**TÜV Rheinland Immissionsschutz und Energiesysteme GmbH**
**Renewable Energies**

# 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.: 21221527_JNSC15**

**Cologne, 22 January 2013**

COPY

DAkkS
Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-11120-01-01

**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.

**TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH**
Am Grauen Stein, 51105 Köln, Germany, Tel.: +49 221 806-2477, Fax: +49 221 806-1350

TÜVRheinland®
Precisely Right.

# Report-No.: 21221527_JNSC15

**on**

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

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

| | |
|---|---|
| Client:<br>Kunde | Pro Eco Solutions Ltd.<br>28-29 The Broadway<br>W5 2 NP London<br>United Kingdom |
| TÜV Quotation No.:<br>Angebotsnummer | 435/ 1420130002 |
| TÜV Order No.:<br>Auftragsnummer | 2122152721527 |
| Order of:<br>Datum der Beauftragung | 2013-01-22 |
| Date of Receipt of Test Item:<br>Anlieferdatum Prüfmuster | 2009-04-07 |
| Commencement of Test:<br>Testbeginn | 2009-04-07 |
| TÜV Client No.:<br>Kundennummer | 3134418 |
| Inspector:<br>Prüfer | U. Fritzsche (Tel.: +49 221 806-4105) |
| Business Field:<br>Geschäftsfeld | Renewable Energies |
| No of Pages:<br>Seitenzahl | 30 |
| Appendix:<br>Anhang | 5 |

COPY

TÜVRheinland®
Precisely Right.

# List of Contents
Inhaltsverzeichnis


**1 Summary of test results Zusammenfassung ..... 4**

**2 Setting of tasks; Aufgabenstellung ..... 6**

**3 Basis of testing; Grundlagen ..... 6**

**4 Sampling; Probenahme ..... 7**

**5 Description of the collector construction; Beschreibung der Kollektorkonstruktion ..... 7**

**6 Execution and evaluation; Durchführung und Auswertung ..... 11**

6.1 Visual inspection; Sichtprüfung ..... 11
6.2 Internal pressure test; Innendruckprüfung ..... 12
6.3 High temperature resistance test; Prüfung der Hochtemperaturbeständigkeit ..... 13
6.4 Stagnation temperature; Stagnationstemperatur ..... 14
6.5 Exposure test; Expositionsprüfung ..... 15
6.6 External thermal shock test; schnelle äußere Temperaturwechselprüfung ..... 16
6.7 Internal thermal shock test; Schnelle innere Temperaturwechselprüfung ..... 17
6.8 Rain penetration test; Prüfung auf eindringendes Regenwasser ..... 18
6.9 Mechanical load test; Mechanische Belastung ..... 19
6.10 Impact resistance test using steel ball; Prüfung der Schlagbiegefestigkeit mit Stahlkugel ..... 20
6.11 Final Inspection; Endüberprüfung ..... 21

**7 Measuring results of thermal performance testing; Prüfergebnisse der Leistungsprüfung von Sonnenkollektoren ..... 22**

7.1 Test method according to DIN EN 12975-2:2006; Prüfgrundlage entsprechend DIN EN 12975-2:2006 ..... 22
7.2 Test conditions; Prüfbedingungen ..... 22
7.3 Test results thermal performance; Prüfergebnisse Wärmeleistung ..... 23

**8 General remarks; Bemerkungen ..... 24**


# List of Contents – Appendix
Inhaltsverzeichnis - Anhang


Appendix 1: Reports 25
Appendix 2: Photo documentation 30


COPY

TÜVRheinland®
Precisely Right.

# 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** : Pro Eco Solutions Ltd.
Hersteller

28-29 The Broadway
W5 2 NP London
United Kingdom

**Brand** : PROECO
Handelsname

**Collector type** : JNSC15-58/1800
Kollektortyp

**Basis of testing** DIN EN 12975-2:2006
Prüfgrundlage

| Test | | Date | | Summary of main test results Zusammenfassung der Hauptergebnisse |
|---|---|---|---|---|
| | | Start | End | |
| Internal pressure Innendruck | | 2009-07-13 | | No visual damages |
| High-temperature resistance Hochtemperaturbeständigkeit | | 2009-05-14 | | No visual damages |
| Exposure Exposition | | 2009-05-11 | 2009-06-25 | No visual damages |
| External thermal shock Schneller Temperaturwechsel, außen | 1. | 2009-05-30 | | No visual damages |
| | 2. | 2009-06-19 | | No visual damages |
| Internal thermal shock Schneller Temperaturwechsel, innen | 1. | 2009-05-30 | | No visual damages |
| | 2. | 2009-06-18 | | No visual damages |
| Rain penetration Eindringender Regen | | 2009-09-09 | | No visual damages |
| Freeze resistance Frostbeständigkeit | | | | Use of anti-freeze liquid |
| Mechanical load Mechanische Belastung | | 2009-07-08 | | No visual damages |
| Thermal performance Wärmeleistung | | 2009-07-22 | 2009-07-29 | No visual damages |
| Impact resistance (optional) Schlagfestigkeit (wahlweise) | | - - - | | not performed |
| Final inspection Endüberprüfung | | 2009-10-19 | | No visual damages |

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, 22 January 2013**

**Responsible for collector testing**

Dipl.-Ing. S. Schaub

**Team manager**
**Solar Thermal Energy**

Dipl.-Ing. U. Fritzsche

COPY

TÜVRheinland®
Precisely Right.

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

| | |
|---|---|
| Manufacturer<br>Hersteller | Pro Eco Solutions Ltd. |
| Brand<br>Handelsname | PROECO |
| Collector type<br>Kollektortyp | JNSC15-58/1800 |
| Year of manufacture<br>Herstellungsjahr | 2009 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Length<br>Länge | 1980 mm | Absorber area<br>Absorberfläche | 1.286 m² |
| Width<br>Breite | 1181 mm | Aperture area<br>Aperturfläche | 1.423 m² |
| Height<br>Höhe | 130 mm | Gross area<br>Bruttofläche | 2.338 m² |
| Weight (empty)<br>Gewicht (leer) | 75 kg | Mass flow<br>Massenstrom | 0.044 kg/s |
| Heat transfer medium<br>Prüfwärmeträger | Water Glycol mixture | Test pressure:<br>Prüfdruck | 150 kPa |

## Thermal performance
**Thermische Leistungsfähigkeit**

| | Absorber area ($x_A$) | Aperture area ($x_a$) |
|---|---|---|
| Conversion factor $\eta_0$<br>Konversionsfaktor | 0.597 | 0.540 |
| Heat transfer coefficient $a_1$<br>Wärmedurchgangskoeffizient | 1.689 W/(m²K) | 1.526 W/(m²K) |
| Temperature dependent heat transfer coefficient $a_2$<br>Temperaturabhängiger Wärmedurchgangskoeffizient | 0.007 W/(m²K²) | 0.007 W/(m²K²) |

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

| | Irradiation<br>Einstrahlung | | |
|---|---|---|---|
| $T_m - T_a$ in K | 400 W/m² | 700 W/m² | 1000 W/m² |
| 10 | 284 | 515 | 745 |
| 30 | 234 | 464 | 694 |
| 50 | 175 | 406 | 636 |

(at normal incidence angle
(bei senkrechter Einstrahlung)

COPY

# 2 Setting of tasks
## Aufgabenstellung

A complete collector test in accordance with DIN EN 12975-2:2006 of the Pro Eco Solutions Ltd. collector JNSC15-58/1800 should be performed with the aim of Solar Keymark certification.

