



Vom BMWA mit GZ 92714/237-IV/9/00 akkreditierte Prüf- und Überwachungsstelle
sowie sowie mit BGBl. II Nr. 244/2005 akkreditierte Zertifizierungsstelle für Personen

Prüfbericht / Test Report

Projektbezeichnung
Project Designation

Leistungsprüfung eines abgedeckten Sonnenkollektors gemäß EN 12975:2006

*Thermal performance testing of a solar collector
according to EN 12975:2006*

Produktbezeichnung
Product name

Bluestar XXL - Al

Auftraggeber
Client

Eraslanlar Insaat Sanayi Ve Ticaret LTD. STI.
Division Eraslan Solar Energy Systems
O.S.B. - Organize Sanayi Bölgesi
40100 Kirsehir
Turkey

Auftrag vom / Zahl
Order from / No.

04.11.2008

Projekt Nummer
Project number

2.04.00621.1.0-4a - LT

Sachbearbeiter
Test engineer

DI(FH) Roland Sterrer

Ausstellungsdatum <i>Date of issue</i>	Neufassung: 15.06.2009
Ausfertigungen: Anzahl / Nr. <i>Total number of issues / No.</i>	1/1
Anzahl der Seiten <i>Number of pages</i>	13
Anzahl der Beilagen im Blatt <i>Annex: number of pages</i>	1

Das (Die) Prüfergebnis(se) bezieht(en) sich ausschließlich auf den (die) Prüfgegenstand(stände).
The results relate exclusively to the terms tested.

Im Falle einer Vervielfältigung oder Veröffentlichung dieser Ausfertigung darf der Inhalt nur wort- und formgetreu und ohne Auslassung oder Zusatz wiedergegeben werden.
This report may only be reproduced or published in full, without omissions, alterations or additions.

Die auszugsweise Vervielfältigung oder Veröffentlichung bedarf der schriftlichen Zustimmung des Forschungszentrums.
The reproduction or publishing of extracts from this report requires the written approval of the research center.

Im Falle von Unstimmigkeiten bei der Übersetzung des vorliegenden Prüfberichtes, gilt der deutsche Text als vorrangig.
The german test report is used as a basis, if there are disagreements in translation.

Inhaltsverzeichnis

1. Allgemeine Angaben	
<i>General specifications</i>	3
1.1. Angaben zum Kollektor	
<i>Collector details</i>	3
1.2. Feststellung des Kollektors	
<i>Collector identification</i>	5
1.3. Schematische Darstellung des Sonnenkollektors (Unterlagen des Herstellers)	
<i>Schematic diagramm of the collector (by the manufacturer)</i>	7
1.4. Fotografie des Kollektors	
<i>Photograph of the collector</i>	7
2. Protokoll der Prüfreihefolge und Zusammenfassung der Hauptergebnisse	
<i>Record of test sequence and summary of main results</i>	8
3. Ergebnisse der Leistungsprüfung	
<i>Test results of thermal performance test</i>	8
4. Leistungskennlinie ($G^*_{Norm} = 1000 \text{ Wm}^{-2}$)	
<i>Performance curve ($G^*_{Norm} = 1000 \text{ Wm}^{-2}$)</i>	9
5. Einstrahlwinkel - Korrekturfaktor	
<i>Incident angle modifier</i>	9
6. Ergebnisse der Druckabfallmessung	
<i>Test results of pressure drop measurement</i>	10
7. Effektive Wärmekapazität des Kollektors	
<i>Effective heat capacity of the collector</i>	11
8. Endüberprüfung	
<i>Final inspection</i>	12
9. Bewertung	
<i>Evaluation of results</i>	13

1. Allgemeine Angaben

General specifications

Prüfstelle: ÖSTERREICHISCHES FORSCHUNGS- UND PRÜFZENTRUM ARSENAL Ges.m.b.H
 test center: ARSENAL RESEARCH
 Giefinggasse 2, A-1210 Wien, Tel: +43 50550-6497, www.arsenal.ac.at/ee/

Eingang des Prüfgegenstandes <i>receipt of test sample</i>	18.09.2008
Prüfung im Zeitraum (vom/bis) <i>test periode (from/to)</i>	03.11.2008 - 28.05.2009
Durchgeführte Prüfung <i>performed test</i>	vollständige Leistungsprüfung nach EN 12975-2 <i>complete performance test according EN 12975-2</i>

