

FORSCHUNGS- UND TESTZENTRUM  
FÜR SOLARANLAGEN  
STUTT GART

*itw*

Institut für Thermodynamik und Wärmetechnik  
Universität Stuttgart

Professor Dr.-Ing. H. Müller-Steinhagen

# Prüfbericht Wärmeleistung Sonnenkollektor

nach prEN 12975-2: 2000

Prüfbericht-Nr.: 01COL234OEM01

Stuttgart, den 24.10.2003

**Auftraggeber:** Ritter Solar GmbH & Co. KG  
Kuchenäcker 1  
D-72135 Dettenhausen

**Hersteller:** Ritter GmbH & Co. KG  
**Typ:** CPC inline  
**Herstelljahr:** 2001

|        |                                           |               |                                   |
|--------|-------------------------------------------|---------------|-----------------------------------|
| Firma: | <input type="text" value="Ritter Solar"/> | Herstellnr.:  | <input type="text" value="k.A."/> |
| Typ:   | <input type="text" value="CPC inline"/>   | Herstelljahr: | <input type="text" value="2001"/> |

## Inhaltsverzeichnis

|                                                                     |           |
|---------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1 Allgemeine Angaben.....</b>                                    | <b>3</b>  |
| <b>2 Prüfergebnisse Wärmeleistung.....</b>                          | <b>5</b>  |
| <b>3 Prüfergebnisse Druckverlust.....</b>                           | <b>6</b>  |
| <b>4 Bestimmung der Stillstandtemperatur.....</b>                   | <b>7</b>  |
| <b>5 Konstruktionsskizze.....</b>                                   | <b>8</b>  |
| <b>6 Prüfvorkommnisse und Betriebsverhalten des Kollektors.....</b> | <b>9</b>  |
| <b>7 Prüfverfahren.....</b>                                         | <b>9</b>  |
| <b>Anhang A: Ertragsvorhersage.....</b>                             | <b>10</b> |
| <b>Anhang B: Darstellung der aufgenommenen Meßwerte.....</b>        | <b>11</b> |
| <b>Anhang C: Nomenklatur.....</b>                                   | <b>12</b> |

|               |              |                      |      |
|---------------|--------------|----------------------|------|
| <b>Firma:</b> | Ritter Solar | <b>Herstellnr.:</b>  | k.A. |
| <b>Typ:</b>   | CPC inline   | <b>Herstelljahr:</b> | 2001 |

## 1 Allgemeine Angaben (gemäß Herstellerangaben)

### Hersteller

Ritter GmbH & Co. KG  
Ettlinger Straße 30  
D-76307 Karlsbad

**Ansprechpartner:**

Herr W. Griesshaber  
Tel.: +49 7202 922143  
Fax: +49 7202 922100  
w.griesshaber@paradigma.de

**Typ:** CPC inline  
**Herstellernummer:** k.A.  
**Serienprodukt oder Prototyp:** Prototyp  
**Herstelljahr:** 2001

### Bezugsflächen

von Prüflabor bestimmt

**Bruttofläche:** 1.79 m<sup>2</sup>  
**Aperturfläche:** 1.49 m<sup>2</sup>  
**Absorberfläche:** 1.43 m<sup>2</sup> (Zylinderfläche)  
0.46 m<sup>2</sup> (projiziert)

### Kollektor/Gehäuse

**Bauart:** Vakuumröhrenkollektor (direkt durchströmt)  
**Anzahl der Röhren:** 7  
**Länge:** 2065 mm (von Prüflabor bestimmt)  
**Breite:** 865 mm (von Prüflabor bestimmt)  
**Höhe:** 100 mm (von Prüflabor bestimmt)  
**Material:** Aluminium  
**Gewicht:** 26 kg  
**Dichtungsmaterialien:** k.A.  
**Einbauweise:** Indachmontage

### Absorber

**Material:** Glas  
**Dicke:** 1.6 mm  
**Oberflächenbehandlung:** selektive Beschichtung (ALN-Schicht)  
**Absorptionsgrad:** > 0.95  
**Emissionsgrad:** < 0.05  
**Wärmeträgerinhalt:** 1.3 Liter  
**Durchströmungsform:** k.A.  
**Abmessungen Absorberrohre:** 8 mm x 0.7 mm  
**Anzahl Absorberrohre:** 7 U-Rohre  
**Abstand der Absorberrohre:** 115 mm zwischen den U-Rohren  
**Abmessungen Sammlerrohr:** 15 mm x 1 mm

|               |              |                      |      |
|---------------|--------------|----------------------|------|
| <b>Firma:</b> | Ritter Solar | <b>Herstellnr.:</b>  | k.A. |
| <b>Typ:</b>   | CPC inline   | <b>Herstelljahr:</b> | 2001 |

