

Test Report
Prüfbericht

Qualification of a Solar Collector in accordance

with

Qualifizierung eines Solarkollektors nach

DIN EN 12975-2: 2006

TÜV Report No.: 21209610_30

Cologne, 2008-10-22



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 Werbezecken, 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 Immissionsschutz und Energiesysteme GmbH, 51101 Köln
D – 51105 Köln, Am Grauen Stein, Tel.: ++49-221/806-2477, Fax: ++49-221/806-1350

Report-No.: 21209610 30

on

Qualification of a Solar Collector in accordance with

Qualifizierung eines Solarkollektors nach

DIN EN 12975-2: 2006

Client:
Kunde Taizhou Free-energy Development Co.,Ltd
Xiazhuanglu Village
Tongyu, Luqiao, Taizhou, Zhejiang
China

TÜV Quotation No.:
Angebotsnummer 435/148862

TÜV Order No.:
Auftragsnummer 21209610_30

Order of:
Datum der Beauftragung 2008-05-10

Date of Receipt of Test Item:
Anlieferdatum Prüfmuster 2008-06-25

Commencement of Test:
Testbeginn 2008-06-25

TÜV Client No.:
Kundennummer 3080061

Inspector:
Prüfer Dipl.-Ing. U. Fritzsche (Tel.: +49 221 806-4105)

Business Field:
Geschäftsfeld Renewable Energies

No of Pages:
Seitenzahl 27

Appendix:
Anhang 5

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.....	10
6.1	Visual inspection; Sichtprüfung	10
6.2	Internal pressure test; Innendruckprüfung	11
6.3	High temperature resistance test; Prüfung der Hochtemperaturbeständigkeit	12
6.4	Exposure test; Expositionsprüfung	13
6.5	External thermal shock test; schnelle äußere Temperaturwechselprüfung	14
6.6	Internal thermal shock test; Schnelle innere Temperaturwechselprüfung	15
6.7	Rain penetration test; Prüfung auf eindringendes Regenwasser	16
6.8	Mechanical load test; Mechanische Belastung	17
6.9	Impact resistance test using steel ball; Prüfung der Schlagbiegefestigkeit mit Stahlkugel	18
6.10	Final Inspection; Endüberprüfung.....	19
7	Measuring results of thermal performance testing; Prüfergebnisse der Leistungsprüfung von Sonnenkollektoren.....	20
7.1	Test method according to DIN EN 12975-2:2006; Prüfgrundlage entsprechend DIN EN 12975-2:2006	20
7.2	Test conditions; Prüfbedingungen	20
7.3	Test results thermal performance; Prüfergebnisse Wärmeleistung	21
8	General remarks; Bemerkungen	22

List of Contents – Appendix

Inhaltsverzeichnis - Anhang

Appendix 1: Reports	23
Appendix 2: Photo documentation	27

1 Summary of test results

Zusammenfassung

Qualification of a Solar Collector in accordance with

Qualifizierung eines Solarkollektors nach

DIN EN 12975-2: 2006

Manufacturer

Hersteller

: Taizhou Free-energy Development Co.,Ltd
 Xiazhuanglu Village
 Tongyu, Luqiao, Taizhou, Zhejiang
 China

Brand

Handelsname

: Free-J-58/1800-30

Basis of testing

Prüfgrundlage

DIN EN 12975-2:2006

Test	Date		Summary of main test results Zusammenfassung der Haupt- ergebnisse
	Start	End	
Internal pressure Innendruck	2008-08-08		
High-temperature resistance Hochtemperaturbeständigkeit	2008-08-13		
Exposure Exposition	2008-06-25	2008-08-04	
External thermal shock Schneller Temperaturwechsel, außen	1. 2008-07-01		
	2. 2008-07-07		
Internal thermal shock Schneller Temperaturwechsel, innen	1. 2008-07-01		
	2. 2008-07-08		
Rain penetration Eindringender Regen	2008-08-04		
Freeze resistance Frostbeständigkeit			Use of anti-freeze liquid
Mechanical load Mechanische Belastung	2008-08-18		
Thermal performance Wärmeleistung	2008-08-06	2008-08-13	
Impact resistance (optional) Schlagfestigkeit (wahlweise)	---		
Final inspection Endüberprüfung	2008-08-18		

All tests of the standard DIN EN 12975-2:2006 were passed successfully in accordance with the criteria. Alle Tests der DIN EN 12975-2:2006 wurden entsprechend der Kriterien bestanden.

Cologne, 2008-10-22

Responsible for collector testing



Dipl.-Ing. U. Fritzsche

**Business field manager
Renewable Energies**



Dipl.-Ing. W. Vaaßen

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

Manufacturer Hersteller	Taizhou Free-energy Development Co.,Ltd		
Collector designation Produktbezeichnung	Free-J-58/1800-30		
Collector type Kollektortyp	Evacuated tube-collector with reflector		
Year of manufacture Herstellungsjahr	2008		
Length Länge	1987 mm	Absorber area Absorberfläche	2.448 m ²
Width Breite	2440 mm	Aperture area Aperturfläche	3.58 m ²
Height Höhe	130 mm	Gross area Bruttofläche	4.848 m ²
Weight (empty) Gewicht (leer)	98 kg	Mass flow Massenstrom	0.056 kg/s
Heat transfer medium Prüfwärmeträger	Water	Test pressure: Prüfdruck	150 kPa

Thermal performance
Thermische Leistungsfähigkeit

	Absorber area (x _A)	Aperture area (x _a)
Conversion factor η_0 Konversionsfaktor	0.864	0.591
Heat transfer coefficient a_1 Wärmedurchgangskoeffizient	2.976 W/(m ² K)	2.035 W/(m ² K)
Temperature dependent heat transfer coefficient a_2 Temperaturabhängiger Wärmedurchgangskoeffizient	0.0003 W/(m ² K ²)	0.0002 W/(m ² K ²)

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

	Irradiation Einstrahlung		
T _m – T _a in K	400 W/m ²	700 W/m ²	1000 W/m ²
10	773.1	1407.6	2042.1
30	626.7	1261.2	1895.8
50	479.7	1114.3	1748.8

(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 Taizhou Free-energy Development Co.,Ltd collector Free-J-58/1800-30 should be performed with the aim of Solar Keymark certification.

