + 0{,}27\ V_{sec\ i}\right) + 10V_{sec\ i}} \quad \text{(Ms)}$$

In beiden Formeln ist:

$Q_{heat,net,sec\ i,m}$	Bruttomonatsbedarf an Energie für die Beheizung einer Energiezone i in MJ, bestimmt gemäß Punkt 7.2
$H_{T,heat,seci}$	Wärmetransferkoeffizient für Transmission der Energiezone i bei Basisaußentemperatur in W/K
$V_{sec\ i}$	Volumen der Energiezone i in m^3
$\theta_{e,m}$	mittlere Außentemperatur eines Monats entsprechend Tabelle [1]

D.2 Durchschnittstemperatur des Wassers im Wärmeabgabekreis

Für jeden Monat der Heizperiode wird die Durchschnittstemperatur des Wassers im Wärmeabgabekreis der Energiezone i während der Betriebsdauer wie folgt bestimmt:

- Wenn der Sollwert der Vorlauftemperatur des Wassers variabel ist, gilt:

Gl. 210
$$\theta_{c,sec\ i,m} = 21 + \left(\theta_{c,sec\ i,\theta_{eb}} - 21\right).\left[\frac{21 - \theta_{e,m}}{29}\right]^{0,75} \quad (°C)$$

- Wenn der Sollwert der Vorlauftemperatur des Wassers konstant ist, gilt:

Gl. 211
$$\theta_{c,sec\ i,m} = \theta_{c,sec\ i,\theta eb} \quad (°C)$$

Bei einem Standardheizkessel ohne Nachmischen mit einem Dreiwegeventil muss jedoch immer mit $\theta_{c,sec\ i,m}$ = 80 °C gerechnet werden, ungeachtet der Auslegungstemperatur des Wärmeabgabekreises.

Dabei ist:

$\theta_{c,sec\ i,\theta eb}$ Durchschnittstemperatur des Wassers im Wärmeabgabekreis bei der Basisaußentemperatur in C° wie nachstehend bestimmt

$\theta_{e,m}$ mittlere Außentemperatur eines Monats entsprechend Tabelle [1]

Die Durchschnittstemperatur des Wassers im Wärmeabgabekreis bei einer Basisaußentemperatur (d. h. unter Auslegungsbedingungen) wird wie folgt bestimmt:

Gl. 212 $\theta_{c,sec\ i,\theta eb} = 0{,}5.(\theta_{design,supply,sec\ i} + \theta_{design,return,sec\ i})$ (°C)

Dabei ist:

$\theta_{design,supply,sec\ i}$ Auslegungsvorlauftemperatur des Wassers im Wärmeabgabekreis der Energiezone i (bei der Basisaußentemperatur) in °C

$\theta_{design,return,sec\ i}$ Auslegungsrücklauftemperatur des Wassers im Wärmeabgabekreis der Energiezone i (bei der Basisaußentemperatur) in °C

Folgende Standardwerte können verwendet werden:

- Für Fußboden- und Wandheizung:
  - $\theta_{design,supply,sec\ i} = 55$ °C
  - $\theta_{design,return,sec\ i} = 45$ °C
- Für Heizkörper:
  - $\theta_{design,supply,sec\ i} = 90$°C
  - $\theta_{design,return,sec\ i} = 70$°C

Bessere Werte können nach Maßgabe der vom Minister bestimmten Vorgaben angewandt werden.

D.3 Heizkörper

Zusätzliche monatliche Wärmeverluste ($\Delta Q_{rad,sec\ i,m}$) von Heizkörpern in der Energiezone i durch die Wand hinter dem Heizkörper werden wie folgt bestimmt:

Gl. 213
$$\Delta Q_{rad,sec\ i,m} = t_{heat,sec\ i,m} \sum_j \left\{ U_j \,.\, A_{rad,j} \,.\, \max\left(0\ ;\ w \,.\, \theta_{c,sec\ i,m} + (1-w) \,.\, \theta_{e,m} - 18\right)\right\} \quad \text{(MJ)}$$

Dabei ist:

$\theta_{c,sec\ i,m}$ Durchschnittstemperatur des Wassers im Wärmeabgabekreis der Energiezone i während der Standardbetriebsdauer für den betreffenden Monat in °C, bestimmt nach D.2

$\theta_{e,m}$ mittlere Außentemperatur eines Monats entsprechend Tabelle [1]

$t_{heat,sec\ i,m}$ monatliche Standardbetriebsdauer des Wärmeabgabesystems in der Energiezone i in Ms, bestimmt nach D.1

w Gewichtungsfaktor (ohne Einheit). Er beträgt 0,4, wenn sich hinter dem 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 Außenwand hinter dem Heizkörper j in W/m^2K

$A_{rad,j}$ Projektionsfläche des Heizkörpers j in m^2

Es ist die Summe für alle Heizkörper j der Energiezone i zu bilden, die an einer Außenwand stehen.

Der monatliche Abgabewirkungsgrad der Energiezone i ($\eta_{em,heat,seci,m}$) ist:

Gl. 214 $$\eta_{em,heat,sec\ i,m} = \eta \frac{Q_{heat,net,sec\ i,m}}{Q_{heat,net,sec\ i,m} + \Delta Q_{rad,sec\ i,m}} \quad (-)$$

Dabei ist:

η Multiplikationsfaktor in Tabelle [23], mit dem die zusätzlichen Regelungsverluste und die Verluste durch Temperaturschichtung berücksichtigt werden.

$Q_{heat,net,sec\ i,m}$ Nettomonatsbedarf an Energie für die Beheizung einer Energiezone i in MJ, bestimmt gemäß Punkt 7.2

$\Delta Q_{rad,sec\ i,m}$ zusätzlicher monatlicher Wärmeverlust hinter den Heizkörpern in der Energiezone i in MJ

Tabelle [23]: Multiplikationsfaktor η

Heißwasserzentralheizung		
Raumtemperaturregelung	Regelung der Vorlauftemperatur	
	Konstanter Sollwert	Variabler Sollwert
Individuelle Temperaturregelung für jeden Raum	0,92	0,94
Sonstiges	0,90	0,92

D.4 Fußbodenheizung

Der zusätzliche monatliche Wärmeverlust durch die Böden der Energiezone i ($\Delta Q_{fl.h,sec\ i,m}$) wird wie folgt bestimmt:

Gl. 215 $$\Delta Q_{fl.h,seci,m} = \left(\theta_{c,seci,m} - 18\right) . t_{heat,seci,m} . \sum_{j} \left(U^{*}_{f,j} \times A_{f,j}\right) \quad \text{(MJ)}$$

Dabei ist:

$\theta_{c,sec\ i,m}$ Durchschnittstemperatur des Wassers im Wärmeabgabekreis der Energiezone i während der Standardbetriebsdauer für den betreffenden Monat in °C, bestimmt nach D.2

$t_{heat,sec\ i,m}$ monatliche Standardbetriebsdauer des Wärmeabgabesystems in der Energiezone i in Ms, bestimmt nach D.1

$A_{f,j}$ von der Fußbodenheizung belegte Bodenfläche, anteilsmäßig bezogen auf die Bodenfläche, durch welche die Transmissionswärmeverluste erfolgen, in m^2

$U^{*}_{f,j}$ äquivalenter U-Wert des Bodens unter der Fußbodenheizung j laut unten stehender Berechnung

- Bei direkt auf dem Erdreich verlegten Bodenplatten ergibt sich $U^{*}_{f,j}$ wie folgt:

Gl. 216 $$\frac{1}{U^{*}_{f,j}} = \frac{1}{U_{f,j}} + 0,75 \quad \text{(m²K/W)}$$

Dabei ist:

$U_{f,j}$ U-Wert des Bodens in W/m²K, bestimmt von der Innenumgebung bis zur Trennfläche zum Erdreich

- Bei aufgeständerten Bodenplatten oder Kellerdecken ergibt sich $U^{*}_{f,j}$ wie folgt:

Gl. 217 $$\frac{1}{U^{*}_{f,j}} = \frac{1}{U_{f,j}} - 0,25 + \frac{1}{U_{g,j} + U_{x,j}} \quad \text{(m²K/W)}$$

Dabei sind $U_{f,j}$, $U_{g,j}$ und $U_{x,j}$ in W/(m².K) nach den Spezifikationen in Anlage B.1 des vorliegenden Erlasses zu berechnen.

