

## **Test Report**

Prüfbericht

**Qualification of a Solar Collector in accordance with**  
Qualifizierung eines Solarkollektors nach

**DIN EN 12975-1: 2006; DIN EN 12975-2: 2006**

**TÜV Report No.: 21213154a\_EN\_P1**

**Cologne, 2010-08-11**



**DAT-P-226/06-01**

**Publication or distribution of this report to third parties is only permissible in its complete and unabridged form. Publication or dissemination of extracts, appraisals or any other revision and adaptation hereof, in particular for advertising purposes, is only permissible on receipt of prior written agreement by the TÜV Rheinland Group.**

**The test results presented in this report refer only to the test item.**

Veröffentlichung und Weitergabe an Dritte ist nur in vollständiger, ungekürzter Form zulässig. Veröffentlichung oder Verbreitung von Auszügen, Zusammenfassungen, Wertungen oder sonstigen Bearbeitungen und Umgestaltungen, insbesondere zu Werbezwecken, ist nur mit vorheriger schriftlicher Zustimmung der TÜV Rheinland Group zulässig.

Die in diesem Bericht dargestellten Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den Prüfgegenstand.

**Report-No.: 21213154a EN P1**

on

**Qualification of a Solar Collector in accordance with**

Qualifizierung eines Solarkollektors nach

**DIN EN 12975-1: 2006; DIN EN 12975-2: 2006**

Client: Kunde  
Rangger Solartechnik GmbH  
Bundesstr. 336  
6426 Roppen  
Austria

TÜV Quotation No.: 435/ 149099  
Angebotsnummer

TÜV Order No.: 21213154  
Auftragsnummer

Order of: 2009-12-09  
Datum der Beauftragung

Date of Receipt of Test Item: 2010-01-06  
Anlieferdatum Prüfmuster

Commencement of Test: 2010-01-11  
Testbeginn

TÜV Client No.: 3116340  
Kundennummer

Inspector: J. Sommer (Tel.: +49 221 806-2021)  
Prüfer

Business Field: Renewable Energies  
Geschäftsfeld

No of Pages: 19  
Seitenzahl

Appendix: 14 to 19  
Anhang

## List of Contents

### Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Summary of test results Zusammenfassung</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Setting of tasks; Aufgabenstellung</b> .....	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Basis of testing; Grundlagen</b> .....	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>Sampling; Probenahme</b> .....	<b>7</b>
<b>5</b>	<b>Description of the collector construction; Beschreibung der Kollektorkonstruktion</b> .....	<b>7</b>
<b>6</b>	<b>Execution and evaluation; Durchführung und Auswertung</b> .....	<b>10</b>
6.1	Visual inspection; Sichtprüfung .....	10
<b>7</b>	<b>Measuring results of thermal performance testing; Prüfergebnisse der Leistungsprüfung von Sonnenkollektoren</b> .....	<b>11</b>
7.1	Test method according to DIN EN 12975-2:2006 chapter 6.3; Prüfgrundlage entsprechend DIN EN 12975-2:2006 Kapitel 6.3 .....	11
7.2	Test conditions; Prüfbedingungen .....	11
<b>8</b>	<b>General remarks; Bemerkungen</b> .....	<b>13</b>

## List of Contents – Appendix

### Inhaltsverzeichnis - Anhang

Appendix 1:	Thermal performance test results	14
Appendix 2:	Photo documentation	19

# 1 Summary of test results

Zusammenfassung

## Qualification of a Solar Collector in accordance with

Qualifizierung eines Solarkollektors nach

**DIN EN 12975-1: 2006; DIN EN 12975-2: 2006**
**Manufacturer**

Hersteller

: Rangger Solartechnik GmbH

Bundesstr. 336

6426 Roppen

Austria

**Brand**

Handelsname

: Rangger

**Collector type**

Kollektortyp

: RS01-15b

**Basis of testing**

Prüfgrundlage

: DIN EN 12975-2:2006

Test	Date		Summary of main test results Zusammenfassung der Hauptergebnisse
	Start	End	
Internal pressure Innendruck			Not performed
High-temperature resistance Hochtemperaturbeständigkeit			Not performed
Exposure Exposition			Not performed
External thermal shock Schneller Temperaturwechsel, außen	1 <sup>st</sup>		* W/m <sup>2</sup> Not performed
	2 <sup>nd</sup>		* W/m <sup>2</sup> Not performed
Internal thermal shock Schneller Temperaturwechsel, innen	1 <sup>st</sup>		* W/m <sup>2</sup> Not performed
	2 <sup>nd</sup>		* W/m <sup>2</sup> Not performed
Rain penetration Eindringender Regen			Not performed
Freeze resistance Frostbeständigkeit		---	Use of anti-freeze liquid
Mechanical load Mechanische Belastung			Not performed
Thermal performance Wärmeleistung	2010-04-27	2010-05-11	No visual damages
Impact resistance (optional) Schlagfestigkeit (wahlweise)			Not performed
Final inspection Endüberprüfung			Not performed

All above listed tests of the standard DIN EN 12975-2:2006 were passed successfully in accordance with the criteria.

Alle oben aufgeführten Tests der DIN EN 12975-2:2006 wurden entsprechend der Kriterien bestanden.

