



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

# Normierung des GEAK

Version 2.2.0

Von der EnDK anlässlich der Plenarversammlung vom 18. März 2024 verabschiedet.

Bern, 18. März 2024

**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/](http://www.fhnw.ch/habg/iebau/)

**Autor/in**

Monika Hall

**Mit Unterstützung der GEAK Fach- und Geschäftsstelle**

Christian Amoser (FHNW)  
Matthias Bringolf (FHNW)  
Daniel Fuchs (FHNW)  
Olivier Meile (CECB)  
Gregor Steinke (FHNW)  
Karine Wesselmann (FHNW)

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	7
1.1	Zielsetzung	7
1.2	Mischnutzungen	7
1.3	Hinweise	8
2	Heizwärmebedarf	9
3	Heizung und Warmwasser	11
3.1	Allgemeines	11
3.2	Wärmeerzeuger	11
3.3	Holzofen als Zusatzheizung	12
3.4	Speichertypen	12
3.5	Wärmeverluste	14
3.6	Zuordnung der Speicherverluste auf Wärmeerzeuger	21
3.7	Rückgewonnene Verluste für Heizung	24
3.8	Endenergie	26
3.9	Hilfsenergie	28
3.10	Referenztabellen Heizung und Warmwasser	31
4	Lüftung	36
4.1	Allgemeines	36
4.2	Kleinanlagen mit Standardwerten	38
4.3	Sonstige Lüftungsanlagen	40
4.4	Referenztabellen Lüftung	42
5	Vor Ort produzierter elektrischer Ertrag aus PV und WKK/BHKW	44
6	Elektrizität	45
6.1	Allgemeines	45
6.2	Wohnen	46
6.3	Referenztabellen Wohnen	52
6.4	Zweckbauten	55
6.5	Referenztabellen Zweckbauten	57
7	Etikette	62
7.1	Projektwerte	62
7.2	Referenzwerte	66
7.3	Kennwerte und Klassierung	68

8	Beurteilung	70
8.1	Gebäudehülle	70
8.2	Gebäudetechnik	72
9	Literaturverzeichnis	74
10	Symbole, Einheiten und Begriffe	76

## Versionsindex

Version	Datum	Änderung	Stelle
2.2.0	18.3.2024	Hilfsenergie Zirkulation/Heizband Neue Tabelle für Betriebsdauer der Verteilungen 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 Ergänzung neuer Wärmeerzeuger Ergänzung Biogas Ergänzung $f_{cor}$ Aktualisierung Text	Abb.1, 2 Gl. 4, 8, 9 Gl. 17, 18 Gl. 19 Gl. 20 Tab. 6 Tab. 11 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 <sub>2</sub> -Emissionen Update Literaturverzeichnis Update Symbole, Einheiten und Begriffe Update Fussdiagramm Heizung Update Fussdiagramm Warmwasser Update Fussdiagramm Lüftung	Kap.3.2, 3.3 Kap. 3.5.2 Kap. 3.5.2 Kap. 3.6 Kap. 3.7 Kap. 3.8 Kap. 3.9 Kap. 7 Kap. 9 Kap. 10 Abb. 3 Abb. 4 Abb. 5

		Zentral + dezentral & Solarspeicher gelöscht Verluste Speicherstutzen Ergänzung Holzofen als Zusatzheizung Umstellung auf SIA 380/1:2016	Tab. 9 Tab. 10 div. Stellen
1.0.1	27.11.2020	Korrektur Formel Belegungsfaktor	S. 47, Gl. 36
1.0.0	09.03.2020	1. Ausgabe	-

# 1 Einleitung

## 1.1 Zielsetzung

Die Normierung des GEAK definiert die Methodik zur Berechnung der Kennwerte sowie die Klassierung der Effizienz Gebäudehülle, der Effizienz Gesamtenergie und der direkten CO<sub>2</sub>-Emissionen (Abb. 1) und die Beurteilung von Gebäudehülle und -technik (Abb. 2).

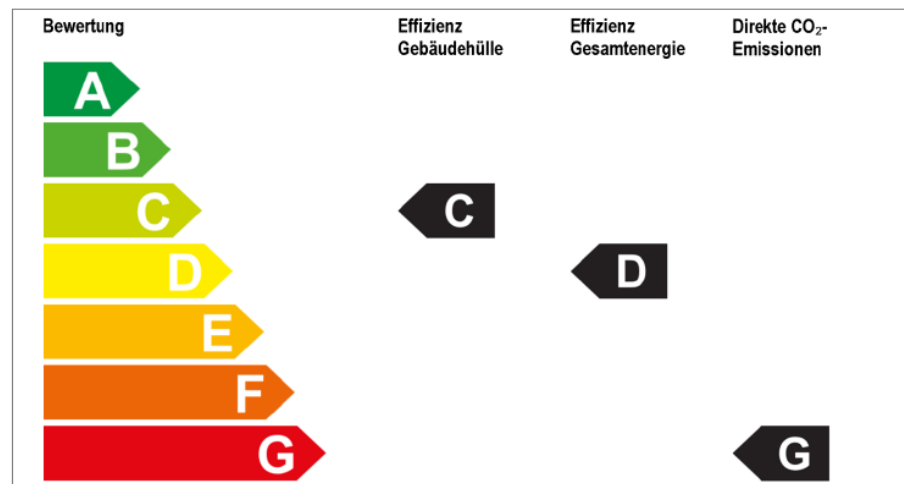


Abb. 1 Etiketle des GEAK.

Gebäudehülle				Gebäudetechnik			
	intakt	leicht abgenutzt	abgenutzt		Heizung	Warmwasser	Elektrizität
sehr gut		Wa g. u.		sehr gut			
gut				gut			
mittelmässig		Da, Fe		mittelmässig			
ungenügend		Wa, Bo g. u.		ungenügend			

Abb. 2 Beurteilung der Gebäudehülle und -technik auf dem GEAK Dokument S.2.

## 1.2 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.

- 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 Etiketete 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.

### 1.3 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/(m<sup>2</sup> a). Da aber zum Teil die Berechnungsgrundlage noch aus dem Jahr 2009 stammt, sind gewisse Werte bzw. Gleichungen in MJ/a bzw. MJ/(m<sup>2</sup> 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/(m<sup>2</sup>a) und MJ/(m<sup>2</sup>a) 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 Dichtheit 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  $a_o$  und  $T_o$  (Gl. 1) zur Bestimmung des Ausnutzungsgrades  $\eta_g$

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 <sub>Nutz</sub>	[-]	Anzahl Nutzungen
S <sub>Nutz,n</sub>	[Einheit]	Parameter der Standardnutzungsdaten bzw. Konstanten a <sub>0</sub> und T <sub>0</sub> der Nutzung n
A <sub>E,Nutz,n</sub>	[m <sup>2</sup> ]	Energiebezugsfläche der Nutzung n
A <sub>E</sub>	[m <sup>2</sup> ]	Energiebezugsfläche gesamt

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

Bei einer Mischnutzung (Einzonnenmodell) gilt Gl. 2 für den gesamten Wärmeinträge durch Personen Q<sub>I,P</sub> bei der Berechnung des Heizwärmebedarfs 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 <sup>2</sup> a)]	Gl. 2
---	--------------------------	-------

n	[-]	Laufindex
N <sub>Nutz</sub>	[-]	Anzahl Nutzungen
Q <sub>P,std,Nutz,n</sub>	[W/P]	Standardnutzungsdaten für Wärmeabgabe durch Personen gemäss SIA 380/1:2016 entsprechend der Nutzung n
t <sub>P,std,Nutz,n</sub>	[h/d]	Standardnutzungsdaten für Präsenzzeit pro Tag gemäss SIA 380/1:2016 entsprechend der Nutzung n
A <sub>P,std,Nutz,n</sub>	[m <sup>2</sup> /P]	Standardnutzungsdaten für Personenfläche gemäss SIA 380/1:2016 entsprechend der Nutzung n
t <sub>c</sub>	[d]	Länge Berechnungsschritt
A <sub>E,Nutz,n</sub>	[m <sup>2</sup> ]	Energiebezugsfläche der Nutzung n
A <sub>E</sub>	[m <sup>2</sup> ]	Energiebezugsfläche gesamt

## 3 Heizung und Warmwasser

### 3.1 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.

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

Versorgter 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. 5)
- 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)

### 3.3 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 Versorgungsbereichen 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 Verteilungsverluste.

### 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)
- Speichergösse (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. Volumengösse: 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.

### 3.5 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.

#### 3.5.1 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 Verteilungsverluste getrennt betrachtet.

Verteilungsverluste 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
--	---------	-------

WE <sub>i</sub>	[-]	Wärmeerzeuger WE <sub>i</sub>
y,z,j	[-]	Platzhalter für y: Heizung/Warmwasser, z: Ausrichtung der Verteilungen und j: versorgter Bereich
λ <sub>1</sub> , λ <sub>2</sub>	[W/(m K)]	Wärmeleitfähigkeit der Verteilung: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ungedämmt: Wärmeleitfähigkeit des Rohres: λ<sub>1</sub> = 50 W/(m K)</li> <li>▪ gedämmt: Wärmeleitfähigkeit gemäss Eingabe λ<sub>2</sub> (ist für horizontale und vertikale Leitungen gleich)</li> <li>▪ teilweise gedämmt: Wärmeleitfähigkeit gemäss Eingabe λ<sub>2</sub> <ul style="list-style-type: none"> <li>– horizontale Leitungen: gedämmt</li> <li>– vertikale Leitungen: ungedämmt</li> </ul> </li> </ul>

$h_i$	[W/(m <sup>2</sup> K)]	Wärmeübergangskoeffizient innen (Heizungswasser Rohrwand) 2000 W/(m <sup>2</sup> K) gemäss SIA 381/3:2013 (Tab.13)
$h_a$	[W/(m <sup>2</sup> K)]	Wärmeübergangskoeffizient der Leitungen: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ungedämmt: 13 W/(m<sup>2</sup>·K)</li> <li>▪ gedämmt: 7.5 W/(m<sup>2</sup>·K)</li> </ul>
$d_1$	[m]	Innendurchmesser Rohr $d_1 = 2 \cdot a$ 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 <sup>2</sup> multipliziert mit der Energiebezugsfläche des jeweiligen versorgten Bereichs.
$\Delta\theta$	[K]	<p>Für Heizung: Temperaturdifferenz der mittleren Heizkreistemperatur <math>\theta_{HK}</math> (Tab. 3, ohne oder mit unbekanntem hydraulischen Abgleich) und Tab. 4, bekannter hydraulischer Abgleich) zur Umgebungsluft <math>\theta_U</math>: <math>\Delta\theta = \theta_{HK} - \theta_U</math></p> <p>Für Warmwasser: Temperaturdifferenz der Warmwassertemperatur zur Umgebungsluft (<math>\theta_{ww} = 60</math> °C): <math>\Delta\theta = \theta_{ww} - \theta_U</math></p> <p>Umgebungsluft <math>\theta_U</math> für Leitungsabschnitte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ausserhalb der thermischen Gebäudehülle: 13 °C</li> <li>▪ innerhalb der thermischen Gebäudehülle: 20 °C (vertikale Verteilungen sind immer innerhalb der therm. Hülle)</li> </ul>
$t_{be,dis}$	[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 (Abb. 3), wenn

- Art der Beheizung: «zentral»

und

- Lage der horizontalen Verteilungen «ausserhalb der thermischen Gebäudehülle»

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

Verluste der vertikalen Verteilungen 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].

