

TEST- UND ENTWICKLUNGSZENTRUM  
FÜR SOLARANLAGEN  
STUTT GART

**ITW**

**Institut für Thermodynamik und Wärmetechnik  
Universität Stuttgart**

**Zentrum für Sonnenenergie- und  
Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg**

Professor Dr.-Ing. E. Hahne

## **Prüfbericht Kollektortest**

nach DIN 4757, Teil 4 (11.1995)

Prüfbericht-Nr.: 96COL69

Stuttgart, den 13.01.1997

**Auftraggeber:** Kalkgruber Solar- und Umwelttechnik GesmbH  
Redtenbachergasse 25  
A-4400 Steyr

**Hersteller:** Kalkgruber Solar- und Umwelttechnik GesmbH

**Typ:** Solarfocus parallel

**Herstelljahr:** 1996

<b>Firma:</b>	Kalkgruber Solar- und Umwelttechnik GesmbH	<b>Herstellnr:</b>	k.A.
<b>Typ:</b>	Solarfocus parallel	<b>Herstelljahr:</b>	1996

### Technische Daten

<b>Kollektor/ Gehäuse</b>	<b>Bauart:</b>	Flachkollektor mit CPC-Reflektor	
	<b>Außen- abmessungen</b>	<b>Länge [mm]:</b>	2400
		<b>Breite [mm]:</b>	1157
		<b>Höhe [mm]:</b>	72
	<b>Material:</b>	Aluminium	
	<b>Masse mit Wärmeträger [kg]:</b>	70	
<b>Einbauweise:</b>	Hochformat (Indach, Aufdach, Flachdach)		
<b>Bezugsflächen</b>	<b>Bruttofläche [m²]:</b>	2,78	
	<b>Aperturfläche [m²]:</b>	2,46	
	<b>Absorberfläche [m²]:</b>	(HA: 1,77)	
<b>Absorber</b>	<b>Material:</b>	Kupfer	
	<b>Oberflächenbehandlung:</b>	selektiv beschichtet	
	<b>Absorptionsgrad:</b>	(HA: 0,95 +- 0,02)	
	<b>Emissionsgrad:</b>	(HA: 0,12 +- 0,02)	
	<b>Wärmeträgerinhalt [l]:</b>	1,6	
	<b>Durchströmungsform:</b>	2 x 5 Absorberstreifen parallel	
	<b>Rohrdurchmesser [mm]:</b>	Sammler: 15 x 1; Absorberrohr: 10 x 1	
<b>Transparente Abdeckung</b>	<b>Material:</b>	Glas	
	<b>Transmissionsgrad:</b>	k.A.	
	<b>Dicke [mm]:</b>	4	
<b>Dämmung</b>	<b>Material:</b>	Alu-Reflektor	
	<b>Dicke [mm]:</b>	0,5	
<b>Grenz- daten</b>	<b>Stillstandtemperatur [°C]:</b>	183	
	<b>max. zul. Betriebsüberdruck [bar]:</b>	10	
	<b>zulässiger Wärmeträger:</b>	Propylenglykol / Wasser	
	<b>Nenndurchfluß [l/h]:</b>	175	

Firma:	Kalkgruber Solar- und Umwelttechnik GesmbH	Hersteller:	k.A.
Typ:	Solarfocus parallel	Herstelljahr:	1996

**Prüfergebnisse nach DIN 4757, Teil 4 (11.1995)**

**Bestimmung des Wirkungsgrads:**  $\eta = \eta_0 - k_1 \cdot \frac{\Delta\vartheta}{E_g} - k_2 \cdot \frac{(\Delta\vartheta)^2}{E_g}$

(Bezug: Aperturfläche)

$\eta_0$	0,741
$k_1$ [W / (m <sup>2</sup> K)]	3,311
$k_2$ [W / (m <sup>2</sup> K <sup>2</sup> )]	0,012
Einfallswinkel-Korrekturfaktor $K_{\tau\alpha}^{dir}(50^\circ)$ [-]	-
verwendeter Wärmeträger/Volumenstrom [l/(m <sup>2</sup> h)]	Wasser / 70