**Cologne, 2010-08-11**
**Responsible for collector testing**


Dipl.-Ing. J. Sommer

**Team manager  
Solar Thermal Energy**


Dipl.-Ing. U. Fritzsche

**Summary of collector performance test results:**
**Zusammenfassung der Ergebnisse der Leistungsprüfung**

Manufacturer Hersteller	Rangger Solartechnik GmbH
Brand Handelsname	Rangger
Collector type Kollektortyp	RS01-15b
Year of manufacture Herstellungsjahr	2009

Length Länge	1041 mm	Absorber area Absorberfläche	0.538 m <sup>2</sup>
Width Breite	1275 mm	Aperture area Aperturfläche	0.629 m <sup>2</sup>
Height Höhe	136 mm	Gross area Bruttofläche	1.327 m <sup>2</sup>
Weight (empty) Gewicht (leer)	32.0 kg	Mass flow Massenstrom	0.041 kg/(m <sup>2</sup> s)
Heat transfer medium Prüfwärmeträger	Water	Test pressure: Prüfdruck	150 kPa

**Thermal performance**
**Thermische Leistungsfähigkeit**

	Absorber area (x <sub>A</sub> )	Aperture area (x <sub>a</sub> )
Conversion factor $\eta_0$ Konversionsfaktor	0.780	0.666
Heat transfer coefficient $a_1$ Wärmedurchgangskoeffizient	1.373 W/(m <sup>2</sup> K)	1.173 W/(m <sup>2</sup> K)
Temperature dependent heat transfer coefficient $a_2$ Temperaturabhängiger Wärmedurchgangskoeffizient	0.040 W/(m <sup>2</sup> K <sup>2</sup> )	0.034 W/(m <sup>2</sup> K <sup>2</sup> )

**Output power per collector unit in W:**
**Ausgangsleistung pro Kollektormodul in W:**

	Irradiation Einstrahlung		
T <sub>m</sub> – T <sub>a</sub> in K	400 W/m <sup>2</sup>	700 W/m <sup>2</sup>	1000 W/m <sup>2</sup>
10	158	284	410
30	126	252	378
50	77	203	328

(at normal incidence angle)  
(bei senkrechter Einstrahlung)

## 2 Setting of tasks

### Aufgabenstellung

A complete collector test in accordance with DIN EN 12975-2:2006 of the Rangger Solartechnik GmbH collector RS01-15b should be performed with the aim of Solar Keymark certification.

Es soll ein Kollektortest des Rangger Solartechnik GmbH Kollektors RS01-15b entsprechend DIN EN 12975-2:2006 mit dem Ziel der Solarkeymark Zertifizierung durchgeführt werden.

## 3 Basis of testing

### Grundlagen

DIN EN 12975-1:2006 „*Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile- Kollektoren- Teil 1: Allgemeine Anforderungen*“

*DIN EN 12975-1:2006 “Thermal solar systems and components - Collectors - Part 1: General requirements”*

DIN EN 12975-2:2006 „*Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile- Kollektoren- Teil 2: Prüfverfahren*“

*DIN EN 12975-2:2006 “Thermal solar systems and components - Collectors - Part 2: Test procedure”*

Solar Keymark – Specific Scheme Rules Final Version 11.04 December 2009: “*Specific CEN Keymark Scheme Rules for Solar Thermal Products*”

## 4 Sampling

### Probenahme

Prototype samples Prototyp	
Samples from pilot production Prüfmuster aus der Pilotfertigung	
Samples from serial production Prüfmuster aus der Serienproduktion	☐
Selection of test samples acc. to Solar Keymark scheme rules Prüfmusterauswahl entsprechend der Solar Keymark Regeln	☐
Random selection of test samples acc. to SRCC scheme rules Prüfmusterauswahl entsprechend der SRCC Regeln	

## 5 Description of the collector construction

### Beschreibung der Kollektorkonstruktion

Manufacturer Hersteller	Rangger Solartechnik GmbH
Brand name Handelsname	Rangger
Collector Type Kollektortyp	RG01-15b
Category Kategorie	Evacuated tube-collector
Date of manufacture Produktionsdatum	2009
Serial number Seriennummer	20100000389
Drawing numbers Zeichnungsnummern	C01071211 (2007-12-11); C0171212 (2007-12-12); 6063-T5 (2007-06-27)

- 
- ① Determinate by test laboratory
  - ② reviewed manufacturer information
  - ③ according to manufacturer information

**Collector & construction:**

Kollektor &amp; Konstruktion

Gross dimensions l x w x t [mm] Bruttofläche l x b x h	1041 x 1275 x 136 <sup>①</sup>
Absorber dimensions l x w [mm] Absorberfläche l x b x Anzahl	763 x 47 x 15 <sup>①</sup>
Aperture dimensions l x w [mm] Aperturfläche l x b x Anzahl	763 x 55 x 15 <sup>①</sup>
Gross/ aperture/ absorber area [m <sup>2</sup> ] Brutto-/ Apertur-/ Absorberfläche	1.327 / 0.629 / 0.538 <sup>①</sup>
Weight empty [kg] Leergewicht	32.0 <sup>③</sup>
Fluid content [l] Flüssigkeitsinhalt	0.3 <sup>②</sup>

