

KTB Nr.: 2009-38-a

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

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

für/for: Ratiotherm GmbH & Co. KG, Deutschland

Kollektorbezeichnung/brand name:

RA 251-4

Ausstellungsdatum/date of issue:

8th February 2010

Änderungsdatum/date of reissue:

4th May 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



Anerkanntes Prüflaboratorium

Registriernummer:

DAP-PL-3926.00

Contents

1	Überblick - Overview	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
3	Leistungsermittlung - <i>Performance measurement</i>	6
3.1	Berechnungsverfahren - <i>Calculation method</i>	6
3.2	Schematische Darstellung des Prüfkreislaufes - <i>Schematic of the testing loop</i>	7
3.3	Leistungsmessung - <i>Measurement of power output</i>	8
3.4	Winkelkorrekturfaktor - <i>Incidence angle modifier (IAM)</i>	10
3.5	Effektive Wärmekapazität - <i>Effective thermal capacity</i>	11
4	Maximale Stillstandtemperatur - <i>max. stagnation temperature</i>	12
5	Beschreibung des Kollektors - <i>Description of the collector</i>	13
6	Fotografie des Kollektors - <i>Photography of the collector</i>	18
7	Dokumentation des Kollektors - <i>Documentation of the collector</i>	19
7.1	Typenschild - <i>Type plate</i>	19
7.2	Installationsanleitung - <i>Installation guidelines</i>	20
7.3	Konstruktionszeichnungen - <i>Constructional drawings</i>	21
8	Innendruckprüfung des Absorbers - <i>Internal pressure test</i>	22
9	Hochtemperaturbeständigkeit - <i>High temperature resistance test</i>	23
10	Expositionsprüfung - <i>Exposure test</i>	24
11	Äußere Temperaturwechselprüfung - <i>External thermal shock tests</i>	26

12 Innere Temperaturwechselprüfung - <i>Internal thermal shock tests</i>	27
13 Prüfung auf eindringendes Regenwasser - <i>Rain penetration test</i>	28
14 Prüfung der Frostbeständigkeit - <i>Freeze resistance test</i>	29
15 Mechanische Belastungsprüfung - <i>Mechanical load test</i>	30
16 Endkontrolle - <i>Final inspection</i>	32
17 Anmerkung zum Prüfbericht - <i>Annotation to the test report</i>	33

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

Position Item	Datum Date	Status Status
Anlieferung <i>Delivery</i>	27.08.2009	in Ordnung <i>okay</i>
Innendruckprüfung des Absorbers <i>Internal pressure test</i>	01.09.2009	in Ordnung <i>okay</i>
Hochtemperaturbeständigkeitsprüfung <i>High temperature resistance test</i>	30.10.2009	in Ordnung <i>okay</i>
Expositionsprüfung <i>Exposure test</i>	01.09.2009 - 30.10.2009	in Ordnung <i>okay</i>
1. Äussere Temperaturwechselprüfung <i>1st external thermal shock test</i>	29.09.2009	in Ordnung <i>okay</i>
2. Äussere Temperaturwechselprüfung <i>2nd external thermal shock test</i>	29.10.2009	in Ordnung <i>okay</i>
1. Innere Temperaturwechselprüfung <i>1st internal thermal shock test</i>	01.09.2009	in Ordnung <i>okay</i>
2. Innere Temperaturwechselprüfung <i>2nd internal thermal shock test</i>	27.10.2009	in Ordnung <i>okay</i>
Prüfung auf eindringendes Regenwasser <i>Rain penetration test</i>	30.09.2009	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>	18.11.2009	in Ordnung <i>okay</i>
Stagnationstemperatur <i>Stagnation temperature</i>	30.10.2009	217 °C 217 °C
Endkontrolle <i>Final inspection</i>	20.11.2009	in Ordnung <i>okay</i>
Dokumentation des Kollektors <i>Documentation of the collector</i>	geprüft <i>checked</i>	in Ordnung <i>okay</i>
Leistungsparameter und Winkelkorrekturfaktor <i>Performance parameters and incidence angle modifier</i>	05.10.2009 - 19.11.2009	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:	
<i>Manufacturer/Provider:</i>	Ratiotherm GmbH & Co. KG
	Wellheimer Str. 34
	91 795 Dollnstein
	Deutschland
	Tel: +49 (0) 84 22 - 99 77 -0
	Fax: +49 (0)84 22 -99 77 30
	E-mail: info@ratiotherm.de

