

Test Report

Prüfbericht

Qualification of a Solar Collector according to

Qualifizierung eines Solarkollektors nach

DIN EN 12975-2: 2006

TÜV Report No.: 21208197

Cologne, 2008-03-18



DAT-P-226/06-00

Publication or transfer of this report to third parties is only permissible in its complete 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 TÜV Rheinland.

The test results presented in this report only refer 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.: 21208197

on

Qualification of a Solar Collector according to
Qualifizierung eines Solarkollektors nach**DIN EN 12975-2: 2006**

Client: NTS Solartechnik GmbH
Kunde Neelanderstrasse 41
D-49716 Meppen

TÜV Quotation No.: 435/146007
Angebotsnummer

TÜV Order No.: 21208197
Auftragsnummer

Order of: 2007-08-21
Datum der Beauftragung

Date of receipt of test item: 2007-08-20
Anlieferdatum Prüfmuster

Commencement of test: 2007-08-24
Testbeginn

TÜV Client No.: 3041695
Kundennummer

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

Department: Renewable Energies
Geschäftsfeld

No of pages: 28
Seitenzahl

Appendix: 5
Anhang

List of Contents

Inhaltsverzeichnis

1	Summary of test results; Zusammenfassung	4
2	Setting of tasks; Aufgabenstellung.....	6
3	Basis of Testing; Grundlagen	6
4	Collector 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 steal 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.....	23

List of Contents – Appendix

Inhaltsverzeichnis - Anhang

Appendix 1: Reports	24
Appendix 2: Photo documentation	27

1 Summary of test results

Zusammenfassung

Qualification of a Solar Collector according to

Qualifizierung eines Solarkollektors nach

DIN EN 12975-2: 2006

Manufacturer

Hersteller

: **NTS Solartechnik GmbH**

Neelanderstrasse 41

D-49716 Meppen

Brand

Handelsname

: **OEM-10**

Basis of testing

Prüfgrundlage

DIN EN 12975-2:2006

Test	Date		Summary of main test results Zusammenfassung der Hauptergebnisse
	Start	End	
Internal pressure Innendruck	07-12-14		
High-temperature resistance Hochtemperaturbeständigkeit	07-08-24		
Exposure Exposition	07-08-24 08-01-29	07-11-15 08-02-22	
External thermal shock Schneller Temperaturwechsel, außen	1. 07-09-14		
	2. 07-10-15		
Internal thermal shock Schneller Temperaturwechsel, innen	1. 07-08-24		
	2. 07-10-16		
Rain penetration Eindringender Regen	08-03-14		
Freeze resistance Frostbeständigkeit			Using of anti-freeze liquid
Mechanical load Mechanische Belastung	08-03-14		
Thermal performance Wärmeleistung	07-08-28	07-09-20	
Impact resistance (optional) Schlagfestigkeit (wahlweise)	07-01-31		See TÜV report no. 21206976
Final Inspection Endüberprüfung	08-03-14		

All tests of the DIN EN 12975-2:2006 standard were passed according to its regulations of the pass criteria. Alle Tests der DIN EN 12975-2:2006 wurden entsprechend der Kriterien bestanden.

Cologne, 2008-03-18

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

Name of Manufacturer **NTS Solartechnik GmbH**
 Hersteller
 Name of collector model **OEM-10**
 Produktbezeichnung
 Collector type **Evacuated tube collector**
 Kollektortyp
 Year of manufacturing **2007**
 Herstellungsjahr

Length Länge	2120 mm	Absorber area Absorberfläche	0.931 m ²
Width Breite	775 mm	Aperture area Aperturfläche	1.012 m ²
Height Höhe	100 mm	Gross area Bruttofläche	1.643 m ²
Weight (empty) Gewicht (leer)	24 kg	Mass flow Massenstrom	0.026 kg/s
Heat transfer medium Prüfwärmeträger	Water	Test pressure: Prüfdruck	2 bar

Thermal performance
 Thermische Leistungsfähigkeit

	Absorber Area (x _A)	Aperture area (x _a)
Conversion factor η_0 Konversionsfaktor	0.849	0.781
Heat transfer coefficient a ₁ Wärmedurchgangskoeffizient	1.213 W/(m ² K)	1.117 W/(m ² K)
Temperature dep. heat transfer coefficient a ₂ Temperaturabhängiger Wärmedurchgangskoeffizient	0.004 W/(m ² K ²)	0.004 W/(m ² K ²)

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

T _m – T _a in K	Irradiation Einstrahlung		
	400 W/m ²	700 W/m ²	1000 W/m ²
10	304.3	541.3	778.3
30	278.4	515.5	752.5
50	249.3	486.3	723.3

(at normal incidence)
 (bei senkrechter Einstrahlung)

2 Setting of tasks

Aufgabenstellung

A complete collector test according to DIN EN 12975-2:2006 on the NTS Solartechnik GmbH collector OEM-10 with the aim of Solar Keymark certification should be performed.

