

Auftraggeber:

B. Schweizer Energie AG
Chnübri 36

CH-8197 Rafz

Tel. +41 (01) 869 08 49
Fax: +41 (01) 869 08 89

Prüfbericht Nr. C404LPEN

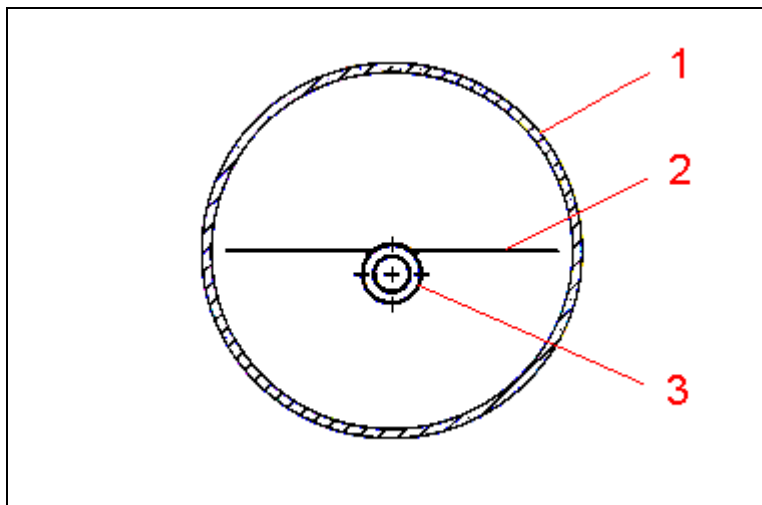
Inhalt:	Seite
1 Beschreibung des Kollektors	2
1.1 Technische Daten des Prüflings	2
1.2 Skizze des Kollektors	3
1.3 Angaben zu einzelnen Elementen	3
1.4 Fotografie des Kollektors	4
1.5 Skizze zur Kollektorbefestigung	4
2 Prüfmethode und Ergebnisse	5
2.1 Prüfungen der thermischen Leistung	5
2.2 Prüfkreislauf	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	B. Schweizer Energie AG	Absorbermaterial(ien)	Kupferlamellen
Modell	Swisspipe 2	Absorberstreifen-Länge	2.525 m
Typ (Flach/Ev/Subat)	Vakuumröhrenkollektor	Absorberstreifen-Breite	0.088 m
Durchströmung	direktdurchströmt	Absorberstreifen-Stärke	0.2 mm
Serienprodukt	Ja	Beschichtung	Titan-Nitrit-Oxid
Zeichnungsnummer	--	Absorberelement	Kupferlamellen
Seriennummer	--	Durchströmtes Element	Kupferrohr koaxial
Herstelldatum	--	Verbindungstechnik	Laserpunktschweissen
		Naht	--
Kenngrossen		Montage	
Brutto-Länge	2.932 m	Schrägdach-Aufbau	Ja
Brutto-Breite	0.730 m	Schrägdach-Einbau	Ja
Brutto-Höhe	0.122 m	Flachdach-Aufbau	Ja
Bruttofläche	2.140 m ²	Flachdach-Aufbau mit Ständer	Nein
Aperturfläche	1.412 m ²	Fassadenmontage	Ja
Absorberfläche	1.308 m ²		
Gewicht leer mit Abdeckung	42 kg	Gehäuse und Wärmedämmung	
Gewicht leer ohne Abdeckung	--	Gehäusematerial	Aluminium
Fluidinhalt	2.8 l	Dichtungsmaterial	--
		Dämmmaterial	Steinwolle
Aufbau		Stärke (in mm)	50 mm
Kollektortyp	Vakuumröhrenkollektor	Apertur-Masse	2.477 * 0.095 * 6
Anzahl Röhren / Absorberstreifen	6	Betriebs-Beschränkungen	
Absorberteilung	0.111 m	Max. Betriebstemperatur	150 °C
Anzahl der parallel durchströmten Röhren	1	Max. Betriebsdruck	6 bar
Anzahl der thermisch seriellen Abdeckungen	1	andere	--
Werkstoff der Abdeckungen	Borosilikatglas	Testverlauf	
Stärke der Abdeckungen	1.6 mm	Testvorschrift	EN 12975, Aussentest
Wärmeträger		Eingang Prüfling	10.03.2000
Typ	Wasser-Glykol	Testbeginn	20.03.2000
Anmerkungen		Testende	24.04.2000
Bemerkungen zur Kollektorkonstruktion			