**Absorber:**

Absorber

Construction type Bauart	Heat-pipe Sydney-Glass tube <sup>②</sup>	
Material Werkstoff	glass with aluminium heat transfer sheets <sup>②</sup>	
Absorber thickness [mm] Absorberdicke	1.5 (inner glass tube) <sup>②</sup>	
Surface treatment Oberflächenbehandlung	not mentioned <sup>③</sup>	
Absorber grid Absorbergeometrie	serial <sup>②</sup>	
Number and diameter of raiser tubes and distance [mm] Anzahl und Durchmesser der Glas- oder Absorberrohre sowie der Rohrabstand	15 * 8 <sup>②</sup>	77.2 <sup>②</sup>

**Header/ connections:**

Sammelleitung/ Anschlüsse

Dimensions of header [mm] Dimension der Sammlerleitung	35 <sup>②</sup>	
No. and dimensions of connections Anzahl und Dimension der Anschlüsse	2 <sup>②</sup>	22 mm pipe <sup>②</sup>

- ① Determinate by test laboratory  
 ② reviewed manufacturer information  
 ③ according to manufacturer information

**Cover:**

Abdeckung

<b>Number of covers</b> Anzahl der Abdeckungen	1
<b>Cover thickness [mm]</b> Dicke der Abdeckung	1.5 <sup>②</sup>
<b>Cover material</b> Material der Abdeckung	Solar glass <sup>③</sup>
<b>Cover structure</b> Struktur der Abdeckung	clear glass <sup>③</sup>

**Thermal insulation:**

Wärmedämmung

<b>Thermal insulation thickness [mm]</b> Dicke der Isolierung	40 <sup>②</sup>
<b>Insulation material</b> Material der Isolierung	Rock wool <sup>②</sup>
<b>Thermal conductivity [W/(m*K)]</b> Wärmeleitwert	not mentioned <sup>③</sup>

**Casing:**

Gehäuse

<b>Casing material</b> Material des Gehäuses	aluminium alloy / plastics <sup>③</sup>
<b>Sealing</b> Dichtung	Silicon base <sup>③</sup>

**Limit values (given by the manufacturer):**

Grenzwerte

<b>Max. operating temperature [°C]</b> Maximale Betriebstemperatur	270 <sup>③</sup>
<b>Maximum pressure [kPa]</b> Maximaler Betriebsdruck	600 <sup>③</sup>
<b>Heat transfer medium</b> Wärmeträger	Water Glycol mixture <sup>③</sup>
<b>Other limitations</b> Weitere Einschränkungen	10° - 80° slope <sup>③</sup>
<b>Collector mounting</b> Montagearten	wall , on roof and flat roof mounting in vertical position is possible <sup>③</sup>

- 
- ① Determinate by test laboratory
  - ② reviewed manufacturer information
  - ③ according to manufacturer information

## 6 Execution and evaluation

Durchführung und Auswertung

### 6.1 Visual inspection

Sichtprüfung

Date Datum	2010-01-11	Inspector Prüfer	Cicarelli
---------------	------------	---------------------	-----------

Internal barcode no. Interne Barcode Nummer	Serial no. Seriennummer	Description of defects Beschreibung der Schäden
21213154-1	20100000389	No visual damages



Fig. 1: test sample label (random selection)

## 7 Measuring results of thermal performance testing; Prüfergebnisse der Leistungsprüfung von Sonnenkollektoren

### 7.1 Test method according to DIN EN 12975-2:2006 chapter 6.3; Prüfgrundlage entsprechend DIN EN 12975-2:2006 Kapitel 6.3

Serial no. Seriennummer	20100000389	
Date (Start/End) Datum (Start/Ende)	2010-04-27	2010-05-11
Inspector Prüfer	Schaub	

### 7.2 Test conditions Prüfbedingungen

Latitude [°] Geographische Breite	43°28'
Longitude [°] Geographische Länge	13°04'
Collector tilt [° from horizontal] Kollektorneigung	45
Collector azimuth [° from south] Kollektorazimut	0°/180°
Orientation of absorber or pipes Ausrichtung des Absorbers oder der Absorberröhren	vertical
Mass flow [kg/(m <sup>2</sup> s)] Massenstrom	0.041
Aperture area A <sub>a</sub> [m <sup>2</sup> ] Aperturfläche	0.629