Es soll ein Kollektortest des Pro Eco Solutions Ltd. Kollektors JNSC15-58/1800 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 10.07 February 2009: *“Specific CEN Keymark Scheme Rules for Solar Thermal Products”*

COPY

TÜVRheinland®
Precisely Right.

# 4 Sampling
Probenahme

| | |
|---|---|
| Prototype samples<br>Prototyp | ○ |
| Samples from pilot production<br>Prüfmuster aus der Pilotfertigung | ○ |
| Samples from serial production<br>Prüfmuster aus der Serienproduktion | ◙ |
| Selection of test samples acc. to Solar Keymark scheme rules<br>Prüfmusterauswahl entsprechend der Solar Keymark Regeln | ◙ |

# 5 Description of the collector construction
Beschreibung der Kollektorkonstruktion

| | |
|---|---|
| Manufacturer<br>Hersteller | Pro Eco Solutions Ltd. |
| Brand name<br>Handelsname | PROECO |
| Collector Type<br>Kollektortyp | JNSC15-58/1800 |
| Category<br>Kategorie | Evacuated tube collector |
| Date of manufacture<br>Produktionsdatum | 2009 |
| Serial number<br>Seriennummer | 10.02.09 (SC15)<br>10.02.09 SC15 |
| Drawing number<br>Zeichnungsnummer | A/0JN-JS-TZ001…021; all 2008-11-24 |

Collector & construction:
Kollektor & Konstruktion

| | |
|---|---|
| Gross dimensions l x w x t [mm]<br>Bruttofläche l x b x h | 1980 x 1181 x 130 (Determined by test laboratory) |
| Absorber dimensions l x w x no [mm]<br>Absorberfläche l x b x Anzahl | 1715 x 50 x 15 (Determined by test laboratory) |
| Aperture dimensions l x w x no [mm]<br>Aperturfläche l x b x Anzahl | 1725 x 55 x 15 (Determined by test laboratory) |
| Gross/ aperture/ absorber area [m²]<br>Brutto-/ Apertur- / Absorberfläche | 2.338 / 1.423 / 1.286 (Determined by test laboratory) |
| Weight empty [kg]<br>Leergewicht | 75 |
| Fluid content [l]<br>Flüssigkeitsinhalt | 1.5 |

COPY

| | | |
|---|---|---|
| Absorber grid<br>Absorbergeometrie | Heat-pipe Sydney-Glass tube | |
| Number and diameter of tubes or channels and distance [mm]<br>Anzahl und Durchmesser der Glas- oder Absorberrohre sowie der Rohrabstand | 15 * 45 | 75 |
| Number of covers<br>Anzahl der Abdeckungen | 1 | |
| Cover material and structure<br>Material der Abdeckung und Struktur | borosilicate glass, clear glass | |
| Cover thickness [mm]<br>Dicke der Abdeckung | 1.6 | |

Header/ connections:
Sammelleitung/ Anschlüsse

| | |
|---|---|
| Dimensions of header [mm]<br>Dimension der Sammlerleitung | 35 |
| No. and dimensions of connections<br>Anzahl und Dimension der Anschlüsse | 2 x 22 mm pipes |

Absorber:
Absorber

| | |
|---|---|
| Construction type<br>Bauart | Sydney- tube all around absorber |
| Material<br>Werkstoff | glass |
| Absorber thickness [mm]<br>Absorberdicke | 1.6 |
| Surface treatment<br>Oberflächenbehandlung | Selective coating all around (SS-Cu-ALN/AIN) |

Thermal insulation and casing:

| | |
|---|---|
| Casing material<br>Material des Gehäuses | aluminum alloy |
| Sealing<br>Dichtung | Silicon base |
| Thermal insulation thickness [mm]<br>Dicke der Isolierung | |
| Insulation material<br>Material der Isolierung | Rock Wool |
| Thermal conductivity [W/(m*K)]<br>Wärmeleitwert | not mentioned |

COPY

TÜVRheinland®
Precisely Right.

Limit values:
Grenzwerte

| | |
|---|---|
| Max. operating temperature [°C]<br>Maximale Betriebstemperatur | 260 |
| Maximum pressure [kPa]<br>Maximaler Betriebsdruck | 600 |
| Heat transfer medium<br>Wärmeträger | Water Glycol mixture |
| Other limitations<br>Weitere Einschränkungen | |
| Collector mounting<br>Montagearten | on roof / flat roof mounting in vertical position is possible |

Instruction/installation manual:
Betriebs- bzw. Installationsanleitung

Installation manual did fulfil the requirements of DIN EN 12975-1:2006

| | Pass: | Yes | No |
|---|---|---|---|
| Dimensions and weight of the collector, instructions for transport and handling thereof<br>Maße und Gewicht des Kollektors, Anweisungen für dessen Transport und Handhabung | | X | |
| Description of the assembly procedure<br>Beschreibung des Montageverfahren | | X | |
| Recommendations regarding lightning protection<br>Empfehlungen zum Blitzschutz | | X | |
| Instructions for connecting collectors to each other and for connection of the collector field to the heat transfer circuit as well as dimensions of tube connections in collector groups up to 20 m²<br>Anweisungen für die Verbindung der Kollektoren untereinander und für den Anschluss des Kollektorfeldes an den Wärmeträgerkreislauf sowie Maße von Rohranschlüssen bei Kollektorgruppen bis 20 m² | | X | |
| Recommendations regarding the usable heat transfer media (also with regard to corrosion) as well as precautionary measures which are to be taken for filling, operation, servicing and maintenance<br>Empfehlungen hinsichtlich der verwendbaren Wärmeträgermedien (auch hinsichtlich Korrosion) sowie Vorsichtsmaßnahmen, die bei Füllen, Betrieb und Wartung zu treffen sind | | X | |
| Maximum operating pressure, pressure loss as well as largest and smallest tilt angles<br>maximaler Betriebsdruck, Druckabfall sowie größter und kleinster Neigung-swinkel | | X | |
| Permissible wind and snow load<br>zulässige Wind- und Schneelast | | X | |
| Maintenance requirements<br>Wartungsanforderungen | | X | |

TÜVRheinland®
Precisely Right.

Collector type plate:
Kollektortypenschild

Collector marking did fulfill requirements of DIN EN 12975-1:2006

| | Pass: | Yes | No |
|---|---|---|---|
| Name of the manufacturer<br>Name des Herstellers | | X | |
| Type of collector<br>Kollektortyp | | X | |
| Serial number<br>Seriennummer | | X | |
| Year of manufacture<br>Herstellungsjahr | | X | |
| Gross collector area<br>Brutto-Kollektorfläche | | X | |
| Dimensions of the collector<br>Maße des Kollektors | | X | |
| Maximum operating pressure<br>Maximaler Betriebsdruck | | X | |
| Stagnation temperature, at 1000 W/m² and 30 °C<br>Stillstandstemperatur, bei 1000 W/m² und 30 °C | | X | |
| Volume of the heat transfer fluid<br>Volumen des Wärmeträgerfluids | | X | |
| Empty weight of the collector<br>Leergewicht des Kollektors | | X | |
| Manufactured in: …<br>Hergestellt in: … | | X | |

Vacuum Solar Collector / Próżniowy Kolektor Słoneczny

Model: PROECO JNSC 30-58/1800

year of production / rok produkcji: 2013, Serial No: .....
dimensions / wymiary(mm): 1960 x 2050 x 125
gross area / powierzchnia (m²): 4
weight / masa (kg): 112
maximum operation pressure / maksymalne ciśnienie pracy (bar): 6
stagnation temperature / temperatura stagnacji / at 1000W/m² and 30°C: 260 °C
volume of the heat transfer fluid / objętość płynu wymiany ciepła (l.): 2,3

Made in P.R.China, manufactured by / wyprodukowane przez:
Pro Eco Solutions Ltd.
importer to the EU:
**Pro Eco Solutions Ltd. Oddział w Polsce**
**ul. Kasztanowa 2, 55-080 Sadków**
**info@proecosolutions.pl** www.ProEcoSolar.pl

Pro Eco Solutions

TÜVRheinland®
Precisely Right.

