

# Software für die Planung von Solarthermie-Anlagen

**Wer aus den Chancen, die die Solarthermie bietet, Aufträge generieren will, braucht neben theoretischen Kenntnissen und fachlichem Know-how auch Hilfsmittel zur Planung und Auslegung. Die Programme einer Berliner Softwareschmiede decken in dieser Hinsicht fast alle Bedürfnisse ab.**

## Unterschiedliche Anforderungen

Vertriebsmitarbeiter und Handwerker sollten immer ein zuverlässiges Planungstool zur Hand haben, um bei einer Kundenanfrage kurzfristig eine Solarthermieanlage auslegen zu können. Gleiches gilt für Ingenieure und Anlagenplaner, die allerdings für ihre spezielle Arbeit in der Regel ein Programm benötigen, das höheren Anforderungen genügt. Und dann die Experten wie beispielsweise Forscher, Entwickler und Gutachter: Sie brauchen eine Software mit zusätzlichen Möglichkeiten, die sich mit den Stichworten Monitoring, Energiebilanzierung und Meteosynthese beschreiben lassen. Für jedes dieser drei Anforderungsprofile hat der Berliner Softwarehersteller Dr. Valentin eine passende Lösung parat: T-Sol Express, T-Sol Professional und T-Sol Expert.

## Express-Version – einfach und schnell

Die klare Struktur der Navigationsleiste deutet es schon an: Die Express-Version, ein Programm zur Ermittlung von Kollektorfläche und Speichervolumen thermischer Solarsysteme, ermöglicht ein einfaches und sicheres Arbeiten. Der Nutzer hat zwei Möglichkeiten zu navigieren: Er kann das Programm Schritt für Schritt über einen „Weiter“-Button abarbeiten (bzw. die Eingaben nach dem Anklicken eines „Zurück“-Buttons kontrollieren und ändern); er kann aber auch über Symbole in der Navigationsleiste von Seite zu Seite springen, ohne eine Reihenfolge einhalten zu müssen. Mit dem Programm lassen sich fünf unterschiedliche Systeme berechnen. Es sind die, mit denen der auf diesem Sektor tätige Handwerker am häufigsten zu tun hat:



- Warmwasserbereitung mit Thermosyphonanlage (Naturumlaufsystem)
- Warmwasserbereitung mit bivalentem Warmwasserspeicher
- Warmwasserbereitung mit Solar- und Warmwasserspeicher
- Heizungsunterstützung mit einem Kombispeichersystem
- Heizungsunterstützung mit Warmwasser- und Heizungs-pufferspeicher.

Nach Eingabe der geforderten Daten lässt sich der Betrieb der Anlage über den Zeitraum eines Jahres nachbilden. Aus dieser Simulation erstellt das Programm zum Abschluss einen leicht verständlichen Projektbericht mit einer übersichtlichen Darstellung aller Ergebnisse und einer Anlagenübersicht. Die Berechnung der Ertragsprognosen basiert auf der Bilanzierung der Energieströme und auf stündlich eingehenden meteorologischen Eingangsdaten. Das Programm verfügt über eine große Auswahl von Klimadaten, die etwa 150 Standorte in Deutschland, Österreich und der Schweiz umfasst.

## Programmstart

Startet der Nutzer eine Demoauführung der Express-Version, stellt ihm ein Dialogfeld zunächst die Frage, ob er mit dieser Version fortfahren oder ob er eine Vollversion registrieren möchte. Für letztere benötigt er einen Freischaltcode, den er unter Angabe der Seriennummer des gekauften Programms beim Hersteller an-

fordern kann. Nach einem Klick auf den Button für die Demoversion öffnet sich die „Willkommen“-Seite mit einer allgemeinen Beschreibung des Programms. Hinter dem dort außerdem angebotenen Link „Handbuch“ verbirgt sich ein pdf-Dokument, das nicht nur die Bedienung des Programms und die Bearbeitung von Projekten beschreibt, sondern auch in aller Kürze in die Grundlagen der Solarthermie einführt – eine wertvolle Hilfe für alle, die sich nicht täglich mit dieser Technik befassen und trotzdem die Kollektorfläche und das Speichervolumen eines thermischen Solarsystems ermitteln wollen. Die nächste Seite („Start“) lässt sich entweder im Programmsteuerbereich („Zurück“- und „Weiter“-Button) oder über ein Symbol in der Navigatorleiste aufrufen. Auf der Startseite muss sich der Nutzer entscheiden, ob er ein neues Projekt anlegen oder ein vorhandenes bearbeiten will. Die für eine neu zu erstellende Anlage benötigten Klimadaten lassen sich nach einem Klick auf den Button „Auswahl“ aus einer umfangreichen Liste von Datensätzen auswählen. Hinter dem Button „Einstellungen“ verbirgt sich ein Dialogfeld mit drei Registern, in denen folgende Vorgaben und Informationen eingegeben werden sollten:

- Das Register „Auslegung“ dient einigen Voreinstellungen für den Klimadatensatz, den Kollektortyp und verschiedene Systemtemperaturen. Diese Einstellungen erscheinen automatisch im Programm, wenn ein neues Projekt geöffnet wird.
- Im Register „Projektbericht“ kann der Nutzer den Namen und die Anschrift seines Unternehmens eintragen. Diese Eintragungen erscheinen im Kopf des Projektberichts und gelten für alle folgenden Projekte. Außerdem kann ein Firmenlogo

(im Bitmap-Format) eingefügt werden.

- Auf der Registerlasche „Verzeichnisse“ lassen sich die Speicherorte der abgelegten Klimadaten anzeigen sowie die Standardwerte wiederherstellen.

## Anlagenhydraulik

Die Seite Anlagenhydraulik dient zur Auswahl der Systemverschaltung. Der Nutzer hat die Wahl zwischen drei Systemen zur Warmwasserbereitung und zwei Systemen zur Warmwasserbereitung mit Heizungsunterstützung. Durch Klicken auf die Schaltfläche „Weiter“ wird das ausgewählte System für die weitere Simulation übernommen.

## Trinkwarmwasser

Um die Leistung einer Solarthermieanlage berechnen zu können, muss u. a. der Trinkwarmwasserverbrauch bekannt sein, was allerdings selten der Fall sein dürfte. Der Verbrauch lässt sich allerdings über die Anzahl der im Haushalt lebenden Personen genügend genau ermitteln. Im Dialogfeld „Trinkwasser“ wird deshalb in den meisten Fällen die Personenzahl anzugeben sein. Das Programm errechnet den Bedarf dann automatisch aus dem Wert, der in den Voreinstellungen festgelegt wurde. Die nächsten Fragen gelten der Zirkulation (die Frage ist nicht sichtbar, wenn ein Thermosyphonsystem gewählt wurde), der Warmwasser-Solltemperatur und dem Verlauf der Kaltwassertemperaturen.

## Heizwärmebedarf

Zunächst geht es wie auf der vorherigen Seite um die Frage nach dem Energiebedarf: Falls der Heizleistungswärmebedarf bekannt ist, muss die Option „Ja“ angeklickt werden. Im anderen Fall benötigt das Programm Angaben zur beheizten Nutzfläche, zur Heizungsart, zur Gebäude-

**Tafel 1 Systemanforderungen**

<b>Hardware</b>	Pentium II 266 MHz, 128 MB RAM, 24 MB freier Festplattenspeicher und weiterer freier Festplattenspeicher für die Meteo-Daten, 94 MB Maximalbedarf bei Vollinstallation, CD-Laufwerk, Bildschirm: 1024 x 768 Pixel
<b>Betriebssysteme</b>	Windows 2000, Windows XP
<b>Sonstiges</b>	Internet Explorer 5.01 oder höher, Data Access Components (MDAC) 2.8



durch Nachheizen mit Erdgas, Öl, Biomasse oder Strom gewonnen werden. Um die dabei entstehenden Kosten berücksichtigen zu können, ist hier die entsprechende Auswahl zu treffen.

**Ergebnisse**

Nach dem Klicken des „Weiter“-Buttons auf der Seite „Auslegung“ öffnet sich die Seite „Ergebnisse“ und darüber das Fenster „Variationsergebnisse“ mit einer Grafik, die die benötigte Kollektorfläche in Abhängigkeit vom Deckungsanteil darstellt (Bild 1). Nach dem Schließen dieses Fensters zeigt sich dem Nutzer ein Dialogfeld mit der Möglichkeit, die Kollektorfläche entweder manuell einzugeben oder automatisch berechnen zu lassen. Die Funktion der beiden Optionen lässt sich anschaulich demonstrieren: Ändert der Nutzer die Größe der Kollektorfläche manuell, ändert sich automatisch der Prozentsatz des Deckungsanteils, was im Infokasten in der Mitte des Feldes abzulesen ist.

