

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.: 21222193_DD_EN_Sys

Cologne, 09 September 2013



Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-11120-01-01

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.

TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH, 51101 Köln
D – 51105 Köln, Am Grauen Stein, Tel.: ++49-221/806-2477, Fax: ++49-221/806-1350

Report-No.: 21222193 DD 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:**
KundeTürk Demir Döküm Fabrikaları A.S.
4 Eylül Mah. İsmet İnönü Cad. No: 245
11300 Bozüyük-Bilecik
Turkey**TÜV Quotation No.:**
Angebotsnummer

435 / 1420130005

TÜV Order No.:
Auftragsnummer

21222193

Order of:
Datum der Beauftragung

16.04.2013

Date of receipt of test item:
Anlieferdatum Prüfmuster

19.04.2013

Commencement of test:
Testbeginn

27.04.2013

TÜV Client No.:
Kundennummer

3152692

Examiner:
Prüfer

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

Department:
Geschäftsfeld

Solar Energy

No of pages:
Seitenzahl

30

Appendix:
Anhang

19 to 30

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.....	18
7	General remarks Allgemeine Anmerkungen	18

List of Contents – Appendix

Inhaltsverzeichnis - Anhang

Appendix 1:	Reports of system “Lykia Sistem 150”	19
Appendix 2:	Reports of system “Lykia Sistem 200”	20
Appendix 3:	Reports of system “Lykia Sistem 200 Plus”	23
Appendix 4:	Reports of system “Lykia Sistem 300”	26
Appendix 5:	Over temperature protection	29
Appendix 6:	Photo documentation	30

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

: Türk Demir Döküm Fabrikalari A.S.
4 Eylül Mah. İsmet İnönü Cad. No: 245
11300 Bozüyük-Bilecik
Turkey

Brand

Handelsname

System type

Typ

: Demir Döküm
Lykia Sistem 150

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	System does not contain any electrical components Das System verfügt über keine elektrischen Bauteile
Reverse flow protection Rücklaufschutz	No major failure Keine größeren Fehler
Marking Kennzeichnung	No major failure Keine größeren Fehler
Final inspection Endkontrolle des Kollektors	No major failure Keine größeren Fehler
Thermal performance characterisation Charakterisierung der Wärmeleistung	Results see chapter 6.9 Ergebnisse siehe Abschnitt 6.12
Load cover Lasthaltevermögen	The system does not contain a backup heater Das System verfügt über keine Zusatzheizung

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, 09 September 2013

Responsible for system testing



Dipl.-Ing. S. Schaub

**Team manager
Solar Thermal Energy**



Dipl.-Ing. U. Fritzsche

2 Setting of tasks

Aufgabenstellung

A system family test for Solar Keymark certification should be performed. The system configuration "Lykia Sistem 150" from Türk Demir Döküm Fabrikalari A.S. is determined as reference system for performance tests and shall be tested according to the requirements in DIN EN 12976-2:2006, chapter 5.8 and 5.9. The results out of thermal performance test of the reference system will be used for the calculation of the long term predictions of all system configurations in the system family. The system configuration "Lykia Sistem 200 Plus" from Türk Demir Döküm Fabrikalari A.S. is determined as reliability test system for safety tests and shall be tested according to all outer requirements in DIN EN 12976-2:2006.

Ein Systemfamilientest für SolarKeymark Zertifizierung soll durchgeführt werden. Die Systemkonfiguration „Lykia Sistem 150“ von Türk Demir Döküm Fabrikalari A.S. wurde als Referenzsystem für die Leistungstests bestimmt und soll entsprechend der Bedingungen der DIN EN 12976-2:2006, Kapitel 5.8 und 5.9. getestet werden. Die Ergebnisse aus den Prüfungen des Referenzsystems werden für die Berechnung der Langzeitvorhersagen aller zur Systemfamilie gruppierten Systemkonfigurationen verwendet. Die Systemkonfiguration „Lykia Sistem 200 Plus“ von Türk Demir Döküm Fabrikalari A.S. wurde als System für die Qualitäts- und Sicherheitsprüfungen bestimmt und soll entsprechend aller sonstigen Bedingungen der DIN EN 12976-2:2006 getestet 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 „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”