1.1. Angaben zum Kollektor / collector details

Hersteller <i>manufacturer</i>	
Anschrift <i>address</i>	Eraslanlar Insaat Sanayi Ve Ticaret LTD. STI. Division Eraslan Solar Energy Systems O.S.B. - Organize Sanayi Bölgesi 40100 Kirsehir Turkey

Bezugsflächen (vom Prüflabor bestimmt) <i>dimensions of collector unit (determined by test laboratory)</i>	
Bruttofläche (m ²) <i>gross area (m²)</i>	2,900
Aperturfläche (m ²) <i>aperture area (m²)</i>	2,695
Absorberfläche (m ²) <i>absorber area (m²)</i>	2,630

Angaben zu Kollektor und Gehäuse <i>technical figures of the collector</i>	
Bauart * <i>type of collector *</i>	Flachkollektor <i>flat plate collector</i>
Bezeichnung * <i>brand name *</i>	Bluestar XXL - Al
Seriennummer * <i>serial number *</i>	nicht vorhanden <i>not available</i>
Serienprodukt oder Prototyp * <i>serial product or proto type *</i>	Serienprodukt <i>serial product</i>
Herstellungsjahr * <i>year of production *</i>	2008
Länge (mm) <i>length (mm)</i>	2350
Breite (mm) <i>width (mm)</i>	1234
Höhe (mm) <i>height (mm)</i>	94
Leergewicht des Kollektors (kg) <i>weight of empty collector (kg)</i>	52,0

Absorber <i>absorber</i>	
Absorberbauart * <i>absorbertype *</i>	Flachabsorber <i>flat plate</i>
Material des Absorberblechs * <i>material of absorber *</i>	Aluminium <i>aluminium</i>
Stärke (mm) <i>thickness (mm)</i>	0,60
Art der Verbindung Absorber-Rohr * <i>type of connection absorber - tube *</i>	lasergeschweißt <i>laser welding</i>
Absorberbeschichtung * <i>absorber coating *</i>	hochselektiv <i>high selective</i>
Absorptionskoeffizient α * <i>absorptance α *</i>	0,95
Emissionskoeffizient ϵ * <i>emittance ϵ *</i>	0,05
Abmessungen Sammelrohr (mm) <i>dimensions of the header tube (mm)</i>	Ø18
Abmessungen Absorberrohr (mm) <i>dimensions of absorber tube (mm)</i>	Ø8
Art der hydraulischen Verschaltung <i>kind of hydraulic circuit</i>	Harfe <i>harp</i>
Anzahl der Absorberrohre <i>number of absorber tubes</i>	12
Anzahl paralleler Rohrabschnitte <i>number of parallel tube segments</i>	12
Anzahl serieller Rohrabschnitte <i>number of serial tube segments</i>	1
Anzahl der Anschlüsse <i>number of connections</i>	4

Transparente Abdeckung <i>transparent cover</i>	
Material & Bezeichnung * <i>material & identification *</i>	Durasolar P+ Prism Solarglas <i>Durasolar P+ Prism solar glass</i>
Anzahl der Abdeckungen * <i>number of covers *</i>	1
Transmissionsgrad τ * <i>transmittance τ *</i>	0,91
Abmessungen (mm) <i>dimensions (mm)</i>	2316 x 1200 x 4
Struktur der Abdeckung <i>structure of the cover (inside/outside)</i>	Innenseite prismiert <i>inner side prismatic</i>

Kollektor Wärmedämmung <i>collector thermal insulation</i>	
Rückseite: Material * <i>back side: material *</i>	Steinwolle <i>rock wool</i>
Spezifische Masse (kgm^{-3}) * <i>specific weight (kgm^{-3}) *</i>	40
Stärke (mm) <i>thickness (mm)</i>	50
Seitenwand: Material * <i>side wall: material *</i>	Glaswolle mit schwarzem Vlies <i>glass wool with black fleece</i>
Spezifische Masse (kgm^{-3}) * <i>specific weight (kgm^{-3}) *</i>	50
Stärke (mm) <i>thickness (mm)</i>	20

