



Foto: Gilles

Grundlagen zu Planung, Kosten und Nutzen

Solarwärme und Pellets kombinieren

Vor dem Hintergrund stark steigender Öl- und Gaspreise überlegen viele Hauseigentümer, wie sie der Preisspirale entkommen können und sich zudem von Brennstoff-Lieferungen aus politisch instabilen Regionen unabhängig machen. Zunehmender Beliebtheit erfreut sich deshalb die Kombination von Solarwärmeeinrichtungen mit Holzpelletkesseln.

Deutschlands Hauseigentümer werden nervös: Die Kosten für die Beheizung von Gebäuden mit Öl oder Gas sind in den vergangenen zwei Jahren explodiert. Zahlte zum Beispiel der Eigentümer eines Einfamilienhauses Anfang des Jahres 2004 noch ca. 35 Cent pro Liter Heizöl bei einer Abnahmemenge von 2000 bis 3000 Litern, so betrug der Preis Anfang 2006 mit ca. 65 Cent pro Liter fast das Doppelte. Bei Gasheizungen war die Entwicklung nicht ganz so drama-

tisch. Hier betrug die Preissteigerung für denselben Zeitraum etwa 40 %. Eine Entspannung dieser Situation ist nicht in Sicht. Für die mittelfristige Zukunft ist eher mit weiteren drastischen Preissteigerungen für Öl und Gas zu rechnen.

Heimischer Energieträger

Vor diesem Hintergrund überlegen sich viele Hauseigentümer, wie sie dieser Preisspirale entkommen und zudem unabhängig von Brennstoff-Lieferungen aus politisch instabilen Regionen werden. Eine Lösung ist der Einbau von Holzheizungen in Kombination mit Solarwärmeeinrichtungen. Damit wird der Hausbesitzer völlig unabhängig von fossilen Energieträgern. Holz kann in verschiedenen Formen und in unterschiedlichen Feuerungsanlagen in Gebäuden genutzt werden. Die folgenden Betrachtungen befassen sich schwerpunktmäßig mit dem Holzpelletkessel.

Holzpellets werden industriell aus Sägemehl hergestellt, das ausschließlich aus naturbelassenem Abfallholz besteht. In der Bundesrepublik regeln die Qualitätsnormen DIN 51731 bzw. DINplus die Pelletherstellung.

Pellets haben Durchmesser von 4 bis 10 mm und sind maximal 50 mm lang.

Im Vergleich zu Hackschnitzeln und zu Scheitholz weisen Pellets eine ganze Reihe von Vorteilen auf:

- Durch ihre geringe und genormte Größe gestalten sich Transport, Verladung und Lagerung (technisch) wesentlich einfacher (ähnlich wie etwa bei Heizöl).
- Sie benötigen wegen ihrer höheren Energiedichte ein geringeres Lagervolumen.
- Sie weisen wegen normierter Herstellung geringere Qualitätsschwankungen auf
- Sie emittieren durch eine gleichmäßigere Verbrennung weniger Feinstaub und CO
- Sie verursachen wegen des geringeren Wassergehaltes (unter 12 %) geringere Schornsteinprobleme
- Sie bieten bei Bedienungs- und Wartungsaufwand einen wesentlich höheren Komfort.

Planung der Pelletheizung

Voraussetzung für eine effiziente und effektive Feuerungsanlage ist eine gute Planung. Bei einer zu groß dimensionierten zentralen

Anlage ohne ausreichenden Pufferspeicher geht zu viel Energie verloren. Daher ist es wichtig, dass die Kesselnennleistung dem jeweiligen Heizbedarf angepasst ist. Bei bestehenden Gebäuden ist zu beachten, dass eventuell geplante Wärmedämmmaßnahmen oder der Einbau neuer Fenster in die Berechnung mit einbezogen werden.

Zentrale Pelletkessel werden ebenso wie Öl oder Gaskessel in einem separaten Heizraum installiert. Neben der Raumheizung dienen sie auch der Trinkwassererwärmung. Der Heizwert der Holzpellets ist relativ hoch und liegt bei ca. 4,9 kWh/kg, was dem Heizwert von einem halben Liter Heizöl entspricht (zum Vergleich: der Heizwert von luftgetrocknetem Holz liegt nur bei ca. 3,4 kWh/kg). Der Bedarf von Holzpellets für die Wärmeerzeugung entspricht in etwa dem halben Bedarf an Heizöl (z. B. 1000 l Heizöl = 2000 kg Holzpellets).

