



FORSCHUNGS- UND TESTZENTRUM FÜR
SOLARANLAGEN

Institut für Thermodynamik und Wärmetechnik
Universität Stuttgart

in Kooperation mit



Prüfbericht

Wärmeleistung eines Sonnenkollektors

Test Report
Thermal Performance of a Solar Collector

nach EN 12975-2: 2006

according to EN 12975-2:2006

Prüfbericht-Nr.: 12COL1140OEM01

Test Report No.: 12COL1140OEM01

Stuttgart, den 09.09.2013

Stuttgart, September 9th, 2013

Auftraggeber:

client:

SOLFEX Ltd.

Energy Arena

Units 3-5 Charnley Fold Industrial Estate

Bamber Bridge, Preston, Lancashire

PR5 6PS

Hersteller:

manufacturer:

SOLFEX Ltd.

Typ:

type:

FK500P

Herstelljahr:

year of production:

2013

Inhaltsverzeichnis

Table of Contents

1	Allgemeine Angaben.....	3
	<i>General Specifications</i>	
2	Prüfergebnisse Wärmeleistung	9
	<i>Test Results Thermal Performance</i>	
3	Prüfvorkommnisse und Betriebsverhalten des Kollektors	11
	<i>Test Occurrences and Operating Behaviour</i>	
4	Prüfverfahren	11
	<i>Test Methods</i>	
	Anhang A: Ertragsvorhersage	12
	<i>Annex A: Prediction of the Yearly Energy Gain</i>	
	Anhang B: Darstellung der aufgenommenen Messwerte	14
	<i>Annex B: Measured Data</i>	
	Anhang C: Nomenklatur	15
	<i>Annex C: Symbols and Units</i>	

1 Allgemeine Angaben (gemäß Herstellerangaben) *General Specifications (acc. to manufacturer)*

Hersteller <i>Manufacturer</i>	SOLFEX Ltd. Energy Arena Units 3-5 Charnley Fold Industrial Estate Bamber Bridge, Preston, Lancashire PR5 6PS
Ansprechpartner: <i>contact person:</i>	Stuart Cooper (MD) Tel.: +44 1772 312847 Fax: +44 1772 335277 info@solflex.co.uk
Typ: <i>type:</i>	FK500P <i>FK500P</i>
Herstellernummer: <i>serial no.:</i>	keine Angaben <i>not specified</i>
Interne Kennzeichnung des Prüflabors: <i>internal identification of test laboratory:</i>	C1140A <i>C1140A</i>
Serienprodukt oder Baumuster: <i>serial product or model:</i>	Serienprodukt <i>serial product</i>
Herstelljahr: <i>year of production:</i>	2013 <i>2013</i>

Bezugsflächen <i>Dimensions of collector unit</i>	von Prüflabor bestimmt <i>determined by test laboratory</i>
Bruttofläche: <i>gross area:</i>	2.51 m ² <i>2.51 m²</i>
Aperturfläche: <i>aperture area:</i>	2.34 m ² <i>2.34 m²</i>
Absorberfläche: <i>absorber area:</i>	2.33 m ² <i>2.33 m²</i>

Kollektor/Gehäuse <i>Technical figures</i>	
Bauart: <i>collector type:</i>	Flachkollektor <i>flat plate collector</i>
Länge: <i>length:</i>	2148 mm (von Prüflabor bestimmt) <i>2148 mm (determined by test laboratory)</i>
Breite: <i>width:</i>	1168 mm (von Prüflabor bestimmt) <i>1168 mm (determined by test laboratory)</i>
Höhe: <i>height:</i>	83 mm (von Prüflabor bestimmt) <i>83 mm (determined by test laboratory)</i>
Material: <i>material:</i>	Aluminium <i>aluminium</i>
Gewicht: <i>weight:</i>	35.5 kg <i>35.5 kg</i>
Dichtungsmaterialien: <i>sealing material:</i>	Silikon <i>silicon</i>
Einbauweise: <i>collector mounting:</i>	Aufdach, dachintegriert, Flachdach <i>On roof, in roof, flat roof</i>