Gehäusekonstruktion <i>frame construction</i>	
Material Rahmen * <i>material frame *</i>	Aluminiumprofile <i>aluminium sections</i>
Material Rückwand * <i>back board material *</i>	Aluminiumblech <i>aluminium sheet</i>
Dichtungsmaterial * <i>sealing material *</i>	EPDM
Einbauweise * <i>collector mounting *</i>	Aufdach <i>on roof</i>

Betriebsspezifikationen <i>specifications for operation</i>	
Wärmeträgerfüllvolumen (l) * <i>heat transfer fluid content (l) *</i>	1,50
empfohlener Wärmeträger * <i>recommended heat transfer fluid *</i>	Wasser - Glykolegemisch <i>watter - glycol mixture</i>
empfohlenes Mischungsverhältnis * <i>recommended mix ratio *</i>	40 / 60
empfohlener Durchfluss (lh ⁻¹) * <i>recommended flow rate (lh⁻¹) *</i>	k.A. <i>n/a</i>
empfohlener Betriebsüberdruck (bar) * <i>recommended operation pressure (bar) *</i>	6
maximaler Betriebsüberdruck (bar) * <i>maximum operation pressure (bar) *</i>	9

- * Angaben mit diesem Zeichen sind Herstellerangaben
 * Specifications with this sign are manufacturers instructions

1.2. Feststellung des Kollektors / collector identification

Überprüfung ob folgende Daten, die die ÖNORM EN 12975-1, Kapitel 7 fordert, vorhanden sind.
 Check the following informations which ÖNORM EN 12975-1, chapter 7 requires.

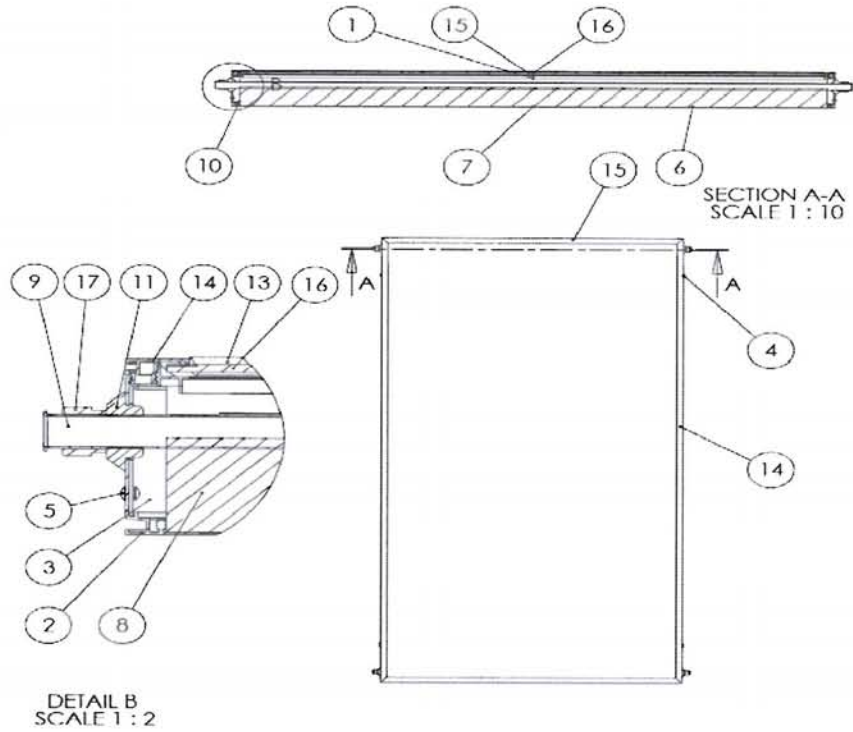
Zeichnungen und Datenblätter <i>pictures and technical data sheets</i>	vorhanden / available	
Zeichnungsnummer <i>drawing number</i>	<input checked="" type="checkbox"/> Ja / Yes	<input type="checkbox"/> Nein / No
Ausgabedatum <i>date of issue</i>	<input checked="" type="checkbox"/> Ja / Yes	<input type="checkbox"/> Nein / No
Überarbeitungsdatum <i>date of revision</i>	<input checked="" type="checkbox"/> Ja / Yes	<input type="checkbox"/> Nein / No
Werkstoffliste <i>list of materials</i>	<input checked="" type="checkbox"/> Ja / Yes	<input type="checkbox"/> Nein / No
Angabe von Maßen und Struktur <i>specification of measurements and size</i>	<input checked="" type="checkbox"/> Ja / Yes	<input type="checkbox"/> Nein / No

