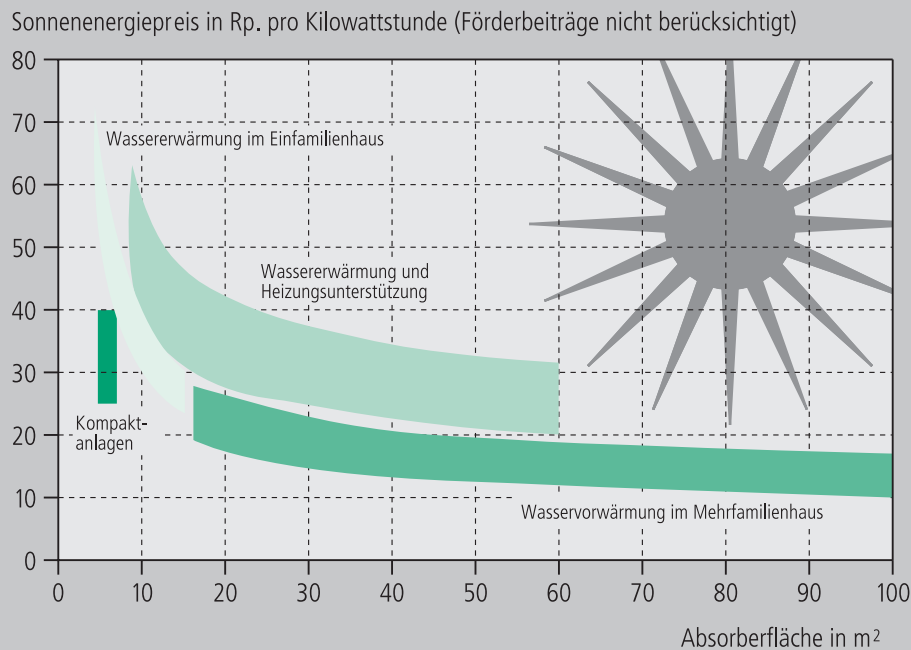


Sonnenwärme Kosten und Kennzahlen



Kollektoranlagen unter der Lupe

Besondere Merkmale

- Grosser Investitionsspielraum
- Tiefe Betriebskosten
- Förderbeiträge und Steuervorteile
- Geringe externe Kosten
- Hoher Qualitätsstandard

Kennzahlen

- Objekt: Kollektoranlagen für Wohnbauten
- Kollektorfläche im EFH (Wassererwärmung): 1 m² bis 1,5 m² pro Person
- Kollektorfläche im MFH (Wasservorwärmung): 0,5 m² bis 1 m² pro Person
- Solarer Deckungsgrad Warmwasser: 30 % bis 70 %
- Preis für Sonnenwärme: ab 20 Rp./kWh

Investitionskosten

Unter den Investitionskosten von Sonnenkollektoranlagen werden diejenigen Kosten verstanden, die einer Bauherrschaft durch den Bau einer Solaranlage zusätzlich zur konventionellen Anlage entstehen (solare Investition). Ihre Höhe ist also selten identisch mit der Bauabrechnung (Bruttokosten). Von den Kosten eines Solarboilers wird zum Beispiel nur angerechnet, was an Mehrpreis gegenüber einem Elektroboiler resultiert. Nicht berücksichtigt sind Förderbeiträge und Steuererleichterungen.

Bandbreite: Die solaren Investitionskosten bewegen sich innerhalb einer beachtlichen Bandbreite. Diese ist umso grösser, je kleiner die Anlagen sind. Bei Systemen mit weniger als 20 Quadratmetern Absorberfläche variieren das kostengünstigste und das teuerste Angebot um den Faktor 2. Der Grund sind nicht selten Unterschiede bei Qualität und Leistungsumfang.

Zahlen: Die solaren Investitionskosten pro m² werden mit zunehmender Anlagegrösse kleiner. Während kostengünstige Kleinsysteme bei 2000 Fr. pro m² liegen, sind Grossanlagen über 60 m² bereits für gut 1000 Fr. pro m² erhältlich.

