

# Dimensionierung von Sonnenkollektoranlagen

## 1. Einleitung

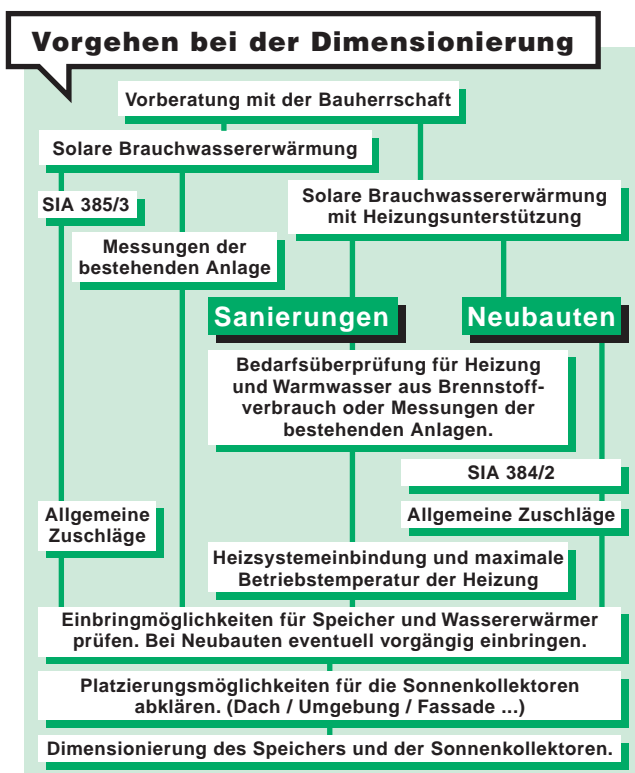
Die korrekte Dimensionierung von Sonnenkollektoranlagen ermöglicht den umweltbewussten Betrieb von Brauchwarmwasser- und Heizungsanlagen. Sie leisten einen wichtigen Beitrag zur rationellen Energienutzung in Gebäuden.

Solaranlagen benötigen als Ergänzung einen Wärmeerzeuger.

Dieses Merkblatt richtet sich vor allem an Fachleute der Heizungs- und Sanitärbranche.

## 2. Vorgehen

Das untenstehende Schema zeigt das Vorgehen bei der Dimensionierung von Sonnenenergieanlagen für die Brauchwassererwärmung ohne – resp. mit – Heizungsunterstützung.



## 3. Grundlagen für die thermische Sonnenenergienutzung

### 3.1 Aufbau einer thermischen Sonnenenergieanlage

Thermische Sonnenenergieanlagen dienen der Gewinnung von Sonnenenergie für die Brauchwassererwärmung, für die Raumheizung oder zur industriellen Nutzung (Trocknung, Entfeuchtung usw.). Sie setzen sich zusammen aus folgenden drei Gruppierungen:

- der **Wärmegewinnung**
- der **Wärmespeicherung**
- dem **Wärmetransport**

**Die Wärmegewinnung** erfolgt mit thermischen Sonnenkollektoren, welche üblicherweise mit einer Flüssigkeit durchströmt werden. Da gute Sonnenkollektoren Stillstandstemperaturen von 200 °C erreichen, sind meistens Massnahmen gegen Überhitzung zu treffen. Häufig wird z.B. der Speicher bei Schönwettertagen über den Speichersollwert erwärmt, um jeweils nachts wieder via Kollektorfeld rückzukühlen. Das Expansionsgefäss ist so auszulegen, dass es den Inhalt der Kollektoren (bei einer allfälligen Ausdampfung) aufnehmen kann.

**Die Wärmespeicherung** erfolgt in einem (Wasser-) Behälter, welcher die zeitliche Verschiebung zwischen Wärmegewinnung und -verbrauch überbrückt. Üblicherweise wird der Bedarf von max. 1 bis 2 Tagen gespeichert. Die Speicher, inkl. Stutzen und Flansche, sollten gut gedämmt sowie alle Anschlussleitungen mit einem Siphon installiert sein.

**Der Wärmetransport** erfolgt meistens mit einer Flüssigkeit. Da die Sonnenkollektoren tiefen Umgebungstemperaturen ausgesetzt sind, wird dem Wasser ein Frostschutzmittel beigemischt. Bei Luftheizungen oder Trocknungs- resp. Entfeuchtungsanlagen ist auch Luft denkbar. Luftkollektoren benötigen keinen Frostschutz, sie sind jedoch für die Erwärmung von Wasser zu wenig effizient. Das Medium wird mit einer Umwälzpumpe in Bewegung gesetzt, welche von einer Differenztemperatursteuerung ein/aus geschaltet wird. Die Pumpe läuft,

wenn der Sonnenkollektorfühler eine höhere Temperatur registriert als der unten im Speicher platzierte Fühler. Leitungen und Armaturen sind gemäss den Vorschriften der Kantone zu dämmen. Leitungen und Wärmedämmung sollten Temperaturen von bis zu 130 °C ertragen (beim Kollektorausstritt noch höher). Damit die tagsüber gewonnene Sonnenenergie nachts nicht wieder via Kollektorfeld entweicht, ist eine effiziente Rückflussverhinderung einzubauen. Üblicherweise wird die Leitung beim Speicheranschluss syphoniert und im Leitungssystem zusätzlich ein Rückschlagventil eingebaut.

