Fraunhofer ISE

KTB Nr.: 2011-20-k

Testbericht zur Messung nach EN 12975-1,2:2006

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

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

Kollektorbezeichnung/*brand name:*
WT-B58-30
Ausstellungsdatum/*date of issue:*
11th July 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

Deutscher Akkreditierungs Rat DAR

ilac-MRA

DIN CERTCO Anerkanntes Prüflaboratorium

Registriernummer:
DAP-PL-3926.00

Contents

1 Überblick - *Overview* 4
1.1 Vorbemerkung - *Preliminary remark* 4
1.2 Ablauf der Messungen - *Schedule of the measurements* . . . 4
1.3 Zusammenfassung -*Summary statement* 4

2 Hersteller/Anbieter - *Manufacturer/Provider* 5

3 Beschreibung des Kollektors - *Description of the collector* 5

4 Fotografie des Kollektors - *Photography of the collector* 10

5 Dokumentation des Kollektors - *Documentation of the collector* . . 11
5.1 Typenschild - *Type plate* 11
5.2 Installationsanleitung - *Installation guidelines* 12
5.3 Konstruktionszeichnungen - *Constructional drawings* 13

6 Wareneingangskontrolle - *Incoming Inspection* 14

7 Innendruckprüfung des Absorbers - *Internal pressure test* 15

8 Expositionsprüfung - *Exposure test* 16

9 Äußere Temperaturwechselprüfung - *External thermal shock test* . 18

10 Innere Temperaturwechselprüfung - *Internal thermal shock tests* . 19

11 Prüfung auf eindringendes Regenwasser - *Rain penetration test* . 20

12 Prüfung der Frostbeständigkeit -*Freeze resistance test* 21

13 Mechanische Belastungprüfung - *Mechanical load test* 22

14 Leistungsermittlung - *Performance measurement* 24
14.1 Berechnungsverfahren - *Calculation method* 24
14.2 Schematische Darstellung des Prüfkreislaufes - *Schematic of the testing loop* 25
14.3 Leistungsmessung - *Measurement of power output* 26
14.4 Winkelkorrekturfaktor - *Incidence angle modifier (IAM)* 28
14.5 Effektive Wärmekapazität - *Effective thermal capacity* 29

15 Maximale Stagnationstemperatur - *max. stagnation temperature* . 30

16 Endkontrolle - *Final inspection* 31

17 Anmerkung zum Prüfbericht - *Annotation to the test report* 32

1 Überblick - *Overview*

1.1 Vorbemerkung - *Preliminary remark*

Die Messungen wurden nach EN 12975-1,2:2006 durchgeführt und unter Einhaltung der SolarKeymark Scheme Rules (Version 10.07 vom Februar 2009) durchgeführt.
The measurements have been performed according to EN 12975-1,2:2006 as well as in accordance with the SolarKeymark scheme rules (version 10.07 of February 2009

1.2 Ablauf der Messungen - *Schedule of the measurements*

Position ***Item***	**Datum**	**Satus** ***Status***
Anlieferung *Delivery*	11.10.2010	in Ordnung *okay*
Innendruckprüfung des Absorbers *Internal pressure test*	10.03.2011	in Ordnung *okay*
Hochtemperaturbeständigkeitsprüfung *High temperature resistance test*	09.04.2011	in Ordnung *okay*
Expositionsprüfung *Exposure test*	11.03.-05.05.2011	in Ordnung *okay*
1. Äußere Temperaturwechselprüfung *1st external thermal shock test*	25.03.2011	in Ordnung *okay*
2. Äußere Temperaturwechselprüfung *2nd external thermal shock test*	07.04.2011	in Ordnung *okay*
1. Innere Temperaturwechselprüfung *1st internal thermal shock test*	18.04.2011	in Ordnung *okay*
2. Innere Temperaturwechselprüfung *2nd internal thermal shock test*	05.05.2011	in Ordnung *okay*
Prüfung auf eindringendes Regenwasser *Rain penetration test*	24.05.2011	in Ordnung *okay*
Prüfung der Frostbeständigkeit *Freeze resistance test*		nicht erforderlich *not relevant*
Mechanische Belastungsprüfung *Mechanical load test*	18.05.2011	in Ordnung *okay*
Stagnationstemperatur *Stagnation temperature*	09.04.2011	239 °C *239 °C*
Endkontrolle *Final inspection*	26.05.2011	in Ordnung *okay*
Dokumentation des Kollektors *Documentation of the collector*	geprüft *checked*	vollständig *complete*
Leistungsparameter und Winkelkorrekturfaktor *Performance parameters and incidence angle modifier*	04.-10.03.2011	abgeschlossen *done*
Effektive thermische Kapazität *Effective thermal capacity*	berechnet *determined*	abgeschlossen *done*

