

**Prüfung der Wärmeleistung
an einem Solarkollektor**
*Test of the thermal performance
of a solar collector*



Prüfbericht Nr.: KT08_03
Test report no.: KT08_03



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: tzb@izes.de, http://www.izes.de/tzb 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 20
Referenznummer des TZSB: <i>TZSB reference number:</i>	KT08_03 I
Prüfverfahren: <i>Test method:</i>	Prüfung der Wärmeleistung nach DIN EN 12975 -1,2 : Juni 2006 "Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile - Kollektoren" <i>Test of thermal performance 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 Kollektor EPI 20 wurde die Prüfung der Wärmeleistung durchgeführt. <i>At the collector series EPI a Solar KEYMARK certification is conducted. At the collector EPI 20 the test of the thermal performance was performed.</i>

Inhalt

Content:

1	Symbole und Einheiten	3
1	<i>Symbols and units</i>	3
2	Beschreibung des Kollektors.....	5
2	<i>Description of the collector</i>	5
3	Prüfergebnisse.....	13
3	<i>Test results</i>	13
3.1	Prüfung der Wärmeleistung von Flüssigkeitskollektoren nach EN 12975-2	13
3.1	<i>Test of thermal performance for liquid heating collectors according to EN 12975-2</i>	13
3.2	Leistung je Kollektormodul	14
3.2	<i>Power output per collector unit</i>	14
3.3	Kurve des Momentanwirkungsgrades.....	15
3.3	<i>Instantaneous efficiency curve</i>	15
3.4	Wirkungsgradtabelle für die gemessenen Werte	16
3.4	<i>Table of the measured values for the collector efficiency</i>	16
3.5	Zeitkonstante des Kollektors	17
3.5	<i>Time constant of the collector</i>	17
3.6	Effektive Wärmekapazität des Kollektors.....	17
3.6	<i>Effective thermal capacity of the collector</i>	17
3.7	Berechnung des Einstrahlwinkel-Korrekturfaktors des Kollektors	18
3.7	<i>Determination of the collector incident angle modifier</i>	18
3.8	Bestimmung des Druckverlustes des Kollektors.....	18
3.8	<i>Determination of the pressure drop of the collector</i>	18
4	Zusammenfassender Prüfbericht.....	19
4	<i>Final summary report</i>	19
5	Prüfvorkommnisse und Betriebsverhalten des Kollektors	22
5	<i>Test occurrences and operating behaviour</i>	22
6	Prüfverfahren.....	23
6	<i>Test method</i>	23

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>
α	((Pa s ²)/kg ²)	Koeffizient zur Berechnung des Druckverlustes <i>Coefficient for calculation of pressure loss</i>
α_1	(W/(m ² K))	Wärmedurchgangskoeffizient <i>Heat loss coefficient</i>
α_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>
$K_{gb}(\theta)$	(-)	Einfallswinkel-Korrekturfaktor der direkten solaren Bestrahlungsstärke <i>Incidence angle modifier of the beam solar irradiance</i>
K_{gd}	(-)	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 20
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>	26 l/h - 150 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>	0801E20G0092
Zeichnungsnummer: <i>Drawing document no.:</i>	ESP01FAS094E (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>	1.546 m ² (A _B = 1.517 m x 1.019 m)
Aperturfläche (Bezugsfläche für die Wirkungsgradermittlung): <i>Aperture area (Relation surface for the efficiency inquiry):</i>	1.303 m ² (A _a = 1.419 m x 0.918 m)
Absorberfläche: <i>Absorber area:</i>	1.333 m ² (A _A = 1.433 m x 0.930 m) (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>	1517 mm
Breite: <i>Width:</i>	1019 mm
Höhe: <i>Height:</i>	90 mm
Leergewicht: <i>Weight empty:</i>	34.44 kg
Flüssigkeitsinhalt: <i>Fluid content:</i>	1.05 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>	1445 mm x 945 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>	1433 mm
Breite des Absorbers (mm): <i>Width of the absorber (mm):</i>	930 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 \pm 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>	Lasergeschweiß <i>Laser welding</i>
Anzahl der Steigleitungen: <i>Number of risers:</i>	9
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