### Transparente Abdeckung

|                            |                    |
|----------------------------|--------------------|
| <b>Anzahl:</b>             | 1                  |
| <b>Material:</b>           | Glas (Borosilikat) |
| <b>Hersteller:</b>         | k.A.               |
| <b>Produktbezeichnung:</b> | k.A.               |
| <b>Transmissionsgrad:</b>  | k.A.               |
| <b>Dicke:</b>              | 1.6 mm             |

### Wärmedämmung

|                            |              |
|----------------------------|--------------|
|                            | Sammler      |
| <b>Material:</b>           | Steinwolle   |
| <b>Wärmeleitfähigkeit:</b> | 0.035 W/(mK) |
| <b>Wärmekapazität:</b>     | k.A.         |
| <b>Dichte:</b>             | k.A.         |
| <b>Dicke:</b>              | 20 mm        |

### Grenzdaten

|                                     |            |
|-------------------------------------|------------|
| <b>Stillstandstemperatur:</b>       | 294 °C     |
| <b>max. zul. Betriebsüberdruck:</b> | 10 bar     |
| <b>zulässiger Wärmeträger:</b>      | TYFOCOR LS |
| <b>Nenndurchfluß pro Kollektor:</b> | 180 kg/h   |

### Feststellung des Kollektors

|                                |                                                                         |
|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| <b>Zeichnungssatz:</b>         | Ein Zeichnungssatz wurde nicht geliefert.                               |
| <b>Datenblätter:</b>           | Datenblatt der Liste der verwendeten Materialien wurde nicht geliefert. |
| <b>Kennzeichnung:</b>          | Der Kollektor trägt kein angebrachtes Schild.                           |
| <b>Installationsanweisung:</b> | Eine Installationsanweisung wurde nicht mitgeliefert.                   |

### Gültigkeit

Der Prüfbericht ist gültig für den oben beschriebenen Typ CPC inline

Der Kollektor wird, nach Angabe der Firma Ritter GmbH & Co. KG, im wesentlichen baugleich von der Firma Ritter Solar GmbH & Co. KG unter einer anderen Typenbezeichnung vertrieben. Der Prüfbericht besitzt somit zusätzlich Gültigkeit für den folgenden Kollektor:

CPC 6 XL OEM der Firma

Firma Ritter Solar GmbH & Co. KG  
Kuchenäcker 1  
D-72135 Dettenhausen

|        |              |               |      |
|--------|--------------|---------------|------|
| Firma: | Ritter Solar | Herstellnr.:  | k.A. |
| Typ:   | CPC inline   | Herstelljahr: | 2001 |

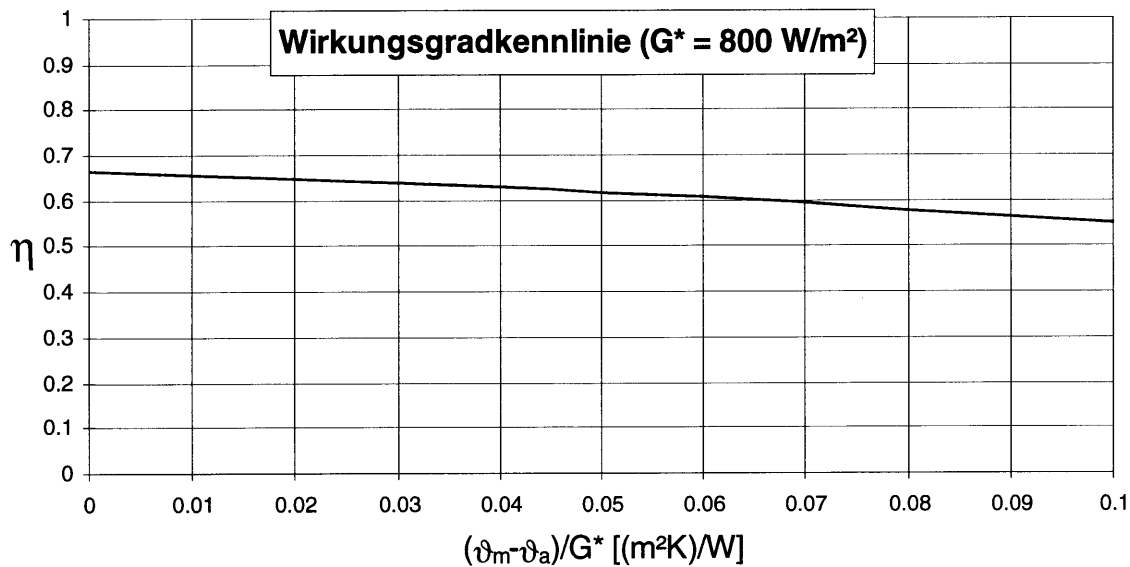
## 2 Prüfergebnisse Wärmeleistung

Bestimmung des Wirkungsgrades:

$$\eta = \eta_0 - a_1 \cdot \frac{(\vartheta_m - \vartheta_a)}{G^*} - a_2 \cdot \frac{(\vartheta_m - \vartheta_a)^2}{G^*}$$

(Bezug: Aperturfläche)

|                                                         |             |
|---------------------------------------------------------|-------------|
| $\eta_0$                                                | 0.665       |
| $a_1$ [W / (m <sup>2</sup> K)]                          | 0.721       |
| $a_2$ [W / (m <sup>2</sup> K <sup>2</sup> )]            | 0.006       |
| Einfallswinkel-Korrekturfaktor $K_{\theta}(\theta)$ [-] | s. Seite 10 |
| Wärmekapazität C [J/K]                                  | 11902       |
| Volumenstrom [l/(m <sup>2</sup> h)]                     | 100         |
| verwendeter Wärmeträger                                 | Wasser      |



Wirkungstabelle ( $G^* = 800 \text{ W/m}^2$ )

| $(\vartheta_m - \vartheta_a)/G^* \text{ [(m}^2\text{K)/W]}$ | 0.00  | 0.01  | 0.02  | 0.03  | 0.04  | 0.05  | 0.06  | 0.07  | 0.08  | 0.09  | 0.10  |
|-------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $\eta$                                                      | 0.665 | 0.657 | 0.649 | 0.639 | 0.629 | 0.618 | 0.606 | 0.593 | 0.579 | 0.564 | 0.549 |

|        |              |               |      |
|--------|--------------|---------------|------|
| Firma: | Ritter Solar | Herstellnr.:  | k.A. |
| Typ:   | CPC inline   | Herstelljahr: | 2001 |