Ändert er (bei der Einstellung „automatische Ermittlung“) den vorgegebenen Deckungsanteil, ändert sich automatisch die Kollektorfläche. Diese gegenseitige Abhängigkeit lässt sich logischerweise auch aus dem Diagramm „Variationsergebnisse“ ablesen. Klickt der Nutzer nun auf den Button „Simulation“, simuliert das Programm mit den eingegebenen Werten einen einjährigen Betrieb der Kollektoranlage und erstellt einen Projektbericht, dem sich alle Daten des Projekts entnehmen lassen.

**Programmversion für den Fachplaner**

T-Sol Professional ist ein Simulationsprogramm zur Planung und professionellen Auslegung von thermischen Solaranlagen. Bei einer Einbindung von Zusatzmodulen (Schwimmbad- und Großanlagenmodul) ist auch der Einsatz bei der Realisierung von Großprojekten möglich. Zielgrup-

typologie und zum angestrebten Wärmeschutzstandard. Aus diesen Informationen und aus den Werten, die der zuvor gewählte Klimadatensatz für den Standort liefert (stündliche Globalstrahlung und Außentemperatur), errechnet das Programm den stündlichen Heizwärmebedarf.

**Kollektorfeld**

Der Kolleortyp sowie dessen Aufstell- und Ausrichtungswinkel sind die wichtigsten Parameter, für die im Dialogfeld „Kollektorfeld“ Angaben gemacht werden müssen. Des Weiteren sind Fragen zur Rohrleitung zwischen Kollektorfeld und Speicher zu beantworten. Die Punkte im Einzelnen:

Bei den **Kollektoren** stehen qualitativ unterschiedliche Flach- und Vakuumkollektoren sowie eine unverglaste Absorbermatte zur Auswahl.

Der **Neigungswinkel** bezeichnet den Winkel zwischen der Horizontalen und der Kollektorebene. Er kann zwischen 0° (horizontale Montage) und 90° (vertikale Montage) variieren. Nach der Eingabe des Werts zeigt ein rechts daneben stehendes Symbol den Winkel auch optisch an.

Der **Ausrichtungswinkel** ist der Winkel zwischen der tatsächlichen Ausrichtung des Kollektors und der Süd-Himmelsrichtung. Der Ausrichtungswinkel ist Null, wenn der Kollektor genau nach Süden zeigt; er wird negativ bei Ausrichtungen nach Osten und positiv für Ausrichtungen nach Westen (Süden = 0°; Osten = -90°; Westen = 90°; Norden = 180°). Auch hier verdeutlicht ein Symbol die Winkelgröße.

Die **Länge der Verrohrung** ist für die Berechnung der Wärmeverluste zwischen Kollektorfeld und Speicher von Bedeutung (sie lässt sich nicht eingeben, wenn ein Thermosyphonsystem gewählt wurde). Die Dimensionierung der Rohrleitungen erfolgt automatisch für einen Volumenstrom von 0,5 m/s, die Dicke der Wärmedämmung wird nach DIN ermittelt und für die Verlustberechnung zugrunde gelegt.

**Auslegung**

Das Programm benötigt zur Berechnung der erforderlichen Kollektorfläche die Angabe des Deckungsanteils. Darunter ist das Verhältnis von nutzbarer Solarenergie zur aufgewandten Energie zu verstehen. Es beträgt bei Anlagen zur Warmwasserbereitung für Einfamilienhäuser in Mitteleuropa bis zu 60 %. Da die Effizienz einer Solaranlage mit steigendem Deckungsanteil sinkt, sollte ein Wert unterhalb dieses maximalen Prozentsatzes gewählt werden. Bei Anlagen, die auch zur Heizungsunterstützung eingesetzt werden, ist der erzielbare Deckungsanteil stark vom Wärmestandard des Hauses abhängig. Sinnvolle Werte liegen zwischen 10 und 30 %.

Im Dialogfeld folgt dann die Frage nach der Größe des Warmwasserspeichers. Der Nutzer kann den Speicherinhalt vorgeben oder (nach Aktivierung des Kästchens „automatische Auswahl“) durch das Programm errechnen lassen. Grundlage dafür ist der in den Einstellungen angegebene Verbrauch. Der Teil der Energie, der nicht durch die Solarkollektoren gedeckt werden kann, muss

pe sind Ingenieure und Handwerksmeister aus dem Bereich der Heiz- und Gebäudetechnik.