SKN_N0106R6annexDR6 “AnnexD. Solar Keymark System Families” 2011

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	☒

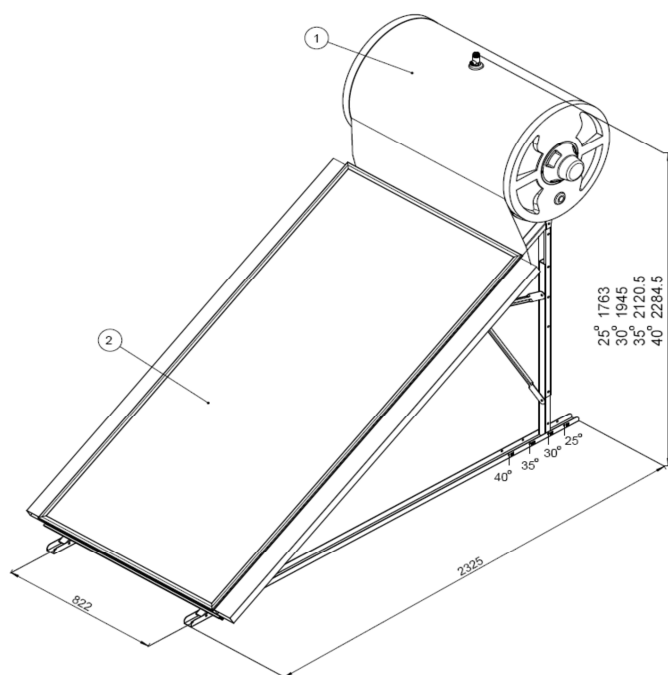
5 Description of the test sample

Beschreibung des Prüfgegenstandes

Manufacturer Hersteller	Türk Demir Döküm Fabrikalari A.S.
Brand name Vertriebsbezeichnung	Demir Döküm
System type (model) Systemtyp	Lykia Sistem 150
Category Kategorie	Thermosipon system
Date of manufacturing Herstellungsdatum	2012
Serial number Seriennummer	Store: 10246; 130150 Coll.: 21131500100131392011005004N7 21131500100131392011005002N5 21131500100131392011005001N9
Sketch number Zeichnungs-Nummer	P 150M CL 01 01; P 190M CL 00 01; P 300M CL 00 01; 0020177110; Absorber, lykia 2,25 absorber; 0020177111; Glass panel, lykia 2,25 2115x1015x4 norm; TAS YUNU; 3004400009-1, VENTILATION TAP; 0020177114; EPDM GLASS SEALING; 0020177115; Seal, lykia 2,25 grommet; 0020177209, Base plate, lykia 2,25 bottom plate; 0020177117, Frame, lykia 2,25 main frame long; 0020177124, Frame, lykia 2,25 main frame short; 0020177125, Frame, lykia 2,25 top frame long; 0020177126, Frame, lykia 2,25 top frame short

5.1.1 Description of the system

Beschreibung des Systemes



The tested system uses the thermo siphon principle to transfer the solar energy to the storage. The system consists of a tank with a jacket heat exchanger and one flat plate collectors. The collector and the heat exchanger form a closed circuit and as heat transfer fluid, a ready mixed anti-freeze liquid is used.

Das getestete System arbeitet nach dem Prinzip des Naturumlaufs (Thermosiphon). Es besteht aus einem Kollektor und einem Speicher mit Mantelwärmetauscher. Kollektor und Mantelwärmetauscher bilden einen geschlossenen Kreislauf, in dem eine Fertigfrostschutzmischung eingesetzt wird.

Family Definition:

Beschreibung der Systemfamilie

System sizes Systemgröße	Lykia Sistem 150	Lykia Sistem 200	Lykia Sistem 200 Plus	Lykia Sistem 300
Tank capacity [l] Speichervolumen	150	200	200	300
Collector type Kollektortyp	Lykia 2.25	Lykia 2.25	Lykia 2.25	Lykia 2.25
Number of collectors Anzahl Kollektoren	1	1	2	2
Total aperture area [m²] Gesamtaper- turfläche	2.25	2.25	4.5	4.5
A/V [m²/l]	0,015	0.0113	0.0225	0.015
	Performance ref- erence system		Reliability reference system	

5.1.2 Collector

Kollektor

Type Typ	Lykia 2.25 flat plate collector Flachkollektor
Number of collectors Kollektoranzahl	1
Gross dimension l x w x t [mm] Bruttofläche l x b x h [mm]	2145 x 1045 x 77.5 ^③
Gross/ Aperture/ Absorber area [m²] Brutto-/ Apertur-/ Absorberfläche	2.242 / 2.065 / 2.023 ^③
Weight empty [kg] Gewicht	35.75 ^③
Fluid content [l] Flüssigkeitsinhalt	1.15 ^③
Solar Keymark	011-7S2239 F

5.1.3 Store

Speicher

Type Typ	P150M CL
Construction type Bauart	enameled low carbon steel tank (horizontal) ^② emailierter Stahltank (horizontal)
Length/ diameter [mm] Länge/ Durchmesser	1000/600 ^③
Volume [l] Inhalt	150 ^③
Max. operation pressure collector loop / domestic water store [kPa] Max. Betriebsdruck Kollektorkreis / Brauchwasserspeicher	250 / 600 ^③
Max. operation temperature [°C] Max. Betriebstemperatur	90 ^③
Insulation Wärmedämmung	50mm polyurethane foam ^③
Corrosion protection Wasserseitiger Korrosionsschutz	magnesium-anode ^②
Heat exchanger collector loop [m²] Wärmeübertrager Kollektorkreis	0.926 (shell / Mantel)
Heat exchanger auxiliary loop [m²] Wärmeübertrager Nachheizkreis	Not part of the system configuration, Kein Bestandteil der Systemkonfiguration
Auxiliary electrical heater Elektrische Zusatzheizung	Not part of the system configuration, Kein Bestandteil der Systemkonfiguration

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

5.1.4 Solar Pump and safety components

Komponenten der Pumpen- und Sicherheitsbaugruppe

Safety valve Sicherheitsventil	Solar pressure relief valve, PAKKENS, 250 kPa, 1/2" and pressure relief valve PAKKENS, 600 kPa, 1/2" Solar-Druckventil , PAKKENS, 250 kPa, 1/2" und Sicherheitsventil PAKKENS, 600 kPa, 1/2"
Expansion vessel Ausdehnungsgefäß	Not part of the system configuration, Kein Bestandteil der Systemkonfiguration
Solar pump Solarkreispumpe	Not required Nicht benötigt

5.1.5 Others

Sonstiges

Controller Regler	Not required Nicht benötigt
Thermometer Thermometer	Not required Nicht benötigt
Reverse flow protection Rückflussverhinderer	2 non-return value, 1/2 (hdw) 2 Rückschlagventil, 1/2
Flow meter Durchflussmesser	Not part of the system configuration Kein Bestandteil der Systemkonfiguration
Shut-off valve Absperrhahn	1/2" ball valve 1/2" Kugelhahn
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

