



Konferenz Kantonaler Energiedirektoren
Conférence des directeurs cantonaux de l'énergie
Conferenza dei direttori cantonali dell'energia
Conferenza dals directurs chantunals d'energia

GEAK-Kodifizierung

Version 3.0

Von der Konferenz Kantonaler Energiedirektoren am 29.08.2025 verabschiedet

Auftraggeber

Verein GEAk-CECB-CECE
Bäumleingasse 22
4051 Basel

Auftragnehmer

Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW
Institut Nachhaltigkeit und Energie am Bau INEB
Hofackerstrasse 30
4132 Muttenz
www.fhnw.ch/habg/iebau/

Autor/in

Monika Hall

Mit Unterstützung der GEAk Fach- und Geschäftsstellen

Christian Amoser (FHNW)
Matthias Bringolf (FHNW)
Daniel Fuchs (FHNW)
Gregor Steinke (FHNW)
Karine Wesselmann (FHNW)
Joël Fournier (AG GEAk)
Olivier Brenner (EnDK)
Christoph Gmür (AG MuKEEn)
Olivier Meile (CECB)

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|-----|--|----|
| 1 | Einleitung | 7 |
| | Zweck | 7 |
| | Mischnutzungen | 7 |
| | Hinweise | 8 |
| 2 | Heizwärmebedarf | 9 |
| 1.1 | 3 Heizung und Warmwasser | 11 |
| 1.2 | Allgemeines | 11 |
| 1.3 | Wärmeerzeuger | 11 |
| | Holzofen als Zusatzheizung | 12 |
| 3.1 | Speichertypen | 12 |
| 3.2 | Wärmeverluste | 14 |
| 3.3 | 3.5.1 Wärmeverluste Wärmeerzeugung | 14 |
| 3.4 | 3.5.2 Verluste Wärmeverteilung | 14 |
| 3.5 | 3.5.3 Wärmeverluste Speicher | 18 |
| | Zuordnung der Speicherverluste auf Wärmeerzeuger | 21 |
| 3.6 | Rückgewonnene Verluste für Heizung | 24 |
| 3.7 | Endenergie | 26 |
| 3.8 | Hilfsenergie | 28 |
| 3.9 | Referenztabellen Heizung und Warmwasser | 31 |
| 4 | Kühlung | 35 |
| 5.1 | 5 Lüftung | 37 |
| 5.2 | Allgemeines | 37 |
| 5.3 | Kleinanlagen mit Standardwerten | 39 |
| 5.4 | Sonstige Lüftungsanlagen | 41 |
| | Referenztabellen Lüftung | 43 |
| 7.1 | 6 Vor Ort produzierter elektrischer Ertrag aus PV und WKK/BHKW | 45 |
| 7.2 | 7 Elektrizität | 46 |
| | Allgemeines | 46 |
| | Wohnen | 47 |
| | 7.2.1 Allgemeines | 47 |
| 7.3 | 7.2.2 Geräte und Installationen G+I | 48 |
| 7.4 | 7.2.3 Kleingeräte und Elektronik K+E | 51 |
| | 7.2.4 Beleuchtung Bel | 51 |
| | 7.2.5 Weitere Verbraucher WVA | 52 |
| | Referenztabellen Wohnen | 53 |
| | Zweckbauten | 55 |
| | 7.4.1 Allgemein | 55 |
| | 7.4.2 Betriebseinrichtungen und Geräte B+G | 55 |
| | 7.4.3 Beleuchtung Bel | 56 |
| | 7.4.4 Weitere Verbraucher WVA | 56 |

Versionsindex

| Version | Datum | Änderung | Stelle |
|---------|------------|--|--|
| 3.0 | XX.XX.2025 | Einführung Kapitel «Kühlung» Ergänzung Kühlung im Projektwert Gesamteffizienz Ergänzung Kühlung im Projektwert Treibhausgasemissionen Überarbeitung Gesamtenergieeffizienz Überarbeitung Kennwerte und Klassierung Update Symbole, Einheiten und Begriffe Anpassung Hilfsenergie WW Anpassung Zirkulationspumpe Anpassung Leitungslängen EFH Änderung vom Begriff «Normierung des GEAK» zu «GEAK-Kodifizierung» Kap. 9 «Beurteilung» entfällt da nicht mehr Bestandteil des GEAK-Dokuments Änderung vom Begriff «Effizienz Gesamtenergie» zu Gesamtenergieeffizienz» bzw. GEE Diverse textliche Anpassungen | Kap. 4 Kap. 8.1.2 Kap. 0 Kap 8.2.2 Kap. 8.3 Kap. 10 Gl. 21 Gl. 22 Tab. 9 Kap. 9 |
| 2.2.0 | 18.03.2024 | Hilfsenergie Zirkulation/Heizband Neue Tabelle für Betriebsdauer der Verteilleitungen für Hilfsenergie Ergänzung Vorlauftemperaturen VL 40/32 Korrektur VL 50/38 Diverse textliche Anpassungen | Gl. 22/23 Tab. 8 Tab. 3, Tab.4 Tab.4 |
| 2.1.0 | 30.03.2023 | Ergänzung Vorlauftemperaturen Überarbeitung Methodik zur Berechnung der Treibhausgasemissionen (THGE) Umgang mit Biogas Ergänzungen gemäss Kap. 9 des Produktreglements des Vereins GEAK vom 1.1.2023. Diverse sprachliche Verbesserungen | Tab. 3, Tab.4 Kap. 5 Kap. 7.1 Kap. 7.1 Kap. 6.2.5 |
| 2.0.1 | 25.08.2022 | Aktualisierung der Bilder Ergänzung/Korrektur der Legende Ergänzung der Legende Korrektur der Hilfsenergie Heizung Korrektur der Hilfsenergie Warmwasser Korrektur der Spaltenüberschrift Aktualisierung der Parameter | Abb.1, 2 Gl. 4, 8, 9 Gl. 17, 18 Gl. 19 Gl. 21 Tab. 6 Tab. 11 |

| | | | |
|-------|------------|---|--|
| | | Ergänzung neuer Wärmeerzeuger Ergänzung Biogas Ergänzung f_{cor} Aktualisierung Text | Tab. 11 Tab. 36 Tab. 39 S. 61 |
| 2.0.0 | 18.03.2021 | Holzofen als Zusatzheizung Verluste Wärmeverteilung Verluste Speicher Zuordnung Speicherverluste Rückgewonnene Verluste für Heizung Endenergie Hilfsenergie Einführung Etikette für CO ₂ -Emissionen Update Literaturverzeichnis Update Symbole, Einheiten und Begriffe Update Fussdiagramm Heizung Update Fussdiagramm Warmwasser Update Fussdiagramm Lüftung Zentral + dezentral & Solarspeicher gelöscht Verluste Speicherstutzen Ergänzung Holzofen als Zusatzheizung Umstellung auf SIA 380/1:2016 | Kap.3.2, 3.3 Kap. 3.5.2 Kap. 3.5.3 Kap. 3.6 Kap. 3.7 Kap. 3.8 Kap. 3.9 Kap. 7 Kap. 9 Kap. 10 Abb. 3 Abb. 4 Abb. 5 Tab. 9 Tab. 10 div. Stellen |
| 1.0.1 | 27.11.2020 | Korrektur Formel Belegungsfaktor | S. 48, Gl. 36 |
| 1.0.0 | 09.03.2020 | 1. Ausgabe | - |

1 Einleitung

Zweck

Die GEAK-Kodifizierung definiert die Methodik zur Berechnung der Kennwerte sowie die Klassierung der Effizienz Gebäudehülle, der Gesamtenergieeffizienz GEE und der direkten CO₂-Emissionen.

1.1

Mischnutzungen

Im Fall der Mischnutzungen können im GEAK bis zu drei Nutzungen in einem Gebäude abgebildet werden. Sie werden anteilig zur ihrer jeweiligen Energiebezugsfläche berücksichtigt.

1.2

- Der Heizwärmebedarf wird in einem Einzonenmodell über das ganze Gebäude berechnet. Die unterschiedlichen Nutzungen werden mit ihren Energiebezugsflächen und entsprechende Standardnutzungsdaten flächengemittelt berücksichtigt. Somit wird der Heizwärmebedarf für das gesamte Gebäude bestimmt. Eine Differenzierung in einzelne Nutzungen ist aufgrund des Einzonenmodells nicht möglich.
- Bei der Wärmeerzeugung und -versorgung für Heizung und Warmwasser werden bei der Bestimmung der Verteilverluste die Nutzungen flächenanteilig für die Bestimmung der Verteilnetze (Rohrradien, Rohrlängen und Betriebsdauer) berücksichtigt.
- Der Bedarf für Warmwasser wird aus den SIA 380/1:2016 [1] Standardnutzungsdaten ermittelt. Der Wert für das gesamte Gebäude setzt sich aus dem flächengemittelten Wert über alle Nutzungen zusammen.
- Elektrische Betriebseinrichtungen, Beleuchtung und Lüftungsanlagen werden pro Nutzung erfasst.
- Für die Etikette werden die Referenzwerte aus der Summe der flächengemittelten Einzelreferenzwerten bestimmt.

Die Etiketten werden somit immer über das gesamte Gebäude ausgestellt und nicht über die einzelnen Nutzungen.

Hinweise

- Die Grundlagen für die Berechnungen der Energiebezugsfläche und thermischen Gebäudehüllfläche sind in SIA 380:2022 [2] definiert. SIA 380 hat SIA 416/1 ersetzt.
- Überwiegend sind Werte, Gleichungen und insbesondere die Ergebnisse in kWh/a bzw. kWh/(m² a). Da aber zum Teil die Berechnungsgrundlage noch aus dem Jahr 2009 stammt, sind gewisse Werte bzw. Gleichungen in MJ/a bzw. MJ/(m² a). Diese sind speziell gekennzeichnet. Die Umrechnung erfolgt mit: 1 kWh = 3.6 MJ.
- Insbesondere bei dem effektiven Heizwärmebedarf $Q_{H,eff}$ muss auf die Einheit geachtet werden. Er kommt in kWh/(m²a) und MJ/(m²a) vor.
- Rundungen, Anzahl Stellen von Zahlen
 - Energiebezugsfläche ist eine Ganzzahl
 - Anderen Flächen sind mit einer Nachkommastelle möglich
 - Eingabe von U-Werten, g-Werten, Verschattungsfaktoren, Glasanteil, b-Werten ist mit zwei Nachkommastellen möglich
 - Anzeige der Resultate Heizwärmebedarf werden auf eine Nachkommastelle gerundet
 - Anzeige der Resultate Endenergie werden auf eine Ganzzahl gerundet

2 Heizwärmebedarf

Der effektive Heizwärmebedarf ($Q_{H,eff}$, $Q_{H,eff,korr}$) wird gemäss SIA 380/1:2016 [1] berechnet. Hierbei ist zu berücksichtigen:

- Ist eine Lüftungsanlage vorhanden, wird der flächenbezogene Aussenluftvolumenstrom gemäss Kap. 4 verwendet.
- Ist keine Lüftungsanlage vorhanden, kann bei den Standardnutzungsdaten der flächenbezogene Aussenluftvolumenstrom jeder Nutzung an die Dictheit der Gebäudehülle angepasst werden ($0.7 - 1.5 \text{ m}^3/(\text{h m}^2)$). Es wird gemäss Gl. 1 der flächengemittelte Wert für die Berechnung des Heizwärmebedarfs bestimmt.
- Liegt eine Mischnutzung vor, werden folgende Parameter flächenanteilig berücksichtigt:
 - Standardnutzungsdaten (Gl. 1), Wärmeeintrag von Personen (Gl. 2)
 - Konstanten a_0 und T_0 (Gl. 1) zur Bestimmung des Ausnutzungsgrades η_g

Wie in Kap. 1.2 bereits beschrieben, basiert die Berechnung der Mischnutzung auf einem Einzonenmodell. Das Einzonenmodell wurde gewählt, um die Berechnung, die Programmverwaltung und die Wärmeversorgung durch verschiedene Wärmeerzeuger in verschiedenen Versorgungsbereichen einfach zu halten.

Hinweis

Dieses vereinfachte Verfahren entspricht nicht dem gängiger SIA 380/1 Programme, die ein sogenanntes Mehrzonenmodell berechnen. Darin wird die Gebäudehülle eindeutig jeder Nutzung zugeordnet und ggf. auch ein Wärmeaustausch zwischen den Zonen berücksichtigt. Aufgrund der unterschiedlichen Verfahren sind daher unterschiedliche Resultate für Projektwerte zwischen dem GEAK und externen SIA 380/1 Programmen zu erwarten.

Gleiches gilt auch für die Berechnung des Grenzwertes, der im GEAK auch auf Grundlage des Einzonenmodells berechnet wird (Kap. 7.2).

Die flächengemittelten Standardnutzungsdaten für Mischnutzungen S_{Nutz} berechnen sich aus der Summe der flächengemittelten Einzelreferenzwerten. Gl. 1 gilt für die Standardnutzungsdaten:

- Raumtemperatur
- Regelungszuschlag für Raumtemperatur
- Präsenzzeit pro Tag
- Elektrizitätsbedarf
- Reduktionsfaktor für Elektrizitätsbedarf
- Thermisch wirksamer Aussenluftvolumenstrom

| | | |
|--|-----------|-------|
| $S_{Nutz} = \sum_{n=1}^{N_{Nutz}} S_{Nutz,n} \cdot \frac{A_{E,Nutz,n}}{A_E}$ | [Einheit] | Gl. 1 |
|--|-----------|-------|

| | | |
|----------------|-------------------|---|
| n | [-] | Laufindex |
| N_{Nutz} | [-] | Anzahl Nutzungen |
| $S_{Nutz,n}$ | [Einheit] | Parameter der Standardnutzungsdaten bzw. Konstanten a_o und T_o der Nutzung n |
| $A_{E,Nutz,n}$ | [m ²] | Energiebezugsfläche der Nutzung n |
| A_E | [m ²] | Energiebezugsfläche gesamt |

Gl. 1 kann analog auch für andere Parameter für die Flächenmittelung verwendet werden.

Bei einer Mischnutzung (Einzonenmodell) gilt Gl. 2 für den gesamten Wärmeeinträge durch Personen $Q_{I,P}$ bei der Berechnung des Heizwärmeverbedarfs gemäss SIA 380/1:

| | | |
|---|--------------------------|-------|
| $Q_{I,P} = \left(\sum_{n=1}^{N_{Nutz}} Q_{P,std,Nutz,n} \cdot \frac{t_{P,std,Nutz,n}}{A_{P,std,Nutz,n}} \cdot \frac{A_{E,Nutz,n}}{A_E} \right) \cdot \frac{t_c}{1000}$ | [kWh/(m ² a)] | Gl. 2 |
|---|--------------------------|-------|

| | | |
|--------------------|---------------------|---|
| n | [-] | Laufindex |
| N_{Nutz} | [-] | Anzahl Nutzungen |
| $Q_{P,std,Nutz,n}$ | [W/P] | Standardnutzungsdaten für Wärmeabgabe durch Personen gemäss SIA 380/1:2016 entsprechend der Nutzung n |
| $t_{P,std,Nutz,n}$ | [h/d] | Standardnutzungsdaten für Präsenzzeit pro Tag gemäss SIA 380/1:2016 entsprechend der Nutzung n |
| $A_{P,std,Nutz,n}$ | [m ² /P] | Standardnutzungsdaten für Personenfläche gemäss SIA 380/1:2016 entsprechend der Nutzung n |
| t_c | [d] | Länge Berechnungsschritt |
| $A_{E,Nutz,n}$ | [m ²] | Energiebezugsfläche der Nutzung n |
| A_E | [m ²] | Energiebezugsfläche gesamt |

3 Heizung und Warmwasser

Allgemeines

Um den Bedarf für Heizung und Warmwasser zu decken, können bis zu fünf verschiedene Wärmeerzeuger definiert werden. Die Energiebezugsfläche kann zur Versorgung mit Heizwärme und Warmwasser in je maximal drei Bereiche aufgeteilt werden. Es ist möglich, die Flächen der versorgten Bereiche für Heizung (HE 1, HE 2, HE 3) und Warmwasser (WW 1, WW 2, WW 3) unterschiedlich aufzuteilen. Die Flächenaufteilung ist unabhängig von der Nutzung. Der Bedarf für jeden Bereich muss von den Wärmeerzeugern zu 100% gedeckt werden. Ein Beispiel zeigt Tab. 1.

3.1

Tab. 1 Beispiel einer Verteilung der fünf Wärmeerzeuger für Heizung und Warmwasser auf die jeweils versorgten Bereiche.

| Versorger Bereich | Heizung | | | Warmwasser | | |
|----------------------|---------|------|------|------------|------|------|
| | HE 1 | HE 2 | HE 3 | WW 1 | WW 2 | WW 3 |
| Deckungsgrad WE 1 | 100% | 80% | - | 50% | - | - |
| Deckungsgrad WE 2 | - | 20% | 20% | - | - | - |
| Deckungsgrad WE 3 | - | - | 60% | 50% | - | - |
| Deckungsgrad WE 4 | - | - | 20% | - | 100% | - |
| Deckungsgrad WE 5 | - | - | - | - | - | - |
| Deckungsgrad Bereich | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | - |

3.2

Wärmeerzeuger

Folgende Parameter sind pro Wärmeerzeuger relevant:

- Typ des Wärmeerzeugers (Auswahlliste gemäss Tab. 12)
- Nutzungsgrad/Jahresarbeitszahl für die Wärmeerzeuger getrennt nach Heizung und Warmwasser (freie Eingabe)
- Energieträger des Wärmeerzeugers
- Faktor für Überdimensionierung des Wärmeerzeugers (Auswahl Tab. 3)
- Vor-/Rücklauftemperatur des Versorgungsbereichs an den der Wärmeerzeuger gekoppelt ist (Auswahl Tab. 3)
- Art der Wärmeversorgung (Auswahlliste Tab. 10)
- Hydraulischer Abgleich bei Heizung (Auswahlliste Tab. 10)
- Typ der Warmhaltung des Warmwassers (Auswahlliste Tab. 10)
- Lage der horizontalen Verteilleitungen (Auswahlliste Tab. 10)
- Dämmdicke und Wärmeleitfähigkeit der Dämmung für die Verteilleitungen (freie Eingabe)
- Dämmzustand der Verteilleitungen (Auswahlliste Tab. 10)
- Stromproduktion aus Wärmekraftkopplung (freie Eingabe, Kap. 6)
- Deckungsgrad des Wärmeerzeugers für die jeweils versorgten Bereiche (freie Eingabe)

Ein Sonderfall ist der Wärmeerzeuger «Holzofen als Zusatzheizung». Hier werden folgende Angaben benötigt:

- Nutzungsgrad (freie Eingabe)
- Auswahl Energieträger: Stückholz oder Pellets
- Deckungsgrad am gesamten Heizwärmebedarf, max. 10% (freie Eingabe)
- Deckungsgrad für die jeweils versorgten Bereiche (freie Eingabe)

Holzofen als Zusatzheizung

Der Deckungsgrad am Heizwärmebedarf ist für Holzöfen, die als Zusatzheizung (z.B. Cheminée) eingesetzt werden, limitiert. Der Deckungsgrad für den Wärmeerzeuger «Holzofen als Zusatzheizung» darf maximal 10 % des gesamten Heizwärmebedarfs betragen. Die Deckungsgrade von «Holzofen als Zusatzheizung» können in den verschiedenen Versorgungsbereiche unterschiedlich sein. In Summe darf 10 % des gesamten Heizwärmebedarfs jedoch nicht überschritten werden.

- Ein «Holzofen als Zusatzheizung» kann nur in einem wassergeführten Versorgungsbereich integriert werden.
- Wird ein «Holzofen als Zusatzheizung» gewählt, muss zusätzlich ein anderer Wärmeerzeuger als Hauptwärmeerzeuger deklariert werden.
- Ein Hauptwärmeerzeuger kann kein solarthermischer Wärmeerzeuger sein.
- Ein Wärmeerzeuger «Holzofen als Zusatzheizung» weist keine Hilfsaggregate auf und benötigt daher auch keine Hilfsenergie.
- Der «Holzofen als Zusatzheizung» hat keine Verteilleitungsverluste.

3.4

Speichertypen

Allgemein

- Es können drei Typen von Speichern ausgewählt werden: Heizungsspeicher, Warmwasserspeicher, Kombispeicher.
- Jeder Speicher wird mindestens einem, maximal drei Wärmeerzeugern zugeordnet.
- Jedem Wärmeerzeuger können maximal zwei Speicher zugeordnet werden.

Folgende Eingaben sind relevant:

- Speichertyp (Auswahlliste: Heizungs-, Warmwassers, Kombispeicher)
- bei Kombispeicher: Anteil Heizung/Warmwasser (freie Eingabe)
- Speichergrösse (freie Eingabe)
- Zuordnung des Speichers zu Wärmeerzeuger (freie Eingabe)
- Aufstellort des Speichers
(Auswahlliste: innerhalb/ausserhalb der thermischen Gebäudehülle)
- Ausführungsqualität der Speicheranschlüsse
(Auswahlliste: sehr gut, gut, mittel, ungenügend, Tab. 11)

Tab. 2 Beispiel einer Zuordnung von verschiedenen Speichertypen auf verschiedene Wärmeerzeuger.

| Speichertyp | Heizung | | Kombispeicher | | Warmwasser | |
|-------------|---------|-------|---------------|-------|------------|-------|
| | HSP 1 | HSP 2 | KSP 1 | KSP 2 | WSP 1 | WSP 2 |
| WE 1 | X | | | | X | |
| WE 2 | | X | | | X | |
| WE 3 | | | | | X | |
| WE 4 | | | | | | |
| WE 5 | | | | | | |

Kombispeicher

Randbedingungen für Kombispeicher:

- Kombispeicher haben einen Speicheranteil des Speichervolumens für Heizung und einen Speicheranteil des Speichervolumens für Warmwasser. Volumengrösse: freie Eingabe
- Mindestens einer der Wärmeerzeuger, die dem Kombispeicher zugeordnet sind, muss mindestens einen Bereich Heizung versorgen.
- Mindestens einer der Wärmeerzeuger, die dem Kombispeicher zugeordnet sind, muss mindestens einen Bereich Warmwasser versorgen.
- Die Berechnung der Wärmeverluste für den Speicherteil des Speichervolumens Heizung erfolgt mittels der Gleichung für die Berechnung der Speicherverluste Heizung (Gl. 6). Bei der Berechnung des Speicherverlustes Heizung wird für das Speichervolumen das Gesamtvolumen des Kombispeichers (HE+WW) berücksichtigt und mit dem Anteil des Heizungsvolumens am Gesamtvolumen multipliziert.
- Die Berechnung der Wärmeverluste für den Speicherteil des Speichervolumens Warmwasser erfolgt mittels der Gleichung für die Berechnung der Speicherverluste Warmwasser (Gl. 8). Bei der Berechnung des Speicherverlustes Warmwasser wird für das Speichervolumen das Gesamtvolumen des Kombispeichers (HE+WW) berücksichtigt und mit dem Anteil des Warmwasservolumens am Gesamtvolumen multipliziert.