Kostenaufteilung

Kollektoren: Sie machen gut ein Drittel der solaren Investition aus (inklusive Montage, Dachdecker- und Spenglerarbeiten). Die Kosten können nach folgender Formel abgeschätzt werden: 4700 Fr. Fixkosten plus 620 Fr. pro m² Absorberfläche.

Leitungen, Apparate, Regulierung: Ihr Kostenanteil liegt bei etwa 30 %. Unabhängig von der Anlagegrösse betragen die Fix-

kosten rund 2200 Fr. Dazu kommen variable Kosten von rund 25 % der Bruttokosten.

Speicher: Der Solarspeicher – damit ist das zusätzlich zum konventionellen Speicher nötige Speichervolumen inklusive Einbauten gemeint – macht rund ein Fünftel der Kosten aus. Bei Warmwasseranlagen setzen sich die Speicherkosten so zusammen: 1400 Fr. Fixkosten plus 5 Fr. pro Liter Speichereinheit. Für heizungsunterstützende Anlagen gilt: 4300 Fr. Fixkosten plus 2 Fr. pro Liter.

Elektro: Die Kosten der Elektroinstallation betragen bei einem Neubau 3 % der Bruttokosten, bei einem nachträglichem Einbau 5 %.

Nebendarbeiten (Baumeister usw.): Sie sind stark objektabhängig. Durchschnitt: 1500 Fr., Bandbreite: 0 Fr. bis 5000 Fr.

Planung: Bei Kleinanlagen, die durch den Systemlieferanten geplant werden, beträgt der Planungsaufwand durchschnittlich 500 Fr. Bei grösseren Anlagen liegt er bei rund 10 % der Bruttokosten.

Baunebenkosten: Darunter werden hauptsächlich die Kosten der Baubewilligung verstanden (0 bis 1000 Fr.).

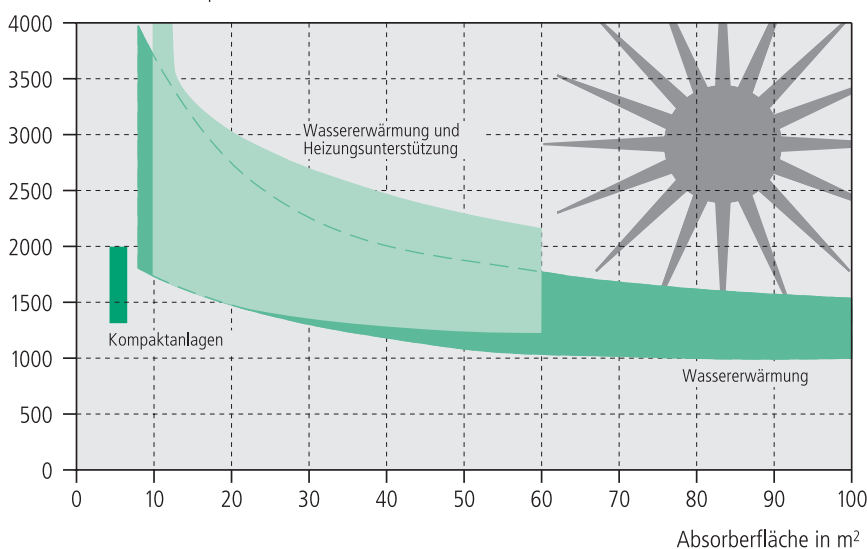
Die Betriebskosten umfassen Personal- und Materialkosten für Wartung und Unterhalt. Zusätzlich fallen teilweise Versicherungs- und Verwaltungskosten an. Die Kosten für Hilfsenergie (Betrieb der Umwälzpumpe) werden ebenfalls zu den Betriebskosten gezählt.

Wartung und Unterhalt: Es kann mit einem jährlichen Aufwand von 0,5 % der solaren Investition gerechnet werden. Wer ein Serviceabonnement hält, bezahlt in der Tendenz etwas mehr.