5.1.6 Supporting frame

Kollektorkreis Montagerahmen

Type Bauart	flat and tilt roof installation Flach-/ und Schrägdachaufständigung
Material of frame Material des Gestells	painted steel frame for collector and store gestrichenes Stahlgestell für Kollektor und Speicher

5.1.7 Piping:

Rohrleitung

Material Werkstoff	3/4" corrugated pipe 3/4" Wellrohr
Insulation Wärmedämmung	PVC cover Ø40x22 Lamda 0.038 W/(m*K)
Collector loop length [m] Länge Kollektorkreis	3.92 ^①

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

5.1.8 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

5.1.9 Marking

Beschilderung

The marking did fulfil all required criteria

Die Beschilderung entspricht in allen Punkten den geforderten Kriterien



6 Execution and evaluation DIN EN 12976-2:2006

6.1 Freeze resistance Frostbeständigkeit

The solar loop of the tested system is filled with antifreeze fluid. No freezing test necessary.
 Der Solarkreis der Anlage wird mit flüssigem Frostschutzmittel betrieben. Es ist keine Frostschutzprüfung notwendig.

Specification of antifreeze fluid
 Angaben zum Frostschutzmittel

Type Typ	Tarmond HTF 1
Chemical substance Chemische Grundsubstanz	mixture of monoethylene glycol, water and corrosion inhibitors ^③
Freezing point Gefrierpunkt	- 8°C, 20% solar fluid, 80 water; -25°C, 44% solar fluid, 56 water; -40°C, 54% solar fluid, 46 water -38°C, 62% solar fluid, 38 water
Remarks Bemerkungen	-

6.2 Over temperature protection Übertemperaturschutz

Date Datum	2013-06-07 / 2013-06-11
Inspector Prüfer	Schaub
Test performed outdoor/with solar simulator Testdurchführung bei Außenexposition / unter Sonnensimulator	Outdoor
Inclination Kollektorneigung	40°
No. of days with more than 20 MJ/m² Anzahl der Tage mit mehr als 20 MJ/m²	4
Max. test temperature at the outlet [°C] max. Testtemperatur am Auslass	105.5
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“ Methods to prevent overheating (boiling) of the system are sufficiently mentioned in the manual. Maßnahmen um das Überhitzen (sieden) des Systems zu vermeiden sind ausreichend in der Anleitung beschrieben.
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	2013-06-13
Inspector Prüfer	Schaub
Max. operating pressure specified by manufacturer [kPa] Maximaler vom Hersteller festgelegter Betriebsdruck	250
Test pressure at the beginning [kPa] Prüfdruck am Anfang	449
Test duration [min] Prüfdauer	15
Pressure loss [kPa] Druckabfall	1
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	2013-06-13
Inspector Prüfer	Schaub
Max. operating pressure specified by manufacturer [kPa] Maximaler vom Hersteller festgelegter Betriebsdruck	600
Test pressure at the beginning [kPa] Prüfdruck am Anfang	929
Test duration [min] Prüfdauer	15
Pressure loss [kPa] Druckabfall	7
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	2011-05-24
Safety valve Sicherheitsventil	Solar circuit: pressure protect < 250 kPa); 1/2" Store: 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	Not part of the system configuration, Kein Bestandteil der Systemkonfiguration
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	2013-04-27
Inspector Prüfer	Schaub
Test result Ergebnis	System contains no electrical devices Das System verfügt über keine elektrischen Bauteile

6.6 Reverse flow protection Rücklaufschutz

Date Datum	2013-04-27
Inspector Prüfer	Schaub
Test method Prüfmethode	Visual check acc. to EN 12976-2:2006 Visuelle Prüfung nach EN 12976-2:2006
Remarks Bemerkungen	Fulfilled, due to its design Konstruktionsbedingt erfüllt
Test result Ergebnis	No failure acc. to EN 12976-2:2006 Kein Fehler nach EN 12976-2:2006

6.7 Marking

Kennzeichnung

Date Datum	2013-09-04
Inspector Prüfer	Schaub
System label Typenschild System	-
Collector label Typenschild Kollektor	The marking did fulfil together with the store label all required criteria Die Beschilderung, zusammen mit dem Typenschild Speicher, entspricht in allen Punkten den geforderten Kriterien
Store label Typenschild Speicher	The marking did fulfil together with the collector label all required criteria Die Beschilderung, zusammen mit dem Typenschild Kollektor, 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	2013-07-16
Inspector Prüfer	Schaub
Test method Prüfmethode	Visual inspection Visuelle Kontrolle
Test result Ergebnis	No failure acc. to EN 12975-2:2006 Kein Fehler nach EN 12975-2:2006

6.9 Thermal performance characterisation

Charakterisierung der Wärmeleistung

Date Datum	Start: 2013-04-29 End: 2013-07-31
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 Wasser
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	40°
Collector azimuth [° from south] Kollektorazimut	0°
Orientation of absorber or pipes Ausrichtung des Absorbers oder der Absorberrohre	vertical
Remarks Bemerkungen	During the performance test, a not inconsiderable amount of water is drained out of the 600 kPa pressure relief valve, increasing due to pressure at high temperatures and correspondingly high pressure cold water supply. Während der Prüfsequenzen ist eine nicht unerhebliche Menge Wasser aus dem 600 kPa Druckventil ausgetreten, auf Grund steigenden Drucks bei hohen Temperaturen und entsprechend hohem Kaltwasserversorgungsdruck

