

Empfehlung zur Verwendung einheitlicher Kenndaten für thermische Solaranlagen

Vorbemerkungen

In den Normen und Richtlinien für solarthermische Komponenten und Systeme gibt es teilweise unterschiedliche Definitionen von Kennwerten, Leistungsdaten und Berechnungsverfahren. Werden diese ohne weiteren Bezug in Herstellerunterlagen oder Angeboten verwendet, kann dies bei Handwerksbetrieben und Endkunden zu Irritationen führen. Darüber hinaus haben sich in der Kommunikation zu solarthermischen Anlagen einige Begrifflichkeiten etabliert, die nicht eindeutig definiert sind oder sich in der Verwendung von ihrer normativen Grundlage entfernt haben.

Um im Handwerk und bei Investoren für eine größtmögliche Transparenz hinsichtlich der Eigenschaften von solarthermischen Anlagen zu sorgen, haben der BDH und der BSW-Solar eine Initiative zur einheitlichen Verwendung von Kenn- und Leistungsdaten gestartet. Die wissenschaftliche Grundlage wurde im Auftrag der beiden Verbände vom in.RET - Institut für Regenerative Energietechnik, Fachhochschule Nordhausen erarbeitet.

Die nachfolgenden Empfehlungen richten sich an Hersteller bzw. Inverkehrbringer von solarthermischen Komponenten und Systemen. Sie folgen dem Grundsatz, dass Leistungs- und Kenndaten zu Kollektoren und Anlagen möglichst einheitlich auf europäischer Ebene gewählt werden sollten, sofern dieses sinnvoll und möglich ist. Generell basieren die Empfehlungen auf aktuellen Normen / Richtlinien und werden bei Änderungen angepasst.

Kollektorkenn- und Kollektorleistungsdaten

Das europäische Solar Keymark (SK) als Gütezeichen für Solarkollektoren und -anlagen wird von den Branchenverbänden BDH und BSW-SOLAR befürwortet und unterstützt. Zur SK-Zertifizierung gehört ein spezielles Datenblatt, in dem die wesentlichen Solarkollektorkenn- und -leistungsdaten erfasst sind. Diese Daten werden auf definierter normativer Grundlage erstellt und sind für den Endkunden jederzeit im Internet einsehbar¹.

Empfehlung:

Hersteller und Lieferanten von Solarkollektoren sollten das SK-Datenblatt verwenden, um gegenüber dem Planer von Solaranlagen, dem Installationsunternehmen sowie dem interessierten Anwender die Kollektorkenn- und -leistungsdaten vollständig zu dokumentieren.

Kollektorjahreserträge

Es existieren zwei etablierte Verfahren zur Ermittlung des Kollektorjahresertrags:

Die Kollektorertragsvorhersage nach Randbedingungen des Instituts für Thermodynamik und Wärmetechnik (ITW) der Universität Stuttgart wird vom Prüfinstitut für den Standort Würzburg für einen bestimmten Kollektortyp mit einer Aperturfläche von 5 m² ermittelt und in kWh/m²/a angegeben (Bezug Aperturfläche). Sie basiert auf einer TRNSYS-Simulation, in der eine einfache solare Trinkwassererwärmung definiert ist. Während die Kollektorkennwerte nach DIN EN 12975 jeweils angepasst werden, bleibt der Systemaufbau mit Kollektorkreis und bivalentem Solarspeicher immer

¹ Vgl. <http://www.estif.org/solarkeymarknew/index.php> bzw. direkt zur Liste aller zertifizierten Solarkollektoren: <http://solarkey.dk/solarkeymarkdata/qCollectorCertificates/ShowQCollectorCertificatesTable.aspx>

gleich. Auch alle Randbedingungen für die Kollektorkreisregelung, für den Solarspeicher, für die Nachheizungsregelung und für das Zapfprofil bleiben erhalten.

Der Collector Annual Output (CAO) wird nach den Solar Keymark Regeln (ScenoCalc-Verfahren) als Jahresertrag (kWh/a) ebenfalls aus den Kollektorkennwerten nach DIN EN 12975 berechnet. Für jede Stunde des Jahres wird die Nutzenergiemenge berechnet, die ein Solarkollektor bei vorgegebener Neigung in Südausrichtung erzielt, wenn seine Fluidmitteltemperatur mit einem konstanten Wert vorgegeben wird. Der CAO ist die Jahressumme der Nutzenergie über alle Stunden des Jahres.