- Bei Bodenplatten mit Kontakt zur Außenluft ergibt sich $U^{*}_{f,j}$ wie folgt:

Gl. 218 $$\frac{1}{U^{*}_{f,j}} = \frac{1}{U_{f,j}} - 0,25 \quad \text{(m²K/W)}$$

Dabei ist:

$U_{f,j}$ der Wärmetransferkoeffizient des Bodens für Transmission von der Innenumgebung zur Außenumgebung in W/(m²K), bestimmt nach den Spezifikationen in Anlage B.1 des vorliegenden Erlasses

Es ist die Summe aus allen Fußbodenheizungen j der Energiezone i in den Trennwänden des geschützten Volumens zu bilden.

Der monatliche Abgabewirkungsgrad der Energiezone i ($\eta_{em,heat,sec\ i,m}$) ist:

Gl. 219 $$\eta_{em,heat,sec\ i,m} = \eta \frac{Q_{heat,net,sec\ i,m}}{Q_{heat,net,sec\ i,m} + \Delta Q_{fl.\ h,sec\ i,m}} \quad (-)$$

Dabei ist:

η Multiplikationsfaktor in Tabelle [23]

$Q_{heat,net,sec\ i,m}$ Nettomonatsbedarf an Energie für die Beheizung einer Energiezone i in MJ, bestimmt gemäß Punkt 7.2

$\Delta Q_{fl.h,sec\ i,m}$ zusätzlicher monatlicher Wärmeverlust durch die Böden in der Energiezone i in MJ

D.5 Wandheizung

Der zusätzliche monatliche Wärmeverlust durch die Wände der Energiezone i ($\Delta Q_{wall.h,sec\ i,m}$) wird wie folgt bestimmt:

Gl. 220 $$\Delta Q_{wall.h,seci,m} = \left(\theta_{c,seci,m} - 18\right) . t_{heat,seci,m} . \sum_j \left(U^*_{wall,j} . A_{wall,j}\right) \quad (MJ)$$

Dabei ist:

$\theta_{c,sec\ i,m}$ Durchschnittstemperatur des Wassers im Wärmeabgabekreis der Energiezone i während der Standardbetriebsdauer für den betreffenden Monat in °C, bestimmt nach D.2

$t_{heat,sec\ i,m}$ monatliche Standardbetriebsdauer des Wärmeabgabesystems in der Energiezone i in Ms, bestimmt nach D.1

$A_{wall,j}$ Fläche der senkrechten Außenwand j hinter der Wandheizung in m^2

$U^*_{wall,j}$ äquivalenter Wärmetransferkoeffizient der senkrechten Außenwand j hinter der Wandheizung für Transmission, ausgedrückt wie folgt:

Gl. 221 $$U^*_{wall,j} = \frac{1}{1/U_{wall,j} - 0,175} \quad (W/(m^2.K))$$

Dabei ist:

$U_{wall,j}$ Wärmetransferkoeffizient der senkrechten Außenwand j hinter der Wandheizung für Transmission

Es ist die Summe für alle senkrechten Außenwände j der Energiezone i mit Wandheizung zu bilden.