1.3 Zusammenfassung -*Summary statement*

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

2 Hersteller/Anbieter - *Manufacturer/Provider*

Hersteller/Anbieter - ***Manufacturer/Provider***	
	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*

Allgemeines - ***Preface***	
Kollektortyp *Collector technology*	Vakuumröhrenkollektor *Evacuated tube collector*
Funktionsweise *Operating mode*	Heat-Pipe-Kollektor *Heat-pipe collector*
Art der Vakuumröhre *Kind of vacuum tube*	Sydney-Röhre *Sydney tube*
Bruttofläche *Total area*	2,030 x 2,490 = 5,055 m^2 *
Tiefe *Depth*	180 mm *
Aperturfläche [L x B] *Aperture area [l x w]*	2,830 m^2 **
Absorberfläche [L x B] *Absorber area [l x w]*	2,455 m^2 ***
Kollektor-Identifikations-Nr.: *Collector-identification-no.:*	
Funktionsprüfungen *Function tests:*	222-KT-114-003-102010
Leistungsprüfung *Efficiency tests:*	222-KT-114-003-102010

* = 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*

Abdeckung (Außenröhre) ***Cover (outer tube)***	
Außendurchmesser Außenröhre *Outer diameter of the outer glass tube*	58 mm *
Stärke der Außenröhre *Thickness of the cover tube*	1,6 mm *
Länge der Außenröhre *Length of the outer glass tube*	1800 mm *
Abstand zwischen zwei Röhren *Distance between two tubes*	80 mm *
Werkstoff der Außenröhre *Material of the cover tube*	Borosilikatglas * *Borosilicate Glass **
Transmission der Abdeckung *Transmission of the cover*	92 $\pm$ 1 % *

Absorber (Innenröhre) ***Absorber (inner glass tube)***	
Außendurchmesser der Innenröhre *Outer diameter of the inner glass tube*	47 mm *
Stärke der inneren Glasröhre *Thickness of the inner glass tube*	1,6 mm *
Länge der Innenröhre *Length of the inner glass tube*	1770 mm *
Werkstoff des innenren Glasröhre *Material of the inner glass tube*	Borosilikatglas * *Borosilicate Glass **
Absorberbeschichtung *Kind of absorber coating*	AL/CU/N * *AL/CU/N **
Absorptionsgrad, α *Absorption coefficient*	92 $\pm$ 0,5 % *
Emissionsgrad, ε *Thermal emsision coefficient*	5 $\pm$ 0,5 % *

* = Herstellerangabe - *Manufacturer specification*

Wärmeleitbleche - ***Contact Sheets***	
Länge des Wärmeleitblechs *Length of the heat contact sheet*	1680 mm
Breite des Wärmeleitblechs *Width of the heat contact sheet*	180 mm
Stärke des Wärmeleitblechs *Thickness of the heat contact sheet*	0,3 mm
Werkstoff der Wärmeleitbleche *Material of the heat contact sheets*	Aluminium * *aluminium **
Anzahl Wärmeleitbleche *Number of heat contact sheets*	30 *

Wärmerohre - ***Heat-Pipes***	
Außendurchmesser der Wärmerohre *Outer diameter of the heat-pipes*	8 mm
Innendurchmesser der Wärmerohre *Inner diameter of the heat-pipes*	7 mm *
Länge der Wärmerohre *Length of the heat-pipes*	1775 mm
Werkstoff der Wärmerohre *Material of the heat-pipes*	Kupfer * *copper *
Anzahl der Wärmerohre *Number of heat-pipes*	30 *

Sammelrohr - ***Manifold Tube***	
Außendurchmesser der Sammelrohre *Outer diameter of manifold tube*	42 mm *
Innendurchmesser der Sammelrohre *Inner diameter of manifold tubes*	40 mm *
Anschlussmaße *Connecting dimensions*	22 *
Länge der Sammelrohre *Length of manifold tubes*	2560 mm *
Werkstoff der Sammelrohre *Material of manifold tubes*	Kupfer * *copper **</br>
Anzahl der Sammelrohre *Number of manifold tubes*	1 *

Sammlergehäuse - ***Manifold Casing***	
Gehäusewerkstoff *Material of the casing*	Aluminium * *aluminium **</br>
Werkstoff der seitlichen Abdeckung *Material of the sidewise cover*	Kunststoff * *plastic **</br>