3 Leistungsermittlung - *Performance measurement*

3.1 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/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:*

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

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} describe the heat loss of the collector. The temperature dependency of the collector heat loss is described by:*

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

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

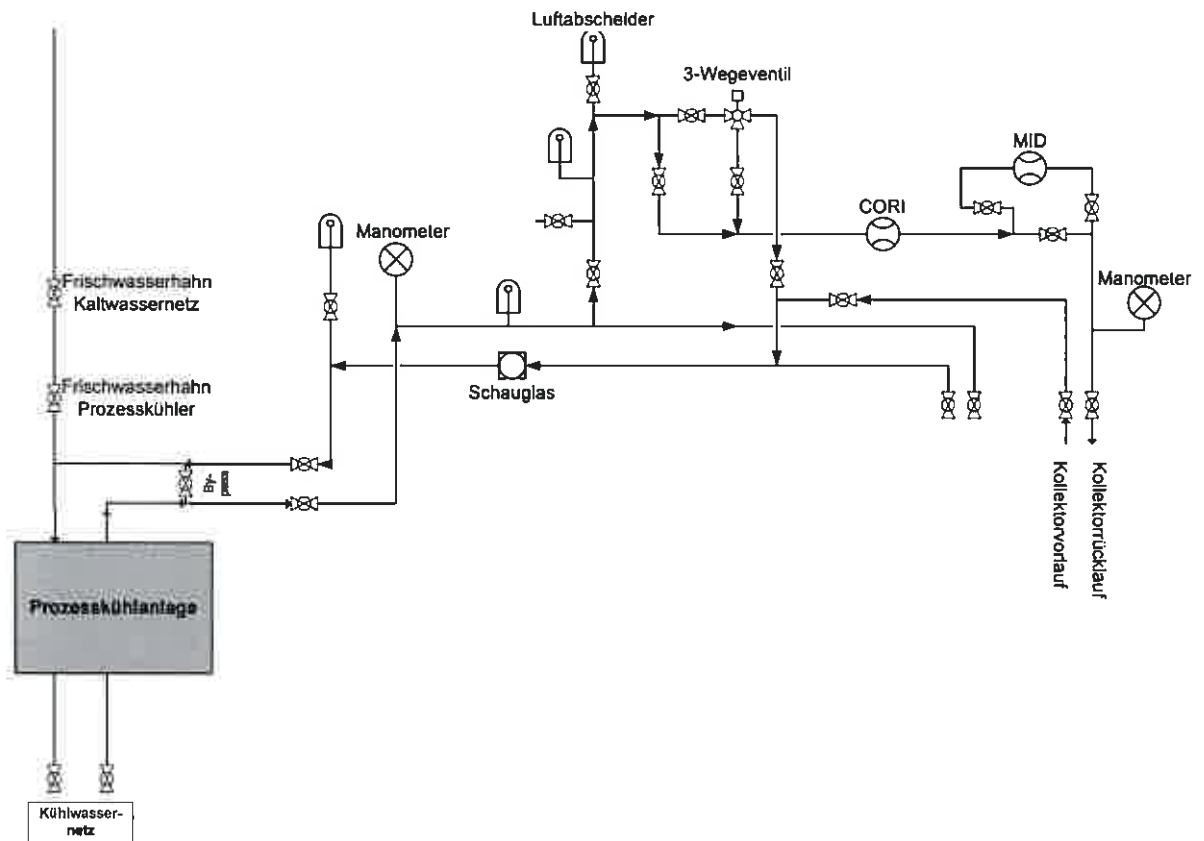


Figure 1: Schematische Darstellung des Prüfkreislaufs - *schematic of the testing loop*

3.3 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>
Kollektorneigungswinkel <i>Tilt angle of collector</i>	nachgeführt zwischen 35° und 55° <i>Tracked between 35° and 55°</i>
Mittlere Einstrahlung <i>Mean irradiation</i>	981 W/m ²
Mittlere Windgeschwindigkeit <i>Mean wind speed</i>	3 m/s
Mittlere Durchströmung <i>Mean flow rate</i>	162 kg/h
Art des Wärmeträgers <i>Heat transfer fluid</i>	Wasser <i>Water</i>

