

# Vlakke plaat of vacuümbuis of heatpipes?

Door: Gooitzen Eggink

## Synopsis

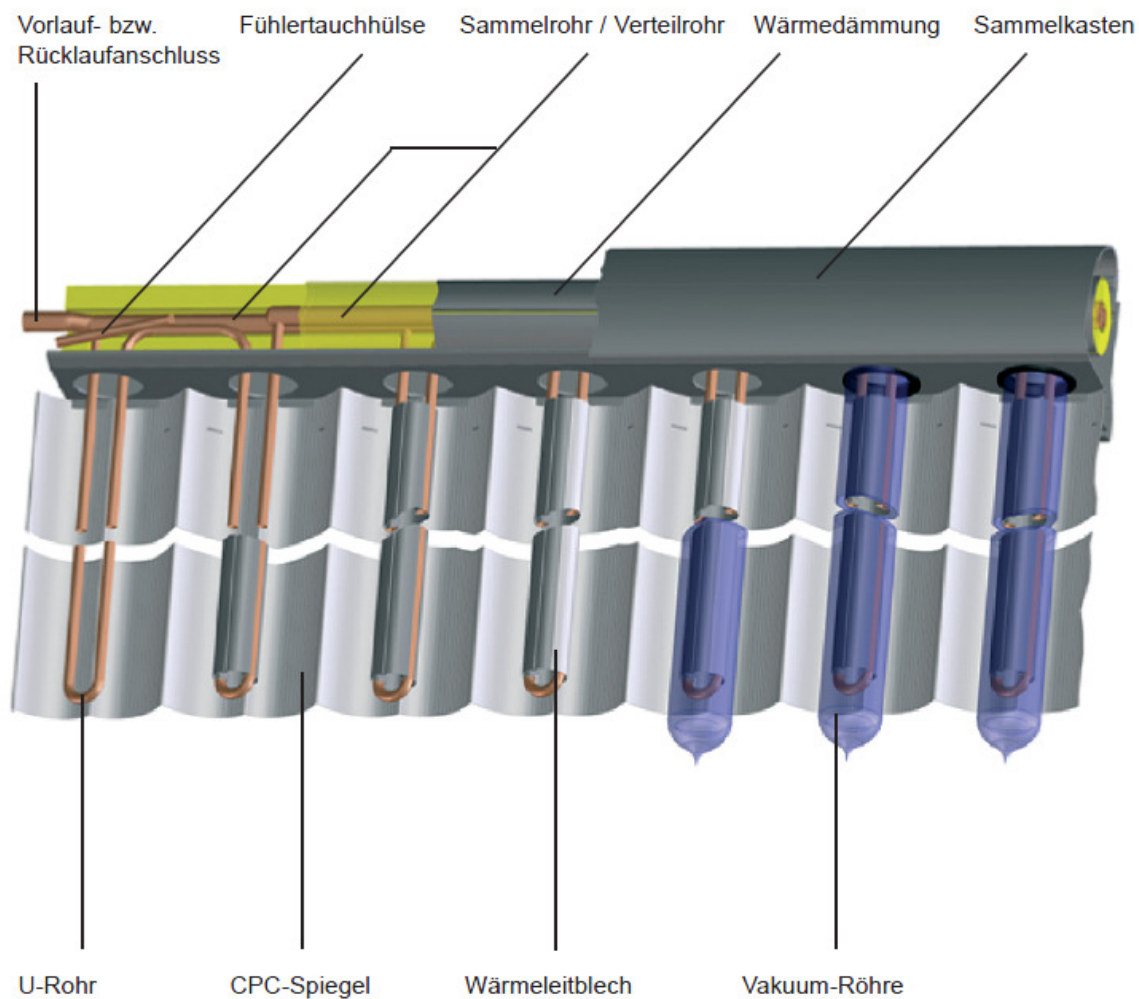
De discussie vacuüm t.o.v. vlakke plaat kan alleen goed gevoerd worden wanneer men er zich in verdiept en alle factoren tegen elkaar afweegt. Daarbij moet men kijken naar de prestatie van de collector *als onderdeel van een geïntegreerd systeem* (dus incl. buffer en alles wat daarachter hangt zoals radiatoren/vloerverwarming en/of tapwater). Vervolgens kijkt men naar de verschillende seizoensinvloeden en worden er compromissen gesloten. Hierbij geldt:

*“Ieder voordeel heeft 5 nadelen”*

In dit document volgen een aantal factoren om in ogenschouw te nemen bij de afweging welk type collector toe te passen. Hierbij wordt ervan uitgegaan dat de lezer reeds over een goede kennis van zonthermische systemen beschikt.

## Wolf CRK vacuüm collectoren

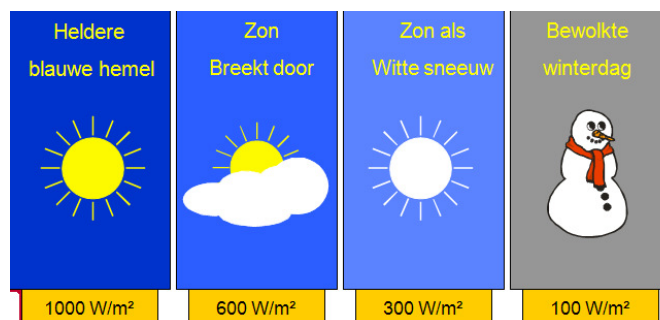
De Wolf CRK collector is een vacuümbuis collectoren van het "direct flow" type. De vloeistof (Tyfocor antivries) stroomt direct door een U-vormige buis door de vacuümbuizen achter een absorbercoating langs. De Wolf CRK past nog een speciale CPC-spiegel toe om zoveel mogelijk van het bruto collectoroppervlak te kunnen benutten en geen licht door te laten.



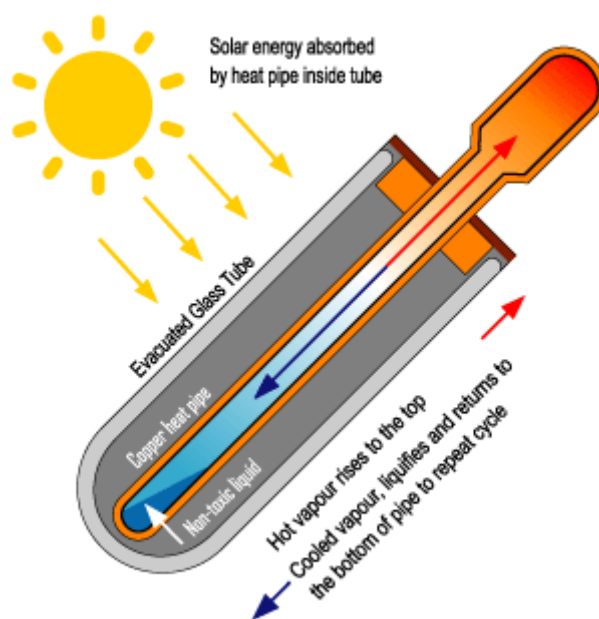
## Heatpipes

Dit zijn ook vacuümbuis collectoren, alleen bevindt zich in de Heatpipe een speciale vloeistof/damp mengsel in een gesloten koperen pijp. De warmte stijgt op (de collectoren moeten dus altijd onder een hoek > 20 graden geplaatst worden!) en wordt aan de bovenkant van de pijp afgegeven aan de vloeistof (antivries) in de z.g. manifold oftewel verzamelbuis. Dit geschiedt door warmteoverdracht door het koper heen m.a.w. de beide vloeistoffen blijven dus gescheiden van elkaar.

De voordelen hiervan zijn dat er weinig vloeistof massa opgewarmd hoeft te worden en de collector reeds bij lage instraling (dus bijvoorbeeld grijze luchten) sneller warmte gaat afgeven dan bijvoorbeeld een direct flow vacuümbuis of een vlakkeplaat collector.