Es soll ein Kollektortest des NTS Solartechnik GmbH Kollektors OEM-10 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 12975-2:2006 „*Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile- Kollektoren- Teil 2: Prüfverfahren*“

Solar Keymark – Specific Scheme Rules Final Version 8.00 January 2003: “*Specific CEN Keymark Scheme Rules for Solar Thermal Products*”

4 Collector sampling

Probenahme

Prototype samples Prototyp	<input type="checkbox"/>
Samples from pilot production Prüfmuster aus der Pilotfertigung	<input type="checkbox"/>
Samples from serial production Prüfmuster aus der Serienproduktion	<input checked="" type="checkbox"/>
Test sample picking acc. To Solar Keymark scheme rules Prüfmusterauswahl entsprechend der Solar Keymark Regeln	<input checked="" type="checkbox"/>

5 Description of the collector construction

Beschreibung der Kollektorkonstruktion

Manufacture Herstellerr	NTS Solartechnik GmbH
Brand name Handelsname	OEM-10
Category Kategorie	Evacuated tube collector
Date of manufacturing Produktionsdatum	2007
Serial number Seriennummer	56/07 + 42/07
Sketch number Zeichnungsnummer	GL00010-01 /-02 /-03 /-04; 4-0201-0 /-1

Collector & construction:

Kollektor & Konstruktion

Gross dimension l x w x t [mm] Bruttofläche l x b x h	2120 x 775 x 100 (Detected by test laboratory)
Absorber dimension l x w x no [mm] Absorberfläche l x b x Anzahl	1940 x 48 x 10 (Detected by test laboratory)
Aperture dimension l x w x no [mm] Aperturfläche l x b x Anzahl	1949 x 51.9 x 10 (Detected by test laboratory)
Gross/ Aperture/ Absorber area [m ²] Brutto-/ Apertur-/ Absorberfläche	1.643/ 1.012/ 0.931 (Detected by test laboratory)
Weight empty [kg] Leergewicht	24
Fluid content [l] Flüssigkeitsinhalt	1.5
Collector type Kollektortyp	Evacuated tube collector
Absorber grid Absorbergeometrie	Direct flow; 6 tubes parallel

Number and diameter of tubes or channels and distance [mm] Anzahl und Durchmesser der Glas- oder Absorberrohre sowie der Rohrabstand	10 tubes; 10x1 outer 6x1 inner pipe	75
Number of covers and thickness Anzahl der Abdeckungen und Dicke	Single glass tube, diameter 55.5	Width: 1.8 mm
Cover material Material der Abdeckung	Low iron glass, AR-coated on both sides	
Cover thickness [mm] Dicke der Abdeckung	1.8	

Header/ Connections:

Sammelleitung/ Anschlüsse

Dimension of header [mm] Dimension der Sammlerleitung	15 x 1 + 18 x 1	
No and dimension of connections Anzahl und Dimension der Anschlüsse	2 x 15 mm	

Absorber:

Absorber

Construction type Bauart	Flat plate	
Material Werkstoff	Copper	
Absorber thickness Absorberdicke	0.2 mm	
Surface treatment Oberflächenbehandlung	Selective surface (Tinox)	

Thermal insulation and casing:

Casing material Material des Gehäuses	Polyurethane	
Sealing Dichtung	EPDM	
Thermal insulation thickness [mm] Dicke der Isolierung	approx. 40	
Insulation material Material der Isolierung	Basotect	
Thermal conductivity and density Wärmeleitwert und Dichte	Not specified	

Limitations:

Grenzwerte

Max. temperature of operating[°C] Maximale Betriebstemperatur	-
Maximum pressure [bar] Maximaler Betriebsdruck	10 bar
Allowed heat transfer fluid Wärmeträger	Glycol Water mix
Other limitations Weitere Einschränkungen	
Collector mounting Montagearten	flat roof/ on roof horizontal and vertical mounting of tubes possible

<u>Manual:</u> <u>Betriebs- bzw. Installationsanleitung</u>	Part of OEM-Client Individuell durch OEM-Kunden
<u>Collector Label:</u> <u>Kollektortypenschild</u>	Part of OEM-Client Individuell durch OEM-Kunden

6 Execution and evaluation

Durchführung und Auswertung

6.1 Visual Inspection

Sichtprüfung

Date Datum	2007-08-24	Operator Prüfer	Sommer
---------------	------------	--------------------	--------

Internal barcode no. Interne Barcode Nummer	Serial-no. Seriennummer	Description of defects Beschreibung der Schäden
21208197-1	56/07	-
21208197-2	42/07	-

6.2 Internal pressure test Innendruckprüfung

6.2.1 Collector type Kollektortyp

Cover Abdeckung	<input checked="" type="checkbox"/> glazed abgedeckt	<input type="checkbox"/> unglazed unabgedeckt
Maximum collector operating pressure specified by manufacturer [kPa] Maximaler vom Hersteller festgelegter Betriebsdruck	1000	
Serial no. Seriennummer	42/07	
Date Datum	2007-12-14	
Operator Prüfer	Sommer	

6.2.2 Test conditions; Prüfbedingungen

Test temperature [°C] Prüftemperatur	10
Test pressure [kPa] Prüfdruck	1500
Test duration [min] Prüfdauer	15

Test results: Prüfergebnisse

Details of any observed or measured leakage, swelling or distortion and severe problems following 5.3.1 of EN 12975-1:

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	42/07
Date Datum	2007-08-24
Operator Prüfer	Sommer

6.3.2 Conditions for testing

Prüfbedingungen

Collector tilt angle [° from horizontal] Neigungswinkel des Kollektors zur Horizontalen in °	30
Average irradiation during test [W/m ²] Mittlere Bestrahlungsstärke während der Prüfung	941.7
Average surrounding air temperature [°C] Mittlere Umgebungstemperatur	27.3
Average surrounding air speed [m/s] Mittlere Windgeschwindigkeit in der Umgebung	< 1
Average absorber temperature [°C] Mittlere Absorbentemperatur	Not detected
Duration of test [min] Dauer der Prüfung	60

