

Auftraggeber:

Thüsolar GmbH
Dr. H. Ludewig Ring 2

D-07407 Rudolstadt

Tel. +49 (03672) 35 70 02
Fax: +49 (03672) 35 70 04

Prüfbericht Nr. C663LPEN

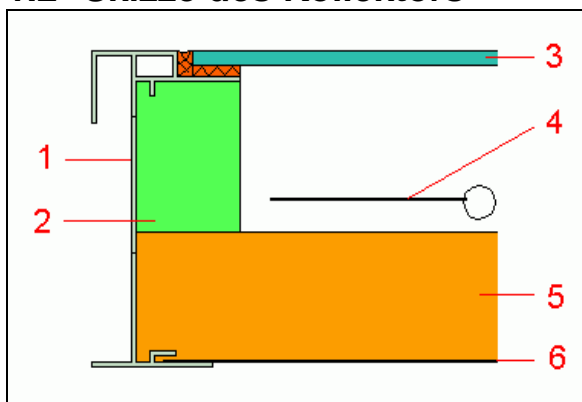
Inhalt:	Seite
1 Beschreibung des Kollektors	2
1.1 Technische Daten des Prüflings	2
1.2 Skizze des Kollektors	3
1.3 Angaben zu einzelnen Elementen	3
1.4 Fotografie des Kollektors	4
1.5 Skizze zur Kollektorbefestigung	4
2 Prüfmethode und Ergebnisse	5
2.1 Prüfungen der thermischen Leistung	5
2.2 Prüfkreislauf	5
2.3 Wirkungsgradkurve	6
2.4 Winkelfaktor-Messwerte	8
2.5 Zeitkonstante	8
2.6 Effektive thermische Kapazität	8
2.7 Leistungsabgabe je Kollektor	8
3 Anmerkungen	9
Anhang: Zusammenfassung	10

1 Beschreibung des Kollektors

1.1 Technische Daten des Prüflings

Produktinformation		Absorber	
Hersteller	ThüSolar GmbH	Absorbermaterial(ien)	Kupfer
Modell	Thüsol 2.5	Absorberstreifen-Länge	2.030 m
Typ (Flach/Ev/Subat)	Flachkollektor	Absorberstreifen-Breite	0.100 m
Serienprodukt	Ja	Absorberstreifen-Stärke	0.2 mm
Zeichnungsnummer	0001.025-02	Beschichtung	Interpane Sunselect
Seriennummer	085.04.2.5	Absorberbauart	Kupferlamellen 100 mm x 0.2 mm auf Kupferrohr 8 x 0.5 , plasma-geschweisst
Herstelldatum	04/2004		
Kenngrossen		Montage	
Brutto-Länge	2.160 m	Schrägdach-Aufbau	Ja
Brutto-Breite	1.162 m	Schrägdach-Einbau	Ja
Brutto-Höhe	0.088 m	Flachdach-Aufbau	Nein
Bruttofläche	2.506 m ²	Flachdach-Einbau	Nein
Aperturfläche	2.230 m ²	Flachdach-Aufbau mit Ständer	Ja
Absorberfläche	2.205 m ²		
Gewicht leer mit Abdeckung	47 kg	Gehäuse und Wärmedämmung	
Gewicht leer ohne Abdeckung	--	Gehäusematerial	Aluminium
Fluidinhalt	1.4 l	Dichtungsmaterial	EPDM, Silikon, Keramikband
		Dämmmaterial	Steinwolle
		Stärke	30 mm
		Apertur-Masse	2.074 m * 1.075 m
Aufbau		Betriebs-Beschränkungen	
Kollektortyp	Flachkollektor	Max. Betriebstemperatur	--
Anzahl Röhren / Absorberstreifen	11	Max. Betriebsdruck	10 bar
Absorberteilung	0.097 m	andere	--
Anzahl der parallel durchströmten Röhren	11		
Anzahl der thermisch seriellen Abdeckungen	1	Testverlauf	
Werkstoff der Abdeckungen	Einscheiben-Sicherheitsglas	Testvorschrift	EN 12975, Aussentest
Stärke der Abdeckungen	4 mm	Eingang Prüfling	06.05.2004
		Testbeginn	28.05.2004
		Testende	08.06.2004
Wärmeträger		Bemerkungen zur Kollektorkonstruktion	
Typ	Wasser-Glykol	--	
Anmerkungen	--		

