



FORSCHUNGS- UND TESTZENTRUM FÜR
SOLARANLAGEN

Institut für Thermodynamik und Wärmetechnik
Universität Stuttgart

in Kooperation mit



Prüfbericht

Wärmeleistung eines Sonnenkollektors

Test Report
Thermal Performance of a Solar Collector

nach EN 12975-2: 2006

according to EN 12975-2:2006

Prüfbericht-Nr.: 10COL933/3OEM22

Test Report No.: 10COL933/3OEM22

Stuttgart, den 27.05.2019

Stuttgart, May 27th, 2019

Auftraggeber:

client:

ECOFER-Oikonomou Z Kostas

Xanthippou 150

15669 Papagou, Athens

Griechenland

Hersteller:

manufacturer:

ECOFER-Oikonomou Z Kostas

Typ:

type:

ECOFER SMARTEVO 20

Herstelljahr:

year of production:

2010

Inhaltsverzeichnis

Table of Contents

1	Allgemeine Angaben.....	3
	<i>General Specifications</i>	
2	Prüfergebnisse Wärmeleistung	9
	<i>Test Results Thermal Performance</i>	
3	Prüfvorkommnisse und Betriebsverhalten des Kollektors	11
	<i>Test Occurrences and Operating Behaviour</i>	
4	Prüfverfahren	11
	<i>Test Methods</i>	
	Anhang A: Ertragsvorhersage	12
	<i>Annex A: Prediction of the Yearly Energy Gain</i>	
	Anhang B: Erklärung zu den Ergebnissen der Messungen unter quasi-dynamischen Bedingungen ...	14
	<i>Annex B: Explanation upon the Measurements under quasi-dynamic Conditions</i>	
	Anhang C: Leistungskurven	17
	<i>Annex C: Power Curves</i>	
	Anhang D: Nomenklatur	20
	<i>Annex D: Symbols and Units</i>	

1 Allgemeine Angaben (gemäß Herstellerangaben) *General Specifications (acc. to manufacturer)*

Hersteller <i>Manufacturer</i>	ECOFER-Oikonomou Z Kostas Xanthippou 150 15669 Papagou, Athens Griechenland
Ansprechpartner: <i>contact person:</i>	Kostas Oikonomou Tel.: +30 210 671 5510 Fax: +30 210 654 2877 mailto:kzoik@ecofer.gr
Typ: <i>type:</i>	ECOFER SMARTEVO 20 <i>ECOFER SMARTEVO 20</i>
Herstellernummer: <i>serial no.:</i>	keine Angaben <i>not specified</i>
Interne Kennzeichnung des Prüflabors: <i>internal identification of test laboratory:</i>	C933 <i>C933</i>
Serienprodukt oder Baumuster: <i>serial product or model:</i>	Serienprodukt <i>serial product</i>
Herstelljahr: <i>year of production:</i>	2010 <i>2010</i>

Bezugsflächen <i>Dimensions of collector unit</i>	
Bruttofläche: <i>gross area:</i>	2.02 m ² <i>2.02 m²</i>
Aperturfläche: <i>aperture area:</i>	1.83 m ² <i>1.83 m²</i>
Absorberfläche: <i>absorber area:</i>	1.81 m ² <i>1.81 m²</i>

Kollektor/Gehäuse <i>Technical figures</i>	
Bauart: <i>collector type:</i>	Flachkollektor <i>flat plate collector</i>
Länge: <i>length:</i>	2006 mm <i>2006 mm</i>
Breite: <i>width:</i>	1007 mm <i>1007 mm</i>
Höhe: <i>height:</i>	85 mm <i>85 mm</i>
Material: <i>material:</i>	Aluminium <i>aluminium</i>
Gewicht: <i>weight:</i>	26 kg <i>26 kg</i>
Dichtungsmaterialien: <i>sealing material:</i>	EPDM + Silikon <i>EPDM + silicon</i>
Einbauweise: <i>collector mounting:</i>	Aufdach, Flachdach <i>On roof, flat roof</i>

Absorber

Absorber

Material:	Aluminiumblech und Kupferregister
<i>material:</i>	<i>aluminium sheet and copper piping</i>
Verbindung Absorber-Fluidkanäle:	lasergeschweißt
<i>Joint absorber-risers:</i>	<i>laser welded</i>
Dicke:	0.4 mm
<i>thickness:</i>	<i>0.4 mm</i>
Oberflächenbehandlung:	Mirotherm
<i>surface treatment:</i>	<i>Mirotherm</i>
Absorptionsgrad:	0.95
<i>absorptance:</i>	<i>0.95</i>
Emissionsgrad:	0.05
<i>emittance:</i>	<i>0.05</i>
Wärmeträgerinhalt:	1.5 Liter
<i>heat transfer fluid content:</i>	<i>1.5 litres</i>
Durchströmungsform:	Parallel, Harfe
<i>flow pattern:</i>	<i>Parallel, harp</i>
Abmessungen Absorberrohre:	8 x 0.4 mm
<i>dimension absorber tubes:</i>	<i>8 x 0.4 mm</i>
Anzahl Absorberrohre:	8
<i>no. of absorber tubes:</i>	<i>8</i>
Abstand der Absorberrohre:	100 mm
<i>distance between absorber tubes:</i>	<i>100 mm</i>
Abmessungen Sammlerrohr:	22 x 0.7 mm
<i>dimension of the header:</i>	<i>22 x 0.7 mm</i>
Anzahl Anschlüsse:	4
<i>number of connections:</i>	<i>4</i>
Ausführung Anschlüsse:	22 mm Kupfer-Rohr
<i>realisation of connections:</i>	<i>22 mm Cu-Tube</i>

Transparente Abdeckung

Transparent cover:

Anzahl:	1
<i>number:</i>	<i>1</i>
Material:	Gehärtetes Solarglas
<i>material:</i>	<i>Tempered solar glass</i>
Hersteller:	Keine Angabe
<i>manufacturer:</i>	<i>not specified</i>
Produktbezeichnung:	Keine Angabe
<i>brand name:</i>	<i>not specified</i>
Transmissionsgrad:	0.91
<i>transmittance:</i>	<i>0.91</i>
Dicke:	4 mm
<i>thickness:</i>	<i>4 mm</i>

Wärmedämmung

Thermal insulation:

	Rückseite <i>back side</i>	seitlich <i>sideways</i>
Material: <i>material:</i>	Glass mineral wool <i>Glass mineral wool</i>	Glass mineral wool <i>Glass mineral wool</i>
Hersteller: <i>manufacturer:</i>	Knauf Insulation <i>Knauf Insulation</i>	Knauf Insulation <i>Knauf Insulation</i>
Produktbezeichnung: <i>Product name:</i>	Glass Mineral Wool <i>Glass Mineral Wool</i>	Glass Mineral Wool <i>Glass Mineral Wool</i>
Wärmeleitfähigkeit: <i>thermal conductivity:</i>	0.035 W/(mK) <i>0.035 W/(mK)</i>	0.035 W/(mK) <i>0.035 W/(mK)</i>
Wärmekapazität: <i>heat capacity:</i>	0.67 kJ/(kgK) <i>0.67 kJ/(kgK)</i>	0.67 kJ/(kgK) <i>0.67 kJ/(kgK)</i>
Dichte: <i>density:</i>	30 kg/m ³ <i>30 kg/m³</i>	30 kg/m ³ <i>30 kg/m³</i>
Dicke: <i>thickness:</i>	30 mm <i>30 mm</i>	15 mm <i>15 mm</i>

Grenzdaten

Limitations:

Stillstandstemperatur: <i>stagnation temperature:</i>	199 °C (von Prüflabor bestimmt) <i>199 °C (determined by test laboratory)</i>
max. zul. Betriebsüberdruck: <i>max. operation pressure:</i>	10 bar <i>10 bar</i>
Zulässiger Wärmeträger: <i>allowed heat transfer fluid:</i>	Antifreeze / water – mixture <i>Antifreeze / water - mixture</i>
Nenndurchfluss pro Kollektor: <i>nominal flow rate per collector:</i>	Keine Angabe <i>not specified</i>

Feststellung des Kollektors

Collector identification:

Zeichnungssatz: <i>construction characteristics:</i>	<ul style="list-style-type: none">▪ COLLECTOR ENERGY EVO 2,0 m² SA, Drawing Number 001 - Date: 11-01-2010▪ COLLECTOR ENERGY EVO 2,3m² SA, Drawing Number 001 - Date: 11-01-2010▪ COLLECTOR ENERGY+EVO 27, Drawing Number 001 - Date: 11-01-2010▪ COLLECTOR ENERGY+EVO 29, Drawing Number 001 - Date: 11-01-2010▪ <i>COLLECTOR ENERGY EVO 2,0 m² SA, Drawing Number 001 - Date: 11-01-2010</i>▪ <i>COLLECTOR ENERGY EVO 2,3m² SA, Drawing Number 001 - Date: 11-01-2010</i>▪ <i>COLLECTOR ENERGY+EVO 27, Drawing Number 001 - Date: 11-01-2010</i>▪ <i>COLLECTOR ENERGY+EVO 29, Drawing Number 001 - Date: 11-01-2010</i>
--	---

<p>Datenblätter: <i>technical data sheets:</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ITW Datenblatt Kollektor Energy EVO 2,0m² SA ▪ ITW Datenblatt Kollektor Energy EVO 2,3m² SA ▪ ITW Datenblatt Kollektor Energy+EVO 27 ▪ ITW Datenblatt Kollektor Energy+EVO 29 ▪ alanod SOLAR, Inspection certificate ▪ Qualitäts-Zertifikat Solarglas QING0811100SGZ ▪ KNAUF INSULATION, Glass Mineral Wool ▪ <i>ITW data sheet collector Energy EVO 2,0m² SA</i> ▪ <i>ITW data sheet collector Energy EVO 2,3m² SA</i> ▪ <i>ITW data sheet collector Energy+EVO 27</i> ▪ <i>ITW data sheet collector Energy+EVO 29</i> 																																							
<p>Kennzeichnung: <i>labelling:</i></p>	<p>Das Typenschild enthält folgende nach EN 12975-1:2006 Kapitel 7.2 geforderten Angaben: <i>The collector label shows the following according to EN 12975-1:2006 chapter 7.2 required data:</i></p> <table border="0" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 80%;"></th> <th style="width: 10%; text-align: center;"><i>ja</i></th> <th style="width: 10%; text-align: center;"><i>nein</i></th> </tr> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;"><i>yes</i></th> <th style="text-align: center;"><i>no</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Name des Herstellers <i>name of manufacturer</i></td> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Kollektortyp <i>collector type</i></td> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Seriennummer <i>serial number</i></td> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Herstellungsjahr <i>year of production</i></td> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Brutto-Kollektorfläche <i>gross area of collector</i></td> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Maße des Kollektors <i>dimensions of collector</i></td> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Maximaler Betriebsdruck <i>maximum operation pressure</i></td> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Stagnationstemperatur bei 1000 W/m² und 30°C <i>stagnation temperature at 1000 W/m² and 30°C</i></td> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Volumen des Wärmeträgermediums <i>volume of heat transfer fluid</i></td> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Leergewicht des Kollektors <i>weight of empty collector</i></td> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Hergestellt in: <i>made in:</i></td> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table>		<i>ja</i>	<i>nein</i>		<i>yes</i>	<i>no</i>	Name des Herstellers <i>name of manufacturer</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Kollektortyp <i>collector type</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Seriennummer <i>serial number</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Herstellungsjahr <i>year of production</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Brutto-Kollektorfläche <i>gross area of collector</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Maße des Kollektors <i>dimensions of collector</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Maximaler Betriebsdruck <i>maximum operation pressure</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Stagnationstemperatur bei 1000 W/m ² und 30°C <i>stagnation temperature at 1000 W/m² and 30°C</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Volumen des Wärmeträgermediums <i>volume of heat transfer fluid</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Leergewicht des Kollektors <i>weight of empty collector</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Hergestellt in: <i>made in:</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<i>ja</i>	<i>nein</i>																																						
	<i>yes</i>	<i>no</i>																																						
Name des Herstellers <i>name of manufacturer</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																						
Kollektortyp <i>collector type</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																						
Seriennummer <i>serial number</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																						
Herstellungsjahr <i>year of production</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																						
Brutto-Kollektorfläche <i>gross area of collector</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																						
Maße des Kollektors <i>dimensions of collector</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																						
Maximaler Betriebsdruck <i>maximum operation pressure</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																						
Stagnationstemperatur bei 1000 W/m ² und 30°C <i>stagnation temperature at 1000 W/m² and 30°C</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																						
Volumen des Wärmeträgermediums <i>volume of heat transfer fluid</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																						
Leergewicht des Kollektors <i>weight of empty collector</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																						
Hergestellt in: <i>made in:</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																						