# 6 Execution and evaluation
Durchführung und Auswertung

## 6.1 Visual inspection
Sichtprüfung

| Date<br>Datum | 2009-04-07 | Inspector<br>Prüfer | Kottwitz |
|---|---|---|---|

| Internal barcode no.<br>Interne Barcode Nummer | Serial no.<br>Seriennummer | Description of defects<br>Beschreibung der Schäden |
|---|---|---|
| **21221527-2** | **10.02.09 (SC15)** | **No visual damages** |
| **21221527-1** | **10.02.09 SC15** | **No visual damages** |

| Date<br>Datum | 2009-08-13 | Inspector<br>Prüfer | Kottwitz |
|---|---|---|---|

| Internal barcode no.<br>Interne Barcode Nummer | Serial no.<br>Seriennummer | Description of defects<br>Beschreibung der Schäden |
|---|---|---|
| **21221527-0** | **007180709(SC15)** | **No visual damages** |

COPY

TÜVRheinland®
Precisely Right.

## 6.2 Internal pressure test
Innendruckprüfung

### 6.2.1 Collector type
Kollektortyp

| | | |
|---|---|---|
| Cover<br>Abdeckung | ◙ glazed<br>abgedeckt | ○ unglazed<br>unabgedeckt |
| Maximum collector operating pressure specified by manufacturer [kPa]<br>Maximaler vom Hersteller festgelegter Betriebsdruck | 600 | |

| | |
|---|---|
| Serial no.<br>Seriennummer | 10.02.09 (SC15) |
| Date<br>Datum | 2009-07-13 |
| Inspector<br>Prüfer | Kottwitz |

### 6.2.2 Test conditions;
Prüfbedingungen

| | |
|---|---|
| Test temperature [°C]<br>Prüftemperatur | 28.8 |
| Test pressure [kPa]<br>Prüfdruck | 900 |
| Test duration [min]<br>Prüfdauer | 15 |

Test results:
Prüfergebnisse

| |
|---|
| Details of any observed or measured leakage, swelling or distortion and problems which according to 5.2 of EN 12975-1:2006 are to be classified as “severe”.<br>Einzelheiten hinsichtlich beobachteter oder gemessener Undichtigkeiten, Ausbuchtungen oder Verdrehungen sowie Fehler, die nach 5.2 von EN 12975-1:2006 als “größerer Fehler” bezeichnet werden: |
| No visual damages |

COPY

TÜVRheinland®
Precisely Right.

## 6.3 High temperature resistance test
Prüfung der Hochtemperaturbeständigkeit

### 6.3.1 Method used to heat collector
Verfahren zum Aufheizen der Kollektoren

◙ Outdoor testing
Prüfung im Freien

○ Under solar simulator
Im Sonnenstrahlungssimulator

### 6.3.2 High temperature resistant
Hochtemperaturbeständigkeit

| | |
|---|---|
| Serial no.<br>Seriennummer | 10.02.09 (SC15) |
| Date<br>Datum | 2009-05-14 |
| Inspector<br>Prüfer | Kottwitz |

### 6.3.3 Conditions for testing high temperature resistance
Prüfbedingungen der Hochtemperaturbeständigkeit

| | |
|---|---|
| Collector tilt angle [° from horizontal]<br>Neigungswinkel des Kollektors zur Horizontalen in ° | 35 |
| Average irradiation during test [W/m²]<br>Mittlere Bestrahlungsstärke während der Prüfung | 1053.4 |
| Average ambient air temperature [°C]<br>Mittlere Umgebungstemperatur | 29.3 |
| Average ambient air speed [m/s]<br>Mittlere Windgeschwindigkeit in der Umgebung | < 1 |
| Duration of test [min]<br>Dauer der Prüfung | 60 |

### 6.3.4 Test results
Prüfergebnisse

| |
|---|
| Details of any observed or measured degradation, distortion, shrinkage or out gassing and problems which according to 5.3.4 of EN 12975-1:2006 are to be classified as “severe”.<br>Einzelheiten hinsichtlich beobachteter oder gemessener Leistungsminderungen, Verwindungen, Schrumpfungen oder Gasbildung sowie Fehler, die nach 5.3.4 von EN 12975-1:2006 als “größerer Fehler” bezeichnet werden: |
| No visual damages |

COPY

## 6.4 Stagnation temperature
Stagnationstemperatur

### 6.4.1 Method used to heat collector
Verfahren zum Aufheizen der Kollektoren

◙ Outdoor testing
Prüfung im Freien

○ Under solar simulator
Im Sonnenstrahlungssimulator

| | |
|---|---|
| Serial no.<br>Seriennummer | 10.02.09 (SC15) |
| Date<br>Datum | 2009-07-09 |
| Inspector<br>Prüfer | Kottwitz |

### 6.4.2 Conditions for testing stagnation temperature
Prüfbedingungen der Stagnationstemperatur

| | |
|---|---|
| Collector tilt angle [° from horizontal]<br>Neigungswinkel des Kollektors zur Horizontalen in ° | 35 |
| Average irradiation during test [W/m²]<br>Mittlere Bestrahlungsstärke während der Prüfung | 913.5 |
| Average ambient air temperature [°C]<br>Mittlere Umgebungstemperatur | 31.59 |
| Average ambient air speed [m/s]<br>Mittlere Windgeschwindigkeit in der Umgebung | < 1 |
| Absorber temperature [°C]<br>Absorbertemperatur | 218.4 |

Requisite additional information for stagnation temperature:
Erforderliche Zusatzinformationen zur Ermittlung der Stagnationstemperatur

### 6.4.3 Determination of stagnation temperature
Ermittlung der Stagnationstemperatur

| | |
|---|---|
| Stagnation temperature<br>for ambient conditions of 1000W/m² and 30°C<br>(determination acc. to EN 12975-2:2006, Annex C)<br>Stagnationstemperatur<br>für Umgebungsbedingungen von 1000 W/m² und 30°C | 234.5 |

### 6.4.4 Test remarks
Prüfanmerkungen

| |
|---|
| Requisite additional information for stagnation temperature:<br>Erforderliche Zusatzinformationen zur Ermittlung der Stagnationstemperatur |
| Single pipe used for detection of stagnation temperature |

COPY

TÜVRheinland®
Precisely Right.