### 3.2 Planungshinweise Kollektorkreislauf

**Wärmetauscher** sollten bei maximaler Kollektorleistung (700 W/m<sup>2</sup>) auf eine Temperaturdifferenz von ca. 10 – 15 K dimensioniert werden. Richtwerte für interne Wärmetauscher: Glattrohr ca. 0.15 – 0.25 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>, resp. Rippenrohr ca. 0.3 – 0.5 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> Absorberfläche.

**Glykolkonzentration** auf die kurzfristig tiefstmöglichen Aussentemperaturen auslegen (Mittelland ca. –20 °C, 1000 m ü.M. ca. –25 °C, 2000 m ü.M. ca. –30 °C, exponierte Lagen tiefer). Das Wasser/Glykol-Gemisch ist vor dem Einfüllen herzustellen. Die Installation inkl. der Fülleinrichtung ist so auszuführen, dass eine einwandfreie Anlagespülung möglich ist.

**Umwälzpumpen** im Solarkreislauf sind auf die Glykolkonzentration bei ca. 40 °C Betriebstemperatur zu dimensionieren (höhere Viskosität als Wasser). Richtwert für Fördermengen ca. 30 – 40 l/m<sup>2</sup> Kollektornutzfläche (LowFlow-System ca. 15 – 20 l/m<sup>2</sup>).

**Expansionsgefässe** sind so zu dimensionieren, dass der ganze Inhalt der Kollektoren (bei einer allfälligen Ausdampfung) aufgenommen werden kann.

**Rohrleitungen, Armaturen und Wärmedämmung** müssen bis mindestens 130 °C temperaturbeständig sein (Kollektoranschluss bis ca. 150 °C).

### 3.3 Thermische Sonnenkollektoren und deren Einsatzbereich

Wird in einem System Wärme (Warmwasser, Heizung usw.) benötigt, so werden Kollektoren eingesetzt. Wird hingegen Strom in der Endanwendung (Elektromobil, Radio usw.) benötigt, so werden Solarzellen (solare Stromerzeugung durch photoelektrischen Effekt) eingesetzt. Für die Wassererwärmung sind Solarzellenanlagen (solare Stromerzeugungsanlagen) ungeeignet.

#### Kollektorarten und deren Einsatzbereich

Unverglaste Kollektoren: z.B. Kunststoffmatten	Freibadheizung Ergänzung zu Erdregister- oder Erdsondenanlagen.
Unverglaste Kollektoren mit selektiver Beschichtung:	Hallenbadheizung Brauchwasser-Vorwärmung
Verglaste Kollektoren:	Brauchwassererwärmung Heizungsunterstützung
Vakuum-Röhrenkollektoren:	Heizungsunterstützung / Prozesswärme / Brauchwassererwärmung (wenn direkt durchflossen, auch für horizontale resp. vertikale Platzierung geeignet)

Für die Kollektormontagen auf dem Dach sind unbedingt die notwendigen Sicherheitsvorkehrungen zu treffen (nach EN 12975).

Es sollten nur Kollektoren eingesetzt werden, welche die Qualitätsprüfung bestanden haben. Liste der geprüften Kollektoren konsultieren [5].

### 3.4 Solare Wassererwärmung oder Warmwasser mit Heizungsunterstützung?

Vor Planungsbeginn ist mit dem Bauherr abzuklären, ob die Sonnenenergie ausschliesslich für die

Brauchwassererwärmung oder auch für die Heizungsunterstützung eingesetzt werden soll.

	Brauchwassererwärmung	Brauchwassererwärmung und Heizungsunterstützung
Einfamilienhaus	**** Kompaktanlagen *** System mit Solarboiler ** kleine Kombispeicher	**** Kombispeicheranlagen ** Speicher + Solarboiler
2 – 4-Familienhaus	**** mittlere Kompaktanlagen **** System mit Solarboiler ** System für Vorwärmung	*** Kombispeicheranlagen *** Speicher + Kombispeicher ** Speicher + Solarboiler
Mehrfamilienhaus (5 – 30 Wohnungen)	**** System mit Speicherboiler **** Vorwärmsystem mit Kompaktanlage *** Vorwärmsystem mit Wassererwärmer	*** Kombispeicher ** Speicher + Solarboiler ** Speicher + Kombispeicher
Warmwasser-Grossverbraucher (MFH, Industrie usw.)	**** Vorwärmsystem mit Wassererwärmer *** Vorwärmsystem mit Kompaktanlage ** System mit Speicherboiler	*

\*\*\*\* optimale Anwendung

\*\*\* gute Anwendung

\*\* noch akzeptabel

\* nicht sinnvoll



### 3.5 Kollektor-Platzierung

#### Schrägdach:

Oft eine gute Lösung, da das Dach kaum anderweitig genutzt wird (Beschattung überprüfen). Ausserdem können Flachkollektoren die Funktion der Dachhaut übernehmen.

