



KTB Nr.: 2008-53-k-d

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

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

für/*for*: TURCO GROUP SRL , Italy

Kollektorbezeichnung/*brand name*:

KF 25

Ausstellungsdatum/*date of issue*:

9th June 2009

Änderungsdatum/*revision Date*:

15th February 2010

Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE

Heidenhofstraße 2, 79110 Freiburg, Germany

T +49 (0)761-4588-5354

F +49 (0)761-4588-9000

pzts@ise.fraunhofer.de

www.kollektortest.de

Akkreditiert nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005

Accredited according to DIN EN ISO/IEC 17025:2005



Registriernummer:

DAP-PL-3926.00



Contents

1	Überblick - <i>Overview</i>	4
1.1	Vorbemerkung - <i>Preliminary remark</i>	4
1.2	Ablauf der Messungen - <i>Schedule of the measurements</i>	4
1.3	Zusammenfassung - <i>Summary statement</i>	4
2	Hersteller/Anbieter - <i>Manufacturer/Provider</i>	5
2.1	Effektive Wärmekapazität - <i>Effective thermal capacity</i>	6
3	Winkelkorrekturfaktor - <i>Incidence angle modifier (IAM)</i>	7
4	Leistungsermittlung - <i>Performance measurement</i>	8
4.1	Berechnungsverfahren - <i>Calculation method</i>	8
4.2	Schematische Darstellung des Prüfkreislaufes - <i>Schematic of the testing loop</i>	9
4.3	Leistungsmessung - <i>Measurement of power output</i>	10
5	Beschreibung des Kollektors - <i>Description of the collector</i>	12
6	Dokumentation des Kollektors - <i>Documentation of the collector</i>	16
6.1	Typenschild - <i>Type plate</i>	16
6.2	Installationsanleitung - <i>Installation guidelines</i>	17
6.3	Konstruktionszeichnungen - <i>Constructional drawings</i>	18
7	Innendruckprüfung des Absorbers - <i>Internal pressure test</i>	19
8	Hochtemperaturbeständigkeit - <i>High temperature resistance test</i>	20
9	Expositionsprüfung - <i>Exposure test</i>	21
10	Äußere Temperaturwechselprüfung - <i>External thermal shock tests</i>	24
11	Innere Temperaturwechselprüfung - <i>Internal thermal shock tests</i>	25
12	Prüfung auf eindringendes Regenwasser - <i>Rain penetration test</i>	26



13 Mechanische Belastungsprüfung - <i>Mechanical load test</i>	27
14 Prüfung der Frostbeständigkeit - <i>Freeze resistance test</i>	29
15 Maximale Stagnationstemperatur - <i>max. stagnation temperature</i>	30
16 Endkontrolle - <i>Final inspection</i>	31
17 Anmerkung zum Prüfbericht - <i>Annotation to the test report</i>	32

1 Überblick - *Overview*

1.1 Vorbemerkung - *Preliminary remark*

Die Messungen wurden unter Einhaltung der SolarKeymark Scheme Rules (Version 8.0 vom Januar 2003) durchgeführt.

The measurements have been performed in accordance with the SolarKeymark scheme rules (version 8.0 of January 2003)

1.2 Ablauf der Messungen - *Schedule of the measurements*

Position Item	Datum Date	Satus Status
Anlieferung <i>Delivery</i>	2008/08/11	in Ordnung <i>okay</i>
1. Innendruckprüfung des Absorbers <i>1st internal pressure test</i>	2008/11/14	in Ordnung <i>okay</i>
Hochtemperaturbeständigkeitsprüfung <i>High temperature resistance test</i>	2008/08/30	in Ordnung <i>okay</i>
Expositionsprüfung <i>Exposure test</i>	2008/08/13 - 2008/11/06	in Ordnung <i>okay</i>
1. Äussere Temperaturwechselprüfung <i>1st external thermal shock test</i>	2008/08/29	in Ordnung <i>okay</i>
2. Äussere Temperaturwechselprüfung <i>2nd external thermal shock test</i>	2008/09/09	in Ordnung <i>okay</i>
1. Innere Temperaturwechselprüfung <i>1st internal thermal shock test</i>	2008/08/29	in Ordnung <i>okay</i>
2. Innere Temperaturwechselprüfung <i>2nd internal thermal shock test</i>	2008/09/09	in Ordnung <i>okay</i>
Prüfung auf eindringendes Regenwasser <i>Rain penetration test</i>	2008/11/13	in Ordnung <i>okay</i>
Prüfung der Frostbeständigkeit <i>Freeze resistance test</i>		nicht erforderlich <i>not relevant</i>
Mechanische Belastungsprüfung <i>Mechanical load test</i>	2008/12/12	in Ordnung <i>okay</i>
Stagnationstemperatur <i>Stagnation temperature</i>	2008/08/30	210 °C <i>210 °C</i>
Endkontrolle <i>Final inspection</i>	2008/12/12	in Ordnung <i>okay</i>
Dokumentation des Kollektors <i>Documentation of the collector</i>		vollständig <i>complete</i>
Leistungsparameter und Winkelkorrekturfaktor <i>Performance parameters and incidence angle modifier</i>	2008/12/01	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 traten keine Komplikationen auf.

