



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 GEAK V5.1.1

1. Auflage, 01/2020

Von der EnDK anlässlich der Plenarversammlung vom 02. April 2020 verabschiedet

Bern, 09.03.2020

Auftraggeber

Verein GEAK-CECB-CECE
Bäumleingasse 22
4051 Basel

Auftragnehmer

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

Autor/in

Monika Hall

Mit Unterstützung von

GEAK Betriebszentrale (bz)
Christian Amoser
Matthias Bringolf
Daniel Fuchs
Karine Wesselmann

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	5
1.1	Zielsetzung	5
1.2	Mischnutzungen	5
1.3	Hinweise	6
2	Heizwärmebedarf	7
3	Heizung und Warmwasser	9
3.1	Allgemeines	9
3.2	Wärmeerzeuger	9
3.3	Wärmeverluste	10
3.4	Endenergie	15
3.5	Hilfsenergie	17
3.6	Referenztabellen Heizung und Warmwasser	20
4	Lüftung	24
4.1	Allgemeines	24
4.2	Kleinanlagen mit Standardwerten	26
4.3	Sonstige Lüftungsanlagen	28
4.4	Referenztabellen Lüftung	30
5	Elektrischer Ertrag aus PV und WKK/BHKW	32
5.1	Photovoltaik	32
5.2	WKK/BHKW	32
6	Elektrizität	33
6.1	Allgemeines	33
6.2	Wohnen	34
6.3	Referenztabellen Wohnen	40
6.4	Zweckbauten	43
6.5	Referenztabellen Zweckbauten	45
7	Etikette	50
7.1	Projektwert	50
7.2	Referenzwert	51
7.3	Kennwerte und Klassierung	53
8	Beurteilung	54
8.1	Gebäudehülle	54
8.2	Gebäudetechnik	56
9	Literaturverzeichnis	58
10	Symbole, Einheiten und Begriffe	59

1 Einleitung

1.1 Zielsetzung

In diesem Bericht wird die Methodik zur Berechnung der GEAK Etiketten (Abb. 1) und der Beurteilung von Gebäudehülle und -technik (Abb. 2) dargelegt. Die Beschreibung beruht auf der GEAK Version V5.1.1.

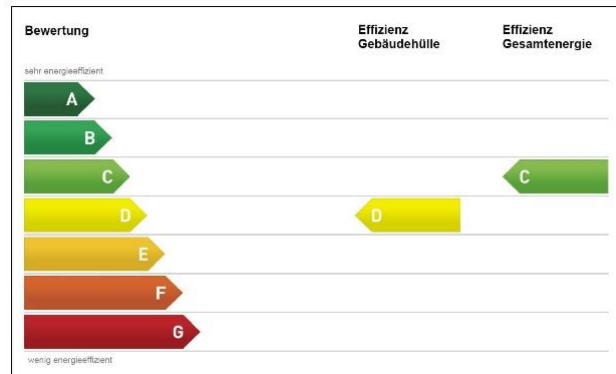


Abb. 1 Zweiteilige Energieetikette des GEAK.

Gebäudehülle				Gebäudetechnik (Anlage und Energieträger)			
	intakt	leicht abgenutzt	abgenutzt	Heizung	Warmwasser	Elektrizität	
sehr gut							
gut							
mittelmässig		Fe					
ungenügend	Wa, Bo		Da				

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 380/1:2009 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 Etiketle 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

- Überwiegend sind Werte, Gleichungen und insbesondere die Ergebnisse in kWh/a bzw. kWh/(m²a). Da aber die Berechnungsgrundlage aus dem Jahr 2009 stammt, sind gewisse Werte bzw. Gleichungen in MJ/a bzw. MJ/(m²a). Diese sind speziell gekennzeichnet. Die Umrechnung erfolgt mit: 1kWh = 3.6 MJ.

Insbesondere bei dem effektiven Heizwärmebedarf $Q_{H,eff}$ und dem Wärmebedarf für Warmwasser Q_w muss auf die Einheit geachtet werden. Sie kommen in kWh/(m²a) und MJ/(m²a) vor.

- Rundungen, Anzahl Stellen von Zahlen
 - Energiebezugsfläche ist eine Ganzzahl
 - Anderen Flächen sind mit einer Nachkommastelle möglich
 - Eingabe von U-Werten, g-Werten, Verschattungsfaktoren, Glasanteil, b-Werten ist mit zwei Nachkommastellen möglich
 - Anzeige der Resultate Heizwärmebedarf werden auf eine Nachkommastelle gerundet
 - Anzeige der Resultate Endenergie werden auf eine Ganzzahl gerundet

2 Heizwärmebedarf

Der effektive Heizwärmebedarf ($Q_{H,eff}$, $Q_{H,eff,korr}$) wird gemäss SIA 380/1:2009 [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 Dichtigkeit 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 η_g

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

Hinweis

Dieses vereinfachte Verfahren entspricht nicht dem gängiger SIA 380/1 Programme, die ein sogenanntes Mehrzonenmodell berechnen. Darin wird die Gebäudehülle eindeutig jeder Nutzung zugeordnet und ggf. auch ein Wärmeaustausch zwischen den Zonen berücksichtigt. Aufgrund der unterschiedlichen Verfahren sind daher unterschiedliche Resultate für Projektwerte zwischen dem GEAK und externen 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 für Anzahl Nutzungen N_{Nutz} , $n = 1 \dots N_{Nutz}$
$S_{Nutz,n}$	[Einheit]	Parameter der Standardnutzungsdaten bzw. Konstanten a_o und T_o der Nutzung n
$A_{E,Nutz,n}$	[m ²]	Energiebezugsfläche der Nutzung n
A_E	[m ²]	Energiebezugsfläche gesamt

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

Bei einer Mischnutzung (Einzonenmodell) gilt Gl. 2 für den gesamten Wärmeeinträge durch Personen $Q_{I,P}$ bei der Berechnung des 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 ² a)]	Gl. 2
---	--------------------------	-------

n	[-]	Laufindex für Anzahl Nutzungen N_{Nutz} , $n = 1 \dots N_{Nutz}$
$Q_{P,std,Nutz,n}$	[W/P]	Standardnutzungsdaten für Wärmeabgabe durch Personen gemäss SIA 380/1:2009 entsprechend der Nutzung n
$t_{P,std,Nutz,n}$	[h/d]	Standardnutzungsdaten für Präsenzzeit pro Tag gemäss SIA 380/1:2009 entsprechend der Nutzung n
$A_{P,std,Nutz,n}$	[m ² /P]	Standardnutzungsdaten für Personenfläche gemäss SIA 380/1:2009 entsprechend der Nutzung n
t_c	[d]	Länge Berechnungsschritt
$A_{E,Nutz,n}$	[m ²]	Energiebezugsfläche der Nutzung n
A_E	[m ²]	Energiebezugsfläche gesamt

3 Heizung und Warmwasser

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. 9)
- Nutzungsgrad/Jahresarbeitszahl für die Wärmeerzeuger getrennt nach Heizung und Warmwasser (freie Eingabe)
- Energieträger des Wärmeerzeugers
- Faktor für Überdimensionierung des Wärmeerzeugers (Auswahl Tab. 2)
- Vor-/Rücklauftemperatur des Versorgungsbereichs an den der Wärmeerzeuger gekoppelt ist (Auswahl Tab. 2)
- Art der Wärmeversorgung (Auswahlliste Tab. 8)
- Hydraulischer Abgleich bei Heizung (Auswahlliste Tab. 8)
- Speichertyp (Auswahlliste Tab. 8)
- Speichergrosse (freie Eingabe)
- Typ der Warmhaltung des Warmwassers (Auswahlliste Tab. 8)
- Lage der horizontalen Verteilleitungen (Auswahlliste Tab. 8)
- Dämmdicke und Wärmeleitfähigkeit der Dämmung für die Verteilleitungen (freie Eingabe)
- Dämmzustand der Verteilleitungen (Auswahlliste Tab. 8)
- Stromproduktion aus Wärmekraftkopplung (freie Eingabe, Kap. 5.2)

- Deckungsgrad des Wärmeerzeugers für die jeweils versorgten Bereiche (freie Eingabe)

3.3 Wärmeverluste

Der Endenergiebedarf für Heizung und Warmwasser wird in Anlehnung an das in SIA 2031:2009 Anhang A [2] beschriebene Verfahren berechnet. Hierbei werden Verluste der Wärmeerzeugung, Wärmespeicherung und Wärmeverteilung berücksichtigt.

3.3.1 Wärmeverluste Wärmeerzeugung

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

3.3.2 Wärmeverluste Speicher

Die Wärmespeicherverluste $Q_{WW,WE_i,sto,ls}$ werden gemäss SIA 2031:2009 [2] berechnet und sind einem Wärmeerzeuger WE_i zugewiesen.

Speicherverluste:

$Q_{WW,WE_i,sto,ls} = (315 + 50 \cdot V^{2/3})/3.6$	[kWh/a]	Gl. 3
---	---------	-------

V [l] Volumen des Speichers in Liter

Hinweis

Es wird kein Speicher berücksichtigt, wenn der Wärmeerzeuger nur das Verteilsystem «Heizung» versorgt. Bei allen anderen Verteilsystemen werden die Speicherverluste immer dem Warmwasser zugewiesen, unabhängig davon, welcher Speichertyp ausgewählt ist.

3.3.3 Verluste Wärmeverteilung

Die Verluste der Wärmeverteilung in den versorgten Bereichen von Heizung und Warmwasser werden gemäss Gl. 4 analog SIA 2031:2009 [2] berechnet. Es werden jeweils die horizontalen und vertikalen Verteilleitungsverluste getrennt betrachtet.

