

KTB Nr.: 2014-21

Testbericht nach EN 12975-1:2006+A1:2010 /

EN ISO 9806:2013

***Report according to EN 12975-1:2006+A1:2010 / EN
ISO 9806:2013***

Hersteller/- *Manufacturer:*

SolarVenti A/S

Kollektorbezeichnung/- *Type name:*

SV Professional

Ausstellungsdatum/- *Date of issue:*

25th November 2014

Änderungsdatum/- *Revision date:*

25th November 2014

Ausgestellt von/- *Issued by:*

TestLab Solar Thermal Systems
Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE
Heidenhofstraße 2, 79110 Freiburg, Germany
T +49 (0)761-4588-5354
F +49 (0)761-4588-9000
testlab-sts@ise.fraunhofer.de
www.kollektortest.de

Akkreditiert nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005

Accredited according to DIN EN ISO/IEC 17025:2005



Contents

1	Überblick der Ergebnisse - <i>Result overview</i>	3
1.1	Vorbemerkung - <i>Preliminary remark</i>	3
1.2	Gesamtergebnis - <i>Overall result</i>	3
1.3	Ablauf der Messungen - <i>Schedule of the measurements</i>	3
2	Beschreibung des Kollektors - <i>Description of the collector</i>	6
3	Abbildung des Kollektors - <i>Picture of the collector</i>	8
4	Dokumentation des Kollektors - <i>Documentation of the collector</i>	9
5	Wareneingangskontrolle - <i>Incoming goods inspection</i>	11
6	Bruch- oder Druckprüfung - <i>Rupture or collapse test</i>	12
7	Hochtemperaturbeständigkeit - <i>High temperature resistance</i>	12
8	Freilandbewitterungsprüfung - <i>Exposure test</i>	13
9	Äußere Temperaturwechselprüfung - <i>External thermal shock test</i>	14
10	Innere Temperaturwechselprüfung - <i>Internal thermal shock test</i>	15
11	Prüfung auf eindringendes Regenwasser - <i>Rain penetration test</i>	16
12	Prüfung der Frostbeständigkeit - <i>Freeze resistance test</i>	17
13	Mechanische Belastungsprüfung - <i>Mechanical load test</i>	17
14	Endkontrolle - <i>Final inspection</i>	18
15	Leistungsermittlung - <i>Performance measurement</i>	20
15.1	Berechnungsverfahren - <i>Calculation method</i>	20
15.2	Randbedingungen - <i>boundary conditions</i>	21
15.3	Schematische Darstellung des Prüfkreislaufes - <i>Schematic of the testing loop</i>	21
15.4	Ergebnis der Leistungsermittlung - <i>Performance measurement results</i>	22
15.4.1	Wirkungsgrad - <i>Efficiency</i>	22
15.4.2	Leistung pro Kollektor - <i>Power output per collector</i>	22
15.5	Winkelkorrekturfaktor - <i>Incidence angle modifier (IAM)</i>	23
15.6	Effektive Wärmekapazität - <i>Effective thermal capacity</i>	24
15.7	Zeitkonstante - <i>Time constant</i>	24
16	Druckverlustmessung - <i>Pressure drop</i>	26
17	Maximale Stagnationstemperatur - <i>Max. stagnation temperature</i>	28
18	Anmerkung zum Prüfbericht - <i>Annotation to the test report</i>	29
A	Daten der Freilandbewitterung - <i>Exposure test data</i>	I

1 Überblick der Ergebnisse - *Result overview*

1.1 Vorbemerkung - *Preliminary remark*

Die Messungen wurden nach ISO 9806:2013, unter Einhaltung der Solar Keymark Scheme Rules, durchgeführt.

The measurements have been performed according to ISO 9806:2013, in accordance with the Solar Keymark scheme rules.

1.2 Gesamtergebnis - *Overall result*

Während der Messungen trat kein Fehler nach EN12975-1:2006 auf.

No failure according to EN12975-1:2006 occurred while performing the measurements.

1.3 Ablauf der Messungen - *Schedule of the measurements*

Zufallsauswahl - *Remote sampling*

06.05.2013	222-KT-104-05-072013	in Ordnung - <i>okay</i>
	222-KT-104-06-072013	

Wareneingangskontrolle - *Incomming goods inspection*

01.07.2013	222-KT-104-05-072013	in Ordnung - <i>okay</i>
	222-KT-104-06-072013	

Bruch- und Druckprüfung - *Rupture and collapse test*

26.03.2014	222-KT-104-06-072013	in Ordnung - <i>okay</i>
------------	----------------------	--------------------------

Hochtemperaturbeständigkeitsprüfung - *High temperature resistance test*

02.09.2013	222-KT-104-05-072013	in Ordnung - <i>okay</i>
------------	----------------------	--------------------------

Expositionsprüfung - <i>Exposure test</i>		
17.07.2013	- 222-KT-104-05-072013	in Ordnung - <i>okay</i>
24.10.2013		
1. Äußere Temperaturwechselprüfung - <i>1st external thermal shock test</i>		
01.08.2013	222-KT-104-05-072013	in Ordnung - <i>okay</i>
2. Äußere Temperaturwechselprüfung - <i>2nd external thermal shock test</i>		
15.08.2013	222-KT-104-05-072013	in Ordnung - <i>okay</i>
1. Innere Temperaturwechselprüfung - <i>1st internal thermal shock test</i>		
05.08.2013	222-KT-104-06-072013	in Ordnung - <i>okay</i>
1. Innere Temperaturwechselprüfung - <i>1st internal thermal shock test</i>		
21.08.2013	222-KT-104-06-072013	in Ordnung - <i>okay</i>
Maximale Anfahrtstemperatur - <i>Maximum start temperature</i>		
22.05.2014		in Ordnung - <i>okay</i>
Prüfung auf eindringendes Regenwasser - <i>Rain penetration test</i>		
24.10.2013	222-KT-104-05-072013	in Ordnung - <i>okay</i>
Prüfung der Frostbeständigkeit - <i>Freeze resistance test</i>		
		nicht erforderlich <i>not required</i>
Mechanische Belastungsprüfung - <i>Mechanical load test</i>		
05/06.11.2013	222-KT-104-06-072013	in Ordnung - <i>okay</i>
Endkontrolle - <i>Final inspection</i>		
27.07.2012	222-KT-104-05-072013	in Ordnung - <i>okay</i>

Leistungsmessung (senkrechte Einstrahlung)

Efficiency measurement (normal irradiation)

16.07.2013	- 222-KT-104-05-072013	in Ordnung - <i>okay</i>
19.07.2013		

Leistungsmessung (Einstrahlwinkel 50 °)

Efficiency measurement (incident angle 50 °)

19.07.2013	222-KT-104-05-072013	in Ordnung - <i>okay</i>
------------	----------------------	--------------------------

Effektive thermische Kapazität - *Effective thermal capacity*

berechnet - <i>calculated</i>		in Ordnung - <i>okay</i>
-------------------------------	--	--------------------------

Druckverlustmessung - *Pressure drop measurement*

26.03.2014	222-KT-104-06-072013	in Ordnung - <i>okay</i>
------------	----------------------	--------------------------

Sprungantwort - *Step response*

19.07.2013	222-KT-104-06-072013	in Ordnung - <i>okay</i>
------------	----------------------	--------------------------

Stagnationstemperatur - *Stagnation temperature*

02.09.2013	222-KT-104-05-072013	in Ordnung - <i>okay</i>
------------	----------------------	--------------------------

Dokumentation des Kollektors - *Documentation of the collector*

geprüft - <i>checked</i>		in Ordnung - <i>okay</i>
--------------------------	--	--------------------------

2 Beschreibung des Kollektors - *Description of the collector*

Allgemeines - *Preface*

Kollektortyp: <i>Collector technology:</i>	Flachkollektor <i>Flat plate collector</i>
Ident.-Nr.-Funktionsprüfungen: <i>Ident.-no.-function tests:</i>	222-KT-104-05-072013
Ident.-Nr.-Leistungsprüfung: <i>Ident.-no.-efficiency tests:</i>	222-KT-104-06-072013
Bruttofläche: <i>Total area</i>	1,004 m x 1,974 m = 1,982 m ² *
Absorberfläche [L x B]: <i>Absorber area [l x w]</i>	2,377 m ² *
Aperturfläche [L x B]: <i>Aperture area [l x w]</i>	0,955 m x 1,927 m = 1,840 m ²