Der Holz- bzw. Pelletkessel sollte mit einem sogenannten Pufferspeicher (neben dem Trinkwasserspeicher) kombiniert werden (Bild 1). Hierdurch werden die Taktfrequenzen des Kessels verringert. Das erhöht den Wirkungsgrad, reduziert die Emissionen bei der Verbrennung und den Teileverschleiß. Darüber hinaus lassen sich Solarwärmanlagen über einen Pufferspeicher intelligent in den Heizkreislauf einbinden.

Größe und Art des Pelletlagers

Pellets werden mit Tankwagen angeliefert und über Schläuche direkt aus dem Tank in entsprechende Pelletlager eingeblasen. Die (Ein-) Lagerung ist daher ähnlich komfortabel wie bei Öl oder Erdgas. Dennoch sind einige Grundregeln zu beachten.

Größe des Lagerraums

So ist die Größe des Lagerraumes ist vor allem abhängig vom Wärmebedarf des Gebäudes. Da für eine zentrale Pelletkesselanlage nach Möglichkeit der gesamte Jahresvorrat eingelagert werden sollte, gelten folgende Faustregeln für die Berechnung des benötigten Lagerraumvolumens:

- Je 1 kW Heizlast werden 0,9 m³ Lagerraum (inkl. Leerraum) benötigt
- Der nutzbare Rauminhalt entspricht $\frac{2}{3}$ des Lagerraums (inkl. Leerraum)
- 1 m³ Pellets entspricht etwa 650 kg
- Der Energiegehalt von Pellets beträgt durchschnittlich 4,9 kWh/kg

Beispiel für ein Einfamilienhaus:

- 15 kW Wärmebedarf \times 0,9 m³/kW = 13,5 m³ Lagerraumvolumen (inkl. Leerraum)
- Nutzbarer Rauminhalt = 13,5 m³ \times $\frac{2}{3}$ = 9 m³
- Pelletmenge = 9 m³ \times 650 kg = 5850 kg
- Lagerraumgröße = 13,5 m³ : 2,4 m (Raumhöhe) = 5,6 m² Fläche (Hinweis: 2 x 3 m sollte nicht unterschritten werden)
- gelagerte Energiemenge = 5.850 kg \times 5 kWh/kg = 29250 kWh (entspricht ca. 3000 l Heizöl)

Art des Lagers

Die Art des Pelletlagers wird vom Platzangebot des Hauses sowie des Anlagentyps bestimmt. Auch ein kleiner Zimmerpelletofen mit 25-kg-Vorratsbehälter benötigt Platz für Ersatzsäcke mit Pellets, wenn der Betreiber nicht allzu häufig Nachschub holen will.

Für die Pelletzentralheizung im Keller bieten sich hingegen verschiedene Lösungen für die Lagerung und die Versorgung der Anlage

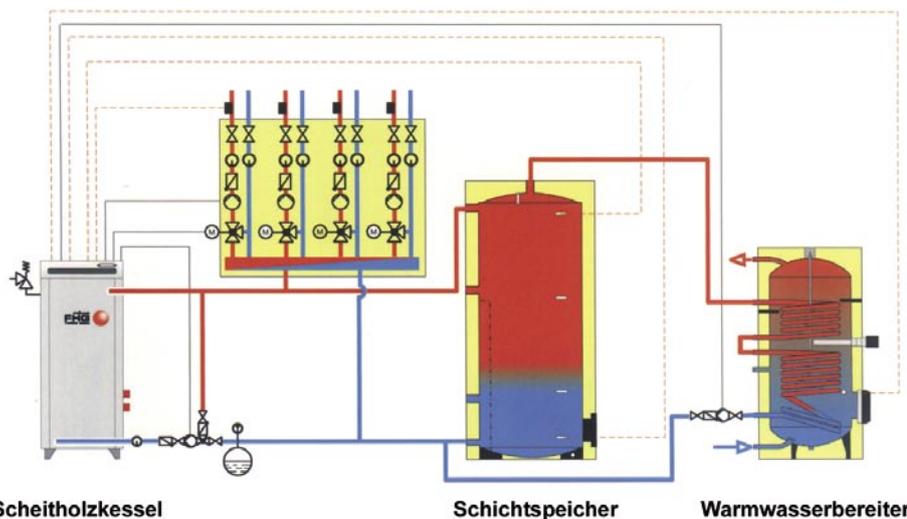


Bild 1 Wasserführende Scheitholzessel-Heizungsanlage mit Warmwasserbereiter (Quelle: Fröling; verändert)

Solar

(Transport) mit dem Brennstoff an. So können etwa bei einer Heizungsmodernisierung der bestehende Öllagerraum zum Pelletlager umgebaut werden.