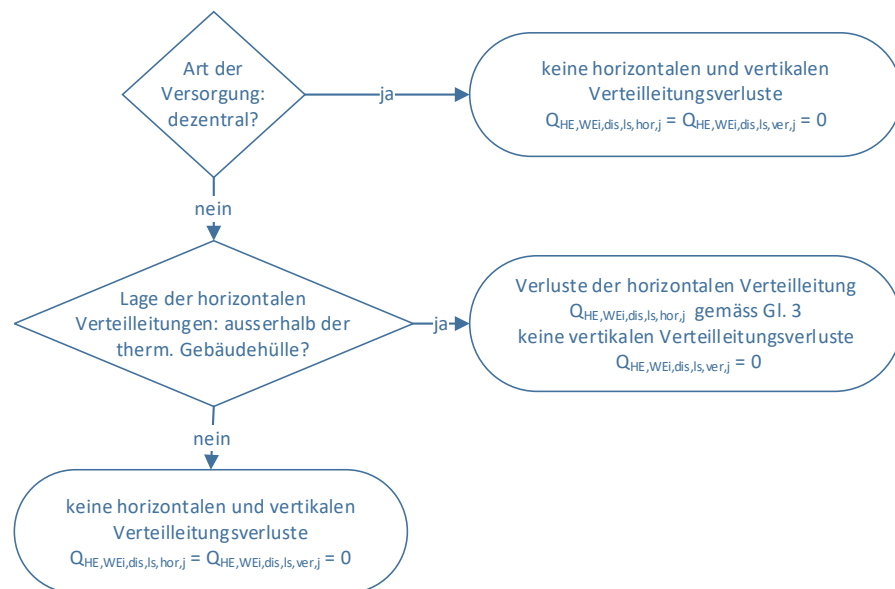


Abb. 3 Flussdiagramm Verteilungsverluste für Heizung.

#### 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<sub>i</sub> 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
--	---------	-------

WE <sub>i</sub>	[-]	Wärmeerzeuger WE <sub>i</sub>
j	[-]	Versorgter Bereich j
hor, ver	[-]	Horizontal, vertikal
Q <sub>WW,WEi,dis,ls,hor,j</sub>	[kWh/a]	Horizontale Verteilungsverluste des Bereichs j (Gl. 3)
Q <sub>WW,WEi,dis,ls,ver,j</sub>	[kWh/a]	Vertikale Verteilungsverluste des Bereichs j (Gl. 3)

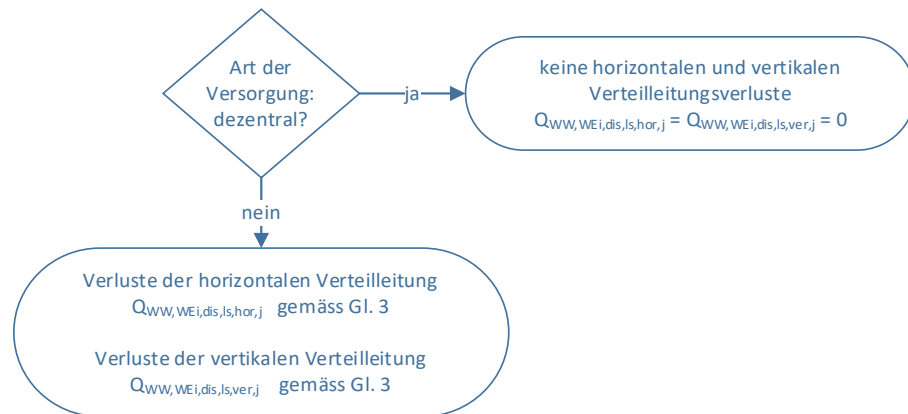


Abb. 4 Flussdiagramm Verteilungsverluste für Warmwasser.

### 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 <sup>2</sup> ]	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 <sup>2</sup> ]	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 <sup>2</sup> ·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"> <li>▪ für Speichereinhalt ≤ 400 Liter, <math>U_{H,STOK} = 0.43</math> W/(m<sup>2</sup>·K)</li> <li>▪ für Speichereinhalt &gt; 400 und ≤ 2000 Liter, <math>U_{H,STOK} = 0.37</math> W/(m<sup>2</sup>·K)</li> <li>▪ für Speichereinhalt &gt; 2000 Liter, <math>U_{H,STOK} = 0.30</math> W/(m<sup>2</sup>·K)</li> </ul>

$\Delta\theta$	[K]	<p>Temperaturdifferenz der Speichertemperatur zur Umgebungsluft <math>\theta_U</math>. Die Speichertemperatur entspricht der maximalen mittleren Heizkreistemperatur <math>\theta_{HK,max}</math> der vom zugeordneten Wärmeerzeuger versorgten Bereiche zzgl. 5 K.</p> $\Delta\theta = \theta_{HK,max} + 5 \text{ K} - \theta_U$ <p><math>\theta_{HK,max}</math> gemäss Tab. 3 bzw. Tab. 4</p> <p>Umgebungsluft <math>\theta_U</math> für Speicher:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aufstellort ausserhalb der thermischen Gebäudehülle: 13 °C</li> <li>▪ Aufstellort innerhalb der thermischen Gebäudehülle: 20 °C</li> </ul>
$t_{be,dis}$	[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 <math>d_{sto,WD}</math> 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"> <li>▪ für Speichereinheit <math>\leq 400</math> Liter, <math>d_{sto,WD} = 0.11</math> m</li> <li>▪ für Speichereinheit <math>&gt;400</math> und <math>\leq 2000</math> Liter, <math>d_{sto,WD} = 0.13</math> m</li> <li>▪ für Speichereinheit <math>&gt; 2000</math> Liter, <math>d_{sto,WD} = 0.16</math> m</li> </ul>

**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  $k$  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 Elektro-speicher, 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 $\theta_U$ für Leitungsabschnitte: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ausserhalb der thermischen Gebäudehülle: 13 °C</li> <li>▪ innerhalb der thermischen Gebäudehülle: 20 °C</li> </ul>
$\theta_{w,STOK}$	[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.

### 3.6 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.

#### 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 <sub>WE</sub>	[-]	Anzahl Wärmeerzeuger
N <sub>Ber</sub>	[-]	Anzahl versorgte Bereiche
N <sub>STO</sub>	[-]	Anzahl Speicher
f <sub>H,WEi,STOK</sub>	[-]	Faktor für die Zuordnung des Heizungsspeichers k zum Wärmeerzeuger WE <sub>i</sub> . <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Wenn der Speicher dem Wärmeerzeuger zugeordnet ist, ist f<sub>H,WEi,STOK</sub> = 1.</li> <li>▪ Wenn der Speicher dem Wärmeerzeuger nicht zugeordnet ist, ist f<sub>H,WEi,STOK</sub> = 0.</li> </ul>
Q <sub>H,eff</sub>	[kWh/(m <sup>2</sup> a)]	Eff. Heizwärmebedarf (ist für alle Bereiche gleich)
A <sub>E,Berj</sub>	[m <sup>2</sup> ]	Flächen des versorgten Bereichs j
Q <sub>HE,WEi,dis,ls,hor,j</sub>	[kWh/a]	Horizontale Verteilungsverluste des Wärmeerzeugers WE <sub>i</sub> für den versorgten Bereich j
DG <sub>WEi,j</sub>	[-]	Deckungsgrad des versorgten Bereiches j durch den Wärmeerzeuger WE <sub>i</sub>
Zähler		Wärmebedarf zzgl. Verteilverluste HE für alle vom Wärmeerzeuger WE <sub>i</sub> versorgten Bereichen j, multipliziert mit dem Faktor für die Zuordnung des Heizungsspeichers k zum Wärmeerzeuger WE <sub>i</sub>

Nenner		Die Summer des Wärmebedarfs zzgl. der Verteilverluste HE aller Wärmeerzeuger WE <sub>i</sub> und versorgten Bereiche j, jeweils multipliziert mit dem entsprechenden Faktor für die Zuordnung des Heizungsspeichers k zum Wärmeerzeuger WE <sub>i</sub>
--------	--	---

**Speicherwärmeverluste Heizung pro Wärmeerzeuger**

Für den Wärmeerzeuger WE<sub>i</sub> berechnet sich die Summe der Heizungsspeicherwärmeverluste aller Heizungsspeicher wie folgt:

$Q_{HE,WEi,STO,ls} = \sum_{k=1}^{N_{STO}} (Q_{HE,STOk,ls} \cdot f_{H,WEi,STOk,ls})$	[kWh/a]	Gl. 10
---	---------	--------

k	[-]	Laufindex
N <sub>STO</sub>	[-]	Anzahl Speicher
Q <sub>HE,STOk,ls</sub>	[kWh/a]	Verluste des Heizungsspeichers k (Gl. 6)
f <sub>H,WEi,STOk,ls</sub>	[-]	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<sub>i</sub>:

$$f_{WW,WEi,STOk,ls} = \frac{\sum_{j=1}^{N_{Ber}} \left( (Q_{W,ref} + Q_{WW,Wasch} + Q_{WW,Spül}) \cdot A_{E,Berj} + Q_{WW,WEi,dis,ls,j} \right) \cdot DG_{WEi,j} \cdot f_{WW,WEi,STOk}}{\sum_{i=1}^{N_{WE}} \left( \sum_{j=1}^{N_{Ber}} \left( (Q_{W,ref} + Q_{WW,Wasch} + Q_{WW,Spül}) \cdot A_{E,Berj} + Q_{WW,WEi,dis,ls,j} \right) \cdot DG_{WEi,j} \right) \cdot f_{WW,WEi,STOk}}$$

wenn ein Speicher einem WE<sub>i</sub> nicht zugeordnet ist, dann  $f_{WW,WEi,STOk,ls} = 0$       [-]      Gl. 11

i, j, k	[-]	Laufindex
N <sub>WE</sub>	[-]	Anzahl Wärmeerzeuger
N <sub>Ber</sub>	[-]	Anzahl versorgte Bereiche
N <sub>STO</sub>	[-]	Anzahl Speicher
f <sub>WW,WEi,STOk</sub>	[-]	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 <sub>W,ref</sub>	[kWh/(m <sup>2</sup> a)]	Nutzenergiebedarf Warmwasser gemäss SIA 380/1 (Tab. 40) bzw. für Mischnutzungen berechnet aus den flächengemittelten Werten (Kap. 1.2).
Q <sub>WW_Wasch</sub>	[kWh/(m <sup>2</sup> a)]	Zusätzlicher Nutzwärmebedarf Warmwasser durch Waschmaschinen mit Warmwasseranschluss, (Gl. 43)
Q <sub>WW_Spül</sub>	[kWh/(m <sup>2</sup> a)]	Zusätzlicher Nutzwärmebedarf Warmwasser durch Spülmaschinen mit Warmwasseranschluss (Gl. 42)
A <sub>E,Berj</sub>	[m <sup>2</sup> ]	Flächenanteil des jeweiligen versorgten Bereichs
Q <sub>WW,WEi,dis,ls,j</sub>	[kWh/a]	Verluste der Verteilleitungen für Warmwasser für den Wärmeerzeuger WE <sub>i</sub> im versorgten Bereich j, (Gl. 5)
DG <sub>WEi,j</sub>	[-]	Deckungsgrad des Wärmeerzeugers WE <sub>i</sub> 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 Summer 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<sub>i</sub> 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 <sub>STO</sub>	[-]	Anzahl Speicher
Q <sub>WW,STOk,ls</sub>	[kWh/a]	Verluste des Warmwasserspeichers k (Gl. 8)
f <sub>WW,WEi,STOk,ls</sub>	[-]	Faktor für den Anteil der Verluste des WW-Speichers k für den Wärmeerzeuger WE <sub>i</sub>

