

## **Referenzbedingungen: Klima, Wärmelast, Kollektorfeldausrichtung und Referenzsystem zur Leistungsbestimmung von Heizsystemen für Raumheizung und Wassererwärmung**

### **Klimadaten und Kollektorfeldausrichtung (Variante A)**

Das Klima entspricht dem des schweizerischen Mittellandes mit einer mittleren Jahresdurchschnittstemperatur von 9°C. Die Kollektoren sind nach Süden ausgerichtet. Die Neigung des Kollektorfeldes beträgt 45°. Die Solarstrahlungssumme auf die Ebene des Kollektorfeldes beträgt 1250 Kilowattstunden pro Jahr. Den Strahlungsdaten liegen reale Messdaten von ausgesuchte Monaten in Zürich mit relativ hoher zeitlicher Auflösung (10 Minuten) zu Grunde. Die Umgebungstemperatur der Kellerinstallationen (Speicher, Kessel, etc.) und der Kollektorkreisleitungen beträgt 20°C. Die exakten Daten können beim SPF gegen eine Bearbeitungsgebühr bezogen werden.

Zur verwechslungsfreien Kennzeichnung trägt die Kombination dieser Klimadaten und dieser Kollektorausrichtung die Bezeichnung "A".

### **Warmwasserlast (Variante A)**

Der Energiebedarf für Warmwasser entspricht einer typischen Situation eines Einfamilienhauses im Schweizerischen Mittelland. Er beträgt rund 2900 kWh/a (10440 MJ/a). Dies entspricht einem Verbrauch von rund 200 Liter pro Tag bei einer Kaltwassertemperatur von 10°C und einer Warmwassertemperatur von 45°C, bzw. einem Verbrauch von rund 170 Liter pro Tag bei einer Warmwassertemperatur von 50°C. Es wird ein realistischer, d. h. von Tag zu Tag verschiedener Bezug mit jahreszeitlichen Schwankungen des bezogenen Warmwasservolumens angenommen. Das Jahres-Zapfprofil wurde unter der Annahme von verschiedenen Wahrscheinlichkeiten von Zapfungen der verschiedenen Kategorien Bad, Dusche, Normalzapfungen (Küche etc.) und Kleinzapfungen generiert, wobei die Volumen von Zapfungen der einzelnen Kategorien ebenfalls statistisch verteilt wurden [Jordan, 2000]. Die Kaltwassertemperatur variiert im Test in Abhängigkeit der Jahreszeit und des Volumens pro Zapfung. In den Sommermonaten wurde eine kurze Ferienperiode angenommen. Es gibt 12'200 Warmwasserzapfungen pro Jahr, also im Tagesdurchschnitt rund 33. Die Zapfvolumen sind pro Saison, Tag und pro einzelne Zapfung verschieden. Dies gilt auch für die Dauer der einzelnen Zapfungen bzw. deren Durchflussrate.

Es wird keine Warmwasserzirkulation angenommen.

Die exakten Daten von Zapfungen und Kaltwassertemperaturen können beim SPF gegen eine Bearbeitungsgebühr bezogen werden. Zur verwechslungsfreien Kennzeichnung trägt diese Variante der Warmwasserlast die Bezeichnung "A".