Leistungsparameter - Efficiency parameter

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>
$A_a = 2.241 \text{ m}^2$	$A_A = 2.230 \text{ m}^2$
$\eta_{0a} = 0.784$	$\eta_{0A} = 0.793$
$\alpha_{1a} = 4.142 \text{ W/m}^2\text{K}$	$\alpha_{1A} = 4.189 \text{ W/m}^2\text{K}$
$\alpha_{2a} = 0.0038 \text{ W/m}^2\text{K}^2$	$\alpha_{2A} = 0.0038 \text{ W/m}^2\text{K}^2$

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)

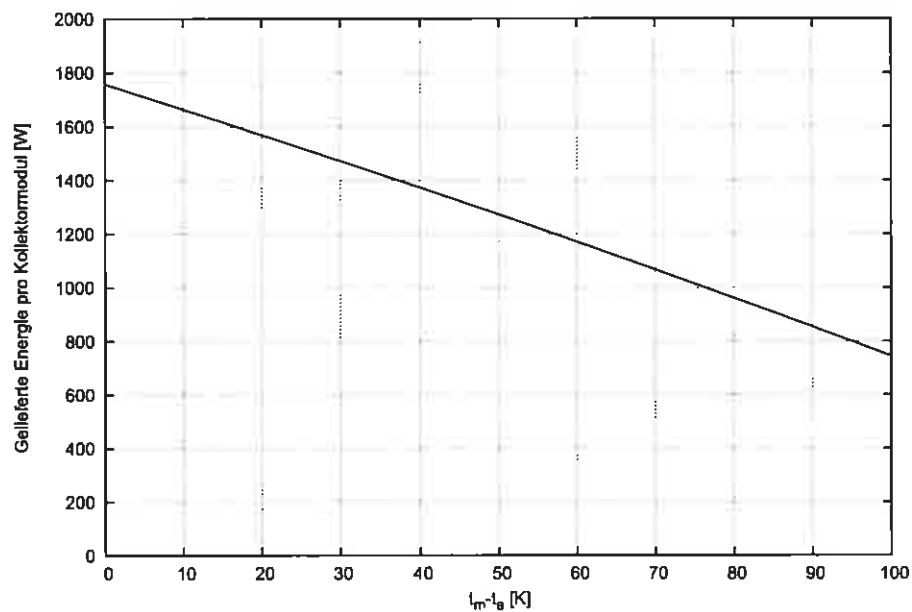
Leistung je Kollektormodul - Power output per collector module


Figure 2: Leistungskurve des Moduls RA 251-4 bei 1000 W/m² - power output curve of the module RA 251-4 at 1000 W/m²

$t_m - t_a$ [K]	400 [W/m ²]	700 [W/m ²]	1000 [W/m ²]
0	703	1230	1757
10	609	1136	1663
30	417	944	1471
50	217	744	1272
70	11	538	1065
Spitzenleistung (G = 1000 W/m ²) je Kollektormodul			1757 W
Maximum power output per collector module			

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

3.4 Winkelkorrekturfaktor - Incidence angle modifier (IAM)

θ :	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
$K_{\theta T}$:	1.00	1.00	0.99	0.97	0.94	0.88	0.78	0.62	0.38	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.

3.5 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/Glykologemisch 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>	9.71 kJ/K
Spezifische effektive thermische Kapazität: <i>Specific effective thermal capacity:</i>	4.33 kJ/K m ² A _a

4 Maximale Stillstandtemperatur - *max. stagnation temperature*

Die maximale Stillstandtemperatur wurde unter einem Solarsimulator bestimmt. Zur Bestimmung der maximalen Stillstandtemperatur, für die Randbedingungen von einer Einstrahlung von 1000 W/m^2 und einer Umgebungstemperatur von 30 °C , gilt folgende Formel:

The stagnation temperature was measured indoors under a solar simulator. To determine the max. stagnation temperature, the measurement data were extrapolated to an insolation of 1000 W/m^2 and an ambient temperature of 30 °C . The calculation is as follows:

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

t_s : Maximale Stillstandtemperatur - *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*

Mittelwerte der Messung:

Mean values of the measurement:

G_m : 992 W/m^2

t_{sm} : 215 °C

t_{am} : 30 °C

Die resultierende maximale Stillstandtemperatur ist:

The resulting max. stagnation temperature is:

217 °C

5 Beschreibung des Kollektors - *Description of the collector*

Allgemeines - Preface	
Kollektortyp <i>Collector technology</i>	Flachkollektor <i>flat plate collector</i>
Kollektor-Identifikations-Nr.: <i>Collector-identification-no.:</i>	
Funktionsprüfungen <i>Function tests:</i>	222 KT 14 082009
Leistungsprüfung <i>Efficiency tests:</i>	222 KT 15 082009

Absorber - Absorber	
Absorberfläche [L x B] <i>Absorber area [l x w]</i>	2.250 m x 0.990 m = 2.230 m ² *
Stärke des Absorberblechs <i>Thickness of the absorber plate</i>	0.5 mm *
Werkstoff des Absorberblechs <i>Material of the absorber plate</i>	Aluminium * <i>aluminium *</i>
Absorberbeschichtung <i>Kind of absorber coating</i>	TINOX Energy * <i>TINOX Energy *</i>
Absorptionsgrad, α <i>Absorption coefficient</i>	95% *
Emissionsgrad, ϵ <i>Emission coefficient</i>	5% *
Hydraulische Anordnung <i>Hydraulic design</i>	Harfe * <i>harp *</i>
Anzahl der Steigrohre <i>Number of riser tubes</i>	10
Außendurchmesser der Steigrohre <i>Outer diameter of riser tubes</i>	8 mm *
Wandstärke der Steigrohre <i>Thickness of the wall of riser tubes</i>	0.4 mm *
Länge der Steigrohre <i>Length of riser tubes</i>	1850 mm *
Abstand zwischen den Fluidkanälen <i>Distance between the fluid chanals</i>	93 mm *
Außendurchmesser der Sammelrohre <i>Outer diameter of manifold tube</i>	18 mm *
Wandstärke der Sammelrohre <i>Thickness of the wall of manifold tubes</i>	0.8 mm *
Länge der Sammelrohre <i>Length of manifold tubes</i>	1093 mm *

Abdeckung - Cover	
Aperturfläche [L x B] <i>Aperture area [l x w]</i>	2.259 m x 0.992 m = 2.241 m ²
Anzahl der Abdeckungen <i>Number of covers</i>	1
Werkstoff der Abdeckung <i>Material of the cover</i>	eisenarmes ESG * <i>low iron ESG *</i>
Dicke der Abdeckung <i>Thickness of the cover</i>	4 mm *
Transmission der Abdeckung <i>Transmission coefficient of the cover</i>	91% *
Wärmeträger - Heat transfer fluid	
Typ <i>Type</i>	Polypropylene/Wasser 50/50 * <i>polypropylene/water 50/50 *</i>
Spezifikationen (Additive usw.) <i>Specification</i>	k.A. * <i>n.s. *</i>
Füllmenge <i>Volume of the fluid</i>	k.A. * <i>n.s. *</i>
Gehäuse - Casing	
Gehäusewerkstoff <i>Material of the casing</i>	AlMgSi 0,5 * <i>AlMgSi 0,5 *</i>
Bruttofläche <i>total area</i>	2.340 m x 1.074 m = 2.510 m ² *
Tiefe <i>Depth</i>	90 mm *
Dichtungsmaterial <i>Sealing material</i>	EPDM * <i>EPDM *</i>

Wärmedämmung - Thermal insulation	
Dicke der Wärmedämmung hinten <i>Thickness of the backside insulation</i>	40 mm *
Dicke der Wärmedämmung seitlich <i>Thickness of the sidewise insulation</i>	50 mm *
Material der Wärmedämmung <i>Material of insulation</i>	Steinwolle * <i>rock wool *</i>

Grenzwerte - Limitations	
Maximale Betriebstemperatur <i>Max. service temperature</i>	k.A. * <i>n.s. *</i>
Maximaler Betriebsdruck <i>Max. operation pressure</i>	1000 kPa *
Maximale Windlast <i>Max. wind load</i>	k.A. * <i>n.s. *</i>
Empfohlener Anstellwinkel <i>Recommended tilt angle</i>	20 °- 90 °*
Empfohlener Volumenstrom <i>Recommended flow range</i>	180 l/m ² h *

