

Test Report

Prüfbericht

Reliability, safety and thermal performance
of a thermal solar system according to
Zuverlässigkeit, Sicherheit und Wärmeleistung einer thermischen Solaranlage nach
DIN EN 12976-1: 2006; DIN EN 12976-2: 2006

TÜV Report No.: 21220271_EN_Sys

Cologne, 16 January 2012



Publication or transfer of this report to third parties is only permissible in its complete and unabridged form. Publication or dissemination of extracts, appraisals or any other revision and adaptation hereof, in particular for advertising purposes, is only permissible on receipt of prior written agreement by TÜV Rheinland.

The test results presented in this report only refer to the test item.

Veröffentlichung und Weitergabe an Dritte ist nur in vollständiger, ungekürzter Form zulässig. Veröffentlichung oder Verbreitung von Auszügen, Zusammenfassungen, Wertungen oder sonstigen Bearbeitungen und Umgestaltungen, insbesondere zu Werbezwecken, ist nur mit vorheriger schriftlicher Zustimmung der TÜV Rheinland Group zulässig.

Die in diesem Bericht dargestellten Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den Prüfgegenstand.

Report-No.: 21220271_EN Sys

on

Reliability, safety and thermal performance
of a thermal solar system **according to**

Zuverlässigkeit, Sicherheit und Wärmeleistung einer thermischen Solaranlage nach

DIN EN 12976-1: 2006; DIN EN 12976-2: 2006

Client:
KundeTaizhou Free-energy Development Co., Ltd.
Batou Village
318050 Tongyu, Taizhou
China**TÜV Quotation No.:**
Angebotsnummer

435 / 1420120040

TÜV Order No.:
Auftragsnummer

21220271

Order of:
Datum der Beauftragung

16.07.2012

Date of receipt of test item:
Anlieferdatum Prüfmuster

03.07.2012

Commencement of test:
Testbeginn

23.07.2012

TÜV Client No.:
Kundennummer

373407

Examiner:
Prüfer

Dipl.-Ing. S. Schaub (Tel.:+49221806-4553)

Department:
Geschäftsfeld

Solar Energy

No of pages:
Seitenzahl

22

Appendix:
Anhang

20 to 22

List of Contents

Inhaltsverzeichnis

1	Summary of test results Zusammenfassung.....	4
2	Setting of tasks Aufgabenstellung	5
3	Basis of Testing Grundlagen	5
4	Solar system sampling Probenahme	6
5	Description of the test sample Beschreibung des Prüfgegenstandes.....	6
6	Execution and evaluation DIN EN 12976-2:2006.....	11
6.1	Freeze resistance; Frostbeständigkeit.....	11
6.2	Over temperature protection; Übertemperaturschutz.....	11
6.3	Pressure resistance; Druckbeständigkeit.....	12
6.4	Safety equipment Sicherheitsausrüstung	13
6.5	Electrical safety; Elektrische Sicherheit	13
6.6	Reverse flow protection; Rücklaufschutz	13
6.7	Marking; Kennzeichnung.....	14
6.8	Final inspection; Endkontrolle.....	14
6.9	Thermal performance characterisation; Charakterisierung der Wärmeleistung...	15
6.10	Ability of solar-plus-supplementary systems to cover the load; Lasthaltevermögen von Solaranlagen mit Zusatzheizung.....	19
7	General remarks Allgemeine Anmerkungen.....	19

List of Contents – Appendix

Inhaltsverzeichnis - Anhang

Appendix 1:	Over temperature protection	20
Appendix 2:	Photo documentation	21

1 Summary of test results

Zusammenfassung

Reliability, safety and thermal performance
 of a thermal solar system **according to**
 Zuverlässigkeit, Sicherheit und Wärmeleistung einer thermischen Solaranlage nach
 DIN EN 12976-1: 2006; DIN EN 12976-2: 2006

Manufacturer
 Hersteller : Taizhou Free-energy Development Co., Ltd.
 Batou Village
 318050 Tongyu, Taizhou
 China

Brand
 Handelsname : FREE-CSP-300L

System type
 Typ Solar water heater

Basis of testing
 Prüfgrundlage DIN EN 12976-1, -2:2006

Test	Summary of main test results Zusammenfassung der wesentlichen Testergebnisse
Freeze resistance Frostbeständigkeit	No major failure Keine größeren Fehler
Over temperature protection Übertemperaturschutz	No failure acc. to EN 12976-2:2006 Kein Fehler nach EN 12976-2:2006
Pressure resistance Druckbeständigkeit	No major failure Keine größeren Fehler
Safety equipment Sicherheitsausrüstung	No major failure Keine größeren Fehler
Electrical safety Elektrische Sicherheit	No major failure Keine größeren Fehler
Reverse flow protection Rücklaufschutz	No major failure Keine größeren Fehler
Marking Kennzeichnung	No major failure Keine größeren Fehler
Final inspection Endkontrolle des Kollektors	Minor problems geringfügige Fehler
Thermal performance characterisation Charakterisierung der Wärmeleistung	Results see chapter 6.9 Ergebnisse siehe Abschnitt 6.12
Load cover Lasthaltevermögen	Results see chapter 6.10 Ergebnisse siehe Abschnitt 6.12

All above mentioned tests of the DIN EN 12976-2:2006 standard were passed according to its regulations of the pass criteria.