Additional information if an evacuated tube collector was tested:

Erforderliche Zusatzinformationen bei der Prüfung von Vakuum-Röhrenkollektoren

-

6.3.3 Determination of stagnation temperature

Ermittlung der Stagnationstemperatur

Stagnation temperature for ambient conditions of 1000W/m ² and 30°C (determination acc. to EN 12975-2:2006, Annex C) Stagnationstemperatur für Umgebungsbedingungen von 1000 W/m ² und 30°C	Detection will be performed in summer 2008. The expected stagnation temperature will be above or close to 300°C!
---	---

6.3.4 Test results:

Details of any observed or measured leakage, swelling or distortion and severe problems following 5.3.1 of EN 12975-1:

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 damages detected

6.4 Exposure test

Expositionsprüfung

Serial No. Seriennummer	42/07	
Date begin/ end Datum Start/ Ende	2007-08-24 2008-01-29	2007-11-15 2008-02-22
Operator Prüfer	Sommer	

6.4.1 Test conditions

Prüfbedingungen

Collector tilt angle [° from horizontal] Neigungswinkel des Kollektors zur Horizontalen in °	30 (in 2007) and 35 (in 2008)	
Total no of test days and energy sum [MJ/m ²] Anzahl der Prüftage und Strahlungsenergie	109	998
No. of days with more than 14 MJ/m ² Anzahl der Tag emit Mehr als 14 MJ/m ²	37 (25 in 2007 & 12 in 2008)	
No of rain days and sum of rainfall [mm] Anzahl der Regentage und Gesamtniederschlags- summe	42	168
Time period with G>850 W/m ² & ta>20°C [h] Zeitabschnitte mit G > 850 W/m ² und ta > 20°C	31.75	
	minimum value Mindestwert	maximum value Maximalwert
Mean ambient temperature during daytime [°C] Mittlere Umgebungstemperatur bei Tag	2.1	24.3
Ambient temperature while Irradiation > 850 W/m ² [°C] Umgebungstemperatur während hoher Einstrahlung	10.0	27.4
Daily rain fall [mm] Tägliche Niederschlagssumme [mm]	0	22

6.4.2 Test results

Prüfergebnisse

Details of any observed or measured leakage, swelling or distortion and severe problems following 5.3.1 of EN 12975-1:

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 damages detected

6.5 External thermal shock test

schnelle äußere Temperaturwechselprüfung

6.5.1 Test conditions

Prüfbedingungen

<input checked="" type="checkbox"/> test performed outdoors Prüfung im freien durchgeführt	<input type="checkbox"/> test performed in solar simulator Prüfung im Sonnensimulator durchgeführt
<input checked="" type="checkbox"/> combined with exposure test Kombiniert mit Expositionsprüfung	<input type="checkbox"/> combined with high temp. resistance test Kombiniert mit Hochtemperaturprüfung

	First shock Erster Temperaturwechsel		Second shock Zweiter Temperaturwechsel	
Serial no. Seriennummer	42/07		42/07	
Date Datum	2007-09-14		2007-10-15	
Operator Prüfer	Sommer		Sommer	
Collector tilt angle [° from horizontal] Neigungswinkel des Kollektors zur horizontalen in °	30		30	
Min. & mean irradiation [W/m ²] Mindest & mittlere Bestrahlungsstärke	854.3	880.5	851.3	861.6
Min. & mean surrounding air temperature [°C] Mindest & mittlere Umgebungslufttemperatur	22.3	23.0	17.4	18.3
Period during which steady state conditions were maintained prior to shock [min] Zeitdauer, während die geforderten Betriebsbedingungen eingehalten wurden	60		60	
Mass flow rate of water spray [kg/(sm ²)] Massenstrom des Sprühwassers	0.055		0.055	
Temperature of water spray [°C] Temperatur des Sprühwassers	17.5		18.0	
Duration of water spray [min] Sprühdauer	15		15	
Absorber temperature before spraying [°C] Absorbentemperatur unmittelbar vor dem Besprühen	Not detected		Not detected	

Additional information if an evacuated tube collector was tested:

Erforderliche Zusatzinformationen bei der Prüfung von Vakuum-Röhrenkollektoren

--

6.5.2 Test results: Prüfergebnisse

Details of any observed or measured leakage, swelling or distortion and severe problems following 5.3.1 of EN 12975-1:

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 damages detected

6.6 Internal thermal shock test

Schnelle innere Temperaturwechselprüfung

6.6.1 Test conditions

Allgemeines

<input checked="" type="checkbox"/> test performed outdoors Prüfung im freien durchgeführt	<input type="checkbox"/> test performed in solar simulator Prüfung im Sonnensimulator durchgeführt
<input checked="" type="checkbox"/> combined with exposure test Kombiniert mit Expositionsprüfung	<input type="checkbox"/> combined with high temp. resistance test Kombiniert mit Hochtemperaturprüfung