Absorber

Absorber

Material:	Aluminiumblech und Kupferregister
<i>material:</i>	<i>aluminium sheet and copper</i>
Verbindung Absorber-Fluidkanäle:	lasergeschweißt
<i>Joint absorber-risers:</i>	<i>laser welded</i>
Dicke:	0.4 mm
<i>thickness:</i>	<i>0.4 mm</i>
Oberflächenbehandlung:	TiNOX, PVD
<i>surface treatment:</i>	<i>TiNOX, PVD</i>
Absorptionsgrad:	0.95
<i>absorptance:</i>	<i>0.95</i>
Emissionsgrad:	0.05
<i>emittance:</i>	<i>0.05</i>
Wärmeträgerinhalt:	1.4 Liter
<i>heat transfer fluid content:</i>	<i>1.4 litres</i>
Durchströmungsform:	Mäander
<i>flow pattern:</i>	<i>meander</i>
Abmessungen Absorberrohre:	8 x 0.4 mm
<i>dimension absorber tubes:</i>	<i>8 x 0.4 mm</i>
Anzahl Absorberrohre:	1
<i>number of absorber tubes:</i>	<i>1</i>
Abstand der Absorberrohre:	96 mm
<i>distance between absorber tubes:</i>	<i>96 mm</i>
Abmessungen Sammlerrohr:	22 x 0.8 mm
<i>dimension of the header:</i>	<i>22 x 0.8 mm</i>
Anzahl Anschlüsse:	4
<i>number of connections:</i>	<i>4</i>
Ausführung Anschlüsse:	Schnellverbinder
<i>realisation of connections:</i>	<i>rapid connection</i>

Transparente Abdeckung

Transparent cover:

Anzahl:	1
<i>number:</i>	<i>1</i>
Material:	ESG Solarglas
<i>material:</i>	<i>ESG solar glass</i>
Hersteller:	Petraglas
<i>manufacturer:</i>	<i>Petraglas</i>
Produktbezeichnung:	Extra light
<i>brand name:</i>	<i>Extra light</i>
Transmissionsgrad:	0.90
<i>transmittance:</i>	<i>0.90</i>
Dicke:	3.2 mm
<i>thickness:</i>	<i>3.2 mm</i>

Wärmedämmung

Thermal insulation:

	Rückseite <i>back side</i>	seitlich <i>sidewards</i>
Material: <i>material:</i>	Mineralwolle <i>mineral wool</i>	- -
Hersteller: <i>manufacturer:</i>	Isover <i>Isover</i>	- -
Produktbezeichnung: <i>Product name:</i>	Ultimate U Solar <i>Ultimate U Solar</i>	- -
Wärmeleitfähigkeit: <i>thermal conductivity:</i>	0.034 W/(mK) <i>0.034 W/(mK)</i>	- -
Wärmekapazität: <i>heat capacity:</i>	1.0 kJ/(kgK) <i>1.0 kJ/(kgK)</i>	- -
Dichte: <i>density:</i>	20 kg/m ³ <i>20 kg/m³</i>	- -
Dicke: <i>thickness:</i>	50 mm <i>50 mm</i>	- -

Grenzdaten

Limitations:

Stillstandstemperatur: <i>stagnation temperature:</i>	158 °C <i>158 °C</i>
max. zul. Betriebsüberdruck: <i>max. operation pressure:</i>	10 bar <i>10 bar</i>
Zulässiger Wärmeträger: <i>allowed heat transfer fluid:</i>	Propylenglykol 40 %, Wasser 60 % <i>propylene glycol 40 %, water 60%</i>
Nenndurchfluss pro Kollektor: <i>nominal flow rate per collector:</i>	Keine Angabe <i>not specified</i>

Feststellung des Kollektors

Collector identification:

Zeichnungssatz: <i>construction characteristics:</i>	<ul style="list-style-type: none">▪ FK8257 N 4M SV 2,5m² FG OEM - Zeichnung Nr. ENG-040386 - Datum: 21.08.2012▪ Rahmen 8257N (O) L1168 - Zeichnung Nr. ENG-035171 - Datum: 19.09.2011▪ Rahmen 8257N (U) L1168 - Zeichnung Nr. ENG-035123 - Datum: 27.06.2012▪ Rahmen OEM N (R+L) L2148 2,5m² - Zeichnung Nr. ENG-040295 - Datum: 04.09.2012▪ Bodenblech Stucco 8257 profil - Zeichnung Nr. ENG-029923 - Datum: 04.07.2011▪ ABS 8257N 4M 0A Alu SV 2, 5m² OEM- Zeichnung Nr. ENG-040390 - Datum: 21.09.2012▪ REG 8257N 4M 0A T96_SV 2, 5m² OEM - Zeichnung Nr. ENG-040900 - Datum: 21.09.2012▪ SL Ø18 L1153 SV OEM ASCH - Zeichnung Nr. ENG-040327 - Datum: 17.08.2012▪ Alu-Blech TE40 1115x2094 - Zeichnung Nr. ENG-041026 - Datum: 03.10.2013▪ Glas Float 2120x1140x3,2 FK8257 - Zeichnung Nr. ENG-035489 - Datum: 14.10.2011
--	---

- *FK8257 N 4M SV 2,5m² FG OEM - drawing no. ENG-040386 - date: 21.09.2012*
- *Rahmen 8257N (O) L1168 - drawing no. ENG-035171 - date: 19.09.2011*
- *Rahmen 8257N (U) L1168 - drawing no. ENG-035123 - date: 27.06.2012*
- *Rahmen OEM N (R+L) L2148 2,5m² - drawing no. ENG-040295 - date: 04.09.2012*
- *Bodenblech Stucco 8257 profil - drawing no. ENG-029923 - date: 04.07.2011*
- *ABS 8257N 4M 0A Alu SV 2, 5m² OEM - drawing no. ENG-040390 - date: 21.09.2012*
- *REG 8257N 4M 0A T96_SV 2, 5m² OEM - drawing no. ENG-040900 - date: 21.09.2012*
- *SL Ø18 L1153 SV OEM ASCH - drawing no. ENG-040327 - date: 17.08.2012*
- *Alu-Blech TE40 1115x2094 - drawing no. ENG-041026 - date: 03.10.2012*
- *float glass 2120x1140x3,2 FK8257 - drawing no. ENG-035489 - date: 14.10.2011*

Datenblätter:
technical data sheets:

- *ITW Datenblatt Kollektor FK 8257 N4M FL SV*
- *Qualitäts-Zertifikat, Solarglas, Element Extralight 3.2 mm, SPF 23.07.2012*
- *TiNOX energy, Produktspezifikation, ohne Ausgabedatum*
- *ISOVER, ULTIMATE U Solar easy roll 2.0 N, Solar insulation, October 2010*
- *ITW data sheet collector FK 8257 N4M FL SV*
- *Qualitäts-Zertifikat, Solar Glass, Element Extralight 3.2 mm, SPF 23.07.2012*
- *TiNOX energy, product specification, no date given*
- *ISOVER, ULTIMATE U Solar easy roll 2.0 N, Solar insulation, October 2010*

Kennzeichnung:
labelling:

Das Typenschild enthält folgende nach EN 12975-1:2006 Kapitel 7.2 geforderten Angaben:
The collector label shows the following according to EN 12975-1:2006 chapter 7.2 required data:

	<i>ja</i> <i>yes</i>	<i>nein</i> <i>no</i>
<i>Name des Herstellers</i> <i>name of manufacturer</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>Kollektortyp</i> <i>collector type</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>Seriennummer</i> <i>serial number</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>Herstellungsjahr</i> <i>year of production</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>Brutto-Kollektorfläche</i> <i>gross area of collector</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>Maße des Kollektors</i> <i>dimensions of collector</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>Maximaler Betriebsdruck</i> <i>maximum operation pressure</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	Stagnationstemperatur bei 1000 W/m ² und 30°C <i>stagnation temperature at 1000 W/m² and 30°C</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Volumen des Wärmeträgermediums <i>volume of heat transfer fluid</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Leergewicht des Kollektors <i>weight of empty collector</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Hergestellt in: <i>made in:</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Das Typenschild lag dem Prüfling als Muster bei und enthält alle nach EN 12975-1:2006 Kapitel 7.2 geforderten Angaben. Gemäß EN 12975-1:2006 Kapitel 7.2 muss es gut sichtbar und haltbar am Kollektor angebracht sein. <i>The collector label was attached as a specimen and it includes all, according to EN 12975-1:2006 chapter 7.2, required information. According to EN 12975-1:2006 chapter 7.2 it shall be fixed visible and durable on the collector frame.</i>		
Installationsanweisung: <i>instructor installation manual :</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ SOLFEX energy systems – FK500 PLANING & INSTALLATION GUIDE – 691100049.0/ version 2013-08 ▪ SOLFEX energy systems – FK500 PLANING & INSTALLTION GUIDE - 691100049.0/ version 2013-08 		
	Die Installationsanweisung enthält folgende nach EN 12975-1:2006 Kapitel 7.3 notwendigen Angaben: <i>The installer instruction manual contains the following according to EN 12975-1:2006 chapter 7.3 required information:</i>		
		ja <i>yes</i>	nein <i>no</i>
	Maße und Gewicht des Kollektors <i>dimensions and weight of the collector</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Anweisung für dessen Transport und Handhabung <i>instructions about the transport and handling of the collector</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Beschreibung des Montageverfahrens <i>description of the mounting procedure</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Empfehlungen für den Blitzschutz <i>recommendations about lightning protection</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Anweisung für die Verbindung der Kollektoren untereinander <i>instructions about the coupling of the collectors to one another</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Anweisungen für den Anschluss des Kollektorfeldes an den Wärmeträgerkreislauf <i>instructions about the connection of the collector field to the heat transfer circuit</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Maße von Rohranschlüssen bei Kollektorgruppen bis 20 m ² <i>dimensions of pipe connections for collector arrays up to 20 m²</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Hinweise hinsichtlich der verwendbaren Wärmeträgermedien <i>recommendations about the heat transfer media</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vorsichtsmaßnahmen die beim Füllen, Betrieb und Wartung zu treffen sind <i>precautions to be taken during filling, operation and service</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
maximaler Betriebsdruck <i>maximum operation pressure</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Druckabfall <i>pressure drop</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
größter und kleinster Neigungswinkel <i>maximum and minimum tilt angle</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
zulässige Wind- und Schneelast <i>permissible wind and snow load</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wartungsanforderungen <i>maintenance requirements</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Gültigkeit*Validity:*Der Prüfbericht ist gültig für den oben
beschriebenen Kollektortyp FK500P.*The test report is valid for collector type
FK500P as specified above.*

