

KTB Nr.: 2011-22

**Testbericht zur Leistungsmessung nach  
EN 12975-1,2:2006.**

***Report of performance measurement according to  
EN 12975-1,2:2006***

für/*for*: Westech Solar Technology Wuxi Co. Ltd. , China

**Kollektorbezeichnung/*brand name*:**

WT-B58-10

**Ausstellungsdatum/*date of issue*:**

1st June 2011

Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE

Heidenhofstraße 2, 79110 Freiburg, Germany

T +49 (0)761-4588-5354

F +49 (0)761-4588-9000

testlab-sts@ise.fraunhofer.de

www.kollektortest.de

Akkreditiert nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005

*Accredited according to DIN EN ISO/IEC 17025:2005*



Anerkanntes Prüflaboratorium

Registriernummer:

DAP-PL-3926.00

## Contents

1	Überblick - <i>Overview</i> . . . . .	3
1.1	Vorbemerkung - <i>Preliminary remark</i> . . . . .	3
1.2	Ablauf der Messungen - <i>Schedule of the measurements</i> . . . . .	3
1.3	Zusammenfassung - <i>Summary statement</i> . . . . .	3
2	Hersteller/Anbieter - <i>Manufacturer/Provider</i> . . . . .	4
3	Beschreibung des Kollektors - <i>Description of the collector</i> . . . . .	4
4	Fotografie des Kollektors - <i>Photography of the collector</i> . . . . .	9
5	Dokumentation des Kollektors - <i>Documentation of the collector</i> . . . . .	10
5.1	Typenschild - <i>Type plate</i> . . . . .	10
5.2	Installationsanleitung - <i>Installation guidelines</i> . . . . .	11
5.3	Konstruktionszeichnungen - <i>Constructional drawings</i> . . . . .	12
6	Wareneingangskontrolle - <i>Incoming Inspection</i> . . . . .	13
7	Leistungsermittlung - <i>Performance measurement</i> . . . . .	14
7.1	Berechnungsverfahren - <i>Calculation method</i> . . . . .	14
7.2	Schematische Darstellung des Prüfkreislaufes - <i>Schematic of the testing loop</i> . . . . .	15
7.3	Leistungsmessung - <i>Measurement of power output</i> . . . . .	16
7.4	Winkelkorrekturfaktor - <i>Incidence angle modifier (IAM)</i> . . . . .	18
7.5	Effektive Wärmekapazität - <i>Effective thermal capacity</i> . . . . .	19
8	Anmerkung zum Prüfbericht - <i>Annotation to the test report</i> . . . . .	20

## 1 Überblick - *Overview*

### 1.1 Vorbemerkung - *Preliminary remark*

Die Messungen wurden nach EN 12975-1,2:2006 durchgeführt.  
*The measurements have been performed according to EN 12975-1,2:2006.*

Die Messungen wurden unter Einhaltung der SolarKeymark Scheme Rules (Version 10.07 vom Februar 2009) durchgeführt.  
*The measurements have been performed in accordance with the SolarKeymark scheme rules (version 10.07 of February 2009)*

### 1.2 Ablauf der Messungen - *Schedule of the measurements*

<b>Position Item</b>	<b>Datum</b>	<b>Satus Status</b>
Anlieferung <i>Delivery</i>	11.10.2010	in Ordnung <i>okay</i>
Dokumentation des Kollektors <i>Documentation of the collector</i>	geprüft <i>checked</i>	vollständig <i>complete</i>
Leistungsparameter und Winkelkorrekturfaktor <i>Performance parameters and incidence angle modifier</i>	28.04.-05.05.2011	abgeschlossen <i>done</i>
Effektive thermische Kapazität <i>Effective thermal capacity</i>	berechnet <i>determined</i>	abgeschlossen <i>done</i>

### 1.3 Zusammenfassung - *Summary statement*

Während der Messungen trat kein größerer Fehler nach EN12975-1,2:2006 auf.  
*No major failure according to EN12975-1,2:2006 occurred while performing the measurements.*

## 2 Hersteller/Anbieter - *Manufacturer/Provider*

<b>Hersteller/Anbieter - <i>Manufacturer/Provider</i></b>	
Westech Solar Technology Wuxi Co. Ltd.	
A building, No. 10, Lianhe Road, Hudai Industrial Park	
Wuxi 214101	
China	