Verteilleitungsverluste $Q_{x,y,dis,ls,z}$ horizontal bzw. vertikal:

$Q_{x,y,dis,ls,z,j} = 2 \cdot \pi \cdot \frac{\lambda \cdot h \cdot b}{\lambda + h \cdot b \cdot \ln\left(\frac{b}{a}\right)} \cdot L \cdot \Delta\theta \cdot \frac{t_{be,dis}}{1000}$	[kWh/a]	Gl. 4
---	---------	-------

x,y,z,j	[-]	Platzhalter für y: Heizung/Warmwasser, x: Wärmeerzeuger, z: Ausrichtung der Verteilleitungen und j: versorgter Bereich
---------	-----	--

λ	[W/(m K)]	<p>Wärmeleitfähigkeit der Verteilleitung:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ gedämmt: Wärmeleitfähigkeit gemäss Eingabe (ist für horizontale und vertikale Leitungen gleich) ▪ ungedämmt: Wärmeleitfähigkeit des Rohres: 50 W/(m K) ▪ teilweise gedämmt: <ul style="list-style-type: none"> ▪ horizontale Leitungen: gedämmt ▪ vertikale Leitungen: ungedämmt
h	[W/(m ² K)]	<p>Wärmeübergangskoeffizient der Leitungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ ungedämmt: 13 W/(m²·K) ▪ gedämmt: 7.5 W/(m²·K)
a	[m]	Innenradius der Leitung (Rohrinnenradius), gemäss Tab. 4
b	[m]	<p>Aussenradius der Verteilleitung (Rohr inkl. Wärmedämmung) (Rohrwandstärke: 0.0015 m)</p> <p>$b = a + 0.0015 + sD$ (sD: Dämmstärke)</p>
L	[m]	Für horizontale und vertikale Längen des Verteilnetzes gemäss Tab. 7 in m/m ² multipliziert mit der Energiebezugsfläche des jeweiligen versorgten Bereichs.
$\Delta\theta$	[K]	<p>Für Heizung:</p> <p>Temperaturdifferenz der mittleren Heizkreistemperatur θ_{HK} gemäss Tab. 2 (ohne oder mit unbekanntem hydraulischen Abgleich) und Tab. 3 (bekannter hydraulischer Abgleich) zur Umgebungsluft θ_U:</p> <p>$\Delta\theta = \theta_{HK} - \theta_U$</p> <p>Für Warmwasser:</p> <p>Temperaturdifferenz der Warmwassertemperatur zur Umgebungsluft ($\theta_{WW} = 60$ °C): $\Delta\theta = \theta_{WW} - \theta_U$</p> <p>Umgebungsluft θ_U für Leitungsabschnitte:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ ausserhalb der thermischen Gebäudehülle: 13 °C ▪ innerhalb der thermischen Gebäudehülle: 20 °C (vertikale Verteilleitungen sind immer innerhalb der therm. Hülle)
$t_{be,dis}$	[h]	Betriebsdauer der Wärmeverteilung, gemäss Tab. 5 (Heizung) und Tab. 6 (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. 4 für jeden Wärmeerzeuger WE_i und versorgten Bereich j berechnet (Abb. 3), wenn

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

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

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

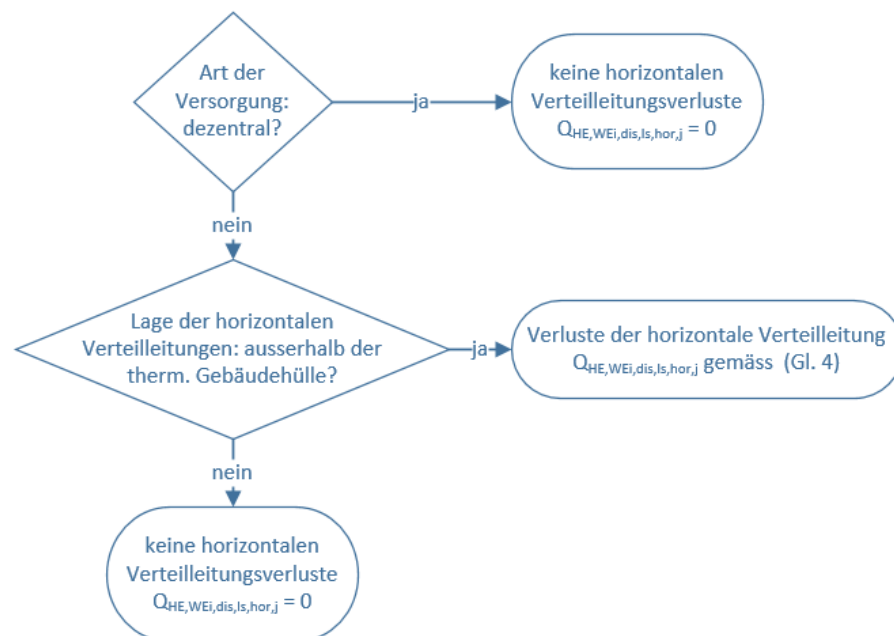


Abb. 3 Flussdiagramm Verteilverluste horizontale Leitungen für Heizung ($Q_{HE,WE,dis,ls,hor,j}$).

Verteilverluste Warmwasser

Die Wärmeverluste der horizontalen und vertikalen Wärmeverteilung von Warmwasser innerhalb der thermischen Gebäudehülle sind nur zum Teil rückgewinnbar und müssen daher berechnet werden. Die Berechnung erfolgt gemäss SIA 2031:2009 [2].

Die Anteile der Verluste, die nicht zurückgewonnen werden können, werden mit den Gl. 5 bis Gl. 7 berechnet, wenn die Art der Versorgung: «zentral» oder «zentral+dezentral» ist. Der Gesamtverlust ergibt sich aus Gl. 8. Die Verluste werden pro versorgtem Bereich j berechnet, sie sind unabhängig vom Wärmeerzeuger.

Verluste der horizontalen Verteilungen Warmwasser (Abb. 4):

Aufstellort innerhalb thermischer Gebäudehülle

$Q_{WW,dis,ls,hor,j} = (1 - 0.8 \cdot \eta_g) \cdot Q_{WW,dis,ls,h,j}$ (Gl. 4)	[kWh/a]	Gl. 5
--	---------	-------

η_g	[-]	Ausnutzungsfaktor gemäss SIA 380/1:2009 unter Berücksichtigung des Einzonenmodells
$Q_{WW,dis,ls,h,j}$	[kWh/a]	Horizontale Verteilungsverluste des Bereichs j

Aufstellort ausserhalb thermischer Gebäudehülle

$Q_{WW,dis,ls,hor,j} = Q_{WW,dis,ls,h,j}$ (Gl. 4)	[kWh/a]	Gl. 6
---	---------	-------

Verluste der vertikalen Leitungen für Warmwasser:

Aufstellort innerhalb oder ausserhalb thermischer Gebäudehülle

$Q_{WW,dis,ls,ver,j} = (1 - 0.8 \cdot \eta_g) \cdot Q_{WW,dis,ls,v,j}$ (Gl. 4)	[kWh/a]	Gl. 7
--	---------	-------

η_g	[-]	Ausnutzungsfaktor gemäss SIA 380/1
$Q_{WW,dis,ls,v,j}$	[kWh/a]	Vertikale Verteilungsverluste des Bereichs j

Summe der Verluste für horizontale und vertikale Verteilungen für Warmwasser im versorgten Bereich j:

$Q_{WW,dis,ls,j} = Q_{WW,dis,ls,hor,j} + Q_{WW,dis,ls,ver,j}$ ist «0», wenn dezentrale Warmwassererzeugung	[kWh/a]	Gl. 8
---	---------	-------

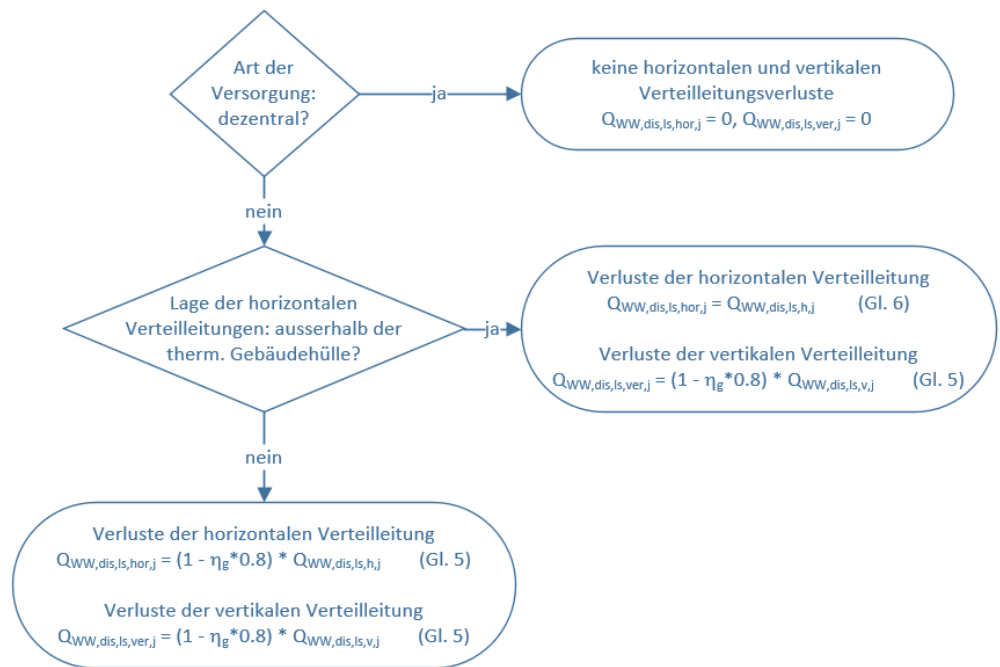


Abb. 4 Flussdiagramm Verteilverluste der horizontalen und vertikalen Leitungen für Warmwasser.