Thermal insulation and casing

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>aluminum</i>
Dichtungsmaterial: <i>Sealing material:</i>	EPDM Gummi <i>EPDM rubber</i>
Sonstiges: <i>Miscellaneous:</i>	k.A. <i>n.s.</i>

Wärmeträgermedium

Heat transfer medium

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

Collector fixation and mounting

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>	150 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

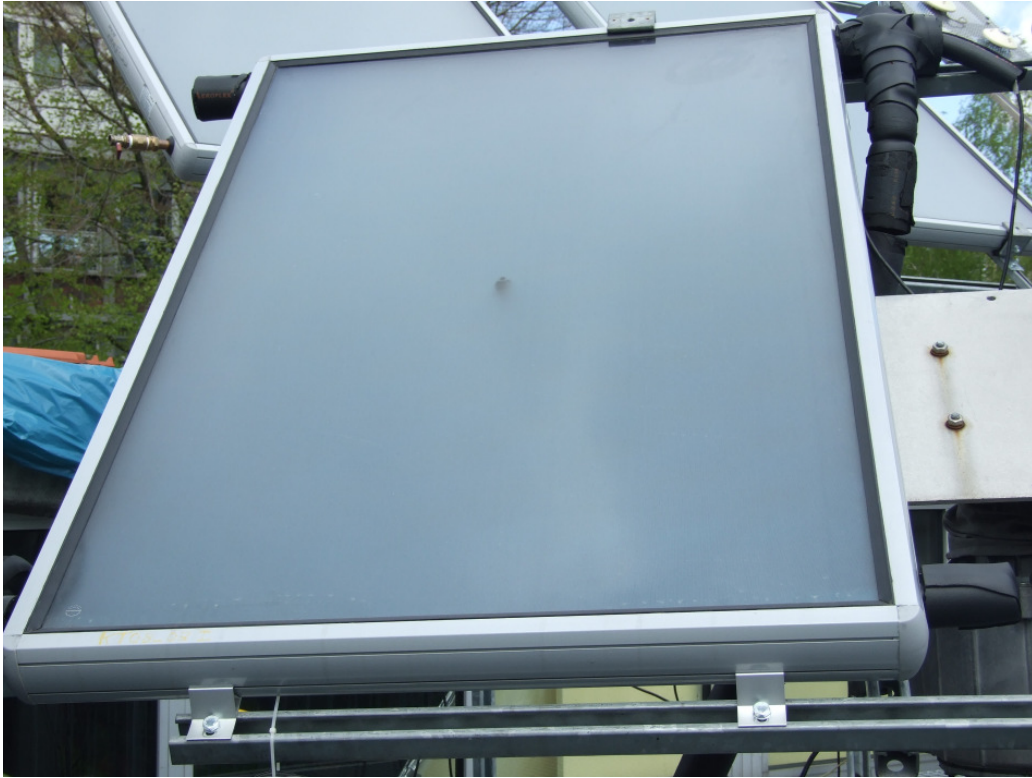


Abb. 1
Figure 1

Schematische Darstellung des Kollektors

Schematic illustration of the collector

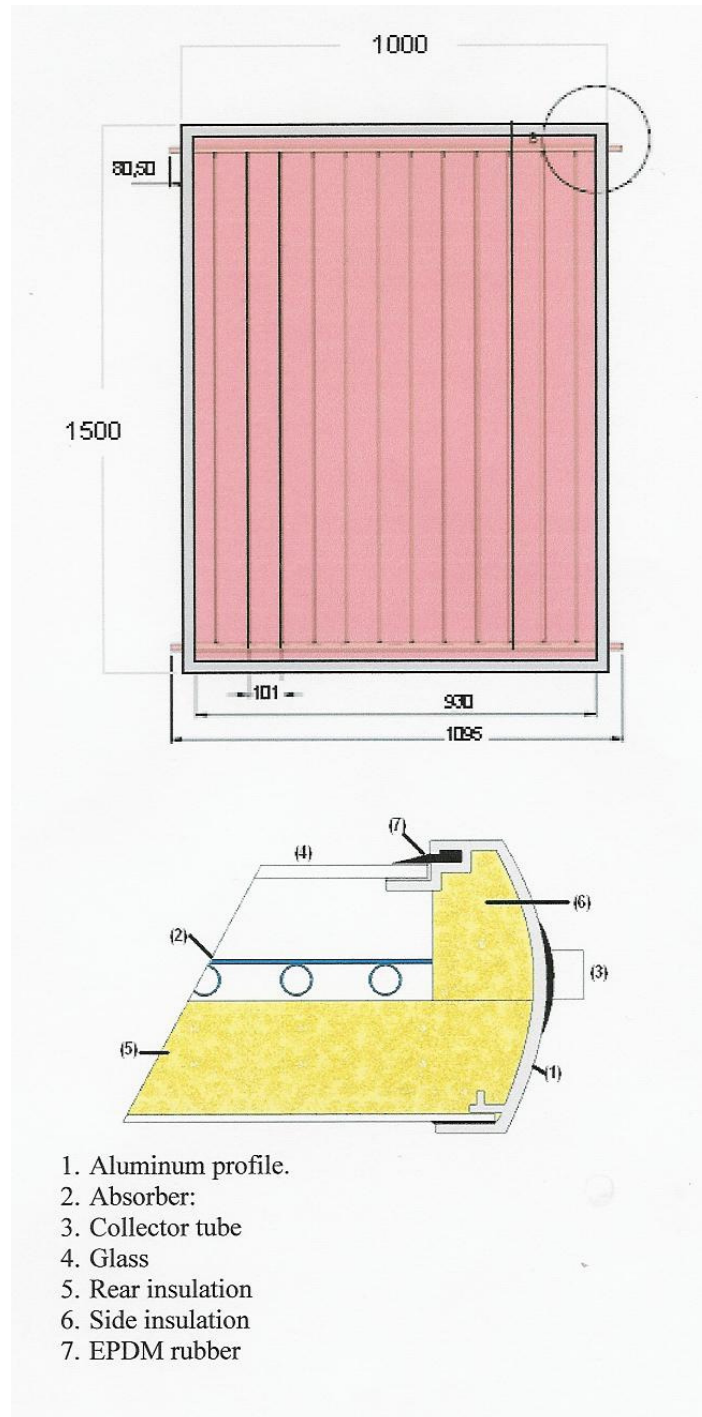


Abb. 2
Figure 2

Schematische Darstellung des Prüfkreislaufs

Schematic illustration of the test loop

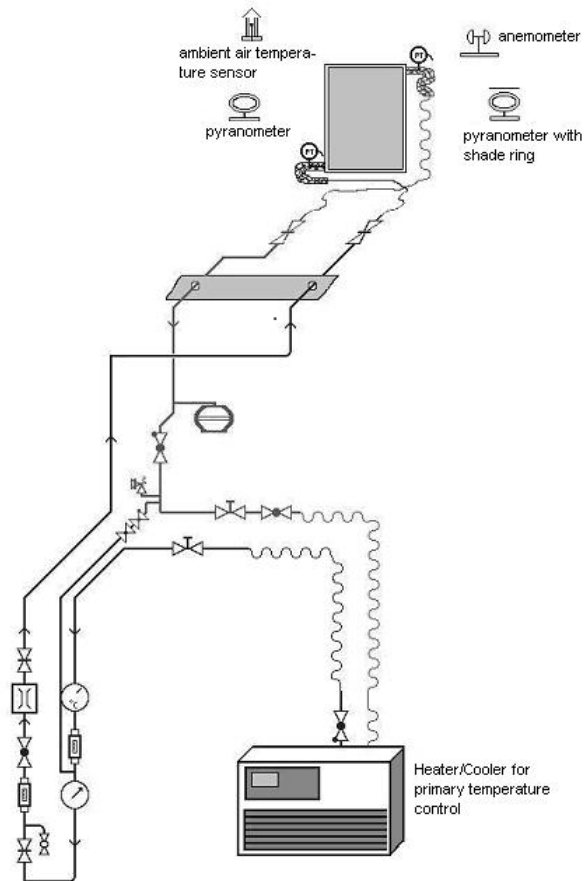


Abb.3
Figure 3

