

Hinweise zu den Prüfberichten von im Rahmen von Kombi-Kompakt+geprüften Kombisystemen

Einleitung

Dieses Dokument liefert, in der Reihenfolge der Rubriken in den Prüfberichten, Zusatzinformationen zu den Inhalten der Prüfberichte.

Bemerkungen zu den einzelnen Punkten der Prüfberichte

Seite1

SPF System- und Prüfberichtsnummer

Die SPF Systemnummer ist identisch mit der Nummer des Prüfberichts

Art der geprüften Anlage

Der Text ("Kompaktes solares Kombisystem für Raumheizung und Wassererwärmung im Einfamilienhaus") weist auf die hauptsächliche Anwendung hin. Die erfolgreich geprüften Anlagen können aber oft auch im Zusammenhang mit mehreren Wohneinheiten eingesetzt werden.

Zusatzenergieträger im Test

Für den Test wurden Erdgas ab Netz bzw. Heizöl der Klasse 'Extraleicht' eingesetzt. Das Erdgas weist einen oberen Heizwert (Brennwert) von rund 11.2 kWh/m³ auf. Der exakte Heizwert wurde bei jeder Prüfung mittels Messung erfasst.

Prüfverfahren

Eine Beschreibung des Prüfverfahrens befindet sich in im Dokument

Jahresleistungsermittlung von Solarsystemen mit der Concise Cycle Test (CCT) Methode.

Weitere Berichte zur Prüfung

Der Hersteller erhält einen zusätzlichen, nicht standardisierten Prüfbericht mit zusätzlichen Erkenntnissen aus der Prüfung. Diese Zusatzberichte sind nicht allgemeinverständlich und werden nicht durch das SPF veröffentlicht.

Systembeschreibung

Allgemeine Hinweise

Im Prüfbericht wird der Auftraggeber pauschal als Hersteller bezeichnet. Als "Herstellerangabe", "(HA)" wird markiert, was durch den Auftraggeber der Prüfung angegeben wird. Dies muss nicht mit Angaben des originalen Herstellers einer Komponente übereinstimmen. Bei den Skizzen zu den Systemkonzepten werden stark vereinfachte Schemen aufgezeigt, die sich auf die hydraulischen Elemente beschränken. Zum besseren Verständnis, sind nur die Elemente gezeichnet, die für die betreffende Funktion erheblich sind. Bewusst offenbaren die Schemen das exakte hydraulische Konzept des geprüften Systems nur bei einfachen hydraulischen Schaltungen.

Zusatzwärmeerzeuger; Zulässiger Brennstoff

Wenn Erdgas und Flüssiggas zulässig sind, ist dies vermerkt. Die Aussage "Heizöl" macht keine Angabe über ggf. spezielle Anforderungen an die exakte Qualität des Heizöls ('extraleicht', 'schwefelfrei', etc.).

Zusatzwärmeerzeuger; Nennleistung oder Nennleistungsbereich

Oft gibt es in den Unterlagen des Systemanbieters oder des Kesselherstellers verschiedene oder sogar abweichende Angaben. Dies ist erklärbar, da z.B. Kessel und Brenner über verschiedene Maximalleistungen und Leistungsbereiche verfügen. Es sind die Leistungsangaben aufgeführt, die in den Unterlagen des Herstellers im Vordergrund stehen. Ggf. sind dies die Angaben des Systemherstellers.

Zusatzwärmeerzeuger; Brennwertnutzung (Kondensation)

Es ist vermerkt, ob sich gemäss Herstellerangabe das Gerät zur Zusatzwärmeerzeugung für kondensierenden Betrieb eignet.

Zusatzwärmeerzeuger; Leistung im Test

Diese Angabe muss sich nicht mit dem Nennleistungsbereich oder der Nennleistung decken. Bei Geräten, die im Test ungefähr im angegebenen Nennleistungsbereich modulieren, steht: "modulierend".

Zusatzwärmeerzeuger; Kesselpumpe

Wenn das Typenschild der Kesselpumpe leicht erkennbar ist, sind Hersteller und Modell der Pumpe vermerkt. Bei in den Kessel integrierten Pumpen wird die Pumpe als Teil des Heizgeräts betrachtet und hier nicht spezifiziert. Wenn Hersteller und Modell genannt sind, macht das keine Aussage darüber, ob die Pumpe in das Heizgerät integriert ist oder nicht und macht auch keine Aussage darüber, ob die Pumpe zur Umwälzung über den Kessel allein vorgesehen ist (Kesselhochhaltung) oder nicht.