Alle aufgeführten Tests der DIN EN 12976-2:2006 wurden entsprechend der Kriterien bestanden.

Cologne, 16 January 2012

Responsible for system testing

Team manager
Solar Thermal Energy

Dipl.-Ing. S. Schaub

Dipl.-Ing. U. Fritzsche

2 Setting of tasks

Aufgabenstellung

A complete thermal solar system test according to DIN EN 12976-2:2006 on the **Error! Reference source not found.** solar system FREE-CSP-300L with the aim of Solar Keymark certification should be performed.

Es soll eine kompletter solarthermischer Systemtest des solarthermischen Systems vom Typ FREE-CSP-300L der Firma Taizhou Free-energy Development Co., Ltd. mit dem Ziel der Solar Keymark Zertifizierung entsprechend der DIN EN 12976-2:2006 durchgeführt werden.

3 Basis of Testing

Grundlagen

DIN EN 12976-1:2006 „Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile- Vorgefertigte Anlagen- Teil 1: Allgemeine Anforderungen“

DIN EN 12976-2:2006 „Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile- Vorgefertigte Anlagen- Teil 2: Prüfverfahren“

DIN EN 12975-1:2006 + A1:2011 „Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile- Kollektoren- Teil 1: Allgemeine Anforderungen“

DIN EN 12975-2:2006 „Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile- Kollektoren- Teil 2: Prüfverfahren“

Solar Keymark – Specific Scheme Rules Final Version 11.02 September 2009: “Specific CEN Keymark Scheme Rules for Solar Thermal Products”

ISO 9459-5:2007 “Solar heating – Domestic water heating systems – Part 5: System performance characterisation by means of whole-system tests and computer simulation”

4 Solar system sampling

Probenahme

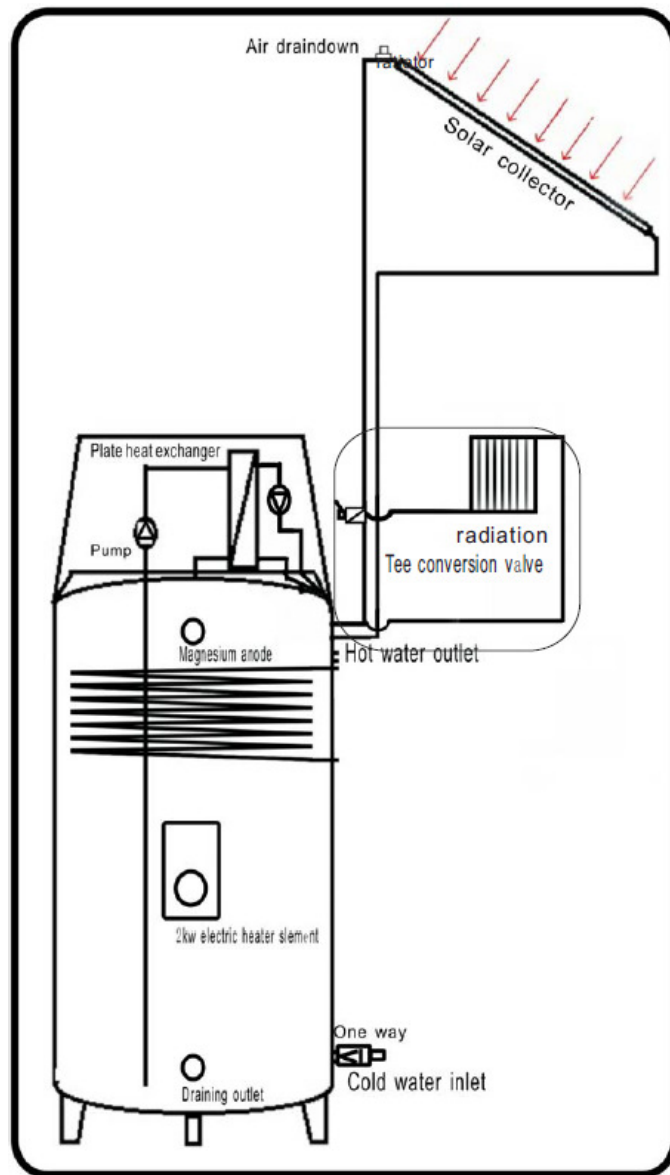
Prototype samples Prototyp	☐
Samples from pilot production Pilotfertigung	☐
Samples from serial production Serienprodukt	☒
Test sample picking acc. to Solar Keymark scheme rules Probenahme entsprechend Solar Keymark Regeln	☒