No complications occurred while performing the measurements.



2 Hersteller/Anbieter - *Manufacturer/Provider*

Hersteller/Anbieter:
Manufacturer/Provider: TURCO GROUP SRL
Via dell' Artigianato, 58
37051 Bovolone (VR)
Italy
Tel: +39 (0)45 92 37 300
Fax: +39 (0)45 79 71 966

2.1 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>	10.52 kJ/K
Spezifische effektive thermische Kapazität: <i>Specific effective thermal capacity:</i>	4.66 kJ/K m ² A _a

3 Winkelkorrekturfaktor - *Incidence angle modifier (IAM)*

θ :	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
$K_{\theta L}$:	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	0.96	0.90	0.78	0.52	0.00

Table 1: IAM Werte - *IAM data*

Hinweise - *Annotation*:

Der Winkelkorrekturfaktor ist der Faktor, mit dem die Abhängigkeit der Kollektorleistung vom Einstrahlwinkel der Solarstrahlung berücksichtigt wird.

The IAM is the factor that describes the dependence of the collector output on the incidence angle of the solar radiation.

Der IAM wurde für fett gedruckten Winkel gemessen. Alle anderen Winkel zur Bestimmung des IAM, wie sie in Tabelle 1 angegeben sind wurden berechnet.

The IAM was measured for the bold printed angles. All other angles for the IAM in table 1 were calculated.

4 Leistungsermittlung - *Performance measurement*

4.1 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:

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

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

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

mit - *where:*

G = Globalstrahlung in Kollektorebene - *Global irradiation* (W/m²)

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:

$$t_m = t_a$$

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:

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

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

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

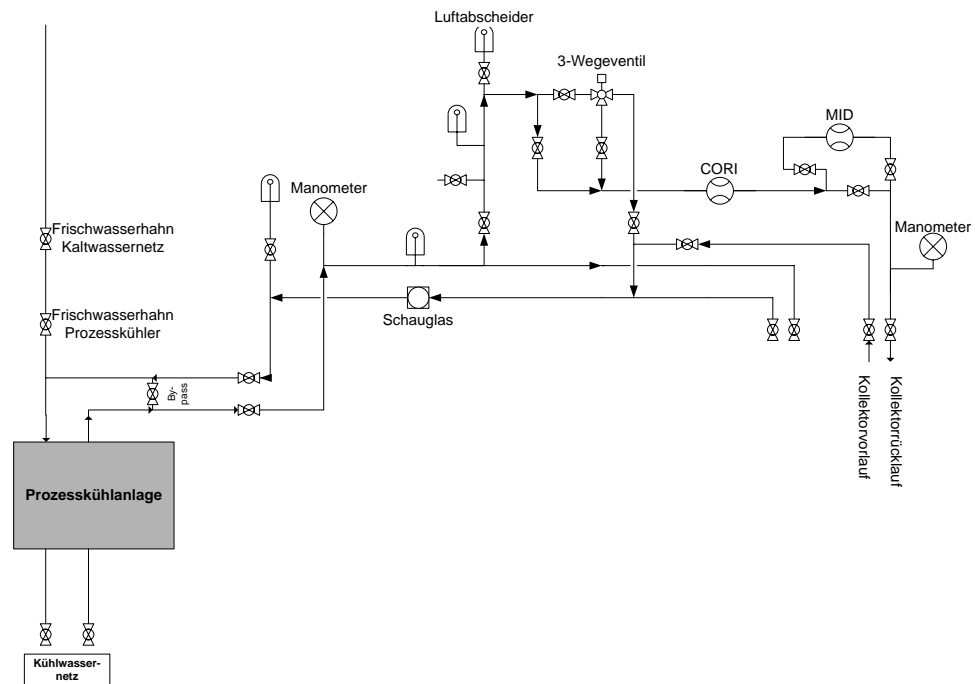


Figure 1: Schematische Darstellung des Prüfkreislaufs - *schematic of the testing loop*