Die bekanntesten Lagerformen sind Pelletbunker (individuelle Lagerraum-Lösungen), Sacksilo und Pellet(erd)tank (industrielle Lager-Lösungen) bzw. Pelletvorratsbehälter. Auf sie werden auch die Pelletentnahme- bzw. -transportsysteme (vom Brennstofflager zur Feuerungsanlage) entsprechend abgestimmt. Die Transportsysteme sind in den meisten Fällen Schneckenfördersysteme und Saugsysteme (Bild 2).

Einbindung der Solaranlage

Die Kombination der Pelletheizung mit einer Solaranlage zur Trinkwassererwärmung oder Heizungsunterstützung hat keinen Einfluss auf die Nennleistung des Kessels. Im Winter, wenn zeitweise die gesamte Heizleistung benötigt wird, kann die Solaranlage wenig zur Beheizung des Gebäudes beitragen.

Solaranlage zur Trinkwassererwärmung

Ist schon ein Warmwasserspeicher vorhanden, kann er als Vorwärmerspeicher weiter genutzt werden. Sein Wärmetauscher wird vom Nachheizungsanschluss getrennt und der Warmwasseranschluss gekappt. Der neue Solarspeicher wird solarseitig wie üblich angeschlossen. Der Wärmetauscher des vorhandenen Speichers wird über ein Dreiwegeventil mit an den Solarkreis angebunden (Bild 3). Alle Speicherverluste können durch Solarenergie gedeckt werden. Der vorhandene Speicher dient nur zur Speicherung des kälteren Wassers.

Als Faustformel für die Größe der Solaranlage lässt sich Folgendes angeben:

- 1,2 bis 1,5 m² Flach- bzw. 0,8 bis 1 m² Vakuumröhrenkollektoren pro Person;
- Speichervolumen = täglicher Warmwasserverbrauch x 2
- Randbedingungen: Dachausrichtung Südost bis Südwest, Neigung bis 50°, keine bis geringe Verschattung; ca. 60 %-iger Solaranteil am WW-Gesamtwärmebedarf

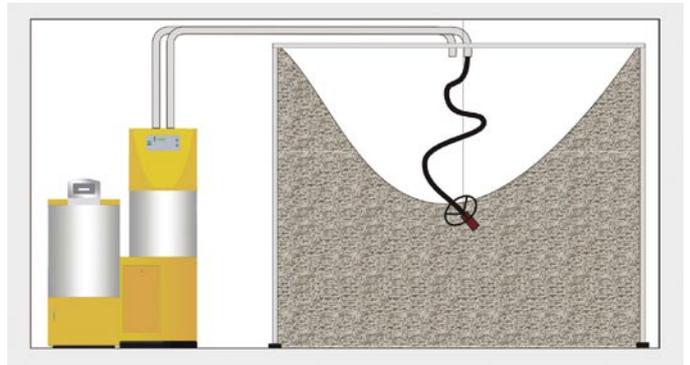
Solaranlage zur Heizungsunterstützung

Die sinnvolle Einbindung einer Solaranlage zur Heizungsunterstützung erfordert, dass der Heizwärmebedarf des Gebäudes gering ist. Nur so kann die Solaranlage nennenswerte Beiträge zur solaren Deckung liefern. Zudem sollten die Vor- und Rücklauftemperaturen der Heizung niedrig sein (z.B. 45/30 °C).

Für Anlagen ohne saisonale Speicher lassen sich die folgenden Faustformeln angeben:

- Absorberfläche:

Bild 2 Bei diesem Gewebesilo-System werden die Pellets per Saugsystem von oben entnommen. Der vorhandene Raum wird ökonomisch genutzt, da es ohne Schrägböden auskommt (Quelle: Wagner Solar)



0,8 bis 1,1 m² Flach- bzw. 0,5 bis 0,8 m² Vakuumröhrenkollektoren pro 10 m² beheizte Wohnfläche

• Speichervolumen: mind. 50 l pro m² Absorberfläche oder 150 l pro kW Heizlast
Die Kollektorfläche sollte nicht größer sein als die doppelte Fläche einer reinen Trinkwassererwärmungsanlage. So werden die sommerlichen Überschüsse (Sonne scheint, Heizung wird nicht benötigt) in Grenzen gehalten.