### 3.7 Rückgewonnene Verluste für Heizung

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<sub>WW,rück,ls</sub>:

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

mit den rückgewinnbaren Verlusten vom Heizband für jeden Wärmeerzeuger WE<sub>i</sub> 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 Verteilungsverluste des Bereichs j (Gl. 3)
$Q_{WW,WEi,dis,ls,ver,j}$	[kWh/a]	Vertikale Verteilungsverluste des Bereichs j (Gl. 3)
$f_{WW,dis,hor,ls,j}$	[-]	Faktor für die Lage der horizontalen Verteilungen WW im Bereich j: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ausserhalb der thermischen Gebäudehülle = 0</li> <li>▪ innerhalb der thermischen Gebäudehülle = 1</li> </ul>
$DG_{WEi,j}$	[-]	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: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ausserhalb der thermischen Gebäudehülle = 0</li> <li>▪ innerhalb der thermischen Gebäudehülle = 1</li> </ul>
$f_{HB}$	[-]	Faktor Heizband: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ja: <math>f_{HB} = 1</math>,</li> <li>▪ nein: <math>f_{HB} = 0</math></li> </ul>

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 <sup>2</sup> a)]	Eff. Heizwärmebedarf (ist für alle Bereiche gleich)
$A_{E,Berj}$	[m <sup>2</sup> ]	Flächen des versorgten Bereichs j

$Q_{HE,WEi,dis,ls,hor,j}$	[kWh/a]	Horizontale Verteilungsverluste 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 $i$ 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
$f_{WW,rück,ls,WEi}$	[-]	Faktor für die Aufteilung der rückgewinnbaren Verluste auf den Wärmeerzeuger $i$
$\eta_g$	[-]	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
---	---------	--------

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

$Q_{HE,WEi,dis,ls,hor,j}$	[kWh/a]	Horizontale Verteilungsverluste des Wärmeerzeugers $WE_i$ für den versorgten Bereich j
$Q_{80\%,WW,WEi,dis,ls}$	[kWh/a]	Für die Heizung anrechenbare thermisch wirksame Verteilungsverluste des Warmwassers (Gl. 16)
$Q_{HE,WEi,STO,ls}$	[kWh/a]	Speicherverluste aller Heizungsspeicher 1 bis n pro Wärmeerzeuger $WE_i$ (Gl. 10)
$\eta_{HE,WEi}$	[-]	Jahresnutzungsgrad des Wärmeerzeugers (Basis $H_i$ )
$Dim_{WEi}$	[-]	Faktor der Überdimensionierung des Wärmeerzeugers $WE_i$
$DG_{WEi,j}$	[-]	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	[-]	Laufindex
$N_{Ber}$	[-]	Anzahl versorgte Bereiche
$\eta_{WW,WEi}$	[-]	Jahresnutzungsgrad des Wärmeerzeugers (Basis $H_i$ )
$Q_{w,ref}$	[kWh/(m <sup>2</sup> 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 <sup>2</sup> a)]	Zusätzlicher Nutzwärmebedarf Warmwasser durch Waschmaschinen mit Warmwasseranschluss (Gl. 43)
$Q_{ww\_Spül}$	[kWh/(m <sup>2</sup> a)]	Zusätzlicher Nutzwärmebedarf Warmwasser durch Spülmaschinen mit Warmwasseranschluss (Gl. 42)
$A_{E,Berj}$	[m <sup>2</sup> ]	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 Verteilungen 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

### 3.9 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>	<b>[MJ/a]</b>	Gl. 19
---	---------------	--------

j	[-]	Laufindex
N <sub>Ber</sub>	[-]	Anzahl versorgte Bereiche
A <sub>E,Berj</sub>	[m <sup>2</sup> ]	Fläche des jeweiligen versorgten Bereichs j
Q <sub>H,eff</sub>	<b>[MJ/(m<sup>2</sup> a)]</b>	Eff. Heizwärmebedarf (ist für alle Bereiche gleich, Achtung Einheit)
f <sub>WEi,au</sub>	[-]	Umwälzpumpe (Tab. 12)
f <sub>WEi,af</sub>	[-]	Feuerung (Tab. 12)
f <sub>WEi,ae</sub>	[-]	Hilfsaggregate (Tab. 12)
f <sub>WEi,ak</sub>	[-]	Wenn Wärmeerzeuger nur für Heizung (H) oder nur für Warmwasser (W): f <sub>WEi,ak</sub> = 1, sonst f <sub>WEi,ak</sub> = 0.65
DG <sub>WEi</sub>	[-]	Deckungsgrad des Wärmeerzeugers WE <sub>i</sub> in einem versorgten Bereich

Die einzelnen Hilfsenergien der Wärmeerzeuger Heizung werden zum Schluss zusammengefasst:

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

i	[-]	Laufindex
N <sub>WE</sub>	[-]	Anzahl Wärmeerzeuger
E <sub>HE,WEi,hilfs</sub>	<b>[MJ/a]</b>	Hilfsenergie für die einzelnen Wärmeerzeuger WE <sub>i</sub>

**Warmwasser**

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

Hilfsenergie Warmwasser (Achtung Einheit)

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

j	[-]	Laufindex
N <sub>Ber</sub>	[-]	Anzahl versorgte Bereiche
A <sub>E,Berj</sub>	[m <sup>2</sup> ]	Flächen des jeweiligen versorgten Bereichs
Q <sub>H,eff</sub>	<b>[MJ/(m<sup>2</sup> a)]</b>	Eff. Heizwärmebedarf (ist für alle Bereiche gleich, Achtung Einheit)
f <sub>WEi,au</sub>	[-]	Umwälzpumpe (Tab. 12)
f <sub>WEi,af</sub>	[-]	Feuerung (Tab. 12)
f <sub>WEi,ae</sub>	[-]	Hilfsaggregate (Tab. 12)
f <sub>WEi,ak</sub>	[-]	Wenn Wärmeerzeuger nur Heizung (H) oder nur Warmwasser (W) versorgt: 1, sonst 0.65
E <sub>w,a,j</sub>	<b>[MJ/a]</b>	Hilfsstrom für Pumpen im versorgten Bereich (Achtung Einheit): <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Zirkulations-/Umwälzpumpe: E<sub>w,a,j</sub> = E<sub>w,az,j</sub> (Gl. 22)</li> <li>▪ Heizband: E<sub>w,a,j</sub> = E<sub>w,ah,j</sub> (Gl. 23)</li> <li>▪ keine Warmhaltung: E<sub>w,a,j</sub> = 0 (Gl. 22)</li> </ul>
DG <sub>WEi</sub>	[-]	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) [6] berechnet. Die Berechnung erfolgt für jeden versorgten Bereich getrennt.

Zirkulations-/Umwälzpumpe (Achtung Einheit)

$E_{w,az,j} = (8 + 0.2 \cdot L_{circ} \cdot A_E) \cdot \frac{t_{el,dis}}{1000} \cdot 3.6$	[MJ//a]	Gl. 22
---	---------	--------

$L_{circ}$	[m/m <sup>2</sup> ]	Durchschnittliche Länge der Wärmeverteilungen gemäss Tab. 9
$A_E$	[m <sup>2</sup> ]	Energiebezugsfläche gesamt
$t_{el,dis}$	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)

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

$Q_{WW,WEi,dis,ls,j}^*$	[kWh/a]	Verluste der Verteilungen für Warmwasser für den Wärmeerzeuger WE <sub>i</sub> 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:

$E_{WW,hilfs} = \sum_{i=1}^{N_{WE}} \frac{E_{WW,WEi,hilfs}}{3.6}$	[kWh/a]	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)

### 3.10 Referenztabellen Heizung und Warmwasser

Die Bezeichnungen HWWxx entsprechen den Bezeichnungen im GEAK Handbuch V5.1 für Experten [8].

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

Auslegung Vorlauf/Rück- lauf	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-/Rücklauf-temperatur und Überdimensionierung des Wärmeerzeugers, mit (bekanntem) hydraulischem Abgleich.

Auslegung Vorlauf/Rück- lauf	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	Einheit	Wohnen 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 Heizwärmebedarf für «zentral» und «dezentral + zentral» («dezentral»: Betriebsdauer = 0 h/a).

Betriebsdauer	Einheit	QH,eff [MJ/(m <sup>2</sup> 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	Zirkulation	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	Zirkulation	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 Wärmeverteilungen Heizung und Warmwasser in Abhängigkeit vom Gebäudetyp. Die durchschnittlichen Längen basieren auf [9].

Länge der Wärmeverteilungen	Einheit	Wohnen EFH	MFH, Verwaltung Schule, Verkauf Restaurant, Hotel
Heizung Länge vertikal	[m/m <sup>2</sup> ]	0.45	0.41
Heizung Länge horizontal	[m/m <sup>2</sup> ]	0.24	0.10
Warmwasser Länge vertikal	[m/m <sup>2</sup> ]	0.13	0.11
Warmwasser Länge horiz.	[m/m <sup>2</sup> ]	0.07	0.03

Tab. 10 Auswahllisten für verschiedene Parameter.

Art der Wärmeversorgung	Hydraulischer Abgleich	Speichertyp	Warmhaltung Warmwasser	Lage der horizontalen Verteilungen	Dämmzustand Verteilungen
zentral	ja	keiner	keine	ausserhalb der thermischen Gebäudehülle	gedämmt
dezentral	nein	Heizung	Zirkulation	innerhalb der thermischen Gebäudehülle	unge-dämmt
-	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 wärmege-dämmt, überdurchschnittliche Ausführungsqualität
gut	[-]	1.2	Anschlüsse haben Wärmesiphons <u>und</u> sind wärmege-dämmt, gute Ausführungsqualität

mittel	[-]	2	Anschlüsse haben Wärmesiphons <u>oder</u> sind wärmegeklämt
ungenügend	[-]	3	Anschlüsse haben keine Wärmesiphons <u>und</u> sind nicht wärmegeklämt

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 Umwälz-pumpe*	Faktor Feuerung	Faktor Hilfs-aggregat
	$f_{WE,au}$	$f_{WE,af}$	$f_{WE,ae}$
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 Lüftung

### 4.1 Allgemeines

Bei EFH/MFH bis 2'000 m<sup>2</sup> und bei Verwaltung/Schulen bis 1'000 m<sup>2</sup> 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 Mi-nergie [10].