Wärmedämmung - ***Thermal insulation***	
Dicke der Wärmedämmung im Sammlergehäuse *Thickness of the insulation in the manifold casing*	50 mm *
Material der Wärmedämmung *Material of insulation*	Basaltfaser * *Basalt fibre **</br>

Wärmeträger - ***Heat transfer fluid***	
Typ *Type*	Polypropylen / Wasser (45/55) * *polypropylene / water (45/55) **</br>
Spezifikationen (Additive usw.) *Specification*	n.a. * *n.a. **</br>

* = Herstellerangabe - *Manufacturer specification*

Grenzwerte - ***Limitations***	
Maximale Betriebstemperatur *Max. operation temperature*	105 °C *
Maximaler Betriebsdruck *Max. operation pressure*	600 kPa *
Maximale Windlast *Max. wind load*	130 km/h
Maximale Schneelast *Max. snow load*	2400 Pa
Empfohlener Anstellwinkel *Recommended tilt angle*	20 - 90 °*
Empfohlener Volumenstrom *Recommended flow range*	25 l/m^2h *

Kollektorbefestigung - ***Collector mounting***	
Flachdach - Aufständerung *Flat roof - angular rack*	+ *
Geneigtes Dach - Aufdach *Sloped roof - on roof*	+ *
Geneigtes Dach - Indach *Sloped roof - integrated in roof*	- *
Fassade *Facade*	- *

* = Herstellerangabe - *Manufacturer specification*

4 Fotografie des Kollektors - *Photography of the collector*



Figure 1: Foto des Kollektors - *Photography of the collector WT-B58-30*

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.

Position ***Item***	**Angabe** ***Specification***	**Status** ***Status***
Hersteller *Manufacturer*	Westech Solar Technology Wuxi Co. Ltd.	+
Kollektorbezeichnung *Brand name*	WT-B58-30	+
Seriennummer *Serial number*	WT100533	+
Herstellungsjahr *Year of production*	2010	+
Bruttofläche [L x B] *Cross area [l x w]*	2000 mm x 2560 mm	+
max. Betriebsdruck *Max. operating pressure*	6 bar	+
Stagnationstemperatur bei *Stagnation temperature at* $G_{glob} = 1000 W/m^2$, $t_{amb} = 30$ °C	239 °C	+
Absorbervolumen *Volume of absorber*	3,0 L l	+
Leergewicht *Weight (empty)*	114 kg	+
Hergestellt in *Made in*	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 guidlines were checked for conformity with the requirements given in EN 12975-1,Chap. 7.3.

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

(+) = 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*

Baugruppe ***Assembly***	**Zeichnungsnummer** ***Drawing number***	**Status** ***Status***
Kollektor *Collector*	WT-LX1.8/58DRG-30	+
Sammlergehäuse *Header*	WT-LX1.8/58DR.01-30G	+
Sammelrohr *Manifold tube*	WT-LX1.8/58DR.01-30G	+
Vacuumröhre *vacuum tube*		-
Wärmeleitblech *Heat contact sheet*		-
Wärmerohr *Heat-Pipe*		-

6 Wareneingangskontrolle - *Incoming Inspection*

Eine Wareneingangskontrolle wurde durchgeführt.
Der Kollektor WT-B58-30 wies keine Beschädigungen auf.
An incoming inspection was performed. No damages were detected at the collector WT-B58-30 .

7 Innendruckprüfung des Absorbers - *Internal pressure test*

Prüfbedingungen: ***Test conditions:***	
Max. Betriebsdruck: *Max. pressure:*	600 kPa
Prüftemperatur: *Testing temperature:*	10,2 °C
Prüfdruck: *Testing pressure:*	900 kPa
Prüfdauer: *Testing duration:*	15 min

Ergebnis - *Result:*

Während und nach dem Test konnten keine Undichtigkeiten, Ausbauchungen und Verwindungen festgestellt werden.
During and after the test no leakage, swelling or distortion was observed or measured.

8 Expositionsprüfung - *Exposure test*

Der Kollektoranstellwinkel betrug 45°, die Kollektorausrichtung Süden. Tabelle 1 zeigt die Daten aller Testtage der Expositionsprüfung.
The collector tilt angle was 45° facing south. Table 1 shows all test days of the exposure test.

Ergebnis - *Result:*
Die Anzahl der Testtage, an denen die Einstrahlungssumme größer 14 MJ/m^{2}d gemessen wurde, betrug 39 Tage. Die Summe der Zeitabschnitte, bei denen die Einstrahlung G höher als 850 W/m^2 und die Umgebungstemperatur t_a über 10 °C lag, betrug 93,1 Stunden.
The number of days when the daily global irradiance was more than 14 MJ/m^{2}d was 39 . The periods when the global irradiance G was higher than 850 W/m^2 and the ambient air temperature t_a was higher than 10 °C was 93,1 h.