## 6.5 Exposure test
Expositionsprüfung

| | | |
|---|---|---|
| Serial no.<br>Seriennummer | 10.02.09 (SC15) | |
| Date begin/ end<br>Datum Start/ Ende | 2009-05-11 | 2009-06-25 |
| Inspector<br>Prüfer | Schaub | |

### 6.5.1 Test conditions
Prüfbedingungen

| | | |
|---|---|---|
| Collector tilt angle [° from horizontal]<br>Neigungswinkel des Kollektors zur Horizontalen in ° | 35 | |
| Total no. of test days and radiation energy [MJ/m²]<br>Anzahl der Prüftage und Strahlungsenergie | 45 | 871 |
| No. of days with more than 14 MJ/m²<br>Anzahl der Tage mit mehr als 14 MJ/m² | 36 | |
| No of rain days and total rainfall [mm]<br>Anzahl der Regentage und Gesamtniederschlags-summe | 35 | 117.85 |
| Time period with G>850 W/m² & ta>10°C [h]<br>Zeitabschnitte mit G > 850 W/m² und ta > 10°C | 59.75 | |
| | minimum value<br>Mindestwert | maximum value<br>Maximalwert |
| Ambient temperature of test days [°C]<br>Umgebungstemperatur der Prüftage | 8.24 | 37.85 |
| Ambient temperature during high irradiation > 850 W/m² [°C]<br>Umgebungstemperatur während hoher Einstrahlung | 21.70 | 36.90 |
| Total daily rainfall [mm]<br>Tägliche Niederschlagssumme [mm] | 0.00 | 44.00 |

### 6.5.2 Test results
Prüfergebnisse

| |
|---|
| Details of any observed or measured problems or failures which according to B 5.5 of EN 12975-2:2006 are to be classified as “severe”. Einzelheiten hinsichtlich beobachteter oder gemessener Probleme oder Fehler, die nach B 5.5 von EN 12975-2:2006 als “größerer Fehler” bezeichnet werden: |
| No visual damages |

COPY

TÜVRheinland®
Precisely Right.

## 6.6 External thermal shock test
schnelle äußere Temperaturwechselprüfung

### 6.6.1 Test conditions
Prüfbedingungen

| | |
|---|---|
| ◙ performed with outdoor exposure test<br>Prüfung während Freiland-Expositionsprüfung | ○ test performed in solar simulator<br>Prüfung im Sonnensimulator durchgeführt |

| | First shock<br>Erster Temperaturwechsel | | Second shock<br>Zweiter Temperaturwechsel | |
|---|---|---|---|---|
| Serial no. Seriennummer | 10.02.09 (SC15) | | | |
| Date Datum | 2009-05-30 | | 2009-06-19 | |
| Inspector Prüfer | Kottwitz | | Schaub | |
| Collector tilt angle [° from horizontal]<br>Neigungswinkel des Kollektors zur horizontalen in ° | 35 | | 35 | |
| Min. & mean irradiation [W/m²]<br>Mindest & mittlere Bestrahlungsstärke | 881 | 942 | 882 | 917 |
| Min. & mean ambient air temperature [°C]<br>Mindest & mittlere Umgebungslufttemperatur | 21.9 | 22.6 | 34.5 | 35.0 |
| Period during which steady state conditions were maintained prior to shock [min] Zeitdauer, während die geforderten Betriebsbedingungen eingehalten wurden | 60 | | 60 | |
| Water spray mass flow rate [kg/(sm²)]<br>Massenstrom des Sprühwassers | 0.053 | | 0.056 | |
| Water spray temperature [°C]<br>Temperatur des Sprühwassers | 21.0 | | 20.2 | |
| Water spray duration [min]<br>Sprühdauer | 15 | | 15 | |
| Absorber temperature before spraying [°C]<br>Absorbertemperatur unmittelbar vor dem Besprühen | - | | - | |

Requisite additional information for external thermal shock test:
Erforderliche Zusatzinformationen zu der schnellen äußeren Temperaturwechselprüfung

| |
|---|
| |

### 6.6.2 Test results: Prüfergebnisse

| |
|---|
| Details of any observed or measured cracking, distortion, condensation, water penetration or loss of vacuum found and problems which according to 5.5.4 of EN 12975-1:2006 are to be classified as “severe”. Einzelheiten hinsichtlich beobachteter oder gemessener Risse, Verdrehungen, Kondensation, eindringendes Wasser oder Vakuumverlust sowie Fehler, die nach 5.5.4 von EN 12975-1:2006 als “größerer Fehler” bezeichnet werden: |
| No visual damages |

COPY

TÜVRheinland®
Precisely Right.

## 6.7 Internal thermal shock test
Schnelle innere Temperaturwechselprüfung

### 6.7.1 Test conditions
Allgemeines

| | |
|---|---|
| ◉ performed with outdoor exposure test<br>Prüfung während Freiland-Expositionsprüfung | ○ test performed in solar simulator<br>Prüfung im Sonnensimulator durchgeführt |

| | First shock<br>Erster Temperaturwechsel | | Second shock<br>Zweiter Temperaturwechsel | |
|---|---|---|---|---|
| Serial no. Seriennummer | 10.02.09 (SC15) | | | |
| Date Datum | 2009-05-30 | | 2009-06-18 | |
| Inspector Prüfer | Kottwitz | | Schaub | |
| Collector tilt angle [° from horizontal]<br>Neigungswinkel des Kollektors zur horizontalen in ° | 35 | | 35 | |
| Min. & mean irradiation [W/m²]<br>Mindest & mittlere Bestrahlungsstärke | 886 | 929 | 927 | 947 |
| Min. & mean ambient air temperature [°C]<br>Mindest & mittlere Umgebungslufttemperatur | 23.1 | 23.6 | 31.1 | 31.8 |
| Period during which steady state conditions were maintained prior to shock [min] Zeitdauer, während die geforderten Betriebsbedingungen eingehalten wurden | 60 | | 60 | |
| Water spray mass flow rate [kg/(sm²)]<br>Massenstrom des Sprühwassers | 0.047 | | 0.089 | |
| Water spray temperature [°C]<br>Temperatur des Sprühwassers | 19.8 | | 22.1 | |
| Water spray duration [min]<br>Sprühdauer | 5 | | 5 | |
| Absorber temperature before spraying [°C]<br>Absorbertemperatur unmittelbar vor dem Besprühen | - | | - | |

Requisite additional information for internal thermal shock test:
Erforderliche Zusatzinformationen zu der schnellen inneren Temperaturwechselprüfung

| |
|---|
| |

### 6.7.2 Test results: Prüfergebnisse

| |
|---|
| Details of any observed or measured cracking, distortion, condensation, water penetration or loss of vacuum found and problems which according to 5.6.4 of EN 12975-1:2006 are to be classified as “severe”. Einzelheiten hinsichtlich beobachteter oder gemessener Risse, Verdrehungen, Kondensation, eindringendes Wasser oder Vakuumverlust sowie Fehler, die nach 5.6.4 von EN 12975-1:2006 als “größerer Fehler” bezeichnet werden: |
| No visual damages |

COPY

TÜVRheinland®
Precisely Right.

