

Prüfbericht für Leistungsprüfungen an abgedeckten Sonnenkollektoren nach EN 12975

Report of Performance Test according to EN 12975 for a Glazed Solar Collector



Prüfstelle *Test Centre*

Anschrift *Address*

Institut für Solarenergieforschung GmbH,
Hameln/Emmerthal
Am Ohrberg 1
D- 31860 Emmerthal

Ansprechpartner *Contact person*

Dipl.-Ing. C. Lampe
Tel.: 05151/ 999-522; Fax: -500
E-Mail: Pruefstelle@isfh.de

Prüfgrundlage *Test Basis*

Prüfung nach
Test according to

DIN EN 12975-2:2006
Abschnitt 6

Prüfbericht *Test Report*

Nummer *Number*
Berichtsdatum *Date*
Seitenanzahl *Number of pages*

54-07/D
03.06.2008
26

Auftraggeber *Customer*

Anschrift *Address*

WATT Sp. Z o.o.
Podmiejska 45
PL- 41-940 Piekary Slaskie
Polen

Ansprechpartner *Contact person*

Herr Jacek Paluch
Tel.: +48 (0)32/73620-80, Fax: -81

Prüfkollektor *Test Collector*

Typ *Type*
Hersteller *Manufacturer*
Serien- oder Prototyp *Serial- or Prototype*
Herstelljahr *Year of production*
Herstellnummer *Serial number*

CPC 9
WATT Sp. Z o.o.
Serientyp *Serial type*
2007
CPC9 00012512

Firma: Company:	WATT Sp. Z o.o.	Seite: Page:	2 von 26 of
Typ: Type:	CPC 9	Prüfbericht-Nr.:	54-07/D
Herstell-Nr.:	CPC9 00012512	Prüfbericht-Datum:	03.06.2008
Serial No.:		Report Date:	

Inhaltsverzeichnis

Contents

1.	Zusammenfassung der Prüfergebnisse <i>Summary of the Results</i>	4
2.	Technische Daten des Sonnenkollektors <i>Description of the Collector</i>	6
3.	Foto und Konstruktionsskizze des Prüfkollektors <i>Photograph and Sketch of the Collector</i>	8
4.	Probenahme <i>Sampling</i>	9
5.	Unterlagen; Feststellung des Kollektors <i>Documents; Collector Identification</i>	9
6.	Sensormontage <i>Installation of Sensors</i>	10
7.	Ausheizen des Kollektors <i>Exposure to Irradiation</i>	11
8.	Bestimmung der Stillstandstemperatur <i>Determination of the Stagnation Temperature</i>	12
8.1.	Mathematische Grundlagen <i>Mathematical Procedure</i>	12
8.2.	Prüfbedingungen und Ergebnisse <i>Test Conditions and Results</i>	13
9.	Bestimmung der Wirkungsgradkennlinie <i>Instantaneous Collector Efficiency</i>	13
9.1.	Prüfverfahren <i>Test Procedure</i>	13
9.2.	Hinweise zum Sonnenstrahlungssimulator <i>Indications for the Sun Simulator</i>	13
9.3.	Mathematische Grundlagen <i>Mathematical Description</i>	14
9.4.	Prüfbedingungen und Ergebnisse <i>Test Conditions and Results</i>	15
10.	Einstrahlwinkelkorrekturfaktor des Sonnenkollektors <i>Incident Angle Modifier of the Collector</i>	17
10.1.	Prüfverfahren <i>Test Procedure</i>	17
10.2.	Mathematische Grundlagen <i>Mathematical Description</i>	17
10.3.	Prüfbedingungen und Ergebnisse <i>Test Conditions and Results</i>	18
11.	Wärmekapazität des Sonnenkollektors <i>Thermal Capacity of the Collector</i>	19
11.1.	Mathematische Grundlage <i>Mathematical Description</i>	19
11.2.	Ergebnis <i>Result</i>	19

Firma: <i>Company:</i>	WATT Sp. Z o.o.	Seite: <i>Page:</i>	3 von 26 <i>of</i>
Typ: <i>Type:</i>	CPC 9	Prüfbericht-Nr.: <i>Report No.:</i>	54-07/D
Herstell-Nr.: <i>Serial No.:</i>	CPC9 00012512	Prüfbericht-Datum: <i>Report Date:</i>	03.06.2008

12. Druckabfall des Kollektors <i>Pressure Drop across the Collector</i>	20
12.1. Prüfverfahren <i>Test Procedure</i>	20
12.2. Prüfbedingungen und Ergebnisse <i>Test Conditions and Results</i>	20
13. Beobachtungen; Zustand des Kollektors <i>Observations; Status of the Collector</i>	21
14. Maßgaben der Prüfstelle <i>Stipulations from the Test Centre</i>	22

Anhang:

Appendix:

Tabelle A-1: Messwerte und Auswertung der Wirkungsgradbestimmung <i>Measured and Calculated Data from the Efficiency Tests, Related to the Aperture Area</i>	23
Tabelle A-2: Temperaturen am Kollektor, weitere meteorologische Größen <i>Temperatures at Different Positions of the Collector, Meteorological Quantities</i>	24
Diagramm: Wirkungsgradkennlinie bei einer Bestrahlungsstärke von 800 W/m ² , bezogen auf die Aperturfläche <i>Collector Efficiency Curve for G = 800 W/m², Related to the Aperture Area</i>	25
Diagramm: Leistungskennlinie bei einer Bestrahlungsstärke von 1000 W/m ² , bezogen auf den Kollektor <i>Power Curve for G = 1000 W/m², Related to the Collector Unit</i>	26

Prüfzentrum für solarthermische
Komponenten und Systeme

1. Zusammenfassung der Prüfergebnisse
Summary of the Results

Firma: Company:	WATT Sp. Z o.o. Podmiejska 45 PL- 41-940 Piekary Slaskie	Prüfbericht-Nr.: Report no.:	54-07/D
		Prüfbericht-Datum: Report date:	03.06.2008
Typ: Type:	CPC 9	Herstell-Nr.: Serial no.:	CPC9 00012512
		Herstell-Jahr: Year of production:	2007

Die nachfolgend aufgeführten Ergebnisse wurden bei einer **Prüfung der Wärmeleistung** von Sonnenkollektoren nach **DIN EN 12975-2:2006** ermittelt. Sie gelten für den im Prüfbericht Nr. 54-07/D näher beschriebenen Kollektor sowie die dort beschriebenen Prüfungen und Prüfabläufe.

The following results were obtained from a test of the thermal performance of a solar collector according to DIN EN 12975-2:2006. They apply to the collector, the tests and procedures described more precisely in the test report no. 54-07/D.

Technische Daten des Prüfkollektors		Description of the collector	
Bauart Type	CPC-Vakuumröhrenkollektor evacuated tubular collector with CPC	Aperturfläche Aperture area	1.897 m ²
Zeichnung-Nr. Drawing no.	CPC 900-00-00	Absorberfläche Absorber area	3.987 m ²
Länge / Breite / Höhe Length/Width/Height	1937 / 1105 / 121 mm	Bruttofläche Gross area	2.140 m ²
zul. Betriebsdruck Max. operation pressure	10 bar	empf. Massenstrom Recommended flow rate	18-50 kg/m ² h
Leergewicht Weight, empty	32 kg	D _a der Röhren outer diameter of tubes	47 mm
zul. Wärmeträger Heat transfer fluid	Tyfocor LS		

Prüfergebnisse Test results

Koeffizienten der Wirkungsgradkurve (ermittelt im Sonnensimulator unter stationären Bedingungen)
Coefficients of efficiency (determined in the sun simulator under steady state conditions)

$$\eta = \eta_0 - a_1 \cdot (t_m - t_a) / G - a_2 \cdot (t_m - t_a)^2 / G$$

Bezug: Based on:	Apertur aperture area	Absorber absorber area
$\eta_0 =$	0.564	0.268
$a_1 =$	0.86 W/m ² K	0.41 W/m ² K
$a_2 =$	0.0030 W/m ² K ²	0.0014 W/m ² K ²

Einstrahlwinkelkorrekturfaktoren (ermittelt im Freien)
Incident angle modifier (determined outdoor)

proj. Einstrahlwinkel θ proj. angle of incidence θ	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°
$K_{\theta b, trans}(\theta_{trans})$	1.00	1.02	1.03	1.03	1.03	1.08	1.23
$K_{\theta b, long}(\theta_{long})$	1.00	1.00	0.99	0.98	0.97	0.94	0.89
$K_{\theta d} =$	0.820						

Ausgangsleistung pro Kollektormodul, W
Power output per collector unit, W

$T_m - T_a$	Bestrahlungsstärke Irradiance		
	400 W/m ²	700 W/m ²	1000 W/m ²
10 K	411 W	732 W	1053 W
30 K	374 W	685 W	1016 W
50 K	332 W	653 W	974 W

Firma: Company:	WATT Sp. Z o.o.	Seite: Page:	5 von 26 of
Typ: Type:	CPC 9	Prüfbericht-Nr.: Report No.:	54-07/D
Herstell-Nr.: Serial No.:	CPC9 00012512	Prüfbericht-Datum: Report Date:	03.06.2008

Spitzenleistung pro Kollektormodul <i>Peak power output per collector unit</i>	1070 W_{peak}	bei G = 1000 W/m² und t_m-t_a = 0 K <i>at and</i>
Druckabfall (Wasser, 20 °C) <i>Pressure drop (water, 20 °C)</i>	Δp = 12 mbar	bei <i>at</i> ṁ = 130 kg/h
	Δp = 28 mbar	bei <i>at</i> ṁ = 240 kg/h
Wärmekapazität (berechnet) <i>Thermal capacity (calculated)</i>	c = 14.4 kJ/(m ² K)	C = 27.3 kJ/K
Stillstandstemperatur <i>Stagnation temperature</i>	t _{stg} = 304 °C	bei <i>at</i> G _S = 1000 W/m ² und <i>and</i> t _{as} = 30 °C

Emmerthal, 03.06.2008

i. A.



