



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.: 10COL921

Test Report No.: 10COL921

Stuttgart, den 11.11.2010

Stuttgart, November 11th, 2010

Auftraggeber:

client:

Jiangsu Micoe Solar Energy Co., Ltd

199, Yingzhou Road,

Lianyungang City,

Jiangsu Province, China

Hersteller:

manufacturer:

Jiangsu Micoe Solar Energy Co., Ltd

Typ:

type:

SMG70-10

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 ...	13
	<i>Annex B: Explanation upon the Measurements under quasi-dynamic Conditions</i>	
	Anhang C: Nomenklatur	16
	<i>Annex C: Symbols and Units</i>	

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

Hersteller <i>Manufacturer</i>	Jiangsu Micoe Solar Energy Co., Ltd 199, Yingzhou Road, Lianyungang City, Jiangsu Province, China
Ansprechpartner: <i>contact person:</i>	Neil Xi Tel.: 0086 518 8595 9885 Fax: 0086 518 8595 9808 email: certification@sunrain.com
Typ: <i>type:</i>	SMG70-10 <i>SMG70-10</i>
Herstellernummer: <i>serial no.:</i>	Keine Angabe <i>not specified</i>
Interne Kennzeichnung des Prüflabors: <i>internal identification of test laboratory:</i>	C921 <i>C921</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>	1.89 m ² (von Prüflabor bestimmt) <i>1.89 m² (determined by test laboratory)</i>
Aperturfläche: <i>aperture area:</i>	1.14 m ² (von Prüflabor bestimmt) <i>1.14 m² (determined by test laboratory)</i>
Absorberfläche: <i>absorber area:</i>	1.06 m ² (von Prüflabor bestimmt) <i>1.06 m² (determined by test laboratory)</i>

Kollektor/Gehäuse <i>Technical figures</i>	
Bauart: <i>collector type:</i>	Vakuumröhrenkollektor mit Wärmerohr <i>evacuated tubular collector with heat pipe</i>
Länge: <i>length:</i>	1952 mm (von Prüflabor bestimmt) <i>1952 mm (determined by test laboratory)</i>
Breite: <i>width:</i>	970 mm (von Prüflabor bestimmt) <i>970 mm (determined by test laboratory)</i>
Höhe: <i>height:</i>	171 mm (von Prüflabor bestimmt) <i>171 mm (determined by test laboratory)</i>
Material: <i>material:</i>	Aluminium <i>aluminium</i>
Gewicht: <i>weight:</i>	42 kg <i>42 kg</i>
Dichtungsmaterialien: <i>sealing material:</i>	Nylon 66 <i>Nylon 66</i>
Einbauweise: <i>collector mounting:</i>	Aufdach, Flachdach <i>On roof, flat roof</i>

Absorber

Absorber

Material: <i>material:</i>	Kupfer <i>copper</i>
Verbindung Absorber-Wärmerohr: <i>Joint absorber-heatpipe:</i>	ultraschallgeschweißt <i>ultrasonic welded</i>
Dicke: <i>thickness:</i>	0.12 mm (von Prüflabor bestimmt) <i>0.12 mm (determined by test laboratory)</i>
Oberflächenbehandlung: <i>surface treatment:</i>	gesputtertes TiNOx <i>sputtered TiNOx</i>
Absorptionsgrad: <i>absorptance:</i>	0.93 <i>0.93</i>
Emissionsgrad: <i>emittance:</i>	0.07 <i>0.07</i>
Wärmeträgerinhalt Sammler: <i>heat transfer fluid content of manifold:</i>	0.8 Liter <i>0.8 litres</i>
Durchströmungsform: <i>flow pattern:</i>	seriell <i>serial</i>
Abmessungen Absorberrohre: <i>dimension absorber tubes:</i>	8.0 x 0.6 mm <i>8.0 x 0.6 mm</i>
Anzahl Absorberrohre: <i>no. of absorber tubes:</i>	10 <i>10</i>
Abstand der Absorberrohre: <i>distance between absorber tubes:</i>	90 mm <i>90 mm</i>
Abmessungen Sammlerrohr: <i>dimension of the header:</i>	37 x 1.0 mm <i>37 x 1.0 mm</i>
Anzahl Anschlüsse: <i>number of connections:</i>	2 <i>2</i>
Ausführung Anschlüsse: <i>realisation of connections:</i>	3/4" Außengewinde <i>3/4" outer thread</i>

Transparente Abdeckung

Transparent cover:

Anzahl: <i>number:</i>	1 <i>1</i>
Außendurchmesser der Glasröhre: <i>outer diameter glass tube :</i>	70 mm <i>70 mm</i>
Material: <i>material:</i>	Borosilikat Glas <i>borosilicate glass</i>
Hersteller: <i>manufacturer:</i>	Jiangsu Micoe <i>Jiangsu Micoe</i>
Produktbezeichnung: <i>brand name:</i>	Evacuated tube <i>Evacuated tube</i>
Transmissionsgrad: <i>transmittance:</i>	0.91 <i>0.91</i>
Dicke: <i>thickness:</i>	2.0 mm <i>2.0 mm</i>

Wärmedämmung

Thermal insulation:

Sammler
header

Material: <i>material:</i>	Steinwolle <i>rock wool</i>
Hersteller: <i>manufacturer:</i>	keine Angabe <i>not specified</i>
Produktbezeichnung: <i>product name:</i>	rock wool insulation block <i>rock wool insulation block</i>
Wärmeleitfähigkeit: <i>thermal conductivity:</i>	0.043 W/mK <i>0.043 W/mK</i>
Wärmekapazität: <i>heat capacity:</i>	1.22 kJ/(kgK) <i>1.22 kJ/(kgK)</i>
Dichte: <i>density:</i>	keine Angabe <i>not specified</i>
Dicke: <i>thickness:</i>	40 mm <i>40 mm</i>

Grenzdaten

Limitations:

Stillstandstemperatur: <i>stagnation temperature:</i>	269 °C (von Prüflabor bestimmt) <i>269 °C (determined by test laboratory)</i>
max. zul. Betriebsüberdruck: <i>max. operation pressure:</i>	6 bar <i>6 bar</i>
Zulässiger Wärmeträger: <i>allowed heat transfer fluid:</i>	reines Wasser, 50 % Glykol + Wasser <i>pure water, 50 % glycol + water</i>
Nenndurchfluss pro Kollektor: <i>nominal flow rate per collector:</i>	50 - 150 kg/h <i>50 - 150 kg/h</i>

Feststellung des Kollektors

Collector identification:

Zeichnungssatz: <i>construction characteristics:</i>	<ul style="list-style-type: none">▪ DMG70 Collector (General view), JE-DMG70/1800-00, Datum: 09.12.2009▪ DMG70 Collector (Cover), JR-DMG70/1800-01-02, Datum: 08.12.2009▪ Ø 70 metal-glass tube, JR-DMG70/1800-02, Datum: 07.12.2009▪ <i>DMG70 Collector (General view), JE-DMG70/1800-00, date: 09.12.2009</i>▪ <i>DMG70 Collector (Cover), JR-DMG70/1800-01-02, date: 08.12.2009</i>▪ <i>Ø 70 metal-glass tube, JR-DMG70/1800-02, date: 07.12.2009</i>
--	---

Please use SMG70 replace DMG70

Datenblätter: <i>technical data sheets:</i>	<ul style="list-style-type: none">▪ ITW Datenblatt Kollektor SMG70-10▪ Material list▪ <i>ITW data sheet collector SMG70-10</i>▪ <i>Material list</i>																																				
Kennzeichnung: <i>labelling:</i>	<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><thead><tr><th></th><th>ja <i>yes</i></th><th>nein <i>no</i></th></tr></thead><tbody><tr><td>Name des Herstellers <i>name of manufacturer</i></td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr><tr><td>Kollektortyp <i>collector type</i></td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr><tr><td>Seriennummer <i>serial number</i></td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr><tr><td>Herstellungsjahr <i>year of production</i></td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr><tr><td>Brutto-Kollektorfläche <i>gross area of collector</i></td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr><tr><td>Maße des Kollektors <i>dimensions of collector</i></td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr><tr><td>Maximaler Betriebsdruck <i>maximum operation pressure</i></td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td><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><input checked="" type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr><tr><td>Volumen des Wärmeträgermediums <i>volume of heat transfer fluid</i></td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr><tr><td>Leergewicht des Kollektors <i>weight of empty collector</i></td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr><tr><td>Hergestellt in: <i>made in:</i></td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr></tbody></table> <p>Das Typenschild lag dem Prüfling bei. Nach EN 12975-1:2006 Kapitel 7.2 ist es gut sichtbar und haltbar am Kollektor anzubringen. <i>The label was delivered as specimen. According to EN 12975-1:2006 chapter 7.2 it must be attached visible and durable to the collector.</i></p>		ja <i>yes</i>	nein <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"/>
	ja <i>yes</i>	nein <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"/>																																			