4.3 Leistungsmessung - *Measurement of power output*

Die Wärmeleistung wurde nach folgendem Prüfverfahren geprüft:

The power output measurement has been performed:

Im Raum - Verfahren unter stationären Bedingungen *indoors at steady state conditions*

mittlere solare Bestrahlungsstärke <i>mean radiation in the testing area</i>	924 W/m ²
Lampentyp <i>kind of lamps</i>	MHG4000
Schutz vor langwelliger Strahlung <i>filter for long wave radiation</i>	ja <i>yes</i>
Ausrichtung der Absorberröhrchen während der Prüfung <i>orientation of the riser tubes while testing</i>	vertikal <i>vertical</i>

Leistungsparameter - *efficiency parameter*

Die dargestellten Parameter beziehen sich auf folgende Flächen:

The calculated parameters are based on following areas:

$$\begin{array}{ll}
 A_a = 2.259 \text{ m}^2 & A_A = 2.200 \text{ m}^2 \\
 \eta_{0a} = 0.748 & \eta_{0A} = 0.768 \\
 a_{1a} = 3.311 \text{ W/m}^2\text{K} & a_{1A} = 3.400 \text{ W/m}^2\text{K} \\
 a_{2a} = 0.0087 \text{ W/m}^2\text{K}^2 & a_{2A} = 0.0089 \text{ W/m}^2\text{K}^2
 \end{array}$$

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 modul*

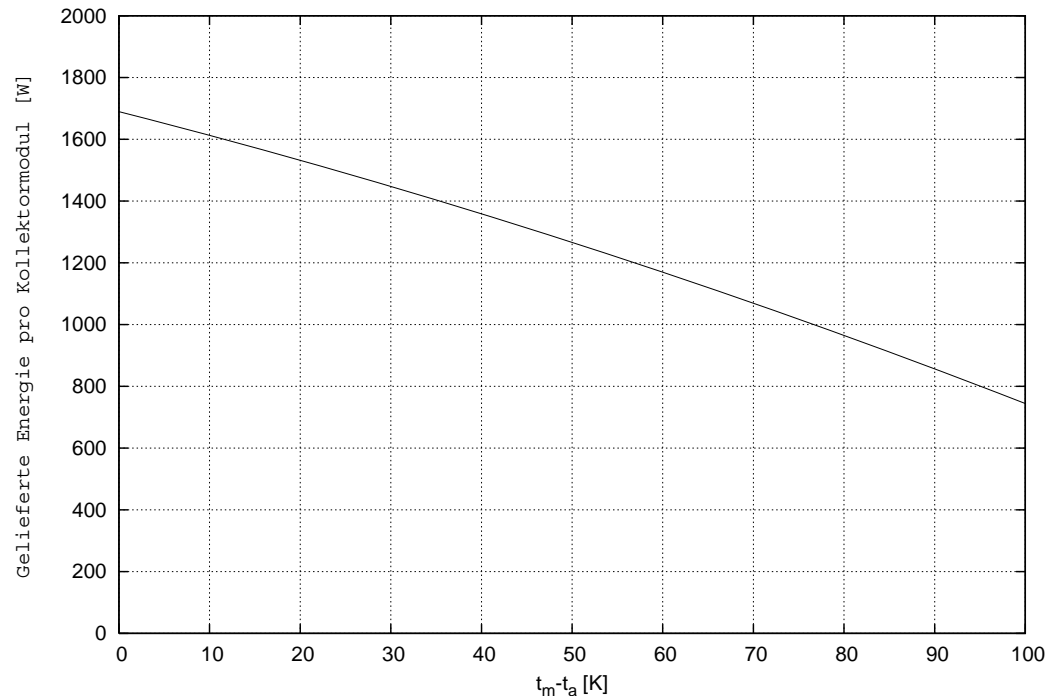


Figure 2: Leistungskurve des Moduls- *power output curve of KF 25*

$t_m - t_a$ [K]	400 [W/m ²]	700 [W/m ²]	1000 [W/m ²]
0	676	1183	1690
10	599	1106	1613
30	434	941	1448
50	253	760	1267
70	56	563	1070
Spitzenleistung (G = 1000 W/m ²) je Kollektormodul			1690 W
<i>maximum power output per collector modul</i>			