## 3 Beschreibung des Kollektors - *Description of the collector*

<b>Allgemeines - <i>Preface</i></b>	
Kollektortyp <i>Collector technology</i>	Vakuurröhrenkollektor <i>Evacuated tube collector</i>
Funktionsweise <i>Operating mode</i>	Heat-Pipe-Kollektor <i>Heat-pipe collector</i>
Art der Vakuurröhre <i>Kind of vacuum tube</i>	Sydney-Röhre <i>Sydney tube</i>
Bruttofläche <i>Total area</i>	2,030 x 0,890 = 1,807 m <sup>2</sup> *
Tiefe <i>Depth</i>	180 mm *
Aperturfläche [L x B] <i>Aperture area [l x w]</i>	0,943 m <sup>2</sup> **
Absorberfläche [L x B] <i>Absorber area [l x w]</i>	0,818 m <sup>2</sup> ***
Kollektor-Identifikations-Nr.: <i>Collector-identification-no.:</i>	
Leistungsprüfung <i>Efficiency tests:</i>	222-KT-114-004-102010

\* = Herstellerangabe - *Manufacturer specification*

\*\* = projizierte, Innenfläche der Außenröhre - *Projected inside area of the outer glass tube*

\*\*\* = projizierte, Außenfläche der inneren Röhre - *Projected outside area of the inner glass tube*

<b>Abdeckung (Außenröhre)</b>	
<b><i>Cover (outer tube)</i></b>	
Außendurchmesser Außenröhre <i>Outer diameter of the outer glass tube</i>	58 mm *
Stärke der Außenröhre <i>Thickness of the cover tube</i>	1,6 mm *
Länge der Außenröhre <i>Length of the outer glass tube</i>	1800 mm *
Abstand zwischen zwei Röhren <i>Distance between two tubes</i>	80 mm *
Werkstoff der Außenröhre <i>Material of the cover tube</i>	Borosilikatglas * <i>Borosilicate Glass</i> *
Transmission der Abdeckung <i>Transmission of the cover</i>	92 ± 1 % *
<b>Absorber (Innenröhre)</b>	
<b><i>Absorber (inner glass tube)</i></b>	
Außendurchmesser der Innenröhre <i>Outer diameter of the inner glass tube</i>	47 mm *
Stärke der inneren Glasröhre <i>Thickness of the inner glass tube</i>	1,6 mm *
Länge der Innenröhre <i>Length of the inner glass tube</i>	1770 mm *
Werkstoff des inneren Glasröhre <i>Material of the inner glass tube</i>	Borosilikatglas * <i>Borosilicate Glass</i> *
Absorberbeschichtung <i>Kind of absorber coating</i>	AL/CU/N * *
Absorptionsgrad, $\alpha$ <i>Absorption coefficient</i>	92 ± 0,5 % *
Emissionsgrad, $\varepsilon$ <i>Thermal emission coefficient</i>	5 ± 0,5 % *

\* = Herstellerangabe - *Manufacturer specification*

<b>Wärmeleitbleche - <i>Contact Sheets</i></b>	
Länge des Wärmeleitblechs <i>Length of the heat contact sheet</i>	1680 mm
Breite des Wärmeleitblechs <i>Width of the heat contact sheet</i>	180 mm
Stärke des Wärmeleitblechs <i>Thickness of the heat contact sheet</i>	0,3 mm
Werkstoff der Wärmeleitbleche <i>Material of the heat contact sheets</i>	Aluminium * <i>aluminium *</i>
Anzahl Wärmeleitbleche <i>Number of heat contact sheets</i>	10 *
<b>Wärmerohre - <i>Heat-Pipes</i></b>	
Außendurchmesser der Wärmerohre <i>Outer diameter of the heat-pipes</i>	8 mm
Innendurchmesser der Wärmerohre <i>Inner diameter of the heat-pipes</i>	7 mm *
Länge der Wärmerohre <i>Length of the heat-pipes</i>	1775 mm
Werkstoff der Wärmerohre <i>Material of the heat-pipes</i>	Kupfer * <i>copper *</i>
Anzahl der Wärmerohre <i>Number of heat-pipes</i>	10 *