### **Raumheizungslast (Variante A)**

- Die Wärmebedarfscharakteristik entspricht derjenigen eines Einfamilienhauses mit einer Energiebezugsfläche von 200 m<sup>2</sup>, das mässig bis gut gedämmt ist und moderate passiv solare Gewinne aufweist. Im Bezug auf die thermische Masse liegt das Gebäude zwischen Massiv- und Leichtbau.
- Die Raumwärmeverteilung ist eine moderate Flächenheizung. Die Wärmeabgabeleistung der Wärmeverteilung ist so ausgelegt, dass bei einem bescheidenen Durchfluss von 400 Litern pro Stunde eine Vorlauftemperatur von 41°C ausreicht, um im Auslegungsfall (bei einer Aussentemperatur von -10°C) eine Raumtemperatur von 20°C zu gewährleisten.
- Der Grundluftwechsel beträgt 0.3 pro Stunde. Kühlere Aussenluft vorausgesetzt, wird die Luftwechselrate bei Raumtemperaturen zwischen 21°C und 22°C schwach, zwischen 22°C und 23°C mässig, bis 24°C stark und über 24°C sehr stark erhöht.
- Die Elektroabwärme beträgt 400 W (rund 3500 kWh/a). Die Personenabwärme 200 W (rund 1750 kWh/a).
- Die Fensteröffnungen werden an Wintertagen nicht beschattet (kein Sonnenschutz).

- Die Heizgrenze (Grenztemperatur der Aussenluft zur Aktivierung bzw. Deaktivierung der Raumheizung) beträgt 15°C.
- Der Heizenergiebedarf (Nutzwärmebedarf zur Raumheizung) beträgt unter diesen Bedingungen und bei einer idealen Luftheizung rund 45'000 MJ/a (12'500 kWh/a), bzw. bei einer beheizten Bruttogeschossfläche (Energiebezugsfläche, EBF) von 200 m<sup>2</sup>: 225 MJ/a, m<sup>2</sup>EBF (62.5 kWh/a, m<sup>2</sup>EBF). Unter realen Bedingungen mit einer Flächenheizungen und hohem Komfort beträgt der Heizenergieverbrauch für Raumheizung 56 GJ/a (15600 kWh/a), bzw. bei einer Energiebezugsfläche von 200 m<sup>2</sup> 280 MJ/a, m<sup>2</sup>EBF. Der Heizleistungsbedarf im Auslegungsfall (-10°C) beträgt 6.5 kW.
- Es wird angenommen, dass die Raumheizverteilung mit einem relativ bescheidenen Durchfluss von rund 550 Litern pro Stunde arbeitet. Thermostatventile reduzieren den Durchfluss vom Auslegungswert auf Null bei Raumtemperaturen zwischen 20°C und 22°C.

Die exakten Daten der Raumheizungslast unter realistischen Bedingungen mit Flächenheizung können beim SPF gegen eine Bearbeitungsgebühr bezogen werden. Zur verwechslungsfreien Kennzeichnung trägt diese Raumheizungslast die Bezeichnung "A".

### **Referenzsysteme für Systeme zur Raumheizung und Warmwassererzeugung (Kombisysteme) Variante A, Gas Brennwert, Variante B: Öl**

Die jährliche Energieeinsparung (oder auch anteilige Energieeinsparung) ist ein geeignetes Mass für die Jahresleistung. Es ist darum sinnvoll, die Energieeinsparung gegenüber einem Referenzsystem ohne solare Wärmegewinnung zu berechnen und auszuweisen. Das Prinzip dieser Methode ist unter dem Begriff "fractional energy savings" in einer internationalen Norm [ISO 1999] definiert.

Die im Folgenden beschriebenen Referenzsysteme entsprechen dem Stand der Technik im Jahr 2004, zum Zeitpunkt der Publikation der ersten durch das SPF publizierten Prüfberichte für solare Kombisysteme.

Die jährlichen Wärmeverluste der Referenzsysteme, ausser den Wärmeverlusten der Heizgeräte selbst, betragen 1'500 kWh. Darin eingeschlossen sind die Wärmeverluste des Speicher-Wassererwärmers von rund 1000 kWh pro Jahr, basierend auf einem Volumen von 300 Liter und den zulässigen Werten nach schweizerischer Energienutzungsverordnung bei dauernder Beheizung auf 60°C. Das eher grosse Volumen entspricht dem allgemeinen Trend zu hoher Warmwasserbereitschaft und ist für den Vergleich mit solaren Kombisystemen mit ihrem hohen Warmwasserkomfort geeignet. Die Differenz von 500 kWh zu den Gesamtverlusten von 1'500 kWh trägt den Wärmeverlusten von Anschlüssen des Speichers (an den Wärmeerzeuger und an die Warmwasserverteilung) und von Rohrleitungen und Armaturen zur Anbindung des Systems an das Raumwärmeverteilnetz Rechnung.