Absorber - *Absorber*

Stärke des Absorbers: <i>Thickness of the absorber</i>	2 mm *
Werkstoff des Absorbers: <i>Material of the absorber:</i>	Polyester Filz (Polyethylene Terephalate) * <i>Polyester felt (Polyethylene Terephalate)</i>
Absorptionsgrad, α <i>Absorption coefficient</i>	- \pm - % *
Emissionsgrad, ε <i>Emission coefficient</i>	- \pm - % *
Hydraulische Anordnung: <i>Hydraulic design</i>	durchströmter Absorber <i>through-flow absorber</i>

Abdeckung - *Cover*

Anzahl der Abdeckungen: <i>Number of covers</i>	1
Werkstoff der Abdeckung: <i>Material of the cover</i>	Polycarbonat Doppelsteg * <i>polycarbonate twin wall sheet</i> *
Dicke der Abdeckung: <i>Thickness of the cover</i>	10 mm *
Transmission der Abdeckung: <i>Transmission coefficient of the cover</i>	84 \pm - % *

Wärmeträger - *Heat transfer fluid*

Typ: <i>Type</i>	Luft * <i>air</i> *
---------------------	------------------------

Gehäuse - *Casing*

Gehäusewerkstoff: <i>Material of the casing</i>	Aluminium * <i>aluminium</i>
Tiefe: <i>Depth</i>	305 mm *
Dichtungsmaterial: <i>Sealing material</i>	EPDM * <i>EPDM</i> *

Grenzwerte - *Limitations*

Maximale Betriebstemperatur: <i>Max. service temperature</i>	160 °C *
Maximale Windlast: <i>Max. wind load</i>	- Pa *
Empfohlener Anstellwinkel: <i>Recommended tilt angle</i>	- ° *
Empfohlener Volumenstrom: <i>Recommended flow range</i>	147 - 404 m ³ /h *

Kollektorbefestigung - *Collector mounting*

Flachdach - Aufständigung: <i>Flat roof - angular rack</i>	+
Geneigtes Dach - Aufdach: <i>Sloped roof - on roof</i>	+
Geneigtes Dach - Indach: <i>Sloped roof - integrated in roof</i>	-
Fassade: <i>Facade</i>	+

* = Herstellerangabe - *Manufacturers specification*

3 Abbildung des Kollektors - *Picture of the collector*

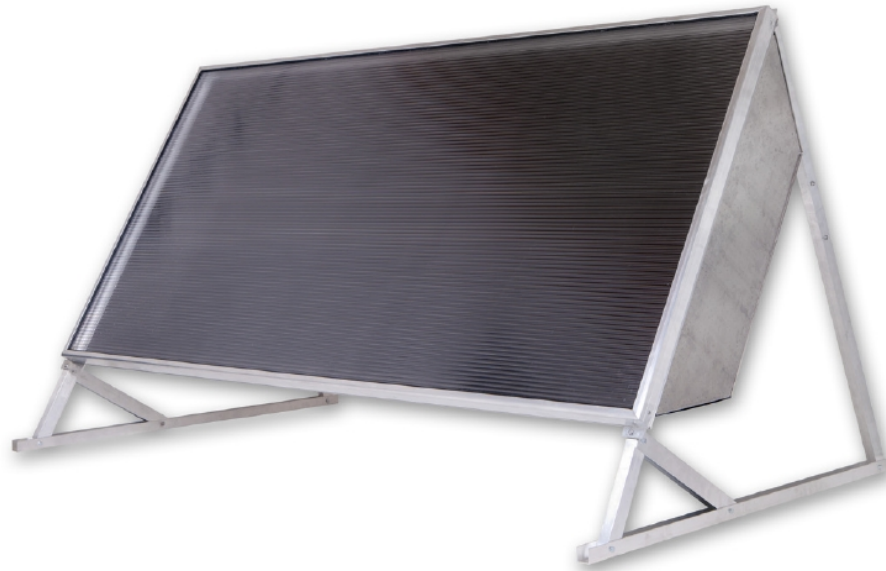


Figure 1: Abbildung des Kollektors (Quelle: Herstellerdokumentation) - *Picture of the collector (Source: Manufacturers documentation)*

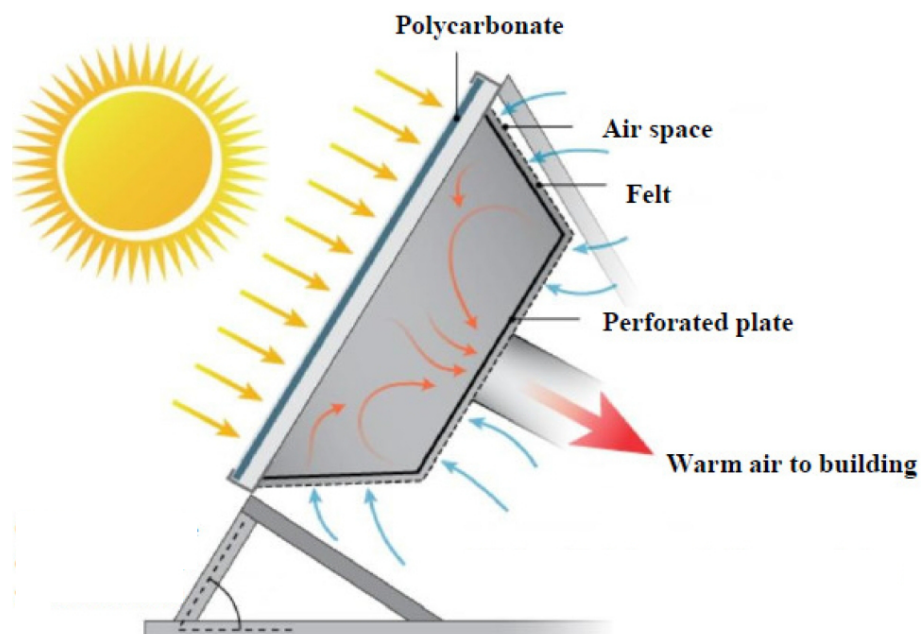


Figure 2: Abbildung des Kollektors (Quelle: Herstellerdokumentation) - *Picture of the collector (Source: Manufacturers documentation)*

4 Dokumentation des Kollektors - *Documentation of the collector*

Table 3: Typenschild des Kollektors
Type plate of the collector

Position <i>Item</i>	Angabe <i>Specification</i>	Status <i>Status</i>
Hersteller <i>Manufacturer</i>	Solarventi AS	+
Kollektorbezeichnung <i>Brand name</i>	SV20 Industrial	+
Seriennummer <i>Serial number</i>	SH0613	+
Herstellungsjahr <i>Year of production</i>	2013	+
Bruttofläche [L x B] <i>Gross area [l x w]</i>	1,98	+
max. Betriebsdruck <i>Max. operating pressure</i>	not relevant	+
Stagnationstemperatur [°C] <i>Stagnation temperature [°C]</i>	110 °C	+
Absorbervolumen <i>Volume of absorber</i>	not relevant	+
Leergewicht <i>Weight (empty)</i>	10 kg	+
Hergestellt in <i>Made in</i>	Dänemark	+

(+) in Ordnung - *(MS) okay*
(-) unzureichend - *(-) not sufficient*

Table 4: Installationsanleitung
Installation manual

Position <i>Item</i>	Angabe <i>Specification</i>
Maße und Gewicht des Kollektors <i>Dimensions and weight of the collector</i>	+
Beschreibung des Montageverfahrens <i>Description of mounting</i>	+
Empfehlung zum Blitzschutz <i>Recommendation on lightning protection</i>	-

(+) in Ordnung - *(MS) okay*
(-) unzureichend - *(-) not sufficient*

Table 4: Installationsanleitung
Installation manual

Position <i>Item</i>	Angabe <i>Specification</i>
Anweisung zur Verbindung der Kollektoren untereinander und für den Anschluss eines Kollektorfeldes an den Wärmeträgerkreislauf sowie die Maße für Rohranschlüsse bei Kollektorgruppen bis 20m ² . <i>Instructions about the coupling of the collectors to one another and the connection of the collector field to the heat transfer circuit, including dimensions of pipe connections for collector arrays up to 20 m².</i>	+
Empfehlungen hinsichtlich der verwendbaren Wärmeträgermedien sowie Vorsichtsmaßnahmen beim Füllen, Betrieb und Wartung. <i>Recommendations about the heat transfer media which may be used and precautions to be taken during filling, operation and service.</i>	-
Max. Betriebsdruck <i>Max. operating pressure</i>	-
Druckabfall <i>Pressure losses</i>	-
Max. und min. Neigungswinkel <i>Max. and min. mounting angle</i>	+
Max. Wind und Schneelast <i>Max. wind and snow load</i>	+
Wartungsanforderungen <i>Requirements for maintainance</i>	+

(+) in Ordnung - *(MS) okay*
(-) unzureichend - *(-) not sufficient*

Hinweis: Die Installationsanleitung ist dem Verbraucher in seiner Landessprache zur Verfügung zu stellen.