<b>Sammelrohr - <i>Manifold Tube</i></b>	
Außendurchmesser der Sammelrohre <i>Outer diameter of manifold tube</i>	42 mm *
Innendurchmesser der Sammelrohre <i>Inner diameter of manifold tubes</i>	40 mm *
Anschlussmaße <i>Connecting dimensions</i>	22 *
Länge der Sammelrohre <i>Length of manifold tubes</i>	990 mm *
Werkstoff der Sammelrohre <i>Material of manifold tubes</i>	Kupfer * <i>copper *</i>
Anzahl der Sammelrohre <i>Number of manifold tubes</i>	1 *
<b>Sammlergehäuse - <i>Manifold Casing</i></b>	
Gehäusewerkstoff <i>Material of the casing</i>	Aluminium * <i>aluminium *</i>
Werkstoff der seitlichen Abdeckung <i>Material of the sidewise cover</i>	Kunststoff * <i>plastic *</i>
<b>Wärmedämmung - <i>Thermal insulation</i></b>	
Dicke der Wärmedämmung im Sammlergehäuse <i>Thickness of the insulation in the manifold casing</i>	50 mm *
Material der Wärmedämmung <i>Material of insulation</i>	Basaltfaser * <i>Basalt fibre *</i>
<b>Wärmeträger - <i>Heat transfer fluid</i></b>	
Typ <i>Type</i>	Polypropylen / Wasser (45/55) * <i>polypropylene / water (45/55) *</i>
Spezifikationen (Additive usw.) <i>Specification</i>	n.a. * <i>n.a. *</i>

\* = Herstellerangabe - *Manufacturer specification*

<b>Grenzwerte - <i>Limitations</i></b>	
Maximale Betriebstemperatur <i>Max. operation temperature</i>	105 °C *
Maximaler Betriebsdruck <i>Max. operation pressure</i>	600 kPa *
Maximale Windlast <i>Max. wind load</i>	130 km/h
Maximale Schneelast <i>Max. snow load</i>	2400 Pa
Empfohlener Anstellwinkel <i>Recommended tilt angle</i>	20 - 90 °*
Empfohlener Volumenstrom <i>Recommended flow range</i>	25 l/m <sup>2</sup> h *
<b>Kollektorbefestigung - <i>Collector mounting</i></b>	
Flachdach - Aufständerung <i>Flat roof - angular rack</i>	+ *
Geneigtes Dach - Aufdach <i>Sloped roof - on roof</i>	+ *
Geneigtes Dach - Indach <i>Sloped roof - integrated in roof</i>	- *
Fassade <i>Facade</i>	- *
* = Herstellerangabe - <i>Manufacturer specification</i>	



#### 4 Fotografie des Kollektors - *Photography of the collector*



Figure 1: Foto des Kollektors - *Photography of the collector* WT-B58-10

## 5 Dokumentation des Kollektors - *Documentation of the collector*

### 5.1 Typenschild - *Type plate*

Hinweis: Das Typenschild des Kollektors wurde auf Übereinstimmung mit den nach EN 12975-1, Kap 7.2 geforderten Angaben überprüft.

*Annotation: The type plate of the collector was checked for conformity with the requirements given in EN 12975-1, Chap. 7.2.*

<b>Position Item</b>	<b>Angabe Specification</b>	<b>Status Status</b>
Hersteller <i>Manufacturer</i>	Hersteller Westech Solar Technology Wuxi Co. Ltd.	+
Kollektorbezeichnung <i>Brand name</i>	WT-B58-10	+
Seriennummer <i>Serial number</i>	WT100533	+
Herstellungsjahr <i>Year of production</i>	2010	+
Bruttofläche [L x B] <i>Cross area [l x w]</i>	2000 mm x 890 mm	+
max. Betriebsdruck <i>Max. operating pressure</i>	6 bar	+
Stagnationstemperatur bei <i>Stagnation temperature at</i> $G_{glob} = 1000W/m^2$ , $t_{amb} = 30\text{ °C}$	220 °C	+
Absorbervolumen <i>Volume of absorber</i>	1,1 l	+
Leergewicht <i>Weight (empty)</i>	35 kg	+
Hergestellt in <i>Made in</i>	China	+

(+) = in Ordnung - *okay*

(-) = unzureichend - *not sufficient*

## 5.2 Installationsanleitung - *Installation guidelines*

Hinweis: Die Installationsanleitung des Kollektors wurde auf Übereinstimmung mit den nach EN 12975-1, Kap 7.3 geforderten Angaben überprüft.