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>	2008-04-26 – 2008-05-09
Prüfstand: <i>Test bed:</i>	Prüfstand 2
Prüfer: <i>Test performed by:</i>	Christian Schorn
Kollektor-Referenznummer: <i>Collector reference number:</i>	KT08_03 I

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)

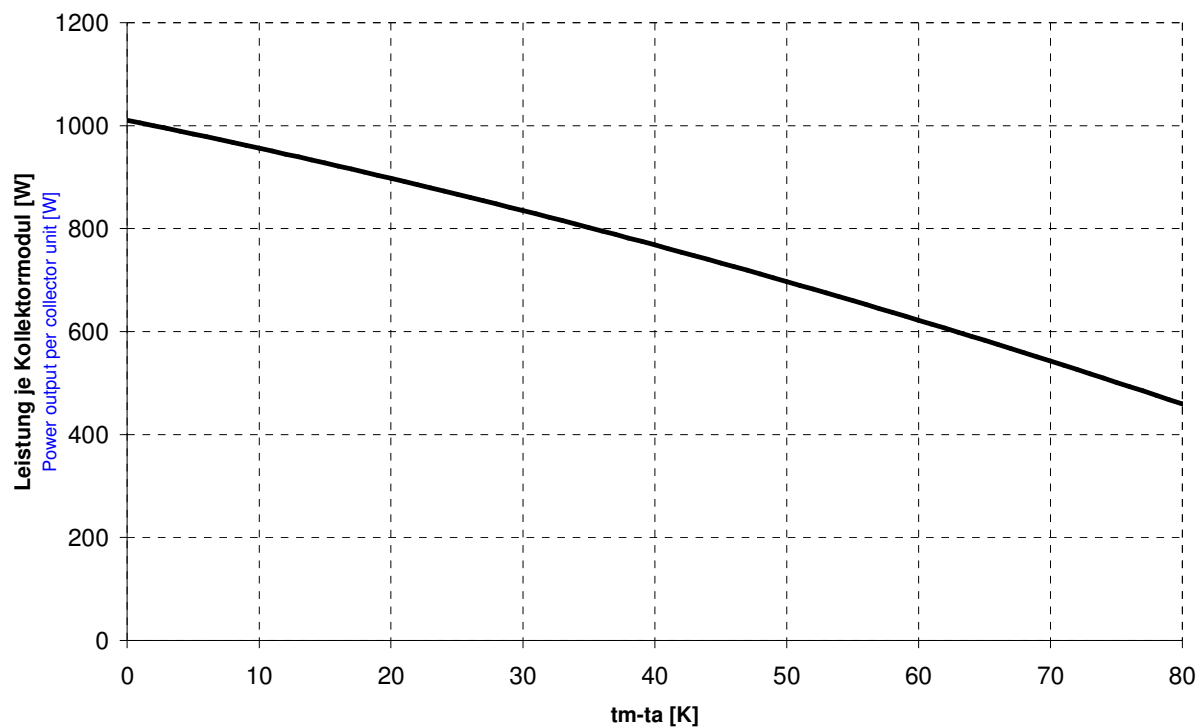
Power output per collector unit at different solar irradiances (W)