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

5 Beschreibung des Kollektors - *Description of the collector*

Allgemeines - <i>Preface</i>	
Kollektortyp <i>Collector technology</i>	Flachkollektor <i>flat plate collector</i>
Absorber - <i>Absorber</i>	
Absorberfläche [L x B] <i>Absorber area [l x w]</i>	2.200 m x 1.000 m = 2.200 m ² *
Werkstoff des Absorbers <i>Material of the absorber</i>	Kupfer * <i>copper</i> *
Stärke des Absorberblechs <i>Thickness of the absorber plate</i>	0.2 mm *
Absorberbeschichtung <i>Kind of absorber coating</i>	Alanod Mirotherm * <i>Alanod Mirotherm</i> *
Absorptionsgrad, α <i>absorption coefficient</i>	95 ± 1% *
Emissionsgrad, ε <i>emission coefficient</i>	5 ± 2% *
Anzahl der Steigrohre <i>Number of riser tubes</i>	9
Hydraulische Anordnung <i>Hydraulic design</i>	Harfe <i>harp</i>
Abstand zwischen Fluidkanälen <i>Distance between fluid chanals</i>	108 mm *
Außendurchmesser der Steigrohre <i>Outer diameter of riser tubes</i>	8 mm *
Wandstärke der Steigrohre <i>Thickness of the wall of riser tubes</i>	0.5 mm *
Außendurchmesser der Sammelrohre <i>Outer diameter of manifold tube</i>	22 mm *
Wandstärke der Sammelrohre <i>Thickness of the wall of manifold tubes</i>	0.8 mm *

* = Herstellerangabe - *manufacturers specification*

Abdeckung - Cover	
Aperturfläche [L x B] <i>Aperture area [l x w]</i>	2.219 m x 1.018 m = 2.259 m ²
Anzahl der Abdeckungen <i>Number of covers</i>	1
Werkstoff der Abdeckung <i>Material of the cover</i>	Temperglas * <i>tempered glass *</i>
Dicke der Abdeckung <i>Thickness of the cover</i>	4 mm *
Transmission der Abdeckung <i>Transmission coefficient of the cover</i>	90% *

* = Herstellerangabe - *manufacturers specification*

Wärmeträger - Heat transfer fluid	
Typ <i>Type</i>	Wasser/Propylenglykol 4/1 * <i>water/propylene glycol 4/1 *</i>
Spezifikationen (Additive usw.) <i>Specification</i>	keine Angabe <i>no specification</i>

* = Herstellerangabe - *manufacturers specification*

Gehäuse - Casing	
Gehäusewerkstoff <i>Material of the casing</i>	tiefgezogenes Metallblech, Aluminium * <i>deep drwav sheet metal, aluminium *</i>
Bruttofläche <i>total area</i>	2.290 m x 1.090 m = 2.496 m ² *
Höhe <i>Hight</i>	0.105 m *
Dichtungsmaterial <i>Insulation material</i>	silikon * <i>silicone *</i>

* = Herstellerangabe - *manufacturers specification*



Wärmedämmung - <i>Thermal insulation</i>	
Dicke der Wärmedämmung hinten <i>Thickness of the backside insulation</i>	60 mm *
Dicke der Wärmedämmung seitlich <i>Thickness of the sidewise insulation</i>	0 mm
Material der Wärmedämmung <i>Material of insulation</i>	Steinwolle (50kg/m ²) * <i>stone wool (50kg/m²) *</i>

* = Herstellerangabe - *manufacturers specification*



Grenzwerte - *Limitations*

Maximale Betriebstemperatur <i>Max. service temperature</i>	200 °C *
Maximaler Betriebsdruck <i>Max. operation pressure</i>	800 kPa *
Maximale Windlast <i>Max. wind load</i>	3.5 kN/m ² *
Empfohlener Anstellwinkel <i>Recommended tilt angle</i>	1 ° - 90 °*
Empfohlener Volumenstrom <i>Recommended flow range</i>	90l/h *

* = Herstellerangabe - *manufacturers specification*

**Kollektorbefestigung -
*Collector mounting***

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 - *manufacturers specification*