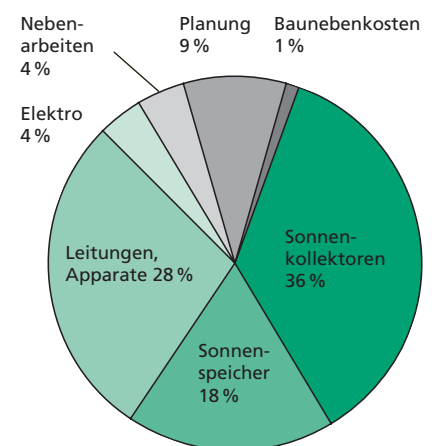
Kompakt-Solaranlagen:

Wo nicht ausdrücklich erwähnt, gelten alle Angaben in diesem Text nicht für Kompakt-Solaranlagen.

Solare Investition in Fr. pro m² Absorberfläche



Solare Investitionskosten (Förderbeiträge nicht berücksichtigt).



Kostenstruktur von Sonnenkollektoranlagen (Durchschnittswerte).



Hilfsenergie: Der Energieverbrauch der Umwälzpumpe ergibt sich aus der Laufzeit und der Pumpenleistung. Er ist vernachlässigbar klein. (Faustformel: 0.80Fr. pro m² Absorberfläche und Jahr bei grossen Anlagen, bis 1.30Fr. bei kleinen und Kompakt-Solaranlagen.) Bei Anlagen mit externem Wärmetauscher verdoppelt sich dieser Wert, weil zusätzlich zur Umwälzpumpe im Kollektorkreis eine Pumpe im Ladekreis nötig ist.

Energieertrag

Beim Energiegewinn von Solaranlagen muss zwischen dem Anlageertrag und dem Ertrag pro m² unterschieden werden. Der Anlageertrag sagt aus, wie viel Energie eine Anlage insgesamt produziert, der Ertrag pro m², wie viel Wärme ein einzelner m² Sonnenkollektor liefert. Weiter ist zu unterscheiden zwischen Wärme, welche die Sonnenkollektoren in den Kollektorkreis abgeben (Kollektorfeldertrag), der Wärme, welche in den Speicher gelangt (solarer Bruttoertrag), der Wärme, welche tatsächlich genutzt werden kann (solarer Nettoertrag), und der Energie, welche dank Sonnenenergie eingespart wird (Nachheizenergie-Einsparung). Letztere ist also direkt vergleichbar mit der gesparten Elektrizität, dem gesparten Heizöl oder Erdgas und wird darum im Folgenden verwendet. Neben dem Standort und der Systemqualität beeinflussen vier Faktoren den Ertrag:

Absorberfläche: Nimmt die Absorberfläche um 20 % zu, erhöht sich der Anlageertrag um lediglich 10 % (gleich bleibender Warmwasserverbrauch vorausgesetzt).

Beitrag der Sonne (Deckungsgrad): Für einen Anteil der Sonnenenergie von 60 % – statt 30 % – ist bei Warmwasseranlagen die zweieinhalb- bis dreifache Absorberfläche nötig.

Verbrauchsschwankungen: Eine 3-wöchige Abwesenheit während der Sommerferien reduziert bei einer Warmwasseranlage den Anlageertrag um rund 10 %.

Neigung und Orientierung: Eine Warmwasseranlage liefert mit einem senkrechten Fassadenkollektor pro Jahr rund ein Drittel weniger Energie als mit einem Kollektor von 30° Neigung, beide südorientiert.

Wirtschaftlichkeit

Die Wirtschaftlichkeit von Sonnenkollektoranlagen hängt neben den Investitionskosten und dem Energieertrag massgebend von der Nutzungsdauer ab. Sie wird vom Bundesamt für Bauten und Logistik (BBL) auf 20 Jahre beziffert.

Sonnenenergiepreis: Es gibt – auch in der Fachliteratur – unzählige Arten, die Kosten der Sonnenenergie zu berechnen. Bei Kostenangaben ist es daher wichtig, genau zu definieren, wovon die Rede ist. Die zweckmässigste Art der Berechnung ist der so genannte Sonnenenergiepreis. Er ist definiert als Verhältnis zwischen den durch den Bau sowie den Betrieb der Solaranlage verursachten gesamten Kosten und der eingesparten Nachheizenergie. Dadurch ist er direkt vergleichbar mit den Preisen von Heizöl, Erdgas, Holz oder Elektrizität.