#### Flachdach:

Sehr gut geeignet, da hier die Orientierung und der Neigungswinkel optimal gewählt werden kann.

#### Fassade / Balkonbrüstung:

Bei vertikaler Platzierung schlechter Ertrag, besonders im Frühjahr und Sommer. Bei einem Anstellwinkel von ca. 15 – 20° wird eine wesentlich bessere Nutzung erreicht (geeignet für Heizungsunterstützung).

#### Böschung / Garten:

Akzeptable Lösung, wenn das Kollektorfeld nicht beschattet wird (Gebäude, Bäume, Sträucher usw.).

### Neigungswinkel und Orientierung

Orientierung	Neigung	Nutzung für Brauchwassererwärmung	Nutzung für Brauchwassererwärmung und Heizungsunterstützung
Süd Südwest Südost	0 – 20°	**	*
	20 – 30°	****	***
	30 – 50°	****	****
	50 – 75°	***	****
	75 – 90°	*	**
West Ost	0 – 20°	**	*
	20 – 30°	***	**
	30 – 50°	***	**
	50 – 75°	**	*
	75 – 90°	*	*

\*\*\*\* optimale Anwendung \*\*\* gute Anwendung  
\*\* noch akzeptabel \* nicht sinnvoll

Hinweise:  
Flachkollektoren benötigen einen minimalen Neigungswinkel von ca. 15 – 20° (beim Hersteller anfragen)  
Bei Vakuumröhrenkollektoren mit drehbarem Absorber sind Neigungs- oder Orientierungskorrekturen bis ca. 30° möglich.

## 4. Solare Brauchwassererwärmung

### 4.1. Warmwasserbedarf (nach SIA 385/3)

Gebäudeart	Zweckbestimmung Hinweise:	Warmwasserbedarf in Liter à 60°C/Tag Durchschnittswerte pro Einheit			
		Einheit	1	2	3
<b>Wohn- und analoge Gebäude</b>					
Einfamilienhaus	Einfacher Standard	P	30	35	40
Eigentumswohnung	mittlerer Standard	P	35	40	50
	gehobener Standard	P	40	50	60
Mehrfamilienhaus	allgemeiner Wohnungsbau	P	30	35	45
	gehobener Wohnungsbau	P	35	40	50
<b>Bürogebäude</b>	WW-Entnahmestellen minimalisieren evtl. ganz weglassen. Ohne Personalrestaurant	P	2	3	4
<b>Gewerbeküchen</b>	Kochen, Spülen, Geschirrabwaschen				
Caféstuben	Besetzung mässig	S	15	20	30
Tea Rooms	Besetzung stark	S	20	30	40
Gaststätten	Besetzung mässig	S	10	15	25
Restaurants	Besetzung mittel	S	20	25	35
	Besetzung stark	S	25	30	45
	(Morgen 1/6, Mittag 2/6, Abend 3/6)				
<b>Gasthöfe / Hotels / Appartementshäuser</b>	Standard ohne Küche und Waschküche				
	einfach (Zimmer mit Dusche)	B	30	40	50
	2. Klasse (Zimmer mit Dusche)	B	40	50	70
	1. Klasse	B	60	80	100
	Luxus	B	80	100	150
	Zuschlag: Waschküche (pro kg Trockenwä.)		3	4	5
<b>Kinderheime Altersheime Alters- + Pflegeheime</b>	Gesamtbedarf inkl. Küche + Wäscherei				
	einfacher Standard	B	40	50	60
	einfacher Standard	B	30	40	50
	einfacher Standard	B	40	50	65
<b>Krankenhäuser Kliniken</b>	medizintechnische Einrichtungen				
	einfach	B	50	60	80
	durchschnittlich	B	70	80	100
	umfangreich	B	100	120	150

Einheiten: P = Person B = Bett S = Sitzplatz

- 1** **Mindestwert**, der bei Bemessung von Wassererwärmungsanlagen keinesfalls zu unterschreiten ist.
- 2** **Durchschnittswert** als Grundlage für die Berechnung des Jahresgesamtbedarfs an Wasser und Wärmeenergie.
- 3** **Spitzenbedarf** als Grundlage für die Berechnung von Wassererwärmervolumen und Erwärmerleistung.

Der Gesamtwarmwasserbedarf bzw. Energiebedarf ergibt sich, wenn man die Verluste (20 – 30 % für Wärmeverluste und des Warmwasserbehälters) addiert.

## 4.2 Wassererwärmer

Der Wassererwärmer dient zur Wärmespeicherung, d.h. er überbrückt die zeitliche Verschiebung zwischen Wärmeangebot und -nachfrage (weitere Informationen s. ENS-Ordner [2], Kap. 5.4.4).

