

Prüfung der Wärmeleistung, Dauerhaftigkeit und Zuverlässigkeit an einem Solarkollektor

*Test of the thermal performance, durability
and reliability of a solar collector*



Prüfbericht Nr.: KT08_04
Test report no.: KT08_04



Saarbrücken, 2008-09-22

Prüfinstitut: <i>Testing institute:</i>	TZSB in der IZES gGmbH an der HTW Goebenstr. 40 66117 Saarbrücken Telefon/ Telephone: + 49 (0) 681 / 5891 - 831, - 832 oder - 833, Telefax/ Fax: + 49 (0) 681 / 5867 - 303 email: tzs@izes.de, http://www.izes.de/tzsb Prüfstellenleitung/ Head of test laboratory: Dipl.-Ing. (FH) Danjana Theis Wissenschaftliche Leitung der IZES gGmbH/ Scientific director: Prof. Dr. -Ing. Horst Altgeld Geschäftsführung/ Managing directors: Dr. Michael Brand, Dr. Frithjof Spreer
Auftraggeber: <i>Client:</i>	Efthimios G. Spanos SKYLAND-COSMOSOLAR 32, Tavrou Street 17778 – Tavros, Athens Greece
Hersteller: <i>Manufacturer:</i>	Efthimios G. Spanos SKYLAND-COSMOSOLAR 32, Tavrou Street 17778 – Tavros, Athens Greece
Handelsname: <i>Trade name:</i>	EPI 54
Referenznummer des TZSB: <i>TZSB reference number:</i>	KT08_04 I, II
Prüfverfahren: <i>Test method:</i>	Prüfung der Wärmeleistung, Dauerhaftigkeit und Zuverlässigkeit nach DIN EN 12975 -1,2 : Juni 2006 "Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile - Kollektoren" <i>Test of thermal performance, durability and reliability according to DIN EN 12975-1,2: June 2006 „Thermal solar systems and their components - collectors“</i>
Bemerkungen: <i>Remarks:</i>	An der Kollektor-Baureihe EPI wird eine SOLAR KEYMARK Zertifizierung durchgeführt. Am EPI 54, dem größten Kollektor der Baureihe, wurden neben der Prüfung der Wärmeleistung auch die Prüfungen der Zuverlässigkeit und Qualität durchgeführt. <i>At the collector series EPI a Solar KEYMARK certification is conducted. At the EPI 54, the largest collector of the series the test of the thermal performance and the test of the durability and reliability were performed.</i>

Inhalt

Content:

1	Symbole und Einheiten	4
1	<i>Symbols and units</i>	4
2	Beschreibung des Kollektors	6
2	<i>Description of the collector</i>	6
3	Prüfergebnisse	14
3	<i>Test results.....</i>	14
3.1	Prüfung der Wärmeleistung von Flüssigkeitskollektoren nach EN 12975-2.....	14
3.1	<i>Test of thermal performance for liquid heating collectors acc. to EN 12975-2 ...</i>	14
3.2	Leistung je Kollektormodul	15
3.2	<i>Power output per collector unit.....</i>	15
3.3	Kurve des Momentanwirkungsgrades	16
3.3	<i>Instantaneous efficiency curve</i>	16
3.4	Wirkungsgradtabelle für die gemessenen Werte.....	17
3.4	<i>Table of the measured values for the collector efficiency.....</i>	17
3.5	Zeitkonstante des Kollektors	18
3.5	<i>Time constant of the collector.....</i>	18
3.6	Effektive Wärmekapazität des Kollektors.....	18
3.6	<i>Effective thermal capacity of the collector</i>	18
3.7	Berechnung des Einstrahlwinkel-Korrekturfaktors des Kollektors	19
3.7	<i>Determination of the collector incident angle modifier.....</i>	19
3.8	Bestimmung des Druckverlustes des Kollektors.....	19
3.8	<i>Determination of the pressure drop of the collector.....</i>	19
4	Dauerhaftigkeits- und Zuverlässigkeitsprüfung von Flüssigkeitskollektoren	20
4	<i>Durability and reliability test of liquid heating collectors</i>	20
4.1	Feststellung des Kollektors.....	20
4.1	<i>Collector identification</i>	20
4.2	Innendruckprüfung für anorganische Absorber.....	22
4.2	<i>Internal pressure test for inorganic absorbers.....</i>	22
4.3	Prüfung der Hochtemperaturbeständigkeit	23
4.3	<i>High temperature resistance test</i>	23
4.4	Expositionsprüfung	25
4.4	<i>Exposure test.....</i>	25
4.5	Schnelle äußere Temperaturwechselprüfung	29
4.5	<i>External thermal shock test.....</i>	29
4.6	Schnelle innere Temperaturwechselprüfung.....	31
4.6	<i>Internal thermal shock test</i>	31
4.7	Prüfung auf eingedrungenes Regenwasser.....	33
4.7	<i>Rain penetration test.....</i>	33
4.8	Mechanische Belastungsprüfungen	35
4.8	<i>Mechanical load test.....</i>	35
4.8.1	Druckprüfung für die Kollektorabdeckung	35
4.8.1	<i>Positiv pressure test of the collector cover.....</i>	35
4.8.2	Zugprüfung der Befestigung zwischen Glasabdeckung und Kollektorgehäuse	36
4.8.2	<i>Negative pressure test of fixings between the cover and the collector box</i>	36

4.8.3	Zugprüfung der Kollektorbefestigung	37
4.8.3	<i>Negative pressure test of the collector</i>	37
4.8.4	Stagnationstemperatur des Kollektors	38
4.8.4	<i>Stagnation temperature of the collector</i>	38
5	Ergebnisse der Endüberprüfung	40
5	<i>Final inspection results</i>	40
6	Zusammenfassender Prüfbericht	41
6	<i>Final summary report</i>	41
7	Prüfvorkommnisse und Betriebsverhalten des Kollektors.....	45
7	<i>Test occurrences and operating behaviour</i>	45
8	Prüfverfahren	46
8	<i>Test method</i>	46

1 Symbole und Einheiten

1 Symbols and units

Symbole <i>Symbols</i>	Einheiten <i>Units</i>	Beschreibung <i>Description</i>
A_A	(m ²)	Absorberfläche des Kollektors <i>Absorber area of the collector</i>
A_a	(m ²)	Aperturfläche des Kollektors <i>Aperture area of the collector</i>
a	((Pa s ²)/kg ²)	Koeffizient zur Berechnung des Druckverlustes <i>Coefficient for calculation of pressure loss</i>
a_1	(W/(m ² K))	Wärmedurchgangskoeffizient <i>Heat loss coefficient</i>
a_2	(W/(m ² K ²))	Temperaturabhängiger Wärmedurchgangskoeffizient <i>Temperature depending heat transfer coefficient</i>
b	(Pa s)/kg)	Koeffizient zur Berechnung des Druckverlustes <i>Coefficient for calculation of pressure loss</i>
C_{eff}	(kJ/K)	Effektive thermische Kapazität des Kollektors <i>Effective thermal capacity of the collector</i>
G^*	(W/m ²)	Globale hemisphärische solare Bestrahlungsstärke <i>Global hemispherical solar irradiance</i>
G_b	(W/m ²)	Direkte solare Bestrahlungsstärke <i>Beam solar irradiance</i>
G_d	(W/m ²)	Diffuse solare Bestrahlungsstärke <i>Diffuse solar irradiance</i>
H	(MJ/(m ² d))	Tagessumme der globalen Einstrahlung <i>Daily sum of the global irradiance</i>
$K_{\theta}(\theta)$	(-)	Einfallswinkel-Korrekturfaktor der globalen hemisphärischen solaren Bestrahlungsstärke <i>Incidence angle modifier of the global hemispherical solar irradiance</i>
$K_{\theta b}(\theta)$	(-)	Einfallswinkel-Korrekturfaktor der direkten solaren Bestrahlungsstärke <i>Incidence angle modifier of the beam solar irradiance</i>
$K_{\theta d}$	(-)	Einfallswinkel-Korrekturfaktor der diffusen solaren Bestrahlungsstärke <i>Incidence angle modifier of the diffuse solar irradiance</i>
\dot{m}	(kg/s)	Massenstrom des Wärmeträgers <i>Mass flow rate of heat transfer fluid</i>
p_{zul}	(bar)	Zulässiger Betriebsdruck <i>Permitted operation pressure</i>
\dot{Q}	(W)	Nutzwärmeleistung des Sonnenkollektors <i>Useful power extracted from the collector</i>
t_a	(°C)	Umgebungslufttemperatur <i>Ambient surrounding air temperature</i>
t_e	(°C)	Kollektoraustrittstemperatur des Wärmeträgers <i>Collector outlet temperature</i>
t_{in}	(°C)	Kollektoreintrittstemperatur des Wärmeträgers <i>Collector inlet temperature</i>
t_m	(°C)	Mittlere Temperatur des Wärmeträgers <i>Mean temperature of the heat transfer fluid</i>
t_{stg}	(°C)	Stagnationstemperatur <i>Stagnation temperature</i>
T_a	(K)	Umgebungslufttemperatur <i>Ambient surrounding temperature</i>

U_m	(m/s)	Mittlere Umgebungsluftgeschwindigkeit <i>Mean ambient wind velocity</i>
Δp	(Pa)	Druckdifferenz zwischen Wärmeträgereintritt und – austritt <i>Pressure difference between fluid inlet and outlet</i>
Δt	(s)	Zeitintervall <i>Time interval</i>
α	(-)	Solarer Absorptionsfaktor <i>Solar absorptance</i>
ε	(-)	Hemisphärische Emission <i>Hemispherical emittance</i>
θ	(°)	Einfallswinkel <i>Angle of incidence</i>
η	(-)	Kollektorwirkungsgrad <i>Collector efficiency</i>
η_0	(-)	Konversionsfaktor <i>Conversion factor</i>

2 Beschreibung des Kollektors

2 *Description of the collector*

Name des Vertreibers: <i>Name of the sales department:</i>	Efthimios G. Spanos SKYLAND-COSMOSOLAR
Name des Herstellers: <i>Name of the manufacturer:</i>	Efthimios G. Spanos SKYLAND-COSMOSOLAR
Handelsname: <i>Trade name:</i>	EPI 54
Kollektortyp: <i>Collector type:</i>	Flachkollektor mit harfenförmig durchströmtem Absorber <i>Flat plate collector. The absorber is flowed through in a harp-shaped direction.</i>
Volumenstrombereich: <i>Volume flow area:</i>	40 l/h - 275 l/h
Betriebsüberdruck: <i>Positive operating pressure:</i>	10 bar
Stagnationstemperatur bei 1000 W/m² und 30 °C Umgebungstemperatur: <i>Stagnation temperature at 1000 W/m² and 30 °C ambient temperature:</i>	184 °C (am TZSB ermittelt) <i>(determined at TZSB)</i>
Maximale Einsatztemperatur: <i>Maximum working temperature:</i>	100 °C
Serienprodukt oder Prototyp: <i>Serial product or prototype:</i>	Serienprodukt <i>Serial product</i>
Seriennummern: <i>Serial numbers:</i>	0801E25G0074, 0801E25G0077
Zeichnungsnummer: <i>Drawing document no.:</i>	ESP08FAS124E (Herstellerangabe) <i>(manufacturer information)</i>
Herstellungsjahr: <i>Year of production:</i>	2008

