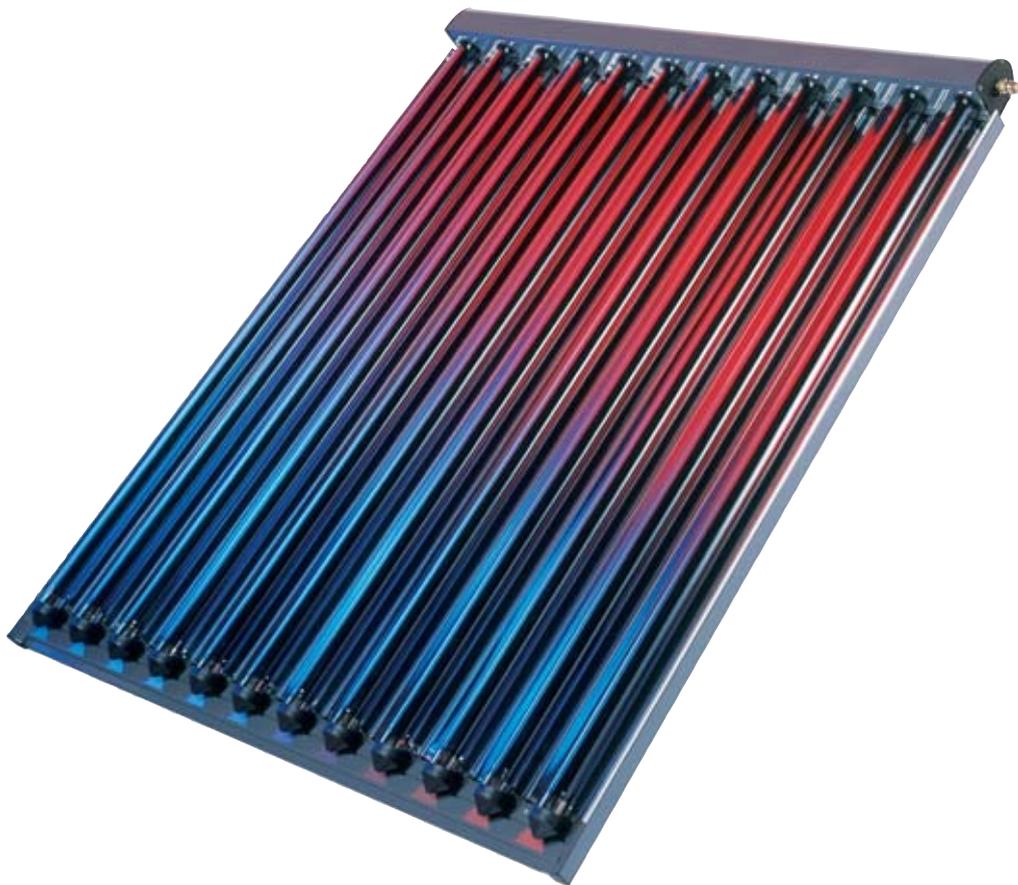




Die Kompetenzmarke für Energiesparsysteme

Planungsunterlage

Vakuum-Röhrenkollektor CRK-12



1. Allgemeine Informationen	3
2. Nutzen und Vorteile	4
3. Aufbau und Funktion der Kollektoren	5-7
4. Technische Daten	8
4.1 Technische Angaben für CRK-12.....	8
4.2 Druckverlust	8
5. Wärmeleistung	9
6. Auslegung der Kollektorfläche	10-11
7. Hinweise zur Solarregelung	12
8. Auslegung der Kollektor-Anschlussleitungen	12
9. Auslegung der Ausdehnungsgefäßgröße	13-14
10. Anschlussmöglichkeiten	15-16
11. Anlagenbeispiel	17
11.1 Anlagenbeispiel einer solaren Warmwasserbereitung	17
11.2 Anlagenbeispiel einer solaren Warmwasserbereitung mit Heizungsunterstützung.....	17
12. Montagehinweise	18-24
12.1 Platzbedarf bei Schrägdächern.....	18
12.2 Anlagenbeispiel einer solaren Warmwasserbereitung mit Heizungsunterstützung	19
12.3 Gewicht und Platzierung der Betonplatten bei Flachdächern.....	20
12.4 Platzbedarf bei Fassadenmontage senkrecht.....	21
12.5 Platzbedarf bei Fassadenmontage mit Winkelrahmen 45° oder 60°	22
12.6 Spezifikationen	23
12.7 Solare Dachheizzentrale	24
13. Ertragsnachweis	25-26
14. Zertifikat Solar Keymark	27

Technische Änderungen vorbehalten!

Durch ständige Weiterentwicklung können Abbildungen, Montageschritte und technische Daten abweichen.

Herstelleranschrift:

Wolf GmbH · Postfach 1380 · 84048 Mainburg · Tel. 08751/74-0 · Fax 08751/741600 · Internet: www.wolf-heiztechnik.de

Urheberrecht: Alle in dieser technischen Unterlage festgelegten Informationen sowie die von uns zur Verfügung gestellten Zeichnungen und technischen Beschreibungen bleiben unser Eigentum und dürfen ohne unsere vorherige schriftliche Erlaubnis nicht vervielfältigt werden.

- Kollektoren möglichst nach Süden ausrichten.
- Der Sammler ist prinzipiell immer oben zu montieren.
- Eine Mindestneigung bei Aufdach- und Flachdachmontage von 15° aus Selbstreinigungsgründen ist sinnvoll.
- Die weiße Abdeckfolie auf den Vakuum-Röhren erst nach der Inbetriebnahme der Solaranlage entfernen.
- Im Solarkreis nur mit hartgelöteten Verbindungen oder Klemmringverschraubungen arbeiten.
- Rohrleitungen entsprechend der EnEV wärmedämmen. Auf Temperaturbeständigkeit (150°C) und UV-Beständigkeit (im Freien verlegte Leitungen) achten.
- Solaranlage nur mit Wärmeträgermedium „Tyfocor-LS“ befüllen.
- Die Vakuum-Kollektoren sind hagelfest nach DIN EN 12975-2. Dennoch empfehlen wir Schäden die bei Unwetter und Hagel entstehen in die Gebäudeversicherung mit einzubeziehen. Unsere Materialgewährleistung erstreckt sich nicht auf derartige Schäden.
- Die einschlägigen Sicherheitsbestimmungen der DIN, DIN EN, DVGW, TRF und VDE sind einzuhalten.
- Sonnenkollektoren bedürfen einer Anzeige oder Erlaubnis nach den jeweils gültigen landesrechtlichen Vorschriften.
- Montage, Wartung und Reparaturen müssen von autorisierten Fachkräften durchgeführt werden.
- Das Rohrleitungssystem des Solarkreises ist im unteren Teil des Gebäudes elektrisch leitend nach VDE zu verbinden. Der Anschluss der Solaranlage an eine vorhandene oder neu zu erstellende Blitzschutzanlage oder Potenzialausgleichs, darf nur von autorisierten Fachkräften ausgeführt werden.

Normen, Vorschriften und EG-Richtlinien

Vorschrift	Bezeichnung
Montage auf Dächern	
DIN 18338	VOB ¹⁾ : Dachdeckungs- und Dachdichtungsarbeiten
DIN 18339	VOB ¹⁾ : Klempnerarbeiten
DIN 18451	VOB ¹⁾ : Gerüstarbeiten
DIN 1055, Teil 4 und 5	Lastannahmen für Bauten; Windlasten und Schneelasten
Anschluss von thermischen Solaranlagen	
DIN EN 12975-1	Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile - Kollektoren - Teil 1: Allgemeine Anforderungen
DIN EN 12976-1	Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile - Vorgefertigte Anlagen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen; Deutsche Fassung
DIN V ENV 12977-1	Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile - Kundenspezifisch gefertigte Anlagen Teil 1: Allgemeine Anforderungen; Deutsche Fassung
DIN 4757-2	Sonnenheizungsanlagen mit organischen Wärmeträgern; Anforderungen an die sicherheitstechnische Ausführung
Installation und Ausrüstung von Wassererwärmern	
DIN 1988	Technische Regeln für Trinkwasserinstallationen (TRWI)
DIN 4753-11	Wassererwärmer und Wassererwärmungsanlagen für Trink- und Betriebswasser Anforderungen, Kennzeichnung, Ausrüstung und Prüfung
DIN 18380	VOB ¹⁾ : Heizanlagen und zentrale Wassererwärmungsanlagen
DIN 18381	VOB ¹⁾ : Gas-, Wasser- und Abwasser-Installationsarbeiten innerhalb von Gebäuden
DIN 18421	VOB ¹⁾ : Dämmarbeiten an technischen Anlagen
AVB ²⁾	Wasser
DVGW W 551	Trinkwassererwärmungs- und Leitungsanlagen; Technische Maßnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums
Elektrischer Anschluss	
DIN VDE 0100	Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V
DIN VDE 0185	Blitzschutzanlage
VDE 0190	Hauptpotentialausgleich von elektrischen Anlagen
DIN VDE 0855	Antennenanlagen – ist sinngemäß anzuwenden
DIN 18382	VOB ¹⁾ : Elektrische Kabel- und Leistungsanlagen in Gebäuden

Wichtige Vorschriften für die Installation von Sonnenkollektoranlagen

¹⁾ VOB Verdingungsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen

²⁾ Ausschreibungsvorlagen für Bauleistungen im Hochbau unter besonderer Berücksichtigung des Wohnungsbaus

Intelligente Konstruktion und Montage:

- Geeignet für Schräg- und Flachdachmontage sowie zur freistehenden Montage und Montage an Fassaden.
- Zur Erwärmung von Trinkwasser und Heizungswasser für teilsolares Heizen und Schwimmbadwasser, sowie zur solaren Kühlung.
- Bis zu 15 m² Aperturfläche in Serie verschaltbar.
- Herausragendes Design.
- Kurze Montagezeiten durch komplett vorgefertigte Kollektoreinheiten und einfache flexible Aufdach- und Flachdachmontagesets.
- Einfache Verbindungstechnik zur Erweiterung mehrerer Kollektoren nebeneinander durch vormontierte Verschraubungen. Keine weitere Verrohrung und umfangreiche Wärmedämmung erforderlich.
- Solarvor- und Rücklauf können wahlweise links oder rechts am Kollektor erfolgen.
- Wechseln der Röhren ohne Kollektorkreisentleerung möglich - „trockene Anbindung“.
- Einfacher Anschluss der hydraulischen Anbindeleitungen durch Klemmring-Verschraubungstechnik.