## Test results thermal performance

Prüfergebnisse Wärmeleistung

### Second order fit to data

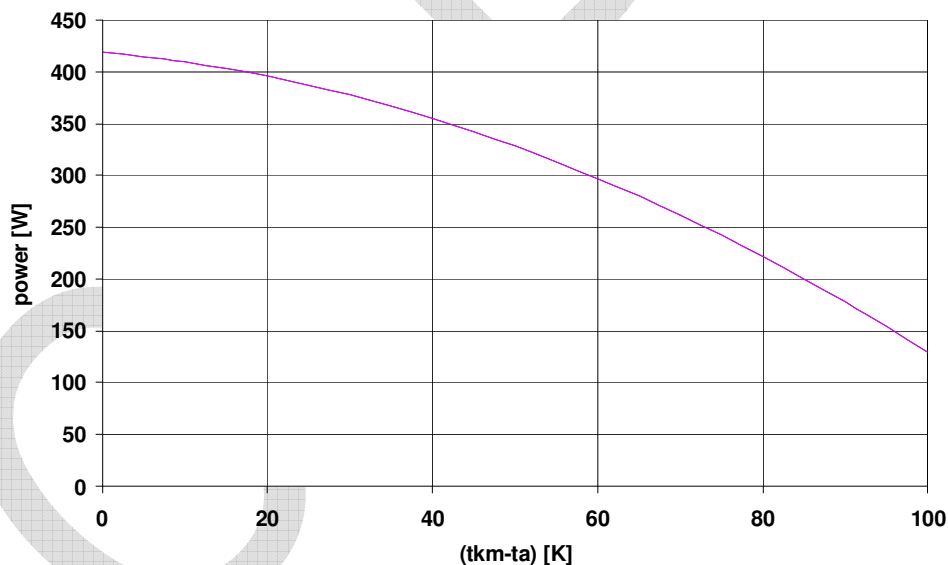
Ausgleichskurve 2. Ordnung für die Messwerte

$$\dot{Q} = A \cdot G \left( \eta_0 - a_1 \frac{(t_m - t_a)}{G} - a_2 \frac{(t_m - t_a)^2}{G} \right)$$

Conversion factor $\eta_{0a}$ [ ] Konversionsfaktor	0.666 (based on aperture area)
Heat transfer coefficient $a_{1a}$ [ W/(m <sup>2</sup> K) ] Wärmedurchgangskoeffizient	1.173 (based on aperture area)
Temp. dependent heat transfer coefficient $a_{2a}$ [W/(m <sup>2</sup> K <sup>2</sup> )] Temperaturabhängiger Wärmedurchgangskoeffizient	0.034 (based on aperture area)
Incidence angle modifier $K_0$ (40.2°/ 40.2°) [ ] Einstrahlwinkel-Korrekturfaktor	1.32 (based on aperture area)
Effective heat capacity $c$ [kJ/(m <sup>2</sup> K) ] Effektive Wärmekapazität	127.860 (based on aperture area)
Time constant $\tau_c$ [s] Zeitkonstante	Not necessary for quasi-dynamic test method

### Power curve per collector unit (for $G = 1000 \text{ W/m}^2$ )

Leistungskurve pro Kollektormodul



<b>Maximum power [W<sub>peak</sub>]</b> <b>Spitzenleistung</b> (G=1000 W/m <sup>2</sup> ) per collector unit/ pro Kollektormodul	<b>419</b>
--	------------

Details of any damage and problems: Einzelheiten hinsichtlich vorhandener Fehler.

No visual damages

For more details about thermal performance test see Appendix 1: Thermal performance test results.

## 8 General remarks

### Bemerkungen

All results only refer to the test samples that were subjected to testing.

The extended total measuring uncertainty for the outdoor performance test is:

$$\eta \leq \pm 2.8 \% \text{ (for irradiation levels above } 700 \text{ W/m}^2\text{)}$$

To minimize back side reflectivity during thermal performance test, a black plastic film with low reflectivity (< 20%) was used!

COPY

## Appendix 1: Thermal performance test results

Evaluation of quasi-dynamic collector test based on aperture area and mean temperature of heat transfer fluid (multi linear regression/ simulation)

Based on aperture area:		
Aperture collector area used for curve:	0.629 m <sup>2</sup>	
The quasi-dynamic collector model is defined by		
$Q/A_a = F'(\tau\alpha)_{en} K_{\theta b}(\theta) G_b + F'(\tau\alpha)_{en} K_{\theta d}(\theta) G_d - c_6 u G^* - c_1(t_m - t_a) - c_2(t_m - t_a)^2 - c_3 u(t_m - t_a) - c_4(E_L - \sigma T_a^4) - c_5 dt_m/dt$		
Mass flow during test [kg/(m <sup>2</sup> s)]	0.041	
Operating pressure during test [kPa]	150	
Based on aperture area		
	Value	Unit
$F'(\tau\alpha)_{en}$	0.642	[ ]
$K_{\theta d}$	1.259	[ ]
$b_0(\theta)$	0.060	[ ]
$c_1$	1.173	[W/(m <sup>2</sup> K)]
$c_2$	0.034	[W/(m <sup>2</sup> K <sup>2</sup> )]
$c_3$	not determined	[J/(m <sup>3</sup> K)]
$c_4$	not determined	[W/(m <sup>2</sup> K)]
$c_5$	127.860	[kJ/(m <sup>2</sup> K)]
$c_6$	not determined	[s/m]

Angle [°]	10	20	30	40	50	60	70
$K_{\theta b \text{ longi}}(\theta)$ [ ]	1.00	1.00	0.99	0.98	0.97	0.94	0.88
$K_{\theta b \text{ trans}}(\theta)$ [ ]	1.03	1.08	1.18	1.34	1.54	1.54	1.46
<b>Incidence angle modifier <math>K_{\theta}(40.2^\circ/40.2^\circ)</math> [ ]</b> Einstrahlwinkel-Korrekturfaktor	<b>1.32</b> (based on aperture area)						

**Comparison between measurement and regression (see Figure A1.4):**

Total energy deviation [%]	0.29
Objective [%]	4.61

The “objective” describes the ratio of the integrated absolute energy difference between measurement and simulation/ regression to the total measured energy during the complete test sequence.