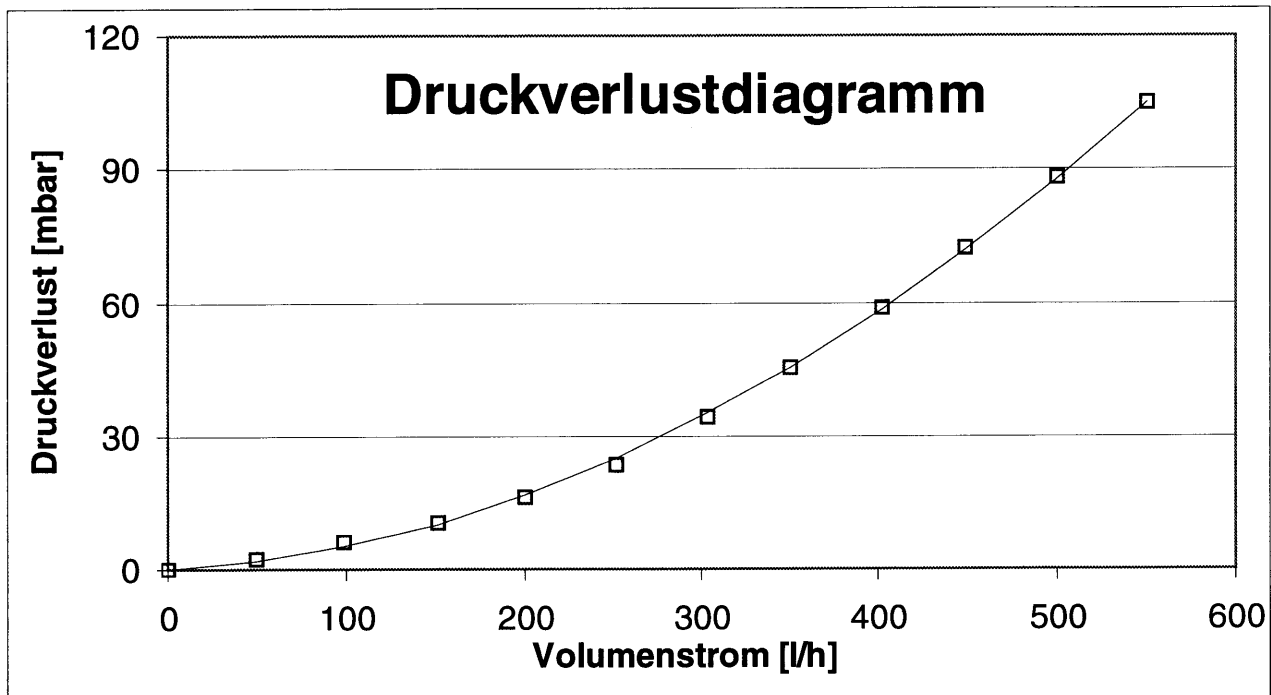
### 3 Prüfergebnisse Druckverlust

(Wassertemperatur  $\vartheta = 20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ )

Bestimmung des Druckverlusts:

$$\Delta p = a \cdot \dot{V}^2 + b \cdot \dot{V}$$

|                                            |           |
|--------------------------------------------|-----------|
| a [(mbar h <sup>2</sup> )/l <sup>2</sup> ] | 0.0003082 |
| b [(mbar h)/l]                             | 0.0212593 |



|                     |     |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|---------------------|-----|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Volumenstrom [l/h]  | 0.0 | 49.0 | 98.7 | 150.9 | 200.6 | 252.1 | 304.1 | 349.8 | 402.1 | 449.1 | 500.5 | 550.3 |
| Druckverlust [mbar] | 0.0 | 2.5  | 6.0  | 10.8  | 16.4  | 23.8  | 34.0  | 45.3  | 58.9  | 72.3  | 88.4  | 104.9 |

|               |              |                      |      |
|---------------|--------------|----------------------|------|
| <b>Firma:</b> | Ritter Solar | <b>Herstellnr.:</b>  | k.A. |
| <b>Typ:</b>   | CPC inline   | <b>Herstelljahr:</b> | 2001 |

## 4 Bestimmung der Stillstandtemperatur

### Prüfverfahren

Die Bestimmung der Stillstandtemperatur wurde im Innenprüfverfahren nach prEN 12975-2: 2000, Annex C durchgeführt.

### Meßprinzip

Zur Bestimmung der Stillstandtemperatur  $\vartheta_s$  wurde der unbefüllte Kollektor im Sonnensimulator einer konstanten Bestrahlung ausgesetzt und dabei die Absorbtemperatur gemessen.

### Auswertung

Die Stillstandtemperatur  $\vartheta_s$  für die durch die EN 12975-1:2000 vorgegebenen Randbedingungen  $G_s = 1000\text{W/m}^2$  und  $\vartheta_{as} = 30^\circ\text{C}$  ergibt sich zu

$$\vartheta_s = \vartheta_{as} + \frac{G_s}{G_m} (\vartheta_{sm} - \vartheta_{am})$$

### Ergebnisse

|                                                                 | Prüfbedingungen      |
|-----------------------------------------------------------------|----------------------|
| gemessene globale Bestrahlungsstärke $G_m$                      | 949 W/m <sup>2</sup> |
| gemessene Umgebungstemperatur $\vartheta_{am}$                  | 24.5 °C              |
| gemessene Temperatur am Absorber $\vartheta_{sm}$               | 275 °C               |
| <b>berechnete Stillstandtemperatur <math>\vartheta_s</math></b> | <b>294 °C</b>        |

Firma:

Ritter Solar

Herstellnr.:

k.A.