Maße der Kollektoreinheit <i>Dimensions of the collector unit</i>	
Bruttofläche: <i>Gross area:</i>	2.576 m ² (A _B = 2.017 m x 1.277 m) KT08_04 II
Aperturfläche (Bezugsfläche für die Wirkungsgradermittlung): <i>Aperture area (Relation surface for the efficiency inquiry):</i>	2.260 m ² (A _a = 1.918 m x 1.178 m) KT08_04 II
Absorberfläche: <i>Absorber area:</i>	2.310 m ² (A _A = 1.927 m x 1.199 m) KT08_04 II (Die Abmessungen der Flächen wurden aus dem Mittelwert von jeweils 3 unabhängigen Messungen ermittelt) <i>(The dimensions of the surfaces were determined from the average by 3 independent measurements in each case)</i>
Länge: <i>Length:</i>	2017 mm
Breite: <i>Width:</i>	1277 mm
Höhe: <i>Height:</i>	90 mm
Leergewicht: <i>Weight empty:</i>	56.4 kg
Flüssigkeitsinhalt: <i>Fluid content:</i>	1.7 l

Kollektorabdeckungen <i>Covers of the collector</i>	
Anzahl der Abdeckungen: <i>Number of covers:</i>	1
Werkstoff: <i>Cover material:</i>	Glas <i>glass</i>
Hersteller: <i>Manufacturer:</i>	Tzamotechniki Krhths S.A.
Produktbezeichnung: <i>Brand name:</i>	k.A. <i>n.s.</i>
Dicke: <i>Thickness:</i>	4 mm
Abmessung: <i>Dimension:</i>	1946 mm x 1204 mm
Solarer Durchlassgrad: <i>Solar transmittance:</i>	k.A. <i>n.s.</i>

Absorber	
<i>Absorber</i>	
Anzahl Absorberelemente: <i>Number of absorber elements:</i>	1
Verschaltungsart: <i>Character of connections:</i>	Harfe, Anschlüsse oben und unten <i>Harp, fittings at top and bottom</i>
Bauart: <i>Construction type:</i>	<p>Selektive Beschichtung ist auf der Oberseite des Absorbers aufgebracht. Die Wärmeüberträgerflüssigkeit wird vom Eintritt der Sammlerleitung des Absorbers über harfenförmig angeordnete Steigleitungen zu dem diagonal gegenüberliegenden Austritt der Sammlerleitungen geführt.</p> <p><i>Selective coating is applied on the top side of the absorber. The heat transfer fluid is led by the entry of the header of the absorber through harp-shaped arranged risers to the diagonal opposite exit of the header</i></p>
Material: <i>Material:</i>	Aluminium <i>aluminum</i>
Dicke: <i>Thickness:</i>	0.5 mm
Länge des Absorbers (mm): <i>Length of the absorber (mm):</i>	1927 mm
Breite des Absorbers (mm): <i>Width of the absorber (mm):</i>	1199 mm
Solarer Absorptionsgrad, α: <i>Solar absorptance α:</i>	0.95 (Herstellerangabe) <i>(manufacturer information)</i>
Hemisphärisches Emissionsgrad, ϵ: <i>Hemispherical emittance ϵ:</i>	0.05 ± 0.02 (Herstellerangabe) <i>(manufacturer information)</i>
Durchströmungsform: <i>Flow pattern:</i>	diagonal <i>diagonal</i>
Durchströmtes Element: <i>Flowed element:</i>	Kupferrohr <i>Copper tube</i>
Oberflächenbehandlung: <i>Surface treatment:</i>	Selektive Beschichtung <i>Selective coating</i>
Hersteller der Beschichtung: <i>manufacturer of the coating:</i>	ALANOD
Verbindungstechnik: <i>Connection method</i>	Lasergeschweißt <i>Laser welding</i>
Anzahl der Steigleitungen: <i>Number of risers:</i>	12
Durchmesser oder Maße der Steigleitungen: <i>Riser diameter or dimensions:</i>	8 mm x 0.5 mm
Abstand zwischen den Steigleitungen: <i>Distance between risers:</i>	99 mm
Abmessungen Sammlerrohr: <i>Dimensions of the header:</i>	22 mm x 1 mm
Anzahl Anschlüsse: <i>Number of connections:</i>	4
Ausführung Anschlüsse: <i>Dimension of connections:</i>	Klemmringverschraubung an Cu-Rohr 22 mm <i>Locking ring fitting to copper tube 22 mm</i>
Naht: <i>Joint:</i>	nicht blank <i>not bright</i>

Wärmedämmung und Gehäuse <i>Thermal insulation and casing</i>	
Wärmedämmstoff: <i>Insulating material:</i>	Steinwolle (Rückwand), Glaswolle (Seitenwand) <i>Rockwool (rearpanel), Glasswool (sidewalls)</i>
Dicke der Wärmedämmung: <i>Thickness of the insulating material:</i>	30 mm (Rückwand), 20 mm (Seitenwand) <i>30 mm(rearpanel), 20 mm(sidewalls)</i>
Dichte der Wärmedämmung: <i>Density of the insulating material:</i>	150 kg/m ³ , 30 kg/m ³ (Herstellerangabe) <i>(manufacturer information)</i>
Wärmekapazität der Dämmung: <i>Heat capacity of the insulating material:</i>	k.A. <i>n.s.</i>
Wärmeleitfähigkeit der Dämmung: <i>Thermal conductivity of the insulation:</i>	k.A. <i>n.s.</i>
Gehäusewerkstoff: <i>Casing material:</i>	Aluminium <i>aluminium</i>
Dichtungsmaterial: <i>Sealing material:</i>	EPDM Gummi <i>EPDM rubber</i>
Sonstiges: <i>Misceellaneous:</i>	k.A. <i>n.s.</i>

Wärmeträgermedium <i>Heat transfer medium</i>	
Vom Hersteller empfohlenes Wärmeträgermedium: <i>Recommended heat transfer medium by the manufacturer:</i>	Propylen Glykol – destilliertes Wassergemisch <i>Propylene glycol – distilled water mixture</i>
Alternative Wärmeträgermedien: <i>Alternative heat transfer medium:</i>	Frostschutz-Wassergemisch <i>Anti-freeze protection water mixture</i>
Bei der Prüfung verwendetes Wärmeträgermedium: <i>Used heat transfer medium during the test:</i>	Wasser <i>Water</i>

Kollektorbefestigung bzw. -montage <i>Collector fixation and mounting</i>
Montage auf nachführbaren Prüfstand des TZSB <i>Mounting on solar tracking test bed of TZSB</i>

Grenzdaten	
<i>Limitations</i>	
Maximale Betriebstemperatur: <i>Max. operating temperature:</i>	100 °C
Maximaler Betriebsüberdruck: <i>Max. operation pressure:</i>	10 bar
Maximaler Volumenstrom: <i>Max. flow rate:</i>	275 l/h
Stagnationstemperatur bei 1000 W/m² und 30 °C Umgebungstemperatur: <i>Stagnation temperature at 1000 W/m² and 30 °C ambient temperature:</i>	184 °C (ermittelt am TZSB) <i>(determined at TZSB)</i>
Zulässige Neigungswinkel: <i>Permitted tilt angle:</i>	15° - 70°
Schneelast: <i>Snow load:</i>	56 kg/m ² (Bei einem Neigungswinkel von 45°) <i>(On 45° inclination)</i>
Windlast: <i>Wind load:</i>	1.04 kN/m ²

Zertifizierungen	
<i>Certifications</i>	
k.A.	
n.s.	

Fotografie des Kollektors auf dem nachführbaren Prüfstand

Photo of the collector on the solar tracking test bed



Abb. 1
Figure 1

Schematische Darstellung des Kollektors

Schematic illustration of the collector

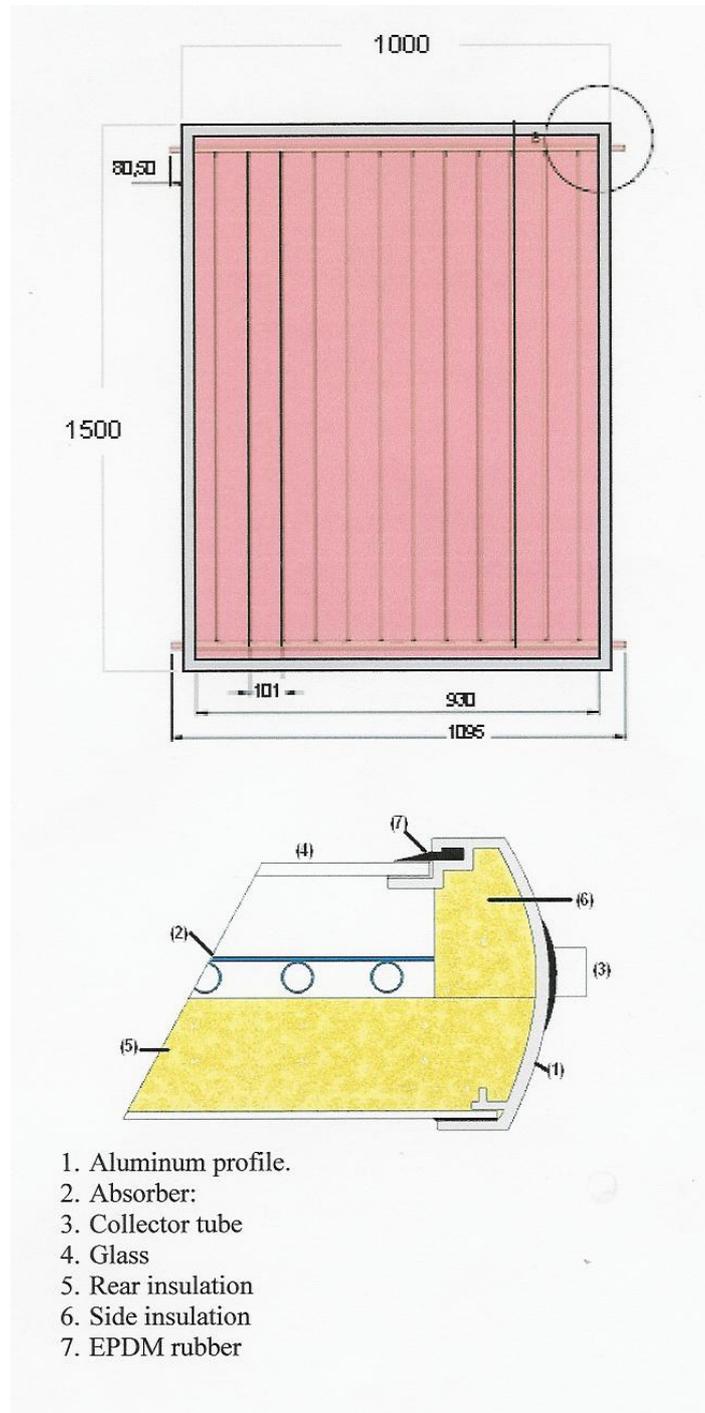


Abb. 2 (baugleicher Typ EPI 20)
Figure 2 (identical in construction, type EPI 20)