Der monatliche Abgabewirkungsgrad der Energiezone i ($\eta_{em,heat,seci,m}$) wird wie folgt angenommen:

Gl. 222 $$\eta_{em,heat,sec\ i,m} = \eta \frac{Q_{heat,net,sec\ i,m}}{Q_{heat,net,sec\ i,m} + \Delta Q_{wall.h,sec\ i,m}} \quad (-)$$

Dabei ist:

η	Multiplikationsfaktor in Tabelle [23]
$Q_{heat,net,sec\ i,m}$	Bruttomonatsbedarf an Energie für die Beheizung einer Energiezone i in MJ, bestimmt gemäß Punkt 7.2
$\Delta Q_{wall.h,sec\ i,m}$	zusätzliche monatliche Wärmeverluste durch die Wände in der Energiezone i in MJ

Annexe E Verteilungsverluste

Die vorliegende Anlage gilt nur für Energiezonen, die über ein einziges Netz außerhalb des geschützten Volumens versorgt werden. Wenn dieses Netz auch die Wärme für andere Energiezonen liefert, darf außerdem keine dieser anderen Energiezonen über ein unabhängiges zweites Netz außerhalb des geschützten Volumens versorgt werden. (Wenn das gesamte geschützte Volumen eine einzige Energiezone bildet, sind diese Bedingungen automatisch erfüllt.)

Es ist zunächst der Wirkungsgrad des gesamten Netzes zu bestimmen. Der Wirkungsgrad gilt dann für alle Energiezonen, die über dieses Netz mit Wärme versorgt werden, auch wenn eine Energiezone nur einen Teil dieses Netzes nutzt.

E.1 Verteilungswirkungsgrad

Der durchschnittliche monatliche Verteilungswirkungsgrad $\eta_{distr,heat,sec\ i,m}$ einer Energiezone i entspricht dem durchschnittlichen monatlichen Verteilungswirkungsgrad des Wärmeverteilungsnetzes n, mit dem die Energiezone mit Wärme versorgt wird:

Gl. 223 $\eta_{distr,heat,sec\ i,m} = \eta_{distr,heat,netw\ n,m}$ (-)

Dabei ist:

Gl. 224 $$\eta_{distr,heat,netw\ n,m} = \frac{Q_{out,heat,netw\ n,m}}{Q_{in,heat,netw\ n,m}}$$ (-)

Dabei ist:

Gl. 225 $Q_{in,heat,netw\ n,m} = Q_{out,heat,netw\ n,m} + Q_{distr,heat,netw\ n,m}$ (MJ)

und

Gl. 226 $$Q_{out,heat,netw\ n,m} = \sum_i \frac{Q_{heat,net,sec\ i,m}}{\eta_{em,heat,sec\ i,m}}$$ (MJ)

Dabei ist:

$Q_{out,heat,netw\ n,m}$ monatliche Wärmemenge, die das Wärmeverteilungsnetz n an die vom ihm versorgten Energiezonen liefert, in MJ

$Q_{in,heat,netw\ n,m}$ monatliche Wärmemenge, die die Wärmeerzeugungsanlage oder der Wärmespeicher an das Wärmeverteilungsnetz liefert, in MJ

$Q_{distr,heat,netw\ n,m}$ monatliche Verlustwärmemenge durch das Wärmeverteilungsnetz n außerhalb des geschützten Volumens in MJ

$\eta_{em,heat,sec\ i,m}$ monatlicher Abgabewirkungsgrad einer Energiezone i (ohne Einheit), bestimmt nach Punkt 9.2.2.2 oder nach Annexe D der vorliegenden Anlage

$Q_{heat,net,sec\ i,m}$ Bruttomonatsbedarf an Energie für die Beheizung einer Energiezone i in MJ, bestimmt gemäß Punkt 7.2

Es ist die Summe für alle Energiezonen i zu bilden, die mit dem 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 Verteilungsleitungen, mit denen nur diese anderen Gebäudeteile versorgt werden, 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

Die Verteilungsverluste des Netzes werden sowohl bei wasser- als auch bei luftgefüllten Leitungen wie folgt bestimmt:

$$Q_{distr,heat,netwn,m} = t_{heat,netwn,m} \cdot \sum_j \left(\theta_{c,netwn,m} - \theta_{amb,m,j}\right) \cdot \left(\frac{l_j}{R_{l,j}}\right)$$

Gl. 227 (MJ)

Dabei ist:

$t_{heat,netw\ n,m}$ monatliche Standardbetriebsdauer des Wärmeverteilungsnetzes n in Ms. Als Wert wird der Höchstwert der Standardbetriebsdauer $t_{heat,sec\ i,m}$ (bestimmt nach Abschnitt D.1 sowohl für Wasser- als auch für Warmluftheizungssysteme) der mit dem Netz versorgten Energiezonen i angenommen.