Das Referenzsystem mit Erdgas als Energieträger, weist einen kondensierendem Gaskessel (Brennwertkessel oder Brennwerttherme) auf. Bezogen auf den oberen Heizwert oder Brennwert (H<sub>o</sub>) beträgt sein Jahresnutzungsgrad 85%, bezogen auf den unteren Heizwert 94%. Der Gesamte jährliche Brennstoffbedarf des Referenzsystems beträgt 23'500 kWh (bezogen auf H<sub>o</sub>). Der jährliche Hilfsenergiebedarf (elektrische Energie für Hilfsaggregate, wie Pumpen, Regler, Ventile, Ventilator, etc.) ist 450 kWh. Mit dem Faktor 3 multipliziert beträgt der gewichtete Hilfsenergiebedarf 1'350 kWh pro Jahr. Zusammen mit dem Brennstoffbedarf summiert sich der Jahresenergieverbrauch auf 24'850 kWh (23'500 kWh+1'350 kWh). Zur verwechslungsfreien Kennzeichnung trägt dieses Referenzsystem mit Erdgas als Energieträger, die Bezeichnung "A".

Das Referenzsystem mit Heizöl als Energieträger, weist einen konventionelle, d.h. nicht kondensierendem Kessel auf. Die Kennwerte dieses Systems sind:

- Jahresnutzungsgrad: 77%, bezogen auf (H<sub>o</sub>), rund 82% bezogen auf den unteren Heizwert (H<sub>u</sub>).
- Gesamter jährlicher Brennstoffbedarf: 26'000 kWh (bezogen auf H<sub>o</sub>).
- Jährlicher Hilfsenergiebedarf: 500 kWh, mit dem Faktor 3 multipliziert: 1'500 kWh.
- Gesamtenergiebedarf: 27'500 kWh (26'000 kWh+1'500 kWh).

Zur verwechslungsfreien Kennzeichnung trägt dieses Referenzsystem, mit Heizöl als Energieträger, die Bezeichnung "B".

Die angenommenen Jahresnutzungsgrade der Heizgeräte stimmen weitgehend mit den Nutzungsgraden der geprüften, kondensierenden Gas-, bzw. den geprüften, nicht kondensierenden, nicht in den Speicher integrierten Ölheizkesseln überein. Die Jahresnutzungsgraden decken sich auch mit Erkenntnissen aus einer dänischen Untersuchung von neuen Zusatzheizgeräten zu Solaranlagen [Thür 2004].

### **Referenzen**

Jordan, 2000: Jordan U Vajen K, 2000, Influence of the DHW profile on the fractional energy savings – a case study of a solar combisystem. Third ISES Europe Solar Congress EuroSun 2000, Kopenhagen.

ISO 1999: ISO 9488:1999: Solar energy – Vocabulary/Energie solaire – Vocabulaire. International Standard/Norme internationale, ISO, Genf, 1999.

Thür 2004: Thür A, Furbo S, Shah L, 2004, Energy savings for solar heating systems. ISES Europe Solar Congress EuroSun 2004, Freiburg, Germany, 2004.

EnV 1999: Energieverordnung (EnV) vom 7. Dezember 1998 (Stand am 29. Juni 2004), 2004. (<http://www.admin.ch/ch/d/sr/7/730.01.de.pdf>)

22. September 2004

SPF, Institut für Solartechnik Prüfung Forschung  
Hochschule für Technik Rapperswil  
Oberseestrasse 10, CH-8640 Rapperswil, Schweiz  
[systems@solarenergy.ch](mailto:systems@solarenergy.ch)