**Calculation of collector parameters**

Conversion factor $\eta_0$	$= F'(\tau\alpha)_{en} K_{\theta b}(\theta_{l,t}=15.0^\circ) 0.85 + F'(\tau\alpha)_{en} K_{\theta d}(\theta) 0.15$
Heat transfer coefficient $a_1$	$= c1$
Temperature dependent heat transfer coefficient $a_2$	$= c2$
Effective heat capacity $c$	$= c5$

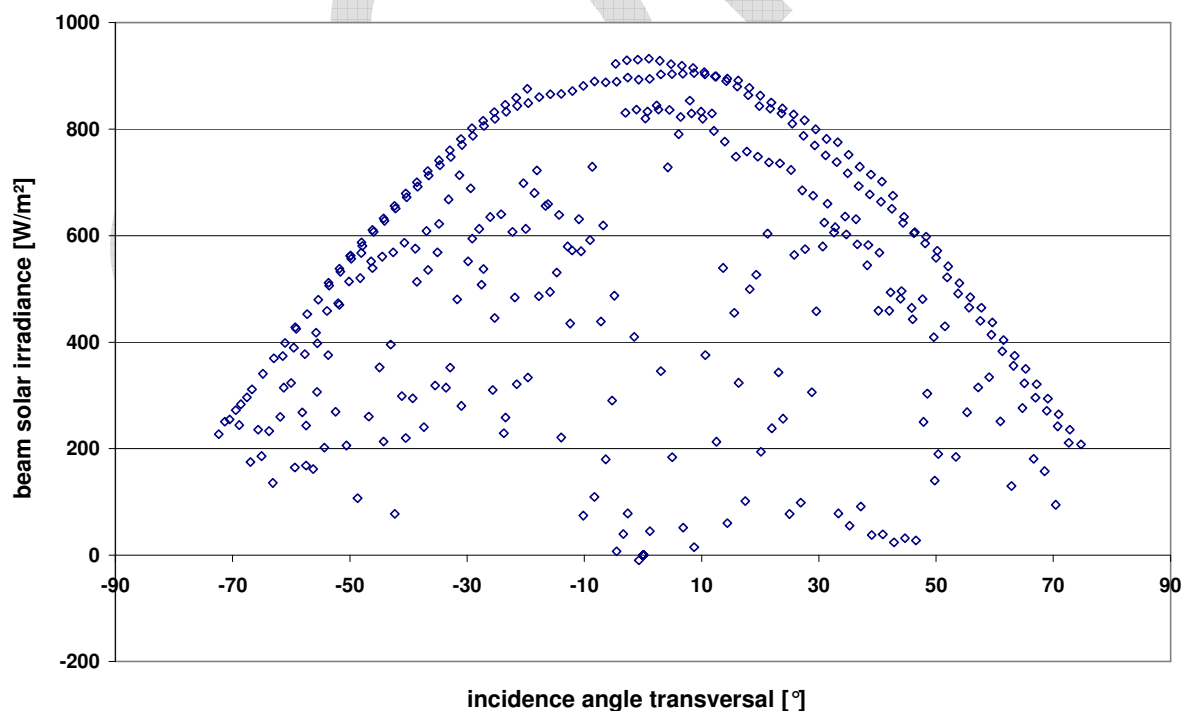
**Presentation of the used data set for regression**