Anlagentyp und Anlagegrösse: Am höchsten liegt der Sonnenenergiepreis bei kleinen Solaranlagen, am niedrigsten bei Grossanlagen zur Wasservorwärmung in Mehrfamilienhäusern. Im günstigsten Fall beträgt der Sonnenenergiepreis unter 20 Rappen pro Kilowattstunde und liegt damit im Bereich der Elektrizitätskosten (Grafik Titelseite).

Einfluss der Absorberfläche: Um einen tiefen Sonnenenergiepreis zu erzielen, muss die Absorberfläche im richtigen Verhältnis zum Energieverbrauch stehen. Das Optimum liegt innerhalb einer Bandbreite, in welcher der Sonnenenergiepreis kaum variiert. Empfohlenes Verhältnis von Absorberfläche zu Energieverbrauch: Wassererwärmung im Einfamilienhaus 1 m² bis 1,5 m² pro Person; Wasservorwärmung im Mehrfamilienhaus 0,5 m² bis 1 m² pro Person; Wassererwärmung und Heizungsunterstützung 0,6 m² bis 1 m² pro 1000 kWh Wärmeverbrauch im Jahr.

Ökologie

Energetische Rückzahlfrist: Zeitdauer, die eine Sonnenkollektoranlage braucht, um gleich viel Energie zu gewinnen, wie zu ihrer Produktion und Entsorgung benötigt wird (graue Energie). Sie beträgt 3 bis 5 Jahre. (Öl- und Gasheizungen gewinnen überhaupt keine Energie.)

Erntefaktor: Verhältnis zwischen der Energiemenge, die eine Sonnenkollektoranlage während ihrer Lebensdauer produziert, und der Menge nicht erneuerbarer Energie, die für ihre Herstellung, ihren Betrieb und ihre Entsorgung aufgewendet werden muss. Er beträgt ungefähr 5. (Zum Vergleich: Öl- und Gasheizungen haben einen Erntefaktor von 0,7.)

	Standort Mittelland	Standort Alpenraum
Kompakt-Solaranlagen zur Wassererwärmung	330 bis 540 kWh/m ²	440 bis 720 kWh/m ²
Wasservorwärmung im Mehrfamilienhaus	420 bis 590 kWh/m ²	550 bis 740 kWh/m ²
Wassererwärmung und Heizungsunterstützung	250 bis 310 kWh/m ²	380 bis 530 kWh/m ²

Nachheizenergie-Einsparung durch Sonnenkollektoranlagen (Quelle SPF) in kWh pro m² Kollektorfläche (Absorberfläche).



Luftschadstoff-Emissionen: Luftschadstoffmenge, die ein Energiesystem während seiner Herstellung, seines Betriebs und seiner Entsorgung verursacht. Dazu gehören: Kohlenmonoxid (CO), Schwefeldioxid (SO₂), Stickstoffdioxid (NO₂) und Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffe (NMVOC). Solaranlagen schneiden diesbezüglich sehr gut ab.

Treibhausgas-Emissionen: Menge der Treibhausgase, die ein Energiesystem während seiner Herstellung, seines Betriebs und seiner Entsorgung verursacht. Dazu gehören: Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄), Lachgas (N₂O), Fluor-Chlor-Kohlenwasserstoffe (FCKW). Sonnenkollektoranlagen produzieren mit Abstand am wenigsten Treibhausgase sämtlicher Wärme-erzeugungssysteme.

Bestellhilfen

Planung: Grossanlagen sollten von einem unabhängigen Planer projektiert werden. Standardisierte Kleinanlagen (insbesondere Kompakt-Solaranlagen) werden mit Vorteil direkt vom Systemlieferanten oder Installateur geplant.