Dipl.-Ing. C. Lampe,
Leiter der Prüfstelle EN
Head of Test Centre EN

Firma: Company:	WATT Sp. Z o.o.	Seite: Page:	6 von 26 of
Typ: Type:	CPC 9	Prüfbericht-Nr.: Report No.:	54-07/D
Herstell-Nr.: Serial No.:	CPC9 00012512	Prüfbericht-Datum: Report Date:	03.06.2008

2. Technische Daten des Sonnenkollektors

Description of the Collector

2.1. Kollektor Collector

Hersteller <i>Manufacturer</i>	WATT Sp. Z o.o. Podmiejska 45, PL- 41-940 Piekary Slaskie, Polen
Typ <i>Type</i>	CPC 9
Bauart <i>Construction</i>	CPC-Vakuumröhrenkollektor, Serientyp, <i>evacuated tubular collector with CPC reflector, serial type</i>
Herstellungsjahr <i>Year of production</i>	2007
Herstellnummer <i>Serial number</i>	CPC9 00012512
Leergewicht <i>Weight, empty</i>	32 kg (Wägung, ISFH <i>weighed at ISFH</i>)

2.2. Vakuumröhren Evacuated Tubes

Röhrentyp <i>Type of tubes</i>	Dewar-Röhren, direktdurchströmt <i>dewar tubes, direct flow</i>
Anzahl der Röhren <i>Number of tubes</i>	9
Abmessungen <i>Dimensions of tubes</i>	Außendurchmesser = 47 mm; Länge = 1800 mm <i>outer diameter length</i>
Material <i>Material</i>	Borosilikatglas, klar <i>borosilicate glass, clear</i>
Solarer Durchlassgrad <i>Solar transmittance</i>	$\tau = 89\%$ (lt. Hersteller <i>according to manufacturer</i>)

2.3. Absorber Absorber

Material des Absorbers <i>Absorber material</i>	Borosilikatglas mit Aluminiumnitritbeschichtung <i>borosilicate glass with aluminium nitrite coating</i>
Verbindungstechnik zwischen Absorber und Fluidkanälen <i>Connection between absorber and tubes</i>	Klemmung mit Cu und zusätzl. Al Wärmeleitblechen <i>clamping with Cu and additional Al sheets for heat conduction</i>
Material der Fluidkanäle <i>Material of fluid tubes</i>	Cu-Rohr, $d_i / d_a = 6 / 5$ mm <i>copper-tube</i>
Verschaltungsart <i>Hydraulic construction</i>	9 parallelgeschaltete Röhren <i>9 parallel connected tubes</i>
Oberflächen-Beschichtung <i>Absorber layer</i>	selektiv (Aluminiumnitrit) <i>selective (Aluminium nitrite)</i>
Solarer Absorptionsgrad <i>Solar absorptance</i>	$\alpha = 95.5\%$ (lt. Hersteller <i>according to manufacturer</i>)
hemisphärischer Emissionsgrad <i>Hemispherical emittance</i>	$\varepsilon = 5.5\%$ (lt. Hersteller <i>according to manufacturer</i>)
Brutto-Absorbermaße <i>Absorber dimensions</i>	9 Röhren x π x 1.715 m x 0.037 m = 3.987 m ² <i>tubes</i>

2.4. Wärmeträgermedium Heat Transfer Fluid

Spezifikationen (Zusätze usw.) <i>Specifications</i>	Tyfocor LS
weitere zulässige Wärmeträger <i>Alternative acceptable heat transfer fluids</i>	keine Angaben <i>no details</i>
Wärmeträgerinhalt <i>Fluid content</i>	0.93 l (Wägung, ISFH <i>weighed at ISFH</i>)

Firma: Company:	WATT Sp. Z o.o.	Seite: Page:	7 von 26 of
Typ: Type:	CPC 9	Prüfbericht-Nr.: Report No.:	54-07/D
Herstell-Nr.: Serial No.:	CPC9 00012512	Prüfbericht-Datum: Report Date:	03.06.2008

2.5. Gehäuse und Reflektor *Casing and Reflector*

Abmessungen Gehäuse (L / B / H) 1937 / 1105 / 121 mm

Dimensions casing (L / W / H)

Material Gehäuse Aluminium *aluminium*
Material of the casing

Dichtungsmaterial(ien) zwischen den Gehäusesegmenten *Sealing material between the frame segments* keine Angaben
no details

Dichtungsmaterial zwischen Gehäuse und Röhren *Sealing material between the casing and the tubes* EPDM-Dichtung
EPDM-Sealing

2.6. Wärmedämmung *Insulation*

Art *Insulation construction* Dämmschale *pipe sections*

Material *Insulation material* Mineralwolle *mineral wool*

Dicke *Thickness* 20 mm

2.7. Bezugsflächen *Reference Areas*

Absorberfläche *Absorber area* 3.987 m²

Aperturfläche *Aperture area* 1.897 m²

Bruttofläche *Gross area* 2.140 m²

2.8. Kollektoreinbauweise *Collector Mounting*

Kollektorneigung *Collector tilt angle* keine Angaben *no details*

Flachdach: Aufdachmontage *On flat roof* Ja *yes*

Flachdach: Mit Aufständering *On flat roof with stand* Ja *yes*

Schrägdach: Aufdachmontage *On sloped roof* Ja *yes*

Schrägdach: Indachmontage *Integrated into sloped roof* Nein *no*

Fassade *Facade* Ja *yes*

2.9. Grenzdaten lt. Typenschild *Limitations*

Stillstandstemperatur *Stagnation temperature* 295 °C (lt. Hersteller, wird in Kapitel 8 neu bestimmt
according to manufacturer; new determination in section 8 of this report)

Maximaler Betriebsdruck *Maximum pressure* 10 bar

Firma:
Company: WATT Sp. Z o.o.
Typ:
Type: CPC 9
Herstell-Nr.:
Serial No.: CPC9 00012512

Seite:
Page: 8 von 26
of
Prüfbericht-Nr.:
Report No.: 54-07/D
Prüfbericht-Datum:
Report Date: 03.06.2008