Betriebssicherheit:

- Hohe Betriebssicherheit und lange Nutzungsdauer durch Einsatz hochwertiger, korrosionsfester Materialien wie dickwandiges Borosilikat-Glas, Kupfer und korrosionsbeschichtetes Aluminium.
- Dauerhafte Vakuumdichtheit der Röhren, da reiner Glasverbund, kein Glas-Metallübergang. Reine Glas-Glas Verbindung, Prinzip Thermoskanne.
- Hohe Betriebssicherheit durch „trockene Anbindung“ der Vakuum-Röhre an den Solarkreis.

Recycling:

Voll recycelbar durch demontagegerechte Konstruktion und wiederverwertbare Materialien.

Energieertrag und Leistung:

- Extrem hoher Energieertrag bei kleiner Kollektorbruttofläche.
- Durch kreisrunde Absorberfläche hat jede einzelne Röhre immer die optimale Ausrichtung zur Sonne.
- Außergewöhnlich hohe solare Deckungsraten möglich.
- Hoher Wirkungsgrad durch hochselektiv beschichteten Absorber.
- Die Vakuum-Röhren reduzieren hochwirksam die thermischen Verluste eines Sonnenkollektors, da sich im Vakuum keine Luft befindet, die die Wärme von der Absorberoberfläche zur äußeren, von der Witterung beeinflussten Glasröhre transportieren kann.
- Das Wärmeträgermedium wird direkt durch die Röhre geleitet ohne einen im Kollektor zwischengeschalteten Wärmetauscher.
- Es wird sowohl die direkte als auch die diffuse Sonnenstrahlung bei unterschiedlichsten Einstrahlwinkeln durch den kreisrunden Absorber immer optimal gesammelt.
- Der CPC-Spiegel und die direkte Durchströmung durch die Vakuum-Röhre tragen erheblich zum extrem hohen Energieertrag bei.
- Bestmögliche Wärmedämmung durch Vakuum, dadurch gerade auch im Winter und bei geringen Einstrahlungen hohe Wirkungsgrade.
- Nicht nutzbare Überschüsse im Sommer sind geringer als beim Flachkollektor. Dafür sind die Gewinne im Winter wesentlich höher.
- Ideal auch für Low-flow Systeme mit Schichtenladung und Heizungsunterstützung.

Historische Wurzeln – die Erfindung der Thermoskanne

Der schottische Physiker James Dewar erfand 1893 ein doppelwandiges Gefäß mit einem vakuumisolierten Zwischenraum – die Thermoskanne.

Basierend auf dem Prinzip der Thermoskanne entwickelte bereits im Jahre 1909 Emmet Vakuum-Röhren um Sonnenenergie nutzbar zu machen. Seine Patente aus dieser Zeit bilden auch heutzutage noch die Grundlage für modernste Vakuum-Röhrentechnik.

Die Effizienz dieser alten bekannten Technik der Thermoskanne konnte jedoch erst mit Hilfe moderner Beschichtungstechnologien und hochselektiver Schichten auf höchstes Niveau gebracht werden.

Die Technik – heute

Der Wolf Vakuum-Röhrenkollektor besteht aus 3 Hauptkomponenten, die komplett vormontiert sind:

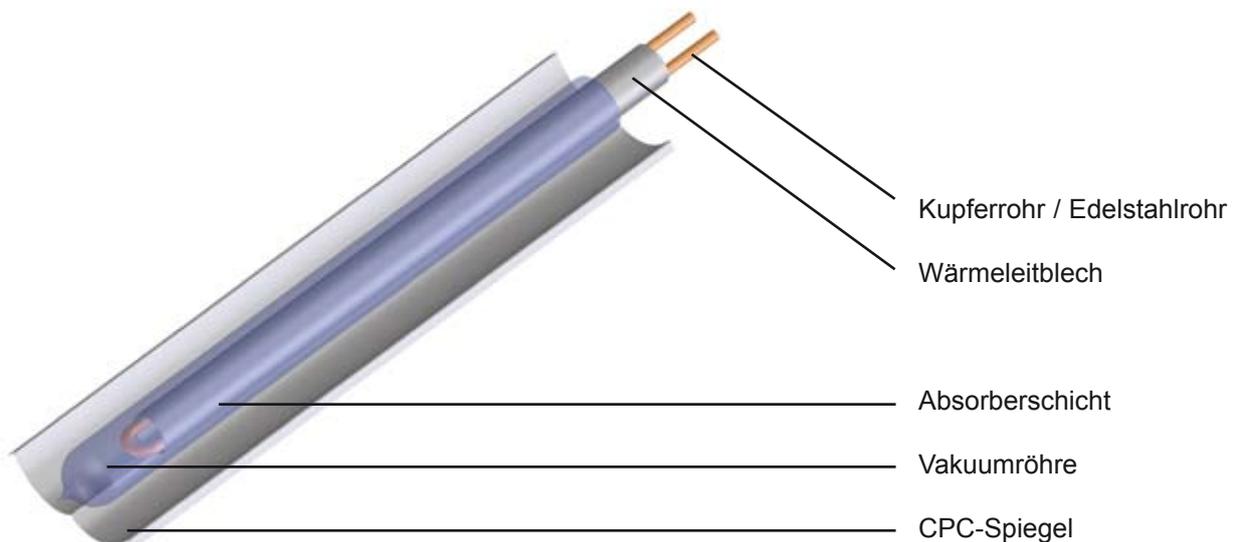
- **Vakuum-Röhren,**
- **CPC-Spiegel**
- **und Sammelkasten mit Wärmeübertragungseinheit**

Die Vakuum-Röhre

Die Vakuum-Röhre ist ein in Geometrie und Leistung optimiertes Produkt.

Die Röhren sind aus zwei konzentrischen Glasrohren aufgebaut, die auf einer Seite jeweils halbkugelförmig geschlossen und auf der anderen Seite miteinander verschmolzen sind. Der Zwischenraum zwischen den Röhren wird evakuiert und anschließend hermetisch verschlossen (Vakuumisolierung).

Um Sonnenenergie nutzbar zu machen wird die innere Glasröhre auf ihrer Außenfläche mit einer umweltfreundlichen, hochselektiven Schicht versehen und damit als Absorber ausgebildet. Diese Beschichtung befindet sich somit geschützt im Vakuumzwischenraum. Es handelt sich um eine Aluminium-Nitrit-Sputter-Schicht, die sich durch eine sehr niedrige Emission und eine sehr gute Absorption auszeichnet.

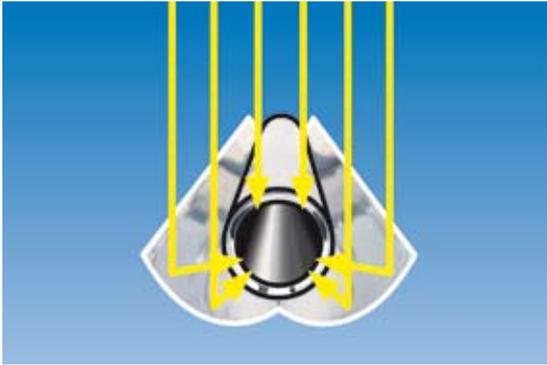


Der CPC-Spiegel

Um die Effizienz der Vakuum-Röhren zu erhöhen, befindet sich hinter den Vakuum-Röhren ein hochreflektierender, witterungsbeständiger CPC-Spiegel (Compound Parabolic Concentrator). Die besondere Spiegelgeometrie gewährleistet, dass direktes und diffuses Sonnenlicht gerade auch bei ungünstigen Einstrahlungswinkeln auf den Absorber fällt. Dies verbessert den Energieertrag eines Sonnenkollektors erheblich.

Ungünstige Einstrahlungswinkel sind durch schräg einfallendes Licht (Azimutwinkel) gegeben (keine Südausrichtung der Aufstellfläche, Sonnenverlauf von Ost nach West, diffuse Einstrahlung).

