Lucerne University of
Applied Sciences and Arts
HOCHSCHULE
LUZERN
Technik & Architektur

Typologie-Methode

Norm SIA 384/3:2020
Heizungsanlagen in Gebäuden – Energiebedarf

Rechenbeispiele und Lösungsweg

energieschweiz

Wir danken Energie Schweiz für die finanzielle Unterstützung.

Impressum

Auftraggeber Schweizerische Eidgenossenschaft
Bundesamt für Energie
3003 Bern

Auftragnehmer Hochschule Luzern
Technik & Architektur
Institut für Gebäudetechnik und Energie
Technikumstrasse 21
CH-6048 Horw

Verfasser Reto Gadola, dipl. HLK-Ing FH HSLU

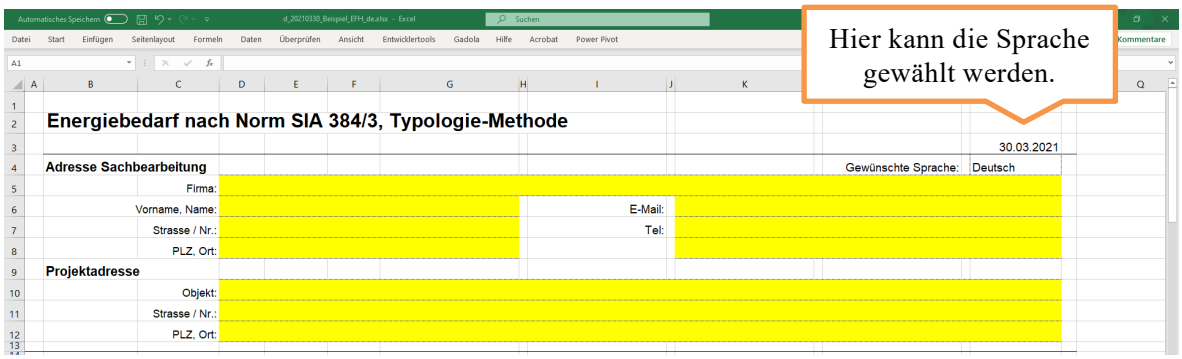
Dateiname d_20210330_Beispiele_und_Lösungsweg_de.docx

Änderungsverzeichnis

Version	Datum	Änderungen und Bemerkungen	Bearbeitet von
Nr. 1	19.9.2013	Dokument neu erstellt	Gadola Reto
Nr. 2	21.10.2013	Unterlagen für erste Kurse	Gadola Reto
Nr.3	24.10.2013	Einarbeitung Rückmeldungen aus Kurs	Gadola Reto
Nr.4	8.11.2013	Änderungen auf der Titelseite	Gadola Reto
Nr.5	7.1.2014	Anpassung der Formel für den solaren Wärmegewinn	Gadola Reto
Nr.6	30.04.2015	Kleinere Anpassungen für den Kurs am 30.4.2015 in Zürich (neue Folien)	Gadola Reto
Nr.7	26.4.2016	Kleinere Anpassungen für den Kurs am 30.4.2016 in Zürich (neue Folien)	Gadola Reto
Nr. 8	1.5.2017	Kleinere Anpassungen für den Kurs am 3.5.2017 in Zürich (neue Folien)	Gadola Reto
Nr. 9	14.11.2018	Anpassungen für das CAS Integrale Gebäudetechnik und Energie (keine Folien)	Gadola Reto
Nr. 9	23.10.2020	Anpassungen für das CAS Integrale Gebäudetechnik und Energie (keine Folien)	Gadola Reto
Nr.10	30.03.2021	Theorieteil wurde entfernt und das Tool und die Beispiele wurden an die neue SIA 384/3:2020 angepasst.	Gadola Reto

1 Beispiele – Lösungsweg mit Erläuterungen

Die nachfolgenden Beispiele wurden mit der Typologie-Methode aus der SIA 384/3 berechnet. Dazu steht unter www.energytools.ch oder www.hslu.ch/ige-tools ein Tool zur Verfügung, mit dem die Berechnung schnell durchgeführt werden kann. Es wird empfohlen, die Berechnung mit der neuesten Version durch zu führen. Neben dem Tool muss auch eine fachgerechte SIA 380/1 Berechnung (Systemnachweis) und ein Heizungsschema vorliegen. Wird im Objekt eine Wärmepumpe eingesetzt dessen Typ bekannt ist, kann die Jahresarbeitszahl mit dem WPesti (ab Version 8) gerechnet und ins Tool übertragen werden. Auch beim WPesti lohnt es sich, die neueste Version von www.endk.ch herunter zu landen. Übrigens sind beide Tools in mehreren Sprachen erhältlich. Beim WPesti laden Sie die entsprechende Sprachversion herunter, im Exceltool zur Typologie-Methode kann die Sprache einfach im Tool ausgewählt werden.



Das Tool ist in 6 Bereiche unterteilt:

a. Adressen,
b. Gebäudedaten,
c. Wärmeverteilung,
d. Wärmespeicherung,
e. Wärmeerzeugung und
f. Resultate.

Im ersten Bereich (a) werden die Adresse des Sachbearbeiters und die Adresse des Objekts eingegeben. Anhand der fachgerechten SIA 380/1 Berechnung (Systemnachweis) kann der Abschnitt (b) rasch ausgefüllt werden. Eine allfällige Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung wird in der SIA 380/1 Berechnung berücksichtig. Die Klimastation muss aus der SIA 380/1 Berechnung übernommen werden. Bei der Standorthöhe wird die Höhe des Objekts über Meer eingegeben. Mit der Auswahl Gebäudekategorie wird der Wärmebedarf für das Warmwasser nach Norm SIA 380/1 angegeben. Alternativ können Planungswerte eingesetzt werden.