Die Bewertung findet in Kapitel 16 "Endkontrolle" statt.
The evaluation is described in the chapter 16 "Final inspection".

H:	Tägliche Einstrahlungssumme *Sum of daily global irradiation*
gültiger Abschnitt: *valid period:*	Abschnitt, wenn die Einstrahlung G höher als 850 W/m^2 und die Umgebungslufttemperatur t_a höher als 10 °C war *Periods when the global irradiance G is higher than 850 W/m^2 and the ambient air temperature t_a is higher than 10 °C*
t_a:	Umgebungslufttemperatur *Ambient air temperature*
Regen: *rain:*	Tägliche Regenmenge [mm] *Daily rain [mm]*

Date	H [MJ/m^2]	valid period [h]	t_a [°C]	rain [mm]
11.03.11	0,0	0,0	0,0	0,0
12.03.11	0,0	0,0	0,0	0,0
13.03.11	0,0	0,0	0,0	0,8
14.03.11	0,0	0,0	0,0	0,0
15.03.11	0,0	0,0	0,0	0,0
16.03.11	3,5	0,0	9,5	3,0
17.03.11	1,1	0,0	6,9	6,1
18.03.11	4,3	0,0	7,5	0,0
19.03.11	4,5	0,0	6,0	8,2
20.03.11	26,8	2,1	5,9	0,0
21.03.11	26,9	3,1	7,4	0,0
22.03.11	25,3	1,8	9,0	0,0
23.03.11	25,9	4,0	10,0	0,0
24.03.11	25,1	3,1	12,5	0,0
25.03.11	25,3	2,8	14,6	0,0
26.03.11	9,0	0,0	13,3	0,0
27.03.11	8,3	0,0	9,9	7,9

28.03.11	13,3	0,0	11,7	0,9
29.03.11	25,8	3,7	12,0	0,0
30.03.11	13,2	0,0	12,4	1,5
31.03.11	4,7	0,0	12,5	5,5
01.04.11	23,0	1,0	16,1	0,1
02.04.11	27,3	4,3	17,9	0,0
03.04.11	23,8	0,6	18,9	1,6
04.04.11	16,7	0,0	12,0	15,4
05.04.11	21,9	0,0	13,2	0,0
06.04.11	22,1	1,6	16,5	0,0
07.04.11	26,8	4,2	19,3	0,0
08.04.11	24,9	3,7	15,5	0,0
09.04.11	27,2	4,2	15,0	0,0
10.04.11	26,2	3,9	14,8	0,0
11.04.11	26,3	3,2	17,2	0,0
12.04.11	8,7	0,0	11,3	1,8
13.04.11	18,5	0,0	8,2	0,0
14.04.11	12,2	0,0	9,2	0,0
15.04.11	18,4	0,0	8,7	0,0
16.04.11	28,2	4,6	10,2	0,0
17.04.11	27,7	4,4	12,4	0,0
18.04.11	27,6	4,3	14,9	0,0
19.04.11	27,0	3,5	15,8	0,0
20.04.11	25,6	3,6	17,1	0,0
21.04.11	24,6	2,7	18,5	0,0
22.04.11	26,0	3,8	18,4	0,0
23.04.11	22,0	1,5	18,7	0,0
24.04.11	17,5	2,1	17,4	0,0
25.04.11	26,4	3,8	16,7	0,0
26.04.11	24,8	0,0	14,9	0,0
27.04.11	16,8	0,0	13,3	0,0
28.04.11	18,3	0,0	12,7	0,8
29.04.11	7,9	0,0	12,4	6,7
30.04.11	15,3	0,0	12,9	1,0
01.05.11	21,5	0,7	14,8	0,6
02.05.11	19,8	1,6	14,7	0,0
03.05.11	18,3	1,1	10,8	8,3
04.05.11	28,6	3,8	10,7	0,0
05.05.11	28,0	4,3	13,5	0,0