Empfehlung:

Bei Verwendung von ITW- Kollektorertragsvorhersagen sind der Standort (Würzburg) sowie die verwendete Kollektorapertur-Fläche (5 m²) mit anzugeben.

Der CAO-Ertrag des Kollektors ist für Deutschland mit dem Standort Würzburg zu berechnen, die mittlere Fluidmitteltemperatur soll dabei mit 50°C gewählt werden. Der spezifische CAO-Ertrag in kWh/m²/a bezieht sich auf die Aperturfläche.

Besonders bei werblichen Veröffentlichungen zum Kollektorjahresertrag sollte darauf hingewiesen werden, dass es sich jeweils um Kennwerte des Kollektors handelt und nicht um die tatsächlich zu erwartenden Erträge der realen Solaranlage.

Anlagenleistungsdaten

In der Norm DIN EN 12977-2 2012-06 (Anhang 2) sind die Referenzbedingungen für Jahresertragssimulationen von Standard-Solaranlagen festgelegt. Mit deren Hilfe können der solare Deckungsanteil f_{SOL} für solare Trinkwasservorwärmanlagen sowie die anteilige Energieeinsparung f_{SAV} für solare Trinkwassererwärmungsanlagen und Kombianlagen zur Trinkwassererwärmung und Heizungsunterstützung ermittelt werden.

Empfehlung:

Kennwerte zu kompletten Anlagen sind auf Basis der Referenzbedingungen aus DIN EN 12977-2 zu erstellen. Ist das nicht möglich oder sinnvoll, sollten abweichende Auslegungsbedingungen benannt werden, um beim Anlagenbetreiber keine falschen Erwartungen besonders hinsichtlich der Einsparung zu wecken.

Anhang 1 zu diesem Papier macht ergänzende Angaben für Simulationsrechnungen von Standard-Solaranlagen, die in der Norm nicht genannt wurden.

Bei projektbezogenen Simulationen sollten die Referenzbedingungen nur dann verändert werden, wenn dies zwingend erforderlich ist. Die Berechnung ist möglichst transparent zu machen, damit die Entscheider in der Lage sind, verschiedene Systemvorschläge und Komponenten miteinander zu vergleichen.

Falls das Ergebnis einer Simulation nicht vollständig zur Verfügung gestellt werden soll, wird empfohlen, das verwendete Berechnungsprogramm zu benennen.

Pauschale Aussagen wie: „mögliche Einsparung bis zu xx %“ sollten ohne klare Bezüge zum Bedarf vermieden werden.

Nutzungsgrade von konventionellen Wärmeerzeugern in Simulationsrechnungen

Zur Ermittlung der durch die Solaranlage erzielbaren Energieeinsparung ist der in Jahresertragssimulationen angenommene Nutzungsgrad der Nachheizung η_{aux} von zentraler Bedeutung. Der Jahresnutzungsgrad wird in einigen Simulationsprogrammen berechnet, in anderen muss er vorgegeben werden. Für diese Vorgaben gibt es Empfehlungen in der VDI E 6002 Blatt 1 (2012-05) sowie in der DIN EN 12977-2, die einen pauschalen Jahresnutzungsgrad von 75 % vorgibt. In der VDI 6002 werden folgende Werte verwendet:

Tabelle 1: Nutzungsgrade der Nachheizung nach VDI 6002 Blatt 1

Kesseltyp	Sommernutzungsgrad $\eta_{\text{aux,So}}$ bei der Auslastung ² in l/m ² /d:			Winternutzungsgrad $\eta_{\text{aux,Wi}}$
	30	45	60	
Pelletkessel	35 %	40 %	45 %	85 %
Niedertemperaturkessel	45 %	50 %	55 %	85 %
Brennwert-Wandgerät	55 %	60 %	65 %	90 %

Empfehlung:

Für die Betrachtung von thermischen Solaranlagen zur Warmwasserbereitung kann für den Wärmeerzeuger zur Nachheizung pauschal ein praxisgerechter Jahresnutzungsgrad von 65 % angenommen werden.

Sind der Kesseltyp und die Auslastung² der Solaranlage bekannt, sollten die o.g. Werte nach VDI 6002 verwendet werden.

Für die Betrachtung von thermischen Solaranlagen zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung (Kombianlagen) wird ein pauschaler Wert von 75% empfohlen.

Es wird auf jeden Fall empfohlen, den verwendeten Jahresnutzungsgrad der Nachheizung in der Simulationsberechnung zu benennen.