3. Foto und Konstruktionsskizze des Prüfkollektors

Photograph and Sketch of the Collector

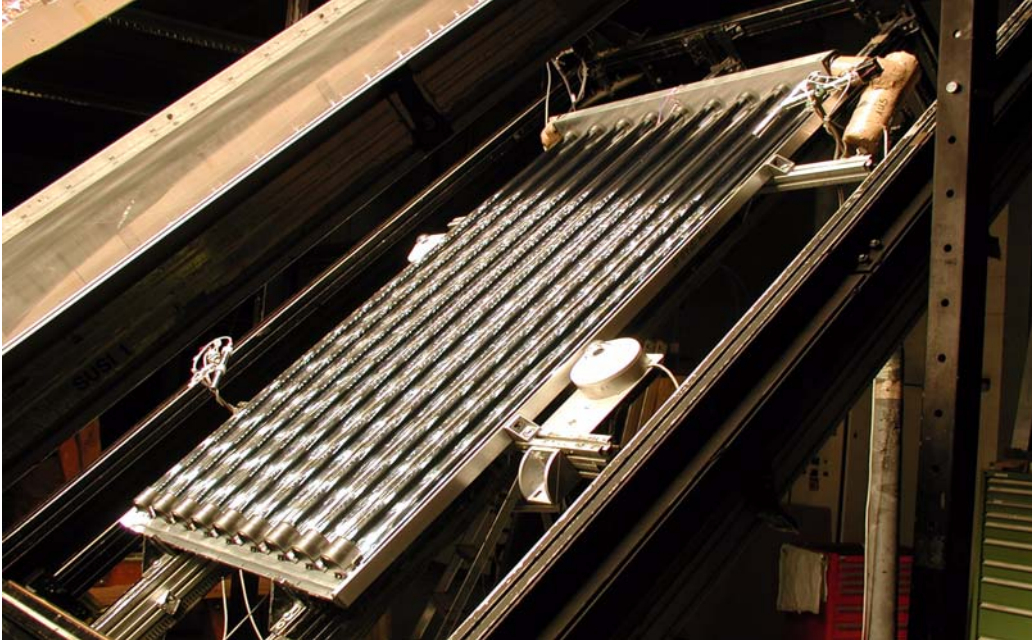


Abb. 3-1: Foto des Prüfkollektors im Sonnensimulatorprüfstand SUSI I

Picture of the collector, mounted in the sun simulator SUSI I

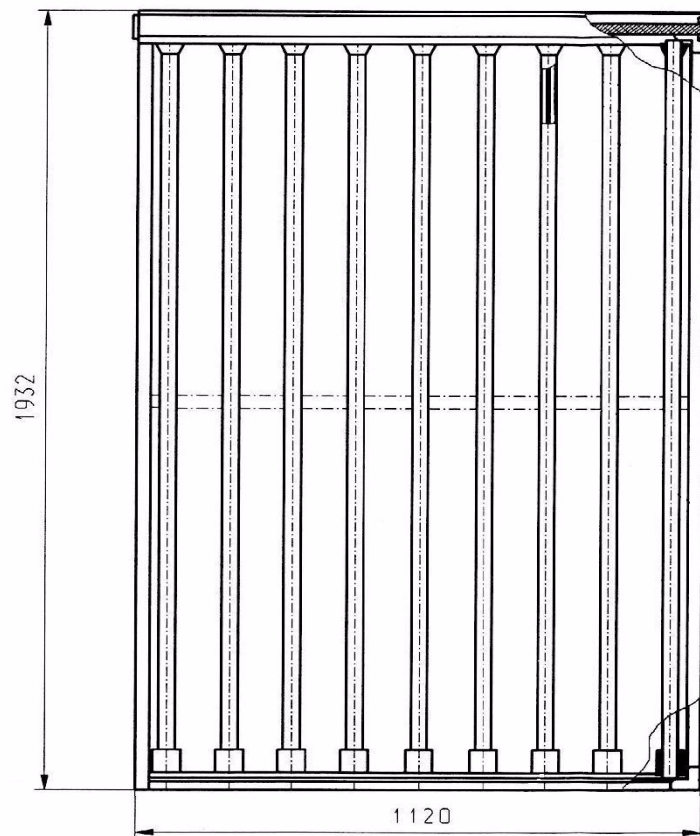


Abb. 3-2: Konstruktionsskizze des Kollektors *Sketch of the collector*

Firma: Company:	WATT Sp. Z o.o.	Seite: Page:	9 von 26 of
Typ: Type:	CPC 9	Prüfbericht-Nr.: Report No.:	54-07/D
Herstell-Nr.: Serial No.:	CPC9 00012512	Prüfbericht-Datum: Report Date:	03.06.2008

4. Probenahme

Sampling

Probenahmedatum: <i>Date of sampling:</i>	27.08.2007
Probenahmeort: <i>Place of sampling:</i>	Institut für Solarenergieforschung GmbH, Am Ohrberg 1, D- 31860 Emmerthal
Probenehmer: <i>Inspector:</i>	Carsten Lampe (Mitarbeiter des Prüfzentrums <i>employee of the</i> <i>Test Centre</i>)
Beschreibung der Probenahme <i>Description of sampling:</i> Der Kollektor mit der Herstellnummer CPC9 00012512 wurde als Stichprobe aus 6 gleichartigen Kollektoren ausgewählt, und mit der Prüfnummer eindeutig gekennzeichnet. <i>The collector with the serial number CPC9 00012512 was chosen out of 6 identical products. The collector was marked with the test number.</i>	

5. Unterlagen; Feststellung des Kollektors

Documents; Collector Identification

Zeichnungen: Die folgenden Zeichnungen liegen vor:
Drawings: The following drawings were presented by the customer

- * CPC 900-00-00

Aus den Zeichnungen geht nicht hervor:
The following details were not found in the drawings:

- * Ausgabe- bzw. Überarbeitungsdatum
Date of issue and revision date

Kollektordatenblatt: Ein Datenblatt über den zu prüfenden Kollektor mit der Auflistung der verwendeten Werkstoffe liegt vor
Collector data sheet:

A data sheet with details about the tested collector was presented by the customer.

Kennzeichnung: Ein Typenschild ist vorhanden.

Labelling of the collector:

The test collector has a durable type label.

Folgende Angaben fehlen auf dem Typenschild:

The following details are missing on the type label:

- * Brutto-Kollektorfläche
Gross area of collector
- * Abmaße des Kollektors
Dimensions of the collector
- * Stillstandstemperatur (bei 1000 W/m² und 30 °C)
Stagnation temperature (at 1000 W/m² and 30 °C)
- * Wärmeträgerinhalt
Fluid content
- * Leergewicht des Kollektors
Weight of empty collector

Firma: Company:	WATT Sp. Z o.o.	Seite: Page:	10 von 26 of
Typ: Type:	CPC 9	Prüfbericht-Nr.: Report No.:	54-07/D
Herstell-Nr.: Serial No.:	CPC9 00012512	Prüfbericht-Datum: Report Date:	03.06.2008

Installations- und
Betriebsanleitung:

Installer instruction manual:

Folgende Unterlagen wurden vorgelegt:

The following documents were presented by the customer:

- * Montageanleitung und Bedienungsanleitung (Stand: ohne Datum)
Installation instruction for mounting and Operating instructions (Stand: without date)

Folgende Angaben fehlen:

The following details were not found:

- * Empfehlungen zum Blitzschutz
Recommendations about lightning protection
- * Empfehlungen zum verwendbaren Wärmeträgermedium
Recommendations about the heat transfer media which may be used
- * Maximal zulässige Wind- und Schneelast
Maximal allowable wind and snow load

Die Unterlagen sind nicht vollständig gemäß den Anforderungen der EN 12975-1 Kapitel 7.

The documents are not complete according to the specifications stipulated in EN 12975-1 section 7.

6. Sensormontage

Installation of Sensors

Der Kollektor wird mit den im Folgenden beschriebenen Temperatursensoren (Pt 100, Klasse A) ausgerüstet. Es wird besonders darauf geachtet, dass die Montage der Fühler nicht die Ergebnisse der nachfolgenden Prüfungen beeinträchtigt. Tabelle A-2 im Anhang enthält die während der Messung aufgenommenen Temperaturen.

The collector was equipped with three temperature sensors (Pt 100, class A), as described in the following. These sensors measure the temperatures of the glass cover, of the collector back and the absorber temperature. Care was taken that the sensors do not influence the results of the following tests. The temperatures measured are given in Tabelle A-2 in the appendix.

Bezeichnung:

Name of the sensor:

Position:

Position:

t_{sm}

Absorbertemperatursensor auf 2/3 der Höhe zwischen Fluidrohr und Wärmeleitblechen der fünften Vakuumröhre

Absorber temperature sensor at 2/3 of the height clamped between the fluid-pipe and heat conducting sheets of the fifth vacuum tube

t_{glas}

Glastemperaturfühler, 2/3 der Höhe der fünften Röhre

Glass temperature sensor, at 2/3 height of the fifth tube

$t_{rück}$

Rückseitentemperaturfühler, 2/3 der Höhe und mittig in Bezug auf die Kollektorbreite auf der Rückwand

Backside temperature sensor, at 2/3 height in the middle of the width of the collector

Firma: Company:	WATT Sp. Z o.o.	Seite: Page:	11 von 26 of
Typ: Type:	CPC 9	Prüfbericht-Nr.: Report No.:	54-07/D
Herstell-Nr.: Serial No.:	CPC9 00012512	Prüfbericht-Datum: Report Date:	03.06.2008

7. Ausheizen des Kollektors

Exposure to Irradiation

Da am vorliegenden Kollektor keine Zuverlässigkeitsprüfung durchgeführt wurde, wird der unbefüllte Kollektor vor der Leistungsmessung ausgeheizt.

As no reliability test was carried out on the collector in question, the empty collector was exposed to irradiation before the performance test.

Tab. 7-1: Prüfbedingungen während des Ausheizens *Test conditions during the exposure*

Prüfdatum: <i>Date:</i>	19.09.2008		
Prüfstand: <i>Test facility:</i>	SUSI I (Prüfung im Raum mit Sonnensimulator) <i>SUSI I (indoor test with sun simulator)</i>		
		Vorgabe nach <i>Conditions stipulated in</i> EN 12975-2	Prüfbedingung <i>Test conditions</i>
Kollektorneigungswinkel <i>Collector tilt angle</i>		-	45 °
mittlere Bestrahlungsstärke <i>Solar irradiance</i>		> 700 W/m ²	959 W/m ²
mittlere Umgebungslufttemperatur <i>Ambient temperature, mean value</i>		-	31 °C
Ausheizdauer <i>Duration of exposure</i>		> 5 h	5 h
Ergebnis:			
Im Verlauf der Hochtemperaturbeständigkeitsprüfung kam es zu keinen Veränderungen.			
Result:			
<i>The collector showed no changes during and after the exposure test.</i>			

Firma: Company:	WATT Sp. Z o.o.	Seite: Page:	12 von 26 of
Typ: Type:	CPC 9	Prüfbericht-Nr.: Report No.:	54-07/D
Herstell-Nr.: Serial No.:	CPC9 00012512	Prüfbericht-Datum: Report Date:	03.06.2008

8. Bestimmung der Stillstandstemperatur

Determination of the Stagnation Temperature

Während des Ausheizens (siehe Kapitel 7) erfolgt die Bestimmung der Stillstandstemperatur.