Die Summe des Wärmebedarfs wird anschliessend auf die vier Wärmeverteilungen (c) verteilt. Die Eingabe erfolgt unabhängig von den Zonen. Dies gilt auch für den Wärmespeicher (d) und die Wärmeerzeugungen (e). Im letzten Bereich (f) werden die Primärenergie-, Treibhausgasemissions- und Energiekennzahlen ausgegeben.

2 Beispielgebäude EFH - Aufgabe

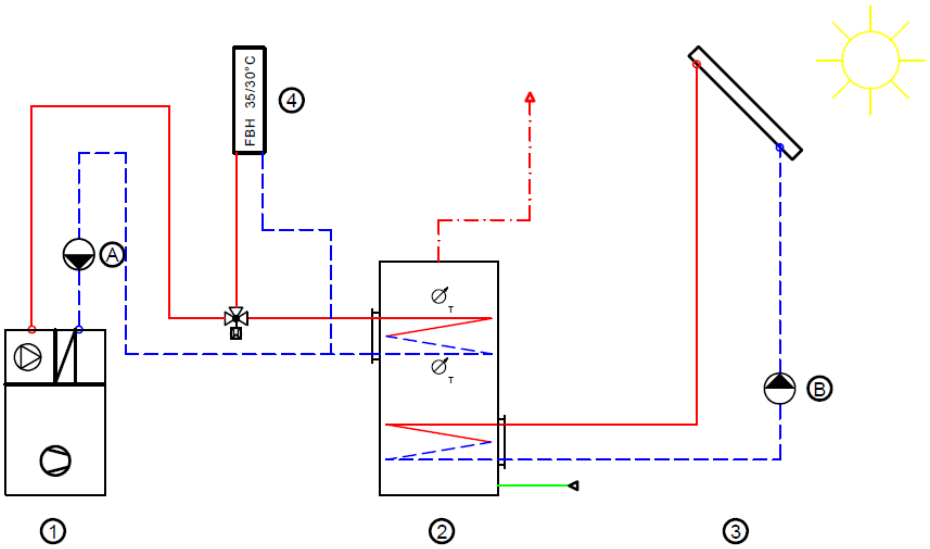
2.1 Gebäudedaten

Gebäudekategorie:	EFH
Standort:	8000 Zürich
Höhe:	406 m ü.M

Energetische Kennzahlen (nach SIA 380/1)

Energiebezugsfläche	A_E:	231.0 m^2
Heizwärmebedarf	Q_H:	38.9 kWh/m^2
Wärmebedarf Warmwasser	Q_{WW}:	14.0 kWh/m^2

Schema



Nr.	Beschrieb	Nr.	Beschrieb
1	Aussenluft-Wärmepumpe, Gütesiegel vorhanden	A	Hauptpmpe
2	Wassererwärmer, Stufenladung 300 l	B	Hauptpumpe Solar
3	Solaranlage 8 m^2, 45 °, Südausrichtung		
4	Gruppe Fussbodenheizung VL 35 °C / RL 30 °C		

Anlagebeschrieb

Eine Aussenluft-Wärmepumpe versorgt die Räume mit Heizwärme. Das Brauchwasser wird primär über eine thermische Solaranlage und sekundär über die Aussenluft-Wärmepumpe bereitgestellt. Die Wärmeabgabe erfolgt über Fussbodenheizung. Die Wärmezentrale sowie die Wärmeverteilung befinden sich innerhalb des Dämmperimeters. Die Wärmeverluste für Warmwasser betragen 30 % von Q_{WW} und müssen noch dazu addiert werden. 10 % des Wärmebedarfs Warmwassers werden mit Elektrodirekt gedeckt.

2.2 Beispielgebäude EFH - Lösung

2.2.1 Adressen

Adresse Sachbearbeiter / Projektadresse
Erfasst werden die Adresse des Sachbearbeiters und des Gebäudestandorts.

2.2.2 Gebäudedaten

Anhand der Berechnung nach SIA 380/1 sind die Gebäudedaten rasch eingegeben. Wichtig ist die Wahl der gleichen Klimastation. Beim Wärmebedarf für das Warmwasser werden noch 30 % Verluste berücksichtigt. 10 % des Wärmebedarfs Warmwassers werden elektrisch gedeckt.

14								
15	**Gebäudedaten**	Klimastation:			Zürich-MeteoSchweiz			
16		Standorthöhe:	h	m ü.M.	406			
17								
18					Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4	Summe/Mittelwert
19		Bezeichnung:			Wohnbereich				
20		Gebäudekategorie			Wohnen EFH	Bitte wählen ...	Bitte wählen ...	Bitte wählen ...	
21		EBF:	A_E	m^2	231				231
24		Heizwärmebedarf:	Q_h	kWh/m^2	38.9				38.9
25		Wärmebedarf WW (Norm SIA 380/1):	Q_{WW}	kWh/m^2	14.0	0.0	0.0	0.0	
26		Wärmebedarf WW (eigene Berechnung):	Q_{WW}	kWh/m^2	18.2				
27		El.Endenergie WW (eigene Berechnung):	$E_{gen,WW}$	kWh/m^2	1.8				1.8
28		Hilfsenergie WW (eigene Berechnung):	$E_{aux,WW}$	kWh/m^2					0.00
29		Wärmebedarf WW (für Berechnung):	Q_{WW}	kWh/m^2	16.4	0.0	0.0	0.0	16.4
30									

2.2.3 Wärmeverteilung

Im Schema sind die Pumpen A und B aufgeführt. In beiden Fällen handelt es sich um eine Hauptpumpe. Die Umwälzpumpe B gehört zur thermischen Solaranlage und wird unter Wärmeerzeuger automatisch berücksichtigt. Somit bleibt nur eine Hauptpumpe übrig, welche die Räume und den Wassererwärmer mit Wärme versorgt.