## 6.8 Rain penetration test
Prüfung auf eindringendes Regenwasser

| | |
|---|---|
| Serial no.<br>Seriennummer | 007180709(SC15) |
| Date<br>Datum | 2009-09-09 |
| Inspector<br>Prüfer | Schaub |

### 6.8.1 Test conditions
Prüfbedingungen

| | | |
|---|---|---|
| Collector mounted on:<br>Kollektor montiert auf | Open frame<br>Offenem Rahmen | |
| Collector tilt angle [° from horizontal]<br>Neigungswinkel des Kollektors zur Horizont. in ° | 30 | |
| Absorber heating by:<br>Absorber erwärmt mittels | ○ Hot water loop<br>Warmwasser-Kreislauf | ◙ Irradiation<br>Sonnenstrahlung |
| Water spray flow rate [kg/(s*m²)]<br>Massenstrom des Sprühwassers | | |
| Duration of water spray [h]<br>Sprühdauer | 4 | |

### 6.8.2 Test results;
Prüfergebnisse

| | |
|---|---|
| Area with visible water penetration [% of aperture area]<br>Fläche mit sichtbaren Anzeichen eingedrungenen Wassers (in % der Aperturfläche) | - |
| Location where water penetration is observed<br>Stellen an denen eingedrungenes Wasser festgestellt wurde | - |
| Duration until visible water penetration has disappeared<br>Zeitspanne bis zum Verschwinden der Anzeichen des eingedrungenen Regenwassers | - |

| |
|---|
| Details of any problems which according to 5.7.4 of EN 12975-1:2006 are to be classified as "severe".: Einzelheiten hinsichtlich sämtlicher Fehler, die nach 5.7.4 von EN 12975-1:2006 als "größerer Fehler" bezeichnet werden: |
| No visual damages |

COPY

TÜVRheinland®
Precisely Right.

## 6.9 Mechanical load test
Mechanische Belastung

| | |
|---|---|
| Serial no.<br>Seriennummer | 10.02.09 (SC15) |
| Date<br>Datum | 2009-07-08 |
| Inspector<br>Prüfer | Kottwitz |

**Method used to apply pressure**
**Verwendetes Verfahren zum Ausbringen der Druckbelastung**

○ Suction cups
Saugnäpfe

◙ Loading with water
Belastung durch Wasser

### 6.9.1 Positive pressure test of the collector cover
Überdruckprüfung der Kollektorabdeckung

**Test conditions**
**Prüfbedingungen**

| | |
|---|---|
| Maximum pressure load [Pa]<br>Maximale Druckbelastung | 2400 |
| Remaining deflection [mm]<br>Bleibende Durchbiegung | - |

### 6.9.2 Negative pressure test of collector
Unterdruckprüfung der Kollektorabdeckung

**Test conditions**
**Prüfbedingungen**

| | |
|---|---|
| Maximum pressure load [Pa]<br>Maximale Druckbelastung | Not applicable |
| Remaining deflection [mm]<br>Bleibende Durchbiegung | |

**Test results**
**Prüfergebnisse**

| |
|---|
| Details of any damage to the collector cover, cover fixings or mounting fixings and problems which according to 5.9 of EN 12975-1:2006 are to be classified as “severe”:<br>Einzelheiten hinsichtlich beobachteter Schäden bezüglich Kollektorabdeckung, Abdeckungsbefestigung, Kollektorbefestigung sowie Fehler, die nach 5.9 von EN 12975-1:2006 als “größerer Fehler” bezeichnet werden: |
| No visual damages |

COPY

TÜVRheinland®
Precisely Right.

## 6.10 Impact resistance test using steel ball;

**Prüfung der Schlagbiegefestigkeit mit Stahlkugel**

| | |
|---|---|
| Serial no.<br>Seriennummer | |
| Date<br>Datum | - - - |
| Inspector<br>Prüfer | |

**Test conditions**
**Prüfbedingungen**

Diameter of ball: 33.3 mm
Durchmesser

Mass of ball: 151g
Masse

◉ vertical impact
Vertikaler Aufschlag

○ horizontal impact
horizontaler Aufschlag

| Maximum height of drops [m]<br>Fallhöhe | No. of drops<br>Anzahl der Fallversuche |
|---|---|
| 0.4 | |
| 0.6 | |
| 0.8 | |
| 1.0 | |
| 1.2 | |
| 1.4 | |
| 1.6 | |
| 1.8 | |
| 2.0 | |

not performed

COPY

**Test results**
**Prüfergebnisse**

| |
|---|
| Details of any damage to the collector and problems which according to 5.10.4 of EN 12975-1:2006 are to be classified as “severe”.<br>Angaben von Einzelheiten jeglicher Beschädigung des Kollektors sowie von sämtlichen Fehlern, die nach 5.10.4 von EN 12975-1:2006 als “größerer Fehler” bezeichnet werden. |
| |

TÜVRheinland®
Precisely Right.

## 6.11 Final Inspection;
Endüberprüfung

| | |
|---|---|
| Serial no.<br>Seriennummer | 10.02.09 (SC15) |
| Date<br>Datum | 2009-10-19 |
| Inspector<br>Prüfer | Kottwitz |

Evaluate each potential problem according to the following scale:
Jedes mögliche Problem ist nach folgender Einteilung zu bewerten:

0 No problem kein Problem
1 Minor problem geringes Problem
2 Severe problem schweres Problem
* Inspection to establish the condition was not possible.
Überprüfung zur Einstellung der Bedingung war nicht möglich

## Test results
Ergebnisse

| | Collector component | Potential problem | Evaluation |
|---|---|---|---|
| a) | Collector box, fasteners<br>Kollektorgehäuse/-befestigungsteile | Cracking, warping, corrosion, rain penetration Rissbildung/ Verwerfung/ Korrosion/ eindringendes Regenwasser | 0 |
| b) | Mountings, structure<br>Montageelemente/ Tragwerk | Strength, safety<br>Festigkeit/ Sicherheit | 0 |
| c) | Seals, gaskets<br>Verschlüsse/ Dichtungen | Cracking, adhesion, elasticity<br>Rissbildung/ Haftung/ Elastizität | 0 |
| d) | Cover, reflector<br>Abdeckung/ Reflektor | Cracking, crazing, buckling, delamination, warping, out gassing<br>Rissbildung/ Haarrisse/Ausbeulen/ Abblättern/ Verwerfung/ Ausgasen | 0 |
| e) | Absorber coating<br>Absorberbeschichtung | Cracking, crazing, blistering<br>Rissbildung/ Haarrisse/ Blasenbildung | 0 |
| | Absorber tubes and headers<br>Absorberrohre und Kopfstücke | Deformation, corrosion, leakage, loss of bonding Verformung/ Korrosion/ Undichtigkeit/ sich lösende Verbindungen | 0 |
| | Absorber mounting<br>Absorberbefestigung | Deformation, corrosion<br>Verformung/ Korrosion | 0 |
| f) | Insulation<br>Wärmedämmung | Water retention, out gassing, degradation<br>Wasseraufnahme/ Ausgasung/ Schwindung | 0 |

COPY

TÜVRheinland®
Precisely Right.

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

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

○ outdoor steady state (6.1) ○ indoor steady state (6.2) ◙ outdoor quasi-dynamic (6.3)
stationär, im freien stationär, indoor quasidynamisch; im freien

| | |
|---|---|
| Serial no.<br>Seriennummer | 10.02.09 SC15 |
| Date (Start/End)<br>Datum (Start/Ende) | 2009-07-22 / 2009-07-29 |
| Inspector<br>Prüfer | Schaub |

## 7.2 Test conditions
Prüfbedingungen

| | |
|---|---|
| Latitude [°]<br>Geographische Breite | 43°28' |
| Longitude [°]<br>Geographische Länge | 13°04' |
| Collector tilt [° from horizontal]<br>Kollektorneigung | 35 |
| Collector azimuth [° from south]<br>Kollektorazimut | 0 |
| Orientation of absorber or pipes<br>Ausrichtung des Absorbers oder der Absorberröhren | Vertical |
| Mass flow [kg/s]<br>Massenstrom | 0.044 |
| Aperture area $A_a$ [m²]<br>Aperturfläche | 1.423 |

COPY

TÜVRheinland®
Precisely Right.