Table 1: Tab. Expositionstage - *Exposure days*

9 Äußere Temperaturwechselprüfung - *External thermal shock test*

Prüfbedingungen: ***Test conditions:***	**1. Test** ***1st test***	**2. Test** ***2nd test***
Außenprüfung: *Outdoors:*	ja *yes*	ja *yes*
kombiniert mit Expositionsprüfung: *Combined with exposure test:*	ja *yes*	ja *yes*
kombiniert mit Hochtemerpaturbeständigkeitsprüfung: *Combined with high temperatur resistance test:*	nein *no*	nein *no*
Neigungswinkel des Kollektors: *Collector tilt angle:*	45°	45°
Mittlere Bestrahlungsstärke während der Prüfung: *Average irradiance during test period:*	968 W/m^2	998 W/m^2
Mittlere Umgebungstemperatur während der Prüfung: *Average ambient temperature during test period:*	21 °C	19,6 °C
Zeitdauer, während der vor dem äußeren Temperaturwechsel stationäre Bedingungen eingehalten wurden: *Period during which the required operating conditions were met prior to external thermal shock:*	1h	1h
Volumendurchfluss des Sprühwassers: *Flowrate of spraying water:*	0.05 l/m^2 s	0.05 l/m^2 s
Temperatur des Sprühwassers: *Temperature of spraying water:*	16,2 °C	16,5 °C
Sprühdauer: *Duration of spraying water:*	15 min	15 min
Absorbertemperatur unmittelbar vor dem Besprühen: *Absorber temperature immediately prior to spraying water:*	220,2 °C	228,6 °C

Ergebnis - *Result:*

Während oder nach den Prüfungen konnten keine Risse, Verformungen, Kondensation oder eindringendes Regenwasser festgestellt werden.
No cracking, distortion, condensation or water penetration was observed or measured at the collector.

10 Innere Temperaturwechselprüfung - *Internal thermal shock tests*

Prüfbedingungen: ***Test conditions:***	**1. Test** ***1st test***	**2. Test** ***2nd test***
Außenprüfung: *Outdoors:*	ja *yes*	ja *yes*
kombiniert mit Expositionsprüfung: *combined with exposure test:*	ja *yes*	ja *yes*
kombiniert mit Hochtemerpaturbeständigkeitsprüfung: *combined with high temperatur resistance test:*	nein *no*	nein *no*
Neigungswinkel des Kollektors: *Collector tilt angle:*	45°	45°
Mittlere Bestrahlungsstärke während der Prüfung: *Average irradiance during test period:*	1039 W/m^2	1050 W/m^2
Mittlere Umgebungstemperatur während der Prüfung: *Average ambient temperature during test period:*	17,9 °C	17,1 °C
Zeitdauer, während der vor dem inneren Temperaturwechsel stationäre Bedingungen eingehalten wurden: *Period during which the required operating conditions were met prior to internal thermal shock:*	1h	1h
Massendurchfluss des Wärmeträgerfluids: *Flowrate of heat transfer fluid:*	0.02 l/m^2 s	0.02 l/m^2 s
Temperatur des Wärmeträgerfluids: *Temperature of heat transfer fluid:*	21,3 °C	18,6 °C
Strömungsdauer des Wärmeträgerfluids: *Duration of heat transfer fluid flow:*	5 min	5 min
Absorbertemperatur unmittelbar vor dem Durchfluss des Wärmeträgerfluids: *Absorber temperature immediately prior to heat transfer fluid flow:*	238,5 °C	240,1 °C

Ergebnis - *Result:*

Während oder nach den Prüfungen konnte keine Risse, Verdrehung, Verformung oder eingedrungenes Wasser festgestellt werden.
No cracking, distortion, deformation or water penetration was observed or measured at the collector.

11 Prüfung auf eindringendes Regenwasser - *Rain penetration test*

Kollektor befestigt auf:	offenem Rahmen *Open frame*
Verfahren: *Method:*	Kondensationsgradverfahren *Condensation level method*
Volumendurchfluss des Sprühwassers: *Flowrate of water spray:*	0.05 l/m^2 s
Sprühdauer: *Duration of water spraying:*	4 h
Beurteilung: *Evaluation*	Messen des Kondensationsgrades und der austretenden Wassermenge *Measuring of the condensation level and the water quantity that comes out of the collector*

Ergebnis - *Result:*
Während oder nach den Prüfungen konnte kein eindringendes Regenwasser festgestellt werden.
No water penetration was observed or measured at the collector.

12 Prüfung der Frostbeständigkeit - *Freeze resistance test*

Die Prüfung der Frostbeständigkeit ist nicht erforderlich, da der Hersteller den Einsatz des Kollektors mit einem Frostschutzmittel vorschreibt.
The freeze resistance test is not relevant, because the manufacturer suggests a application of the collector only with a freeze resistance fluid.

13 Mechanische Belastungprüfung - *Mechanical load test*

Überdruckprüfung der Kollektorabdeckung
Positive pressure test of the collector cover

Der Druck (entsprechend einer positiven Druckbelastung durch Schnee oder Wind) wurde in Schritten von 250 Pa bis zur maximalen Druckbelastung gesteigert.
The positive pressure (according to a positive pressure load caused by snow or wind) was increased in steps of 250 Pa up to the maximum pressure load.