1.2 Skizze des Kollektors



Legende

- 1 Rahmen
- 2 Wärmedämmung, seitlich
- 3 Abdeckung
- 4 Absorber
- 5 Wärmedämmung
- 6 Rückwand

1.3 Angaben zu einzelnen Elementen

1.3.1 Absorber

Legendenposition	4
Material(ien)	Kupfer
Bauart	Kupferlamellen 100 mm x 0.2 mm auf Kupferrohr 8 x 0.5 plasmageschweisst
Beschichtung	Interpane Sunselect
Herstellungsverfahren der Beschichtung	DC-Sputter (Kathodenzerstäubungsverfahren)

1.3.2 Abdeckung

Legendenposition	3
Produktbezeichnung	HIT P-MM
Material	Einscheiben-Sicherheitsglas
Stärke	4 mm
Eigenschaften	Eisenarm, strukturiert, antireflexbeschichtet

1.3.3 Dämmmaterial

Legendenposition	2
Material	Steinwolle
Stärke	30 mm
Kaschierung	Schwarzes Glasvlies

Legendenposition	5
Material	Steinwolle
Stärke	40 mm
Kaschierung	Schwarzes Glasvlies

1.3.4 Andere Elemente

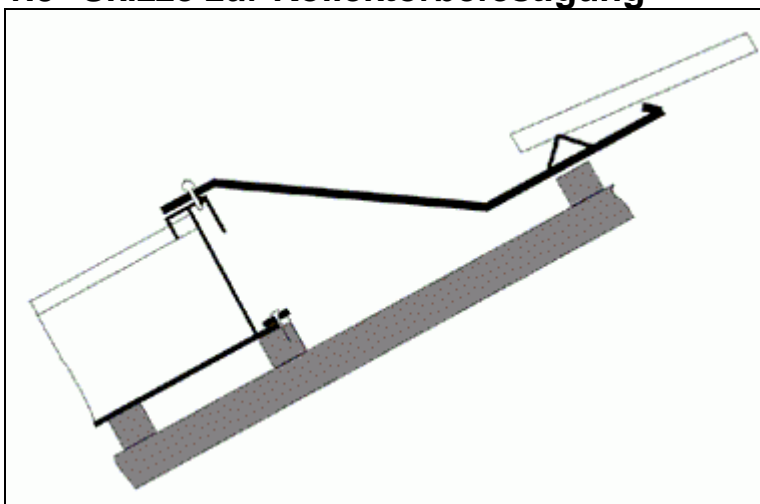
Legendenposition	1
Eigenschaften	Alu-Strangpressprofil, vernietet, mit Eckverbindern

Legendenposition	6
Eigenschaften	Aluminium, eben

1.4 Fotografie des Kollektors



1.5 Skizze zur Kollektorbefestigung



Anmerkungen

--

2 Prüfmethode und Ergebnisse

2.1 Prüfungen der thermischen Leistung

Prüfungen wurden durchgeführt gemäss den Vorgaben der EN 12975-2: 2001.

Abweichungen von dieser Prüfvorschrift sind im Prüfbericht in der Formatierung dieses Absatzes hervorgehoben und begründet.

