energieschweiz

SWKI SICC SITC

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

Heizungsanalagen in Gebäuden – Energiebedarf

SWKI-Weiterbildungsseminar zur Norm SIA 384/3

Reto Gadola, reto.gadola@hslu.ch, 10. April 2014

Kursziele

- Kennenlernen der neuen Norm SIA 384/3, Heizungsanlagen in Gebäuden – Energiebedarf
- Das Typologie-Tool kann bei einfachen Gebäuden angewendet werden

Inhaltsübersicht

- Allgemeine Informationen zur Norm
- Bin-Methode
- Typologie-Methode
- Typologie-Tool – Aufbau und Philosophie
- Bearbeiten von Beispielen

Zweck der Norm

- Die Norm ist seit dem 1. April 2013 gültig
- Sie ersetzt Teile der Normen SIA 380/1 (Ziffern 5.1, D.1, D.3 und F) und SIA 380/4 (Ziffern 3.5.1, 3.6.1, 4.5.1 und 4.6.1)
- Beschreibt den Berechnungsgang zur Ermittlung des Endenergiebedarfs bei Heizungsanlagen
- Für nicht klimatisierte Gebäude schliesst die Norm eine wesentliche Lücke im SIA-Normenwerk

Berechnungsverfahren (EN 15316-1)

- Stufe A: Verluste/Wirkungsgrade von gesamten Systemen: Beschreibend, in Tabellenform

SIA 384/3

- Stufe B: Verluste/Wirkungsgrade und Hilfsenergie von Anlageteilen: Beschreibend, in Tabellenform
- Stufe C: Verluste/Wirkungsgrade und Hilfsenergie von Anlageteilen: statische Berechnung

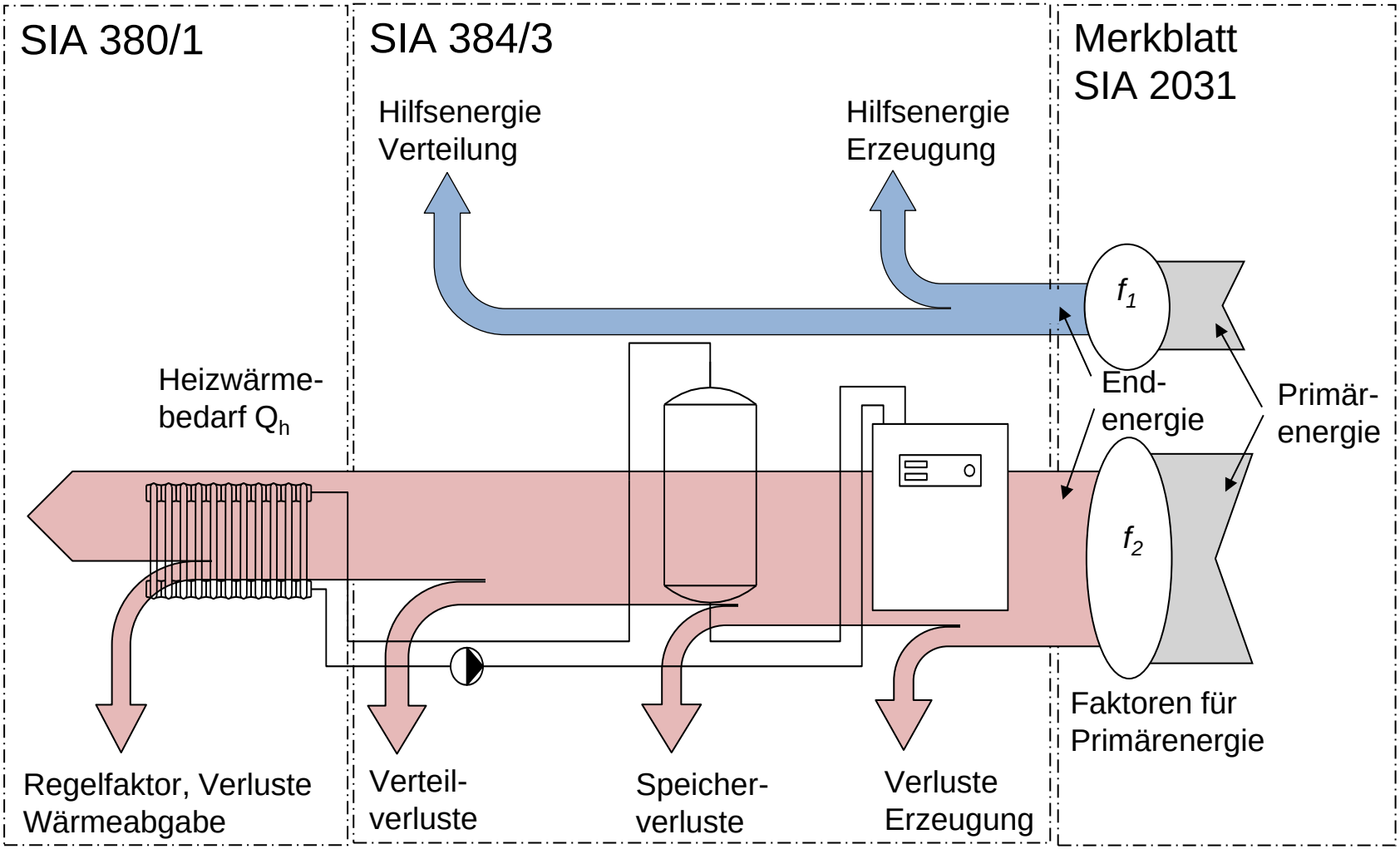
SIA 382/2 (Merkblatt 2044)

- Stufe D: Verluste/Wirkungsgrade und Hilfsenergie: Dynamische Simulation

Was behandelt die Norm

- In erster Linie Raumheizung
- Auch Wassererwärmung und verbundene Systeme, sofern gemeinsame Wärmeerzeugung
- Systeme mit Wärmeverteilung über Wasser
- Sie ist ausgerichtet auf kleine und mittlere Anlagen (ca. 90-95 % aller Anlagen)

Bezug zwischen den Normen



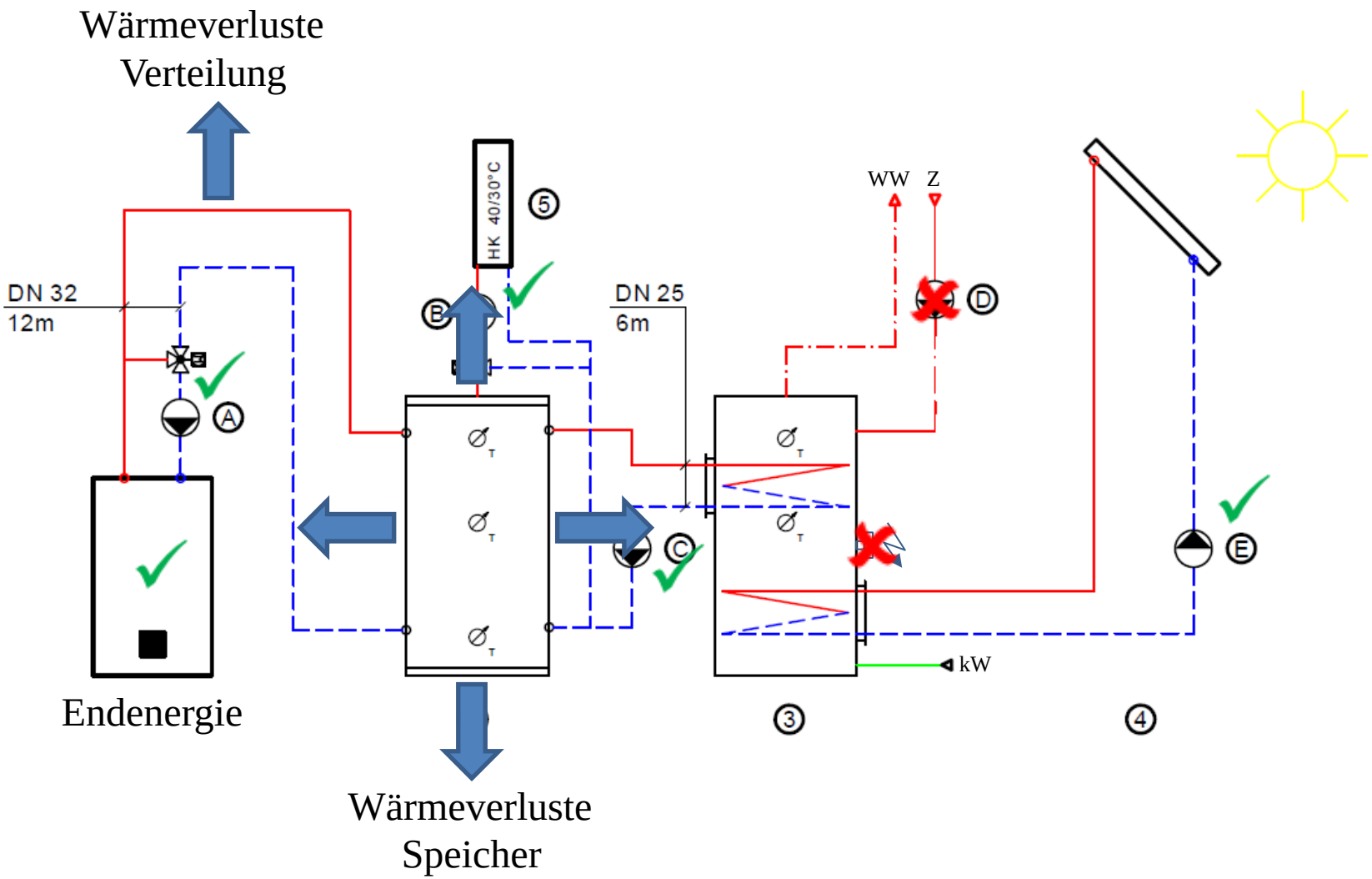
Abgrenzung

- Die Endenergie kann nur mit dem Heizwärmebedarf nach SIA 380/1 gerechnet werden (Systemnachweis)
- Klimatisierte Gebäude werden nach der Norm SIA 382/2 gerechnet
- Die beschriebenen Methoden liefern keine Leistungsangaben und können daher nicht für die Auslegung der Wärmeerzeugung verwendet werden
- Es werden nur die Komponenten der Heizung berücksichtigt

Abgrenzung

- Wärmeverluste von reinen Heizungsspeichern und der Wärmeverteilung innerhalb der thermischen Gebäudehülle werden als vollständig heizwirksam betrachtet
- Wärmeverluste von Heizungs- oder Kombispeicher und der Wärmeverteilung ausserhalb der thermischen Gebäudehülle werden als nicht heizwirksam betrachtet
- Bei Kombispeichern innerhalb der thermischen Gebäudehülle werden 50% der Wärmeverluste als heizwirksam betrachtet

Abgrenzung Norm



Die Bin-Methode

Das detailliertere Rechenverfahren der Norm SIA 384/3

Grundsätzlich

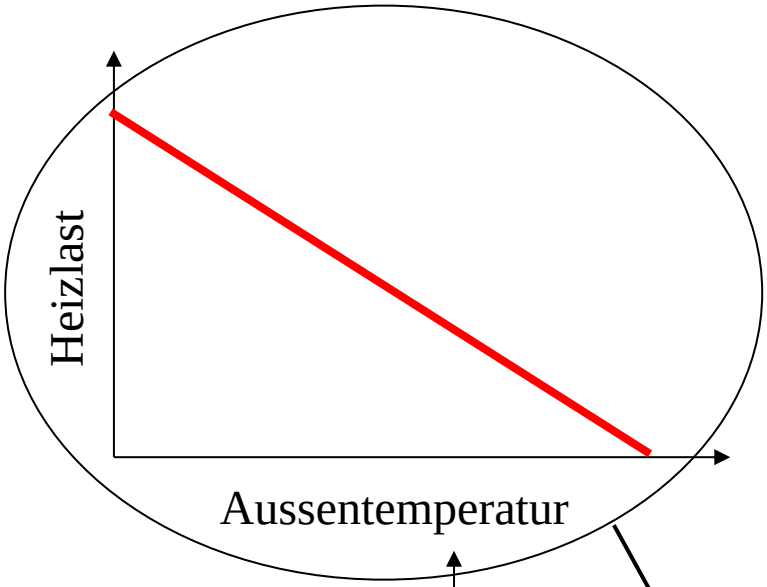
- Bei der Bin-Methode werden Temperaturklassen (Bins) gebildet
- Die Bins werden in der Regel aus dem Heizwärmebedarf nach SIA 380/1 gebildet
- Ein Bin entspricht 1 K
- Der Ansatz wird auch als Summenhäufigkeits-Methode bezeichnet