3.4 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 [2] wie folgt:

$E_{HE,WEi} = \sum_{j=1}^{N_{Ber}} \left(\frac{Q_{H,eff} \cdot A_{E,Berj} + Q_{HE,WEi,dis,ls,hor,j}}{\eta_{HE,WEi} - 0.09 (Dim_{WEi} - 1)} \right) \cdot DG_{WEi,j}$	[kWh/a]	Gl. 9
---	---------	-------

j	[-]	Laufindex für Anzahl versorgter Bereiche N_{Ber} , $j = 1 \dots N_{Ber}$
$Q_{H,eff}$	[kWh/(m ² a)]	Eff. Heizwärmebedarf (ist für alle Bereiche gleich)
$A_{E,Berj}$	[m ²]	Flächen des versorgten Bereichs j
$Q_{HE,WEi,dis,ls,hor,j}$	[kWh/(-a)]	Horizontale Verteilungsverluste des Wärmeerzeugers WE_i für den versorgten Bereich j
$\eta_{HE,WEi}$	[-]	Jahresnutzungsgrad des Wärmeerzeugers WE_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 [2] wie folgt:

$$E_{WW,WEi} = \sum_{j=1}^{N_{Ber}} \left(\frac{(Q_{w,ref} + Q_{WW_{Wasch}} + Q_{WW_{Spül}}) \cdot A_{E,Berj} + Q_{WW,WEi,sto,ls} + Q_{WW,dis,ls,j}}{\eta_{WW,WEi}} \cdot DG_{WEi,j} \right)$$

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

j	[-]	Laufindex für Anzahl versorgter Bereiche N_{Ber} , j = 1 ... N_{Ber}
$\eta_{WW,WEi}$	[-]	Jahresnutzungsgrad des Wärmeerzeugers
$Q_{w,ref}$	[kWh/(m ² a)]	Nutzenergiebedarf Warmwasser gemäss SIA 380/1 (Tab. 34, Einheit beachten) bzw. für Mischnutzungen berechnet aus den flächengemittelten Werten (Kap. 1.2).
Q_{ww_Wasch}	[kWh/(m ² a)]	Zusätzlicher Nutzwärmebedarf Warmwasser durch Waschmaschinen mit Warmwasseranschluss, Gl. 35
$Q_{ww_Spül}$	[kWh/(m ² a)]	Zusätzlicher Nutzwärmebedarf Warmwasser durch Spülmaschinen mit Warmwasseranschluss, Gl. 36
$A_{E,Berj}$	[m ²]	Flächenanteil des jeweiligen versorgten Bereichs
$Q_{WW,WEi,sto,ls}$	[kWh/a]	Speicherverluste für Warmwasser für den Wärmeerzeuger WE_i
$Q_{WW,dis,ls,j}$	[kWh/a]	Verluste der Verteilungen für Warmwasser für den Wärmeerzeuger im versorgten Bereich j
$DG_{WEi,j}$	[-]	Deckungsgrad des Wärmeerzeugers WE_i im versorgten Bereich j

3.5 Hilfsenergie

Heizung

Für jeden Wärmeerzeuger ($i = 1 \dots N_{WE}$) wird die Hilfsenergie pro versorgten Bereich ($j = 1 \dots N_{Ber}$) (Gl. 11, Achtung Einheit) in Anlehnung an SIA 380/4:2006 [3] berechnet.

$E_{HE,WEi,hilfs} = \sum_{j=1}^{N_{Ber}} \{ [(0.0688 \cdot A_{E,Berj}^{-0.394} \cdot Q_{H,eff} + 2.86 \cdot A_{E,Berj}^{-0.37}) \cdot f_{WEi,a} + (0.0007 \cdot Q_{H,eff} + 225 \cdot A_{E,Berj}^{-0.9}) \cdot f_{WEi,ak} + (0.0012 \cdot Q_{H,eff} + 82 \cdot A_{E,Berj}^{-0.73}) \cdot A_{E,Berj} \cdot DG_{WEi} \}$	[MJ/a]	Gl. 11
--	---------------	--------

j	[-]	Laufindex für Anzahl versorgter Bereiche N_{Ber} , $j = 1 \dots N_{Ber}$
$A_{E,Berj}$	[m ²]	Fläche des jeweiligen versorgten Bereichs j
$Q_{H,eff}$	[MJ/(m² a)]	Eff. Heizwärmebedarf (ist für alle Bereiche gleich, Achtung Einheit)
$f_{WEi,a}$	[-]	Faktor Hilfsenergie Wärmeerzeuger $f_{WEi,a} = f_{WEi,au} \cdot f_{WEi,af} \cdot f_{WEi,ae} \cdot f_{WEi,ak}$
$f_{WEi,au}$	[-]	Umwälzpumpe gemäss Tab. 9
$f_{WEi,af}$	[-]	Feuerung gemäss Tab. 9
$f_{WEi,ae}$	[-]	Hilfsaggregate gemäss Tab. 9
$f_{WEi,ak}$	[-]	Wenn Wärmeerzeuger nur für Heizung (H) oder nur für Warmwasser (W): $f_{WEi,ak} = 1$, sonst $f_{WEi,ak} = 0.65$
DG_{WEi}	[-]	Deckungsgrad des Wärmeerzeugers WE_i in einem versorgten Bereich

Die einzelnen Hilfsenergien der Wärmeerzeuger Heizung werden zum Schluss zusammengefasst:

$E_{HE,hilfs} = \sum_{i=1}^{N_{WE}} \frac{E_{HE,WEi,hilfs}}{3.6}$	[kWh/a]	Gl. 12
---	----------------	--------

i	[-]	Laufindex für Anzahl Wärmeerzeuger N_{WE} , $i = 1 \dots N_{WE}$
$E_{HE,WEi,hilfs}$	[MJ/a]	Hilfsenergie für die einzelnen Wärmeerzeuger WE_i

Warmwasser

Die gesamte Hilfsenergie für die Warmhaltung von Warmwasser berechnet sich nach Gl. 13, ebenfalls für jeden Wärmeerzeuger (i = 1 ... N_{WE}) wird die Hilfsenergie pro versorgten Bereich (j = 1 ... N_{Ber}) in Anlehnung an SIA 380/4:2006 [3] berechnet.

Hilfsenergie Warmwasser (Achtung Einheit)

$E_{WW,WEi,hilfs} = \sum_{j=1}^{N_{Ber}} \{ [(0.0688 \cdot A_{E,Berj}^{-0.394} \cdot Q_{H,eff} + 2.86 \cdot A_{E,Berj}^{-0.37}) \cdot f_{WEi,a} + (0.0007 \cdot Q_{H,eff} + 225 \cdot A_{E,Berj}^{-0.9}) \cdot f_{WEi,ak} + E_{w,a,j}] \cdot A_{E,Berj} \cdot DG_{WEi} \}$	[MJ/a]	Gl. 13
--	---------------	--------

j	[-]	Laufindex für Anzahl versorgter Bereiche N _{Ber} , j = 1 ... N _{Ber}
A _{E,Berj}	[m ²]	Flächen des jeweiligen versorgten Bereichs
Q _{H,eff}	[MJ/(m² a)]	Eff. Heizwärmebedarf (ist für alle Bereiche gleich, Achtung Einheit)
f _{WEi,a}	[-]	Faktor Hilfsenergie Wärmeerzeuger (Produkt aus allen Faktoren) f _{WEi,a} = f _{WEi,au} * f _{WEi,af} * f _{WEi,ae} * f _{WEi,ak}
f _{WEi,au}	[-]	Umwälzpumpe: dezentral=1, zentral=0 (Tab. 9)
f _{WEi,af}	[-]	Feuerung: dezentral=1, zentral=0 (Tab. 9)
f _{WEi,ae}	[-]	Hilfsaggregate (Tab. 9)
f _{WEi,ak}	[-]	Wenn Wärmeerzeuger nur Heizung (H) oder nur Warmwasser (W) versorgt: 1, sonst 0.65
E _{w,a,j}	[MJ/a]	Hilfsstrom für Pumpen im versorgten Bereich (Achtung Einheit): Zirkulations-/Umwälzpumpe: E _{w,a,j} = E _{w,az,j} (Gl. 14) Heizband: E _{w,a,j} = E _{w,ah,j} (Gl. 15) keine Warmhaltung: E _{w,a,j} = E _{w,az,j} (Gl. 14)
DG _{WEi}	[-]	Deckungsgrad des Wärmeerzeugers in einem versorgten Bereich

Der Elektrizitätsbedarf für die Warmhaltung von Warmwasser (Zirkulationspumpen, Heizbänder) wird nach SIA 380/4:2006 (Kap. 3.5.1.5 und 6) [3] berechnet. Die Berechnung erfolgt für jeden versorgten Bereich getrennt.