Annotation: Documentation concerning personal safety, maintenance and handling of the product shall be made available to the customer in his national language.

Table 5: Konstruktionszeichnungen
Engineering drawings

Baugruppe <i>Assembly</i>	Zeichnungsnummer <i>Drawing number</i>	Status <i>Status</i>
Gesamtansicht (HA) <i>General view (MS)</i>	see Physical inspection Report PIR-2014-44	+
Schnittdarstellung (HA) <i>Sectional view (MS)</i>	see Physical inspection Report PIR-2014-44	+

Status - *Status*
(+) = in Ordnung - *Okay*
(-) = unzureichend - *Not sufficient*

Table 5: Konstruktionszeichnungen
Engineering drawings

Baugruppe <i>Assembly</i>	Zeichnungsnummer <i>Drawing number</i>	Status <i>Status</i>
Gehäuse (HA) <i>Casing (MS)</i>	see Physical inspection Report PIR-2014-44	+
Absorber (HA) <i>Absorber (MS)</i>	see Physical inspection Report PIR-2014-44	+
Transparente Abdeckung (HA) <i>Transparent cover (MS)</i>	see Physical inspection Report PIR-2014-44	+

Status - *Status*
(+) = in Ordnung - *Okay*
(-) = unzureichend - *Not sufficient*

5 Wareneingangskontrolle - *Incoming goods inspection*

Eine Wareneingangskontrolle wurde durchgeführt. Der Kollektor SV Professional wies keine Beschädigungen auf.

An incoming goods inspection was performed. No damages were detected at the collector SV Professional .

Table 6: Ergebnis der Wareneingangskontrolle
Result of the incoming goods inspection

Kollektor <i>Collector</i>	Anlieferungszustand <i>Delivery condition</i>
222-KT-104-06-072013	+
222-KT-104-05-072013	+

Status - *Status*
(+) = in Ordnung - *Okay*
(-) = unzureichend - *Not sufficient*

Anmerkung- *Annotation*

Im Fall eines unzureichenden Anlieferungszustands sind detaillierte Informationen zum Anlieferungszustand im Anhang "Anlieferungszustand" gegeben.

In case of not sufficient delivery conditions, the conditions are described in detail within annex "Delivery conditions".

6 Bruch- oder Druckprüfung - *Rupture or collapse test*

Table 7: Prüfbedingungen bei der Bruch- oder Druckprüfung
Test conditions during rupture or collapse test

Dauer der Prüfung [min] <i>Test duration [min]</i>	15
Absorbentemperatur während der Prüfung [°C] <i>Test absorber temperature [°C]</i>	nicht bestimmt <i>not determined</i>
Einstrahlung während der Prüfung [W/m ²] <i>Test irradiance [W/m²]</i>	nicht bestimmt <i>not determined</i>
Umgebungstemperatur während der Prüfung [°C] <i>Test ambient temperature [°C]</i>	nicht bestimmt <i>not determined</i>
Wärmeträgertemperatur während der Prüfung [°C] <i>Test fluid temperature [°C]</i>	10,2
Püfdruck [Pa] <i>Test pressure [Pa]</i>	97879
Max positiver Püfdruck [Pa] <i>Maximum positive test pressure [Pa]</i>	nicht anwendbar <i>not applicable</i>
Max negativer Püfdruck [Pa] <i>Maximum negative test pressure [Pa]</i>	104
Volumenstrom während der Prüfung [m ³ /h] <i>Test volumetric flow rate [m³/h]</i>	662

Ergebnis:- *Result:*

Die Prüfung gilt als bestanden.
The test is considered as passed.

7 Hochtemperaturbeständigkeit - *High temperature resistance*

Table 8: Prüfbedingungen bei der Prüfung auf Hochtemperaturbeständigkeit
Test conditions during high temperature resistance test

Testmethode: <i>Method:</i>	Außenprüfung <i>Outdoor test</i>
Kollektorazimut: <i>Azimuth of collector:</i>	0 °
Anstellwinkel: <i>Tilt angle:</i>	60 °
Mittlere Einstrahlung [W/m ²]: <i>Average irradiance during test [W/m²]:</i>	1020
Mittlere Umgebungstemperatur [°C]: <i>Average ambient temperature [°C]:</i>	21,4

Table 8: Prüfbedingungen bei der Prüfung auf Hochtemperaturbeständigkeit
Test conditions during high temperature resistance test

Mittlere Windgeschwindigkeit [m/s]: <i>Average ambient air speed [m/s]:</i>	1
Mittlere Absorbertemperatur [°C]: <i>Average absorber temperature [°C]:</i>	100,0
Temperaturmessstelle: <i>Location of temperature sensor:</i>	Rückseite Absorber, 2/3 Kollektorhöhe <i>Absorber Backside, 2/3 height</i>
Dauer der Prüfung [min]: <i>Duration of test [min]:</i>	60

Ergebnis:- Result:

Die Prüfung gilt als bestanden.
The test is considered as passed.

8 Freilandbewitterungsprüfung - *Exposure test*

Table 9: Prüfbedingungen bei der Freilandbewitterungsprüfung
Test conditions during exposure test

Kollektorazimut: <i>Azimuth of collector:</i>	0 °
Anstellwinkel: <i>Tilt angle:</i>	60 °
Klimatische Bedingungen: <i>Climatic conditions:</i>	Klasse B <i>Class B</i>
Einstrahlungssumme im Expositionszeitraum [MJ/m ²]: <i>Summarized irradiation during exposure period [MJ/m²]:</i>	1434
gültiger Abschnitt [h]: <i>Valid hours [h]:</i>	43

Ergebnis:- Result:

Die abschließende Bewertung der Freilandbewitterungsprüfung findet in Kapitel 14 "Endkontrolle" statt. Die Daten der ausgewerteten Testtage der Prüfung sind im Anhang A auf Seite I in Tabelle 24 dargestellt.

The final evaluation is described in chapter 14 "Final inspection". The analyzed exposure test days are shown in annex A on page III within table 24.

9 Äußere Temperaturwechselprüfung - *External thermal shock test*

Table 10: Prüfbedingungen bei der Prüfung mit schnellem äußeren Temperaturwechsel
Test conditions during the external thermal shock test

	1. Test <i>1st test</i>	2. Test <i>2nd test</i>
Testmethode: <i>Method:</i>	Außenprüfung <i>Outdoor testing</i>	Außenprüfung <i>Outdoor testing</i>
Kollektorazimut: <i>Azimuth of collector:</i>	0 °	0 °
Anstellwinkel: <i>Tilt angle:</i>	60 °	60 °
Kombiniert mit Freilandbewitterungsprüfung: <i>Combined with exposure test:</i>	ja <i>yes</i>	ja <i>yes</i>
Kombiniert mit Hochtemperaturbeständigkeitsprüfung: <i>Combined with high temperatur resistance test:</i>	nein <i>no</i>	nein <i>no</i>
Klimatische Bedingungen: <i>Climatic conditions:</i>	Klasse C <i>Class C</i>	Klasse C <i>Class C</i>
Mittlere Bestrahlungsstärke während der Prüfung [W/m ²]: <i>Average irradiance during test period [W/m²]:</i>	851	854
Minimale Bestrahlungsstärke während der Prüfung [W/m ²]: <i>Minimum irradiance during test period [W/m²]:</i>	815	785
Mittlere Umgebungstemperatur während der Prüfung [°C]: <i>Average ambient temperature during test period [° C]:</i>	30,8	24,1
Minimale Umgebungstemperatur während der Prüfung [°C]: <i>Minimum ambient temperature during test period [° C]:</i>	30	23
Zeitdauer, während der vor dem äußeren Temperaturwechsel stationäre Bedingungen eingehalten wurden [min]: <i>Period during which the required operating conditions were met prior to external thermal shock [min]:</i>	60	60
Massenstrom des Sprühwassers [kg/s]: <i>Flow rate of spraying water [kg/s]:</i>	0,03 - 0,05	0,03 - 0,05
Temperatur des Sprühwassers [°C]: <i>Temperature of spraying water [° C]:</i>	< 25	< 25
Sprühdauer [min]: <i>Duration of spraying water [min]:</i>	15	15

Table 10: Prüfbedingungen bei der Prüfung mit schnellem äußeren Temperaturwechsel
Test conditions during the external thermal shock test

	1. Test <i>1st test</i>	2. Test <i>2nd test</i>
Absorbtemperatur unmittelbar vor dem Besprühen [°C]: <i>Absorber temperature immediately prior to spraying water [°C]:</i>	77,8	70,1
Temperaturmessstelle: <i>Location of temperature sensor:</i>	Rückseite Absorber, Kollektorhöhe <i>Absorber backside, height</i>	2/3 <i>2/3</i>

Ergebnis:- Result:

Die Prüfung gilt als bestanden.