Es soll ein Kollektortest des Taizhou Free-energy Development Co.,Ltd Kollektors Free-J-58/1800-30 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 8.00 January 2003: “*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	☒

5 Description of the collector construction

Beschreibung der Kollektorkonstruktion

Manufacturer Hersteller	Taizhou Free-energy Development Co.,Ltd
Brand name Handelsname	Free-J-58/1800-30
Category Kategorie	Evacuated tube-collector with reflector
Date of manufacture Produktionsdatum	2008-03-05
Serial number Seriennummer	21209610-2 J08-05-157
Drawing number Zeichnungsnummer	30-q36; 30-q37; 30-q38; 30-q39; 30-q40; 30-q41; 30-q42; q23;

Collector & construction:

Kollektor & Konstruktion

Gross dimensions l x w x t [mm] Bruttofläche l x b x h	1987 x 2440 x 130 (Determined by test laboratory)
Absorber dimensions l x w x no [mm] Absorberfläche l x b x Anzahl	1725 x 47.3 x 30 (Determined by test laboratory)
Aperture dimensions l x w x no [mm] Aperturfläche l x b x Anzahl	1725 x 55.0 x 30 + reflector (Determined by test laboratory)
Gross/ aperture/ absorber area [m²] Brutto-/ Apertur-/ Absorberfläche	4.848 / 3.58 / 2.448 (Determined by test laboratory)
Weight empty [kg] Leergewicht	98
Fluid content [l] Flüssigkeitsinhalt	2.0l

Collector type Kollektortyp	Evacuated tube-collector with reflector	
Absorber grid Absorbergeometrie	Heat-pipe with Sydney-Glasstube	
Number and diameter of tubes or channels and distance [mm] Anzahl und Durchmesser der Glas- oder Absorberrohre sowie der Rohrabstand	30 x 8	80
Number of covers and thickness Anzahl der Abdeckungen und Dicke	1	1.5 mm
Cover material Material der Abdeckung	Glass	
Cover thickness [mm] Dicke der Abdeckung	1.5	

Header/ connections:
 Sammelleitung/ Anschlüsse

Dimensions of header [mm] Dimension der Sammlerleitung	35
No. and dimensions of connections Anzahl und Dimension der Anschlüsse	2 x 1/2"

Absorber:
 Absorber

Construction type Bauart	Heat-pipe
Material Werkstoff	copper
Absorber thickness Absorberdicke	1.5 mm
Surface treatment Oberflächenbehandlung	Selective surface

Thermal insulation and casing:

Casing material Material des Gehäuses	Aluminium with plastic parts (ABS)
Sealing Dichtung	Silicon
Thermal insulation thickness [mm] Dicke der Isolierung	35
Insulation material Material der Isolierung	Rockwool
Thermal conductivity and density Wärmeleitwert und Dichte	Not specified

Limit values:

Grenzwerte

Max. operating temperature [°C] Maximale Betriebstemperatur	160
Maximum pressure [kPa] Maximaler Betriebsdruck	600
Heat transfer medium Wärmeträger	Glycol water mix
Other limitations Weitere Einschränkungen	Installing Angle 15°-90°
Collector mounting Montagearten	Flat roof/ on roof vertical mounting of tubes possible

<u>Instruction/installation manual:</u> <u>Betriebs- bzw. Installationsanleitung</u>	In accordance with DIN EN 12975-1:2006																								
<u>Collector type plate:</u> <u>Kollektortypenschild</u>	Layout of type-plate in accordance with DIN EN 12975-1:2006 <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">FR-J30</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>name of manufacturer</td><td>Taizhou Free-energy Development Co., Ltd.</td></tr> <tr> <td>type</td><td>Heat pipe solar collector (30 tubes)</td></tr> <tr> <td>serial number</td><td>FR-J30- 0805518</td></tr> <tr> <td>year of production</td><td>2008</td></tr> <tr> <td>gross area of collector</td><td>5.01 m²</td></tr> <tr> <td>dimension of collector</td><td>1990*2522*125mm</td></tr> <tr> <td>maximum operation pressure</td><td>6bar</td></tr> <tr> <td>stagnation temperature at 1000 W/m² and 30</td><td>230 °C</td></tr> <tr> <td>Volume of the heat transfer fluid</td><td>1.9 L</td></tr> <tr> <td>Weight of empty collector</td><td>98 kg</td></tr> <tr> <td>Made in</td><td>Xiazhuanglu Village, Tongyu, Luqiao, Taizhou, Zhejiang, China</td></tr> </tbody> </table>	FR-J30		name of manufacturer	Taizhou Free-energy Development Co., Ltd.	type	Heat pipe solar collector (30 tubes)	serial number	FR-J30- 0805518	year of production	2008	gross area of collector	5.01 m ²	dimension of collector	1990*2522*125mm	maximum operation pressure	6bar	stagnation temperature at 1000 W/m ² and 30	230 °C	Volume of the heat transfer fluid	1.9 L	Weight of empty collector	98 kg	Made in	Xiazhuanglu Village, Tongyu, Luqiao, Taizhou, Zhejiang, China
FR-J30																									
name of manufacturer	Taizhou Free-energy Development Co., Ltd.																								
type	Heat pipe solar collector (30 tubes)																								
serial number	FR-J30- 0805518																								
year of production	2008																								
gross area of collector	5.01 m ²																								
dimension of collector	1990*2522*125mm																								
maximum operation pressure	6bar																								
stagnation temperature at 1000 W/m ² and 30	230 °C																								
Volume of the heat transfer fluid	1.9 L																								
Weight of empty collector	98 kg																								
Made in	Xiazhuanglu Village, Tongyu, Luqiao, Taizhou, Zhejiang, China																								