	First shock Erster Temperaturwechsel		Second shock Zweiter Temperaturwechsel	
Serial no. Seriennummer	42/07		42/07	
Date Datum	2007-08-07		2007-10-16	
Operator Prüfer	Sommer		Sommer	
Collector tilt angle [° from horizontal] Neigungswinkel des Kollektors zur horizontalen in °	30		30	
Min. & mean irradiation [W/m ²] Mindest & mittlere Bestrahlungsstärke	907.9	941.7	862.4	875.2
Min. & mean surrounding air temperature [°C] Mindest & mittlere Umgebungslufttemperatur	25.6	28.0	20.5	20.7
Period during which steady state conditions were maintained prior to shock [min] Zeitdauer, während die geforderten Betriebsbedingungen eingehalten wurden	60		60	
Mass flow rate of water spray [kg/(sm ²)] Massenstrom des Sprühwassers	0.1		0.1	
Temperature of water spray [°C] Temperatur des Sprühwassers	18.5		18.0	
Duration of water spray [min] Sprühdauer	15		15	
Absorber temperature before spraying [°C] Absorbentemperatur unmittelbar vor dem Besprühen	-		-	

Additional information if an evacuated tube collector was tested:

Erforderliche Zusatzinformationen bei der Prüfung von Vakuum-Röhrenkollektoren

--

6.6.2 Test results: Prüfergebnisse

Details of any observed or measured leakage, swelling or distortion and severe problems following 5.3.1 of EN 12975-1: 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 damages detected

6.7 Rain penetration test

Prüfung auf eindringendes Regenwasser

Serial no. Seriennummer	42/07
Date Datum	2008-03-14
Operator Prüfer	Fritzsche

6.7.1 Test conditions

Prüfbedingungen

Collector mounted on: Kollektor montiert auf	<input checked="" type="checkbox"/> Open frame Offenem Rahmen	<input type="checkbox"/> Simulated roof Simuliertem Dach
Collector tilt angle [° from horizontal] Neigungswinkel des Kollektors zur Horizont. in °	30	
Absorber heating by: Absorber erwärmt mittels	<input type="checkbox"/> Hot water loop Warmw.-Kreislauf	<input checked="" type="checkbox"/> Irradiation Sonnenstrahlung
Water spray flow rate [kg/(s*m ²)] Massenstrom des Prüfwassers	> 0,042	
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 of water penetration observed Stellen an denen eingedrungenes Wasser festgestellt wurde	Little amount of water inside the manifold housing; not measurable (minor deficiencies)
Duration until visible water penetration is left Zeitspanne bis zum Verschwinden der Anzeichen des eingedrungenen Regenwassers	-

Details of any observed or measured leakage, swelling or distortion and severe problems following 5.3.1 of EN 12975-1: 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 damages detected

6.8 Mechanical load test

Mechanische Belastung

Serial no. Seriennummer	42/07
Date Datum	2008-03-14
Operator Prüfer	Fritzsche

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	2000
Maximum deflection [mm] Maximale Durchbiegung	Not detectable

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 observed or measured leakage, swelling or distortion and severe problems following 5.3.1 of EN 12975-1:

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 of collector

6.9 Impact resistance test using steal ball;
Prüfung der Schlagbiegefestigkeit mit Stahlkugel

Serial no. Seriennummer	
Date Datum	
Operator Prüfer	

Test conditions

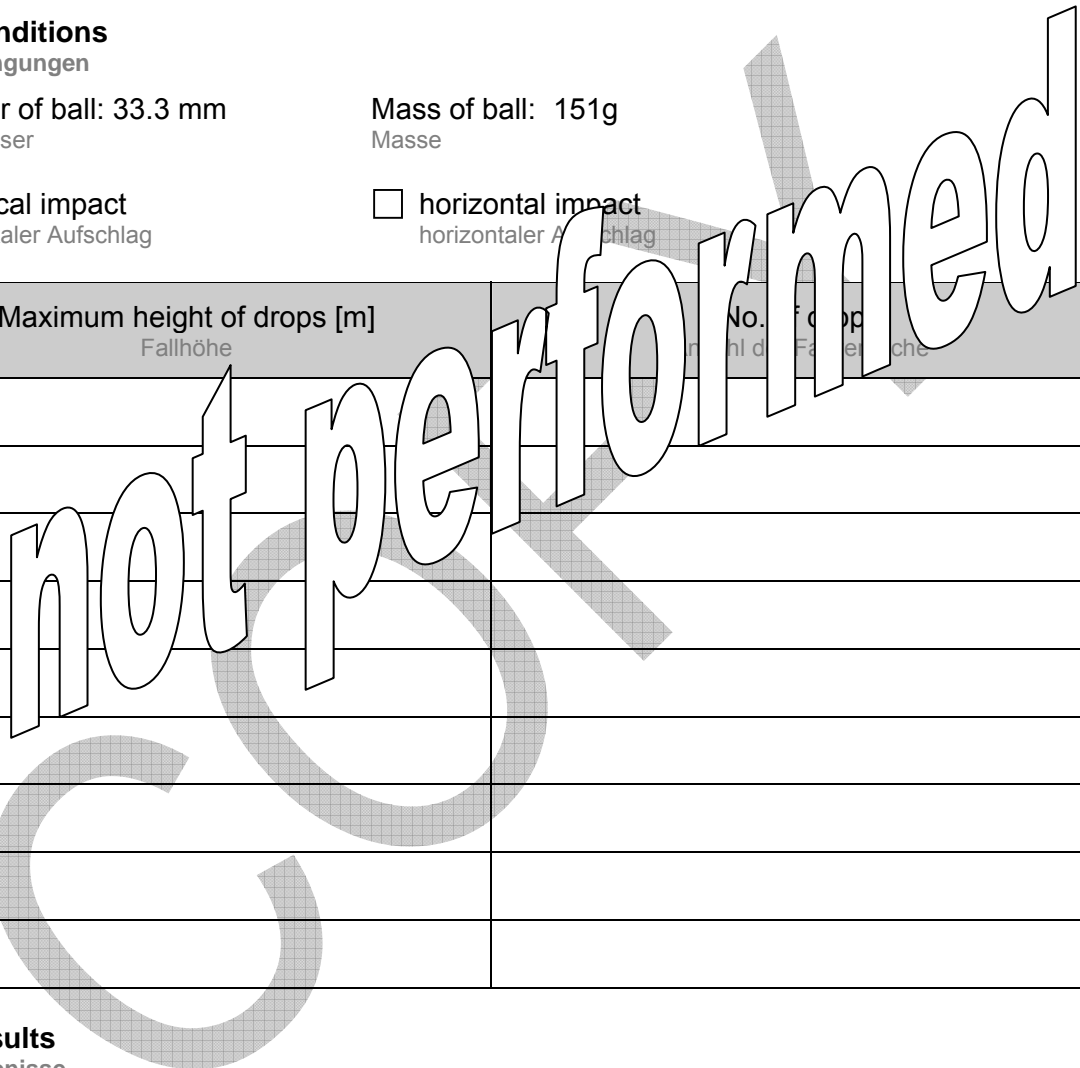
Prüfbedingungen

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 Fallerfolge
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 cover after the test, reporting the value of pressure load which caused the damage and any of the failures denoting "major failure" defined in 5.3.1 of EN 12975-1:

Angaben von Einzelheiten jedlicher 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	42/07
Date Datum	2008-03-14
Operator Prüfer	Fritzsche

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	1
b)	Mountings, structure Montageelemente/ Tragwerk	Strength, safety Festigkeit/ Sicherheit	0
c)	Seals, gaskets Verschlüsse/ Dichtungen	Cracking, adhesion, elasticity Rissbildung/ Haftung/ Elastizität	0
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	1

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. Seriennummer	56/07
Date Datum	2007-08-28 to 2007-09-20
Operator Prüfer	Sommer

7.2 Test conditions Prüfbedingungen

Latitude [°] Geographische Breite	50.9
Longitude [°] Geographische Länge	-7.0
Collector tilt [° from horizontal] Kollektorneigung	44
Collector azimuth [° from south] Kollektorazimut	0
Orientation of absorber or pipes Ausrichtung des Absorbers oder der Absorberröhren	vertical
Mass flow [kg/s] Massenstrom	0.026
Aperture area A_a [m ²] Aperturfläche	1.012

7.3 Test results thermal performance

Prüfergebnisse Wärmeleistung

Second order fit to data

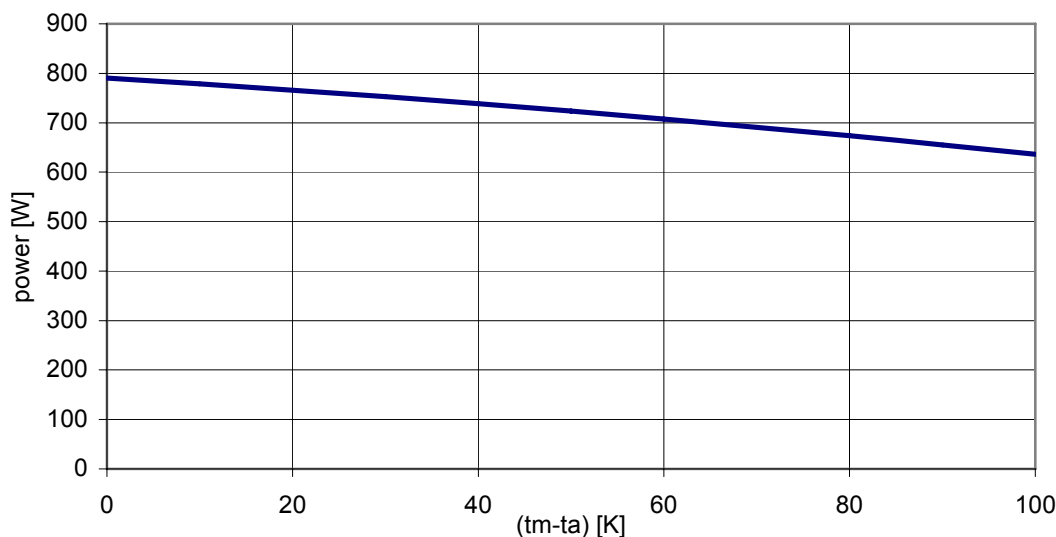
Ausgleichskurve 2. Ordnung für die Messwerte

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

Conversion factor η_{0a} [] Konversionsfaktor	0.781 (based on aperture area)
Heat transfer coefficient a_{1a} [W/(m ² K)] Wärmedurchgangskoeffizient	1.117 (based on aperture area)
Temp. depending heat transfer coefficient a_{2a} [W/(m ² K ²)] Temperaturabhängiger Wärmedurchgangskoeffizient	0.004 (based on aperture area)
Incidence angle modifier $K_{\theta \text{ longi}}(50^\circ)$ [] Einstrahlwinkel-Korrekturfaktor	0.88
Effective heat capacity c [kJ/(m ² K)] Effektive Wärmekapazität	12.63 (based on aperture area)
Time constant τ_c [s] Zeitkonstante	Not necessary while using 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/m ²) per Collector unit/ pro Kollektormodul	790
--	------------

Details of any observed damages and severe problems following 5.3.1 of EN 12975-1:
Einzelheiten hinsichtlich vorhandener Fehler, die nach 5.3.1 von EN 12975-2:2006 als "größerer Fehler" bezeichnet werden.