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	2013-06-07	2013-06-10	3	
2	S _{sol} B	2013-07-28	2013-07-31	-	3
3	S _{store}	2013-06-11	2013-06-14	-	2 consecutive 36.5 h covered

Model parameter (incl. standard deviation) Modellparameter (inkl. Standardabweichung)					
A_c^* [m ²]	u_c^* [W/(m ² K)]	U_s [W/K]	C_s [MJ/K]	D_L [-]	S_c [-]
1.386 [#]	7.826 [#]	2.345	0.6628	0.06036	0.1196
0	0	0.22	0.0149	0.017	0.0164

[#]calculated in according to SKN_N0106R2annexD "AnnexD. Solar Kemark System Families section D4.2 Method II (DST)

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-only and preheated systems on annual base for a demand volume of 110 l/d(calculated with fixed A_c^* & u_c^*) Indikatoren für die Leistung von Solaranlagen ohne Zusatzheizung und von solaren Vorwärmanlagen auf jährlicher Grundlage für einen Volumenbedarf von 110 l/d (berechnet mit festgesetztem A_c^* & u_c^*)				
Location (latitude) Standort (Breitengrad)	Q_d [MJ]	Q_L [MJ]	f_{sol} [%]	Q_{par} [MJ]
Stockholm (69.6° N)	6150	3185	52.1	-
Würzburg (49.5° N)	5897	3248	55.0	-
Davos (46.8° N)	6654	4730	70.9	-
Athen (38.0° N)	4573	3910	85.5	-

Performance indicators for solar-only and preheated 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 ohne Zusatzheizung und von solaren Vorwärmanlagen 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_L [MJ]	f_{sol} [%]	Q_{par} [MJ]
Stockholm (69.6° N)	7821	3690	47.4	-
Würzburg (49.5° N)	7506	3816	50.8	-
Davos (46.8° N)	8483	5456	64.2	-
Athen (38.0° N)	5834	4699	80.6	-

Performance indicators for solar-only and preheated 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 ohne Zusatzheizung und von solaren Vorwärmanlagen 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_L [MJ]	f_{sol} [%]	Q_{par} [MJ]
Stockholm (69.6° N)	9492	4037	42.5	-
Würzburg (49.5° N)	9114	4226	46.4	-
Davos (46.8° N)	10281	5866	57.1	-
Athen (38.0° N)	7064	5330	75.2	-

Performance indicators for solar-only and preheated 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 ohne Zusatzheizung und von solaren Vorwärmanlagen 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_L [MJ]	f_{sol} [%]	Q_{par} [MJ]
Stockholm (69.6° N)	11164	4194	37.6	-
Würzburg (49.5° N)	10691	4447	41.6	-
Davos (46.8° N)	12110	6086	50.1	-
Athen (38.0° N)	8326	5803	69.7	-

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

Lasthaltevermögen von Solaranlagen mit Zusatzheizung

Not applicable for solar-only and preheated systems!

Nicht anwendbar für Solaranlagen ohne Zusatzheizung und solaren Vorwärmanlagen

7 General remarks

Allgemeine Anmerkungen

All results are only related to the test samples that were subjected to the tests. The long term prediction values are also valid for the subtypes of this system family.

Die Testergebnisse beziehen sich ausschließlich auf das geprüfte Muster. Die Werte der Langzeitvorhersagen sind auch gültig für die Konfigurationen dieser Systemfamilie.

Requirements for grouping different system configuration into one system family are checked according SKN_N0106R2annexD "AnnexD. Solar Kemark System Families".

Bedingungen für die Gruppierung verschiedener Systemkonfigurationen in eine Systemfamilie sind gemäß SKN_N0106R2annexD "AnnexD. Solar Kemark System Families" geprüft.

For the Systems Lykia Sistem 150, Lykia Sistem 200, Lykia Sistem 200 Plus and Lykia Sistem 300 the requirements under the D.2 section "Requirements for grouping different system configuration into one system family" are fulfilled. According to section D.3 is "Lykia Sistem 150" the "reference system" of the system family. The long term performance prediction of the system configurations which are not tested are determined using calculation method II acc. SKN_N0106R2annexD "AnnexD. Solar Kemark System Families" based on EN 12976-2 / ISO 9459-5. These results are stated in the Annex 1-5.

Für die Systeme Lykia Sistem 150, Lykia Sistem 200, Lykia Sistem 200 Plus und Lykia Sistem 300 sind die Bedingungen unter Kapitel D.2 "Requirements for grouping different system configuration into one system family" erfüllt. Gemäß Kapitel D.3 ist das "Lykia Sistem 150" das „Referenzsystem“ der Systemfamilie. Die Langzeitleistungsvorhersagen der nicht getesteten Systemkonfigurationen werden mit der Berechnungsmethode II gemäß der SKN_N0106R2annexD "AnnexD. Solar Kemark System Families" basierend auf EN 12976-2 / ISO 9459-5 bestimmt. Diese Ergebnisse sind in den Anhängen 1-5 angegeben.