31	**Wärmeverteilung**								
32									
33					Wärmeverteilung 1	Wärmeverteilung 2	Wärmeverteilung 3	Wärmeverteilung 4	Summe/Total
34		Bezeichnung:			Pumpe A				
35		Art der Verteilung:			Hauptpumpe (HP)	Gruppenpumpe, HP sep.	Bitte wählen ...	Bitte wählen ...	
36		Wärmeabgabe:				Fussboden			
37		Energieklasse Pumpe:				Effizienzklasse A			
38		Anteil:	f	%	82				
39		Vorlauftemp.:	θ_{su}	°C					
40		Rücklauftemp:	θ_{ret}	°C					
41		Länge im unkond. Raum:	l_{dis}	m					
42		Temp. unkond. Raum:	θ_l	°C					
43		Betriebsstunden:	t_{an}	h					
44		Wärmeleitfähigkeit:	λ	W/(mK)	0.03 W/(mK)				
45		Rohrnennweite:	d	mm	25				
46									
47		Wärmebedarf:	Q_h / Q_{WW}	kWh	10501	0	0	0	
48		Wärmeverlust:	$Q_{ls,dis}$	kWh	0	0	0	0	0
49		Hilfsenergie:	$E_{aux,dis}$	kWh	46	0	0	0	46
50									

Der Anteil ist von der thermischen Solaranlage abhängig! $f = \frac{Q_{H,dis,A}+Q_{W,dis,A}}{Q_{H,dis}+Q_{W,dis}} \cdot 100$

Um die Pumpe A einzugeben wählen Sie unter *Art der Verteilung* die zweite Auswahl *Hauptpumpe (HP)*. Wichtig ist, dass der Anteil richtig eingegeben wird. Grundsätzlich ist er von der thermischen Solaranlage abhängig. In einer ersten Näherung kann mit 100% gerechnet werden. Die genaue Berechnung wird weiter unten beschrieben.

Gemäss Aufgabenstellung liegt die Wärmezentrale im Dämmperimeter. Daher werden die Verluste der Wärmeverteilung zu 100% als heizwirksam betrachtet. Es sind keine weiteren Eingaben notwendig.

2.2.4 Wärmespeicher

In diesem Beispiel ist kein Wärmespeicher vorhanden.

Es ist kein Wärmespeicher vorhanden.

Wärmespeicher					
Wärmespeicher vorhanden?			nein		Wird eine thermische Solaranlage mit Heizungsunterstützung verwendet muss ein Wärmespeicher gewählt werden. Für eine thermische Solaranlage nur für Warmwasser ist kein Wärmespeicher erforderlich.
Volumen:	V_{sto}	m^3		max. $15m^3$	
Temp.Diff. Speicher zu Umgebung:	$\Delta\theta_{avg}$	K			
Wärmeverlust:	$Q_{sto,ls}$	kWh	0		

2.2.5 Wärmeerzeugung

Im unteren rechten Bereich wird der Wärmebedarf für Heizung und Warmwasser angegeben. Bei der Heizung sind die Verluste der Verteilung und des Speichers enthalten. In einem ersten Schritt wird die Wärmeerzeugung 1 gemäss Aufgabenstellung gewählt und die Eingaben zu Gütesiegel, Auslegetemperatur der Wärmeabgabe und Warmwasser-Schichtung vervollständigt. Bei der *Auslegetemp.* wird jeweils die höchste vorkommende Temperatur der Heizgruppe gewählt.

Erster Schritt: Auswahl Wärmeerzeugung 1

Wärmeerzeugung			Wärmeerzeugung 1	Wärmeerzeugung 2		Thermische Solaranlage	Summe/Total
			Aussenluft-Wärmepumpe	Bitte wählen ...		nur Warmwasser	
EHPA-Gütesiegel / Abgaskondensierend:			EHPA-Gütes. erfüllt			Neigung 45°	
Auslegetemp. / Art Brenner:			Vorl.Temp. Abgabe 35°C			Süd	
WW-Schichtung / -:			Stufenladung (innenliegend)				
Aperturfläche:	A_A	m^2				8	
Deckungsgrad H:	$f_{gen,H,j}$	%	100.0				
Deckungsgrad WW:	$f_{gen,W,j}$	%	40.0				
JAZ aus Wpesti H:	ε_{SPFH}	–					
JAZ aus Wpesti WW:	ε_{SPFC}	–					
Nutzungsgrad/JAZ H:	$\eta_{per,H}$ / ε_{SPFH}	%/–	3.50				
Nutzungsgrad/JAZ W:	$\eta_{per,W}$ / ε_{SPFC}	%/–	2.60				
Hilfsaggregate:	$E_{aux,b}$	kWh	0	0	Solarkreis-Pumpe:	30	30
Produzierte Wärme:	$Q_{H,dis}$	kWh	8986	0		0	8986
Produzierte Wärme für WW:	$Q_{W,dis}$	kWh	1515	0		2273	3788
Endenergie:	$E_{gen,b}$	kWh	3150	0		0	

Dieser Wärmebedarf muss gedeckt werden.

Im zweiten Schritt wird die thermische Solaranlage erfasst. Auch hier sind die erforderlichen Eingaben aus der Aufgabenstellung bekannt. Nach der Eingabe der Aperturfläche wird der Deckungsgrad der thermischen Solaranlage ersichtlich.

Im dritten Schritt werden beim Wärmeerzeuger 1 die Deckungsgrade angegeben. Diese müssen zusammen mit dem Deckungsgrad der thermischen Solaranlage immer 100% ergeben.

Schritt 2, Eingabe der thermischen Solaranlage.

Schritt 3, Eingabe Deckungsgrad der Wärmeerzeugung 1.

Deckungsgrad der thermischen Solaranlage.