During the exposure to irradiation (see Kapitel 7), the stagnation temperature of the collector was determined.

8.1. Mathematische Grundlagen^a

Mathematical Procedure

$$t_{\text{stg}} = a \cdot G_s^{1/1.3} + t_{\text{as}} \quad \text{Gl. (8.1)}$$

t_{stg} = Stagnationstemperatur bei Standardbedingungen in °C

stagnation temperature under standard conditions in °C

G_s = Standardbestrahlungsstärke in W/m²

standard global irradiance

t_{as} = Standardumgebungslufttemperatur in °C

standard ambient temperature

$$a = \frac{(t_{\text{sm}} - t_{\text{am}})}{G_m^{1/1.3}} \quad \text{Gl. (8.2)}$$

t_{sm} = gemessene Temperatur am Absorber in °C

measured absorber temperature in °C

t_{am} = gemessene Umgebungslufttemperatur in °C

measured ambient temperature in °C

G_m = Bestrahlungsstärke in der Kollektorebene in W/m²

measured global irradiance (in the collector plane) in W/m²

- a. Für die Bestimmung der Stillstandstemperatur unter Standardbedingungen wird das Extrapolationsverfahren aus DIN 4757 herangezogen, da es eine geringere Unsicherheit als das in EN 12975-2 beschriebene Verfahren hat.

For the calculation of the stagnation temperature under standard conditions, the extrapolation method from DIN 4757 is used, as this method has a lower uncertainty than the procedure described in EN 12975-2.

Firma: Company:	WATT Sp. Z o.o.	Seite: Page:	13 von 26 of
Typ: Type:	CPC 9	Prüfbericht-Nr.: Report No.:	54-07/D
Herstell-Nr.: Serial No.:	CPC9 00012512	Prüfbericht-Datum: Report Date:	03.06.2008

8.2. Prüfbedingungen und Ergebnisse

Test Conditions and Results

Prüfdatum: Date:	19.09.2007		
Prüfstand: Test facility:	SUSI I (Prüfung im Raum mit Sonnensimulator) SUSI I (indoor test with sun simulator)		
Kollektorneigung: Collector tilt angle:	45°		
	Prüfbedingung Test conditions	Standardbedingungen nach ISO 9806-2 Standard conditions according to ISO 9806-2	
		Kl. A (gemäßigt) entspr. EN 12975-2 Class A (temperate), corresponding to EN 12975-2	Kl. B (sonnig) Class B (sunny)
globale Bestrahlungsstärke Global irradiance	957 W/m ²	1000 W/m ²	1100 W/m ²
Umgebungsluftgeschwindigkeit Surrounding air speed	< 1 m/s	< 1 m/s	< 1 m/s
Umgebungslufttemperatur Ambient temperature	29.6 °C	30 °C	40 °C
gemessene Temperatur am Absorber (t _{sm}) Measured absorber temperature	294.7 °C		
berechnete Stillstandstemperatur (t_{stg}) Calculated stagnation temperature(t _{stg})		304 °C	335 °C

9. Bestimmung der Wirkungsgradkennlinie

Instantaneous Collector Efficiency

9.1. Prüfverfahren

Test Procedure

Prüfung des Wirkungsgrades im stationären Zustand unter Verwendung eines Sonnenstrahlungssimulators (siehe EN 12975-2, Kapitel 6.1.5).

Thermal performance testing under steady state conditions by using a solar irradiance simulator (see EN 12975-2, section 6.1.5).

9.2. Hinweise zum Sonnenstrahlungssimulator

Indications for the Sun Simulator

Der verwendete Sonnensimulator hält die Anforderungen aus EN 12975-2, Kapitel 6.1.5.2 ein. Es wurde eine messtechnische Kontrolle durchgeführt, ob sich die effekti-

Firma: Company:	WATT Sp. Z o.o.	Seite: Page:	14 von 26 of
Typ: Type:	CPC 9	Prüfbericht-Nr.: Report No.:	54-07/D
Herstell-Nr.: Serial No.:	CPC9 00012512	Prüfbericht-Datum: Report Date:	03.06.2008

ven ($\tau\alpha$)-Werte unter dem Simulator und bei natürlicher Strahlung um mehr als $\pm 0.5\%$ unterscheiden. Hierfür wurde der Konversionsfaktor im Simulator sowie auch bei natürlicher Bestrahlung im Außentest (gleichzeitig mit der Messung des Einstrahlwinkelkorrekturfaktors, siehe Kapitel 10) bestimmt. Die Ergebnisse der Simulatormessung wurden auf Basis der Außenmessung geringfügig korrigiert. Der im Bericht angegebene Konversionsfaktor η_0 entspricht einem unter natürlicher Bestrahlung, bei einem Diffusanteil G_d/G von 0.15, gemessenen Konversionsfaktor.

The sun simulator in use adheres to the requirements given in EN 12975-2, section 6.1.5.2. To evaluate the quality of the indoor measurement, the value of the conversion factor η_0 measured by using the sun simulator was compared to that from outdoor measurements (determined simultaneously to the incidence angle modifier, see Kapitel 10). As a result, the conversion factor was marginally adjusted. The conversion factor η_0 given in this report corresponds to a value that would be measured outdoor at a ratio of diffuse to global radiation of $G_d/G = 0.15$.

9.3. Mathematische Grundlagen

Mathematical Description

$$\eta = \eta_0 - a_1 \cdot \frac{t_m - t_a}{G} - a_2 \cdot \frac{(t_m - t_a)^2}{G} \quad \text{Gl. (9.1)}$$

η	= Wirkungsgrad <i>efficiency</i>
η_0	= Wirkungsgrad bei $t_m - t_a = 0$ (Konversionsfaktor) <i>efficiency for (conversion factor)</i>
a_1	= temperaturunabhängiger Wärmeverlustkoeffizient in W/m^2K <i>heat loss coefficient, independent of temperature, in W/m^2K</i>
a_2	= temperaturabhängiger Wärmeverlustkoeffizient in W/m^2K^2 <i>heat loss coefficient, depending on temperature, in W/m^2K^2</i>
G	= globale Bestrahlungsstärke in W/m^2 <i>global irradiance in W/m^2</i>
t_m	= mittlere Wärmeträgertemperatur im Kollektor in $^{\circ}C$ <i>mean fluid temperature in the collector in $^{\circ}C$</i> $t_m = (t_{in} + t_e)/2$
t_{in}, t_e	= Ein- und Austrittstemperatur des Wärmeträgers in $^{\circ}C$ <i>collector inlet and outlet temperature in $^{\circ}C$</i>
t_a	= Umgebungslufttemperatur in $^{\circ}C$ <i>ambient temperature in $^{\circ}C$</i>
T_m^*	= reduzierte Temperaturdifferenz in Km^2/W <i>reduced temperature difference, in m^2K/W</i> $T_m^* = (t_m - t_a)/G$

Firma: Company:	WATT Sp. Z o.o.	Seite: Page:	15 von 26 of
Typ: Type:	CPC 9	Prüfbericht-Nr.: Report No.:	54-07/D
Herstell-Nr.: Serial No.:	CPC9 00012512	Prüfbericht-Datum: Report Date:	03.06.2008

9.4. Prüfbedingungen und Ergebnisse

Test Conditions and Results

Tabelle 9-1 zeigt die Prüfbedingungen, bei denen die Prüfung durchgeführt worden ist. Die einzelnen Messwerte sind in Tabelle A-1 und Tabelle A-2 im Anhang enthalten.

The test conditions are shown in table 9-1. All measured data are given in Tabelle A-1 and Tabelle A-2 in the appendix.

Tab. 9-1: Prüfbedingungen der Wirkungsgradbestimmung im Sonnensimulator

Test conditions of the efficiency measurements in the sun simulator

Prüfdatum: <i>Date:</i>	20.09.2007 und 21.09.2007	
Prüfstand: <i>Test facility:</i>	SUSI I (Prüfung im Raum mit Sonnensimulator) <i>SUSI I (indoor test with sun simulator)</i>	
Lampentyp: <i>Lamps used:</i>	Halogenlampen der Firma Philips Typ 13117 <i>halogen lamps, Philips type 13117</i>	
Wärmeträger: <i>Heat transfer fluid:</i>	Wasser <i>water</i>	
	Vorgabe nach EN 12975-2 <i>Conditions stipulated in EN 12975-2</i>	Prüfbedingung <i>Test conditions</i>
Kollektorneigungswinkel <i>Collector tilt angle</i>	-	45°
mittlere globale Bestrahlungsstärke <i>Mean global irradiance</i>	> 700 W/m ²	937 W/m ²
mittlere thermische Bestrahlungsstärke ¹⁾ <i>Mean thermal irradiance</i>	≤ 503 W/m ²	450 W/m ²
mittlere Umgebungslufttemperatur <i>Mean ambient temperature</i>	-	26 °C
mittlere Umgebungsluftgeschwindigkeit <i>Mean air speed over the collector</i>	3 m/s ± 1 m/s	3.3 m/s
Massenstrom des Wärmeträgers <i>Mass flow rate of the heat transfer fluid</i>	0.02 kg/(m ² s) oder nach Herstellerangabe <i>or according to manufacturer</i>	350 kg/h

- 1) Zum Schutz vor langwelliger Strahlung befindet sich zwischen dem Lampenfeld und dem Kollektor ein mit Luft gekühlter Strömungskanal aus Plexiglasscheiben. Die thermische Bestrahlungsstärke wird im Rahmen der Leistungsmessung durch eine Messung der Oberflächentemperatur der Plexiglasscheiben bestimmt.
For protection against long wave radiation there is an air cooled channel, made of two acrylic glass panes, between the lamps and the collector. The thermal irradiance is determined from a measurement of the surface temperature of the lower acrylic glass pane.