2 Prüfergebnisse Wärmeleistung

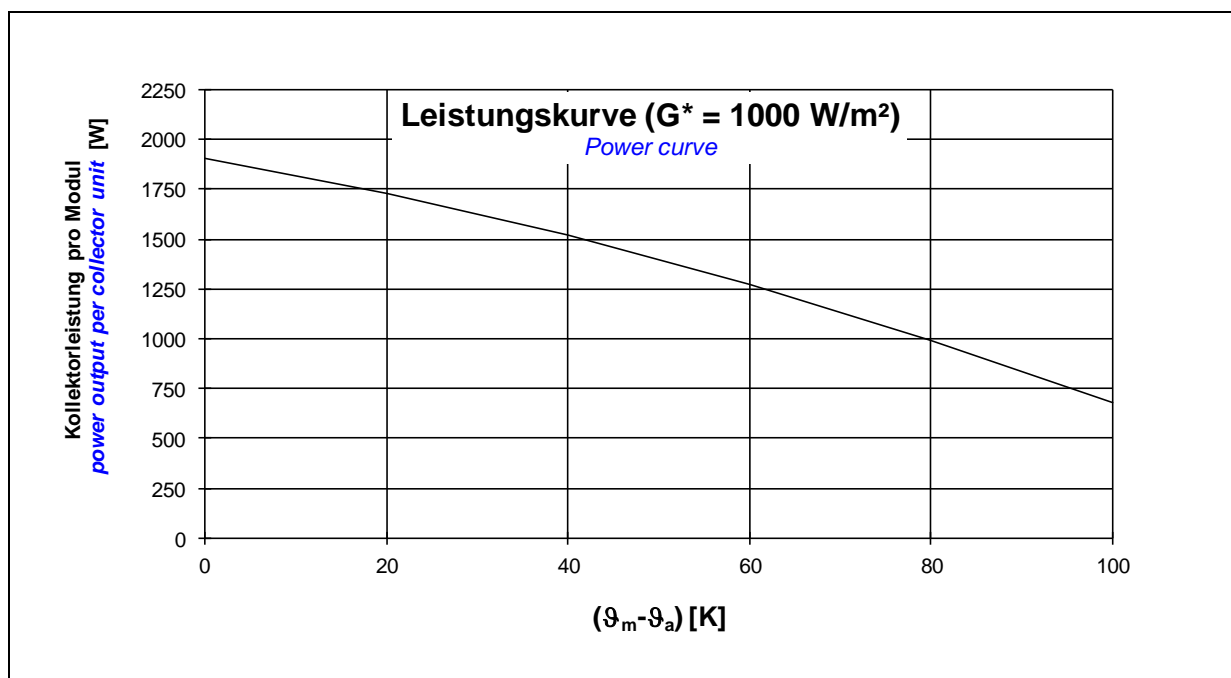
Test Results Thermal Performance

Bestimmung der Kollektorleistung:

Determination of power per collector unit:

$$\dot{Q} = A \cdot G^* \left(\eta_0 - a_1 \frac{(\vartheta_m - \vartheta_a)}{G^*} - a_2 \frac{(\vartheta_m - \vartheta_a)^2}{G^*} \right)$$

Konversionsfaktor η_0 [-] <i>conversion factor</i>	0.815
Wärmedurchgangskoeffizient a_1 [W/(m²K)] <i>heat transfer coefficient</i>	3.454
temperaturabhängiger Wärmedurchgangskoeffizient a_2 [W/(m²K²)] <i>temperature depending heat transfer coefficient</i>	0.018
Einfallswinkel-Korrekturfaktor $K_\theta(50^\circ)$ [-] <i>incidence angle modifier</i>	0.93
flächenbezogene Wärmekapazität c [kJ/(m²K)] <i>area related heat capacity</i>	11.300
Volumenstrom [l/(m²h)] <i>volume flow rate</i>	72
Aperturfläche pro Kollektormodul A [m²] <i>aperture area per collector unit</i>	2.34
Peakleistung [W_{peak}] pro Kollektormodul ($G^* = 1000 \text{ W/m}^2, (\vartheta_m - \vartheta_a) = 0$) <i>peak power [W_{peak}] per collector unit ($G^* = 1000 \text{ W/m}^2, (\vartheta_m - \vartheta_a) = 0$)</i>	1907



Kollektorleistung pro Modul [W]

Power output per collector unit [W]

$\vartheta_m - \vartheta_a$ in [K]	Bestrahlungsstärke / <i>Irradiance</i>		
	400 W/m ²	700 W/m ²	1000 W/m ²
0	763	1335	1907
20	584	1156	1729
40	372	944	1516
60	126	698	1271
80	0 ^{*)}	419	991
100	0 ^{*)}	106	678

Anmerkung: Die angegebenen Werte beziehen sich auf senkrechte Einstrahlung

Note: the reported values are for normal incidence

^{*)} Die Kollektorleistung ist mit Null angegeben, da sich rechnerisch bei diesen Betriebsbedingungen eine negative Kollektorleistung ergibt.

^{*)} *Calculating the power output per collector unit under these operation conditions result in negative values. Therefore the calculated power output is indicated with zero.*

3 **Prüfvorkommnisse und Betriebsverhalten des Kollektors**

Test Occurrences and Operating Behaviour

keine Auffälligkeiten
nothing particular

4 **Prüfverfahren**

Test Methods

Die Bestimmung des Konversionsfaktors und der Wärmedurchgangskoeffizienten erfolgte im Innentest an Kollektor Typ FK500P mit der internen Kennzeichnung C1140 nach der EN 12975-2:2006 "Thermal solar systems and components – Solar Collectors – Part 2: Test methods" unter Verwendung des Prüfverfahrens unter stationären Bedingungen mit einer Kollektorneigung von 45 °.