5 Description of the test sample

Beschreibung des Prüfgegenstandes

Manufacturer Hersteller	Taizhou Free-energy Development Co., Ltd.
Brand name Vertriebsbezeichnung	FREE ENERGY
System type Systemtyp	FREE-CSP-300L
Category Kategorie	forced system with supplementary heater
Date of manufacturing Herstellungsdatum	2012
Serial number Seriennummer	Store: CSP12-05-007 Coll.: J12-05-034 J12-05-025
Sketch number Zeichnungs-Nummer	FREE-CP-300L-02-02; FREE-CP-300L-02-03; FREE-CP-300L-01; FREE-CP300L-XH; FREE-CP300L-PJ-01; FREE-CP300L-PJ-02; FREE-CP300L-PJ-03; FREE-CP300L-PJ-04; FREE-J-58/18-01; FREE-J-58/18-FGB-02; FREE-J-58/18-LD-03; FREE-J-58/18-W-04; FREE-J-58/18-WK2-05; FREE-J-58/18-WK1-06; FREE-J-58/18-ZJ/B-07; FREE-J-58/18-ZJ/B08;

5.1.1 Description of the system Beschreibung des Systemes



The tested system consists of a vertical tank with indirect heat transmission via heat exchanger and two vacuum tube collector with vertical tubes. The solar pump station with controller is integrated in the store assembly group. Furthermore an electrical supplementary heater and a radiator for overheat protection in the solar circuit are configuration components.

Das getestete System besteht aus einem vertikalen Speicher mit indirekter Wärmeübertragung über einen Plattenwärmetauscher und zwei Röhrenkollektoren mit vertikalen ausgerichteten Röhren. Solare Pumpstation und Reger sind Bestandteile der Speicherbaugruppe. Des Weiteren sind eine elektrische Zusatzheizung und ein Radiator zum Übertemperaturschutz im Kollektorkreis

5.1.2 Collector

Kollektor

Type Typ	Free-J-58/1800-18 Evacuated tube typ Vacuum Röhren Kollektor
Number of collectors Kollektoranzahl	2
Gross dimension l x w x t [mm] Bruttofläche l x b x h [mm]	1990 x 1562 x 125 ^③
Gross/ Aperture/ Absorber area [m²] Brutto-/ Apertur-/ Absorberfläche	3.12 / 2.09 / 1.47 ^③
Weight empty [kg] Gewicht	60 ^③
Fluid content [l] Flüssigkeitsinhalt	1.16 ^③
Solar Keymark	011-7S557 R

5.1.3 Store

Speicher

Type Typ	300L
Construction type Bauart	stainless steel tank (vertical) ^② rostfreier Stahltank (vertikal)
Length/ diameter [mm] Länge/ Durchmesser	1840/650 ^③
Volume [l] Inhalt	300 ^③
Max. operation pressure collector loop / domestic water store [kPa] Max. Betriebsdruck Kollektorkreis / Brauchwasserspeicher	600 / 600 ^③
Max. operation temperature [°C] Max. Betriebstemperatur	95 ^③
Insulation Wärmedämmung	60mm polyurethane foam (PUR) ^③
Corrosion protection Wasserseitiger Korrosionsschutz	magnesium rod anode ^② Magnesium Schutzanode
Heat exchanger collector loop [m²] Wärmeübertrager Kollektorkreis	0.25 plate
Heat exchanger auxiliary loop [m²] Wärmeübertrager Nachheizkreis	0.7 helix
Auxiliary electrical heater Elektrische Zusatzheizung	tubular electrical heating element Brand: Tank, 230V, 2kW

- ① Determinate by test laboratory
 ② reviewed manufacturer information
 ③ according to manufacturer information

5.1.4 Controller

Steuerung

Typ	housewares controller SR961/SR962
Temperature-sensor	PT 1000 (collector) NTC10K B 3950 (storege tank)

5.1.5 Solar Pump and safety components

Komponenten der Pumpen- und Sicherheitsbaugruppe

Safety valve Sicherheitsventil	Solar station: pressure protect < 600 kPa; 1/2" Store: T.P valve (pressure protect < 600kPa, temperature protect < 90 °C); 1/2"
Expansion vessel Ausdehnungsgefäß	8 L / 130 °C
Solar pump Solarkreispumpe	P1: Wilo Star-RS15/6; P2:WILO RSL 15/6-1 KU P
Flow meter Durchflussmesser	electronic flow meter; Range 0.2 ~ 20L/min