Zirkulations-/Umwälzpumpe (Achtung Einheit)

$E_{w,az,j} = 33 \cdot \frac{\frac{A_{th}}{A_E}}{A_E^{0.5}} \cdot \frac{t_{be,Zir,j}}{8760}$	[MJ/a]	Gl. 14
--	---------------	--------

Heizband (Achtung Einheit)

$E_{w,ah,j} = 75 \cdot \frac{\frac{A_{th}}{A_E}}{A_E^{0.14}}$	[MJ/a]	Gl. 15
---	---------------	--------

$t_{be,Zir,j}$	[h]	Betriebsdauer des Wärmeverteilung gemäss Tab. 6 in dem versorgten Bereich
A_{th}	[m ²]	Therm. Gebäudehüllfläche gemäss SIA 380/1:2009
A_E	[m ²]	Energiebezugsfläche gesamt

$E_{WW,hilfs} = \sum_{i=1}^{N_{WE}} \frac{E_{WW,WEi,hilfs}}{3.6}$	[kWh/a]	Gl. 16
---	----------------	--------

i	[-]	Laufindex für Anzahl Wärmeerzeuger N_{WE} , $j = 1 \dots N_{WE}$
$E_{WW,WEi,hilfs}$	[MJ/a]	Hilfeenergie für die einzelnen Wärmeerzeuger i in den versorgten Bereichen j (Achtung Einheit)

3.6 Referenztabelle Heizung und Warmwasser

Die Bezeichnungen HWWxx entsprechen den Bezeichnungen im GEAK Handbuch V5.1 für Experten [4].

Tab. 2 **HWW04** Durchschnittliche Heizkreistemperatur in Abhängigkeit von Vorlauf-/Rücklauf-temperatur und Überdimensionierung des Wärmeerzeugers, ohne oder mit unbekanntem hydraulischen Abgleich.

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

Tab. 3 **HWW05** Durchschnittliche Heizkreistemperatur in Abhängigkeit von Vorlauf-/Rücklauf-temperatur und Überdimensionierung des Wärmeerzeugers, mit (bekanntem) hydraulischem Abgleich.

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

Tab. 4 **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. 5 **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 ² a)] (Achtung Einheit)		
		< 150	150 ≥ QH,eff < 300	≥ 300
Betriebsdauer Heizungsnetz	[h/a]	4'400	5'400	6'400

Tab. 6 **HWW09** Betriebsdauer $t_{be,dis}$ des Verteilnetzes Warmwasser pro Jahr in Abhängigkeit von der Warmhaltung.

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. 7 **HWW10** Durchschnittliche Länge der Wärmeverteilungen Heizung und Warmwasser in Abhängigkeit vom Gebäudetyp. Die durchschnittlichen Längen basieren auf [5].

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

Tab. 8 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	ungedämmt
zentral + dezentral	teilweise	Warmwasser	Heizband	-	teilweise
-	-	Kombispeicher	-	-	-
-	-	Solar-speicher	-	-	-

Lesebeispiel

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

Tab. 9 Faktoren zur Berechnung der Hilfsenergie in Abhängigkeit von dem Wärmeerzeuger.

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	0.3
Gasfeuerung kondensierend	1	1	0.3
Holzfeuerung	1	1	4
Pelletfeuerung	1	1	4
Fernwärme (aus KVA, ARA, Industrie)	1	0	0
Quartierwärmeversorgung mit BHKW	0	0	1
Mini-BHKW	1	1	1
Elektrospeicher- Zentralheizung	0	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	1.1	1.1

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

4 Lüftung

4.1 Allgemeines

Bei EFH/MFH bis 2'000 m² und bei Verwaltung/Schulen bis 1'000 m² kann eine stark vereinfachte Lüftungsberechnung basierend auf Kleinanlagen mit Standardwerten durchgeführt werden. Für alle übrigen Fälle ist eine externe Berechnung für den Jahresstrombedarf und den Aussenluftvolumenstrom durchzuführen. Die Berechnung der Lüftung entspricht der Methode von MI-ENERGIE [6].

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. 17
---	---------	--------

n	[-]	Laufindex für Anzahl Nutzungen N_{Nutz} ($n = 1 \dots N_{Nutz}$), wobei es pro Nutzung entweder einen Elektrizitätsbedarf Kleinanlagen mit Standardwerten oder einen Elektrizitätsbedarf für sonstige Lüftungsanlagen geben kann.
$E_{V,std,Nutz}$	[kWh/a]	Elektrizitätsbedarf Kleinanlagen mit Standardwerten, Kap. 4.2
$E_{V,eff,Nutz}$	[kWh/a]	Elektrizitätsbedarf sonstige Lüftungsanlagen, Kap. 4.3

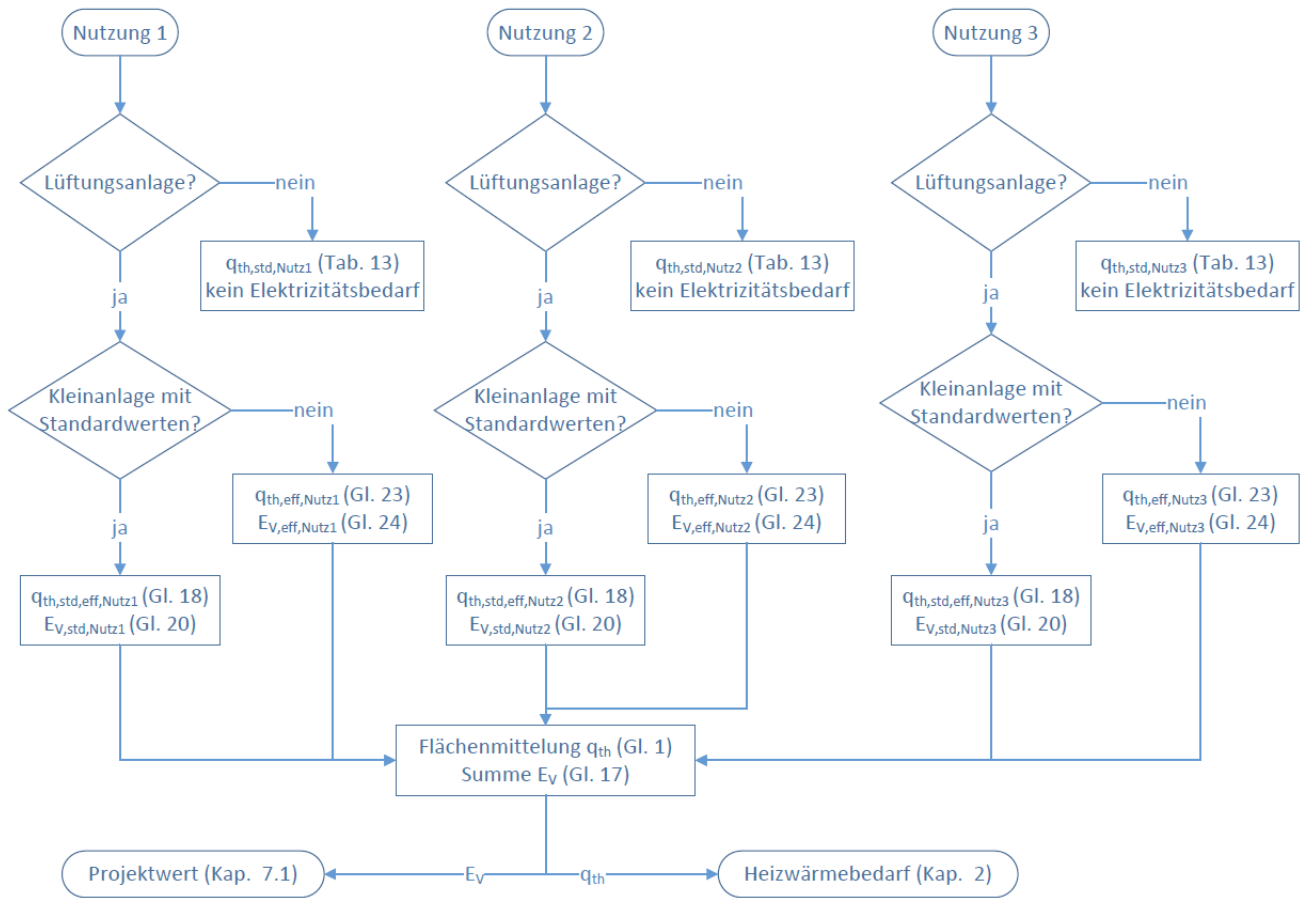


Abb. 5 Flussdiagramm Berechnung wirksame Aussenluftvolumenströme und Elektrizitätsbedarf.

Hinweis

Ist die Nutzung MFH Teil einer Mischnutzung, wird der Elektrizitätsbedarf für Abluft Dampfabzug 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. 10)
- Anzahl Räume mit Zuluft (Wohnen) oder Anzahl Personen (Verwaltung/Schule) (freie Eingabe)
- Wahl des Wärmetauschers (Auswahl gemäss Tab. 14)
- Wahl des Ventilatorantriebs (Auswahl gemäss Tab. 15)

Thermisch wirksamer Aussenluftvolumenstrom

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

$q_{th, std, eff, Nutz} = \frac{V'_{Luft, Nutz} * V'_{Nenn, Nutz, eff}}{V'_{Nenn, Nutz} * A_{E, Nutz}} * (1 - \eta_{WT}) + v_0$	[m ³ /(h m ²)]	Gl. 18
---	---------------------------------------	--------

$V'_{Luft, Nutz}$	[m ³ /h]	Luftvolumenstrom der Nutzung gemäss Tab. 11
$V'_{Nenn, Nutz}$	[m ³ /h]	Nennvolumenstrom der Nutzung gemäss Tab. 12
$V'_{Nenn, Nutz, eff}$	[m ³ /h]	effektiver Nennvolumenstrom der Nutzung gemäss Gl. 19
$A_{E, Nutz}$	[m ²]	Energiebezugsfläche der Nutzung
η_{WT}	[-]	Wirkungsgrad der Wärmerückgewinnung des Wärmetauschers gemäss Tab. 14
v_0	[m ³ /(h m ²)]	Flächenbezogener Infiltrationsvolumenstrom (konstant) $v_0 = 0.15 \text{ m}^3/(\text{h m}^2)$