The test is considered as passed.

10 Innere Temperaturwechselprüfung - *Internal thermal shock test*

Table 11: Prüfbedingungen bei der Prüfung mit schnellem inneren Temperaturwechsel
Test conditions during the internal thermal shock test

	1. Test <i>1st test</i>	2. Test <i>2nd test</i>
Testmethode: <i>Method:</i>	Außenprüfung <i>Outdoor testing</i>	Außenprüfung <i>Outdoor testing</i>
Kollektorazimut: <i>Azimuth of collector:</i>	0 °	0 °
Anstellwinkel: <i>Tilt angle:</i>	60 °	60 °
Kombiniert mit Freilandbewitterungsprüfung: <i>Combined with exposure test:</i>	ja <i>yes</i>	ja <i>yes</i>
Kombiniert mit Hochtemperaturbeständigkeitsprüfung: <i>Combined with high temperatur resistance test:</i>	nein <i>no</i>	nein <i>no</i>
Klimatische Bedingungen: <i>Climatic conditions:</i>	Klasse C <i>Class C</i>	Klasse B <i>Class B</i>
Mittlere Bestrahlungsstärke während der Prüfung [W/m ²]: <i>Average irradiance during test period [W/m²]:</i>	869	901
Minimale Bestrahlungsstärke während der Prüfung [W/m ²]: <i>Minimum irradiance during test period [W/m²]:</i>	840	870

Table 11: Prüfbedingungen bei der Prüfung mit schnellem inneren Temperaturwechsel
Test conditions during the internal thermal shock test

	1. Test <i>1st test</i>	2. Test <i>2nd test</i>
Mittlere Umgebungstemperatur während der Prüfung [°C]: <i>Average ambient temperature during test period [°C]:</i>	28,7	22,4
Minimale Umgebungstemperatur während der Prüfung [°C]: <i>Minimum ambient temperature during test period [°C]:</i>	28	21
Zeitdauer, während der vor dem äußeren Temperaturwechsel stationäre Bedingungen eingehalten wurden [min]: <i>Period during which the required operating conditions were met prior to external thermal shock [min]:</i>	60	60
Massenstrom [kg/m ² s]: <i>Mass flow rate [kg/m²s]:</i>	0,13	0,13
Fluidtemperatur [°C]: <i>Temperature of fluid [°C]:</i>	30,1	23,5
Durchströmungsdauer [min]: <i>Duration of fluid flow [min]:</i>	5	5
Absorbertemperatur unmittelbar vor der Durchströmung [°C]: <i>Absorber temperature immediately prior to water flow [°C]:</i>	80,7	78,1
Temperaturmessstelle: <i>Location of temperature sensor:</i>	Rückseite Absorber, 2/3 Kollektorhöhe <i>Absorber backside, 2/3 height</i>	

Ergebnis:- *Result:*

Die Prüfung gilt als bestanden.

The test is considered as passed.

11 Prüfung auf eindringendes Regenwasser - *Rain penetration test*

Table 12: Prüfbedingungen bei der Prüfung auf eingedrungenes Regenwasser
Test conditions during the rain penetration test

Kollektor befestigt auf: <i>Collector mounted:</i>	Offenem Rahmen <i>Open frame</i>
Neigungswinkel des Kollektors [°]: <i>Tilt angle of the collector [°]:</i>	60 °

Table 12: Prüfbedingungen bei der Prüfung auf eingedrungenes Regenwasser
Test conditions during the rain penetration test

Sprühdauer [h]:	4
<i>Duration of water spray [h]:</i>	

Ergebnis:- Result:

Die Bewertung der Prüfung auf eingedrungenes Regenwasser findet in Kapitel 14 "Endkontrolle" statt.

The evaluation of the rain penetration test is described in the chapter 14 "Final inspection".

12 Prüfung der Frostbeständigkeit - *Freeze resistance test*

Die Prüfung der Frostbeständigkeit ist nicht erforderlich, da der Hersteller den Einsatz des Kollektors mit einem frostsichern Wärmeträgermedium vorschreibt.

The freeze resistance test is not relevant, because the manufacturer suggests an application of the collector only with a freeze resistance fluid.

13 Mechanische Belastungsprüfung - *Mechanical load test*

Überdruckprüfung am Kollektor und den Befestigungen - *Positive pressure test of the collector and the fixings*

Table 13: Prüfbedingungen bei der Überdruckprüfung am Kollektor und den Befestigungen
Test conditions during positive pressure test of the collector and the fixings

Verfahren zur Druckübertragung:	Stößel
<i>Method used to apply pressure:</i>	<i>Suction cups</i>
Maximale Druckbelastung [Pa]:	1400
<i>Maximum pressure load [Pa]:</i>	
Erhöhung der Druckbelastung je Belastungsstufe [Pa]:	250
<i>Increment of the pressure load per load step [Pa]:</i>	

Ergebnis:- Result:

Nach Beendigung der Prüfung konnten keine Schäden festgestellt werden.

No damage were observed after the test.

Unterdruckprüfung am Kollektor und den Befestigungen - *Negative pressure test of the collector and the fixings*

Table 14: Prüfbedingungen bei der Unterdruckprüfung am Kollektor und den Befestigungen
Test conditions during negative pressure test of the collector and the fixings

Verfahren zur Druckübertragung: <i>Method used to apply pressure:</i>	Stößel <i>Suction cups</i>
Maximale Druckbelastung [Pa]: <i>Maximum pressure load [Pa]:</i>	1200 Pa
Erhöhung der Druckbelastung je Belas- tungsstufe [Pa]: <i>Increment of the pressure load per load step [Pa]:</i>	250

Ergebnis:- *Result:*

Nach Beendigung der Prüfung konnten keine Schäden festgestellt werden.

No damage were observed after the test.

14 Endkontrolle - *Final inspection*

Table 15: Ergebnisse der Endkontrolle
Results of the final inspection

Kollektorbauteil <i>Collector component</i>	Mögliches Problem <i>Potential problem</i>	Bewertung <i>Evaluation</i>
Gehäuse / Befestigung <i>Collector casing / fasteners</i>	Rissbildung / Verwerfung / eindringen- des Regenwasser <i>Cracking / wraping / corrosion / rain pene- tration</i>	0
Montageelemente / Tragwerk <i>Mountings / supporting</i>	Festigkeit / Sicherheit <i>Strength / safety</i>	0
Verschlüsse / Dichtungen <i>Seals / gaskets</i>	Rissbildung / Haftung / Elastizität <i>Cracking / adhesion / elasticity</i>	0
Abdeckung / Reflektor <i>Cover / reflector</i>	Rissbildung / Haarrisse / Ausbeulen <i>Cracking / crazing / buckling / delamination / wraping / outgassing</i>	0
Absorberbeschichtung <i>Absorber coating</i>	Rissbildung / Haarrisse / Blasenbil- dung <i>Cracking / crazing / blistering</i>	0

(0) Kein Problem - (0) *No problem*

(1) Geringes Problem - (1) *Minor problem*

(2) Schwerwiegendes Problem- (2) *Severe problem*

(x) Überprüfung nicht möglich- (x) *Inspection not possible*

Table 15: Ergebnisse der Endkontrolle
Results of the final inspection

Kollektorbauteil <i>Collector component</i>	Mögliches Problem <i>Potential problem</i>	Bewertung <i>Evaluation</i>
Absorber- und Sammelrohre <i>Absorber and manifold tubes</i>	Verformung / Korrosion / Undichtigkeit / sich lösende Verbindungen <i>Deformation / corrosion / leakage / loss of bonding</i>	0
Absorberbefestigung <i>Absorber mountings</i>	Verformung / Korrosion <i>Deformation / corrosion</i>	0
Wärmedämmung <i>Insulation</i>	Wasseraufnahme / Ausgasen <i>Water retention / outgassing</i>	0