Installationsanweisung: <i>instructor installation manual :</i>		ja <i>yes</i>	nein <i>no</i>
▪ Heat Pipe Vacuum Tube With Flat Absorber			
▪ Heat Pipe Vacuum Tube With Flat Absorber			
Die Installationsanweisung enthält folgende nach EN 12975-1:2006 Kapitel 7.3 notwendigen Angaben:			
<i>The installer instruction manual contain the following according to EN 12975-1:2006 chapter 7.3 required information:</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 type="checkbox"/>	<input checked="" 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 SMG70-10.

*The test report is valid for collector type SMG70-10 as
specified above.*

DRAFT

2 Prüfergebnisse Wärmeleistung

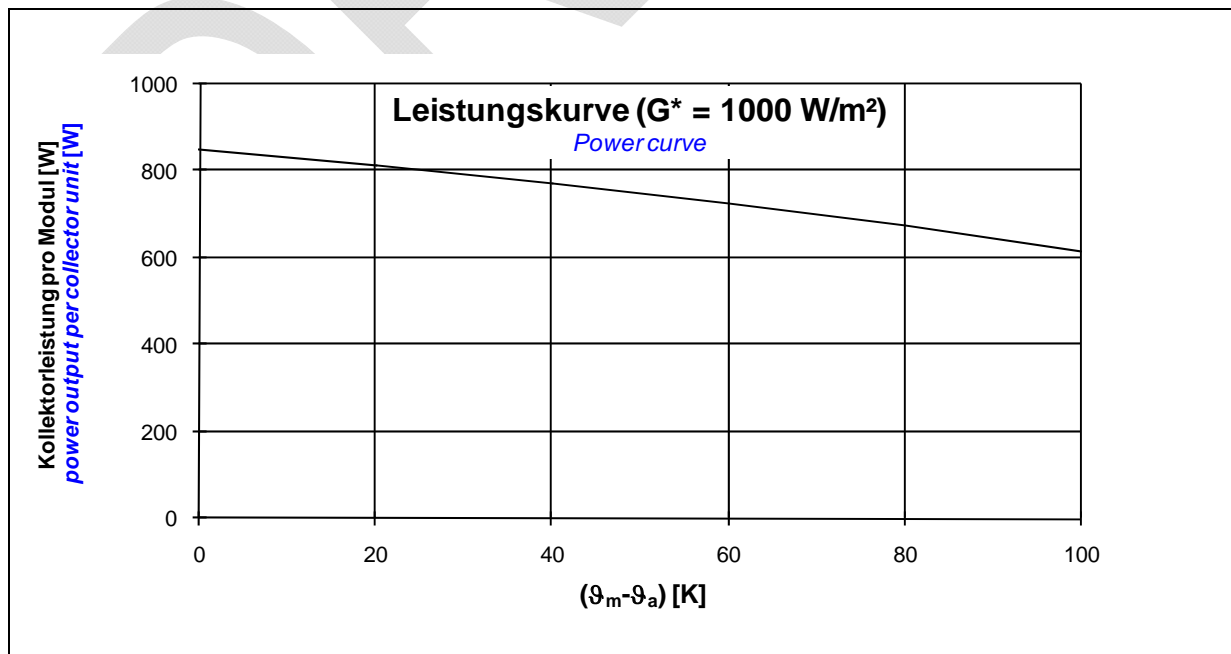
Test Results Thermal Performance

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>	0.746
Wärmedurchgangskoeffizient a_1 [W/(m²K)] <i>heat transfer coefficient</i>	1.462
temperaturabhängiger Wärmedurchgangskoeffizient a_2 [W/(m²K²)] <i>temperature depending heat transfer coefficient</i>	0.006
Einfallswinkel-Korrekturfaktor $K_d(50^\circ)$ [-] <i>incidence angle modifier</i>	Siehe Seite 13 <i>See page 13</i>
flächenbezogene Wärmekapazität c [kJ/(m²K)] <i>area related heat capacity</i>	18.10
Volumenstrom [l/(m²h)] <i>volume flow rate</i>	72
Aperturfläche pro Kollektormodul A [m²] <i>aperture area per collector unit</i>	1.14
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>	850



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	340	595	850
20	304	559	814
40	263	518	773
60	216	471	726
80	163	418	673
100	105	360	615

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

DRAFT

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.