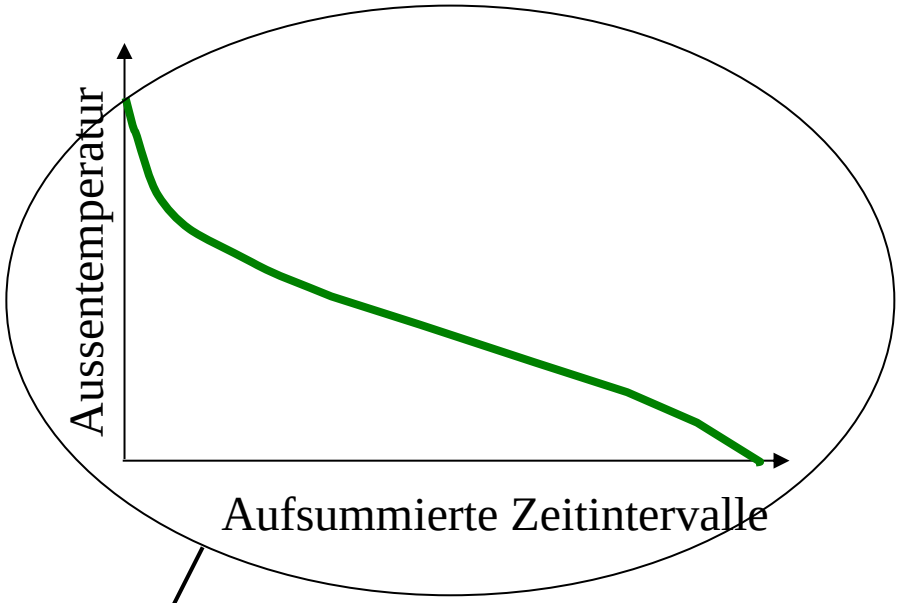
Anwendbarkeit

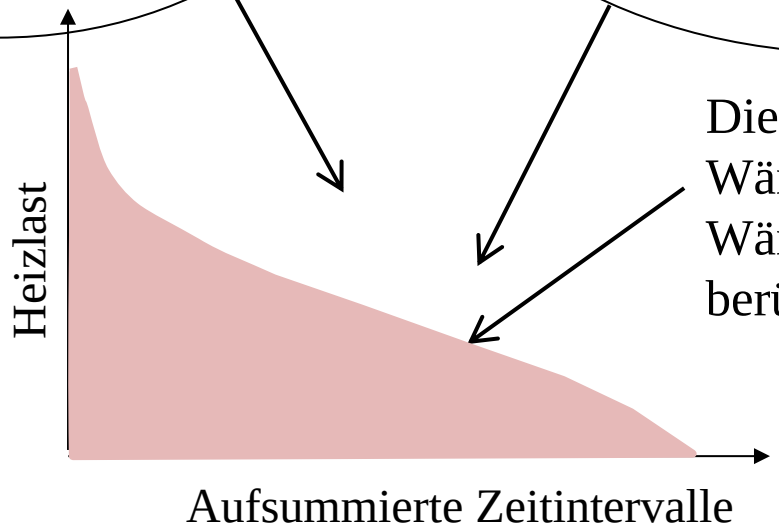
Sind folgende Bedingungen erfüllt kann die Bin-Methode angewendet werden:

- Die Heizwärmeleistung lässt sich in guter Näherung als lineare Funktion der Aussentemperatur beschreiben.
- Die Wassererwärmung und -speicherung sind so konzipiert, dass der Wärmeleistungsbedarf als Bandlast (unterhalbe des Bins) angenommen werden kann.
- Der Leistungsbedarf von allfälligen verbundenen Systemen ist im Vergleich zum Nenn-Heizwärmeleistungsbedarf klein und kann als Bandlast oder als lineare Funktion der Aussentemperatur beschrieben werden.

Summenhäufigkeits-Methode

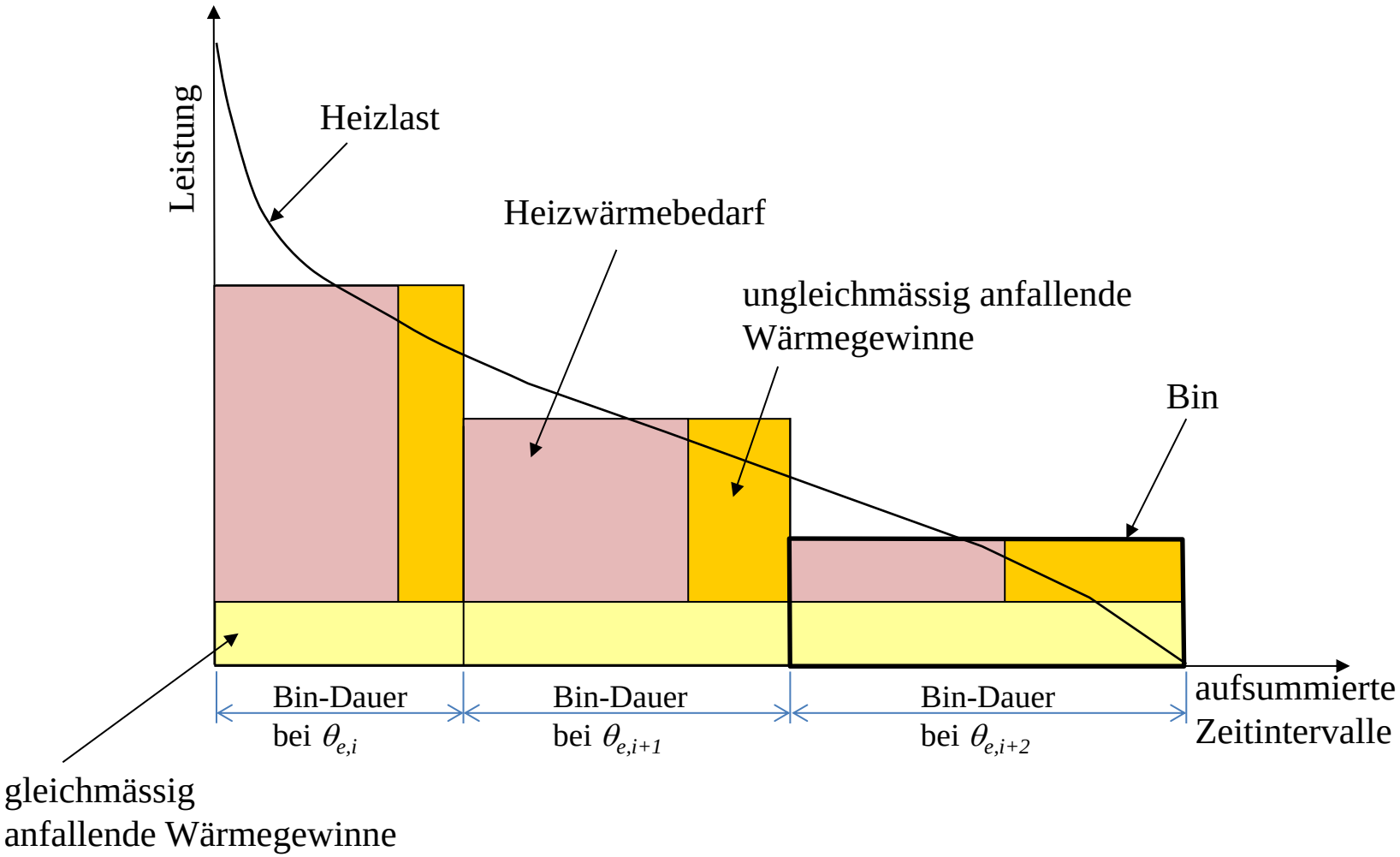






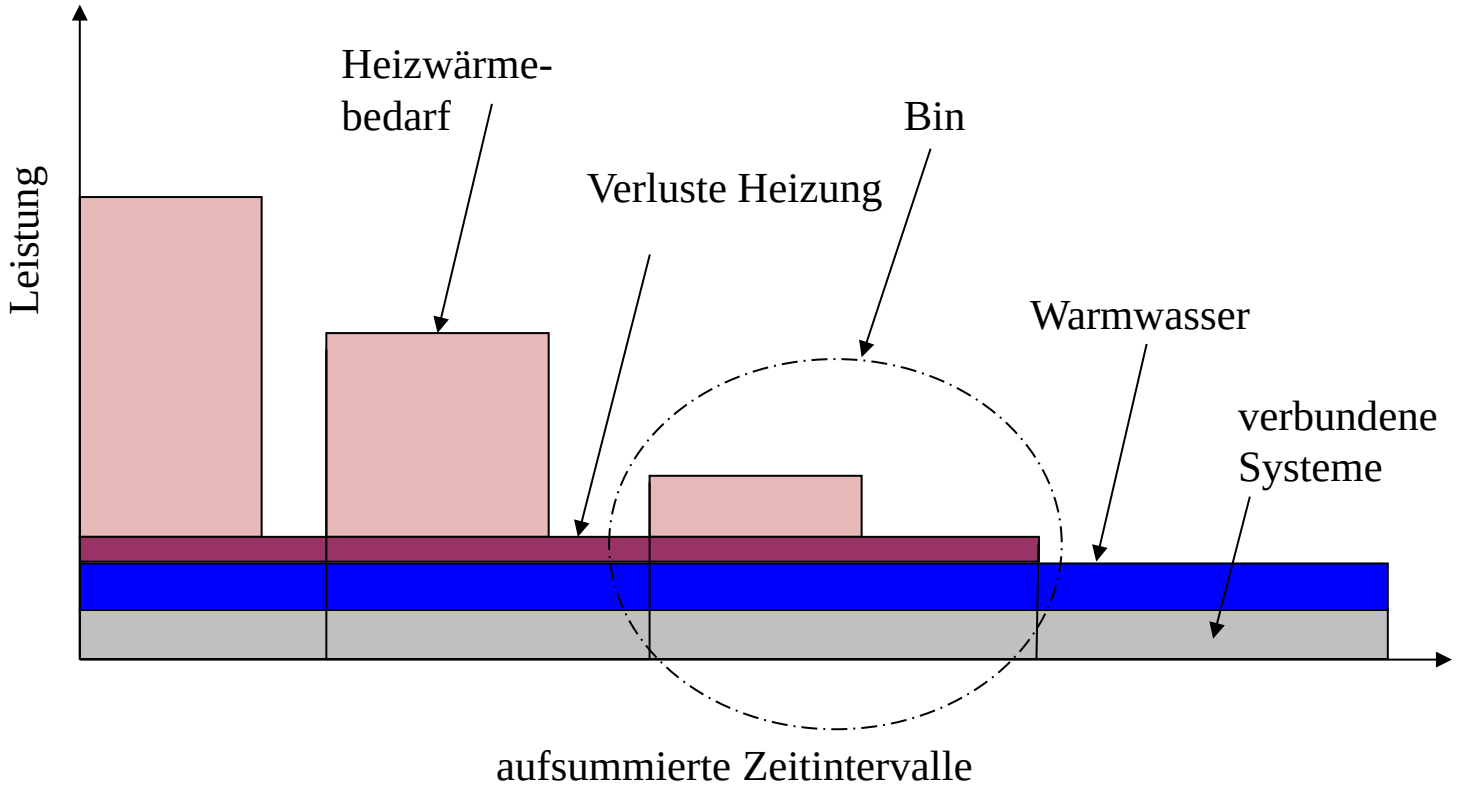
Die Fläche entspricht den Wärmeverlusten, d.h. die Wärmegewinne sind noch nicht berücksichtigt.