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

$$V'_{Nenn,Nutz,eff} = \max\left(N_{RaumPers}; \text{ceil}\left(\frac{A_{E,Nutz}}{V'_{min,Nutz}} \cdot f_{korr}\right)\right) * V'_{Nenn,Nutz} \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad \text{Gl. 19}$$

$N_{RaumPers}$	[-]	Anzahl Räume mit Zuluft (Wohnen) oder Anzahl Personen (Verwaltung/Schule)
$A_{E,Nutz}$	[m ²]	Energiebezugsfläche der Nutzung
$V'_{min,Nutz}$	[m ³ /h]	Mindestvolumenstrom der Nutzung gemäss Tab. 13
$V'_{Nenn,Nutz}$	[m ³ /h]	Nennvolumenstrom der Nutzung gemäss Tab. 12
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:

$$E_{V,std,Nutz} = \frac{t_{be,V}}{1000} * E_{spez,Nutz} * V'_{Nenn,Nutz,eff} * K_{Antrieb} \quad [\text{kWh/a}] \quad \text{Gl. 20}$$

$t_{be,V}$	[h]	Betriebsdauer der Kleinanlage mit Standardwerten
$E_{spez,Nutz}$	[kWh/(m ² a)]	Spezifischer Elektrizitätsbedarf der Nutzung gemäss Tab. 10
$V'_{Nenn,Nutz,eff}$	[m ³ /h]	effektiver Nennvolumenstrom der Nutzung gemäss Tab. 12
$K_{Antrieb}$	[1/m]	Parameter in Abhängigkeit von dem Ventilatorantrieb gemäss Tab. 15

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

Wohnen

$t_{be,V} = 8736$	[h]	Gl. 21
-------------------	-----	--------

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. 22
---	-----	--------

$V'_{Luft,Nutz}$	[m ³ /h]	Luftvolumenstrom der Nutzung gemäss Tab. 11
$V'_{Nenn,Nutz}$	[m ³ /h]	Nennvolumenstrom der Nutzung gemäss Tab. 12

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 ³ /(h m ²)]	Gl. 23
--	---------------------------------------	--------

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

Elektrizitätsbedarf

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

$E_{V,eff,Nutz} = E_{V,Nutz} + E_{C,Nutz} + E_{hu,Nutz}$	[kWh/a]	Gl. 24
--	---------	--------

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

4.4 Referenztabellen Lüftung

Tab. 10 Spezifischer Elektrizitätsbedarf, Standardwerte für Kleinanlagen, $E_{\text{spez,Nutz}}$ [6].

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

Tab. 11 Luftvolumenstrom/Einheit, Standardwerte für Kleinanlagen, $V'_{\text{Luft,Nutz}}$ [6].

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

Tab. 12 Nennvolumenstrom/Einheit, Standardwerte für Kleinanlagen, $V'_{\text{Nenn,Nutz}}$ [6]

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

Tab. 13 Standard Volumenströme V'_{\min} und standard flächenbezogener Aussenluftvolumenströme $q_{\text{th, std, Nutz}}$

Volumenströme	Einheit	MFH EFH	Ver- wal- tung	Schule	Ver- kauf	Res- tau- rant	Hotel
$V'_{\min, \text{Nutz}}$ [6]	[m ³ /h]	50	20	10	-	-	-
Standard flächenbezogener Aussenluftvolumenstrom $q_{\text{th, std, Nutz}}$ gemäss SIA 380/1:2016	[m ³ /(h m ²)]	0.7	0.7	0.7	0.7	1.2	0.7

Tab. 14 Auswahlliste Wärmetauscher und Wirkungsgrad der Wärmerückgewinnung, η_{WT} [6]

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

Tab. 15 Auswahlliste und Parameter für den Ventilatorantrieb [6].

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

5 Elektrischer Ertrag aus PV und WKK/BHKW

5.1 Photovoltaik

In der Etiketle werden nur der Eigenverbrauch und 40 % des ins Netz eingespeisten Stroms angerechnet (analog Minergie [7]).

Der anrechenbare elektrische Ertrag $E_{PV,anr}$ aus einer Photovoltaikanlage berechnet sich wie folgt:

$E_{PV,anr} = E_{PV} * (EVR + f_{Netz} * (1 - EVR))$	[kWh/a]	Gl. 25
--	---------	--------

E_{PV}	[kWh/a]	Photovoltaikertrag, freie Eingabe
EVR	[-]	Eigenverbrauchsrate gemäss Nachweis mit PVopti [8] oder 0.2
f_{Netz}	[-]	Anrechenbarer Anteil der Netzeinspeisung: $f_{Netz} = 0.4$

5.2 WKK/BHKW

Der elektrische Ertrag $E_{WKK,anr}$ aus WKK/BHKW wird komplett in der Etiketle angerechnet:

$E_{WKK,anr} = E_{WKK}$	[kWh/a]	Gl. 26
-------------------------	---------	--------

E_{WKK}	[kWh/a]	Elektrizitätsertrag aus WKK/BHKW, freie Eingabe
-----------	---------	---

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. 27
--	---------	--------

n	[-]	Laufindex für Anzahl Nutzungen N_{Nutz} , $n = 1 \dots N_{Nutz}$
$E_{el,std,Nutz,n}$	[kWh/a]	Elektrizitätsbedarf der einzelnen Nutzung n

Hinweis

Im GEAK gibt es einen Faktor für den Ausbaugrad. Da dieser für die Etiketete 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. 16). Alle zur Verfügung stehenden Verbraucher können pro Kategorie aus fixen Listen ausgewählt werden.

Tab. 16 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 >/< 160l (= 1 Kühlschrank/Wohnung)</p> <p>Für jeden Kühlschrank ohne Tiefkühlfach muss mindestens ein 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. 17
Kleingeräte und Elektronik, K+E	minimal 80 % der Energiebezugsfläche muss mit Kleingeräten und Elektronik be-legt werden	Tab. 20
Beleuchtung, Bel	minimal 80 % der Energiebezugsfläche muss mit Beleuchtung belegt werden	Tab. 21

Der Elektrizitätsbedarf $E_{el, std, Nutz}$ für Wohnen wird gemäss Gl. 28 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. 28
--	---------	--------

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. 29)

Belegungsfaktor f_b (in Anlehnung an SIA 2031:2016 [9])

$f_b = 1 - \frac{N_{Zimmer} - 3}{10}$	[-]	Gl. 29
---------------------------------------	-----	--------

N_{Zimmer}	[-]	mittlere Zimmeranzahl aller Wohnungen, max. $N_{Zimmer} = 7$ (Festlegung durch GEAK)
--------------	-----	--

6.2.2 Geräte und Installationen G+I

Geräte ohne Wasseranschluss

Aus Tab. 17 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. 30
---	---------	--------

k	[-]	Laufindex für Anzahl Gerätetypen N_{Typ} , $k = 1 \dots N_{Typ}$
$N_{Geräte}$	[-]	Anzahl Geräte pro Typ
$E_{Qualität,G+I}$	[kWh/a]	Elektrizitätsbedarf eines Geräts in Abhängigkeit von der Qualität gemäss Tab. 17

Für Wäschetrockner gilt

$E_{G+I} = \left(N_{Wvhg} - 1 + \frac{N_{Geräte}}{N_{Wvhg}} \right) * E_{Qualität,G+I} * \frac{2}{3}$	[kWh/a]	Gl. 31
--	---------	--------

N_{Wvhg}	[-]	Anzahl Wohnungen im Gebäude
$N_{Geräte}$	[-]	Anzahl Wäschetrockner
$E_{Qualität,G+I}$	[kWh/a]	Elektrizitätsbedarf in Abhängigkeit von der Qualität, Tab. 17

Der Faktor 2/3 berücksichtigt, dass trotz Wäschetrockner im Mittel ein Drittel der Wäsche auf der Wäscheleine getrocknet wird [10].

Sonderfall «Kochen und Backen mit Erdgas»

Ist «Kochen und Backen mit Erdgas» gewählt, wird der Gasbedarf für Kochen und Backen mit Gl. 32 erfasst und dem Energieträger «Erdgas» zugewiesen.

$E_{GasKB} = (N_{GeräteK} \cdot E_{GasK} + N_{GeräteB} \cdot E_{GasB}) \cdot f_b$	[kWh/a]	Gl. 32
---	---------	--------

$N_{GeräteK}$ bzw. B	[-]	Anzahl der Herde (Kochen) bzw. Backöfen
E_{GasK} , E_{GasB}	[kWh/a]	Gasbedarf gemäss Tab. 18
f_b	[-]	Der Belegungsfaktor drückt den Bedarfsunterschied zu einer durchschnittlichen 3 Zimmer-Wohnung aus (Gl. 29)

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. 33 berechnet:

$E_{G+I} = (N_{Geräte} \cdot E_{Qualität,G+I})_{mit} + (N_{Geräte} \cdot E_{Qualität,G+I})_{ohne}$	[kWh/a]	Gl. 33
--	---------	--------

$N_{Geräte}$	[-]	Anzahl Spülmaschinen mit/ohne Warmwasseranschluss
$E_{Qualität,G+I}$	[kWh/a]	Elektrizitätsbedarf in Abhängigkeit von der Qualität für Waschmaschinen mit/ohne Warmwasseranschluss, Tab. 17

Der Elektrizitätsbedarf Waschmaschinen mit/ohne Warmwasseranschluss ergibt sich aus Gl. 34:

$E_{G+I} = \left(N_{Whg} - 1 + \frac{N_{Geräte,mit}}{N_{Whg}} \right) \cdot E_{Qualität,G+I,mit} \cdot f_{WW,mit} + \left(N_{Whg} - 1 + \frac{N_{Geräte,ohne}}{N_{Whg}} \right) \cdot E_{Qualität,G+I,ohne} \cdot f_{WW,ohne}$	[kWh/a]	Gl. 34
--	---------	--------

N_{Whg}	[-]	Anzahl Wohnungen im Gebäude
$N_{Geräte,mit}$ $N_{Geräte,ohne}$	[-]	Anzahl 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. 17
$f_{ww,mit}$ $f_{ww,ohne}$	[-]	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. 35 und Gl. 36 zu berechnen. Der zusätzliche Warmwasserbedarf wird bei der Endenergieberechnung des Warmwassers berücksichtigt (Kap. 3.4, Gl. 10).