Schematische Darstellung des Prüfkreislaufs

Schematic illustration of the test loop

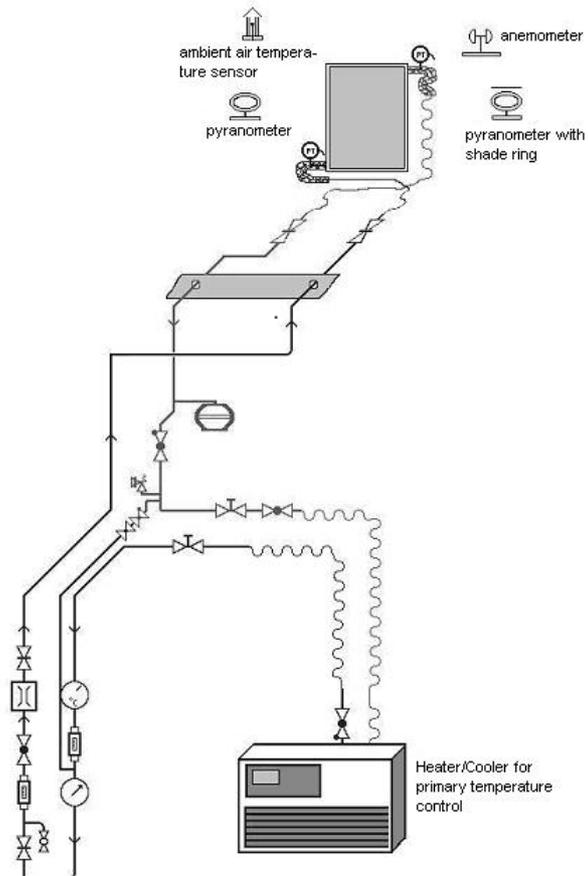


Abb.3
Figure 3

3 Prüfergebnisse

3 Test results

3.1 Prüfung der Wärmeleistung von Flüssigkeitskollektoren nach EN 12975-2

3.1 Test of thermal performance for liquid heating collectors according to EN 12975-2

Prüfverfahren und Randbedingungen der Prüfung

Test methods and boundary conditions of the test

- Im Freien – Verfahren unter stationären Bedingungen

Outdoor – steady state conditions

- Im Freien – quasi-dynamisches Verfahren

Outdoor – quasi-dynamic method

- Im Raum – Verfahren unter stationären Bedingungen

Indoor – steady state conditions

Prüfzeitraum: <i>Time period of the test:</i>	2008-06-05 – 2008-07-01
Prüfstand: <i>Test bed:</i>	Prüfstand 2
Prüfer: <i>Test performed by:</i>	Christian Schorn
Kollektor-Referenznummer: <i>Collector reference number:</i>	KT08_04 II

Randbedingungen während der Prüfung <i>Boundary conditions during the test</i>	
Geographische Breite: <i>Latitude:</i>	49.24 Nord <i>49.24 north</i>
Geographische Länge: <i>Longitude:</i>	6.98 Ost <i>6.98 east</i>
Kollektorazimut: <i>Collector azimuth:</i>	Nachführbarer Prüfstand <i>Solar tracking test bed</i>
Kollektorneigungswinkel: <i>Collector tilt angle:</i>	Nachführbarer Prüfstand <i>Solar tracking test bed</i>

3.2 Leistung je Kollektormodul

3.2 Power output per collector unit

Leistung je Kollektormodul bei verschiedenen solaren Bestrahlungsstärken (W)

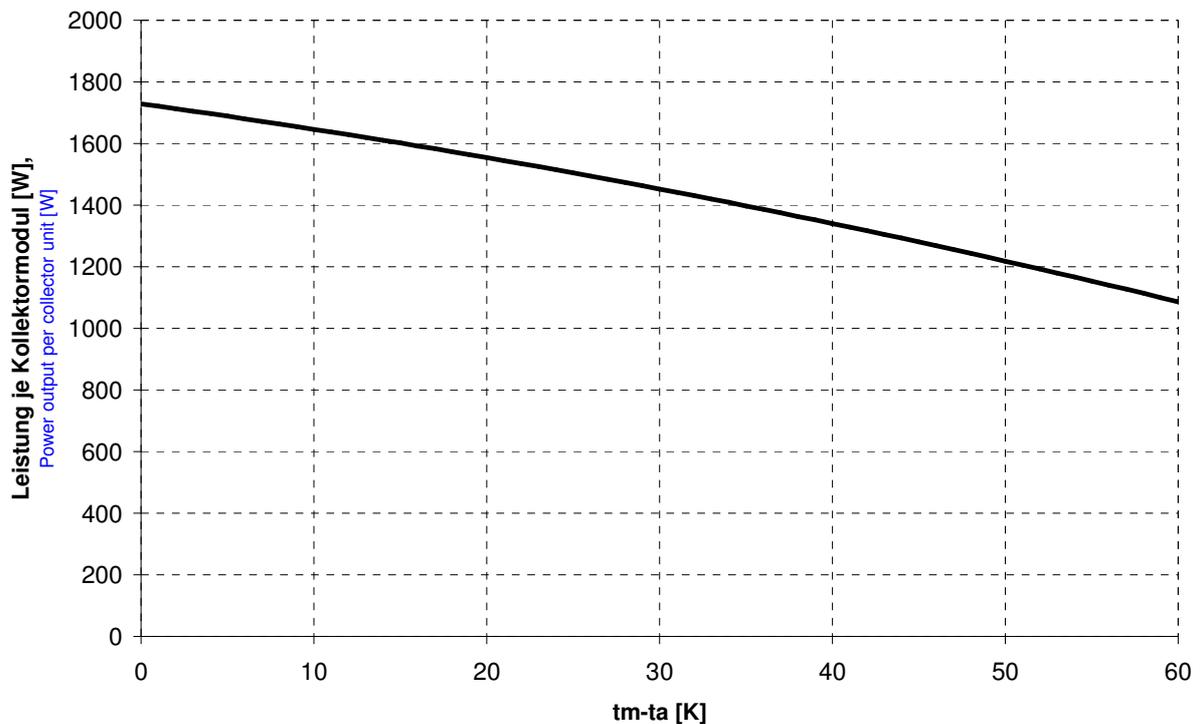
Power output per collector unit at different solar irradiances (W)

T _m - T _a in K	Solare Bestrahlungsstärke / <i>Solar irradiance</i>		
	400 W/m ²	700 W/m ²	1000 W/m ²
0	691	1210	1728
10	609	1128	1646
30	415	934	1452
50	181	700	1218

Anmerkung: Die angegebenen Werte gelten für senkrechten Einfall der direkten solaren Einstrahlung
Note: The reported values are valid for normal incidence of the beam solar irradiance

Leistungskurve des Kollektors bei einer angenommenen solaren Einstrahlung von 1000 W/m²

Power curve of the collector with an assumed solar irradiance of 1000 W/m²



3.3 Kurve des Momentanwirkungsgrades

3.3 *Instantaneous efficiency curve*

Basierend auf der Apertur- oder Absorberfläche und der mittleren Temperatur des Wärmeträgers

Based on aperture or absorber area and mean temperature of heat transfer fluid

Bezugsfläche: <i>Reference area:</i>	Aperturfläche <i>Aperture area</i>	Bezugsfläche: <i>Reference area:</i>	Absorberfläche <i>Absorber area</i>		
A_a (m ²):	2.260	A_A (m ²):	2.310		
$\eta_a = \frac{\dot{Q}}{A_a \cdot G}$ $\eta_a = \eta_{0a} - a_{1a} \cdot \frac{(t_m - t_a)}{G} - a_{2a} \cdot \frac{(t_m - t_a)^2}{G}$		$\eta_A = \frac{\dot{Q}}{A_A \cdot G}$ $\eta_A = \eta_{0A} - a_{1A} \cdot \frac{(t_m - t_a)}{G} - a_{2A} \cdot \frac{(t_m - t_a)^2}{G}$			
Koeffizienten auf Basis der Aperturfläche <i>Coefficient based on aperture area</i>		Koeffizienten auf Basis der Absorberfläche <i>Coefficient based on absorber area</i>			
Standardabweichung <i>Standard deviation</i>		Standardabweichung <i>Standard deviation</i>			
η_{0a}	0.765	0.0010	η_{0A}	0.748	0.0010
a_{1a}	3.4151	0.0802	a_{1A}	3.3412	0.0785
a_{2a}	0.0220	0.0012	a_{2A}	0.0215	0.0012

3.4 Wirkungsgradtabelle für die gemessenen Werte

3.4 Table of the measured values for the collector efficiency

Bezugsfläche: Aperturfläche = 2.260 m² (KT08_04 II)

Reference area: aperture area = 2.260 m²

Messpunkt Nr. <i>Measuring point no.</i>	G (W/m ²)	$\frac{G_d}{G}$ (-)	\dot{m} (kg/h)	t_{in} (°C)	t_e (°C)	Δt (K)	t_m (°C)	t_a (°C)	$t_m - t_a$ (K)	$\frac{t_m - t_a}{G}$ (m ² K/W)	η (-)
1	1018.95	0.12	165.38	22.40	31.60	9.21	27.00	27.81	-0.81	-0.000799	0.7678
2	1017.82	0.11	165.50	22.41	31.60	9.18	27.01	27.66	-0.65	-0.000639	0.7673
3	1004.31	0.10	165.57	22.45	31.51	9.06	26.98	27.00	-0.02	-0.000025	0.7672
4	1013.15	0.12	165.50	22.41	31.55	9.14	26.98	27.74	-0.76	-0.000750	0.7671
5	981.35	0.15	163.21	45.04	53.23	8.20	49.13	33.74	15.39	0.015689	0.7014
6	1011.64	0.14	162.91	45.07	53.54	8.46	49.30	31.79	17.52	0.017315	0.7013
7	970.35	0.14	163.19	45.04	53.12	8.08	49.08	32.82	16.26	0.016755	0.6993
8	977.26	0.13	162.91	45.06	53.16	8.10	49.11	31.72	17.39	0.017801	0.6947
9	955.66	0.16	157.70	59.44	66.90	7.46	63.17	32.44	30.73	0.032159	0.6343
10	963.32	0.17	157.71	59.44	66.94	7.50	63.19	32.34	30.85	0.032027	0.6331
11	950.06	0.16	157.66	59.46	66.85	7.39	63.15	31.94	31.21	0.032855	0.6323
12	960.09	0.15	157.75	59.50	66.93	7.44	63.22	31.20	32.02	0.033349	0.6299
13	985.64	0.17	159.33	88.46	94.04	5.58	91.25	30.06	61.19	0.062083	0.4686
14	990.45	0.17	158.56	88.45	94.02	5.58	91.24	29.34	61.90	0.062495	0.4638
15	968.99	0.17	158.10	88.48	93.91	5.42	91.19	29.14	62.06	0.064044	0.4598
16	967.06	0.17	157.67	88.47	93.86	5.39	91.16	28.85	62.32	0.064437	0.4568

Mittelwerte der zur Bestimmung der Wärmeleistung herangezogenen Messpunkte

Average values of the measuring points used for the determination of the thermal output

Einstrahlung in Aperturebene: <i>Irradiation in aperture plane:</i>	G	=	985 W/m ²
Massenstrom: <i>Mass flow rate:</i>	\dot{m}	=	161.4 kg/h
Windgeschwindigkeit: <i>Wind velocity:</i>	U_m	=	2.28 m/s

3.5 Zeitkonstante des Kollektors

3.5 *Time constant of the collector*

nicht ausgeführt

not performed

3.6 Effektive Wärmekapazität des Kollektors

3.6 *Effective thermal capacity of the collector*

Bestimmung nach EN 12975-2:2006, Abschnitt 6.1.6.2.

Determination according to EN 12975-2:2006, section 6.1.6.2.

Abschätzung aufgrund von Materialdaten

Estimation due to material data

$C_{\text{eff},6162} = 12.47 \text{ kJ/K}$ (effektive thermische Kapazität des Kollektors gefüllt mit Fluid)
(effective thermal capacity of the collector filled with fluid)

Zusatzinformation: Die effektive Kapazität wurde bestimmt mit Stoffwerten von „Wasser“. Für andere Wärmeträger errechnet sich die thermische Kapazität zu:

Additional information: The thermal capacity was determined with the material value of water. For other heat transfer fluid the thermal capacity is calculated as follows:

$C_{\text{eff},6162} = 1.7 \text{ l} * \text{Dichte} * \text{spezifische Wärmekapazität des Fluids} + 5.36 \text{ kJ/K}$
*1.7 l * density * specific heat capacity of the fluid + 5.36 kJ/K*

3.7 Berechnung des Einstrahlwinkel-Korrekturfaktors des Kollektors

3.7 *Determination of the collector incident angle modifier*

Zur Ermittlung der Einstrahlwinkelkorrekturfaktoren werden die η_0 - Werte aus den Messungen bei den Einstrahlwinkeln θ jeweils durch den η_0 - Wert bei senkrechter Einstrahlung (0° , aus Wirkungsgradkurve) dividiert.