(0) Kein Problem - *(0) No problem*

(1) Geringes Problem - *(1) Minor problem*

(2) Schwerwiegendes Problem- *(2) Severe problem*

(x) Überprüfung nicht möglich- *(x) Inspection not possible*

15 Leistungsermittlung - *Performance measurement*

15.1 Berechnungsverfahren - *Calculation method*

Der momentane Wirkungsgrad eines, unter stationären Bedingungen betriebenen, Luftkollektors, ist definiert als das Verhältnis der Nutzwärmeleistung zu der vom Kollektor aufgefangenen Sonnenenergie. Die Nutzwärmeleistung für einen umgebungs-luftwärmenden Kollektor lässt sich wie folgt berechnen:

The instantaneous efficiency of a solar air heating collector, operating under steady-state conditions, is defined as the ratio of the extracted power to the solar energy intercept by the collector. The useful power output for an open to ambient collector can be described by:

$$\dot{Q} = \dot{m}p_e * (c_{f,e} * t_e - c_{f,amb} * T_a) \quad (1)$$

Die aufgefangene Sonnenenergie ist $A * G$, wobei im Fall des Bezugs auf die Absorberfläche A_A , im Fall des Bezugs auf die Aperturfläche A_a und im Fall des Bezugs auf die Brutto-Kollektorfläche A_G zu verwenden ist.

*The solar energy intercept is $A * G$, where the area is A_A when referred to the absorber area, A_a when referred to the aperture area and A_G when referred to the gross area of the collector.*

$$\eta = \frac{\dot{Q}}{AG} = \frac{\dot{m}p_e * (c_{f,e} * t_e - c_{f,amb} * T_a)}{AG} \quad (2)$$

η :	Wirkungsgrad <i>Efficiency</i>
\dot{Q} :	Nutzwärmeleistung [W] <i>Power output [W]</i>
A :	Bezugsfläche [m ²] <i>reference area [m²]</i>
G :	Globalstrahlung [W/m ²] <i>global irradiation [W/m²]</i>
$\dot{m}p_e$:	Massenstrom, Kollektorausritt [kg/s] <i>mass flow, collector outlet [kg/s]</i>
$c_{t,e}$:	spezifische Wärmekapazität des Wärmeträgerfluids, Kollektorausritt [kJ/kgK] <i>specific heat capacity of the heat transfer medium, collector outlet [kJ/kgK]</i>
$c_{t,amb}$:	spezifische Wärmekapazität der Umgebungsluft [kJ/kgK] <i>specific heat capacity of the surrounding air [kJ/kgK]</i>
t_e :	Temperatur des Wärmeträgerfluids, Kollektorausritt [K] <i>Temperature of the heat transfer medium, collector outlet [K]</i>
T_a :	Umgebungstempertur [K] <i>Ambient Temperature [K]</i>

15.2 Randbedingungen - *boundary conditions*

Die Wärmeleistung wurde im Freien unter stationären Bedingungen geprüft:

The measurement of thermal performance has been performed outdoors under steady state conditions

Geographische Breite <i>Latitude</i>	48.0°
Geographische Länge <i>Longitude</i>	7.8°
Kollektorazimut <i>Azimuth of collector</i>	nachgeführt <i>tracked</i>
Anstellwinkel <i>tilt angle</i>	nachgeführt zwischen 35° und 55° <i>tracked between 35° and 55°</i>
Mittlere Windgeschwindigkeit <i>Mean wind speed</i>	3 m/s
Art des Wärmeträgers <i>Heat transfer fluid</i>	Luft <i>Air</i>

15.3 Schematische Darstellung des Prüfkreislaufes - *Schematic of the testing loop*

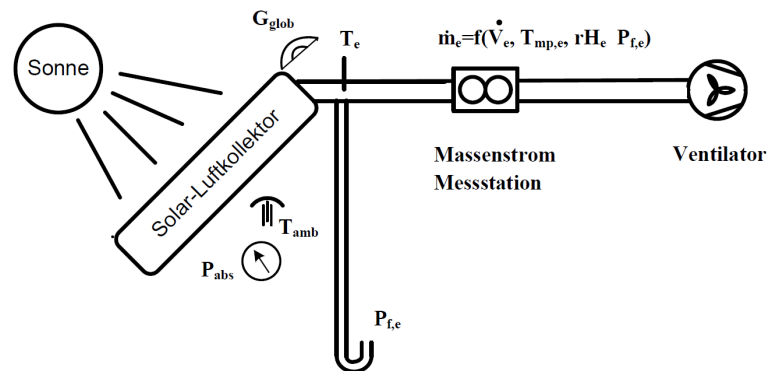


Figure 3: Schematische Darstellung des Prüfkreislaufes
Schematic of the testing loop

15.4 Ergebnis der Leistungsermittlung - *Performance measurement results*

15.4.1 Wirkungsgrad - *Efficiency*

Table 17: Messdaten der Leistungsmessung. Die angegebenen Werte gelten für senkrechte Solarstrahlung - *Power output measurement data. The values given are valid for radiation of normal incidence*

mp_e [$\frac{kg}{h}$]	T_a [$^{\circ}C$]	t_e [$^{\circ}C$]	dT/G [$\frac{Km^2}{W}$]	G [$\frac{W}{m^2}$]	η_G -	η_a -	η_A -
171	28,3	50,8	0,011	1036	0,529	0,570	0,441
301	27,2	42,5	0,0071	1055	0,609	0,656	0,508
476	25,8	35,9	0,0048	1048	0,654	0,704	0,545

15.4.2 Leistung pro Kollektor - *Power output per collector*

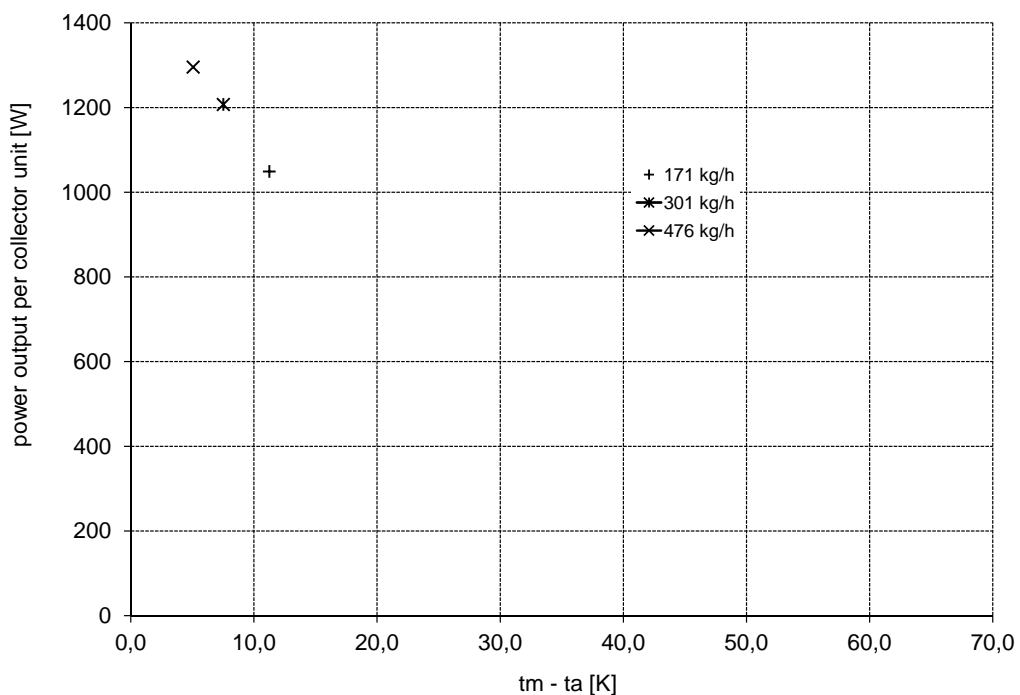


Figure 4: Leistung pro Kollektormodul über der Temperaturdifferenz zwischen Kollektor-Mitteltemperatur t_m und Umgebungstemperatur t_a , dargestellt bei 1000 W/m^2 . Die zugrundeliegenden Leistungswerte sind in Tabelle 18 angegeben - *Power output per collector unit over the temperature difference between the mean collector temperature t_m and the ambient temperature t_a , represented for 1000 W/m^2 . The performance values are given in Table 18.*