Verfahren zur Druckübertragung: *Method used to apply pressure:*	Sandsäcke *Sand bags*
Maximale Druckbelastung: *Maximum pressure load:*	1000 Pa

Ergebnis - *Result:*

Nach Beendigung der Prüfung konnten keine Schäden an der Kollektorabdeckung festgestellt werden.
During and after the test no damage at the cover of the collector was observed.

Unterdruckprüfung der Befestigung zwischen Abdeckung und Gehäuse
Negative pressure test of fixings between the cover and the casing

Dieser Test wurde nicht durchgeführt, da eine Soglast auf Grund des Kollektoraufbaus nicht erwartet wird. Der Kollektor wurde unter dem Gesichtspunkt leichter Soglasten in Augenschein genommen.
This test was not performed, because negative pressure load is not expected at this kind of collector construction. The collector was observed from a technical point of view concerning small negative pressure loads.

Ergebnis - *Result:*

Der Kollektor zeigt eine Ausführungsqualität, die eine ausreichende Widerstandsfähigkeit gegen leichte Soglasten als gegeben erscheinen lässt.
The collector construction seems to be adequate to withstand small negative pressure load.

Unterdruckprüfung der Kollektorbefestigung
Negative pressure test of mountings

Dieser Test wurde nicht durchgeführt, da eine Soglast auf Grund des Kollektoraufbaus nicht erwartet wird. Der Kollektor wurde unter dem Gesichtspunkt leichter Soglasten in Augenschein genommen.
This test was not performed, because negative pressure load is not expected at this kind of collector construction. The collector was observed from a technical point of view concerning small negative pressure load.

Ergebnis - *Result:*

Die Kollektorbefestigung zeigt eine Ausführungsqualität, die eine ausreichende Widerstandsfähigkeit gegen leichte Soglasten als gegeben erscheinen lässt.
The mountings of the collector construction seems to be adequate to withstand small negative pressure load.

14 Leistungsermittlung - *Performance measurement*

14.1 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^2)

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

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

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

Die Koeffizienten η_0, a_{1a} und a_{2a} haben folgende Bedeutung:
The coefficients η_0, a_{1a} and a_{2a} have the following meaning:

η_0: Wirkungsgrad ohne thermische Verluste, d.h. bei mittlerer Wärmeträgertemperatur gleich Umgebungslufttemperatur:
η_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 hermischen 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:*