Wärmeverluste

Der Endenergiebedarf für Heizung und Warmwasser wird in Anlehnung an SIA 2031:2009 Anhang [3], SIA 380 [4], SIA 384/3 [5] und SIA 385/2 [6] beschriebene Verfahren berechnet. Hierbei werden Verluste der Wärmeerzeugung, Wärmespeicherung und Wärmeverteilung berücksichtigt.

3.5

3.5.1 Wärmeverluste Wärmeerzeugung

Die Verluste der Wärmeerzeugung müssen in den eingegebenen Nutzungsgraden bzw. Jahresarbeitszahlen der Wärmeerzeuger enthalten sein.

3.5.2 Verluste Wärmeverteilung

Die Verluste der Wärmeverteilung in den versorgten Bereichen von Heizung und Warmwasser werden gemäss Gl. 3 analog SIA 384/3 Anhang C1 [5] berechnet. Es werden jeweils die horizontalen und vertikalen Verteilleitungsverluste getrennt betrachtet.

Verteilleitungsverluste horizontal bzw. vertikal:

| | | |
|--|---------|-------|
| $Q_{y,WEi,dis,ls,z,j} = \frac{\pi}{W_{pipe}} \cdot L \cdot \Delta\theta \cdot \frac{t_{be,dis}}{1000}$ | [kWh/a] | Gl. 3 |
|--|---------|-------|

mit

| | | |
|--|---------|-------|
| $W_{pipe} = \frac{1}{h_i \cdot d_1} + \frac{1}{2 \cdot \lambda_1} \cdot \ln \left(\frac{d_1 + 2 \cdot r_{ws}}{d_1} \right) + \frac{1}{2 \cdot \lambda_2} \cdot \ln \left(\frac{d_1 + 2 \cdot r_{ws} + 2 \cdot sD}{d_1 + 2 \cdot r_{ws}} \right) + \frac{1}{h_a \cdot (d_1 + 2 \cdot r_{ws} + 2 \cdot sD)}$ | [m K/W] | Gl. 4 |
|--|---------|-------|

| | | |
|------------------------|------------------------|--|
| WEi | [·] | Wärmeerzeuger WEi |
| y,z,j | [·] | Platzhalter für y: Heizung/Warmwasser, z: Ausrichtung der Verteilleitungen und j: versorgter Bereich |
| λ_1, λ_2 | [W/(m K)] | <p>Wärmeleitfähigkeit der Verteilleitung:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ ungedämmt: Wärmeleitfähigkeit des Rohres: $\lambda_1 = 50 \text{ W/(m K)}$ ▪ gedämmt: Wärmeleitfähigkeit gemäss Eingabe λ_2 (ist für horizontale und vertikale Leitungen gleich) ▪ teilweise gedämmt: Wärmeleitfähigkeit gemäss Eingabe λ_2 <ul style="list-style-type: none"> ◦ horizontale Leitungen: gedämmt ◦ vertikale Leitungen: ungedämmt |
| h_i | [W/(m ² K)] | Wärmeübergangskoeffizient innen (Heizungswasser Rohrwand) 2000 W/(m ² K) gemäss SIA 381/3:2013 (Tab.13) |
| h_a | [W/(m ² K)] | <p>Wärmeübergangskoeffizient der Leitungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ ungedämmt: 13 W/(m² K) ▪ gedämmt: 7.5 W/(m² K) |

| | | |
|----------------|-----|--|
| d_1 | [m] | Innendurchmesser Rohr $d_1 = 2 * a$ mit Innenradius a der Leitung (Rohrinnenradius) (Tab. 5) |
| r_{ws} | [m] | Rohrwandstärke: $r_{ws} = 0.0025$ m, Anpassung gemäss typischer Rohrwandstärken für Gewinderohre aus Stahl nach EN 10225 |
| sD | [m] | Dämmstärke, wenn ungedämmt, dann $sD = 0$ |
| L | [m] | Für horizontale und vertikale Längen des Verteilnetzes gemäss Tab. 9 in m/m^2 multipliziert mit der Energiebezugsfläche des jeweiligen versorgten Bereichs. |
| $\Delta\theta$ | [K] | Für Heizung: Temperaturdifferenz der mittleren Heizkreistemperatur θ_{HK} (Tab. 3, ohne oder mit unbekanntem hydraulischen Abgleich) und Tab. 4, bekannter hydraulischer Abgleich) zur Umgebungsluft θ_U : $\Delta\theta = \theta_{HK} - \theta_U$ Für Warmwasser: Temperaturdifferenz der Warmwassertemperatur zur Umgebungsluft ($\theta_{WW} = 60$ °C): $\Delta\theta = \theta_{WW} - \theta_U$ Umgebungsluft θ_U für Leitungsabschnitte: <ul style="list-style-type: none"> ▪ ausserhalb der thermischen Gebäudehülle: 13 °C ▪ innerhalb der thermischen Gebäudehülle: 20 °C (vertikale Verteilleitungen sind immer innerhalb der therm. Hülle) |
| $t_{be,dis}$ | [h] | Betriebsdauer der Wärmeverteilung, gemäss Tab. 6 (Heizung) und Tab. 7 (Warmwasser). Bei einer dezentralen Erwärmung ist die Betriebsdauer der Wärmeverteilung $t_{be,dis,x} = 0$ h. |

Verteilverluste Heizung

Verluste der horizontalen Leitungen für Heizung ($Q_{HE,WEi,dis,ls,hor,j}$) werden mit Gl. 3 für jeden Wärmeerzeuger WE_i und versorgten Bereich j berechnet, wenn

- Art der Beheizung: «zentral» **und**
- Lage der horizontalen Verteilleitungen «ausserhalb der thermischen Gebäudehülle»

gilt. In allen anderen Fällen gilt für die horizontalen Verteilleitungsverluste: $Q_{HE,WEi,dis,ls,hor,j} = 0 \text{ kWh/a}$, da sie als komplett rückgewinnbar angenommen werden.

Verluste der vertikalen Verteilleitungen Heizung sind komplett rückgewinnbar und werden daher nicht berechnet.

Verluste innerhalb der thermischen Gebäudehülle werden als komplett rückgewinnbar betrachtet und müssen daher nicht berechnet werden [2].

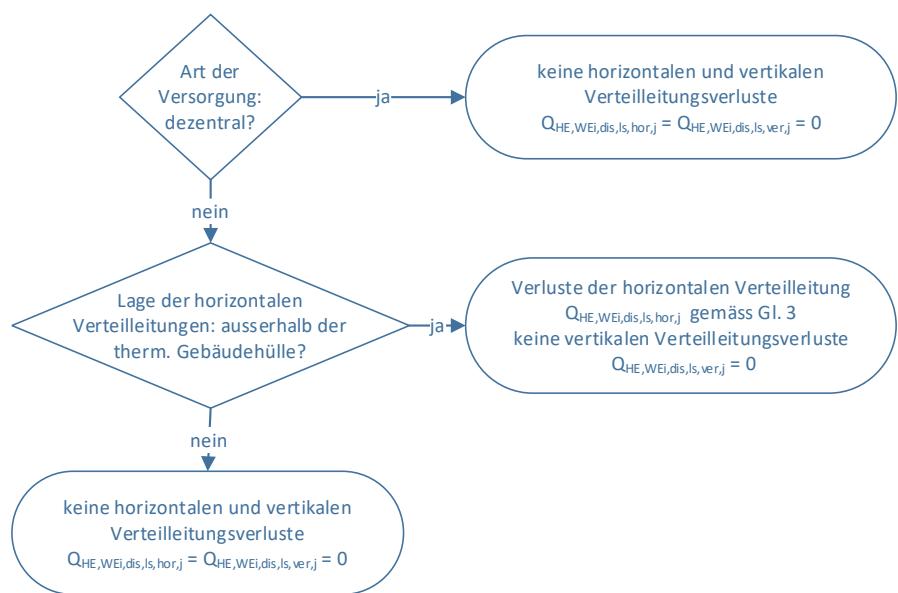


Abb. 1 Flussdiagramm Verteilleitungsverluste für Heizung.

Definition

zentral: wassergeführte Hauptheizung inkl. Etagenheizungen

dezentral: Einzelöfen

Verteilverluste Warmwasser

Der Gesamtwärmeverlust der horizontalen und vertikalen Wärmeverteilung für Warmwasser ergibt sich aus Gl. 5. Die Verluste werden pro Wärmeerzeuger WE_i und versorgtem Bereich j berechnet:

| | | |
|---|---------|-------|
| $Q_{WW,WEi,dis,ls,j} = Q_{WW,WEi,dis,ls,hor,j} + Q_{WW,WEi,dis,ls,ver,j}$ ist «0», wenn dezentrale Warmwassererzeugung | [kWh/a] | Gl. 5 |
|---|---------|-------|

| | | |
|---------------------------|-------------|--|
| WEi | [\cdot] | Wärmeerzeuger WE_i |
| j | [\cdot] | Versorgter Bereich j |
| hor, ver | [\cdot] | Horizontal, vertikal |
| $Q_{WW,WEi,dis,ls,hor,j}$ | [kWh/a] | Horizontale Verteilleitungsverluste des Bereichs j (Gl. 3) |
| $Q_{WW,WEi,dis,ls,ver,j}$ | [kWh/a] | Vertikale Verteilleitungsverluste des Bereichs j (Gl. 3) |

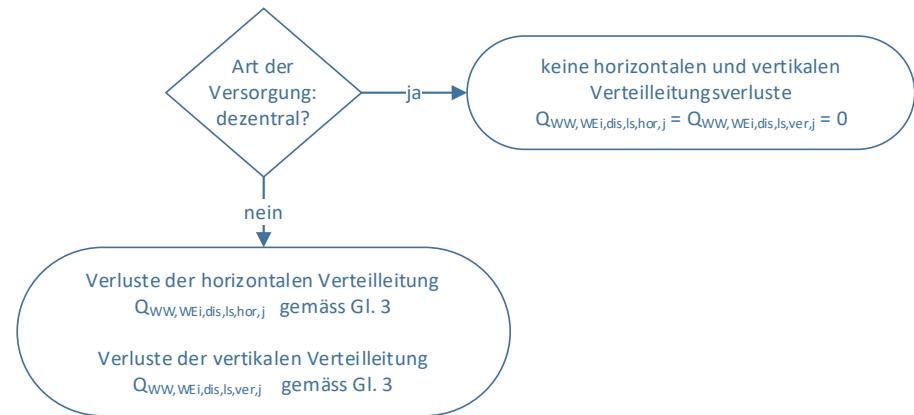


Abb. 2 Flussdiagramm Verteilleitungsverluste für Warmwasser.

3.5.3 Wärmeverluste Speicher

Heizungsspeicher

Wärmeverluste von Heizungsspeichern innerhalb der thermischen Gebäudehülle sind gemäss SIA 380:2022 (Ziffer 4.4.5.8) heizwirksam und müssen nicht berechnet und ausgewiesen werden.

Die Verluste von Heizungsspeichern ausserhalb der thermischen Gebäudehülle werden berechnet in Anlehnung an SIA 384/3:2013 (Ziffer 4.8.2.1) und SIA 385/2:2015 (Anhang B.1.3). Die Verluste des Heizungsspeichers k werden wie folgt berechnet (Gl. 6):

| | | |
|--|---------|-------|
| $Q_{HE,STOK,ls} = A_{avg} * U_{H,STOK} * t_{be,dis} * \frac{\Delta\theta}{1000} * f_{H,STOK,wb}$ | [kWh/a] | Gl. 6 |
|--|---------|-------|

mit

| | | |
|---|-------------------|-------|
| $A_{avg} = 2\pi * \left(\sqrt[3]{\left(\frac{V_{H,STOK}}{1000 * 2\pi * f_{STOK,HD}} \right)} + \frac{d_{STOK,WD}}{2} \right)^2 * (1 + 2 * f_{STOK,HD})$ | [m ²] | Gl. 7 |
|---|-------------------|-------|

| STOK | [-] | Speicher k |
|-----------------|-------------------------|--|
| $f_{H,STOK,wb}$ | [-] | Faktor für die Ausführungsqualität der Anschlüsse des Speichers. Auswahl bei der Eingabe (Tab. 11) |
| A_{avg} | [m ²] | Mittlere Oberfläche der Wärmedämmung des Speichers (Mittelwert zwischen innerer und äusserer Oberfläche) [Anmerkung: Formel für A_{avg} gemäss eigener Herleitung] |
| $U_{H,STOK}$ | [W/(m ² ·K)] | Wärmedurchgangskoeffizient der Speicherhülle gemäss der Grenzwerte der Wärmedämmdicke $d_{STOK,WD}$ des Speichers nach 384/1:2009, Ziffer 5.5.3 für eine Wärmeleitfähigkeit der Wärmedämmung des Speichers von 0.05 W/(m·K) <ul style="list-style-type: none"> ■ für Speicherinhalt ≤ 400 Liter, $U_{H,STOK} = 0.43$ W/(m²·K) ■ für Speicherinhalt > 400 und ≤ 2000 Liter, $U_{H,STOK} = 0.37$ W/(m²·K) ■ für Speicherinhalt > 2000 Liter, $U_{H,STOK} = 0.30$ W/(m²·K) |

| | | |
|----------------|-----------|--|
| $\Delta\theta$ | [K] | <p>Temperaturdifferenz der Speichertemperatur zur Umgebungsluft θ_u. Die Speichertemperatur entspricht der maximalen mittleren Heizkreistemperatur $\theta_{HK,max}$ der vom zugeordneten Wärmeerzeuger versorgten Bereiche zzgl. 5 K.</p> $\Delta\theta = \theta_{HK,max} + 5 \text{ K} - \theta_u$ <p>$\theta_{HK,max}$ gemäss Tab. 3 bzw. Tab. 4</p> <p>Umgebungsluft θ_u für Speicher:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Aufstellort ausserhalb der thermischen Gebäudehülle: 13 °C ▪ Aufstellort innerhalb der thermischen Gebäudehülle: 20 °C |
| $t_{be,dis}$ | [W/(m K)] | Betriebsdauer des Speichers in Stunden pro Jahr analog der Betriebsdauer des Verteilnetzes Heizung in Abhängigkeit vom Heizwärmebedarf (Tab. 6) |
| $V_{H,STOK}$ | [l] | Speichervolumen in Litern |
| $f_{STOK,HD}$ | [-] | Faktor für das Verhältnis der Speicherhöhe zum Speicherdurchmesser; Standardwert $f_{STOK,HD} = 2.5$ |
| $d_{STOK,WD}$ | [m] | <p>Wärmedämmdicke $d_{sto,WD}$ des Speichers nach den Grenzwerten gemäss SIA 384/1:2009, Ziffer 5.5.3 für eine Wärmeleitfähigkeit der Wärmedämmung des Speichers von 0.03 bis 0.05 W/(m·K)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ für Speicherinhalt ≤ 400 Liter, $d_{sto,WD} = 0.11$ m ▪ für Speicherinhalt > 400 und ≤ 2000 Liter, $d_{sto,WD} = 0.13$ m ▪ für Speicherinhalt > 2000 Liter, $d_{sto,WD} = 0.16$ m |

Hinweis

Der Heizungsspeicher wird im GEAK analog dem Warmwasserspeicher mit der Qualität für die Anschlussstutzen ergänzt, um auch alte Speicher abbilden zu können.

Warmwasserspeicher

Die Verluste von Warmwasserspeichern werden berechnet in Anlehnung an SIA 385/2:2015, B.1.3. Die Verluste des Warmwasserspeichers Q werden wie folgt berechnet:

| | | |
|---|---------|-------|
| $Q_{WW,STOK,ls} = \left(c_1 * \sqrt{\frac{V_{W,STOK}}{V_0}} + c_2 * (n_{cp} - 2) \right) * t_{be,dis} * \frac{\Delta\theta}{\theta_{W,sto}} * f_{W,STOK,wb}$ | [kWh/a] | Gl. 8 |
|---|---------|-------|

| | | |
|-------------------|---------|--|
| STOK | [-] | Speicher k |
| c_1 | [kWh/d] | Koeffizient mit Wert $c_1 = 0.11$ kWh pro Tag |
| $V_{W,STOK}$ | [l] | Speichervolumen in Litern |
| V_0 | [l] | Konstante mit Wert $V_0 = 1$ Liter |
| c_2 | [kWh/d] | Koeffizient mit Wert $c_2 = 0.10$ kWh pro Tag |
| n_{cp} | [Stck] | Anzahl Wasser führender Stutzen (unabhängig davon, ob ständig oder nicht ständig Wasser führend). Standardwert Anzahl Stutzen = 2. Pro zugeordnetem Wärmeerzeuger werden zusätzlich zwei Stutzen berücksichtigt. Ausnahme: Bei Elektrospeicher, Elektro direkt und Elektro-Wässererwärmer werden keine zusätzlichen Stutzen berücksichtigt. |
| $t_{be,dis}$ | [d/a] | Betriebsdauer des Warmwasserspeichers mit Standardwert $t_{be,dis} = 365$ Tage pro Jahr |
| $\Delta\theta$ | [K] | Temperaturdifferenz der Warmwassertemperatur zur Umgebungsluft ($\theta_{WW} = 60$ °C): $\Delta\theta = \theta_{WW} - \theta_U$ Umgebungsluft θ_U für Leitungsabschnitte: <ul style="list-style-type: none">▪ ausserhalb der thermischen Gebäudehülle: 13 °C▪ innerhalb der thermischen Gebäudehülle: 20 °C |
| $\theta_{W,STOK}$ | [K] | Koeffizient mit Wert $\theta_{W,STOK} = 45$ K |
| $f_{W,STOK,wb}$ | [d/a] | Faktor für die Ausführungsqualität der Anschlüsse des Speichers. Auswahl bei der Eingabe (Tab. 11) |

Hinweis

Gl. 8 gilt gemäss SIA 385/2 für ein Speichervolumen > 2000 l. Da es keine Angaben über kleinere Speicher gibt, wird im GEAK dieselbe Formel auch für kleinere Speicher verwendet.

Zuordnung der Speicherverluste auf Wärmeerzeuger

Die Verluste eines Speichers werden für Heizung und Warmwasser jeweils anteilig auf die Wärmeerzeuger aufgeteilt, denen der Speicher zugeordnet ist. Die Aufteilung erfolgt proportional zum Anteil der einzelnen Wärmeerzeuger an der gesamten Versorgung und beinhaltet sowohl die Nutzenergie als auch die Verteilverluste.

3.6

Zuordnung der Speicherverluste Heizung zu den einzelnen Wärmeerzeugern

Faktor für den Anteil der Verluste des Heizungsspeichers k für den Wärmeerzeuger:

$$f_{HE,WEi,STOK,ls} = \frac{\sum_{j=1}^{N_{Ber}} ((Q_{H,eff} \cdot A_{E,Berj} + Q_{HE,WEi,dis,ls,hor,j}) \cdot DG_{WEi,j}) \cdot f_{H,WEi,STOK}}{\sum_{i=1}^{N_{WE}} (\sum_{j=1}^{N_{Ber}} ((Q_{H,eff} \cdot A_{E,Berj} + Q_{HE,WEi,dis,ls,hor,j}) \cdot DG_{WEi,j}) \cdot f_{H,WEi,STOK})}$$

wenn ein Speicher einem WEi nicht zugeordnet ist, dann $f_{H,WEi,STOK,ls} = 0$ [-] Gl. 9

| | | |
|---------------------------|----------------------------|--|
| i, j, k | [-] | Laufindex |
| N_{WE} | [-] | Anzahl Wärmeerzeuger |
| N_{Ber} | [-] | Anzahl versorgte Bereiche |
| N_{STO} | [-] | Anzahl Speicher |
| $f_{H,WEi,STOK}$ | [-] | Faktor für die Zuordnung des Heizungsspeichers k zum Wärmeerzeuger WE_i . <ul style="list-style-type: none"> ▪ Wenn der Speicher dem Wärmeerzeuger zugeordnet ist, ist $f_{H,WEi,STOK} = 1$. ▪ Wenn der Speicher dem Wärmeerzeuger nicht zugeordnet ist, ist $f_{H,WEi,STOK} = 0$. |
| $Q_{H,eff}$ | [kWh/(m ² a)] | Eff. Heizwärmebedarf (ist für alle Bereiche gleich) |
| $A_{E,Berj}$ | [m ²] | Flächen des versorgten Bereichs j |
| $Q_{HE,WEi,dis,ls,hor,j}$ | [kWh/a] | Horizontale Verteilleitungsverluste des Wärmeerzeugers WE_i für den versorgten Bereich j |
| $DG_{WEi,j}$ | [-] | Deckungsgrad des versorgten Bereiches j durch den Wärmeerzeuger WE_i |
| Zähler | | Wärmebedarf zzgl. Verteilverluste HE für alle vom Wärmeerzeuger WE_i versorgten Bereichen j, multipliziert mit dem Faktor für die Zuordnung des Heizungsspeichers k zum Wärmeerzeuger WE_i |

| | | |
|--------|--|--|
| Nenner | | Die Summe des Wärmebedarfs zzgl. der Verteilverluste HE aller Wärmeerzeuger WE _i und versorgten Bereiche j, jeweils multipliziert mit dem entsprechenden Faktor für die Zuordnung des Heizungsspeichers k zum Wärmeerzeuger WE _i |
|--------|--|--|

Speicherwärmeverluste Heizung pro Wärmeerzeuger

Für den Wärmeerzeuger WE_i berechnet sich die Summe der Heizungsspeicherwärmeverluste aller Heizungsspeicher wie folgt:

$$Q_{HE,WEi,STO,ls} = \sum_{k=1}^{N_{STO}} (Q_{HE,STO,k,ls} \cdot f_{H,WEi,STO,k,ls})$$

| | |
|---------|--------|
| [kWh/a] | Gl. 10 |
|---------|--------|

| | | |
|------------------------------|-------------|--|
| k | [\cdot] | Laufindex |
| N _{STO} | [\cdot] | Anzahl Speicher |
| Q _{HE,STO,k,ls} | [kWh/a] | Verluste des Heizungsspeichers k (Gl. 6) |
| f _{HE,WEi,STO,k,ls} | [\cdot] | Faktor für den Anteil der Verluste des H-Speichers k für den Wärmeerzeuger i |

Anmerkung

Die Verluste von Heizungsspeichern innerhalb der thermischen Gebäudehülle sind heizwirksam. Diese werden daher nicht berechnet und ausgewiesen.