No visual damages detected

For more details about thermal performance test see Appendix 2.

COPY

8 General remarks

Bemerkungen

All results are only related to the test samples that were subjected to the tests.

The extended total measuring uncertainty for 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:	1.012 m ²						
The quasi-dynamic collector modell 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]	0.026						
Operating pressure during test [bar]	2.0						
Based on aperture area							
	Value	unit					
$F'(\tau\alpha)_{en}$	0.790	[]					
$K_{\theta d}$	0.967	[]					
$b_0(\theta)$	0.22	[]					
c_1	1.117	[W/(m ² K)]					
c_2	0.0040	[W/(m ² K ²)]					
c_3	not determined	[J/(m ³ K)]					
c_4	not determined	[W/(m ² K)]					
c_5	12.63	[kJ/(m ² K)]					
c_6	not determined	[s/m]					
Incidence angle modifier:							
Angle [°]	10	20	30	40	50	60	70
$K_{\theta b}(\theta)$ []	1.0	1.0	1.0	1.0	1.02	1.05	1.10

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

Total Energy deviation [%]	-1.03
Objective [%]	2.96

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	$= F'(\tau\alpha)_{en} K_{ob}(\theta_{l,t}=15.0^\circ) 0.85 + F'(\tau\alpha)_{en} K_{od}(\theta) 0.15$
Heat transfer coefficient a_1	$= c1$
Temperature dep. heat transfer coefficient a_2	$= c2$
Effective heat capacity c	$= c5$