1.2 Skizze des Kollektors



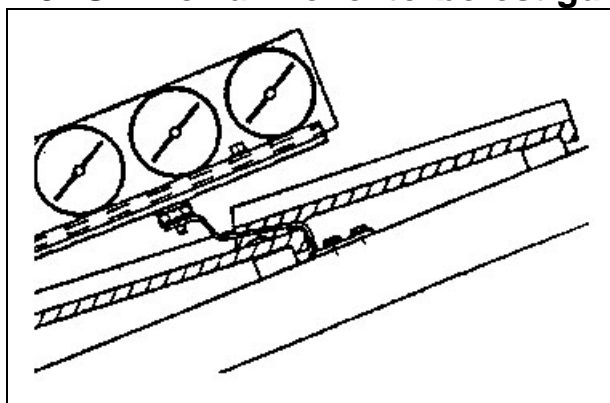
1.3 Angaben zu einzelnen Elementen

- | | | |
|---|--|--|
| 1 | Abdeckung
Material:
Stärke [mm]: | Borosilikatglas
1.6 |
| 2 | Absorber
Material: | Kupfer |
| 2 | Absorberschicht
Produktbezeichnung:
Beschreibung:
Herstellverfahren: | Tinox
Titan-Nitrit-Oxid
physical vapour deposition (PVD) |
| 3 | Koaxialrohr
Material: | Kupfer, Durchmesser 16 mm |