60	**Wärmeerzeugung**			erzeugung 2		Thermische Solaranlage	Summe/Total
61				n ...		nur Warmwasser	
62	EHPA-Gütesiegel / Abgaskondensie					Neigung 45°	
63	Auslegetemp. / Art Brenner:					Süd	
64	WW-Schichtung / -:		Stufenladung (inn				
65	Aperturfläche: A_A	m^2				8	
66	Deckungsgrad H: $f_{gen,H,j}$	%	100.0			0.0	100.0
67	Deckungsgrad WW: $f_{gen,W,j}$	%	40.0			60.0	100.0
68	JAZ aus Wpesti H: ε_{SPFH}	–					
69	JAZ aus Wpesti WW: ε_{SPFC}	–					
70	Nutzungsgrad/JAZ H: $\eta_{per,H}$ / ε_{SPFH}	%/–	3.50				
71	Nutzungsgrad/JAZ W: $\eta_{per,W}$ / ε_{SPFC}	%/–	2.60				
72							
73	Hilfsaggregate: $E_{aux,b}$	kWh	0	0	Solarkreis-Pumpe:	30	30
74	Produzierte Wärme: $Q_{H,dis}$	kWh	8986	0		0	8986
75	Produzierte Wärme für WW: $Q_{W,dis}$	kWh	1515	0		2273	3788
76	Endenergie: $E_{gen,b}$	kWh	3150	0		0	

Im letzten Schritt kann der *Anteil* beim *Wärmeverteiler 1* angepasst werden. Dazu wird die Wärmemenge des Wärmeerzeugers durch den gesamten Wärmebedarf geteilt.

$$f = \frac{Q_{H,dis,A} + Q_{W,dis,A}}{Q_{H,dis} + Q_{W,dis}} \cdot 100 = \frac{8986\ kWh + 1515\ kWh}{8986\ kWh + 3765\ kWh} \cdot 100 = 82\ \%$$

Darin bedeuten:

$Q_{H,dis}$ Wärmebedarf der Heizungsanlage (Heizwärmebedarf plus Verluste), in kWh
$Q_{W,dis}$ Wärmebedarf der Warmwasseranlage (inkl. Verteil- und Speicherverluste), in kWh
$Q_{H,dis,A}$ Heizwärmeanteil der Wärmeerzeugung, in kWh
$Q_{H,dis,A}$ Wärmeanteil für Warmwasser der Wärmeerzeugung, in kWh

2.2.6 Resultate

Im letzten Abschnitt werden die Resultate nach Energiequelle dargestellt. Die Summe des Gebäudes wird pro m² EBF angegeben.

			el. Energie	Pellets	Holzschnitzel	Stückholz	Öl	Gas
80	Endenergie (Wärme)	kWh	3566	0	0	0	0	0
81	Hilfsenergie	kWh	77					
82	Faktor*	–	3.01	1.2	1.11	1.11	1.24	1.06
83	**Primärenergie**	kWh	10964	0	0	0	0	0
84	Faktor*	kg/kWh	0.102	0.027	0.011	0.027	0.301	0.228
85	**Treibhausgase**	kg	371.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
86	nationaler Gewichtungsfaktor	–	2.0	0.5	0.5	0.5	1.0	1.0
87	**gewichtete Energie**	kWh	7285	0	0	0	0	0
88	* KBOB 2009/1:2016							

90	**Summe Gebäude**				**Einschränkungen**
91	**Primärenergiekennzahl**	E_P	**kWh/m²**	47.5	Leistung bis 2000kW
92	**Treibhausgasemissionskennzahl**	M_{CO2}	**kg/m²**	1.61	Keine verbundenen Systeme
93	**Energiekennzahl**	E_P	**kWh/m²**	31.5	Speichervolumen bis 15m3

3 Beispielgebäude MFH - Aufgabe

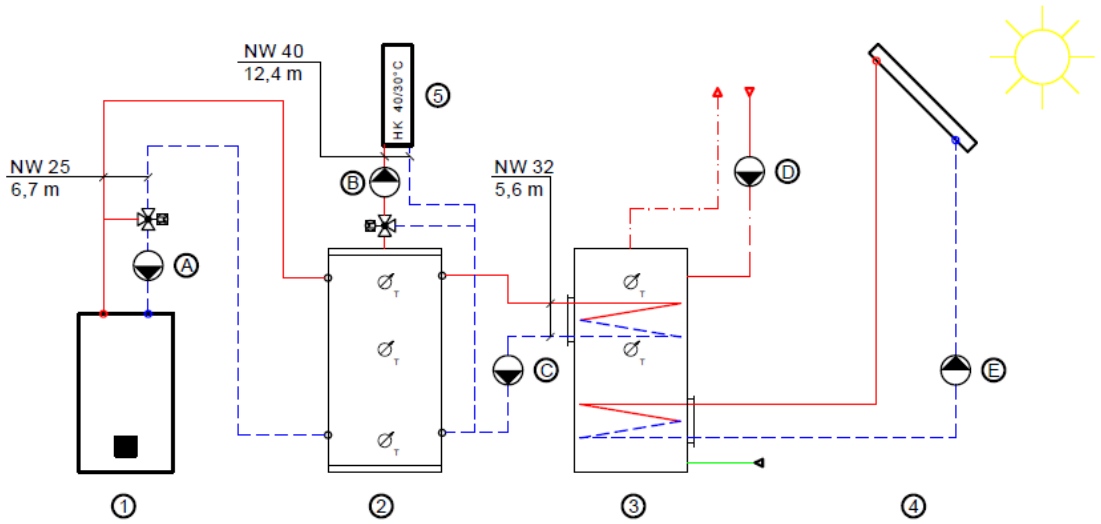
3.1 Gebäudedaten

Gebäudekategorie: MFH
Standort: 7270 Arosa GR (Klimastation Davos)
Höhe: 1‘560 m ü.M.