5.1.6 Others

Sonstiges

Reverse flow protection Rückflussverhinderer	3 gravity valves are part of the system
Cold water mixing device Brauchwassermischer	not part of the system configuration, but mentioned in the manual Kein Bestandteil der Systemkonfiguration, aber in der Anleitung erwähnt

5.1.7 Supporting frame

Kollektorkreis Montagerahmen

Type Bauart	on roof installation Schrägdachaufständerung
Material of frame Material des Gestells	anodized aluminium

5.1.8 Piping:

Rohrleitung

Material Werkstoff	DN22 – corrugated tube
Insulation Wärmedämmung	Solar EPDM2
Collector loop length [m] Länge Kollektorkreis	2*20

- ① Determinate by test laboratory
- ② reviewed manufacturer information
- ③ according to manufacturer information

5.1.9 Documentation

Dokumentation

The documentation did fulfil all required criteria of DIN EN 12976-1:2006
 Die Dokumentation entspricht in allen Punkten den geforderten Kriterien
 der DIN EN 12976-1:2006

5.1.10 Marking

Beschilderung

The marking did fulfil all required criteria
 Die Beschilderung entspricht in allen Punkten den geforderten Kriterien

Name of manufacturer: Taizhou Free-energy Development CO.,LTD	
Product Name	Solar water heater
Model	FREE-CSP300L236
Voltage	230V/1/50Hz
Protection index	IPX0
Electrical protection index	I
Rated thermal power	2179w
Electric heating power	2000w
Insulation	60mm/PUR
Plate heat exchange surface area	0.25m²
Coil heat exchange surface area	0.3m²
Water tank capacity	300L
Rated pressure	0.6MPa
Rated outlet water temperature	55°C
Water inlet and outlet diameter	3/4"
Tank height	1778mm
Net weight	212kg
Pump 2	wilo RSL15/6 86W
Pump 1	wilo RS 15/6 37-93V
Expansion tank	8L
Solar collector	FREE-J-1800/58-18
Collector area	2.1m²*2
Manufacturer	FREE-ENERGY
Address	Batou Tongyu Luqiao Taizhou Zhejiang China
Phone	0086-57682788788
Description	Solar Water Heater
Model	FREE-CSP-300L
Product code	CSP12-05-007

	Description	Solar collector	Model	FREE-J-1800/58-18
	Product code	J12-05-025		
Name of manufacturer		Taizhou Free-energy Development Co.,Ltd		
Product Name		Heat pipe solar collector (18 tube)		
Model		FR-J1800/58-18		
Year of production		2012		
Gross/aperture/absorber area of collector		3.1 m ² /2.1 m ² /1.47 m ²		
Dimension of collector		1990*1562*125mm		
Maximum operation pressure		6bar		
Stagnation temperature at 1000 W/m ² and 30℃		230 ℃		
Volume of the heat transfer fluid		1.16L		
Weight of empty collector		60.5kg		
Made in		Batou, Tongyu, luqiao, Taizhou, Zhejiang, China		
Tel		0086-57682788788		

6 Execution and evaluation DIN EN 12976-2:2006

6.1 Freeze resistance

Frostbeständigkeit

Date Datum	2012-11-15
Type Typ	not part of the system configuration
Chemical substance Chemische Grundsubstanz	-
Freezing point Gefrierpunkt	-
Remarks Bemerkungen	mentioned in the manual: “...the heat transfer fluid (frost protected down to -30 °C) must stand up to high temperatures and comply with food standards...”
Test result Ergebnis	No failure acc. to EN 12976-2:2006 Kein Fehler nach EN 12976-2:2006

6.2 Over temperature protection

Übertemperaturschutz

Date Datum	2012-10-04 / 2012-10-08
Inspector Prüfer	Schaub
Test performed outdoor/with solar simulator Testdurchführung bei Außenexposition / unter Sonnensimulator	outdoor
Inclination Kollektorneigung	45°
No. of days with more than 20 MJ/m² Anzahl der Tage mit mehr als 20 MJ/m²	2
Max. test temperature at the outlet [°C] max. Testtemperatur am Auslass	84.9
Remarks Bemerkungen	„The test conditions are conform to the climate condition class B acc. to ISO 9806-2 Table 3” „Die Prüfbedingungen entsprechen den klimatischen Bedingungen nach Klasse B der ISO 9806-2 Tabelle 3“
Test result Ergebnis	No failure acc. to EN 12976-2:2006, Kein Fehler nach EN 12976-2:2006,