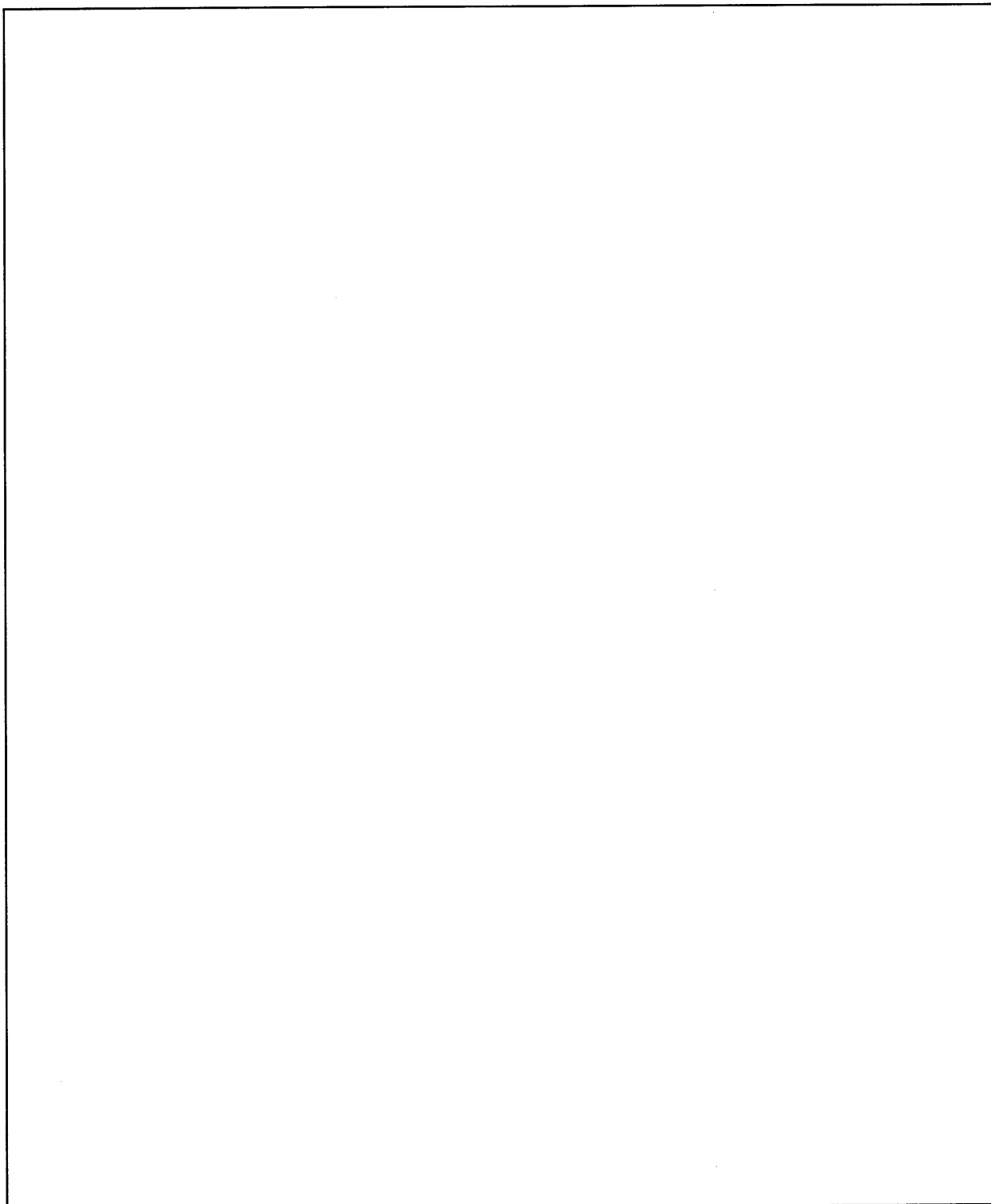
Typ:

CPC inline

Herstelljahr:

2001

## 5 Konstruktionsskizze\*



\* gemäß Herstellerunterlagen

k.A.: keine Angabe



Firma: Ritter Solar

Herstellnr.: k.A.

Typ: CPC inline

Herstelljahr: 2001

## 6 Prüfvorkommnisse und Betriebsverhalten des Kollektors

keine besonderen Vorkommnisse

## 7 Prüfverfahren

Die Prüfung des Kollektors erfolgte im Außentest nach der prEN 12975-2:2000 "Thermal solar systems and components – Solar Collectors – Part 2: Test methods" unter Verwendung des Prüfverfahrens unter stationären Bedingungen. Als Wärmeträger wurde Wasser verwendet.

**Eingang Prüfling:** 22.08.2001

**Prüfzeitraum:** 24.08. – 20.09.2001

**Prüfer:** Dipl.-Phys. M. Hampel

Stuttgart, den 24.10.2003

  
Prof. Dr.-Ing. H. Müller-Steinhagen

|        |              |               |      |
|--------|--------------|---------------|------|
| Firma: | Ritter Solar | Herstellnr.:  | k.A. |
| Typ:   | CPC inline   | Herstelljahr: | 2001 |