Offertvergleich: Offerten sind nur vergleichbar, wenn sie dasselbe beinhalten. Wie erfährt nun eine Bauherrschaft, was alles zur Offerte einer Sonnenkollektoranlage gehört? Beim SOFAS können Musterofferten und eine Checkliste «Offert-Inhalt» bezogen werden. Verlangen Sie von den Unternehmern, dass sich die Offerten nach diesen Vorgaben richten. Der Beizug eines Energieberaters zur Offertbeurteilung kann hilfreich sein.

Systemwahl, Dimensionierung: Vergewissern Sie sich, dass das vom Planer oder Lieferanten vorgeschlagene System und dessen Dimensionierung den Empfehlungen zur Nutzung von Sonnenenergie (ENS) entsprechen.

Produktequalität: Verlangen Sie zusammen mit der Offerte die Resultate der SPF (Solartechnik Prüfung Forschung). Achten Sie darauf, dass die gewählten Kollektoren das Gütesiegel der SPF aufweisen.

Leistungsumfang: Verlangen Sie vom Systemlieferanten eine vollständige Aufstellung der zusätzlich nötigen, so genannt bauseitigen Arbeiten.

Inbetriebsetzung: Vergewissern Sie sich, dass das Angebot eine seriöse Instruktion der Bauherrschaft bei der Inbetriebnahme umfasst. Lassen Sie sich im Voraus ein Beispiel einer Anlagedokumentation zeigen.

Service und Garantie: Informieren Sie sich vor der Bestellung der Anlage über Höhe und Kosten von Serviceleistungen und Wartung. Lassen Sie sich den Garantiumfang erklären.

Qualität

In der Solarbranche wird der Produktequalität heute auf ähnliche Art Rechnung getragen wie z.B. in der Automobilindustrie: mit Leistungstests und Qualitätsstandards.

Produkteprüfung: Die meisten Solaranlagenhersteller lassen



Kollektor-Qualitätslabel der SPF.

ihre Kollektoren und Systeme am Testzentrum SPF der Ingenieurschule Rapperswil testen. Geprüft werden Wirkungsgrad, Ertrag, Materialeigenschaften und Lebensdauer. Getestete Produkte erhalten ein Qualitätslabel (Abbildung). Die SPF ist unabhängig; finanziell wird sie vom Bund getragen. Ihre Produktetests finden europaweit Resonanz.

Normen: Die wichtigsten schweizerischen Sonnenenergie-Fachorganisationen Swissolar, SOFAS und PROMES haben in Zusammenarbeit mit dem Bundesamt für Energie BFE die ENS herausgegeben. Das Regelwerk gibt eine Übersicht über Standards von Solaranlagen und dient Planern und Installateuren als Leitfaden.

Kompaktanlagen

Kompakt-Solaranlagen sind komplette Kleinsysteme zur Wassererwärmung in Einfamilienhäusern.

Geprüfte Qualität: Kompakt-Solaranlagen werden am Testzentrum SPF als ganzes System getestet. Im Gegensatz zur reinen Kollektorprüfung wird dabei das Zusammenspiel der verschiedenen Systemkomponenten beurteilt.

Klare Lieferverhältnisse: Kompakt-Solaranlagen werden von einem Lieferanten vollständig geliefert und montiert. Leistungen, die normalerweise bauseits erbracht werden müssen, sind weitgehend inbegriffen.



Kompakt-Solaranlage.

Einfache Montage: Kompakt-Solaranlagen sind steckerfertig; Elektriker-Nebenkosten entfallen weitgehend. Die Montage dauert in der Regel einen Tag.

Attraktiver Preis: Der Schritt von der Einzelanfertigung zur serienmässigen Solaranlage hat eine Preisreduktion zur Folge. Kompakt-Solaranlagen kosten fixfertig installiert brutto zwischen 10 000 Fr. und 12 000 Fr. Die solaren Investitionskosten liegen bei 7 000 Fr. bis 10 000 Fr.

Integrales System: Alle Systemkomponenten sind aufeinander abgestimmt. Betriebs- und Wartungsaufwand sind reduziert. Die Garantie ist umfassend.