2.2 Prüfkreislauf

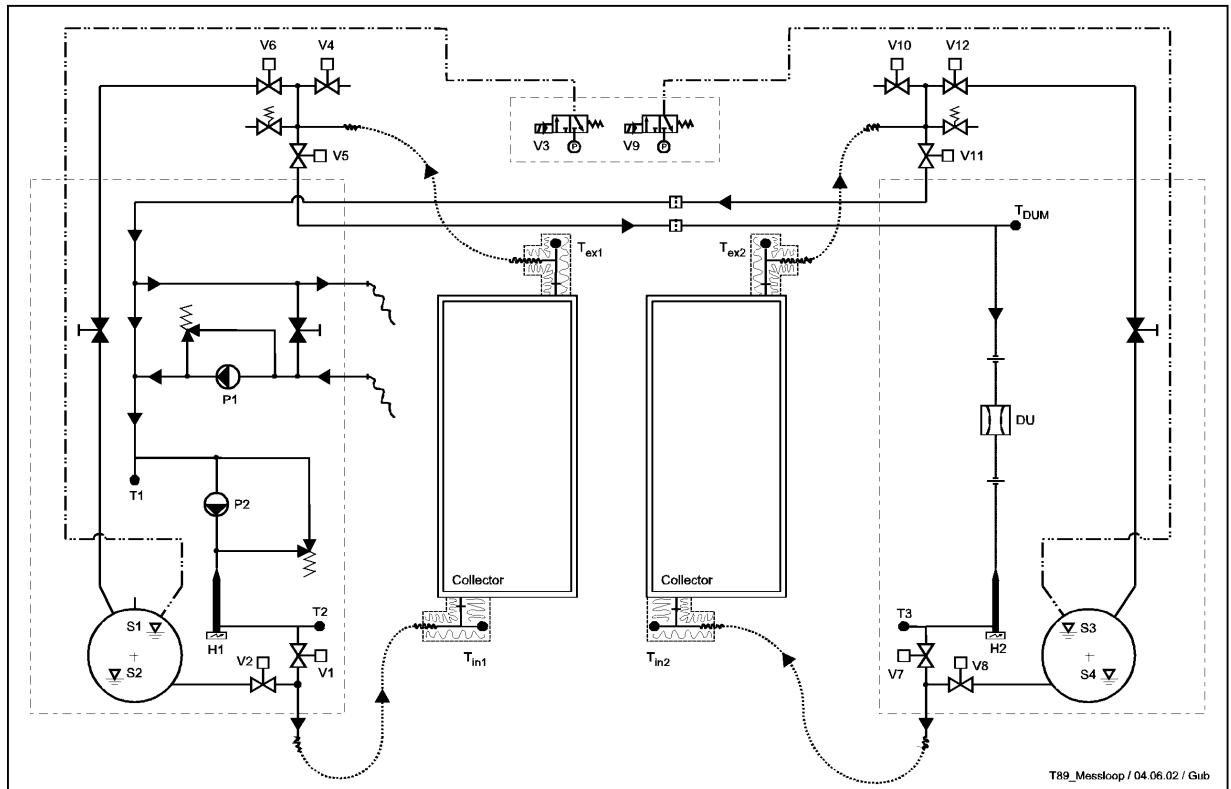


Fig. 2.1: Prüfkreislauf für Wirkungsgradmessungen

2.3 Wirkungsgradkurve

2.3.1 Allgemeines

Durchflussrate im Test	180 l/h
Messfluid	33.3 Vol-% Ethylenglykol
Testmethode	stationär (Steady State)
Geographische Position des Testgeländes	47.2°N / 8.8°O, 417 m NN
Kollektorneigungswinkel	nachgeführt (45±5)°
Kollektor-Azimut	nachgeführt (0±48)°
Definition des Wirkungsgrades	$\eta = \dot{Q}/A \cdot G$
Leistungsabgabe des Kollektors	\dot{Q}
Bezugsfläche	A
Strahlungsleistung	G
Empfangene Strahlungsleistung	A·G
Gleichung der Wirkungsgradkurve	$\eta = \eta_0 - a_1 \cdot T_m^* - a_2 \cdot G \cdot T_m^{*2}$
Temperatur Kollektoreintritt	T_{in}
Temperatur Kollektorausritt	T_{ex}
Umgebungstemperatur	T_a
Mittlere Kollektortemperatur	$T_m = (T_{in} + T_{ex})/2$
Reduzierte Temperaturdifferenz	$T_m^* = (T_m - T_a)/G$
Globale Bestrahlungsstärke für die Darstellung der Kurven	G = 800 W/m ²

2.3.2 Wirkungsgrad

Bezug des Wirkungsgrades auf die Absorberfläche erfolgt als zusätzliche Information zu den von der Norm geforderten Bezugsflächen.