6 Dokumentation des Kollektors - *Documentation of the collector*

6.1 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 <i>Manufacturer</i>	Turco Group SRL	+
Kollektorbezeichnung <i>Brand name</i>	KF 25	+
Seriennummer <i>Serial number</i>	350G5000E	+
Herstellungsjahr <i>Year of production</i>	2009	+
Bruttofläche [L x B] <i>Cross area [l x w]</i>	1090 x 2290 x 105	+
max. Betriebsdruck <i>Max. operating pressure</i>	10 bar	+
Stagnationstemperatur bei <i>Stagnation temperature at</i> $G_{glob} = 1000W/m^2,$ $t_{amb} = 30\text{ °C}$	210 °C	+
Absorbervolumen <i>Volume of absorber</i>	1,4 l	+
Leergewicht <i>Weight (empty)</i>	48 kg	+
Hergestellt in <i>Made in</i>	Italy	+

+ = in Ordnung - *okay*

- = unzureichend - *not sufficient*

6.2 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.

Position Item	Status Status
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 Kollektorguppen bis 20m ² <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 m²</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*



6.3 Konstruktionszeichnungen - *Constructional drawings*

Position <i>Item</i>	Status <i>Status</i>
Zeichnungsnummern <i>Number of constructional drawings</i>	+

+ = in Ordnung - *okay*

- = unzureichend - *not sufficient*

Hinweis: Die gesamte Dokumentation des Kollektors ist dem Verbraucher in seiner Landessprache zur Verfügung zu stellen.
Annotation: Documentation concerning personal safety, maintenance and handling of the product shall be made available to the customer in his national language

7 Innendruckprüfung des Absorbers - *Internal pressure test*

Max. Betriebsdruck: <i>Max. pressure:</i>	1000 kPa
Prüftemperatur: <i>Testing temperature:</i>	8 °C
Prüfdruck: <i>Testing pressure:</i>	1500 kPa (1,5-facher max. Druck) <i>(1.5 times max. pressure)</i>
Prüfzeitdauer: <i>Testing duration:</i>	15 min

Ergebnis - *Result:*

Während und nach dem Test konnten keine Undichtigkeiten Ausbauchungen, Verbiegungen oder sonstige Schäden festgestellt werden.

During and after the test no leakage, swelling or distortion was observed or measured.

8 Hochtemperaturbeständigkeit - *High temperature resistance test*

Testmethode: <i>Method:</i>	Außenprüfung <i>Outdoor testing</i>
Kollektoranstellwinkel: <i>Collector tilt angle:</i>	45°
Mittlere Einstrahlung: <i>Average irradiance during test:</i>	983 W/m ²
Mittlere Umgebungstemperatur: <i>Average ambient air temperature:</i>	24 °C
Mittlere Windgeschwindigkeit: <i>Average ambient air speed:</i>	< 0,5 m/s
Mittlere Absorbtemperatur: <i>Average absorber temperature:</i>	197 °C
Dauer der Prüfung: <i>Duration of test:</i>	1 h

Ergebnis - *Result:*

Am Kollektor konnten keine besonderen Alterungserscheinungen, Verwerfungen, Ausgasungen oder unzulässige Formänderungen festgestellt werden.

No degradation, distortion, shrinkage or outgassing was observed or measured at the collector.

9 Expositionsprüfung - *Exposure test*

Der Kollektoranstellwinkel war 45° , die Kollektorausrichtung Süden.
Tabelle 9 zeigt die Daten aller Testtage der Expositionsprüfung.
The collector tilt angle was 45° facing south. Table 9 shows all test days of the exposure test.

Ergebnis - *Result:*

Die Anzahl der Testtage, an denen die Einstrahlungssumme größer $14 \text{ MJ/m}^2\text{d}$ gemessen wurde, waren 44 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, waren 123 Stunden.
The number of days when the daily global irradiance was more than $14 \text{ MJ/m}^2\text{d}$ was 44. The periods when the global irradiance G was higher than 850 W/m^2 and the surrounding air temperature t_a was higher than 10°C was 123 h.