Appendix 1: Reports of the reference system“Lykia Sistem 150”

Thermal Performance Test (DST)

Parameter resulting from DST-Test and In-Situ evaluation software with unfixed parameter:

A_c^* [m ²]	u_c^* [W/(m ² K)]	U_s [W/K]	C_s [MJ/K]	D_L [-]	S_c [-]	objective [W]
1.233	7.385	1.971	0.6665	0.03075	0.1614	24.625
0.0255	0.648	0.205	0.012	0.0112	0.0205	
Cross correlation matrix:						
1	0.089307	0.4571917	0.1165976	0.299812	-0.1156594	
0.089307	1	-0.2807696	-0.1985762	-0.1678258	0.7730798	
0.4571917	-0.2807696	1	0.2796831	-0.2398759	-0.1816569	
0.1165976	-0.1985762	0.2796831	1	0.0449725	-0.0250302	
0.299812	-0.1678258	-0.2398759	0.0449725	1	-0.2385133	
-0.1156594	0.7730798	-0.1816569	-0.0250302	-0.2385133	1	

Parameter resulting from DST-Test and In-Situ evaluation software with fixed parameter:

A_c^* [m ²]	u_c^* [W/(m ² K)]	U_s [W/K]	C_s [MJ/K]	D_L [-]	S_c [-]	objective [W]
1.386 [#]	7.826 [#]	2.345	0.6628	0.06036	0.1196	28.819
0	0	0.22	0.0149	0.017	0.0164	
Cross correlation matrix:						
0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	
0	0	1	0.310145	-0.5828823	0.3907767	
0	0	0.310145	1	-0.0556184	0.3972031	
0	0	-0.5828823	-0.0556184	1	-0.1403226	
0	0	0.3907767	0.3972031	-0.1403226	1	

[#]calculated in according to SKN_N0106R2annexD “AnnexD. Solar Kemark System Families section D4.2 Method II (DST)

Appendix 2: Extrapolation of system subtype “Lykia Sistem 200”

**Difference from the configuration
of the reference system “Lykia Sistem 150”
to the system subtype “Lykia Sistem 200”**

Collector:

Kollektor

Type Typ	Lykia 2.25 flat plate collector Flachkollektor
Gross dimension l x w x t [mm] Bruttofläche l x b x h [mm]	2145 x 1045 x 77.5 ^③
Gross/ Aperture/ Absorber area [m²] Brutto-/ Apertur-/ Absorberfläche	2.242 / 2.065 / 2.023 ^③
Number of collectors Kollektortyp	1

Store:

Speicher

Type Typ	P200S CL
Construction type Bauart	enameled low carbon steel tank (horizontal) ^② emaillierter Stahltank (horizontal)
Length/ diameter [mm] Länge/ Durchmesser	1200/600 ^③
Volume [l] Inhalt	190 ^③
Max. operation pressure collector loop / domestic water store [kPa] Max. Betriebsdruck Kollektorkreis / Brauchwasserspeicher	250 / 600 ^③
Max. operation temperature [°C] Max. Betriebstemperatur	90 ^③
Insulation Wärmedämmung	50mm polyurethane foam ^③
Corrosion protection Wasserseitiger Korrosionsschutz	magnesium-anode ^②
Heat exchanger collector loop [m²] Wärmeübertrager Kollektorkreis	0.934 (shell / Mantel) ^③
Heat exchanger auxiliary loop [m²] Wärmeübertrager Nachheizkreis	Not part of the system configuration, Kein Bestandteil der Systemkonfiguration
Auxiliary electrical heater Elektrische Zusatzheizung	Not part of the system configuration, Kein Bestandteil der Systemkonfiguration

Thermal performance characterisation;

Charakterisierung der Wärmeleistung

Fixed parameter results acc. ANNEX D. SOLAR KEYMARK SYSTEM FAMILIES for long term performance prediction 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]
1.387	7.830	2.706	0.8837	-	0.06036	0.1196	28.819
#	#	#	#		##	##	##

calculated in according to SKN_N0106R2annexD "AnnexD. Solar Kemark System Families section D4.2 Method II (DST)

taken out of the parameter resulting from DST-Test and In-Situ evaluation software with fixed parameter (see Appendix 1, page 21)

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

Thermal Performance (long term prediction) data for "Lykia Sistem 200"

Performance indicators for solar-only and preheated systems on annual base for a demand volume of 140 l/d (calculated with fixed A_c^* , u_c^* , U_s & C_s) Indikatoren für die Leistung von Solaranlagen ohne Zusatzheizung und von solaren Vorwärmanlagen auf jährlicher Grundlage für einen Volumenbedarf von 140 l/d (berechnet mit festgesetztem A_c^* , u_c^* , U_s & C_s)				
Location (latitude) Standort (Breitengrad)	Q_d [MJ]	Q_L [MJ]	f_{sol} [%]	Q_{par} [MJ]
Stockholm (69.6° N)	7821	3658	46.8	-
Würzburg (49.5° N)	7506	3784	50.3	-
Davos (46.8° N)	8483	5330	63.0	-
Athen (38.0° N)	5834	4667	79.9	-

Performance indicators for solar-only and preheated systems on annual base for a demand volume of 170 l/d (calculated with fixed A_c^* , u_c^* , U_c & C_s)

Indikatoren für die Leistung von Solaranlagen ohne Zusatzheizung und von solaren Vorwärmanlagen auf jährlicher Grundlage für einen Volumenbedarf von 170 l/d (berechnet mit festgesetztem A_c^* , u_c^* , U_c & C_s)

Location (latitude) Standort (Breitengrad)	Q_d [MJ]	Q_L [MJ]	f_{sol} [%]	Q_{par} [MJ]
Stockholm (69.6° N)	9492	4068	42.8	-
Würzburg (49.5° N)	9114	4226	46.6	-
Davos (46.8° N)	10281	5866	57.0	-
Athen (38.0° N)	7064	5330	75.3	-