Presentation of the used data set for regression

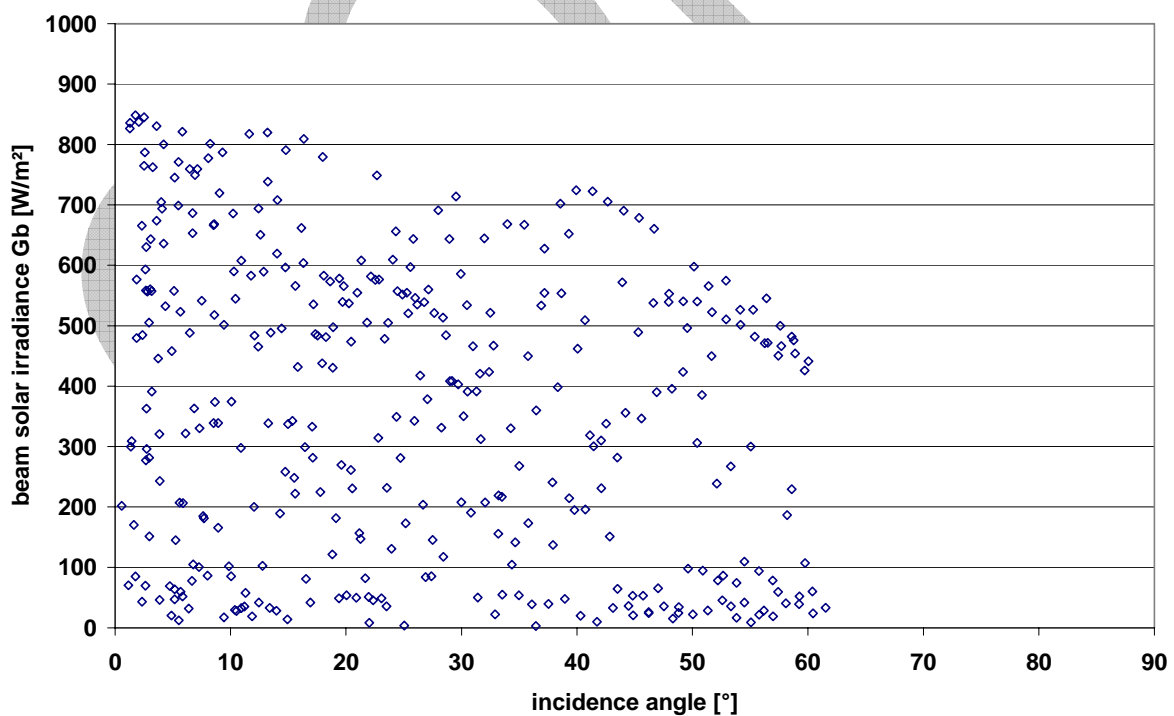


Figure A1.1: Direct solar irradiance over its incidence angle

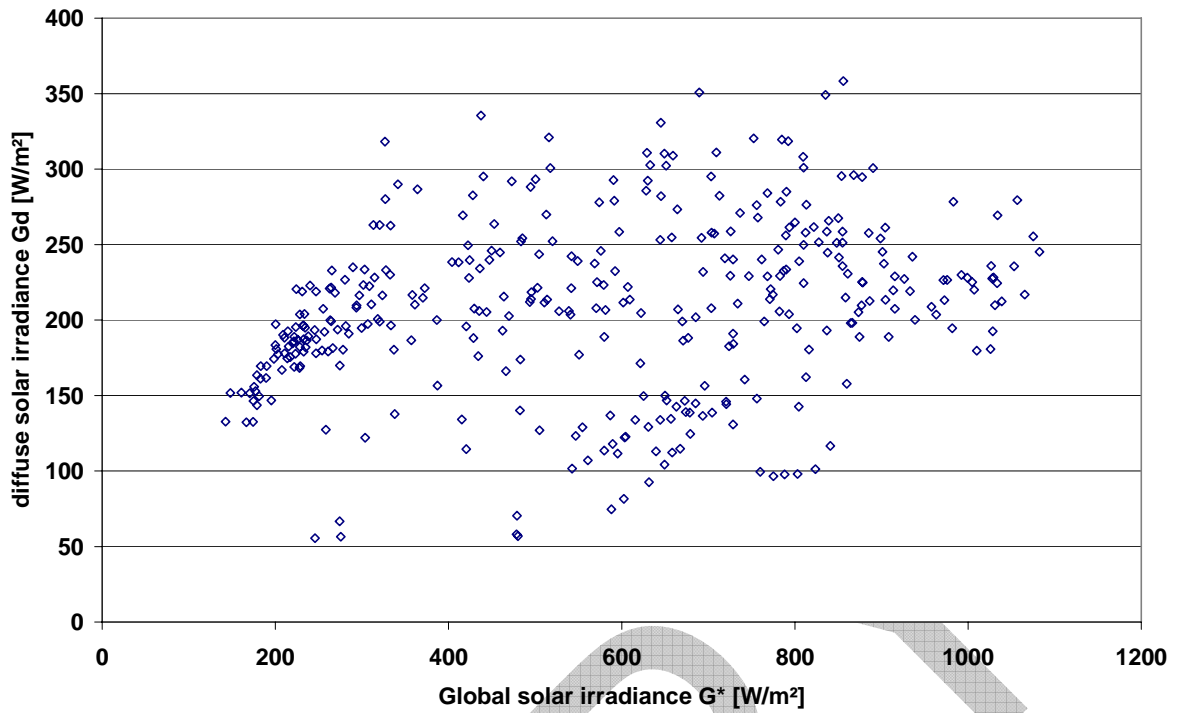


Figure A1.2: Diffuse solar irradiance over global irradiance

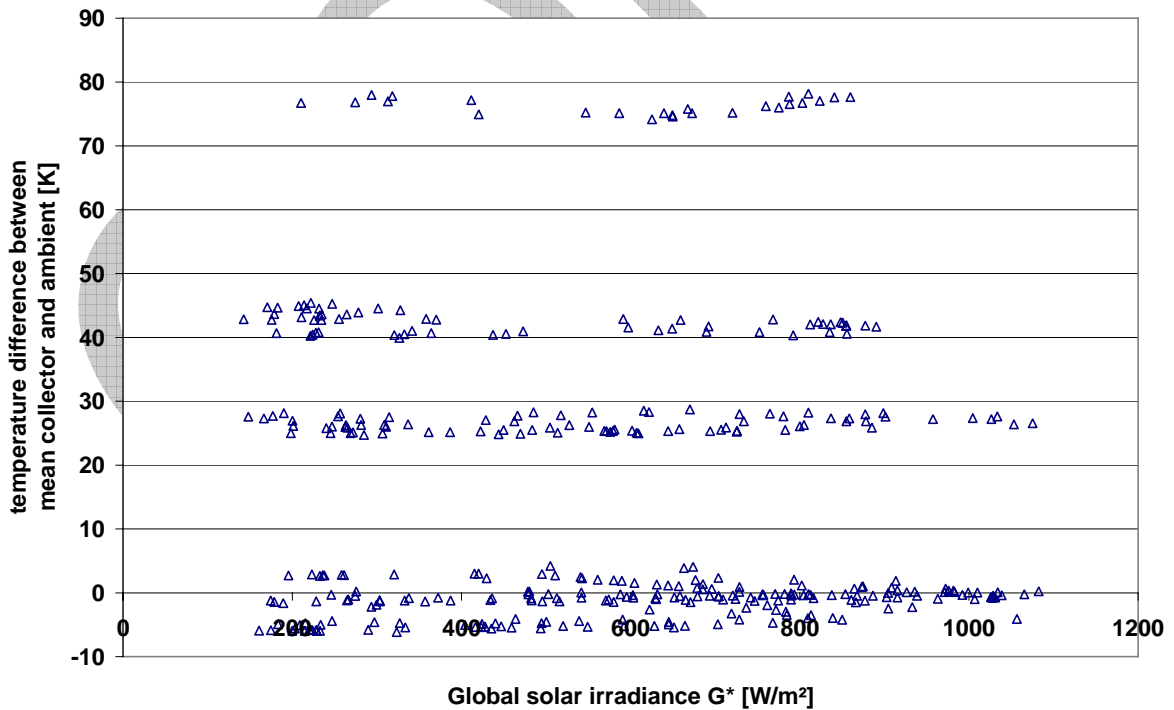


Figure A1.3: Temperature difference between mean collector and ambient temperature over global irradiance