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

<i>H:</i>	Tägliche Einstrahlungssumme <i>Sum of daily global irradiation</i>
<i>gültiger Abschnitt:</i>	Abschnitt, wenn die Einstrahlung G höher als 850 W/m^2 und die Umgebungslufttemperatur t_a höher als 10°C war
<i>valid period:</i>	<i>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</i>
<i>t_a:</i>	Umgebungslufttemperatur <i>Surrounding air temperature</i>
<i>Regen:</i> <i>rain:</i>	Tägliche Regenmenge [mm] <i>Daily rain [mm]</i>

Date	H [MJ/m ²]	valid period [h]	t _a [°C]	rain [mm]
20080813	9	0.0	16	7
20080814	26	3.9	17	0
20080815	25	4.0	20	1
20080816	26	3.2	20	0
20080817	26	3.7	20	0
20080818	22	2.1	19	0
20080819	12	1.0	21	6
20080820	13	0.0	18	0
20080821	25	2.8	19	0
20080822	10	0.0	17	16
20080823	9	0.0	16	7
20080824	26	3.9	17	0
20080825	25	4.0	20	1
20080826	26	3.2	20	0
20080827	26	3.7	20	0
20080828	22	2.1	19	0



20080829	25	3.6	19	0
20080830	26	3.7	20	0
20080831	20	1.0	23	0
20080901	14	1.1	20	3
20080902	23	3.2	20	0
20080903	18	2.6	21	17
20080904	5	0.0	16	17
20080905	18	1.4	20	1
20080906	5	0.0	18	2
20080907	20	2.7	18	0
20080908	25	4.2	19	0
20080909	23	3.9	19	0
20080910	17	1.7	22	0
20080911	15	0.0	20	0
20080912	2	0.0	16	1
20080913	1	0.0	13	35
20080914	19	3.0	11	0
20080915	11	0.6	10	0
20080916	9	0.0	10	0
20080917	20	2.2	9	0
20080918	12	0.0	10	0
20080919	20	3.1	13	0
20080920	25	3.8	12	0
20080921	18	2.2	11	0
20080922	9	0.6	9	1
20080923	15	1.5	10	0
20080924	18	2.5	11	0
20080925	4	0.0	12	0
20080926	20	3.7	12	0
20080927	22	3.5	12	0
20080928	23	2.5	12	0
20080929	18	1.0	13	0
20080930	4	0.0	12	1
20081001	10	0.7	13	0
20081002	7	0.0	13	1
20081003	12	1.5	9	5
20081004	6	0.0	8	3
20081005	20	2.5	11	0
20081006	7	0.0	15	1
20081007	11	0.5	17	0
20081008	11	0.8	17	5
20081009	2	0.0	13	4
20081010	19	1.9	15	0
20081011	21	1.1	16	0
20081012	16	0.0	16	0



20081013	13	0.0	17	0
20081014	12	0.9	18	1
20081015	11	0.0	17	0
20081016	1	0.0	14	14
20081017	21	2.8	9	0
20081018	21	2.4	7	0
20081019	22	2.9	9	0
20081020	14	0.9	15	0
20081021	6	0.0	16	12
20081022	1	0.0	7	9
20081023	12	0.0	7	0
20081024	15	1.7	9	0
20081025	21	2.5	8	0
20081026	17	2.1	10	0
20081027	1	0.0	13	1
20081028	2	0.0	8	4
20081029	1	0.0	5	13
20081030	8	0.0	3	23
20081031	2	0.0	5	5
20081101	3	0.0	6	0
20081102	6	0.0	9	0
20081103	14	1.2	10	0
20081104	1	0.0	9	0
20081105	1	0.0	9	0
20081106	1	0.0	8	0

10 Äußere Temperaturwechselprüfung - *External thermal shock tests*

Prüfbedingungen: <i>Test conditions:</i>	1. Test <i>1st test</i>	2. Test <i>2nd test</i>
Außenprüfung: <i>Outdoors:</i>	ja <i>yes</i>	ja <i>yes</i>
Prüfung kombiniert mit Expositionsprüfung: <i>Combined with exposure test:</i>	ja <i>yes</i>	ja <i>yes</i>
Prüfung kombiniert mit Hochtemperaturbeständigkeitsprüfung: <i>Combined with high temperatur resistance test:</i>	nein <i>no</i>	nein <i>no</i>
Neigungswinkel des Kollektors: <i>Collector tilt angle:</i>	45°	45°
Mittlere Bestrahlungsstärke während der Prüfung: <i>Average irradiance:</i>	1001 W/m ²	996 W/m ²
Mittlere Umgebungstemperatur während der Prüfung: <i>Average ambient air temperature:</i>	23 °C	26 °C
Zeitdauer, während der vor dem äußeren Temperaturwechsel stationäre Bedingungen eingehalten wurden: <i>Period during which the required operating conditions were met prior to external thermal shock:</i>	1 h	1 h
Volumendurchfluss des Sprühwassers: <i>Flowrate of spraying water:</i>	0,05 l/m ² s	0,05 l/m ² s
Temperatur des Sprühwassers: <i>Temperature of spraying water:</i>	18 °C	19 °C
Sprühdauer: <i>Duration of spraying water:</i>	15 min	15min
Absorbtemperatur unmittelbar vor dem Besprühen: <i>Absorber temperature immediately prior to spraying water:</i>	186 °C	192 °C

Ergebnis - *Result:*

Während oder nach den Prüfungen konnten keinerlei Risse
Verdrehungen, Kondensation oder eindringendes Regenwasser
festgestellt werden.