$\theta_{c,netw\ n,m}$ monatliche Durchschnittstemperatur des Wärmeträgers im Wärmeverteilungsnetz n in °C. Als Wert wird der Höchstwert der monatlichen Durchschnittstemperaturen des Wärmeträgers in den Wärmeabgabekreisen aller mit dem Netz versorgten Energiezonen angenommen. Diese Temperaturen werden für jede Energiezone einzeln wie folgt bestimmt:

- Bei Verwendung von Wasser als Wärmeträger handelt es sich um die Temperatur $\theta_{c,sec\ i,m}$, bestimmt nach Abschnitt 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 ist für jeden Monat der Durchschnittswert während der Heizperiode anzuwenden, der sich wie folgt berechnet:

Gl. 228 $\theta_{c,sec\ i} = 8 + 0{,}6\ \theta_{design,supply,sec\ i}$ (°C)

Dabei ist $\theta_{design,supply,sec\ i}$ die Auslegungsvorlauftemperatur der Luft bei der Basisaußentemperatur. Als Standardwert kann 50 °C verwendet werden. Bei Verwendung einer anderen Auslegungstemperatur sind der GEE-Erklärung detaillierte Auslegungsberechnungen für das Wärmeabgabesystem (für jeden beheizten Raum in der Energiezone i) beizufügen.

$\theta_{amb,m,j}$ monatliche Durchschnittsraumtemperatur des Teilstücks j des Wärmeverteilungsnetzes in °C:

- Wenn sich das Teilstück in einem angrenzenden unbeheizten Raum befindet, gilt:

Gl. 229 $\theta_{amb,m,j} = 11 + 0{,}4.\theta_{e,m}$

- Wenn sich das Teilstück im Freien befindet, gilt:

Gl. 230 $\theta_{amb,m,j} = \theta_{e,m}$

Dabei ist:

$\theta_{e,m}$ Mittlere Außentemperatur eines Monats in °C entsprechend Tabelle [1]

l_j Länge des Teilstücks j in m

$R_{l,j}$ längenbezogener Wärmedurchlasswiderstand des Teilstücks j in mK/W, bestimmt nach Abschnitt E.3

Es ist die Summe für alle Teilstücke j des Wärmeverteilungsnetzes n außerhalb des geschützten Volumens zu bilden.

E.3 Bestimmung des längenbezogenen Wärmedurchlasswiderstands

Der längenbezogene Wärmedurchlasswiderstand gibt den Wärmestrom eines Teilstücks des Wärmeverteilungsnetzes je Längeneinheit und je Grad Temperaturdifferenz an.

Er lässt sich als Eingangswert für die oben stehenden Berechnungen detailliert bestimmen. Als Grundlage dient Gl. 230, bei welcher der Faktor 0,6 durch 1,0 ersetzt wird. Außerdem ist der Effekt von Wärmebrücken durch Aufhängungen, Abstandshalter, Flansche usw. zu berücksichtigen. In diesem Fall sind in den Berechnungen auch alle besonderen und/oder ungedämmten Teilstücke als eigene Teilstücke zu berücksichtigen (Ventile, Regler, ggf. nicht gedämmte Rohrbögen usw.).

Wenn keine detaillierte Berechnung erfolgt, sind die nachstehenden Gleichungen anzuwenden. Sie basieren auf der Norm NBN EN ISO 12241.

Mit dem unten verwendeten Multiplikationsfaktor 0,6 wird berücksichtigt, dass aufgrund von Wärmebrücken und der fehlenden Dämmung von Ventilen, Rohrbögen usw. die reellen Verluste höher sind als bei einer durchgehenden Dämmung. Der innere Wärmeübergangswiderstand und der Eigenwiderstand der Leitung oder des Rohrs werden bei dieser Formel vernachlässigt.