Hoher Ertrag: Kompakt-Solaranlagen sparen rund 2000 kWh Nachheizenergie pro Jahr.

Sonnenenergiepreis: Kompakt-Solaranlagen liefern Sonnenwärme zu 25 Rp. bis 40 Rp. pro kWh.

Voraussetzung für niedrige Investitions- und Betriebskosten sind einfache Systeme. Jede Armatur, jede zusätzliche Regelfunktion bedeutet immer auch Zusatzkosten und erhöhte Anfälligkeit. Das Potenzial, mittels aufwändiger Technik den Anlageertrag zu steigern, ist meistens gering und selten wirtschaftlich.

Kollektoren: Ein markanter Kostenunterschied zwischen Dachintegration und Dachaufbau von Kollektoren bei Schrägdachanlagen besteht nicht. Die Integration bringt bei Neubauten Einsparungen beim Dacheindeckmaterial. Der Einsatz von Vakuumröhrenkollektoren anstelle verglaste Flachkollektoren erhöht die Investitionskosten, aber auch den Ertrag.

Leitungsführung: Je kleiner die Distanz zwischen Kollektorfeld und Speicher, desto kostengünstiger die Verrohrung. Achtung: Jeder Mauerdurchbruch kostet.

Speicher: Grossen Einfluss auf die Kosten hat die Werkstoffwahl beim Behälter und bei der Ummantelung der Wärmedämmung. Wassererwärmer aus Chromstahl sind teurer als solche aus kunststoffbeschichtetem oder emailliertem Stahl, weisen aber eine hohe Lebensdauer auf. Auch Blech anstelle von Kunststoff bei der Ummantelung der Wärmedämmung ist teurer. Die Platzschweissung von Speichern wirkt sich auf die Kosten unterschiedlich aus: Bei Wassererwärmern (Boilern) ist die Preiserhöhung massiv, bei Energiespeichern marginal. Die Art des Wärmetauschers – innen liegend oder extern – hat auf die Kosten wenig Einfluss.

Heizöl extraleicht	6,0 Rp./kWh
Erdgas	4,0 Rp./kWh
Holzschnittel	1,0 Rp./kWh
Elektrizität	5,5 Rp./kWh
Sonnenwärme	1,0 Rp./kWh

Kalkulatorische Energiepreiszuschläge zur Berücksichtigung der externen Kosten (Mittelwert nach Ravel, 1993).

Planung: Kleinere Anlagen werden in der Regel direkt vom Systemlieferanten geplant. Bei Gross- und Spezialanlagen ist die Mitwirkung eines neutralen Fachplaners nötig. Sie kann eine Kostensenkung bewirken.

Ausführung: Die Anzahl beteiligter Unternehmer ist kostenrelevant. Günstiger ist es, wenn möglichst viele Leistungen aus einer Hand kommen.

Förderbeiträge

Der Bau von Sonnenkollektoranlagen wird durch die öffentliche Hand unterstützt. Kantone und Gemeinden zahlen unter gewissen Bedingungen Förderbeiträge. Für den nachträglichen Einbau von Solaranlagen bestehen Steuererleichterungen. Verschiedene öffentliche Stellen bieten unentgeltliche Beratung.

Förderbeiträge: Auskunft über die Beitragsberechtigung, die Höhe der Beiträge und das Vorgehen bei der Gesuchsstellung erteilen die kantonalen Energiefachstellen.

Steuererleichterungen: In den meisten Kantonen gelten für energiesparende Investitionen bei Umbauten Steuererleichterungen. Die Berechnung ist kantonal unterschiedlich und erfolgt für Staats- und Bundessteuer separat.

Beratung: Über 70 kantonale und regionale Energieberatungsstellen unterstützen Bauherren von Solaranlagen mit Fachinformation. Verschiedene kantonale und kommunale Energiefachstellen geben gratis Merkblätter ab.