z.B. direkte Sonneneinstrahlung



z.B. schräge, direkte Sonneneinstrahlung



z.B. diffuse Sonneneinstrahlung

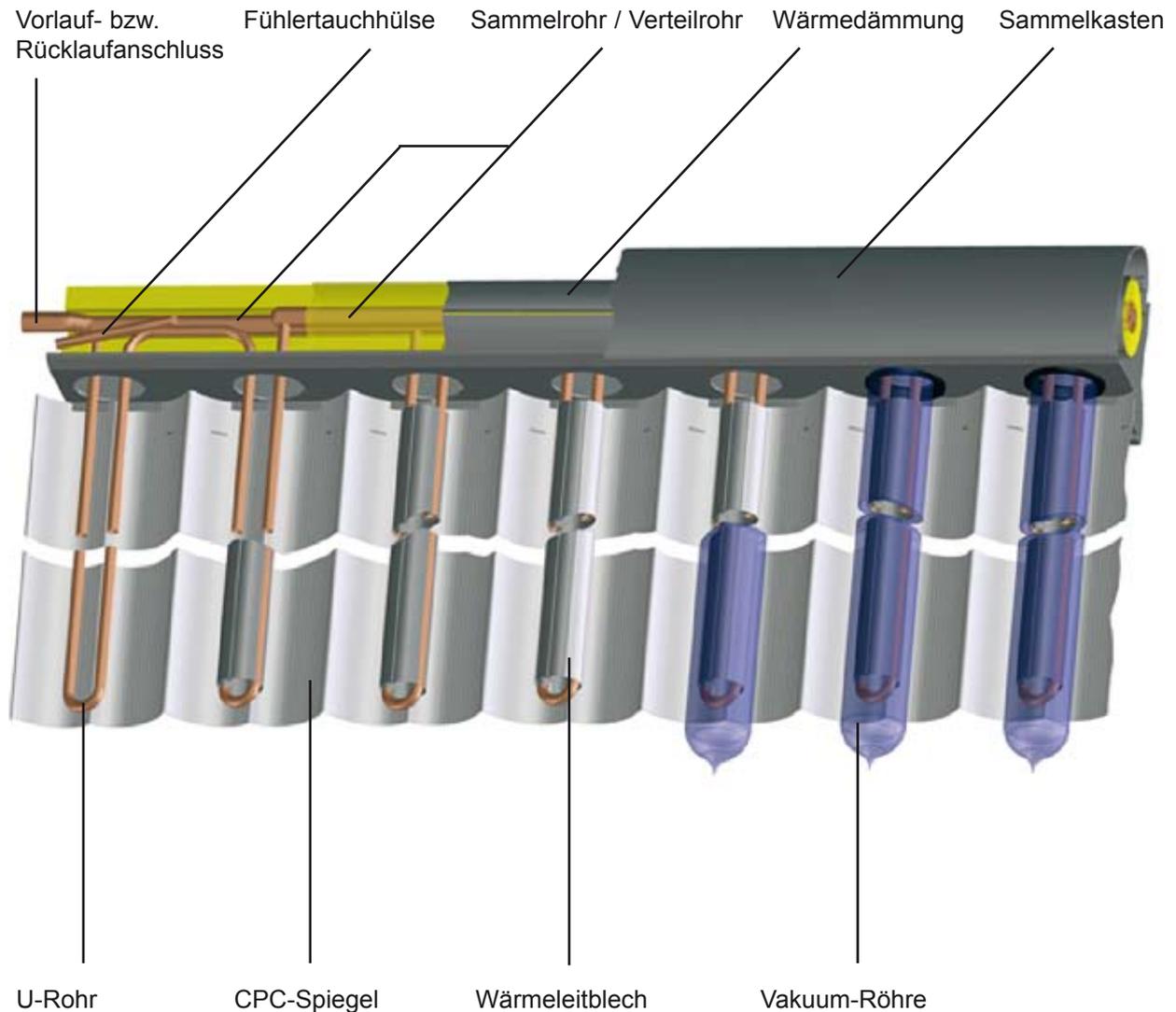


Sammelkasten und Wärmeübertragungseinheit

Im Sammelkasten befinden sich die isolierten Sammel- und Verteilrohre.

Der Vorlauf- bzw. Rücklaufanschluss kann wahlweise links oder rechts erfolgen.

In jeder Vakuum-Röhre befindet sich ein direkt durchströmtes U-Rohr, das so an das Sammel- bzw. Verteilrohr angebunden wird, dass jede einzelne Vakuum-Röhre den gleichen hydraulischen Widerstand aufweist. Dieses U-Rohr wird mit dem Wärmeleitblech an die Innenseite der Vakuum-Röhre gepresst.

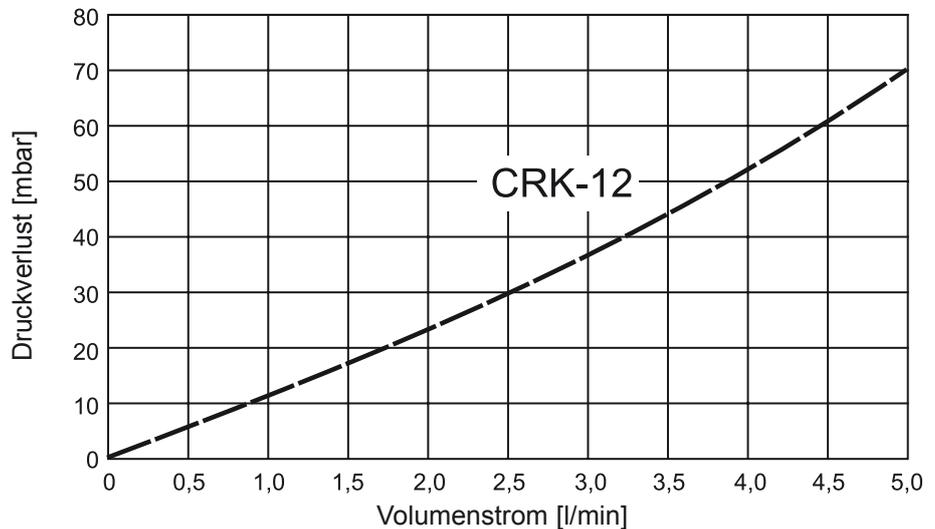


4.1 Technische Angaben für CRK-12

Baureihe		CRK-12
Anzahl der Vakuumröhren		12
η_0 (Apertur), EN 12975	%	64,2
a_1 mit Wind, bez. auf Apertur	W/(m ² k)	0,885
a_2 mit Wind, bez. auf Apertur	W/(m ² k ²)	0,001
$K_{\theta,trans}$ (50°), bez. auf Apertur		0,99
$K_{\theta,long}$ (50°), bez. auf Apertur		0,89
Ertragsvorhersage		589
Rastermaße (Länge x Höhe x Tiefe)	m	1,39 x 1,64 x 0,1
Bruttofläche	m ²	2,28
Aperturfläche	m ²	2,0
Kollektordinhalt	l	1,6
Gewicht	kg	37,6
Betriebsüberdruck, max. zulässig	bar	10
Stillstandstemperatur, max.	°C	272
Druckverlust bei 0,25l/(m ² min), Lf bei 40°C, ca.	mbar	5
Druckverlust bei 0,66l/(m ² min), Hf bei 40°C, ca.	mbar	13
Anschluss-Weite, Vorlauf/Rücklauf	mm	15
Material Kollektor		Al / Cu / Glas / Silicon / PBT / EPDM / TE
Material Glasröhre		Borosilicat 3.3
Material selektive Absorberschicht		Aluminium-Nitrit
Glasröhre, (Außend./Innend./Wandst./Röhrenl.)	mm	47/37/1,6/1500
Farbe, (Alu-Rahmenprofile, Eloxal)		aluminiumgrau
Farbe (Kunststoffteile)		schwarz
Wärmeträgermedium		Tyfocor LS
Solar-Keymark		011-7S321R

4.2 Druckverlust

Druckverlust der Röhrenkollektoren CRK-12
Wärmeträger: Tyfocor LS,
Mediumtemperatur 40° C



Die Kollektorleistung \dot{Q} setzt sich zusammen aus Kollektorwirkungsgrad (η) in Abhängigkeit von Bestrahlungsstärke (G^*) und Aperturfläche pro Kollektormodul (A). Sie gibt Aufschluss über die thermische Leistung, die der Kollektor bei einer bestimmten Einstrahlungsstärke abgibt. Mit Hilfe der folgenden Gleichung lässt sich die Kollektorleistung berechnen:

$$\dot{Q} = A \cdot G^* \cdot \eta \quad \text{mit:} \quad \eta = \eta_0 - a_1 \frac{(\vartheta_m - \vartheta_a)}{G^*} - a_2 \frac{(\vartheta_m - \vartheta_a)^2}{G^*}$$

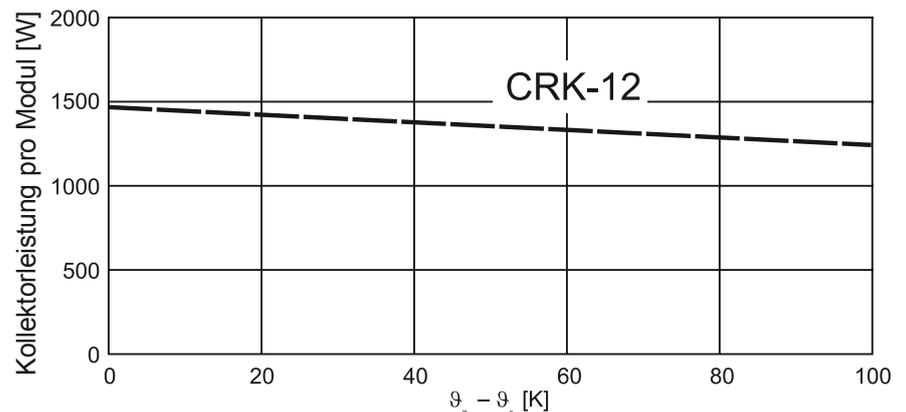
Ist die Differenz zwischen Kollektor- und Umgebungstemperatur ($\vartheta_m - \vartheta_a$) gleich Null, hat der Kollektor keine Wärmeverluste an die Umgebung und der Wirkungsgrad η erreicht sein Maximum; man spricht vom optischen Wirkungsgrad η_0 .

Ein Teil der auf die Kollektoren auftreffenden Sonneneinstrahlung (G^*) geht durch Reflexion und Absorption „verloren“. Der optische Wirkungsgrad η_0 berücksichtigt diese Verluste.

Bei Erwärmung der Kollektoren geben diese durch Wärmeleitung, Wärmestrahlung und Konvektion Wärme an die Umgebung ab. Die Wärmedurchgangskoeffizient a_1 und a_2 beziehen diese Verluste mit ein.

Durch die annähernd horizontal verlaufenden Leistungskurven, erwirtschaften die CPC Kollektoren, im Gegensatz zu Flachkollektoren, selbst bei hohen Temperaturdifferenzen zwischen Kollektor- und Umgebungstemperatur noch hohe Leistungen.

Leistungskurve bei einer Einstrahlung G^* von 1000 W/m^2



Für die Nutzung der Sonnenenergie im Winterhalbjahr wie auch in der Übergangszeit (Warmwasserbereitung wie auch Heizungsunterstützung) stehen meist nur geringere Sonneneinstrahlungen zur Verfügung (z.B. 400 W/m^2). Auch sind die Temperaturdifferenzen zwischen Kollektor- und Umgebungstemperatur aufgrund der geringen Außentemperaturen sehr hoch.

Nachfolgende Tabellen (Quelle: ITW Prüfbericht Nummer 06COL513) geben einen genauen Überblick darüber, wie sich die Kollektorleistung in Abhängigkeit von Bestrahlungsstärke und Temperaturdifferenz verändert. Die angegebenen Werte beziehen sich auf senkrechte Einstrahlung.

Kollektorleistung pro Modul [W] für CRK-12

$(\vartheta_m - \vartheta_a)$ [K]	Bestrahlungsstärke		
	400 W/m^2	700 W/m^2	1000 W/m^2
0	586	1025	1464
10	565	1004	1443
30	523	962	1401
50	479	918	1357

6. Auslegung der Kollektorfläche

Für die exakte Auslegung einer Solaranlage müssen zwingend folgende Parameter bekannt sein:

- bei Solaranlagen zur Warmwasserbereitung: Warmwasserbedarf, Nutzerverhalten Verbrauchsprofil, usw.
- bei heizungsunterstützten Solaranlagen, zusätzlich: Wärmebedarf, Heizflächenauslegungstemperaturen, usw.