6.3 Pressure resistance

Druckbeständigkeit

6.3.1 Collector loop

Kollektorkreis

Date Datum	2012-11-08
Inspector Prüfer	Schaub
Max. operating pressure specified by manufacturer [kPa] Maximaler vom Hersteller festgelegter Betriebsdruck	900
Test pressure at the beginning [kPa] Prüfdruck am Anfang	929
Test duration [min] Prüfdauer	16
Pressure loss [kPa] Druckabfall	21
Test result Ergebnis	No failure acc. to EN 12976-2:2006 Kein Fehler nach EN 12976-2:2006

6.3.2 Domestic water store

Trinkwasserspeicher

Date Datum	2012-11-08
Inspector Prüfer	Schaub
Max. operating pressure specified by manufacturer [kPa] Maximaler vom Hersteller festgelegter Betriebsdruck	900
Test pressure at the beginning [kPa] Prüfdruck am Anfang	915
Test duration [min] Prüfdauer	19
Pressure loss [kPa] Druckabfall	25
Test result Ergebnis	No failure acc. to EN 12976-2:2006 Kein Fehler nach EN 12976-2:2006

6.4 Safety equipment Sicherheitsausrüstung

6.4.1 Collector loop and domestic water store Kollektorkreis und Trinkwasserspeicher

Date Datum	2012-07-24
Safety valve Sicherheitsventil	Solar station: pressure protect < 600 kPa); 1/2" Store: T.P valve (temperature protect < 90 °C, pressure protect < 600 kPa); 1/2"
Blow off lines Ausblasleitung	are mentioned in the installation manual sind in der Installationsanleitung erwähnt
Safety and expansion lines Sicherheits- und Ausdehnungsleitungen	-
Remarks Bemerkungen	-
Test result Ergebnis	No failure acc. to EN 12976-2:2006 Kein Fehler nach EN 12976-2:2006

6.5 Electrical safety Elektrische Sicherheit

Date Datum	2012-11-19
Inspector Prüfer	Schaub
Test method Prüfverfahren	Document examination acc. to electrical safety DIN EN 60335;
Test result Ergebnis	No failure acc. to EN 12976-2:2006 Kein Fehler nach EN 12976-2:2006

6.6 Reverse flow protection Rücklaufschutz

Date Datum	2010-07-24
Inspector Prüfer	Schaub
Test method Prüfmethode	Visual check acc. to EN 12976-2:2006 Visuelle Prüfung nach EN 12976-2:2006
Remarks Bemerkungen	3 gravity valves are part of the system
Test result Ergebnis	No failure acc. to EN 12976-2:2006 Kein Fehler nach EN 12976-2:2006

6.7 Marking

Kennzeichnung

Date Datum	2012-08-24
Inspector Prüfer	Schaub
System label Typenschild System	The marking did fulfil all required criteria Die Beschilderung entspricht in allen Punkten den geforderten Kriterien
Collector label Typenschild Kollektor	The marking did fulfil all required criteria Die Beschilderung entspricht in allen Punkten den geforderten Kriterien
Store label Typenschild Speicher	The marking did fulfil all required criteria Die Beschilderung entspricht in allen Punkten den geforderten Kriterien
Test result Ergebnis	No failure acc. to EN 12976-1:2006 Kein Fehler nach EN 12976-1:2006

6.8 Final inspection

Endkontrolle

Date Datum	2012-11-08
Inspector Prüfer	Schaub
Test method Prüfmethode	Visual inspection Visuelle Kontrolle
Test result Ergebnis	with insulated connection between the collectors there are minor problems acc. to EN 12975-2:2006 (see picture in appendix 2) Mit isoliertem Kollektorverbinder gab es geringfügige Probleme nach EN 12975-2:2006 (siehe Anhang 2)

6.9 Thermal performance characterisation

Charakterisierung der Wärmeleistung

Date Datum	Start: 2012-08-24 End: 2012-10-29
Inspector Prüfer	Schaub
Test method Prüfverfahren	ISO 9459-5:2007 (DST-Test)
Test performed outdoor/with solar simulator Testdurchführung bei Außenexposition / unter Sonnensimulator	outdoor
Used heat transfer in collector loop Genutzte Wärmeträgerflüssigkeit im Kollektorkreis	water
Forced ventilated Künstliche Bewindung	not used Nicht verwendet
Latitude [°] Geographische Breite	43° 37' N
Longitude [°] Geographische Länge	13° 31' O
Collector tilt [° from horizontal] Kollektorneigung	45°
Collector azimuth [° from south] Kollektorazimut	0°
Orientation of absorber or pipes Ausrichtung des Absorbers oder der Absorberröhren	vertical