*Annotation: The installation guidelines were checked for conformity with the requirements given in EN 12975-1, Chap. 7.3.*

<b>Position Item</b>	<b>Status Status</b>
Maße und Gewicht des Kollektors <i>Dimensions and weight of the collector</i>	+
Beschreibung des Montageverfahrens <i>Description of mounting</i>	+
Empfehlung zum Blitzschutz <i>Recommendation on lightning protection</i>	+
Anweisung zur Verbindung der Kollektoren untereinander und für den Anschluss eines Kollektorfeldes an den Wärmeträgerkreislauf, sowie die Maße für Rohranschlüsse bei Kollektorgruppen bis 20m <sup>2</sup> <i>Instructions about the coupling of the collectors to one another and the connection of the collector field to the heat transfer circuit, including dimensions of pipe connections for collector arrays up to 20 m<sup>2</sup></i>	+
Empfehlungen hinsichtlich der verwendbaren Wärmeträgermedien, sowie Vorsichtsmaßnahmen beim Füllen, Betrieb und Wartung. <i>Recommendations about the heat transfer media which may be used and precautions to be taken during filling, operation and service.</i>	+
Max. Betriebsdruck <i>Max. operating pressure</i>	+
Druckabfall <i>Pressure losses</i>	+
Max. und min. Neigungswinkel <i>Max. and min. mounting angle</i>	+
Max. Wind und Schneelast <i>Max. wind or snow load</i>	+
Wartungsanforderungen <i>Requirements for maintainance</i>	+

(+) = in Ordnung - *okay*

(-) = unzureichend - *not sufficient*

Hinweis: Die gesamte Dokumentation des Kollektors ist dem Verbraucher in seiner Landessprache zur Verfügung zustellen.

*Annotation: Documentation concerning personal safety, maintenance and handling of the product shall be made available to the customer in his national language*

5.3 Konstruktionszeichnungen - *Constructional drawings*

<b>Baugruppe</b> <i>Assembly</i>	<b>Zeichnungsnummer</b> <i>Drawing number</i>	<b>Status</b> <i>Status</i>
Kollektor <i>Collector</i>	WT-LX1.8/58DRG-10	+
Sammlergehäuse <i>Header</i>	WT-LX1.8/58DR.01-10G	+
Sammelrohr <i>Manifold tube</i>	WT-LX1.8/58DR.01-10G	+
Vacuumröhre <i>vacuum tube</i>		-
Wärmeleitblech <i>Heat contact sheet</i>		-
Wärmerohr <i>Heat-Pipe</i>		-

## 6 Wareneingangskontrolle - *Incoming Inspection*

Eine Wareneingangskontrolle wurde durchgeführt.  
Der Kollektor WT-B58-10 wies keine Beschädigungen auf.  
*An incoming inspection was performed. No damages were detected  
at the collector WT-B58-10 .*

## 7 Leistungsermittlung - *Performance measurement*

### 7.1 Berechnungsverfahren - *Calculation method*

Die funktionale Abhängigkeit des Wirkungsgrades von den meteorologischen und den systemtechnischen Betriebsgrößen kann durch folgende mathematische Beziehung dargestellt werden:

*The functional dependence of the collector efficiency on the meteorological and system operation values can be represented by the following equation:*

$$\eta_{(G,(t_m-t_a))} = \eta_0 - a_{1a} \frac{t_m - t_a}{G} - a_{2a} \frac{(t_m - t_a)^2}{G} \quad (1)$$

(a = bzgl. der Aperturfläche - *based on aperture area*)

$$t_m = \frac{t_e + t_{in}}{2} \quad (2)$$

mit - *where:*

$G$  = Globalstrahlung in Kollektorebene - *Global irradiation* (W/m<sup>2</sup>)

$t_{in}$  = Kollektoreinlasstemperatur - *Collector inlet temperature* (°C)

$t_e$  = Kollektorauslasstemperatur - *Collector outlet temperature* (°C)

$t_a$  = Umgebungstemperatur - *Ambient temperature* (°C)

Die Koeffizienten  $\eta_0$ ,  $a_{1a}$  und  $a_{2a}$  haben folgende Bedeutung:

*The coefficients  $\eta_0$ ,  $a_{1a}$  and  $a_{2a}$  have the following meaning:*

$\eta_0$ : Wirkungsgrad ohne thermische Verluste, d.h. bei mittlerer Wärmeträgertemperatur gleich Umgebungslufttemperatur:

$\eta_0$ : *Efficiency without heat losses, which means that the mean collector fluid temperature is equal to the ambient temperature:*

$$t_m = t_a \quad (3)$$

$a_{1a}$ ;  $a_{2a}$ : Die Koeffizienten  $a_{1a}$  und  $a_{2a}$  beschreiben den Wärmeverlust des Kollektors. Die auf die Aperturfläche bezogenen thermischen Gesamtverluste des Kollektors werden durch die folgende Gleichung beschrieben:

$a_{1a}$ ;  $a_{2a}$ : *The coefficients  $a_{1a}$  and  $a_{2a}$  describes the heat loss of the collector. The temperature dependency of the collector heat loss is described by:*

$$a_{1a} + a_{2a} * (t_m - t_a) \quad (4)$$

7.2 Schematische Darstellung des Prüfkreislaufes - *Schematic of the testing loop*

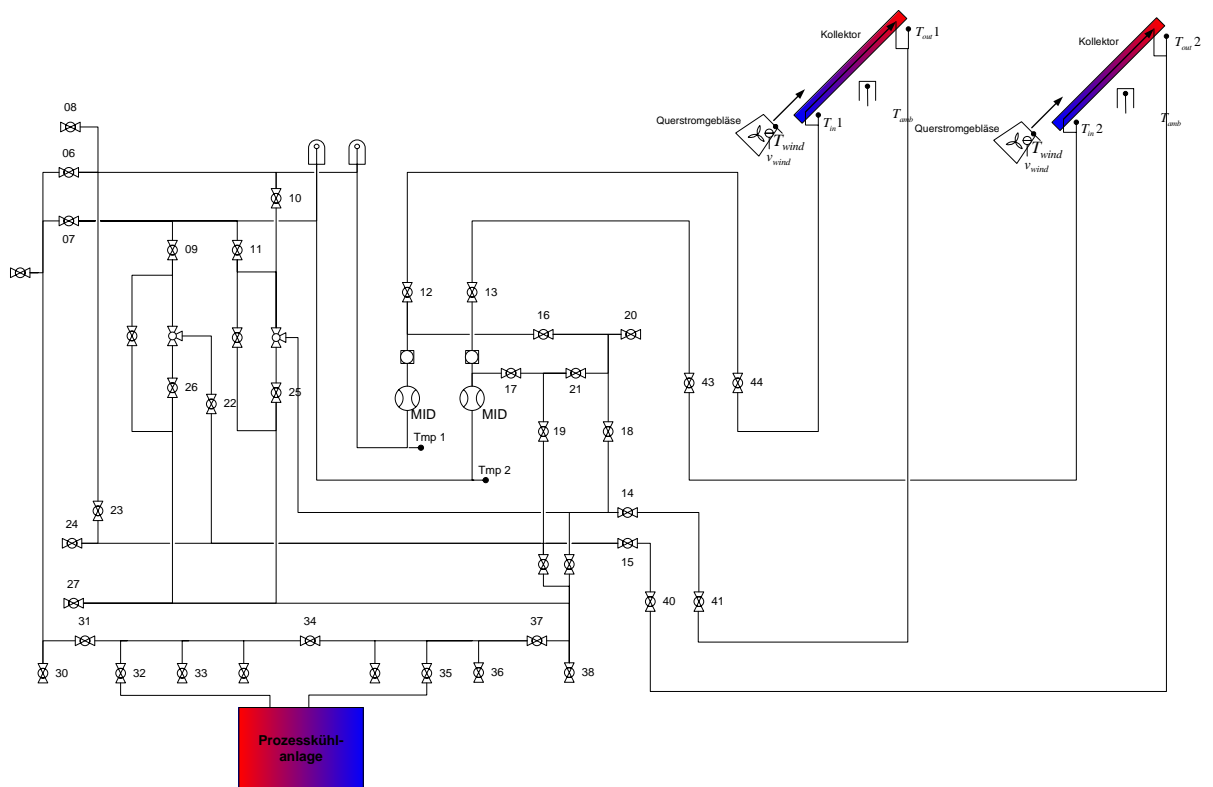


Figure 2: Schematische Darstellung des Prüfkreislaufes - *Schematic of the testing loop*

### 7.3 Leistungsmessung - *Measurement of power output*

Die Wärmeleistung wurde nach folgendem Prüfverfahren geprüft:  
*The measurement of thermal performance has been performed according to the following method of testing:*