Dies ist in der Mehrzahl aller Fälle nicht gegeben.

Die Angaben in den folgenden 2 Tabellen sind daher als empfohlene Richtwerte zu betrachten, die im Einzelfall, je nach Kundenwunsch (Komfort, Preis), um bis zu 25 % über- oder unterschritten werden dürfen.

Weiterhin wurden die Angaben unter der Annahme einer ungefähren Ausrichtung des Kollektorfeldes nach Süden und einer Dachneigung zwischen 25° und 50° am Standort Würzburg, Deutschland, gemacht. Bei abweichenden Randbedingungen empfiehlt sich die detaillierte Auslegung mit Simulationsprogrammen.

Richtwerte für die Auslegung von Kollektorfläche (Apertur) und Speichergröße im Wohnungsbau, bzw. zur Auslegung von Kollektorflächen für Schwimmbäder (Bezug: Würzburg, Deutschland)

Personen	Reine Warmwasserbereitung		Warmwasserbereitung und teilsolares Heizen	
	Empfohlene Aperturfläche [m ²]	Empfohlene Speichergröße [l]	Empfohlene Aperturfläche [m ²]	Empfohlene Speichergröße [l]
1	2,0	160	3,0	240
2	3,0	240	5,0	400
3	4,0	320	7,0	560
4	5,0	400	9,0	720
5	6,0	480	11,0	880
6	7,0	560	13,0	1040
7	8,0	640	15,0	1200
8	9,0	720	17,0	1360
9	10,0	800	19,0	1520
10	11,0	880	21,0	1680
11	12,0	960	23,0	1840
12	13,0	1040	25,0	2000
13	14,0	1120	27,0	2160

Schwimmbaderwärmung Hallenschwimmbecken, 24° C		Schwimmbecken im Freien, 24° C	
mit Abdeckung	ohne Abdeckung	mit Abdeckung	ohne Abdeckung
(m ² Aperturfläche/ m ² Beckenoberfläche)			
0,2	0,3	0,4	0,5

Bei geringem Warmwasserbedarf dürfen die Richtwerte um bis zu 25 % unterschritten, bei hohem Warmwasserbedarf um bis zu 25 % überschritten werden.

Korrekturfaktoren

Für Korrekturen der Kollektorfläche in Abhängigkeit der Hauptnutzungszeit, der Kollektorneigung und der Winkelabweichung von Süden, stehen die beiden folgenden Tabellen zur Verfügung.

Hauptnutzungszeit April-September, nur Brauchwasserbereitung.

		Dachneigung (Kollektorneigung)									
Winkelabweichung von Süden		0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
Süd	0°	1,2	1,1	1,0	1,0	1,0	1,1	1,2	1,3	1,6	2,0
	15°	1,2	1,1	1,0	1,0	1,0	1,1	1,2	1,3	1,5	1,9
	30°	1,2	1,1	1,0	1,0	1,0	1,1	1,2	1,3	1,5	1,8
Südost / Südwest	45°	1,2	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2	1,3	1,5	1,8
	60°	1,2	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6	1,9
	75°	1,2	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5	1,7	2,0
Ost / West	90°	1,2	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,6	1,7	2,0	2,4

Hauptnutzungszeit ganzjährig, Brauchwasserbereitung und teilsolares Heizen.

		Dachneigung (Kollektorneigung)									
Winkelabweichung von Süden		0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
Süd	0°	2,0	1,5	1,2	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1	1,2
	15°	2,0	1,5	1,2	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1	1,3
	30°	2,0	1,5	1,3	1,2	1,1	1,0	1,0	1,0	1,2	1,4
Südost / Südwest	45°	2,0	1,6	1,4	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2	1,3	1,5
	60°	2,0	1,7	1,5	1,4	1,3	1,3	1,4	1,4	1,6	1,8
	75°	2,0	1,8	1,7	1,6	1,6	1,6	1,6	1,7	2,0	2,3
Ost / West	90°	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,1	2,1	2,2	2,7	3,2

- Unbedingt empfehlenswert
- empfehlenswert
- eingeschränkt empfehlenswert
- nicht empfehlenswert

Für die Auslegung von Sportstätten, Hotels, Mehrfamilienhäuser, sowie zur genauen Bestimmung der Kollektorflächen, empfehlen wir auf Simulationsprogramme zurückzugreifen.

7. Hinweise zur Solarregelung

Die Solarregelung für Röhrenkollektorsysteme soll eine „Anschiefbefunktion“ besitzen. Diese „Anschiefbefunktion“ verhindert einen zu großen Temperaturunterschied zwischen der gemessenen Temperatur am Kollektorfühler und der Temperatur im unteren/mittleren Teil der Röhre. Das „Anschiefen“ (Einschalten) der Pumpe sollte bei Erkennung eines Temperaturanstiegs am Kollektorfühler ca. zwei- bis dreimal pro Minute für ca. 3-5 Sekunden erfolgen, um das heißere Solarfluid an den Messpunkt zu führen.

Wolf Solarmodul SM2, Artikel-Nr. 27 44 296

8. Auslegung der Kollektor-Anschlussleitungen

Für die Dimensionierung der Rohre kann mit einem mittleren Durchsatz von ca. 30 - 40 l/h m² Aperturfläche (ca. 0,5 - 0,7 l/min m²) gerechnet werden. Insbesondere bei großen Solaranlagen empfehlen wir den „low-flow“-Betrieb, bei dem der spezifische Volumenstrom auf ca. 12 - 18 l/h m² (ca. 0,2 - 0,3 l/min m²) reduziert werden kann. Für die Reduzierung des Verrohrungsaufwandes empfehlen wir eine Reihenschaltung von max. 9,0 m² (High-flow) und 15 m² (Low-flow) Kollektor-Aperturfläche.

Um durch die Verrohrung der Solaranlagen den Druckverlust möglichst gering zu halten, sollte die Strömungsgeschwindigkeit im Kupferrohr 1 m/s nicht überschreiten. Wir empfehlen Strömungsgeschwindigkeiten zwischen 0,3 und 0,5 m/s. Die Querschnitte sind wie bei einer üblichen Heizungsanlage nach Durchsatz und Geschwindigkeit zu dimensionieren.

Für die Installation der Kollektoren empfehlen wir handelsübliches Kupferrohr und Rotgussfittings.

Die Verbindungsstellen der Rohrleitungen sollten aufgrund der hohen Stillstandstemperaturen hartgelötet oder mit Klemmringverbindungen verbunden werden.

Es dürfen keine verzinkten Rohre, keine verzinkten Fittings und keine graphitierten Dichtungen verwendet werden. Hanf ist nur in Verbindung mit druck- und temperaturbeständigem Dichtmittel einzusetzen (z.B. Fermit). Eingesetzte Bauteile und Dichtungen müssen gegen das Wärmeträgermedium beständig sein.

Die Wärmedämmung von Rohrleitungen im Außenbereich muss temperatur- und UV-strahlungsbeständig sowie widerstandsfähig gegen Vogelfraß sein.

Richtwerte zur Dimensionierung des Rohrdurchmessers

(bei Reihenschaltung der Kollektoren)

High-flow									
Aperturfläche	m ²	2	3	4	5	6	7	8	9
Volumenstrom	Liter/min	1,5	2,5	3	3,5	3,5	4	4	4,5
Kupferrohr	Abmessung	12 x 1	12 x 1	15 x 1	15 x 1	18 x 1	18 x 1	18 x 1	18 x 1

Low-flow									
Aperturfläche	m ²	2	3	4	5	6	7	8	9
Volumenstrom	Liter/min	0,5	1	1	1,5	1,5	1,5	2	2
Kupferrohr	Abmessung	12 x 1	12 x 1	12 x 1	12 x 1	18 x 1	12 x 1	15 x 1	15 x 1
Aperturfläche	m ²	10	11	12	13	14	15		
Volumenstrom	Liter/min	2,35	2,5	2,5	3	3	3,5		
Kupferrohr	Abmessung	15 x 1	15 x 1	15 x 1	15 x 1	18 x 1	18 x 1		

Die Angaben der Rohrdurchmesser beziehen sich auf eine max. Gesamtröhrenleitungslänge von 2 x 20 m CU-Rohr und einen durchschnittlichen Druckverlust des Wärmetauschers im Speicher.

Die Angaben sind Anhaltswerte, die im Einzelfall exakt bestimmt werden sollten.

Hinweis: Bei Verwendung von Edelstahlwellrohren erhöht sich der Druckverlust um ca. 25% gegenüber Kupferrohren!

Berechnungsgrundlage zur Ermittlung der Ausdehnungsgefäßgröße

Den folgenden angegebenen Formeln liegt ein Sicherheitsventil von 6 bar zugrunde. Zur genauen Berechnung der Ausdehnungsgefäßgröße müssen zunächst die Volumeneinhalte der folgenden Anlagenteile ermittelt werden, um anschließend mit der untenstehenden Formel die Gefäßgröße berechnen zu können.

Formel: $V_{\text{nenn}} \geq (V_{\text{anlage}} \cdot 0,1 + V_{\text{dampf}} \cdot 1,25) \cdot 4,8$

V_{nenn} = Nenngroße des Ausdehnungsgefäßes

V_{anlage} = Inhalt des gesamten Solarkreises

V_{dampf} = Inhalt der Kollektoren und Rohrleitungen, die im Dampfbereich liegen

Beispiel zur Ermittlung der einzelnen Volumina:

Vorgabe: 2 Stck. Kollektoren CRK-12
 Rohrleitung: CU 15 mm, 2 x 15 m Länge
 Statische Höhe H: 9 m
 Inhalt des Speicherwärmetauschers und der Solarstation: z.B. 6,4 l
 Rohrleitungen im Dampfbereich: CU-Rohr 15 mm, 2 x 2 m

Die einzelnen Inhalte der Anlagenkomponenten können Sie aus den jeweiligen Datentabellen der Produktbeschreibung entnehmen. Auf der folgenden Seite sind die Inhalte der gängigen Größen von Cu-Rohrleitungen und die Inhalte der CRK-Röhrenkollektoren angegeben.