Da die Sonnenenergie nur unregelmässig zur Verfügung steht, müssen Wassererwärmer für Solaranlagen über zwei Nutzungszonen verfügen.

- a Zone für die solare (Vor-)Erwärmung
- b Zone für die Nacherwärmung (elektrisch oder ab Heizung)

Bei kleineren und mittleren Grössen ist es möglich, diese beiden Nutzungszonen übereinander in einem Behälter anzuordnen.

Wassererwärmer (Solarboiler) werden auf dem Markt in Serienfertigung mit oder ohne eingebaute Wärmetauscher, in Stahl mit Email- oder Kunststoffbeschichtung oder in CrNi-Stahl angeboten.

Eine interessante Lösung bietet auch der Kombispeicher (Speicher mit eingebettetem Brauchwasserbehälter). Er bietet eine relativ grosse Solarspeicherkapazität und trotzdem wird das Brauchwasser relativ kurzzeitig erneuert. Mit diesem System ist zu

einem späteren Zeitpunkt die Einbindung in die Heizung auf einfache Art realisierbar.

Bei Anlagen bis ca. 30 m<sup>2</sup> Sonnenenergienutzfläche ist ein interner Wärmetauscher sehr sinnvoll. Grössere Anlagen benötigen mehrere Solarwassererwärmer oder einen externen Wärmetauscher.

Warmwasserzirkulationssysteme sollten mit möglichst geringen Zirkulationsmengen betrieben werden, damit die Schichtung nicht zu stark vermischt wird (evtl. in der Rückleitung Thermoventile einbauen).

Ausgezeichnete Leistungen werden mit **LowFlow-Anlagen** erreicht. Durch relativ kleine Zirkulationsmengen im Sonnenkreislauf wird bei intensiver Sonnenbestrahlung im Kollektorkreislauf eine relativ grosse Temperaturdifferenz aufgebaut. Für die Wärmeübertragung im Wassererwärmer ist es zwingend, dass die Wärmeabgabe sowohl oben als auch unten erfolgt. Bei geringerer Strahlung darf die Solarwärme nur noch in den unteren Teil des Schichtladespeichers eingespeist werden. Es ist darauf zu achten, dass geeignete Kollektoren ausgewählt werden (nicht alle Modelle sind LowFlow-tauglich). Gute LowFlow-Systeme ergeben einen verbesserten Anlagenutzungsgrad.

Es ist denkbar, dass die Speichertemperatur von 65 °C gelegentlich überschritten wird. Zum Schutz gegen Verbrühungen ist deshalb der Einbau eines Thermo-Mischers zwischen dem Wassererwärmer und den Zapfstellen sinnvoll.

## 4.3. Dimensionierung: Solare Wassererwärmung

Richtwerte für die benötigte Kollektornutzfläche und das Speichervolumen.

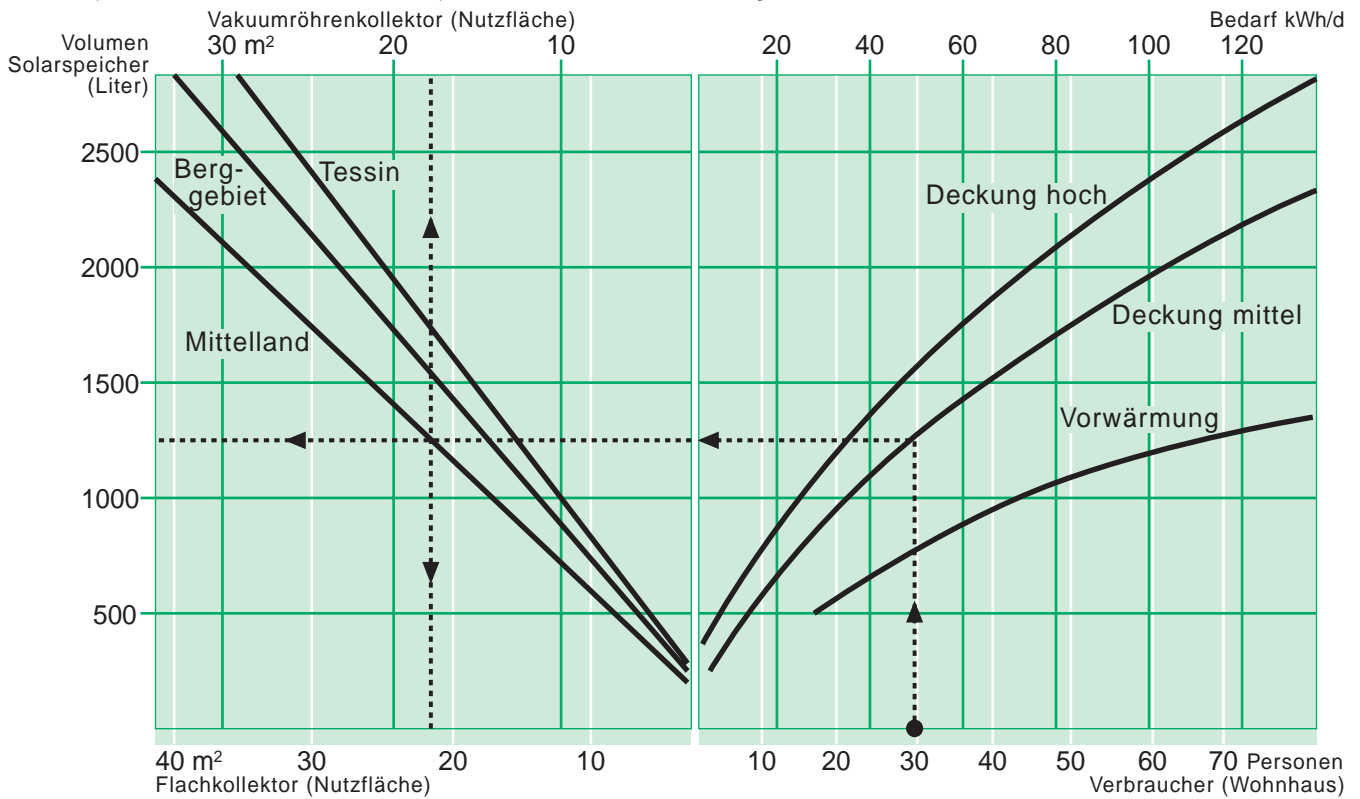
Anzahl Verbraucher	m <sup>2</sup> Kollektornutzfläche	Grösse des Wassererwärmers
bis 20 Personen	1.0 – 1.5 m <sup>2</sup> /Person	80 – 120 l/Person
20 – 100 Personen	0.5 – 1.1 m <sup>2</sup> /Person	60 – 90 l/Person
> 100 Personen	0.4 – 0.8 m <sup>2</sup> /Person	40 – 70 l/Person