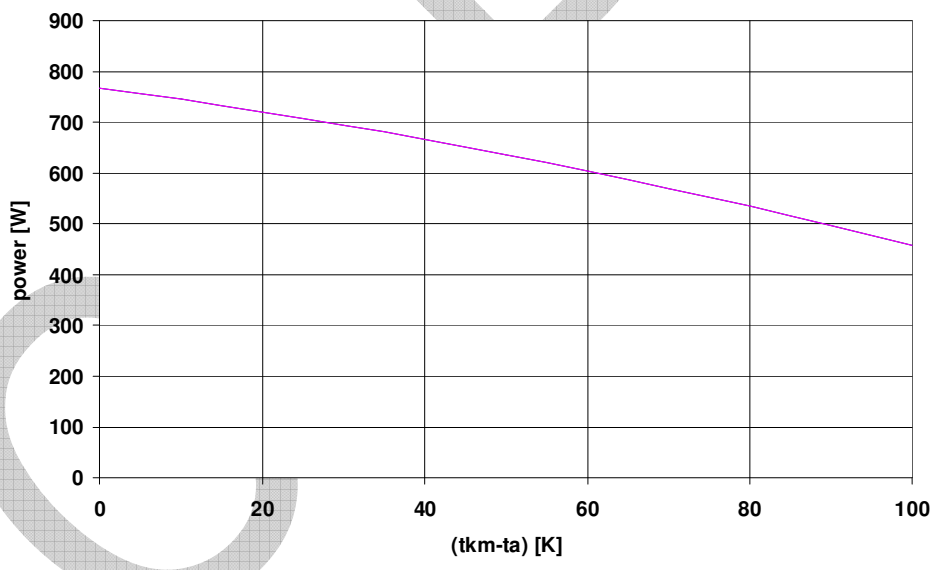
## 7.3 Test results thermal performance
**Prüfergebnisse Wärmeleistung**

Second order fit to data
Ausgleichskurve 2. Ordnung für die Messwerte

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

| | |
|---|---|
| Conversion factor $\eta_{0a}$ [ ]<br>Konversionsfaktor | 0.540 (based on aperture area) |
| Heat transfer coefficient $a_{1a}$ [ W/(m²K)]<br>Wärmedurchgangskoeffizient | 1.526 (based on aperture area) |
| Temp. dependent heat transfer coefficient $a_{2a}$ [W/(m²K²)] Temperaturabhängiger Wärmedurchgangskoeffizient | 0.007 (based on aperture area) |
| Incidence angle modifier $K_\theta$ (40.2°/ 40.2°) [ ]<br>Einstrahlwinkel-Korrekturfaktor | 1.315 (based on aperture area) |
| Effective heat capacity c [kJ/(m²K)]<br>Effektive Wärmekapazität | 16.371 (based on aperture area) |
| Time constant $\tau_c$[s]<br>Zeitkonstante | Not necessary for quasi-dynamic test method |

**Power curve** *per collector unit (for G = 1000 W/m²)*
**Leistungskurve** *pro Kollektormodul*




| | |
|---|---|
| **Maximum power [$W_{peak}$]**<br>**Spitzenleistung**<br>(G=1000 W/m²) per collector unit/ pro Kollektormodul | **768** |

| |
|---|
| Details of any damage and problems which according to 5.3.1 of EN 12975-1:2006 are to be classified as "severe": Einzelheiten hinsichtlich vorhandener Fehler, die nach 5.3.1 von EN 12975-2:2006 als "größerer Fehler" bezeichnet werden. |
| No visual damages |

For more details about thermal performance test see Appendix 2.

# 8 General remarks
Bemerkungen

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

The extended total measuring uncertainty (k=2) for the outdoor performance test is:

$\eta \leq \pm 2.8$ % (for irradiation levels above 700 W/m²)

All results are related to report Number 21211254a_JNSC from 2009-10-30.

COPY

TÜVRheinland®
Precisely Right.

# Appendix 1: Reports

**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: | 1.423 m² | |
| 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/s] | 0.044 | |
| Operating pressure during test [kPa] | 150 | |
| | | |
| Based on aperture area | | |
| | Value | Unit |
| $F'(\tau\alpha)_{en}$ | 0.506 | [ ] |
| $K_{\theta d}$ | 1.460 | [ ] |
| $b_0(\theta)$ | 0.200 | [ ] |
| $c_1$ | 1.526 | [W/(m²K)] |
| $c_2$ | 0.007 | [W/(m²K²)] |
| $c_3$ | not determined | [J/(m³K)] |
| $c_4$ | not determined | [W/(m²K)] |
| $c_5$ | 16.371 | [kJ/(m²K)] |
| $c_6$ | not determined | [s/m] |

| Incidence angle modifier: | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Angle [°] | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 |
| $K_{\theta b\,longi}(\theta)$ [ ] | 1.00 | 0.99 | 0.97 | 0.94 | 0.89 | 0.80 | 0.62 |
| $K_{\theta b\,trans}(\theta)$ [ ] | 1.02 | 1.07 | 1.15 | 1.31 | 1.49 | 1.75 | 1.98 |

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

| | |
|---|---|
| Total energy deviation [%] | 1.23 |
| Objective [%] | 4.94 |

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 $\eta_0$ | = $F'(\tau\alpha)_{en}\ K_{\theta b}(\theta_{l,t}=15.0°)\ 0.85 + F'(\tau\alpha)_{en}\ K_{\theta d}(\theta)\ 0.15$ |
| 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**