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

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

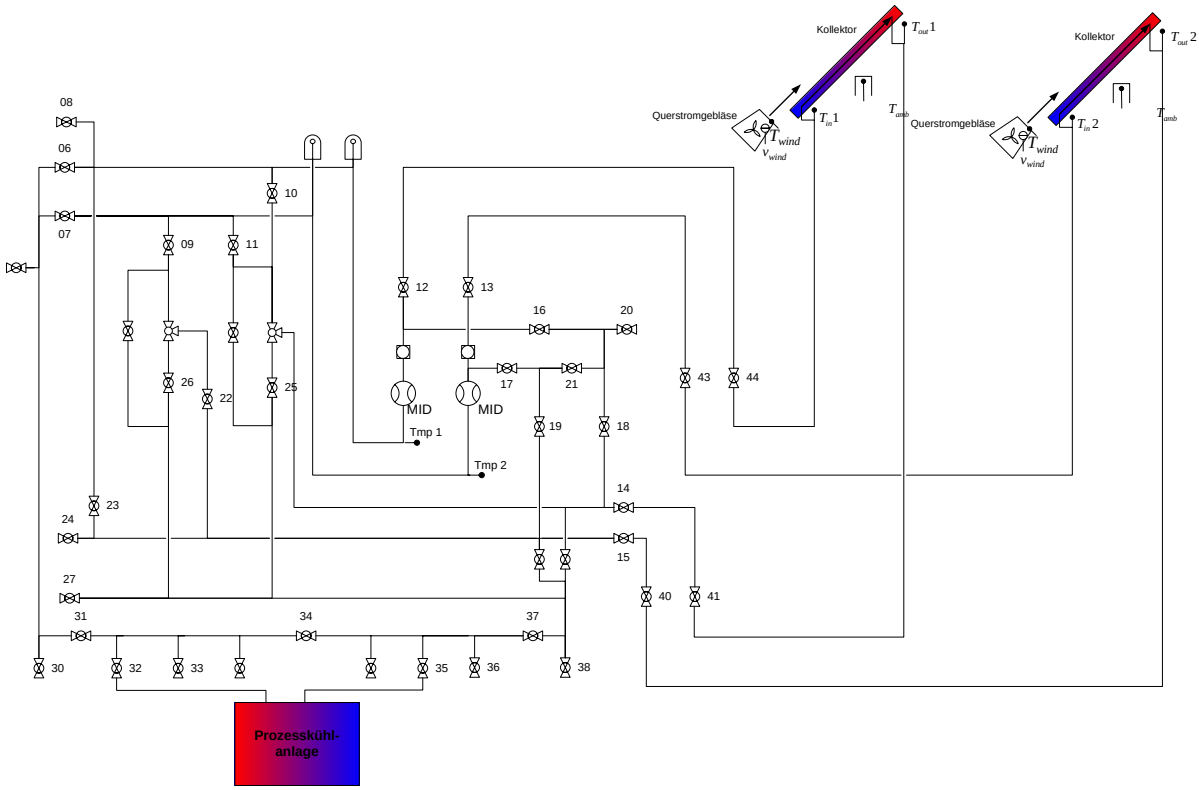


Figure 2: Schematische Darstellung des Prüfkreislaufes - *Schematic of the testing loop*

14.3 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 *Latitude*	48.0°
Geographische Länge *Longitude*	7.8°
Kollektorazimut *Azimuth of collector*	nachgeführt *tracked*
Anstellwinkel *tilt angle*	nachgeführt zwischen 35°und 55° *tracked between 35° and 55°*
Mittlere Einstrahlung *Mean irradiation*	950 W/m^2
Mittlere Windgeschwindigkeit *Mean wind speed*	3 m/s
Mittlere Durchströmung *Mean flow rate*	202 kg/h
Art des Wärmeträgers *Heat transfer fluid*	Wasser *Water*

Leistungsparameter - *Efficiency parameters*

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

Aperturfläche *aperture area*	Absorberfläche *absorber area*
A_a = 2,830 m^2	A_A = 2,455 m^2
η_{0a} = 0,668	η_{0A} = 0,770
a_{1a} = 1,894 W/m^{2}K	a_{1A} = 2,183 W/m^{2}K
a_{2a} = 0,0039 W/m^{2}K^2	a_{2A} = 0,0040 W/m^{2}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*

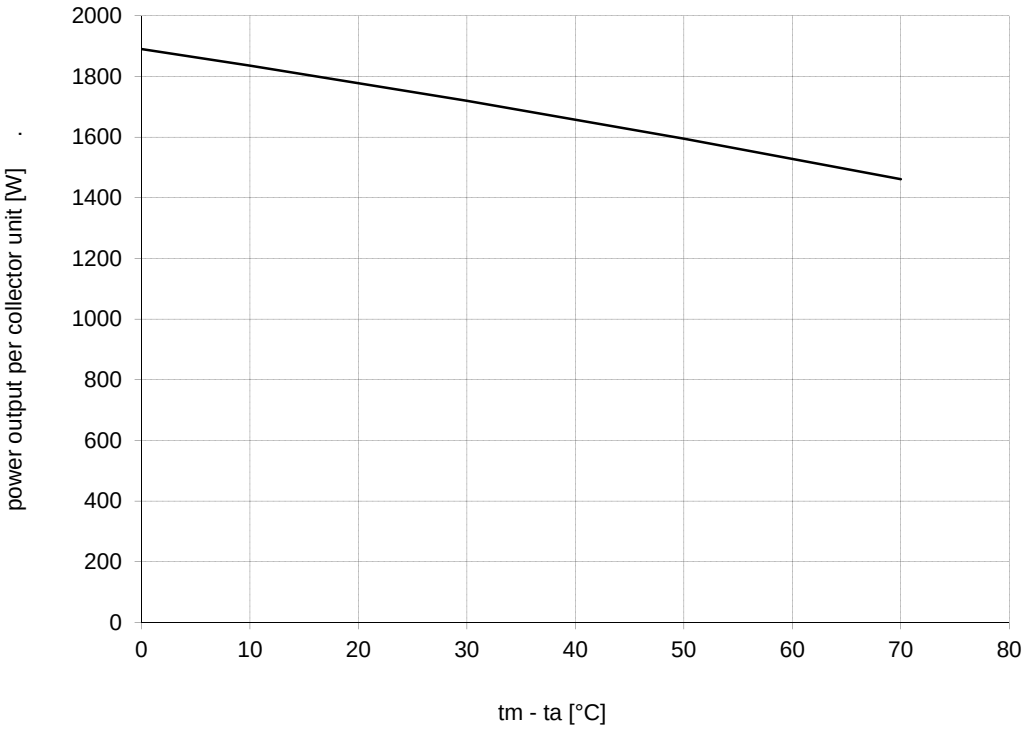


Figure 3: Leistungskurve des Moduls WT-B58-30 bei 1000 W/m^2 - *Power output curve of the module WT-B58-30 at 1000 W/m^2*