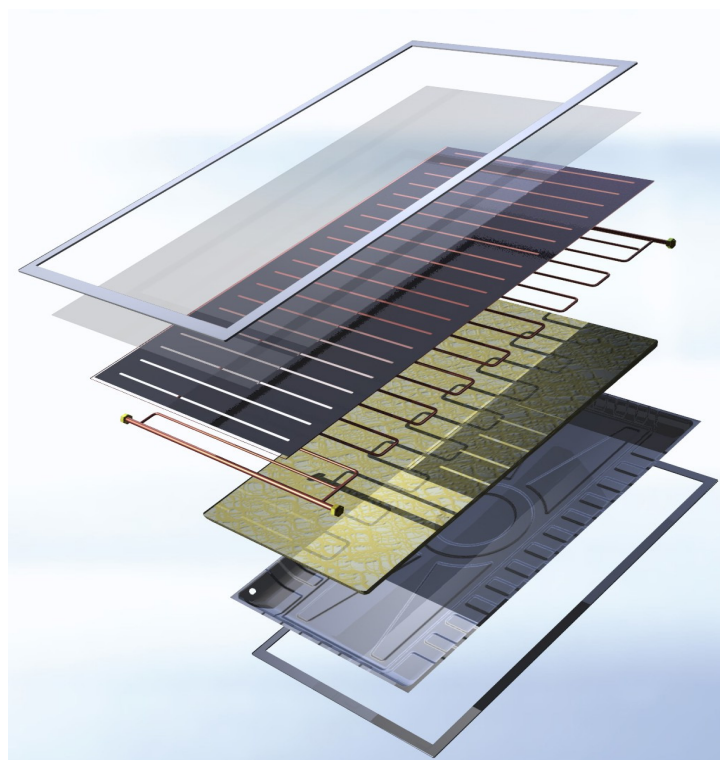


Nadeel zijn de overdrachtsverliezen die men bij direct flow niet heeft.



## Wolf TopSon vlakke plaat collector

- Geïsoleerde hoogwaardige vlakke plaat collector
- Speciaal Solarglas – prismatische werking en onverwoestbaar
- Selectieve absorbercoating (verminderd warmte uitstraling naar buiten)
- Tot 10 stuks in 1 rij doorkoppelen
- Zeer lage stroomsnelheden mogelijk door meander principe (één 10 mm buis doorstroomt het hele collectoroppervlak).



## Vergelijking vacuüm/heatpipes t.o.v. vlakke plaat collectoren

### 1. Antivries kosten

Zowel heatpipes als vacuümbuis collectoren kunnen zeer heet worden circa 160 tot 250 °C graden. Dat betekent dat de vloeistof in dit systeem daar geschikt voor moet zijn en dus een stuk duurder. Toch zal elke vloeistof in een vacuümbuis collector sneller “slijten” dan in een vlakke plaat collector. Conclusie: de afschrijvingskosten van de antivries zijn veel hoger.

### 2. Onderdelen in het zonnecircuit

Veelzijdige stagnatie (oververhitting van de collectoren) kan het systeem of onderdelen daarvan versneld doen slijten. Hiervan zijn expansievaten en eventuele kleppen en pompen het voornaamste slachtoffer.

De vlakke plaat collectoren van Wolf zijn zo ontworpen dat er bij stagnatie een minimale hoeveelheid vloeistof (enkele ml) hoeft te verdampen om de hele collector te vullen met damp. Voor de vacuümbuis en heatpipe collectoren geldt dit niet en moet de volledige inhoud van de collector verdampen. Dit beschadigt dus meer antivries, maar ook komt er een veel groter belasting op het expansievat. Om dit op te vangen wordt het expansievat overgedimensioneerd (€ € duur).

### 3. Levensduur collector zelf

Vacuümbuizen zijn efficiënt zolang de vacuüm in de buis behouden blijft. De vacuümkrachten op de buis zijn enorm en het risico op beschadigen (tijdens montage) is groot.