The values η , Δt and G have to be inserted with respect to the measurements for the incident angles θ . For the determination of the incident angle modifiers, the η_0 - values from the measurements with the incident angles θ have to be divided in each case by the η_0 - value during normal solar irradiance (0° , from the efficiency curve).

$$K(\theta) = \frac{\eta_0(\theta)}{\eta_0(0^\circ)}$$

Ergebnis der Messungen

Result of the measurements

Einstrahlwinkel <i>Incidence angle</i>	Konversionsfaktor <i>Conversion factor</i>	Korrekturfaktor <i>Correction factor</i>
θ	$\eta_0(\theta)$	$K(\theta)$
0°	0.765	1
50°	0.678	0.887

3.8 Bestimmung des Druckverlustes des Kollektors

3.8 *Determination of the pressure drop of the collector*

nicht ausgeführt
not performed

4 Dauerhaftigkeits- und Zuverlässigkeitsprüfung von Flüssigkeitskollektoren

4 Durability and reliability test of liquid heating collectors

4.1 Feststellung des Kollektors

4.1 Collector identification

Datenblätter <i>Technical data sheets</i>	
---	--

Kennzeichnung <i>Labelling</i>	
Am Kollektor ist ein Typenschild angebracht: <i>The collector carries a label :</i>	<input checked="" type="checkbox"/> ja / <i>yes</i> <input type="checkbox"/> nein / <i>no</i>
Das Typenschild ist gut sichtbar: <i>The label is well visible:</i>	<input checked="" type="checkbox"/> ja / <i>yes</i> <input type="checkbox"/> nein / <i>no</i>
Das Typenschild ist gut haltbar: <i>The label is durable:</i>	<input checked="" type="checkbox"/> ja / <i>yes</i> <input type="checkbox"/> nein / <i>no</i>

Das Typenschild enthält folgende Angaben: <i>The label includes the following details:</i>	
Name des Herstellers: <i>Name of manufacturer:</i>	<input checked="" type="checkbox"/> ja / <i>yes</i> <input type="checkbox"/> nein / <i>no</i>
Kollektortyp: <i>Type:</i>	<input checked="" type="checkbox"/> ja / <i>yes</i> <input type="checkbox"/> nein / <i>no</i>
Seriennummer: <i>Serial number:</i>	<input checked="" type="checkbox"/> ja / <i>yes</i> <input type="checkbox"/> nein / <i>no</i>
Herstellungsjahr: <i>Year of production:</i>	<input checked="" type="checkbox"/> ja / <i>yes</i> <input type="checkbox"/> nein / <i>no</i>
Brutto-Kollektorfläche: <i>Gross area of collector:</i>	<input checked="" type="checkbox"/> ja / <i>yes</i> <input type="checkbox"/> nein / <i>no</i>
Maße des Kollektors: <i>Dimensions of the collector:</i>	<input checked="" type="checkbox"/> ja / <i>yes</i> <input type="checkbox"/> nein / <i>no</i>
Maximaler Betriebsdruck: <i>Max. operation pressure:</i>	<input checked="" type="checkbox"/> ja / <i>yes</i> <input type="checkbox"/> nein / <i>no</i>
Stagnationstemperatur bei 1000 W/m² und 30 °C: <i>Stagnation temperature at 1000 W/m² and 30 °C:</i>	<input checked="" type="checkbox"/> ja / <i>yes</i> <input type="checkbox"/> nein / <i>no</i>
Volumen des Wärmeträgerfluids: <i>Volume of heat transfer fluid:</i>	<input checked="" type="checkbox"/> ja / <i>yes</i> <input type="checkbox"/> nein / <i>no</i>
Leergewicht des Kollektors: <i>Weight of empty collector:</i>	<input checked="" type="checkbox"/> ja / <i>yes</i> <input type="checkbox"/> nein / <i>no</i>
Hergestellt in: <i>Made in:</i>	<input checked="" type="checkbox"/> ja / <i>yes</i> <input type="checkbox"/> nein / <i>no</i>

Installationsanweisung <i>Installation manual</i>	
Dem Sonnenkollektor liegt eine Installationsanweisung bei: <i>An installation manual is added to the collector:</i>	<input checked="" type="checkbox"/> ja / <i>yes</i> <input type="checkbox"/> nein / <i>no</i>

Die Installationsanweisung enthält folgende Angaben: <i>The instalationmanual includes the following details:</i>	
Maße und Gewicht des Kollektors: <i>Dimensions and weight of the collector</i>	<input checked="" type="checkbox"/> ja / <i>yes</i> <input type="checkbox"/> nein / <i>no</i>
Anweisungen für Transport und Handhabung <i>Instructions about the transport and handling of the collector</i>	<input checked="" type="checkbox"/> ja / <i>yes</i> <input type="checkbox"/> nein / <i>no</i>
Beschreibung des Montageverfahrens: <i>Description of the mounting procedure:</i>	<input checked="" type="checkbox"/> ja / <i>yes</i> <input type="checkbox"/> nein / <i>no</i>
Empfehlungen zum Blitzschutz: <i>Recommendations about lightning protection:</i>	<input checked="" type="checkbox"/> ja / <i>yes</i> <input type="checkbox"/> nein / <i>no</i>
Anweisungen für die Verbindung der Kollektoren untereinander und für den Anschluss des Kollektorfeldes an den Wärmeträgerkreislauf sowie Maße von Rohranschlüssen bei Kollektorguppen bis 20 m²: <i>Instructions about the coupling of the collectors to one another and the connection of the collector field to the heat transfer circuit, including dimensions of pipe connections for collector arrays up to 20 m²:</i>	<input checked="" type="checkbox"/> ja / <i>yes</i> <input type="checkbox"/> nein / <i>no</i>
Empfehlungen hinsichtlich der verwendbaren Wärmeträgermedien (auch hinsichtlich Korrosion) sowie Vorsichtsmaßnahmen, die bei Füllen, Betrieb und Wartung zu treffen sind: <i>Recommendations about the heat transfer media which may be used (also with respect to corrosion)and precautions to be taken during filling, operation and service:</i>	<input checked="" type="checkbox"/> ja / <i>yes</i> <input type="checkbox"/> nein / <i>no</i>
Maximaler Betriebsdruck, Druckabfall sowie größter und kleinster Nutzungswinkel <i>Maimal operation pressure, pressure drop and maximal and minimum tilt angle:</i>	<input checked="" type="checkbox"/> ja / <i>yes</i> <input type="checkbox"/> nein / <i>no</i>
Zulässige Wind- und Schneelast: <i>Permissible wind and snow load</i>	<input checked="" type="checkbox"/> ja / <i>yes</i> <input type="checkbox"/> nein / <i>no</i>
Wartungsanforderungen: <i>Maintenance requirements:</i>	<input checked="" type="checkbox"/> ja / <i>yes</i> <input type="checkbox"/> nein / <i>no</i>

4.2 Innendruckprüfung für anorganische Absorber

4.2 *Internal pressure test for inorganic absorbers*

Der Absorber muss einer Druckprüfung unterzogen werden, um abschätzen zu können, inwiefern er den im Betrieb auftretenden Drücken standhalten kann.

The absorber shall be pressure-tested to assess the extent to which it can withstand the pressures which it might meet in service.

Durchführung und Randbedingungen nach EN 12975-2:2006 – Teil 2, Kapitel 5.2

Lead-through and boundary conditions according to EN 12975-2:2006 – part 2, chapter 5.2

Prüfzeitraum: <i>Time period of the test:</i>	2008-05-02	
Prüfstand: <i>Test bed:</i>	Qualitätsprüfstand <i>Quality test bed</i>	
Prüfer: <i>Test performed by:</i>	Christian Schorn	
Kollektor-Referenznummer: <i>Collector reference number:</i>	KT08_04 II	
	Vorgabe nach EN 12975-2 <i>Specification according to EN 12975-2</i>	Prüfbedingung <i>Test condition</i>
Prüfdruck: <i>Test pressure:</i>	1.5 * p _{zul} = 9 bar	12 bar
Umgebungstemperatur: <i>Ambient temperature:</i>	5 °C 30 °C	17.4 °C
Standzeit: <i>Operating life:</i>	mind. 15 Minuten <i>min. 15 minutes</i>	15 min
Wassertemperatur: <i>Water temperature:</i>	—	18.4 °C

Ergebnis der Prüfung:

Test results:

Einzelheiten hinsichtlich beobachteter oder gemessener Undichtheiten, Ausbauchungen oder Verdrehungen sowie Fehler, die nach EN 12975-1:2006, 5.3.1. als „größere“ Fehler bezeichnet werden:

Give details of any observed or measured leakage, swelling or distortion and any of the failures denoting „major failure“, defined in 5.3.1 of EN 12975-1:2006

Keine größeren Fehler

No major failure

4.3 Prüfung der Hochtemperaturbeständigkeit

4.3 High temperature resistance test

Durch diese Prüfung soll schnell beurteilt werden, ob ein Kollektor hohen Bestrahlungsstärken standhalten kann, ohne dass Schäden wie Glasbruch, Bruch der Kunststoffabdeckung Schmelzen des Kunststoffabsorbers oder durch Ausgasen von Kollektormaterial verursachte, nennenswerte Niederschläge auf der Kollektorabdeckung auftreten.

This test is intended to assess rapidly whether a collector can withstand high irradiance levels without failures such as glass breakage, collapse of plastic absorber, or significant deposits on the collector cover from outgassing of collector material.

Durchführung und Randbedingungen nach EN 12975-2:2006, Kapitel 5.3

Lead-trough and boundary conditions according to EN 12975-2:2006, chapter 5.3

Prüfzeitraum: <i>Time period of the test:</i>	2008-05-12	
Prüfstand: <i>Test bed:</i>	Qualitätsprüfstand <i>Quality test bed</i>	
Prüfer: <i>Test performed by:</i>	Thomas Bischoff, Christian Schorn	
Kollektor-Referenznummer: <i>Collector reference number:</i>	KT08_04 II	
	Vorgabe nach EN 12975-2 <i>Specification according to EN 12975-2</i>	Prüfbedingung <i>Test condition</i>
Verfahren zum Aufheizen des Kollektors: <i>Method used to heat the collector:</i>	—	Aussetzen der Sonneneinstrahlung, unbefüllt <i>expose solar irradiation, unfilled</i>
Neigungswinkel des Kollektors (zur Horizontalen): <i>Collector tilt angle (degrees from horizontal):</i>	—	41.6 °
Mittlere Bestrahlungsstärke während der Prüfung: <i>Average irradiance during test:</i>	> 1000 W/m ²	1030 W/m ²
Mittlere Umgebungslufttemperatur: <i>Average surrounding temperature:</i>	20 °C – 40 °C	24.9 °C
Mittlere Windgeschwindigkeit in der Umgebung: <i>Average surrounding air speed:</i>	< 1 m/s	2.6 m/s (Vorgabe nicht erfüllt) <i>2.6 m/s (specification not fulfilled)</i>
Mittlere Absorbertemperatur: <i>Average absorber temperature:</i>	—	183.4 °C
Verfahren zur Bestimmung der Absorbertemperatur: <i>Method used to determine the absorber temperature:</i>	Siehe EN 12975-2:2006, Abschnitt 5.3.2 Prüfeinrichtung und Durchführung <i>See EN 12975-2:2006, part 5.3.2 apparatus and procedure</i>	Montage eines Temperaturfühlers am Absorber <i>Installation of temperature sensor on the absorber</i>
Dauer der Prüfung: <i>Duration of test:</i>	mind. 60 min	60 min

Ergebnis der Prüfung:*Test results:*

Einzelheiten hinsichtlich beobachteter oder gemessener Leistungsminderungen, Verwindungen, Schrumpfung oder Gasbildung sowie Fehler, die nach EN 12975-1:2006, 5.3.1. als „größere“ Fehler bezeichnet werden.