Wirtschaftlichkeitsberechnungen von Solaranlagen

Als Vergleichsgröße zur Bewertung wärmeerzeugender Anlagen werden üblicherweise die Wärmegestehungskosten in EUR/kWh Nutzenergie nach den Vorgaben der VDI 2067 ermittelt. Bei Solaranlagen bietet sich eine vereinfachte Rechnung nach VDI 6002 Blatt 1 an: Da der konventionelle Anlagenteil immer auf die Spitzenlast auszulegen ist, ergeben sich durch die Installation der Solaranlage keine investiven Einsparungen. Es werden nur die zusätzlichen Investitionen und Aufwendungen berücksichtigt, die sich durch den Einbau der Solaranlage ergeben. Da alle nicht betriebsgebundenen Kosten des konventionellen Teils sowohl bei der konventionellen als auch der solar-konventionell kombinierten Trinkwassererwärmungsanlage anfallen, können diese bei der Berechnung der solaren Wärmegestehungskosten außer Betracht bleiben. Die VDI 6002-1 gibt sinnvolle Annahmen zu Lebensdauer, Kalkulationszinssatz und Energiepreissteigerungsraten.

Empfehlung:

Es wird empfohlen, die solaren Wärmegestehungskosten nach den Vorgaben der VDI 6002 Blatt 1 zu berechnen und Abweichungen von den dortigen Annahmen zu dokumentieren. Die angenommene Energiepreissteigerungsrate für die eingesparte Endenergie sollte ebenso wie der angenommene Nutzungsgrad des konventionellen Wärmeerzeugers angegeben werden.

Mit freundlicher Unterstützung von:



2 Die Auslastung ist der sommerliche Tageswarmwasserbedarf in l/d bezogen auf die Aperturfläche. Die Kaltwassertemperatur ist dazu mit 10°C, die Warmwassertemperatur mit 60°C anzunehmen.

Anhang 1:

Kenn- und Leistungsdaten für Kollektoren

Kollektortyp:		
Solarkeymark Reg.nr.:		
Aperturfläche (Bezugsfläche)		m ²
Bruttofläche		m ²
Konversionsfaktor η_0		-
Wärmedurchgangskoeffizient a_1		W/m ² ·K
Temperaturabhängiger Wärmedurchgangskoeffizient a_2		W/m ² ·K ²
Kollektorleistungsparameter (Bezug Aperturfläche)		
η_{0a}		-
a_{1a}		W/m ² ·K
a_{2a}		W/m ² ·K ²
Einfallswinkel-Korrekturfaktor Flachkollektor $K_{\theta}(\theta_L = \theta_t = 50^\circ)$		-
Einfallswinkel-Korrekturfaktor Röhrenkollektor (transversal/longitudinal)		
$K_{\theta}(\theta_t = 10^\circ)$:		-
$K_{\theta}(\theta_t = 20^\circ)$:		-
$K_{\theta}(\theta_t = 40^\circ)$:		-
$K_{\theta}(\theta_t = 50^\circ)$:		-
$K_{\theta}(\theta_t = 60^\circ)$:		-
$K_{\theta}(\theta_t = 70^\circ)$:		-
$K_{\theta}(\theta_L = 10^\circ)$:		-
$K_{\theta}(\theta_L = 20^\circ)$:		-
$K_{\theta}(\theta_L = 40^\circ)$:		-
$K_{\theta}(\theta_L = 50^\circ)$:		-
$K_{\theta}(\theta_L = 60^\circ)$:		-
$K_{\theta}(\theta_L = 70^\circ)$:		-
- Effektive Wärmekapazität $c_{eff} = C/A_a$		kJ/m ² ·K
- Stagnationstemperatur t_{stg} :		°C

Anhang 2:

Referenzbedingungen bei Simulationsrechnungen

Wer solarthermische Anlagen verschiedener Anbieter untereinander vergleichen möchte, tut sich oft schwer, da die vielen Randbedingungen, für die die jeweilige Anlage ausgelegt ist, unterschiedlich angenommen werden.

Mit dieser Tabelle werden zwei typische solarthermische Standardanlagen beschrieben, wie sie häufig vorkommen: eine zur reinen Warmwasserversorgung und eine mit zusätzlicher Heizungsunterstützung. Mit diesen Werten können bei gleichem Energiebedarf für Warmwasser und Heizung unterschiedliche Komponenten verschiedener Solaranbieter berechnet und miteinander verglichen werden. Diese Angaben können vereinfacht als "BSW-/BDH-Standard - Annahmen" bezeichnet werden.