Add. to forced systems

Zusätzlich für gepumpte Systeme

Store room temperature [C°] Temperatur im Speicheraufstellraum	20 +/-2
Solar pump step: Solar-Pumpen-Stufe	1
Controller settings: Steuerungsparameter	factory set / initial configuration had to be corrected

Test sequences out of DST-Test in accordance with ISO 9459-5:2007:

	Sequence	Start	End	Valid A-days	Valid B-days
1	S _{sol} A	2012-09-15	2012-09-19	3	
2	S _{sol} B	2012-09-20	2012-09-22	-	3
	S _{sol} B _{aux}	2012-10-02	2012-10-04		3
3	S _{store}	2012-09-22	2012-09-26	-	2 consecutive 36 h covered
4	S _{aux}	2012-10-15	2012-10-18	-	4

Parameter resulting (incl. standard deviation) from DST-Test with In-Situ evaluation software:

A _C [*] [m ²]	u _C [*] [W/(m ² K)]	U _S [W/K]	C _S [MJ/K]	f _{aux} [-]	D _L [-]	S _C [-]	objective [W]
1,452	2,787	2,002	1,204	0,5971	0,00775	0,055	105,45
0,0566	0,352	0,465	0,0334	0,0543	0,0097	0,00778	
Cross correlation matrix:							
1	-0,140648	0,648168	0,069171	-0,034164	0,104591	-0,223293	
-0,140648	1	-0,182018	0,033267	-0,053472	-0,18466	0,294987	
0,648168	-0,182018	1	0,009562	-0,01273	-0,222516	-0,145369	
0,069171	0,033267	0,009562	1	-0,299975	-0,043471	0,297421	
-0,034164	-0,053472	-0,01273	-0,299975	1	0,027058	-0,10061	
0,104591	-0,18466	-0,222516	-0,043471	0,027058	1	-0,25063	
-0,223293	0,294987	-0,145369	0,297421	-0,10061	-0,25063	1	

A _C [*]	Model parameter characterising the effective collector area Modellparameter für die effektive Kollektorfläche
u _C [*]	Model parameter characterising the effective collector loop loss coefficient Modellparameter für den effektiven Wärmedurchgangskoeffizient des gesamten Kollektorkreises
U _S	Model parameter characterising the effective heat loss rate of the store Modellparameter für die Wärmeverlustrate des Speichers
C _S	Model parameter characterising the thermal heat capacity of the store Modellparameter für die Wärmekapazität des Speichers
f _{aux}	Model parameter characterising the fraction of the store volume heated by auxiliary energy Hilfsgröße zur Beschreibung des von der Zusatzheizung erwärmten Speicheranteil
D _L	Model parameter characterising the mixing effects during water draw off Hilfsgröße zur Beschreibung der Mischvorgänge im Speicher während der Entnahme
S _C	Model parameter characterising the stratification in the store Modellparameter zur Beschreibung des Schichtungsverhaltens im Speicher

Performance indicators for solar-plus-supplementary systems on annual base for a demand volume of 140 l/d(calculated with fixed A_C^* & u_C^*)			
Indikatoren für die Leistung von Solaranlagen mit Zusatzheizung auf jährlicher Grundlage für einen Volumenbedarf von 140 l/d (berechnet mit festgesetztem A_C & u_C)			
Location (latitude) Standort (Breitengrad)	Q_d [MJ]	$Q_{aux,net}$ [MJ]	Q_{par} [MJ]
Stockholm (69.6° N)	7821	4384	220
Würzburg (49.5° N)	7506	3942	220
Davos (46.8° N)	8483	2718	220
Athen (38.0° N)	5834	1318	220

Performance indicators for solar-plus-supplementary systems on annual base for a demand volume of 170 l/d(calculated with fixed A_C^* & u_C^*)			
Indikatoren für die Leistung von Solaranlagen mit Zusatzheizung auf jährlicher Grundlage für einen Volumenbedarf von 170 l/d (berechnet mit festgesetztem A_C & u_C)			
Location (latitude) Standort (Breitengrad)	Q_d [MJ]	$Q_{aux,net}$ [MJ]	Q_{par} [MJ]
Stockholm (69.6° N)	9492	5740	220
Würzburg (49.5° N)	9114	5172	220
Davos (46.8° N)	10281	4131	220
Athen (38.0° N)	7064	1977	220