<p>Installationsanweisung: <i>instructor installation manual :</i></p>	<p>Das Typenschild lag dem Prüfling als Muster bei und enthält alle nach EN 12975-1:2006 Kapitel 7.2 geforderten Angaben. Gemäß EN 12975-1:2006 Kapitel 7.2 muss es gut sichtbar und haltbar am Kollektor angebracht sein. <i>The collector label was attached as a specimen and it includes all, according to EN 12975-1:2006 chapter 7.2, required information.</i> <i>According to EN 12975-1:2006 chapter 7.2 it shall be fixed visible and durable on the collector frame.</i></p>																																				
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Technical installation manual for the solar System ▪ <i>technical installation manual for the solar System</i> 																																				
	<p>Die Installationsanweisung(en) enthalten folgende nach EN 12975-1:2006 Kapitel 7.3 notwendigen Angaben: <i>The installer instruction manual(s) contain the following according to EN 12975-1:2006 chapter 7.3 required information:</i></p>																																				
	<table border="0"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">ja <i>yes</i></th> <th style="text-align: center;">nein <i>no</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Maße und Gewicht des Kollektors <i>dimensions and weight of the collector</i></td> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Anweisung für dessen Transport und Handhabung <i>instructions about the transport and handling of the collector</i></td> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Beschreibung des Montageverfahrens <i>description of the mounting procedure</i></td> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Empfehlungen für den Blitzschutz <i>recommendations about lightning protection</i></td> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Anweisung für die Verbindung der Kollektoren untereinander <i>instructions about the coupling of the collectors to one another</i></td> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Anweisungen für den Anschluss des Kollektorfeldes an den Wärmeträgerkreislauf <i>instructions about the connection of the collector field to the heat transfer circuit</i></td> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Maße von Rohranschlüssen bei Kollektorgruppen bis 20 m² <i>dimensions of pipe connections for collector arrays up to 20 m²</i></td> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Hinweise hinsichtlich der verwendbaren Wärmeträgermedien <i>recommendations about the heat transfer media</i></td> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Vorsichtsmaßnahmen die beim Füllen, Betrieb und Wartung zu treffen sind <i>precautions to be taken during filling, operation and service</i></td> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>maximaler Betriebsdruck <i>maximum operation pressure</i></td> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Druckabfall <i>pressure drop</i></td> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table>		ja <i>yes</i>	nein <i>no</i>	Maße und Gewicht des Kollektors <i>dimensions and weight of the collector</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Anweisung für dessen Transport und Handhabung <i>instructions about the transport and handling of the collector</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Beschreibung des Montageverfahrens <i>description of the mounting procedure</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Empfehlungen für den Blitzschutz <i>recommendations about lightning protection</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Anweisung für die Verbindung der Kollektoren untereinander <i>instructions about the coupling of the collectors to one another</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Anweisungen für den Anschluss des Kollektorfeldes an den Wärmeträgerkreislauf <i>instructions about the connection of the collector field to the heat transfer circuit</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Maße von Rohranschlüssen bei Kollektorgruppen bis 20 m ² <i>dimensions of pipe connections for collector arrays up to 20 m²</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Hinweise hinsichtlich der verwendbaren Wärmeträgermedien <i>recommendations about the heat transfer media</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Vorsichtsmaßnahmen die beim Füllen, Betrieb und Wartung zu treffen sind <i>precautions to be taken during filling, operation and service</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	maximaler Betriebsdruck <i>maximum operation pressure</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Druckabfall <i>pressure drop</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	ja <i>yes</i>	nein <i>no</i>																																			
Maße und Gewicht des Kollektors <i>dimensions and weight of the collector</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																			
Anweisung für dessen Transport und Handhabung <i>instructions about the transport and handling of the collector</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																			
Beschreibung des Montageverfahrens <i>description of the mounting procedure</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																			
Empfehlungen für den Blitzschutz <i>recommendations about lightning protection</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																			
Anweisung für die Verbindung der Kollektoren untereinander <i>instructions about the coupling of the collectors to one another</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																			
Anweisungen für den Anschluss des Kollektorfeldes an den Wärmeträgerkreislauf <i>instructions about the connection of the collector field to the heat transfer circuit</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																			
Maße von Rohranschlüssen bei Kollektorgruppen bis 20 m ² <i>dimensions of pipe connections for collector arrays up to 20 m²</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																			
Hinweise hinsichtlich der verwendbaren Wärmeträgermedien <i>recommendations about the heat transfer media</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																			
Vorsichtsmaßnahmen die beim Füllen, Betrieb und Wartung zu treffen sind <i>precautions to be taken during filling, operation and service</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																			
maximaler Betriebsdruck <i>maximum operation pressure</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																			
Druckabfall <i>pressure drop</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																			

größter und kleinster Neigungswinkel <i>maximum and minimum tilt angle</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
zulässige Wind- und Schneelast <i>permissible wind and snow load</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wartungsanforderungen <i>maintenance requirements</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Gültigkeit

Validity:

Der Prüfbericht ist gültig für den oben beschriebenen Kollektortyp ECOFER SMARTEVO 20 und für die baugleichen Kollektoren ECOFER SMARTEVO 23, ECOFER SMARTEVO 27 und ECOFER SMARTEVO 29 mit 4 mm und 3.2 mm dicker Glasscheibe.

The test report is valid for collector type ECOFER SMARTEVO 20 as specified above as well as for the collectors ECOFER SMARTEVO 23, ECOFER SMARTEVO 25 and ECOFER SMARTEVO 29 identical in construction.

The test report is valid for all collector types listed above with 4 mm and 3.2 mm thickness of glass pane.

2 Prüfergebnisse Wärmeleistung

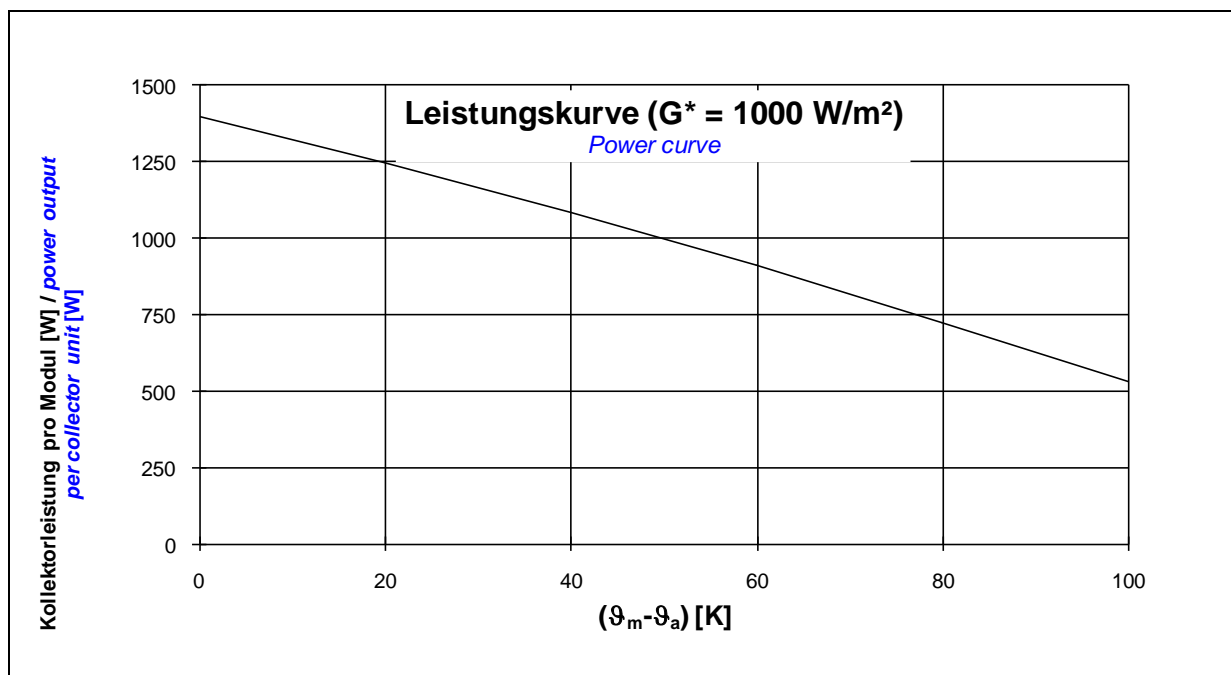
Test Results Thermal Performance

Bestimmung der Kollektorleistung:

Determination of power per collector unit:

$$\dot{Q} = A \cdot G^* \left(\eta_0 - a_1 \frac{(\vartheta_m - \vartheta_a)}{G^*} - a_2 \frac{(\vartheta_m - \vartheta_a)^2}{G^*} \right)$$

Konversionsfaktor η_0 [-] <i>conversion factor</i>	0.764
Wärmedurchgangskoeffizient a_1 [W/(m²K)] <i>heat transfer coefficient</i>	3.953
temperaturabhängiger Wärmedurchgangskoeffizient a_2 [W/(m²K²)] <i>temperature depending heat transfer coefficient</i>	0.008
Einfallswinkel-Korrekturfaktor $K_\theta(50^\circ)$ [-] <i>incidence angle modifier</i>	0.919
flächenbezogene Wärmekapazität c [kJ/(m²K)] <i>area related heat capacity</i>	12.880
Volumenstrom [l/(m²h)] <i>volume flow rate</i>	72
Aperturfläche pro Kollektormodul A [m²] <i>aperture area per collector unit</i>	1.83
Peakleistung [W_{peak}] pro Kollektormodul ($G^* = 1000 \text{ W/m}^2, (\vartheta_m - \vartheta_a) = 0$) <i>peak power [$W_{peak}$] per collector unit ($G^* = 1000 \text{ W/m}^2, (\vartheta_m - \vartheta_a) = 0$)</i>	1398



Kollektorleistung pro Modul [W]

Power output per collector unit [W]

$\vartheta_m - \vartheta_a$ in [K]	Bestrahlungsstärke / <i>Irradiance</i>		
	400 W/m ²	700 W/m ²	1000 W/m ²
0	559	979	1398
20	409	828	1248
40	246	666	1085
60	73	492	911
80	0 ^{*)}	306	726
100	0 ^{*)}	109	528

Anmerkung: Die angegebenen Werte beziehen sich auf senkrechte Einstrahlung

Note: the reported values are for normal incidence

^{*)} Die Kollektorleistung ist mit Null angegeben, da sich rechnerisch bei diesen Betriebsbedingungen eine negative Kollektorleistung ergibt.