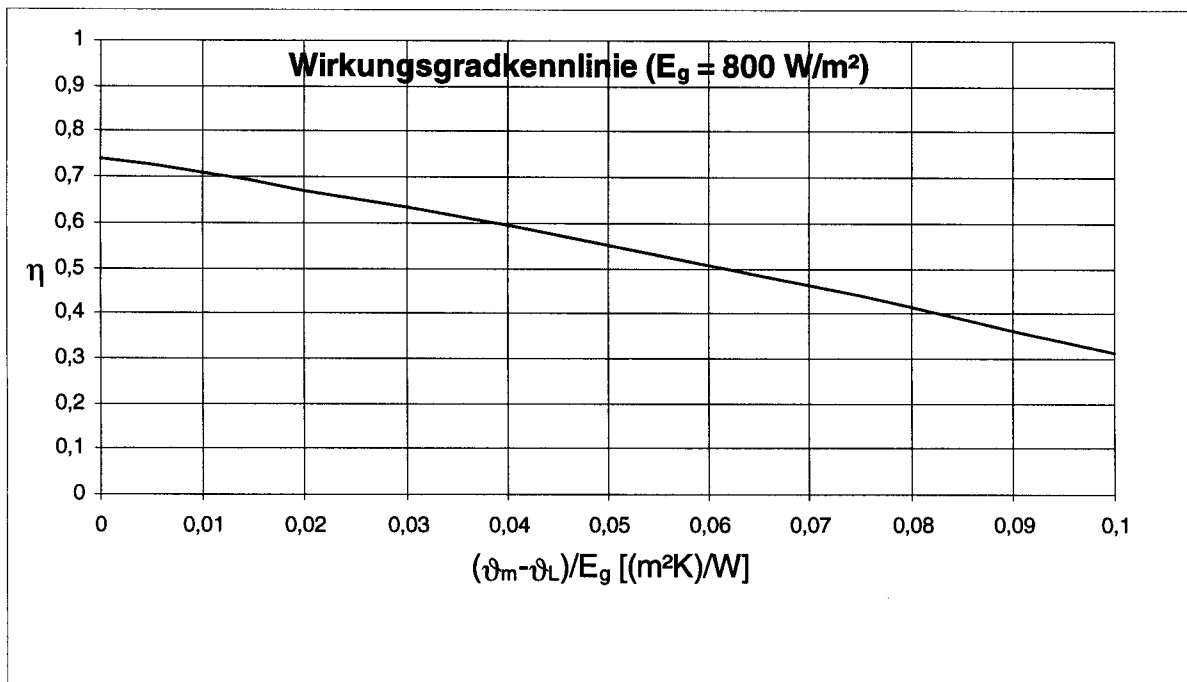
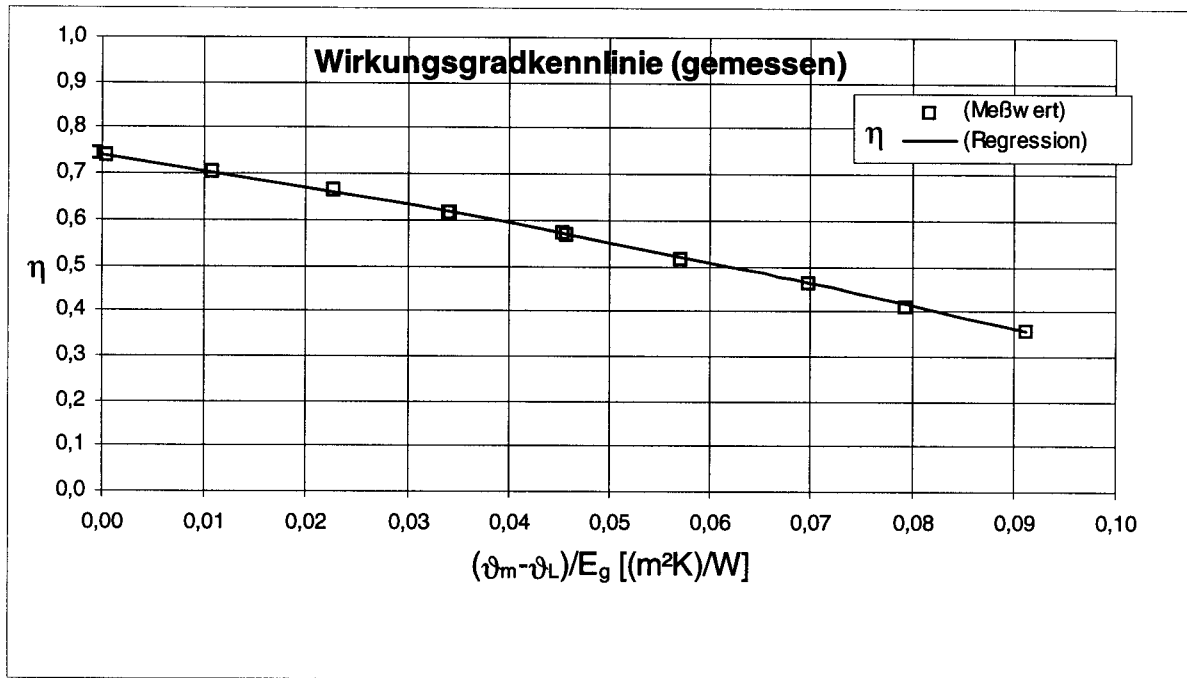
**Wirkungsgradtabelle (gemessen)**