*No cracking, distortion, condensation or water penetration was observed
or measured at the collector.*

11 Innere Temperaturwechselprüfung - *Internal thermal shock tests*

Prüfbedingungen <i>Test conditions</i>	1. Test <i>1st test</i>	2. Test <i>2nd test</i>
Außenprüfung: <i>Outdoors:</i>	ja <i>yes</i>	ja <i>yes</i>
Prüfung kombiniert mit Expositionsprüfung: <i>Test combined with exposure test:</i>	ja <i>yes</i>	ja <i>yes</i>
Prüfung kombiniert mit Hochtemperaturbeständigkeitsprüfung: <i>Test combined with high temperature resistance test:</i>	nein <i>no</i>	nein <i>no</i>
Neigungswinkel des Kollektors: <i>Collector tilt angle:</i>	45°	45°
Mittlere Bestrahlungsstärke während der Prüfung: <i>Average irradiance during test:</i>	934 W/m ²	948 W/m ²
Mittlere Umgebungstemperatur während der Prüfung: <i>Average ambient air temperature during test:</i>	24 °C	26 °C
Zeitdauer, während der vor dem inneren Temperaturwechsel stationäre Bedingungen eingehalten wurden: <i>Period during which the required operating conditions were maintained prior to internal thermal shock:</i>	1 h	1 h
Massendurchfluss des Wärmeträgerfluids: <i>Flowrate of heat transfer fluid:</i>	0,02 kg/m ² s	0,02 kg/m ² s
Temperatur des Wärmeträgerfluids: <i>Temperature of heat transfer fluid:</i>	19 °C	17 °C
Strömungsdauer des Wärmeträgerfluids: <i>Duration of heat transfer fluid flow:</i>	5 min	5 min
Absorbertemperatur unmittelbar vor dem Durchfluss des Wärmeträgerfluids: <i>Absorber temperature immediately prior to heat transfer fluid flow:</i>	191 °C	197 °C

Ergebnis - *Result:*

Während oder nach den Prüfungen konnte keinerlei Rissbildung, Verdrehung oder Verformung festgestellt werden.
No cracking, distortion or condensation was observed or measured at the collector.

12 Prüfung auf eindringendes Regenwasser - *Rain penetration test*

Kollektor befestigt auf: <i>Collector mounted on:</i>	offenem Rahmen <i>Open frame</i>
Zum Warmhalten des Absorbers angewandetes Verfahren: <i>Method to keep the absorber warm:</i>	Exposition des Kollektors unter Sonnenstrahlung <i>Exposure of collector to solar radiation</i>
Volumendurchfluss des Sprühwassers: <i>Flowrate of water spray:</i>	0,05 l/m ² s
Sprühdauer: <i>Duration of water spraying:</i>	4 h
Beurteilung: <i>Evaluation</i>	Kondensationsgradverfahren <i>Visual check</i>

Ergebnis - *Result:*

Während oder nach den Prüfungen konnten keinerlei Kondensation oder eindringendes Regenwasser festgestellt werden.

No water penetration was observed or measured at the collector.

13 Mechanische Belastungsprüfung - *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: <i>Method used to apply pressure:</i>	Stößel <i>Suction cups, pressed</i>
Maximale Druckbelastung: <i>Maximum pressure load:</i>	1000 Pa

Ergebnis - *Result:*

Nach Beendigung der Prüfung konnten keinerlei 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 Kollektorgehäuse *Negative pressure test of fixings between the cover and the casing*

Der negative Druck (entsprechend einer durch Wind hervorgerufenen Saugwirkung) wurde in Schritten von 250 Pa bis zur maximalen Druckbelastung gesteigert.

The negative pressure (according to a negative pressure load caused by wind) was increased in steps of 250 Pa up to the maximum pressure load.

