

## Berechnung

# Normgerechte Simulation von Solaranlagen für Sonnenhäuser

Dipl.-Ing. Architekt Gerd Burkert, der-energie-coach.net, Ludwigsburg

Für die Berechnung des Energieertrags von großen Solarkombianlagen mit Langzeitwärmespeichern bei Sonnenhäusern ist das Standardberechnungsverfahren nach DIN V 18599 nicht geeignet. Hier muss auf eine normgerechte Simulation ausgewichen werden.

Solare Energiegewinne tragen erheblich dazu bei, die erforderlichen Höchstwerte des Jahres-Primärenergiebedarfs einzuhalten bzw. aus Gründen der Förderung zu unterschreiten. Dabei muss die Simulation aber konform mit der Energieeinsparverordnung (EnEV) gehen und rechtlich haltbar sein, um in den Genuss von Fördermitteln zu gelangen.

Bei der Berechnung von Solaranlagen kann nach DIN V 18599 auf die Verwendung von Simulationsprogrammen zurückgegriffen werden.

### ■ Solare Kombianlagen

DIN V 18599 Teil 5 Nr. 6.4.1: „Die Ermittlung der Wärmebedarfsdeckung durch die Solaranlagen zur Heizungsunterstützung (Kombianlagen) erfolgt nach anerkannten Regeln der Technik bzw. unter Hinzuziehung der dokumentierten Rechenergebnisse *anerkannter Simulationsprogramme*.“

### ■ Rechengang für große Kombianlagen

DIN V 18599 Teil 5 Nr. 6.4.1.4: „Der Energieertrag von großen Kombianlagen ist von einer Vielzahl von Betriebsparametern abhängig. Dies ist vor allem dann der Fall, wenn Langzeitwärmespeicher in diese Anlagen integriert sind. Eine Berechnung des

Energieertrags von großen Kombianlagen mit Langzeitwärmespeichern ist mit dem in diesem Dokument angegebenen Rechenverfahren *nicht möglich*. [...] Für Solaranlagen, für die in diesem Dokument kein Rechenverfahren beschrieben ist, kann die Ermittlung des Energieertrags mit den *zur Auslegungsplanung verwendeten Simulationsprogrammen* durchgeführt werden.“

### ■ Solaranlagen zur Trinkwassererwärmung

DIN V 18599 Teil 8 Nr. 6.4.1: „[...] (alternativ können auch die Ergebnisse von Simulationsrechnungen verwendet werden, sofern die Simulation mit den *gleichen Randbedingungen* durchgeführt wird, die bei dem Rechenverfahren in diesem Dokument zu Grunde gelegt wurden).

### ■ Randbedingungen

In der Tabelle 3 im Teil 10 der DIN V 18599 sind Richtwerte der Nutzungsrandbedingungen für die energetische Bewertung von Wohngebäuden aufgeführt.

Hier wird nicht mehr wie in DIN V 4108-6 von einer mittleren Gebäude-Innentemperatur von 19 °C ausgegangen. Die Raum-Solltemperatur im

Heizfall beträgt nach DIN V 18599 nun 20 °C.

Der Wärmebedarf für Trinkwasser wird ebenfalls nicht mehr mit pauschal 12,5 kWh/m<sup>2</sup>a bezogen auf die Gebäudenutzfläche  $A_N$  angenommen, sondern beträgt für Einfamilienhäuser 12 kWh/m<sup>2</sup>a und für Mehrfamilienhäuser 16 kWh/m<sup>2</sup>a bezogen auf die beheizte Wohnfläche.

Das in der Berechnung von Wohn- und Nichtwohngebäuden zugrunde gelegte Referenzklima Deutschland entspricht dem Standort Würzburg und muss zum Zwecke der Vergleichbarkeit der Gebäude im öffentlich-rechtlichen Nachweis immer angewendet werden.

### ■ Simulation

Für eine normgerechte Simulation mit *gleichen Randbedingungen* für den öffentlich-rechtlichen Nachweis bedeutet das, die Solaranlage muss mit dem vorgegebenen Nutzwärmebedarf für Trinkwarmwasser und dem Referenzklima Deutschland berechnet werden.