Im Freien - quasi stationäre Bedingungen  
*Outdoors - steady state conditions*

Geographische Breite <i>Latitude</i>	48.0°
Geographische Länge <i>Longitude</i>	7.8°
Kollektorazimut <i>Azimuth of collector</i>	nachgeführt <i>tracked</i>
Anstellwinkel <i>tilt angle</i>	nachgeführt zwischen 35° und 55° <i>tracked between 35° and 55°</i>
Mittlere Einstrahlung <i>Mean irradiation</i>	1019 W/m <sup>2</sup>
Mittlere Windgeschwindigkeit <i>Mean wind speed</i>	3 m/s
Mittlere Durchströmung <i>Mean flow rate</i>	70 kg/h
Art des Wärmeträgers <i>Heat transfer fluid</i>	Wasser <i>Water</i>

#### Leistungsparameter - *Efficiency parameters*

Die dargestellten Parameter beziehen sich auf folgende Flächen:  
*The calculated parameters are based on following areas:*

Aperturfläche <i>aperture area</i>	Absorberfläche <i>absorber area</i>
$A_a = 0,943 \text{ m}^2$	$A_A = 0,818 \text{ m}^2$
$\eta_{0a} = 0,669$	$\eta_{0A} = 0,771$
$a_{1a} = 1,697 \text{ W/m}^2\text{K}$	$a_{1A} = 1,956 \text{ W/m}^2\text{K}$
$a_{2a} = 0,0059 \text{ W/m}^2\text{K}^2$	$a_{2A} = 0,007 \text{ W/m}^2\text{K}^2$

Die Berechnung der Standardabweichung wurde gemäß ENV 13025:1999 (GUM) durchgeführt. Basierend auf dieser Berechnung beträgt die Standardunsicherheit der ermittelten Wirkungsgrade 0,02. Die angegebene Unsicherheit ist eine erweiterte Unsicherheit, die auf einer Standardunsicherheit von 0,01 multipliziert mit einem Erweiterungsfaktor  $k=2$  basiert, was ein Vertrauensniveau von ca. 95 % ergibt. (EAL-G23, 08/96 Rev01)

*The determination of the standard deviation was performed according to ENV 13025:1999 (GUM). Based on this calculation method the standard uncertainty of measured efficiency values results to 0.02. This uncertainty is an expanded measurement uncertainty. It is calculated using the standard uncertainty of 0.01 multiplied with the expansion factor of  $k=2$ . This results in a confidence range of about 95%. (EAL-G23, 08/96 Rev01)*



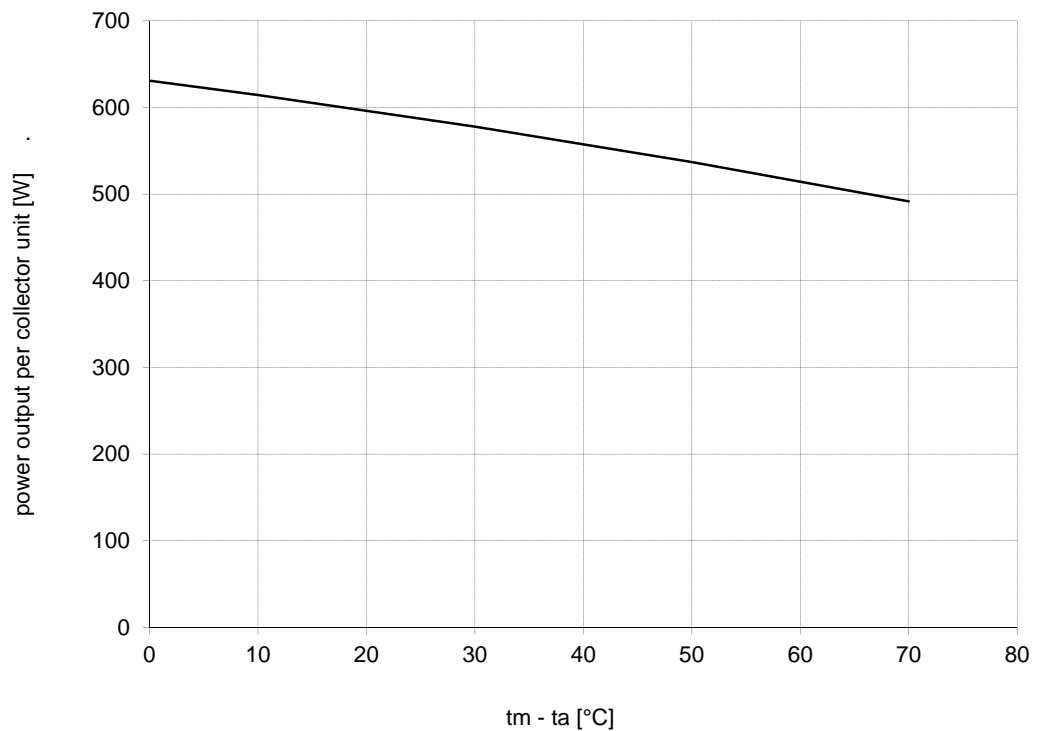
**Leistung je Kollektormodul - *Power output per collector module***