Kollektorbefestigung - Collector mounting	
Flachdach - Aufständigung <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 Fotografie des Kollektors - *Photography of the collector*



Figure 3: Foto des Kollektors RA 251-4 - *Photography of the collector RA 251-4*

7 Dokumentation des Kollektors - *Documentation of the collector*

7.1 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>	Ratiotherm GmbH & Co. KG	+
Kollektorbezeichnung <i>Brand name</i>	RA 251-4	+
Seriennummer <i>Serial number</i>	16795	+
Herstellungsjahr <i>Year of production</i>	2010	+
Bruttofläche [L x B] <i>Cross area [l x w]</i>	2.51	+
max. Betriebsdruck <i>Max. operating pressure</i>	10 bar	+
Stagnationstemperatur bei <i>Stagnation temperature at</i> $G_{glob} = 1000W/m^2,$ $t_{amb} = 30\text{ °C}$	198 °C	+
Absorbervolumen <i>Volume of absorber</i>	1.1 l	+
Leergewicht <i>Weight (empty)</i>	45 kg	+
Hergestellt in <i>Made in</i>	Rottenburg/Deutschland	+

(+) = in Ordnung - *okay*

(-) = unzureichend - *not sufficient*

7.2 Installationsanleitung - *Installation guidelines*

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

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 Kollektorgruppen 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 maintenance</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

7.3 Konstruktionszeichnungen - *Constructional drawings*

Konstruktionszeichnungen des Kollektors lagen nicht vor.
No constructional drawings available

Baugruppe <i>Assembly</i>	Zeichnungsnummer <i>Drawing number</i>	Status <i>Status</i>
Kollektor <i>Collector</i>	10 – 100 – 009_Z001	+
Absorber <i>Absorber</i>	10 – 110 – 033_Z001	+
Kollektorprofil <i>collector frame</i>	27.07.09	+
Kollektorprofil <i>collector frame</i>	20.07.09	+

8 Innendruckprüfung des Absorbers - *Internal pressure test*

Max. Betriebsdruck: <i>Max. pressure:</i>	1000 kPa
Prüftemperatur: <i>Testing temperature:</i>	26 °C
Prüfdruck: <i>Testing pressure:</i>	1000 kPa (1,5-facher max. Druck) (1.5 times max. pressure)
Prüfdauer: <i>Testing duration:</i>	15 min

Ergebnis - *Result:*

Während und nach dem Test konnten keine Undichtigkeiten, Ausbauchungen oder Verwindungen festgestellt werden.

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

9 Hochtemperaturbeständigkeit - *High temperature resistance test*

Testmethode: <i>Method:</i>	Innenprüfung <i>Indoortesting</i>
Kollektoranstellwinkel: <i>Collector tilt angle:</i>	45°
Mittlere Einstrahlung: <i>Average irradiance:</i>	992 W/m ²
Mittlere Umgebungstemperatur: <i>Average ambient temperature:</i>	30 °C
Mittlere Windgeschwindigkeit: <i>Average ambient air speed:</i>	< 1.0 m/s
Mittlere Absorbertemperatur: <i>Average absorber temperature:</i>	215 °C
Dauer der Prüfung: <i>Duration of test:</i>	1 h

Ergebnis - *Result:*

Am Kollektor konnten keine besonderen Alterungserscheinungen, kein Schrumpfen, keine Gasbildung und keine Verformungen festgestellt werden.

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

10 Expositionsprüfung - *Exposure test*

Der Kollektoranstellwinkel betrug 45°, die Kollektorausrichtung Süden.
Tabelle 2 zeigt die Daten aller Testtage der Expositionsprüfung.

The collector tilt angle was 45° facing south. Table 2 shows all test days of the exposure test.

Ergebnis - *Result:*

Die Anzahl der Testtage, an denen die Einstrahlungssumme größer 14 MJ/m²d gemessen wurde, waren 30 Tage. Die Summe der Zeitabschnitte, bei denen die Einstrahlung G höher als 850 W/m² und die Umgebungstemperatur t_a über 10 °C lag, waren 75 Stunden.

The number of days when the daily global irradiance was more than 14 MJ/m²d was 30 . The periods when the global irradiance G was higher than 850 W/m² and the surrounding air temperature t_a was higher than 10 °C was 75 h.