Für die Auslegung der Anlage sollte aber zusätzlich eine zweite Simulation mit dem tatsächlich zu erwartenden Trinkwarmwasserbedarf nach Anzahl der Bewohner und dem wirklich vorhandenen Klima am realen Stand-

ort durchgeführt werden. Da Unterschiede im Standort bei Solarhäusern einen bis zu 10 % abweichenden solaren Deckungsgrad bewirken können, muss das Sonnenhaus Kriterium Solarer Deckungsgrad  $SD \geq 50\%$  in jedem Fall auch Standortbezogen erfüllt werden.

### ■ Berechnung Solarer Deckungsgrad

Der Solare Deckungsgrad ( $SD_{sim}$ ) wird in den meisten Simulationsprogrammen als Verhältnis der Bruttoeinträge der Solaranlage ( $S_{sol}$ ) zum Gesamteintrag aus Solaranlage und Zusatzheizung ( $S_2$ ) in den Speicher definiert.

$$SD_{sim} = S_{sol} / (S_{sol} + S_2)$$

Das bedeutet aber, dass bei dem Input-orientierten Wirkungsgrad auch die Überschüsse im Sommer mitberücksichtigt werden, was zu einer Überbewertung des Solaren Deckungsgrades führt. Nach EnEV darf aber nur der für die Trinkwassererwärmung und Raumheizung nutzbare Anteil des Solareintrages bewertet werden,

welcher mit derzeit verfügbaren Simulationsprogrammen nicht ermittelt werden kann. Darum muss man sich im Moment noch mit einer Zweifachberechnung behelfen. Zuerst wird die Anlage mit ausgeschalteter Solarpumpe simuliert, um die reinen Energieerträge der Zusatzheizung ohne solare Unterstützung zu erhalten ( $Q_{z,aus}$ ). Danach wird mit aktiver Solaranlage simuliert und erhält somit den, neben dem Solarertrag, zusätzlich noch benötigten Nachheizbedarf ( $Q_{z,an}$ ). Die Differenz der Nachheizbedarfe aus beiden Rechendurchgängen wird nun ins Verhältnis zum reinen Energieeintrag der Zusatzheizung gesetzt, um den für die Trinkwassererwärmung und Raumheizung nutzbaren Solaren Deckungsgrad zu erhalten.

$$SD_{nutz} = (Q_{z,aus} - Q_{z,an}) / Q_{z,aus}$$

Das führt zu einem etwas niedrigeren aber realistischeren Solaren Deckungsgrad, als der im Simulationsprogramm ausgewiesene.

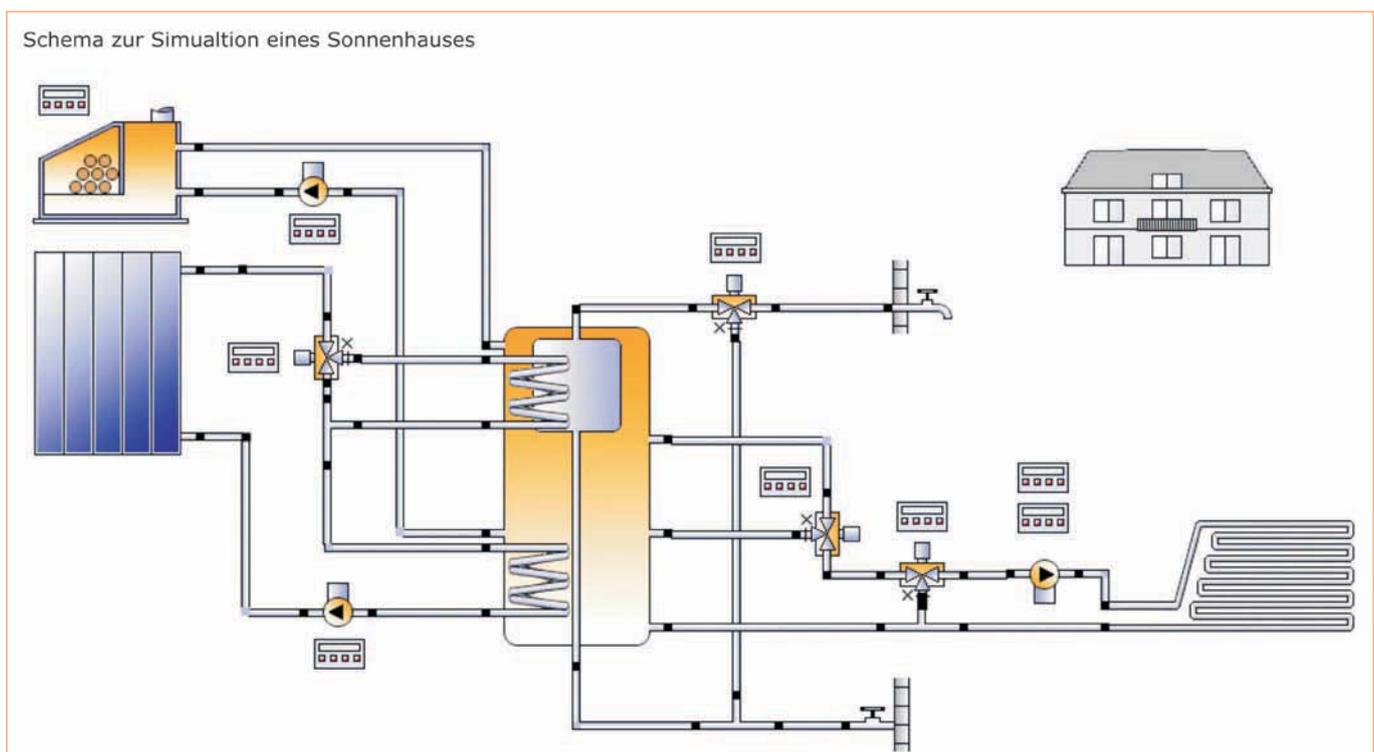
Das Gesetz zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich

(Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz – EEWärmeG) kann bei Nutzung von solarer Strahlungsenergie dadurch erfüllt werden, dass der Wärmeenergiebedarf zu mindestens 15 % hieraus gedeckt wird. Der Wärmeenergiebedarf wird dort definiert als die zur Deckung des Wärmebedarfs für Heizung und Warmwasserbereitung jährlich benötigte Wärmemenge, einschließlich der Aufwände für Übergabe, Verteilung und Speicherung. Nach DIN V 18599 entspricht das  $Q_{h,outg} + Q_{w,outg}$ . Der Solare Deckungsgrad ergibt sich dann aus dem Verhältnis des solaren Energieertrags für Heizung und Warmwasser zum Wärmeenergiebedarf nach EEWärmeG.

$$SD = (Q_{h,sol} + Q_{w,sol}) / (Q_{h,outg} + Q_{w,outg})$$

### ■ Gewichtung Trinkwasser und Heizung

Der gesamte solare Energieertrag der Kombianlage ( $Q_{K,sol}$ ) wird als Jahresenergieertrag, bezogen auf eine Referenzanlage ermittelt und dann auf die einzelnen Monate umgerechnet.



Hier könnte die Schnittstelle zu einer Solaranlagensimulation sein, die einen monatsweise simulierten Ertrag an die DIN V 18599 übergibt. Der gesamte solare Energieertrag setzt sich dort aus den Teilen für Trinkwarmwasser und Heizung zusammen.

$$Q_{K,sol} = Q_{h,sol} + Q_{w,sol}$$

Dabei ist der Energieertrag der Kombianlage zur Trinkwassererwärmung nach DIN V 18599-8 der Anteil am gesamten solaren Energieertrag aus dem Verhältnis ( $f_{K,w}$ ) der Trinkwasserwärmelast ( $Q_{w,outg}$ ), bezogen auf die gesamte Wärmelast ( $Q_{w,ges}$ ).

$$Q_{w,sol} = Q_{K,sol} \cdot f_{K,w}$$

$$f_{K,w} = Q_{w,outg} / Q_{w,ges}$$

Die Gewichtung nach Trinkwarmwasser und Heizung erfolgt dann also erst in der DIN V 18599.

### ■ Speicherverluste

Nach DIN V 18599-8 sind die Wärmeverluste von Speichern oder Speicherbereichen, die ausschließlich der Speicherung der Solarwärme dienen, bereits im Energieertrag ( $Q_{w,sol}$ ) berücksichtigt. Da sich bei solaren Kombianlagen der Trinkwasserspeicher im Solaren Heizkreispufferspeicher befindet, kann man für diesen die Bereitschaftsverluste vernachlässigen. Das geht im SONNENHAUS aber nur, weil das solare Überangebot im Sommer die Verluste des Trinkwasserspeichers aufhebt. Und bei niedrigen Vor- und Rücklauftemperaturen erreicht der Speicher auch nicht immer die für den Trinkwasserbereich notwendige Temperatur, was dann zu realen Verlusten des Trinkwasserspeichers führen kann. Der Solare Pufferspeicher hingegen wird nur bei der Heizung berücksichtigt. Und hier kommt die Speicherabwärme der Raumheizung zugute, wenn sich der Speicher im beheizten Gebäudevolumen befindet. Der Verlust des Speichers ( $Q_{h,s}$ ) ent-