Zusätzlicher Nutzwärmebedarf Warmwasser Geschirrspüler:

$Q_{WW_Spül} = N_{Geräte,mit} \cdot Q_{W_Spül}$	[kWh/a]	Gl. 35
---	---------	--------

$N_{Geräte,mit}$	[-]	Anzahl Spülmaschinen mit Warmwasseranschluss
$Q_{W_Spül}$	[kWh/a]	Zusätzlicher Wärmebedarf für Warmwasser durch eine Spülmaschine, Tab. 19

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. 36
---	---------	--------

N_{Whg}	[-]	Anzahl Wohnungen im Gebäude
$N_{Geräte,mit}$	[-]	Anzahl Waschmaschinen mit Warmwasseranschluss
$f_{WW,mit}$	[-]	Anteil der Waschmaschinen mit Warmwasseranschluss an der Gesamtsumme der Waschmaschinen
Q_{W_Wasch}	[kWh/a]	Zusätzlicher Wärmebedarf für Warmwasser durch eine Waschmaschine, Tab. 19

6.2.3 Kleingeräte und Elektronik K+E

Der elektrizitätsbedarf für Kleingeräte und Elektronik wird für jede gewählte Raumnutzung (Tab. 20) berechnet:

$E_{K+E} = \sum_{k=1}^{N_{RNutz}} (E_{Basisbedarf,K+E} \cdot A_{RNutz,K+E})_k$	[kWh/a]	Gl. 37
--	---------	--------

k	[-]	Laufindex für Anzahl Raumnutzungen N_{RNutz} , k = 1 ... N_{RNutz}
$E_{Basisbedarf,K+E}$	[kWh/(m ² a)]	Tab. 20
$A_{RNutz,K+E}$	[m ²]	Energiebezugsfläche, für die gewählte Raumnutzung

6.2.4 Beleuchtung Bel

Der elektrizitätsbedarf für Beleuchtung wird für jede gewählte Raumnutzung (Tab. 21) berechnet:

$E_{Bel} = \sum_{k=1}^{N_{RNutz}} (E_{Basisbedarf,Bel} \cdot f_{Qualität,Bel} \cdot A_{RNutz,Bel})_k$	[kWh/a]	Gl. 38
---	---------	--------

k	[-]	Laufindex für Anzahl Raumnutzungen N_{RNutz} , k = 1 ... N_{RNutz}
$E_{Basisbedarf,Bel}$	[kWh/(m ² a)]	Elektrizitätsbedarf in Abhängigkeit von der Raumnutzung, Tab. 21
$f_{Qualität,Bel}$	[-]	Faktor zur Skalierung des Basisbedarfs auf die gewählte Qualität, Tab. 22
$A_{RNutz,Bel}$	[m ²]	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. 39
---	---------	--------

k	[-]	Laufindex für Anzahl Gerätetypen N_{Typ} , $k = 1 \dots N_{Typ}$
$N_{Geräte}$	[-]	Anzahl Geräte
P_{el}	[kW]	Leistung eines Gerätes
$t_{be,WVA}$	[h]	Betriebsdauer des Gerätes

6.3 Referenztabellen Wohnen

Die Bezeichnungen Ref C3.3.x entsprechen den Bezeichnungen im GEAK Handbuch V5.1 für Experten [4].

Tab. 17 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. 18 Wohnen: Basiswerte für Kochen/Backen mit Gas, E_{GasKB} . (C3.3.9)

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

Tab. 19 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. 20 Wohnen: Basiswerte für Kleingeräte und Elektronik, $E_{\text{Basisbedarf, K+E}}$ (Ref C3.3.11)

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

Tab. 21 Wohnen: Basiswerte für die Beleuchtung, $E_{\text{Basisbedarf, Bel}}$ (Ref C3.3.13)

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

Tab. 22 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 gemäss Gl. 40 berechnet:

$E_{el, std, Nutz} = \sum E_{B+G} + \sum E_{Bel} + \sum E_{WVA}$	[kWh/a]	Gl. 40
--	---------	--------

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:

$E_{B+G} = \sum_{k=1}^{N_{RNutz}} \left(E_{Basisbedarf, B+G} \cdot f_{Qualität, B+G} \cdot A_{RNutz, B+G} \right)_k$	[kWh/a]	Gl. 41
---	---------	--------

k	[-]	Laufindex für Anzahl Raumnutzungen N_{RNutz} , k = 1 ... N_{RNutz}
$E_{Basisbedarf, B+G}$	[kWh/(m ² a)]	Elektrizitätsbedarf in Abhängigkeit der Raumnutzung: Verwaltung: Tab. 23 Schule: Tab. 25 Verkauf: Tab. 27 Restaurant: Tab. 29 Hotel: Tab. 31
$f_{Qualität, B+G}$	[-]	Faktor zur Skalierung des Basisbedarfs auf die gewählte Qualität: Verwaltung: Tab. 24 Schule: Tab. 26 Verkauf: Tab. 28 Restaurant: Tab. 30 Hotel: Tab. 32
$A_{RNutz, B+G}$	[m ²]	Energiebezugsfläche, für die gewählte Raumnutzung

6.4.3 Beleuchtung Bel

Für den elektrischen Bedarf 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. 42
--	---------	--------

k	[-]	Laufindex für Anzahl Raumnutzung N_{RNutz}
$E_{Basisbedarf, Bel}$	[kWh/(m ² a)]	Elektrizitätsbedarf in Abhängigkeit der Raumnutzung: Verwaltung: Tab. 23 Schule: Tab. 25 Verkauf: Tab. 27 Restaurant: Tab. 29 Hotel: Tab. 31
$f_{Qualität,Bel}$	[-]	Faktor zur Skalierung des Basisbedarfs auf die gewählte Qualität: Verwaltung: Tab. 24 Schule: Tab. 26 Verkauf: Tab. 28 Restaurant: Tab. 30 Hotel: Tab. 32
$A_{RNutz,Bel}$	[m ²]	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 Bedarf 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. 43
--	---------	--------

k	[-]	Laufindex für Anzahl Gerätetypen N_{Typ} , k = 1 ... N_{Typ}
$N_{Geräte}$	[-]	Anzahl Geräte des Typs k
P_{el}	[kW]	Leistung eines Gerätes vom Typ k
$t_{be,WVA}$	[h]	Betriebsdauer des Gerätes vom Typ k

6.5 Referenztabellen Zweckbauten

Die Bezeichnungen Ref C3.3.x entsprechen den Bezeichnungen im GEAK Handbuch V5.1 für Experten [4].

6.5.1 Referenztabellen Elektrizität Verwaltung

Tab. 23 Verwaltung: Basiswerte für Betriebseinrichtungen und Geräte und Beleuchtung, $E_{\text{Basisbedarf, B+G}}$, $E_{\text{Basisbedarf, Bel}}$ (Ref C3.3.20/23) (B+G [11], Bel [12] «Bestand» mit Umrechnung: Energiebezugsfläche = 1.2 x Nettogrundfläche)

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

Tab. 24 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. 25 Schule: Basiswerte für Betriebseinrichtungen und Geräte und Beleuchtung, $E_{\text{Basisbedarf, B+G}}$, $E_{\text{Basisbedarf, Bel}}$ (Ref C3.3.30/33) (B+G [11], Bel [12] «Bestand» mit Umrechnung: Energiebezugsfläche = 1.2 x Nettogrundfläche)

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

Tab. 26 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. 27 Verkauf: Basiswerte für Betriebseinrichtungen und Geräte und Beleuchtung, $E_{\text{Basisbedarf, B+G}}$, $E_{\text{Basisbedarf, Bel}}$ (Ref C3.3.36/37) (B+G [11], Bel [12] «Bestand» mit Umrechnung: Energiebezugsfläche = 1.2 x Nettogrundfläche)

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

Tab. 28 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. 29 Restaurant: Basiswerte für Betriebseinrichtungen und Geräte und Beleuchtung, $E_{\text{Basisbedarf, B+G}}$, $E_{\text{Basisbedarf, Bel}}$. (Ref C3.3.40/41) (B+G [11], Bel [12] «Bestand» mit Umrechnung: Energiebezugsfläche = 1.2 x Nettogrundfläche)

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

Tab. 30 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. 31 Hotel: Basiswerte für Betriebseinrichtungen und Geräte und Beleuchtung, $E_{\text{Basisbedarf, B+G}}$, $E_{\text{Basisbedarf, Bel}}$. (B+G [11], Bel [12] «Bestand» mit Umrechnung: Energiebezugsfläche = 1.2 x Nettogrundfläche)

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

Tab. 32 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.

7.1 Projektwert

Gebäudehülle

Der Projektwert ist der effektive Heizwärmebedarf $Q_{H,eff}$ berechnet gemäss SIA 380/1:2009 unter Berücksichtigung einer allfälligen Lüftungsanlage (Kap. 2). Die Einheit von $Q_{H,eff}$ ist gemäss SIA 380/1:2009 MJ/(m² a).