Der Lüftungstyp wird pro Nutzung definiert, d.h. bei Mischnutzungen kann es bis zu drei verschiedene Lüftungstypen geben (Abb. 5). 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  $E_V$

$E_V = \sum_{n=1}^{N_{Nutz}} (E_{V,std,Nutz} + E_{V,eff,Nutz})_n$	[kWh/a]	Gl. 25
---	---------	--------

n	[-]	Laufindex
N <sub>Nutz</sub>	[-]	Anzahl Nutzungen N <sub>Nutz</sub> (n = 1 ... N <sub>Nutz</sub> ), wobei es pro Nutzung entweder einen Elektrizitätsbedarf Kleinanlagen mit Standardwerten oder einen Elektrizitätsbedarf für sonstige Lüftungsanlagen geben kann.
E <sub>V,std,Nutz</sub>	[kWh/a]	Elektrizitätsbedarf Kleinanlagen mit Standardwerten (Kap. 4.2)
E <sub>V,eff,Nutz</sub>	[kWh/a]	Elektrizitätsbedarf sonstige Lüftungsanlagen (Kap. 4.3)

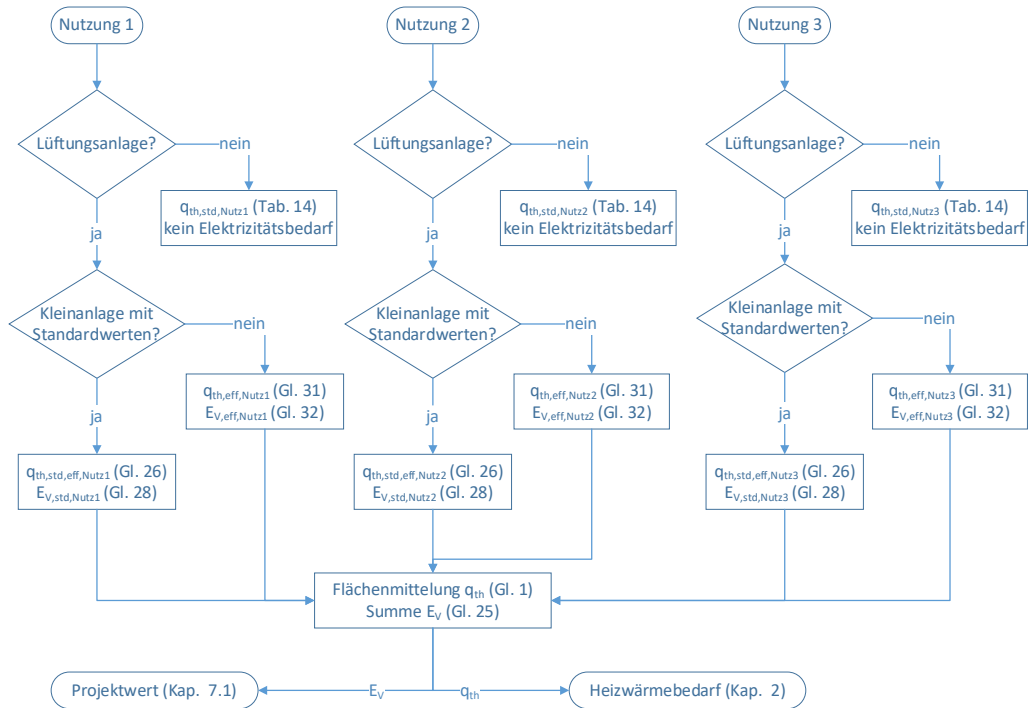


Abb. 5 Flussdiagramm Berechnung wirksame Aussenluftvolumenströme und Elektrizitätsbedarf.

**Hinweis**

Ist die Nutzung MFH-Teil einer Mischnutzung, wird der Elektrizitätsbedarf für Abluft-Dampf- und Bad/WC auf 0 kWh/a gesetzt, wenn mindestens eine der Nutzungen eine Lüftungsanlage aufweist.

## 4.2 Kleinanlagen mit Standardwerten

Für Kleinanlagen 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:

$q_{th, std, eff, Nutz} = \frac{V'_{Luft, Nutz} * V'_{Nenn, Nutz, eff}}{V'_{Nenn, Nutz} * A_{E, Nutz}} * (1 - \eta_{WT}) + v_o$	[m <sup>3</sup> /(h m <sup>2</sup> )]	Gl. 26
---	---------------------------------------	--------

$V'_{Luft, Nutz}$	[m <sup>3</sup> /h]	Luftvolumenstrom der Nutzung (Tab. 14)
$V'_{Nenn, Nutz}$	[m <sup>3</sup> /h]	Nennvolumenstrom der Nutzung (Tab. 15)
$V'_{Nenn, Nutz, eff}$	[m <sup>3</sup> /h]	effektiver Nennvolumenstrom der Nutzung (Gl. 27)
$A_{E, Nutz}$	[m <sup>2</sup> ]	Energiebezugsfläche der Nutzung
$\eta_{WT}$	[-]	Wirkungsgrad der Wärmerückgewinnung des Wärmetauschers (Tab. 17)
$v_o$	[m <sup>3</sup> /(h m <sup>2</sup> )]	Flächenbezogener Infiltrationsvolumenstrom (konstant) $v_o = 0.15 \text{ m}^3/(\text{h m}^2)$

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

$$V'_{Nenn,Nutz,eff} = \max \left( N_{RaumPers}; \text{ceil} \left( \frac{A_{E,Nutz}}{V'_{min,Nutz}} \cdot f_{korr} \right) \right) * V'_{Nenn,Nutz} \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad \text{Gl. 27}$$

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

### Elektrizitätsbedarf

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

$$E_{V,std,Nutz} = \frac{t_{be,V}}{1000} * E_{spez,Nutz} * V'_{Nenn,Nutz,eff} * K_{Antrieb} \quad [\text{kWh/a}] \quad \text{Gl. 28}$$

$t_{be,V}$	[h]	Betriebsdauer der Kleinanlage mit Standardwerten
$E_{spez,Nutz}$	[kWh/(m <sup>2</sup> a)]	Spezifischer Elektrizitätsbedarf der Nutzung (Tab. 13)
$V'_{Nenn,Nutz,eff}$	[m <sup>3</sup> /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. 29
-------------------	-----	--------

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. 30
---	-----	--------

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

### 4.3 Sonstige Lüftungsanlagen

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 <sup>3</sup> /(h m <sup>2</sup> )]	Gl. 31
--	---------------------------------------	--------

$V'_{th}$	[m <sup>3</sup> /h]	Aussenluftvolumenstrom (freie Eingabe)
$A_{E,Nutz}$	[m <sup>2</sup> ]	Energiebezugsfläche der Nutzung
$v_o$	[m <sup>3</sup> /(h m <sup>2</sup> )]	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  $E_{hu,Nutz}$ .

$E_{V,eff,Nutz} = E_{V,Nutz} + E_{C,Nutz} + E_{hu,Nutz}$	[kWh/a]	Gl. 32
--	---------	--------

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

## 4.4 Referenztabelle Lüftung

Tab. 13 Spezifischer Elektrizitätsbedarf, Standardwerte für Kleinanlagen,  $E_{\text{spez,Nutz}}$  [10].

Auswahl Lüftung	spezifischer Elektrizitätsbedarf, [kWh/(m <sup>2</sup> 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,  $V'_{\text{Luft,Nutz}}$  [10].

Auswahl Lüftung	Luftvolumenstrom, [m <sup>3</sup> /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,  $V'_{\text{Nenn,Nutz}}$  [10]

Auswahl Lüftung	Nennvolumenstrom, [m <sup>3</sup> /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	Verkauf	Restaurant	Hotel
$V'_{\text{min,Nutz}}$ [10]	[m <sup>3</sup> /h]	50	20	10	-	-	-
Standard flächenbezogener Aussenluftvolumenstrom $q_{\text{th,std,Nutz}}$ gemäss SIA 380/1:2016	[m <sup>3</sup> /(h m <sup>2</sup> )]	0.7	0.7	0.7	0.7	1.2	0.7

Tab. 17 Auswahlliste Wärmetauscher und Wirkungsgrad der Wärmerückgewinnung,  $\eta_{\text{WT}}$  [10]

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

Tab. 18 Auswahlliste und Parameter für den Ventilatorantrieb [10].

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

## 5 Vor Ort produzierter elektrischer Ertrag aus PV und WKK/BHKW

In der Etiketle werden nur der Eigenverbrauch und 40 % der ins Netz eingespeisten Elektrizität angerechnet (analog Minergie [11]).

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

$E_{el,anr} = (E_{PV} + E_{WKK}) * (EVR + f_{Netz} * (1 - EVR))$	[kWh/a]	Gl. 33
--	---------	--------

$E_{el,anr}$	[kWh/a]	Anrechenbare elektrische Ertrag aus vor Ort produzierter Elektrizität
$E_{PV}$	[kWh/a]	Photovoltaikertrag, freie Eingabe
$E_{WKK}$	[kWh/a]	Elektrizitätsertrag aus WKK/BHKW, freie Eingabe
$EVR$	[-]	Eigenverbrauchsrate gemäss Nachweis mit PVopti [12] oder 0.2
$f_{Netz}$	[-]	Anrechenbarer Anteil der Netzeinspeisung: $f_{Netz} = 0.4$

## 6 Elektrizität

### 6.1 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  $E_{el,std}$ :

$E_{el,std} = \sum_{n=1}^{N_{Nutz}} (E_{el,std,Nutz})_n$	[kWh/a]	Gl. 34
--	---------	--------

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 Etiketle 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)

## 6.2 Wohnen

### 6.2.1 Allgemeines

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

Tab. 19 Minimalanforderungen an die Geräteaus-rüstung für Wohnen

Kategorie	Minimalanforderungen	Auswahlliste
Geräte und In-stallationen, G+I	<p>Elektro-/oder Gaskochherd ( = 1 Kochherd/Wohnung)</p> <p>Elektro-/oder Gasbackofen ( = 1 Backofen/Wohnung)</p> <p>Kühlschrank mit/oder ohne Tiefkühlfach &gt;/&lt; 160l ( = 1 Kühlschrank/Wohnung)</p> <p>Für jeden Kühlschrank <b>ohne</b> Tiefkühlfach muss <b>mindestens ein</b> separates Gefrier-gerät erfasst werden (Anzahl Kühlschrank ohne Tiefkühlfach = Anzahl separates Ge-friergerät)</p> <p>Waschmaschine (mind. 1 pro Haus, nicht pro Wohnung)</p>	Tab. 20
Kleingeräte und Elektronik, K+E	minimal 80 % der Energiebezugsfläche muss mit Kleingeräten und Elektronik be-legt 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 gemäss Gl. 35 berechnet:

$E_{el, std, Nutz} = \left( \sum E_{G+I} + \sum E_{K+E} + \sum E_{Bel} + \sum E_{WVA} \right) * f_b$	[kWh/a]	Gl. 35
--	---------	--------

$E_{G+I}$	[kWh/a]	Elektrizitätsbedarf für Geräte und Installationen
$E_{K+E}$	[kWh/a]	Elektrizitätsbedarf für Kleingeräte und Elektronik
$E_{Bel}$	[kWh/a]	Elektrizitätsbedarf für Beleuchtung
$E_{WVA}$	[kWh/a]	Elektrizitätsbedarf für Weitere Verbraucher
$f_b$	[-]	Der Belegungsfaktor drückt den Bedarfsunterschied zu einer durchschnittlichen 3 Zimmer-Wohnung aus (Gl. 36)

Belegungsfaktor  $f_b$  (in Anlehnung an SIA 2031:2016 [13])

$f_b = 1 + \frac{N_{Zimmer} - 3}{10}$	[-]	Gl. 36
---------------------------------------	-----	--------

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

### 6.2.2 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:

$E_{G+I} = \sum_{k=1}^{N_{Typ}} (N_{Geräte} * E_{Qualität, G+I})_k$	[kWh/a]	Gl. 37
---	---------	--------

k	[-]	Laufindex
N <sub>Typ</sub>	[-]	Anzahl Gerätetypen
N <sub>Geräte</sub>	[-]	Anzahl Geräte pro Typ
E <sub>Qualität,G+I</sub>	[kWh/a]	Elektrizitätsbedarf eines Geräts in Abhängigkeit von der Qualität (Tab. 20)

Für Wäschetrockner gilt

$$E_{G+I} = \left( N_{Whg} - 1 + \frac{N_{Geräte}}{N_{Whg}} \right) * E_{Qualität,G+I} * \frac{2}{3} \quad \text{[kWh/a]} \quad \text{Gl. 38}$$

N <sub>Whg</sub>	[-]	Anzahl Wohnungen im Gebäude
N <sub>Geräte</sub>	[-]	Gesamtanzahl Wäschetrockner
E <sub>Qualität,G+I</sub>	[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 [14].