6 Execution and evaluation

Durchführung und Auswertung

6.1 Visual inspection

Sichtprüfung

Date Datum	2008-06-25	Inspector Prüfer	Kottwitz
---------------	------------	---------------------	----------

Internal barcode no. Interne Barcode Nummer	Serial no. Seriennummer	Description of defects Beschreibung der Schäden
21209610-2	21209610-2	-
21209610-3	J08-05-157	-

6.2 Internal pressure test Innendruckprüfung

6.2.1 Collector type Kollektortyp

Cover Abdeckung	☒ glazed abgedeckt	☐ unglazed unabgedeckt
Maximum collector operating pressure specified by manufacturer [kPa] Maximaler vom Hersteller festgelegter Betriebsdruck	600	
Serial no. Seriennummer	J08-05-157	
Date Datum	2008-08-08	
Inspector Prüfer	Kottwitz	

6.2.2 Test conditions; Prüfbedingungen

Test temperature [°C] Prüftemperatur	27
Test pressure [kPa] Prüfdruck	1500
Test duration [min] Prüfdauer	15

Test results: Prüfergebnisse

Details of any observed or measured leakage, swelling or distortion and problems which according to 5.3.1 of EN 12975-1:2006 are to be classified as "severe".

Einzelheiten hinsichtlich beobachteter oder gemessener Undichtigkeiten, Ausbuchtungen oder Verdrehungen sowie Fehler, die nach 5.3.1 von EN 12975-1:2006 als "größerer Fehler" bezeichnet werden:

No visual defects

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

Serial no. Seriennummer	J08-05-157
Date Datum	2008-08-13
Inspector Prüfer	Kottwitz

6.3.2 Conditions for testing

Prüfbedingungen

Collector tilt angle [° from horizontal] Neigungswinkel des Kollektors zur Horizontalen in °	35
Average irradiation during test [W/m²] Mittlere Bestrahlungsstärke während der Prüfung	1018.2
Average ambient air temperature [°C] Mittlere Umgebungstemperatur	31.4
Average ambient air speed [m/s] Mittlere Windgeschwindigkeit in der Umgebung	< 1
Average absorber temperature [°C] Mittlere Absorbertemperatur	229.3
Duration of test [min] Dauer der Prüfung	60

Requisite additional information when testing evacuated tube collectors:
Erforderliche Zusatzinformationen bei der Prüfung von Vakuum-Röhrenkollektoren

Single tube used for detection of stagnation temperature

6.3.3 Determination of stagnation temperature

Ermittlung der Stagnationstemperatur

Stagnation temperature [°C] for ambient conditions of 1000W/m² and 30°C (determination acc. to EN 12975-2:2006, Annex C) Stagnationstemperatur für Umgebungsbedingungen von 1000 W/m² und 30 °C	224.4
---	-------

6.3.4 Test results:

Details of any observed or measured degradation, distortion, shrinkage or out gassing and problems which according to 5.3.1 of EN 12975-1:2006 are to be classified as "severe".
Einzelheiten hinsichtlich beobachteter oder gemessener Leistungsminderungen, Verwindungen, Schrumpfungen oder Gasbildung sowie Fehler, die nach 5.3.1 von EN 12975-1:2006 als "größerer Fehler" bezeichnet werden:

No visual damages detected

6.4 Exposure test

Expositionsprüfung

Serial no. Seriennummer	J08-05-157	
Date begin/ end Datum Start/ Ende	2008-06-25	2008-08-04
Inspector Prüfer	Kottwitz	

6.4.1 Test conditions

Prüfbedingungen

Collector tilt angle [° from horizontal] Neigungswinkel des Kollektors zur Horizontalen in °	35	
Total no. of test days and radiation energy [MJ/m²] Anzahl der Prüftage und Strahlungsenergie	40	964
No. of days with more than 14 MJ/m² Anzahl der Tage mit mehr als 14 MJ/m²	39	
No of rain days and total rainfall [mm] Anzahl der Regentage und Gesamtniederschlags- summe	4	40
Time period with $G > 850 \text{ W/m}^2$ & $t_a > 10^\circ\text{C}$ [h] Zeitabschnitte mit $G > 850 \text{ W/m}^2$ und $t_a > 10^\circ\text{C}$	114.08	
	minimum value Mindestwert	maximum value Maximalwert
Ambient temperature of test days [°C] Umgebungstemperatur der Prüftage	12.0	39.4
Ambient temperature during high irradiation > 850 W/m^2 [°C] Umgebungstemperatur während hoher Einstrahlung	25.1	37.2
Total daily rainfall [mm] Tägliche Niederschlagssumme [mm]	0	18

6.4.2 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 detected

6.5 External thermal shock test

schnelle äußere Temperaturwechselprüfung

6.5.1 Test conditions

Prüfbedingungen

☒ test performed outdoors Prüfung im freien durchgeführt	☐ test performed in solar simulator Prüfung im Sonnensimulator durchgeführt
☒ combined with exposure test Kombiniert mit Expositionsprüfung	☐ combined with high temp. resistance test Kombiniert mit Hochtemperaturprüfung