Schematische Darstellung

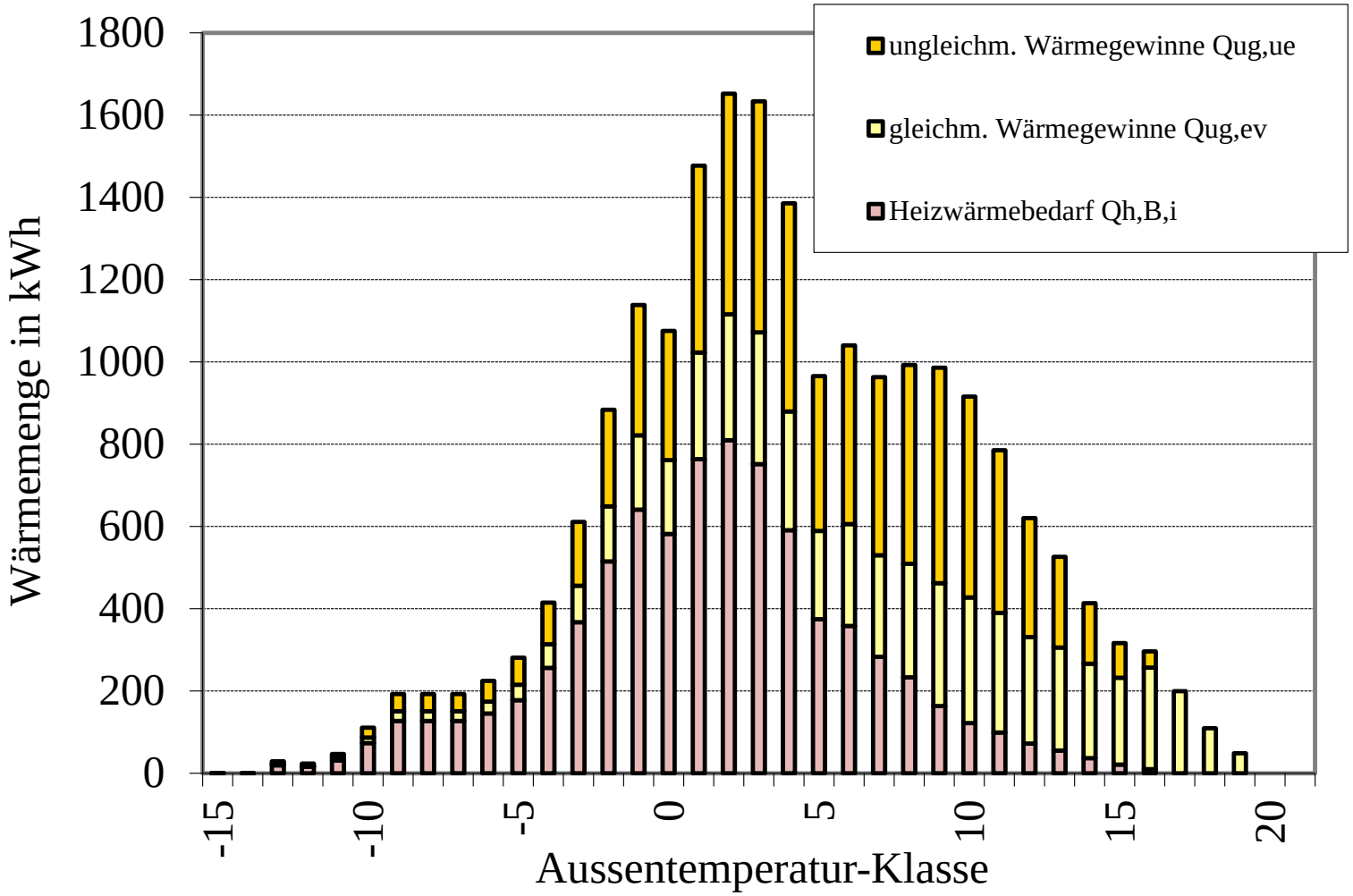


Energiebedarf des Bins

- Zuordnung des Leistungs- und Energiebedarfs zu den Bins

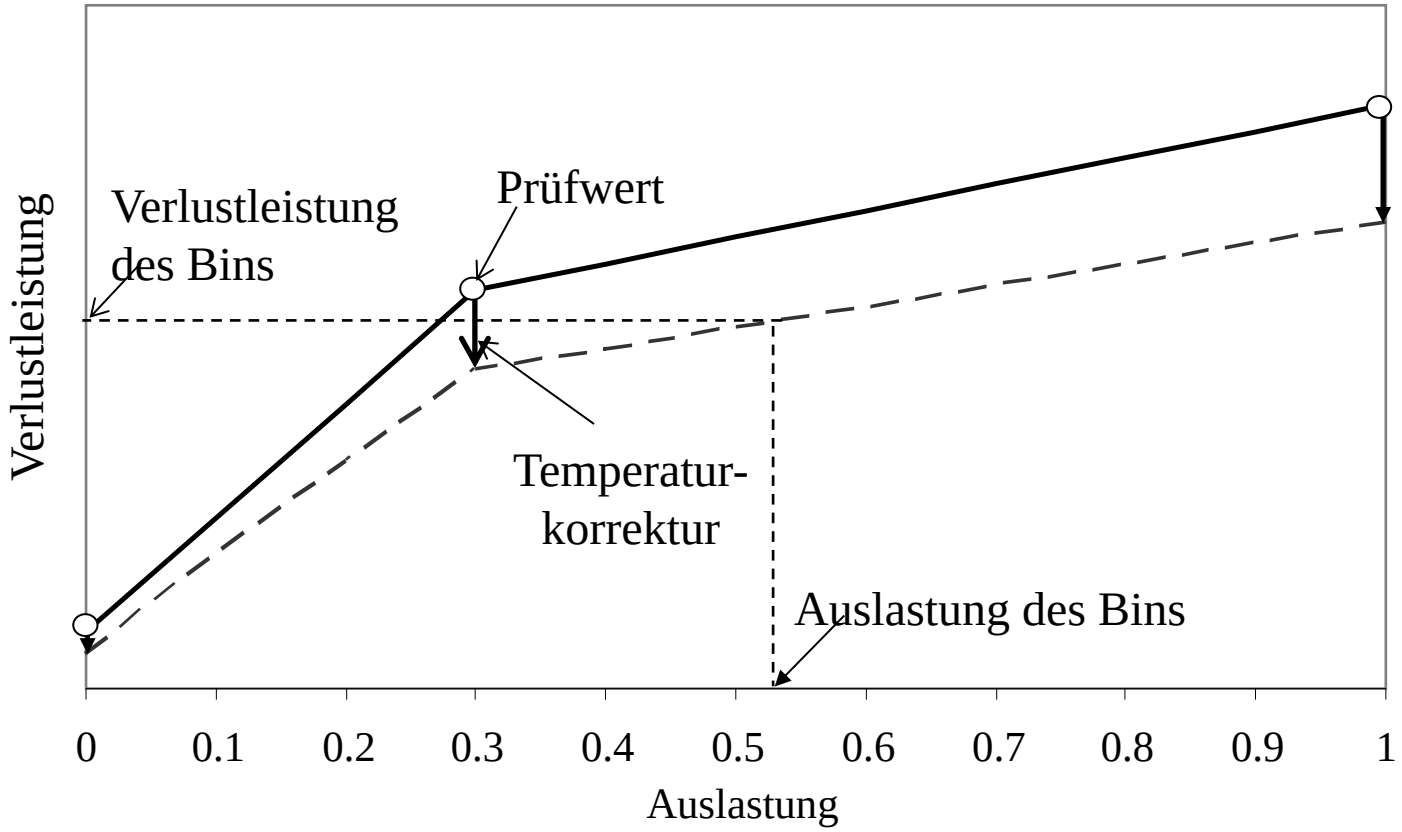


Summenhäufigkeit



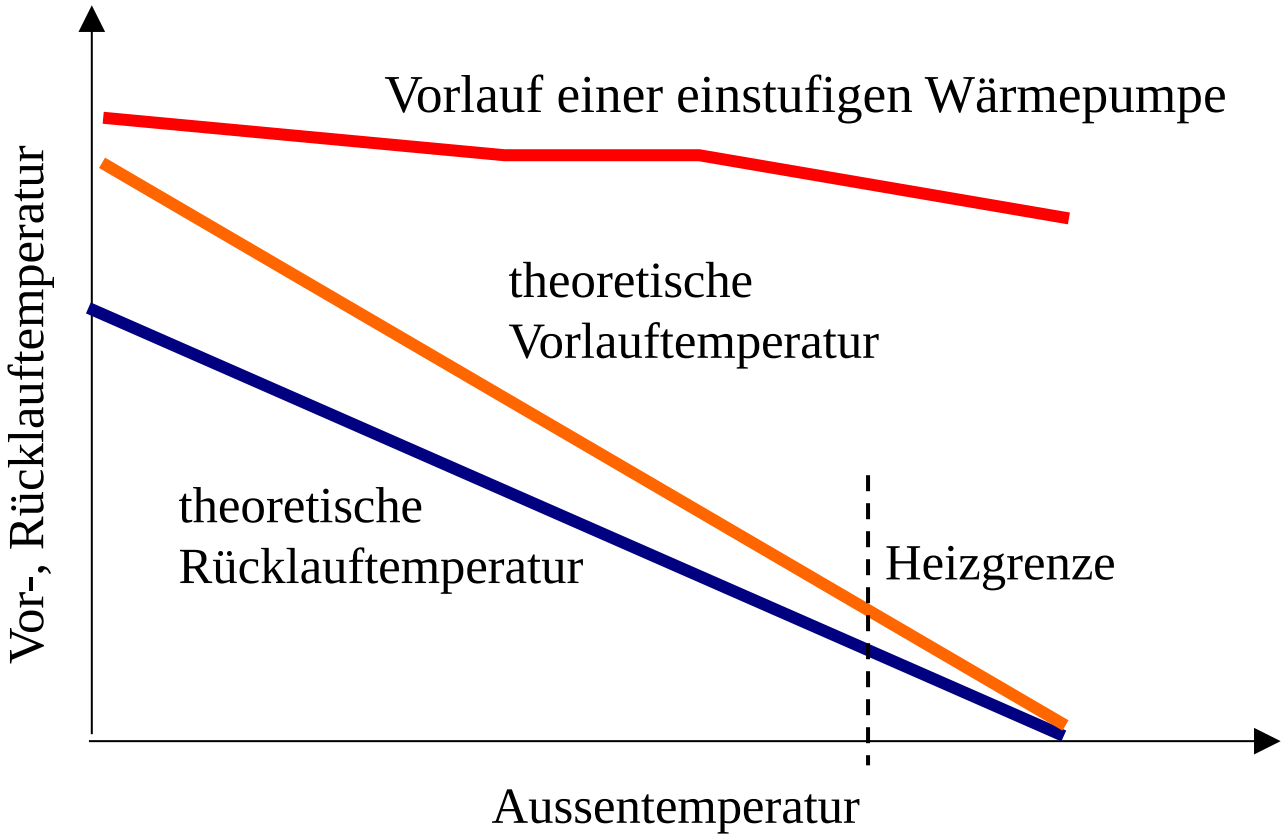
Endenergie

- Anhand der einzelnen Bins wird die Verlustleistung eines Wärmeerzeugers wie folgt bestimmt:



Endenergie

- Bei der Wärmepumpe wird der heizungsseitige Massenstrom berücksichtigt

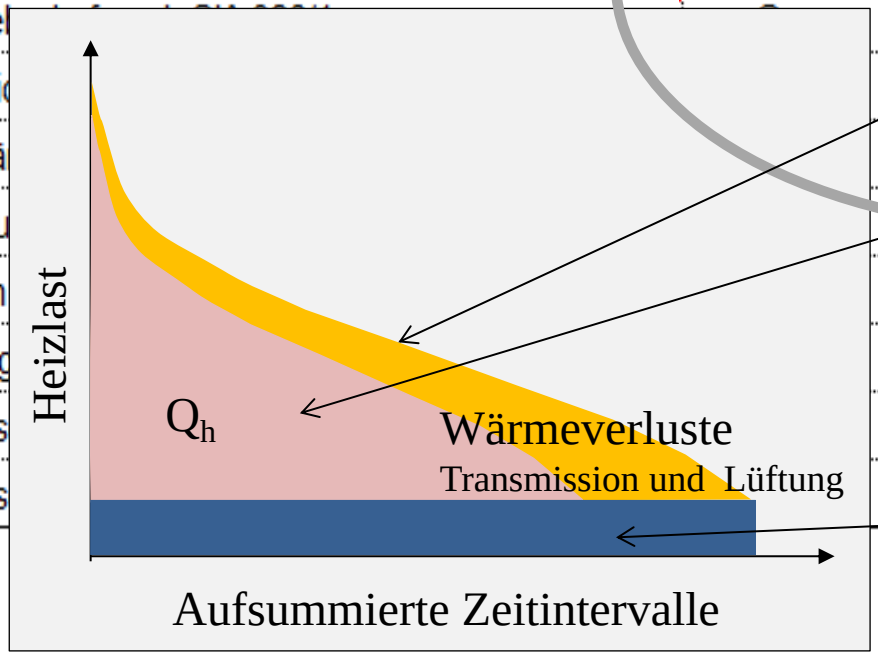


WPesti

- Wurde im WPesti umgesetzt (Version 8)

Gebäudedaten			
Klimastation			Bern-Liebefeld
Gebäudekategorie			EFH
Energiebezugsfläche EBF	A_E	m^2	250
Heizwärme		MJ/m2a	160
Transmissi		MJ/m2a	260
Lüftungswä		MJ/m2a	30
Heizung: Zu		%	
Sperrzeiten		h/d	
Heizleistung		kW	
Warmwass		MJ/m2a	60.0
Warmwass		%	20%