Give details of any observed or measured degradation, distortion, shrinkage or outgassing and any of the failures denoting „major failure“, defined in 5.3.1 of EN 12975-1:2006

Keine größeren Fehler

no major failure

4.4 Expositionsprüfung

4.4 Exposure test

Die Expositionsprüfung stellt ein kostengünstiges Zuverlässigkeitsprüfverfahren dar, das Betriebsbedingungen anzeigt (oder simuliert), die während des tatsächlichen Betriebs auftreten können. Darüber hinaus wird dem Kollektor ermöglicht, sich zu „stabilisieren“, so dass nachfolgende Eignungsprüfungen eher zu reproduzierbaren Ergebnissen führen können. *The exposure test provides a low-cost reliability test sequence, indicating (or simulating) operating conditions which are likely to occur during real service and which also allows the collector to « settle » such that subsequent qualification tests are more likely to give repeatable results.*

Durchführung und Randbedingungen nach EN 12975-2:2006 – Teil 2, Kapitel 5.4

Lead-through and boundary conditions according to EN 12975-2:206 – part 2, chapter 5.4

Prüfzeitraum: <i>Time period of the test:</i>	2008-04-22 - 2008-05-31	
Prüfstand: <i>Test bed:</i>	Qualitätsprüfstand <i>Quality test bed</i>	
Prüfer: <i>Test performed by:</i>	Christian Schorn, Thomas Bischoff	
Kollektor-Referenznummer: <i>Collector reference number:</i>	KT08_04 II	
	Vorgabe nach EN 12975-2 <i>Specification according to EN 12975-2</i>	Prüfbedingung <i>Test condition</i>
Neigungswinkel des Kollektors: <i>Collector tilt angle:</i>		41.6 °
Globale solare Bestrahlungsstärke: <i>Global solar irradiance:</i>	Mind. 30 h mit mind. 850 W/m ² <i>Min. 30 h with min. 850 W/m²</i>	Erfüllt <i>fulfilled</i>
Globale Tageseinstrahlungssumme: <i>Global daily irradiance:</i>	Mind. 30 Tage mit > 14 MJ/m ² <i>Min. 30 days with > 14 MJ/m²</i>	Erfüllt <i>fulfilled</i>
Umgebungslufttemperatur: <i>Sourounding air temperature:</i>	> 10 °C	Erfüllt <i>fulfilled</i>

Übersicht hinsichtlich der klimatischen Bedingungen für die Prüftage entsprechend EN 12975-2, Abschnitt B.5.3
Overview regarding the climatic conditions for the test days according to EN 12975-2, chapter B.5.3

Datum <i>Date</i>	H	t_a	Regen <i>Rain</i>	Datum <i>Date</i>	H	t_a	Regen <i>Rain</i>
	(MJ/m ²)	(°C)	(mm)		(MJ/m ²)	(°C)	(mm)
2008-04-22	6.63	12.14	0.40	2008-05-20	23.85	13.74	0.20
2008-04-23	14.18	12.40	0.90	2008-05-21	14.11	14.75	0.00
2008-04-24	22.49	13.86	0.20	2008-05-22	8.18	14.05	0.00
2008-04-25	19.11	12.29	0.40	2008-05-23	19.82	16.59	0.00
2008-04-26	26.81	13.48	0.00	2008-05-24	6.40	15.50	1.10
2008-04-27	24.30	15.13	0.00	2008-05-25	20.49	19.31	1.80
2008-04-28	5.44	12.76	3.50	2008-05-26	11.40	21.10	0.20
2008-04-29	14.25	11.60	0.30	2008-05-27	10.48	21.35	0.20
2008-04-30	10.65	10.82	0.60	2008-05-28	17.02	22.37	0.10
2008-05-01	17.26	10.33	1.40	2008-05-29	14.87	24.92	0.00
2008-05-02	16.67	12.44	0.70	2008-05-30	19.09	21.22	3.70
2008-05-03	27.52	14.62	0.00	2008-05-31	14.84	19.18	0.00
2008-05-04	25.58	16.14	0.00				
2008-05-05	28.77	15.86	0.00				
2008-05-06	28.36	17.52	0.00				
2008-05-07	28.86	17.75	0.00				
2008-05-08	29.08	17.50	0.00				
2008-05-09	28.46	18.62	0.00				
2008-05-10	29.01	20.24	0.00				
2008-05-11	27.94	19.09	0.00				
2008-05-12	28.72	19.17	0.00				
2008-05-13	25.44	19.78	0.00				
2008-05-14	24.76	19.39	0.30				
2008-05-15	18.24	17.63	0.00				
2008-05-16	23.43	19.25	0.00				
2008-05-17	12.87	16.40	0.70				
2008-05-18	11.71	13.60	3.40				
2008-05-19	9.32	13.07	0.60				
Gesamt:	30	Tage mit H > 14 MJ/m ²					
<i>Total:</i>		<i>Days with H > 14 MJ/m²</i>					

Zeitabschnitte, während derer die Bedingungen für den 30-Stunden-Test erreicht wurden, entsprechend EN 12975-2, Abschnitt B.5.4

Time periods in which the conditions for the 30-hours-test are reached according EN 12975-2, chapter B. 5.4.

Datum <i>Date</i>	Mittlere Bestrahlungs- Stärke G <i>Mean solar irradiance G</i>	Mittlere Umgebungs- Lufttemperatur t_a <i>Mean surrounding air temperature t_a</i>	Zeitabschnitte <i>Time periods</i>
	(W/m ²)	(°C)	(min)
2008-04-26	900.11	18.07	103.27
2008-04-26	873.87	19.63	58.88
2008-04-27	858.23	19.70	33.12
2008-05-03	851.13	18.69	111.30
2008-05-03	887.12	20.78	38.13
2008-05-03	937.17	21.41	52.00
2008-05-04	853.99	19.88	36.33
2008-05-04	857.93	20.56	48.33
2008-05-05	850.13	17.46	274.57
2008-05-06	851.18	20.07	212.50
2008-05-06	850.74	22.79	49.00
2008-05-07	850.18	19.96	277.72
2008-05-08	850.53	20.43	281.57
2008-05-09	851.49	21.68	281.63
Gesamt: <i>total:</i>			1858.35

Ergebnis der Überprüfung:

Test results:

Jedes mögliche Problem ist nach folgender Einteilung zu bewerten:

0 - kein Problem

1 - geringes Problem

2 - schweres Problem

* - Überprüfung war nicht möglich

Evaluate each potential problem according to the following scale:

0 - no problem

1 - minor problem

2 - severe problem

** - inspection to establish the conditions was not possible*

Kollektorbauteil: <i>Collector component:</i>	Mögliches Problem <i>Potential problem</i>	Bewertung <i>Evaluation</i>
Kollektorgehäuse/Befestigungsteile <i>Collector box/fasteners</i>	Rissbildung, Verwerfung, Korrosion, eindringendes Regenwasser <i>Cracking/warping/corrosion/rain penetration</i>	0
Montageelemente/Tragwerk <i>Mountings/structure</i>	Festigkeit, Sicherheit <i>Strength/safety</i>	0
Verschlüsse/Dichtungen <i>Seals/gaskets</i>	Rissbildung, Haftung, Elastizität <i>Cracking/adhesion/elasticity</i>	0
Abdeckung/Reflektor <i>Cover/reflector</i>	Rissbildung, Haarrisse, Ausbeulen, Abblättern, Verwerfung, Ausgasung <i>Cracking/crazing/buckling/delamination/warping/outgassing</i>	1
Absorberbeschichtung <i>Absorber coating</i>	Rissbildung, Haarrisse, Blasenbildung <i>Cracking/crazing/blistering</i>	0
Absorberrohre und Kopfstücke <i>Absorber tubes and headers</i>	Verformung, Korrosion, Undichtheit, sich lösende Verbindungen <i>Deformation/corrosion/leakage/loss of bonding</i>	0
Absorberbefestigung <i>Absorber mountings</i>	Verformung, Korrosion <i>Deformation/corrosion</i>	0
Wärmedämmung <i>Insulation</i>	Wasseraufnahme, Ausgasen, Schwindung <i>Water retention/outgassing/degradation</i>	0

Bemerkungen zur Bewertung:

Unter bestimmten Temperaturverhältnissen kam es während der Expositionsprüfung zu Kondensationseffekten an der Innenseite der Kollektorabdeckung. Dies geschah hauptsächlich in den Morgenstunden.

Under certain temperature conditions during the exposition test condensation effects were detected at the inner side of the collector cover. This happened mainly in the morning hours.

Es handelt sich um geringe Probleme entsprechend der Kriterien nach EN 12975-1:2006, 5.3.1.
Minor problems according to the criteria in 5.3.1 of EN 12975-1:2006

4.5 Schnelle äußere Temperaturwechselprüfung

4.5 External thermal shock test

Kollektoren können an heißen Sommertagen gelegentlich plötzlichen Regenschauern ausgesetzt sein, was einen starken äußeren Temperaturwechsel hervorruft. Diese Prüfung dient dem Zweck, die Fähigkeit eines Kollektors zu beurteilen, solchen schnellen Temperaturwechseln ohne Schaden standzuhalten.

Collectors may from time to time be exposed to sudden rainstorms on hot sunny days, causing a severe external thermal shock. This test is intended to assess the capability of a collector to withstand such thermal shocks without a failure.

Durchführung und Randbedingungen nach EN 12975-2:2006 - Teil 2, Kapitel 5.5

Lead-trough and boundary conditions according to EN 12975-2:2006 - part 2, chapter 5.5

Prüfzeitraum: <i>Time period of the test:</i>	2008-05-07 - 2008-05-08		
Prüfstand: <i>Test bed:</i>	Qualitätsprüfstand <i>Quality test bed</i>		
Prüfer: <i>Test performed by:</i>	Christian Schorn		
Neigungswinkel des Kollektors (zur Horizontalen): <i>Collector tilt angle (degrees from horizontal):</i>	41.6 °		
Kollektor-Referenznummer: <i>Collector reference number:</i>	KT08_04 II		
	Vorgabe nach EN 12975-2 <i>Specification according to EN 12975-2</i>	Prüfbedingungen Test 1 <i>Test conditions Test 1</i>	Prüfbedingungen Test 2 <i>Test conditions Test 2</i>
Prüfeinrichtung und Durchführung: <i>Apparatus and procedure:</i>	Im Freien oder mit Sonnenstrahlungssimulator <i>Outdoor or with solar irradiance simulator</i>	Im Freien <i>Outdoor</i>	Im Freien <i>Outdoor</i>
Prüfung kombiniert mit: <i>Test combined with:</i>		Expositionsprüfung <i>Exposure test</i>	Expositionsprüfung <i>Exposure test</i>
Mittlere Bestrahlungsstärke während der Prüfung: <i>Average irradiance during test:</i>	----	1045 W/m ²	1023 W/m ²
Mindestbestrahlungsstärke während der Prüfung: <i>Minimum irradiance during test :</i>	> 850 W/m ²	1040 W/m ²	1011 W/m ²
Mittlere Umgebungslufttemperatur: <i>Average surrounding temperature:</i>	----	23.1 °C	23.3 °C
Mindestumgebungslufttemperatur: <i>Minimum surrounding air temperature:</i>	> 10 °C	22.7 °C	23.1 °C

Zeitdauer, während der vor dem äußeren Temperaturwechsel die geforderten Betriebsbedingungen eingehalten wurden (min): <i>Period during which the required operation conditions were maintained prior to external thermal shock (min):</i>	60 min	60 min	60 min
--	--------	--------	--------