V_{anlage} = Inhalt von: Wärmetauscher des Speichers + Rohrleitungen + Kollektoren
 $= 6,4 \text{ l} + 30 \text{ m} \cdot 0,133 \text{ l/m} + 2 \cdot 1,6 \text{ l} = 13,59 \text{ l}$

Rohrleitungen oberhalb oder auf gleicher Höhe des Kollektorsammelkastens (bei mehreren Kollektoren übereinander gilt der unterste Kollektorsammelkasten) können bei Stillstand der Solaranlage mit Dampf gefüllt sein. So zählen zum Dampfvolument V_{dampf} die Inhalte der betroffenen Rohrleitungen und der Kollektoren.

V_{dampf} = $2 \cdot 1,6 \text{ l} + 4 \text{ m} \cdot 0,133 \text{ l/m} = 3,73 \text{ l}$
 (Inhalt von 2 x CRK-12 + 4 m Rohr CU 15 mm)

Berechnung der Ausdehnungsgefäßgröße:

$V_{\text{nenn}} \geq (V_{\text{anlage}} \cdot 0,1 + V_{\text{dampf}} \cdot 1,25) \cdot 4,8$
 $V_{\text{nenn}} \geq (13,59 \text{ l} \cdot 0,1 + 3,73 \text{ l} \cdot 1,25) \cdot 4,8 = 28,90 \text{ l}$

Ausgewähltes Ausdehnungsgefäß: 35 l

Ermittlung von Inhalt der Anlage, Vordruck und Betriebsdruck:

Für die Ermittlung der notwendigen Menge an Solarflüssigkeit muss zu dem Anlageninhalt noch die Vorlage des entsprechenden Ausdehnungsgefäßes hinzugefügt werden.

Die Vorlage im Ausdehnungsgefäß entsteht durch das Befüllen der Solaranlage vom Vordruck auf den Betriebsdruck (abhängig von der statischen Höhe „H“). Aus der nachfolgenden Tabelle sind der Prozentsatz der Vorlage, bezogen auf die gewählte Gefäßnenngroße, und die Druckvorgaben zu entnehmen. Bei einer statischen Höhe von 9 m gilt (siehe Tabelle auf folgender Seite):

$V_{\text{vorlage}} = V_{\text{nenn}} \cdot 12,5 \% = 35 \text{ l} \cdot 0,125 = 4,4 \text{ l}$

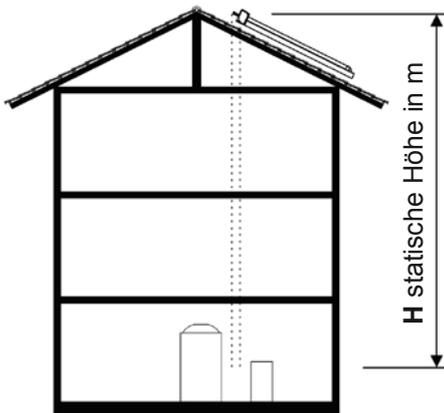
Notwendige Menge an Solarflüssigkeit V_{ges} :

$$V_{ges} = V_{anlage} + V_{vorlage} = 13,59 \text{ l} + 4,4 \text{ l} = 17,99 \text{ l}$$

Ergebnis:

Ausdehnungsgefäß mit 35 l ist ausreichend, Vordruck 2,5 bar, Betriebsdruck 3,0 bar, Inhalt Solarflüssigkeit 17,99 l.

Statische Höhe H zwischen höchstem Punkt der Anlage und Ausdehnungsgefäß	Vorlage im Ausdehnungsgefäß in % der GG Gefäß-Nenngröße	Vordruck	Betriebsdruck
0...5 m	14,0 %	2,0 bar	2,5 bar
5...10 m	12,5 %	2,5 bar	3,0 bar
10...15 m	11,0 %	3,0 bar	3,5 bar
15...20 m	10,0 %	3,5 bar	4,0 bar



Kupferrohr

Typ	Cu12	Cu15	Cu18	Cu22	Cu28
Inhalt in l/m	0,079	0,133	0,201	0,314	0,491

Kollektor

Typ	CRK-12
Inhalt in l	1,6

10. Anschlussmöglichkeiten

Anschlussmöglichkeiten für 1 Kollektor

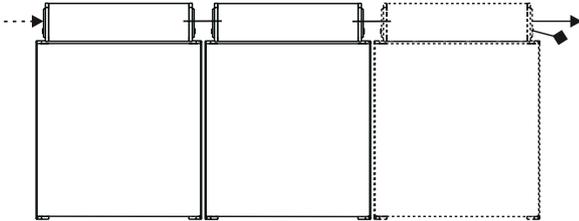
Achtung: Fühlerposition auf der Seite des Vorlaufes (heiß).



Hinweis: Die Anzahl der in Reihe zu verschaltenden Kollektoren ist abhängig von der Betriebsweise „High-flow“ oder Low-flow“.

Anschlussmöglichkeiten für 2 oder mehrere Kollektoren nebeneinander

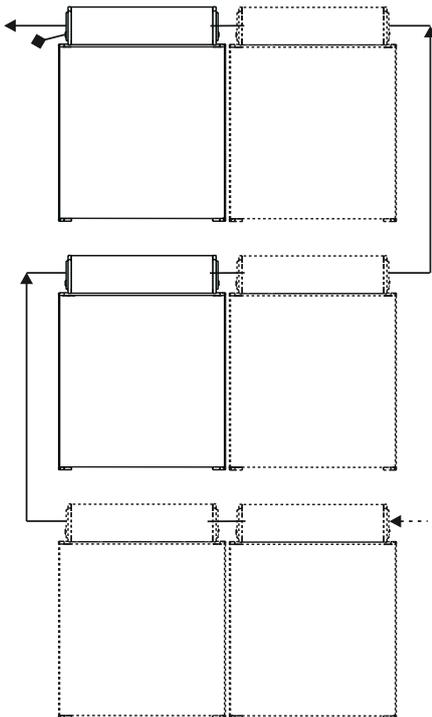
Achtung: Fühlerposition auf der Seite des Vorlaufes (heiß).



Umgekehrter Anschluss der Fließrichtung möglich.

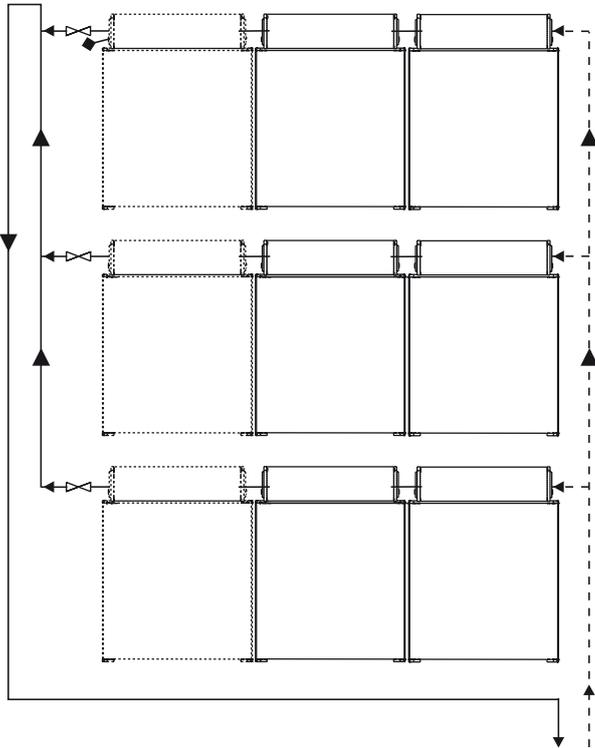
Anschlussmöglichkeiten für 2 oder mehrere Kollektoren übereinander

Achtung: Fühlerposition auf der Seite des Vorlaufes (heiß).



Anschlussmöglichkeiten für 1 oder 2 Kollektoren nebeneinander und 2 oder 3 Kollektoren übereinander

Achtung: Fühlerposition auf der Seite des Vorlaufes (heiß).



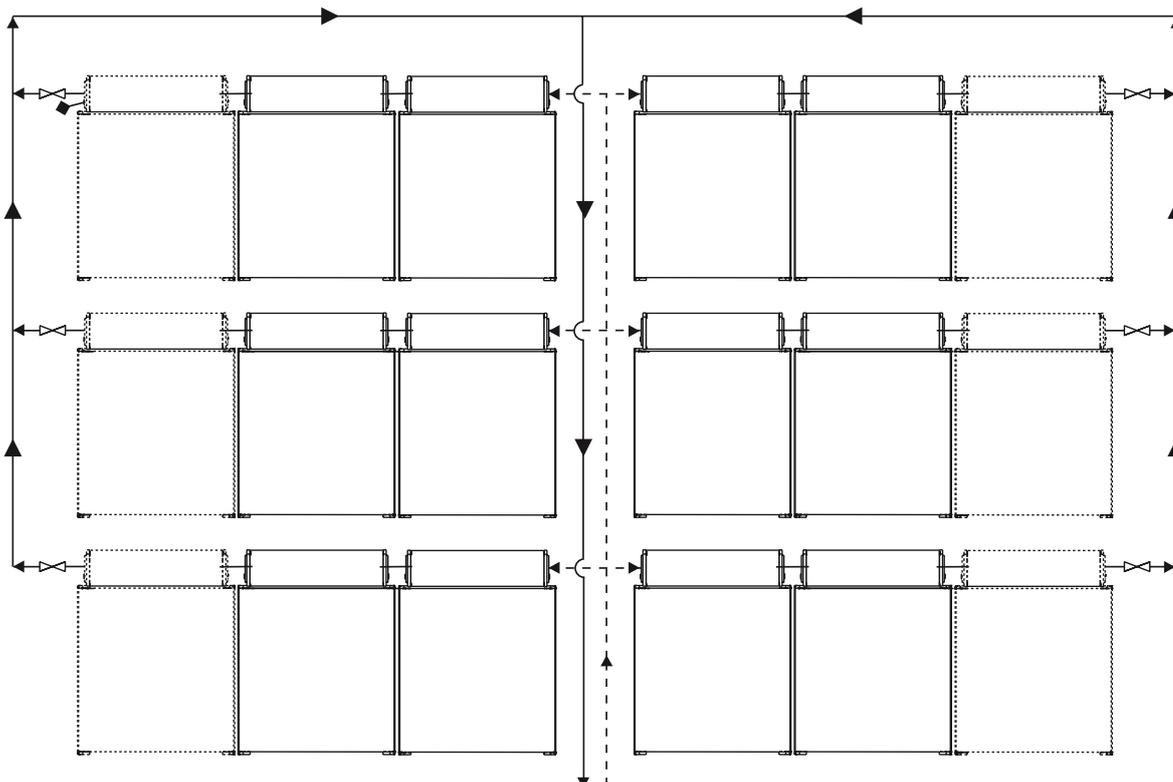
Hinweis:

Zur besseren Entlüftung und zum Abgleich der Kollektorfelder, ist in die Abgänge je ein Absperrkugelhahn einzubauen.