SIA 380/1



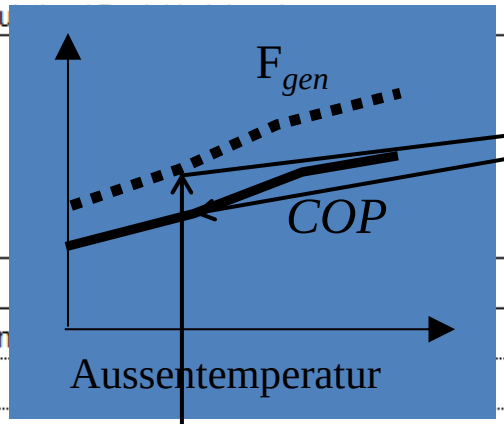
Warmwasser

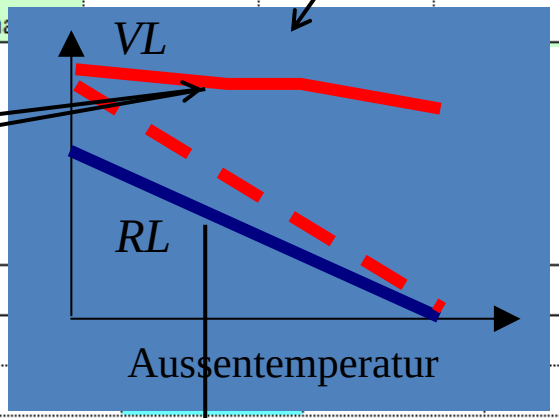
energieschweiz SWKI SICC SITC Hochschule Luzern Technik & Architektur

WPesti

Auszug aus WPesti

Solltemperatur wärmster Raum (z.B. Badezimmer)	Ti,soll	°C	22
Vorlauftemperatur der Heizung: (Ta = -8°C)	T VL	°C	35
Rücklauftemperatur der Heizung: (Ta = -8°C)	T RL	°C	30
elektrische Zusatzheizung Warmwasser:	kein Elektro-Heizstab		
garantierte Warmwassertemperatur ohne Elektroheizstab:		°C	55
Warmwasser-Zirku	Nicht vorha		





Resultate			
ungedeckter Wärm			
Verluste im Heizbetrieb (Anfahren, Speicher, etc.)	2%	Etah =	98%
Verluste im WW-Betrieb (Anfahren, Speicher, etc.)	6%	Etaw =	94%
Laufzeit der Wärmepumpe		h / a	1'787
Anteil und JAZ der Wärmepumpe für die Heizung	ε = **100.0%**	**JAZ_h =**	**3.94**
Anteil und JAZ der Wärmepumpe für Warmwasser	ε = **100.0%**	**JAZ_{ww} =**	**3.09**

energieschweiz
SWKI SICC SITC
Hochschule Luzern
Technik & Architektur

Typologie-Methode

Systemnachweis mit dem einfachen Rechenverfahren

Anwendbarkeit

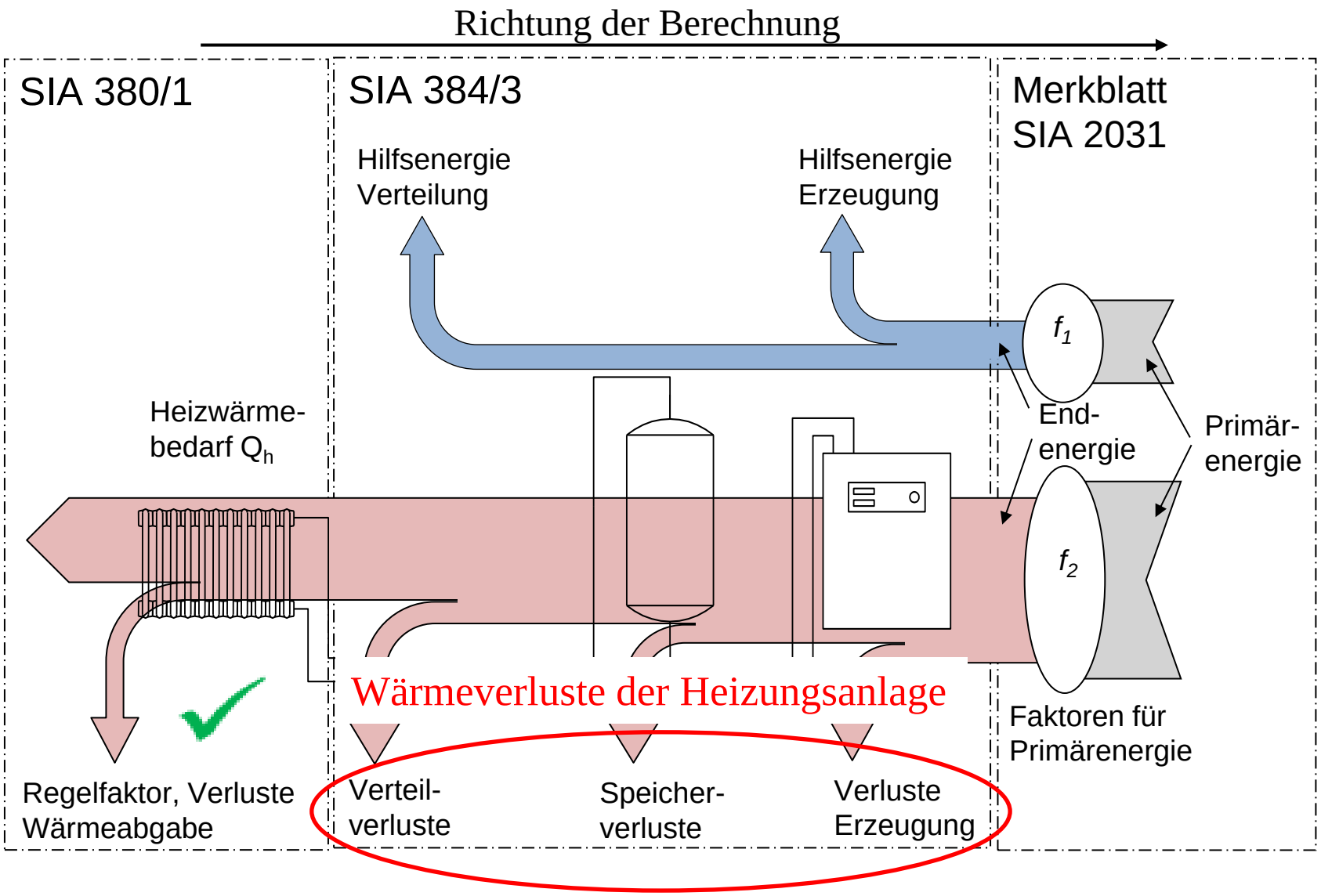
Die Methode darf für folgende Anlagen- und Wärmeerzeuger-typen eingesetzt werden:

- Monovalente Wärmeerzeugung, sofern Modelle der Wärmeerzeuger in Kapitel 4 beschrieben sind.
- Heizkessel dürfen immer mit dem einfachen Verfahren berechnet werden, auch bei bivalenten Anlagen, bei denen die Grundlastdeckung (z.B. Wärmepumpe oder Solaranlage) mit der Bin-Methode berechnet wird.

Anwendbarkeit

- Anlagen mit solarer Wassererwärmung und einer Wärmepumpe für Heizung und zur Spitzenlastdeckung Warmwasser. Die Solaranlage darf dabei max. 60% des gesamten Wärmebedarfs für die Warmwasserversorgung decken.
- Anlagen mit solarer Wassererwärmung sowie solarer Heizungsunterstützung und einer Wärmepumpe zur Spitzenlastdeckung. Die Solaranlage darf dabei max. 30% des gesamten Wärmebedarfs für Heizung und Warmwasser decken.

Übersicht


Richtung der Berechnung
SIA 380/1
SIA 384/3
Merkblatt SIA 2031
Hilfsenergie Verteilung
Hilfsenergie Erzeugung
f_1
End-energie
Primär-energie
Heizwärme-bedarf Q_h
f_2
Wärmeverluste der Heizungsanlage
Faktoren für Primärenergie
Regelfaktor, Verluste Wärmeabgabe
Verteil-verluste
Speicher-verluste
Verluste Erzeugung

Wärmeverluste der Verteilung

- Die Berechnung ist im Anhang C der Norm beschrieben (Formel 107).

$$Q_{ls,dis} = 10^{-3} \cdot t_{an} \cdot \sum \left(\psi_{pipe} \cdot l_{dis} \cdot \Delta\theta_{dis} \right)$$

$Q_{ls,dis}$	Verluste der Leitungen, in kWh
ψ_{pipe}	längenspezifischer Wärmedurchgangskoeffizient, in W/(mK)
l_{dis}	Länge der Leitung, in m
$\Delta\theta_{dis}$	mittlere Temperaturdifferenz zwischen Heizmedium und Umgebung, in K
t_{an}	jährliche Betriebsdauer der Leitung, in h

Wärmeverluste der Verteilung

- Die Formel 108 beschreibt die Berechnung des längenspezifischen Wärmedurchgangskoeffizienten

$$\psi_{pipe} = \frac{\pi}{\frac{1}{h_1 \cdot d_1} + \frac{1}{2 \cdot \lambda_1} \cdot \ln\frac{d_2}{d_1} + \frac{1}{2 \cdot \lambda_2} \cdot \ln\frac{d_3}{d_2} + \ldots + \frac{1}{\lambda_n} \cdot \ln\frac{d_{n+1}}{d_n} + \frac{1}{h_a \cdot d_{n+1}}}$$

h_1	Wärmeübergangskoeffizient innen, in W/(m²·K)
h_{n+1}	Wärmeübergangskoeffizient aussen, in W/(m²·K)
$\lambda_{1\ldots n}$	Wärmeleitfähigkeit der Schicht 1 … *n*, in W/(m·K)
d_1	Innendurchmesser, in m
$d_2 \ldots d_n$	Durchmesser der Schichtgrenzen 1 … *n*, in m
d_{n+1}	Aussendurchmesser, in m

Wärmeverluste der Verteilung

- Für die Typologie-Methode wird ψ_{pipe} aus der Tabelle 14 gelesen

Rohr-nennweite mm	Wärmeleitfähigkeit der Wärmedämmung l_2 = 0,04 W/(m·K)		Wärmeleitfähigkeit der Wärmedämmung l_2 = 0,03 W/(m·K)	
	Dämmdicke mm	längenspez. Wärmedurch-gangskoeffizient y_{pipe} W/(m·K)	Dämmdicke mm	längenspez. Wärmedurch-gangskoeffizient y_{pipe} W/(m·K)
10	40	0,13	30	0,12
15	40	0,15	30	0,13
20	50	0,15	40	0,13
25	50	0,17	40	0,15
32	50	0,19	40	0,17
40	60	0,19	50	0,16
50	60	0,22	50	0,18
65	80	0,21	60	0,19
80	80	0,23	60	0,21
100	100	0,24	80	0,21

Wärmeverlust Speicher

- Der Speicher-Wärmeverlust wird nach Näherungsformel 42 abgeschätzt

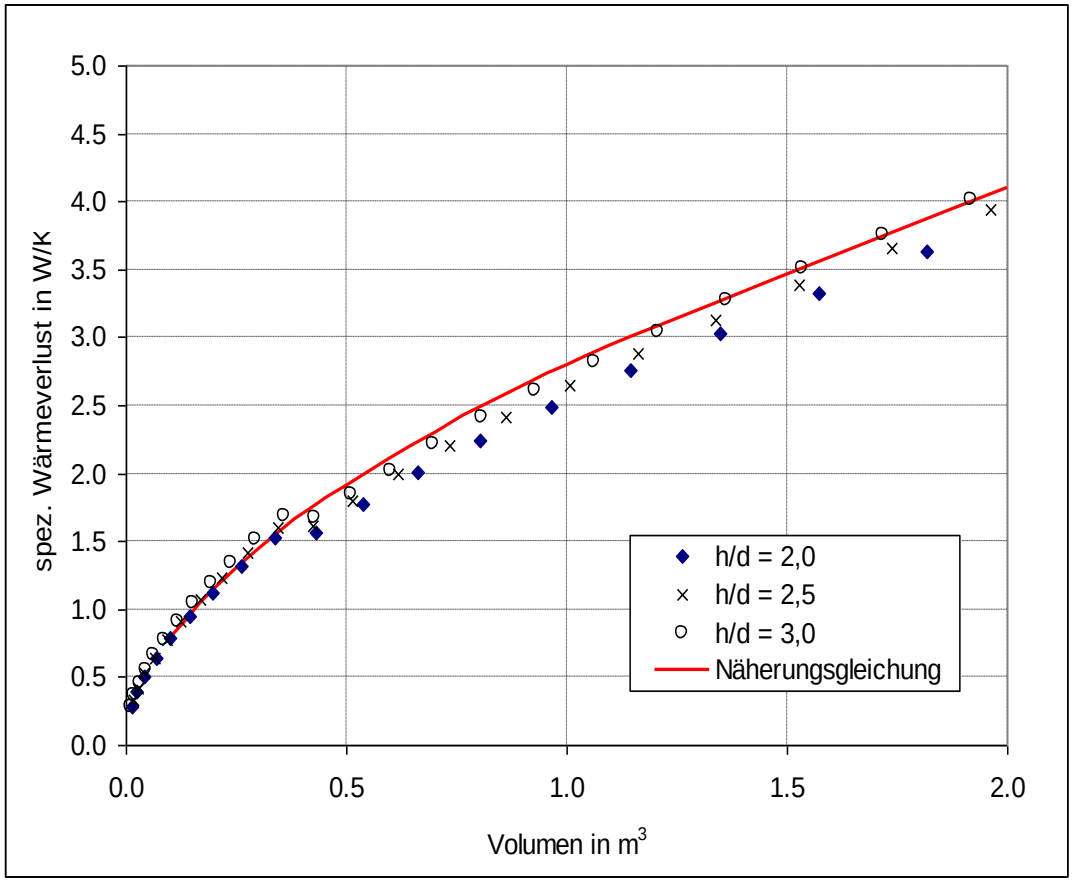
$$Q_{sto,ls} = 25\,\text{kWh} \cdot \left(\frac{V_{sto}}{V_0}\right)^{0,55} \cdot \frac{\Delta\theta_{avg}}{\Delta\theta_0}$$