Energetische Kennzahlen (nach SIA 380/1)

Energiebezugsfläche	A_E:	603 m^2
Heizwärmebedarf	Q_h:	201 kWh/m^2
Wärmebedarf Warmwasser	Q_{WW}:	25.7 kWh/m^2

Schema



Nr.	Beschrieb	Nr.	Beschrieb
1	Wärmeerzeuger Pellets nicht kondensierend, modulierend	A	Hauptpumpe, NW 25, 4000 Std., Länge unkond. 6.7 m
2	Speicher 800 l, 65 °C / 30 °C	B	Heizkörper, NW 40, 2700 Std., Länge unkond. 12.4 m, Energieklasse A
3	Trinkwassererwärmer 1200 l Ladepumpe: VL 65 °C / RL 55 °C	C	Warmwassererwärmer, NW 32, 2000 Std., Länge unkond. 5.6 m Energieklasse B:
4	Thermische Solaranlage 13 m^2, 45 °, Südausrichtung	D	Zirkulationspumpe Sanitär, 7 Watt, 6570 Std., Energieklasse B
5	Gruppe Heizkörper VL 40 °C / RL 30 °C	E	Umwälzpumpe Solar Energieklasse A

Anlagebeschrieb

Die Wärmeerzeugung erfolgt durch eine Pelletheizung. Das Warmwasser wird primär durch die Solaranlage erzeugt, reicht die Sonnenenergie nicht aus, wird die Wärme von der Pelletheizung bezogen. Die Wärmezentrale mit der Warmwassererwärmung befindet sich ausserhalb des Dämmperimeters (Raumtemperatur 15 °C). Wärmeleitfähigkeit der Wärmedämmung ist 0.03 W/(m·K).

Die Wärmeverluste für Warmwasser betragen 18 % von Q_{WW} und müssen noch dazu addiert werden.

3.2 Beispielgebäude MFH – Lösung

In Abweichung zum Beispielgebäude EFH verfügt das MFH über eine Pellet-Wärmeerzeugung mit einer Hauptpumpe und je eine Umwälzpumpe für Warmwasser und Heizung. Weiter ist ein Wärmespeicher vorhanden und die Wärmeabgabe erfolgt über Heizkörper.

3.2.1 Gebäudedaten

Die Gebäudedaten werden gemäss der Aufgabenstellung angepasst. Für das Gebäude in Arosa wurde die Klimastation Davos gewählt. Das Gebäude steht auf 1560 m ü.M. und verfügt über eine Gebäudezone. Die Wärmeverluste Warmwasser werden mit 18 %, der Strombedarf für die Zirkulationspumpe wird mit 0.007 kW * 6570 Std. /603 m² EBF berücksichtigt (als Formel im Excel eingeben).

15	**Gebäudedaten**	Klimastation:			Davos			
16		Standorthöhe:	h	m ü.M.	1560			
17								
18					Zone 1	Zo		Summe/Mittelwert
19		Bezeichnung:			Wohnbereich			
20		Gebäudekategorie			Wohnen MFH	Bitte wählen ...	Bitte wählen ...	Bitte wählen ...	
21		EBF:	A_E	m²	603				603
24		Heizwärmebedarf:	Q_h	kWh/m²	201.0				201.0
25		Wärmebedarf WW (Norm SIA 380/1):	Q_{WW}	kWh/m²	21.0	0.0	0.0	0.0	
26		Wärmebedarf WW (eigene Berechnung):	Q_{WW}	kWh/m²	30.3				
27		El.Endenergie WW (eigene Berechnung):	$E_{gen,WW}$	kWh/m²					0.0
28		Hilfsenergie WW (eigene Berechnung):	$E_{aux,WW}$	kWh/m²	0.08				0.08
29		Wärmebedarf WW (für Berechnung):	Q_{WW}	kWh/m²	30.3	0.0	0.0	0.0	30.3

Wärmebedarf Warmwasser (25.7 kWh/m²*1.18)

Hilfsenergie Zirkulationspumpe

3.2.2 Wärmeverteilung

In diesem Beispiel sind neben der Hauptpumpe zwei Heizgruppen vorhanden. Die Reihenfolge der Wärmeverteilungen kann frei gewählt werden. Wichtig ist, dass die *Verteilung für* richtig ausgewählt wird. Wie schon bei der Hauptpumpe hängt der *Anteil* für Heizung und Warmwasser vom Deckungsgrad der thermischen Solaranlage ab. Die Eingabe muss nach der Definition der Solaranlage angepasst werden.

31	**Wärmeverteilung**								
32									
33					Wärmeverteilung 1	Wärmeverteilung 2	Wärmeverteilung 3	...g 4	Summe Total
34		Bezeichnung:			Pumpe A	Pumpe B	Pumpe C		
35		Art der Verteilung:			Hauptpumpe (HP)	Gruppenpumpe, HP sep.	Gruppenpumpe, HP sep.	...ilen ...	
36		Wärmeabgabe:				Heizkörper	Warmwasser		
37		Energieklasse Pumpe:				Effizienzklasse A	Effizienzklasse B/C		
38		Anteil:	f	%	94	100	51		
39		Vorlauftemp.:	θ_{su}	°C	65	40	65		
40		Rücklauftemp:	θ_{ret}	°C	30	30	55		
41		Länge im unkond. Raum:	l_{dis}	m	6.7	12.4	5.6		
42		Temp. unkond. Raum:	θ_i	°C	15	15	15		
43		Betriebsstunden:	t_{an}	h	4000	2700	2000		
44		Wärmeleitfähigkeit:	λ	W/(mK)	0.03 W/(mK)	0.03 W/(mK)	0.03 W/(mK)		
45		Rohrnennweite:	d	mm	25	40	32		
46									
47		Wärmebedarf:	Q_h / Q_{WW}	kWh	130684	121203	9391	0	
48		Wärmeverlust:	$Q_{ls,dis}$	kWh	131	107	86	0	323
49		Hilfsenergie:	$E_{aux,dis}$	kWh	174	448	79	0	701

Der Anteil für das Warmwasser ist von der thermischen Solaranlage abhängig.

Eingabe der Gruppen-pumpe Heizung.

Eingabe der Gruppen-pumpe Warmwasser.