Bezüglich mehrschaliger Wärmedämmhüllen wird direkt auf diese Norm verwiesen; es gilt derselbe Reduktionsfaktor 0,6.

E.3.1 Leitungen und Rohre

Der längenbezogene Wärmedurchlasswiderstand $R_{l,j}$ des Teilstücks j wird wie folgt berechnet:

Gl. 230
$$R_{l,j} = \frac{0,6}{2\pi\lambda_{insul,j}} \ln\left(\frac{D_{e,j}}{D_{i,j}}\right) + \frac{1}{h_{se,j}\pi D_{e,j}} \quad \text{(m.K/W)}$$

Dabei ist:

$\lambda_{insul,j}$ 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 Wärmetransferkoeffizienten des Teilstücks j für Transmission (durch Konvektion und Strahlung) in W/m^2K; folgende Werte werden angenommen:
- innerhalb des geschützten Volumens ist $h_{se,j} = 8$
- in einem angrenzenden unbeheizten Raum ist $h_{se,j} = 10$
- im Freien ist $h_{se,j} = 25$

Der Faktor 0,6 berücksichtigt den Umstand, dass die tatsächlichen Verluste aufgrund von Wärmebrücken und möglicherweise ungedämmten Ventilen, Rohrbögen usw. höher sind als bei einer durchgehenden Dämmung. Der innere Wärmeübergangswiderstand und der Eigenwiderstand der Leitung oder des Rohrs werden bei dieser Formel vernachlässigt.

E.3.2 Kanäle

Der längenbezogene Wärmedurchlasswiderstand $R_{l,j}$ des Teilstücks j wird wie folgt berechnet:

Gl. 232 $$R_{l,j} = \frac{0,6 \cdot d_{insul,j}}{2 \cdot \lambda_{insul,j} \cdot \left(H_j + B_j - 2 \cdot d_{insul,j}\right)} + \frac{1}{2 \cdot h_{se,j} \cdot \left(H_j + B_j\right)} \quad (mK/W)$$

Dabei ist:

$\lambda_{insul,j}$ Wärmeleitfähigkeit der Wärmedämmung um das Teilstück j in W/(m.K)

$d_{insul,j}$ Dämmstärke um den Kanal in m

H_j Höhe des gedämmten Kanals (Außenmaß) in m

B_j Breite des gedämmten Kanals (Außenmaß) in m

$h_{se,j}$ äußerer Gesamtwärmetransferkoeffizient des Teilstücks j für Transmission (durch Konvektion und Strahlung) in W/m2K, bestimmt nach Abschnitt E.3.1

Der Faktor 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:

Gl. 233 $$R_{l,j} = R'_{l,j} + R_E \quad (m.K/W)$$

Dabei ist:

Gl. 234 $$R'_{l,j} = \frac{0,6}{2\pi\lambda_{insul,j}} \ln\left(\frac{D_{e,j}}{D_{i,j}}\right) \quad (m.K/W)$$

und:

Gl. 235 $$R_E = \frac{1}{2\pi\lambda_E} \operatorname{arcosh}\left(\frac{2H_{E,j}}{D_{e,j}}\right) \quad (m.K/W)$$

Dabei ist:

$\lambda_{insul,j}$ 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

λ_E Wärmeleitfähigkeit des angrenzenden Bodens. Als Standardwert gilt $\lambda_E = 2$ W/(m.K)

$H_{E,j}$ Abstand zwischen der Leitungsmitte und der Geländeoberfläche in m

Der Multiplikationsfaktor 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 bei dieser Formel vernachlässigt.

Annexe F Festgelegte Faktoren für verschiedene Energieträger

Für die Bestimmung des konventionellen Umrechnungsfaktors in Primärenergie gibt es zwei Fallkonstellationen:

- Vorliegen einer direkten Verbindung mit einer externen Wärmeeinspeisung: $f_p = f_{p,dh}$, entsprechender Primärenergiefaktor dieses Systems, ausführlich nach Maßgabe der vom Minister festgelegten Vorgaben zu bestimmen, Standardwert ist 2,0 (-).
- In allen anderen Fällen: Der konventionelle Umrechnungsfaktor der Energiequelle des jeweiligen Erzeugungsgeräts in Primärenergie ist Tabelle [29] zu entnehmen (-).