Kollektorkreis; Anzahl Kollektormodule

Bei Prüfungen, die im Rahmen von Kombi-Kompakt+ abgewickelt wurden, war die Bruttofläche der Kollektormodule auf 15 m² beschränkt. Da der Kollektorwirkungsgrad unabhängig von den übrigen Komponenten ist und vorgängig bestimmt wurde, konnten auch hypothetische Kollektorflächen, die mit der Modulgrösse und einer ganzen Zahl von Modulen nicht realisierbar wären, eingesetzt werden.

Kollektorkreis; SPF Kollektorprüfnummer

Das SPF verleiht aktuellen Kollektorprodukten, die durch das SPF eine Leistungsprüfung erfahren haben, eine Nummer. Manche der geprüften Systeme wurden nicht durch das SPF geprüft und verfügen über keine solche Nummer.

Kollektorkreis; SPF Kollektor-Qualitätsprüfung nach EN 12975

"Ja" bedeutet: erfolgreiche Prüfung der Dauerhaftigkeit und Zuverlässigkeit nach EN12975. Der Bund empfiehlt die nach EN 12975 erfolgreich geprüften Kollektoren und solche, bei denen die Prüfung im Gang ist, den Kantonen und anderen Förderstellen zur Subventionierung. Das SPF verleiht Kollektorprodukten, die durch das SPF leistungsgeprüft sind und die eine Qualitätsprüfung nach SPF Standard (entspricht EN 12975 mit zusätzlichen Prüfungen) erfolgreich bestanden haben, eine Nummer und ein Qualitätslabel (SPF-Qualitätslabel). Weist der Kollektor das SPF-Qualitätslabel auf, so ist das zusätzlich vermerkt.

Kollektorkreis; Ø der Leitung Vor- und Rücklauf

Angegeben ist der Nenndurchmesser der Rohre ohne Wärmedämmung. Bei Kupferrohren ist das in der Regel der Aussendurchmesser.

Kollektorkreis; Länge Doppelleitung Vor- und Rücklauf

Angegeben ist die Länge, die auch für die Prüfung gefordert war und die zur Berechnung der Jahresleistungswerte verwendet wurde. Aufgrund der Anordnung der Kollektoren im Kollektorfeld und der daraus folgenden Position der Anschlüsse, ist bei vielen Systemen zwingend, bei manchen Systemen bedingt, ein zusätzliches, einzeln geführtes und einzeln wärme gedämmtes Leitungsstück erforderlich. Weil für die einzelnen Systeme kein allgemeiner Fall festgelegt werden kann, wurde dieses zusätzliche Leitungsstück bei der Prüfung der Systeme vernachlässigt. Wenn ein zusätzliches Stück Einzelleitung für das betreffende System zwingend erforderlich ist, so ist dies beim Punkt *Spezielle Hinweise zu den Leistungsdaten des geprüften Systems* vermerkt.

Kollektorkreis; Ø der Doppelleitung inkl. Wärmedämmung

Ist die Wärmedämmung aussen nicht kreisrund, wird der kleine und der grosse Durchmesser angegeben.

Konzept von Regelung und Steuerung

Es werden nicht die Funktionen von Steuerung und Regelung beschrieben, sondern es wird lediglich spezifiziert, ob und ggf. wie die Funktionen zwischen verschiedenen Geräten aufgeteilt sind. Die Integration aller Funktionen in ein einziges Gerät bietet den Vorteil von Übersichtlichkeit und im Prinzip die Möglichkeit, verschiedene Funktionen voneinander abhängig zu machen. Die Aufteilung der Funktionen in einen Solarregler und ein weiteres Gerät, das die Raumwärmeversorgung und die Zusatzheizung steuert, kann den Vorteil haben, dass ausserhalb der Heizperiode das zweite Regelgerät ausgeschaltet werden kann.

Damit ist der Zusatzenergieeinsatz zuverlässig gesperrt. Ausserhalb der Heizperiode können solare Kombisysteme die Warmwasserversorgung in der Regel vollständig übernehmen.