^{*)} *Calculating the power output per collector unit under these operation conditions result in negative values. Therefore the calculated power output is indicated with zero.*

3 Prüfvorkommnisse und Betriebsverhalten des Kollektors

Test Occurrences and Operating Behaviour

keine Auffälligkeiten
nothing particular

4 Prüfverfahren

Test Methods

Die Prüfung des Kollektors erfolgte im Außentest nach der EN 12975-2:2006 "Thermal solar systems and components – Solar Collectors – Part 2: Test methods" unter Verwendung des Prüfverfahrens unter quasi-dynamischen Bedingungen. Als Wärmeträger wurde Wasser verwendet.


The outdoor test of the collector was carried out under quasi-dynamic conditions according to EN 12975-2:2006 "Thermal solar systems and components – Solar Collectors – Part 2: Test methods". Water was used as heat transfer fluid.

Dieser Prüfbericht darf ohne die schriftliche Zustimmung des ITW nicht **auszugsweise** vervielfältigt werden.

This test report shall not be copied in extracts without a written agreement from ITW.

Eingang Prüfling: <i>Arrival of test sample:</i>	29.07.2010
Prüfzeitraum: <i>Test period:</i>	01. – 06.09.2010
Prüfer: <i>Test engineer:</i>	Dipl.-Ing. C. Zimmermann, M. Wild, Dipl.-Ing. (FH) M. Jäger, Dipl.-Ing. (FH) C. Twerdy

Stuttgart, den 27.05.2019



Dr.-Ing. Harald Drück
Leiter TZS
Head of TZS

Anhang A: Ertragsvorhersage

Annex A: Prediction of the yearly energy gain

Die Vorhersage beruht auf der Berechnung des Jahresenergieertrags des Kollektors in einer Referenzanlage zur Brauchwassererwärmung. Die Anlage ist für einen Vierpersonenhaushalt dimensioniert. Die Berechnung erfolgt für die Aperturflächen 3, 4, 5 und 6 m² sowie Referenz-Wetterdaten von Hannover, Würzburg und Stötten (Ostalb).

The prediction is based on the calculation of the yearly energy gain of the collector in a reference solar hot water system. This system is designed for a four-person-household. The calculation is done for aperture areas of 3, 4, 5 and 6 m² as well as for reference climate data of Hannover, Würzburg and Stötten (Ostalb).

Kollektorkennwerte (Bezug: Aperturfläche)									
<i>collector characteristics (based on aperture area)</i>									
<i>Konversionsfaktor</i> <i>conversion factor</i>		<i>effektiver Wärmedurchgangskoeffizient</i> <i>heat transfer coefficient</i>				<i>flächenbezogene Wärmekapazität</i> <i>area related heat capacity</i>			
$\eta_0 = 0.764$		$a_1 = 3.953 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$				$c = 12.880 \text{ kJ}/(\text{m}^2\text{K})$			
		$a_2 = 0.008 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}^2)$							
<i>Einfallswinkel-Korrekturfaktoren</i> <i>incidence angle modifier</i>									
θ	0	20	30	40	50	60	70	90	
$K_{\text{ob}}(\theta)$	1	0.99	0.98	0.96	0.92	0.86	0.73	0	

Berechnungsergebnisse			
<i>calculation results</i>			
<i>Standort / location</i>	Hannover	Würzburg	Stötten
<i>Einstrahlung [kWh/(m²a)]</i> <i>radiation</i>	1022	1212	1354
<i>Aperturfläche [m²]</i> <i>aperture area</i>	<i>Jährlicher Kollektorertrag¹⁾ [kWh/(m²a)]</i> <i>yearly energy gain</i>		
3	452	544	592
4	411	496	539
5	377	452	490
6	347	412	445

¹⁾ Ertrag des Kollektors ohne die Wärmeverluste in den Rohrleitungen und des Warmwasserspeichers
energy gain of the collector without heat losses in the tubes and hot water store

Systemdaten ITW Referenzanlage zur Trinkwassererwärmung	
<i>System data of the ITW reference solar hot water system</i>	
Dachausrichtung: <i>roof orientation:</i>	Süd; Anstellwinkel entspricht Breitengrad <i>south; tilt angle equal to latitude</i>
Kollektoranbindung: <i>collector piping:</i>	Je 15 m Vor- und Rücklauf; Nennweite DN 16; Dämmstärke 25 mm, $\lambda = 0,04 \text{ W/(mK)}$ Vor- und Rücklauf befinden sich je zur Hälfte im Innen- und Außenbereich <i>15 m each to store, from store; normal width DN 16; insulation thickness 25 mm, $\lambda = 0,04 \text{ W/(mK)}$, one half of each pipe is located outside, the other half is located inside</i>
Speicher: <i>storage:</i>	Volumen 300 l; Wärmeverlustrate 2,2 W/K; Umgebungstemperatur 15°C Volumen des Bereitschaftsteils 135 l; Solltemperatur 60 °C Schichtungskennzahl 100; effektive vertikale Wärmeleitfähigkeit $2 \lambda_{\text{Wasser}}$ <i>volume 300 l; heat loss rate 2.2 W/K; ambient temperature 15 °C volume auxiliary 135 l; set temperature 60 °C stratification number 100; effective vertical heat conductivity $2 \lambda_{\text{water}}$</i>
Wärmeübertrager: <i>heat exchanger:</i>	eingetauchter Wärmeübertrager, Wärmeübertragungsvermögen $(kA)_{\text{WT}}$ in [W/K]; $(kA)_{\text{WT}} = 9 \cdot A_c \cdot \vartheta_m^{0,6}$ mit A_c : Aperturfläche [m ²] ϑ_m : Mittelwert aus WT-Eintrittstemperatur und lokaler Speichertemperatur [°C] <i>immersed heat exchanger, heat transfer capacity $(kA)_{\text{WT}}$ in [W/K]; $(kA)_{\text{WT}} = 9 \cdot A_c \cdot \vartheta_m^{0,6}$ with A_c: aperture area [m²] ϑ_m: average value of heat exchanger inlet temperature and local storage temperature in [°C]</i>
Warmwasser- verbrauch: <i>hot water consumption:</i>	200 l/Tag (7 ⁰⁰ : 80 l; 12 ⁰⁰ : 40 l; 19 ⁰⁰ : 80 l); Kaltwassertemperatur 10 °C; Warmwassertemperatur 45 °C; Jahresverbrauch 2936 kWh/a <i>200 l/day (7⁰⁰: 80 l; 12⁰⁰: 40 l; 19⁰⁰: 80 l); cold water temperature 10 °C; hot water temperature 45 °C annual consumption: 2936 kWh/a</i>

Anhang B: Erklärung zu den Ergebnissen der Messungen unter quasi-dynamischen Bedingungen

Annex B: Explanation upon the Measurements under quasi-dynamic Conditions

Die unter „Prüfergebnisse Wärmeleistung“ dokumentierten Kollektorparameter wurden gemäß den Vorgaben der EN 12975-2:2006 aus den Kollektorparametern der Messungen unter quasi-dynamischen Bedingungen abgeleitet.