	First shock Erster Temperaturwechsel		Second shock Zweiter Temperaturwechsel	
Serial no. Seriennummer	J08-05-157		J08-05-157	
Date Datum	2008-07-01		2008-07-07	
Inspector Prüfer	Kottwitz		Kottwitz	
Collector tilt angle [° from horizontal] Neigungswinkel des Kollektors zur horizontalen in °	35		35	
Min. & mean irradiation [W/m²] Mindest & mittlere Bestrahlungsstärke	918.1	954.8	898.7	941.1
Min. & mean ambient air temperature [°C] Mindest & mittlere Umgebungslufttemperatur	32.0	32.7	32.2	33.1
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)] Massenstrom des Sprühwassers	0.04		0.05	
Water spray temperature [°C] Temperatur des Sprühwassers	20.4		17.5	
Water spray duration [min] Sprühdauer	15		15	
Absorber temperature before spraying [°C] Absorbentemperatur unmittelbar vor dem Besprühen				

Requisite additional information when testing evacuated tube collectors:

Erforderliche Zusatzinformationen bei der Prüfung von Vakuum-Röhrenkollektoren

6.5.2 Test results: Prüfergebnisse

Details of any observed or measured cracking, distortion, condensation, water penetration or loss of vacuum found and problems which according to 5.3.1 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 5.3.1 von EN 12975-1:2006 als "größerer Fehler" bezeichnet werden:

No visual damages detected

6.6 Internal thermal shock test

Schnelle innere Temperaturwechselprüfung

6.6.1 Test conditions

Allgemeines

☒ test performed outdoors Prüfung im freien durchgeführt	☐ test performed in solar simulator Prüfung im Sonnensimulator durchgeführt
☒ combined with exposure test Kombiniert mit Expositionsprüfung	☐ combined with high temp. resistance test Kombiniert mit Hochtemperaturprüfung

	First shock Erster Temperaturwechsel		Second shock Zweiter Temperaturwechsel	
Serial no. Seriennummer	J08-05-157		J08-05-157	
Date Datum	Kottwitz		Kottwitz	
Inspector Prüfer	2008-07-01		2008-07-08	
Collector tilt angle [° from horizontal] Neigungswinkel des Kollektors zur horizontalen in °	35		35	
Min. & mean irradiation [W/m²] Mindest & mittlere Bestrahlungsstärke	851.8	982.6	984.3	996.4
Min. & mean ambient air temperature [°C] Mindest & mittlere Umgebungslufttemperatur	33.2	34.2	32.6	32.9
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)] Massenstrom des Sprühwassers	0.06		0.09	
Water spray temperature [°C] Temperatur des Sprühwassers	20.5		14.4	
Water spray duration [min] Sprühdauer	5		5	
Absorber temperature before spraying [°C] Absorbentemperatur unmittelbar vor dem Besprühen				

Requisite additional information when testing evacuated tube collectors:

Erforderliche Zusatzinformationen bei der Prüfung von Vakuum-Röhrenkollektoren

--

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 5.3.1 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 5.3.1 von EN 12975-1:2006 als "größerer Fehler" bezeichnet werden:

No visual damages detected

6.7 Rain penetration test

Prüfung auf eindringendes Regenwasser

Serial no. Seriennummer	J08-05-157
Date Datum	2008-08-04
Inspector Prüfer	Kottwitz

6.7.1 Test conditions

Prüfbedingungen

Collector mounted on: Kollektor montiert auf	☒ Open frame Offenem Rahmen	☐ Simulated roof Simuliertem Dach
Collector tilt angle [° from horizontal] Neigungswinkel des Kollektors zur Horizont. in °	30	
Absorber heating by: Absorber erwärmt mittels	☐ Hot water loop Warmw.-Kreislauf	☒ Irradiation Sonnenstrahlung
Water spray flow rate [kg/(s*m²)] Massenstrom des Sprühwassers	0.08	
Duration of water spray [h] Sprühdauer	4	

6.7.2 Test results;

Prüfergebnisse

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

Details of any problems which according to 5.3.1 of EN 12975-1:2006 are to be classified as "severe": Einzelheiten hinsichtlich sämtlicher Fehler, die nach 5.3.1 von EN 12975-1:2006 als "größerer Fehler" bezeichnet werden:

No visual damages detected

6.8 Mechanical load test

Mechanische Belastung

Serial no. Seriennummer	J08-05-157
Date Datum	2008-08-18
Inspector Prüfer	Kottwitz

Method used to apply pressure

Verwendetes Verfahren zum Ausbringen der Druckbelastung

☐ Suction cups
Saugnapfe

☒ Loading with water
Belastung durch Wasser

6.8.1 Positive pressure test of the collector cover

Überdruckprüfung der Kollektorabdeckung

Test conditions

Prüfbedingungen

Maximum pressure load [Pa] Maximale Druckbelastung	2400
Maximum deflection [mm] Maximale Durchbiegung	---

6.8.2 Negative pressure test of collector

Unterdruckprüfung der Kollektorabdeckung

Test conditions

Prüfbedingungen

Maximum pressure load [Pa] Maximale Druckbelastung	Not practicable for tube collectors
Maximum deflection [mm] Maximale Durchbiegung	---

Test results

Prüfergebnisse

Details of any damage to the collector cover, cover fixings or mounting fixings and problems which according to 5.3.1 of EN 12975-1:2006 are to be classified as "severe":
 Einzelheiten hinsichtlich beobachteter Schäden bezüglich Kollektorabdeckung, Abdeckungsbefestigung, Kollektorbefestigung sowie Fehler, die nach 5.3.1 von EN 12975-1:2006 als "größerer Fehler" bezeichnet werden:

No visual collector defects

6.9 Impact resistance test using steel ball;

Prüfung der Schlagbiegefestigkeit mit Stahlkugel

Serial no. Seriennummer	
Date Datum	
Inspector 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] Fallhöhe	No. of drops Anzahl der Fallerhöhe
0.4	
0.6	
0.8	
1.0	
1.2	
1.4	
1.6	
1.8	
2.0	

Test results

Prüfergebnisse

Details of any damage to the collector and problems which according to 5.3.1 of EN 12975-1:2006 are to be classified as "severe".