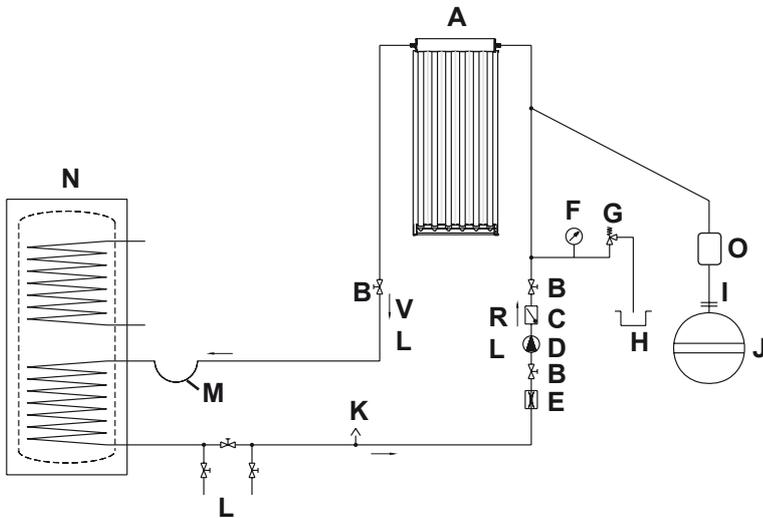
Art.-Nr. 24 83 584

Anschlussmöglichkeiten für 1 oder 2 Reihenschaltungen nebeneinander und mehrere Reihenschaltungen übereinander

Achtung: Fühlerposition auf der Seite des Vorlaufes (heiß).

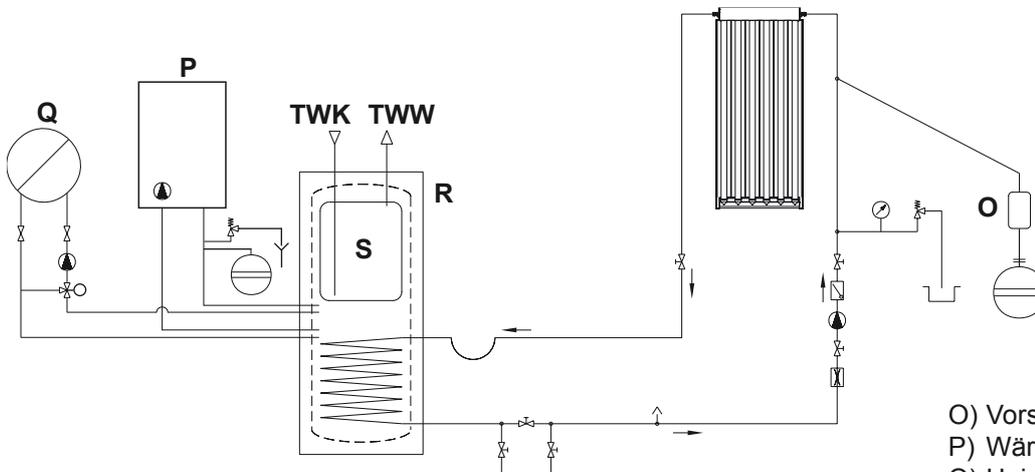


11.1 Anlagenbeispiel einer solaren Warmwasserbereitung



- A) Kollektor
- B) Absperrschieber
- C) Rückschlagventil
- D) Solarpumpe
- E) Durchflussregulierventil
- F) Manometer
- G) Sicherheitsventil
- H) Auffangbehälter
- I) Vorabspernung ADG
- J) Ausdehnungsgefäß
- K) Luftabscheider
- L) Befüllarmatur
- M) Schwerkraftschleife um Mikrozirkulationen in der Rohrleitung zu vermeiden.
- N) Warmwasserspeicher

11.2 Anlagenbeispiel einer solaren Warmwasserbereitung mit Heizungsunterstützung

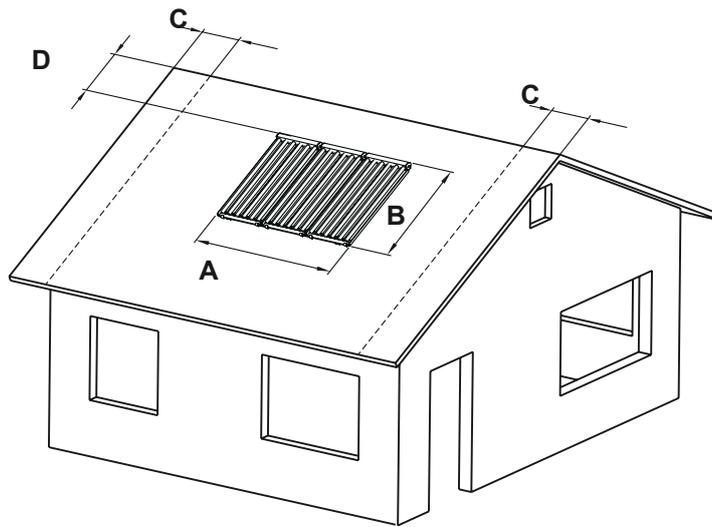


- O) Vorschaltgefäß (VSG)
- P) Wärmeerzeuger
- Q) Heizkreis
- R) Pufferspeicher mit integriertem Warmwasserspeicher S)

Bei heizungsunterstützten Solaranlagen wird der Einbau eines Vorschaltgefäßes empfohlen. Die für das Sommerhalbjahr überdimensionierten Solaranlagen gehen oft in Stillstand, d.h. die Membrane des Ausdehnungsgefäßes wird durch die „kalte Vorlage“ des Vorschaltgefäßes geschützt.

12. Montagehinweis

12.1 Platzbedarf bei Schrägdächern



Platzbedarf für ein einreihiges Kollektorfeld

Anzahl der Kollektoren	Maß A (m)	Maß B (m)
1	1,40	1,64
2	2,80	1,64
3	4,20	1,64
4	5,60	1,64
5	7,00	1,64
6	8,40	1,64

Platzbedarf für ein zweireihiges Kollektorfeld

Anzahl der Kollektoren	Maß A (m)	Maß B (m)
2	1,40	3,35
4	2,80	3,35
6	4,20	3,35
8	5,60	3,35
10	7,00	3,35
12	8,40	3,35

Maß C

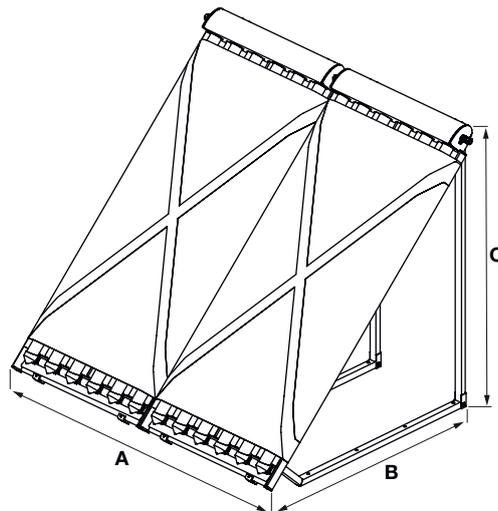
Entspricht dem Dachüberstand einschließlich der Giebelwandstärke. Die danebenliegenden 0,30 m Abstand zum Kollektor werden unter dem Dach für den hydraulischen Anschluss benötigt.

Maß D

Steht für mindestens 3 Pfannenreihen bis zum First. Besonders bei nass verlegten Pfannen besteht sonst das Risiko, die Dacheindeckung am First zu beschädigen.

12.2 Platzbedarf bei Flachdächern

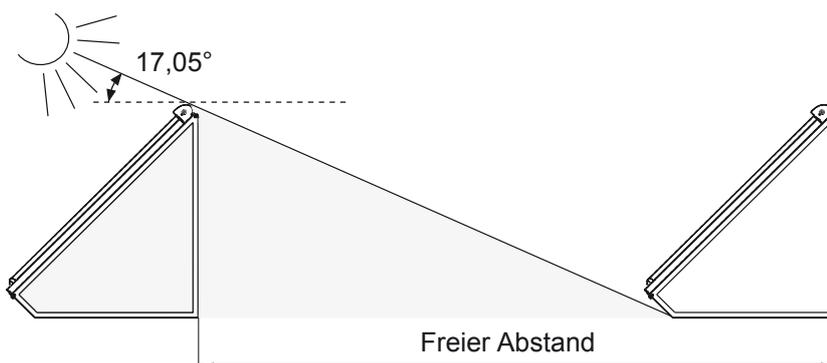
Platzbedarf für ein einreihiges Kollektorfeld:



Anzahl der Kollektoren	Maß A (m)	Maß B (m)		Maß C (m)	
		30°C	45°C	30°C	45°C
1	1,40	1,44	1,20	1,04	1,35
2	2,80	1,44	1,20	1,04	1,35
3	4,20	1,44	1,20	1,04	1,35
4	5,60	1,44	1,20	1,04	1,35
5	7,00	1,44	1,20	1,04	1,35
6	8,40	1,44	1,20	1,04	1,35

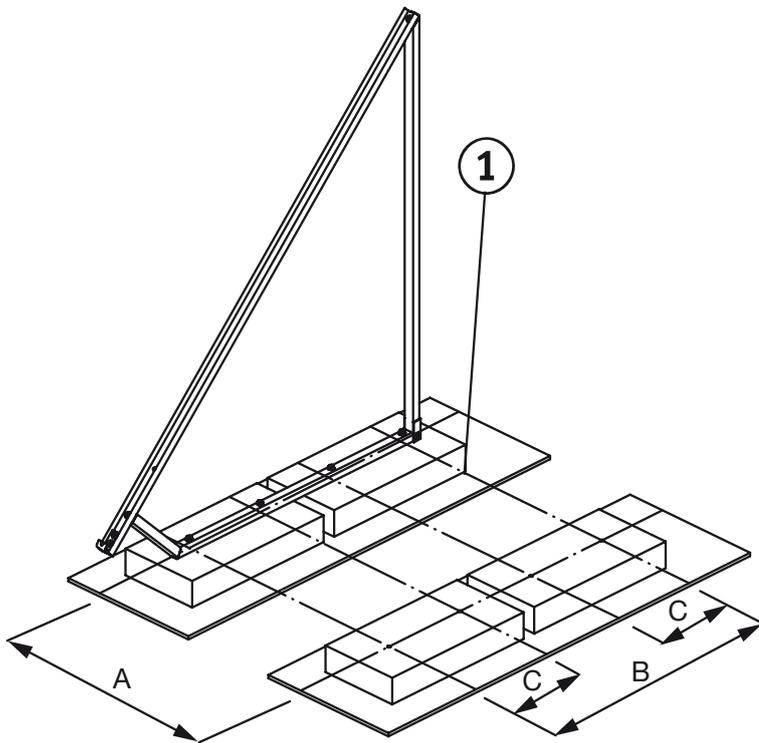
Freier Abstand zwischen den Kollektoren, für zwei- oder mehrreihige Kollektorfelder:

Sonnenstand für den Standort Würzburg, Winter (21.12.)