The collector parameters listed in "Test Results Thermal Performance" are, according to EN 12975-2:2006, derived from the collector parameters gained from measurements under quasi-dynamic conditions

Verwendetes Kollektormodell

Used collector model

Zur Auswertung der Messdaten wurde die flächenbezogene Kollektorleistung entsprechend der folgenden Gleichung nachgebildet

For evaluation of the measured data the area specific collector power was modelled according to the equation

$$\dot{q} = F'(\tau\alpha)_{en} K_{\theta b}(\theta) G_b + F'(\tau\alpha)_{en} K_{\theta d}(\theta) G_d - c_1(\vartheta_m - \vartheta_a) - c_2(\vartheta_m - \vartheta_a)^2 - c_5 \frac{d\vartheta_m}{dt}$$

mit/*with*

Ergebnisse der Regression

$$K_{\theta b} = 1 - b_0 \left(\frac{1}{\cos\theta} - 1 \right)$$

Regression results

Auf Aperturfläche bezogen <i>based on the aperture area</i>	
F'(\tau\alpha)_{en}:	0.768 [-]
b₀:	0.139 [-]
K_{\theta d}:	0.993 [-]
c₁:	3.953 [W/(m²K)]
c₂:	0.008 [W/(m²K²)]
c₅:	12.880 [kJ/(m²K)]

Tabelle der Einfallswinkelkorrektur der direkten Bestrahlungsstärke

Table of the incidence angle modifier of the direct solar irradiance

Einfallswinkel θ <i>incident angle θ</i>	0	20	30	40	50	60	70	90
K_{\theta b}(\theta):	1	0.99	0.98	0.96	0.92	0.86	0.73	0

Berechnung der Kollektorparameter *Calculation of the collector parameters*

η_0:	Konversionsfaktor / <i>zero-loss collector efficiency</i> (η_0 at $\vartheta_m - \vartheta_a = 0$) [-] $\eta_0 = F(\tau\alpha)_{en} K_{ob}(\theta = 15^\circ) \cdot 0.85 + F(\tau\alpha)_{en} K_{od} \cdot 0.15$
a_1:	Wärmedurchgangskoeffizient / <i>heat loss coefficient</i> [W/(m ² K)] $a_1 = c_1$
a_2:	Temperaturabhängiger Wärmedurchgangskoeffizient <i>temperature dependence of the heat loss coefficient</i> [W/(m ² K ²)] $a_2 = c_2$
$K_\theta(50)$:	Einstrahlwinkelkorrekturfaktor der hemisphärischen Bestrahlungsstärke <i>incident angle modifier for hemispherical solar irradiance</i> [-] $K_\theta(50) = \frac{K_{ob}(50) \cdot 0.85 + K_{od} \cdot 0.15}{1 - 0.15 + K_{od} \cdot 0.15}$
c:	flächenbezogene Wärmekapazität / <i>area related heat capacity</i> [kJ/(m ² K)] $c = c_5$

Graphische Darstellung der Messwerte (6 Minuten Mittelwerte) *Graphical presentation of the measured data (6 minutes mean values)*

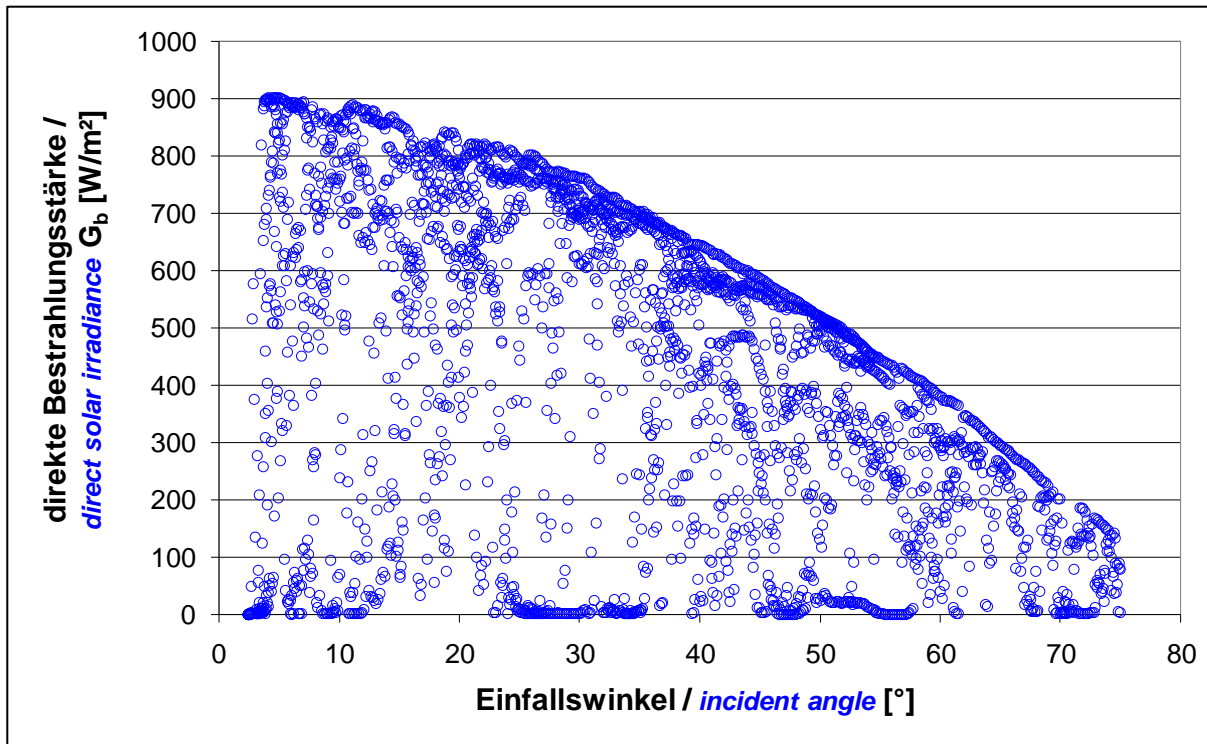


Abbildung B.1: Die direkte Bestrahlungsstärke über dem Einfallswinkel der direkten Bestrahlungsstärke
Figure B.1: the direct solar irradiance over the incident angle of the direct solar irradiance