Die Dimensionierung der Sonnenkollektoren und der Speicher kann auch mit folgendem Nomogramm erfolgen.



**Auslegung Solare Wassererwärmung**

Gesamtspeichervolumen = Volumen Solarspeicher + Volumen Nachheizung



**Beispiel:** 8-Familien-Haus mit 30 Personen in Aarau, mittlere Deckung, Nachheizung ab Gaskessel. Solarspeichervolumen 1250 l (+ Nachheizvolumen va. 750 l = Speicher total 2000 l). Flachkollektoren ca. 22 m<sup>2</sup> (unten), oder Vakuumröhrenkollektoren ca. 18 m<sup>2</sup> (oben). Zuschläge falls nicht optimale Orientierung und Neigung oder Beschattung (s. unten).

**Vergrößerung der Kollektorfläche bei Teilbeschattung (Beschattungsanteil max. 25 %):**

Beschattungsperiode:	November bis Januar	Zuschlag	0 %
	Winter und Übergangszeit	Zuschlag	ca. 10 %
	Ganzjährig	Zuschlag	ca. 20 %

**Vergrößerung der Kollektorfläche je nach Orientierung und Neigungswinkel:**

Orientierung	Neigung	Zuschlag bei Flachkollektoren	Zuschlag bei Vakuumröhrenkollektoren
<b>Süd, Südwest, Südost</b>	0 – 15°	nicht zulässig	ca. 10 %
	15 – 25°	ca. 10 %	0
	25 – 60°	0	0
	60 – 75°	ca. 10 %	0
	75 – 90°	30 – 50 %	15 – 25 %
<b>West, Ost</b>	0 – 15°	nicht zulässig	10 – 15 %
	15 – 30°	15 – 20 %	15 – 20 %
	30 – 50°	20 – 30 %	20 – 30 %
	50 – 75°	30 – 50 %	30 – 40 %
	75 – 90°	50 – 80 %	40 – 60 %

In Berggebieten sollten die Sonnenkollektoren nicht über längere Zeit schneebedeckt bleiben. Platzierung so, dass der Schnee abrutscht (Neigung min.

45°, unten keine Schneefänger), oder Vorkehrungen treffen, dass der Schnee weggeräumt werden kann.

**Typische Kollektorerträge** (Jahresertrag pro m<sup>2</sup> Kollektornutzfläche)

Nutzungsstandard	Standort Mittelland	Standort Alpenraum
Hoher Deckungsgrad (60 - 80 %)	350 – 450 kWh/m <sup>2</sup> a	400 – 500 kWh/m <sup>2</sup> a
Mittlerer Deckungsgrad (40 – 60 %)	400 – 550 kWh/m <sup>2</sup> a	500 – 600 kWh/m <sup>2</sup> a
Vorwärmung (20 – 30 %)	450 – 650 kWh/m <sup>2</sup> a	600 – 700 kWh/m <sup>2</sup> a

Bei Anlagen mit Vakuumröhren-Kollektoren liegen die Erträge ca. 10 – 30 % höher.