Figure 3: Leistungskurve des Moduls WT-B58-10 bei 1000 W/m<sup>2</sup> - *Power output curve of the module WT-B58-10 at 1000 W/m<sup>2</sup>*

$t_m - t_a$ [K]	400 [W/m <sup>2</sup> ]	700 [W/m <sup>2</sup> ]	1000 [W/m <sup>2</sup> ]
0	252	442	631
10	236	425	614
30	199	389	578
50	158	348	537
70	113	302	492
Spitzenleistung (G = 1000 W/m <sup>2</sup> ) je Kollektor-modul <i>Maximum power output per collector module</i>			631 W

Anmerkung: Die angegebenen Werte gelten für senkrechte Solarstrahlung  
*Annotations: The values given are valid for radiation of normal incidence*

#### 7.4 Winkelkorrekturfaktor - *Incidence angle modifier (IAM)*

$\theta$ :	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
$K_{\theta L}$ :	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,04</b>	<b>1,11</b>	<b>1,26</b>	<b>1,42</b>	<b>1,40</b>	1,05	0,60	0,05
$K_{\theta T}$ :	<b>1,00</b>	1,00	1,00	0,99	0,96	<b>0,92</b>	0,84	0,69	0,44	0,00

Table 1: IAM Werte - *IAM data*

##### Hinweise - *Annotations:*

Der Winkelkorrekturfaktor ist der Faktor, mit dem die Abhängigkeit der Kollektorleistung vom Einstrahlwinkel der Solarstrahlung berücksichtigt wird. Der IAM wurde für **fett** gedruckten Winkel gemessen. Alle anderen IAM-Werte, wie sie in Tabelle 1 angegeben sind, wurden berechnet.

*The IAM is the factor that describes the dependence of the collector output on the incidence angle of the solar radiation. The IAM was measured for the bold printed angles. All other iam-values within table 1 were calculated.*

## 7.5 Effektive Wärmekapazität - *Effective thermal capacity*

Die Wärmekapazität des Sonnenkollektors wurde nach Kapitel 6.1.6.2 von EN 12975-2:2006 berechnet. Als Wärmeträgermedium wurde ein Wasser/Glykolgemisch im Verhältnis von 2/1 bei 50°C zugrunde gelegt.

*The effective thermal capacity of the collector is calculated according to section 6.1.6.2 of EN 12975-2:2006. For the heat transfer fluid a mixture 2/1 of water/propylenglycol at a temperature of 50° C has been chosen.*

Effektive thermische Kapazität: <i>Effective thermal capacity:</i>	17,00 kJ/K
Spezifische effektive thermische Kapazität: <i>Specific effective thermal capacity:</i>	18,03 kJ/K m <sup>2</sup> A <sub>a</sub>

## 8 Anmerkung zum Prüfbericht - *Annotation to the test report*

Die im Prüfbericht dargestellten Prüfergebnisse beziehen sich auf den Testkollektor. Eine auszugsweise Vervielfältigung oder Kopie des Prüfberichts ist nicht gestattet.

*The results described in this test report refer only to the tested collector.  
It is not allowed to make extract copies of this test report.*

Freiburg, 1st June 2011

Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme ISE  
*Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems ISE*



Dipl.-Ing. (FH) K. Kramer  
Prüfstellenleiter  
*Head of TestLab*  
*Solar Thermal Systems*



Dipl.-Ing. (FH) S. Mehnert  
stellv. Prüfstellenleiter  
*Vice-Head of TestLab*  
*Solar Thermal Systems*