Eingang Prüfling:
Arrival of test sample:

14.06.2010

Prüfzeitraum:
Test period:

04.06. – 18.08.2010

Prüfer:
Test engineer:

Dipl.-Ing. S. Fischer, M. Wild, Dipl.-Ing. (FH) C. Twerdy

Stuttgart, den 11.11.2010

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>								
Konversionsfaktor <i>Conversion factor</i>		effektiver Wärmedurchgangskoeffizient <i>heat transfer coefficient</i>				flächenbezogene Wärmekapazität <i>area related heat capacity</i>		
$\eta_0 = 0.746$		$a_1 = 1.462 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ $a_2 = 0.006 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}^2)$				$c = 18.100 \text{ kJ}/(\text{m}^2\text{K})$		
Einfallswinkel-Korrekturfaktoren <i>Incidence angle modifier</i>								
θ		0	20	40	50	60	70	90
$K_{\theta d} = 1.02$	$K_{\theta b}(\theta_i)$	1.00	1.00	0.97	0.92	0.84	0.68	0.00
	$K_{\theta b}(\theta_t)$	1.00	1.01	1.06	1.09	1.02	0.84	0.00

Berechnungsergebnisse			
<i>calculation results</i>			
Standort / <i>location</i>	Hannover	Würzburg	Stötten
Einstrahlung [kWh/(m ² a)] <i>radiation</i>	1022	1212	1354
Aperturfläche [m ²] <i>aperture area</i>	Jährlicher Kollektorertrag ¹⁾ [kWh/(m ² a)] <i>yearly energy gain</i>		
3	600	716	788
4	561	665	724
5	520	597	642
6	475	530	564

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

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

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

mit/*with*

$$K_{\Theta b}(\theta_l, \theta_t) = K_{\Theta b}(\theta_l, 0) \cdot K_{\Theta b}(0, \theta_t)$$

Ergebnisse der Regression

Regression results

auf Aperturfläche bezogen <i>based on the aperture area</i>	
$F'(\tau\alpha)_{en}$:	0.740 [-]
$K_{\Theta d}$:	1.017 [-]
c_1 :	1.462 [W/(m ² K)]
c_2 :	0.006 [W/(m ² K ²)]
c_5 :	18.100 [kJ/(m ² K)]

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	40	50	60	70	90
$K_{\Theta b}(\theta_l)$:	1.00	1.00	0.97	0.92	0.84	0.68	0.00
$K_{\Theta b}(\theta_t)$:	1.00	1.01	1.06	1.09	1.02	0.84	0.00

Berechnung der Kollektorparameter *Calculation of the collector parameters*

η_0:	Konversionsfaktor / <i>zero-loss collector efficiency</i> (η_0 at $\vartheta_m - \vartheta_a = 0$) [-] $\eta_0 = F'(\tau\alpha)_{en} K_{ob}(\theta_l = 10,7^\circ; \theta_t = 10,7^\circ) \cdot 0.85 + F'(\tau\alpha)_{en} K_{od} \cdot 0.15$
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)] $a_2 = c_2$
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)*