Firma: Company:	WATT Sp. Z o.o.	Seite: Page:	16 von 26 of
Typ: Type:	CPC 9	Prüfbericht-Nr.: Report No.:	54-07/D
Herstell-Nr.: Serial No.:	CPC9 00012512	Prüfbericht-Datum: Report Date:	03.06.2008

Tab. 9-2: Koeffizienten der Wirkungsgradkurve bezogen auf unterschiedliche Flächen *Coefficients of the efficiency curve, related to different areas*

Bezugsfläche: <i>Related to</i>	η_0	a_1	a_2
Aperturfläche (1.897 m²) <i>Aperture area</i>	0.564	0.86 W/m²K	0.0030 W/m²K²
Absorberfläche (3.987 m ²) <i>Absorber area</i>	0.268	0.41 W/m ² K	0.0014 W/m ² K ²
Bruttofläche (2.140 m ²) <i>Gross area</i>	0.500	0.76 W/m ² K	0.0026 W/m ² K ²
Standardabweichung (Bezug Aperturfläche) <i>Standard deviation (related to the aperture area)</i>	0.0041	0.1161 W/m ² K	_1)

1) a_2 wird als fest und fehlerfrei angenommen, da a_1 und a_2 stark miteinander korreliert sind. Daher wird die gesamte Unsicherheit der Wärmeverlustkoeffizienten dem Wert a_1 zugeschrieben.
 a_2 is assumed to be constant and faultless because a_1 and a_2 are strongly correlated. That's why the whole uncertainty of the heat loss coefficients is accredited to a_1 .

Hinweis:

Bei Angabe der Parameter z.B. in den Kollektorunterlagen ist die jeweilige Bezugsflächenart zu nennen.

Note:

If the parameters are given in the documents of the collector, the area to which they are related must be mentioned.

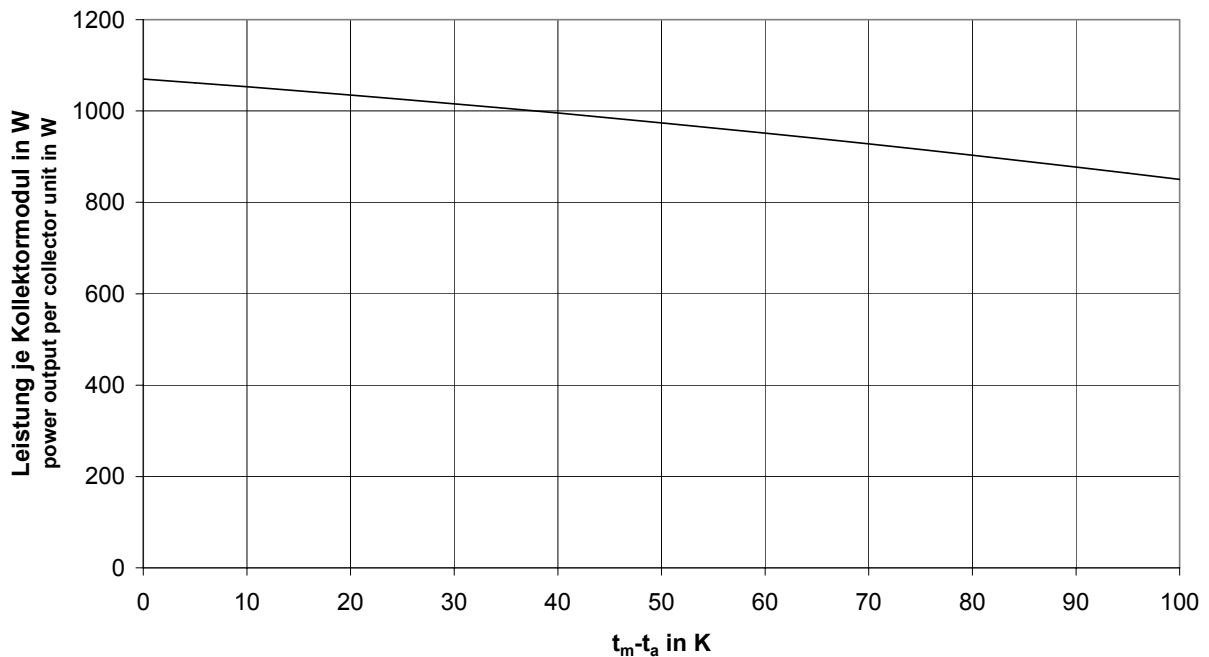


Abb. 9-1: Leistungskennlinie bei einer Bestrahlungsstärke von 1000 W/m², bezogen auf den Kollektor *Power curve for $G = 1000 \text{ W/m}^2$, related to the collector unit*

Firma: Company:	WATT Sp. Z o.o.	Seite: Page:	17 von 26 of
Typ: Type:	CPC 9	Prüfbericht-Nr.: Report No.:	54-07/D
Herstell-Nr.: Serial No.:	CPC9 00012512	Prüfbericht-Datum: Report Date:	03.06.2008

10. Einstrahlwinkelkorrekturfaktor des Sonnenkollektors

Incident Angle Modifier of the Collector

10.1. Prüfverfahren

Test Procedure

Der Kollektor wird auf dem Außenprüfstand (Testdach) in Nord-Süd-Richtung in fester Position montiert. Die Variation des Einstrahlwinkels erfolgt über die natürliche Sonnenbahn. Da Vakuumröhrenkollektoren eine biaxiale Einstrahlwinkelabhängigkeit aufweisen, wird der Kollektor nach Abschluss der transversalen Einstrahlwinkelkorrekturfaktorbestimmung um 90° gedreht und der longitudinale Einstrahlwinkelkorrekturfaktor in einer zweiten Messung ermittelt. Der Einstrahlwinkelkorrekturfaktor wird für direkte und für diffuse Bestrahlung separat bestimmt.

The collector is mounted on the outdoor test facility (test roof), facing south in a fixed position. The variation of the incident angle is achieved by the sun's path over the collector. The vacuum tube collector on hand shows a biaxial incident angle dependence. So, after determination of the transversal incident angle modifier the collector is turned by 90°, and the longitudinal incident angle modifier is determined in a second measurement. The incident angle modifiers for direct radiation and for diffuse radiation are determined separately.

10.2. Mathematische Grundlagen

Mathematical Description

$$K_{\theta b}(\theta) = \frac{F'(\tau\alpha)_{en}(\theta)}{F'(\tau\alpha)_{en}} \quad \text{Gl. (10.1)}$$

$K_{\theta b}(\theta)$ = Einstrahlwinkelkorrekturfaktor der Direktstrahlung für einen Einstrahlwinkel θ *incident angle modifier for beam radiation as a function of the incident angle θ*

$F'(\tau\alpha)_{en}$ = Konversionsfaktor bei senkrechter und ausschließlich direkter Einstrahlung *conversion factor for pure beam radiation at normal incidence*

$F'(\tau\alpha)_{en}(\theta)$ = Konversionsfaktor bei ausschließlich direkter Einstrahlung und einem Einstrahlwinkel θ *conversion factor for pure beam radiation as a function of the incident angle θ*

Der Einstrahlwinkelkorrekturfaktor der Direktstrahlung wird zerlegt in eine transversale und eine longitudinale Komponente:

The incident angle modifier for beam radiation must be split into a transversal and a longitudinal component:

$$K_{\theta b}(\theta) = K_{\theta b, trans}(\theta_{trans}) \cdot K_{\theta b, long}(\theta_{long}) \quad \text{Gl. (10.2)}$$

θ_{trans} = transversaler Einstrahlwinkel
transversal incident angle

θ_{long} = longitudinaler Einstrahlwinkel
longitudinal incident angle

Firma: Company:	WATT Sp. Z o.o.	Seite: Page:	18 von 26 of
Typ: Type:	CPC 9	Prüfbericht-Nr.: Report No.:	54-07/D
Herstell-Nr.: Serial No.:	CPC9 00012512	Prüfbericht-Datum: Report Date:	03.06.2008

10.3. Prüfbedingungen und Ergebnisse

Test Conditions and Results

Tab. 10-1: Prüfbedingungen bei der Bestimmung der Einstrahlwinkelkorrekturfaktoren