Performance indicators for solar-plus-supplementary systems on annual base for a demand volume of 200 l/d(calculated with fixed A_C^* & u_C^*)			
Indikatoren für die Leistung von Solaranlagen mit Zusatzheizung auf jährlicher Grundlage für einen Volumenbedarf von 200 l/d (berechnet mit festgesetztem A_C & u_C)			
Location (latitude) Standort (Breitengrad)	Q_d [MJ]	$Q_{aux,net}$ [MJ]	Q_{par} [MJ]
Stockholm (69.6° N)	11164	*7253*	220
Würzburg (49.5° N)	10691	6559	220
Davos (46.8° N)	12110	5771	220
Athen (38.0° N)	8326	2778	220

Performance indicators for solar-plus-supplementary systems on annual base for a demand volume of 250 l/d (calculated with fixed A_C^* & u_C^*) Indikatoren für die Leistung von Solaranlagen mit Zusatzheizung auf jährlicher Grundlage für einen Volumenbedarf von 250 l/d (berechnet mit festgesetztem A_C & u_C)			
Location (latitude) Standort (Breitengrad)	Q_d [MJ]	$Q_{aux,net}$ [MJ]	Q_{par} [MJ]
Stockholm (69.6° N)	13939	*9650*	220
Würzburg (49.5° N)	13371	*8925*	220
Davos (46.8° N)	15137	* 8578*	220
Athen (38.0° N)	10407	* 4384*	220

Performance indicators for solar-plus-supplementary systems on annual base for a demand volume of 300 l/d (calculated with fixed A_C^* & u_C^*) Indikatoren für die Leistung von Solaranlagen mit Zusatzheizung auf jährlicher Grundlage für einen Volumenbedarf von 300 l/d (berechnet mit festgesetztem A_C & u_C)			
Location (latitude) Standort (Breitengrad)	Q_d [MJ]	$Q_{aux,net}$ [MJ]	Q_{par} [MJ]
Stockholm (69.6° N)	16746	* 11574*	220
Würzburg (49.5° N)	16052	*10785*	220
Davos (46.8° N)	18165	*11132*	220
Athen (38.0° N)	12488	*6118*	220

Performance indicators for solar-plus-supplementary systems on annual base for a demand volume of 400 l/d (calculated with fixed A_C^* & u_C^*) Indikatoren für die Leistung von Solaranlagen mit Zusatzheizung auf jährlicher Grundlage für einen Volumenbedarf von 400 l/d (berechnet mit festgesetztem A_C & u_C)			
Location (latitude) Standort (Breitengrad)	Q_d [MJ]	$Q_{aux,net}$ [MJ]	Q_{par} [MJ]
Stockholm (69.6° N)	22327	*14475*	220
Würzburg (49.5° N)	21413	*13813*	220
Davos (46.8° N)	24220	*15137*	220
Athen (38.0° N)	16651	*9555*	220

* * For demand volume and at the mentioned location *system failed to meet load*, because the minimum load temperature is lower than the demanded temperature of 45°C (standard terms for simulation: tap volume 100% at 6 h after solar noon; demanded temperature of 45°C without using mixing valve)

6.10 Ability of solar-plus-supplementary systems to cover the load

Lasthaltevermögen von Solaranlagen mit Zusatzheizung

Date Datum	Start: 2012-10-10 End: 2012-10-14
Inspector Prüfer	Schaub
Test method Prüfverfahren	DIN EN 12976-2; 5.9
Controller setting for the temperature Reglereinstellung für die Temperatur	60 °C
Type of control Art der Regelung	Thermostat 59T/66T
Power of the auxiliary heating Leistung der Zusatzheizung	el. 2000 W
Highest daily load volume höchstes tägliches Lastvolumen	400 l (if consecutive draw-off: 170 l)
Remarks Bemerkungen	The test with a duration of one daily load cycle is considered as valid, if during 95% of the draw-off time the hot water temperature does not drop below 45 °C. One "daily load cycle" consists of the following draw-offs based on the cold water temperature (the cycle starts at t_0): – at $t = (t_0 + 12)$ h withdraw of 40 %; – at $t = (t_0 + 17)$ h withdraw of 20 %; – at $t = (t_0 + 22)$ h withdraw of 40 %. Die Prüfung mit der Dauer eines Tageszyklus gilt als bestanden, wenn während 95% der Entnahmezeit die Heißwassertemperatur nicht unter 45 °C fällt. Ein „Tageslastzyklus“ besteht aus den folgenden, auf den Kaltwassertemperaturen basierenden, Entnahmemengen (der Zyklus beginnt bei t_0): – bei $t = (t_0 + 12)$ h Entnahme von 40 %; – bei $t = (t_0 + 17)$ h Entnahme von 20 %; – bei $t = (t_0 + 22)$ h Entnahme von 40 %.
Test result Ergebnis	No failure acc. to EN 12976-2:2006 Kein Fehler nach EN 12976-2:2006

7 General remarks

Allgemeine Anmerkungen

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

Die Testergebnisse beziehen sich ausschließlich auf das geprüfte Muster.