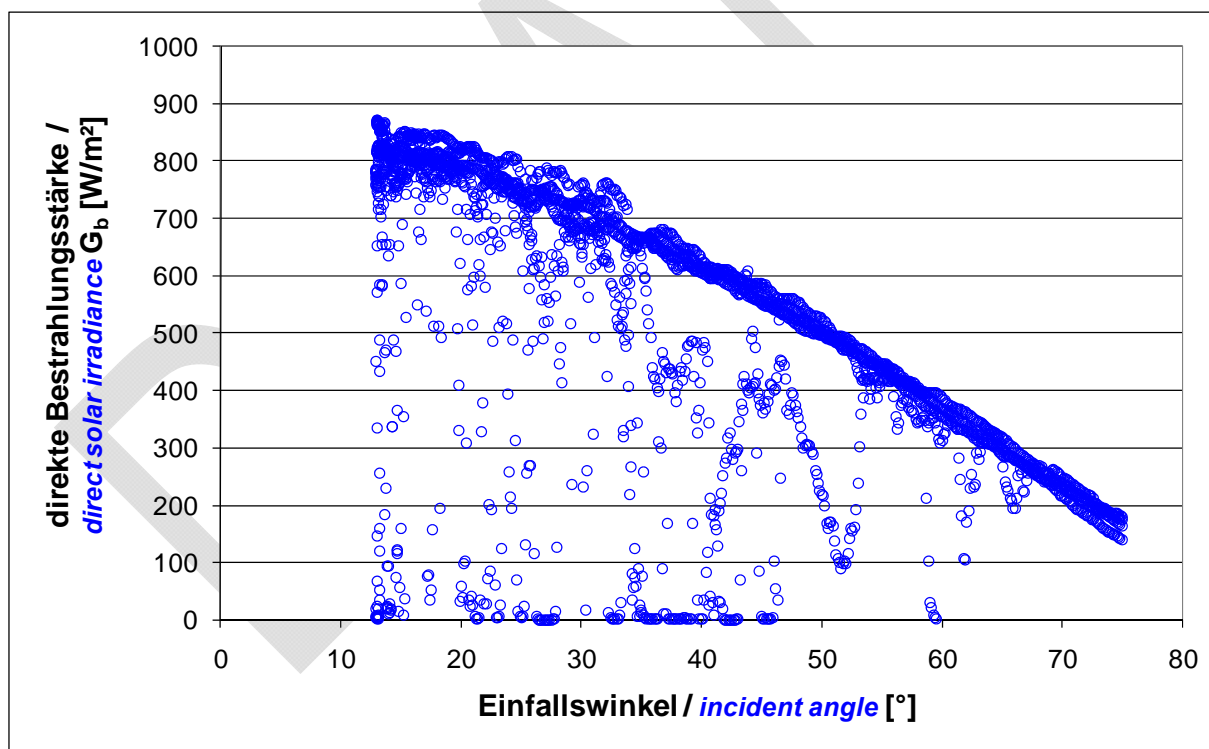


Abbildung B.1: Die direkte Bestrahlungsstärke über dem Einfallswinkel der direkten Bestrahlungsstärke
Figure B.1: the direct solar irradiance over the incident angle of the direct solar irradiance

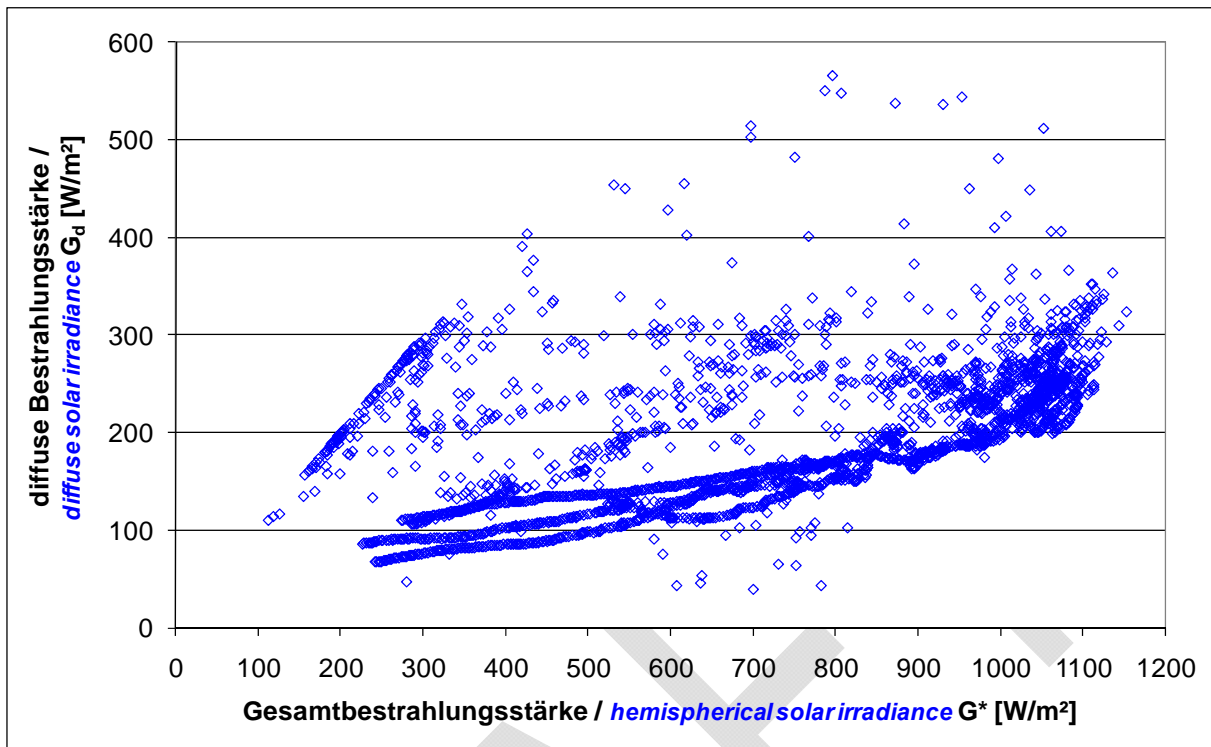


Abbildung B.2: Die diffuse Bestrahlungsstärke über der direkten Bestrahlungsstärke
Figure B.2: diffuse solar irradiance over the total solar irradiance