Zuordnung der Speicherverluste Warmwasser zu den einzelnen Wärmeerzeugern

Faktor für den Anteil der Verluste des Warmwasserspeichers k für den Wärmeerzeuger WE_i :

| | | |
|---|-------|--------|
| $f_{WW,WEi,STOK,ls} = \frac{\sum_{j=1}^{N_{Ber}} \left(\left(Q_{W,ref} + Q_{WW,Wasch} + Q_{WW,Spül} \right) \cdot A_{E,Berj} + Q_{WW,WEi,dis,ls,j} \right) \cdot DG_{WEi,j}}{\sum_{i=1}^{N_{WE}} \left(\sum_{j=1}^{N_{Ber}} \left(\left(Q_{W,ref} + Q_{WW,Wasch} + Q_{WW,Spül} \right) \cdot A_{E,Berj} + Q_{WW,WEi,dis,ls,j} \right) \cdot DG_{WEi,j} \right) \cdot f_{WW,WEi,STOK}}$ | | |
| wenn ein Speicher einem WE_i nicht zugeordnet ist, dann $f_{WW,WEi,STOK,ls} = 0$ | [-] | Gl. 11 |

| | | |
|-----------------------|--------------------------|--|
| i, j, k | [-] | Laufindex |
| N_{WE} | [-] | Anzahl Wärmeerzeuger |
| N_{Ber} | [-] | Anzahl versorgte Bereiche |
| N_{STO} | [-] | Anzahl Speicher |
| $f_{WW,WEi,STOK}$ | [-] | Faktor für die Zuordnung des Warmwasserspeichers k zum Wärmeerzeuger i . Wenn der Speicher dem Wärmeerzeuger zugeordnet ist, dann ist der Faktor 1. Wenn der Speicher dem Wärmeerzeuger nicht zugeordnet ist, dann ist der Faktor 0. |
| $Q_{W,ref}$ | [kWh/(m ² a)] | Nutzenergiebedarf Warmwasser gemäss SIA 380/1 (Tab. 40) bzw. für Mischnutzungen berechnet aus den flächengemittelten Werten (Kap. 1.2). |
| $Q_{WW,Wasch}$ | [kWh/(m ² a)] | Zusätzlicher Nutzwärmebedarf Warmwasser durch Waschmaschinen mit Warmwasseranschluss, (Gl. 43) |
| $Q_{WW,Spül}$ | [kWh/(m ² a)] | Zusätzlicher Nutzwärmebedarf Warmwasser durch Spülmaschinen mit Warmwasseranschluss (Gl. 44) |
| $A_{E,Berj}$ | [m ²] | Flächenanteil des jeweiligen versorgten Bereichs |
| $Q_{WW,WEi,dis,ls,j}$ | [kWh/a] | Verluste der Verteilleitungen für Warmwasser für den Wärmeerzeuger WE_i im versorgten Bereich j , (Gl. 5) |
| $DG_{WEi,j}$ | [-] | Deckungsgrad des Wärmeerzeugers WE_i im versorgten Bereich j |
| Zähler | | Wärmebedarf WW zzgl. Verteilverluste WW für alle vom Wärmeerzeuger i Bereiche j , multipliziert mit dem Faktor für die Zuordnung des WW-Speichers k zum Wärmeerzeuger i |
| Nenner | | Die Summe des Wärmebedarfs WW zzgl. der Verteilverluste WW aller Wärmeerzeuger und Bereiche, jeweils multipliziert mit dem entsprechenden Faktor für die Zuordnung des WW-Speichers zum Wärmeerzeuger |

Speicherwärmeverluste Warmwasser pro Wärmeerzeuger

Für den Wärmeerzeuger WE_i berechnet sich die Summe der Warmwasserspeicherwärmeverluste aller Warmwasserspeicher wie folgt:

| | | |
|--|---------|--------|
| $Q_{WW,WEi,STO,ls} = \sum_{k=1}^{N_{STO}} (Q_{WW,STOk,ls} \cdot f_{WW,WEi,STOk,ls})$ | [kWh/a] | Gl. 12 |
|--|---------|--------|

| | | |
|-----------------------------|---------|--|
| k | [-] | Laufindex |
| N _{STO} | [-] | Anzahl Speicher |
| Q _{WW,STOk,ls} | [kWh/a] | Verluste des Warmwasserspeichers k (Gl. 8) |
| f _{WW,WEi,STOk,ls} | [-] | Faktor für den Anteil der Verluste des WW-Speichers k für den Wärmeerzeuger WE_i |

Rückgewonnene Verluste für Heizung

3.7

Die Verluste Warmwasser WW für Verteilung und Speicherung innerhalb der thermischen Gebäudehülle werden als teilweise heizwirksam berücksichtigt (rückgewinnbare Verluste). Zur Berechnung wird die Summe der rückgewinnbaren Verluste der WW-Speicherung und WW-Verteilung aller Bereiche anteilig auf alle Wärmeerzeuger Heizung aufgeteilt. Die Aufteilung auf die Wärmeerzeuger Heizung erfolgt anhand der Nutzenergie Heizung zzgl. der Verteilverluste Heizung des jeweiligen Wärmeerzeugers im Verhältnis zur Summe der Nutzenergie Heizung zzgl. der Verteilverluste Heizung aller Wärmeerzeuger.

Berechnung der Summe der rückgewinnbaren Verluste Warmwasser $Q_{WW,rück,ls}$:

| | | |
|--|---------|--------|
| $Q_{WW,rück,ls} = \sum_{i=1}^{NWE} \left(\sum_{j=1}^{N_{Ber}} (Q_{WW,WEi,dis,ls,ver,j} + Q_{WW,WEi,dis,ls,hor,j} \cdot f_{WW,dis,hor,ls,j} + Q_{Heizband,WEi,j}) \cdot DG_{WEi,j} \right) + \sum_{k=1}^{N_{STO}} (Q_{WW,STOk,ls} \cdot f_{WW,STOk,ls})$ | [kWh/a] | Gl. 13 |
|--|---------|--------|

mit den rückgewinnbaren Verlusten vom Heizband für jeden Wärmeerzeuger WE_i und Bereich j:

| | | |
|---|---------|--------|
| $Q_{Heizband,WEi,j} = \frac{2}{3} \cdot (Q_{WW,WEi,dis,ls,ver,j} + Q_{WW,WEi,dis,ls,hor,j} \cdot f_{WW,dis,hor,ls,j}) \cdot f_{HB}$ | [kWh/a] | Gl. 14 |
|---|---------|--------|

| | | |
|----------------------------------|---------|---|
| i, j, k | [·] | Laufindex |
| N _{WE} | [·] | Anzahl Wärmeerzeuger |
| N _{Ber} | [·] | Anzahl versorgte Bereiche |
| N _{STO} | [·] | Anzahl Speicher |
| Q _{ww,WEi,dis,ls,hor,j} | [kWh/a] | Horizontale Verteilleitungsverluste des Bereichs j (Gl. 3) |
| Q _{ww,WEi,dis,ls,ver,j} | [kWh/a] | Vertikale Verteilleitungsverluste des Bereichs j (Gl. 3) |
| f _{WW,dis,hor,ls,j} | [·] | Faktor für die Lage der horizontalen Verteilleitungen WW im Bereich j: ausserhalb der thermischen Gebäudehülle = 0 innerhalb der thermischen Gebäudehülle = 1 |
| DG _{WEi,j} | [·] | Deckungsgrad des Wärmeerzeugers WE _i im versorgten Bereich j |
| Q _{ww,STOk,ls} | [kWh/a] | Verluste des Warmwasserspeichers k (Gl. 8) |
| f _{WW,STOk,ls} | [·] | Faktor für die Lage des Warmwasserspeichers k: ausserhalb der thermischen Gebäudehülle = 0 innerhalb der thermischen Gebäudehülle = 1 |
| f _{HB} | [·] | Faktor Heizband: ja: f _{HB} = 1, nein: f _{HB} = 0 |

Berechnung des Faktors für die Aufteilung der rückgewinnbaren Verluste auf den Wärmeerzeuger WE_i:

$$f_{WW,rück,ls,WEi} = \frac{\sum_{j=1}^{N_{Ber}} \left((Q_{H,eff} \cdot A_{E,Berj} + Q_{HE,WEi,dis,ls,hor,j}) \cdot DG_{WEi,j} \right)}{\sum_{i=1}^{N_{WE}} \left(\sum_{j=1}^{N_{Ber}} \left((Q_{H,eff} \cdot A_{E,Berj} + Q_{HE,WEi,dis,ls,hor,j}) \cdot DG_{WEi,j} \right) \right)}$$

| | | |
|--|-----|--------|
| | [-] | Gl. 15 |
|--|-----|--------|

| | | |
|---------------------|--------------------------|---|
| i, j | [·] | Laufindex |
| N _{WE} | [·] | Anzahl Wärmeerzeuger |
| N _{Ber} | [·] | Anzahl versorgte Bereiche |
| Q _{H,eff} | [kWh/(m ² a)] | Eff. Heizwärmebedarf (ist für alle Bereiche gleich) |
| A _{E,Berj} | [m ²] | Flächen des versorgten Bereichs j |

| | | |
|---------------------------|-------------|---|
| $Q_{HE,WEi,dis,ls,hor,j}$ | [kWh/a] | Horizontale Verteilleitungsverluste des Wärmeerzeugers WE _i für den versorgten Bereich j |
| $DG_{WEi,j}$ | [\cdot] | Deckungsgrad des versorgten Bereiches j durch den Wärmeerzeuger WE _i |
| Zähler | | Wärmebedarf zzgl. Verteilverluste HE für alle vom Wärmeerzeuger i versorgten Bereiche j |
| Nenner | | Die Summe des Wärmebedarfs zzgl. der Verteilverluste HE aller Wärmeerzeuger und Bereiche |

Berechnung der rückgewonnenen Warmwasserverluste pro Wärmeerzeuger:

| | | |
|--|---------|--------|
| $Q_{80\%,WW,WEi,rück,ls} = Q_{WW,rück,ls} \cdot f_{WW,rück,ls,WEi} \cdot 0.8 \cdot \eta_g$ | [kWh/a] | Gl. 16 |
|--|---------|--------|

| | | |
|----------------------|-------------|--|
| $Q_{WW,rück,ls}$ | [kWh/a] | Summe der rückgewinnbaren Verluste Warmwasser |
| $f_{WW,rück,ls,WEi}$ | [\cdot] | Faktor für die Aufteilung der rückgewinnbaren Verluste auf den Wärmeerzeuger i |
| η_g | [\cdot] | Ausnutzungsfaktor gemäss SIA 380/1:2016 unter Berücksichtigung des Einzonenmodells |

3.8

Endenergie

Die Endenergie für Heizung und Warmwasser wird für jeden Wärmeerzeuger separat berechnet, um sie entsprechend ihrer Energieträger zu berücksichtigen.

Für jeden Wärmeerzeuger ($i = 1 \dots N_{WE}$) wird die Endenergie als Summe aus den maximal drei versorgten Bereichen ($j = 1 \dots N_{Ber}$) jeweils für Heizung und Warmwasser gebildet.

Heizung

Der Endenergiebedarf Heizung $E_{HE,WEi}$ pro Wärmeerzeuger berechnet sich in Anlehnung an SIA 2031:2009 [3] wie folgt:

| | | |
|---|---------|--------|
| $E_{HE,WEi} = \sum_{j=1}^{N_{Ber}} \left(\frac{Q_{H,eff} \cdot A_{E,Berj} + Q_{HE,WEi,dis,ls,hor,j}}{\eta_{HE,WEi} - 0.09 (Dim_{WEi} - 1)} \cdot DG_{WEi,j} \right) + \frac{Q_{HE,WEi,STO,ls} - Q_{80\%,WW,WEi,ls}}{\eta_{HE,WEi} - 0.09 (Dim_{WEi} - 1)}$ | [kWh/a] | Gl. 17 |
|---|---------|--------|

| | | |
|--------------|--------------------------|--|
| j | [\cdot] | Laufindex |
| N_{Ber} | [\cdot] | Anzahl versorgte Bereiche |
| $Q_{H,eff}$ | [kWh/(m ² a)] | Eff. Heizwärmeverbrauch (ist für alle Bereiche gleich) |
| $A_{E,Berj}$ | [m ²] | Flächen des versorgten Bereichs j |

| | | |
|---------------------------|-------------|--|
| $Q_{HE,WEi,dis,ls,hor,j}$ | [kWh/a] | Horizontale Verteilleitungsverluste des Wärmeerzeugers WE_i für den versorgten Bereich j |
| $Q_{80\%,WW,WEi,dis,ls}$ | [kWh/a] | Für die Heizung anrechenbare thermisch wirksame Verteilverluste des Warmwassers (Gl. 16) |
| $Q_{HE,WEi,STO,ls}$ | [kWh/a] | Speicherverluste aller Heizungsspeicher 1 bis n pro Wärmeerzeuger WE_i (Gl. 10) |
| $\eta_{HE,WEi}$ | [\cdot] | Jahresnutzungsgrad des Wärmeerzeugers (Basis Hi) |
| Dim_{WEi} | [\cdot] | Faktor der Überdimensionierung des Wärmeerzeugers WE_i |
| $DG_{WEi,j}$ | [\cdot] | Deckungsgrad des versorgten Bereiches j durch den Wärmeerzeuger WE_i |

Warmwasser

Der Endenergiebedarf Warmwasser $E_{WW,WEi}$ pro Wärmeerzeuger berechnet sich in Anlehnung an SIA 2031:2009 [3] wie folgt:

| | | |
|---|----------|--------|
| $E_{WW,WEi} = \sum_{j=1}^{N_{Ber}} \left(\frac{(Q_{W,ref} + Q_{WW,Wasch} + Q_{WW,Spül}) \cdot A_{E,Berj} + Q_{WW,WEi,dis,ls,j}}{\eta_{WW,WEi}} \cdot DG_{WEi,j} \right) + \frac{Q_{WW,WEi,sto,ls}}{\eta_{WW,WEi}}$ | [kWh /a] | Gl. 18 |
|---|----------|--------|

| | | |
|-----------------------|-------------------|---|
| j | [\cdot] | Laufindex |
| N_{Ber} | [\cdot] | Anzahl versorgte Bereiche |
| $\eta_{WW,WEi}$ | [\cdot] | Jahresnutzungsgrad des Wärmeerzeugers (Basis Hi) |
| $Q_{W,ref}$ | [kWh/($m^2 a$)] | Nutzenergiebedarf Warmwasser gemäss SIA 380/1 (Tab. 40) bzw. für Mischnutzungen berechnet aus den flächengemittelten Werten (Kap. 1.2). |
| $Q_{WW,Wasch}$ | [kWh/($m^2 a$)] | Zusätzlicher Nutzwärmebedarf Warmwasser durch Waschmaschinen mit Warmwasseranschluss (Gl. 43) |
| $Q_{WW,Spül}$ | [kWh/($m^2 a$)] | Zusätzlicher Nutzwärmebedarf Warmwasser durch Spülmaschinen mit Warmwasseranschluss (Gl. 44) |
| $A_{E,Berj}$ | [m^2] | Flächenanteil des jeweiligen versorgten Bereichs |
| $Q_{WW,WEi,sto,ls}$ | [kWh/a] | Speicherverluste für Warmwasser für den Wärmeerzeuger wie (Gl. 12) |
| $Q_{WW,WEi,dis,ls,j}$ | [kWh/a] | Verluste der Verteilleitungen für Warmwasser für den Wärmeerzeuger WE_i im versorgten Bereich j (Gl. 5) |
| $DG_{WEi,j}$ | [\cdot] | Deckungsgrad des Wärmeerzeugers WE_i im versorgten Bereich j |

Hilfsenergie

Heizung

Für jeden Wärmeerzeuger ($i = 1 \dots N_{WE}$) wird die Hilfsenergie pro versorgten Bereich ($j = 1 \dots N_{Ber}$) (Gl. 19, Achtung Einheit) in Anlehnung an SIA 380/4:2006 [7] berechnet.

| | | |
|--|---------------|--------|
| $E_{HE,WEi,hilfs} = \sum_{j=1}^{N_{Ber}} \{ [(0.0688 \cdot A_{E,Berj}^{-0.394} \cdot Q_{H,eff} + 2.86 \cdot A_{E,Berj}^{-0.37}) \cdot f_{WEi,ae} \cdot f_{WEi,af} + (0.0007 \cdot Q_{H,eff} + 225 \cdot A_{E,Berj}^{-0.9}) \cdot f_{WEi,ak} \cdot f_{WEi,au} + (0.0012 \cdot Q_{H,eff} + 82 \cdot A_{E,Berj}^{-0.73})] \cdot A_{E,Berj} \cdot DG_{WEi} \}$ <p>ist «0», wenn dezentraler Wärmeerzeuger ist «0», wenn Wärmeerzeuger «Holzofen als Zusatzheizung»</p> | [MJ/a] | Gl. 19 |
|--|---------------|--------|

| | | |
|--------------|----------------------------------|--|
| j | [-] | Laufindex |
| N_{Ber} | [-] | Anzahl versorgte Bereiche |
| $A_{E,Berj}$ | [m^2] | Fläche des jeweiligen versorgten Bereichs j |
| $Q_{H,eff}$ | [MJ/(m^2 a)] | Eff. Heizwärmebedarf (ist für alle Bereiche gleich, Achtung Einheit) |
| $f_{WEi,au}$ | [-] | Umwälzpumpe (Tab. 12) |
| $f_{WEi,af}$ | [-] | Feuerung (Tab. 12) |
| $f_{WEi,ae}$ | [-] | Hilfsaggregate (Tab. 12) |
| $f_{WEi,ak}$ | [-] | Wenn Wärmeerzeuger nur für Heizung (H) oder nur für Warmwasser (W): $f_{WEi,ak} = 1$, sonst $f_{WEi,ak} = 0.65$ |
| DG_{WEi} | [-] | Deckungsgrad des Wärmeerzeugers WE_i in einem versorgten Bereich |

Die einzelnen Hilfsenergien der Wärmeerzeuger Heizung werden zum Schluss zusammengefasst:

| | | |
|---|----------------|--------|
| $E_{HE,hilfs} = \sum_{i=1}^{N_{WE}} \frac{E_{HE,WEi,hilfs}}{3.6}$ | [kWh/a] | Gl. 20 |
|---|----------------|--------|

| | | |
|--------------------|---------------|---|
| i | [-] | Laufindex |
| N_{WE} | [-] | Anzahl Wärmeerzeuger |
| $E_{HE,WEi,hilfs}$ | [MJ/a] | Hilfeenergie für die einzelnen Wärmeerzeuger WE_i |

Warmwasser

Die gesamte Hilfsenergie für die Warmhaltung von Warmwasser berechnet sich nach Gl. 21, ebenfalls für jeden Wärmeerzeuger ($i = 1 \dots N_{WE}$) wird die Hilfsenergie pro versorgten Bereich ($j = 1 \dots N_{Ber}$) in Anlehnung an SIA 380/4:2006 [7] berechnet.

Hilfsenergie Warmwasser (Achtung Einheit)

| | | |
|--|---------------|--------|
| $E_{WW,WEi,hilfs} = \sum_{j=1}^{N_{Ber}} \{ [(0.0688 \cdot A_{E,Berj}^{-0.394} \cdot Q_{W,ref} + 2.86 \cdot A_{E,Berj}^{-0.37}) \cdot f_{WEi,ae} \cdot f_{WEi,af} + (0.0007 \cdot Q_{W,ref} + 225 \cdot A_{E,Berj}^{-0.9}) \cdot f_{WEi,ak} \cdot f_{WEi,au} + \frac{E_{w,a,j}}{A_{E,Berj}}] \cdot A_{E,Berj} \cdot DG_{WEi} \}$ <p>ist «0», wenn dezentraler Wärmeerzeuger ist «0», wenn Wärmeerzeuger «Holzofen als Zusatzheizung»</p> | [MJ/a] | Gl. 21 |
|--|---------------|--------|

| | | |
|--------------|-------------------------|---|
| j | [-] | Laufindex |
| N_{Ber} | [-] | Anzahl versorgte Bereiche |
| $A_{E,Berj}$ | [m ²] | Flächen des jeweiligen versorgten Bereichs |
| $Q_{W,ref}$ | [MJ/(m ² a)] | Nutzenergiebedarf Warmwasser gemäss SIA 380/1 (Tab. 40) bzw. für Mischnutzungen berechnet aus den flächengemittelten Werten (Kap. 1.2). Einheiten beachten. |
| $f_{WEi,au}$ | [-] | Umwälzpumpe (Tab. 12) |
| $f_{WEi,af}$ | [-] | Feuerung (Tab. 12) |
| $f_{WEi,ae}$ | [-] | Hilfsaggregate (Tab. 12) |
| $f_{WEi,ak}$ | [-] | Wenn Wärmeerzeuger nur Heizung (H) oder nur Warmwasser (W) versorgt: 1, sonst 0.65 |
| $E_{w,a,j}$ | [MJ/a] | Hilfsstrom für Pumpen im versorgten Bereich (Achtung Einheit): Zirkulations-/Umwälzpumpe: $E_{w,a,j} = E_{w,az,j}$ (Gl. 22) Heizband: $E_{w,a,j} = E_{w,ah,j}$ (Gl. 23) keine Warmhaltung: $E_{w,a,j} = 0$ |
| DG_{WEi} | [-] | Deckungsgrad des Wärmeerzeugers in einem versorgten Bereich |

Der Elektrizitätsbedarf für die Warmhaltung von Warmwasser über eine Zirkulation wird in Anlehnung an ~~SIA 385/2:2015 (Anhang C.1)~~ SIA 385/1:2020 [8] berechnet. Die Berechnung erfolgt für jeden versorgten Bereich getrennt.