Spezielles zum Überhitzungsschutz

Solare Kombisysteme könnten in den Sommermonaten meist mehr Wärme erzeugen als benötigt wird. Wenn die Aufnahmefähigkeit des Speichers erschöpft ist, wird die Solarkreispumpe ausser Betrieb gesetzt. Bei hoher Solarstrahlung erreicht das Innere der Sonnenkollektoren Temperaturen, die über dem Siedepunkt des Frostschutzgemische in den Kollektoren liegen. In den meisten Fällen entleert sich der Kollektor durch Verdampfen der Flüssigkeit. Die Lebensdauer des Frostschutzmittels im Solarkreis ist abhängig von der Temperatur, der es im Kollektor ausgesetzt ist. Die Temperaturen sind nur im Stagnationsfall kritisch, wenn die Solarkreispumpe ausgeschaltet wird, um das Überhitzen des Speichers zu verhindern. Kollektorfelder in denen der Wärmeträger durch Verdampfen eines extrem kleinen Anteils im oberen Bereich in flüssigem Zustand nach unten verdrängt wird ('Entleeren durch Verdrängen'), belasten das Frostschutzmittel weniger als solche, in denen der Wärmeträger nach oben verdampfen muss ('Entleeren durch Verdampfen'). Kollektorfelder, die im Stillstand drucklos sind, belasten das Frostschutzmittel weniger, als solche, die immer druckbehaftet bleiben, da die Siedetemperatur bei geringem Druck tiefer ist. Bei Systemen mit ungünstigem Entleerungsverhalten und im Stillstand hohem Druck, kann die Lebensdauer des Frostschutzgemisches stark beeinträchtigt sein. Alle besseren Konzepte sind deutlich weniger kritisch. Konzepte, bei denen sich bei jedem Stillstand der Pumpe das Kollektorfeld entleert ('drain-back') dürften völlig unkritisch sein. Die Problematik wird durch viele weitere Einflussfaktoren wie Last, Kollektorfelddimensionierung und -ausrichtung, Qualität des Frostschutzmittels, Volumen innerhalb und ausserhalb des Kollektorfeldes, etc. beeinflusst. Eine Beurteilung ist selbst im Einzelfall nicht präzise möglich. Das Überhitzungsverhalten von Kollektorkreisen ist Thema laufender Forschungsarbeiten.

Qualitative Ergebnisse

Abweichungen von den Vorgaben

Zur Teilnahme und erfolgreichem Abschneiden an Kombi-Kompakt+ waren restriktive Bedingungen formuliert worden. Diese Bedingungen sind im Dokument 'Kombi-Kompakt+' bzw. *Das Pilot- und Demonstrationsprojekt Kombi-Kompakt+* aufgelistet und werden unter den Punkten der qualitativen Ergebnisse nur ausnahmsweise wieder erwähnt. Es wird aber aufgeführt, in welchem Stand der Entwicklung sich das System befindet, bzw. zum Zeitpunkt der Prüfung befand.

Probleme während der Prüfung

Es sind lediglich Probleme aufgeführt, die für die Funktion des Systems relevant sind. Probleme, die unter anderen Punkten des Abschnitts qualitative Ergebnisse beurteilt werden, oder solche, die sich in den Leistungsdaten widerspiegeln, sind nicht aufgeführt.

Warmwasserkomfort

Vor der eigentlichen Prüfung waren die Einstellungen der Systeme wenn nötig angepasst worden, um eine minimale Warmwassermenge und eine standardisierte Warmwassertemperatur an der Zapfstelle zu gewährleisten. Es war aber weder möglich noch angestrebt, die Warmwasserleistung völlig abzugleichen. Die Anpassungen betreffen ggf. die Einstellung des Warmwassermischers, den Sollwert der Warmwassertemperatur im Speicher oder an der Zapfstelle oder die Freigabezeiten der Wassererwärmung bei Zusatzheizung. Es ist erwähnt, ob durch Erhöhen der Solltemperatur und/oder Erweitern der Freigabezeiten die zur Verfügung stehende Warmwassermenge erhöht werden kann. Weitere Informationen dazu sind im Dokument *Das Pilot- und Demonstrationsprojekt Kombi-Kompakt+* aufgeführt.