Angaben von Einzelheiten jeglicher Beschädigung des Kollektors sowie von sämtlichen Fehlern, die nach 5.3.1 von EN 12975-1:2006 als "größerer Fehler" bezeichnet werden.

--

6.10 Final Inspection; Endüberprüfung

Serial no. Seriennummer	J08-05-157
Date Datum	2008-08-18
Inspector 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 Kollektorgehäuse/-befestigungsteile	Cracking, warping, corrosion, rain penetration Rissbildung/ Verwerfung/ Korrosion/ eindringendes Regenwasser	0
b)	Mountings, structure Montageelemente/ Tragwerk	Strength, safety Festigkeit/ Sicherheit	0
c)	Seals, gaskets Verschlüsse/ Dichtungen	Cracking, adhesion, elasticity Rissbildung/ Haftung/ Elastizität	1
d)	Cover, reflector Abdeckung/ Reflektor	Cracking, crazing, buckling, delamination, warping, out gassing Rissbildung/ Haarrisse/Ausbeulen/ Abblättern/ Verwerfung/ Ausgasen	0
e)	Absorber coating Absorberbeschichtung	Cracking, crazing, blistering Rissbildung/ Haarrisse/ Blasenbildung	0
	Absorber tubes and headers Absorberrohre und Kopfstücke	Deformation, corrosion, leakage, loss of bonding Verformung/ Korrosion/ Undichtigkeit/ sich lösende Verbindungen	0
	Absorber mounting Absorberbefestigung	Deformation, corrosion Verformung/ Korrosion	0
f)	Insulation Wärmedämmung	Water retention, out gassing, degradation Wasseraufnahme/ Ausgasung/ Schwindung	0

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) stationär, im freien
☐ indoor steady state (6.2) stationär, indoor
☒ outdoor quasi-dynamic (6.3) quasidynamisch; im freien

Serial no. Seriennummer	21209610-2
Date (Start/End) Datum (Start/Ende)	2008-08-06 / 2008-08-13
Inspector Prüfer	Kottwitz

7.2 Test conditions Prüfbedingungen

Latitude [°] Geographische Breite	43°28'
Longitude [°] Geographische Länge	13°04'
Collector tilt [° from horizontal] Kollektorneigung	35
Collector azimuth [° from south] Kollektorazimut	0/-180
Orientation of absorber or pipes Ausrichtung des Absorbers oder der Absorberröhren	vertical
Mass flow [kg/s] Massenstrom	0.056
Aperture area A_a [m²] Aperturfläche	3.58

7.3 Test results thermal performance

Prüfergebnisse Wärmeleistung

Second order fit to data

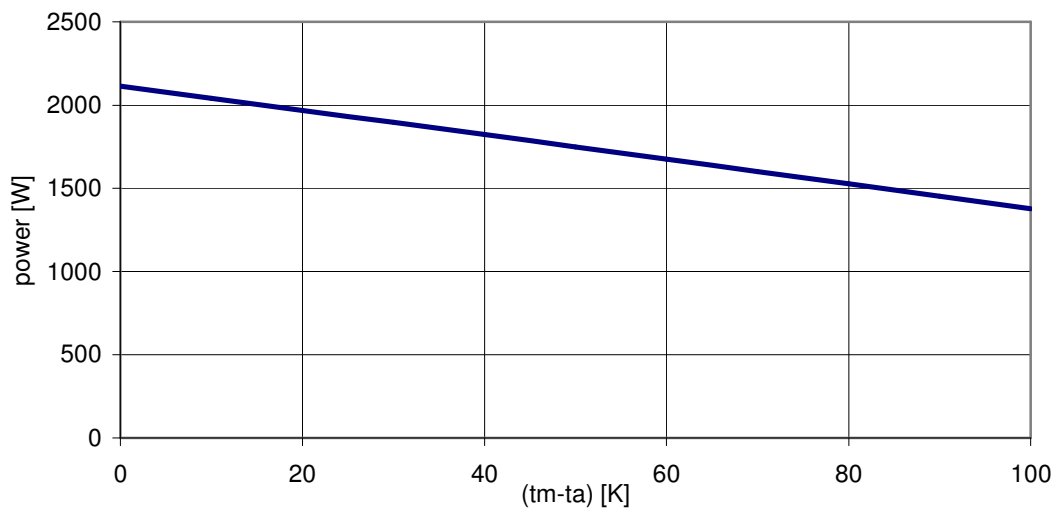
Ausgleichskurve 2. Ordnung für die Messwerte

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

Conversion factor η_{0a} [] Konversionsfaktor	0.591 (based on aperture area)
Heat transfer coefficient a_{1a} [W/(m²K)] Wärmedurchgangskoeffizient	2.035 (based on aperture area)
Temp. dependent heat transfer coefficient a_{2a} [W/(m²K²)] Temperaturabhängiger Wärmedurchgangskoeffizient	0.0002 (based on aperture area)
Incidence angle modifier K_θ (40°/40°) [] Einstrahlwinkel-Korrekturfaktor	1.14
Effective heat capacity c [kJ/(m²K)] Effektive Wärmekapazität	65.79380 (based on aperture area)
Time constant τ_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



Maximum power [W_{peak}] Spitzenleistung (G=1000 W/m²) per collector unit/ pro Kollektormodul	2115
--	-------------

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 “größere Fehler” bezeichnet werden.