Massenstrom des Sprühwassers: <i>Flowrate of water spray:</i>	0.03...0.05 kg/(sm ²)	0.045 kg/(sm ²)	0.046 kg/(sm ²)
Temperatur des Sprühwassers: <i>Temperature of water spray:</i>	< 25 °C	12.9 °C	11.7 °C
Sprühdauer: <i>Duration of water spray:</i>	≥ 15 min	15 min	15 min
Verfahren zur Bestimmung der Absorbtemperatur: <i>Method used to determine the absorber temperature:</i>	Siehe EN 12975-2:2006, Abschnitt 5.3.2 Prüfeinrichtung und Durchführung <i>See EN 12975-2:2006, part 5.3.2 apparatus and procedure</i>	Montage eines Temperaturfühlers am Absorber <i>Installation of temperature sensor on the absorber</i>	Montage eines Temperaturfühlers am Absorber <i>Installation of temperature sensor on the absorber</i>
Absorbtemperatur unmittelbar vor dem Besprühen: <i>Absorber temperature immediately prior to water spray:</i>	----	184.5 °C	183.8 °C

Ergebnis der Prüfung:
Test results:

In Bezug auf Risse, Verdrehungen, Kondensation, eindringendes Wasser oder Vakuumverlust sowie Fehler, die nach EN 12975-1:2006, 5.3.1. als „größere“ Fehler bezeichnet werden:
Give details of any cracking, distortion, condensation, water penetration or loss of vacuum found and any of the failures denoting „major failure“, defined in 5.3.1 of EN 12975-1:2006

Keine größeren Fehler
no major failure

4.6 Schnelle innere Temperaturwechselprüfung

4.6 Internal thermal shock test

Kollektoren können an heißen Sonnentagen gelegentlich einem plötzlich einströmenden kalten Wärmeträger ausgesetzt sein, wodurch intern eine starke Temperaturänderung hervorgerufen wird; dies kann z. B. der Fall sein, wenn die Anlage nach einer Außerbetriebsetzung wieder in Betrieb genommen wird, während der Kollektor seine Stagnationstemperatur hat. Diese Prüfung dient der Abschätzung der Fähigkeit eines Kollektors, schnellen Temperaturwechseln dieser Art ohne Schaden standzuhalten.

Collectors may from time to time be exposed to a sudden intake of cold heat transfer fluid on hot sunny days, causing a severe internal thermal shock, for example, after a period of shutdown, when the installation is brought back into operation while the collector is at its stagnation temperature. This test is intended to assess the capability of a collector to withstand such thermal shocks without failure.

Durchführung und Randbedingungen nach EN 12975-2:2006 - Teil 2, Kapitel 5.6

Lead-trough and boundary conditions according to EN 12975-2:2006 - part 2, chapter 5.6

Prüfzeitraum: <i>Time period of the test:</i>	2008-05-06		
Prüfstand: <i>Test bed:</i>	Qualitätsprüfstand <i>Quality test bed</i>		
Prüfer: <i>Test performed by:</i>	Christian Schorn		
Neigungswinkel des Kollektors (zur Horizontalen): <i>Collector tilt angle (degrees from horizontal):</i>	41.6 °		
Kollektor-Referenznummer: <i>Collector reference number:</i>	KT08_04 II		
	Vorgabe nach EN 12975-2 <i>Specification according to EN 12975-2</i>	Prüfbedingun gen Test 1 <i>Test conditions Test 1</i>	Prüfbedingun gen Test 2 <i>Test conditions Test 2</i>
Prüfeinrichtung und Durchführung: <i>Apparatus and procedure:</i>	Im Freien oder mit Sonnenstrahlungs-simulator <i>Outdoor or with solar irradiance simulator</i>	Im Freien <i>Outdoor</i>	Im Freien <i>Outdoor</i>
Prüfung kombiniert mit: <i>Test combined with:</i>		Expositionsprüfung <i>Exposure test</i>	Expositionsprüfung <i>Exposure test</i>
Mittlere Bestrahlungsstärke während der Prüfung: <i>Average irradiance during test:</i>	----	1037 W/m ²	983 W/m ²
Mindestbestrahlungsstärke während der Prüfung: <i>Minimum irradiance during test:</i>	> 850 W/m ²	1029 W/m ²	975 W/m ²
Mittlere Umgebungslufttemperatur: <i>Average surrounding temperature:</i>	----	22.7 °C	23.6 °C
Mindestumgebungslufttemperatur: <i>Minimum surrounding air temperature:</i>	> 10 °C	22.6 °C	23.4 °C

Zeitdauer, während der vor dem inneren Temperaturwechsel die geforderten Betriebsbedingungen eingehalten wurden: <i>Period during which the required operation conditions were maintained prior to internal thermal shock (min):</i>	60 min	60 min	60 min
Massenstrom des Sprühwassers: <i>Flowrate of water spray:</i>	> 0.02 kg/sm ²	0.07 kg/sm ²	0.07 kg/sm ²
Temperatur des Sprühwassers: <i>Temperature of water spray:</i>	< 25 °C	11.8 °C	12.9 °C
Sprühdauer: <i>Duration of water spray:</i>	≥ 5 min	5 min	5 min
Verfahren zur Bestimmung der Absorbtemperatur: <i>Method used to determine the absorber temperature:</i>	Siehe EN 12975-2:2006, Abschnitt 5.3.2 Prüfeinrichtung und Durchführung <i>See EN 12975-2:2006, part 5.3.2 apparatus and procedure</i>	Montage eines Temperaturfühlers am Absorber <i>Installation of temperature sensor on the absorber</i>	Montage eines Temperaturfühlers am Absorber <i>Installation of temperature sensor on the absorber</i>
Absorbtemperatur unmittelbar vor dem Besprühen: <i>Absorber temperature immediately prior to water spray:</i>	----	179.3 °C	169 °C

Ergebnis der Prüfung:
Test results:

In Bezug auf Risse, Verdrehungen, Kondensation, eindringendes Wasser oder Vakuumverlust sowie Fehler, die nach EN 12975-1:2006, 5.3.1. als „größere“ Fehler bezeichnet werden:
Give details of any cracking, distortion, condensation, water penetration or loss of vacuum found and any of the failures denoting „major failure“, defined in 5.3.1 of EN 12975-1:2006

Keine größeren Fehler
no major failure

4.7 Prüfung auf eingedrungenes Regenwasser

4.7 Rain penetration test

Mit dieser Prüfung, die nur für abgedeckte Kollektoren gilt, soll beurteilt werden, inwieweit abgedeckte Kollektoren in der Lage sind, das Eindringen von Regenwasser im Wesentlichen zu verhindern. Sie dürfen normalerweise weder frei fallendes Regenwasser noch Schlagregen eindringen lassen. Kollektoren dürfen über Belüftungsöffnungen und Abflussöffnungen verfügen, durch diese dürfen jedoch keine Regenschauer eindringen.

This test is applicable only for glazed collectors and is intended to assess the extent to which glazed collectors are substantially resistant to rain penetration. They shall normally not permit the entry of either free-falling rain or driving rain. Collectors may have any ventilation holes and drain holes, but these shall not permit the entry of drifting rain.

Durchführung und Randbedingungen nach EN 12975-2:2006 – Teil 2, Kapitel 5.7

Lead-through and boundary conditions according to EN 12975-2:2006 – part 2, chapter 5.7

Prüfzeitraum: <i>Time period of the test:</i>	2008-08-27	
Prüfstand: <i>Test bed:</i>	Berechnungsprüfstand <i>Test bed for rain penetration test</i>	
Prüfer: <i>Test performed by:</i>	Thomas Bischoff	
Neigungswinkel des Kollektors (zur Horizontalen): <i>Collector tilt angle (degrees from horizontal):</i>	30°	
Kollektor-Referenznummer: <i>Collector reference number:</i>	KT08_04 II	
	Vorgabe nach EN 12975-2 <i>Specification according to EN 12975-2</i>	Prüfbedingung <i>Test condition</i>
Kollektor montiert auf: <i>Collector mounted on:</i>		Berechnungsprüfstand <i>Test bed for rain penetration test</i>
Zum Warmhalten des Absorbers angewandtes Verfahren: <i>Method used to keep the absorber warm:</i>		Aussetzen der Sonnenstrahlung <i>Exposition to solar irradiance</i>
Absorbertemperatur: <i>Absorber temperature:</i>	> 50 °C	> 50 °C
Massenstrom des Sprühwassers: <i>Water spray flow rate:</i>	≥ 0.05 kg/sm ²	0.114 kg/sm ²
Sprühdauer: <i>Duration of water spray:</i>	4 h	4 h
Wassertemperatur: <i>Water temperature:</i>	< 30 °C	17.7 °C
Mittlere Umgebungslufttemperatur: <i>Average surrounding temperature:</i>	---- °C	22.3 °C
Gesamtdauer der Prüfung: <i>Total test time:</i>	≥4 h	≥4 h

Ergebnis der Prüfung:*Test results:*

Fläche mit sichtbaren Anzeichen kondensierten Wassers (in % der Aperturfläche): 2.26 %
Area with visible sign of water condensation (expressed as % of aperture area): 2.26 %

Kondensation von eingedrungenem Wasser war an der transparenten Abdeckung zu beobachten.
Condensation of incoming water takes place at the glass cover

Keine größeren Fehler
No major failure

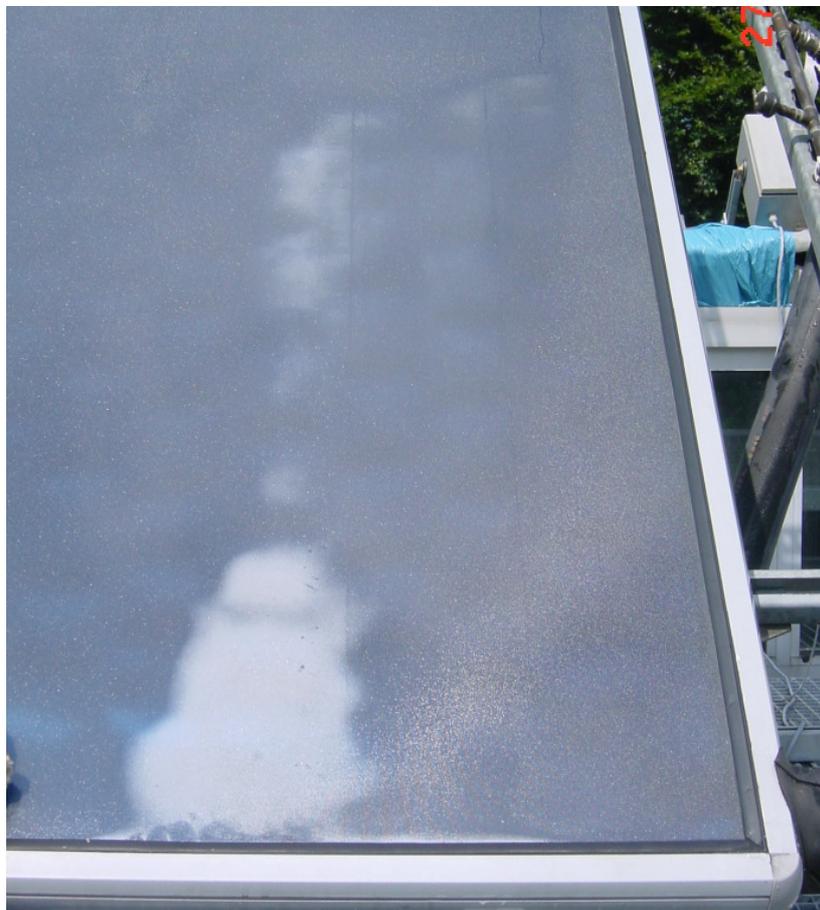
Fotografie der Stellen mit Kondensat nach der 4-stündigen Beregnungsprüfung*Picture of the places with condensate after 4 hours of rain penetration*

Abb. 4
Figure 4

4.8 Mechanische Belastungsprüfungen

4.8 Mechanical load test

4.8.1 Druckprüfung für die Kollektorabdeckung

4.8.1 Positiv pressure test of the collector cover

Diese Prüfung dient der Beurteilung der Belastungsfähigkeit der transparenten Kollektorabdeckung und des Kollektorgehäuses bei Druckbelastung aufgrund von Schnee- und Windlast.