### 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.

$$E_{GasKB} = (N_{GeräteK} \cdot E_{GasK} + N_{GeräteB} \cdot E_{GasB}) \cdot f_b \quad \text{[kWh/a]} \quad \text{Gl. 39}$$

N <sub>GeräteK bzw. B</sub>	[-]	Anzahl der Herde (Kochen) bzw. Backöfen
E <sub>GasK, E<sub>GasB</sub></sub>	[kWh/a]	Gasbedarf (Tab. 21)
f <sub>b</sub>	[-]	Der Belegungsfaktor drückt den Bedarfsunterschied zu einer durchschnittlichen 3 Zimmer-Wohnung aus (Gl. 36)

### Geräte mit Wasseranschluss

Folgende Geräte können mit bzw. ohne Warmwasseranschluss gewählt werden:

- Geschirrspülmaschine und
- Waschmaschine



Der Elektrizitätsbedarf für Geschirrspülmaschinen mit/ohne Warmwasseranschluss wird gemäss Gl. 40 berechnet:

$E_{G+I} = (N_{Geräte} \cdot E_{Qualität,G+I})_{mit} + (N_{Geräte} \cdot E_{Qualität,G+I})_{ohne}$		[kWh/a]	Gl. 40
$N_{Geräte}$	[-]	Anzahl Spülmaschinen mit/ohne Warmwasseranschluss	
$E_{Qualität,G+I}$	[kWh/a]	Elektrizitätsbedarf in Abhängigkeit von der Qualität für Geschirrspülmaschinen mit/ohne Warmwasseranschluss (Tab. 20)	

Der Elektrizitätsbedarf Waschmaschinen mit/ohne Warmwasseranschluss ergibt sich aus:

$E_{G+I} = \left( N_{WWhg} - 1 + \frac{N_{Geräte,mit}}{N_{WWhg}} \right) \cdot E_{Qualität,G+I,mit} \cdot f_{WW,mit} + \left( N_{WWhg} - 1 + \frac{N_{Geräte,ohne}}{N_{WWhg}} \right) \cdot E_{Qualität,G+I,ohne} \cdot f_{WW,ohne}$		[kWh/a]	Gl. 41
--	--	---------	--------

$N_{WWhg}$	[-]	Anzahl Wohnungen im Gebäude
$N_{Geräte,mit}$ $N_{Geräte,ohne}$	[-]	Gesamtanzahl der Waschmaschinen mit/ohne Warmwasseranschluss
$E_{Qualität,G+I,mit}$ $E_{Qualität,G+I,ohne}$	[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
$f_{ww,mit}$ $f_{ww,ohne}$	[-]	Anteil der Waschmaschinen mit/ohne Warmwasseranschluss an der Gesamtsumme der Waschmaschinen: $f_{WW,mit} = N_{Geräte,mit} / (N_{Geräte,mit} + N_{Geräte,ohne})$ $f_{WW,ohne} = 1 - f_{WW,mit}$

Falls Waschmaschinen und/oder Geschirrspülmaschinen mit Warmwasseranschluss gewählt werden, ist zusätzlich zur Berechnung des entsprechenden Elektrizitätsbedarfes der Nutzwärmebedarf Warmwasser gemäss Gl. 42 und Gl. 43 zu berechnen. Der zusätzliche Warmwasserbedarf wird bei der Endenergieberechnung des Warmwassers berücksichtigt (Kap. 3.8, Gl. 18).

Zusätzlicher Nutzwärmebedarf Warmwasser Geschirrspüler:

$Q_{WW_{Spül}} = N_{Geräte,mit} \cdot Q_{W_{Spül}}$	[kWh/a]	Gl. 42
---	---------	--------

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

Zusätzlicher Nutzwärmebedarf Warmwasser Waschmaschine:

$Q_{WW_{Wasch}} = \left( N_{Whg} - 1 + \frac{N_{Geräte,mit}}{N_{Whg}} \right) \cdot f_{WW,mit} \cdot Q_{W_{Wasch}}$	[kWh/a]	Gl. 43
---	---------	--------

N <sub>Whg</sub>	[-]	Anzahl Wohnungen im Gebäude
N <sub>Geräte,mit</sub>	[-]	Anzahl Waschmaschinen mit Warmwasseranschluss
f <sub>WW,mit</sub>	[-]	Anteil der Waschmaschinen mit Warmwasseranschluss an der Gesamtsumme der Waschmaschinen
Q <sub>W_Wasch</sub>	[kWh/a]	Zusätzlicher Wärmebedarf für Warmwasser durch eine Waschmaschine (Tab. 22)

### 6.2.3 Kleingeräte und Elektronik K+E

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

$E_{K+E} = \sum_{k=1}^{N_{RNutz}} (E_{Basisbedarf,K+E} \cdot A_{RNutz,K+E})_k$	[kWh/a]	Gl. 44
--	---------	--------

k	[-]	Laufindex
N <sub>RNutz</sub>	[-]	Anzahl Raumnutzungen
E <sub>Basisbedarf,K+E</sub>	[kWh/(m <sup>2</sup> a)]	Tab. 23
A <sub>RNutz,K+E</sub>	[m <sup>2</sup> ]	Energiebezugsfläche, für die gewählte Raumnutzung

### 6.2.4 Beleuchtung Bel

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

$E_{Bel} = \sum_{k=1}^{N_{RNutz}} (E_{Basisbedarf,Bel} \cdot f_{Qualität,Bel} \cdot A_{RNutz,Bel})_k$	[kWh/a]	Gl. 45
---	---------	--------

k	[-]	Laufindex
$N_{RNutz}$	[-]	Anzahl Raumnutzungen
$E_{Basisbedarf,Bel}$	[kWh/(m <sup>2</sup> 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 <sup>2</sup> ]	Energiebezugsfläche, für die gewählte Raumnutzung

### 6.2.5 Weitere Verbraucher WVA

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

$E_{WVA} = \sum_{k=1}^{N_{Typ}} (N_{Geräte} \cdot P_{el} \cdot t_{be,WVA})_k$	[kWh/a]	Gl. 46
---	---------	--------

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 Klimaanlage, 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

### 6.3 Referenztabelle Wohnen

Die Bezeichnungen Ref C3.3.x entsprechen den Bezeichnungen im GEAK Handbuch V5.1 für Experten [8].

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

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,  $E_{\text{GasKB}}$ . (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/(m <sup>2</sup> 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/(m <sup>2</sup> 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,  $f_{\text{Qualität,Bel}}$   
 (Ref C3.3.15)

EFH, MFH	Qualität, Bel [-]			
	75-100 % Eff- Leuchten mit Regelung	75-100 % Eff-Leuchte	25-75 % Eff-Leuch- ten	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, Ga- rage, Bastelraum o.ä.	0.4	0.7	1	1.3

## 6.4 Zweckbauten

### 6.4.1 Allgemein

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

$$E_{el, std, Nutz} = \sum E_{B+G} + \sum E_{Bel} + \sum E_{WVA} \quad [\text{kWh/a}] \quad \text{Gl. 47}$$

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

### 6.4.2 Betriebseinrichtungen und Geräte B+G

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

$$E_{B+G} = \sum_{k=1}^{N_{RNutz}} \left( E_{Basisbedarf, B+G} \cdot f_{Qualität, B+G} \cdot A_{RNutz, B+G} \right)_k \quad [\text{kWh/a}] \quad \text{Gl. 48}$$

k	[-]	Laufindex
$N_{RNutz}$	[-]	Anzahl Raumnutzungen
$E_{Basisbedarf, B+G}$	[kWh/(m <sup>2</sup> 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)
$A_{RNutz, B+G}$	[m <sup>2</sup> ]	Energiebezugsfläche, für die gewählte Raumnutzung

### 6.4.3 Beleuchtung Bel

Für den elektrischen Energiebedarf für Beleuchtung  $E_{Bel}$  gilt:

$E_{Bel} = \sum_{k=1}^{N_{RNutz}} \left( E_{Basisbedarf, Bel} \cdot f_{Qualität, Bel} \cdot A_{RNutz, Bel} \right)_k$	[kWh/a]	Gl. 49
---	---------	--------

k	[-]	Laufindex
N <sub>RNutz</sub>	[-]	Anzahl Raumnutzungen
E <sub>Basisbedarf, Bel</sub>	[kWh/(m <sup>2</sup> a)]	Elektrizitätsbedarf in Abhängigkeit der Raumnutzung: Verwaltung (Tab. 26) Schule (Tab. 28) Verkauf (Tab. 30) Restaurant (Tab. 32) Hotel (Tab. 34)
f <sub>Qualität, Bel</sub>	[-]	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 <sub>RNutz, Bel</sub>	[m <sup>2</sup> ]	Energiebezugsfläche, für die gewählte Raumnutzung

### 6.4.4 Weitere Verbraucher WVA

Dies ist eine Möglichkeit weitere gebäudezugehörige Verbraucher für alle Nutzungen frei einzugeben. Der elektrischen Energiebedarf  $E_{WVA}$  wird wie folgt berechnet:

$E_{WVA} = \sum_{k=1}^{N_{Typ}} \left( N_{Geräte} \cdot P_{el} \cdot t_{be, WVA} \right)_k$	[kWh/a]	Gl. 50
---	---------	--------

k	[-]	Laufindex
N <sub>Typ</sub>	[-]	Anzahl Gerätetypen
N <sub>Geräte</sub>	[-]	Anzahl Geräte des Typs k
P <sub>el</sub>	[kW]	Leistung eines Gerätes vom Typ k
t <sub>be, WVA</sub>	[h]	Betriebsdauer des Gerätes vom Typ k



## 6.5 Referenztabellen Zweckbauten

Die Bezeichnungen Ref C3.3.x entsprechen den Bezeichnungen im GEAK Handbuch V5.1 für Experten [8].