Kennzeichnung <i>collector label</i>	vorhanden / available	
Name des Herstellers <i>name of manufacturer</i>	<input checked="" type="checkbox"/> Ja / Yes	<input type="checkbox"/> Nein / No
Kollektortyp <i>type of collector</i>	<input checked="" type="checkbox"/> Ja / Yes	<input type="checkbox"/> Nein / No
Seriennummer <i>serial number</i>	<input type="checkbox"/> Ja / Yes	<input checked="" type="checkbox"/> Nein / No
Herstellungsjahr <i>year of production</i>	<input checked="" type="checkbox"/> Ja / Yes	<input type="checkbox"/> Nein / No
Brutto Kollektorfläche <i>gross area</i>	<input type="checkbox"/> Ja / Yes	<input checked="" type="checkbox"/> Nein / No

maximaler Betriebsüberdruck <i>maximum operation pressure</i>	<input checked="" type="checkbox"/> Ja / Yes	<input type="checkbox"/> Nein / No
Stagnationstemperatur bei 1000 Wm ⁻² und 30°C <i>stagnation temperature at 1000 Wm⁻² and 30 °C</i>	<input type="checkbox"/> Ja / Yes	<input checked="" type="checkbox"/> Nein / No
Volumen des Wärmeträgerfluids <i>volume of the heat transfer fluid</i>	<input type="checkbox"/> Ja / Yes	<input checked="" type="checkbox"/> Nein / No
Leergewicht des Kollektors <i>weight of the empty collector</i>	<input checked="" type="checkbox"/> Ja / Yes	<input type="checkbox"/> Nein / No
Hergestellt in... <i>made in...</i>	<input checked="" type="checkbox"/> Ja / Yes	<input type="checkbox"/> Nein / No

Installationsanweisungen <i>installer instruction manual</i>	vorhanden / available	
Anweisung für Transport und Handhabung <i>instructions for transport and handling</i>	<input type="checkbox"/> Ja / Yes	<input checked="" type="checkbox"/> Nein / No
Beschreibung Montageverfahren <i>description of the mounting procedure</i>	<input checked="" type="checkbox"/> Ja / Yes	<input type="checkbox"/> Nein / No
Empfehlung zum Blitzschutz <i>recommendation for lightning protection</i>	<input type="checkbox"/> Ja / Yes	<input checked="" type="checkbox"/> Nein / No
Anweisung für die Verbindung und Anschluss des Kollektors an den Wärmeträgerkreislauf <i>instructions for connection of the collector to the heat transfer circle</i>	<input type="checkbox"/> Ja / Yes	<input checked="" type="checkbox"/> Nein / No
Maße von Rohranschlüssen bei Kollektorguppen bis 20 m ² <i>dimensions of tube connections for collector arrays up to 20 m²</i>	<input type="checkbox"/> Ja / Yes	<input checked="" type="checkbox"/> Nein / No
Empfehlung der verwendbaren Wärmeträgermedien <i>recommendation of usable heat transfer fluid</i>	<input type="checkbox"/> Ja / Yes	<input checked="" type="checkbox"/> Nein / No
Vorsichtsmaßnahmen bei Füllung, Betrieb und Wartung <i>precaution for filling, operating and maintenance</i>	<input type="checkbox"/> Ja / Yes	<input checked="" type="checkbox"/> Nein / No
maximaler Betriebsüberdruck <i>maximum operating pressure</i>	<input checked="" type="checkbox"/> Ja / Yes	<input type="checkbox"/> Nein / No
maximaler Druckabfall <i>maximum pressure drop</i>	<input type="checkbox"/> Ja / Yes	<input checked="" type="checkbox"/> Nein / No
größter und kleinster Neigungswinkel <i>maximum and minimum tilt angle</i>	<input type="checkbox"/> Ja / Yes	<input checked="" type="checkbox"/> Nein / No
Wartungsanforderungen <i>maintenance requirements</i>	<input type="checkbox"/> Ja / Yes	<input checked="" type="checkbox"/> Nein / No