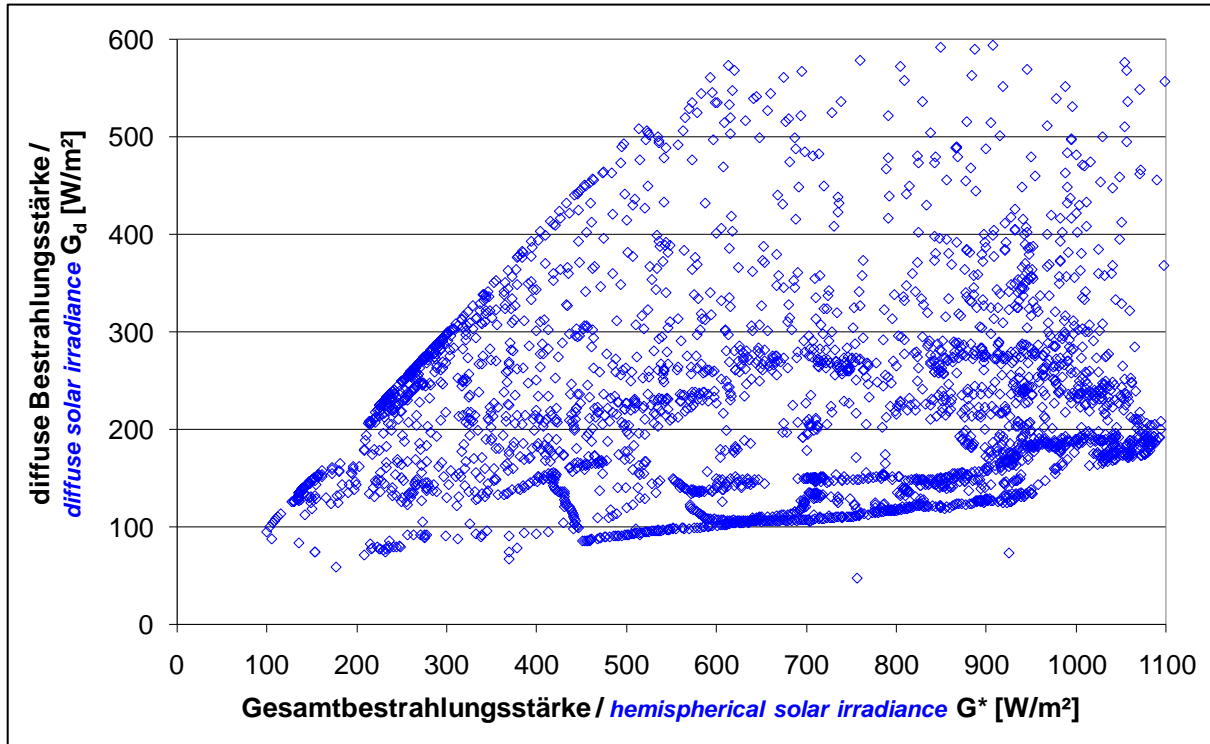


Abbildung B.2: Die diffuse Bestrahlungsstärke über der direkten Bestrahlungsstärke
Figure B.2: diffuse solar irradiance over the total solar irradiance

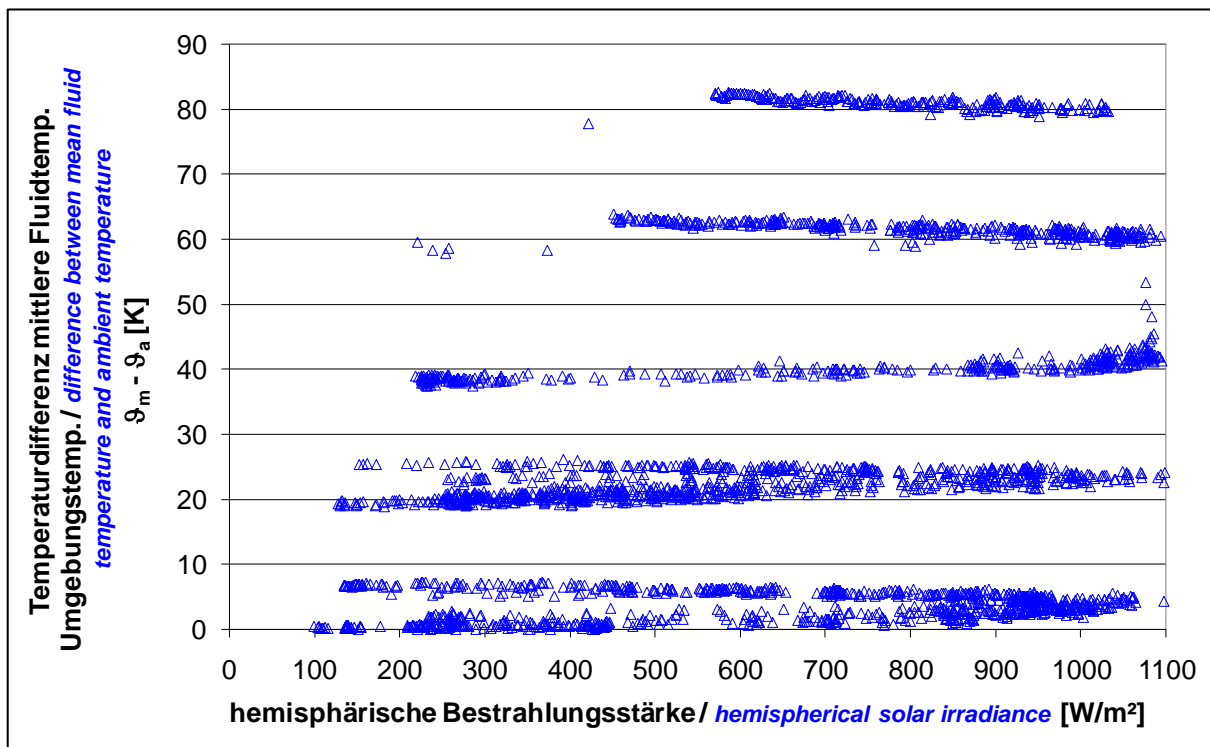


Abbildung B.3: Die Temperaturdifferenz zwischen mittlerer Fluidtemperatur und Umgebungstemperatur über der hemisphärischen Bestrahlungsstärke
Figure B.3: difference between mean fluid temperature and ambient temperature over the hemispherical solar irradiance

Anhang C.1: Leistungskurve für ECOFER SMARTEVO 23

Annex C.1: Power curve for ECOFER SMARTEVO 23

Bestimmung der Kollektorleistung:
Determination of power per collector unit:

$$\dot{Q} = A \cdot G^* \left(\eta_0 - a_1 \frac{(\vartheta_m - \vartheta_a)}{G^*} - a_2 \frac{(\vartheta_m - \vartheta_a)^2}{G^*} \right)$$

mit / *with*:

Aperturfläche pro Kollektormodul / *aperture area per collector unit*

A = 2.03 m²

Konversionsfaktor / *conversion factor*

$\eta_0 = 0.764$

Wärmedurchgangskoeffizient / *heat transfer coefficient*

$a_1 = 3.953 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

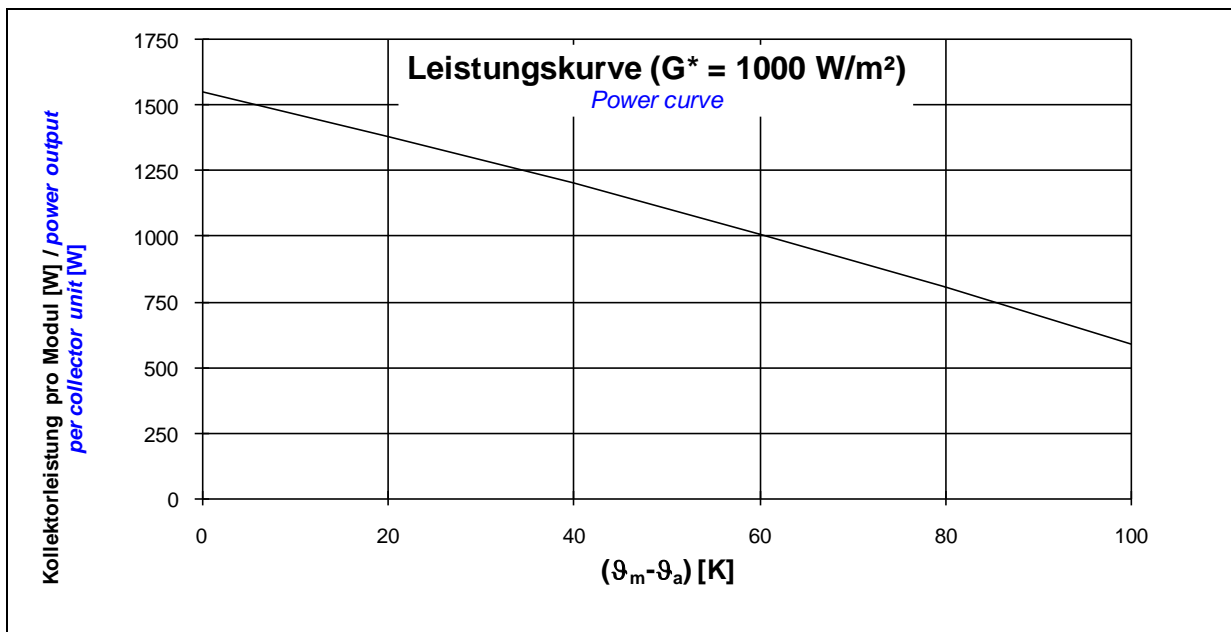
temperaturabhängiger Wärmedurchgangskoeffizient /
temperature depending heat transfer coefficient