Zirkulations-/Umwälzpumpe (Achtung Einheit)

$$E_{w,az,j} = (8.3 + 0.2 \cdot 0.1 \cdot L_{circ} \cdot A_{E\ Berj}) \cdot \frac{t_{el,dis}}{1000} \cdot 3.6 \quad [\text{MJ//a}] \quad \text{Gl. 22}$$

| | | |
|---------------|---------------------|---|
| L_{circ} | [m/m ²] | Durchschnittliche Länge der Wärmeverteilleitungen gemäss Tab. 9 |
| $A_{E\ Berj}$ | [m ²] | Flächen des versorgten Bereichs |
| $t_{el,dis}$ | h/a | Betriebsdauer des Verteilnetzes bzgl. Hilfsenergie (Tab. 8) |

Der Elektrizitätsbedarf für die Warmhaltung von Warmwasser mit Heizband erfolgt gemäss SIA 385/2:2015 (Anhang C.2) [6].

Heizband (Achtung Einheit)

$$E_{w,ah,j} = \frac{2}{3} \cdot Q_{WW,WEi,dis,ts,j}^* \cdot 3.6 \quad [\text{MJ//a}] \quad \text{Gl. 23}$$

| | | |
|-------------------------|---------|---|
| $Q_{WW,WEi,dis,ts,j}^*$ | [kWh/a] | Verluste der Verteilleitungen für Warmwasser für den Wärmeerzeuger WE_i im versorgten Bereich j , Gl. 5 Berechnet mit $t_{el,dis}$ anstatt mit $t_{be, dis}$ |
| $t_{el,dis}$ | h/a | Betriebsdauer des Verteilnetzes bzgl. Hilfsenergie (Tab. 8) |

Hilfsenergie Warmwasser gesamt:

$$E_{WW,hilfs} = \sum_{i=1}^{N_{WE}} \frac{E_{WW,WEi,hilfs}}{3.6} \quad [\text{kWh/a}] \quad \text{Gl. 24}$$

| | | |
|--------------------|--------|--|
| i | [-] | Laufindex |
| N_{WE} | [-] | Anzahl Wärmeerzeuger |
| $E_{WW,WEi,hilfs}$ | [MJ/a] | Hilfeenergie für die einzelnen Wärmeerzeuger i in den versorgten Bereichen j (Achtung Einheit) |

Referenztabellen Heizung und Warmwasser

Die Bezeichnungen HWWxx entsprechen den Bezeichnungen im GEAK Handbuch V5.1 für Experten [9].

Tab. 3 **HWW04** Durchschnittliche Heizkreistemperatur in Abhängigkeit von Vorlauf-/Rücklauftemperatur und Überdimensionierung des Wärmeerzeugers, ohne oder mit unbekanntem hydraulischem Abgleich.

| 3.10 | Auslegung Vorlauf/Rücklauf | Einheit | Überdimensionierung | | | | |
|-------|---|----------------|----------------------------|------------|------------|----------|----------|
| | | | 1 | 1.2 | 1.5 | 2 | 3 |
| 90/70 | [°C] | 66 | 63 | 59 | 56 | 53 | |
| 70/55 | [°C] | 53 | 50 | 48 | 45 | 44 | |
| 55/40 | [°C] | 43 | 41 | 40 | 38 | 37 | |
| 50/38 | [°C] | 40 | 38 | 37 | 36 | 34 | |
| 45/35 | [°C] | 36 | 35 | 34 | 33 | 31 | |
| 40/32 | [°C] | 33 | 32 | 31 | 30 | 29 | |
| 35/28 | [°C] | 30 | 29 | 28 | 27 | 27 | |
| 30/25 | [°C] | 26 | 26 | 25 | 25 | 24 | |

Tab. 4 **HWW05** Durchschnittliche Heizkreistemperatur in Abhängigkeit von Vorlauf/Rücklauftemperatur und Überdimensionierung des Wärmeerzeugers, mit (bekanntem) hydraulischem Abgleich.

| | Auslegung Vorlauf/Rücklauf | Einheit | Überdimensionierung | | | | |
|-------|---|----------------|----------------------------|------------|------------|----------|----------|
| | | | 1 | 1.2 | 1.5 | 2 | 3 |
| 90/70 | [°C] | 54 | 50 | 45 | 40 | 37 | |
| 70/55 | [°C] | 44 | 41 | 38 | 34 | 32 | |
| 55/40 | [°C] | 37 | 35 | 32 | 30 | 28 | |
| 50/38 | [°C] | 35 | 33 | 30 | 29 | 27 | |
| 45/35 | [°C] | 32 | 30 | 28 | 27 | 25 | |
| 40/32 | [°C] | 30 | 28 | 27 | 26 | 24 | |
| 35/28 | [°C] | 27 | 26 | 25 | 24 | 23 | |
| 30/25 | [°C] | 24 | 24 | 23 | 23 | 22 | |

Tab. 5 **HWW07** Durchschnittlicher Innenradius des Wärmeverteilnetzes für Heizung und Warmwasser in Abhängigkeit von dem Gebäudetyp.

| Innenradius | Einh eit | Wohne n MFH, Hotel | Wohnen EFH | Verwaltung, Schule, Verkauf, Restaurant |
|-----------------------------------|----------|--------------------|------------|---|
| Heizung Innenradius vertikal | [m] | 0.0075 | 0.0065 | 0.0075 |
| Heizung Innenradius horizontal | [m] | 0.0135 | 0.0065 | 0.0155 |
| Warmwasser Innenradius vertikal | [m] | 0.0085 | 0.0070 | 0.0085 |
| Warmwasser Innenradius horizontal | [m] | 0.0085 | 0.0070 | 0.0085 |

Tab. 6 **HWW08** Betriebsdauer $t_{be,dis}$ des Verteilnetzes Heizung pro Jahr in Abhängigkeit vom Heizwärmeverbrauch für «zentral» und «dezentral + zentral» («dezentral»: Betriebsdauer = 0 h/a).

| Betriebsdauer | Einheit | QH,eff [MJ/(m ² a)] (Achtung Einheit) | | |
|----------------------------|---------|--|--------------------|-------|
| | | < 150 | 150 ≤ QH,eff < 300 | ≥ 300 |
| Betriebsdauer Heizungsnetz | [h/a] | 4'400 | 5'400 | 6'400 |

Tab. 7 **HWW09** Betriebsdauer $t_{be,dis}$ des Verteilnetzes Warmwasser pro Jahr in Abhängigkeit von der Warmhaltung zur Berechnung der Wärmeverluste.

| Betriebsdauer Warmwasser | Einheit | Zirkulatio n | Heizband | keine |
|---|---------|--------------|----------|-------|
| Wohnen MFH, Hotel | [h/a] | 8'760 | 300 | 300 |
| Wohnen EFH | [h/a] | 6'570 | 300 | 300 |
| Verwaltung, Schule, Verkauf, Restaurant | [h/a] | 3'000 | 300 | 300 |

Tab. 8 Betriebsdauer $t_{el,dis}$ des Verteilnetzes Warmwasser pro Jahr in Abhängigkeit von der Warmhaltung zur Berechnung der elektrische Hilfsenergie.

| Betriebsdauer Warmwasser | Einheit | Zirkulatio n | Heizband | keine |
|---|---------|--------------|----------|-------|
| Wohnen MFH, Hotel | [h/a] | 8'760 | 8'760 | 300 |
| Wohnen EFH | [h/a] | 6'570 | 6'570 | 300 |
| Verwaltung, Schule, Verkauf, Restaurant | [h/a] | 3'000 | 3'000 | 300 |

Tab. 9 **HWW10** Durchschnittliche Länge der Wärmeverteilleitungen Heizung und Warmwasser in Abhängigkeit vom Gebäudetyp. Die durchschnittlichen Längen basieren auf [10].

| Länge der Wärmeverteilleitungen | Einheit | Wohnen EFH | MFH, Verwaltung Schule, Verkauf Restaurant, Hotel |
|---------------------------------|---------------------|------------|---|
| Heizung Länge vertikal | [m/m ²] | 0.45 | 0.41 |
| Heizung Länge horizontal | [m/m ²] | 0.24 | 0.10 |
| Warmwasser Länge vertikal | [m/m ²] | 0,13 0,11 | 0.11 |
| Warmwasser Länge horiz. | [m/m ²] | 0,07 0,03 | 0.03 |

Tab. 10 Auswahllisten für verschiedene Parameter.

| Art der Wärmeversorgung | Hydraulischer Abgleich | Speichertyp | Warmhaltung Warmwasser | Lage der horizontalen Verteilleitungen | Dämmzustand Verteilleitungen |
|-------------------------|------------------------|----------------|------------------------|---|------------------------------|
| zentral | ja | keiner | keine | ausserhalb der thermischen Gebäudehülle | gedämmt |
| dezentral | nein | Heizung | Zirkulation | innerhalb der thermischen Gebäudehülle | ungedämmt |
| - | teilweise | Warmwasser | Heizband | - | teilweise |
| - | - | Kombi-speicher | - | - | - |

Lesebeispiel

Es kann folgende Warmhaltung für Warmwasser gewählt werden: keine, Zirkulation oder Heizband.

Tab. 11 Faktor für die Ausführungsqualität der Anschlüsse des Speichers.

| Ausführungsqualität Speicheranschlüsse | Einheit | f _{w,STOK,wb} | Erläuterungen |
|--|---------|------------------------|--|
| sehr gut | [-] | 1 | Anschlüsse haben Wärmesiphons und sind wärmegedämmt, überdurchschnittliche Ausführungsqualität |
| gut | [-] | 1.2 | Anschlüsse haben Wärmesiphons <u>und</u> sind wärmegedämmt, gute Ausführungsqualität |
| mittel | [-] | 2 | Anschlüsse haben Wärmesiphons <u>oder</u> sind wärmegedämmt |
| ungenügend | [-] | 3 | Anschlüsse haben keine Wärmesiphons <u>und</u> sind nicht wärmegedämmt |

Tab. 12 Faktoren zur Berechnung der Hilfsenergie in Abhängigkeit von dem Wärmeerzeuger. Anmerkung: Bei Umwälzpumpen von Heizgruppen ist die Hilfsenergie in der Formel Hilfsenergie Heizung enthalten.

| Wärmeerzeuger WE | Faktor | Faktor | Faktor |
|--|--------------|-------------|---------------|
| | Umwälzpumpe* | Feuerung | Hilfsaggregat |
| | $f_{WE,au}$ | $f_{WE,af}$ | $f_{WE,ae}$ |
| Ölfeuerung | 1 | 1 | 1 |
| Ölfeuerung kondensierend | 1 | 1 | 1 |
| Gasfeuerung | 1 | 1 | 0.5 |
| Gasfeuerung kondensierend | 1 | 1 | 0.5 |
| Holzfeuerung automatisch | 1 | 1 | 3 |
| Holzfeuerung handbeschickt | 1 | 0 | 0 |
| Holzofen als Zusatzheizung | 0 | 0 | 0 |
| Pelletfeuerung automatisch | 1 | 1 | 2 |
| Pelletfeuerung handbeschickt | 1 | 1 | 0.5 |
| Fernwärme (aus KVA, ARA, Industrie) | 1 | 0 | 0 |
| QuartierwärmeverSORGUNG mit BHKW | 1 | 1 | 1 |
| Mini-BHKW | 1 | 1 | 1 |
| Elektrospeicher- Zentralheizung | 1 | 0 | 0 |
| Elektro direkt | 0 | 0 | 0 |
| Elektro-Wassererwärmer | 0 | 0 | 0 |
| Wärmepumpe, Aussenluft | 0 | 0 | 0 |
| Wärmepumpe, Erdwärmesonde | 0 | 0 | 0 |
| Wärmepumpe, Abwasser | 0 | 0 | 0 |
| Wärmepumpe, Grundwasser, direkt | 0 | 0 | 0 |
| Wärmepumpe, Grundwasser, indirekt | 0 | 0 | 0 |
| Wärmepumpe Erdregister | 0 | 0 | 0 |
| Lüftungsgerät mit Abluft / Zuluft - WP plus WRG | 0 | 0 | 0 |
| Lüftungsgerät mit Abluft / Zuluft - WP ohne WRG | 0 | 0 | 0 |
| Lüftungsgerät mit Abluft-Wärmepumpe (keine Zuluft) | 0 | 0 | 0 |
| Kompakt-WP mit Zu- & Abluft / WW plus WRG | 0 | 0 | 0 |
| Kompakt-WP mit Zu- & Abluft / WW ohne WRG | 0 | 0 | 0 |
| Solarenergie thermisch | 1 | 0 | 0 |

*Bei Wärmepumpen ist der Strom für Umwälzpumpe und Hilfsaggregate in der JAZ enthalten.

4 Kühlung

Die Eingabe des Elektrizitätsbedarfs für die Kühlung $E_{el,C}$ hängt von der Situation ab (Abb. 3):

- Für alle Nutzungen: Kühlung mit Umwälzpumpen (z.B. Geocooling mit z.B. einer Erdsonden-Wärmepumpe): $E_{el,C} = 0 \text{ kWh/a}$ [11]
- Nur für Wohnbauten und Hotel: Kühlung mit einem spezifischen, elektrischen Leistungsbedarf $\leq 12 \text{ W}_{el}/\text{m}^2 \text{ EBF}$ (z.B. reversible Wärmepumpe): $E_{el,C,klein} = 1 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ a})$ [11]
- Vereinfachte Eingabe mittels der Leistung der Kühlsysteme $P_{el,C}$ (Gl. 26)
- Ist eine externe Berechnung vorhanden, wird dieser Elektrizitätsbedarf eingegeben: freie Eingabe

Elektrizitätsbedarf der Kühlung $E_{el,C}$ mit einem spezifischen, elektrischen Leistungsbedarf $\leq 12 \text{ W}_{el}/\text{m}^2 \text{ EBF}$ (nur für Wohnen und Hotel)

| | | |
|---|---------|--------|
| $E_{el,C} = \sum_{n=1}^{N_{Geräte}} (E_{el,C,klein} \cdot A_{E,C,n})$ | [kWh/a] | Gl. 25 |
|---|---------|--------|

| $E_{el,C}$ | [kWh/a] | Elektrizitätsbedarf Kühlung |
|------------------|---|---|
| n | [$]$ | Laufindex, ($n = 1 \dots N_{Geräte,C}$) |
| $N_{Geräte,C}$ | [$]$ | Anzahl Kühlgeräte $N_{Geräte,C}$ |
| $E_{el,C,klein}$ | [$\text{kWh}/(\text{m}^2 \text{ a})$] | Spezifischer Elektrizitätsbedarf Kühlung: $1 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ a})$ |
| $A_{E,C,n}$ | [m^2] | Energiebezugsfläche, die mit dem jeweiligen Kühlsystem n gekühlt wird (freie Eingabe) |

Vereinfachte Eingabe für den Elektrizitätsbedarf der Kühlung $E_{el,C}$

| | | |
|---|---------|--------|
| $E_{el,C} = \frac{t_{el,C}}{1000} \cdot \sum_{n=1}^{N_{Geräte,C}} (P_{el,C} \cdot A_{E,C,n})$ | [kWh/a] | Gl. 26 |
|---|---------|--------|

| $E_{el,C}$ | [kWh/a] | Elektrizitätsbedarf Kühlung |
|----------------|--------------------------------|--|
| $t_{el,C}$ | [h/a] | Betriebsstunden der Kühlung pro Jahr, default: 1'000 h |
| n | [$]$ | Laufindex, ($n = 1 \dots N_{Geräte,C}$) |
| $N_{Geräte,C}$ | [$]$ | Anzahl Kühlgeräte $N_{Geräte,C}$ |
| $P_{el,C}$ | [W_{el}/m^2] | Vereinfachte Eingabe: elektrischer Leistungsbedarf des Kühlsystems pro gekühlte Fläche, $\text{m}^2 \text{ EBF}$ (freie Eingabe) |

| | | |
|-------------|-------------------|---|
| $A_{E,C,n}$ | [m ²] | Energiebezugsfläche, die mit dem jeweiligen Kühlsystem n gekühlt wird (freie Eingabe) |
|-------------|-------------------|---|

Der Energiebedarf für Kälteanlagen, welche für einen Prozess oder eine Einrichtung (z.B. Tiefkühlraum) benötigt werden, wird nicht berücksichtigt.

Anmerkung

Der Elektrizitätsbedarf einer Kühlung wird immer in den Projektwert eingerechnet, unabhängig davon, ob gekühlt wird oder nicht.

Hilfsenergie für Pumpen wird vernachlässigt.

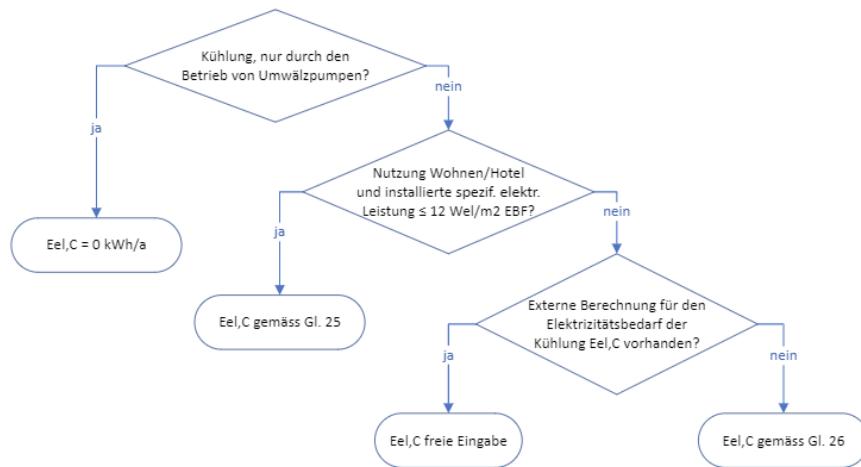


Abb. 3 Flussdiagramm Elektrizitätsbedarf Kühlung.

5 Lüftung

Allgemeines

Bei EFH/MFH bis 2'000 m² und bei Verwaltung/Schulen bis 1'000 m² kann eine stark vereinfachte Lüftungsberechnung basierend auf Kleinanlagen mit Standardwerten durchgeführt werden. Für alle übrigen Fälle ist eine externe Berechnung für den Jahresstrombedarf und den Außenluftvolumenstrom durchzuführen. Die Berechnung der Lüftung entspricht der Methode von Minergie [12].

5.1

Der Lüftungstyp wird pro Nutzung definiert, d.h. bei Mischnutzungen kann es bis zu drei verschiedene Lüftungstypen geben (Abb. 4). Die pro Nutzung berechneten flächenbezogenen, thermisch wirksamen Außenluftvolumenströme werden zu einem flächengemittelten Gesamtwert zusammengezogen (analog Gl. 1), der dann für die Berechnung des Heizwärmebedarfs $Q_{H,eff}$ (Kap. 2) verwendet wird. Der Elektrizitätsbedarf Lüftung E_V berechnet sich aus der Summe der einzelnen nutzungen.

Elektrizitätsbedarf Lüftung E_V

$$E_V = \sum_{n=1}^{N_{Nutz}} (E_{V, std, Nutz} + E_{V, eff, Nutz})_n \quad [kWh/a] \quad Gl. 27$$

| n | [·] | Laufindex |
|--------------------|---------|---|
| N_{Nutz} | [·] | Anzahl nutzungen N_{Nutz} ($n = 1 \dots N_{Nutz}$), wobei es pro Nutzung entweder einen Elektrizitätsbedarf Kleinanlagen mit Standardwerten oder einen Elektrizitätsbedarf für sonstige Lüftungsanlagen geben kann. |
| $E_{V, std, Nutz}$ | [kWh/a] | Elektrizitätsbedarf Kleinanlagen mit Standardwerten (Kap. 5.2) |
| $E_{V, eff, Nutz}$ | [kWh/a] | Elektrizitätsbedarf sonstige Lüftungsanlagen (Kap. 5.3) |

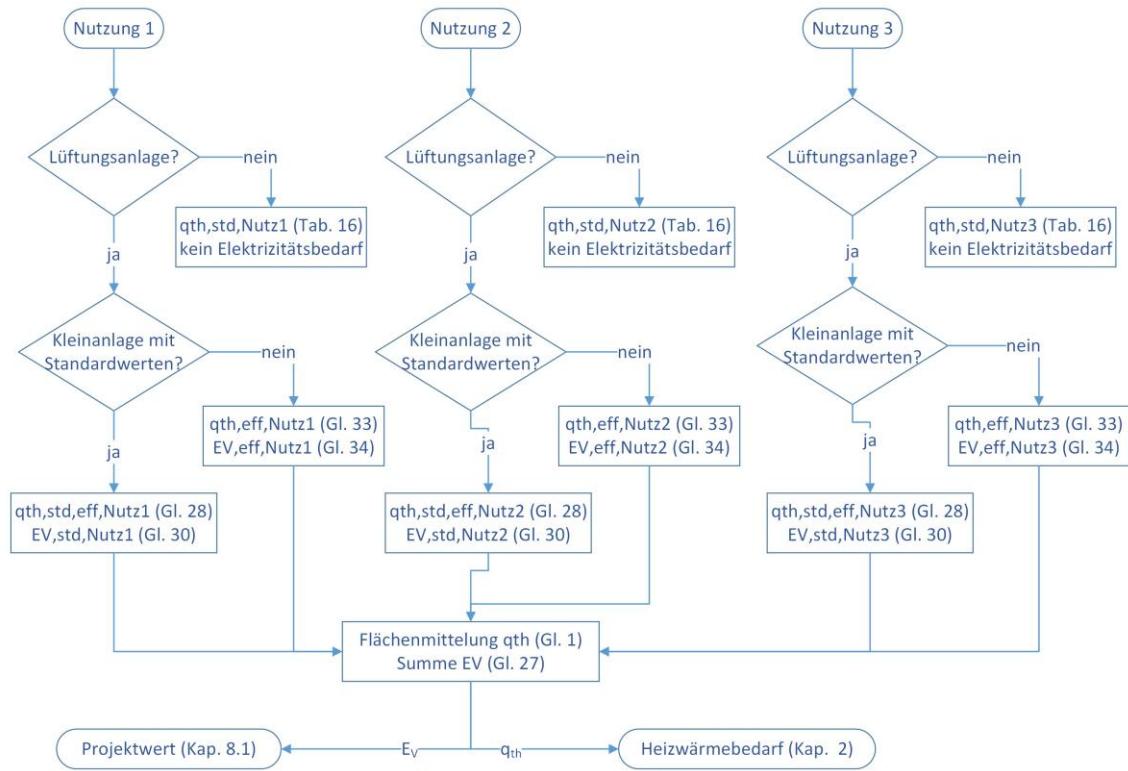


Abb. 4 Flussdiagramm Berechnung wirksame Außenluftvolumenströme und Elektrizitätsbedarf.