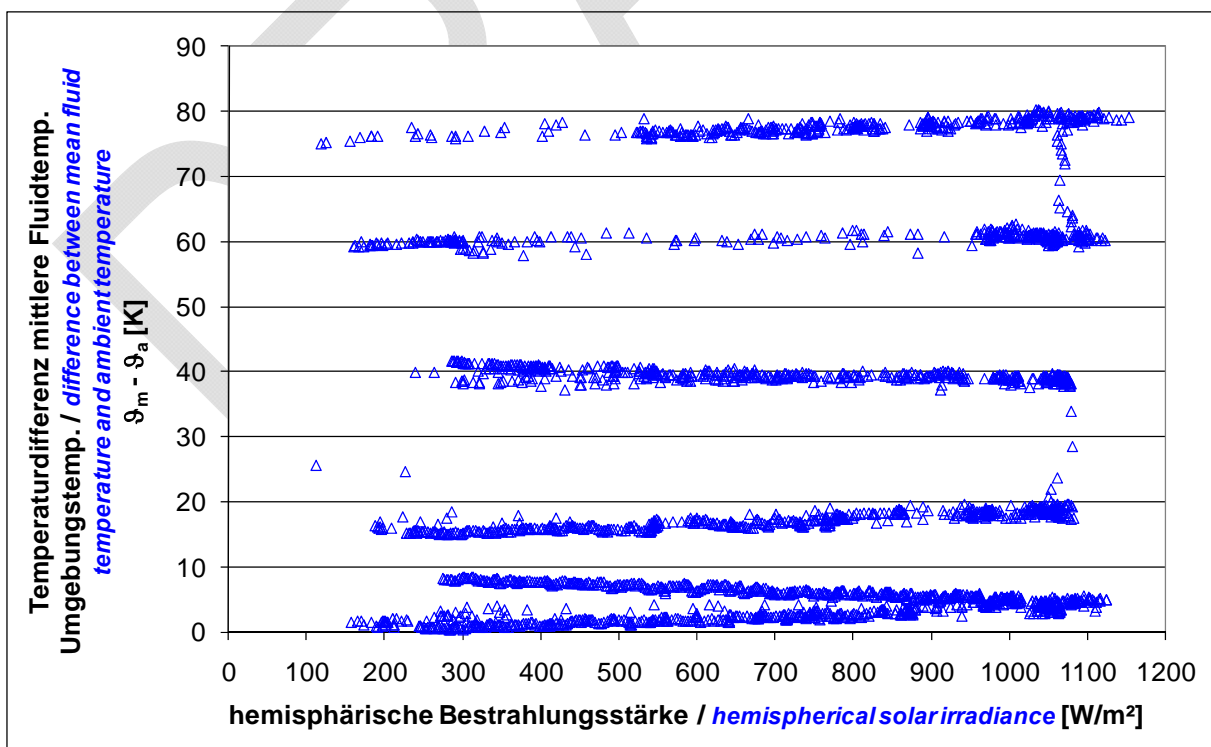


Abbildung B.3: Die Temperaturdifferenz zwischen mittlerer Fluidtemperatur und Umgebungstemperatur über der hemisphärischen Bestrahlungsstärke
Figure B.3: difference between mean fluid temperature and ambient temperature over the hemispherical solar irradiance

Anhang C: Nomenklatur

Annex C: 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)	[-]	Einfallswinkelkorrekturfaktor der hemisphärischen Bestrahlungsstärke <i>incident angle modifier of the hemispherical solar irradiance</i>
K_{θb}(θ)	[-]	Einfallswinkelkorrekturfaktor der direkten Bestrahlungsstärke <i>incident angle modifier of the beam solar irradiance</i>
K_{θd}	[-]	Einfallswinkelkorrekturfaktor 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>
\dot{m}	[l/h]	Massenstrom / <i>mass flow rate</i>
\dot{Q}	[W]	Kollektorleistung / <i>power per collector unit</i>
\dot{q}	[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>