$a_2 = 0.008 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}^2)$

Peakleistung ($G^* = 1000 \text{ W}/\text{m}^2$, $(\vartheta_m - \vartheta_a) = 0$) pro Kollektormodul:

$W_{\text{peak}} = 1551 \text{ W}$

Peak Power ($G^ = 1000 \text{ W}/\text{m}^2$, $(\vartheta_m - \vartheta_a) = 0$) per collector unit:*



Kollektorleistung pro Modul [W]

Power output per collector unit [W]

$\vartheta_m - \vartheta_a$ in [K]	Bestrahlungsstärke / <i>Irradiance</i>		
	400 W/m ²	700 W/m ²	1000 W/m ²
0	620	1086	1551
20	453	919	1384
40	273	739	1204
60	80	546	1011
80	0 *)	340	805
100	0 *)	121	586

Anmerkung: Die angegebenen Werte beziehen sich auf senkrechte Einstrahlung

Note: the reported values are for normal incidence

*) Die Kollektorleistung ist mit Null angegeben, da sich rechnerisch bei diesen Betriebsbedingungen eine negative Kollektorleistung ergibt.

**) Calculating the power output per collector unit under these operation conditions result in negative values. Therefore the calculated power output is indicated with zero.*

Anhang C.2: Leistungskurve für ECOFER SMARTEVO 27

Annex C.2: Power curve for ECOFER SMARTEVO 27

Bestimmung der Kollektorleistung:
Determination of power per collector unit:

$$\dot{Q} = A \cdot G^* \left(\eta_0 - a_1 \frac{(T_m - T_a)}{G^*} - a_2 \frac{(T_m - T_a)^2}{G^*} \right)$$

mit / *with*:

Aperturfäche pro Kollektormodul / *aperture area per collector unit*

$A = 2.51 \text{ m}^2$

Konversionsfaktor / *conversion factor*

$\eta_0 = 0.764$

Wärmedurchgangskoeffizient / *heat transfer coefficient*

$a_1 = 3.953 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

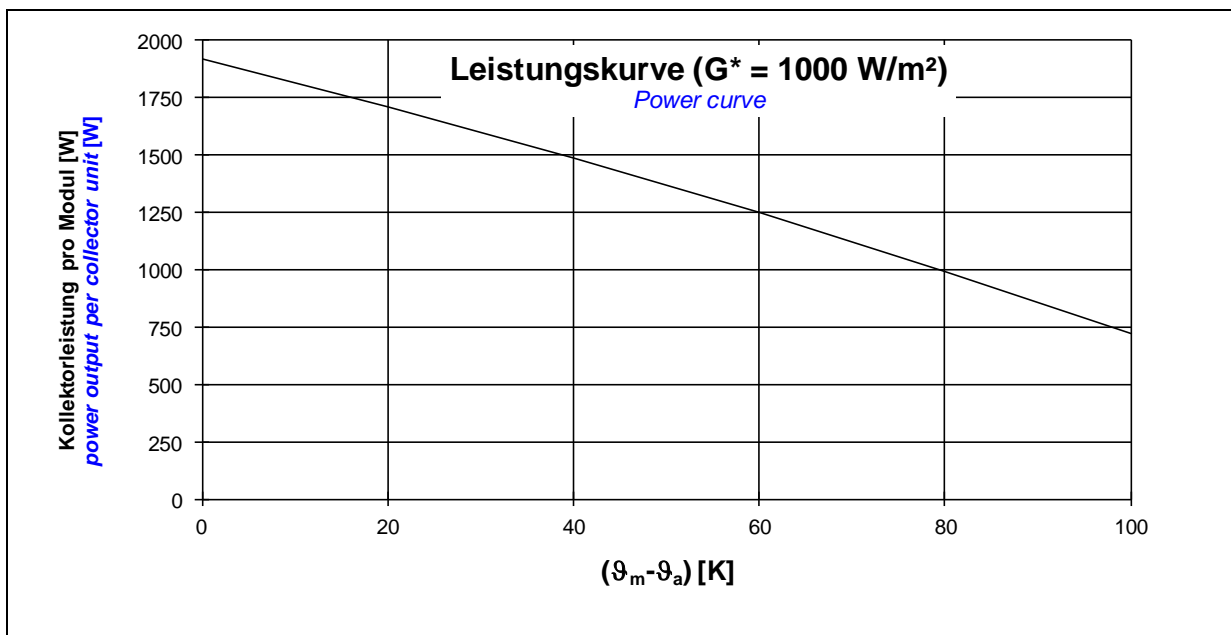
temperaturabhängiger Wärmedurchgangskoeffizient /
temperature depending heat transfer coefficient

$a_2 = 0.008 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}^2)$

Peakleistung ($G^* = 1000 \text{ W}/\text{m}^2$, $(T_m - T_a) = 0$) pro Kollektormodul:

$W_{\text{peak}} = 1918 \text{ W}$

Peak Power ($G^ = 1000 \text{ W}/\text{m}^2$, $(T_m - T_a) = 0$) per collector unit:*



Kollektorleistung pro Modul [W]
Power output per collector unit [W]

$T_m - T_a$ in [K]	Bestrahlungsstärke / <i>Irradiance</i>		
	400 W/m ²	700 W/m ²	1000 W/m ²
0	767	1342	1918
20	561	1136	1711
40	338	913	1489
60	99	675	1250
80	0 *)	420	995
100	0 *)	149	725

Anmerkung: Die angegebenen Werte beziehen sich auf senkrechte Einstrahlung
Note: the reported values are for normal incidence

*) Die Kollektorleistung ist mit Null angegeben, da sich rechnerisch bei diesen Betriebsbedingungen eine negative Kollektorleistung ergibt.