Beispiel:

EFH mit 200 m² Wohnfläche, Heizwärmebedarf 70 kWh/(m² a)
Flachkollektorfläche: 15 m²
Pufferspeichervolumen: 1000 l
Trinkwasserspeicher: 300 l
solarer Deckungsanteil Heizung: ca. 20 %
Somit werden pro Jahr werden etwa 3000 kWh an Heizenergie durch die Solaranlage eingespart. Hinzu kommt noch die Einsparung an Energie für die Trinkwassererwärmung.

Preise und Angebot von Pellets

Bild 4 zeigt die Preisentwicklung von Pellets in Deutschland unter bestimmten Lieferbedingungen. Es ist zu sehen, dass die Preise in den vergangenen vier Jahren praktisch nicht gestiegen sind. Im Mittel liegen sie bei etwa 180 €/t. Vergleicht man diesen Preis mit dem Preis für Heizöl (Anfang 2006), ergibt sich ein Pelletpreis von 3,7 Cent/kWh und ein Heizölpreis von 6,5 Cent/kWh.

Natürlich stellt sich die Frage, ob es in den nächsten Jahren bei diesem deutlichen Preisvorteil für Pellets bleibt oder ob sich die Differenz eventuell verkleinern oder sogar noch vergrößern wird. Zur Beantwortung dieser Frage hilft ein Blick auf die Angebots- bzw. Nachfragesituation. Die Zahl neu installierten Pelletheizungen (inkl. Wohnraumgeräte) hat sich im vergangenen Jahr mehr als verdoppelt (von ca. 7000 Einheiten in 2004 auf ca. 15000 in 2005). Prognosen gehen von einem weiteren, kräfti-

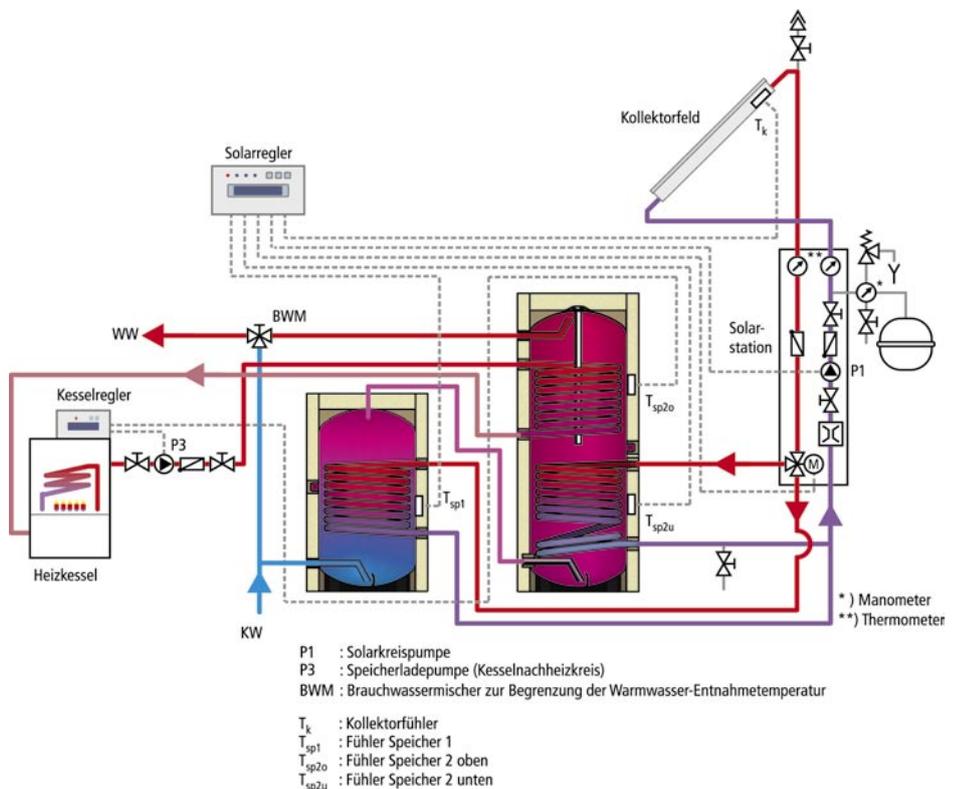


Bild 3 Solaranlage zur Trinkwassererwärmung: Bei dieser Sanierungsanlage wird der vorhandene WW-Speicher weiter benutzt und der Wärmetauscher über ein Dreiwegeventil mit dem Solarkreis verbunden