Nr	$E_g$ [W/m <sup>2</sup> ]	$E_{dir}/E_g$ [ ]	$\dot{m}$ [kg/h]	$\vartheta_e$ [°C]	$\vartheta_a$ [°C]	$\vartheta_a - \vartheta_e$ [K]	$\vartheta_m$ [°C]	$\vartheta_L$ [°C]	$\vartheta_m - \vartheta_L$ [K]	$(\vartheta_m - \vartheta_L)/E_g$ [(m <sup>2</sup> K)/W]	$\eta$ [ ]
1	792,55	0,00	172,72	19,97	27,21	7,24	23,59	24,32	-0,72	-0,0009	0,7437
2	805,16	0,00	173,03	19,97	27,30	7,33	23,63	24,26	-0,63	-0,0008	0,7429
3	809,74	0,00	172,84	20,94	28,30	7,35	24,62	24,29	0,33	0,0004	0,7402
4	810,12	0,00	173,89	29,67	36,62	6,95	33,14	24,39	8,76	0,0108	0,7032
5	812,86	0,00	174,04	29,68	36,65	6,97	33,16	24,38	8,78	0,0108	0,7033
6	810,14	0,00	173,30	39,39	45,96	6,57	42,67	24,32	18,36	0,0227	0,6635
7	808,81	0,00	173,56	39,39	45,96	6,57	42,68	24,31	18,37	0,0227	0,6648
8	814,56	0,00	175,14	49,10	55,17	6,07	52,14	24,46	27,68	0,0340	0,6164
9	809,33	0,00	174,80	49,10	55,13	6,04	52,12	24,44	27,68	0,0342	0,6158
10	823,73	0,00	174,21	58,83	64,55	5,72	61,69	24,34	37,35	0,0453	0,5726
11	815,81	0,00	174,17	58,83	64,48	5,65	61,66	24,40	37,25	0,0457	0,5704
12	818,28	0,00	175,84	68,55	73,62	5,07	71,08	24,44	46,64	0,0570	0,5159
13	804,13	0,00	175,03	78,28	82,74	4,45	80,51	24,45	56,06	0,0697	0,4606
14	826,36	0,00	176,99	88,02	92,04	4,02	90,03	24,44	65,60	0,0794	0,4106
15	820,79	0,00	166,70	97,62	101,31	3,69	99,47	24,57	74,89	0,0912	0,3583

**Wirkungsgradtabelle ( $E_g = 800$  W / m<sup>2</sup>)**

$(\vartheta_m - \vartheta_L)/E_g$ [(m <sup>2</sup> K)/W]	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10
$\eta$	0,741	0,707	0,671	0,633	0,593	0,551	0,507	0,461	0,413	0,363	0,311