## Auslegungsassistent

Nach dem Start des Programms hat der Nutzer die Möglichkeit, entweder ein bestehendes Projekt zu bearbeiten oder ein neues zu erstellen. Nach einigen Voreinstellungen (beispielsweise für Klimadaten, Verbrauch, Kollektoren, Verschattung, Speicher und Nachheizung) kann er aus einer großen Anzahl von vorkonfigurierten Anlagensystemen die gewünschte Variante auswählen. Noch komfortabler lassen sich alle diese Einstellungen und Aus-

wahlen über den Auslegungsassistenten vornehmen, der den Nutzer sicher durch die Berechnungen führt.

## Simulation und Wirtschaftlichkeitsberechnung

Danach kann der Nutzer ein Simulationsprogramm aufrufen, das einen monatlichen oder ganzjährigen Betrieb der konfigurierten Anlage nachbildet und die Resultate in einem Projektbericht festhält. Die Resultate lassen sich zudem in einer Datei speichern, am Bildschirm in vielfältiger Weise darstellen und auch ausdrucken. Besonders anschaulich: Das Programm

kann die Temperaturzustände im System farbig darstellen und damit das dynamische Verhalten der Anlage im Zeitraffer visualisieren. Mit der Software ist es nicht zuletzt möglich in Anlehnung an die VDI 2067 die Wirtschaftlichkeit der Anlagenvariante zu berechnen. Auf einem separaten Ausdruck werden der solare Wärmepreis sowie die dynamische Amortisationszeit übersichtlich zusammengestellt.

Die aktuelle Version 4.5 enthält folgende neue Features:

- Integration der neuen EnEV-Vorgaben
- mehrere Kollektorfelder zur

Berechnung einer Solaranlage auf Ost-West-Dächern

- automatische Internet-Updatefunktion.

## Lösung für die detaillierte Untersuchung

Die Expert-Variante ist ein Simulationsprogramm für Experten, die sich mit den physikalischen Zustandsänderungen einer Solaranlage auseinandersetzen wollen. Es dient Forschern zu wissenschaftlichen Zwecken und Fachplanern, Entwicklern sowie Gutachtern für die Optimierung von Komponenten und Systemen sowie dem Monitoring. Das Programm bietet neben den Leistungen der Professional-Version folgende zusätzliche Programmmerkmale:

**Parametervariation.** Der Nutzer kann eine automatische Variation von Parametern durchführen und dabei deren Einfluss auf den Deckungsanteil, den Nutzungsgrad und den Fremdenergiebedarf ermitteln und visuell darstellen.

**Monitoring.** Über einen Datenimport können Messwerte bearbeitet, ausgewertet und in das T-Sol-Format konvertiert werden. Dadurch ist es möglich, Solaranlagen mit den realen Messwerten der Eingangsgrößen zu simulieren und das Simulationsergebnis mit dem realen Ertrag der Anlage zu vergleichen.

**Energiebilanz.** Sämtliche Energieströme des Systems werden ermittelt, in einer Tabelle ausgegeben und als Fließbild (Senkeydiagramm) dargestellt. So ist es möglich, die Verluste einzelner Komponenten des Systems detailliert darzustellen.

**Meteosynthese.** Das Programm kann aus monatlichen Mittelwerten von Sonneneinstrahlung und Temperatur stündliche Werte generieren, die für die Simulation eines Solarsystems erforderlich sind. Dadurch ist das Eingeben eigener sowie aktueller Klimadaten möglich. Über die mitgelieferte Datenbank stehen dem Nutzer fast 2000 Standorte weltweit mit Strahlungs- und Temperaturdaten zur Verfügung.

Die aktuelle Version 4.5 ist außerdem mit einem Zusatzmodul zur Berechnung solarer Nahwärmesysteme ausgestattet.

H. Buers

## Begriffserläuterungen

**Aufstellwinkel.** Der Aufstellwinkel (Neigungswinkel) beschreibt den Winkel zwischen der Waagerechten und der Kollektorfläche.