1.3. Schematische Darstellung des Sonnenkollektors (aus Unterlagen des Herstellers)
Schematic diagram of the collector (by the manufacturer)



1.4. Fotografie des Kollektors / Photograph of the collector



2. Protokoll der Prüfreihefolge und Zusammenfassung der Hauptergebnisse

Record of test sequence and summary of main results

Test test	Teststart test start	Testende end of test	bestanden pass
1. Leistungsprüfung performance test	03.11.2008	19.01.2009	Ja / yes
2. Endkontrolle final inspection	28.05.2009	28.05.2009	Ja / yes

3. Ergebnisse der Leistungsprüfung

Test results of thermal performance test

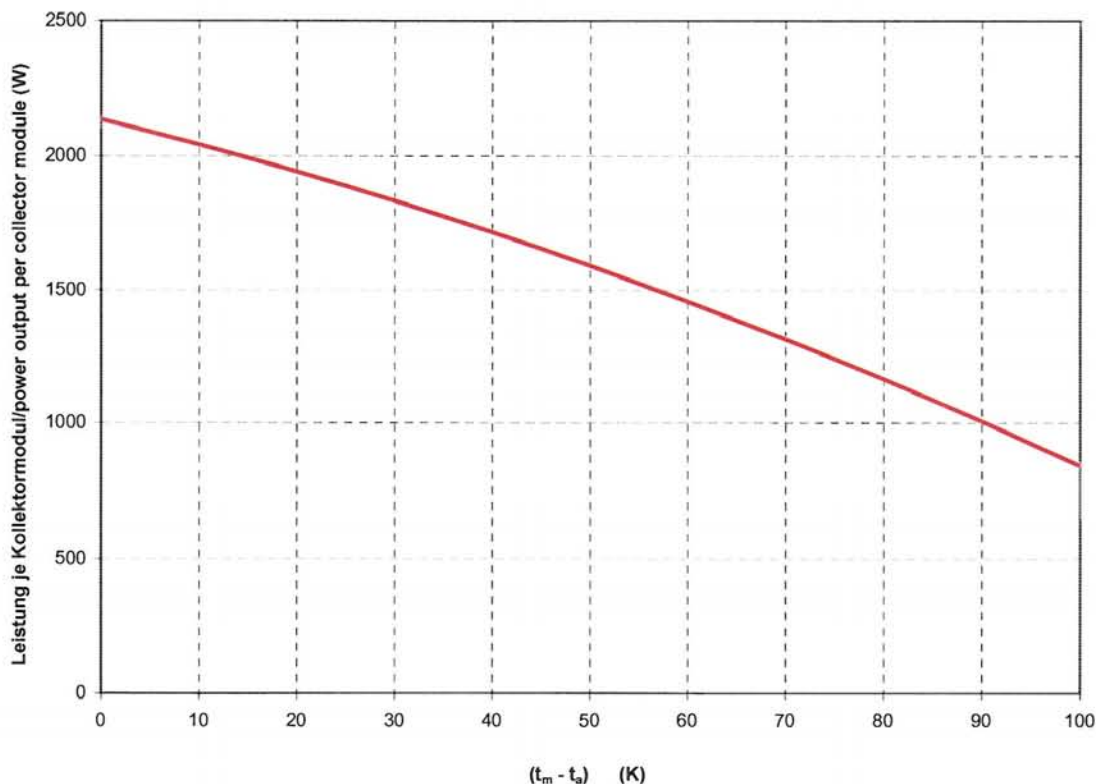
Prüfbedingungen test conditions	
Prüfverfahren test methode	stationär Indoor steady-state / indoor
Lampentyp type of lamps	Metallhalogen metal halide
Schutz vor langwelliger Strahlung shading of longwave radiation	ja yes
Bestrahlungsstärke G^*_{mittel} (Wm^{-2}) irradiance G^*_{mean} (Wm^{-2})	722
G^*_{mittel} bei K 50° - Messung (Wm^{-2}) G^*_{mean} at K 50° - measurement (Wm^{-2})	503
Massenstrom (kg h^{-1}) flow rate (kg h^{-1})	194,1
Umgebungsluftgeschwindigkeit (ms^{-1}) ambient air velocity (ms^{-1})	3+/-1