Externe Kosten

Wärmeversorgungssysteme verursachen ungedeckte Kosten. Gemeint sind Ausgaben für die Behebung von Umweltschäden, die aus der Wärmeversorgung resultieren. Bezahlt werden diese Kosten nicht vom Wärmebezüger, sondern von der Allgemeinheit – mindestens heute noch. Man spricht daher von externen Kosten. Allein in der Schweiz betragen sie jährlich mehrere Milliarden Franken.

Energiepreiszuschläge: Eine volkswirtschaftlich richtige Berechnung der Kosten von Wärmeversorgungssystemen darf die externen Kosten nicht ausklammern. Verschiedene Gemeinden und Kantone, aber auch das Bundesamt für Bauten und Logistik (BBL) beziehen daher bei der Evaluation von Wärmesystemen für öffentliche Bauten heute die externen Kosten ein. Sie werden den einzelnen Energieträgern in Form von Preiszuschlägen angerechnet.

Unterschiede nach Energieträger: Die Höhe dieser so genannten kalkulatorischen Energiepreiszuschläge unterscheidet sich nach Energieträgern. Erneuerbare Energien wie Holz oder Sonnenwärme schneiden deutlich besser ab als fossile Energieträger wie Erdöl und Erdgas. Im Unterschied zur Wärmeproduktion mit Elektrizität und Brennstoffen verursachen Sonnenkollektoranlagen im Betrieb praktisch keine externen Kosten, sondern nur bei der Herstellung und Entsorgung.

Begriffe

Solare Investition: Investitionskosten, die beim Bau einer Sonnenkollektoranlage zusätzlich zu denjenigen Kosten entstehen, die eine konventionelle Wärmeerzeugungsanlage kosten würde.

Solarer Deckungsgrad: Anteil Sonnenenergie am Energieverbrauch für die Wassererwärmung bzw. die Raumheizung eines Hauses.

Sonnenenergiepreis: Kosten der durch eine Sonnenkollektoranlage eingesparten Nachheizenergie.

Anlageertrag: Energieertrag, den eine Sonnenkollektoranlage insgesamt liefert.

Ertrag pro m²: Energieertrag, den 1 m² einer Sonnenkollektoranlage liefert.

Nachheizenergie: Zusätzlich zur Sonnenenergie nötige konventionell erzeugte Energie.

Nachheizenergie-Einsparung: Nachheizenergiemenge, die durch Sonnenenergie substituiert wird.

Quellen, Literatur

Basler & Hofmann: «Kosten und Nutzen von thermischen Solaranlagen» (Preisstand 1993), Studie im Auftrag des Bundesamts für Energie BFE, Aktionsprogramm Energie 2000, Programme d'action «énergie solaire active»; Bern 1997

Empfehlungen zur Nutzung von Sonnenenergie (ENS), 1997

Bezug: Swissolar, Fax 01 250 88 35

«Projekt Solaranlage», Bundesamt für Wirtschaft und Arbeit, Bern 1996.

Bezug: BBL 724.218d, Fax 031 325 50 58

Adressen

Markt

Swissolar, Geschäftsstelle, Seefeldstrasse 5a, 8008 Zürich
Tel. 01 250 88 33, Fax 01 250 88 35,
Internet: www.swissolar.ch

SOFAS, Sonnenenergie-Fachverband Schweiz, Vereinigung von Firmen, Fachleuten und Forschungsinstituten der Solarbranche, 3000 Bern 16
Tel. 031 350 00 07, Fax 031 352 77 56
Internet: www.sofas.ch

Qualitätssicherung

Institut für Solartechnik, HSR
Überseestrasse 10, 8640 Rapperswil
Tel. 055 222 48 21, Fax 055 210 61 31

Baubewilligung

Bauamt der Standortgemeinde

Förderbeiträge

Energiefachstelle des Standortkantons

Information

Swissolar-Hotline
Tel. 0848 000 104

EnergieSchweiz

Bundesamt für Energie BFE, Worblentalstrasse 32, CH-3063 Ittigen · Postadresse: CH-3003 Bern
Tel. 031 322 56 11, Fax 031 323 25 00 · office@bfe.admin.ch · www.energie-schweiz.ch