Kleinanlagen mit Standardwerten

Für Kleinanalgen mit Standardwerten benötigt es folgende Eingaben:

- Wahl der Lüftungsanlage (Auswahl gemäss Tab. 13)
- Anzahl Räume mit Zuluft (Wohnen) oder Anzahl Personen (Verwaltung/Schule) (freie Eingabe)
- Wahl des Wärmetauschers (Auswahl gemäss Tab. 17)
- Wahl des Ventilatorantriebs (Auswahl gemäss Tab. 18)

Thermisch wirksamer Aussenluftvolumenstrom

Der thermisch wirksame Aussenluftvolumenstrom $q_{th, std, eff, Nutz}$ für Kleinanlagen mit Standardwerten berechnet sich für jede Nutzung wie folgt:

$$q_{th, std, eff, Nutz} = \frac{V'_{Luft, Nutz} * V'_{Nenn, Nutz, eff}}{V'_{Nenn, Nutz} * A_{E, Nutz}} * (1 - \eta_{WT}) + v_0 \quad [\text{m}^3/(\text{h m}^2)] \quad \text{Gl. 28}$$

| | | |
|------------------------|-------------------------------|--|
| $V'_{Luft, Nutz}$ | $[\text{m}^3/\text{h}]$ | Luftvolumenstrom der Nutzung (Tab. 14) |
| $V'_{Nenn, Nutz}$ | $[\text{m}^3/\text{h}]$ | Nennvolumenstrom der Nutzung (Tab. 15) |
| $V'_{Nenn, Nutz, eff}$ | $[\text{m}^3/\text{h}]$ | effektiver Nennvolumenstrom der Nutzung (Gl. 29) |
| $A_{E, Nutz}$ | $[\text{m}^2]$ | Energiebezugsfläche der Nutzung |
| η_{WT} | $[-]$ | Wirkungsgrad der Wärmerückgewinnung des Wärmetauschers (Tab. 17) |
| v_0 | $[\text{m}^3/(\text{h m}^2)]$ | Flächenbezogener Infiltrationsvolumenstrom (konstant) $v_0 = 0.15 \text{ m}^3/(\text{h m}^2)$ |

Der effektive Nennvolumenstrom $V'_{Nenn,Nutz,eff}$ berechnet sich in Abhängigkeit von der Nutzung wie folgt:

| | | |
|--|---------------------|--------|
| $V'_{Nenn,Nutz,eff} = \max\left(N_{RaumPers}; \text{ceil}\left(\frac{A_{E,Nutz}}{V'_{min,Nutz}} \cdot f_{korr}\right)\right) * V'_{Nenn,Nutz}$ | [m ³ /h] | Gl. 29 |
|--|---------------------|--------|

| | | |
|------------------|---------------------|---|
| $N_{RaumPers}$ | [·] | Anzahl Räume mit Zuluft (Wohnen) oder Anzahl Personen (Verwaltung/Schule) |
| $A_{E,Nutz}$ | [m ²] | Energiebezugsfläche der Nutzung |
| $V'_{min,Nutz}$ | [m ³ /h] | Mindestvolumenstrom der Nutzung (Tab. 16) |
| $V'_{Nenn,Nutz}$ | [m ³ /h] | Nennvolumenstrom der Nutzung (Tab. 15) |
| $\text{ceil}()$ | [·] | Der Klammerinhalt wird auf die nächst höhere Ganzzahl aufgerundet |
| f_{korr} | [m/h] | Einheitenkorrekturfaktor, $f_{korr} = 1$ m/h |

Elektrizitätsbedarf

Der Elektrizitätsbedarf $E_{V, std, Nutz}$ für Kleinanlagen mit Standardwerten berechnet sich für jede Nutzung wie folgt:

| | | |
|--|---------|--------|
| $E_{V, std, Nutz} = \frac{t_{be,V}}{1000} * E_{spez, Nutz} * V'_{Nenn, Nutz, eff} * K_{Antrieb}$ | [kWh/a] | Gl. 30 |
|--|---------|--------|

| | | |
|------------------------|--------------------------|---|
| $t_{be,V}$ | [h] | Betriebsdauer der Kleinanlage mit Standardwerten |
| $E_{spez, Nutz}$ | [kWh/(m ² a)] | Spezifischer Elektrizitätsbedarf der Nutzung (Tab. 13) |
| $V'_{Nenn, Nutz, eff}$ | [m ³ /h] | effektiver Nennvolumenstrom der Nutzung (Tab. 15) |
| $K_{Antrieb}$ | [1/m] | Parameter in Abhängigkeit von dem Ventilatorantrieb (Tab. 18) |

Die Laufzeit $t_{be,V}$ berechnet sich wie folgt:

Wohnen

| | | |
|-------------------|-----|--------|
| $t_{be,V} = 8736$ | [h] | Gl. 31 |
|-------------------|-----|--------|

In dieser Laufzeit ist die Wartung (Filterwechsel, Reinigungsarbeiten und alle paar Jahre grössere Unterhalts- und Wartungsarbeiten) enthalten.

Verwaltung und Schule

| | | |
|---|-----|--------|
| $t_{be,V} = \frac{V'_{Luft,Nutz}}{V'_{Nenn,Nutz}} * 8760$ | [h] | Gl. 32 |
|---|-----|--------|

| | | |
|------------------|---------------------|--|
| $V'_{Luft,Nutz}$ | [m ³ /h] | Luftvolumenstrom der Nutzung (Tab. 14) |
| $V'_{Nenn,Nutz}$ | [m ³ /h] | Nennvolumenstrom der Nutzung (Tab. 15) |

Sonstige Lüftungsanlagen

5.3

Lüftungsanlagen, die nicht zum Typ Kleinanlage mit Standardwerten gehören, benötigen Eingaben zum Aussenluftvolumenstrom und dem Elektrizitätsbedarf aus externen Programmen.

Folgende Eingaben sind notwendig (freie Eingabe):

- Aussenluftvolumenstrom (immer)
- Elektrizitätsbedarf Lüftung + Vereisungsschutz $E_{V,Nutz}$ (immer)
- Elektrizitätsbedarf Kälteförderung $E_{C,Nutz}$ (nur bei Kühlung, Kühlung + Befeuchtung)
- Elektrizitätsbedarf Klima und Befeuchtung $E_{hu,Nutz}$ (nur bei Befeuchtung, Kühlung + Befeuchtung)

Thermisch wirksamer Aussenluftvolumenstrom

Der effektiv thermisch wirksame Aussenluftvolumenstrom $q_{th,eff,Nutz}$ berechnet sich für jede Nutzung wie folgt:

| | | |
|--|---------------------------------------|--------|
| $q_{th,eff,Nutz} = \frac{V'_{th}}{A_{E,Nutz}} + v_o$ | [m ³ /(h m ²)] | Gl. 33 |
|--|---------------------------------------|--------|

| | | |
|--------------|---------------------------------------|--|
| V'_{th} | [m ³ /h] | Aussenluftvolumenstrom (freie Eingabe) |
| $A_{E,Nutz}$ | [m ²] | Energiebezugsfläche der Nutzung |
| v_o | [m ³ /(h m ²)] | Flächenbezogener Infiltrationsvolumenstrom (konstant) $v_o = 0.15 \text{ m}^3/(\text{h m}^2)$ |

Elektrizitätsbedarf

Der Elektrizitätsbedarf $E_{V,eff,Nutz}$ berechnet sich aus Strombedarf für Lüftung + Vereisungsschutz $E_{V,Nutz}$, Strombedarf für Kälteförderung $E_{C,Nutz}$ und Strombedarf für Klima und Befeuchtung $E_{hu,Nutz}$.

$$E_{V,eff,Nutz} = E_{V,Nutz} + E_{C,Nutz} + E_{hu,Nutz} \quad [\text{kWh/a}] \quad \text{Gl. 34}$$

| | | |
|---------------|----------------|--|
| $E_{V,Nutz}$ | [\text{kWh/a}] | Elektrizitätsbedarf Lüftung + Vereisungsschutz |
| $E_{C,Nutz}$ | [\text{kWh/a}] | Elektrizitätsbedarf Kälteförderung, wenn <ul style="list-style-type: none">▪ Kühlung▪ Kühlung + Befeuchtung▪ sonst $E_{C,Nutz} = 0$ |
| $E_{hu,Nutz}$ | [\text{kWh/a}] | Elektrizitätsbedarf Klima und Befeuchtung, wenn <ul style="list-style-type: none">▪ Befeuchtung▪ Kühlung + Befeuchtung▪ sonst $E_{hu,Nutz} = 0$ |

Referenztabellen Lüftung

Tab. 13 Spezifischer Elektrizitätsbedarf, Standardwerte für Kleinanlagen, $E_{\text{spez,Nutz}}$ [12].

5.4

| Auswahl Lüftung | spezifischer Elektrizitätsbedarf, [kWh/(m ² a)] | | | |
|---------------------------------------|--|-------|------------|--------|
| | MFH | EFH | Verwaltung | Schule |
| Zu-/Abluftanlage ohne WRG | 0.94 | 0.94 | 0.88 | 0.88 |
| Zu-/Abluftanlage mit WRG | 0.94 | 0.94 | 0.88 | 0.88 |
| Zu-/Abluftanlage mit Abluftwärmepumpe | 1.14 | 1.14 | 0.98 | 0.88 |
| Abluftanlage ohne WRG | 0.58 | 0.58 | 0.58 | 0.58 |
| Abluftanlage mit WRG | 0.68 | 0.68 | 0.68 | 0.68 |
| Einzelraumlüftung mit WRG | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.70 |
| Automatische Fensterlüftung | 0.012 | 0.012 | 0.032 | 0.032 |

Tab. 14 Luftvolumenstrom/Einheit, Standardwerte für Kleinanlagen, $V'_{\text{Luft,Nutz}}$ [12].

| Auswahl Lüftung | Luftvolumenstrom, [m ³ /h] | | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|------|------------|--------|
| | MFH | EFH | Verwaltung | Schule |
| Zu-/Abluftanlage ohne WRG | 26.2 | 26.2 | 8.6 | 4.6 |
| Zu-/Abluftanlage mit WRG | 26.2 | 26.2 | 8.6 | 4.6 |
| Zu-/Abluftanlage mit Abluftwärmepumpe | 35.1 | 35.1 | 11.4 | 6.0 |
| Abluftanlage ohne WRG | 35.1 | 35.1 | 11.4 | 6.0 |
| Abluftanlage mit WRG | 35.1 | 35.1 | 11.4 | 6.0 |
| Einzelraumlüftung mit WRG | 26.2 | 26.2 | 8.6 | 4.6 |
| Automatische Fensterlüftung | 40.0 | 40.0 | 40.0 | 33.0 |

Tab. 15 Nennvolumenstrom/Einheit, Standardwerte für Kleinanlagen, $V'_{\text{Nenn,Nutz}}$ [12]

| Auswahl Lüftung | Nennvolumenstrom, [m ³ /h] | | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|-----|------------|--------|
| | MFH | EFH | Verwaltung | Schule |
| Zu-/Abluftanlage ohne WRG | 30 | 30 | 30 | 25 |
| Zu-/Abluftanlage mit WRG | 30 | 30 | 30 | 25 |
| Zu-/Abluftanlage mit Abluftwärmepumpe | 40 | 40 | 40 | 33 |
| Abluftanlage ohne WRG | 40 | 40 | 40 | 33 |
| Abluftanlage mit WRG | 40 | 40 | 40 | 33 |
| Einzelraumlüftung mit WRG | 30 | 30 | 30 | 25 |
| Automatische Fensterlüftung | 40 | 40 | 40 | 33 |

Tab. 16 Standard Volumenströme $V'_{\text{min,Nutz}}$ und Standard flächenbezogener Aussenluftvolumenströme $q'_{\text{th, std, Nutz}}$.

| Volumenströme | Einheit | MFH EFH | Verwaltung | Schule | Ver- kauf | Restaurant | Hotel |
|--|--|------------|------------|--------|--------------|------------|-------|
| $V'_{\text{min,Nutz}}$ [12] | [m ³ /h] | 50 | 20 | 10 | - | - | - |
| Standard flächenbezogener Aussenluftvolumenstrom $q'_{\text{th, std, Nutz}}$ gemäss SIA 380/1:2016 | [m ³ /(h m ²)] | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 1.2 | 0.7 |

Tab. 17 Auswahlliste Wärmetauscher und Wirkungsgrad der Wärmerückgewinnung, η_{WT} [12]

| Auswahl Wärmetauscher | Wirkungsgrad [-] |
|-------------------------|------------------|
| kein Wärmetauscher | 0% |
| Kreuzstrom | 45% |
| Gegenstrom | 70% |
| Rotations-Wärmetauscher | 70% |

Tab. 18 Auswahlliste und Parameter für den Ventilatorantrieb [12].

| Auswahl Ventilatorantrieb | K_{Antrieb} [1/m] |
|---------------------------|----------------------------|
| kein Ventilator | 1 |
| AC-Motor | 1 |
| DC/EC-Motor | 0.5 |

6 Vor Ort produzierter elektrischer Ertrag aus PV und WKK/BHKW

In der Etikette werden nur der Eigenverbrauch und 40 % der ins Netz eingespeisten Elektrizität angerechnet (analog Minergie [13]).

Der anrechenbare elektrische Ertrag aus vor Ort produzierter Elektrizität von einer Photovoltaikanlage und WKK/BHKW berechnet sich wie folgt:

$$E_{el,anr} = (E_{PV} + E_{WKK}) * (EVR + f_{Netz} * (1 - EVR)) \quad [\text{kWh/a}] \quad \text{Gl. 35}$$

| | | |
|--------------|----------------|---|
| $E_{el,anr}$ | [\text{kWh/a}] | Anrechenbare elektrische Ertrag aus vor Ort produzierter Elektrizität |
| E_{PV} | [\text{kWh/a}] | Photovoltaikertrag, freie Eingabe |
| E_{WKK} | [\text{kWh/a}] | Elektrizitätsertrag aus WKK/BHKW, freie Eingabe |
| EVR | [·] | Eigenverbrauchsrate gemäss Nachweis mit PVopti [14] oder 0.2 |
| f_{Netz} | [·] | Anrechenbarer Anteil der Netzeinspeisung: $f_{Netz} = 0.4$ |

7 Elektrizität

Allgemeines

Der Gesamtelektrizitätsbedarf $E_{el, std}$ ist die Summe aus den einzelnen Nutzungen. Berechnet wird der Elektrizitätsbedarf für die einzelnen Nutzungen gemäss Kap 6.2 (Wohnen) und 6.4 (Zweckbauten)

Elektrizitätsbedarf $E_{el, std}$:

| | | | |
|-----|---|---------|--------|
| 7.1 | $E_{el, std} = \sum_{n=1}^{N_{Nutz}} (E_{el, std, Nutz})_n$ | [kWh/a] | Gl. 36 |
|-----|---|---------|--------|

| | | |
|------------------------|---------|---|
| n | [-] | Laufindex |
| N_{Nutz} | [-] | Anzahl Nutzungen |
| $E_{el, std, Nutz, n}$ | [kWh/a] | Elektrizitätsbedarf der einzelnen Nutzung n |

Hinweis

Im GEAK gibt es einen Faktor für den Ausbaugrad. Da dieser für die Etikette immer auf «standard = 1» gestellt wird, wird der Ausbaugrad hier nicht berücksichtigt. Dies betrifft folgende Kategorien:

- Beleuchtung (Wohnen/Zweckbauten)
- Kleingeräte und Elektronik (Wohnen)
- Betriebseinrichtungen und Geräte (Zweckbauten)

Wohnen

7.2.1 Allgemeines

Für die Nutzung Wohnen (EFH/MFH) muss für die Etikette eine minimale Ausrüstung mit Geräten vorhanden sein (Tab. 19). Alle zur Verfügung stehenden Verbraucher können pro Kategorie aus fixen Listen ausgewählt werden.

7.2

Tab. 19 Minimalanforderungen an die Geräteausstattung für Wohnen

| Kategorie | Minimalanforderungen | Auswahlliste |
|---------------------------------|---|--------------|
| Geräte und Installationen, G+I | Elektro-/oder Gaskochherd (= 1 Kochherd/Wohnung) Elektro-/oder Gasbackofen (= 1 Backofen/Wohnung) Kühlschrank mit/oder ohne Tiefkühlfach >/< 160l (= 1 Kühlschrank/Wohnung) Für jeden Kühlschrank ohne Tiefkühlfach muss mindestens ein separates Gefriergerät erfasst werden (Anzahl Kühlschrank ohne Tiefkühlfach = Anzahl separates Gefriergerät) Waschmaschine (mind. 1 pro Haus, nicht pro Wohnung) | Tab. 20 |
| Kleingeräte und Elektronik, K+E | minimal 80 % der Energiebezugsfläche muss mit Kleingeräten und Elektronik belegt werden | Tab. 23 |
| Beleuchtung, Bel | minimal 80 % der Energiebezugsfläche muss mit Beleuchtung belegt werden | Tab. 24 |

Der Elektrizitätsbedarf $E_{el, std, Nutz}$ für Wohnen wird wie folgt berechnet:

$$E_{el, std, Nutz} = \left(\sum E_{G+I} + \sum E_{K+E} + \sum E_{Bel} + \sum E_{WVA} \right) * f_b \quad [\text{kWh/a}] \quad \text{Gl. 37}$$

| | | |
|-----------|----------------|---|
| E_{G+I} | [\text{kWh/a}] | Elektrizitätsbedarf für Geräte und Installationen |
| E_{K+E} | [\text{kWh/a}] | Elektrizitätsbedarf für Kleingeräte und Elektronik |
| E_{Bel} | [\text{kWh/a}] | Elektrizitätsbedarf für Beleuchtung |
| E_{WVA} | [\text{kWh/a}] | Elektrizitätsbedarf für Weitere Verbraucher |
| f_b | [$-$] | Der Belegungsfaktor drückt den Bedarfsunterschied zu einer durchschnittlichen 3 Zimmer-Wohnung aus (Gl. 38) |

Belegungsfaktor f_b (in Anlehnung an SIA 2031:2016 [15])

$$f_b = 1 + \frac{N_{Zimmer} - 3}{10} \quad [-] \quad \text{Gl. 38}$$

| | | |
|--------------|---------|---|
| N_{Zimmer} | [$-$] | mittlere Zimmeranzahl aller Wohnungen, max. $N_{Zimmer} = 7$ (Festlegung durch GEAK). Küchen, Bäder und WC zählen nicht als Zimmer. |
|--------------|---------|---|

7.2.2 Geräte und Installationen G+I

Geräte ohne Wasseranschluss

Aus Tab. 20 sind folgende Gerätetypen ohne Wasseranschluss wählbar:

- Kühlschrank
- separate Gefriergeräte, wenn Kühlschrank ohne Tiefkühlfach
- Kochherd
- Backofen/Steamer
- Dampfabzug Küche
- Bad/WC-Abzug
- Wäschetrocknung (Wäschetrockner, Raumlufttrockner)
- Lift

Der Elektrizitätsbedarf berechnet sich mit Ausnahme des Wäschetrockners für jeden Gerätetyp wie folgt:

$$E_{G+I} = \sum_{k=1}^{N_{Typ}} (N_{Geräte} * E_{Qualität, G+I})_k \quad [\text{kWh/a}] \quad \text{Gl. 39}$$

| | | |
|--------------------|-------------|---|
| k | [\cdot] | Laufindex |
| N_{Typ} | [\cdot] | Anzahl Gerätetypen |
| $N_{Geräte}$ | [\cdot] | Anzahl Geräte pro Typ |
| $E_{Qualität,G+I}$ | [kWh/a] | Elektrizitätsbedarf eines Geräts in Abhängigkeit von der Qualität (Tab. 20) |

Für Wäschetrockner gilt

$$E_{G+I} = \left(N_{Whg} - 1 + \frac{N_{Geräte}}{N_{Whg}} \right) * E_{Qualität,G+I} * \frac{2}{3} \quad [\text{kWh/a}] \quad \text{Gl. 40}$$

| | | |
|--------------------|-------------|--|
| N_{Whg} | [\cdot] | Anzahl Wohnungen im Gebäude |
| $N_{Geräte}$ | [\cdot] | Gesamtanzahl Wäschetrockner |
| $E_{Qualität,G+I}$ | [kWh/a] | Elektrizitätsbedarf eines Geräts in Abhängigkeit von der Qualität (Tab. 20) Falls Wäschetrockner mit vers. Qualitäten eingesetzt werden, setzt sich der Elektrizitätsbedarf anteilmässig zusammen |

Der Faktor 2/3 berücksichtigt, dass trotz Wäschetrockner im Mittel ein Drittel der Wäsche auf der Wäscheleine getrocknet wird [16].