Table 18: Leistung pro Kollektormodul in Abhängigkeit der Bestrahlungsstärke -
Power output per collector module as a function of irradiance

\dot{m} [kg/h]	$t_m - t_a$ [K]	400 [W/m ²]	700 [W/m ²]	1000 [W/m ²]
171	11,3	420	734	1049
301	7,5	483	845	1207
476	5,1	518	907	1296
Spitzenleistung ($G = 1000 \text{ W/m}^2$)				1296 W
<i>Maximum power output</i>				

15.5 Winkelkorrekturfaktor - *Incidence angle modifier (IAM)*

Der Winkelkorrekturfaktor ($IAM(\theta)$), als Verhältnis des Konversionsfaktors $\eta_0(\theta)$ bei einem Einstrahlwinkel θ zu dem Konversionsfaktor $\eta_0(\theta = 0^\circ)$ bei senkrechter Einstrahlung, beschreibt die Abhängigkeit der Kollektorleistung vom Einstrahlwinkel der Solarstrahlung. Messtechnisch ermittelt wurden Wirkungsgradpunkte bei einem transversalen Einstrahlwinkel von $\theta = 50^\circ$ sowie bei senkrechter Einstrahlung. Technologiebedingt ist es bei frischluftansaugenden Kollektoren zur Lufterwärmung nicht möglich die mittlere Wärmeträgertemperatur auf $\pm 1K$ auf die Lufttemperatur in der Umgebung zu regeln. Damit muss, nach ISO 9806:2013, der $IAM(\theta)$ nach Gleichung 3 bestimmt werden (siehe EN ISO 9806:2013, Kapitel 27.3.2). Die Anwendbarkeit der in dieser Gleichung gegebenen IAM-Definition setzt jedoch die Kenntnis der Wärmeverlustkoeffizienten a_1 und a_2 voraus, welche bei frischluftansaugenden Kollektoren nicht ermittelt werden können. Die Berechnung des $IAM(\theta)$ nach EN ISO 9806:2013 ist somit nicht möglich. Um dennoch eine Aussage zum Winkelkorrekturfaktor treffen zu können, wurde dieser, wie im Folgenden beschrieben, anhand des konstruktiven Aufbaus sowie den physikalischen Kennwerten der transparenten Abdeckung abgeschätzt.

The incident angle modifier ($IAM(\theta)$) as a ratio of the conversion factor $\eta_0(\theta)$ at an angle of incident θ to the conversion factor $\eta_0(\theta = 0^\circ)$ at normal incidence, describes the dependence of the collector efficiency on the incident angle of solar radiation. Efficiency points at a transversal angle of incidence of 50° and at normal incidence were determined. Due to technological reasons, the mean fluid temperature cannot be controlled to equal the ambient air temperature within $\pm 1 \text{ K}$ in case of open to ambient solar air heaters. Thus the $IAM(\theta)$ must be calculated by the equation 3 (see EN ISO 9806, chapter 27.3.2). However, the applicability of the IAM definition within equation 3 requires the knowledge of the heat loss coefficients a_1 and a_2 , which can not be determined for open to ambient solar air heaters. Following, the IAM-calculation according to EN ISO 9806 is not applicable. Nevertheless, to be able to indicate an IAM-value, it was, estimated on the basis of the collector construction as well as physical characteristics of the transparent cover as described below.

$$IAM(\theta) = \frac{\eta(\theta) + a_1 * \frac{t_m - t_a}{G} + a_2 * G * (\frac{t_m - t_a}{G})^2}{\eta(\theta = 0) + a_1 * \frac{t_m - t_a}{G} + a_2 * G * (\frac{t_m - t_a}{G})^2} = \frac{\eta_0(\theta)}{\eta_0(\theta = 0)} \quad (3)$$

Abschätzung des IAM (50°) - *Estimation of the IAM (50°)*

Unter Zuhilfenahme der IAM Untersuchungen der eingesetzten transparenten Abdeckung und einer geometrischen Betrachtung des Schattenwurfs entsprechend der

Kollektorgeometrie kann ein IAM bei einem Einstrahlwinkel von 50° abgeschätzt werden. Der abgeschätzte Wert $IAM(50^\circ)_{est}$ ergibt sich aus dem Wert für die Abdeckung $IAM(50^\circ)_{cov}$ und dem Wert für die Berücksichtigung des Schattens $IAM(50^\circ)_{trs}$. Maßgeblich für die geometrische Betrachtung ist der Abstand zwischen Absorber und Glasscheibe. Der Wert für die Abdeckung $IAM(50^\circ)_{cov}$ ist ein konservativer Schätzwert. *Using the IAM determination of the glass cover and a geometrical calculation of the shadow effect, an IAM can be estimated at an incidence angle of 50°. The estimated value $IAM(50^\circ)_{est}$ is determined from the value for the glass cover $IAM(50^\circ)_{cov}$ and the value of the geometrical calculation $IAM(50^\circ)_{trs}$. For the geometrical calculation the distance between cover and absorber (in this case 15 mm) is relevant. The value for the glass cover $IAM(50^\circ)_{cov}$ is a conservative estimated value.*

$$IAM(50^\circ)_{est} = IAM(50^\circ)_{cov} * IAM(50^\circ)_{trs} = 0,90 * 0,86 = \mathbf{0,77}$$

15.6 Effektive Wärmekapazität - *Effective thermal capacity*

Die Wärmekapazität des Sonnenkollektors wurde berechnet. Als Wärmeträgermedium wurde ein Wasser/Glykologemisch im Verhältnis von 2/1 bei 50°C zugrunde gelegt. *The effective thermal capacity of the collector is calculated. For the heat transfer fluid a mixture 2/1 of water/propylenglycol at a temperature of 50° C has been chosen.*

Table 19: Ergebnis der Berechnung der effektiven Wärmekapazität
Result of the calculation of effective thermal capacity

Effektive thermische Kapazität [kJ/K]: <i>Effective thermal capacity [kJ/K]:</i>	15,51
Spezifische effektive thermische Kapazität [kJ/Km ²]: <i>Specific effective thermal capacity [kJ/Km²]:</i>	8,42

15.7 Zeitkonstante - *Time constant*

Die Zeitkonstante wurde nach folgendem Prüfverfahren geprüft: *The time constant measurement has been performed according to the following method of testing:*

Table 20: Prüfbedingungen bei der Druckverlustmessung
Test conditions during pressure drop test

Testmethode: <i>Method:</i>	Außenprüfung <i>Outdoor test</i>
Kollektorazimut <i>Azimuth of collector</i>	nachgeführt <i>tracked</i>
Anstellwinkel <i>tilt angle</i>	nachgeführt zwischen 35° und 55° <i>tracked between 35° and 55°</i>
Geographische Breite <i>Latitude</i>	48.0°
Geographische Länge <i>Longitude</i>	7.8°

Table 20: Prüfbedingungen bei der Druckverlustmessung
Test conditions during pressure drop test

Mittlere Einstrahlung <i>Mean irradiation</i>	987 W/m ²
Mittlere Durchströmung <i>Mean flow rate</i>	301 kg/h

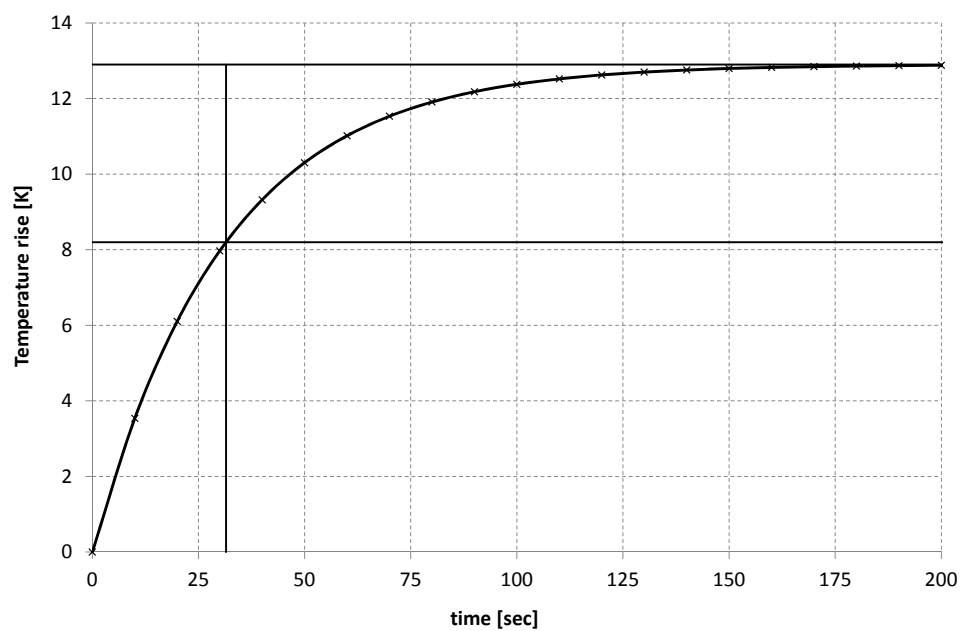


Figure 5: Sprungantwort des Kollektors SV Professional -
Step response of the collector SV Professional