### 6.5.1 Referenztabellen Elektrizität Verwaltung

Tab. 26 Verwaltung: Basiswerte für Betriebseinrichtungen und Geräte und Beleuchtung,  $E_{\text{Basisbedarf, B+G}}$ ,  $E_{\text{Basisbedarf, Bel}}$  (Ref C3.3.20/23) (B+G [15], Bel [16] «Bestand» mit Umrechnung: Energiebezugsfläche = 1.2 x Nettogrundfläche)

Verwaltung	Basisbedarf B+G, Bel [kWh/(m <sup>2</sup> 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,  $f_{\text{Qualität, B+G}}$ ,  $f_{\text{Qualität, Bel}}$  (Ref C3.3.22/25)

Verwaltung	B+G	Qualität B+G, Bel [-]			
		topmodern	modern	standard	veraltet
	Bel	75-100% Eff-Leuchten mit Regelung	75-100% Eff-Leuchten	25-75% Eff-Leuchten	0-25% Eff-Leuchten
Erschliessung		0.4	0.7	1	1.3
Nebenräume		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

## 6.5.2 Referenztabellen Elektrizität Schule

Tab. 28 Schule: Basiswerte für Betriebseinrichtungen und Geräte und Beleuchtung,  $E_{\text{Basisbedarf,B+G}}$ ,  $E_{\text{Basisbedarf,Bel}}$  (Ref C3.3.30/33) (B+G [15], Bel [16] «Bestand» mit Umrechnung: Energiebezugsfläche = 1.2 x Nettogrundfläche)

Schule	Basisbedarf B+G, Bel [kWh/(m <sup>2</sup> 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,  $f_{\text{Qualität,B+G}}$ ,  $f_{\text{Qualität,Bel}}$  (Ref C3.3.32)

Schule	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
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

### 6.5.3 Referenztabellen Elektrizität Verkauf

Tab. 30 Verkauf: Basiswerte für Betriebseinrichtungen und Geräte und Beleuchtung,  $E_{\text{Basisbedarf, B+G}}$ ,  $E_{\text{Basisbedarf, Bel}}$  (Ref C3.3.36/37) (B+G [15], Bel [16] «Bestand» mit Umrechnung: Energiebezugsfläche = 1.2 x Nettogrundfläche)

Verkauf	Basisbedarf B+G, Bel [kWh/(m <sup>2</sup> 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,  $f_{\text{Qualität, B+G}}$ ,  $f_{\text{Qualität, Bel}}$  (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

### 6.5.4 Referenztabellen Elektrizität Restaurant

Tab. 32 Restaurant: Basiswerte für Betriebseinrichtungen und Geräte und Beleuchtung,  $E_{\text{Basisbedarf, B+G}}$ ,  $E_{\text{Basisbedarf, Bel}}$ . (Ref C3.3.40/41) (B+G [15], Bel [16] «Bestand» mit Umrechnung: Energiebezugsfläche = 1.2 x Nettogrundfläche)

Restaurant Nutzung	Basisbedarf B+G, Bel [kWh/(m <sup>2</sup> 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,  $f_{\text{Qualität, B+G}}$ ,  $f_{\text{Qualität, Bel}}$  (Ref C3.3.43)

Restaurant	B+G  Bel	Qualität B+G, Bel [-]			
		topmodern	modern	standard	veraltet
		75-100% Eff-Leuchten mit Rege- lung	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

### 6.5.5 Referenztabellen Elektrizität Hotel

Tab. 34 Hotel: Basiswerte für Betriebseinrichtungen und Geräte und Beleuchtung,  $E_{\text{Basisbedarf, B+G}}$ ,  $E_{\text{Basisbedarf, Bel}}$ . (B+G [15], Bel [16] «Bestand» mit Umrechnung: Energiebezugsfläche = 1.2 x Nettogrundfläche)

Hotel	Basisbedarf B+G, Bel [kWh/(m <sup>2</sup> 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	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
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

## 7 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 CO<sub>2</sub>-Emissionen für Raumwärme und Warmwasser (Gl. 52) werden bei den Kenndaten auch die Treibhausgasemissionen (THGE) ausgewiesen. Die Berechnungen basieren auf den «Ökobilanzdaten im Baubereich, KBOB/ecobau/IPB 2009/1:2022» [17] und haben keinen Einfluss auf die Klassierung.

### 7.1 Projektwerte

#### 7.1.1 Gebäudehülle

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

#### 7.1.2 Gesamteffizienz

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

$E_p = \sum_{i=1}^{N_{WE}} \left( (E_{HE,WEi} + E_{WW,WEi}) \cdot f_{CH,WEi} \right) + E_{GasKB} \cdot f_{CH,Erdgas} + (E_{HE,hilfs} + E_{WW,hilfs} + E_V + E_{el,std}) \cdot f_{CH,el} - E_{el,anr} \cdot f_{CH,el}$	[kWh/a]	Gl. 51
---	---------	--------

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
$E_V$	[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 5)

Tab. 36 **HW13** Nationale Gewichtungsfaktoren [18].

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.

### 7.1.3 Direkte CO<sub>2</sub>-Emissionen

Die Klassierung der direkten CO<sub>2</sub>-Emissionen zeigt an, wie viel CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub>-Emissionen  $E_{CO2}$  berechnet sich wie folgt:

$E_{CO2} = \frac{\sum_{i=1}^{N_{WE}} (E_{HE, WEi} \cdot f_{CO2, WEi} + E_{WW, WEi} \cdot f_{CO2, WEi})}{A_E}$	[kg/(m <sup>2</sup> a)]	Gl. 52
---	-------------------------	--------

i	[-]	Laufindex
$N_{WE}$	[-]	Anzahl fossiler Wärmeerzeuger $N_{WE}$ , $i = 1 \dots N_{WE}$
$f_{CO2, WEi}$	[kg/kWh]	CO <sub>2</sub> -Faktoren (Tab. 37)
$E_{HE, WEi}$	[kWh/a]	Endenergiebedarf für Heizung für den Wärmeerzeuger $WE_i$ mit fossilen Energieträgern
$E_{WW, WEi}$	[kWh/a]	Endenergiebedarf für Warmwasser für den Wärmeerzeuger $WE_i$ mit fossilen Energieträgern
$A_E$	[m <sup>2</sup> ]	Gesamte Energiebezugsfläche

Tab. 37 CO<sub>2</sub>-Faktoren für die verwendeten Energieträger gemäss BAFU [19].

Energieträger	CO <sub>2</sub> -Faktoren [kg/kWh]
Heizöl extraleicht	0.265
Erdgas (inkl. Biogas)	0.203

### 7.1.4 Treibhausgasemissionen (THGE)

Der Projektwert für die Treibhausgasemissionen E<sub>THGE</sub> berechnet sich wie folgt. Der Wert ist informativ.

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

[kg/(m <sup>2</sup> a)]	Gl. 53
-------------------------	--------

i	[-]	Laufindex
N <sub>WE</sub>	[-]	Anzahl Wärmeerzeuger N <sub>WE</sub> , i = 1 ... N <sub>WE</sub>
k <sub>GHG,WEi</sub>	[-]	Treibhausgasemissionsfaktor entsprechend dem Energieträger für den Wärmeerzeuger WE <sub>i</sub> (Tab. 38)
k <sub>GHG,el</sub>	[-]	Treibhausgasemissionsfaktor für Elektrizität (Tab. 38)
k <sub>GHG,Erdgas</sub>	[-]	Treibhausgasemissionsfaktor für Erdgas (Tab. 38)
E <sub>HE,WEi</sub>	[kWh/a]	Endenergiebedarf für Heizung für den Wärmeerzeuger WE <sub>i</sub>
E <sub>WW,WEi</sub>	[kWh/a]	Endenergiebedarf für Warmwasser für den Wärmeerzeuger WE <sub>i</sub>
E <sub>GasKB</sub>	[kWh/a]	Endenergiebedarf für Kochen und Backen mit Erdgas
E <sub>HE,hilfs</sub>	[kWh/a]	Hilfsenergie (Elektrizität) Heizung
E <sub>WW,hilfs</sub>	[kWh/a]	Hilfsenergie (Elektrizität) Warmwasser
E <sub>V</sub>	[kWh/a]	Elektrizitätsbedarf Lüftung
E <sub>el,std</sub>	[kWh/a]	Elektrizitätsbedarf Geräte, Betriebseinrichtungen, Beleuchtung, etc.
E <sub>el,anr</sub>	[kWh/a]	Anrechenbare elektrische Ertrag aus vor Ort produzierter Elektrizität (Kap. 5)
A <sub>E</sub>	[m <sup>2</sup> ]	Gesamte Energiebezugsfläche



Tab. 38 Treibhausgasemissionsfaktoren gemäss KBOB 2022 [17] und Festlegung der Werte für Fernwärme vom GEAK.

Energieträger	Treibhausgasemissionsfaktoren kgHG [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 Kehrichtverbrennung 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 Kehrichtverbrennung (ohne fossilen Anteil)	18.0 %	20.0 %	20.0 %	0.0 %

## 7.2 Referenzwerte

### 7.2.1 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).

### 7.2.2 Gesamteffizienz

Der Referenzwert ergibt sich aus der Gesamtbilanz für ein Referenzgebäude, das den generellen Anforderungen von SIA 380/1:2009 erfüllt und einen standard Elektrizitätsbedarf aufweist. Die Methodik entspricht Merkblatt SIA 2031:2009 bzw. von 2016.

Ausstattung des Referenzgebäudes:

- Heizwärmebedarf entspricht 80 % des Neubau-Grenzwertes 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 %
- Ölfeuerung für Heizung und Warmwasser, Nutzungsgrad 90 % für Heizung und Warmwasser,  $f_{CH,öl}$  gemäss Tab. 36
- Keine Luftaufbereitung, keine mechanische Kühlung
- Elektrizitätsbedarf  $E_{el,ref}$  gemäss Tab. 40,  $f_{CH,el}$  gemäss Tab. 36

Damit berechnet sich der Referenzwert wie folgt:

$E_{P,ref} = \left( \left( \frac{0.8 \cdot Q_{H,li}}{0.9 \cdot 0.95} + \frac{0.8 \cdot Q_{W,ref}}{0.9 \cdot 0.7} \right) \cdot f_{CH,öl} + E_{el,ref} \cdot f_{CH,el} \right)$	[kWh/(m <sup>2</sup> a)]	Gl. 54
--	--------------------------	--------

$Q_{H,li}$	[kWh/(m <sup>2</sup> a)]	Neubau-Grenzwert Heizwärmebedarf gemäss SIA 380/1:2016
$Q_{W,ref}$	[kWh/(m <sup>2</sup> a)]	Standard Warmwasserbedarf (Tab. 40)
$f_{CH,öl}$	[-]	Nationaler Gewichtungsfaktor für Heizöl (Tab. 36)
$E_{el,ref}$	[kWh/(m <sup>2</sup> a)]	Standard Elektrizität (Tab. 40)
$f_{CH,el}$	[-]	Nationaler Gewichtungsfaktor für Elektrizität (Tab. 36)

Wenn das Gebäude mehrere Nutzungen aufweist, wird Gl. 54 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 [20], alle anderen Werte aus SIA 380/1:2016 entnommen.

<b>Nutzung</b>	<b>Q<sub>w,ref</sub> [kWh/(m<sup>2</sup> a)]</b>	<b>E<sub>el,ref</sub> [kWh/(m<sup>2</sup> a)]</b>
MFH	21	28
EFH	14	22
Verwaltung	7	34
Schule	7	19
Verkauf	7	52
Restaurant	56	45
Hotel	21	31

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

Es wird kein Referenzwert berechnet. Der Projektwert wird direkt anhand der Grenzwerte (Kap 7.3.4) in die Klassen eingeteilt.