Nutzungsart	Hauptnutzungszeit	Freier Abstand 30° (m)	Freier Abstand 45° (m)
Brauchwasser	Mai bis August	2,6	Nicht sinnvoll
Brauchwasser	April bis September	Nicht sinnvoll	3,1
Brauchwasser und Heizung	März bis Oktober	Nicht sinnvoll	4,0
Brauchwasser und Heizung	ganzjährig	Nicht sinnvoll	5,0

12.3 Gewicht und Platzierung der Betonplatten



Hinweis:

Flachdächer mit Kiesschüttung: Stellfläche für Betonplatten von Kies freimachen.
 Flachdächer mit Kunststoff-Dachbahnen: Betonplatten auf Schutzauflagen (Bauenschutzmatten Pos.1) auflegen.

Betonplatten gemäß nebenstehender Abbildung ausrichten.

Maß A (mm)	Maß B (mm)	Maß B (mm)	Maß C (mm)	Maß C (mm)
	30°	45°	30°	45°
1100	1050	810	350	270

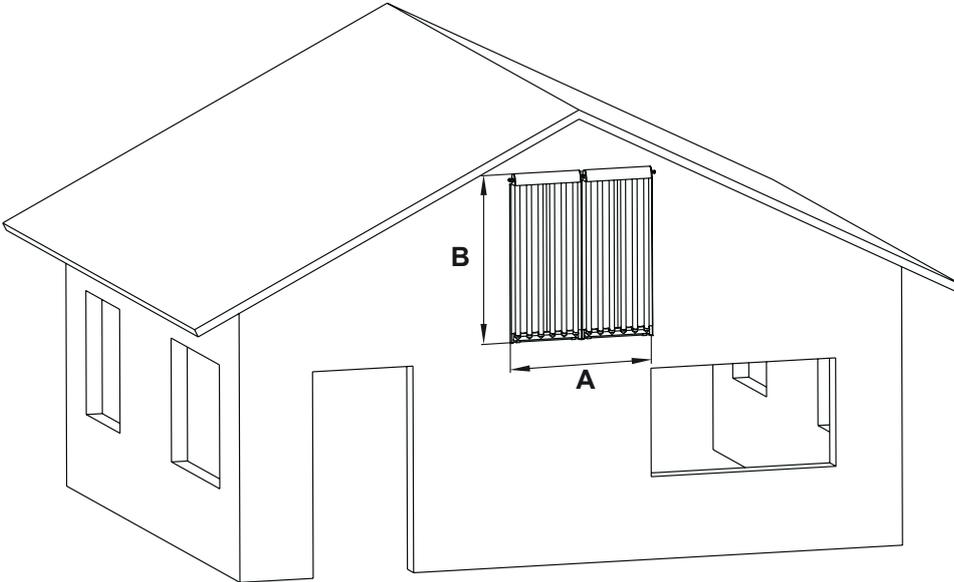
Gebäudehöhe bis 8 m

Anzahl der Winkelrahmen	Winkel des Rahmens	Erforderliches Gewicht der vorderen Betonplatte	Erforderliches Gewicht der hinteren Betonplatte
2	30°	75 kg	75 kg
2	45°	75 kg	75 kg

Gebäudehöhe bis 20 m

Anzahl der Winkelrahmen	Winkel des Rahmens	Erforderliches Gewicht der vorderen Betonplatte	Erforderliches Gewicht der hinteren Betonplatte
2	30°	112 kg	112 kg
2	45°	112 kg	112 kg

12.4 Fassadenmontage / Senkrecht



Platzbedarf für ein einreihiges Kollektorfeld:

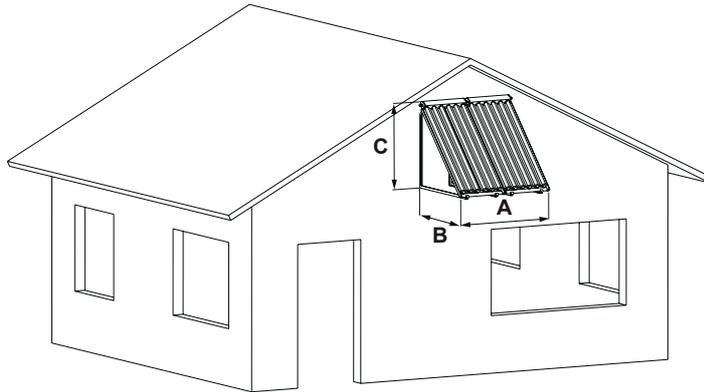
Anzahl der Kollektoren	Maß A (m)	Maß B (m)
1	1,40	1,64
2	2,80	1,64
3	4,20	1,64
4	5,60	1,64
5	7,00	1,64
6	8,40	1,64

Platzbedarf für ein zweireihiges Kollektorfeld:

Anzahl der Kollektoren	Maß A (m)	Maß B (m)
2	1,40	3,35
4	2,80	3,35
6	4,20	3,35
8	5,60	3,35
10	7,00	3,35
12	8,40	3,35

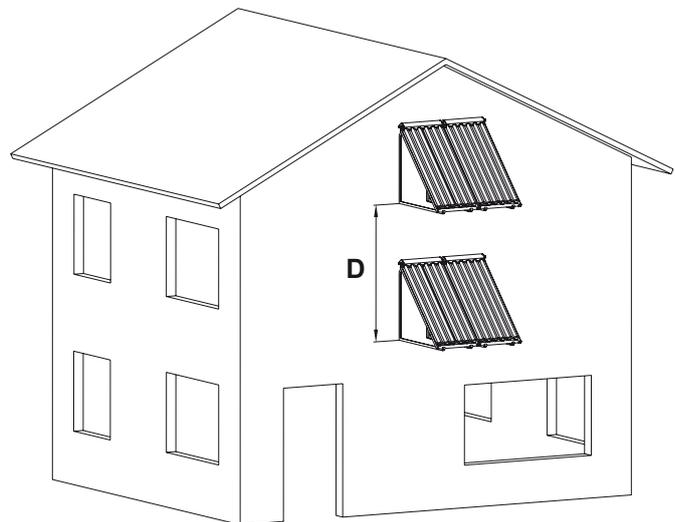
12.5 Platzbedarf bei Fassadenmontage mit Winkelrahmen 45° oder 60°

Platzbedarf für ein einreihiges Kollektorfeld:



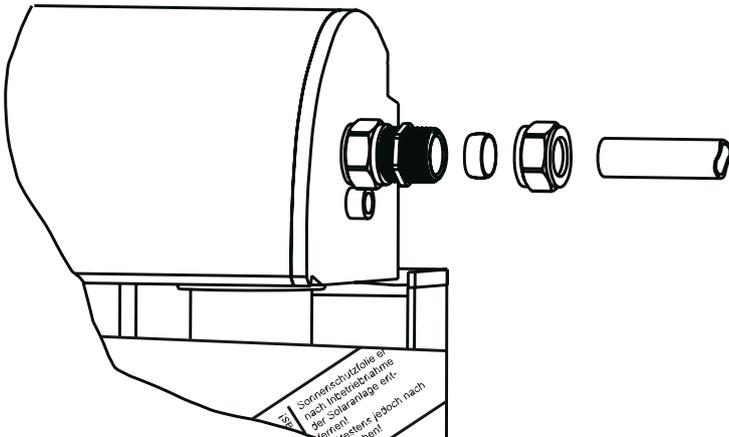
Anzahl der Kollektoren	Maß A (m)	Maß B (m)		Maß C (m)	
		45°	60°	45°	60°
1	1,40	1,35	1,01	1,20	1,48
2	2,80	1,35	1,01	1,20	1,48
3	4,20	1,35	1,01	1,20	1,48
4	5,60	1,35	1,01	1,20	1,48
5	7,00	1,35	1,01	1,20	1,48
6	8,40	1,35	1,01	1,20	1,48

Freier Abstand D zwischen den Kollektoren, für zwei- oder mehrreihige Kollektorfelder:

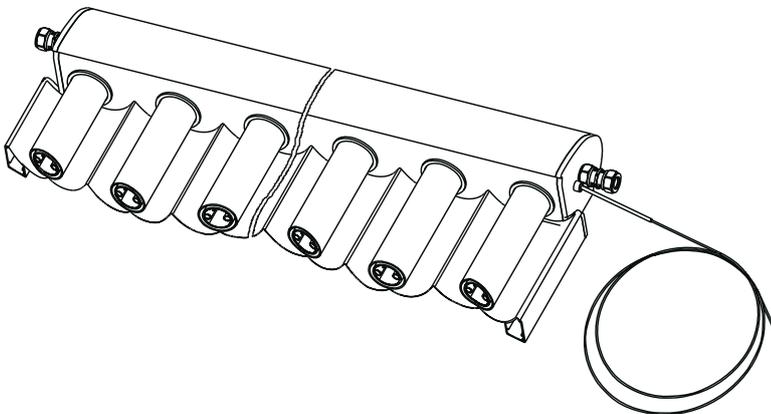


Nutzungsart	Hauptnutzungszeit	Freier Abstand D 45° (m)	Freier Abstand D 60° (m)
Brauchwasser	Mai bis August	3,9	Nicht sinnvoll
Brauchwasser	April bis September	2,8	3,0
Brauchwasser und Heizung	März bis Oktober	1,8	2,0
Brauchwasser und Heizung	ganzjährig	1,4	1,4