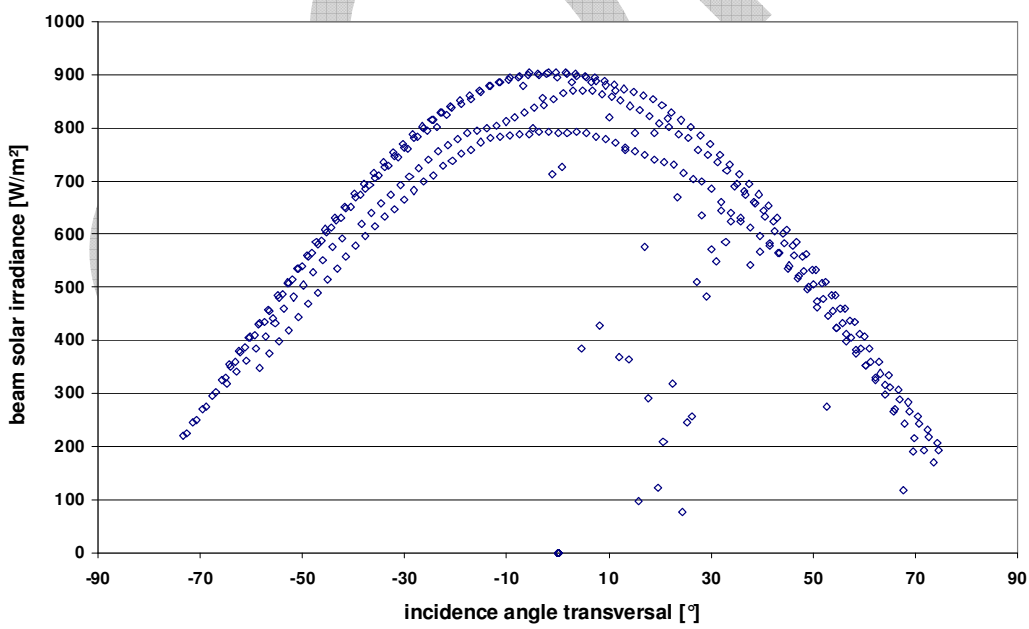



Figure A1.1: Direct solar irradiance over its incidence angle

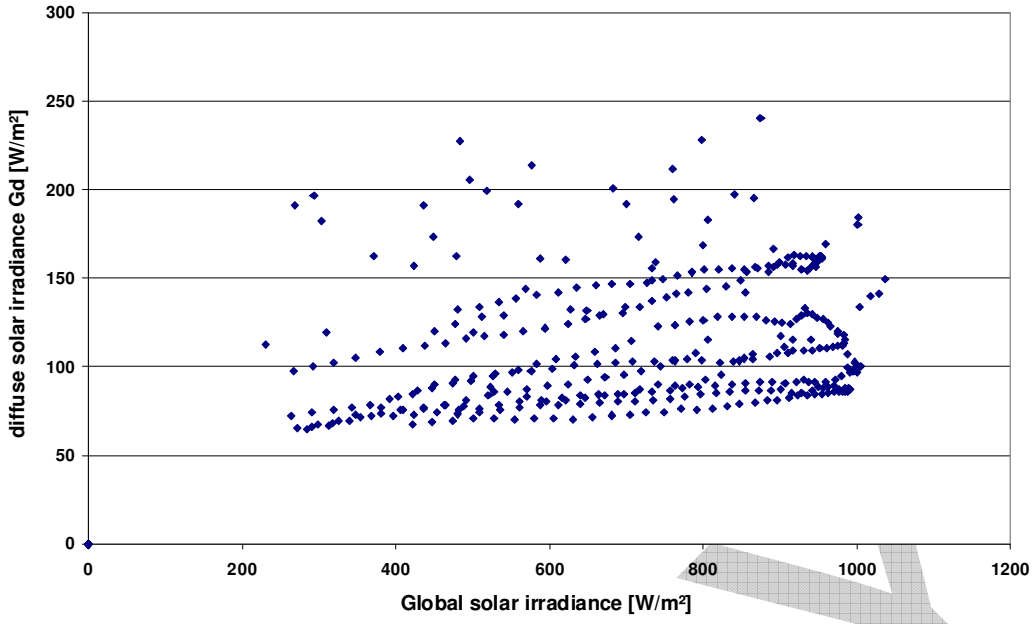



Figure A1.2: Diffuse solar irradiance over global irradiance

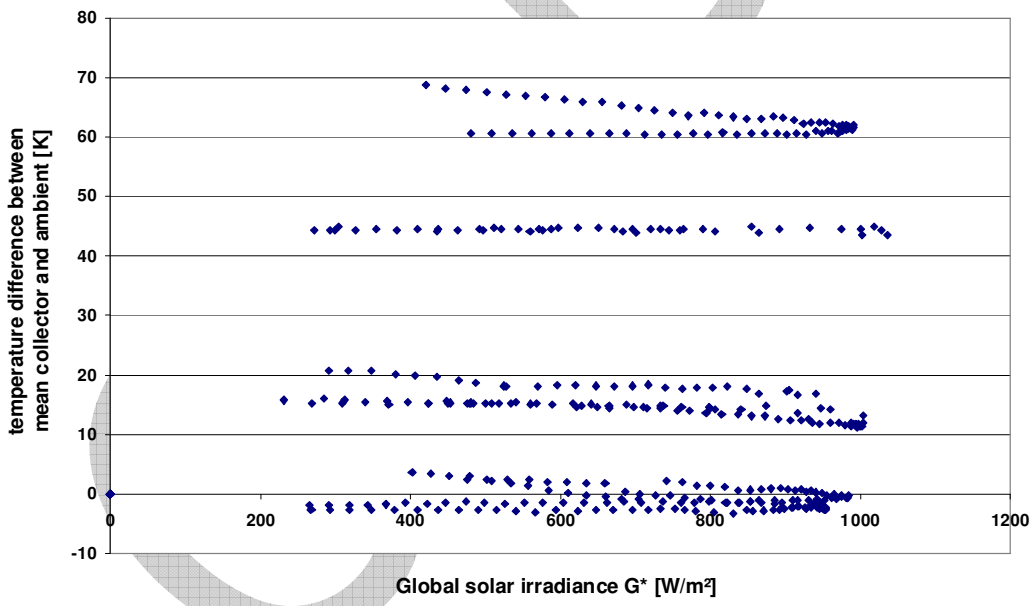



Figure A1.3: Temperature difference between mean collector and ambient temperature over global irradiance

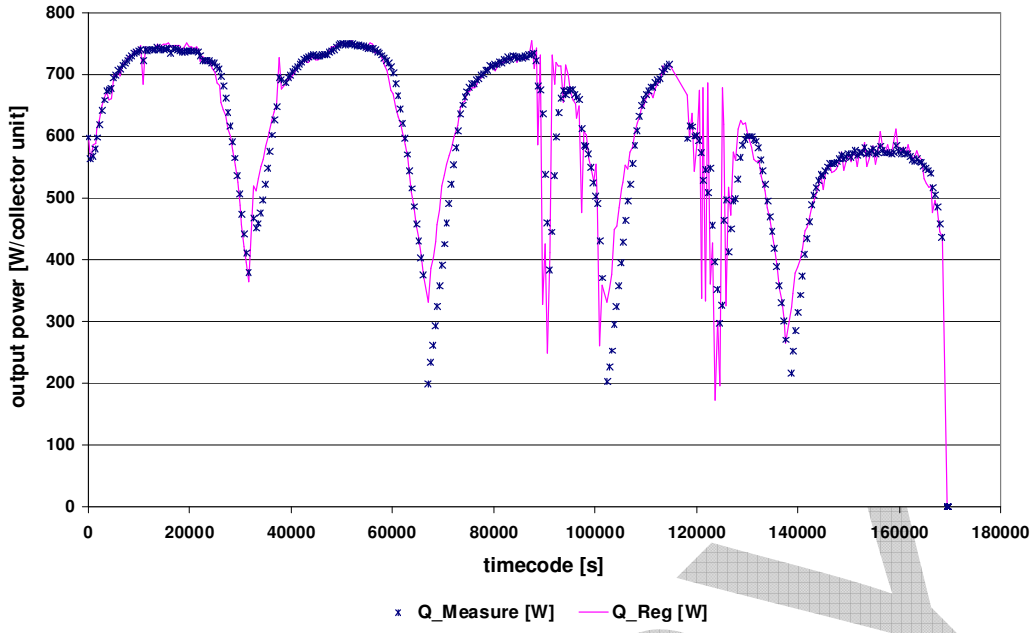



Figure A1.4: Measured and calculated power over time (full data set)