1.4 Fotografie des Kollektors



1.5 Skizze zur Kollektorbefestigung



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

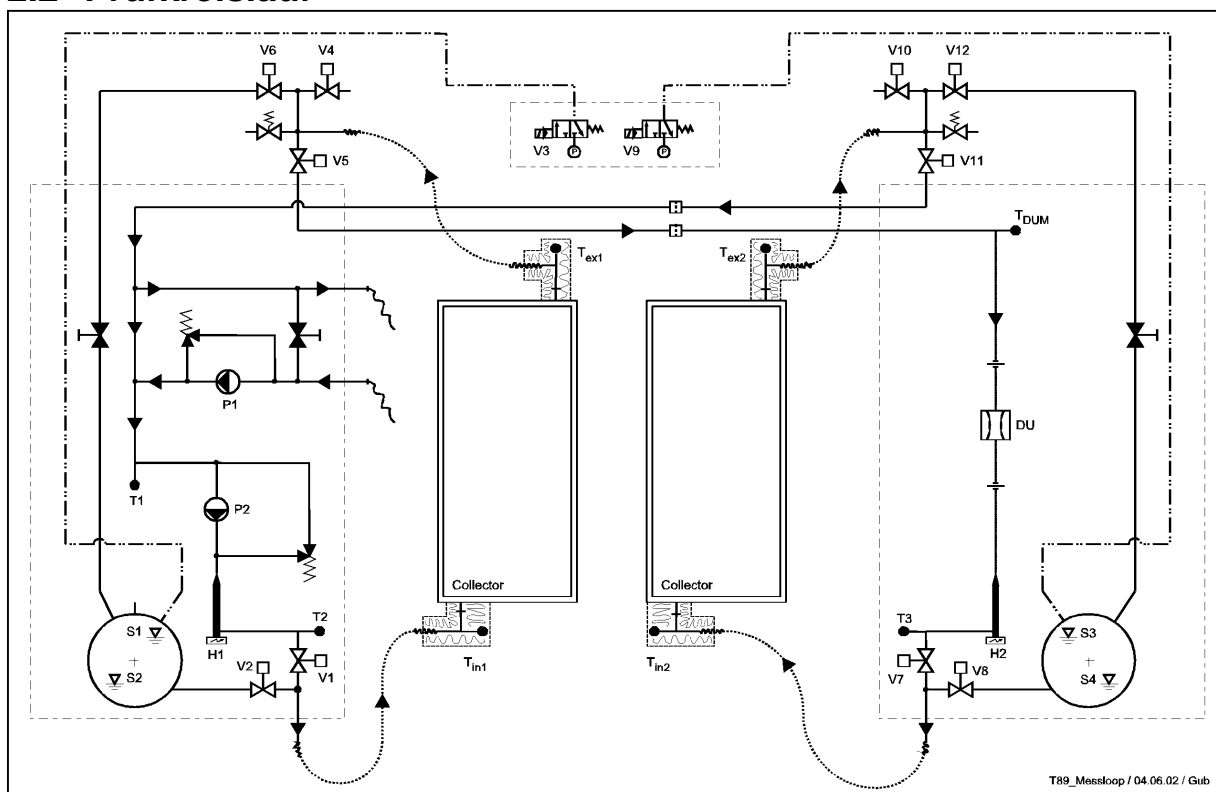


Fig. 2.1: Prüfkreislauf für Wirkungsgradmessungen

2.3 Wirkungsgradkurve

2.3.1 Allgemeines

Durchflussrate im Test	100 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

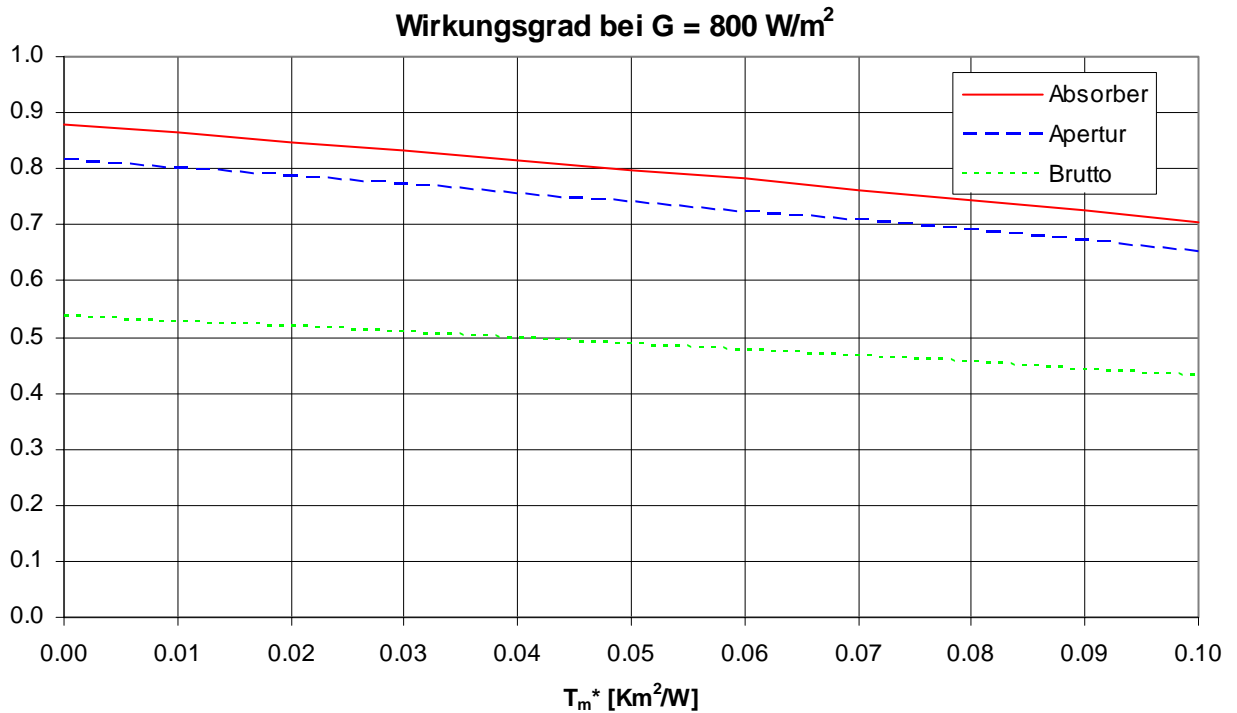


Fig. 2.2: Wirkungsgradkennlinie für $G = 800 \text{ W/m}^2$

2.3.2.2 Parameter für Kennliniengleichung:

Bezugsfläche:	Absorberfläche	Aperturfläche	Bruttofläche
η_0 (-)	0.878	0.813	0.537
a_1 (W/m ² K)	1.43	1.32	0.87
a_2 (W/m ² K ²)	0.0038	0.0035	0.0023

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)	1.000	1.000	0.999	0.994	0.981	0.950	0.884	0.753	0.498	0.000
K_{Θ} (transversal)	1.000	1.004	1.008	1.012	1.016	1.020	0.765	0.510	0.255	0.000

2.5 Zeitkonstante

$\tau_c = 92 \text{ s}$

2.6 Effektive thermische Kapazität

2.6.1 Bestimmung nach EN12975-2, Abschnitt 6.1.6.2.

Berechnung aus Materialdaten

$C_{\text{eff},6162} = 19.3 \text{ kJ/K}$ (pro Kollektor, mit Fluid)

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

$C_{\text{eff},6162} = 2.8 \text{ l} \cdot \text{Dichte} \cdot \text{spezifische Wärmekapazität des Fluids} + 8.5 \text{ kJ/K}$

2.7 Leistungsabgabe je Kollektor

$T_m - T_a$	Globalstrahlung		
	400 W/m ²	700 W/m ²	1000 W/m ²
10 K	440 W	785 W	1129 W
30 K	399 W	743 W	1088 W
50 K	353 W	698 W	1042 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, 12.07.2005



Dr. Andreas Bohren
Leiter Kollektoren



Dipl.-Ing. Walter Gubler
Prüfingenieur

Anhang: Zusammenfassung

(nach EN12975 Anhang E)

Kollektorkennung	
Hersteller	B. Schweizer Energie AG
Modell	Swisspipe 2
Typ (Flach/Ev/Subat)	Vakuumröhrenkollektor
Durchströmung	direktdurchströmt
Seriennummer	--
Zeichnungsnummer	--

Dimensionen	
Bruttolänge	2.932 m
Bruttobreite	0.730 m
Bruttohöhe	0.122 m
Bruttofläche	2.140 m ²
Aperturfläche	1.412 m ²
Absorberfläche	1.308 m ²

Allgemeine Angaben	
Gewicht	42 kg
Wärmeträger	Wasser-Glykol
Durchflussrate (Bereich)	15 – 120 l/h
Druckabfall bei 60 l/h	--
Betriebsdruck	6 bar

Wirkungsgrad bezüglich Aperturfläche	
η_0	0.813
a_1	1.32
a_2	0.0035

Wirkungsgrad bezüglich Absorberfläche	
η_0	0.537
a_1	0.87
a_2	0.0023

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	440 W	785 W	1129 W
30 K	399 W	743 W	1088 W
50 K	353 W	698 W	1042 W

Prüfung durch: SPF Solartechnik, CH-8640 Rapperswil
Datum: 12.07.2005