Die Wärmezentrale befindet sich ausserhalb des Dämmperimeters, die Wärmeverluste der Leitungen in diesem Bereich müssen daher berücksichtigt werden. Die genauen Eingaben sind in der Beschreibung des Beispiels zu finden.

3.2.3 Wärmespeicher

Der 800 l grosse Speicher befindet sich ebenfalls ausserhalb des Dämmperimeters. Daher muss der Wärmeverlust des Speichers berücksichtigt werden.

Wärmespeicher					
Wärmespeicher vorhanden?			Speicher ausserhalb Dämmperimeter		Wird eine thermische Solaranlage mit Heizungsunterstützung verwendet muss ein Wärmespeicher gewählt werden. Für eine thermische Solaranlage nur für Warmwasser ist kein Wärmespeicher erforderlich.
Volumen:	V_{sto}	m^3	0.8	max. $15m^3$	
Temp.Diff. Speicher zu Umgebung:	$\Delta\theta_{avg}$	K	50		
Wärmeverlust:	$Q_{sto,ls}$	kWh	1106		

3.2.4 Wärmeerzeugung

Die Eingabe der Wärmeerzeugung und der thermischen Solaranlage sind in der Aufgabenstellung beschrieben. Sind alle Eingaben korrekt erfasst worden, können die Anteile der Hauptpumpe und der Heizgruppen angepasst werden.

Wärmeerzeugung			Wärmeerzeugung 1	Wärmeerzeugung 2		Thermische Solaranlage	Summe/Total
			Pellets	Bitte wählen ...		nur Warmwasser	
EHPA-Gütesiegel / Abgaskondensierend:			ohne Abgaskon.			Neigung 45°	
Auslegetemp. / Art Brenner:			Brenner modulierend			Süd	
WW-Schichtung / -:							
Aperturfläche:	A_A	m^2				13	
Deckungsgrad H:	$f_{gen,H,j}$	%	100.0			0.0	100.0
Deckungsgrad WW:	$f_{gen,W,j}$	%	51.4			48.6	100.0
JAZ aus Wpesti H:	ε_{SPFH}	–					
JAZ aus Wpesti WW:	ε_{SPFC}	–					
Nutzungsgrad/JAZ H:	$\eta_{per,H}$ / ε_{SPFH}	%/–	0.70				
Nutzungsgrad/JAZ W:	$\eta_{per,W}$ / ε_{SPFC}	%/–	0.65				
Hilfsaggregate:	$E_{aux,b}$	kWh	1'542	0	Solarkreis-Pumpe:	36	1'578
Produzierte Wärme:	$Q_{H,dis}$	kWh	122'632	0		0	122'632
Produzierte Wärme für WW:	$Q_{W,dis}$	kWh	9'391	0		8'885	18'271
Endenergie:	$E_{gen,b}$	kWh	189'637	0		0	

3.2.5 Resultate

		el. Energie		Pellets	Holzschnitzel	Stückholz	Öl	Gas
Endenergie (Wärme)	kWh		0	189'637	0	0	0	0
Hilfsenergie	kWh		2'327					
Faktor*	–		3.01	1.2	1.11	1.11	1.24	1.06
Primärenergie	kWh		7'005	227'564	0	0	0	0
Faktor*	kg/kWh		0.102	0.027	0.011	0.027	0.301	0.228
Treibhausgase	kg		237.39	5120.19	0.00	0.00	0.00	0.00
nationaler Gewichtungsfaktor	–		2.0	0.5	0.5	0.5	1.0	1.0
gewichtete Energie	kWh		4'655	94'818	0	0	0	0

* KBOB 2009/1:2016

Summe Gebäude				**Einschränkungen**
Primärenergiekennzahl	E_P	**kWh/m²**	389.0	Leistung bis 2000kW
Treibhausgasemissionskennzahl	M_{CO2}	**kg/m²**	8.88	Keine verbundenen Systeme
Energiekennzahl	E_P	**kWh/m²**	165.0	Speichervolumen bis 15m3

4 Beispielgebäude Verwaltung - Aufgabe

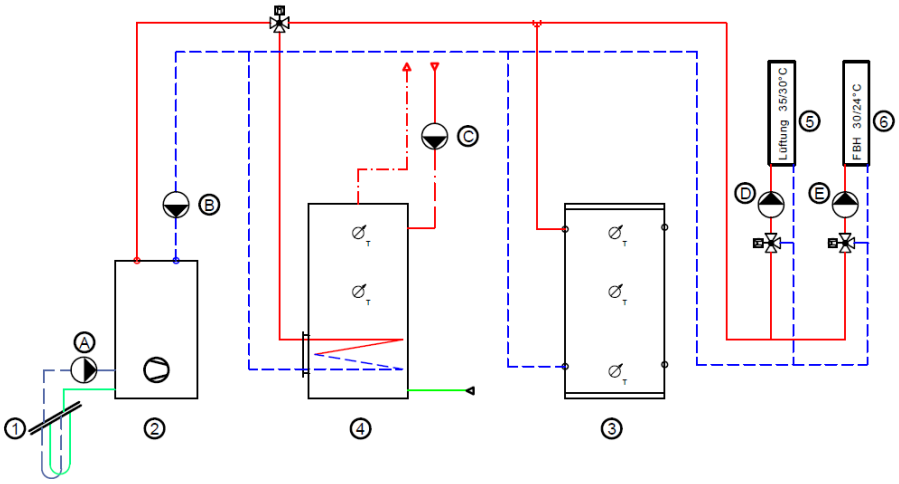
4.1 Gebäudedaten

Gebäudekategorie: Verwaltung
Standort: 8000 Zürich
Höhe: 516 m ü.M.