Performance indicators for solar-only and preheated systems on annual base for a demand volume of 200 l/d (calculated with fixed A_c^* , u_c^* , U_c & C_s)

Indikatoren für die Leistung von Solaranlagen ohne Zusatzheizung und von solaren Vorwärmanlagen auf jährlicher Grundlage für einen Volumenbedarf von 200 l/d (berechnet mit festgesetztem A_c^* , u_c^* , U_c & C_s)

Location (latitude) Standort (Breitengrad)	Q_d [MJ]	Q_L [MJ]	f_{sol} [%]	Q_{par} [MJ]
Stockholm (69.6° N)	11164	4352	38.9	-
Würzburg (49.5° N)	10691	4604	42.9	-
Davos (46.8° N)	12110	6244	51.4	-
Athen (38.0° N)	8326	5897	70.9	-

Performance indicators for solar-only and preheated systems on annual base for a demand volume of 250 l/d (calculated with fixed A_c^* , u_c^* , U_c & C_s)

Indikatoren für die Leistung von Solaranlagen ohne Zusatzheizung und von solaren Vorwärmanlagen auf jährlicher Grundlage für einen Volumenbedarf von 250 l/d (berechnet mit festgesetztem A_c^* , u_c^* , U_c & C_s)

Location (latitude) Standort (Breitengrad)	Q_d [MJ]	Q_L [MJ]	f_{sol} [%]	Q_{par} [MJ]
Stockholm (69.6° N)	13939	4573	32.8	-
Würzburg (49.5° N)	13371	4888	36.5	-
Davos (46.8° N)	15137	6528	43.1	-
Athen (38.0° N)	10407	6623	63.5	-

Appendix 3: Extrapolation of system subtype “Lykia Sistem 200 Plus”

**Difference from the configuration
of the reference system “Lykia Sistem 150”
to the system subtype “Lykia Sistem 200 Plus”**

Collector:

Kollektor

Type Typ	Lykia 2.25 flat plate collector Flachkollektor
Gross dimension l x w x t [mm] Bruttofläche l x b x h [mm]	2145 x 1045 x 77.5 ^③
Gross/ Aperture/ Absorber area [m²] Brutto-/ Apertur-/ Absorberfläche	2.242 / 2.065 / 2.023 ^③
Number of collectors Kollektortyp	2

Store:

Speicher

Type Typ	P200S CL
Construction type Bauart	enameled low carbon steel tank (horizontal) ^② emaillierter Stahltank (horizontal)
Length/ diameter [mm] Länge/ Durchmesser	1200/600 ^③
Volume [l] Inhalt	190 ^③
Max. operation pressure collector loop / domestic water store [kPa] Max. Betriebsdruck Kollektorkreis / Brauchwasserspeicher	250 / 600 ^③
Max. operation temperature [°C] Max. Betriebstemperatur	90 ^③
Insulation Wärmedämmung	50mm polyurethane foam ^③
Corrosion protection Wasserseitiger Korrosionsschutz	magnesium-anode ^②
Heat exchanger collector loop [m²] Wärmeübertrager Kollektorkreis	0.934 (shell / Mantel) ^③
Heat exchanger auxiliary loop [m²] Wärmeübertrager Nachheizkreis	Not part of the system configuration, Kein Bestandteil der Systemkonfiguration
Auxiliary electrical heater Elektrische Zusatzheizung	Not part of the system configuration, Kein Bestandteil der Systemkonfiguration

Thermal performance characterisation;

Charakterisierung der Wärmeleistung

Fixed parameter results acc. ANNEX D. SOLAR KEYMARK SYSTEM FAMILIES for long term performance prediction 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]
2.676	7.331	2.706	0.8837	-	0.06036	0.1196	28.819
#	#	#	#		##	##	##

calculated in according to SKN_N0106R2annexD "AnnexD. Solar Kemark System Families section D4.2 Method II (DST)

taken out of the parameter resulting from DST-Test and In-Situ evaluation software with fixed parameter (see Appendix 1, page 21)

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

Thermal Performance (long term prediction) data for "Lykia Sistem 200 Plus"

Performance indicators for solar-only and preheated systems on annual base for a demand volume of 140 l/d (calculated with fixed A_c^* , u_c^* , U_s & C_s) Indikatoren für die Leistung von Solaranlagen ohne Zusatzheizung und von solaren Vorwärmanlagen auf jährlicher Grundlage für einen Volumenbedarf von 140 l/d (berechnet mit festgesetztem A_c^* , u_c^* , U_s & C_s)				
Location (latitude) Standort (Breitengrad)	Q_d [MJ]	Q_L [MJ]	f_{sol} [%]	Q_{par} [MJ]
Stockholm (69.6° N)	7821	4762	61.0	-
Würzburg (49.5° N)	7506	4762	63.4	-
Davos (46.8° N)	8483	7127	84.2	-
Athen (38.0° N)	5834	5424	93.3	-

Performance indicators for solar-only and preheated systems on annual base for a demand volume of 170 l/d (calculated with fixed A_c^* , u_c^* , U_c & C_s)				
Indikatoren für die Leistung von Solaranlagen ohne Zusatzheizung und von solaren Vorwärmanlagen auf jährlicher Grundlage für einen Volumenbedarf von 170 l/d (berechnet mit festgesetztem A_c^* , u_c^* , U_c & C_s)				
Location (latitude) Standort (Breitengrad)	Q_d [MJ]	Q_L [MJ]	f_{sol} [%]	Q_{par} [MJ]
Stockholm (69.6° N)	9492	5519	58.1	-
Würzburg (49.5° N)	9114	5519	60.6	-
Davos (46.8° N)	10281	8262	80.2	-
Athen (38.0° N)	7064	6433	91.2	-