Raumheizungskomfort

Alle im Rahmen von Kombi-Kompakt+ erfolgreich geprüften Systeme erfüllten die Anforderungen an den Raumheizungskomfort im Test. Dies wird darum unter diesem Punkt nicht mehr speziell erwähnt. Erwähnung finden Besonderheiten des Systems, die die Raumwärmeversorgung betreffen.

Installationsfreundlichkeit

Alle erfolgreich geprüften Anlagen erfüllen die gestellten hohen Anforderungen an die Installationsfreundlichkeit der Kellerinstallationen (Speicher, Kessel, Raumwärmeverteilung,

etc.), vgl. 'Kombi-Kompakt+' bzw. *Das Pilot- und Demonstrationsprojekt Kombi-Kompakt+*. Die Kollektorfeldinstallation wurde nicht beurteilt.

Referenzsystem und Randbedingungen von Klima und Last; Wärmeerzeuger des Referenzsystems

Es gibt zwei verschiedene Referenzsysteme. Das eine dient zur Berechnung der Energieeinsparung von Kombisystemen mit einem Gaskessel als Zusatzwärmeerzeuger. Das andere wird im Fall von Kombisystemen mit einem Ölkessel eingesetzt. Es wird auf den Anhang zu den Prüfberichten, d. h. auf das Dokument *Referenzbedingungen: Klima, Wärmelast, Kollektorfeldausrüstung und Referenzsystem zur Leistungsbestimmung von Heizsystemen für Raumheizung und Wassererwärmung* verwiesen.

Leistungsdaten

Die Prüfungen beinhalten die Ermittlung der Leistungswerte für einen Satz von Randbedingungen (Klima, Raumheizwärmebedarf, Warmwasserbedarf). Die Resultate treffen nur auf den gewählten Satz von Randbedingungen zu. Diese sind beschrieben in: *Referenzbedingungen: Klima, Wärmelast, Kollektorfeldausrüstung und Referenzsystem zur Leistungsbestimmung von Heizsystemen für Raumheizung und Wassererwärmung*.

Spezielle Hinweise zu den Leistungsdaten des geprüften Systems

Unter den speziellen Hinweisen werden Punkte erwähnt, die eine Auswirkung auf die Leistungsdaten des betreffenden Systems haben, aber nicht perfekt durch die Prüfung berücksichtigt werden konnten.

Die Anlagen weisen nicht alle die gleiche Kollektorfläche und die gleiche Speichergrösse auf. Es ist erwähnt, wenn die maximal zulässige Grösse gewählt wurde.

Die Einstellungen des Warmwasserkomfort und besonders der Bereitschaft (zur Verfügung stehendes Warmwasservolumen, bzw. zur Verfügung stehende Warmwasserenergie), die für den Test gewählt wurde, hat einen erheblichen Einfluss auf die Energieeinsparung. Es war weder möglich, noch angestrebt, den Warmwasserkomfort zwischen allen geprüften Systemen abzugleichen. Vgl. dazu auch die Bemerkungen in 'Kombi-Kompakt+' bzw. *Das Pilot- und Demonstrationsprojekt Kombi-Kompakt+*.

Kalkbildung kann nicht nur zu vermehrtem Wartungsaufwand führen, sondern vermindert auch die Wärmeübertragung. Eine gute Wärmeübertragung vom Speicherwasser an Warmwasser bzw. Kaltwasser von Trinkwasserqualität ist für den Warmwasserkomfort und den Solarertrag bedeutend. Deshalb gibt es unter diesem Punkt Bemerkungen zum Thema Kalkbildung.

Bei der Leistungsprüfung wurde angenommen, dass die Kollektorkreisvor- und Rücklaufrohre eine Länge von 15 m aufweisen. Können die Vor- und Rücklaufleitung am gleichen Ort an das Kollektorfeld angeschlossen werden, ist die Annahme gleicher Längen richtig. Sehr oft müssen die Vorauf- und Rücklaufleitungen aber zwingend an verschiedenen Stellen an das Kollektorfeld angeschlossen werden. In diesen Fällen ist vermerkt, dass ein zusätzliches Stück Rohrleitung notwendig ist. Es ist nicht vermerkt, dass zur Verbindung der Kollektoren unter einander zusätzliche Leitungsstücke notwendig sind. Vgl. auch die Bemerkungen weiter oben, unter dem Punkt *Kollektorkreis; Länge Doppelleitung Vor- und Rücklauf*.