Die Prüfung zur Bestimmung des Einfallswinkelkorrekturfaktors (IAM) und der effektiven Wärmekapazität wurden an einem in Bezug auf die Prüfungen baugleichen Kollektor durchgeführt. Als Wärmeträger wurde Wasser verwendet.

The determination of the conversion factor and of the heat loss coefficients was carried out at the collector type FK500P with internal identification C1140 under steady state conditions and a collector tilt angle of 45 ° according to EN 12975-2:2006 "Thermal solar systems and components – Solar Collectors – Part 2: Test methods". Measurements for determination of the incident angle modifier and effective thermal capacity were performed at a solar collector identical in construction in respect to the tests carried out. Water was used as heat transfer fluid.

Dieser Prüfbericht darf ohne die schriftliche Zustimmung des ITW nicht **auszugsweise** vervielfältigt werden.

This test report shall not be copied in extracts without a written agreement from ITW.

Eingang Prüfling: 27.02.2013
Arrival of test sample:
Prüfzeitraum: 25.03. – 26.03.2013
Test period:
Prüfer: Dipl.-Ing. M. Herr
Test engineer:

Stuttgart, den 09.09.2013


Dr.-Ing. Harald Drück
Leiter TZS
Head of TZS

Anhang A: Ertragsvorhersage

Annex A: Prediction of the yearly energy gain

Die Vorhersage beruht auf der Berechnung des Jahresenergieertrags des Kollektors in einer Referenzanlage zur Brauchwassererwärmung. Die Anlage ist für einen Vierpersonenhaushalt dimensioniert. Die Berechnung erfolgt für die Aperturflächen 3, 4, 5 und 6 m² sowie Referenz-Wetterdaten von Hannover, Würzburg und Stötten (Ostalb).

The prediction is based on the calculation of the yearly energy gain of the collector in a reference solar hot water system. This system is designed for a four-person-household. The calculation is done for aperture areas of 3, 4, 5 and 6 m² as well as for reference climate data of Hannover, Würzburg and Stötten (Ostalb).

Kollektorkennwerte (Bezug: Aperturfläche)								
<i>collector characteristics (based on aperture area)</i>								
Konversionsfaktor <i>conversion factor</i> $\eta_0 = 0.815$	effektiver Wärmedurchgangskoeffizient <i>heat transfer coefficient</i> $a_1 = 3.454 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ $a_2 = 0.018 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}^2)$				flächenbezogene Wärmekapazität <i>area related heat capacity</i> $c = 11.300 \text{ kJ}/(\text{m}^2\text{K})$			
Einfallswinkel-Korrekturfaktoren <i>incidence angle modifier</i>								
θ	0	20	30	40	50	60	70	90
$K_{\text{ob}}(\theta)$	1	0.99	0.98	0.96	0.93	0.88	0.76	0

Berechnungsergebnisse			
<i>calculation results</i>			
Standort / <i>location</i>	Hannover	Würzburg	Stötten
Einstrahlung [kWh/(m ² a)] <i>radiation</i>	1022	1212	1354
Aperturfläche [m ²] <i>aperture area</i>	Jährlicher Kollektorertrag ¹⁾ [kWh/(m ² a)] <i>yearly energy gain</i>		
3	492	592	644
4	448	537	582
5	409	485	523
6	375	439	470

¹⁾ Ertrag des Kollektors ohne die Wärmeverluste in den Rohrleitungen und des Warmwasserspeichers
energy gain of the collector without heat losses in the tubes and hot water store