## 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                         | effektiver Wärmedurchgangskoeffizient                                                          |       |       |       |       | flächenbezogene Wärmekapazität              |       |       |       |       |       |
| $\eta_0 = 0.665$                          | $a_1 = 0.721 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$<br>$a_2 = 0.006 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}^2)$ |       |       |       |       | $c = 7.974 \text{ kJ}/(\text{m}^2\text{K})$ |       |       |       |       |       |
| Einfallswinkel-Korrekturfaktoren          | $\theta$                                                                                       | 0     | 10    | 20    | 30    | 40                                          | 45    | 55    | 60    | 70    | 90    |
| $K_{od} = 0.97$                           | $K_{ob}(\theta_i) =$                                                                           | 1.000 | 1.000 | 0.997 | 0.988 | 0.966                                       | 0.947 | 0.887 | 0.840 | 0.695 | 0.000 |
|                                           | $K_{ob}(\theta_t) =$                                                                           | 1.000 | 0.952 | 1.005 | 1.017 | 1.031                                       | 1.026 | 1.033 | 1.098 | 1.147 | 0.000 |

| Systemdaten ITW Referenzanlage zur Trinkwassererwärmung |                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Dachausrichtung:                                        | Süd; Anstellwinkel entspricht Breitengrad                                                                                                                                                                                           |
| Kollektoranbindung:                                     | Je 15 m Vor- und Rücklauf; Nennweite DN 16; Dämmstärke 25 mm, $\lambda = 0,04 \text{ W}/(\text{mK})$<br>Vor- und Rücklauf befinden sich je zur Hälfte im Innen- und Außenbereich                                                    |
| Speicher:                                               | Volumen 300 l<br>Wärmeverlustrate 2,2 W/K; Umgebungstemperatur 15°C<br>Volumen des Bereitschaftsteils 135 l; Solltemperatur 60 °C<br>Schichtungskennzahl 100; effektive vertikale Wärmeleitfähigkeit $2 \lambda_{\text{Wasser}}$    |
| Wärmeübertrager:                                        | eingetauchter Wärmeübertrager, $(kA)_{WT} = 9 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) \cdot \text{Aperturfläche} \cdot \vartheta_m^{0,6}$ ;<br>( $\vartheta_m$ = 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);<br>Kaltwassertemperatur 10 °C; Warmwassertemperatur 45 °C;<br>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 Kollektorertrag <sup>1)</sup> [kWh/(m <sup>2</sup> a)] |          |         |
| 3                                     | 582                                                               | 684      | 770     |
| 4                                     | 559                                                               | 664      | 729     |
| 5                                     | 530                                                               | 611      | 658     |
| 6                                     | 494                                                               | 574      | 584     |

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

Firma: Ritter Solar

Herstellnr.: k.A.

Typ: CPC inline

Herstelljahr: 2001

## Anhang B: Darstellung der aufgenommenen Meßwerte

| Nr | $G^*$<br>[W/m <sup>2</sup> ] | $G_d/G^*$<br>[ ] | $\dot{m}$<br>[kg/h] | $\vartheta_{in}$<br>[°C] | $\vartheta_e$<br>[°C] | $\vartheta_e - \vartheta_{in}$<br>[K] | $\vartheta_m$<br>[°C] | $\vartheta_a$<br>[°C] | $\vartheta_m - \vartheta_a$<br>[K] | $(\vartheta_m - \vartheta_a)/G^*$<br>[(m <sup>2</sup> K)/W] | $\eta$<br>[ ] |
|----|------------------------------|------------------|---------------------|--------------------------|-----------------------|---------------------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------------|
| 1  | 814.15                       | 0.23             | 149.08              | 23.69                    | 28.47                 | 4.78                                  | 26.08                 | 31.29                 | -5.21                              | -0.0064                                                     | 0.6803        |
| 2  | 955.48                       | 0.23             | 149.15              | 23.65                    | 29.16                 | 5.51                                  | 26.41                 | 29.18                 | -2.78                              | -0.0029                                                     | 0.6696        |
| 3  | 924.16                       | 0.24             | 148.93              | 23.59                    | 28.82                 | 5.23                                  | 26.21                 | 28.61                 | -2.40                              | -0.0026                                                     | 0.6561        |
| 4  | 993.35                       | 0.16             | 147.65              | 40.45                    | 46.05                 | 5.60                                  | 43.25                 | 32.22                 | 11.02                              | 0.0111                                                      | 0.6483        |
| 5  | 832.81                       | 0.19             | 147.72              | 40.53                    | 45.36                 | 4.83                                  | 42.95                 | 33.34                 | 9.61                               | 0.0115                                                      | 0.6670        |
| 6  | 907.76                       | 0.19             | 147.94              | 40.38                    | 45.52                 | 5.14                                  | 42.95                 | 31.25                 | 11.70                              | 0.0129                                                      | 0.6522        |
| 7  | 875.53                       | 0.19             | 147.87              | 40.38                    | 45.36                 | 4.99                                  | 42.87                 | 30.82                 | 12.05                              | 0.0138                                                      | 0.6559        |
| 8  | 937.87                       | 0.15             | 146.56              | 59.47                    | 64.65                 | 5.18                                  | 62.06                 | 34.35                 | 27.70                              | 0.0296                                                      | 0.6316        |
| 9  | 840.60                       | 0.15             | 146.59              | 59.47                    | 64.16                 | 4.70                                  | 61.81                 | 34.96                 | 26.85                              | 0.0320                                                      | 0.6395        |
| 10 | 882.14                       | 0.18             | 146.58              | 59.46                    | 64.35                 | 4.89                                  | 61.90                 | 31.84                 | 30.06                              | 0.0341                                                      | 0.6342        |
| 11 | 976.95                       | 0.11             | 151.08              | 79.14                    | 83.99                 | 4.85                                  | 81.56                 | 24.12                 | 57.44                              | 0.0588                                                      | 0.5885        |
| 12 | 954.64                       | 0.12             | 150.47              | 79.44                    | 84.33                 | 4.89                                  | 81.88                 | 25.23                 | 56.65                              | 0.0593                                                      | 0.6050        |
| 13 | 906.85                       | 0.11             | 150.79              | 79.45                    | 84.16                 | 4.70                                  | 81.80                 | 26.12                 | 55.68                              | 0.0614                                                      | 0.6130        |
| 14 | 868.04                       | 0.11             | 150.39              | 79.46                    | 83.95                 | 4.49                                  | 81.70                 | 26.06                 | 55.64                              | 0.0641                                                      | 0.6100        |
| 15 | 994.56                       | 0.13             | 148.80              | 98.37                    | 103.24                | 4.87                                  | 100.80                | 25.59                 | 75.21                              | 0.0757                                                      | 0.5752        |
| 16 | 970.85                       | 0.16             | 149.11              | 98.22                    | 102.96                | 4.74                                  | 100.59                | 23.84                 | 76.75                              | 0.0791                                                      | 0.5747        |