Energetische Kennzahlen (nach SIA 380/1)

Energiebezugsfläche	A_E:	1‘516 m^2
Heizwärmebedarf	$Q_{H,eff}$:	8.8 kWh/m^2
Transmissionswärmeverlust	Q_T	36.9 kWh/m^2
Lüftungswärmeverluste	$Q_{V,eff}$	7.8 kWh/m^2
Wärmebedarf Warmwasser	Q_{WW}:	4.9 kWh/m^2

Schema



Nr.	Beschrieb	Nr.	Beschrieb
1	Erdsondenfeld 2 x 180 m	A	Umwälzpumpe Erdsonden Energieklasse A
2	Erdsonden-Wärmepumpe mit Gütesigel, CTA, S/W Optiheat OH-18es	B	Hauptpumpe
3	Technischer Speicher 1000 l Temperaturdifferenz 17 K	C	Zirkulationspumpe Sanitär, 6 Watt, 6570 Std.
4	Wassererwärmer, Stufenladung 400 l	D	Umwälzpumpe Gruppe Lüftung Energieklasse A
5	Gruppe Lüftung VL 35 °C / RL 30 °C	E	Umwälzpumpe Gruppe FBH Energieklasse A
6	Gruppe Fussbodenheizung VL 30 °C / RL 24 °C		

Anlagebeschrieb

Die Heizwärme wird in einer Grundlast (70 %) über die Fussbodenheizung verteilt. Die übrige Wärme (30 %) wird über das Lüftungssystem verteilt. Die Wärmezentrale liegt im Dämmperimeter. Die Wärmeverluste für Warmwasser betragen 20 % von Q_{WW} und müssen noch dazu addiert werden.

4.2 Beispielgebäude Verwaltung - Lösung

Die Eingaben wurden in den vorangegangenen Beispielen erläutert und werden hier nicht weiter kommentiert. In Abweichung zu den vorangegangenen Beispielen wird aber die JAZ mit dem WPesti berechnet und ins Tool übertragen.

4.2.1 Gebäudedaten

15	**Gebäudedaten**	Klimastation:			Zürich-MeteoSchweiz			
16		Standorthöhe:	h	m ü.M.	516			
17								
18					Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4	Summe/Mittelwert
19		Bezeichnung:			Büroräume				
20		Gebäudekategorie			Verwaltung	Bitte wählen ...	Bitte wählen ...	Bitte wählen ...	
21		EBF:	A_E	m^2	1'516				1'516
24		Heizwärmebedarf:	Q_h	kWh/m^2	8.8				8.8
25		Wärmebedarf WW (Norm SIA 380/1):	Q_{WW}	kWh/m^2	7.0	0.0	0.0	0.0	
26		Wärmebedarf WW (eigene Berechnung):	Q_{WW}	kWh/m^2	5.9				
27		El.Endenergie WW (eigene Berechnung):	$E_{gen,WW}$	kWh/m^2					0.0
28		Hilfsenergie WW (eigene Berechnung):	$E_{aux,WW}$	kWh/m^2	0.03				0.03
29		Wärmebedarf WW (für Berechnung):	Q_{WW}	kWh/m^2	5.9	0.0	0.0	0.0	5.9

4.2.2 Wärmeverteilung

31	**Wärmeverteilung**								
32									
33					Wärmeverteilung 1	Wärmeverteilung 2	Wärmeverteilung 3	Wärmeverteilung 4	Summe/Total
34		Bezeichnung:			Pumpe B	Pumpe D	Pumpe E		
35		Art der Verteilung:			Hauptpumpe (HP)	Gruppenpumpe, HP sep.	Gruppenpumpe, HP sep.	Bitte wählen ...	
36		Wärmeabgabe:				Fussboden	Lufterhitzer		
37		Energieklasse Pumpe:				Effizienzklasse A	Effizienzklasse A		
38		Anteil:	f	%	100	70	30		
39		Vorlauftemp.:	θ_{su}	°C		30	35		
40		Rücklauftemp:	θ_{ret}	°C					
41		Länge im unkond. Raum:	l_{dis}	m					
42		Temp. unkond. Raum:	θ_i	°C					
43		Betriebsstunden:	t_{an}	h					
44		Wärmeleitfähigkeit:	λ	W/(mK)	0.03 W/(mK)	0.03 W/(mK)	0.03 W/(mK)		
45		Rohrnennweite:	d	mm	25	10	10		
46									
47		Wärmebedarf:	Q_h / Q_{WW}	kWh	22'285	9'339	4'002	0	
48		Wärmeverlust:	$Q_{ls,dis}$	kWh	0	0	0	0	0
49		Hilfsenergie:	$E_{aux,dis}$	kWh	75	58	14	0	147

4.2.3 Wärmespeicher

52	**Wärmespeicher**						
53		Wärmespeicher vorhanden?			Heizungsspeicher im Dämmperimeter		Wird eine thermische Solaranlage mit Heizungsunterstützung verwendet muss ein Wärmespeicher gewählt werden. Für eine thermische Solaranlage nur für Warmwasser ist kein Wärmespeicher erforderlich.
54		Volumen:	V_{sto}	m^3	1	max. $15m^3$	
55		Temp.Diff. Speicher zu Umgebung:	$\Delta\theta_{avg}$	K	17		
56							
57		Wärmeverlust:	$Q_{sto,ls}$	kWh	0		

4.2.4 Wärmeerzeugung

Wird *JAZ aus WPesti* gewählt, werden für die Berechnung die eingegebenen Werte berücksichtig.