Systemdaten ITW Referenzanlage zur Trinkwassererwärmung	
<i>System data of the ITW reference solar hot water system</i>	
Dachausrichtung: <i>roof orientation:</i>	Süd; Anstellwinkel entspricht Breitengrad <i>south; tilt angle equal to latitude</i>
Kollektoranbindung: <i>collector piping:</i>	Je 15 m Vor- und Rücklauf; Nennweite DN 16; Dämmstärke 25 mm, $\lambda = 0,04 \text{ W/(mK)}$ Vor- und Rücklauf befinden sich je zur Hälfte im Innen- und Außenbereich <i>15 m each to store, from store; normal width DN 16; insulation thickness 25 mm, $\lambda = 0,04 \text{ W/(mK)}$, one half of each pipe is located outside, the other half is located inside</i>
Speicher: <i>storage:</i>	Volumen 300 l; Wärmeverlustrate 2,2 W/K; Umgebungstemperatur 15°C Volumen des Bereitschaftsteils 135 l; Solltemperatur 60 °C Schichtungskennzahl 100; effektive vertikale Wärmeleitfähigkeit $2 \lambda_{\text{Wasser}}$ <i>volume 300 l; heat loss rate 2.2 W/K; ambient temperature 15 °C volume auxiliary 135 l; set temperature 60 °C stratification number 100; effective vertical heat conductivity $2 \lambda_{\text{water}}$</i>
Wärmeübertrager: <i>heat exchanger:</i>	eingetauchter Wärmeübertrager, Wärmeübertragungsvermögen $(kA)_{\text{WT}}$ in [W/K]; $(kA)_{\text{WT}} = 9 \cdot A_c \cdot \vartheta_m^{0,6}$ mit A_c : Aperturfläche [m ²] ϑ_m : Mittelwert aus WT-Eintrittstemperatur und lokaler Speichertemperatur [°C] <i>immersed heat exchanger, heat transfer capacity $(kA)_{\text{WT}}$ in [W/K]; $(kA)_{\text{WT}} = 9 \cdot A_c \cdot \vartheta_m^{0,6}$ with A_c: aperture area [m²] ϑ_m: average value of heat exchanger inlet temperature and local storage temperature in [°C]</i>
Warmwasser- verbrauch: <i>hot water consumption:</i>	200 l/Tag (7^{00} : 80 l; 12^{00} : 40 l; 19^{00} : 80 l); Kaltwassertemperatur 10 °C; Warmwassertemperatur 45 °C; Jahresverbrauch 2936 kWh/a <i>200 l/day (7^{00}: 80 l; 12^{00}: 40 l; 19^{00}: 80 l); cold water temperature 10 °C; hot water temperature 45 °C annual consumption: 2936 kWh/a</i>

Anhang B: Darstellung der aufgenommenen Messwerte

Annex B: Measured Data

	G^*	m	ϑ_{in}	ϑ_e	$\vartheta_e - \vartheta_{in}$	ϑ_m	ϑ_a	$\vartheta_m - \vartheta_a$	$(\vartheta_m - \vartheta_a)/G^*$	η
Nr	[W/m ²]	[kg/h]	[°C]	[°C]	[K]	[°C]	[°C]	[K]	[(m ² K)/W]	[-]
1	817.34	167.99	19.36	27.29	7.93	23.32	21.27	2.05	0.0025	0.8089
2	817.48	168.24	19.36	27.26	7.90	23.31	20.98	2.33	0.0029	0.8069
3	817.70	168.38	19.37	27.26	7.88	23.31	20.94	2.38	0.0029	0.8060
4	817.78	163.95	38.72	45.87	7.15	42.30	20.99	21.31	0.0261	0.7112
5	817.76	163.95	38.73	45.89	7.16	42.31	21.02	21.30	0.0260	0.7120
6	818.15	163.96	38.73	45.88	7.15	42.30	21.01	21.29	0.0260	0.7112
7	817.71	180.37	58.13	63.71	5.58	60.92	21.10	39.82	0.0487	0.6110
8	817.88	180.31	58.15	63.73	5.58	60.94	21.10	39.84	0.0487	0.6113
9	817.92	180.51	58.15	63.73	5.58	60.94	21.11	39.83	0.0487	0.6113
10	817.64	169.65	77.43	82.23	4.80	79.83	21.21	58.62	0.0717	0.4961
11	817.49	169.68	77.43	82.23	4.80	79.83	21.18	58.64	0.0717	0.4962
12	817.64	169.69	77.44	82.24	4.81	79.84	21.19	58.66	0.0717	0.4968
13	817.65	169.84	96.75	100.17	3.42	98.46	21.29	77.17	0.0944	0.3555
14	817.74	169.83	96.75	100.18	3.42	98.46	21.31	77.15	0.0943	0.3555
15	817.33	169.72	96.77	100.20	3.43	98.48	21.34	77.14	0.0944	0.3565