Tabelle B.1: Meßwerte

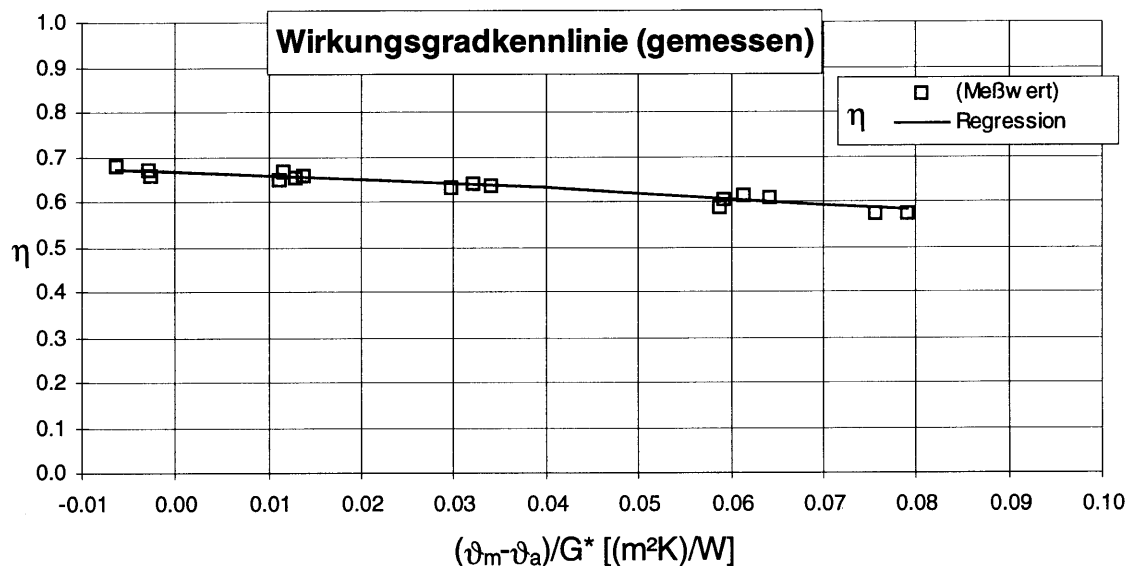


Abbildung B.1: Meßpunkte und Regression des Wirkungsgrads über dem Betriebskoeffizienten

|        |              |               |      |
|--------|--------------|---------------|------|
| Firma: | Ritter Solar | Herstellnr.:  | k.A. |
| Typ:   | CPC inline   | Herstelljahr: | 2001 |