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	404	707	1011
10	350	653	956
30	229	532	835
50	91	394	697

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):	1.303	A_A (m ²):	1.333		
$\eta_a = \frac{\dot{Q}}{A_a \cdot G}$ $\eta_a = \eta_{0a} - a_{1a} \cdot \frac{(t_m - t_a)}{G} - a_{2a} \cdot \frac{(t_m - t_a)^2}{G}$		$\eta_A = \frac{\dot{Q}}{A_A \cdot G}$ $\eta_A = \eta_{0A} - a_{1A} \cdot \frac{(t_m - t_a)}{G} - a_{2A} \cdot \frac{(t_m - t_a)^2}{G}$			
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}	0.776	0.0022	η_{0A}	0.758	0.0021
a_{1a}	4.0079	0.1520	a_{1A}	3.9177	0.1485
a_{2a}	0.0160	0.0021	a_{2A}	0.0517	0.0021

3.4 Wirkungsgradtabelle für die gemessenen Werte

3.4 Table of the measured values for the collector efficiency

Bezugsfläche: Aperturfläche = 1.303 m²

Reference area: aperture area = 1.303 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	979.14	0.13	91.58	20.26	29.52	9.26	24.89	23.06	1.82	0.001864	0.7721
2	965.52	0.13	91.60	20.28	29.37	9.10	24.83	22.51	2.32	0.002401	0.7691
3	1011.73	0.16	93.76	19.69	28.97	9.27	24.33	21.70	2.63	0.002599	0.7658
4	1013.96	0.16	93.73	19.73	29.02	9.28	24.37	21.97	2.40	0.002371	0.7650
5	1020.99	0.11	91.76	39.96	48.64	8.68	44.30	25.51	18.79	0.018408	0.6958
6	1033.05	0.11	91.72	39.97	48.71	8.75	44.34	24.88	19.46	0.018836	0.6928
7	1036.81	0.10	91.80	39.85	48.61	8.76	44.23	25.10	19.13	0.018454	0.6919
8	1029.71	0.11	91.75	39.88	48.58	8.70	44.23	25.51	18.72	0.018179	0.6918
9	1038.09	0.11	91.69	39.95	48.70	8.75	44.33	24.89	19.43	0.018717	0.6890
10	1011.40	0.11	94.34	58.85	66.07	7.23	62.46	23.67	38.79	0.038348	0.6026
11	1025.19	0.11	93.81	58.83	66.18	7.35	62.51	23.14	39.37	0.038398	0.6016
12	995.26	0.11	94.44	58.87	65.92	7.05	62.39	23.83	38.57	0.038749	0.5979
13	1023.01	0.10	94.13	58.86	66.13	7.27	62.50	23.13	39.37	0.038480	0.5978
14	1027.47	0.11	93.77	58.82	66.14	7.31	62.48	22.85	39.63	0.038569	0.5966
15	981.40	0.11	94.42	58.86	65.79	6.92	62.32	23.84	38.49	0.039216	0.5957
16	1010.18	0.13	84.75	87.70	93.80	6.10	90.75	26.31	64.44	0.063791	0.4608
17	1021.19	0.12	85.43	87.60	93.61	6.01	90.61	25.66	64.95	0.063605	0.4529
18	1018.39	0.12	87.02	87.28	93.09	5.82	90.19	24.33	65.86	0.064670	0.4477
19	1018.37	0.12	86.11	87.44	93.22	5.78	90.33	24.46	65.87	0.064687	0.4403

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	=	1014 W/m ²
Massenstrom: <i>Mass flow rate:</i>	\dot{m}	=	91.5 kg/h
Windgeschwindigkeit: <i>Wind velocity:</i>	U_m	=	2.51 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

$C_{\text{eff},6162} = 7.912 \text{ kJ/K}$ (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:

$C_{\text{eff},6162} = 1.05 \text{ l} * \text{Dichte} * \text{spezifische Wärmekapazität des Fluids} + 3.521 \text{ kJ/K}$
*1.05 l * density * specific heat capacity of the fluid + 3.521 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°	0.776	1
50°	0.663	0.855

3.8 Bestimmung des Druckverlustes des Kollektors

3.8 *Determination of the pressure drop of the collector*

nicht ausgeführt
not performed

4 Zusammenfassender Prüfbericht

4 Final summary report

Kennzeichnung	
<i>Labelling</i>	
Vertreiber:	Efthimios G. Spanos
<i>Sales department:</i>	SKYLAND-COSMOSOLAR
Hersteller:	Efthimios G. Spanos
<i>Manufacturer:</i>	SKYLAND-COSMOSOLAR
Handelsname:	EPI 20
<i>Brand name:</i>	
Kollektortyp:	Flachkollektor mit harfenförmig durchströmtem Absorber
<i>Type of collector:</i>	<i>Flat plate collector. The absorber is flowed through in a harp-shaped direction.</i>
Herstellnummer:	k.A.
<i>Manufacturer number:</i>	<i>n.s.</i>
Referenznummer:	KT08_03 I
<i>Reference number:</i>	
Seriennummer:	0801E20G0092
<i>Serial number:</i>	
Zeichnungsnummer:	ESP01FAS094E (Herstellerangabe)
<i>Drawing document no.:</i>	<i>(manufacturer information)</i>

Maße der Kollektoreinheit	
<i>Dimensions of collector unit</i>	
Länge:	1517 mm
<i>Length:</i>	
Breite:	1019 mm
<i>Width:</i>	
Höhe:	90 mm
<i>Height:</i>	
Bruttofläche:	1.546 m ²
<i>Gross area:</i>	
Absorberfläche:	1.333 m ²
<i>Absorber area:</i>	
Aperturfläche:	1.303 m ²
<i>Aperture area:</i>	

Allgemeine Spezifikationen	
<i>General specifications</i>	
Leergewicht:	34.4 kg
<i>Weight empty:</i>	
Wärmeträgerfluid:	Propylen Glykol – destilliertes Wassergemisch
<i>Heat transfer fluid</i>	<i>Propylene glycol – distilled water mixture</i>
Nennvolumenstrom:	95 l/h
<i>Mass flow rate:</i>	
Druckabfall:	k.A.
<i>Pressure drop:</i>	<i>n.s.</i>
Maximaler Betriebsüberdruck:	10 bar
<i>Maximal operating pressure:</i>	
Stagnationstemperatur bei 1000 W/m² und 30 °C:	184 °C (ermittelt am TZSB)
<i>Stagnation temperature at 1.000 W/m² and 30 °C:</i>	<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} : 0.776
 α_{1a} : 4.0079 W/(m²K)
 α_{2a} : 0.0160 W/(m²K²)

Bezug Absorberfläche:

Relation absorber area:

η_{0A} : 0.758
 α_{1A} : 3.9177 W/(m²K)
 α_{2A} : 0.0157 W/(m²K²)

Spitzenleistung (G=1000 W/m²) je Kollektormodul: 1011 W (W_{peak})

Peak capacity (G=1000 W/m²) per collector unit: 1011 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	404	707	1011
10	350	653	956
30	229	532	835
50	91	394	697

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	$\eta_0(\theta)$	$K(\theta)$
0°	0.776	1
50°	0.663	0.855

5 Prüfvorkommnisse und Betriebsverhalten des Kollektors

5 *Test occurrences and operating behaviour*

Keine

None

6 Prüfverfahren

6 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: 2008-04-26

Start of the test:

Ende der Prüfung: 2008-09-05

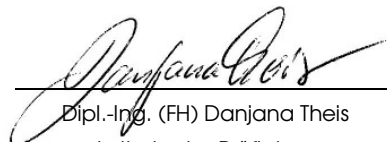
End of the test:

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)