Gesamteffizienz

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

$E_p = \sum_{i=1}^{N_{WE}} \left((E_{HE,WEi} + E_{WW,WEi}) \cdot f_{CH,WEi} \right) + E_{GasKB} \cdot f_{CH,Erdgas} + (E_{HE,hilfs} + E_{WW,hilfs} + E_V + E_{el,std}) \cdot f_{CH,el} - (E_{PV,anr} + E_{WKK,anr}) \cdot f_{CH,el}$	[kWh/a]	Gl. 44
---	---------	--------

i	[-]	Laufindex für Anzahl Wärmeerzeuger N_{WE} , $i = 1 \dots N_{WE}$
$f_{CH,WEi}$	[-]	Nationaler Gewichtungsfaktor entsprechend des Energieträgers für den Wärmeerzeuger WE_i gemäss Tab. 33
$f_{CH,el}$	[-]	Nationaler Gewichtungsfaktor für Elektrizität gemäss Tab. 33
$E_{HE,WEi}$	[kWh/a]	Endenergiebedarf für Heizung für den Wärmeerzeuger WE_i
$E_{WW,WEi}$	[kWh/a]	Endenergiebedarf für Warmwasser für den Wärmeerzeuger WE_i
E_{GasK}	[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, ...
$E_{PV,anr}$	[kWh/a]	Anrechenbarer Photovoltaikertrag
$E_{WKK,anr}$	[kWh/a]	Anrechenbarer elektrischer Ertrag aus WKK/BHKW

Tab. 33 HWW13 Nationale Gewichtungsfaktoren [13].

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

7.2 Referenzwert

Gebäudehülle

Der Referenzwert ist der Neubau-Grenzwert des Heizwärmebedarfs $Q_{H,li}$ berechnet gemäss SIA 380/1:2009 in MJ/(m²a). 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).

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 380/1:2009, Verteilwirkungsgrad 95 %
- Wärmebedarf für Warmwasser entspricht 80 % des Wärmebedarfs für Warmwasser $Q_{W,ref}$ gemäss Tab. 34, Verteilwirkungsgrad 70 %
- Ölfeuerung für Heizung und Warmwasser, Nutzungsgrad 90 % für Heizung und Warmwasser, $f_{CH,öl}$ gemäss Tab. 33
- Keine Luftaufbereitung, keine mechanische Kühlung
- Elektrizitätsbedarf $E_{el,ref}$ gemäss Tab. 34, $f_{CH,el}$ gemäss Tab. 33

Damit berechnet sich der Referenzwert wie folgt:

$E_{P,ref} = \left(\left(\frac{0.8 \cdot Q_{H,li}}{0.9 \cdot 0.95} + \frac{0.8 \cdot Q_{W,ref}}{0.9 \cdot 0.7} \right) \cdot f_{CH,\ddot{o}l} + E_{el,ref} \cdot f_{CH,el} \right) \cdot \frac{1}{3.6}$	[kWh/(m ² a)]	Gl. 45
---	--------------------------	--------

$Q_{H,li}$	[MJ/(m² a)]	Neubau-Grenzwert Heizwärmebedarf gemäss SIA 380/1:2009 (Einheit beachten)
$Q_{W,ref}$	[MJ/(m² a)]	Standard Warmwasserbedarf gemäss Tab. 34 (Einheit beachten)
$f_{CH,\ddot{o}l}$	[-]	Nationaler Gewichtungsfaktor für Heizöl gemäss Tab. 33
$E_{el,ref}$	[MJ/(m² a)]	Standard Elektrizität gemäss Tab. 34 (Einheit beachten)
$f_{CH,el}$	[-]	Nationaler Gewichtungsfaktor für Elektrizität gemäss Tab. 33

Wenn das Gebäude mehrere Nutzungen aufweist, wird Gl. 45 für jede Nutzung berechnet und aus den Einzelwerten ein flächengemittelter Referenzwert gebildet (analog Gl. 1).

Tab. 34 Standardwerte Warmwasser und Elektrizität für die Berechnung des Referenzgebäudes. Die Elektrizitätswerte für Zweckbauten sind aus [14], alle anderen Werte aus SIA Merkblatt 2031:2009 entnommen.

Nutzung	$Q_{W,ref}$ [MJ/(m² a)]	$E_{el,ref}$ [MJ/(m² a)]
MFH	75	100
EFH	50	80
Verwaltung	25	122.4
Schule	25	68.4
Verkauf	25	187.2
Restaurant	100	162
Hotel	75	111.6

7.3 Kennwerte und Klassierung

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. 46
--	-----	--------

$Q_{H,eff}$	[MJ/(m² a)]	Eff. Heizwärmebedarf gemäss SIA 380/1:2009 (Einzonenmodell, Einheit beachten)
$Q_{H,li}$	[MJ/(m² a)]	Neubau-Grenzwert Heizwärmebedarf gemäss SIA 380/1:2009 (Einheit beachten)

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. 47
---	-----	--------

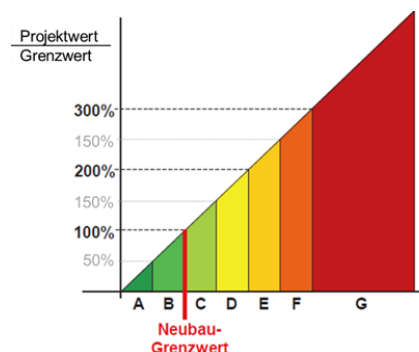
E_P	[kWh/(m² a)]	Projektwert gemäss Gl. 44
$E_{P,ref}$	[kWh/(m² a)]	Referenzwert gemäss Gl. 45

Klassierung

Das Gebäude wird auf Grund seiner Kennwerte für die Gebäudehülle $R_{H,ref}$ und Gebäudeeffizienz $R_{P,ref}$ in Klassen eingeteilt (Tab. 35). Die Klasseneinteilung bestimmt die Etikette.

Tab. 35 Klassen gemäss SIA 2031:2009 [2] bzw. SIA 2031:2016 ohne Plusenergie [9].

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		



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 (Tab. 36, Tab. 37). 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 und anschliessend gemäss Tab. 36 bzw. Tab. 37 eingestuft.

- Wa: Wand gegen aussen und ≤ 2 m im Erdreich (Gl. 48)
- Wa g.u.: Wand gegen unbeheizt und > 2 m im Erdreich (analog Gl. 48)
- Da: Dach gegen aussen und ≤ 2 m im Erdreich (analog Gl. 48)
- Da g.u.: Decke gegen unbeheizt und > 2 m im Erdreich (analog Gl. 48)
- Bo: Boden gegen aussen und ≤ 2 m im Erdreich (analog Gl. 48)
- Bo g.u.: Boden gegen unbeheizt und > 2 m im Erdreich (analog Gl. 48)
- Fe: Fenster gegen aussen (analog Gl. 48)

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 ² K)]	Gl. 48
---	------------------------	--------

U _{We1} , U _{We2}	[W/(m ² K)]	U-Werte von Aussenwandtyp 1 und 2
U _{WD≤2m}	[W/(m ² K)]	U-Wert von Aussenwand ≤ 2 m im Erdreich
A _{We1} , A _{We2} , A _{WD≤2m}	[m ²]	Flächen der Wände

Tab. 36 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“	Decke, Boden Wand „g.Unb.“
Sehr gut	≤ 0.15	≤ 1.1	≤ 0.18	≤ 0.21	≤ 0.2
Gut	> 0.15 ≤ 0.25	> 1.1 ≤ 1.6	> 0.18 ≤ 0.25	> 0.21 ≤ 0.35	> 0.2 ≤ 0.35
Mittelmässig	> 0.25 ≤ 0.5	> 1.6 ≤ 2.1	> 0.25 ≤ 0.5	> 0.35 ≤ 0.5	> 0.35 ≤ 0.5
Schlecht	> 0.5	> 2.1	> 0.5	> 0.5	> 0.5

Tab. 37 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“	Decke, Boden Wand „g.Unb.“
Sehr gut*	≤ 0.09	≤ 1.00	≤ 0.11	≤ 0.11	≤ 0.15
Gut**	> 0.09 ≤ 0.20	> 1.00 ≤ 1.30	> 0.11 ≤ 0.20	> 0.11 ≤ 0.20	> 0.15 ≤ 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. 38 eingestuft (Abb. 2). Heizung und Warmwasser werden getrennt betrachtet (B_{HE} Gl. 49, B_{WW} Gl. 50).

Heizung:

$$B_{HE} = \frac{\sum_{i=1}^{N_{WE}} (E_{HE,WEi} \cdot f_{CH,WEi}) + E_{HE,hilfs} \cdot f_{CH,el}}{Q_{H,eff} \cdot A_E} \quad [-] \quad \text{Gl. 49}$$

i	[-]	Laufindex für Anzahl der Wärmeerzeuger N_{WE} , $i = 1 \dots N_{WE}$
$f_{CH,WEi}$	[-]	Nationaler Gewichtungsfaktor des Energieträgers des Wärmeerzeugers gemäss Tab. 33
$f_{CH,el}$	[-]	Nationaler Gewichtungsfaktor für Elektrizität gemäss Tab. 33
$E_{HE,WEi}$	[kWh/a]	Endenergiebedarf für den Wärmeerzeuger WE_i
$E_{HE,hilfs}$	[kWh/a]	Hilfsenergie (Elektrizität) Heizung
$Q_{H,eff}$	[kWh/(m ² a)]	Eff. Heizwärmebedarf (Achtung Einheit)
A_E	[m ²]	Energiebezugsfläche gesamt

Warmwasser:

$$B_{WW} = \frac{\sum_{i=1}^{N_{WE}} (E_{WW,WEi} \cdot f_{CH,WEi}) + E_{WW,hilfs} \cdot f_{CH,el}}{Q_W \cdot A_E} \quad [-] \quad \text{Gl. 50}$$

i	[-]	Laufindex für Anzahl der Wärmeerzeuger N_{WE} , $i = 1 \dots N_{WE}$
$f_{CH,WEi}$	[-]	Nationaler Gewichtungsfaktor des Energieträgers des Wärmeerzeugers gemäss Tab. 33
$f_{CH,el}$	[-]	Nationaler Gewichtungsfaktor für Elektrizität gemäss Tab. 33
$E_{WW,WEi}$	[kWh/a]	Endenergiebedarf für den Wärmeerzeuger WE_i
$E_{WW,hilfs}$	[kWh/a]	Hilfsenergie (Elektrizität) Warmwasser
Q_W	[kWh/(m ² a)]	Standard Nutzenergiebedarf Warmwasser gemäss Tab. 34 (Mischnutzung: flächengemittelter Wert), Achtung Einheit
A_E	[m ²]	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. 34) 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. 38

Tab. 38 Beurteilungskriterien für Gebäudetechnik.