### 7.3 Kennwerte und Klassierung

#### 7.3.1 Kennwerte Gebäudehülle

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

$R_{H,ref} = \frac{Q_{H,eff}}{Q_{H,li}} \cdot 100$	[%]	Gl. 55
--	-----	--------

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

#### 7.3.2 Kennwerte Gesamteffizienz

Die Kennwert für die Gesamteffizienz  $R_{P,ref}$  für die Gesamteffizienz berechnet sich wie folgt:

$R_{P,ref} = \frac{E_P}{E_{P,ref}} \cdot 100$	[%]	Gl. 56
---	-----	--------

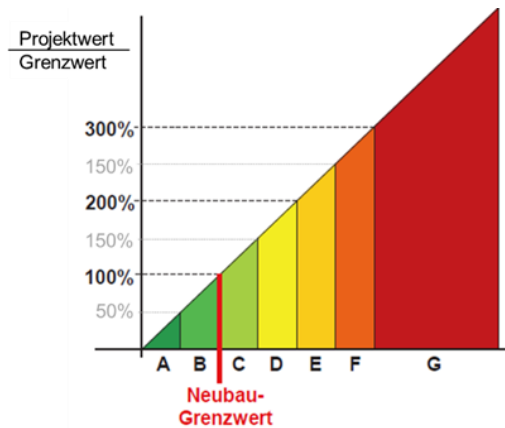
$E_P$	[kWh/(m <sup>2</sup> a)]	Projektwert (Gl. 51)
$E_{P,ref}$	[kWh/(m <sup>2</sup> a)]	Referenzwert (Gl. 54)

#### 7.3.3 Klassierung Gebäudehülle und Gesamteffizienz

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

Tab. 41 Klassen gemäss SIA 2031:2009 [3] bzw. SIA 2031:2016 ohne Plusenergie [13].

Klasse	R Minimum %	R Maximum %	Kommentare zu den Effizienzklassen
A	> 0	50	Gebäude mit sehr guter Effizienz
B	> 50	100	Gebäude, die besser als das Referenzgebäude sind
C	> 100	150	Gebäude, die mehr als das Referenzgebäude brauchen; eine Untersuchung wird empfohlen
D	> 150	200	
E	> 200	250	Gebäude, die weit über den Normen liegen und bei denen eine Untersuchung im Hinblick auf Verbesserungen ratsam ist
F	> 250	300	
G	> 300		



### 7.3.4 Klassierung direkte CO<sub>2</sub>-Emissionen

Die Klassierung der direkten CO<sub>2</sub>-Emissionen für Wärmeerzeuger mit fossilen Energieträgern erfolgt nach Tab. 42.

Der CO<sub>2</sub> Grenzwert für die CO<sub>2</sub> Klasseneinteilung wird, analog der Grenzwertberechnung des Heizwärmebedarfs gemäss SIA 380/1:2016, standortabhängig temperaturkorrigiert.

Die Temperaturkorrektur  $f_{cor}$  (Gl. 57) wird nicht auf die Berechnung der direkten CO<sub>2</sub>-Emissionen (Gl. 52) angewendet.  $f_{cor}$  wird angewendet, um die Bereiche (Scharnierwerte) der CO<sub>2</sub>-Skala an die Klimastation anzupassen. Der Bereich für z.B. Klasse B ist nicht fix auf [0-5] kg/(m<sup>2</sup>a) 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. 57
---	-----	--------

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

Tab. 42 Grenzwerte für die CO<sub>2</sub> Klassen gemäss GEAK.

Klasse	Minimum [kg/(m <sup>2</sup> a)]	Maximum [kg/(m <sup>2</sup> 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 * $f_{cor}$	∞

## 8 Beurteilung

### 8.1 Gebäudehülle

Die Beurteilung der Gebäudehülle beruht auf den U-Werten der einzelnen Bauteile. Sie unterscheidet sich für bestehende und neue Gebäude. Die Beurteilung lehnt sich an die Grenz- und Zielwerte gemäss SIA 380/1:2009 an. Folgende sieben Kategorien werden beurteilt. Hierfür werden die U-Werte flächengemittelt (Gl. 58) und anschliessend gemäss Tab. 43, Tab. 44 eingestuft.

- Wa: Wand gegen aussen und  $\leq 2$  m im Erdreich
- Wa g.u.: Wand gegen unbeheizt und  $> 2$  m im Erdreich
- Da: Dach gegen aussen und  $\leq 2$  m im Erdreich
- Da g.u.: Decke gegen unbeheizt und  $> 2$  m im Erdreich
- Bo: Boden gegen aussen und  $\leq 2$  m im Erdreich
- Bo g.u.: Boden gegen unbeheizt und  $> 2$  m im Erdreich
- Fe: Fenster gegen aussen

Beispiel für die flächengemittelte Berechnung der U-Werte verschiedener Aussenwände für die Beurteilung gemäss Abb. 2:

$U_{Wa} = \frac{U_{We1} \cdot A_{We1} + U_{We2} \cdot A_{We2} + U_{WD \leq 2m} \cdot A_{WD \leq 2m}}{A_{We1} + A_{We2} + A_{WD \leq 2m}}$	[W/(m <sup>2</sup> K)]	Gl. 58
---	------------------------	--------

U <sub>We1</sub> , U <sub>We2</sub>	[W/(m <sup>2</sup> K)]	U-Werte von Aussenwandtyp 1 und 2
U <sub>WD≤2m</sub>	[W/(m <sup>2</sup> K)]	U-Wert von Aussenwand $\leq 2$ m im Erdreich
A <sub>We1</sub> , A <sub>We2</sub> , A <sub>WD≤2m</sub>	[m <sup>2</sup> ]	Flächen der Wände

Tab. 43 Beurteilung der Gebäudehülle für bestehende Gebäude

Beurteilung	Bauteil gegen Aussenklima oder weniger als 2 m im Erdreich				Bauteil gg. unbeheizte Räume, gg. beheizte Räume oder mehr als 2 m im Erdreich
	Dach (alle Typen) „Da“	Fenster, Türen „Fe“	Aussenwand, Wand g. Erdreich ≤ 2 m „Wa“	Boden gg. aussen, Bauteile gg. Erdreich, ≤ 2 m „Bo“	
Sehr gut	≤ 0.15	≤ 1.1	≤ 0.18	≤ 0.21	≤ 0.2
Gut	> 0.15	> 1.1	> 0.18	> 0.21	> 0.2
	≤ 0.25	≤ 1.6	≤ 0.25	≤ 0.35	≤ 0.35
Mittelmässig	> 0.25	> 1.6	> 0.25	> 0.35	> 0.35
	≤ 0.5	≤ 2.1	≤ 0.5	≤ 0.5	≤ 0.5
Schlecht	> 0.5	> 2.1	> 0.5	> 0.5	> 0.5

Tab. 44 Beurteilung der Gebäudehülle für neue Gebäude (Baujahre: «aktuelles Jahr» bis «aktuelles Jahr minus drei Jahre». Beispiel: Ein Gebäude welches 2016 gebaut wurde, würde in 2019 noch als neues Gebäude eingestuft werden)

Beurteilung	Bauteil gegen Aussenklima oder weniger als 2 m im Erdreich				Bauteil gg. unbeheizte Räume, gg. beheizte Räume oder mehr als 2 m im Erdreich
	Dach (alle Typen) „Da“	Fenster, Türen „Fe“	Aussenwand, Wand g. Erdreich < 2 m „Wa“	Boden gg. aussen, Bauteile gg. Erdreich, ≤ 2 m „Bo“	
Sehr gut*	≤ 0.09	≤ 1.00	≤ 0.11	≤ 0.11	≤ 0.15
Gut**	> 0.09	> 1.00	> 0.11	> 0.11	> 0.15
	≤ 0.20	≤ 1.30	≤ 0.20	≤ 0.20	≤ 0.25
Mittelmässig	> 0.20	> 1.30	> 0.20	> 0.20	> 0.25

\*Werte entsprechen bis auf «Fenster/Türen» den Zielwerten gemäss SIA 380/1:2009

\*\*Oberer Werte entsprechen bis auf «Boden/Wand gegen unbeheizt» dem Grenzwert gemäss SIA 380/1:2009

## 8.2 Gebäudetechnik

### Heizung und Warmwasser

Für die Beurteilung der Gebäudetechnik wird das Verhältnis von gewichteter Endenergie (inkl. Hilfsenergie) zur Nutzwärme gebildet und gemäss Tab. 45 eingestuft (Abb. 2). Heizung und Warmwasser werden getrennt betrachtet ( $B_{HE}$  Gl. 59,  $B_{WW}$  Gl. 60).

Heizung:

$$B_{HE} = \frac{\sum_{i=1}^{N_{WE}} (E_{HE,WEi} \cdot f_{CH,WEi}) + E_{HE,hilfs} \cdot f_{CH,el}}{Q_{H,eff} \cdot A_E} \quad [-] \quad \text{Gl. 59}$$

i	[-]	Laufindex
$N_{WE}$	[-]	Anzahl der Wärmeerzeuger
$f_{CH,WEi}$	[-]	Nationaler Gewichtungsfaktor des Energieträgers des Wärmeerzeugers (Tab. 36)
$f_{CH,el}$	[-]	Nationaler Gewichtungsfaktor für Elektrizität (Tab. 36)
$E_{HE,WEi}$	[kWh/a]	Endenergiebedarf für den Wärmeerzeuger $WE_i$
$E_{HE,hilfs}$	[kWh/a]	Hilfsenergie (Elektrizität) Heizung
$Q_{H,eff}$	[kWh/(m <sup>2</sup> a)]	Eff. Heizwärmebedarf (Achtung Einheit)
$A_E$	[m <sup>2</sup> ]	Energiebezugsfläche gesamt

Warmwasser:

$$B_{WW} = \frac{\sum_{i=1}^{N_{WE}} (E_{WW,WEi} \cdot f_{CH,WEi}) + E_{WW,hilfs} \cdot f_{CH,el}}{Q_W \cdot A_E} \quad [-] \quad \text{Gl. 60}$$

i	[-]	Laufindex
$N_{WE}$	[-]	Anzahl der Wärmeerzeuger
$f_{CH,WEi}$	[-]	Nationaler Gewichtungsfaktor des Energieträgers des Wärmeerzeugers (Tab. 36)
$f_{CH,el}$	[-]	Nationaler Gewichtungsfaktor für Elektrizität (Tab. 36)
$E_{WW,WEi}$	[kWh/a]	Endenergiebedarf für den Wärmeerzeuger $WE_i$
$E_{WW,hilfs}$	[kWh/a]	Hilfsenergie (Elektrizität) Warmwasser
$Q_W$	[kWh/(m <sup>2</sup> a)]	Standard Nutzenergiebedarf Warmwasser (Tab. 40) (Mischnutzung: flächengemittelter Wert), Achtung Einheit
$A_E$	[m <sup>2</sup> ]	Energiebezugsfläche gesamt



### Elektrizität

Die Güte der Elektrizität wird zur Einordnung in Abb. 2 folgendermassen bestimmt:

1. Vom Elektrizitätsbedarf ( $E_v + E_{el, std}$ ) wird der anrechenbare Photovoltaikertrag abgezogen
2. Bestimmung  $E_{el, ref}$  (Tab. 40) für alle Nutzungen und ggf. Bildung eines flächenanteiligen Gesamtwertes
3. Bildung des Verhältnisses aus den Ergebnissen von Pkt 1 und 2 (Achtung Einheiten)
4. Beurteilung des Wertes aus Pkt 3 gemäss Tab. 45

Tab. 45 Beurteilungskriterien für Gebäudetechnik.