**Ausrichtung.** Die Ausrichtung bzw. der Azimutwinkel beschreibt die Abweichung der Normalen der Kollektorfläche von der Südrichtung. Sie beträgt 0°, wenn die Fläche genau nach Süden ausgerichtet ist. Der Azimutwinkel wird positiv bei Ausrichtungen in Richtung Westen und negativ bei Ausrichtungen in Richtung Osten. Eine Ausrichtung nach Westen entspricht damit +90°, eine Ausrichtung nach Osten -90°.

**Bezugsfläche.** Die spezifischen Kollektorkennwerte beziehen sich in der Regel nicht auf die Bruttofläche, sondern auf eine Bezugsfläche, die den Testberichten der Prüfinstitute entnommen ist. Bei Flachkollektoren ist die Bezugsfläche je nach Testinstitut die Absorberfläche oder die Aperturfläche. Bei Röhrenkollektoren (z. B. mit Spiegelkonstruktionen mit senkrecht stehendem Absorber) ist sie häufig ohne praktischen Bezug, also eine rein theoretische Größe.

**Bruttofläche.** Die Bruttofläche berechnet sich aus den äußeren Abmessungen des Kollektors; die spezifischen Kollektorkennwerte beziehen sich in der Regel nicht auf die Bruttofläche, sondern auf eine Bezugsfläche.

**Dachparallel.** Dachparallel bedeutet, dass die Kollektormodule mit einem Abstand parallel

über der Dachhaut montiert werden.

**Dachintegriert.** Dachintegriert bedeutet, dass die Dachhaut teilweise entfernt wird und die Kollektormodule selbst die Dachhaut bilden.

**Deckungsanteil.** Der Deckungsanteil ist das Verhältnis der dem Bereitschaftsspeicher vom Solarsystem zugeführten Energie zur Summe der dem Bereitschaftsspeicher zugeführten Energie (Solarsystem und Zusatzheizung).

**Energiebilanz.** Die Summe aus den zugeführten Energien, den abgeführten Energien sowie der Speicherung von Energie durch die Wärmekapazität der Anlagenkomponenten muss gleich Null sein. Die Bilanzierung geschieht nicht pauschal für die gesamte Anlage, sondern für die einzelnen Anlagenkomponenten.

**Ertrag, solarer.** Vom Kollektorkreis abgegebene Energie

**Installierte Leistung.** Die installierte Leistung eines Solargenerators ist die Spitzenleistung, die dieser bei senkrechter Sonneneinstrahlung mit 1000 W/m<sup>2</sup> abgeben würde. Sie wird daher in W<sub>p</sub> oder kW<sub>p</sub> angegeben. Das „p“ steht für „peak“ = Spitze.

**Jahresheizwärmebedarf.** Die gesamte Energie, die im Laufe eines Jahres zur Gebäudeerwärmung aufgebracht werden muss

**Kollektorkreisnutzungsgrad.** Quotient aus der vom Kollektorkreis abgegebenen und der auf die Kollektorfläche (Bezugsfläche) eingestrahlenen Energie

**Konversionsfaktor.** Gibt an, welcher Anteil der eingestrahlenen Energie bei senkrechtem Einfall vom Kollektor absorbiert wird, wenn die Kollektortemperatur gleich der Umgebungstemperatur ist.

**Norm-Gebäude-Wärmestrombedarf.** Die Heizleistung, die erforderlich ist, um die Rauminnentemperatur des Gebäudes bei Norm-Außentemperatur auf dem Sollwert zu halten. Die Kessel-nennleistung muss größer sein als der Norm-Gebäude-Wärmestrombedarf.

**Simulation.** Untersuchung des Einflusses der Umgebungsbedingungen, des Verbraucherverhaltens und der unterschiedlichen Komponenten

**Systemnutzungsgrad.** Quotient aus vom Solarsystem abgegebener und auf die Kollektorfläche (Bezugsfläche) eingestrahelter Energie

**Tagesverbrauch.** Der durchschnittliche Warmwasserverbrauch pro Tag. Üblich sind Werte von 35 bis 45 l pro Person und Tag bei 50 °C Wassertemperatur.

**Volumenstrom.** Der Volumenstrom für das Kollektorfeld wird in l/h angegeben und kann entweder absolut oder bezogen auf die Kollektorfläche festgelegt werden.

**Zusatzheizung.** Bewirkt, dass bei nicht ausreichender Sonneneinstrahlung die Solltemperatur erreicht wird. Sie versorgt gegebenenfalls auch die Heizkreise.

Quelle: Dr. Valentin