Test conditions during the measurement of the incident angle modifier

Prüfungsdatum: Date:	07.05.2008 bis 14.05.2008	
Prüfstand: Test facility:	Testdach Test roof	
Wärmeträger: Heat transfer fluid:	Wasser water	
Vorgabe nach EN 12975-2 <i>Conditions stipulated in EN 12975-2</i>		Prüfbedingung <i>Test conditions</i>
Kollektorneigungswinkel Collector tilt angle	-	38°
Kollektorazimut Collector azimuth angle	-	0° Süd south
Fluid-Massenstrom \dot{m} Mass flow rate	0.02 kg/(m ² s) oder nach Herstellerangabe or according to manufacturer	350 kg/h
Geografische Breite Latitude	-	52.1° N
Geografische Länge Longitude	-	9.4° E
Ortszeit (MEZ) beim solaren Mittag Local time (MEZ) at solar noon	-	12:19

Tab. 10-2: Ermittelte Einstrahlwinkelkorrekturfaktoren *Incident angle modifier*

θ_{trans} bzw. θ_{long}	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°
$K_{\theta_{\text{b, trans}}}(\theta_{\text{trans}})$	1.00	1.02	1.03	1.03	1.03	1.08	1.23
$K_{\theta_{\text{b, long}}}(\theta_{\text{long}})$	1.00	1.00	0.99	0.98	0.97	0.94	0.89
$K_{\theta_{\text{d}}}$	0.820						

Formelzeichen *Nomenclature*

θ_{trans} = transversaler Einstrahlwinkel
transversal incident angle

θ_{long} = longitudinaler Einstrahlwinkel
longitudinal incident angle

$K_{\theta_{\text{b}}}(\theta)$ = Einstrahlwinkelkorrekturfaktor der Direktstrahlung für einen Einstrahlwinkel θ
incident angle modifier for beam radiation as a function of the incident angle θ

$K_{\theta_{\text{d}}}$ = Einstrahlwinkelkorrekturfaktor für Diffusstrahlung
incident angle modifier for diffuse radiation

Firma: Company:	WATT Sp. Z o.o.	Seite: Page:	19 von 26 of
Typ: Type:	CPC 9	Prüfbericht-Nr.: Report No.:	54-07/D
Herstell-Nr.: Serial No.:	CPC9 00012512	Prüfbericht-Datum: Report Date:	03.06.2008

11. Wärmekapazität des Sonnenkollektors

Thermal Capacity of the Collector

11.1. Mathematische Grundlage

Mathematical Description

Die Wärmekapazität C wird mit dem Berechnungsverfahren nach EN 12975-2, Kapitel 6.1.6.2 bestimmt. The thermal capacity of the collector is calculated according to EN 12975-2 section 6.1.6.2.

$$C = \sum p_i \cdot m_i \cdot c_i \quad \text{Gl. (11.1)}$$

- C = effektive Wärmekapazität des Kollektors in kJ/K
effective thermal capacity of the collector in kJ/K
- p_i = Wichtungsfaktor des Bauelements (nach Tabelle 6 in EN 12975-2:2006, Kapitel 6.1.6.2)
weighting factor of the component (according to tabular 6 in EN 12975-2:2006, section 6.1.6.2)
- m_i = Masse des Bauelements in kg
Mass of the component in kg
- c_i = spezifische Wärmekapazität des Bauelements kJ/(kgK)
specific thermal capacity of the component kJ/(kgK)

Die effektive Wärmekapazität des Kollektors wird als Summe der Produkte aus den Wärmekapazitäten und Massen der einzelnen Bauelemente des Kollektors unter Berücksichtigung von Wichtungsfaktoren berechnet.

The thermal capacity is calculated as the sum of the capacities of its constituent elements, taking into account weighting factors.

These weighting factors evaluate that some elements are only partially involved in the thermal inertia of the collector.

11.2. Ergebnis

Result

Bestimmungsdatum: Date:	28.05.2008
	Berechnungsmethode nach EN 12975-2 <i>calculated according to EN 12975-2:</i>
effektive Wärmekapazität <i>effective thermal capacity</i>	27.3 kJ/K
spezifische Wärmekapazität bezogen auf die Aperturfläche <i>specific thermal capacity related to the aperture area</i>	14.4 kJ/(m ² K)

Firma: Company:	WATT Sp. Z o.o.	Seite: Page:	20 von 26 of
Typ: Type:	CPC 9	Prüfbericht-Nr.: Report No.:	54-07/D
Herstell-Nr.: Serial No.:	CPC9 00012512	Prüfbericht-Datum: Report Date:	03.06.2008

12. Druckabfall des Kollektors

Pressure Drop across the Collector

12.1. Prüfverfahren

Test Procedure

Der Druckabfall wird bei verschiedenen Massenströmen nach EN 12975-2, Kapitel 6.1.8 bestimmt.

The pressure drop is measured at different mass flow rates according to EN 12975-2, section 6.1.8.

12.2. Prüfbedingungen und Ergebnisse

Test Conditions and Results

Tab. 12-1: Ergebnisse der Druckabfallbestimmung *Results of the pressure drop measurements*

Prüfungsdatum: <i>Date:</i>	28.05.2008				
Prüfstand: <i>Test facility:</i>	Δp -Prüfstand mit U-Rohr-Manometer <i>Δp-test facility with U-tube differential pressure gauge</i>				
Wärmeträger: <i>Heat transfer Fluid:</i>	Wasser <i>water</i>				
Wärmeträgertemperatur: <i>Heat transfer Fluid:</i>	$20 \pm 2^\circ\text{C}$				
Massenstrom in kg/h <i>Mass flow rate in kg/h</i>	50	130	240	380	550
Druckabfall in mbar <i>Pressure drop in mbar</i>	4.0	12.2	27.6	73.0	143.1

Bei Wasser-Glykolgemischen als Wärmeträger ist der Druckabfall aufgrund der unterschiedlichen Stoffdaten (vor allem der höheren kinematischen Viskosität des Wasser-Glykolgemischs gegenüber dem im Test verwendeten Wärmeträger Wasser) deutlich größer.

Compared to the measurement using water, the pressure drop will be markedly higher when using a water-glycol mixture as heat transfer fluid, because its viscosity is much higher.

Firma:
Company: WATT Sp. Z o.o.
Typ:
Type: CPC 9
Herstell-Nr.:
Serial No.: CPC9 00012512

Seite:
Page: 21 von 26
of
Prüfbericht-Nr.:
Report No.: 54-07/D
Prüfbericht-Datum:
Report Date: 03.06.2008

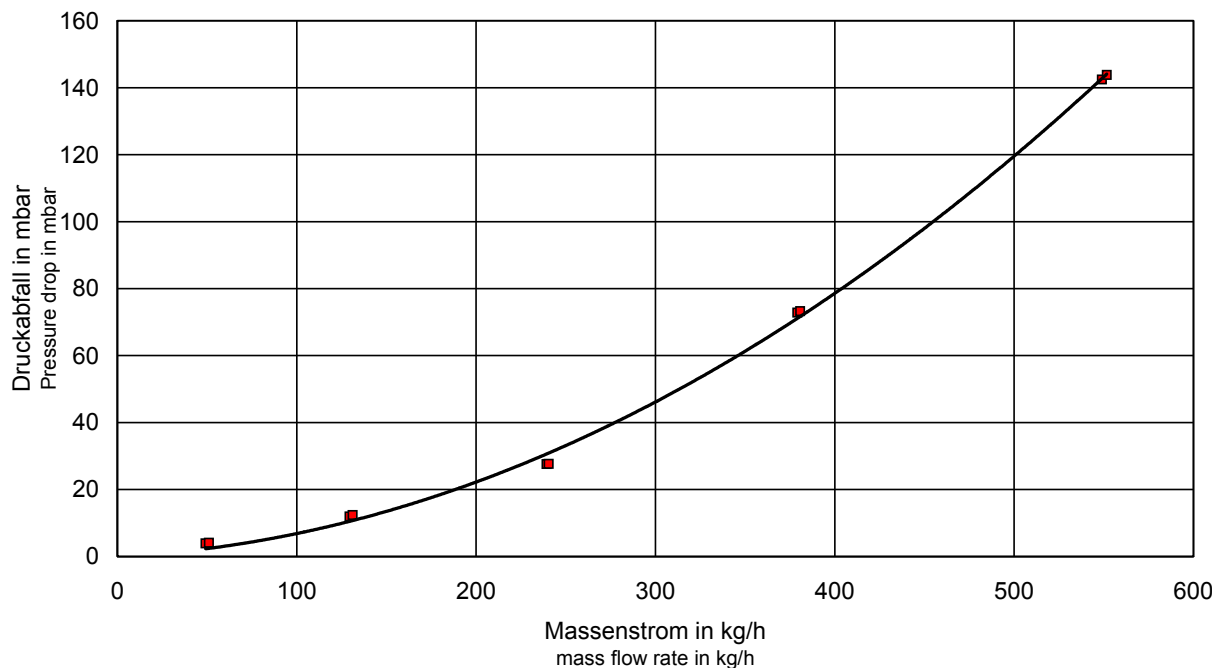


Abb. 12-1: Druckabfall mit dem Wärmeträger Wasser *Measured pressure drop of the collector*
(heat transfer fluid: water)

13. Beobachtungen; Zustand des Kollektors

Observations; Status of the Collector

Zustand des Kollektors nach

Status of the collector after

- | | |
|-----------------------------------|-------------------|
| * der Anlieferung: | einwandfrei |
| * <i>delivery:</i> | <i>faultless</i> |
| * dem Ausheizen: | keine Veränderung |
| * <i>exposure to irradiation:</i> | <i>no change</i> |
| * den Leistungsmessungen: | keine Veränderung |
| * <i>performance test:</i> | <i>no change</i> |
| * Abschluss der Untersuchungen | keine Veränderung |
| * <i>end of tests:</i> | <i>no change</i> |

Es gab keine besonderen Vorkommnisse bei den Untersuchungen.