Die Bewertung findet in Kapitel 16 "Endkontrolle" statt.

The evaluation is described in the chapter 16 "Final inspection".

H :	Tägliche Einstrahlungssumme <i>Sum of daily global irradiation</i>
gültiger Abschnitt: <i>valid period:</i>	Abschnitt, wenn die Einstrahlung G höher als 850 W/m ² und die Umgebungslufttemperatur t_a höher als 10 °C war <i>Periods when the global irradiance G is higher than 850 W/m² and the ambient air temperature t_a is higher than 10 °C</i>
t_a :	Umgebungslufttemperatur <i>Surrounding air temperature</i>
Regen: <i>rain:</i>	Tägliche Regenmenge [mm] <i>Daily rain [mm]</i>

Date	H [MJ/m ²]	valid period [h]	t_a [°C]	rain [mm]
01/09/2009	21.8	3.7	23.9	0
05/09/2009	16.4	1.1	14.4	0
07/09/2009	21.5	1.7	17.2	0
08/09/2009	25.4	3.7	19.1	9
09/09/2009	25.7	4	19	0
07/09/2009	22.6	3.3	17.7	0
11/09/2009	16	0.6	16.1	0
12/09/2009	18.8	1.6	16.1	0
13/09/2009	26.1	4.1	14.7	0
14/09/2009	10.9	0.5	12.4	0
12/09/2009	12.8	1.8	11.7	0
16/09/2009	14.7	0.9	18	0
17/09/2009	20.3	2.2	18.8	0
18/09/2009	19.3	1.3	17.4	0
19/09/2009	14	1.5	16.2	0
17/09/2009	23	3.2	15.1	0

21/09/2009	23.2	3	16.6	0
22/09/2009	22.6	2.6	16.6	0
23/09/2009	22.8	2.9	15.6	0
24/09/2009	22.5	3	15.3	0
01/10/2009	17.5	2.6	15.5	0
02/10/2009	9.7	0.7	14	0
03/10/2009	22.7	2.7	14	0
04/10/2009	24	3.6	15.2	0
07/10/2009	21.2	2.6	24.3	0
13/10/2009	11.8	1.5	9.2	0
14/10/2009	18.8	0	6	0
15/10/2009	17.5	0	2.9	0
19/10/2009	22.6	0	4.2	0
20/10/2009	18.3	1.4	6	0
21/10/2009	10.8	0.1	8.5	0
26/10/2009	7.1	0.7	12.3	0
27/10/2009	19.5	2	11.6	0
28/10/2009	14.6	0.5	10.5	0
29/10/2009	19.4	1.9	9.5	0
31/10/2009	30	9	30	0

Table 2: Tab. Expositionstage - *Exposure days*

11 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>Test combined with exposure test:</i>	ja <i>yes</i>	ja <i>yes</i>
Prüfung kombiniert mit Hochtemperaturbeständigkeitsprüfung: <i>Test 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 during test period:</i>	871 W/m ²	864 W/m ²
Mittlere Umgebungstemperatur während der Prüfung: <i>Average ambient temperature during test period:</i>	21.0 °C	14.6 °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>	15.1 °C	13.5 °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>	183 °C	175 °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.

12 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>	946 W/m ²	928 W/m ²
Mittlere Umgebungstemperatur während der Prüfung: <i>Average ambient air temperature during test:</i>	32.4 °C	15.4 °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>	18.7 °C	16.9 °C
Strömungsdauer des Wärmeträgerfluids: <i>Duration of heat transfer fluid flow:</i>	5 min	5 min
Absorbtemperatur unmittelbar vor dem Durchfluss des Wärmeträgerfluids: <i>Absorber temperature immediately prior to heat transfer fluid flow:</i>	208 °C	188 °C

Ergebnis - *Result:*

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

13 Prüfung auf eindringendes Regenwasser - *Rain penetration test*

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 konnte kein eindringendes Regenwasser festgestellt werden.

No water penetration was observed or measured at the collector.

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 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 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 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>	Saugnäpfe <i>Suction cups</i>
Maximale Druckbeaufschlagung: <i>Maximum pressure load:</i>	1000 Pa <i>1000 Pa</i>

Ergebnis - Result:

Nach Beendigung der Prüfung konnten keine 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 keine 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.

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, 4th May 2010

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