Appendix 1: Over temperature protection

Date	G*SUM [MJ/day]	tout_max [°C]
2012-10-04	24,2	
2012-10-05	22,6	
2012-10-06	25,0	84,9 (draw off vol. 56L)
2012-10-07	16,3	
2012-10-08	16,7	final condition

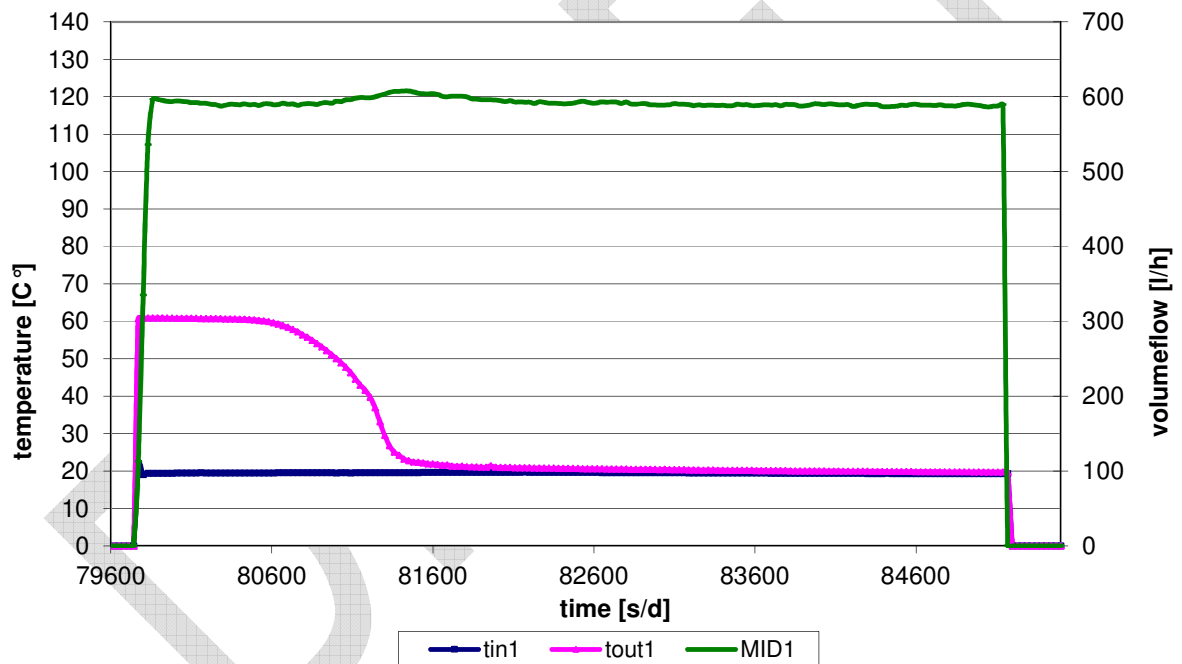


Figure1: End conditioning of the high temperature test sequence at 2012-10-08;
draw-off volume = 881.8 L

Appendix 2: Photo documentation



Fig. 1: Evacuated tube collector area

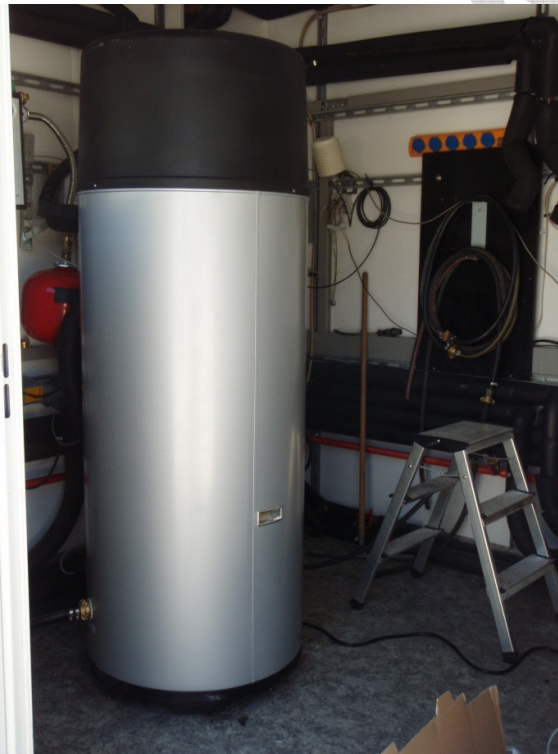


Fig. 2: 300L storage tank



Fig. 3: Solar circuit and domestic water connection