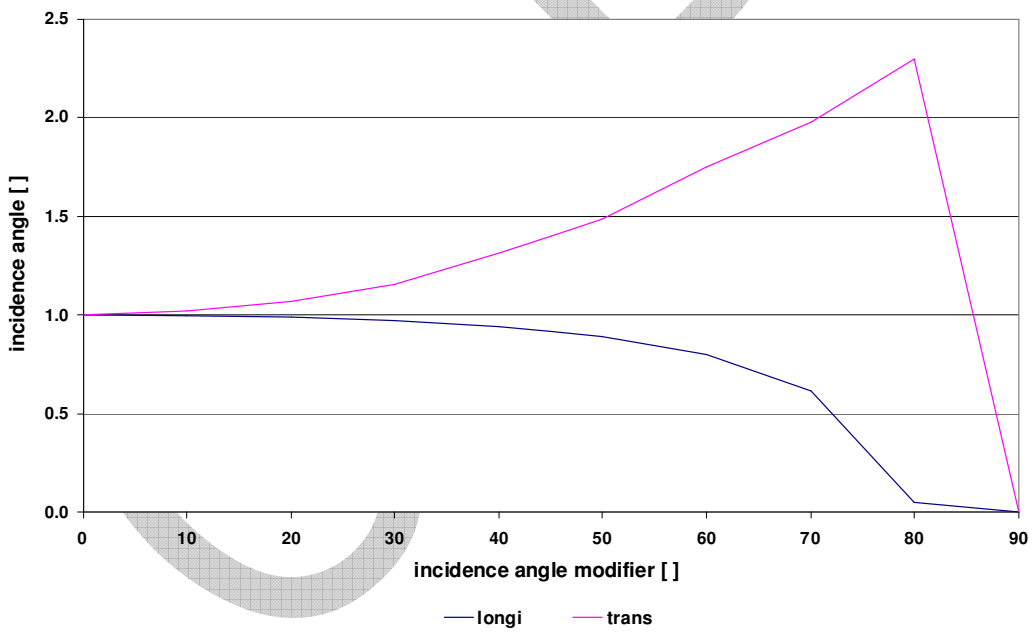



Figure A1.5: incidence angle modifier over incidence angle

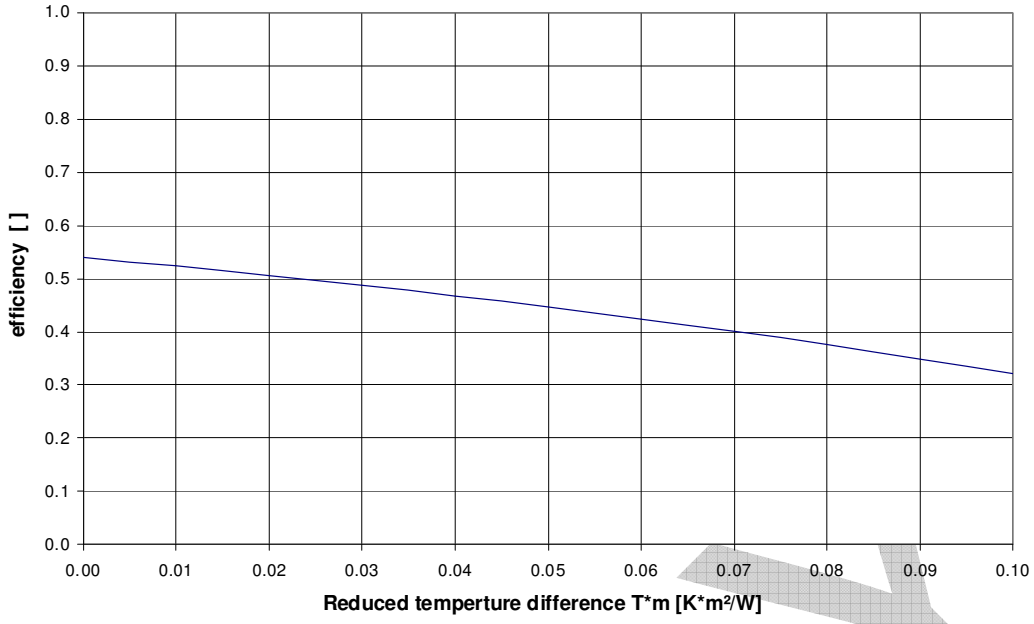



Figure A1.6: efficiency curve over reduced temperature difference at 1000W/m² irradiation

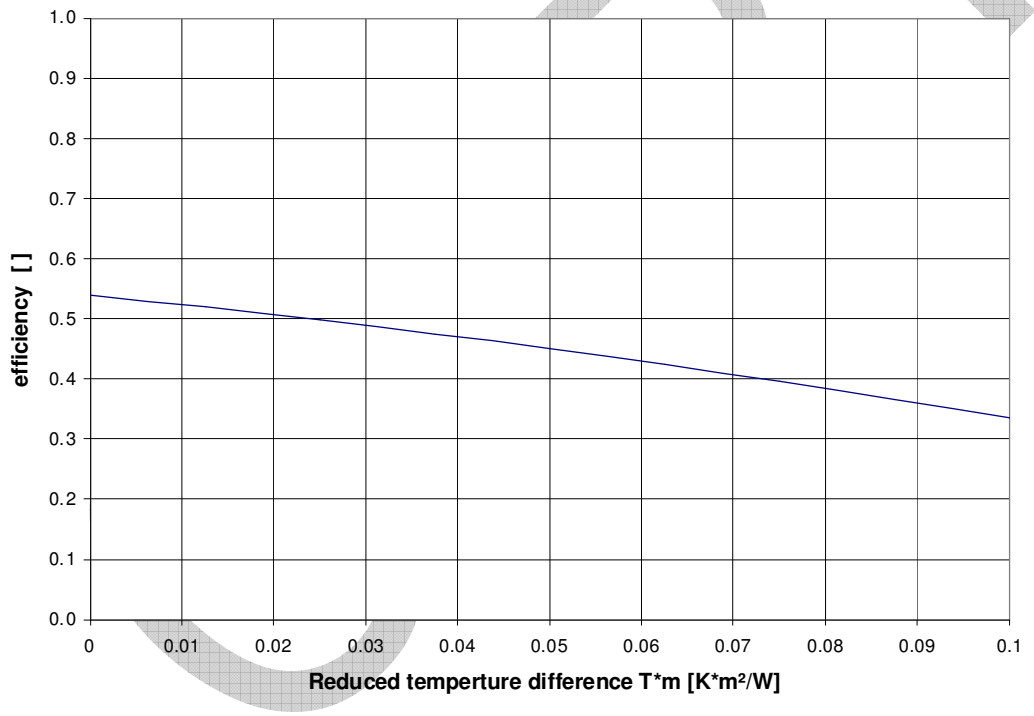



Figure A1.7: efficiency curve over reduced temperature difference at 800W/m² irradiation

# Appendix 2: Photo documentation

*Fig. 1: Exposure test*

Vacuum Solar Collector / Próżniowy Kolektor Słoneczny
Model: PROECO JNSC 30-58/1800

year of production / rok produkcji: 2013, Serial No: .....
dimensions / wymiary(mm): 1960 x 2050 x 125
gross area / powierzchnia ($m^2$): 4
weight / masa (kg): 112
maximum operation pressure / maksymalne ciśnienie pracy (bar): 6
stagnation temperature / temperatura stagnacji / at 1000W/$m^2$ and 30°C: 260 °C
volume of the heat transfer fluid / objętość płynu wymiany ciepła (l.): 2.3

Made in P.R.China, manufactured by / wyprodukowane przez:
Pro Eco Solutions Ltd.
importer to the EU:
**Pro Eco Solutions Ltd. Oddział w Polsce**
**ul. Kasztanowa 2, 55-080 Sadków**
**info@proecosolutions.pl** www.ProEcoSolar.pl

Pro Eco Solutions

*Fig. 2: test label*

*Fig. 3: internal shock*

*Fig. 4: external shock*

COPY