Verfahren zur Druckübertragung: <i>Method used to apply pressure:</i>	Saugnapfe <i>Suction cups</i>
Maximale Druckbeaufschlagung: <i>Maximum pressure load:</i>	1000 Pa <i>1000 Pa</i>

Ergebnis - *Result:*

Nach Beendigung der Prüfung konnten keinerlei Schäden an der Kollektorabdeckung oder der Abdeckungsbefestigung festgestellt werden.

During and after the test no damage at the cover or at the cover fixings of the collector was observed.



Unterdruckprüfung der Kollektorbefestigung
Negative pressure test of mountings

Der negative Druck (entsprechend einer durch Wind hervorgerufenen Saugwirkung) wurde in Schritten von 250 Pa bis zur maximalen Druckbelastung gesteigert.

The negative pressure (according to a negative pressure load caused by wind) was increased in steps of 250 Pa up to the maximum pressure load.

Verfahren zur Druckübertragung:	Saugnäpfe
<i>Method used to apply pressure:</i>	<i>Suction cups</i>
Maximale Druckbeaufschlagung:	1000 Pa
<i>Maximum pressure load:</i>	<i>1000 Pa</i>

Ergebnis - *Result:*

Nach Beendigung der Prüfung konnten keinerlei Schäden an den Kollektorbefestigungselementen oder den Befestigungspunkten festgestellt werden.

During and after the test no damage at the collector mounting fixtures or fixing points was observed.



14 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.

15 Maximale Stagnationstemperatur - *max. stagnation temperature*

Die Stagnationstemperatur wurde im Außenverfahren bestimmt. Dabei wurde der Kollektor gemäß EN 12975-2 unbefüllt einer Einstrahlung von $1000 \text{ W/m}^2 \pm 10\%$ ausgesetzt. Die gemessenen Daten sind in der folgenden Tabelle dargestellt. Zur Bestimmung der Stagnationstemperatur für die Randbedingungen von 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 $1000 \text{ W/m}^2 \pm 10\%$. 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 temperature of 30 °C . The calculation is as follows:

$$t_s = t_{as} + \frac{G_s}{G_m} * (t_{sm} - t_{am}) \quad (1)$$

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 Absorbtemperatur - *measured absorber temperature*

t_{am} : gemessene Umgebungstemperatur - *measured surrounding air temperature*

Einstrahlung <i>Irradiance</i>	Umgebungs- temperatur <i>Surrounding air temperature</i>	Absorber- temperatur <i>Absorber temperature</i>
[W/m^2]	[$^{\circ}\text{C}$]	[$^{\circ}\text{C}$]
972	25.3	199.0
945	25.8	196.5
927	26.5	193.9

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

210 °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 <i>Collector component</i>	Mögliches Problem <i>Potential problem</i>	Bewertung <i>Evaluation</i>
Gehäuse/ Befestigung <i>Collector casing/ fasteners</i>	Rissbildung/Verwerfung/ eindringendes Regenwasser <i>Cracking/ wrapping/ corrosion/ rain penetration</i>	0
Montageelemente/Tragwerk <i>Mountings/ supporting</i>	Festigkeit/Sicherheit <i>Strength/ safety</i>	0
Verschlüsse/Dichtungen <i>Seals/ gaskets</i>	Rissbildung/Haftung/Elastizität <i>Cracking/ adhesion/ elasticity</i>	0
Abdeckung/Reflektor <i>Cover/ reflector</i>	Rissbildung/Haarrisse/Ausbeulen <i>Cracking/ crazing/ buckling/ delamination/ wrapping/ outgassing</i>	0
Absorberbeschichtung <i>Absorber coating</i>	Rissbildung/Haarrisse/Blasenbildung <i>Cracking/ crazing/ blistering</i>	0
Absorberrohre und Sammelrohre <i>Absorber tubes and headers</i>	Verformung/Korrosion/ Undichtigkeit/sich lösende Verbindung <i>Deformation/ corrosion/ leakage/ loss of bonding</i>	0
Absorberbefestigung <i>Absorber mountings</i>	Verformung/Korrosion <i>Deformation/ corrosion</i>	0
Wärmedämmung <i>Insulation</i>	Wasseraufnahme/Ausgasen <i>Water retention/ outgassing/ degradation</i>	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, 15th February 2010

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

Dipl.-Ing. (FH) K.Kramer
Prüfstellenleiter
Director of PZTS

Dipl.-Ing. (FH) S. Mehnert
Stellvertretender Prüfstellenleiter
Deputy Director of PZTS