## 5. Heizungsunterstützung und Warmwasser mit Sonnenenergie

### 5.1 Warmwasser- und Heizleistungsbedarf bei bestehenden Gebäuden

#### 5.1.1 Bestehender Öl- oder Gaskessel

Die erforderliche Heizleistung kann nach Weiersmüller [1] auf Grund des jährlichen Brennstoffverbrauchs mit nachfolgenden Formeln berechnet werden. Sie entsprechen dem Diagramm bzw. der Bemessungsscheibe nach Weiersmüller. Die Berechnungen basieren auf 20 °C Raumtemperatur. Sie ergeben speziell für Wohnbauten mit Kesselleistungen bis 100 kW gute Resultate.

#### 5.1.2 Auslastungsmessungen

Auslastungsmessungen in einer betriebstüchtigen Anlage ergeben differenziertere Angaben für die Dimensionierung von Heizkesseln (Energiekennlinie). Dies speziell in Fällen, bei denen die Ermittlung der Kesselleistung aus dem jährlichen Brennstoffverbrauch nicht geeignet ist.

Um eine genauere Aussage machen zu können, sollte während rund zweier Wochen die **Brennerauslastung** in Abhängigkeit der Aussenlufttemperatur aufgenommen werden, wobei möglichst wenig Sonnenstunden die Messung beeinflussen sollten. Diese Methode kommt vor allem in **grösseren Gebäuden mit Anlagen** (ab 100 kW wie Schulen, Spitälern, Industriebauten, Verwaltungsgebäuden usw.) zur Anwendung. Das detaillierte Vorgehen kann der Publikation Dimensionieren und Auswählen von Heizkesseln [2] entnommen werden.

### 5.2 Warmwasser- und Heizleistungsbedarf bei Neubauten

#### 5.2.1 Heizleistungsbedarf nach Empfehlung SIA 384/2

##### **Wärmeleistungsbedarf von Gebäuden** [4]

Mit dieser Methode wird für Neubauten, oder bei umfassenden wärmetechnischen Gebäudesanierungen, der Heizleistungsbedarf jedes beheizten Raums einzeln ermittelt. Die Berechnungen sind für die Dimensionierung der Heizkörper oder der Fussbodenheizung unerlässlich. Aus den einzelnen Räumen wird der Heizleistungsbedarf des gesamten Gebäudes bestimmt.

#### 5.2.2 Ableitung des Heizleistungsbedarfs aus Empfehlung SIA 380/1

##### **Energie im Hochbau** [4]

Heizleistungsbedarf => Bauteilflächen x U-Werte x maximale Temperaturdifferenz

#### 5.2.3 Allgemeine Zuschläge zur Heizleistung Q<sub>h</sub>

Unter den allgemeinen Zuschlägen wird folgendes verstanden:

- Wärmeleistung für Wassererwärmung
- Reserve für Wiederaufheizung nach Raumlufttemperaturabsenkung
- Deckung der Verluste der Wärmeverteilung
- Wärmeleistung für Lüftungstechnische Anlagen oder für Prozesswärme

#### Zuschlag zur berechneten Heizleistung:

	Konventionell	Minergie-Standard
Einfamilienhaus	ca. 15 – 25 %	ca. 25 – 35 %
Mehrfamilienhaus	ca. 20 – 40 %	ca. 30 – 50 %
Dienstleistungsgebäude	ca. 5 – 10 %	ca. 10 – 15 %

### 5.3 Speicher

Für die Speicherung von Heizungs- und Warmwasser gibt es folgende Möglichkeiten:

- Kombispeicher, d.h. Heizungsspeicher mit integriertem Wassererwärmer
- Speicher und Wassererwärmer separat.

Der **Kombispeicher** hat folgende Vorteile: geringer Platzbedarf, geringer Wärmeverlust, gute Brauchwassererneuerung, einfaches Ansteuern ab Solaranlage (nur ein Abnehmer) und gutes Einbinden der Heizungsanlage.

Je ein **separater Speicher und Brauchwassererwärmer** hat den Vorteil der geringeren Einbringmasse. Bei geringer Strahlung und grossem Brauchwasserbedarf läuft dieses System etwas effizienter. Da ab Solaranlage zwei Verbraucher angesteuert werden müssen, wird die Regelung etwas aufwendiger. Ein weiterer Nachteil sind die grösseren Wärmeverluste und die höheren Kosten.

Die Heizungsrücklaufleitung sollte möglichst mit tiefen Temperaturen in den Speicher geführt werden, denn je tiefer die Betriebstemperatur der Solaranlage, desto höher der Ertrag. Mögliche Massnahmen sind: ausnahmslos alle Heizkörper mit Thermostatventilen ausrüsten, minimale Umwälzleistung, evtl. separate Rücklaufzuführung bei unterschiedlichen Heizgruppen und im Heizsystem jeden Bypass vermeiden.