There were no extraordinary incidents during the tests.

Es wurden keine scharfen Kanten, lockeren Verbindungselemente oder weitere, eine potenzielle Gefährdung darstellende Eigenschaften festgestellt.

No sharp edges, loose fixing elements or other characteristics representing a possible endangering were observed.

Firma: Company:	WATT Sp. Z o.o.	Seite: Page:	22 von 26 of
Typ: Type:	CPC 9	Prüfbericht-Nr.: Report No.:	54-07/D
Herstell-Nr.: Serial No.:	CPC9 00012512	Prüfbericht-Datum: Report Date:	03.06.2008

14. Maßgaben der Prüfstelle

Stipulations from the Test Centre


1. Der Prüfbericht ist gültig für den Typ CPC 9 (Beschreibung siehe Kapitel 2), mit der Herstellnummer CPC9 00012512.

This test report is valid for the collector CPC 9 (description see section 2) with the serial number CPC9 00012512.

2. Eine Weitergabe oder Vervielfältigung von Auszügen des vorliegenden Berichts ist nur mit Genehmigung der Prüfstelle zulässig. Generell genehmigt wird die Weitergabe der einzelnen Seiten 25 und 26 sowie der zusammenhängenden Seiten 1 bis 22, 4 bis 5 und des vollständigen Berichts.

Prior to passing on to others or reproducing parts of this test report, permission must be obtained. Passing on the single pages 25 and 26 or the coherent pages 4 to 5, 1 to 22 or the complete test report is generally approved.

Prüfzentrum für solarthermische Komponenten und Systeme

i. A. 
Dipl.-Ing. C. Lampe
Leiter der Prüfstelle EN
Head of Test Centre EN

CLa/03.06.2008
blg5407d.fm

Firma: Company:	WATT Sp. Z o.o.	Seite: Page:	23 von 26 of
Typ: Type:	CPC 9	Prüfbericht-Nr.: Report No.:	54-07/D
Herstell-Nr.: Serial No.:	CPC9 00012512	Prüfbericht-Datum: Report Date:	03.06.2008

Tabelle A-1: Messwerte und Auswertung der Wirkungsgradbestimmung

Measured and Calculated Data from the Efficiency Tests, Related to the Aperture Area

Nr.	G	\dot{m}	t_{in}	t_e	$t_e - t_{in}$	t_m	t_a	$t_m - t_a$	T^*_m	η_a
-	W/m ²	kg/h	°C	°C	K	°C	°C	K	Km ² /W	-
1	939.7	350.0	24.8	27.3	2.5	26.1	26.2	-0.1	-0.0001	0.563
2	938.6	350.1	24.8	27.3	2.5	26.0	26.1	-0.1	-0.0001	0.564
3	937.3	351.8	40.8	43.2	2.4	42.0	26.3	15.7	0.0168	0.549
4	938.0	351.1	40.8	43.2	2.4	42.0	26.3	15.7	0.0168	0.548
5	937.7	351.2	60.8	63.1	2.3	62.0	26.3	35.7	0.0381	0.527
6	937.2	351.3	60.8	63.1	2.3	62.0	26.3	35.7	0.0381	0.526
7	936.5	350.8	80.8	83.0	2.2	81.9	26.5	55.4	0.0591	0.503
8	935.6	350.7	80.8	83.0	2.2	81.9	26.5	55.4	0.0592	0.503
9	935.5	349.4	80.8	83.0	2.2	81.9	26.5	55.4	0.0592	0.504
10	933.8	350.1	80.8	83.0	2.2	81.9	26.5	55.3	0.0593	0.503
11	933.5	350.5	60.8	63.1	2.3	62.0	26.5	35.5	0.0381	0.527
12	934.6	350.4	60.8	63.1	2.3	62.0	26.5	35.5	0.0380	0.527
13	937.3	350.5	41.1	43.5	2.4	42.3	26.4	15.8	0.0169	0.549
14	937.6	351.0	41.0	43.4	2.4	42.2	26.5	15.7	0.0168	0.550
15	935.8	349.8	24.8	27.3	2.5	26.0	26.5	-0.5	-0.0005	0.564
16	936.7	349.8	24.8	27.3	2.5	26.1	26.5	-0.5	-0.0005	0.565

Formelzeichen:

G	W/m ²	globale Bestrahlungsstärke in der Kollektorebene <i>hemispherical (= global) solar irradiance in the collector plane</i>
\dot{m}	kg/h	Massenstrom des Fluids durch den Kollektor <i>mass flow rate of the heat transfer fluid</i>
t_{in}, t_e	°C	Ein- bzw. Austrittstemperatur am Kollektor <i>collector inlet temperature and outlet (exit) temperature</i>
t_m	°C	mittlere Temperatur des Wärmeträgers, $t_m = (t_{in} + t_e)/2$ <i>mean temperature of heat transfer fluid, $t_m = (t_{in} + t_e)/2$</i>
t_a	°C	Umgebungslufttemperatur <i>ambient temperature</i>
T^*_m	(m ² K)/W	reduzierte Temperaturdifferenz, $T^*_m = (t_m - t_a)/G$ <i>reduced temperature difference, $T^*_m = (t_m - t_a)/G$</i>
η_a	-	Wirkungsgrad, bezogen auf die Aperturfläche <i>collector thermal efficiency, related to the aperture area</i>

Firma: Company:	WATT Sp. Z o.o.	Seite: Page:	24 von 26 of
Typ: Type:	CPC 9	Prüfbericht-Nr.: Report No.:	54-07/D
Herstell-Nr.: Serial No.:	CPC9 00012512	Prüfbericht-Datum: Report Date:	03.06.2008

Tabelle A-2: Temperaturen am Kollektor, weitere meteorologische Größen
Temperatures at Different Positions of the Collector, Meteorological Quantities