2.3.2.1 Grafik

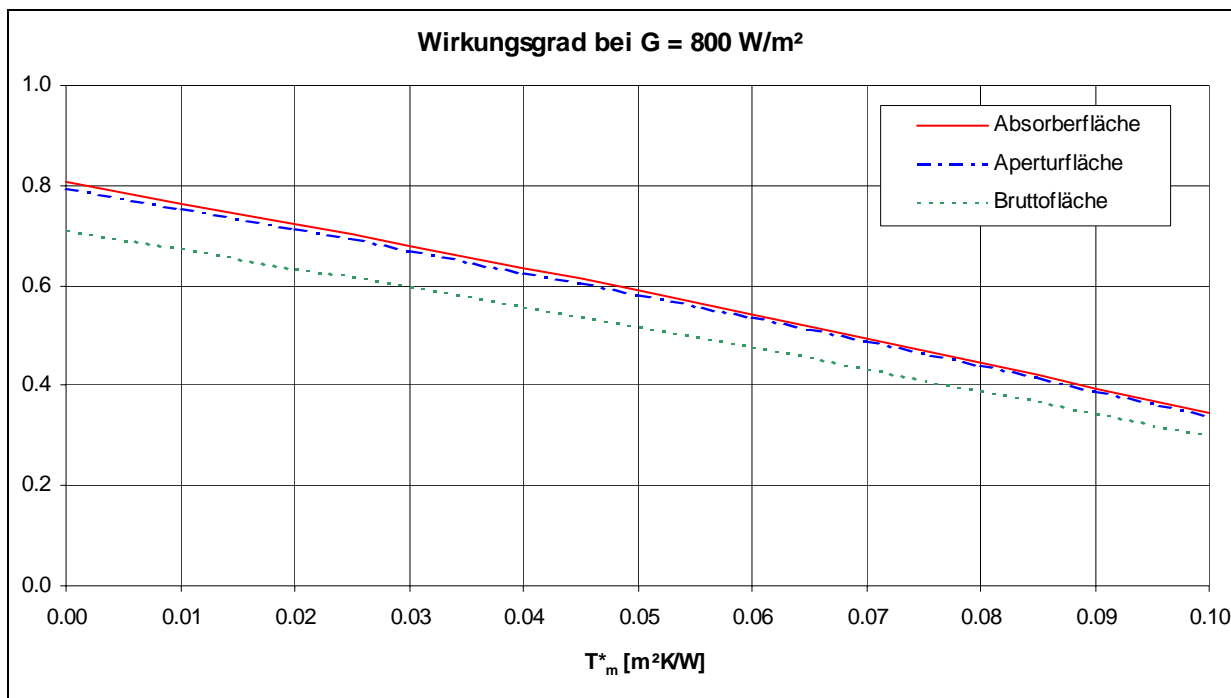


Fig. 2.2: Wirkungsgradkennlinie für $G = 800 \text{ W/m}^2$

2.3.2.2 Parameter für Kennliniengleichung:

Bezugsfläche:	Absorberfläche	Aperturfläche	Bruttofläche
η_0 (-)	0.806	0.797	0.709
a_1 ($\text{W/m}^2\text{K}$)	4.07	4.02	3.58
a_2 ($\text{W/m}^2\text{K}^2$)	0.0069	0.0068	0.0061

Aus Wiederholversuchen an einer Rücklegeprobe („Referenzkollektor“) ergibt sich für die Wirkungsgradmessung folgender Streubereich (Standardabweichung des Mittelwertes multipliziert mit einem Faktor 2):