$Q_{sto,ls}$	Wärmeverluste, in kWh
V_{sto}	Wasserinhalt des Speichers, in m^3
V_0	= 1 m^3
$\Delta\theta_{avg}$	mittlere Temperaturdifferenz, in K
$\Delta\theta_0$	= 1 K

- Die Formel gilt bis zu einem Volumen von 15 m^3
- Die Wärmedämmung entspricht den Vorgaben der SIA 384/1
- Das Verhältnis Höhe zu Durchmesser liegt zwischen 2-3

Wärmeverlust Speicher

- Der Näherungsformel liegen verschiedene Messungen zu Grunde



Wärmeverlust Erzeugung

- Die Wärmeverluste für Öl-, Gas- und Holzkessel sind im Nutzungsgrad enthalten
- Die Wärmeverluste der Aussenluft- und Sole-Wärme-pumpen sind in den Jahresarbeitszahlen (JAZ) enthalten
- Die Nutzungsgrade und die JAZ werden aus Tabellen gelesen

Nutzungsgrad Holzkessel

Abgaskondensation	modulierender oder mehrstufiger Brenner	Nutzungsgrad für Brennstoff und Verwendung					
		Pellet		Hackschnitzel		Stückholz	
		Heizung $\eta_{per,H}$	Warmwasser $\eta_{per,W}$	Heizung $\eta_{per,H}$	Warmwasser $\eta_{per,W}$	Heizung $\eta_{per,H}$	Warmwasser $\eta_{per,W}$
Ja	Ja	0,80	0,70	0,80	0,65	–	–
Ja	Nein	0,70	0,65	0,70	0,60	0,65	0,60
Nein	Ja	0,70	0,65	0,70	0,60	–	–
Nein	Nein	0,65	0,60	0,65	0,55	0,60	0,55

Endenergie Holzkessel

- Die Endenergie berechnet sich nach Formel 33

$$E_{gen,b} = \frac{Q_{H,dis}}{\eta_{per,H}} + \frac{Q_{W,dis}}{\eta_{per,W}} + \frac{Q_{AS,dis}}{\eta_{per,H}}$$

$E_{gen,b}$	Endenergiebedarf des Heizkessels (Brennstoff), in kWh
$Q_{H,dis}$	Wärmebedarf der Heizungsanlage (Heizwärmebedarf plus Verluste), in kWh
$Q_{W,dis}$	Wärmebedarf der Wassererwärmungsanlage (inkl. Verteil- und Speicherverluste), in kWh
$Q_{AS,dis}$	Wärmebedarf der verbundenen Systeme inkl. Verluste, in kWh
$\eta_{per,H}$	Heizkesselnutzungsgrad für Heizung, gemäss Tabelle 4
$\eta_{per,W}$	Heizkesselnutzungsgrad für Warmwasser, gemäss Tabelle 4

energieschweiz
SWKI SICC SITC
Hochschule Luzern
Technik & Architektur

Jahresarbeitszahl

Wärme-quelle	Einsatz	Bedingung	Wärmepumpe mit EHPA-Gütesiegel?	
			Nein	Ja
Aussenluft	Heizung	Fussbodenheizung mit Vorlauftemperatur von max. 35°C	2,4	3,0
	Heizung	Vorlauftemperatur max. 50°C	1,8	2,2
	Warmwasser	Schichtladung [a)]	1,8	2,2
	Warmwasser	Stufenladung [b)]	2,1	2,6
Erdwärme-sonde	Heizung	Fussbodenheizung mit Vorlauftem-peratur von max. 35°C	3,4	4,3
	Heizung	Vorlauftemperatur max. 50°C	2,5	3,1
	Warmwasser	Schichtladung [a)]	1,9	2,4
	Warmwasser	Stufenladung [b)]	2,2	2,8

a) aussenliegender Wärmeübertrager
b) innenliegender Wärmeübertrager, d.h. im Warmwasserspeicher

Endenergie Wärmepumpe

- Die Endenergie Berechnet sich nach Formel 34

$$E_{HP} = \frac{Q_{H,dis}}{\varepsilon_{SFPH,H} \cdot f_{sc}} + \frac{Q_{W,dis}}{\varepsilon_{SFPH,W} \cdot f_{sc}}$$

E_{HP}	Endenergiebedarf der Wärmepumpenanlage inkl. Hilfsbetriebe, in kWh
$Q_{H,dis}$	Wärmebedarf der Heizungsanlage (Heizwärmebedarf plus Verluste), in kWh
$Q_{W,dis}$	Wärmebedarf der Wassererwärmungsanlage (inkl. Verteil- und Speicherverluste), in kWh
$\varepsilon_{SFPH,H}$	Jahresarbeitszahl Heizung gemäss Tabelle 5
$\varepsilon_{SFPH,W}$	Jahresarbeitszahl Warmwasser gemäss Tabelle 5
f_{sc}	Korrekturfaktor für Standorthöhen über 800 m, gemäss 4.4.2.5

Endenergie Wärmepumpe

- Der Korrekturfaktor für die Standorthöhe über 800 m ü.M. berechnet sich für die Luft-Wasser-Wärmepumpe nach Formel 35

$$f_{sc} = \frac{\theta_{su,N} + 6\,\mathrm{K}}{\left(\theta_{su,N} + 6\,\mathrm{K}\right) + \left(\theta_{e,S} - \theta_{e,0}\right)}$$

- und für die Sole-Wasser-Wärmepumpe nach Formel 36

$$f_{sc} = \frac{\theta_{su,N} + 6\,\mathrm{K}}{\left(\theta_{su,N} + 6\,\mathrm{K}\right) + 0{,}5 \cdot \left(\theta_{e,S} - \theta_{e,0}\right)}$$

Thermische Solaranlage

- Der Ertrag einer Solaranlage für das Warmwasser berechnet sich nach Formel 37.
- Max. 80% (bei Wärmepumpe 60%) des Wärmebedarfs für Warmwasser können mit der thermischen Solaranlage gedeckt werden
- Der maximale Ertrag der Aperturfläche für Standorte bis 800 m ü.M. liegt bei 640 kWh/m^2
- Der maximale Ertrag der Aperturfläche für Standorte über 800 m ü.M. liegt bei 700 kWh/m^2

Thermische Solaranlage

$$Q_{s,W} = min\left(f_{s,w} \cdot Q_{W,dis}; \frac{f_s \cdot Q_{s,W,max} \cdot A_A}{1 + k_1 \cdot \frac{A_A}{A_0} \cdot \frac{Q_0}{Q_{W,dis}}} \right)$$

$Q_{s,W}$	Ertrag der Solaranlage, in kWh
$Q_{W,dis}$	Wärmebedarf der Wassererwärmungsanlage (inkl. Verteil- und Speicherverluste), in kWh
$Q_{s,W,\mathrm{max}}$	maximaler Ertrag bezogen auf die Aperturfläche, in kWh/m^2
Q_0	= 1 kWh
f_s	Faktor für Ausrichtung, gemäss Tabelle 6
$f_{s,W}$	Faktor für die solare Ausnutzung.
A_A	Aperturfläche, in m^2
A_0	= 1 m^2
k_1	empirischer Faktor: 106

Thermische Solaranlage

- Der Ertrag einer Solaranlage für Warmwasser und Heizung berechnet sich nach den Formeln 38, 39 und 40.
- Max. 80% (bei WP 30%) des Wärmebedarfs für Heizung und Warmwasser können mit der thermischen Solaranlage gedeckt werden
- Der maximale Ertrag der Aperturfläche für Standorte bis 800 m ü.M. liegt bei 440 kWh/m^2
- Der maximale Ertrag der Aperturfläche für Standorte über 800 m ü.M. liegt bei 490 kWh/m^2
- Das Warmwasser hat mit 70% (bei WP 50%) Deckung Vorrang

Thermische Solaranlage

$$Q_s = min\left(f_{s,W,H} \cdot (Q_{H,dis} + Q_{W,dis}); \frac{f_s \cdot Q_{s,max} \cdot A_A}{1 + k_2 \cdot \frac{A_A}{A_0} \cdot \frac{Q_0}{Q_{H,dis} + Q_{W,dis}}} \right)$$

$$Q_{s,H} = max\{min[f_{s,W,H} \cdot Q_{H,dis}; Q_s - f_{s,W} \cdot Q_{W,dis}]; 0\}$$

$$Q_{s,w} = Q_s - Q_{s,H}$$

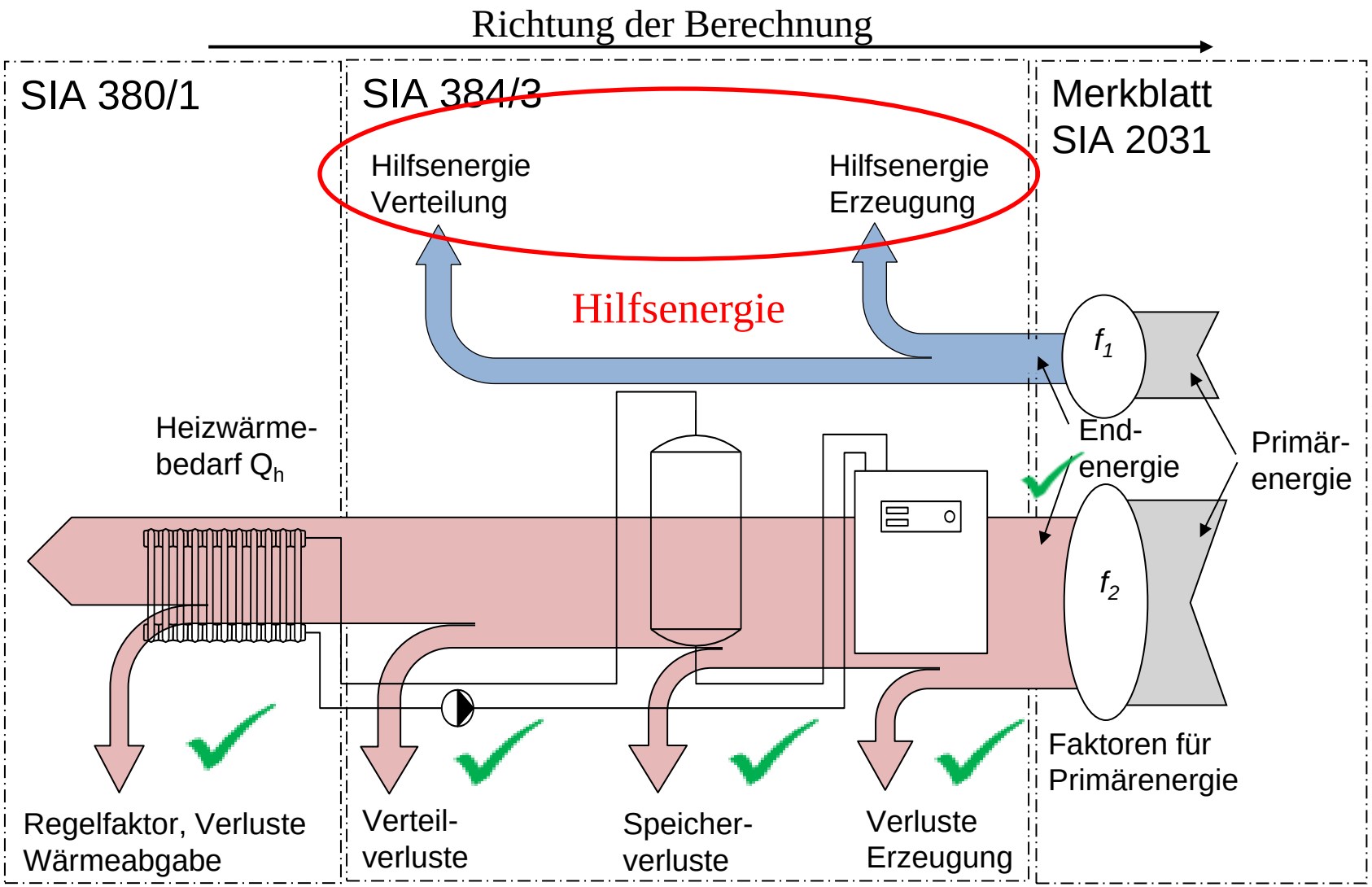
Q_s	Ertrag der Solaranlage, in kWh
$Q_{H,dis}$	Wärmebedarf der Heizungsanlage (Heizwärmebedarf plus Verluste), in kWh
$Q_{W,dis}$	Wärmebedarf der Wassererwärmungsanlage (inkl. Verteil- und Speicherverluste), in kWh
$Q_{s,max}$	maximaler Ertrag bezogen auf Aperturfläche, in kWh/m^2
f_s	Faktor für Ausrichtung, gemäss Tabelle 6
$f_{s,W,H}$	Faktor für die solare Ausnutzung.
$f_{s,W}$	Ausnutzungsfaktor.
$Q_{s,H}$	Ertrag der Solaranlage für Heizung, in kWh
$Q_{s,W}$	Ertrag der Solaranlage für Warmwasser, in kWh
	k_2 = 170; Q_0 = 1 kWh; A_0 = 1 m^2; A_A = Aperturfläche in m^2