Wirkungsgradgleichung efficiency equation
$\eta = \eta_0 - a_1 (T_m - T_a) / G^* - a_2 (T_m - T_a)^2 / G^*$

Koeffizienten der Wirkungsgradgleichung coefficients of the efficiency equation			
bezogen auf die Aperturfläche A_a based on aperture area A_a			
$\eta_{0a} =$	0,792	$a_{1a} =$	3,276
		$a_{2a} =$	0,015
bezogen auf die Absorberfläche A_A based on absorber area A_A			
$\eta_{0A} =$	0,812	$a_{1A} =$	3,358
		$a_{2A} =$	0,016

4. Leistungskennlinie ($G^*_{Norm} = 1000 \text{ Wm}^{-2}$)

Performance curve ($G^*_{Norm} = 1000 \text{ Wm}^{-2}$)



Kollektorleistung (W) <i>performance of collector (W)</i>		Bestrahlungsstärke (Wm^{-2}) <i>irradiance (Wm^{-2})</i>		
		400	700	1000
$T_m - T_a$ (K)	10	762	1402	2043
	30	570	1193	1833
	50	310	951	1591
Spitzenleistung ($G=1000 \text{ W/m}^2$) je Kollektormodul (W_{peak}) <i>Peak performance ($G=1000 \text{ W/m}^2$) per collector module (W_{peak})</i>				2135

5. Einstrahlwinkel - Korrekturfaktor

Incident angle modifier

Winkelkorrekturfaktor K_{50° <i>incidence angle modifier</i>	0,96
---	-------------

6. Ergebnisse der Druckabfallmessung

Test results of pressure drop measurement

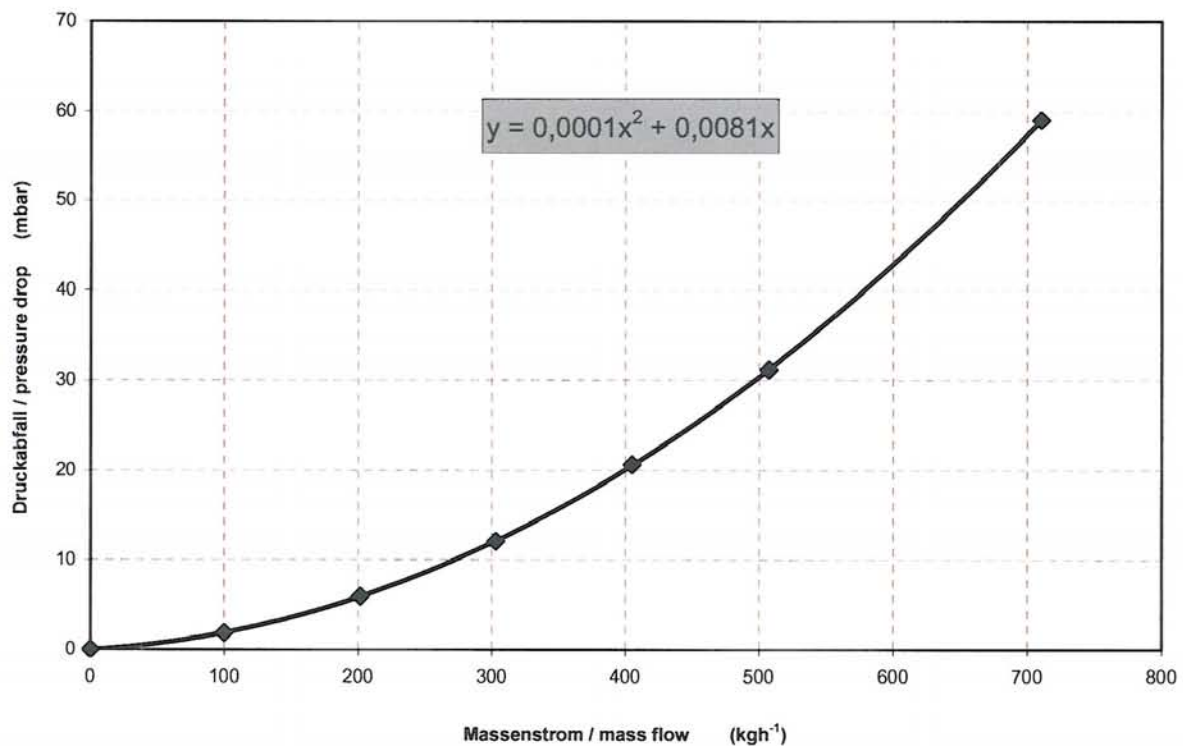
Durchgeführte Messungen:

conducted measurements:

- Temperatur des Wärmeträgers am Kollektoreintritt
temperature of heat transfer fluid at collector inlet
- Massenstrom des Wärmeträgers
mass flow of heat transfer fluid
- Druckabfall des Wärmeträgers zwischen Kollektoreintritts- und -austrittsanschlüssen
pressure drop of heat transfer fluid between collector inlet and -outlet.

Messung - Nr. <i>measurement - No.</i>	Volumenstrom <i>volume flow</i> (l ^h ⁻¹)	Fluid-Temperatur <i>temp. heat transfer fluid</i> (°C)	Massenstrom <i>mass flow</i> (kg ^h ⁻¹)	Druckabfall <i>pressure drop</i> (mbar)
1	0,0	20,5	0,0	0,0
2	100,2	20,6	100,0	1,8
3	202,1	20,8	201,7	6,0
4	303,5	19,9	303,0	12,1
5	405,7	20,0	405,0	20,6
6	508,1	20,0	507,3	31,2
7	711,9	20,9	710,5	59,0

Kennlinie Druckabfall / *pressure drop curve*



7. Effektive Wärmekapazität des Kollektors

Effective heat capacity of the collector

Berechnung der Wärmekapazität calculation of heat capacity
$C = \sum_i p_i m_i c_i$

	Absorber absorber		Wärmeträger heat transfer fluid	Wärmedämmung thermal insulation		Abdeckung cover
	Kupfer copper	Alu	H ₂ O:Glykol (60%:40%)	Steinwolle rock wool	Glaswolle glass wool	Glas glass
Material material						
Masse (kg) weight (kg)	4,75	3,50	1,50	5,55	0,50	0,50
spez. Wärmekapazität (kJkg⁻¹K⁻¹) specific heat capacity (kJkg ⁻¹ K ⁻¹)	0,39	0,94	3,70	0,84	0,60	0,60
Wichtung weighting	1,00	1,00	1,00	0,50	0,50	0,50
Wärmekapazität d. Bauteils (kJK⁻¹) components heat capacity (kJK ⁻¹)	1,83	3,29	5,55	2,33	0,15	0,15

Wärmekapazität des Kollektors c_{eff} (kJK⁻¹) heat capacity of the collector c _{eff} (kJK ⁻¹)	13,83
Wärmekapazität c_{eff} bezogen auf die Aperturfläche (kJK⁻¹m⁻²) heat capacity c _{eff} based on the aperture area (kJK ⁻¹ m ⁻²)	5,13

8. Endüberprüfung *Final inspection*

8.1. Beobachtung und Dokumentation *Monitoring and documentation*



Ansicht des Absorbers (Rückseite)
view of absorber (back side)



Ansicht der Isolierung
view of the Insulation



Ansicht der Gehäusedurchführung des Sammelrohres
view of frame-feedthrough of header tube

Es wurden keine sichtbaren Veränderungen festgestellt.
There have been no visible changes.

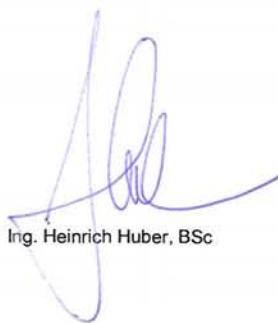
9. Bewertung
Evaluation of results

0 kein Problem 0 no problem	1 geringfügiges Problem 1 marginal problem	2 gravierendes Problem 2 serious problem	* Inspektion war nicht möglich * inspection was impossible
--------------------------------	---	---	---