Figure A1.1: Direct solar irradiance over its incidence angle

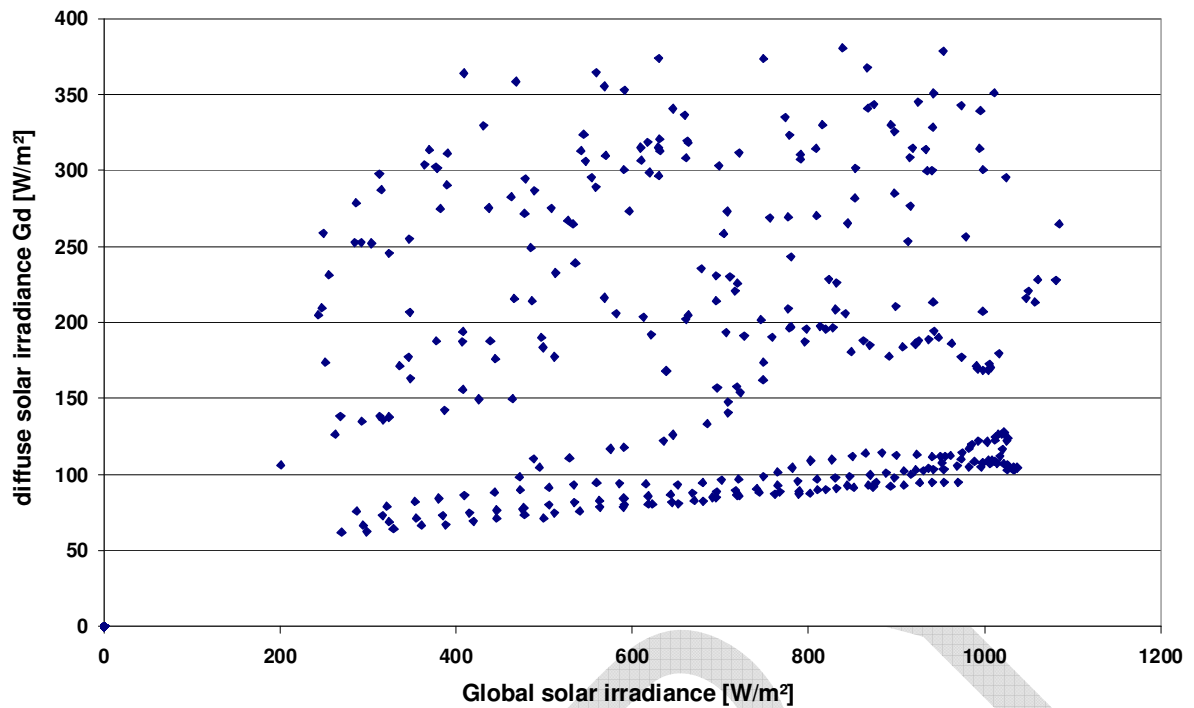


Figure A1.2: Diffuse solar irradiance over global irradiance

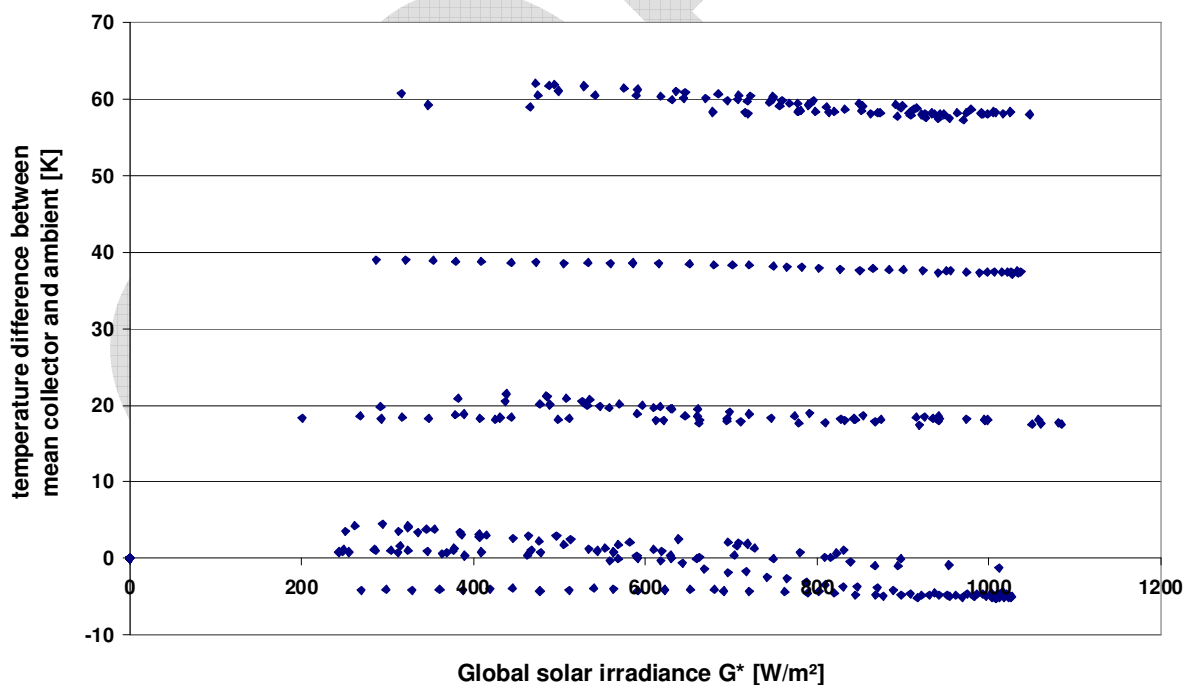


Figure A1.3: Temperature difference between mean collector and ambient temperature over global irradiance