Sonderfall «Kochen und Backen mit Erdgas»

Ist «Kochen und Backen mit Erdgas» gewählt, wird der Gasbedarf für Kochen und Backen mit wie folgt erfasst und dem Energieträger «Erdgas» zugewiesen.

$$E_{GasKB} = (N_{GeräteK} * E_{GasK} + N_{GeräteB} * E_{GasB}) * f_b \quad [\text{kWh/a}] \quad \text{Gl. 41}$$

| | | |
|------------------------|-------------|---|
| $N_{GeräteK}$ bzw. B | [\cdot] | Anzahl der Herde (Kochen) bzw. Backöfen |
| E_{GasK}, E_{GasB} | [kWh/a] | Gasbedarf (Tab. 21) |
| f_b | [\cdot] | Der Belegungsfaktor drückt den Bedarfsunterschied zu einer durchschnittlichen 3 Zimmer-Wohnung aus (Gl. 38) |

Geräte mit Wasseranschluss

Folgende Geräte können mit bzw. ohne Warmwasseranschluss gewählt werden:

- Geschirrspülmaschine und
- Waschmaschine

Der Elektrizitätsbedarf für Geschirrspülmaschinen mit/ohne Warmwasseranschluss wird gemäss wie folgt berechnet:

| | | |
|---|---------|--------|
| $E_{G+I} = (N_{\text{Geräte}} \cdot E_{\text{Qualität},G+I})_{\text{mit}}$ + $(N_{\text{Geräte}} \cdot E_{\text{Qualität},G+I})_{\text{ohne}}$ | [kWh/a] | Gl. 42 |
|---|---------|--------|

| | | |
|---------------------------|---------|---|
| $N_{\text{Geräte}}$ | [·] | Anzahl Spülmaschinen mit/ohne Warmwasseranschluss |
| $E_{\text{Qualität},G+I}$ | [kWh/a] | Elektrizitätsbedarf in Abhängigkeit von der Qualität für Geschirrspülmaschinen mit/ohne Warmwasseranschluss (Tab. 20) |

Der Elektrizitätsbedarf Waschmaschinen mit/ohne Warmwasseranschluss ergibt sich aus:

| | | |
|---|---------|--------|
| $E_{G+I} = \left(N_{\text{Whg}} - 1 + \frac{N_{\text{Geräte,mit}}}{N_{\text{Whg}}} \right) \cdot E_{\text{Qualität},G+I,\text{mit}} \cdot f_{\text{WW,mit}}$ + $\left(N_{\text{Whg}} - 1 + \frac{N_{\text{Geräte,ohne}}}{N_{\text{Whg}}} \right) \cdot E_{\text{Qualität},G+I,\text{ohne}} \cdot f_{\text{WW,ohne}}$ | [kWh/a] | Gl. 43 |
|---|---------|--------|

| | | |
|---|---------|--|
| N_{Whg} | [·] | Anzahl Wohnungen im Gebäude |
| $N_{\text{Geräte,mit}}$ $N_{\text{Geräte,ohne}}$ | [·] | Gesamtanzahl der Waschmaschinen mit/ohne Warmwasseranschluss |
| $E_{\text{Qualität},G+I,\text{mit}}$ $E_{\text{Qualität},G+I,\text{ohne}}$ | [kWh/a] | Elektrizitätsbedarf in Abhängigkeit von der Qualität für Waschmaschinen mit/ohne Warmwasseranschluss (Tab. 20) Falls Waschmaschinen mit vers. Qualitäten eingesetzt werden, setzt sich der Elektrizitätsbedarf anteilmässig zusammen |
| $f_{\text{WW,mit}}$ $f_{\text{WW,ohne}}$ | [·] | Anteil der Waschmaschinen mit/ohne Warmwasseranschluss an der Gesamtsumme der Waschmaschinen: $f_{\text{WW,mit}} = N_{\text{Geräte,mit}} / (N_{\text{Geräte,mit}} + N_{\text{Geräte,ohne}})$ $f_{\text{WW,ohne}} = 1 - f_{\text{WW,mit}}$ |

Falls Waschmaschinen und/oder Geschirrspülmaschinen mit Warmwasseranschluss gewählt werden, ist zusätzlich zur Berechnung des entsprechenden Elektrizitätsbedarfes der Nutzwärmebedarf Warmwasser gemäss Gl. 44 und Gl. 45 zu berechnen. Der zusätzliche Warmwasserbedarf wird bei der Endenergieberechnung des Warmwassers berücksichtigt (Kap. 3.8, Gl. 18).

Zusätzlicher Nutzwärmebedarf Warmwasser Geschirrspüler:

| | | |
|--|---------|--------|
| $Q_{\text{WW,Spül}} = N_{\text{Geräte,mit}} \cdot Q_{\text{W,Spül}}$ | [kWh/a] | Gl. 44 |
|--|---------|--------|

| | | |
|-------------------------|---------|---|
| $N_{\text{Geräte,mit}}$ | [·] | Anzahl Spülmaschinen mit Warmwasseranschluss |
| $Q_{\text{W,Spül}}$ | [kWh/a] | Zusätzlicher Wärmebedarf für Warmwasser durch eine Spülmaschine (Tab. 22) |

Zusätzlicher Nutzwärmebedarf Warmwasser Waschmaschine:

$$Q_{WW_{Wasch}} = \left(N_{Whg} - 1 + \frac{N_{Geräte,mit}}{N_{Whg}} \right) \cdot f_{WW,mit} \cdot Q_{W_{Wasch}} \quad [\text{kWh/a}] \quad \text{Gl. 45}$$

| | | |
|------------------|---------|---|
| N_{Whg} | [·] | Anzahl Wohnungen im Gebäude |
| $N_{Geräte,mit}$ | [·] | Anzahl Waschmaschinen mit Warmwasseranschluss |
| $f_{WW,mit}$ | [·] | Anteil der Waschmaschinen mit Warmwasseranschluss an der Gesamtsumme der Waschmaschinen |
| $Q_{W_{Wasch}}$ | [kWh/a] | Zusätzlicher Wärmebedarf für Warmwasser durch eine Waschmaschine (Tab. 22) |

7.2.3 Kleingeräte und Elektronik K+E

Der Elektrizitätsbedarf für Kleingeräte und Elektronik wird für jede gewählte Raumnutzung (Tab. 23) berechnet:

$$E_{K+E} = \sum_{k=1}^{N_{RNutz}} (E_{Basisbedarf,K+E} \cdot A_{RNutz,K+E})_k \quad [\text{kWh/a}] \quad \text{Gl. 46}$$

| | | |
|-----------------------|--------------------------|---|
| k | [·] | Laufindex |
| N_{RNutz} | [·] | Anzahl Raumnutzungen |
| $E_{Basisbedarf,K+E}$ | [kWh/(m ² a)] | Tab. 23 |
| $A_{RNutz,K+E}$ | [m ²] | Energiebezugsfläche, für die gewählte Raumnutzung |

7.2.4 Beleuchtung Bel

Der Elektrizitätsbedarf für Beleuchtung wird für jede gewählte Raumnutzung (Tab. 24) berechnet:

$$E_{Bel} = \sum_{k=1}^{N_{RNutz}} (E_{Basisbedarf,Bel} \cdot f_{Qualität,Bel} \cdot A_{RNutz,Bel})_k \quad [\text{kWh/a}] \quad \text{Gl. 47}$$

| | | |
|-----------------------|--------------------------|--|
| k | [·] | Laufindex |
| N_{RNutz} | [·] | Anzahl Raumnutzungen |
| $E_{Basisbedarf,Bel}$ | [kWh/(m ² a)] | Elektrizitätsbedarf in Abhängigkeit von der Raumnutzung (Tab. 24) |
| $f_{Qualität,Bel}$ | [·] | Faktor zur Skalierung des Basisbedarfs auf die gewählte Qualität (Tab. 25) |

| | | |
|-----------------|---------|---|
| $A_{RNutz,Bel}$ | $[m^2]$ | Energiebezugsfläche, für die gewählte Raumnutzung |
|-----------------|---------|---|

7.2.5 Weitere Verbraucher WVA

Hier können weitere gebäudezugehörige Verbraucher frei eingegeben werden. Dies kann z.B. die Beleuchtung der Garage oder der Terrasse sein:

$$E_{WVA} = \sum_{k=1}^{N_{Typ}} (N_{Geräte} \cdot P_{el} \cdot t_{be,WVA})_k \quad [kWh/a] \quad Gl. 48$$

| | | |
|--------------|--------|---------------------------|
| k | $[-]$ | Laufindex |
| N_{Typ} | $[-]$ | Anzahl Gerätetypen |
| $N_{Geräte}$ | $[-]$ | Anzahl Geräte |
| P_{el} | $[kW]$ | Leistung eines Gerätes |
| $t_{be,WVA}$ | $[h]$ | Betriebsdauer des Gerätes |

Weitere gebäudezugehörige Verbraucher sind z.B.:

- Lüftung für Einstellhalle
- Mobile und fixe Lüftungs- und Klimaanlagen, die den benutzten Räumen dienen
- Heizbänder für Traufen sowie Einfahrten
- Innen liegende Lifte sowie innen liegende Wellnessanlagen wie Saunas, Jacuzzis und Whirlpools
- Technische Anlagen von innen liegenden Schwimmbädern, welche kleiner sind als 10% der gesamten EBF

Nicht gebäudezugehörige Verbraucher sind z.B.:

- Aussenbeleuchtung
- Aussenstehende Wellnessanlagen wie Saunas, Jacuzzis und Whirlpools sowie aussenstehende Schwimmbäder
- Aquarien
- Sitzplatzstrahler

Referenztabellen Wohnen

Die Bezeichnungen Ref C3.3.x entsprechen den Bezeichnungen im GEAK Handbuch V5.1 für Experten [9].

Tab. 20 Wohnen: Auswahlliste und Basiswerte der verschiedenen Qualitäten für Geräte und Installationen, $E_{Qualität,G+I}$. (Ref C3.3.1-4, C3.3.6-10)

7.3

| EFH, MFH Gerätetyp | Qualität G+I [kWh/a] | | | |
|------------------------------|----------------------|-----|----------|----------|
| | sehr gut | gut | standard | schlecht |
| Kochherd | 90 | 95 | 100 | 120 |
| (Kochherd mit Gas) | - | - | - | - |
| Backofen | 40 | 45 | 50 | 80 |
| (Backofen mit Gas) | - | - | - | - |
| Kühlschrank > 160 l ohne TKF | 70 | 120 | 230 | 280 |
| Kühlschrank > 160 l mit TKF | 110 | 190 | 250 | 300 |
| Kühlschrank < 160 l ohne TKF | 65 | 100 | 200 | 240 |
| Kühlschrank < 160 l mit TKF | 90 | 150 | 210 | 260 |
| Gefriergerät gross | 120 | 135 | 170 | 210 |
| Gefriergerät klein | 100 | 125 | 150 | 190 |
| Geschirrspüler, ohne WW | 250 | 300 | 350 | 400 |
| Geschirrspüler, mit WW | 160 | 190 | 230 | 270 |
| Waschmaschine, ohne WW | 150 | 225 | 350 | 400 |
| Waschmaschine, mit WW | 120 | 170 | 230 | 270 |
| Wäschetrockner | 300 | 325 | 350 | 400 |
| Wäschetrockner, Raumluft | 230 | 270 | 290 | 350 |
| Lift | 400 | 510 | 550 | 700 |
| Dampfabzug-Küche | 50 | 60 | 75 | 90 |
| Bad/WC-Abluft | 50 | 60 | 75 | 90 |

Tab. 21 Wohnen: Basiswerte für Kochen/Backen mit Gas, E_{GasKB} .(C3.3.9)

| EFH, MFH | Endenergie Erdgas Kochen/Backen [kWh/a] |
|-----------------|---|
| Herd mit Erdgas | 120 |
| Ofen mit Erdgas | 80 |

Tab. 22 Wohnen: Basiswerte für Geräte und Installationen: Nutzenergie Warmwasser für Wasch- und Spülmaschinen mit Warmwasseranschluss, Q_{W_Wasch} , $Q_{W_Spül}$ (Ref C3.3.5)

| EFH, MFH | Nutzenergie Warmwasser [kWh/a] |
|------------------------|---|
| Waschmaschine, mit WW | 40 |
| Geschirrspüler, mit WW | 40 |

Tab. 23 Wohnen: Basiswerte für Kleingeräte und Elektronik, $E_{Basisbedarf,K+E}$ (Ref C3.3.11)

| EFH, MFH | Basisbedarf, K+E [kWh/(m² a)] |
|--------------------------------------|---|
| Wohnung | 8 |
| Treppenhaus | 2 |
| Büro | 10 |
| Keller, Estrich | 2 |
| Abstellraum, Garage, Bastelraum o.ä. | 4 |

Tab. 24 Wohnen: Basiswerte für die Beleuchtung, $E_{Basisbedarf,Bel}$ (Ref C3.3.13)

| EFH, MFH | Basisbedarf, Bel [kWh/(m² a)] |
|--------------------------------------|---|
| Wohnung | 5 |
| Treppenhaus | 2 |
| Büro | 7 |
| Keller, Estrich | 1 |
| Abstellraum, Garage, Bastelraum o.ä. | 2 |

Tab. 25 Wohnen: Faktor zur Beurteilung der Qualität der Beleuchtung, $f_{Qualität,Bel}$ (Ref C3.3.15)

| EFH, MFH | Qualität, Bel [-] | | | |
|--------------------------------------|------------------------------------|----------------------|----------------------|--------------------|
| | 75-100 % Eff-Leuchten mit Regelung | 75-100 % Eff-Leuchte | 25-75 % Eff-Leuchten | 0-25 % Eff-Leuchte |
| Wohnung | 0.4 | 0.7 | 1 | 1.3 |
| Treppenhaus | 0.4 | 0.7 | 1 | 1.3 |
| Büro | 0.4 | 0.7 | 1 | 1.3 |
| Keller, Estrich | 0.4 | 0.7 | 1 | 1.3 |
| Abstellraum, Garage, Bastelraum o.ä. | 0.4 | 0.7 | 1 | 1.3 |

Zweckbauten

7.4.1 Allgemein

Der Elektrizitätsbedarf $E_{el, std, Nutz}$ für Zweckbauten wird wie folgt berechnet:

$$E_{el, std, Nutz} = \sum E_{B+G} + \sum E_{Bel} + \sum E_{WVA} \quad [\text{kWh/a}] \quad \text{Gl. 49}$$

7.4

| | | |
|-----------|----------------|--|
| E_{B+G} | [\text{kWh/a}] | Elektrizitätsbedarf für Betriebseinrichtungen und Geräte |
| E_{Bel} | [\text{kWh/a}] | Elektrizitätsbedarf für Beleuchtung |
| E_{WVA} | [\text{kWh/a}] | Elektrizitätsbedarf für weitere Verbraucher |

7.4.2 Betriebseinrichtungen und Geräte B+G

Für Betriebseinrichtungen und Geräte wird der Elektrizitätsbedarf E_{B+G} wie folgt berechnet:

$$E_{B+G} = \sum_{k=1}^{N_{RNutz}} (E_{Basisbedarf, B+G} \cdot f_{Qualität, B+G} \cdot A_{RNutz, B+G})_k \quad [\text{kWh/a}] \quad \text{Gl. 50}$$

| | | |
|------------------------|-------------------------------------|---|
| k | [-] | Laufindex |
| N_{RNutz} | [-] | Anzahl Raumnutzungen |
| $E_{Basisbedarf, B+G}$ | [\text{kWh}/(\text{m}^2 \text{ a})] | Elektrizitätsbedarf in Abhängigkeit der Raumnutzung: Verwaltung (Tab. 26) Schule (Tab. 28) Verkauf (Tab. 30) Restaurant (Tab. 32) Hotel (Tab. 34) |
| $f_{Qualität, B+G}$ | [-] | Faktor zur Skalierung des Basisbedarfs auf die gewählte Qualität: Verwaltung (Tab. 27) Schule (Tab. 29) Verkauf (Tab. 31) Restaurant (Tab. 33) Hotel (Tab. 35) |
| $A_{RNutz, B+G}$ | [\text{m}^2] | Energiebezugsfläche, für die gewählte Raumnutzung |

7.4.3 Beleuchtung Bel

Für den Elektrizitätsbedarf für Beleuchtung E_{Bel} gilt:

$$E_{Bel} = \sum_{k=1}^{N_{RNutz}} (E_{Basisbedarf,Bel} \cdot f_{Qualität,Bel} \cdot A_{RNutz,Bel})_k \quad [kWh/a] \quad Gl. 51$$

| k | [-] | Laufindex |
|------------------------|--------------------------|---|
| N_{RNutz} | [-] | Anzahl Raumnutzungen |
| $E_{Basisbedarf, Bel}$ | [kWh/(m ² a)] | Elektrizitätsbedarf in Abhängigkeit der Raumnutzung: Verwaltung (Tab. 26) Schule (Tab. 28) Verkauf (Tab. 30) Restaurant (Tab. 32) Hotel (Tab. 34) |
| $f_{Qualität,Bel}$ | [-] | Faktor zur Skalierung des Basisbedarfs auf die gewählte Qualität: Verwaltung (Tab. 27) Schule (Tab. 29) Verkauf (Tab. 31) Restaurant (Tab. 33) Hotel (Tab. 35) |
| $A_{RNutz,Bel}$ | [m ²] | Energiebezugsfläche, für die gewählte Raumnutzung |

7.4.4 Weitere Verbraucher WVA

Dies ist eine Möglichkeit weitere gebäudezugehörige Verbraucher für alle Nutzungen frei einzugeben. Der Elektrizitätsbedarf EWVA wird wie folgt berechnet:

$$E_{WVA} = \sum_{k=1}^{N_{Typ}} (N_{Geräte} \cdot P_{el} \cdot t_{be,WVA})_k \quad [kWh/a] \quad Gl. 52$$

| k | [-] | Laufindex |
|--------------|-------|-------------------------------------|
| N_{Typ} | [-] | Anzahl Gerätetypen |
| $N_{Geräte}$ | [-] | Anzahl Geräte des Typs k |
| P_{el} | [kW] | Leistung eines Gerätes vom Typ k |
| $t_{be,WVA}$ | [h] | Betriebsdauer des Gerätes vom Typ k |

Referenztabellen Zweckbauten

Die Bezeichnungen Ref C3.3.x entsprechen den Bezeichnungen im GEAK Handbuch V5.1 für Experten [9].

7.5.1 Referenztabellen Elektrizität Verwaltung

7.5

Tab. 26 Verwaltung: Basiswerte für Betriebseinrichtungen und Geräte und Beleuchtung, $E_{\text{Basisbedarf}, \text{B+G}}$, $E_{\text{Basisbedarf}, \text{Bel}}$ (Ref C3.3.20/23) (B+G [17], Bel [18] «Bestand» mit Umrechnung: Energiebezugsfläche = 1.2 x Nettogrundfläche)

| Verwaltung | Basisbedarf B+G, Bel [kWh/(m ² a)] | |
|--------------------------|---|-----------------|
| | Betriebseinrichtungen und Geräte, B+G | Beleuchtung Bel |
| Erschliessung | 2.2 | 9.7 |
| Nebenräume | 2.2 | 7 |
| Büro | 24.2 | 18.6 |
| Abstellraum, Garage o.ä. | 3.6 | 3.8 |

Tab. 27 Verwaltung: Faktor zur Beurteilung der Qualität der Betriebseinrichtung und Geräte, $f_{\text{Qualität}, \text{B+G}}$, $f_{\text{Qualität}, \text{Bel}}$ (Ref C3.3.22/25)

| Verwaltung | Qualität B+G, Bel [-] | | | |
|--------------------------|-----------------------|-----------|-----------------------------------|----------------------|
| | B+G | topmodern | modern | standard |
| | | Bel | 75-100% Eff-Leuchten mit Regelung | 75-100% Eff-Leuchten |
| Erschliessung | | 0.4 | 0.7 | 1 |
| Nebenräume | | 0.4 | 0.7 | 1 |
| Büro | | 0.4 | 0.7 | 1 |
| Abstellraum, Garage o.ä. | | 0.4 | 0.7 | 1 |

7.5.2 Referenztabellen Elektrizität Schule

Tab. 28 Schule: Basiswerte für Betriebseinrichtungen und Geräte und Beleuchtung, $E_{\text{Basisbedarf}, \text{B+G}}$, $E_{\text{Basisbedarf}, \text{Bel}}$ (Ref C3.3.30/33) (B+G [17], Bel [18] «Bestand» mit Umrechnung: Energiebezugsfläche = 1.2 x Nettogrundfläche)

| Schule | Basisbedarf B+G, Bel [kWh/(m ² a)] | |
|--------------------------|---|-----------------|
| | Betriebseinrichtungen und Geräte B+G | Beleuchtung Bel |
| Schulzimmer | 8.8 | 15.3 |
| Lehrerzimmer | 7.6 | 11.2 |
| Eingangshalle | 15.3 | 12.4 |
| Korridor, Erschliessung | 2.2 | 9.7 |
| Turnhalle | 2.2 | 31.5 |
| Garderobe, Duschen, WC | 2.2 | 7 |
| Nebenräume | 2.2 | 7 |
| Singsaal, Aula | 0.2 | 2 |
| Büro | 24.2 | 18.6 |
| Abstellraum, Garage o.ä. | 3.6 | 3.8 |

Tab. 29 Schule: Faktor zur Beurteilung der Qualität der Betriebseinrichtung und Geräte, $f_{\text{Qualität}, \text{B+G}}$, $f_{\text{Qualität}, \text{Bel}}$ (Ref C3.3.32)

| Schule | Qualität B+G, Bel [-] | | | |
|--------------------------|-----------------------|-----------------------------------|----------------------|---------------------|
| | B+G | topmodern | modern | standard |
| | Bel | 75-100% Eff-Leuchten mit Regelung | 75-100% Eff-Leuchten | 25-75% Eff-Leuchten |
| Schulzimmer | 0.4 | 0.7 | 1 | 1.3 |
| Lehrerzimmer | 0.4 | 0.7 | 1 | 1.3 |
| Eingangshalle | 0.4 | 0.7 | 1 | 1.3 |
| Korridor, Erschliessung | 0.4 | 0.7 | 1 | 1.3 |
| Turnhalle | 0.4 | 0.7 | 1 | 1.3 |
| Garderobe, Duschen, WC | 0.4 | 0.7 | 1 | 1.3 |
| Nebenräume | 0.4 | 0.7 | 1 | 1.3 |
| Singsaal, Aula | 0.4 | 0.7 | 1 | 1.3 |
| Büro | 0.4 | 0.7 | 1 | 1.3 |
| Abstellraum, Garage o.ä. | 0.4 | 0.7 | 1 | 1.3 |

7.5.3 Referenztabellen Elektrizität Verkauf

Tab. 30 Verkauf: Basiswerte für Betriebseinrichtungen und Geräte und Beleuchtung, $E_{\text{Basisbedarf}, \text{B+G}}$, $E_{\text{Basisbedarf}, \text{Bel}}$ (Ref C3.3.36/37) (B+G [17], Bel [18] «Bestand» mit Umrechnung: Energiebezugsfläche = 1.2 x Nettogrundfläche)

| Verkauf | Basisbedarf B+G, Bel [kWh/(m ² a)] | |
|------------------------|---|-----------------|
| | Betriebseinrichtungen und Geräte B+G | Beleuchtung Bel |
| Lebensmittel | 11.8 | 77.5 |
| Fachgeschäft | 9.1 | 77.5 |
| Möbel, Bau, Garten | 8.5 | 62 |
| Verkehrsfläche | 2.2 | 9.7 |
| Nebenraum | 2.2 | 7 |
| Treppenhaus | 2.2 | 17.5 |
| Büro | 24.2 | 18.6 |
| Garderobe, Duschen, WC | 0 | 7 |

Tab. 31 Verkauf: Faktor zur Beurteilung der Qualität der Betriebseinrichtung und Geräte und Beleuchtung, $f_{\text{Qualität}, \text{B+G}}$, $f_{\text{Qualität}, \text{Bel}}$ (Ref C3.3.39)

| Verkauf | B+G Bel | Qualität B+G, Bel [-] | | | |
|------------------------|------------|-----------------------------------|----------------------|---------------------|--------------------|
| | | topmodern | modern | standard | veraltet |
| | | 75-100% Eff-Leuchten mit Regelung | 75-100% Eff-Leuchten | 25-75% Eff-Leuchten | 0-25% Eff-Leuchten |
| Lebensmittel | | 0.4 | 0.7 | 1 | 1.3 |
| Fachgeschäft | | 0.4 | 0.7 | 1 | 1.3 |
| Möbel, Bau, Garten | | 0.4 | 0.7 | 1 | 1.3 |
| Verkehrsfläche | | 0.4 | 0.7 | 1 | 1.3 |
| Nebenraum | | 0.4 | 0.7 | 1 | 1.3 |
| Treppenhaus | | 0.4 | 0.7 | 1 | 1.3 |
| Büro | | 0.4 | 0.7 | 1 | 1.3 |
| Garderobe, Duschen, WC | | 0.4 | 0.7 | 1 | 1.3 |