Die Prüfung wird mit Kies durchgeführt. Der Prüfdruck ist in maximalen Schritten von 250 Pa bis zum Versagen oder bis zu dem vom Hersteller empfohlenen Wert zu erhöhen. Der Prüfdruck muss mindestens 1000 Pa betragen.

This test is intended to assess the extent to which the transparent cover of the collector and the collector box are able to resist the positive pressure load due to the effect of wind and snow.

The test is carried out with gravel. The test pressure shall be increased at maximum steps of 250 Pa until a failure occurs or up to the value specified by the manufacturer. The test pressure shall be at least 1000 Pa.

Durchführung und Randbedingungen nach EN 12975-2:2006 – Teil 2, Kapitel 5.9

Lead-through and boundary conditions according to EN 12975-2:2006 – part 2, chapter 5.9

Prüfzeitraum: <i>Time period of the test:</i>	2008-08-28		
Prüfstand: <i>Test bed:</i>	Mechanischer Belastungsprüfstand <i>Mechanical load test bed</i>		
Prüfer: <i>Test performed by:</i>	Thomas Bischoff		
Neigungswinkel des Kollektors (zur Horizontalen): <i>Collector tilt angle (degrees from horizontal):</i>	0°		
Kollektor-Referenznummer: <i>Collector reference number:</i>	KT08_04 II		
	Vorgabe nach EN 12975-2 <i>Specification according to EN 12975-2</i>	Prüfbedingung <i>Test condition</i>	
Maximale Druckbelastung: <i>Max. pressure:</i>	1000 Pa	1000 Pa	
Montage des Kollektors: <i>Mounting of the collector:</i>	----	Horizontal auf Schienen mit Montageelementen des Prüflabors <i>Horizontally on rails with assembly elements of the test lab</i>	

Ergebnis der Prüfung:
Test result:

Angabe von Einzelheiten zu Schäden, die nach der Prüfung an der Kollektorabdeckung aufgetreten sind, und des Wertes der Druckbelastung, durch die der Schaden verursacht wurde sowie sämtliche Fehler, die nach EN 12975-1:2006, 5.3.1. als „größere“ Fehler bezeichnet werden, sind Einzelheiten anzugeben:

Give 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 12975-1:2006

Keine größeren Fehler
no major failure

4.8.2 Zugprüfung der Befestigung zwischen Glasabdeckung und Kollektorgehäuse
4.8.2 Negative pressure test of fixings between the cover and the collector box

Diese Prüfung dient der Beurteilung der Standfestigkeit der Befestigungselemente zwischen Kollektorabdeckung und Kollektorgehäuse bei Zugkräften aufgrund von Windeinwirkung.

Der Prüfdruck ist in maximalen Schritten von 250 Pa bis zum Versagen oder bis zu dem vom Hersteller empfohlenen Wert zu erhöhen. Der Prüfdruck muss mindestens 1000 Pa betragen.

This test is intended to assess the extent to which the fixings between the collector cover and collector box are able to resist uplift forces caused by the wind.

The test pressure shall be increased at maximum steps of 250 Pa until a failure occurs or up to the value specified by the manufacturer. The test pressure shall be at least 1000 Pa.

Durchführung und Randbedingungen nach EN 12975-2:2006 – Teil 2, Kapitel 5.9

Lead-through and boundary conditions according to EN 12975-2:2006 – part 2, chapter 5.9

Prüfzeitraum: <i>Time period of the test:</i>	2008-08-29	
Prüfstand: <i>Test bed:</i>	Mechanischer Belastungsprüfstand <i>Mechanical load test bed</i>	
Prüfer: <i>Test performed by:</i>	Christian Schorn	
Neigungswinkel des Kollektors (zur Horizontalen): <i>Collector tilt angle (degrees from horizontal):</i>	0°	
Kollektor-Referenznummer: <i>Collector reference number:</i>	KT08_04 II	
	Vorgabe nach EN 12975-2 <i>Specification according to EN 12975-2</i>	Prüfbedingung <i>Test condition</i>
Zum Aufbringen der Zugbelastung verwendetes Verfahren: <i>Method used to apply tensile load:</i>	Saugnapfe oder Luftquelle und Druckmessgerät <i>Suction cups or air source and pressure gauge</i>	Saugnapfe <i>Suction cups</i>
Maximale Zugbelastung: <i>Max. tensile load:</i>	1000 Pa	1000 Pa

Montage des Kollektors:*Mounting of the collector:*

Horizontal auf
Schienen mit
Montage-
elementen des
Prüflabors
*Horizontally on
rails with assembly
elements of the
test lab*

Ergebnis der Prüfung:*Test result:*

Angabe von Einzelheiten zu Schäden, die nach der Prüfung an der Kollektorabdeckung oder der Abdeckungsbefestigung aufgetreten sind, und des Wertes der Druckbelastung, die den Schaden verursacht hat sowie sämtlicher Fehler, die nach EN 12975-1:2006, 5.3.1. als „größere“ Fehler bezeichnet werden:

Give details of any damage to the collector cover or fixings 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: 2006

Kein größerer Fehler

*no major failure***4.8.3 Zugprüfung der Kollektorbefestigung****4.8.3 Negative pressure test of the collector**

Diese Prüfung dient der Einschätzung des Standhaltevermögens der Montageklammern, Tragegestelle und Kollektorbefestigungen bei vom Wind verursachten Wölbungskräften.

This test is intended to assess the extent to which the fixings between the collector and collector box are able to resist uplift forces caused by the wind.

Die Prüfung konnte nicht durchgeführt werden, da die Originalbefestigungen des Kollektors nicht mitgeliefert wurden.

This test was not performed, because the original mounting material of the collector was not delivered.

4.8.4 Stagnationstemperatur des Kollektors

4.8.4 Stagnation temperature of the collector

Bestimmung der Stagnationstemperatur nach EN 12975-2:2006 – Teil 2, Anhang C

Determination of the stagnation temperature according to EN 12975-2:2006 – part 2, annex C

Die Stagnationstemperatur t_s für die ausgewählten Werte der solaren Bestrahlungsstärke G_s und der Umgebungstemperatur t_{as} wird durch Extrapolation aus den folgenden, für den stationären Fall gemessenen Werten berechnet:

The stagnation temperature t_s for the selected values of solar irradiance and ambient temperature t_{as} is calculated by extrapolation from measured steady-state values of:

- solare Bestrahlungsstärke G_m (natürlich oder simuliert) in der Kollektorebene;
solar irradiance G_m (natural or simulated) on the collector plane
- Umgebungslufttemperatur t_{am}
surrounding air temperature t_{am}
- Absorbertemperatur t_{sm}
absorber temperature t_{sm}

während der Kollektor unter stationären Bedingungen ohne Wärmeentnahme vom Kollektor (Stagnationsbedingungen) der verfügbaren Sonnenbestrahlungsstärke und Umgebungstemperatur (im Freien oder in einem Sonnenstrahlungssimulator) ausgesetzt ist.

while the collector is exposed to the available solar irradiance and ambient temperature (outdoors or in a solar irradiance simulator) under steady-state conditions without heat extraction from the collector (stagnation conditions).

Der Ausdruck zur Bestimmung der Stagnationstemperatur für die ausgewählten Parameter (G_s und t_{as}) ist:

The expression for determining the stagnation temperature for the selected parameters (G_s und t_{as}) is:

$$t_{stg} = t_{as} + \frac{G_s}{G_m} \cdot (t_{sm} - t_{am})$$

t_{stg} : Stagnationstemperatur (°C)

Stagnation temperature (°C)

t_{as} : Umgebungstemperatur (°C) (nach EN 12975-1:2006, Abschnitt 6, Sicherheit $t_{as}=30^\circ\text{C}$)

Surrounding temperature (acc. to EN 12975-1:2006, chapter 6, safety $t_{as}=30^\circ\text{C}$)

G_s : solare Bestrahlungsstärke (W/m^2) (nach EN 12975-1:2006, Abschnitt 6, Sicherheit $G_s=1000 \text{ W}/\text{m}^2$)

Solar irradiance (W/m^2) (acc. to EN 12975-1:2006, chapter 6, safety, $G_s=1000 \text{ W}/\text{m}^2$)

G_m : gemessene solare Bestrahlungsstärke in der Kollektorebene (W/m^2)

Measured solar irradiance factor in the collector plane (W/m^2)

t_{sm} : gemessene Temperatur im Absorberrohr (°C)

Measured temperature in the absorber tube (°C)

t_{am} : gemessene Umgebungslufttemperatur (°C)

Measured surrounding air temperature (°C)

Er beruht auf der Annäherung, dass der Quotient $(t_{sm} - t_{am})/G_m$ im stationären Fall unter Stagnationsbedingungen konstant bleibt.

It is based on the approximation that the ratio $(t_{sm} - t_{am})/G_m$ remains constant under steady-state collector stagnation conditions.

Diese Näherung ist nur zulässig, wenn der während der Prüfung verwendete Wert der Bestrahlungsstärke (G_m) innerhalb von 10% der Bestrahlungsstärke entspricht, die für Stagnationsbedingungen (G_s) festgelegt wurde.

This approximation is acceptable only if the irradiance level (G_m) used during the test is within 10 % of the irradiance specified for the stagnation conditions (G_s).

Prüfzeitraum: <i>Time period of the test:</i>	2008-05-12	
Prüfstand: <i>Test bed:</i>	Expositionsprüfstand <i>Exposition test bed</i>	
Prüfer: <i>Test performed by:</i>	Thomas Bischoff	
Neigungswinkel des Kollektors (zur Horizontalen): <i>Collector tilt angle (degrees from horizontal):</i>	41.6°	
Kollektor-Referenznummer: <i>Collector reference number:</i>	KT08_04 II	
Mittlere Bestrahlungsstärke G_m <i>Mean irradiance</i> G_m	Mittlere Absorbtemperatur t_{sm} <i>Mean absorber temperature</i> t_{sm}	Mittlere Umgebungstemperatur t_{am} <i>Mean ambient temperature</i> t_{am}
1036 W/m ²	184.5 °C	24.9 °C
Stagnationstemperatur: <i>Stagnation temperature:</i>	184 °C	

5 Ergebnisse der Endüberprüfung

5 Final inspection results

Jedes mögliche Problem ist nach folgender Einteilung zu bewerten:

0 - kein Problem

1 - geringes Problem

2 - schweres Problem

* - Überprüfung war nicht möglich

Evaluate each potential problem according to the following scale:

0 - no problem

1 - minor problem

2 - severe problem

** - inspection to establish the conditions was not possible*

Datum der Abschlussbegutachtung: <i>Date of the final inspection:</i>	2008-09-02	
Prüfer: <i>Test performed by:</i>	Thomas Bischoff	
Kollektor-Referenznummer: <i>Collector reference number:</i>	KT08_04 II	
Kollektorbauteil: <i>Collector component:</i>	Mögliches Problem <i>Potential problem</i>	Bewertung <i>Evaluation</i>
Kollektorgehäuse/Befestigungsteile <i>Collector box/fasteners</i>	Rissbildung, Verwerfung, Korrosion, eindringendes Regenwasser <i>Cracking/warping/corrosion/rain penetration</i>	0
Montageelemente/Tragwerk <i>Mountings/structure</i>	Festigkeit, Sicherheit <i>Strength/safety</i>	0
Verschlüsse/Dichtungen <i>Seals/gaskets</i>	Rissbildung, Haftung, Elastizität <i>Cracking/adhesion/elasticity</i>	0
Abdeckung/Reflektor <i>Cover/reflector</i>	Rissbildung, Haarrisse, Ausbeulen, Abblättern, Verwerfung, Ausgasung <i>Cracking/crazing/buckling/delamination/warping/outgassing</i>	0
Absorberbeschichtung <i>Absorber coating</i>	Rissbildung, Haarrisse, Blasenbildung <i>Cracking/crazing/blistering</i>	0
Absorberrohre und Kopfstücke <i>Absorber tubes and headers</i>	Verformung, Korrosion, Undichtheit, sich lösende Verbindungen <i>Deformation/corrosion/leakage/loss of bonding</i>	0
Absorberbefestigung <i>Absorber mountings</i>	Verformung, Korrosion <i>Deformation/corrosion</i>	0
Wärmedämmung <i>Insulation</i>	Wasseraufnahme, Ausgasen, Schwindung <i>Water retention/outgassing/degradation</i>	0

Bemerkungen zu den geringen Problemen:

Notes to requirements apart from testing

Die weiteren geringen Probleme sind unter den jeweiligen Abschnitten dokumentiert.