| | Januar | Februar | März | April | Mai | Juni | Juli | August | September | Oktober | November | Dezember |
|------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------|---------|----------|----------|
| 2002 | 183,07 | 181,67 | 182,47 | 179,12 | 178,29 | 178,29 | 176,45 | 177,29 | 179,12 | 182,61 | 183,94 | 185,11 |
| 2003 | 185,10 | 183,38 | 179,67 | 174,66 | 174,66 | 174,66 | 174,66 | 177,66 | 181,18 | 183,08 | 183,70 | 184,70 |
| 2004 | 183,20 | 182,47 | 178,47 | 173,35 | 170,80 | 170,13 | 170,13 | 171,35 | 173,13 | 177,44 | 177,55 | 178,78 |
| 2005 | 180,20 | 178,58 | 176,64 | 173,23 | 168,69 | 169,97 | 168,72 | 168,85 | 172,36 | 179,78 | 184,69 | 185,63 |

Bild 4 Durchschnittlicher Pelletpreis in €/Tonne; Basis für die Preisermittlung: Abnahme von 6 Tonnen, Anfahrt 100–200 km, inkl. aller Nebenkosten, inkl. MwSt. (nach: DEPV/Solar Promotion)

gen Wachstum aus. Kann das Angebot an Pellets mithalten und so zur Stabilisierung der Preise beitragen? Derzeit produzieren in Deutschland 28 Pelletwerke knapp 300000 Tonnen Pellets jährlich. Für die nächsten drei Jahre sind weitere 14 Produktionsstätten geplant. Berücksichtigt man Kapazitätserweiterungen bestehender Pelletierwerke, wird das Angebot an Holzpellets in den kommenden zwei bis drei Jahren auf über eine Million Tonnen pro Jahr steigen. Dem steht ein deutlich geringerer Bedarf gegenüber. So lag der Jahresverbrauch für das Jahr 2005 bei etwa 200000 Tonnen Pellets. Dies zeigt, dass noch ein enormes Potenzial für Pelletheizungen vorhanden ist. Selbst bei einer Verdreifachung der installierten Pelletheizungen (zur Zeit ca. 41000) in den nächsten Jahren ist mit keinem Engpass zu rechnen.

Der Nachschub an Holz und Restholz für die Pelletproduktion ist ebenfalls gewährleistet. Jährlich wachsen in Deutschland etwa 60 Millionen Festmeter nach. Davon werden jedoch nur 40 Millionen genutzt. Große Mengen verrotten bislang und könnten in Zukunft zur energetischen Verwertung eingesetzt werden.

Kosten und Nutzen unter der Lupe

Zur Verdeutlichung des Kosten-/Nutzenrelation soll das folgende Beispiel dienen: EFH, Baujahr um 1980, 150 m² beheizter Fläche, 4-Personenhaushalt. Das Haus wurde nicht speziell wärmesaniert, so dass der Verbrauch für Heizung und Trinkwassererwärmung bei etwa 25000 kWh/a liegt (vorausgesetzt wurde ein Ölkessel mit einem Jahresnutzungsgrad von 85 % und ein spezifischer Heizenergieverbrauch von 120 kWh/m²a). Dem entspricht ein Ölverbrauch von 2500 l Heizöl pro Jahr.

Ermittlung der Betriebskosten

Der Eigentümer denkt an den Einbau eines Pelletkessels in Kombination mit einer Solaranlage zur Trinkwassererwärmung. Zur Entscheidungsfindung werden die Investitionskosten sowie die Betriebskosten dieser Variante mit den entsprechenden Kosten für den Einbau eines neuen Ölkessels verglichen.

- Kosten pro Jahr Variante neuer Ölkessel: Heizöl (0,8 €/l): 1600 €
Heizöl (1,20 €/l): 2400 €
Wartung: 100 €
Versicherung Öltank: 150 €

Betriebskosten gesamt:

bei Heizölpreis 0,8 €/l = 1850 €/a

bei Heizölpreis 1,20 €/l = 2650 €/a

- Kosten pro Jahr Variante Pelletkessel mit Solaranlage

Pellets (5,5 Cent/kWh): 946 €

Wartung: 250 €

Betriebskosten gesamt: 1196 €/a

Vergleich der Betriebskosten

Der Betriebskostenvorteil einer Pelletheizung liegt also zwischen 654 € pro Jahr und 1454 € pro Jahr. Über einen Zeitraum von 20 Jahren ergeben sich Betriebskostenvorteile in Höhe von 13.080 € bis 29.080 €.