7.5.4 Referenztabellen Elektrizität Restaurant

Tab. 32 Restaurant: Basiswerte für Betriebseinrichtungen und Geräte und Beleuchtung, $E_{\text{Basisbedarf}, \text{B+G}}$, $E_{\text{Basisbedarf}, \text{Bel}}$. (Ref C3.3.40/41) (B+G [17], Bel [18] «Bestand» mit Umrechnung: Energiebezugsfläche = 1.2 x Nettogrundfläche)

| Restaurant Nutzung | Basisbedarf B+G, Bel [kWh/(m ² a)] | |
|------------------------|---|-----------------|
| | Betriebseinrichtungen und Geräte B+G | Beleuchtung Bel |
| Restaurant | 11.7 | 21.5 |
| Verkehrsfläche | 2.2 | 9.7 |
| Nebenraum | 2.2 | 7 |
| Büro | 24.2 | 18.6 |
| Garderobe, Duschen, WC | 2.2 | 7 |

Tab. 33 Restaurant: Faktor zur Beurteilung der Qualität der Betriebseinrichtung und Geräte und Beleuchtung, $f_{\text{Qualität}, \text{B+G}}$, $f_{\text{Qualität}, \text{Bel}}$ (Ref C3.3.43)

| Restaurant | B+G Bel | Qualität B+G, Bel [-] | | | |
|------------------------|------------|--|-------------------------|-------------------------|------------------------|
| | | topmodern | modern | standard | veraltet |
| | | 75-100% Eff-Leuchten mit Regelung | 75-100% Eff-Leuchten | 25-75% Eff- Leuchten | 0-25% Eff- Leuchten |
| Restaurant | | 0.4 | 0.7 | 1 | 1.3 |
| Verkehrsfläche | | 0.4 | 0.7 | 1 | 1.3 |
| Nebenraum | | 0.4 | 0.7 | 1 | 1.3 |
| Büro | | 0.4 | 0.7 | 1 | 1.3 |
| Garderobe, Duschen, WC | | 0.4 | 0.7 | 1 | 1.3 |

7.5.5 Referenztabellen Elektrizität Hotel

Tab. 34 Hotel: Basiswerte für Betriebseinrichtungen und Geräte und Beleuchtung, $E_{\text{Basisbedarf, B+G}}$, $E_{\text{Basisbedarf,Bel.}}$, (B+G [17], Bel [18] «Bestand» mit Umrechnung: Energiebezugsfläche = 1.2 x Nettogrundfläche)

| Hotel | Basisbedarf B+G, Bel [kWh/(m ² a)] | |
|---------------------------|---|-----------------|
| | Betriebseinrichtungen und Geräte B+G | Beleuchtung Bel |
| Hotelzimmer | 12.8 | 8.9 |
| Empfang, Lobby | 37.2 | 41.3 |
| Büro | 24.2 | 18.6 |
| Verkehrsfläche | 2.2 | 9.7 |
| Treppenhaus | 2.2 | 17.5 |
| Nebenfläche | 2.2 | 7 |
| Abstellraum, Garage, etc. | 3.6 | 3.8 |

Tab. 35 Hotel: Faktor zur Beurteilung der Qualität der Betriebseinrichtung und Geräte und Beleuchtung, $f_{\text{Qualität,B+G}}$, $f_{\text{Qualität,Bel.}}$

| Hotel | Qualität B+G, Bel [-] | | | |
|---------------------------|-----------------------|-----------------------------------|----------------------|---------------------|
| | B+G | topmodern | modern | standard |
| | Bel | 75-100% Eff-Leuchten mit Regelung | 75-100% Eff-Leuchten | 25-75% Eff-Leuchten |
| Hotelzimmer | 0.4 | 0.7 | 1 | 1.3 |
| Empfang, Lobby | 0.4 | 0.7 | 1 | 1.3 |
| Büro | 0.4 | 0.7 | 1 | 1.3 |
| Verkehrsfläche | 0.4 | 0.7 | 1 | 1.3 |
| Treppenhaus | 0.4 | 0.7 | 1 | 1.3 |
| Nebenfläche | 0.4 | 0.7 | 1 | 1.3 |
| Abstellraum, Garage, etc. | 0.4 | 0.7 | 1 | 1.3 |

8 Etikette

Um die Etikette zu bestimmen, werden die Projektwerte des betrachteten Gebäudes mit Referenzwerten verglichen. Die so berechneten Kennwerte bilden die Grundlage für die Klassierung.

In Ergänzung zu den gemäss BAFU bzw. GHG Protocol (Tab. 37) berechneten direkten CO₂-Emissionen für Raumwärme und Warmwasser (Gl. 54) werden bei den Kenndaten auch die Treibhausgasemissionen (THGE) ausgewiesen. Die Berechnungen basieren auf den «Ökobilanzdaten im Baubereich, KBOB/ecobau/IPB 2009/1:2022» [19] und haben keinen Einfluss auf die Klassierung.

Projektwerte

8.1.1 Effizienz Gebäudehülle

8.1 Der Projektwert ist der effektive Heizwärmebedarf $Q_{H,eff}$ berechnet gemäss SIA 380/1:2016 unter Berücksichtigung einer allfälligen Lüftungsanlage (Kap. 2).

8.1.2 Gesamtenergieeffizienz

Der Projektwert für die Gesamtenergieeffizienz E_p (gewichtete Endenergie) berechnet sich aus:

$$E_p = \left(\sum_{i=1}^{N_{WE}} \left((E_{HE,WEi} + E_{WW,WEi}) \cdot f_{CH,WEi} \right. \right. \\ \left. \left. + E_{GasKB} \cdot f_{CH,Erdgas} + (E_{HE,hilfs} \right. \right. \\ \left. \left. + E_{WW,hilfs} + E_V + E_{el,std} + E_{el,C} \right. \right. \\ \left. \left. \cdot f_{CH,el} - E_{el,anr} \cdot f_{CH,el} \right) \right) \cdot \frac{1}{A_E} \quad [kWh/(m^2 a)] \quad Gl. 53$$

| | | |
|-----------------|---------|---|
| i | [·] | Laufindex |
| N_{WE} | [·] | Anzahl Wärmeerzeuger N_{WE} , $i = 1 \dots N_{WE}$ |
| $f_{CH,WEi}$ | [·] | Nationaler Gewichtungsfaktor entsprechend des Energieträgers für den Wärmeerzeuger WE_i (Tab. 36) |
| $f_{CH,el}$ | [·] | Nationaler Gewichtungsfaktor für Elektrizität (Tab. 36) |
| $f_{CH,Erdgas}$ | [·] | Nationaler Gewichtungsfaktor für Erdgas (Tab. 36) |
| $E_{HE,WEi}$ | [kWh/a] | Endenergiebedarf für Heizung für den Wärmeerzeuger WE_i |
| $E_{WW,WEi}$ | [kWh/a] | Endenergiebedarf für Warmwasser für den Wärmeerzeuger WE_i |
| E_{GasKB} | [kWh/a] | Endenergiebedarf für Kochen und Backen mit Erdgas |
| $E_{HE,hilfs}$ | [kWh/a] | Hilfsenergie (Elektrizität) Heizung |
| $E_{WW,hilfs}$ | [kWh/a] | Hilfsenergie (Elektrizität) Warmwasser |

| | | |
|--------------|-------------------|--|
| $E_{el,C}$ | [kWh/a] | Elektrizitätsbedarf Kühlung |
| E_v | [kWh/a] | Elektrizitätsbedarf Lüftung |
| $E_{el,std}$ | [kWh/a] | Elektrizitätsbedarf Geräte, Betriebseinrichtungen, Beleuchtung, etc. |
| $E_{el,anr}$ | [kWh/a] | Anrechenbare elektr. Ertrag aus vor Ort prod. Elektrizität (Kap 6) |
| A_E | [m ²] | Gesamte Energiebezugsfläche |

Tab. 36 **HWW13** Nationale Gewichtungsfaktoren [20].

| Energieträger | nationale Gewichtungsfaktoren f_{CH} [-] |
|--|--|
| Heizöl EL, Erdgas/Biogas*, Kohle, Briketts | 1 |
| Holz: Stückholz, Holzschnitzel, Pellets | 0.5 |
| Solarwärme | 0 |
| Fernwärme ($\leq 25\%$ Fossilanteil) | 0.4 |
| Fernwärme ($\leq 50\%$ Fossilanteil) | 0.6 |
| Fernwärme ($\leq 75\%$ Fossilanteil) | 0.8 |
| Fernwärme ($> 75\%$ Fossilanteil) | 1.0 |
| Elektrizität (Bedarf) | 2 |
| Elektrizität (Produktion) | 2 |

* Für Biogas wird der gleiche Gewichtungsfaktor angewendet wie für Erdgas, unabhängig davon, ob das Biogas zugekauft oder vor Ort produziert wird.

8.1.3 Direkte CO₂-Emissionen

Die Klassierung der direkten CO₂-Emissionen zeigt an, wie viel CO₂ vom Gebäude für Raumwärme und Warmwasser vor Ort emittiert wird. Dies ist abhängig davon, welche fossile Energieträger eingesetzt werden und wie hoch die Energieeffizienz ist.

Der Projektwert für die direkten CO₂-Emissionen E_{CO2} berechnet sich wie folgt:

$$E_{CO2} = \frac{\sum_{i=1}^{N_{WE}} (E_{HE,WEi} \cdot f_{CO2,WEi} + E_{WW,WEi} \cdot f_{CO2,WEi})}{A_E} \quad [\text{kg}/(\text{m}^2 \text{ a})] \quad \text{Gl. 54}$$

| | | |
|----------------------|------------------------|---|
| i | [-] | Laufindex |
| N _{WE} | [-] | Anzahl fossiler Wärmeerzeuger N _{WE} , i = 1 ... N _{WE} |
| f _{CO2,WEi} | [\text{kg}/\text{kWh}] | CO ₂ -Faktoren (Tab. 37) |
| E _{HE,WEi} | [\text{kWh}/\text{a}] | Endenergiebedarf für Heizung für den Wärmeerzeuger WE _i mit fossilen Energieträgern |
| E _{WW,WEi} | [\text{kWh}/\text{a}] | Endenergiebedarf für Warmwasser für den Wärmeerzeuger WE _i mit fossilen Energieträgern |
| A _E | [\text{m}^2] | Gesamte Energiebezugsfläche |

Tab. 37 CO₂-Faktoren für die verwendeten Energieträger gemäss BAFU [21].

| Energieträger | CO ₂ -Faktoren [\text{kg}/\text{kWh}] |
|-----------------------|---|
| Heizöl extraleicht | 0.265 |
| Erdgas (inkl. Biogas) | 0.203 |

8.1.4 Treibhausgasemissionen (THGE)

Der Projektwert für die Treibhausgasemissionen E_{THGE} berechnet sich wie folgt. Der Wert ist informativ.

$$\begin{aligned}
 E_{THGE} = & \left(\sum_{i=1}^{N_{WE}} \left((E_{HE,WEi} + E_{WW,WEi}) \cdot k_{GHG,WEi} \right) + E_{GasKB} \cdot k_{GHG,Erdgas} \right. \\
 & + (E_{HE,hilfs} + E_{WW,hilfs} + E_V + E_{el,std} + E_{el,C}) \cdot k_{GHG,el} \\
 & \left. - E_{el,anr} \cdot k_{GHG,el} \right) \cdot \frac{1}{A_E}
 \end{aligned}$$

[kg/(m² a)] | Gl. 55

| i | [·] | Laufindex |
|------------------|-------------------|---|
| N_{WE} | [·] | Anzahl Wärmeerzeuger N_{WE} , $i = 1 \dots N_{WE}$ |
| $k_{GHG,WEi}$ | [·] | Treibhausgasemissionsfaktor entsprechend dem Energieträger für den Wärmeerzeuger WE_i (Tab. 38) |
| $k_{GHG,el}$ | [·] | Treibhausgasemissionsfaktor für Elektrizität (Tab. 38) |
| $k_{GHG,Erdgas}$ | [·] | Treibhausgasemissionsfaktor für Erdgas (Tab. 38) |
| $E_{HE,WEi}$ | [kWh/a] | Endenergiebedarf für Heizung für den Wärmeerzeuger WE_i |
| $E_{WW,WEi}$ | [kWh/a] | Endenergiebedarf für Warmwasser für den Wärmeerzeuger WE_i |
| E_{GasKB} | [kWh/a] | Endenergiebedarf für Kochen und Backen mit Erdgas |
| $E_{HE,hilfs}$ | [kWh/a] | Hilfsenergie (Elektrizität) Heizung |
| $E_{WW,hilfs}$ | [kWh/a] | Hilfsenergie (Elektrizität) Warmwasser |
| E_V | [kWh/a] | Elektrizitätsbedarf Lüftung |
| $E_{el,std}$ | [kWh/a] | Elektrizitätsbedarf Geräte, Betriebseinrichtungen, Beleuchtung, etc. |
| $E_{el,C}$ | [kWh/a] | Elektrizitätsbedarf Kühlung |
| $E_{el,anr}$ | [kWh/a] | Anrechenbare elektrische Ertrag aus vor Ort produzierter Elektrizität (Kap. 6) |
| A_E | [m ²] | Gesamte Energiebezugsfläche |

Tab. 38 Treibhausgasemissionsfaktoren gemäss KBOB 2022 [19] und Festlegung der Werte für Fernwärme vom GEAK.

| Energieträger | Treibhausgasemissionsfaktoren kg _{GHG} [kg/kWh] |
|---------------------------------------|---|
| Heizöl EL | 0.324 |
| Kohle, Briketts | 0.398 |
| Holz, Stückholz | 0.023 |
| Holz, Holzschnitzel | 0.011 |
| Holz, Pellets | 0.028 |
| Erdgas | 0.230 |
| Solarwärme | 0 |
| Fernwärme ($\leq 25\%$ Fossilanteil) | 0.05* |
| Fernwärme ($\leq 50\%$ Fossilanteil) | 0.12* |
| Fernwärme ($\leq 75\%$ Fossilanteil) | 0.19* |
| Fernwärme ($> 75\%$ Fossilanteil) | 0.29* |
| Elektrizität (NT, MT, HT, Wärmepumpe) | 0.125** |
| Eigenverbrauchte Elektrizität | 0.125** |

* Mix gemäss Tab. 39 und Treibhausgasemissionsfaktoren aus der Kategorie 42, Fernwärme, KBOB 2022

** Treibhausgasemissionsfaktoren gemäss CH-Verbrauchermix aus KBOB 2022

Für die Herleitung der Treibhausgasemissionsfaktoren der Fernwärme wird der Wärmeerzeugermix gemäss Tab. 39 festgelegt. **Die Kehrrichtverbrennung enthält immer einen fossilen Anteil.**

Tab. 39 Wärmeerzeugermix von Fernwärme mit verschiedenen fossilen Anteilen.

| | $\leq 25\%$ fossil | $\leq 50\%$ fossil | $\leq 75\%$ fossil | $> 75\%$ fossil |
|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------|
| Anteil Heizzentrale Öl | 1.0 % | 4.5 % | 8.2 % | 15.0 % |
| Anteil Heizzentrale Gas | 6.0 % | 25.5 % | 46.8 % | 75.0 % |
| Anteil Heizzentrale Holz | 50.0 % | 25.0 % | 0.0 % | 10.0 % |
| Anteil Heizzentrale Grundwasserwärmepumpe | 25.0 % | 25.0 % | 25.0 % | 0.0 % |
| Anteil Kehrrichtverbrennung (ohne fossilen Anteil) | 18.0 % | 20.0 % | 20.0 % | 0.0 % |

Referenzwerte

8.2.1 Effizienz Gebäudehülle

Der Referenzwert ist der Neubau-Grenzwert des Heizwärmebedarfs $Q_{H,li}$ berechnet gemäss SIA 380/1:2016. Bei Mischnutzungen werden die Grenzwerte für den Heizwärmebedarf der einzelnen Nutzungen jeweils für das gesamte Gebäude berechnet und anschliessend flächenanteilig zu einem Gesamtreferenzwert zusammengefasst (analog Gl. 1).

8.2.2 Gesamtenergieeffizienz

Der Referenzwert ergibt sich aus der Gesamtbilanz für ein Referenzgebäude, das den generellen Anforderungen von SIA 380/1:2016 erfüllt und einen standardisierten Warmwasser- und Elektrizitätsbedarf aufweist. ~~Die Methodik basiert auf dem Merkblatt SIA 2031:2009 bzw. von 2016.~~

Ausstattung des Referenzgebäudes:

- Heizwärmebedarf: Neubau-Grenzwert des Heizwärmebedarfs $Q_{H,li}$ gemäss SIA 380/1:2016, Verteilwirkungsgrad 95 %
- Wärmebedarf für Warmwasser ~~entspricht 80 % des Wärmebedarfs für Warmwasser~~ $Q_{W,ref}$ gemäss Tab. 40, Verteilwirkungsgrad 70 %
- Wärmepumpe für Heizung und Warmwasser, $f_{CH,el}$ gemäss Tab. 36
- Keine Luftaufbereitung, keine Kühlung
- Elektrizitätsbedarf $E_{el,ref}$ gemäss Tab. 40, $f_{CH,el}$ gemäss Tab. 36
- Der anrechenbare Photovoltaikervertrag ergibt sich aus 20 Wp/m² EBF und 800 kWh/kWp bei Anrechnung von 20 % Eigenverbrauch und 40 % der Netzeinspeisung

Damit berechnet sich der Referenzwert wie folgt:

$$E_{P,ref} = \left(\frac{Q_{H,li}}{JAZ_{HE,ref} \cdot 0.95} + \frac{Q_{W,ref}}{JAZ_{WW,ref} \cdot 0.7} + E_{el,ref} - E_{PV,ref} \right) \cdot f_{CH,el} \quad [\text{kWh}/(\text{m}^2 \text{ a})] \quad \text{Gl. 56}$$

| | | |
|----------------|-------------------------------------|---|
| $Q_{H,li}$ | [\text{kWh}/(\text{m}^2 \text{ a})] | Neubau-Grenzwert Heizwärmebedarf gemäss SIA 380/1:2016 |
| $Q_{W,ref}$ | [\text{kWh}/(\text{m}^2 \text{ a})] | Standard Warmwasserbedarf (Tab. 40) |
| $JAZ_{HE,ref}$ | [·] | Jahresarbeitszahl für Heizung: 3.7 |
| $JAZ_{WW,ref}$ | [·] | Jahresarbeitszahl für Warmwasser: 2.8 |
| $f_{CH,el}$ | [·] | Nationaler Gewichtungsfaktor für Heizöl (Tab. 36) |
| $E_{el,ref}$ | [\text{kWh}/(\text{m}^2 \text{ a})] | Standard Elektrizität (Tab. 40) |
| $E_{PV,ref}$ | [\text{kWh}/(\text{m}^2 \text{ a})] | Anrechenbarer Photovoltaikervertrag der Referenzanlage |
| $f_{CH,el}$ | [·] | Nationaler Gewichtungsfaktor für Elektrizität (Tab. 36) |

Wenn das Gebäude mehrere Nutzungen aufweist, wird Gl. 56 für jede Nutzung berechnet und aus den Einzelwerten ein flächengemittelter Referenzwert gebildet (analog Gl. 1).

Tab. 40 Standardwerte Warmwasser und Elektrizität für die Berechnung des Referenzgebäudes. Die Elektrizitätswerte für Zweckbauten sind aus [22], alle anderen Werte aus SIA 380/1:2016 entnommen.

| Nutzung | $Q_{W,ref}$ [kWh/(m ² a)] | $E_{el,ref}$ [kWh/(m ² a)] |
|------------|---|--|
| MFH | 21 | 28 |
| EFH | 14 | 22 |
| Verwaltung | 7 | 34 |
| Schule | 7 | 19 |
| Verkauf | 7 | 52 |
| Restaurant | 56 | 45 |
| Hotel | 21 | 31 |

8.2.3 Direkte CO₂-Emissionen

Es wird kein Referenzwert berechnet. Der Projektwert wird direkt anhand der Grenzwerte (Kap 8.3.4) in die Klassen eingeteilt.

Kennwerte und Klassierung

8.3.1 Kennwerte Effizienz Gebäudehülle

Der Kennwert für die Effizienz Gebäudehülle den Heizwärmebedarf $R_{H,ref}$ berechnet sich wie folgt:

8.3

$$R_{H,ref} = \frac{Q_{H,eff}}{Q_{H,li}} \cdot 100 \quad [\%] \quad \text{Gl. 57}$$

| | | |
|-------------|--------------------------|---|
| $Q_{H,eff}$ | [kWh/(m ² a)] | Eff. Heizwärmebedarf gemäss SIA 380/1:2016 (Einzonenmodell) |
| $Q_{H,li}$ | [kWh/(m ² a)] | Neubau-Grenzwert Heizwärmebedarf gemäss SIA 380/1:2016 |

8.3.2 Kennwerte Gesamtenergieeffizienz

Der Kennwert für die Gesamtenergieeffizienz Gesamtenergieeffizienz $R_{P,ref}$ berechnet sich wie folgt:

$$R_{P,ref} = \frac{E_P}{E_{P,ref}} \cdot 100 \quad [\%] \quad \text{Gl. 58}$$

| | | |
|-------------|--------------------------|-----------------------|
| E_P | [kWh/(m ² a)] | Projektwert (Gl. 53) |
| $E_{P,ref}$ | [kWh/(m ² a)] | Referenzwert (Gl. 56) |

8.3.3 Klassierung Effizienz Gebäudehülle und Gesamtenergieeffizienz

Das Gebäude wird auf Grund seiner Kennwerte für die Effizienz Gebäudehülle $R_{H,ref}$ und Gesamtenergieeffizienz $R_{P,ref}$ in Klassen eingeteilt (Tab. 41). Die Klasseneinteilung bestimmt die Etikette.