Thermische Solaranlage

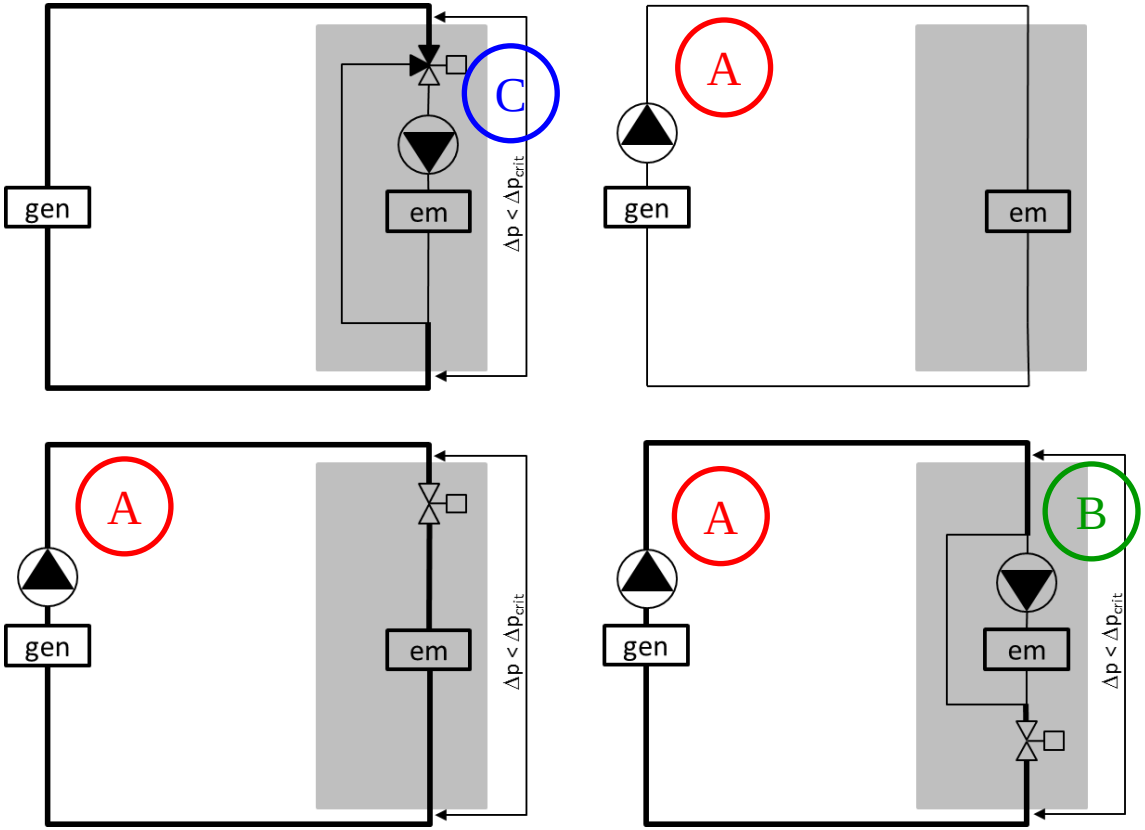
- Die Neigung und der Azimut werden mit Faktoren berücksichtigt

Neigung	Azimut		
	Süd	45° Südost oder 45° Südwest	Ost oder West
0° (horizontal)	0,85	0,85	0,85
45°	1,05	1,00	0,85
90° (senkrecht)	0,80	0,75	0,65

Übersicht


Richtung der Berechnung
SIA 380/1
SIA 384/3
Merkblatt SIA 2031
Hilfsenergie Verteilung
Hilfsenergie Erzeugung
Hilfsenergie
f_1
f_2
Heizwärme-bedarf Q_h
End-energie
Primär-energie
Faktoren für Primärenergie
Regelfaktor, Verluste Wärmeabgabe
Verteil-verluste
Speicher-verluste
Verluste Erzeugung

Hilfsenergie Heizgruppe



A Hauptpumpe (HP)

B Heizgruppe, HP separat

C Heizgruppe über Wärmeerzeuger

Hilfsenergie Hauptpumpe

- Hilfsenergie der Hauptpumpe wird nach Formel 43 (und 44) berechnet

$$E_{aux,Pu,gen} = 0{,}5 \cdot Q_0 \cdot f_{Pu,gen,i} \cdot \left(\frac{Q_{H,dis} + Q_{W,dis} + Q_{AS,dis}}{Q_0} \right)^{0,5}$$

$E_{aux,Pu,gen}$	Hilfsenergiebedarf Pumpen der Wärmeerzeugung, in kWh
$f_{Pu,gen,i}$	Faktor für den Wärmeerzeuger *i* gemäss 4.9.2.2
$Q_{H,dis}$	Wärmebedarf der Heizungsanlage (Heizwärmebedarf plus Verluste), in kWh
$Q_{W,dis}$	Wärmebedarf der Wassererwärmungsanlage (inkl. Verteil- und Speicherverluste), in kWh
$Q_{AS,dis}$	Wärmebedarf der verbundenen Systeme inkl. Verluste, in kWh
Q_0	= 1 kWh

Hilfsenergie Heizgruppe

- Pumpen der Effizienzklasse A (Formel 49)

$$E_{aux,dis} = 0{,}01 \cdot Q_0 \cdot f_{em,1} \cdot f_{em,2} \cdot \left(\frac{A_E}{A_0}\right)^{0{,}8}$$

- Pumpen der Effizienzklasse B oder C (Formel 50)

$$E_{aux,dis} = 0{,}21 \cdot Q_0 \cdot f_{em,1} \cdot f_{em,2} \cdot \left(\frac{A_E}{A_0}\right)^{0{,}6} \cdot \left(\frac{Q_H}{Q_0}\right)^{0{,}8}$$

$E_{aux,dis}$	Hilfsenergiebedarf Verteilung, in kWh
$f_{em,1}$	Faktor für die Art der Heizungsanlage, gemäss Tabelle 7
$f_{em,2}$	Faktor für die Auslegungs-Vorlauftemperatur, gemäss Tabelle 8
A_E	Energiebezugsfläche, in m^2
A_0	= 1 m^2
Q_H	Heizwärmebedarf gemäss SIA 380/1, in kWh/m^2
Q_0	= 1 kWh/m^2

Hilfsenergie Heizgruppe

- Jede Gruppenpumpe wird separat berechnet
- Der Druckverlust entspricht den Anforderungen der Norm SIA 384/1
- Bei der Heizung ist eine sogenannte Pumpenoption enthalten (wird keine Wärme verlangt, schaltet die Pumpe ab)

Hilfsenergie Heizgruppe

- Art der Heizungsanlage $f_{em,1}$ wird aus Tabelle 7 gelesen

Auslegungs-Vorlauftemperatur	$f_{em,1}$
Heizkörper, getrennte Pumpen für Wärmeerzeugung und Wärmeabgabe	1,0
Heizkörper, gemeinsame Pumpen für Wärmeerzeugung und Wärmeabgabe	1,5
Fussbodenheizung, getrennte Pumpen für Wärmeerzeugung und Wärmeabgabe	1,5
Fussbodenheizung, gemeinsame Pumpen für Wärmeerzeugung und Wärmeabgabe	2,0

Hilfsenergie Heizgruppe

- Auslegungs-Vorlauftemperatur $f_{em,2}$ wird aus Tabelle 8 gelesen

Auslegungs-Vorlauftemperatur	$f_{em,2}$
≥ 60°C	0,9
50°C	1,0
35°C	1,5
30°C	1,8

Hilfsaggregate

- Hilfsaggregate für Wärmeerzeugungen werden nach der Formel 45 berechnet

$$E_{aux,b} = 0{,}67 \cdot Q_0 \cdot f_{b,gen,j} \cdot \left(\frac{Q_{H,dis} + Q_{W,dis} + Q_{AS,dis}}{Q_0} \right)^{0,6}$$

$E_{aux,b}$	Hilfsenergiebedarf der Hilfsaggregate, in kWh
$f_{b,gen,j}$	Faktor für den Wärmeerzeuger *j* gemäss 4.9.3.2
$Q_{H,dis}$	Wärmebedarf der Heizungsanlage (Heizwärmebedarf plus Verluste), in kWh
$Q_{W,dis}$	Wärmebedarf der Wassererwärmungsanlage (inkl. Verteil- und Speicherverluste), in kWh
$Q_{AS,dis}$	Wärmebedarf der verbundenen Systeme inkl. Verluste, in kWh
Q_0	= 1 kWh

Zuteilung der Hilfsenergie Anhang B

Anlageteil / Wärmeerzeuger	Hilfsenergieverbraucher	Erfassung, Berechnung
elektrisch angetriebene Wärmepumpe	Ventilatoren, Steuerung/Regelung	Bei Betrieb ist diese Hilfsenergie in der Leistungszahl enthalten. Allfällige Hilfsbetriebe bei Nichtbetrieb (z.B. Carter-Heizung) sind separat zu erfassen und bei der Jahresarbeitszahl einzurechnen.
	Umwälzpumpe auf der Quellenseite	In der Jahresarbeitszahl enthalten, siehe A.2.7
	Umwälzpumpen auf der Wärmeabgabeseite (d.h. Senkenseite)	Der Anteil für den Druckverlust des Verflüssigers ist in der Leistungszahl gemäss EN 14511 enthalten. Ein allfälliger zusätzlicher Bedarf (z.B. zur Speicherladung) ist separat zu berechnen oder gemäss 4.9.2 abzuschätzen und bei der Jahresarbeitszahl einzurechnen.
Heizkessel	Umwälzpumpen	Genaue Berechnung oder Abschätzung gemäss 4.9.2
	Brennergebläse, Brennstoffversorgung, Abgasventilatoren, Steuerung/Regelung	Genaue Berechnung oder Abschätzung gemäss 4.9.3
Solaranlage für Heizungsunterstützung	Solepumpen	Genaue Berechnung oder Abschätzung gemäss 4.9.2
	Ventilantriebe, Steuerung/Regelung	Genaue Berechnung oder Abschätzung gemäss 4.9.3
Ausdehnungsgefäss, Nachspeiseanlage	Kompressoren, Druckerhöhungspumpen, Steuerung/Regelung	Werden vernachlässigt