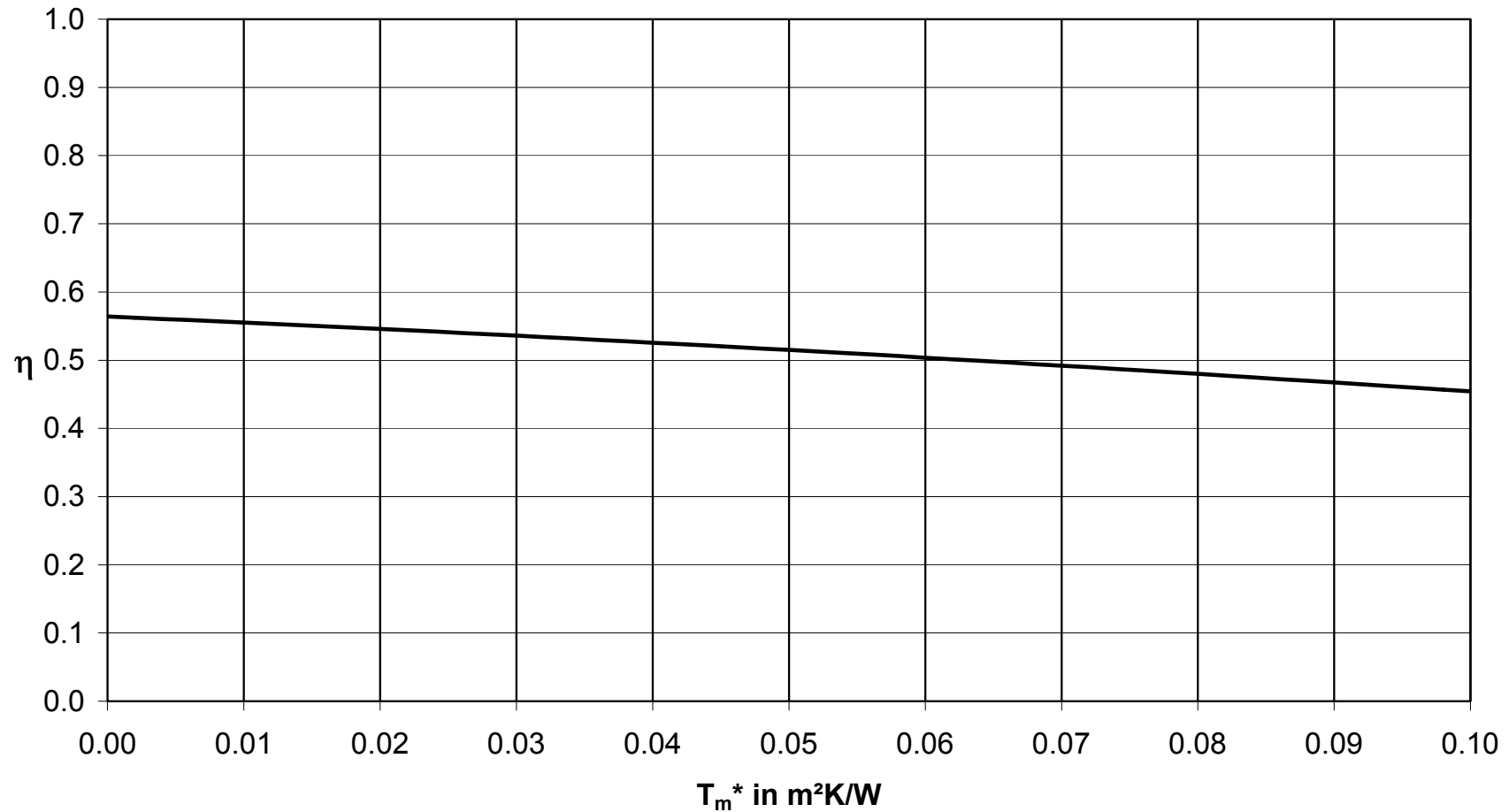
Nr.	t _{in}	t _e	t _m	t _a	t _s	t _{sm}	t _{glas}	t _{rück}	u
-	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	m/s
1	24.8	27.3	26.1	26.2	25.0	38.8	29.9	28.1	3.3
2	24.8	27.3	26.0	26.1	24.9	38.7	29.8	28.0	3.3
3	40.8	43.2	42.0	26.3	25.2	53.9	30.2	28.2	3.3
4	40.8	43.2	42.0	26.3	25.2	53.9	30.3	28.3	3.3
5	60.8	63.1	62.0	26.3	25.2	73.0	30.6	28.3	3.3
6	60.8	63.1	62.0	26.3	25.2	73.0	30.6	28.4	3.3
7	80.8	83.0	81.9	26.5	25.3	92.7	30.9	28.6	3.3
8	80.8	83.0	81.9	26.5	25.3	92.7	30.9	28.7	3.3
9	80.8	83.0	81.9	26.5	25.3	92.8	30.9	28.6	3.3
10	80.8	83.0	81.9	26.5	25.2	92.7	30.9	28.7	3.3
11	60.8	63.1	62.0	26.5	25.2	73.7	30.5	28.5	3.3
12	60.8	63.1	62.0	26.5	25.2	73.7	30.6	28.5	3.3
13	41.1	43.5	42.3	26.4	25.5	54.9	30.1	28.4	3.3
14	41.0	43.4	42.2	26.5	25.5	54.8	30.1	28.4	3.3
15	24.8	27.3	26.0	26.5	25.5	39.8	30.1	28.4	3.3
16	24.8	27.3	26.1	26.5	25.5	39.9	30.1	28.4	3.3

Formelzeichen:

t _{in} , t _e	°C	Ein- bzw. Austrittstemperatur am Kollektor <i>collector inlet temperature and outlet (exit) temperature</i>
t _m	°C	mittlere Temperatur des Wärmeträgers, $t_m = (t_{in} + t_e)/2$ <i>mean temperature of heat transfer fluid, $t_m = (t_{in} + t_e)/2$</i>
t _a	°C	Umgebungslufttemperatur <i>ambient temperature</i>
t _s	°C	atmosphärische oder äquivalente Himmelstemperatur <i>sky temperature</i>
t _{sm}	°C	Absorbertemperatur <i>absorber temperature</i>
t _{glas}	°C	Oberflächentemperatur der transparenten Abdeckung <i>temperature of the transparent cover</i>
t _{rück}	°C	Oberflächentemperatur der Kollektorrückwand (von außen) <i>temperature of the backside of the collector</i>
u	m/s	Umgebungsluftgeschwindigkeit <i>surrounding air speed</i>

Wirkungsgradkennlinie bei einer Bestrahlungsstärke von 800 W/m², bezogen auf die Aperturfläche

Collector Efficiency Curve for $G = 800 \text{ W/m}^2$, Related to the Aperture Area



Hersteller Manufacturer: WATT Sp. Z o.o.
Kollektortyp Collector Type: CPC 9
Herstellnr. Serial No.: CPC9 00012512
Aperturfläche Aperture Area: 1.897 m²

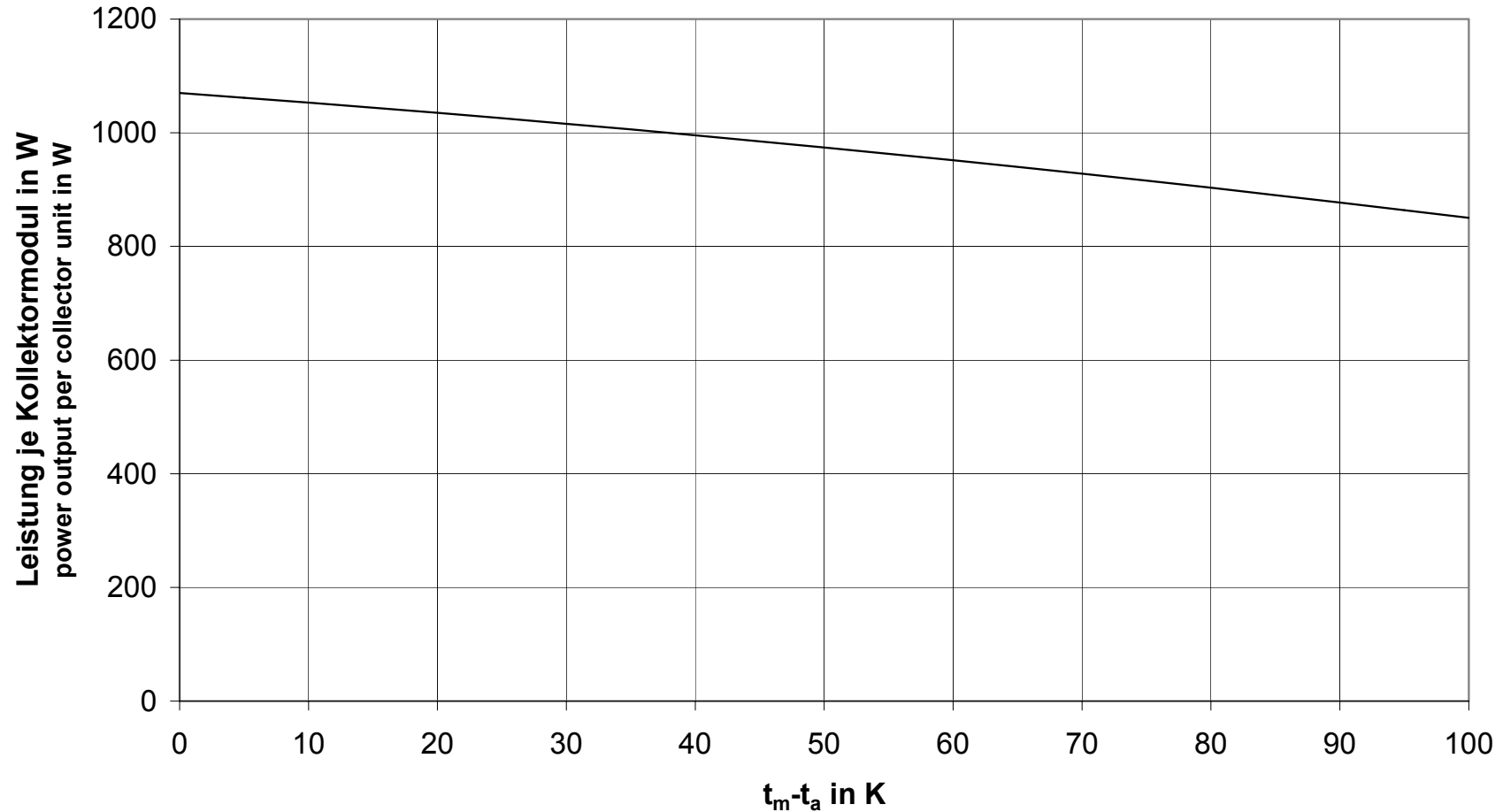
Sonnenkollektorprüfung
Solar Collector Test
nach DIN EN 12975-2



Datum: 03.06.2008
Date:
Prüfber.-Nr.: 54-07/D
Report No.:
Seite 25 von 26

Leistungskennlinie bei einer Bestrahlungsstärke von 1000 W/m², bezogen auf den Kollektor

Power Curve for $G = 1000 \text{ W/m}^2$, Related to the Collector Unit



Hersteller *Manufacturer:* WATT Sp. Z o.o.
Kollektortyp *Collector Type:* CPC 9
Herstellnr. *Serial No.:* CPC9 00012512
Bruttofläche *Gross Area:* 2.140 m²

Sonnenkollektorprüfung
Solar Collector Test
nach DIN EN 12975-2



Datum: 03.06.2008
Date:
Prüfber.-Nr.: 54-07/D
Report No.:
Seite 26 von 26