<b>Firma:</b>	Kalkgruber Solar- und Umwelttechnik GesmbH	<b>Herstellnr:</b>	k.A.
<b>Typ:</b>	Solarfocus parallel	<b>Herstelljahr:</b>	1996



Firma:	Kalkgruber Solar- und Umwelttechnik GesmbH	Herstellnr:	k.A.
Typ:	Solarfocus parallel	Herstelljahr:	1996

### Wärmekapazität \*

Wärmekapazität [J/K]:

### Druckverlust \*

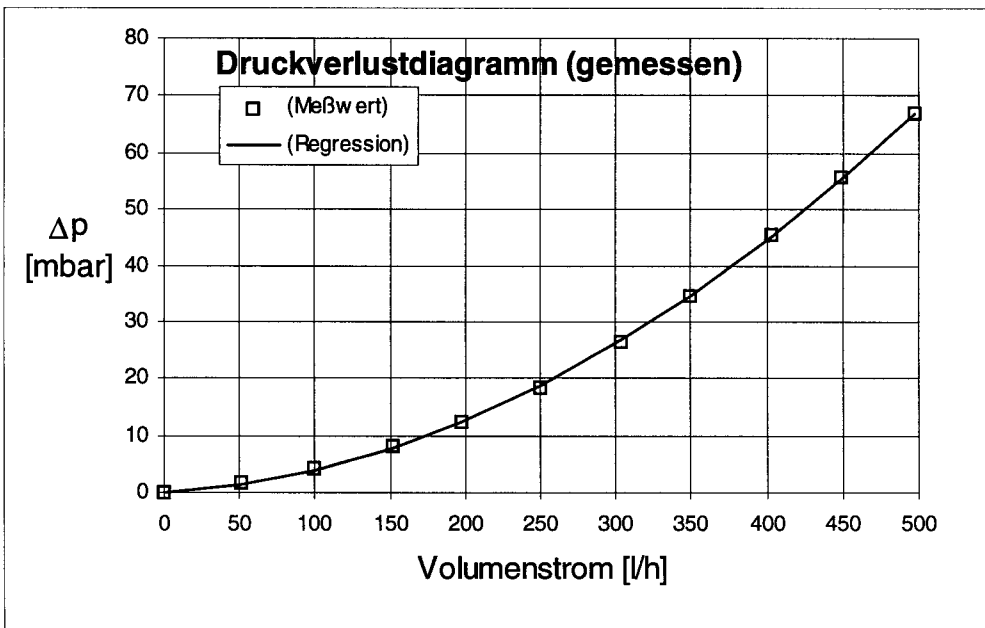
Bestimmung des Druckverlusts:  $\Delta p = a \cdot \dot{V}^2 + b \cdot \dot{V}$

$a$  [(mbar h<sup>2</sup>) / l<sup>2</sup>]

$b$  [(mbar h) / l]

Druckverlusttabelle

Volumenstrom [l/h]	Druckverlust [mbar]
0,00	0,00
51,04	1,70
99,47	4,08
151,93	8,08
198,01	12,26
249,53	18,29
303,80	26,43
349,00	34,54
402,84	45,36
449,56	55,66
497,49	66,99

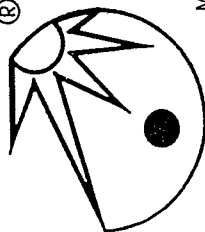


\* Stoffwerte bei 20 °C, Wärmeträger Wasser (nach DIN 4757, Teil 4: "Bei Kollektoren, die gemäß DIN 4757 Teil 1 mit wasserähnlichen Gemischen (Anteil des Wassers > 50%) betrieben werden, darf die Bestimmung des Wirkungsgrades und des Druckabfalls mit Wasser (Trinkwasserqualität) durchgeführt werden.")