Komponente <i>component</i>	mögliche Probleme <i>possible problems</i>	Bewertung <i>evaluation</i>
1. Kollektorgehäuse <i>collector casing</i>	Bruch, Aufwerfung, Korrosion, Eindringen von Wasser <i>breakage, bendings, corrosion, penetration of water</i>	0
2. Befestigungen / Glashalter <i>mountings / glass holder</i>	Materialermüdung/Sicherheit <i>fatigue of material / security</i>	0
3. Dichtungen <i>sealings</i>	Bruch, Adhäsion, Elastizität <i>breakage, adhesion, elasticity</i>	0
4. Abdeckungen/Reflektoren <i>covers / reflectors</i>	Bruch, Riss-, Blasen- und Kondensatbildung, Auflösung <i>breakage, tearing, lumps, dissolution, condensation</i>	0
5. Absorberbeschichtung <i>absorber coating</i>	Bruch, Rissbildung, Blasenbildung <i>breakage, tearing, lumps</i>	0
6. Absorber-, Verteil- und Sammelrohre <i>absorber-, distributor- and header-tube</i>	Deformation, Korrosion, Leckage <i>deformation, corrosion, leakage, disconnection</i>	0
7. Absorberbefestigung <i>absorber mounting</i>	Deformation, Korrosion <i>deformation, corrosion</i>	0
8. Wärmedämmung <i>thermal insulation</i>	Wasseraufnahme, Ausgasung, Degradation <i>water absorption, emissin of gas, degradation</i>	0

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die geprüften und von uns gekennzeichneten Kollektoren.
 Der oben angeführte Kollektor hat die beschriebenen Prüfungen nach EN 12975-2:2006 bestanden.
The test results refer only to the collector which was tested by arsenal research.
The collector which is mentioned above has passed the described tests according to EN 12975-2:2006.

Zeichnungsberechtigter



Ing. Heinrich Huber, BSc



Projektleiter



DI (FH) Roland Sterrer, BSc

Anhang A: Nomenklatur

Appendix A: Nomenclature

A_A	Absorberfläche des Kollektors / <i>absorber area</i>	m^2
A_a	Aperturfläche des Kollektors / <i>aperture area</i>	m^2
A_G	Bruttofläche des Kollektors / <i>gross area</i>	m^2
a_1	linearer Wärmeverlustkoeffizient / <i>algebraic constant, reference to T^*m</i>	$Wm^{-2}K^{-1}$
a_2	quadratischer Wärmeverlustkoeffizient / <i>algebraic constant, reference to T^*m</i>	$Wm^{-2}K^{-2}$
C	effektive Wärmekapazität des gesamten Kollektors <i>effective thermal capacity of collector</i>	JK^{-1}
c_i	spezifische Wärmekapazität der Kollektorbaueteile <i>specific thermal capacity of collector components</i>	$Jkg^{-1}K^{-1}$
c_f	mittlere spezifische Wärmekapazität des Wärmeträgers <i>specific heat capacity of heat transfer fluid</i>	$Jkg^{-1}K^{-1}$
G^*	globale Bestrahlungsstärke / <i>global irradiance</i>	Wm^{-2}
K_θ	Winkelkorrekturfaktor bei Einstrahlwinkel θ / <i>incidence angle modifier</i>	
\dot{m}	Massenstrom des Wärmeträgerfluids / <i>mass flowrate of heat transfer fluid</i>	$kg s^{-1}$
m_i	Masse eines Kollektorbaueteiles / <i>mass of collector components</i>	kg
p_i	Wichtungsfaktor zur Berechnung der effektiven Wärmekapazität <i>Factor of weighting</i>	
\dot{Q}_{Nutz}	Nutzleistung des Kollektors / <i>useful power extracted from collector</i>	W
\dot{Q}_{zu}	zugeführte (eingestrahlte) Leistung / <i>power from irradiance</i>	W
t_a	Umgebungslufttemperatur / <i>ambient air temperature</i>	$^{\circ}C$
t_e	Kollektoraustrittstemperatur des Wärmeträgers / <i>collector outlet temperature</i>	$^{\circ}C$
t_i	Kollektoreintrittstemperatur des Wärmeträgers / <i>collector inlet temperature</i>	$^{\circ}C$
t_m	mittlere Temperatur des Wärmeträgers im Kollektor <i>mean temperature of heat transfer fluid</i>	$^{\circ}C$
v	Umgebungsluftgeschwindigkeit / <i>surrounding air speed</i>	ms^{-1}
η	Kollektorwirkungsgrad / <i>collector efficiency</i>	
η_0	Konversionsfaktor (Wirkungsgrad bei $T_m = T_a$) <i>zero-loss collector efficiency (efficiency at $T_m = T_a$)</i>	