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

9 Literaturverzeichnis

- [1] SIA 380/1, "Thermische Energie im Hochbau." 2009.
- [2] Merkblatt SIA 2031, *Energieausweis für Gebäude*. 2009.
- [3] SIA 380/4, *Elektrische Energie im Hochbau*. 2006.
- [4] K. Wesselmann, "Anwenderhandbuch zum GEAK Online-Tool - GEAK User Manual 5.1, Korrex 5.1.2," GEAK Betriebszentrale, Muttenz, 2019.
- [5] 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.
- [6] Minergie Schweiz, "180201_Nachweisformular_Minergie_V2018.2.de." 2018.
- [7] Minergie Schweiz, "Anwendungshilfe zu den Gebäudestandards Minergie/Minergie-P/Minergie-A V2019.1." Minergie Schweiz, Basel, 2019.
- [8] "PVopti - Stundenbasiertes Designtool für Eigenverbrauch und Autarkie," 2019. [Online]. Available: www.minergie.ch.
- [9] Merkblatt SIA 2031, *Energieausweis für Gebäude*. 2016.
- [10] J. Nipkow, "Der typische Haushalt-Stromverbrauch," Schweizerische Agentur für Energieeffizienz S.A.F.E, Zürich, 2013.
- [11] Merkblatt SIA 2024, "Raumnutzungsdaten für die Energie- und Gebäudetechnik." 2015.
- [12] SIA 387/4, "Elektrizität in Gebäuden - Beleuchtung: Berechnung und Anforderungen." 2017.
- [13] EnDK, "Nationale Gewichtungsfaktoren für die Beurteilung der Gebäude." www.endk.ch, 2017.
- [14] S. Gasser, "Strommodell für Zweckbauten." 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
$A_{P,std,Nutz,n}$	m^2/P	Standardnutzungsdaten für Personenfläche gemäss SIA 380/1:2009 entsprechend der Nutzung n
$A_{WE1/2}, A_{WD \leq 2m}$	m^2	Aussenwandflächen
b	m	Aussenradius der Verteilleitung
B_{HE}, B_{WW}	-	Verhältnis gewichteter Endenergie (inkl. Hilfsenergie) zu Nutzwärme von Heizung bzw. Warmwasser
$DG_{WEi,j}$	-	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
$E_{el,std}, E_{el,std,Nutz}$	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
$E_{PV}, E_{PV,anr}$	kWh/a	Photovoltaikertrag, anrechenbarer Photovoltaikertrag
$E_{Qualität,G+I}$	kWh/a	Elektrizitätsbedarf in Abhängigkeit von der Qualität für Geräte und Installationen
$E_{spez,Nutz}$	kWh/(m ² a)	Spezifischer Elektrizitätsbedarf der Nutzung
$E_V, E_{V,eff,Nutz}, E_{V,std,Nutz}, E_{V,Nutz}$	kWh/a	Elektrizitätsbedarf Lüftung: Summe, sonstige Lüftungsanlagen, Kleinanlagen mit Standardwerten, Lüftung + Vereisungsschutz
EVR	-	Eigenverbrauchsrate
$E_{WW,WEi}, E_{WW,WEi,hilfs}, E_{WW,hilfs}$	kWh/a	Endenergie und Hilfsenergie Warmwasser für einen Wärmeerzeuger WE_i , Hilfsenergie gesamt
$E_{W,az,j}$	kWh/a	Elektrizitätsbedarf Zirkulation
$E_{W,ah}$	kWh/a	Elektrizitätsbedarf Heizband
$E_{W,a,j}$	kWh/a	Elektrizitätsbedarf für Pumpen im versorgten Bereich j
$E_{WKK}, E_{WKK,anr}$	kWh/a	Elektrizitätsertrag aus WKK/BHKW, anrechenbarer elektr. Ertrag 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_{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
$f_{WE,a}$	-	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
$f_{WW,mit}, f_{WW,ohne}$	-	Anteil der Waschmaschinen mit/ohne Warmwasseranschluss an der Gesamtsumme der Waschmaschinen
h	W/(m ² K)	Wärmeübertragungskoeffizient
i	-	Laufindex für Wärmeerzeuger, $i = 1 \dots N_{Ber}$
j	-	Laufindex für versorgte Bereiche, $j = 1 \dots N_{We}$
k	-	Laufindex für Raumnutzungen, $k = 1 \dots N_{RNutz}$

K	1/m	Parameter für Ventilatorantrieb
L	m	Länge der horizontalen und vertikalen des Verteilnetzes
n	-	Laufindex für Nutzungen, $n = 1 \dots N_{\text{Nutz}}$
N_{Ber}	-	Anzahl versorgte Bereiche
$N_{\text{Geräte}}, N_{\text{GeräteK/B}}$	-	Anzahl Geräte, Anzahl Herde (Kochen) bzw. Backöfen
N_{Nutz}	-	Anzahl Nutzungen (Zonen im Gebäude)
N_{RaumPers}	-	Anzahl Räume mit Zuluft (Wohnen) oder Anzahl Personen (Verwaltung/Schule)
N_{RNutz}	-	Anzahl Raumnutzungen
N_{Typ}	-	Anzahl Gerätetypen
N_{We}	-	Anzahl Wärmeerzeuger
N_{Whg}	-	Anzahl Wohnungen im Gebäude
N_{Zimmer}	-	mittlere Zimmeranzahl der Wohnungen
P_{el}	kW	Leistung des Gerätes
$q_{\text{th,std,Nutz}}, q_{\text{th,std,eff,Nutz}}, q_{\text{th,eff,Nutz}}$	$\text{m}^3/(\text{h m}^2)$	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
$Q_{\text{I,P}}$	$\text{kWh}/(\text{m}^2 \text{ a})$	Wärmeeinträge durch Personen gemäss SIA 380/1
$Q_{\text{P,std,Nutz,n}}$	W/P	Standardnutzungsdaten für Wärmeabgabe durch Personen gemäss SIA 380/1:2009 entsprechend der Nutzung n
$Q_{\text{WW,WEi,sto,ls}}$	kWh/a	Speicherverluste eines Wärmeerzeugers WE_i für Warmwasser
Q_{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
$Q_{\text{W_Wasch}}, Q_{\text{ww_Wasch}}$	$\text{kWh}/(\text{m}^2 \text{ a})$	Zusätzlicher Wärmebedarf/Nutzwärmebedarf für Warmwasser durch eine Waschmaschine
$Q_{\text{x,y,dis,ls,z,j}}$	$\text{kWh}/(\text{m}^2 \text{ a})$	Verluste Wärmeverteilung im versorgten Bereich j für:
$Q_{\text{HE,WEi,dis,ls,hor,j}}$		Heizung, Leitungen horizontal, (wirksam)
$Q_{\text{WW,dis,ls,h,j}}$		Warmwasser, Leitungen horizontal,
$Q_{\text{WW,dis,ls,v,j}}$		Warmwasser, Leitungen vertikal,
$Q_{\text{WW,dis,ls,hor,j}}$		Warmwasser, Leitungen horizontal (wirksam)
$Q_{\text{WW,dis,ls,ver,j}}$		Warmwasser, Leitungen vertikal (wirksam)
$Q_{\text{WW,dis,ls,j}}$		Warmwasser, Leitungen vertikal (wirksam)

			Summe wirksamer Leitungsverluste Warmwasser
$R_{H,ref}, R_{P,ref}$	-		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 380/1:2009 entsprechend der Nutzung n
$U_{WE1/2}, U_{WD \leq 2m}$	W/(m ² K)		U-Werte von Aussenwänden
V	l		Speichervolumen
$V'_{Luft,Nutz}$	m ³ /h		Luftvolumenstrom der Nutzung
$V'_{Nenn,Nutz}$	m ³ /h		Nennvolumenstrom der Nutzung
$V'_{Nenn,Nutz,eff}$	m ³ /h		effektiver Nennvolumenstrom der Nutzung
$V'_{min,Nutz}$	m ³ /h		Mindestvolumenstrom der Nutzung
v_o	m ³ /(h m ²)		flächenbezogener Infiltrationsvolumenstrom
x,y,z	-		Platzhalter für Heizung/Warmwasser, Wärmeerzeuger und Ausrichtung der Verteilung
$\Delta\theta$	K		Temperaturdifferenz
η_g	-		Ausnutzungsgrad
$\eta_{HE,WEi}, \eta_{WW,WEi}$	-		Nutzungsgrade/Jahresarbeitszahlen von Wärmeerzeugern WE _i für Heizung/Warmwasser
η_{WT}	-		Wärmerückgewinnung des Wärmetauschers
λ	W/(m·K)		Wärmeleitfähigkeit
$\theta_{HK}, \theta_U, \theta_W$	°C		mittlere Heizkreistemperatur, Umgebungslufttemperatur, Warmwassertemperatur