Performance indicators for solar-only and preheated systems on annual base for a demand volume of 200 l/d (calculated with fixed A_c^* , u_c^* , U_c & C_s)				
Indikatoren für die Leistung von Solaranlagen ohne Zusatzheizung und von solaren Vorwärmanlagen auf jährlicher Grundlage für einen Volumenbedarf von 200 l/d (berechnet mit festgesetztem A_c^* , u_c^* , U_c & C_s)				
Location (latitude) Standort (Breitengrad)	Q_d [MJ]	Q_L [MJ]	f_{sol} [%]	Q_{par} [MJ]
Stockholm (69.6° N)	11164	6150	55.0	-
Würzburg (49.5° N)	10691	6213	57.9	-
Davos (46.8° N)	12110	9177	75.9	-
Athen (38.0° N)	8326	7348	88.5	-

Performance indicators for solar-only and preheated systems on annual base for a demand volume of 250 l/d (calculated with fixed A_c^* , u_c^* , U_c & C_s)				
Indikatoren für die Leistung von Solaranlagen ohne Zusatzheizung und von solaren Vorwärmanlagen auf jährlicher Grundlage für einen Volumenbedarf von 250 l/d (berechnet mit festgesetztem A_c^* , u_c^* , U_c & C_s)				
Location (latitude) Standort (Breitengrad)	Q_d [MJ]	Q_L [MJ]	f_{sol} [%]	Q_{par} [MJ]
Stockholm (69.6° N)	13939	6906	49.4	-
Würzburg (49.5° N)	13371	7096	53.0	-
Davos (46.8° N)	15137	10281	67.9	-
Athen (38.0° N)	10407	8609	82.9	-

Appendix 4: Extrapolation of system subtype “Lykia Sistem 300”

**Difference from the configuration
of the reference system “Lykia Sistem 150”
to the system subtype “Lykia Sistem 300”**

Collector:

Kollektor

Type Typ	Lykia 2.25 flat plate collector Flachkollektor
Gross dimension l x w x t [mm] Bruttofläche l x b x h [mm]	2145 x 1045 x 77.5 ^③
Gross/ Aperture/ Absorber area [m²] Brutto-/ Apertur-/ Absorberfläche	2.242 / 2.065 / 2.023 ^③
Number of collectors Kollektortyp	2

Store:

Speicher

Type Typ	P300M CL
Construction type Bauart	enameled low carbon steel tank (horizontal) ^② emaillierter Stahltank (horizontal)
Length/ diameter [mm] Länge/ Durchmesser	1800/600 ^③
Volume [l] Inhalt	300 ^③
Max. operation pressure collector loop / domestic water store [kPa] Max. Betriebsdruck Kollektorkreis / Brauchwasserspeicher	250 / 600 ^③
Max. operation temperature [°C] Max. Betriebstemperatur	90 ^③
Insulation Wärmedämmung	50mm polyurethane foam ^③
Corrosion protection Wasserseitiger Korrosionsschutz	magnesium-anode ^②
Heat exchanger collector loop [m²] Wärmeübertrager Kollektorkreis	1.86 (shell / Mantel) ^③
Heat exchanger auxiliary loop [m²] Wärmeübertrager Nachheizkreis	Not part of the system configuration, Kein Bestandteil der Systemkonfiguration
Auxiliary electrical heater Elektrische Zusatzheizung	Not part of the system configuration, Kein Bestandteil der Systemkonfiguration

Thermal performance characterisation;

Charakterisierung der Wärmeleistung

Fixed parameter results acc. ANNEX D. SOLAR KEYMARK SYSTEM FAMILIES for long term performance prediction 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]
2.777	7.575	3.788	1.3256	-	0.06036	0.1196	28.819
#	#	#	#		##	##	##

calculated in according to SKN_N0106R2annexD "AnnexD. Solar Kemark System Families section D4.2 Method II (DST)

taken out of the parameter resulting from DST-Test and In-Situ evaluation software with fixed parameter (see Appendix 1, page 21)

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

Thermal Performance (long term prediction) data for "Lykia Sistem 300"

Performance indicators for solar-only and preheated systems on annual base for a demand volume of 200 l/d (calculated with fixed A_c^* , u_c^* , U_s & C_s) Indikatoren für die Leistung von Solaranlagen ohne Zusatzheizung und von solaren Vorwärmanlagen auf jährlicher Grundlage für einen Volumenbedarf von 200 l/d (berechnet mit festgesetztem A_c^* , u_c^* , U_s & C_s)				
Location (latitude) Standort (Breitengrad)	Q_d [MJ]	Q_L [MJ]	f_{sol} [%]	Q_{par} [MJ]
Stockholm (69.6° N)	11164	6150	55.1	-
Würzburg (49.5° N)	10691	6213	57.9	-
Davos (46.8° N)	12110	9177	75.7	-
Athen (38.0° N)	8326	7379	88.5	-

Performance indicators for solar-only and preheated systems on annual base for a demand volume of 250 l/d (calculated with fixed A_c^* , u_c^* , U_c & C_s)				
Indikatoren für die Leistung von Solaranlagen ohne Zusatzheizung und von solaren Vorwärmanlagen auf jährlicher Grundlage für einen Volumenbedarf von 250 l/d (berechnet mit festgesetztem A_c^* , u_c^* , U_c & C_s)				
Location (latitude) Standort (Breitengrad)	Q_d [MJ]	Q_L [MJ]	f_{sol} [%]	Q_{par} [MJ]
Stockholm (69.6° N)	13939	7127	51.1	-
Würzburg (49.5° N)	13371	7253	54.3	-
Davos (46.8° N)	15137	10533	69.6	-
Athen (38.0° N)	10407	8767	84.4	-