Bodenheizsysteme besitzen eine relativ grosse Speichermasse. Oftmals ist es sinnvoll, diese Speicherkapazität mitzunutzen. Dazu ist entweder der Eingriff des Bauherrn oder der Einsatz einer Komfortregelung notwendig. Falls die Sonnenkollektoren und der Speicher für LowFlow-Betrieb ausgelegt werden, ist diese Systemart auch bei Heizungsunterstützung sinnvoll (s. Kap. 4.2.) Es ist denkbar, dass im Wassererwärmer die Temperatur von 65 °C gelegentlich überschritten wird. Zum Schutz gegen Verbühungen ist deshalb der Einbau eines Thermomischers zwischen dem Wassererwärmer und den Zapfstellen sinnvoll.



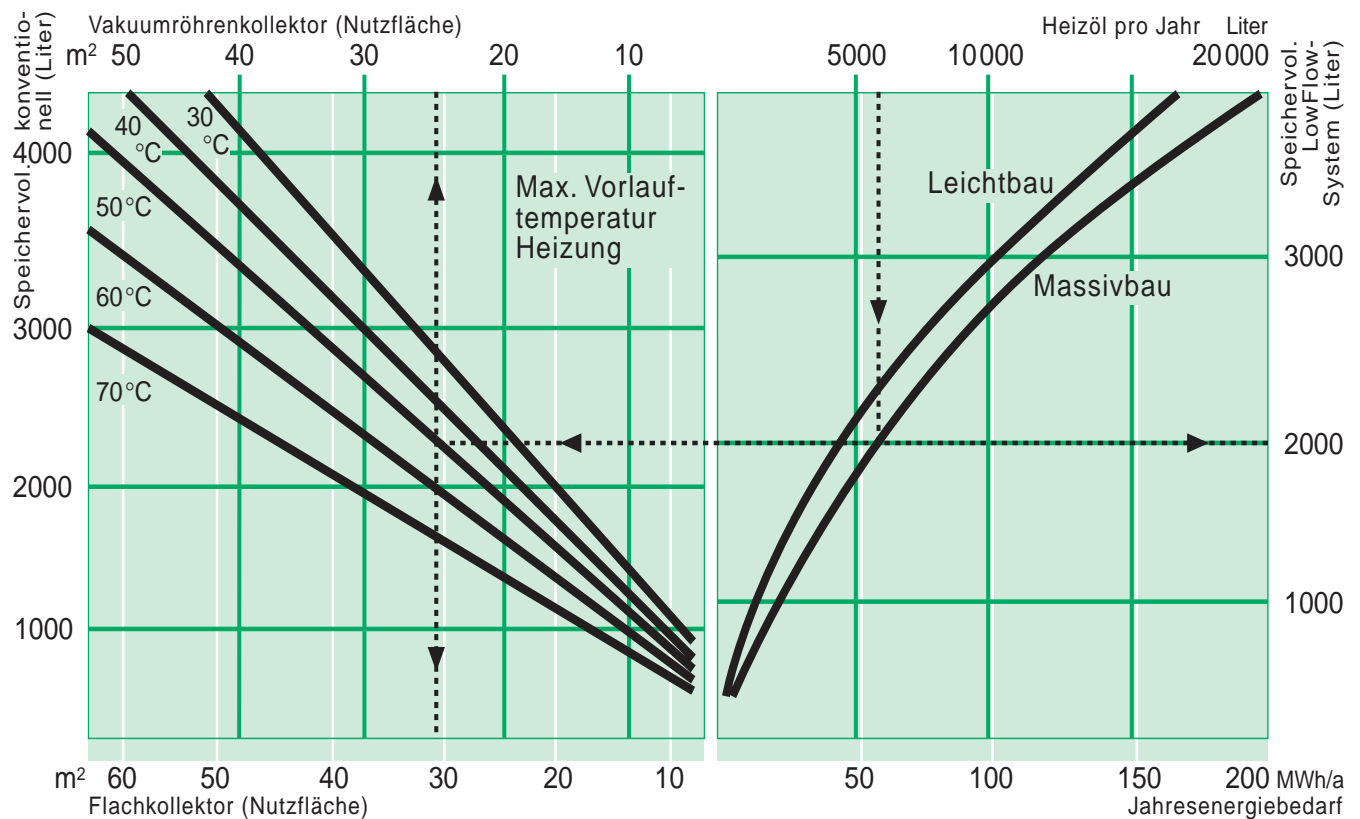
### 5.4 Dimensionierung: Solare Wassererwärmung und Heizungsunterstützung

Richtwerte für die benötigte Kollektornutzfläche und das Speichervolumen.

Jahresenergiebedarf Heizung. + Warmwasser	m <sup>2</sup> Kollektornutzfläche	Grösse des Wassererwärmers
<b>1 – 3-Familienhaus</b>	0.5 – 1.0 m <sup>2</sup> /(MWh/a)	60 – 100 l/m <sup>2</sup> Kollektorfläche
<b>Mehrfamilienhaus</b>	0.4 – 0.6 m <sup>2</sup> /(MWh/a)	30 – 60 l/m <sup>2</sup> Kollektorfläche

Die Dimensionierung der Sonnenkollektoren und der Speicher kann auch mit untenstehendem Nomo-gramm erfolgen.