Tab. 41 Einteilung der GEAK Klassen für die Gebäudehülle und die Gesamtenergieeffizienz.

| Klasse | Gebäudehülle, % | | Gesamtenergieeffizienz, % | |
|--------|-----------------|---------|---------------------------|---------|
| | Minimum | Maximum | Minimum | Maximum |
| A | > 0 | 50 | > 0 | 50 |
| B | > 50 | 100 | > 50 | 100 |
| C | > 100 | 150 | > 100 | 175 |
| D | > 150 | 200 | > 175 | 250 |
| E | > 200 | 250 | > 250 | 325 |
| F | > 250 | 300 | > 325 | 400 |
| G | > 300 | ∞ | > 400 | ∞ |

8.3.4 Klassierung direkte CO₂-Emissionen

Die Klassierung der direkten CO₂-Emissionen für Wärmeerzeuger mit fossilen Energieträgern erfolgt nach Tab. 42.

Der CO₂ Grenzwert für die CO₂ Klasseneinteilung wird, analog der Grenzwertberechnung des Heizwärmebedarfs gemäss SIA 380/1:2016, standortabhängig temperaturkorrigiert.

Die Temperaturkorrektur f_{cor} (Gl. 59) wird nicht auf die Berechnung der direkten CO₂-Emissionen (Gl. 54) angewendet. f_{cor} wird angewendet, um die Bereiche (Scharnierwerte) der CO₂-Skala an die Klimastation anzupassen. Der Bereich für z.B. Klasse B ist nicht fix auf [0-5] kg/(m²a) definiert. Zum Beispiel wird für die Klimastation «Davos» der Bereich für Klasse B, basierend auf f_{cor} , auf [0-6.74] korrigiert.

Temperaturkorrektur f_{cor}

| | | |
|---|-----|--------|
| $f_{cor} = 1 + [(9.4^{\circ}C - \theta_{e,avg}) \cdot 0.06 K^{-1}]$ | [-] | Gl. 59 |
|---|-----|--------|

| | | |
|------------------|------|---|
| $\theta_{e,avg}$ | [°C] | Jahresmitteltemperatur des Standortklimas |
|------------------|------|---|

Tab. 42 Grenzwerte für die CO₂ Klassen gemäss GEAK.

| Klasse | Minimum [kg/(m ² a)] | Maximum [kg/(m ² a)] |
|--------|------------------------------------|------------------------------------|
| A | 0 | 0 |
| B | > 0 | $5 * f_{cor}$ |
| C | $> 5 * f_{cor}$ | $10 * f_{cor}$ |
| D | $> 10 * f_{cor}$ | $15 * f_{cor}$ |
| E | $> 15 * f_{cor}$ | $20 * f_{cor}$ |
| F | $> 20 * f_{cor}$ | $25 * f_{cor}$ |
| G | $> 25 * f_{cor}$ | ∞ |

9 Literaturverzeichnis

- [1] SIA 380/1, "Heizwärmebedarf (SIA 380/1:2016)," 2016, *Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich*.
- [2] SIA 380, *Grundlagen für energetische Berechnungen von Gebäuden*. 2022.
- [3] Merkblatt SIA 2031, *Energieausweis für Gebäude*. 2009.
- [4] SIA 380, *Grundlagen für energetische Berechnungen von Gebäuden*. 2015.
- [5] SIA 384/3, *Heizungsanlagen in Gebäuden - Energiebedarf*. 2013.
- [6] SIA 385/2, *Anlagen für Trinkwarmwasser in Gebäuden – Warmwasserbedarf, Gesamtanforderungen und Auslegung*. 2015.
- [7] SIA 380/4, *Elektrische Energie im Hochbau*. 2006.
- [8] SIA 385/1, "Anlagen für Trinkwarmwasser in Gebäuden – Grundlagen und Anforderungen," 2020.
- [9] K. Wesselmann, "Anwenderhandbuch zum GEAK Online-Tool - GEAK User Manual 5.1, Korrex 5.1.2," GEAK Betriebszentrale, Muttenz, 2019.
- [10] D. Wolff *et al.*, "Einfluss der Verteilungsverluste bei der energetischen Modernisierung von Mehrfamilienhäusern. Analyse und Ableitung von Optimierungsmaßnahmen," Projekt im Auftrag des proKlima energycity-Fonds; Hannover/Braunschweig/Wolfenbüttel, 2012.
- [11] Minergie Schweiz, "Produktreglement Gebäudestandards MINERGIE/MINERGIE-P/MINERGIE-A, Version 2025.1," 2025, www.minergie.ch.
- [12] Minergie Schweiz, "180201_Nachweisformular_Minergie_V2018.2.de," 2018.

- [13] Minergie Schweiz, “Anwendungshilfe zu den Gebäudestandards Minergie/Minergie-P/Minergie-A V2019.1,” 2019, *Minergie Schweiz, Basel*.
- [14] “PVopti - Stundenbasiertes Designtool für Eigenverbrauch und Autarkie.” [Online]. Available: www.minergie.ch
- [15] Merkblatt SIA 2031, *Energieausweis für Gebäude*. 2016.
- [16] J. Nipkow, “Der typische Haushalt-Stromverbrauch,” Schweizerische Agentur für Energieeffizienz S.A.F.E, Zürich, 2013.
- [17] Merkblatt SIA 2024, “Raumnutzungsdaten für die Energie- und Gebäudetechnik (Merkblatt SIA 2015:2015),” 2015, *Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich*.
- [18] SIA 387/4, “Elektrizität in Gebäuden - Beleuchtung: Berechnung und Anforderungen,” 2017.
- [19] ecobau, “KBOB Ökobilanz im Baubereich 2009/1:2022,” www.kbob.ch.
- [20] Konferenz kantonaler Energiedirektoren EnDK, “Nationale Gewichtungsfaktoren für die Beurteilung der Gebäude,” 2017, www.endk.ch.
- [21] C. Gross, “Faktenblatt CO2-Emissionsfaktoren für die Berichterstattung der Kantone,” 2018, *Bundesamt für Umwelt BAFU*.
- [22] S. Gasser, “Strommodell für Zweckbauten,” 2018, *elight GmbH für MINERGIE Schweiz, Basel, elight GmbH für MINERGIE Schweiz, Basel*.

10 Symbole, Einheiten und Begriffe

| Symbol | Einheit | Begriffe |
|------------------------------|-----------------|---|
| a | m | Innenradius der Leitung (Rohrinnenradius) |
| A_E | m^2 | Energiebezugsfläche gesamt: $A_E = \sum A_{E,Nutz,n}$ |
| $A_{E,Ber}$ | m^2 | Energiebezugsfläche des jeweiligen versorgten Bereichs |
| $A_{E,Nutz,n}$ | m^2 | Energiebezugsfläche der Nutzung n |
| $A_{Nutz,Bel}$ | m^2 | Fläche für Beleuchtung, für die gewählte Nutzung |
| $A_{Nutz,K+E}$ | m^2 | Fläche Kleingeräte und Elektronik, für die gewählte Nutzung |
| A_{avr} | m^2 | Mittlere Oberfläche der Speicherwärmung |
| $A_{P,std,Nutz,n}$ | m^2/P | Standardnutzungsdaten für Personenfläche gemäss SIA 380/1 entsprechend der Nutzung n |
| $A_{WE1/2}, A_{WD \leq 2m},$ | m^2 | Aussenwandflächen |
| B_{HE}, B_{WW} | - | Verhältnis gewichteter Endenergie (inkl. Hilfsenergie) zu Nutzwärme von Heizung bzw. Warmwasser |
| C, C_{stu} | - , kW/K | Koeffizienten |
| d | m | Durchmesser |
| $d_{STOK,WD}$ | m | Wärmedämmdicke des Speichers |
| $DG_{WEi,j}$ | - | Deckungsgrad eines Wärmeerzeugers WE_i im versorgten Bereich j |
| Dim_{WEi} | - | Faktor der Überdimensionierung eines Wärmeerzeugers |
| E_{B+G} | kWh/a | Elektrizitätsbedarf für Betriebseinrichtungen und Geräte |
| $E_{Basisbedarf,Bel}$ | kWh/($m^2 a$) | Elektrizitätsbasisbedarf Beleuchtung in Abhängigkeit der Nutzung |
| $E_{Basisbedarf,K+E}$ | kWh/($m^2 a$) | Elektrizitätsbasisbedarf Kleingeräte+Elektronik in Abhängigkeit der Nutzung |
| E_{Bel} | kWh/a | Elektrizitätsbedarf für Beleuchtung |
| $E_{C,Nutz}$ | kWh/a | Elektrizitätsbedarf Kälteförderung |
| E_{CO2} | kg/($m^2 a$) | CO ₂ -Emissionen |
| E_{THGE} | kg/($m^2 a$) | Treibhausgasemissionen |
| $E_{el,anr}$ | kWh/a | Anrechenbare elektrische Ertrag aus vor Ort produzierter Elektrizität |
| $E_{el,C}$ | kWh/a | Elektrizitätsbedarf Kühlung |
| $E_{el,C;klein}$ | kWh/($m^2 a$) | spez. Kühlbedarf für Geräte mit kleiner Leistung |

| | | |
|---|------------------------|---|
| $E_{el, std}$, $E_{el, std, Nutz}$ | kWh/a | Gesamtsumme Elektrizitätsbedarf, Elektrizitätsbedarf pro Nutzung |
| $E_{el, ref}$ | kWh/(m ² a) | Elektrizitätsbedarf Standardwerte |
| E_{G+I} | kWh/a | Elektrizitätsbedarf für Geräte und Installationen |
| E_{GasKB} , E_{GasK} , E_{GasB} , | kWh/a | Energiebedarf Erdgas für Kochen und Backen |
| $E_{HE, WEi}$, $E_{HE, WEi, hilfs}$, $E_{HE, hilfs}$ | kWh/a | Endenergie und Hilfsenergie Heizung für einen Wärmeerzeuger WE _i , Hilfsenergie gesamt |
| $E_{hu, Nutz}$ | kWh/a | Elektrizitätsbedarf Klima und Befeuchtung |
| E_{K+E} | kWh/a | Elektrizitätsbedarf für Kleingeräte und Elektronik |
| E_P , $E_{P, ref}$ | kWh/a | Projektwert und Referenzwert Gebäudeeffizienz |
| E_{PV} | kWh/a | Photovoltaikertrag |
| $E_{PV, ref}$ | kWh/(m ² a) | Anrechenbarer Photovoltaikertrag der Referenzanlage |
| $E_{Qualität, G+I}$ | kWh/a | Elektrizitätsbedarf in Abhängigkeit von der Qualität für Geräte und Installationen |
| $E_{spez, Nutz}$ | kWh/(m ² a) | Spezifischer Elektrizitätsbedarf der Nutzung |
| E_V , $E_{V, eff, Nutz}$, $E_{V, std, Nutz}$, $E_{V, Nutz}$ | kWh/a | Elektrizitätsbedarf Lüftung: Summe, sonstige Lüftungsanlagen, Kleinanlagen mit Standardwerten, Lüftung + Vereisungsschutz |
| EVR | - | Eigenverbrauchsrate |
| $E_{WW, WEi}$, $E_{WW, WEi, hilfs}$, $E_{WW, hilfs}$ | kWh/a | Endenergie und Hilfsenergie Warmwasser für einen Wärmeerzeuger WE _i , Hilfsenergie gesamt |
| $E_{W, az, j}$ | kWh/a | Elektrizitätsbedarf Zirkulation |
| $E_{W, ah}$ | kWh/a | Elektrizitätsbedarf Heizband |
| $E_{W, a, j}$ | kWh/a | Elektrizitätsbedarf für Pumpen im versorgten Bereich j |
| E_{WKK} | kWh/a | Elektrizitätsertrag aus WKK/BHKW |
| E_{WVA} | kWh/a | Elektrizitätsbedarf für Weitere Verbraucher |
| f_b | - | Belegungsfaktor |
| f_{CH} , $f_{CH, WE}$, $f_{CH, el}$, $f_{CH, Öl}$, $f_{CH, Erdgas}$ | - | Nationaler Gewichtungsfaktor: entsprechend des Energieträgers des Wärmeerzeugers, Elektrizität, Öl, Erdgas |
| f_{cor} | - | Temperaturkorrektur |
| f_{CO2} | kg/kWh | CO ₂ -Faktoren |
| $f_{H, STOK, wb}$ | - | Faktor für die Ausführungsqualität der Anschlüsse des Speichers. |

| | | |
|--------------------------------------|-------------|---|
| $f_{H,WEi,STOK}$ | - | Faktor für die Zuordnung des Heizungsspeichers k zum Wärmeerzeuger WEi. |
| $f_{H,WEi,STOK,ls}$ | - | Faktor für den Anteil der Verluste des Heizungsspeichers k für den Wärmeerzeuger WEi. |
| f_{HB} | - | Faktor Heizband |
| F_{korr} | m/h | Einheitenkorrekturfaktor |
| f_{Netz} | - | Anrechenbarer Anteil der Netzeinspeisung |
| $f_{Qualität,Bel}, f_{Qualität,B+G}$ | - | Faktor zur Skalierung des Basisbedarfs auf die gewählte Qualität: Beleuchtung, Betriebseinrichtungen+Geräte |
| $f_{STOK,HD}$ | - | Faktor für das Verhältnis der Speicherhöhe zum Speicherdurchmesser |
| $f_{W,STOK,wb}$ | d/a | Faktor für die Ausführungsqualität der Anschlüsse des Speichers |
| $f_{WE,a}$ | - | Faktor Hilfsenergie Wärmeerzeuger |
| $f_{WE,ae}$ | - | Faktor für Hilfsaggregate |
| $f_{WE,af}$ | - | Faktor für Feuerung |
| $f_{WE,ak}$ | - | Faktor für Wärmeerzeuger nur für Heizung oder nur für Warmwasser |
| $f_{WE,au}$ | - | Faktor für Umwälzpumpe |
| $f_{WW,dis,hor,ls,j}$ | - | Faktor für die Lage der horizontalen Verteilleitungen WW im Bereich j |
| $f_{WW,mit}, f_{WW,ohne}$ | - | Anteil der Waschmaschinen mit/ohne Warmwasseranschluss an der Gesamtsumme der Waschmaschinen |
| $f_{WW,rück,ls,WEi}$ | - | Faktor für die Aufteilung der rückgewinnbaren Verluste auf den Wärmeerzeuger i |
| $f_{WW,WEi,STOK}$ | - | Faktor für die Zuordnung des Warmwasserspeichers k zum Wärmeerzeuger WEi |
| $f_{WW,WEi,STOK,ls}$ | - | Faktor für den Anteil der Verluste des WW-Speichers k für den Wärmeerzeuger WEi |
| h | $W/(m^2 K)$ | Wärmeübertragungskoeffizient |
| i | - | Laufindex für Wärmeerzeuger, $i = 1 \dots N_{WE}$ |
| j | - | Laufindex für versorgte Bereiche, $j = 1 \dots N_{Ber}$ |
| $JAZ_{HE,ref}$ | - | Referenzwert: Jahresarbeitszahl für Heizung |
| $JAZ_{WW,ref}$ | - | Referenzwert: Jahresarbeitszahl für Warmwasser |

| | | |
|---|---|--|
| k | - | Laufindex für Raumnutzungen, $k = 1 \dots N_{RNutz}$ |
| k_{GHG} | kg/kWh | Treibhausgasemissionsfaktor |
| K | 1/m | Parameter für Ventilatorantrieb |
| L | m | Länge der horizontalen und vertikalen des Verteilnetzes |
| L_{circ} | m/m ² | Durchschnittliche Länge der Wärmeverteilleitungen bezogen auf die Energiebezugsfläche |
| n | - | Laufindex für Nutzungen, $n = 1 \dots N_{Nutz}$ |
| n_{cp} | - | Anzahl wasserführender Stutzen |
| N_{Ber} | - | Anzahl versorgte Bereiche |
| $N_{Geräte}, N_{GeräteK/B}, N_{GeräteC}$ | - | Anzahl Geräte, Anzahl Herde (Kochen) bzw. Backöfen, Anzahl Kühlgeräte |
| N_{Nutz} | - | Anzahl Nutzungen (Zonen im Gebäude) |
| $N_{RaumPers}$ | - | Anzahl Räume mit Zuluft (Wohnen) oder Anzahl Personen (Verwaltung/Schule) |
| N_{RNutz} | - | Anzahl Raumnutzungen |
| N_{Typ} | - | Anzahl Gerätetypen |
| N_{WE} | - | Anzahl Wärmeerzeuger |
| N_{Whg} | - | Anzahl Wohnungen im Gebäude |
| N_{Zimmer} | - | mittlere Zimmeranzahl der Wohnungen |
| P_{el} | kW | Leistung des Gerätes |
| $P_{el,C}$ | W _{el} /m ² | elektrischer Leistungsbedarf eines Kühlgerätes pro m ² EBF |
| $Q_{th,std,Nutz}, Q_{th,std,eff,Nutz}, Q_{th,eff,Nutz}$ | m ³ /(h m ²) | Flächenbezogener thermisch wirksamer Aussenluftvolumenstrom in Abhängigkeit von der Nutzung: standard, für Kleinanlagen mit Standardwerten, für sonstige Lüftungsanlagen |
| $Q_{H,eff}, Q_{H,li}$ | kWh/(m ² a) MJ/(m ² a) | Heizwärmebedarf: effektiv, Neubau-Grenzwert |
| $Q_{l,P}$ | kWh/(m ² a) | Wärmeeinträge durch Personen gemäss SIA 380/1 |

| | | |
|---|---|---|
| $Q_{P, \text{std, Nutz, n}}$ | W/P | Standardnutzungsdaten für Wärmeabgabe durch Personen gemäss SIA 380/1 entsprechend der Nutzung n |
| $Q_{WW, WEi, sto, ls}$ | kWh/a | Speicherverluste eines Wärmeerzeugers WEi für Warmwasser |
| Q_w | $\text{kWh}/(\text{m}^2 \text{a})$ $\text{MJ}/(\text{m}^2 \text{a})$ | Nutzenergiebedarf Warmwasser |
| $Q_{W_Sp\ddot{u}l}, Q_{ww_Sp\ddot{u}l}$ | $\text{kWh}/(\text{m}^2 \text{a})$ | Zusätzlicher Wärmebedarf/Nutzwärmebedarf für Warmwasser durch eine Spülmaschine |
| $Q_{W_Wasch}, Q_{ww_Wasch}$ | $\text{kWh}/(\text{m}^2 \text{a})$ | Zusätzlicher Wärmebedarf/Nutzwärmebedarf für Warmwasser durch eine Waschmaschine |
| $Q_{x,y,dis,ls,z,j}$ | $\text{kWh}/(\text{m}^2 \text{a})$ | Verluste Wärmeverteilung im versorgten Bereich j für: Heizung, Leitungen horizontal, (wirksam) Warmwasser, Leitungen horizontal, Warmwasser, Leitungen vertikal, Warmwasser, Leitungen horizontal (wirksam) Warmwasser, Leitungen vertikal (wirksam) Summe wirksamer Leitungsverluste Warmwasser |
| $Q_{WW, r\ddot{u}ck, ls}$ | kWh/a | rückgewinnbaren Verluste Warmwasser |
| $Q_{HE, STOK, ls}, Q_{WW, STOK, ls}$ | kWh/a | Speicherverlust: Heizung, Warmwasser |
| $Q_{80\%WW, WEi, r\ddot{u}ck, ls}$ | kWh/a | rückgewinnbaren Verluste Warmwasser auf den Wärmeerzeuger WEi |
| r_{ws} | m | Rohrwandstärke |
| $R_{H, \text{ref}}, R_{P, \text{ref}}$ | - | Kennwert Heizwärmebedarf, Kennwert Gesamtenergieeffizienz |
| s_d | m | Dämmstärke |
| $s_{\text{Nutz, n}}$ | °C | Parameter der Standardnutzung n |
| t_c | d | Länge Berechnungsschritt in Tagen |
| $t_{be, dis}$ | h/a, d/a | Betriebsdauer der Wärmeverteilung bzw. des Warmwasserspeichers mit Standardwert $t_{be, dis} = 365$ Tage pro Jahr |
| $t_{be, dis}, t_{be, Zirk}, t_{be, WVA}, t_{be, V}$ | h | Betriebsdauer Wärmeverteilung, Zirkulation, Geräte, sonstige Lüftungsanlagen |
| $t_{el,C}$ | h/a | Betriebsdauer der Kühlgeräte |
| $t_{el,dis}$ | h/a | Betriebsdauer der Wärmeverteilung zur Berechnung der Hilfsenergie |
| $t_{P, \text{std, Nutz, n}}$ | h/d | Standardnutzungsdaten für Präsenzzeit pro Tag gemäss SIA 380/1 entsprechend der Nutzung n |
| $U_{WE1/2}, U_{WD \leq 2m}, U_{H, STOK}$ | $\text{W}/(\text{m}^2 \text{K})$ | U-Werte von Aussenwänden, Speicherhülle |
| $V_{H, STOK}$ | l | Speichervolumen |

| | | |
|--------------------------------|-----------------|--|
| $V'_{Luft,Nutz}$ | m^3/h | Luftvolumenstrom der Nutzung |
| $V'_{Nenn,Nutz}$ | m^3/h | Nennvolumenstrom der Nutzung |
| $V'_{Nenn,Nutz,eff}$ | m^3/h | effektiver Nennvolumenstrom der Nutzung |
| $V'_{min,Nutz}$ | m^3/h | Mindestvolumenstrom der Nutzung |
| v_o | $m^3/(h m^2)$ | flächenbezogener Infiltrationsvolumenstrom |
| W_{pipe} | $m K/W$ | Verlustwiderstand von Rohrleitungen |
| x,y,z | - | Platzhalter für Heizung/Warmwasser, Wärmeerzeuger und Ausrichtung der Verteilleitung |
| $\Delta\theta$ | K | Temperaturdifferenz |
| η_g | - | Ausnutzungsgrad |
| $\eta_{HE,WEi}, \eta_{WW,WEi}$ | - | Nutzungsgrade/Jahresarbeitszahlen von Wärmeerzeugern WE_i für Heizung/Warmwasser (Basis Hi) |
| η_{WT} | - | Wärmerückgewinnung des Wärmetauschers |
| λ | $W/(m \cdot K)$ | Wärmeleitfähigkeit |
| $\theta_{e,avg}$ | $^{\circ}C$ | Jahresmitteltemperatur |
| θ_{HK} | $^{\circ}C$ | mittlere Heizkreistemperatur |
| θ_U | $^{\circ}C$ | Umgebungslufttemperatur |
| θ_W | $^{\circ}C$ | Warmwassertemperatur |
| $\theta_{W,STOK}$ | $^{\circ}C$ | Speichertemperatur |