Performance indicators for solar-only and preheated systems on annual base for a demand volume of 300 l/d (calculated with fixed A_c^* , u_c^* , U_c & C_s)				
Indikatoren für die Leistung von Solaranlagen ohne Zusatzheizung und von solaren Vorwärmanlagen auf jährlicher Grundlage für einen Volumenbedarf von 300 l/d (berechnet mit festgesetztem A_c^* , u_c^* , U_c & C_s)				
Location (latitude) Standort (Breitengrad)	Q_d [MJ]	Q_L [MJ]	f_{sol} [%]	Q_{par} [MJ]
Stockholm (69.6° N)	16746	7852	46.9	-
Würzburg (49.5° N)	16052	8105	50.5	-
Davos (46.8° N)	18165	11542	63.6	-
Athen (38.0° N)	12488	9997	80.0	-

Performance indicators for solar-only and preheated systems on annual base for a demand volume of 400 l/d (calculated with fixed A_c^* , u_c^* , U_c & C_s)				
Indikatoren für die Leistung von Solaranlagen ohne Zusatzheizung und von solaren Vorwärmanlagen auf jährlicher Grundlage für einen Volumenbedarf von 400 l/d (berechnet mit festgesetztem A_c^* , u_c^* , U_c & C_s)				
Location (latitude) Standort (Breitengrad)	Q_d [MJ]	Q_L [MJ]	f_{sol} [%]	Q_{par} [MJ]
Stockholm (69.6° N)	16746	8641	38.7	-
Würzburg (49.5° N)	16052	9114	42.5	-
Davos (46.8° N)	18165	12457	51.4	-
Athen (38.0° N)	12488	11731	70.4	-

Appendix 5: Over temperature protection

Date	G*SUM [MJ/day]	tout_max [°C]
2013-06-07	25.8	
2013-06-08	24.9	
2013-06-09	14.9	
2013-06-10	20.3	
2013-06-11	22.9	105.5 (draw off vol. 3L) 101.4 final condition

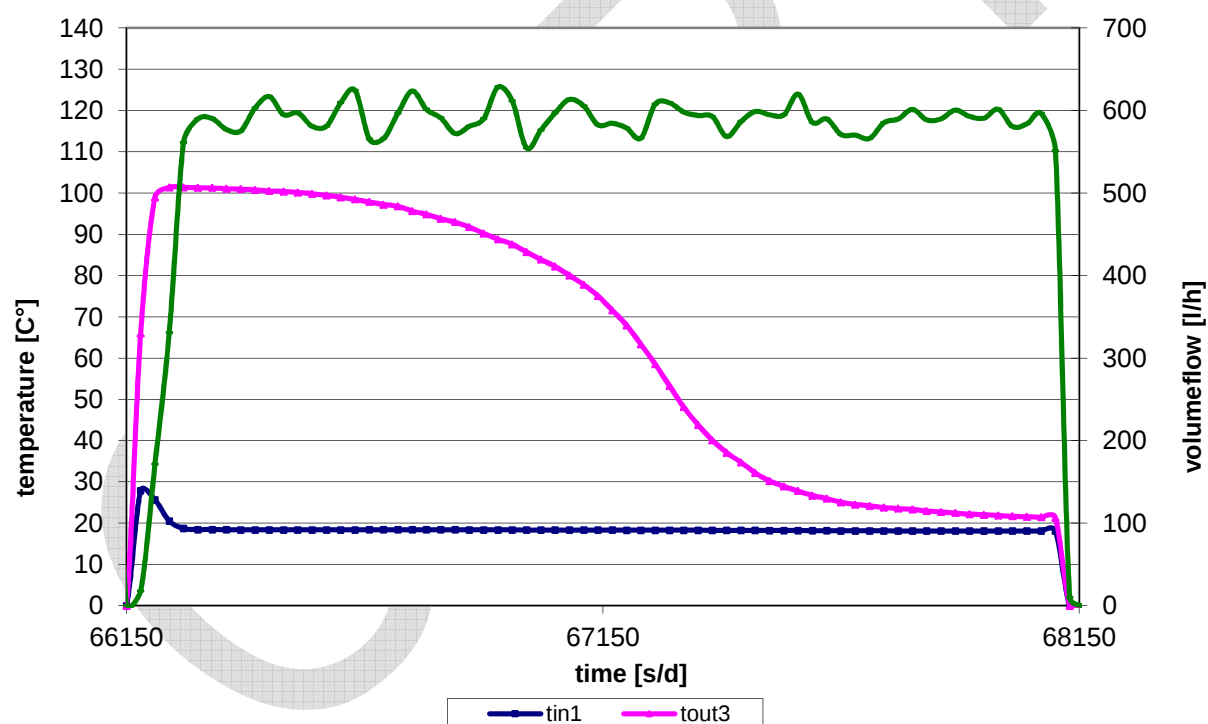


Figure1: End conditioning of the high temperature test sequence at 2013-06-11;
draw-off volume = 309.2 L

Appendix 6: Photo documentation



Fig. 1: Lykia Sistem 150



Fig. 2: Lykia Sistem 150



Fig. 3: cold water inlet



Fig. 4: hot water outlet



Fig. 5: Collector connection



Fig. 6: Collector connection