## Anhang C: Nomenklatur

|                                              |                                     |                                                                                         |
|----------------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>a</b>                                     | $[(\text{mbar h}^2)/\text{l}^2]$    | Koeffizient zur Berechnung des Druckverlusts                                            |
| <b>a<sub>1</sub></b>                         | $[\text{W}/(\text{m}^2\text{K})]$   | Wärmedurchgangskoeffizient                                                              |
| <b>a<sub>2</sub></b>                         | $[\text{W}/(\text{m}^2\text{K}^2)]$ | temperaturabhängiger Wärmedurchgangskoeffizient                                         |
| <b>b</b>                                     | $[(\text{mbar h})/\text{l}]$        | Koeffizient zur Berechnung des Druckverlusts                                            |
| <b>b<sub>0</sub></b>                         | $[-]$                               | Faktor zur Bestimmung des Einfallwinkelkorrekturfaktors der direkten Bestrahlungsstärke |
| <b>C</b>                                     | $[\text{J}/\text{K}]$               | Wärmekapazität                                                                          |
| <b>c</b>                                     | $[\text{kJ}/(\text{m}^2 \text{K})]$ | flächenbezogene Wärmekapazität des Kollektors                                           |
| <b>c<sub>1</sub></b>                         | $[\text{W}/(\text{m}^2\text{K})]$   | Wärmedurchgangskoeffizient                                                              |
| <b>c<sub>2</sub></b>                         | $[\text{W}/(\text{m}^2\text{K}^2)]$ | temperaturabhängiger Wärmedurchgangskoeffizient                                         |
| <b>c<sub>5</sub></b>                         | $[\text{kJ}/(\text{m}^2\text{K})]$  | flächenbezogene Wärmekapazität des Kollektors                                           |
| <b>F'(τ<math>\alpha</math>)<sub>en</sub></b> | $[-]$                               | Konversionsfaktor der direkten Bestrahlungsstärke                                       |
| <b>G*</b>                                    | $[\text{W}/\text{m}^2]$             | hemisphärische Bestrahlungsstärke                                                       |
| <b>G<sub>b</sub></b>                         | $[\text{W}/\text{m}^2]$             | direkte Bestrahlungsstärke                                                              |
| <b>G<sub>d</sub></b>                         | $[\text{W}/\text{m}^2]$             | diffuse Bestrahlungsstärke                                                              |
| <b>K<sub>θ</sub>(θ)</b>                      | $[-]$                               | Einfallwinkelkorrekturfaktor der hemisphärischen Bestrahlungsstärke                     |
| <b>K<sub>ob</sub>(θ)</b>                     | $[-]$                               | Einfallwinkelkorrekturfaktor der direkten Bestrahlungsstärke                            |
| <b>K<sub>od</sub></b>                        | $[-]$                               | Einfallwinkelkorrekturfaktor der diffusen Bestrahlungsstärke                            |
| <b>(kA)<sub>WT</sub></b>                     | $[\text{W}/\text{K}]$               | Wärmeübertragungsvermögen des Solarwärmeübertragers                                     |
| <b><math>\dot{q}</math></b>                  | $[\text{W}/\text{m}^2]$             | flächenbezogene Kollektorleistung                                                       |
| <b><math>\dot{V}</math></b>                  | $[\text{l}/\text{h}]$               | Volumenstrom                                                                            |
| <b>Δp</b>                                    | $[\text{mbar}]$                     | Druckverlust                                                                            |
| <b>η</b>                                     | $[-]$                               | Wirkungsgrad                                                                            |
| <b>η<sub>0</sub></b>                         | $[-]$                               | Konversionsfaktor der hemisphärischen Bestrahlungsstärke                                |
| <b>λ</b>                                     | $[\text{W}/(\text{mK})]$            | Wärmeleitfähigkeit                                                                      |
| <b>ϑ</b>                                     | $[^\circ\text{C}]$                  | Temperatur                                                                              |
| <b>ϑ<sub>a</sub></b>                         | $[^\circ\text{C}]$                  | Umgebungstemperatur                                                                     |
| <b>ϑ<sub>e</sub></b>                         | $[^\circ\text{C}]$                  | Kollektoraustrittstemperatur                                                            |
| <b>ϑ<sub>in</sub></b>                        | $[^\circ\text{C}]$                  | Kollektoreintrittstemperatur                                                            |
| <b>ϑ<sub>m</sub></b>                         | $[^\circ\text{C}]$                  | mittlere Fluidtemperatur                                                                |
| <b>θ</b>                                     | $[^\circ]$                          | Einfallswinkel der direkten Bestrahlungsstärke                                          |