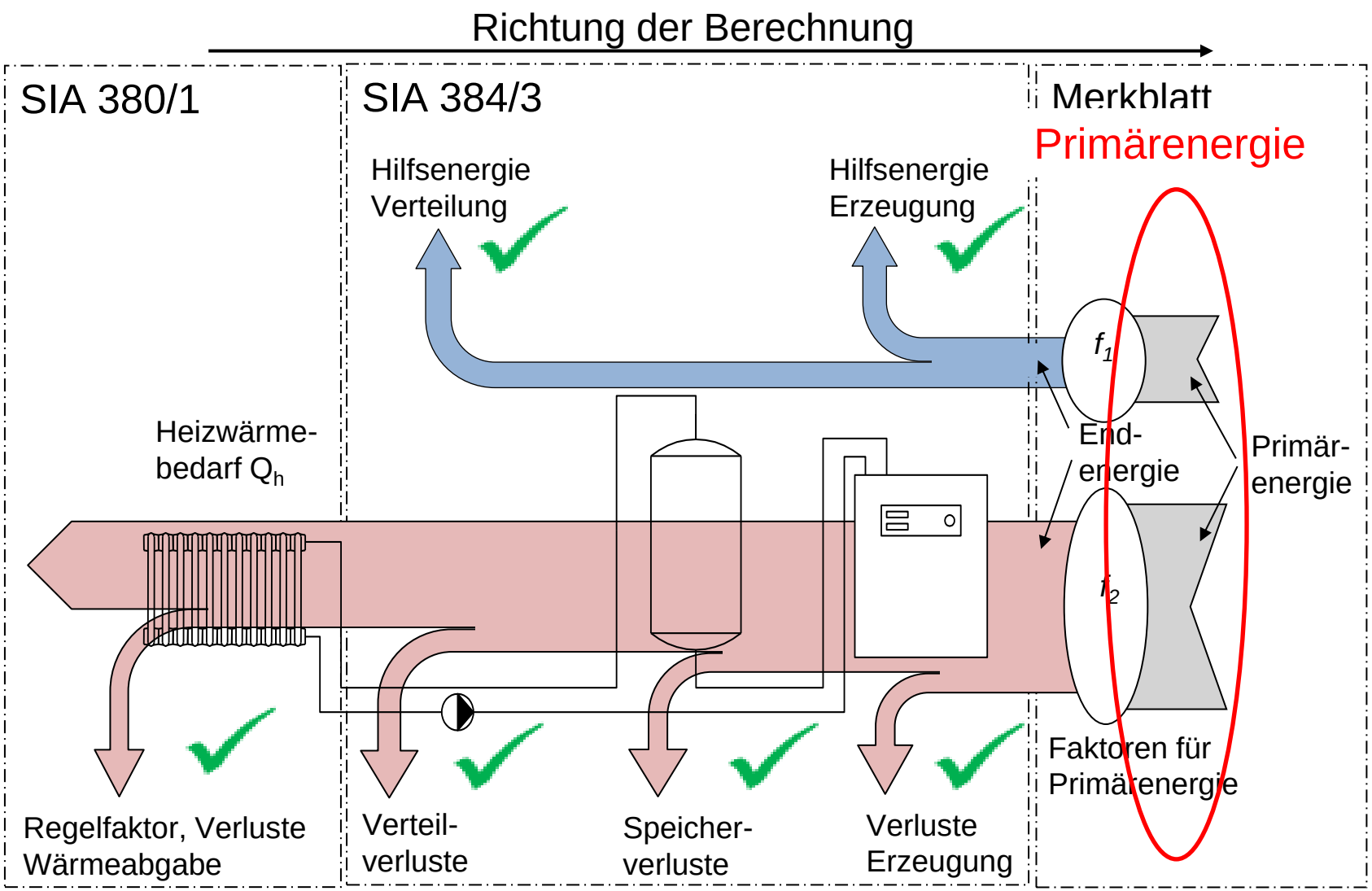
energieschweiz
SWKI SICC SITC
Hochschule Luzern
Technik & Architektur

Zuteilung der Hilfsenergie Anhang B

Anlageteil / Wärmeerzeuger	Hilfsenergieverbraucher	Erfassung, Berechnung
Wärmeverteilung und Wärmeabgabe	Umwälzpumpen	Genaue Berechnung oder Abschätzung gemäss 5.1
	Ventilantriebe, Steuerung/Regelung	Werden vernachlässigt
	Ventilatoren zur Wärmeverteilung (z.B. Luftheizung) und Wärmeabgabe (z.B. Gebläsekonvektoren)	Berechnung anhand der Projektdaten; bei Kombination mit Lüftungsanlagen Erfassung in SIA 382/2
Wassererwärmung, inkl. solare Wassererwärmung	Sämtliche Komponenten die warmwasserseitig eingebaut sind (Ladepumpen, Ventile, Zirkulationspumpen usw.)	Berechnung nach SIA 385/1; Übertrag des Bedarfs in SIA 384/3
	Heizungsseitige Ladepumpen, Pumpen im Solarkreislauf, Ventilantriebe, Steuerung/Regelung	Berechnung nach SIA 385/1; Übertrag des Bedarfs in SIA 384/3
Verbundene Systeme	Sämtliche Komponenten nach der Wärmeerzeugung (Lufterhitzerpumpe, Ventile, Zirkulationspumpen usw.)	Werden nicht in SIA 384/3 erfasst; Erfassung und Berechnung im Rahmen von SIA 380/4 oder SIA 382/2

Pumpen mit Heizungswasser werden nach SIA 384/3 berechnet!

Übersicht


Richtung der Berechnung
SIA 380/1
SIA 384/3
Merkblatt
Primärenergie
Hilfsenergie Verteilung
Hilfsenergie Erzeugung
f_1
f_2
End-energie
Primär-energie
Heizwärme-bedarf Q_h
Faktoren für Primärenergie
Regelfaktor, Verluste Wärmeabgabe
Verteil-verluste
Speicher-verluste
Verluste Erzeugung

Primärenergie

- Die Primärenergie und die gewichtete Endenergie wird aus den folgenden Faktoren gebildet:

	Faktor[1)]		nationaler Gewichtungsfaktor[2)]
	Primärenergie	Treibhausgase	
	-	$kg/kWh_{Endenergie}$	-
el. Energie	3.05	0.149	2
Pellets	1.22	0.037	0.7
Holzschnitzel	1.14	0.011	0.7
Stückholz	1.06	0.013	0.7
Öl	1.24	0.298	1
Gas	1.12	0.237	1

[1)] Quelle: Norm SIA 416/1 (in der Vernehmlassung)
[2)] Quelle: Minerige

energieschweiz
SWKI SICC SITC
Hochschule Luzern
Technik & Architektur

Typologie-Tool

Einfaches Excel-Tool für die Berechnung der Endenergie

Einsatzgrenzen

Geeignet für …

- Wärmeerzeugerleistungen bis 2000 kW
- Speichervolumen bis 15 m^3
- bis max. vier Gebäudezonen (SIA 380/1)
- bis max. vier Heizgruppen
- bis max. zwei Wärmeerzeugungen
- Verbundene Systeme können nicht gerechnet werden
- Verfügbar in Deutsch, Französisch und Italienisch

Wärmeerzeugung

Folgende Wärmeerzeugungen stehen zur Auswahl:

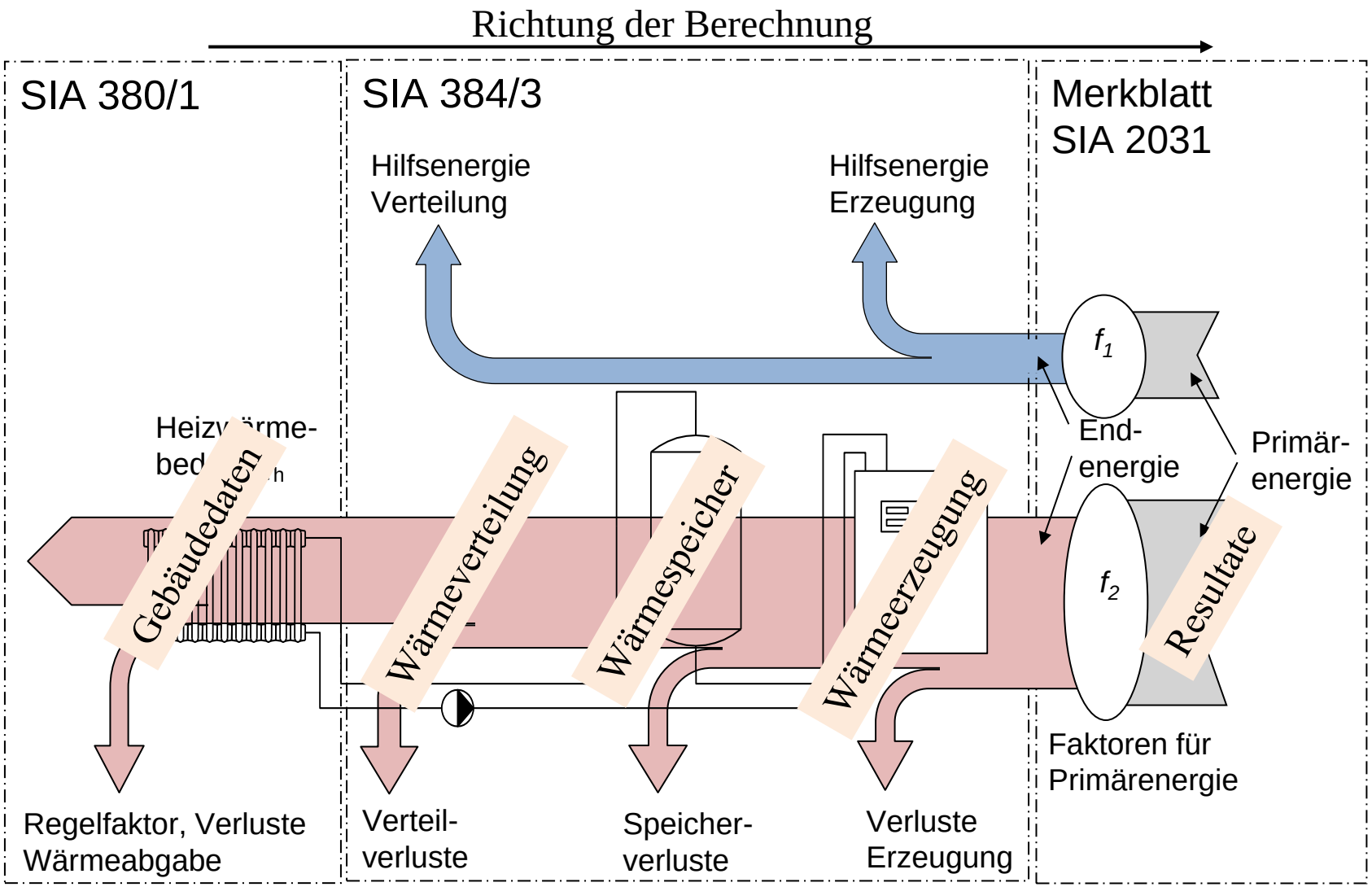
- Aussenluft-Wärmepumpe
- Sole-Wärmepumpe
- Pellet
- Holzschnitzel
- Stückholz
- Öl
- Gas

- Es können auch Werte aus dem WPesti (Version 8 oder höher) übernommen werden

Wärmeerzeugung

- Die Wärmeerzeugungen können mit einer thermischen Solaranlage kombiniert werden
- Die korrekte Dimensionierung der Anlage ist Sache des Planers

Übersicht


Richtung der Berechnung
SIA 380/1
SIA 384/3
Merkblatt SIA 2031
Hilfsenergie Verteilung
Hilfsenergie Erzeugung
f_1
f_2
End-energie
Primär-energie
Gebäudedaten
Wärmeverteilung
Wärmespeicher
Wärmeerzeugung
Resultate
Faktoren für Primärenergie
Regelfaktor, Verluste Wärmeabgabe
Verteil-verluste
Speicher-verluste
Verluste Erzeugung

energieschweiz

SWKI SICC SITC

Hochschule Luzern
Technik & Architektur

Eingabe Tool

Adresse Sachbearbeiter eingeben

Version / Sprache.

Projektadresse eingeben

Die gleiche Klimastation wie in der SIA 380/1-Berechnung wählen.

Daten aus der SIA 380/1 Berechnung übertragen.