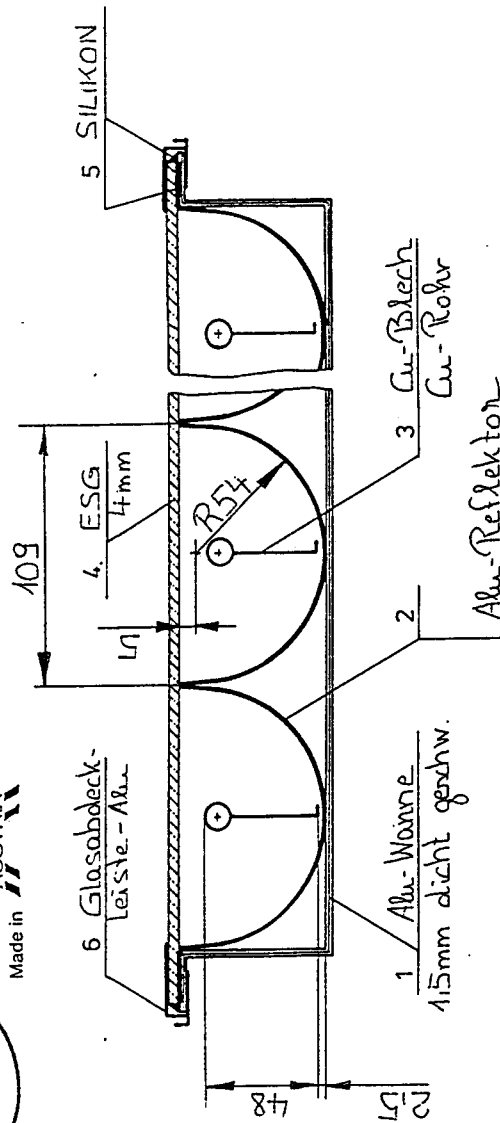
Firma:	Kalkgruber Solar- und Umwelttechnik GesmbH	Herstellnr:	k.A.
Typ:	Solarfocus parallel	Herstelljahr:	1996

Konstruktionsskizze\*

**SOLARFOCUS**<sup>®</sup>



Made in  
**AUSTRIA**



best. aus 10 Stk. Reflektoren

\*gemäß Herstellerunterlagen

<b>Firma:</b>	Kalkgruber Solar- und Umwelttechnik GesmbH	<b>Herstellnr:</b>	k.A.
<b>Typ:</b>	Solarfocus parallel	<b>Herstelljahr:</b>	1996

### Prüfvorkommnisse und Betriebsverhalten des Kollektors:

Keine besonderen Vorkommnisse.

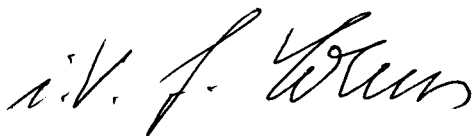
### Prüfverfahren:

Die Prüfung des Kollektors erfolgte im Innentest nach der DIN 4757, Teil 4 (11.1995)  
"Solarthermische Anlagen; Sonnenkollektoren; Bestimmung von Wirkungsgrad,  
Wärmekapazität und Druckabfall".

**Prüfzeitraum:** 09.12. - 10.12.1996

**Prüfer:** Dipl.-Ing. S. Fischer, Dipl.-Ing. M. Peter

Stuttgart, den 13.01.1997



**Prof. Dr.-Ing. E. Hahne**

Firma:	Kalkgruber Solar- und Umwelttechnik GesmbH	Herstellnr:	k.A.
Typ:	Solarfocus parallel	Herstelljahr:	1996

### Anhang A: Ertragsvorhersage

Die Vorhersage beruht auf der Berechnung des Jahresenergieertrags des Kollektors in einer Referenzanlage zur Brauchwassererwärmung. Die Anlage ist für einen Vierpersonenhaushalt dimensioniert. Die Berechnung erfolgt für die Aperturflächen 3, 4, 5 und 6 m<sup>2</sup> sowie Referenz-Wetterdaten von Hannover, Würzburg und Stötten (Ostalb).