Referenzbedingungen bei Simulationsrechnungen Anlage 2, Stand: 02.09.2013		Trinkwasser- erwärmung	Trinkwasser- erwärmung + Heizungsunter- stützung
Allgemeine Anlagengrenzen			
Bereich Kollektorfläche	m ²	4 bis 10	9 bis 18
Bereich Speichervolumen	l	200 bis 500	500 bis 1500
1. Klimadaten, Energiebedarf und Wärmeerzeuger			
Standort (Klimadaten nach DIN V 18599-10)	-	Würzburg	Würzburg
Ausrichtung	-	Süden	Süden
Durchschnitt. WW-Verbrauch bei 45°C	l/d	200	200
Zapftemperatur am Speicheraustritt	°C	52,5	52,5
Kaltwassertemperatur, konstant	°C	10	10
Zirkulation	-	keine	keine
Urlaubszeit	-	keine	keine
Wasserzapfprofil	-	07:00 Uhr: 80 Liter 12:00 Uhr: 40 Liter 19:00 Uhr: 80 Liter	07:00 Uhr: 80 Liter 12:00 Uhr: 40 Liter 19:00 Uhr: 80 Liter
Betriebstage	d	365	365
Daten konventioneller Wärmeerzeuger			
Energieträger	-	Erdgas	Erdgas
Heizwert Brennstoff ¹⁾	kWh/m ³	9,769	9,769
CO ₂ -Emissionsfaktor ²⁾	g CO ₂ /kWh	202	202
Kesselnutzungsgrad, Anlage für Trinkwassererwärmung (nach Empfehlung Verbandepapier: WW: Auslastung 30 l/m ² *d bei Erwärmung von 10-60°C) Brennwertkessel-Wirkungsgrad (Sommer/Winter)	%	55 / 90	
Kesselnutzungsgrad, Anlage für kombinierte Trinkwassererwärmung- und Heizungsunterstützung (nach Verbands-Empfehlung, gemäß EN 12977-2)	%	-	75
Heizwärme			
Bauweise	-	-	mittelschweres Gebäude
Beheizte Nutzfläche	m ²	-	128
Heizgrenztemperatur	°C	-	15
Heizwärmebedarf nach EN 12977-2	kWh/a	-	9090
Kesselleistung	kW	-	10
Normaußentemperatur (Würzburg)	°C	-	-14,8
Rauminnentemperatur	°C	-	19
Heizbetrieb			
Betriebstage	d	-	365
Kein Betrieb	-	-	keine Einschrän- kung
Raumtemperaturabsenkung			
Absenkungszeiten	h	-	0:00 - 6:00
Heizkreis			
Vorlauftemperatur	°C	-	35
Rücklauftemperatur	°C	-	28

Referenzbedingungen bei Simulationsrechnungen Anlage 2, Stand: 02.09.2013		Trinkwasser- erwärmung	Trinkwasser- erwärmung + Heizungsunter- stützung
2. Standardisierte Anlagendaten			
Kollektorkreis			
Kollektoraufstellwinkel	°	45	45
Solarkreisrohrlänge im Haus	m	20	20
Solarkreisrohrlänge im Freien	m	0	0
Rohr zwischen Kollektoren	m	0	0
Solarkreis Rohrisolierung, Wärmeleitfähigkeit λ	W/(m*K)	0,04	0,04
Solarkreis Rohrisolierung, Dämmstärke	mm	20	20
Rohraußendurchmesser	mm	15	18
Solarflüssigkeit Konzentration	%	40	40
Solarflüssigkeit spezifische Wärmekapazität bei 20°C	Ws/(kg*K)	3700	3700
Spezifischer Volumenstrom	l/(h*m²)	**	**
Dicke der Wärmedämmung	mm	20	20