60	**Wärmeerzeugung**			Wärmeerzeugung 1	Wärmeerzeugung 2		Thermische Solaranlage	Summe/Total
61				JAZ aus Wpesti H:	Bitte wählen ...		Bitte wählen ...	
62	EHPA-Gütesiegel / Abgaskondensierend:							
63	Auslegetemp. / Art Brenner:							
64	WW-Schichtung / -:							
65	Aperturfläche:	A_A	m^2					
66	Deckungsgrad H:	$f_{gen,H,j}$	%	100.0			0.0	100.0
67	Deckungsgrad WW:	$f_{gen,W,j}$	%	100.0			0.0	100.0
68	JAZ aus Wpesti H:	ε_{SPFH}	–	4.39				
69	JAZ aus Wpesti WW:	ε_{SPFC}	–	2.72				
70	Nutzungsgrad/JAZ H:	$\eta_{per,H} / \varepsilon_{SPFH}$	%/–	4.39				
71	Nutzungsgrad/JAZ W:	$\eta_{per,W} / \varepsilon_{SPFC}$	%/–					
72								
73	Hilfsaggregate:	$E_{aux,b}$	kWh			rkreis-Pumpe:	0	0
74	Produzierte Wärme:	$Q_{H,dis}$	kWh				0	13'341
75	Produzierte Wärme für WW:	$Q_{W,dis}$	kWh				0	8'944
76	Endenergie:	$E_{gen,b}$	kWh	6'327	0		0	

Manuelle Eingabe der JAZ.

4.2.5 Resultate

			el. Energie	Pellets	Holzschnitzel	Stückholz	Öl	Gas
79								
80	Endenergie (Wärme)	kWh	6'327	0	0	0	0	0
81	Hilfsenergie	kWh	192					
82	Faktor*	–	3.01	1.2	1.11	1.11	1.24	1.06
83	**Primärenergie**	kWh	19'624	0	0	0	0	0
84	Faktor*	kg/kWh	0.102	0.027	0.011	0.027	0.301	0.228
85	**Treibhausgase**	kg	665	0	0	0	0	0
86	nationaler Gewichtungsfaktor	–	2.0	0.5	0.5	0.5	1.0	1.0
87	**gewichtete Energie**	kWh	13'039	0	0	0	0	0
88	* KBOB 2009/1:2016							
89								

90	**Summe Gebäude**				**Einschränkungen**
91	**Primärenergiekennzahl**	E_P	**kWh/m²**	12.9	Leistung bis 2000kW
92	**Treibhausgasemissionskennzahl**	M_{CO2}	**kg/m²**	0.44	Keine verbundenen Systeme
93	**Energiekennzahl**	E_P	**kWh/m²**	8.6	Speichervolumen bis 15m3

4.2.6 WPesti-Berechnung

Wärmepumpen-Berechnungsblatt WPesti

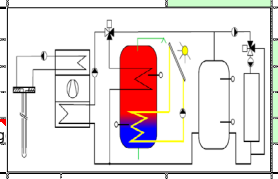
WPesti / V 8.3.17 / 16.03.2021
gültig bis 31.12.2021

Projekt:

Beispielgebäude Verwaltung

Gebäudedaten			
Klimastation			Zürich SMA
Gebäudekategorie			Verwaltung
Energiebezugsfläche EBF	A_E	m^2	1'516
Heizwärmebedarf nach SIA 380/1	$Q_{h,eff}$	kWh/m2a	9
Transmissionswärmeverluste nach SIA 380/1	Q_T	kWh/m2a	37
Lüftungswärmeverluste nach SIA 380/1	Q_V	kWh/m2a	8
Heizung: Zusätzliche Verteilverluste		%	0%
Sperrzeiten für Wärmepumpe		h/d	2%
Heizleistungsbedarf ohne Warmwasser bei -8°C — Vorschlagswert:	19.8	kW	0kW
Warmwasserbedarf nach SIA 380/1	Q_{ww}	kWh/m2a	8.3
Warmwasser: Zusätzliche Speicher- und Verteilverluste		%	20%

Wärmepumpen-Anlage		WP-Liste	*Hersteller:*	CTA AG	
Name und Typ der Wärmepumpe:			*Typ:*	S/W Optiheat OH 1-18es	
Wärmequelle:			Erdsonden-Wärmepumpe einstufig		
Einsatz (Heizung oder Warmwasser):			Heizung + Warmwasser		
Heizungsspeicher			mit Heizungs - Speicher		
Betriebsweise der Wärmepumpen-Anlag			monovalenter Betrieb Heizung		
Quellentemperatur (Verdampfer-Eintritt):	°C				0
Rechenwerte bei TVL=35°C(Qh/COP):	°C				17.8kW / 4.5
Elektrische Leistungsaufnahme Solepumpe:	*Rechenwert ohne Verdampfer*		0	W	80
Erdwärmesonden:	Anzahl:	2	Länge:	m	180
Auslegungs-Sondentemperatur (optional, aus externer Berechnung in Beilage)			*2.1*	°C	
Grösse Heizungsspeicher				Liter	1000
Solltemperatur wärmster Raum (z.B. Badezimmer)			Ti,soll	°C	21
Vorlauftemperatur der Heizung: (Ta = -8°C)			T VL	°C	35
Rücklauftemperatur der Heizung: (Ta = -8°C)			T RL	°C	24
Differenz Speichertemperatur - Vorlauftemperatur Heizung			dT Speicher	°C	3
elektrische Zusatzheizung Warmwasser:			kein Elektro-Heizstab		
garantierte Warmwassertemperatur ohne Elektroheizstab:				°C	60
Warmwasser-Zirkulation / Begleitheizband		WW-Zirkulation			
Solaranlage			Keine Solaranlage		



Resultate				
ungedeckter Wärmebedarf Heizung	ε =	**0.0%**		
Verluste im Heizbetrieb (Anfahren, Speicher, etc.)		4%	Etah =	96%
Verluste im WW-Betrieb (Anfahren, Speicher, etc.)		6%	Etaw =	94%
Laufzeit der Wärmepumpe			h / a	1'519
Anteil und JAZ der Wärmepumpe für die Heizung	ε =	**100.0%**	**JAZ_h =**	**4.39**
Anteil und JAZ der Wärmepumpe für Warmwasser	ε =	**100.0%**	**JAZ_{ww} =**	**2.72**
Jahresarbeitszahl Heizung + Warmwasser JAZh+ww:	exkl. el. Zusatz		-	3.38