spricht dann dem unregelmäßigen Wärmeeintrag ( $Q_{i,h,s}$ ). Der Bereitschaftswärmeverlust des Solarspeichers ( $q_{B,s}$ ) muss gemäß DIN V 18599-5 eigentlich nach DIN V 4753-8 gemessen werden. Das vereinfachte Verfahren den Bereitschaftswärmeverlust aus dem Speicher-Nenninhalt zu ermitteln, ist nur für Pufferspeicher bis zu einem Volumen von 1.500 Litern und, für den Fall wenn nicht gemessen wurde, vorgesehen. Also ist auch diese Vorgehensweise für die Berechnung von SONNENHÄUSERN mit sehr großen Langzeitwärmespeichern nicht geeignet. Die Speicherverluste, sowie die Verluste für Verteilung und Übergabe, müssen dann simuliert werden, wobei sie sich nur schwer eindeutig anteilmäßig der Solaranlage bzw. der Nachheizung zuordnen lassen.

### ■ Zusatzheizung

Durch eine große Solaranlage mit hoher Deckung des Wärmebedarfs reduziert sich die Nachheizperiode des Pufferspeichers, also die Zeit in der der Heizkessel überhaupt in Betrieb ist. Allerdings verlängern sich die Brennerlauf- bzw. Volllastbetriebszeiten des Kessels innerhalb der Heizzyklen durch die Möglichkeit der Pufferung. Dieser Effekt wird in der Norm – insbesondere bei Biomassekesseln – nicht ausreichend berücksichtigt. Im Gegenteil, je höher der solare Deckungsanteil, desto schlechter der Wirkungsgrad, weil von einer geringeren Auslastung des Kessels ausgegangen wird. In SONNENHÄUSERN werden aber mittlerweile sehr leistungsfähige, schadstoffarme und effiziente Kachelofeneinsätze verwendet, die aus technischer Sicht annähernd wie geregelte Holzvergaserkessel zu bewerten sind. Auch bei der Beurteilung der Nachheizung wird das Verfahren der DIN V 18599 der bereits gebauten Realität nicht gerecht.

### ■ Fazit

Eine normgerechte Berechnung des Solarertrages kann derzeit rechtlich nicht verlässlich gewährleistet werden. Es fehlt an klaren Randbedingungen für die Simulation und es wird auch nicht weiter ausgeführt, bei welchen Anbietern man von anerkannten Simulationsprogrammen ausgehen darf. Vor allem aber ist nach wie vor unklar, wie man mit den Ergebnissen einer Solaranlagensimulation in der DIN V 18599 verfahren soll. Hier ist der Normengeber dringend gefordert, um die in der Realität bereits seit Jahren hervorragend funktionierenden Systeme normgerecht abbilden zu können. Hier scheinen Normen und Verordnungen der Realität weit hinterherzuhinken. Ohnehin wäre es sinnvoll ergänzend zur DIN V 18599 dynamische Simulationsverfahren als Nachweisinstrument für Gebäude und Anlagentechnik zuzulassen und hierfür Randbedingungen zu schaffen. Da der Energiebedarf von effizienten Gebäuden wesentlich von passiver und aktiver Sonnenenergienutzung, Speicherkapazitäten und internen Wärmequellen abhängt, lassen sich diese nicht mehr realitätsnah mit einem statischen Verfahren abbilden.

Immer wenn Norm und Verordnung Unklarheiten aufweisen, muss der Planer eine ingenieurmäßige Annahme treffen, was in diesem Fall aber eine gewisse Bandbreite an Ergebnissen zulassen würde. Darum bieten bislang auch nur wenige EnEV-Software-Hersteller die Möglichkeit einer Einbindung von Simulationsergebnissen an. Es bleibt zu hoffen, dass sich dieser Zustand bald ändern wird und dem Planer ein Werkzeug an die Hand gegeben wird, mit dem er SONNENHÄUSER, die sich bereits seit Langem in der Praxis erfolgreich bewährt haben, auch normgerecht abbilden kann.