Tabelle [29]: Umrechnungsfaktor in Primärenergie, Verhältnis von Heizwert zu Brennwert und CO_2-Emissionsfaktor für verschiedene Energieträger

Energieträger	f_p	$f_{NCV/GCV}$	f_{CO2}
Erdgas	1,00	0,90	0,056
Schweres Heizöl	1,00	0,94	0,073
Propan/Butan/LPG	1,00	0,92	0,062
Kohle	1,00	0,96	0,093
Holz	1,00	0,93	0
Pellets	1,00	0,91	0
Strom	2,50	1,00	0,179
Strom aus eigener PV-Anlage	2,50	1,00	0,179
Strom aus einer KWK-Anlage	2,50	1,00	0,179
Sonstige Brennstoffe (1)	Äquivalenz		

(1) Für Energieträger, die noch nicht ausdrücklich in der Tabelle aufgeführt werden, kann der Minister die Werte bestimmen, die zugrunde zu legen sind.

Annexe G Bestimmung des thermischen Wirkungsgrads eines Wärmetauschers

Die Bestimmung des thermischen Wirkungsgrads η_{test} eines Wärmetauschers ist von den Temperaturverhältnissen abhängig, die mittels Test bestimmt werden, wie in der vorliegenden Anlage beschrieben. Der Standardwert des thermischen Wirkungsgrads ist unabhängig vom Volumenstrom null.

Die Norm NBN EN 308 beinhaltet eine Definition der Wärmetauscherkategorien und die konventionelle Nummerierung der Positionen.

Der Minister kann weitere und/oder abweichende Spezifikationen für die Bestimmung des thermischen Wirkungsgrads eines Wärmetauschers festlegen.

G.1 Messung

Der Test muss gemäß den in den Punkt 5.5 und 6.4 der Norm NBN EN 308 beschriebenen Anforderungen erfolgen, mit Ausnahme folgender Punkte:

- Der Test muss am unveränderten vollständigen Wärmetauscher (einschl. Untergestell, Ventilatoren etc.) stattfinden. Beispielsweise ist eine zusätzliche Dämmung im Test untersagt.
- Es existieren keine Auflagen in Bezug auf das thermische Gleichgewicht (siehe Punkt 6.6 der Norm NBN EN 308).
- Es existieren keine Auflagen in Bezug auf interne und externe Lecks.
- Es wird nicht verlangt, dass der Test für verschiedene Kombinationen aus Zuluft- und Abluftströmen durchgeführt wird wie in der Norm beschrieben. Jedoch wird verlangt, dass der Test folgende Bedingungen erfüllt:
  - Durchführung in Bezug auf einen oder mehrere Volumenströme zur Wahl. Der Anwendungsbereich des Endergebnisses ist von dem/den getesteten Volumenstrom/-strömen abhängig (siehe Haupttext der vorliegenden Anlage).
  - Nach Möglichkeit wird ein Gleichgewicht zwischen dem Zu- und dem Abluftstrom hergestellt.
- Es müssen ausschließlich die Luftansaugbedingungen des Tests berücksichtigt werden, die in der unten stehenden Tabelle angegeben sind und der Norm NBN EN 308 entnommen wurden. Messungen bei einer anderen Temperatur können zur Bestimmung des nachstehend beschriebenen thermischen Wirkungsgrads nicht verwendet werden.