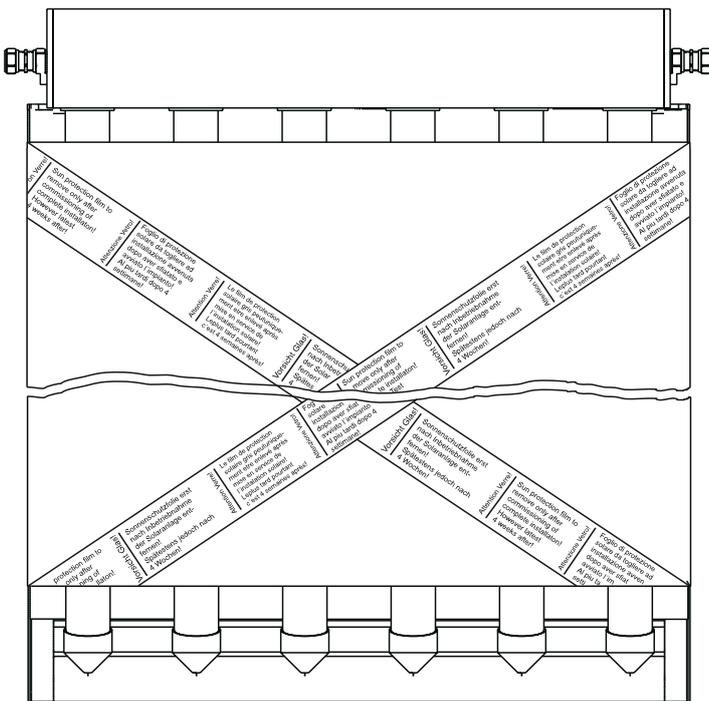
12.6 Spezifikationen



Der Vorlauf- bzw. Rücklaufanschluss kann wahlweise links oder rechts am Kollektor erfolgen.
Der Anschluss erfolgt mit bereits montierten Klemmringverschraubungen, 15 mm.



Auf beiden Kollektor-Anschlussseiten steht je eine integrierte Fühlertauchhülse zur Verfügung. Die Fühlerpositionierung erfolgt immer auf der heißen Vorlaufseite.



Der Kollektor ist im Auslieferungszustand mit einer Sonnenschutzfolie abgedeckt. Diese dient zur problemlosen Inbetriebnahme der Solaranlage selbst bei starker Sonneneinstrahlung. Sie verhindert, dass das Wärmeträgermedium in Dampf geht und eine Inbetriebnahme unmöglich macht. Die Sonnenschutzfolie nach der Inbetriebnahme - spätestens 3 Wochen nach der Montage - entfernen.

12.7 Solare Dachheizzentrale

Sind Speicher und Solarstation im Dach untergebracht, bezeichnet man dies als solare Dachheizzentrale. In den meisten Fällen ist dann der Kollektor auf gleicher Höhe oder sogar tiefer als die Solarstation.

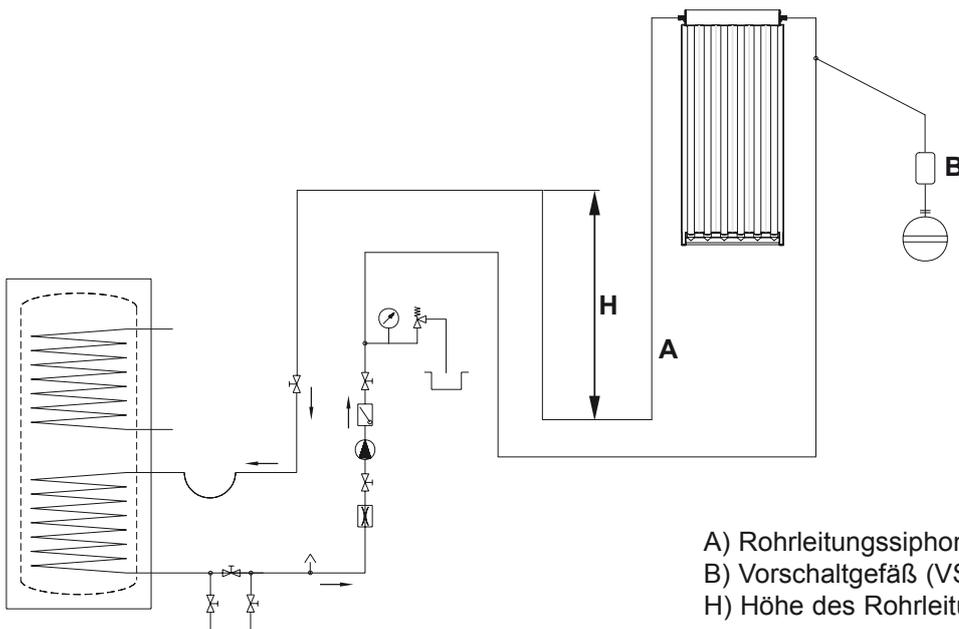
Um bei Stillstand der Solaranlage und Dampfbildung im Kollektor eine Überhitzung der Solarstation zu verhindern, sind folgende Maßnahmen erforderlich:

Rohrleitungssiphon

Ein Rohrleitungssiphon gemäß der untenstehenden Hydraulik verhindert, dass bei Stillstand der Solaranlage Dampf vom Kollektor zur Solarstation gelangt. Hierzu wird ein Rohrleitungssiphon von mind. $H=1,5$ m gebildet.

Vorschaltgefäß (VSG)

Das Ausdehnungsgefäß zwischen Rohrleitungssiphon und Kollektor in die vertikale Rohrleitung einbauen. Zum Schutz vor Überhitzung der Membrane des Ausdehnungsgefäßes, ein Vorschaltgefäß mit „kalter Vorlage“ vorschalten. Das Vorschaltgefäß darf nicht wärmegeämmt werden!



**FORSCHUNGS- UND TESTZENTRUM FÜR
SOLARANLAGEN****Institut für Thermodynamik und Wärmetechnik
Universität Stuttgart**

Professor Dr. Dr.-Ing. habil. H. Müller-Steinhagen

**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 Energien vom 1. August 1995****Für Sonnenkollektoren mit
der Vertriebsbezeichnung: CRK - 12
und die baugleichen Typen: CRK - 18, CRK - 6****der Vertreiberfirma: Wolf GmbH
Industriestrasse 1
84048 Mainburg****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 Prüfberichts: 06COL513/1OEM06/1 vom
11.01.2008 nach EN 12975-2: 2006 des Forschungs- und Testzentrums für Solaranlagen
Stuttgart.****Der erforderliche Kollektorertrag* von 525 kWh/m²a wird erreicht.**

*am Standort Würzburg bei einem solaren Deckungsanteil von 40%

Zusätzliche Feststellungen:

keine

Dieser Nachweis ist registriert unter der Nummer: 06COL513**Stuttgart, den 11.01.2008****Prof. Dr. Dr.-Ing. habil. H. Müller-Steinhagen**Institut für Thermodynamik und Wärmetechnik (ITW) • Pfaffenwaldring 6 • 70550 Stuttgart
Tel. 0049(0)711/685-63536 • Fax 0049(0)711/685-63503 • e-mail: tzs@itw.uni-stuttgart.de

Anhang A: Ertragsvorhersage

Annex A: Prediction of the yearly energy gain

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 m² sowie Referenz-Wetterdaten von Hannover, Würzburg und Stötten (Ostalb).

The prediction is based on the calculation of the yearly energy gain of the collector in a reference solar hot water system. This system is designed for a four-person-household. The calculation is done for aperture areas of 3, 4, 5 and 6 m² as well as for reference climate data of Hannover, Würzburg and Stötten (Ostalb).

Kollektorkennwerte (Bezug: Aperturfläche)								
Collector characteristics (based on aperture area)								
Konversionsfaktor Conversion factor	effektiver Wärmedurchgangskoeffizient heat transfer coefficient			flächenbezogene Wärmekapazität area related heat capacity				
$\eta_0 = 0.642$	$a_1 = 0.885 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ $a_2 = 0.001 \text{ W/(m}^2\text{K}^2)$			$c = 8.416 \text{ kJ/(m}^2\text{K)}$				
Einfallswinkel-Korrekturfaktoren Incidence angle modifier								
	θ	0	20	40	50	60	70	90
$K_{\theta d} = 0.92$	$K_{\theta b}(\theta_i)$	1.00	0.99	0.95	0.89	0.80	0.65	0.00
	$K_{\theta b}(\theta_t)$	1.00	1.01	1.03	0.99	1.05	1.10	0.00

Berechnungsergebnisse			
calculation results			
Standort / location	Hannover	Würzburg	Stötten
Einstrahlung [kWh/(m ² a)] radiation	1022	1212	1354
Aperturfläche [m ²] aperture area	Jährlicher Kollektorertrag ¹⁾ [kWh/(m ² a)] yearly energy gain		
3	544	651	726
4	525	628	696
5	504	589	640
6	474	535	575

¹⁾ Ertrag des Kollektors ohne die Wärmeverluste in den Rohrleitungen und des Warmwasserspeichers
 energy gain of the collector without heat losses in the tubes and hot water store

DIN CERTCO

Gesellschaft für Konformitätsbewertung mbH

**ZERTIFIKAT**

Der Firma

Wolf GmbH
Industriestraße 1
84048 Mainburg

wird für das im Herstellwerk

Dettenhausen

hergestellte Produkt

Sonnenkollektoren

vom Typ

CRK-6, CRK-12, CRK-18

die Konformität mit

DIN EN 12975-1:2006-06**DIN EN 12975-2:2006-06****CEN-KEYMARK-Programmregeln Solarthermische Produkte**

bestätigt und das Nutzungsrecht für die Zeichen



in Verbindung mit der unten genannten Registernummer erteilt.

Registernummer: 011-7S321 R**Dieses Zertifikat ist unbefristet gültig, solange die erforderlichen Überwachungen mit positivem Ergebnis durchgeführt werden.**DAP-ZE-2460.00
Weitere Angaben siehe AnhangDIN CERTCO Gesellschaft für
Konformitätsbewertung mbH
Alboinstraße 56, 12103 Berlin

2008-01-10

Dipl.-Ing. Dipl.-Wi.-Ing. Sören Scholz
- Stellv. Leiter der Zertifizierungsstelle -*S. Scholz*