Resultierende Zeitkonstante: $T_c = 31 \text{ sec}$
Resultant time constant:

16 Druckverlustmessung - *Pressure drop*

Table 21: Prüfbedingungen bei der Druckverlustmessung
Test conditions during pressure drop test

Umgebungstemperatur während der Prüfung [°C]: <i>Test ambient temperature [°C]:</i>	10,2
Wärmeträgertemperatur am Kollektoreintritt [°C]: <i>fluid temperature at the collector inlet [°C]:</i>	10,2
Maximaler Massenstrom des Wärmeträgermediums [kg/h]: <i>Maximum fluid flow rate [kg/h]:</i>	790

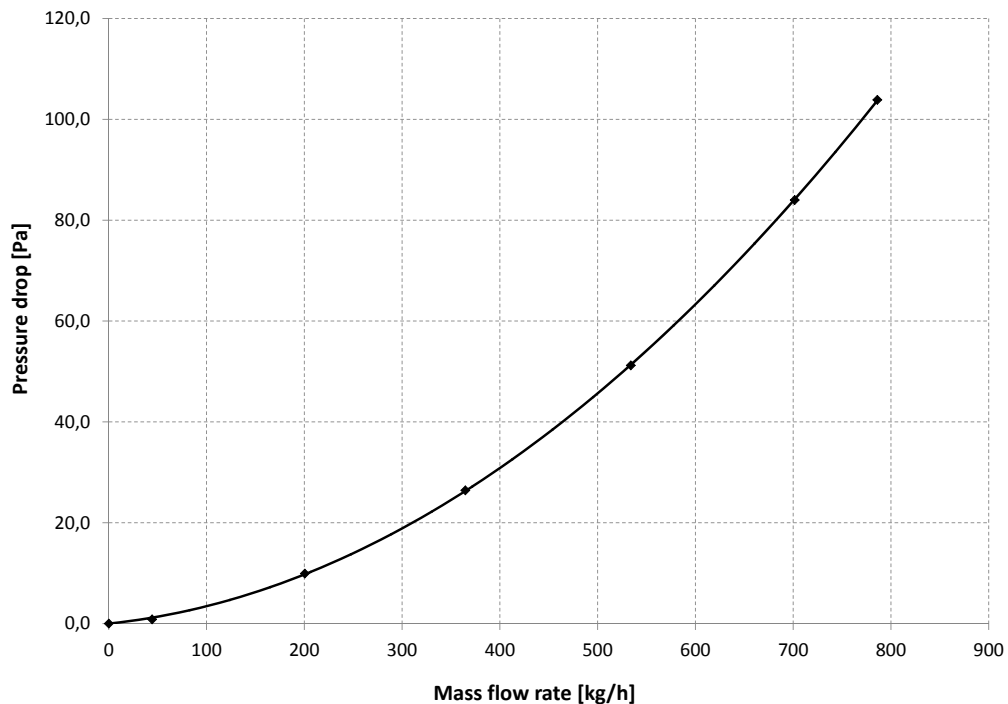


Figure 6: Druckverlust des Kollektors SV Professional
measured pressure drop of the collector SV Professional

Table 22: Ergebnisse der Druckverlustmessung
Results of pressure drop test

Massenstrom [kg/h]: <i>Mass flow rate [kg/h]:</i>	Druckverlust [Pa]: <i>Pressure drop [Pa]:</i>
0	0,0

Table 22: Ergebnisse der Druckverlustmessung
Results of pressure drop test

Massenstrom [kg/h]: <i>Mass flow rate [kg/h]:</i>	Druckverlust [Pa]: <i>Pressure drop [Pa]:</i>
44	0,8
200	9,9
365	26,4
534	51,2
702	84,0
786	103,9

17 Maximale Stagnationstemperatur - *Max. stagnation temperature*

Die Stagnationstemperatur wurde im Außenverfahren bestimmt. Dafür wurde der Kollektor einer Einstrahlung von $1000 \text{ W/m}^2 \pm 10\%$ ausgesetzt. Die gemessenen Daten sind in der folgenden Tabelle dargestellt. Zur Bestimmung der Stagnationstemperatur für die Randbedingungen bei einer Einstrahlung von 1000 W/m^2 und einer Umgebungstemperatur von 30 °C gilt folgende Formel:

The max. stagnation temperature was measured outdoors. Therefore the collector was exposed to an irradiance of $1000 \text{ W/m}^2 \pm 10\%$. The collector was empty and the absorber prevented against cooling by circulation. The measured data are shown in the table below. To determine the stagnation temperature, these data were extrapolated to an irradiance of 1000 W/m^2 and an ambient temperature of 30 °C . The calculation is as follows:

$$t_s = t_{as} + \frac{G_s}{G_m} * (t_{sm} - t_{am}) \quad (4)$$

t_s : max. Stagnationstemperatur - *max. stagnation temperature*

t_{as} : 30 °C

G_s : 1000 W/m^2

G_m : gemessene Einstrahlung in Kollektorebene -
measured solar irradiance on collector plane

t_{sm} : gemessene Absorbtemperatur - *measured absorber temperature*

t_{am} : gemessene Umgebungstemperatur - *measured surrounding air temperature*

Einstrahlung <i>Irradiance</i> [W/m ²]	Umgebungstemperatur <i>Surrounding air temperature</i> [°C]	Absorbtemperatur <i>Absorber temperature</i> [°C]
1023	20,7	89,5
1023	21,6	88,9
1021	21,5	91,2
1016	21,6	91,1

Die resultierende maximale Stillstandstemperatur ist:
The resulting max. stagnation temperature is:

100 °C

18 Anmerkung zum Prüfbericht - *Annotation to the test report*

Die im Prüfbericht dargestellten Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf das geprüfte Produkt. Eine auszugsweise Vervielfältigung oder auszugsweise Kopie dieses Prüfberichts ist nicht gestattet.

The results described in this test report refer only to the tested product. It is not permitted to duplicate or copy extracts of this test report.

Freiburg, 25th November 2014

Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme ISE
Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems ISE



Dr. rer. nat. K. Kramer
Prüfstellenleiter
Head of TestLab
Solar Thermal Systems



Dipl.-Ing. (FH) S. Mehnert
Stellvertr. Prüfstellenleiter
Vice-head of TestLab
Solar Thermal Systems

A Daten der Freilandbewitterung - *Exposure test data*

H :	Tägliche Einstrahlungssumme <i>Sum of daily global irradiance</i>
ϑ_a :	Umgebungslufttemperatur <i>Ambient air temperature</i>
$rain$:	Tägliche Regenmenge [mm] <i>Daily rain [mm]</i>
$h_{ISO9806,C}$:	Abschnitt [h], mit $G > 800W/m^2$ und $t_a > 10\text{ °C}$ <i>valid periods [h], with $G > 800W/m^2$ and $t_a > 10\text{ °C}$</i>
$h_{ISO9806,B}$:	Abschnitt [h], mit $G > 900W/m^2$ und $t_a > 15\text{ °C}$ <i>valid periods [h], with $G > 900W/m^2$ and $t_a > 15\text{ °C}$</i>
$h_{ISO9806,A}$:	Abschnitt [h], mit $G > 1000W/m^2$ und $t_a > 20\text{ °C}$ <i>valid periods [h], with $G > 1000W/m^2$ and $t_a > 20\text{ °C}$</i>

Table 24: Messdaten der Expositionsprüfung - *Measurement data of the exposure test*