More notes concerning the requirements apart from testing are documents in the particular chapters.

6 Zusammenfassender Prüfbericht

6 Final summary report

Kennzeichnung	
<i>Labelling</i>	
Vertreiber: <i>Sales department:</i>	Efthimios G. Spanos SKYLAND-COSMOSOLAR
Hersteller: <i>Manufacturer:</i>	Efthimios G. Spanos SKYLAND-COSMOSOLAR
Handelsname: <i>Brand name:</i>	EPI 54
Kollektortyp: <i>Type of collector:</i>	Flachkollektor mit harfenförmig durchströmtem Absorber <i>Flat plate collector. The absorber is flowed through in a harp-shaped direction.</i>
Herstellnummer: <i>Manufacturer number:</i>	k.A. n.s.
Referenznummer: <i>Reference number:</i>	KT08_04 I, II
Seriennummer: <i>Serial number:</i>	0801E25G0074, 0801E25G0077
Zeichnungsnummer: <i>Drawing document no.:</i>	ESP08FAS124E (Herstellerangabe) <i>(manufacturer information)</i>

Maße der Kollektoreinheit	
<i>Dimensions of collector unit</i>	
Länge: <i>Length:</i>	2017 mm
Breite: <i>Width:</i>	1277 mm
Höhe: <i>Height:</i>	90 mm
Bruttofläche: <i>Gross area:</i>	2.576 m ²
Absorberfläche: <i>Absorber area:</i>	2.310 m ²
Aperturfläche: <i>Aperture area:</i>	2.260 m ²

Allgemeine Spezifikationen	
<i>General specifications</i>	
Leergewicht: <i>Weight empty:</i>	56.4 kg
Wärmeträgerfluid: <i>Heat transfer fluid</i>	Propylen Glykol – destilliertes Wassergemisch <i>Propylene glycol – distilled water mixture</i>
Nennvolumenstrom: <i>Mass flow rate:</i>	175 l/h
Druckabfall: <i>Pressure drop:</i>	k.A. n.s.
Maximaler Betriebsüberdruck: <i>Maximal operating pressure:</i>	10 bar
Stagnationstemperatur bei 1000 W/m² und 30 °C: <i>Stagnation temperature at 1.000 W/m² and 30 °C:</i>	184 °C (am TZSB ermittelt) <i>(determined at TZSB)</i>

Testmethode
Test method

Im Freien unter stationären Bedingungen gemäß DIN EN 12975-1,2: Juni 2006

Outdoor under steady state conditions according to DIN EN 12975-1,2: Juni 2006
Koeffizienten der Wirkungsgradlinie
Coefficients of the efficiency curve
Bezug Aperturfläche:
Relation aperture area:

η_{0a} :	0.756
α_{1a} :	3.4151 W/(m ² K)
α_{2a} :	0.0220 W/(m ² K ²)

Bezug Absorberfläche:
Relation absorber area:

η_{0A} :	0.748
α_{1A} :	3.3412 W/(m ² K)
α_{2A} :	0.0215 W/(m ² K ²)

Spitzenleistung (G=1000 W/m²) je Kollektormodul: 1728 W (W_{peak})

Peak capacity (G=1000 W/m²) per collector unit: 1728 W (W_{peak})
Leistung je Kollektormodul bei verschiedenen solaren Bestrahlungsstärken (W)
Capacity each collector modul with different solar irradiance (W)

$T_m - T_a$ in K	Solare Bestrahlungsstärke <i>Solar irradiance</i>		
	400 W/m ²	700 W/m ²	1000 W/m ²
0	691	1210	1728
10	609	1128	1646
30	415	934	1452
50	181	700	1218

Anmerkung: Die angegebenen Werte gelten für senkrechten Einfall der direkten solaren Einstrahlung

Note: The values are for normal incidence of the beam solar irradiance

Einstrahlwinkel-Korrekturfaktoren:*Incidence angle modifier*

Einstrahlwinkel <i>Incidence angle</i>	Konversionsfaktor <i>Conversion factor</i>	Korrekturfaktor <i>Correction factor</i>
θ	$\eta_0(\theta)$	K (θ)
0°	0.765	1
50°	0.678	0.887

Ergebnisse der Dauerhaftigkeits- und Zuverlässigkeitsprüfung
Results of the durability and reliability test

Hersteller: <i>Manufacturer:</i>	Efthimios G. Spanos SKYLAND-COSMOSOLAR			
Handelsname: <i>Trade name:</i>	EPI 54			
Kollektortyp: <i>Collector type:</i>	Flachkollektor mit harfenförmig durchströmtem Absorber <i>Flat plate collector. The absorber is flowed through in a harp-shaped direction.</i>			
Herstellungsjahr: <i>Year of production:</i>	2008			
Seriennummer: <i>Serial number:</i>	0801E25G0074, 0801E25G0077			
Zeichnungsnummer: <i>Drawing document number:</i>	ESP08FAS124E (Herstellerangabe) <i>(manufacturer information)</i>			
Kollektor-Referenznummer: <i>Collector reference number:</i>	KT08_04 II			
Prüfung <i>Test</i>	Beginn <i>Start</i>	Ende <i>End</i>	Zusammenfassung der Hauptergebnisse <i>Summary of main test results</i>	
Innendruck <i>Internal pressure</i>	2008-05-02	2008-05-02	0	
Hochtemperaturbeständigkeit <i>High-temperature resistance</i>	2008-05-12	2008-05-12	1	
Exposition <i>Exposure</i>	2008-04-22	2008-05-31	1	
Schneller Temperaturwechsel, außen <i>External thermal shock</i>	erster <i>first</i>	2008-05-07	2008-05-07	0
	zweiter <i>second</i>	2008-05-08	2008-05-08	0
Schneller Temperaturwechsel, innen <i>Internal thermal shock</i>	erster <i>first</i>	2008-05-06	2008-05-06	0
	zweiter <i>second</i>	2008-05-06	2008-05-06	0
Eindringender Regen <i>Rain penetration</i>	2008-08-27	2008-08-27	1	
Frostbeständigkeit <i>Freeze resistance</i>	k.A. <i>n.s.</i>		-	
Mechanische Belastung <i>Mechanical load</i>	2008-08-28	2008-08-29	1	
Wärmeleistung <i>Thermal performance</i>	2008-06-08	2008-06-26	0	
Schlagfestigkeit (wahlweise) <i>Impact resistance (optional)</i>	k.A. <i>n.s.</i>		-	
Endüberprüfung <i>Final inspection</i>	2008-09-02	2008-09-02	0	

Bemerkungen:*Remarks:*

Die Zugprüfung der Kollektorbefestigungen wurde nicht durchgeführt.
The negative pressure test of the collector fixings was not performed.

Gesamtergebnis:*Summary result:*

Keine größeren Fehler
No major failure

7 Prüfvorkommnisse und Betriebsverhalten des Kollektors

7 Test occurrences and operating behaviour

Keine
None

8 Prüfverfahren

8 Test method

Anforderungen entsprechend EN 12975 - 1 : Juni 2006 "Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile - Kollektoren - Teil 1: Allgemeine Anforderungen".

Requirements according EN 12975 - 1 : June 2006 : « Thermal solar systems and components - solar collectors - Part 1 : General requirements ».

Prüfung des Kollektors erfolgte im Außentest nach der EN 12975 - 2 : Juni 2006 "Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile - Kollektoren - Teil 2: Prüfverfahren" unter Verwendung des Prüfverfahrens unter stationären Bedingungen.

Als Wärmeträger wurde Wasser verwendet.

The outdoor test of the collector was carried out under steady state conditions according to EN 12975-2 :2006 « Thermal solar systems and components - Solar collectors - Part 2 ; Test methods ».

Water was used as heat transfer fluid.

Datum / Ort der**Probenahme:** 2008-02-01 / Athen (Griechenland)*Date/location of sampling:* 2008-02-01 / Athens (Greece)**Name des Inspektors:** Thomas Bischoff*Name of inspector:***Lieferung des Prüflings:** 2008-04-01*Delivery of the test item:***Beginn der Prüfung:** 2008-04-22*Start of the test:***Ende der Prüfung:** 2008-09-05*End of the test:***Prüfer:***Test engineer:*

Dipl.-Ing. (FH) Thomas Bischoff, Dipl.-Ing. (FH) Christian Schorn

TZSB Saarbrücken, 2008-09-22



Dipl.-Ing. (FH) Danjana Theis

Leiterin des Prüflabors
Head of the test lab


Dipl.-Ing. (FH) Thomas Bischoff

Prüfer
Test engineer

DAP-PL-3450.00



Anerkanntes Prüflaboratorium

Das TZSB in der IZES gGmbH ist vom **DAP Deutsches Akkreditierungssystem Prüfwesen GmbH** gemäß **DIN EN ISO/IEC 17025:2005** für die Prüfung thermischer Solaranlagen und ihrer Einzelkomponenten entsprechend DIN EN 12975 - 1, 2, DIN EN 12976 - 1, 2, DIN V ENV 12977 - 1, 2, 3, AS/NZS 2535.1, AS/NZS 2712 Teil 4 and 6. und ISO 9806 - 1, 2, 3 unter der Registriernummer **DAP-PL-3450.00** akkreditiert. Das TZSB ist anerkannte Prüfstelle des DIN CERTCO.

The TZSB holds the accreditation according to DIN EN ISO/IEC 17025:2005 by DAP GmbH. The scope of the accreditation contains the test for thermal solar systems and its components according to DIN 4757 - 2, DIN EN 12975-1,2, DIN EN 12976-1,2, DIN V ENV 12977-1,2,3, ISO 9806 - 1, 2, 3, AS/NZS 2535.1 and AS/NZS 2712 Section 4 and 6. The accreditation is registered under number DAP-PL-3450.00. The TZSB is an approved testing laboratory of DIN CERTCO.

Unsere Prüfungen sind anerkannt in den Mitgliedsländern der European co-operation for Accreditation (EA) und der International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC):

Our tests are valid in the member countries of European co-operation for Accreditation (EA) and the International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC):

Argentina – Australia – Austria – Belgium – Brazil – Canada – China – Costa Rica – Cuba – Czech Republic – Denmark – Egypt – Finland – France – Germany – Greece – Hongkong – India – Indonesia – Ireland – Israel – Italy – Japan – Republic of Korea – Malaysia – Mexico – Netherlands – New Zealand – Norway – Philippines – Poland – Romania – Singapore – Slovakia – Slovenia – South Africa – Spain – Sweden – Switzerland – Taiwan – Thailand – Turkey – United Kingdom – USA – Vietnam

(Stand 2007-01-01, aktuelle Infos auf www.ilac.org und www.european-accreditation.org)