Adresse Sach						Gewünschte Sprache:	Deutsch
				E-Mail:			
				Tel:			
PLZ, Ort:							
Projektadresse							
Objekt:							
Strasse / Nr.:							
PLZ, Ort:							
Gebäudedaten	Klimastation:		Bitte wählen ...				
	Standorthöhe:	*h*	m ü.M.				
					Zone 3	Zone 4	Summe/Mittelwert
					Bitte wählen ...	Bitte wählen ...	
							0
							0.0
Wärmebedarf WW (Norm SIA 380/1):	Q_{WW}	kWh/m²	0.0	0.0	0.0	0.0	
Wärmebedarf WW (eigene Berechnung):	Q_{WW}	kWh/m²					
El.Endenergie WW (eigene Berechnung):	$E_{gen,WW}$	kWh/m²					0.0
Hilfsenergie WW (eigene Berechnung):	$E_{aux,WW}$	kWh/m²					0.00
Wärmebedarf WW (für Berechnung):	Q_{WW}	kWh/m²	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Eingabe Tool

Heizwärmebedarf:	Q_h	kWh/m					0.0
Wärmebedarf WW (Norm SIA 380/1):	Q_{WW}	kWh/m²	0.0	0.0	0.0	0.0	
Wärmebedarf WW (eigene Berechnung):	Q_{WW}	kWh/m²					
El.Endenergie WW (eigene Berechnung):	$E_{gen,WW}$	K					0.0
Hilfsenergie WW (eigene Berechnung):	$E_{aux,WW}$	K					0.00
Wärmebedarf WW (für Berechnung):	Q_{WW}	K			0.0	0.0	0.0

Wärmeverteilung

Wärmeverteilungen eingeben

			Wärmeverteilung 1	Wärmeverteilung 2	Wärmeverteilung 3	Wärmeverteilung 4	Summe/Total
Bezeichnung:							
Art der Verteilung:			Bitte wählen ...	Bitte wählen ...	Bitte wählen ...	Bitte wählen ...	
Wärmeabgabe:							
Energieklasse Pumpe:							
Anteil:	f	%					
Vorlauftemp.:	θ_{su}	°C					
Rücklauftem		°C					
Länge im unkond. Rau							
Temp. unkond. Rau							
Betriebsstunde							
Wärmeleitfähigke							
Rohrnennwei							
Wärmebeda							
Wärmeverlu							0
Hilfsenerg							0

Anteil für Wärmeverteilung ist, je nach Art der Verteilung, auch von der thermischen Solaranlage abhängig!

$$f = 1 - \frac{Q_{s,H} + Q_{s,W}}{Q_{H,dis} + Q_{W,dis}}$$

Eingabe Tool

energieschweiz
SWKI SICC SITC
Hochschule Luzern
Technik & Architektur

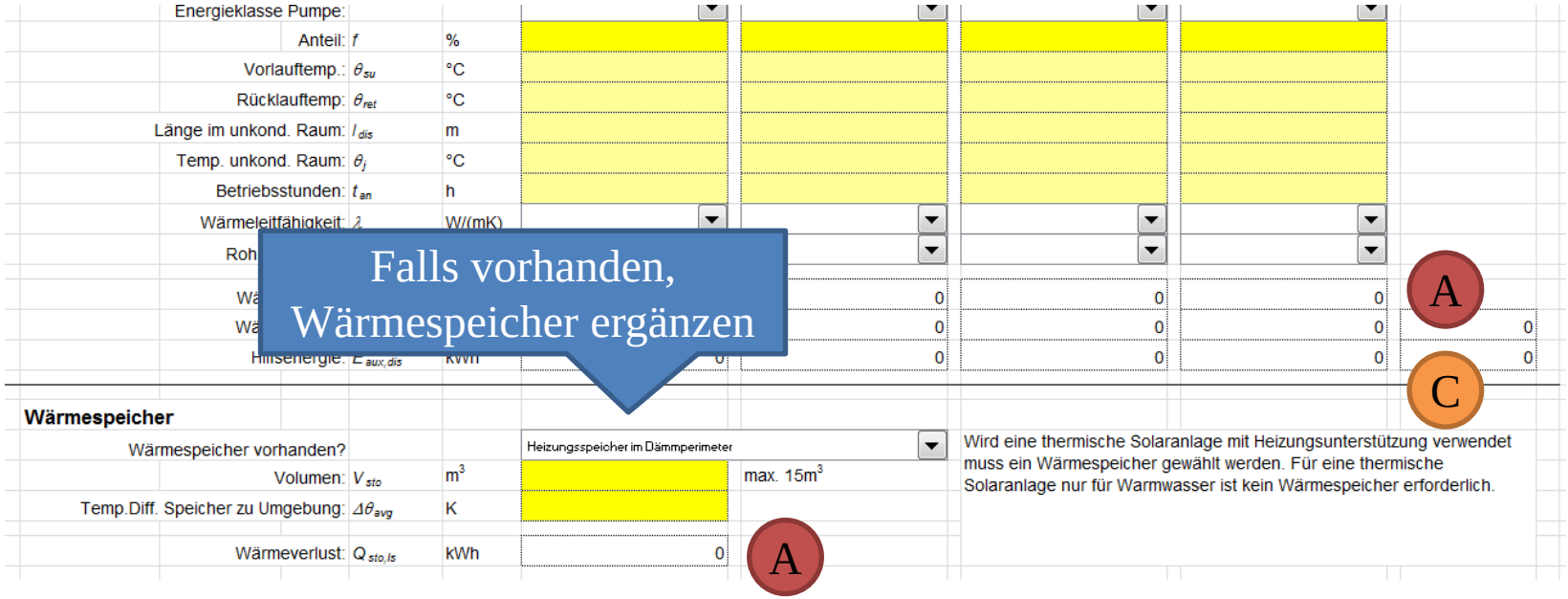
			Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4	Summe/Mittelwert
Bezeichnung:							
Gebäudekategorie			Bitte wählen ...	Bitte wählen ...	Bitte wählen ...	Bitte wählen ...	
EBF:	A_E	m²					0
Heizwärmebedarf:	Q_h	kWh/m²					0.0
Wärmebedarf WW (Norm SIA 380/1):	Q_{WW}	kWh/m²	0.0	0.0	0.0	0.0	
Wärmebedarf WW (eigene Berechnung):	Q_{WW}	kWh/m²					
El.Endenergie WW (eigene Berechnung):	$E_{gen,WW}$	kWh/m²					0.0
Hilfsenergie WW (eigene Berechnung):	$E_{aux,WW}$	kWh/m²					0.00
Wärmebedarf WW (für Berechnung):	Q_{WW}	kWh/m²	0.0	0.0			0.0

Wärmeverteilung

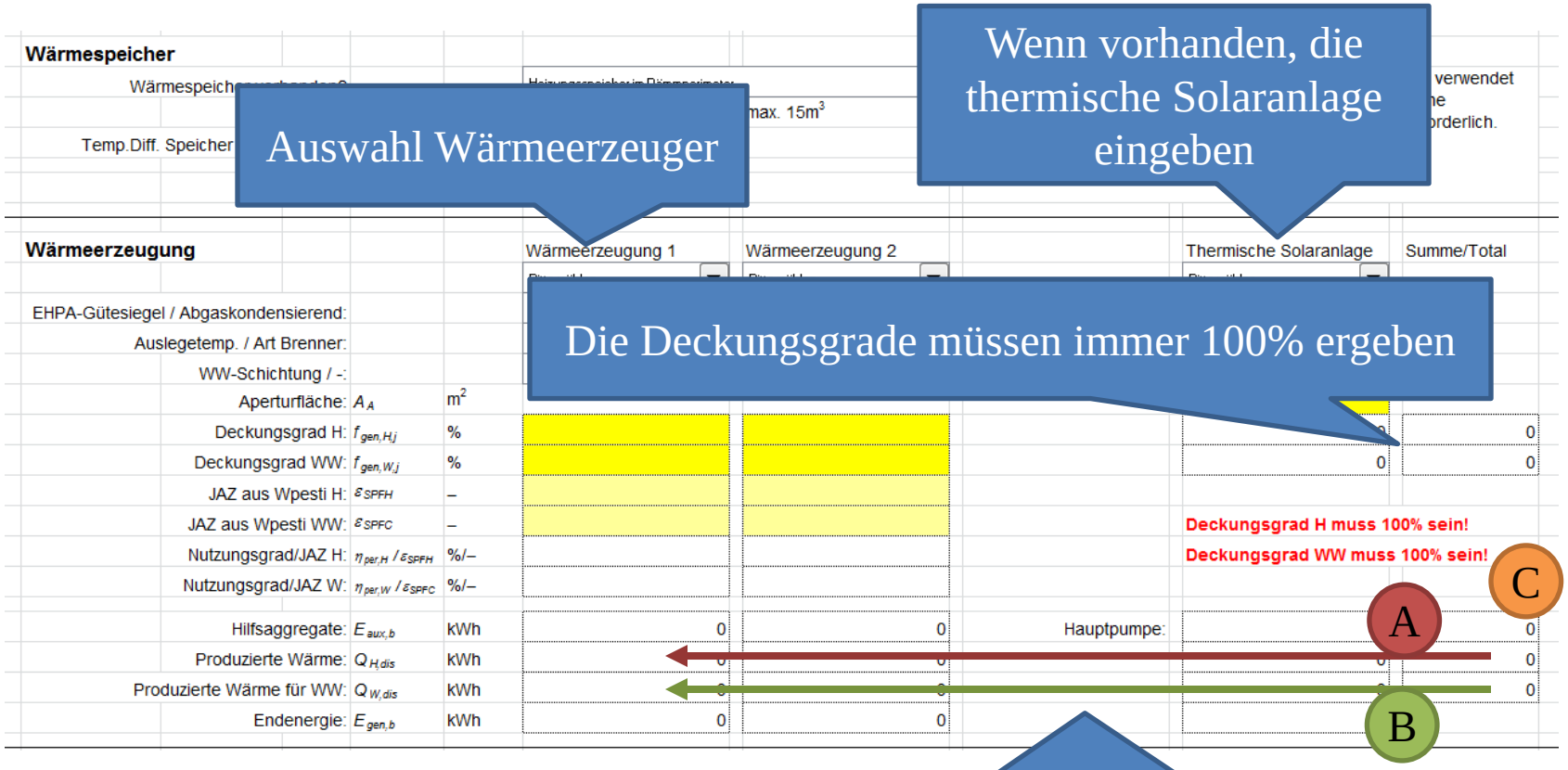
			Wärmeverteilung 1	Wärmeverteilung 2	Wärmeverteilung 3	Wärmeverteilung 4	Summe/Total
Bezeichnung:							
Art der Verteilung:			Bitte wählen ...	Bitte wählen ...	Bitte wählen ...	Bitte wählen ...	
Wärmeabgabe:							
Energieklasse Pumpe:							
Anteil:	f	%					
Vorlauftemp.:	θ_{su}	°C					
Rücklauftemp:	θ_{ret}	°C					
Länge im unkond. Raum:	l_{dis}	m					
Temp. unkond. Raum:	θ_j	°C					
Betriebsstunden:	t_{an}	h					
Wärmeleitfähigkeit:	λ	W/(mK)					
Rohrnennweite:	d	mm					
Wärmebedarf:	Q_h / Q_{WW}	kWh	0	0	0		
Wärmeverlust:	$Q_{ls,dis}$	kWh	0	0	0	0	0
Hilfsenergie:	$E_{aux,dis}$	kWh	0	0	0	0	0

A
B
C
A
C

Eingabe Tool



Eingabe Tool



Auswahl Wärmeerzeuger

Wenn vorhanden, die thermische Solaranlage eingeben

Die Deckungsgrade müssen immer 100% ergeben

Aufteilung der Wärme auf die Wärmeerzeugung

Eingabe Tool

JAZ aus Wpesti H:	ε_{SPFH}	–					
JAZ aus Wpesti WW:	ε_{SPFC}	–					
Nutzungsgrad/JAZ H:	$\eta_{per,H} / \varepsilon_{SPFH}$	%/–					
Nutzungsgrad/JAZ W:	$\eta_{per,W} / \varepsilon_{SPFC}$	%/–					
Hilfsaggregate:	$E_{aux,b}$	kWh	0	0	Hauptpumpe:	0	0
Produzierte Wärme:	$Q_{H,dis}$	kWh	0	0		0	0
Produzierte Wärme für WW:	$Q_{W,dis}$	kWh	0	0		0	0
Endenergie:	$E_{gen,b}$	kWh	0	0		0	

Deckungsgrad H muss 100% sein!
Deckungsgrad WW muss 100% sein!

		el. Energie	Pellets	Holzschnitzel	Stückholz	Öl	Gas
Endenergie (Wärme)	kWh	0	0	0	0	0	0
Hilfsenergie	kWh	0					
Faktor*	–	3.05	1.22	1.14	1.06	1.24	1.12
Primärenergie	kWh		0	0	0	0	0
Faktor*	kg/		0.037	0.011	0.013	0.298	0.237
Treibhausg						0.00	0.00
nationaler G						1.0	1.0
gewichtete						0	0

* Faktoren a

Bei Minergie-P oder Minergie-A kann die Hilfsenergie ins Minergie-Antragsformular übertragen werden.

Summe Gebäude			
Primärenergiekennzahl	E_P	**kWh/m²**	0.0
Treibhausgasemissionskennzahl	M_{CO2}	**kg/m²**	0.00
Energiekennzahl	E_P	**kWh/m²**	0.0

Einschränkungen
Leistung bis 2000kW
Keine verbundenen Systeme
Speichervolumen bis 15m3

Energiekennzahlen

Beispiele

energieschweiz
SWKI SICC SITC
Hochschule Luzern
Technik & Architektur

Beispiel

- Bearbeitung der drei Beispiele individuell oder in Zweierteams
- Die Beispiele gemäss separaten Blättern
- Beispiel 1: EFH (15min bearbeiten, 15 min besprechen)
- Beispiel 2: MFH (15min bearbeiten, 15 min besprechen)
- Beispiel 3: Verwaltung (15min bearbeiten, 15 min besprechen, inkl. WPesti)

- Quelle Typologie-Tool: www.hslu.ch/zig (Quicklinks --> Software)
- Quelle WPesti: www.endk.ch (Fachleute → Hilfsmittel)