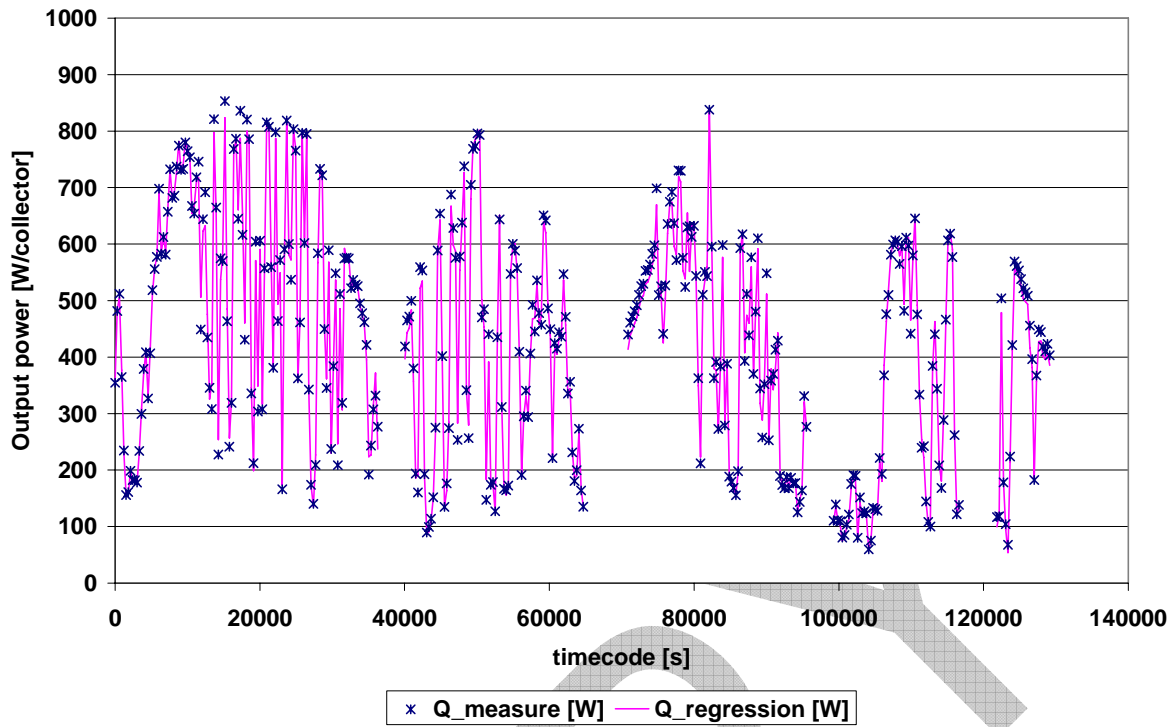


Figure A1.4: Measured and calculated power over time (full data set)

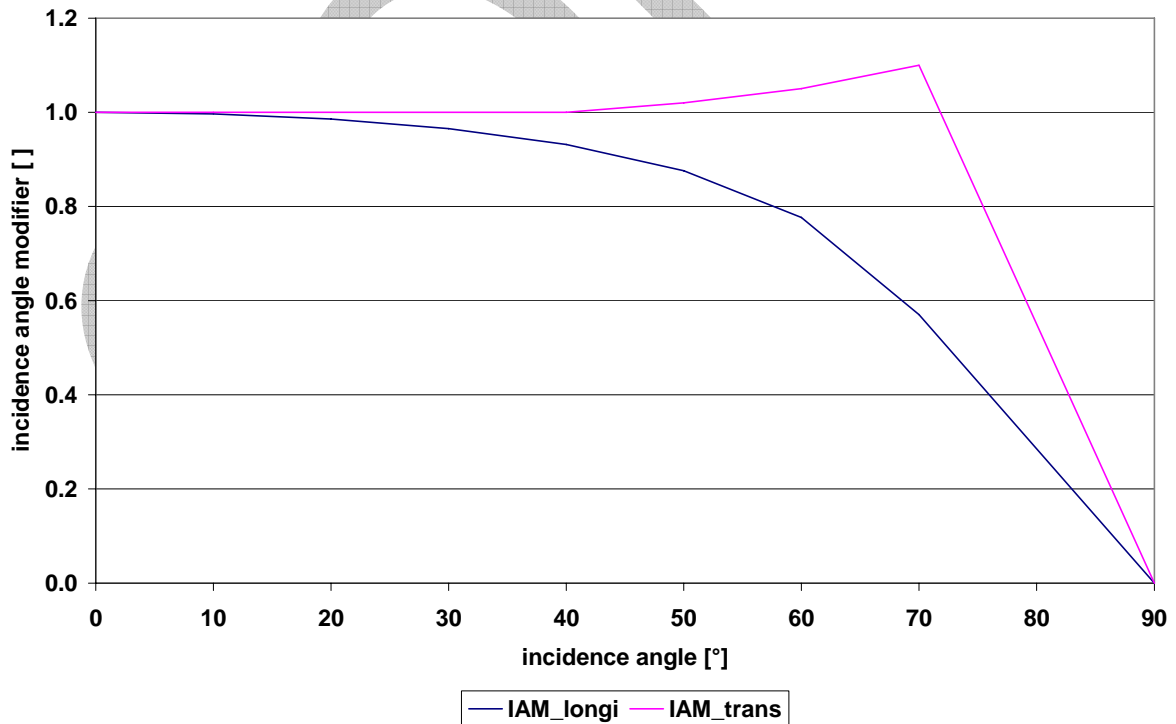


Figure A1.5: incidence angle modifier over incidence angle

Appendix 2: Photo documentation



Fig. 1: exposure test



Fig. 2: mechanical load test



Fig. 3: rain penetration test



Fig. 4: serial number