$t_m - t_a$ [K]	400 [W/m^2]	700 [W/m^2]	1000 [W/m^2]
0	756	1323	1890
10	701	1269	1836
30	585	1153	1720
50	461	1028	1595
70	327	894	1461

Spitzenleistung (G = 1000 W/m^2) je Kollektor-modul *Maximum power output per collector module*	1890 W

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

14.4 Winkelkorrekturfaktor - *Incidence angle modifier (IAM)*

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

Table 2: 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 2 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 2 were calculated.

14.5 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: *Effective thermal capacity:*	78,88 kJ/K
Spezifische effektive thermische Kapazität: *Specific effective thermal capacity:*	27,87 kJ/K m^2 A_a

15 Maximale Stagnationstemperatur - *max. stagnation temperature*

Die Stagnationstemperatur wurde im Außenverfahren bestimmt. Dabei wurde der Kollektor gemäß EN 12975-2 unbefüllt einer Einstrahlung von 1000 W/m^2 $\pm$ 10% ausgesetzt. Die gemessenen Daten sind in der folgenden Tabelle dargestellt. Zur Bestimmung der Stagnationstemperatur für die Randbedingungen bei einer Einstrahlung von 1000 W/m^2 und einer Umgebungstemperatur von 30 °C gilt folgende Formel:
The max. stagnation temperature was measured outdoors. The collector was therefor exposed to an irradiance of 1000 W/m^2 $\pm$ 10%. The collector was empty and the absorber prevented against cooling by circulation. The measured data are shown in the table below. To determine the stagnation temperature, these data were extrapolated to an irradiance of 1000 W/m^2 and an ambient temperatur of 30 °C. The calculation is as follows:

$$t_s = t_{as} + \frac{G_s}{G_m} * (t_{sm} - t_{am}) \qquad (5)$$

t_s: max. Stagnationstemperatur - *max. stagnation temperature*
t_{as}: 30 °C
G_s: 1000 W/m^2
G_m: gemessene Einstrahlung in Kollektorebene - *measured solar irradiance on collector plane*
t_{sm}: gemessene Absorbertemperatur - *measured absorber temperature*
t_{am}: gemessene Umgebungstemperatur - *measured surrounding air temperature*

Einstrahlung *Irradiance*	Umgebungstemperatur *Surrounding air temperature*	Absorbertempertur *Absorber temperature*
[W/m^2]	[°C]	[°C]
1027	20	235
1021	20	234
1022	21	234
1020	21	234

Die resultierende maximale Stillstandstemperatur ist:
The resulting max. stagnation temperature is:

239 °C

16 Endkontrolle - *Final inspection*

Die folgende Tabelle gibt Informationen über die Beobachtungen während der Endkontrolle.
The following table shows an overview of the result of the final inspection.

Kollektorbauteil ***Collector component***	**Mögliches Problem** ***Potential problem***	**Bewertung** ***Evaluation***
Gehäuse/Befestigung *Collector casing/fasteners*	Rissbildung/Verwerfung/eindringendes Regenwasser *Cracking/wraping/corrosion/ rain penetration*	0
Montageelemente/Tragwerk *Mountings/supporting*	Festigkeit/Sicherheit *Strength/safety*	0
Verschlüsse/Dichtungen *Seals/gaskets*	Rissbildung/Haftung/Elastizität *Cracking/ adhesion/ elasticity*	0
Abdeckung/Reflektor *Cover/reflector*	Rissbildung/Haarrisse/Ausbeulen *Cracking/crazing/buckling/ delamination/wraping/outgassing*	0
Absorberbeschichtung *Absorber coating*	Rissbildung/Haarrisse/Blasenbildung *Cracking/ crazing/ blistering*	0
Absorberrohre und Sammelrohre *Absorber tubes and headers*	Verformung/Korrosion/ Undichtigkeit/sich lösende Verbindung *Deformation/ corrosion/ leakage/ loss of bonding*	0
Absorberbefestigung *Absorber mountings*	Verformung/Korrosion *Deformation/corrosion*	0
Wärmedämmung *Insulation*	Wasseraufnahme/Ausgasen *Water retention/outgassing*	0

0: kein Problem - *No problem*
1: geringes Problem - *Minor problem*
2: schweres Problem - *Severe problem*
x: Überprüfung war nicht möglich *Inspection was not possible*

17 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, 11th July 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