Tabelle [26]: Wärmetauscherkategorie

Wärmetauscherkategorie (siehe Definition in der Norm NBN EN 308)	**I II 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 mindestens folgende Messdaten enthalten:

- An sämtlichen Ein- und Ausgängen des Wärmetauschers gemessene Temperatur: Frischlufttemperatur (t_{21}), Zulufttemperatur (t_{22}), Ablufttemperatur (t_{11}) und Fortlufttemperatur (t_{12}) in °C

- Gemessener Volumenstrom der Zuluft (q_{v22}) und Abluft (q_{v11}) in m³/h
- Vom Wärmetauscher aufgenommene elektrische Gesamtleistung ($P_{elec,ahu,test}$) in W. Es handelt sich um die elektrische Gesamtleistung des kompletten Gerätes einschließlich der Ventilatoren, Regelungen usw.
- Ventilatorposition am Wärmetauscher im getesteten Gerät

G.2 Berechnung

Der Testvolumenstrom $q_{v,test}$ ist der kleinere der beiden folgenden Volumenströme, also des Abluft- (q_{v11}) bzw. des Zuluftstroms (q_{v22}) während des Tests.

Der thermische Wirkungsgrad eines Wärmetauschers wird wie folgt berechnet:

Gl. 236 $$\eta_{test} = \frac{\left(\eta_{t,sup} + \eta_{t,eha}\right)}{2} \quad (-)$$

Die Temperaturverhältnisse auf der Zuluftseite ($\eta_{t,sup}$) und auf der Abluftseite ($\eta_{t,eha}$) werden anhand der während des Tests gemessenen Temperaturen ermittelt und konventionell zur Berücksichtigung der durch den Stromverbrauch entstehenden Wärme korrigiert:

Gl. 237 $$\eta_{t,sup} = \frac{t_{22} - \Delta t_{22} - t_{21} - \Delta t_{21}}{t_{11} + \Delta t_{11} - t_{21} - \Delta t_{21}} \quad (-)$$

Gl. 238 $$\eta_{t,eha} = \frac{t_{11} + \Delta t_{11} - t_{12} + \Delta t_{12}}{t_{11} + \Delta t_{11} - t_{21} - \Delta t_{21}} \quad (-)$$

Die Temperaturdifferenzen, die der Ventilatorposition entsprechen, werden konventionell für eine der vier Konfigurationen der unten stehenden Tabelle berechnet:

Tabelle [27]: Formeln für die Temperaturdifferenz je nach Ventilatorposition

		Abluftventilator	
		In Abluftposition (11)	In Fortluftposition (12)
Zuluftventilator	In Frischluftposition (21)	$\Delta t_{11} = \frac{0,5 \times P_{elec,ahu,test}}{0,34 \times q_{v11}}$ $\Delta t_{21} = \frac{0,5 \times P_{elec,ahu,test}}{0,34 \times q_{v22}}$ $\Delta t_{22} = \Delta t_{12} = 0$	$\Delta t_{12} = \frac{0,5 \times P_{elec,ahu,test}}{0,34 \times q_{v11}}$ $\Delta t_{21} = \frac{0,5 \times P_{elec,ahu,test}}{0,34 \times q_{v22}}$ $\Delta t_{22} = \Delta t_{11} = 0$
	In Zuluftposition (22)	$\Delta t_{11} = \frac{0,5 \times P_{elec,ahu,test}}{0,34 \times q_{v11}}$ $\Delta t_{22} = \frac{0,5 \times P_{elec,ahu,test}}{0,34 \times q_{v22}}$ $\Delta t_{21} = \Delta t_{12} = 0$	$\Delta t_{12} = \frac{0,5 \times P_{elec,ahu,test}}{0,34 \times q_{v11}}$ $\Delta t_{22} = \frac{0,5 \times P_{elec,ahu,test}}{0,34 \times q_{v22}}$ $\Delta t_{21} = \Delta t_{11} = 0$

Für einen bestimmten Wärmetauscher ist es möglich, Tests zu mehreren Volumenströmen durchzuführen. Jedem thermischen Wirkungsgrad 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 19. November 2015 zur Änderung des Erlasses der wallonischen Regierung vom 15. Mai 2014 über die Umsetzung der Verordnung vom 28. November 2013 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden als Anlage beigefügt zu werden.

Namur, den 19. November 2015.

Der Ministerpräsident

Paul Magnette

Der Minister für lokale Behörden, Stadt, Wohnungswesen und Energie

Paul Furlan