Tabelle B.1: Messwerte

Table B.1: Measured values

Anhang C: Nomenklatur

Annex C: Symbols and Units

A	[m ²]	Aperturfläche / <i>aperture area</i>
a	[(mbar h ²)/l ²]	Koeffizient zur Berechnung des Druckverlusts <i>coefficient for calculation of pressure loss</i>
a₁	[W/(m ² K)]	Wärmedurchgangskoeffizient / <i>heat transfer coefficient</i>
a₂	[W/(m ² K ²)]	Temperaturabhängiger Wärmedurchgangskoeffizient <i>temperature depending heat transfer coefficient</i>
b	[(mbar h)/l]	Koeffizient zur Berechnung des Druckverlusts <i>coefficient for calculation of pressure loss</i>
b₀	[-]	Faktor zur Bestimmung des Einfallwinkelkorrekturfaktors der direkten Bestrahlungsstärke / <i>factor to determine the incident angle modifier of the beam irradiance</i>
c	[kJ/(m ² K)]	flächenbezogene Wärmekapazität des Kollektors <i>area based heat capacity of the collector</i>
c₁	[W/(m ² K)]	Wärmedurchgangskoeffizient / <i>heat transfer coefficient</i>
c₂	[W/(m ² K ²)]	temperaturabhängiger Wärmedurchgangskoeffizient <i>temperature depending heat transfer coefficient</i>
c₅	[kJ/(m ² K)]	flächenbezogene Wärmekapazität des Kollektors <i>area based heat capacity of the collector</i>
F'(τα)_{en}	[-]	Konversionsfaktor der direkten Bestrahlungsstärke <i>conversion factor of the beam irradiance</i>
G*	[W/m ²]	hemisphärische Bestrahlungsstärke / <i>hemispherical solar irradiance</i>
G_b	[W/m ²]	direkte Bestrahlungsstärke / <i>beam solar irradiance</i>
G_d	[W/m ²]	diffuse Bestrahlungsstärke / <i>diffuse solar irradiance</i>
K_θ(θ)	[-]	Einfallwinkelkorrekturfaktor der hemisphärischen Bestrahlungsstärke <i>incident angle modifier of the hemispherical solar irradiance</i>
K_{θb}(θ)	[-]	Einfallwinkelkorrekturfaktor der direkten Bestrahlungsstärke <i>incident angle modifier of the beam solar irradiance</i>
K_{θd}	[-]	Einfallwinkelkorrekturfaktor der diffusen Bestrahlungsstärke <i>incident angle modifier of the diffuse solar irradiance</i>
(kA)_{WT}	[W/K]	Wärmeübertragungsvermögen des Solarwärmeübertragers <i>heat transfer capacity of the solar heat exchanger</i>
ṁ	[l/h]	Massenstrom / <i>mass flow rate</i>
Q̇	[W]	Kollektorleistung / <i>power per collector unit</i>
q̇	[W/m ²]	flächenbezogene Kollektorleistung / <i>area based collector power</i>
Δp	[mbar]	Druckverlust / <i>pressure loss</i>
η	[-]	Wirkungsgrad / <i>collector efficiency</i>
η₀	[-]	Konversionsfaktor der hemisphärischen Bestrahlungsstärke <i>conversion factor</i>
λ	[W/(mK)]	Wärmeleitfähigkeit / <i>heat conductivity</i>
ϑ	[°C]	Temperatur / <i>temperature</i>
ϑ_a	[°C]	Umgebungstemperatur / <i>ambient air temperature</i>
ϑ_e	[°C]	Kollektoraustrittstemperatur / <i>collector outlet temperature</i>
ϑ_{in}	[°C]	Kollektoreintrittstemperatur / <i>collector inlet temperature</i>
ϑ_m	[°C]	mittlere Fluidtemperatur / <i>mean fluid temperature</i>
θ	[°]	Einfallswinkel der direkten Bestrahlungsstärke <i>incidence angle of the beam solar irradiance</i>