#### Auslegung Solare Wassererwärmung und Heizungsunterstützung



**Beispiel:** Bestehendes 3-Familien-Haus mit einem Heizölbedarf von 6000 l/a für Warmwasser und Heizung (Massivbau). Bodenheizung mit einer Vorlauftemperatur von max. 50 °C. Geplant: LowFlow-Solarsystem. Speichervolumen für LowFlow-Solarsystem ca. 2000 l (z.B. Kombispeicher), ca. 31 m<sup>2</sup> Flachkollektoren (unten) oder ca. 25 m<sup>2</sup> Vakuumröhrenkollektoren (oben). Zuschläge falls nicht optimale Orientierung und Neigung und Beschattung (s. anschliessend). **Besser: Gebäudehülle gut dämmen. Dies ergibt eine Reduktion des Energiebedarfes und somit auch der Kollektorfläche um ca. 50 %.**

#### Vergrosserung der Kollektorfläche bei Teilbeschattung (Beschattungsanteil max. 25 %):

Beschattungsperiode:	November bis Januar	Zuschlag	0 %
	Winter und Übergangszeit	Zuschlag	ca. 20 %
	Ganzjährig	Zuschlag	ca. 30 %

**Vergrosserung der Kollektorfläche je nach Orientierung und Neigungswinkel:**

Orientierung	Neigung	Zuschlag bei Flachkollektoren	Zuschlag bei Vakuumröhrenkollektoren
<b>Süd, Südwest, Südost</b>	0 – 15°	nicht zulässig	15 – 25 %
	15 – 25°	20 – 30 %	ca. 10 %
	25 – 60°	ca. 10 %	0
	60 – 75°	0 %	0
	75 – 90°	20 – 40 %	ca. 10 %
<b>West, Ost</b>	0 – 15°	nicht zulässig	15 – 20 %
	15 – 30°	25 – 35 %	20 – 25 %
	30 – 50°	35 – 45 %	25 – 35 %
	50 – 75°	45 – 60 %	35 – 50 %
	75 – 90°	60 – 100 %	50 – 80 %

In Berggebieten sollten die Sonnenkollektoren nicht über längere Zeit schneebedeckt bleiben. Platzierung so, dass der Schnee abrutscht (Neigung min. 45°, unten keine Schneefänger), oder Vorkehrungen treffen, dass der Schnee weggeräumt werden kann.

**Typische Kollektorerträge** (Jahresnettoertrag pro m<sup>2</sup> Kollektornutzfläche)

Nutzungsstandard	Standort Mittelland	Standort Alpenraum
Grosszügige Dimensionierung	150 – 250 kWh/m <sup>2</sup> a	250 – 350 kWh/m <sup>2</sup> a
Mittlere Dimensionierung	200 – 300 kWh/m <sup>2</sup> a	350 – 450 kWh/m <sup>2</sup> a
Knappe Dimensionierung	250 – 400 kWh/m <sup>2</sup> a	400 – 550 kWh/m <sup>2</sup> a

Bei Anlagen mit Vakuumröhren-Kollektoren liegen die Erträge ca. 20 – 50 % höher.

## 6. Literatur

- [1] Weiersmüller R.: Abbau der Energieverschwendung. Anpassung der Kesselleistung mit der Bemessungsscheibe.  
Schweiz. Ingenieur und Architekt, 27-28/1980
  - [2] Empfehlungen zur Nutzung von Sonnenenergie / ENS-Ordner 1/97  
Bezugsquelle:  
SWISSOLAR, Seefeldstrasse 5a, CH-8008 Zürich  
Hotline: 0848 000 104 (Fernstarif CH);  
www.swissolar.ch; info@swissolar.ch
  - [3] Dimensionieren und Auswählen von Heizkesseln.  
Bundesamt für Konjunkturfragen, Bern, 1988.  
Bezugsquelle: Eidg. Drucksachen- und Materialzentrale, 3000 Bern.  
Bestell Nr. 724.617 d, Fax 031 322 39 75
  - [4] Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein.  
– Empfehlung 380/1 Energie im Hochbau, 1988  
– Empfehlung 384/2 Wärmeleistungsbedarf von Gebäuden, 1982  
– Norm 385/3 Warmwasserversorgung für Trinkwasser in Gebäuden, 1991
  - [5] Institut für Solartechnik SPF, Rapperswil  
– SPF-Info-CD-ROM, Leistungsdaten thermischer Sonnenkollektoren  
– Polysun, die Simulationssoftware zur Dimensionierung thermischer Sonnenenergieanlagen
- erhältlich bei Nova Energie GmbH  
Tel. 062 834 03 00  
oder ab Internet: www.solarenergy.ch