No visual damage detected

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 for the outdoor performance test is:

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

COPY

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:	3.58 m ²	
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]	0.056	
Operating pressure during test [kPa]	150	
Based on aperture area		
	Value	Unit
$F'(\tau\alpha)_{en}$	0.571	[]
$K_{\theta d}$	1.246	[]
$b_0(\theta)$	0.159	[]
c_1	2.035	[W/(m ² K)]
c_2	0.0002	[W/(m ² K ²)]
c_3	not determined	[J/(m ³ K)]
c_4	not determined	[W/(m ² K)]
c_5	65.793	[kJ/(m ² K)]
c_6	not determined	[s/m]

Incidence angle modifier:							
Angle [°]	10	20	30	40	50	60	70
$K_{\theta b \text{ longitudinal}}(\theta)$ []	1.0	0.99	0.98	0.95	0.91	0.84	0.69
$K_{\theta b \text{ transversal}}(\theta)$ []	1.02	1.01	1.10	1.19	1.32	1.37	1.36

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

Total energy deviation [%]	0.34
Objective [%]	4.17

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 η_0	$= F'(\tau\alpha)_{en} K_{\theta b}(\theta_{l,i}=15.0^\circ) 0.85 + F'(\tau\alpha)_{en} K_{\theta d}(\theta) 0.15$
Heat transfer coefficient a_1	$= c1$
Temperature dependent heat transfer coefficient a_2	$= c2$
Effective heat capacity c	$= c5$

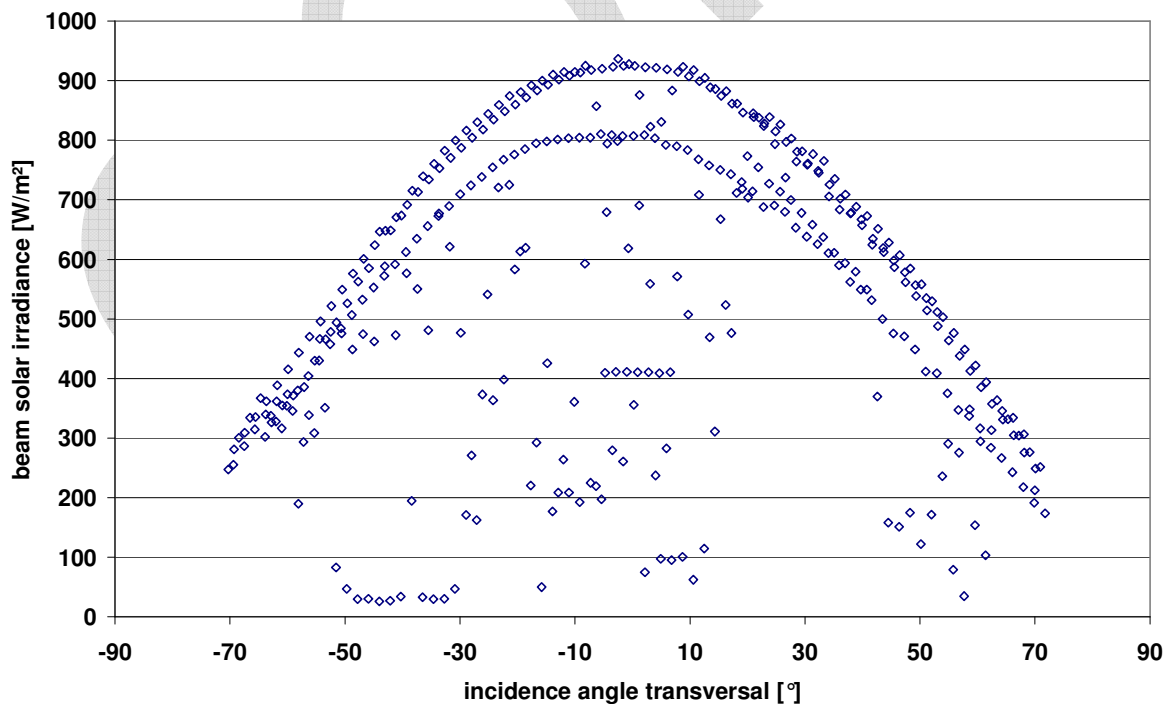
Presentation of the used data set for regression