<i>date</i>	<i>H</i> MJ/m ²	<i>ϑ_a</i> [°C]	<i>$h_{ISO9806,C}$</i> [h]	<i>$h_{ISO9806,B}$</i> [h]	<i>$h_{ISO9806,A}$</i> [h]	<i>rain</i> [mm]
18.07.2014	14,75	22,39	0,00	0,00	0,00	0,00
19.07.2014	17,28	22,22	0,50	0,00	0,00	0,00
20.07.2014	22,61	23,53	1,83	0,00	0,00	0,00
21.07.2014	22,93	25,29	2,62	0,00	0,00	0,00
22.07.2014	22,62	26,98	2,58	0,00	0,00	0,00
23.07.2014	18,86	25,74	1,49	0,00	0,00	0,00
24.07.2014	11,74	23,66	0,00	0,00	0,00	0,00
25.07.2014	19,58	25,62	1,83	0,00	0,00	0,00
26.07.2014	18,22	27,43	0,00	0,00	0,00	0,00
27.07.2014	21,89	29,09	2,40	0,00	0,00	0,00
28.07.2014	13,25	22,50	0,00	0,00	0,00	0,00
29.07.2014	2,99	18,24	0,00	0,00	0,00	0,00
30.07.2014	20,86	21,18	0,00	0,00	0,00	0,00
31.07.2014	21,69	23,74	0,78	0,00	0,00	0,00
01.08.2014	23,49	25,37	3,42	0,00	0,00	0,00
02.08.2014	21,36	28,48	0,00	0,00	0,00	0,00
03.08.2014	20,31	25,78	0,00	0,00	0,00	0,00
04.08.2014	16,65	22,53	2,08	0,00	0,00	0,90
05.08.2014	23,20	25,59	3,12	0,00	0,00	0,00
06.08.2014	18,22	24,51	0,00	0,00	0,00	0,00
07.08.2014	9,58	20,40	0,00	0,00	0,00	11,00
08.08.2014	6,39	18,87	0,00	0,00	0,00	0,00
09.08.2014	9,61	19,13	0,00	0,00	0,00	0,00
10.08.2014	20,58	20,50	2,12	0,00	0,00	0,00
11.08.2014	18,61	19,92	0,00	0,00	0,00	0,00
12.08.2014	19,98	20,93	0,78	0,00	0,00	0,00

Table 24: Messdaten der Expositionsprüfung - *Measurement data of the exposure test*

<i>date</i>	<i>H</i> MJ/m ²	<i>ϑ_a</i> [°C]	<i>h_{ISO9806,C}</i> [h]	<i>h_{ISO9806,B}</i> [h]	<i>h_{ISO9806,A}</i> [h]	<i>rain</i> [mm]
13.08.2014	13,69	18,05	0,00	0,00	0,00	0,00
14.08.2014	18,92	16,94	1,69	0,54	0,00	0,00
15.08.2014	23,11	18,60	2,42	0,00	0,00	0,00
16.08.2014	23,87	21,57	3,90	1,56	0,00	0,00
17.08.2014	22,61	24,40	3,62	1,59	0,00	0,00
18.08.2014	17,54	23,32	0,00	0,00	0,00	0,10
19.08.2014	8,21	19,37	0,00	0,00	0,00	9,50
20.08.2014	23,42	17,53	1,61	0,00	0,00	0,00
21.08.2014	23,25	19,17	3,76	1,14	0,00	0,00
22.08.2014	20,93	19,66	1,56	0,00	0,00	0,00
23.08.2014	19,58	21,09	2,22	0,00	0,00	0,00
24.08.2014	7,66	18,90	0,00	0,00	0,00	5,30
25.08.2014	4,35	16,10	0,00	0,00	0,00	5,40
26.08.2014	16,23	17,19	0,53	0,00	0,00	0,10
27.08.2014	4,17	15,96	0,00	0,00	0,00	1,40
28.08.2014	6,86	16,85	0,00	0,00	0,00	0,10
29.08.2014	33,60	17,12	5,86	3,17	0,00	0,00
30.08.2014	34,22	18,73	7,55	3,22	0,00	0,00
31.08.2014	22,02	18,67	1,39	0,85	0,00	0,00
01.09.2014	22,39	16,60	1,55	0,53	0,00	0,00
02.09.2014	34,00	17,11	7,57	6,70	1,65	0,00
03.09.2014	36,86	18,62	8,31	6,52	0,00	0,00
04.09.2014	36,13	21,20	8,33	6,24	0,00	0,00
05.09.2014	4,41	23,48	0,00	0,00	0,00	0,00
06.09.2014	16,06	23,95	0,00	0,00	0,00	0,00
07.09.2014	13,75	20,55	0,77	0,00	0,00	1,50
08.09.2014	9,36	17,32	0,00	0,00	0,00	10,00
09.09.2014	22,12	16,22	2,85	2,18	0,00	1,70
10.09.2014	4,35	14,08	0,00	0,00	0,00	22,00
11.09.2014	1,94	11,88	0,00	0,00	0,00	7,50
12.09.2014	2,74	12,83	0,00	0,00	0,00	4,50
13.09.2014	17,52	15,58	0,00	0,00	0,00	0,00
14.09.2014	7,03	17,25	0,00	0,00	0,00	3,00
15.09.2014	6,32	15,86	0,00	0,00	0,00	25,20
16.09.2014	4,00	12,91	0,00	0,00	0,00	10,10
17.09.2014	12,41	10,95	0,00	0,00	0,00	4,60
18.09.2014	6,73	15,18	0,00	0,00	0,00	18,50
19.09.2014	12,38	13,31	0,53	0,00	0,00	0,30
20.09.2014	5,76	14,56	0,00	0,00	0,00	0,00
21.09.2014	20,77	14,27	0,00	0,00	0,00	0,00

Table 24: Messdaten der Expositionsprüfung - *Measurement data of the exposure test*

<i>date</i>	<i>H</i> MJ/m ²	<i>ϑ_a</i> [°C]	<i>h_{ISO9806,C}</i> [h]	<i>h_{ISO9806,B}</i> [h]	<i>h_{ISO9806,A}</i> [h]	<i>rain</i> [mm]
22.09.2014	23,19	14,42	2,98	1,88	0,00	0,00
23.09.2014	24,94	15,10	4,53	3,12	0,00	0,00
24.09.2014	22,91	14,97	4,02	2,26	0,00	0,00
25.09.2014	19,09	17,94	2,35	0,00	0,00	0,00
26.09.2014	11,54	19,35	0,00	0,00	0,00	0,20
27.09.2014	11,64	15,97	0,00	0,00	0,00	0,00
28.09.2014	6,04	14,79	0,00	0,00	0,00	0,00
29.09.2014	2,92	14,74	0,00	0,00	0,00	0,00
30.09.2014	2,13	13,43	0,00	0,00	0,00	0,00
01.10.2014	5,78	13,83	0,00	0,00	0,00	0,00
02.10.2014	16,65	13,61	0,91	0,00	0,00	9,50
03.10.2014	15,03	13,38	0,59	0,00	0,00	0,00
04.10.2014	4,73	16,84	0,00	0,00	0,00	2,80
05.10.2014	7,26	16,47	0,00	0,00	0,00	36,00
06.10.2014	4,30	13,51	0,00	0,00	0,00	7,50
07.10.2014	4,54	13,68	0,00	0,00	0,00	0,00
08.10.2014	1,87	12,71	0,00	0,00	0,00	0,00
09.10.2014	4,76	13,93	0,00	0,00	0,00	0,00
10.10.2014	4,14	9,62	0,00	0,00	0,00	29,60
11.10.2014	5,01	7,63	0,00	0,00	0,00	6,10
12.10.2014	6,36	6,08	0,00	0,00	0,00	1,20
13.10.2014	15,01	9,57	0,00	0,00	0,00	0,30
14.10.2014	5,18	13,85	0,00	0,00	0,00	2,60
15.10.2014	2,36	13,99	0,00	0,00	0,00	21,80
16.10.2014	12,05	12,00	1,25	0,00	0,00	1,80
17.10.2014	16,70	13,66	0,00	0,00	0,00	0,00
18.10.2014	16,76	12,29	1,68	0,00	0,00	0,00
19.10.2014	19,80	15,43	3,45	0,53	0,00	0,10
20.10.2014	1,09	15,94	0,00	0,00	0,00	9,20
21.10.2014	5,58	16,10	0,00	0,00	0,00	0,30
22.10.2014	15,08	16,40	0,00	0,00	0,00	0,00
23.10.2014	1,24	14,87	0,00	0,00	0,00	6,80
24.10.2014	19,77	15,28	2,82	0,95	0,00	0,00