Hierbei wurde Folgendes vorausgesetzt.

- durch den neuen Öl- bzw. Pelletkessel sinkt der Verbrauch um je 20 %
- zwei Varianten: mittlerer Preis pro Liter Heizöl über 20 Jahre: 0,80 € und 1,20 €
- mittlerer Preis pro kWh Pellets über 20 Jahre: 5,5 Cent (heute 3,7 Cent)
- Solaranlage zur WW-Erwärmung mit Deckungsgrad 60 %

Selbst unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Investitionskosten (neuer Ölkessel ca. 5000 €; Pelletkessel, Lager und Solaranlage ca. 16000 €) ergeben sich über den Nutzungszeitraum von 20 Jahren deutliche Vorteile für die Pelletheizung.

Bei der Investitionsentscheidung muss auch noch die Förderung berücksichtigt werden. Die Zuschüsse betragen 1380 € bis 1700 € für den automatisch beschickten Pelletkessel (ab 8 kW Nennwärmeleistung, Kesselwirkungsgrad mind. 90 %) sowie 84 € pro m² Absorberfläche für die Solaranlage zur Trinkwassererwärmung. Damit reduzieren sich die Investitionskosten für die Kombination auf ca. 14200 €. Zudem ist eine kostengünstige Finanzierung über Programme der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) möglich.

Feinstaub aus Holzpelletkesseln

Moderne Pelletkessel emittieren bei der Verbrennung auch Staub. Messungen der BLT Wieselburg ergaben Mittelwerte von 14 mg/m³. Dieser Wert liegt weit unterhalb des Grenzwertes nach 1. BimSchV von 150 mg/m³ für Anlagen im Leistungsbereich von 15 kW bis 1 MW und unterschreiten auch die Wertes für Anlagen mit Umweltzeichen

(30 mg/m³ im Bereich von 15 bis 50 kW). Allerdings liegen die Staubemissionen um etwa den Faktor 7 höher als bei Ölheizungen.

In Berlin wird deshalb diskutiert, im Innenstadtbereich neue Heizungen nur dann zuzulassen, wenn sie keine höheren Staubemissionen als Ölkessel haben. Dies lässt sich nur mit Hilfe von Verbesserungen bei der Pelletverbrennung und mit Filtern erreichen. Außerhalb des Innenstadtbereiches würde als Anforderung das Ausweisen des Umweltzeichens „Der Blaue Engel“ ausreichen.

Pelletheizungen tragen zur Zeit nur etwa 0,1 % zur Feinstaubbelastung in Deutschland bei. Nach Angaben des Umweltbundesamts gelangten 2004 in Deutschland rund 135000 Tonnen Feinstaub in die Atmosphäre. Mit etwa 34000 Tonnen trugen Kraftwerke und Hausheizungen hierzu bei. Selbst bei einer Verzehnfachung der Zahl von Pelletkesseln in den nächsten Jahren würde deren Beitrag die Gesamtemissionen kaum verändern.

Zusammenfassend lässt sich für die Kombination von Pelletkesseln und Solaranlagen festhalten:

- Völlige Unabhängigkeit von Heizöl und Erdgas und deren absehbaren weiteren Preissteigerungen
- Die Betriebskosten der Solaranlage sind sehr gering (die Sonne schickt keine Rechnung)
- Die Pelletheizung kann im Sommer ausgeschaltet werden; die Solaranlage übernimmt allein die Trinkwassererwärmung von April bis September. Dadurch längere Lebensdauer des Pelletkessels.
- Besonders in Gebäuden mit geringer Heizlast ist die Nutzung einer Solaranlage zur Heizungsunterstützung sinnvoll, da der solare Deckungsanteil hoch ist. Hierdurch sinken die Brennstoffkosten für den Pelletkessel erheblich.

Unser Autor **Dr. Uwe Hartmann** ist seit 1996 Geschäftsführer der Deutschen Gesellschaft für Sonnenenergie (DGS), Landesverband Berlin Brandenburg. Seit 2005 ist er auch DGS-Vizepräsident (Telefon (0 30) 29 38 12 60, Telefax (0 30) 29 38 12 61, www.dgs-berlin.de).

Unser Autor **Sebastian Uhlig** ist Student an der FHTW Berlin (Studiengang Regenerative Energiesysteme). Er hat seine Bachelorarbeit zum Thema „Kleine Holzfeuerungsanlagen“ beim DGS LV Berlin BRB verfasst.