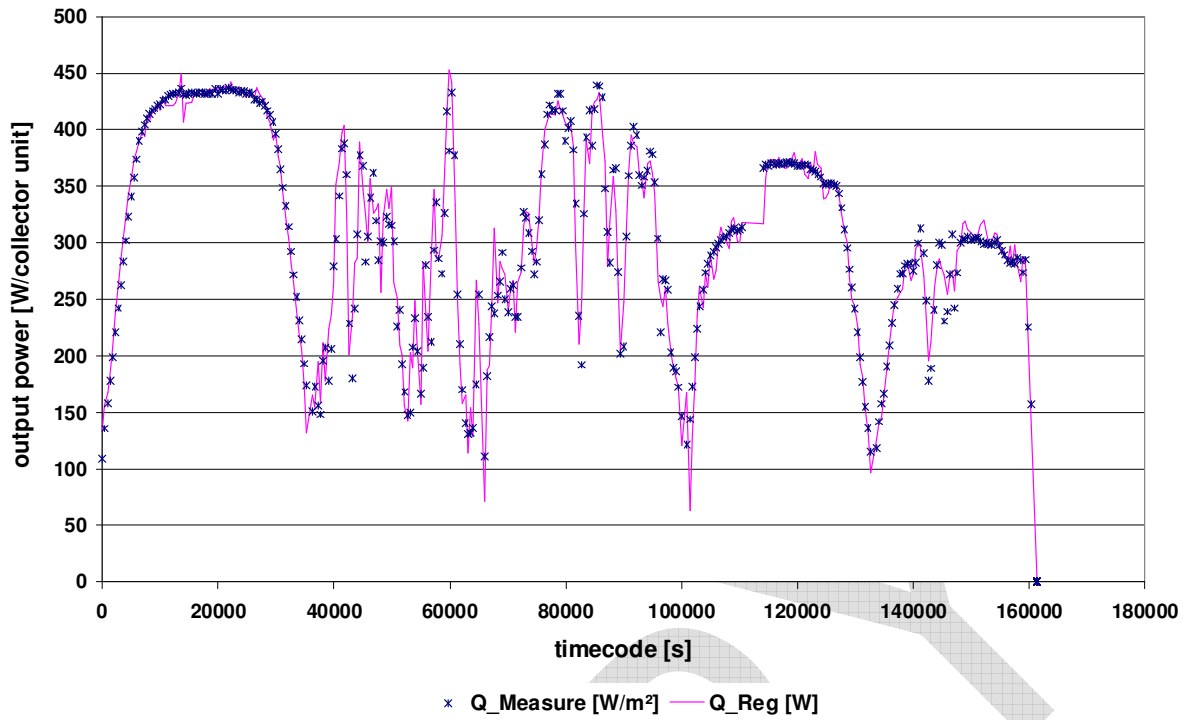


Figure A1.4: Measured and calculated power over time (full data set)