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

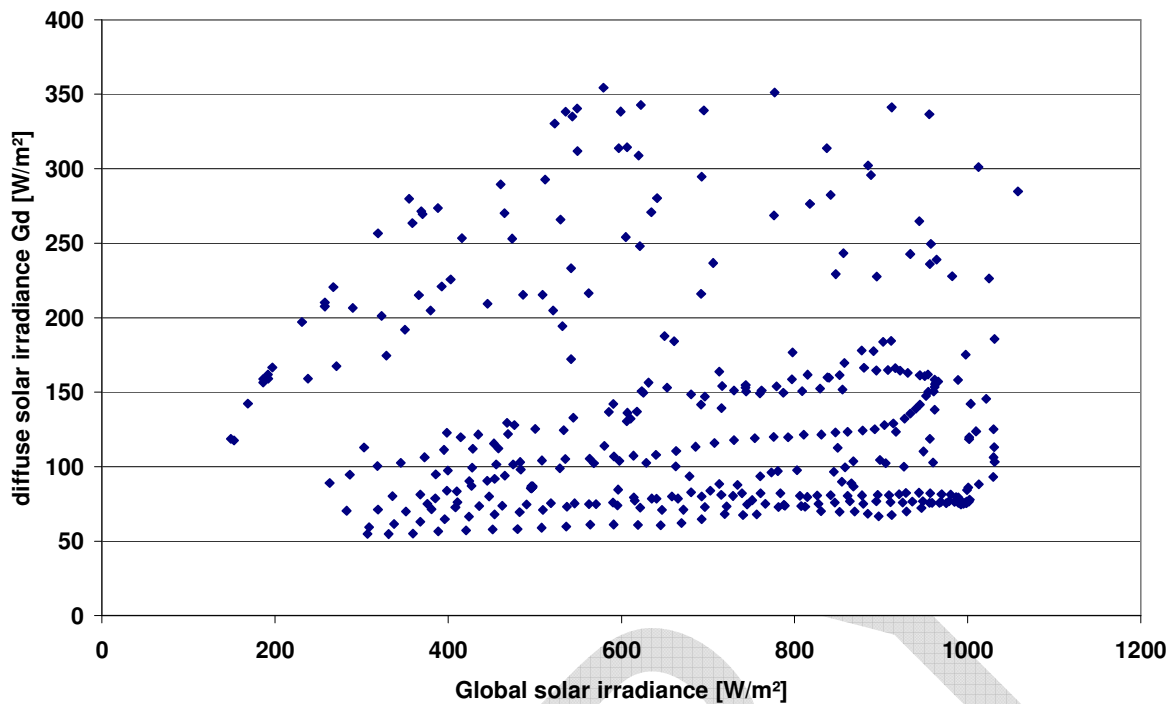


Figure A1.2: Diffuse solar irradiance over global irradiance

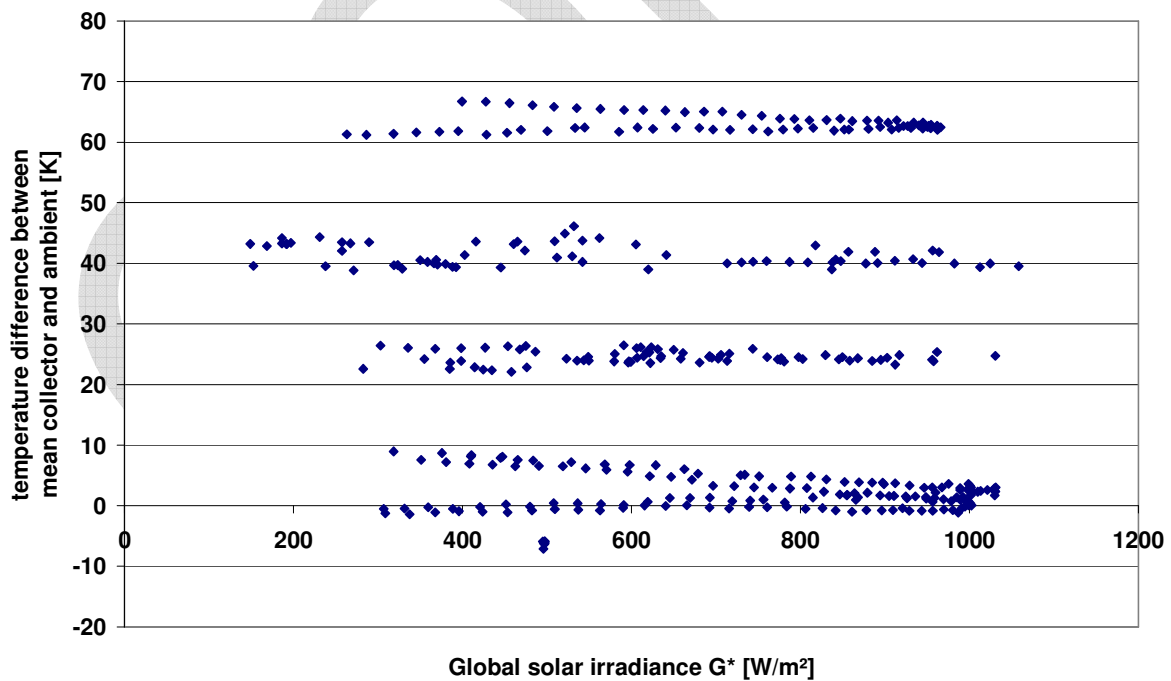


Figure A1.3: Temperature difference between mean collector and ambient temperature over global irradiance