Bei der Berechnung der Jahresleistungsdaten wurde vorausgesetzt, dass der Durchfluss in der Raumwärmeversorgung durch Thermostatventile in allen Strängen ganz gedrosselt werden kann. Wenn das betreffende System dies nicht zulässt, ist das an dieser Stelle erwähnt. Gegenüber einer Lösung mit Thermostatventilen in allen Strängen wird der Energieverbrauch zur Raumheizung etwas grösser und deshalb die Energieeinsparung geringer ausfallen.

Absolute Jahresleistungsdaten

Die Zahlenwerte in kWh pro Jahr sind in Hunderterschritten, die Werte in MJ pro Jahr in Tausenderschritten und die Zahlen in Liter pro Jahr bzw. Normkubikmeter pro Jahr in Zehnerschritten gerundet.

Absolute Jahresleistungsdaten; Zusatzenergie (Brennstoff)

Der Energieverbrauch des Solarsystems wird mit dem Verbrauch eines Referenzsystems ohne Sonnenkollektoren verglichen. Eine Beschreibung der Referenzsysteme mit Erdgasheizung bzw. Heizölkessel befindet sich im Dokument *Referenzbedingungen: Klima, Wärmelast, Kollektorfeldausrüstung und Referenzsystem zur Leistungsbestimmung von*

Heizsystemen für Raumheizung und Wassererwärmung. Die Differenz zwischen dem errechneten Energieverbrauch des Solarsystems und dem Energieverbrauch des Referenzsystems ist die Energieeinsparung. Sie ist ein Mass für die Leistungsfähigkeit. Solaranlagen mit einer Zusatzheizung durch Erdgas werden mit einem anderen Referenzsystem verglichen, als Solarsysteme mit Heizöl als Zusatzenergieträger. Eine hohe Energieeinsparung kann auf einen effizienten Heizkessel oder auf eine gute Sonnenenergienutzung zurückzuführen sein. Eine geringe Energieeinsparung lässt auf einen geringen Solarertrag oder einen wenig effizienten Zusatzenergieerzeuger schliessen. Bei den gewählten Referenzbedingungen tragen die Heizkessel die Heizlast mehrheitlich. Der Einfluss der Kesselnutzungsgrade ist entsprechend gross.

Absolute Jahresleistungsdaten; Elektrische Hilfsenergie (gewichtet)

Die elektrische Hilfsenergie dient dem Antrieb von Pumpen und Ventilen, Ventilatoren, etc. und der Versorgung der Steuer- und Regelgeräte. In der linken Kolonne werden die Werte ohne Gewichtung ausgewiesen. In den weiteren Kolonnen mit kursiver Schrift wurde der Verbrauch elektrischer Energie mit dem Faktor drei gewichtet. Die gewichteten Werte dienen der Veranschaulichung der Berechnung der Werte in der folgenden Zahlengruppe *Zusatz und gewichtete Hilfsenergie*. Der Hilfsenergieverbrauch des Referenzsystems für Anlagen mit Gaskesseln ist verschieden vom Hilfsenergieverbrauch des Referenzsystems für Anlagen mit Gaskesseln.

Absolute Jahresleistungsdaten; Zusatz- und gewichtete Hilfsenergie

Die Zahlen stellen die Summe aus Zusatzenergie und Hilfsenergie dar. Die Zeile 'Einsparung durch das Solarsystem' ist ein geeignetes Mass für die Leistungsfähigkeit des Systems.

Spezifische Jahresleistungsdaten (Energieeinsparung bezogen auf die Bruttokollektorfläche)

Die Zahlenwerte in dieser Zeile entstehen durch Division der Zusatz- und gewichteten Hilfsenergieeinsparung des Solarsystems durch die Bruttokollektorfläche. Sie sind in der Spalte kWh/m² pro Jahr auf Zehner- und in der Spalte mit MJ/m² pro Jahr auf Hunderterschriffe gerundet.

22. September 2004

SPF, Institut für Solartechnik Prüfung Forschung
Hochschule für Technik Rapperswil
Oberseestrasse 10, CH-8640 Rapperswil, Schweiz
systems@solarenergy.ch