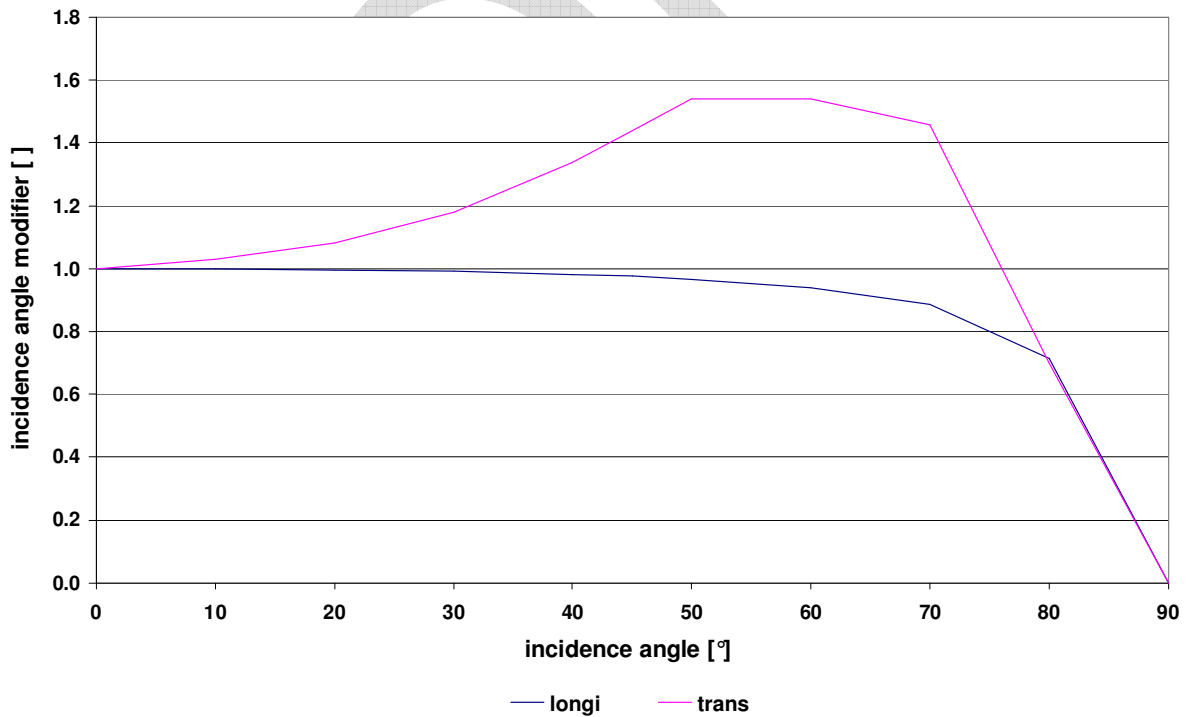
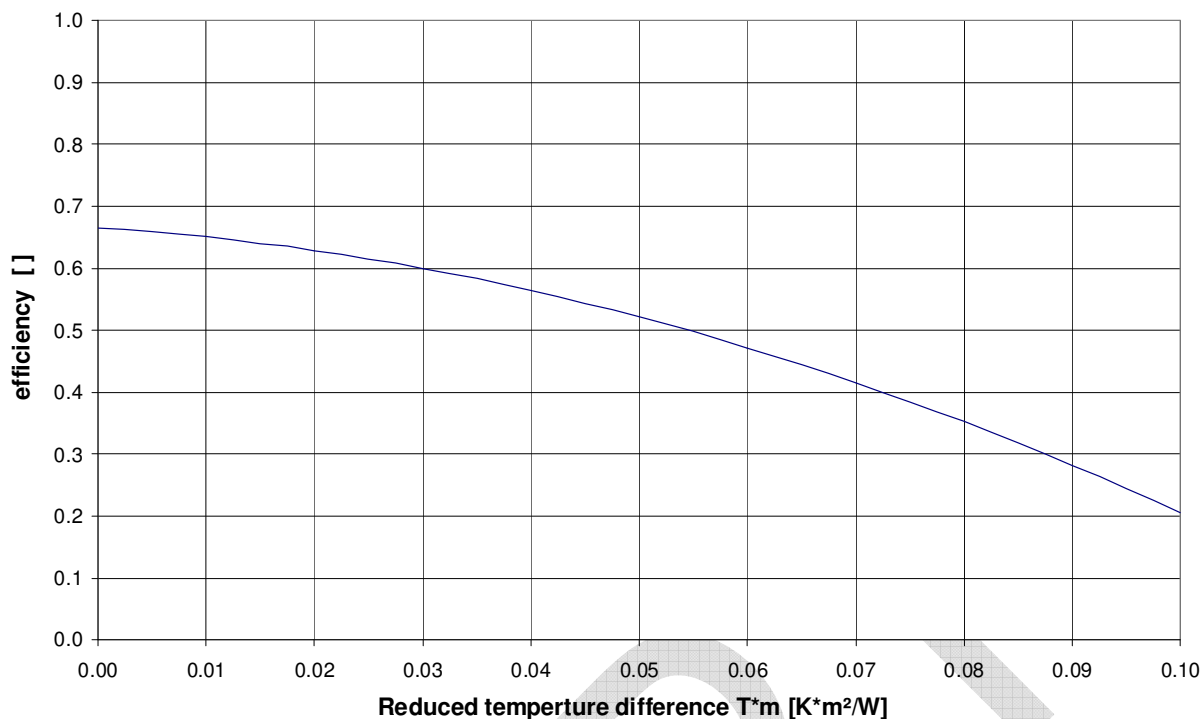
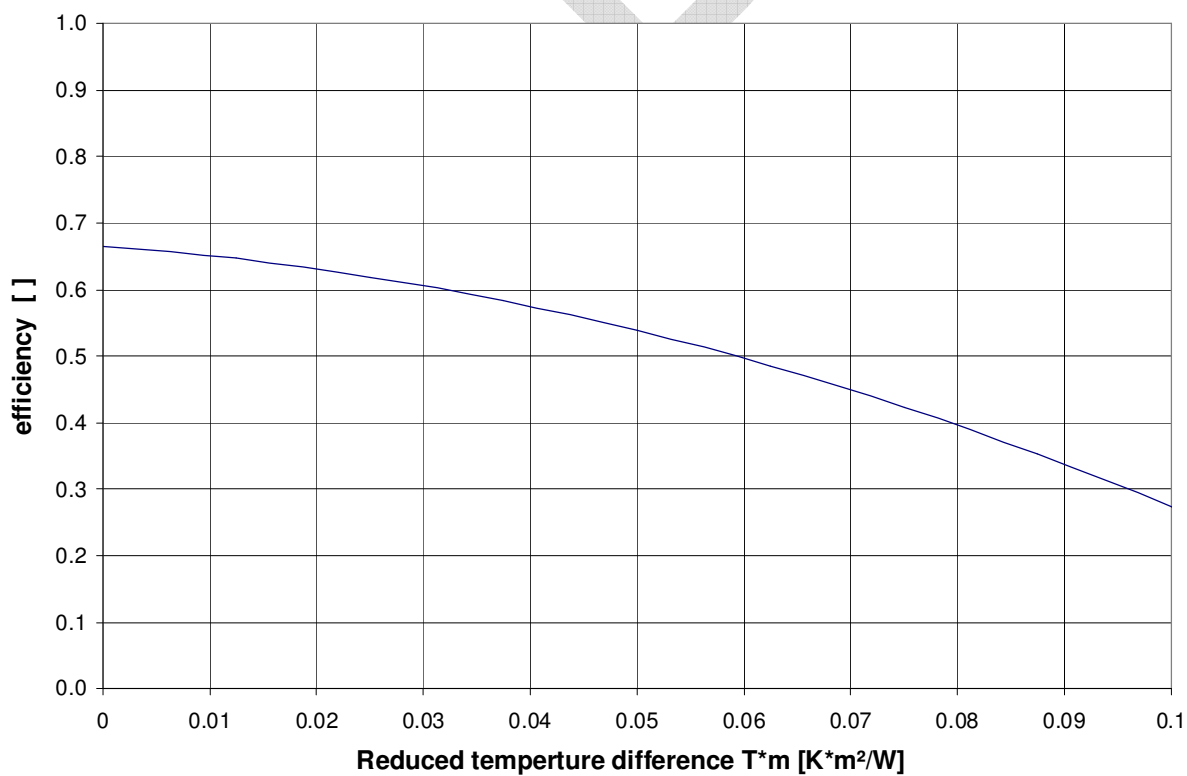


Figure A1.5: incidence angle modifier over incidence angle

Figure A1.6: efficiency curve over reduced temperature difference at 1000W/m<sup>2</sup> irradiationFigure A1.7: efficiency curve over reduced temperature difference at 800W/m<sup>2</sup> irradiation

## Appendix 2: Photo documentation



*Fig. 2: performance test*



*Fig. 3: barcode label*

COPY