Referenzbedingungen bei Simulationsrechnungen Anlage 2, Stand: 02.09.2013		Trinkwasser- erwärmung	Trinkwasser- erwärmung + Heizungsunter- stützung
3. Kollektor-und Speicherdaten			
Flachkollektor			
Hersteller	-	**	**
Typ	-	**	**
Bezugsfläche (Apertur)	m ²	**	**
Kollektoranzahl	Stück	**	**
Spezifische Wärmekapazität	Ws/(m ² *K)	**	**
Einfacher Wärmedurchgangskoeffizient a ₁	W/(m ² *K)	**	**
Quadratischer Wärmedurchgangskoeffizient a ₂	W/(m ² *K ²)	**	**
Konversionsfaktor η ₀	%	**	**
Winkelkorrekturfaktor (IAM) für diffuse Strahlung	%	**	**
Winkelkorrekturfaktor direkte Strahlung 50° für Flach- kollektor	%	**	**
Winkelkorrekturfaktor für Röhrenkollektor (transversal) Datentabelle für 10°, 20°, 40°, 50°, 60°, 70°	-	**	**
Winkelkorrekturfaktor für Röhrenkollektor (longitudinal) Datentabelle für 10°, 20°, 40°, 50°, 60°, 70°	-	**	**
Speicher			
Speicher Art: (ggfls. aus Programmanbieter-Liste)	-	**	**
Hersteller: (ggfls. aus Programmanbieter-Liste)	-	**	**
Typ	-	**	**
Volumen	l	**	**
Höhe des Speichers	mm	**	**
Speicher Durchmesser	mm	**	**
alternativ: Verhältnis Höhe/Durchmesser	-	**	**
Art der Warmwasserbereitung	-	**	**
U*A-Wert Frischwasser-Station (wenn benötigt)	W/K	**	**
Anzahl der Speicher	Stück	**	**
Bereitschaftsvolumen	Liter	1/3 des Gesamt- volumens	**
Dämmung			
Stärke der Dämmung	mm	**	**
Wärmeleitwert	W/(m*K)	**	**
Speicheranschlusshöhen*			
Warmwasser-Austritt	%	100	-
Kaltwasser-Eintritt	%	0	-
Solarwärmeübertrager Rücklauf	%	2	2
Solarwärmeübertrager Vorlauf	%	40	40
Zirkulationsrücklauf	-	ohne	ohne
Wärmeübertrager Nachheizung Rücklauf	%	60	60
Wärmeübertrager Nachheizung Vorlauf	%	95	95

Referenzbedingungen bei Simulationsrechnungen Anlage 2, Stand: 02.09.2013		Trinkwasser- erwärmung	Trinkwasser- erwärmung + Heizungsunter- stützung
Speicher-Anschlusshöhen* Quellen / Senken			
Anschluss unten	%	-	5
Anschluss Mitte	%	-	40
Anschluss oben	%	-	99
Anschluss-Wärmeverluste			
Warmwasser-Austritt	W/K	0	-
Kaltwasser-Eintritt	W/K	0	-
Solarwärmeübertrager Rücklauf	W/K	0	0
Solarwärmeübertrager Vorlauf	W/K	0	0
Wärmeübertrager Nachheizung Rücklauf	W/K	0	0
Wärmeübertrager Nachheizung Vorlauf	W/K	0	0
Anschluss unten	W/K	-	0
Anschluss Mitte	W/K	-	0
Austritt oben	W/K	-	0
Wärmeübertrager-Leistungsdaten			
U*A-Wert Anbindung Kollektorkreis	W/K	**	**
U*A-Wert Nachheizung	W/K	**	**
<i>alternativ: Angabe der Geometrie der WT</i>		**	**
Fühlerpositionen* und Regelbedingungen			
Regelung Kollektorkreis			
Position Kollektor-Temperatursensor (1)	-	Kollektoraustritt	Kollektoraustritt
Position Speicher-Temperatursensor (2)	%	20	20
Einschalten oberhalb der Differenz (1) - (2)	K	8	8
Ausschalten unterhalb der Differenz (1) - (2)	K	3	3
Abschalttemperatur Kollektorkreis an (2)	°C	90	90
Regelung Nachheizung			
Position Nachheizfühler (3)	%	75	75
Eingeschränkte Ladezeiten	-	keine	keine
Nachheizung Einschalthysterese an (3)	K	-3	-3
Nachheizung Ausschalthysterese an (3)	K	3	3
4. Ausgabedaten			
2.1 Einsparung an Endenergie in kWh/a nach 12977-3	kWh/a		
2.2 Einsparung Erdgas	m ³		
2.3 relative Zusatzenergieeinsparung f_{sav} nach 12977-3	%		

Legende

1) Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen; Stand: 21.04.2011

2) Quelle: Umweltbundesamt (UBA)

*) Fühlerpositionen und Speicheranschlüsse in % der Speicherhöhe vom Speicherboden gemessen

**) individuelle Herstellerangaben