Bei $T_m^* = 0.02$: 0.27 Wirkungsgrad-%

bei $T_m^* = 0.05$: 0.44 Wirkungsgrad-%

bei $T_m^* = 0.08$: 0.62 Wirkungsgrad-%

2.4 Winkelfaktor-Messwerte

	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
K_{Θ} (longitudinal)	1.0					0.93				0.0
K_{Θ} (transversal)	1.0					0.93				0.0

2.5 Zeitkonstante

$$\tau_c = 57 \text{ s}$$

2.6 Effektive thermische Kapazität

Bestimmung nach EN12975-2, Anhang J3 (dynamische Messung)

$$C_{\text{eff},J3} = 19.1 \text{ kJ/K (pro Kollektor, mit Fluid)}$$

Bestimmung nach EN12975-2, Abschnitt 6.1.6.2 (Berechnung aus Materialdaten)

$$C_{\text{eff},6162} = 11.5 \text{ kJ/K (pro Kollektor, mit Fluid)}$$

Zusatzinformation: Die Kapazität wurde bestimmt mit Stoffwerten von „Antifrogen N“. Für andere Wärmeträger errechnet sich die thermische Kapazität zu

$$C_{\text{eff},J3} = 1.4 \text{ l} * \text{Dichte} * \text{spezifische Wärmekapazität des Fluids} + 13.9 \text{ kJ/K}$$

bzw.

$$C_{\text{eff},6162} = 1.4 \text{ l} * \text{Dichte} * \text{spezifische Wärmekapazität des Fluids} + 6.3 \text{ kJ/K}$$

2.7 Leistungsabgabe je Kollektor

$T_m - T_a$	Globalstrahlung		
	400 W/m ²	700 W/m ²	1000 W/m ²
10 K	620 W	1'153 W	1'686 W
30 K	428 W	961 W	1'494 W
50 K	224 W	757 W	1'290 W

3 Anmerkungen

Dieser Bericht darf ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung nicht auszugsweise vervielfältigt werden.
Die angewendeten Testmethoden erfüllen die Anforderungen der EN 12975, ISO 9806-2.
Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschliesslich auf den geprüften Kollektor.
Der Bericht erfüllt die Anforderungen nach EN 12975.
Der Bericht entspricht den Vorgaben nach ISO 17025.

Rapperswil, 10.11.2004

Handwritten signature of Dr. Andreas Bohren.

Dr. Andreas Bohren
Leiter Kollektoren

Handwritten signature of Dipl.-Ing. Walter Gubler.

Dipl.-Ing. Walter Gubler
Prüfingenieur

Anhang: Zusammenfassung

(nach EN12975 Anhang E)

Kollektoridentifikation	
Hersteller	Thüsolar GmbH
Modell	Thüsol 2.5
Typ (Flach/Ev/Subat)	Flachkollektor
Seriennummer	085.04.2.5
Zeichnungsnummer	0001.025-02

Dimensionen	
Bruttolänge	2.160 m
Bruttobreite	1.162 m
Bruttohöhe	0.088 m
Bruttofläche	2.506 m ²
Aperturfläche	2.230 m ²
Absorberfläche	2.205 m ²

Allgemeine Angaben	
Gewicht	47 kg
Wärmeträger	Wasser-Glykol
Durchflussrate (Bereich)	45 - 180 l/h
Druckabfall bei 100 l/h	--
Betriebsdruck	10 bar

Wirkungsgrad bezüglich Aperturfläche	
η_0	0.797
a_1	4.02
a_2	0.0068

Wirkungsgrad bezüglich Absorberfläche	
η_0	0.806
a_1	4.07
a_2	0.0069

Leistung je Kollektor			
$T_m - T_a$	Globalstrahlung G		
	G = 400 W/m ²	G = 700 W/m ²	G = 1000 W/m ²
10 K	620 W	1'153 W	1'686 W
30 K	428 W	961 W	1'494 W
50 K	224 W	757 W	1'290 W

Prüfung durch: SPF Solartechnik, CH-8640 Rapperswil

Datum: 10.11.2004