Kollektorkennwerte (Bezug: Aperturfläche)											
Konversionsfaktor $\eta_0 = 0,741$	effektiver Wärmedurchgangskoeffizient $k_1 = 3,311 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ $k_2 = 0,012 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}^2)$					Wärmekapazität $C = 8,513 \text{ kJ}/(\text{m}^2\text{K})$					
Einfallswinkel-	$\Theta$	0	10	20	30	40	45	50	60	70	90
Korrekturfaktoren	$K_{\text{kor}}^{\text{dir}}(\Theta) =$	1,000	1,000	0,998	0,984	0,958	0,936	0,908	0,820	0,672	0,000
$K_{\text{kor}}^{\text{dfu}} = 0,87$	$K_{\text{kor}}^{\text{dir}}(\Theta) =$	1,000	0,960	1,000	1,010	1,000	1,000	0,992	0,870	0,572	0,000

Systemdaten	
Dachausrichtung:	Süd; Anstellwinkel entspricht Breitengrad
Kollektoranbindung:	Je 15 m Vor- und Rücklauf; Nennweite DN 16; Dämmstärke 25 mm, $\lambda = 0,04 \text{ W}/(\text{mK})$ Vor- und Rücklauf befinden sich je zur Hälfte im Innen- und Außenbereich
Speicher:	Volumen 300 l Wärmeverluste 2,2 W/K; Umgebungstemperatur im Innenbereich 15°C Volumen des Bereitschaftsteils 135 l; Solltemperatur 60 °C Schichtungskennzahl 100; effektive vertikale Wärmeleitfähigkeit $2 \lambda_{\text{Wasser}}$
Wärmeübertrager:	eingetauchter Wärmeübertrager, $(kA)_{\text{WT}} = 9 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) \cdot \text{Aperturfläche} \cdot \Theta^{0,6}$ , ( $\Theta$ = Mittelwert aus WT-Eintrittstemperatur und lokaler Speichertemperatur in °C)
Warmwasserverbrauch:	200 l/Tag (7 <sup>00</sup> : 80 l; 12 <sup>00</sup> : 40 l; 19 <sup>00</sup> : 80 l); Kaltwassertemperatur 10 °C; Warmwassertemperatur 45 °C; Jahresverbrauch 2936 kWh/a

Berechnungsergebnisse			
Standort	Hannover	Würzburg	Stötten
Einstrahlung [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	1022	1212	1354
Aperturfläche [m <sup>2</sup> ]	Jährlicher Kollektorsertrag <sup>1)</sup> [kWh/(m <sup>2</sup> a)]		
3	458	551	602
4	421	507	552
5	388	464	503
6	359	424	457

<sup>1)</sup> Ertrag des Kollektors ohne die Wärmeverluste in den Rohrleitungen und des Warmwasserspeichers



Institut für Thermodynamik und Wärmetechnik  
Universität Stuttgart

Professor Dr.-Ing. E Hahne

## Nachweis des jährlichen Kollektorertrags für die Vergabe des Umweltzeichens nach RAL-UZ 73

entsprechend den Richtlinien des Bundesministeriums für Wirtschaft  
zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energie vom 1. August 1995

Für Sonnenkollektoren mit  
der Vertriebsbezeichnung: **Solarfocus parallel**

und baugleichen Typen:

der Verreiber-  
bzw. Herstellerfirma: **Kalkgruber Solar- und Umwelttechnik GmbH**  
**Werkstraße 1**  
**A-4451 St. Ulrich/Steyr**

wurde eine Nachweisrechnung entsprechend der beim Deutschen Fachverband Solarenergie hinterlegten "Empfehlung zum Nachweis eines Kollektormindestertrages" durchgeführt bzw. eine entsprechende Nachweisrechnung anerkannt, die für einen baugleichen Kollektor durchgeführt wurde.

Der Nachweis basiert auf der Auswertung des Prüfberichtes: 96COL69 vom 13. 01. 1997 nach DIN 4757 T4 (11.1995) des Test- und Entwicklungszentrums für Solaranlagen Stuttgart

**Der erforderliche Kollektorertrag\* von 525 kWh/m<sup>2</sup>a wird erreicht.**

\* am Standort Würzburg bei einem solaren Deckungsanteil von 40%

Zusätzliche Feststellungen:  
keine

Dieser Nachweis ist registriert unter der Nummer: 96COL69

Stuttgart, den 13. 01. 98

Prof. Dr.-Ing. E. Hahne