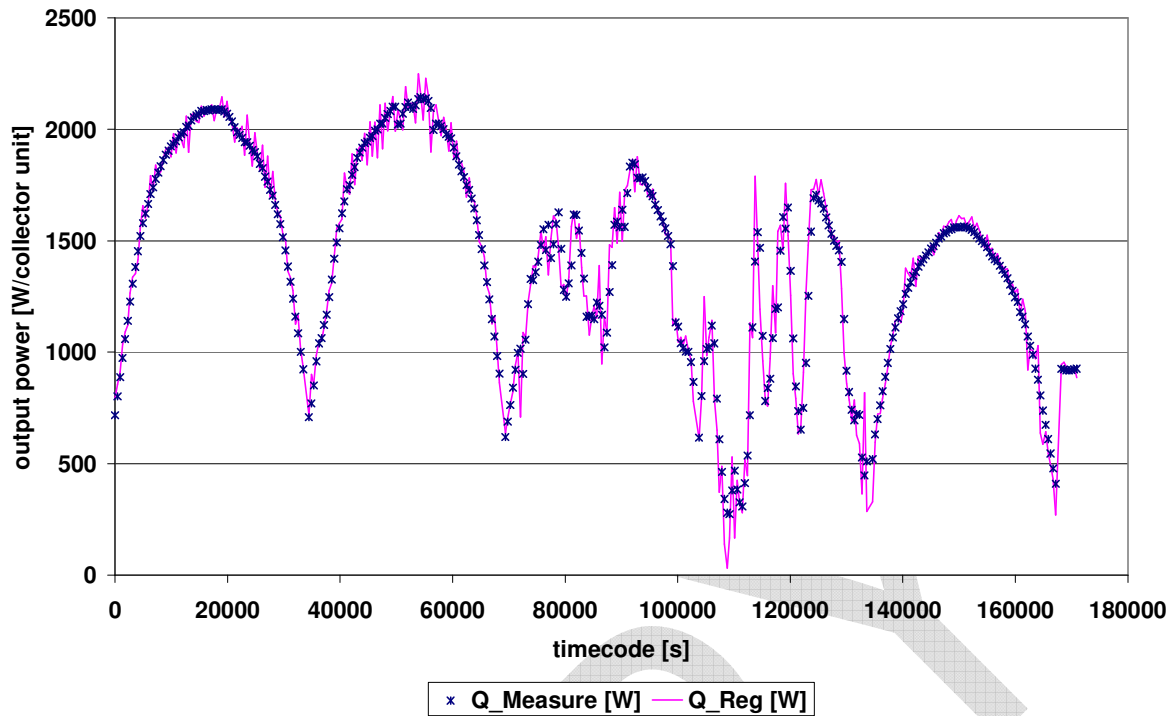


Figure A1.4: Measured and calculated power over time (full data set)

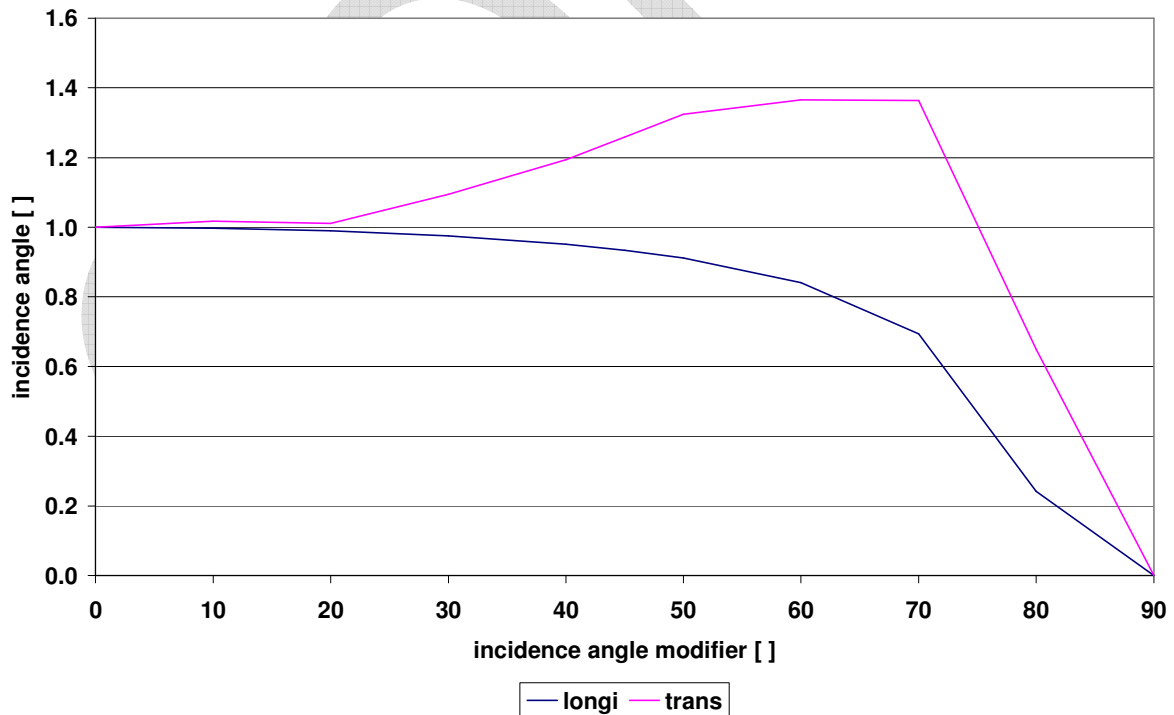


Figure A1.5: incidence angle modifier over incidence angle

Appendix 2: Photo documentation

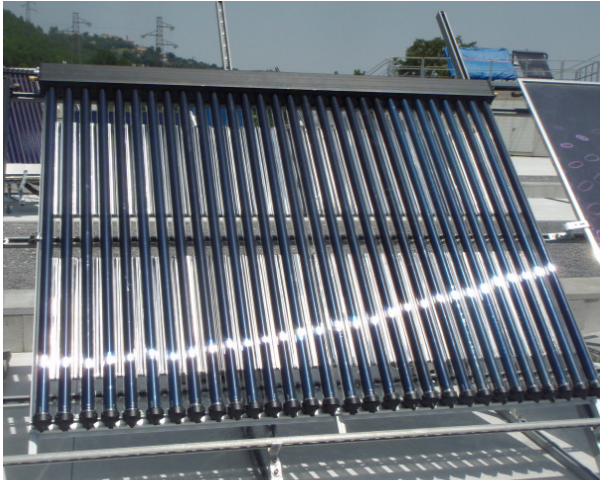


Fig. 1: exposure test



Fig. 2: performance test



Fig. 3: rain penetration test

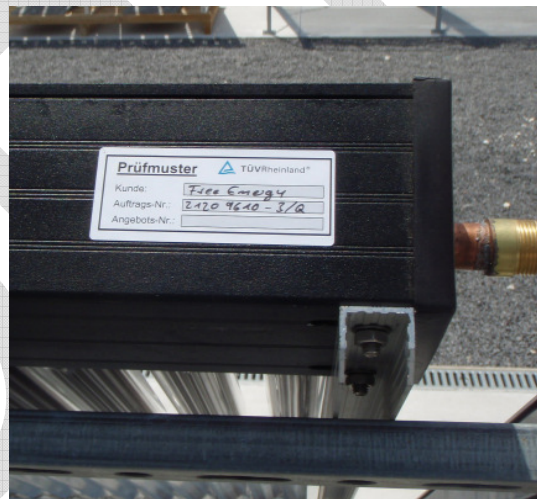


Fig. 4: serial number