*) *Calculating the power output per collector unit under these operation conditions result in negative values. Therefore the calculated power output is indicated with zero.*

Anhang C.3: Leistungskurve für ECOFER SMARTEVO 29

Annex C.3: Power curve for ECOFER SMARTEVO 29

Bestimmung der Kollektorleistung:
Determination of power per collector unit:

$$\dot{Q} = A \cdot G^* \left(\eta_0 - a_1 \frac{(\vartheta_m - \vartheta_a)}{G^*} - a_2 \frac{(\vartheta_m - \vartheta_a)^2}{G^*} \right)$$

mit / *with*:

Aperturfäche pro Kollektormodul / *aperture area per collector unit*

A = 2.72 m²

Konversionsfaktor / *conversion factor*

$\eta_0 = 0.764$

Wärmedurchgangskoeffizient / *heat transfer coefficient*

$a_1 = 3.953 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

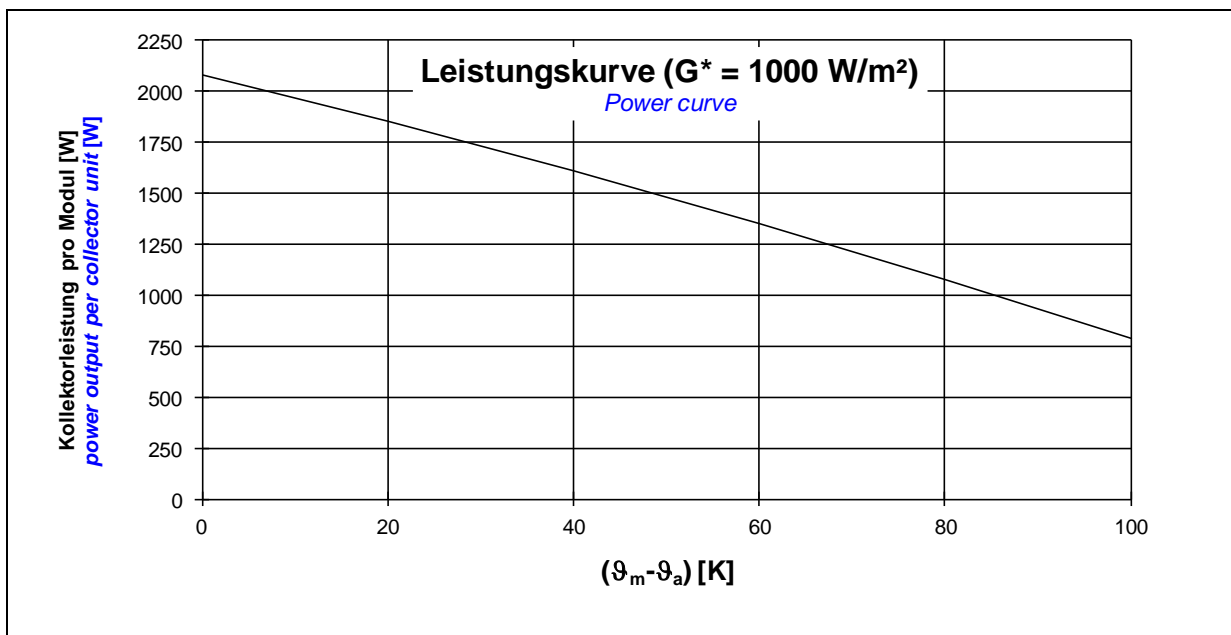
temperaturabhängiger Wärmedurchgangskoeffizient /
temperature depending heat transfer coefficient

$a_2 = 0.008 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}^2)$

Peakleistung ($G^* = 1000 \text{ W}/\text{m}^2$, $(\vartheta_m - \vartheta_a) = 0$) pro Kollektormodul:

$W_{\text{peak}} = 2078 \text{ W}$

Peak Power ($G^ = 1000 \text{ W}/\text{m}^2$, $(\vartheta_m - \vartheta_a) = 0$) per collector unit:*



Kollektorleistung pro Modul [W]
Power output per collector unit [W]

$\vartheta_m - \vartheta_a$ in [K]	Bestrahlungsstärke / <i>Irradiance</i>		
	400 W/m ²	700 W/m ²	1000 W/m ²
0	831	1455	2078
20	607	1231	1854
40	366	990	1613
60	108	731	1355
80	0 *)	455	1079
100	0 *)	162	785

Anmerkung: Die angegebenen Werte beziehen sich auf senkrechte Einstrahlung
Note: the reported values are for normal incidence

*) Die Kollektorleistung ist mit Null angegeben, da sich rechnerisch bei diesen Betriebsbedingungen eine negative Kollektorleistung ergibt.

**) Calculating the power output per collector unit under these operation conditions result in negative values. Therefore the calculated power output is indicated with zero.*

Anhang D: Nomenklatur

Annex D: Symbols and Units

A	[m ²]	Aperturfläche / <i>aperture area</i>
a	[(mbar h ²)/l ²]	Koeffizient zur Berechnung des Druckverlusts <i>coefficient for calculation of pressure loss</i>
a₁	[W/(m ² K)]	Wärmedurchgangskoeffizient / <i>heat transfer coefficient</i>
a₂	[W/(m ² K ²)]	Temperaturabhängiger Wärmedurchgangskoeffizient <i>temperature depending heat transfer coefficient</i>
b	[(mbar h)/l]	Koeffizient zur Berechnung des Druckverlusts <i>coefficient for calculation of pressure loss</i>
b₀	[-]	Faktor zur Bestimmung des Einfallwinkelkorrekturfaktors der direkten Bestrahlungsstärke / <i>factor to determine the incident angle modifier of the beam irradiance</i>
c	[kJ/(m ² K)]	flächenbezogene Wärmekapazität des Kollektors <i>area based heat capacity of the collector</i>
c₁	[W/(m ² K)]	Wärmedurchgangskoeffizient / <i>heat transfer coefficient</i>
c₂	[W/(m ² K ²)]	temperaturabhängiger Wärmedurchgangskoeffizient <i>temperature depending heat transfer coefficient</i>
c₅	[kJ/(m ² K)]	flächenbezogene Wärmekapazität des Kollektors <i>area based heat capacity of the collector</i>
F'(τα)_{en}	[-]	Konversionsfaktor der direkten Bestrahlungsstärke <i>conversion factor of the beam irradiance</i>
G*	[W/m ²]	hemisphärische Bestrahlungsstärke / <i>hemispherical solar irradiance</i>
G_b	[W/m ²]	direkte Bestrahlungsstärke / <i>beam solar irradiance</i>
G_d	[W/m ²]	diffuse Bestrahlungsstärke / <i>diffuse solar irradiance</i>
K_θ(θ)	[-]	Einfallwinkelkorrekturfaktor der hemisphärischen Bestrahlungsstärke <i>incident angle modifier of the hemispherical solar irradiance</i>
K_{θb}(θ)	[-]	Einfallwinkelkorrekturfaktor der direkten Bestrahlungsstärke <i>incident angle modifier of the beam solar irradiance</i>
K_{θd}	[-]	Einfallwinkelkorrekturfaktor der diffusen Bestrahlungsstärke <i>incident angle modifier of the diffuse solar irradiance</i>
(kA)_{WT}	[W/K]	Wärmeübertragungsvermögen des Solarwärmeübertragers <i>heat transfer capacity of the solar heat exchanger</i>
ṁ	[l/h]	Massenstrom / <i>mass flow rate</i>
Q̇	[W]	Kollektorleistung / <i>power per collector unit</i>
q̇	[W/m ²]	flächenbezogene Kollektorleistung / <i>area based collector power</i>
Δp	[mbar]	Druckverlust / <i>pressure loss</i>
η	[-]	Wirkungsgrad / <i>collector efficiency</i>
η₀	[-]	Konversionsfaktor der hemisphärischen Bestrahlungsstärke <i>conversion factor</i>
λ	[W/(mK)]	Wärmeleitfähigkeit / <i>heat conductivity</i>
ϑ	[°C]	Temperatur / <i>temperature</i>
ϑ_a	[°C]	Umgebungstemperatur / <i>ambient air temperature</i>
ϑ_e	[°C]	Kollektoraustrittstemperatur / <i>collector outlet temperature</i>
ϑ_{in}	[°C]	Kollektoreintrittstemperatur / <i>collector inlet temperature</i>
ϑ_m	[°C]	mittlere Fluidtemperatur / <i>mean fluid temperature</i>
θ	[°]	Einfallswinkel der direkten Bestrahlungsstärke <i>incidence angle of the beam solar irradiance</i>