Beurteilung	Heizung	Warmwasser	Elektrizität
<b>sehr gut</b>	< 0.85	< 1.0	≤ 70 %
<b>gut</b>	≥ 0.85	≥ 1.0	≤ 100 %
<b>mittelmässig</b>	≥ 1.00	≥ 1.25	≤ 130 %
<b>schlecht</b>	≥ 1.20	≥ 1.5	> 130 %

## 9 Literaturverzeichnis

- [1] SIA 380/1, "Heizwärmebedarf (SIA 380/1:2016)." Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich, 2016.
- [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] K. Wesselmann, "Anwenderhandbuch zum GEAK Online-Tool - GEAK User Manual 5.1, Korrex 5.1.2," GEAK Betriebszentrale, Muttenz, 2019.
- [9] D. Wolff *et al.*, "Einfluss der Verteilungsverluste bei der energetischen Modernisierung von Mehrfamilienhäusern. Analyse und Ableitung von Optimierungsmaßnahmen," Projekt im Auftrag des proKlima enercity-Fonds; Hannover/Braunschweig/Wolfenbüttel, 2012.
- [10] Minergie Schweiz, "180201\_Nachweisformular\_Minergie\_V2018.2.de." 2018.
- [11] Minergie Schweiz, "Anwendungshilfe zu den Gebäudestandards Minergie/Minergie-P/Minergie-A V2019.1." Minergie Schweiz, Basel, 2019, [Online]. Available: [www.minergie.ch](http://www.minergie.ch).
- [12] "PVopti - Stundenbasiertes Designtool für Eigenverbrauch und Autarkie," 2019. [www.minergie.ch](http://www.minergie.ch).
- [13] Merkblatt SIA 2031, *Energieausweis für Gebäude*. 2016.
- [14] J. Nipkow, "Der typische Haushalt-Stromverbrauch," Schweizerische Agentur für Energieeffizienz S.A.F.E, Zürich, 2013.
- [15] Merkblatt SIA 2024, "Raumnutzungsdaten für die Energie- und Gebäudetechnik (Merkblatt SIA 2015:2015)." Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich, 2015.
- [16] SIA 387/4, "Elektrizität in Gebäuden - Beleuchtung: Berechnung und Anforderungen." 2017.

- [17] ecobau, "KBOB Ökobilanz im Baubereich 2009/1:2022."  
[www.kbob.ch](http://www.kbob.ch).
- [18] Konferenz kantonalen Energiedirektoren EnDK, "Nationale Gewichtungsfaktoren für die Beurteilung der Gebäude."  
[www.endk.ch](http://www.endk.ch), 2017.
- [19] C. Gross, "Faktenblatt CO2-Emissionsfaktoren für die Berichterstattung der Kantone." Bundesamt für Umwelt BAFU, 2018, [Online]. Available: [www.bafu.admin.ch](http://www.bafu.admin.ch).
- [20] S. Gasser, "Strommodell für Zweckbauten." elight GmbH für MINERGIE Schweiz, Basel, elight GmbH für MINERGIE Schweiz, Basel, 2018.

## 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 Speicherdämmung
$A_{P,std,Nutz,n}$	$m^2/P$	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 <sub>2</sub> -Emissionen
$E_{THGE}$	kg/( $m^2$ a)	Treibhausgasemissionen
$E_{el,anr}$	kWh/a	Anrechenbare elektrische Ertrag aus vor Ort produzierter Elektrizität
$E_{el,std}, E_{el,std,Nutz}$	kWh/a	Gesamtsumme Elektrizitätsbedarf, Elektrizitätsbedarf pro Nutzung
$E_{el,ref}$	MJ/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
$E_{Qualität,G+I}$	kWh/a	Elektrizitätsbedarf in Abhängigkeit von der Qualität für Geräte und Installationen
$E_{spez,Nutz}$	kWh/(m <sup>2</sup> 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 <sub>2</sub> -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 $WE_i$ .
$f_{H,WEi,STOK,ls}$	-	Faktor für den Anteil der Verluste des Heizungsspeichers $k$ für den Wärmeerzeuger $WE_i$ .
$f_{HB}$	-	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 Verteilungen 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 $WE_i$
$f_{WW,WEi,STOK,ls}$	-	Faktor für den Anteil der Verluste des WW-Speichers $k$ für den Wärmeerzeuger $WE_i$
$h$	W/(m <sup>2</sup> K)	Wärmeübertragungskoeffizient
$i$	-	Laufindex für Wärmeerzeuger, $i = 1 \dots N_{WE}$
$j$	-	Laufindex für versorgte Bereiche, $j = 1 \dots N_{Ber}$
$k$	-	Laufindex für Raumnutzungen, $k = 1 \dots N_{RNutz}$ Laufindex für Speicher, $k = 1 \dots N_{STO}$
$k_{GHG}$	kg/kWh	Treibhausgasemissionsfaktor

K	1/m	Parameter für Ventilatorantrieb
L	m	Länge der horizontalen und vertikalen des Verteilnetzes
$L_{\text{circ}}$	$\text{m}/\text{m}^2$	Durchschnittliche Länge der Wärmeverteilungen bezogen auf die Energiebezugsfläche
n	-	Laufindex für Nutzungen, $n = 1 \dots N_{\text{Nutz}}$
$n_{\text{cp}}$	-	Anzahl wasserführender Stützen
$N_{\text{Ber}}$	-	Anzahl versorgte Bereiche
$N_{\text{Geräte}}, N_{\text{GeräteK/B}}$	-	Anzahl Geräte, Anzahl Herde (Kochen) bzw. Backöfen
$N_{\text{Nutz}}$	-	Anzahl Nutzungen (Zonen im Gebäude)
$N_{\text{RaumPers}}$	-	Anzahl Räume mit Zuluft (Wohnen) oder Anzahl Personen (Verwaltung/Schule)
$N_{\text{RNutz}}$	-	Anzahl Raumnutzungen
$N_{\text{Typ}}$	-	Anzahl Gerätetypen
$N_{\text{WE}}$	-	Anzahl Wärmeerzeuger
$N_{\text{Whg}}$	-	Anzahl Wohnungen im Gebäude
$N_{\text{Zimmer}}$	-	mittlere Zimmeranzahl der Wohnungen
$P_{\text{el}}$	kW	Leistung des Gerätes
$t_{\text{be,dis}}$	$\text{h}/\text{a}$ $\text{d}/\text{a}$	Betriebsdauer der Wärmeverteilung bzw. des Warmwasserspeichers mit Standardwert $t_{\text{be,dis}} = 365$ Tage pro Jahr
$t_{\text{el,dis}}$	$\text{h}/\text{a}$	Betriebsdauer der Wärmeverteilung zur Berechnung der Hilfsenergie
$Q_{\text{th,std,Nutz}}, Q_{\text{th,std,eff,Nutz}}, Q_{\text{th,eff,Nutz}}$	$\text{m}^3/(\text{h m}^2)$	Flächenbezogener thermisch wirksamer Ausenluftvolumenstrom in Abhängigkeit von der Nutzung: standard, für Kleinanlagen mit Standardwerten, für sonstige Lüftungsanlagen
$Q_{\text{H,eff}}, Q_{\text{H,li}}$	$\text{kWh}/(\text{m}^2 \text{ a})$ $\text{MJ}/(\text{m}^2 \text{ a})$	Heizwärmebedarf: effektiv, Neubau-Grenzwert
<del><math>Q_{\text{Heizband}}</math></del>	<del><math>\text{kWh}/\text{a}</math></del>	<del>rückgewinnbaren Verlusten vom Heizband</del>
$Q_{\text{l,P}}$	$\text{kWh}/(\text{m}^2 \text{ a})$	Wärmeeinträge durch Personen gemäss SIA 380/1
$Q_{\text{P,std,Nutz,n}}$	W/P	Standardnutzungsdaten für Wärmeabgabe durch Personen gemäss SIA 380/1 entsprechend der Nutzung n
$Q_{\text{WW,WEi,sto,ls}}$	$\text{kWh}/\text{a}$	Speicherverluste eines Wärmeerzeugers $\text{WE}_i$ für Warmwasser
$Q_{\text{W}}$	$\text{kWh}/(\text{m}^2 \text{ a})$ $\text{MJ}/(\text{m}^2 \text{ a})$	Nutzenergiebedarf Warmwasser
$Q_{\text{W\_Spül}}, Q_{\text{ww\_Spül}}$	$\text{kWh}/(\text{m}^2 \text{ a})$	Zusätzlicher Wärmebedarf/Nutzwärmebedarf für Warmwasser durch eine Spülmaschine

$Q_{W\_Wasch}, Q_{ww\_Wasch}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	Zusätzlicher Wärmebedarf/Nutzwärmebedarf für Warmwasser durch eine Waschmaschine
$Q_{x,y,dis,ls,z,j}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	Verluste Wärmeverteilung im versorgten Bereich j für:
$Q_{HE,WEi,dis,ls,hor,j}$		Heizung, Leitungen horizontal, (wirksam)
$Q_{WW,dis,ls,h,j}$		Warmwasser, Leitungen horizontal,
$Q_{WW,dis,ls,v,j}$		Warmwasser, Leitungen vertikal,
$Q_{WW,dis,ls,hor,j}$		Warmwasser, Leitungen horizontal (wirksam)
$Q_{WW,dis,ls,ver,j}$		Warmwasser, Leitungen vertikal (wirksam)
$Q_{WW,dis,ls,j}$		Summe wirksamer Leitungsverluste Warmwasser
$Q_{WW,rück,ls}$	kWh/a	rückgewinnbaren Verluste Warmwasser
$Q_{HE,STOk,ls}, Q_{WW,STOk,ls}$	kWh/a	Speicherverlust: Heizung, Warmwasser
$Q_{80\%WW,WEi,rück,ls}$	kWh/a	rückgewinnbaren Verluste Warmwasser auf den Wärmeerzeuger WE <sub>i</sub>
$r_{ws}$	m	Rohrwandstärke
$R_{H,ref}, R_{P,ref}$	-	Kennwert Heizwärmebedarf, Kennwert Gesamteffizienz
$s_D$	m	Dämmstärke
$S_{Nutz,n}$	°C	Parameter der Standardnutzung n
$t_c$	d	Länge Berechnungsschritt in Tagen
$t_{be,dis}, t_{be,Zirk}, t_{be,WVA}, t_{be,V}$	h	Betriebsdauer Wärmeverteilung, Zirkulation, Geräte, sonstige Lüftungsanlagen
$t_{P,std,Nutz,n}$	h/d	Standardnutzungsdaten für Präsenzzeit pro Tag gemäss SIA 380/1 entsprechend der Nutzung n
$U_{WE1/2}, U_{WDS \leq 2m}, U_{H,STOk}$	W/(m <sup>2</sup> K)	U-Werte von Aussenwänden, Speicherhülle
$V_{H,STOk}$	l	Speichervolumen
$V'_{Luft,Nutz}$	m <sup>3</sup> /h	Luftvolumenstrom der Nutzung
$V'_{Nenn,Nutz}$	m <sup>3</sup> /h	Nennvolumenstrom der Nutzung
$V'_{Nenn,Nutz,eff}$	m <sup>3</sup> /h	effektiver Nennvolumenstrom der Nutzung
$V'_{min,Nutz}$	m <sup>3</sup> /h	Mindestvolumenstrom der Nutzung
$v_o$	m <sup>3</sup> /(h m <sup>2</sup> )	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
$\eta_g$	-	Ausnutzungsgrad
$\eta_{HE,WEi}, \eta_{WW,WEi}$	-	Nutzungsgrade/Jahresarbeitszahlen von Wärmeerzeugern $WE_i$ für Heizung/Warmwasser (Basis $H_i$ )
$\eta_{WT}$	-	Wärmerückgewinnung des Wärmetauschers
$\lambda$	W/(m·K)	Wärmeleitfähigkeit
$\theta_{e,avg}$	°C	Jahresmitteltemperatur
$\theta_{HK}$	°C	mittlere Heizkreistemperatur
$\theta_U$	°C	Umgebungslufttemperatur
$\theta_W$	°C	Warmwassertemperatur
$\theta_{W,STOK}$	°C	Speichertemperatur