Vlakke plaat collectoren kan men op staan/dansen en er gebeurt niks mee:



## 4. Sneeuw / rijp / ijs

Door de minimale uitstraling van warmte vanaf het absorber oppervlak ontdooien de vlakke plaat collectoren veel sneller dan de vacuümbuis collectoren. De vacuümbuizen kan men in de winter goed controleren of het vacuüm nog intact is, door het feit dat kapotte buizen niet bevroren zullen zijn. Vacuüm buizen die wel een goed vacuüm hebben blijven gedurende lange tijd bedekt met ijs/sneeuw en zullen dus niet werken.

In tegenstelling tot vacuümbuis collectoren kan men vlakke plaat zelf geforceerd ontdooien door de zonnepomp even tijdelijk aan te zetten.



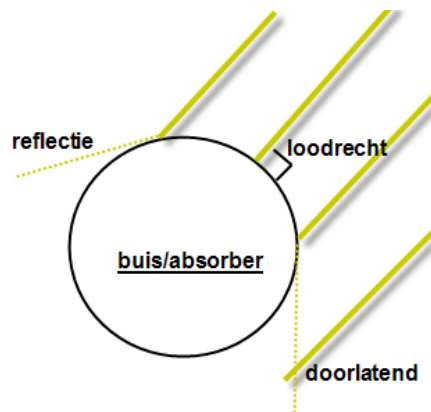
## 5. 's Nachts terugkoelen

Met de Wolf regeling is het mogelijk om 's zomers de buffer 's nachts terug te koelen zodat de collectoren de volgende dag niet direct weer in stagnatie gaan.

Dat is met vacuümbuis collectoren een stuk lastiger omdat deze de warmte niet af kunnen geven aan de omgeving.

## 6. Bruto/netto oppervlak

Bij de meeste heatpipes en vacuümbuis collectoren schijnt de zon tussen de buizen door. Bij Wolf CRK is er een CPC spiegel toegepast om het doorgelaten licht terug te reflecteren op de absorber.



z.B. schräge, directe Sonneneinstrahlung



z.B. diffuse Sonneneinstrahlung



Ook is er op een ronde buis slechts een heel klein oppervlak waar het licht loodrecht op instraalt. Op de overige plaatsen van de ronding neemt het reflecterende deel van het licht steeds verder toe en dus de te absorberen warmte af. Bij de TopSon vlakke plaat collector wordt speciaal prismatisch glas toegepast (Solarglas) dat een zeer lage reflectiecoëfficiënt heeft.

Het beschenen oppervlak van de vlakke plaat collector wordt weliswaar kleiner naarmate de instralinghoek kleiner wordt, maar het *aandeel gereflecteerd zonlicht* blijft tot circa 50 graden instralinghoek minder dan 6%. Zie hieronder de TopSon reflectiecoëfficiënt bij verschillende instralinghoeken (bron: Fraunhofer testrapport):

### Incidence angle modifier - IAM

$\theta$ :	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
$K_{\theta}$ :	1.00	1.00	1.00	0.99	0.97	0.94	0.86	0.72	0.47	0.0

Table 1: Gemessene (**fett**) und berechnete IAM-Daten für TopSon F3-1

## 7. Zelf remmend vermogen vlakke plaat collector

Misschien wel het allerbelangrijkste voordeel van de vlakke plaat collector is dat deze zodra de collector warmer wordt – bijvoorbeeld doordat deze zijn warmte niet kwijt kan in de zomer – een lager vermogen gaat afgeven. Dat noemen we het zelfremmend vermogen van de vlakke plaat collector. Dit biedt als voordeel dat we in de zomer minder vermogen uit de zon krijgen. Hierdoor kan het totale aantal collectoren op het systeem (buffer en afgifte) worden vergroot waardoor we in de lente en herfst weer meer vermogen kunnen leveren dan dat mogelijk is met vacuümbuis collectoren.

- meer collectoren toepassen,
- vaak tegen een lagere prijs,
- een hogere jaaropbrengst
- minder slijtage,
- langere levensduur

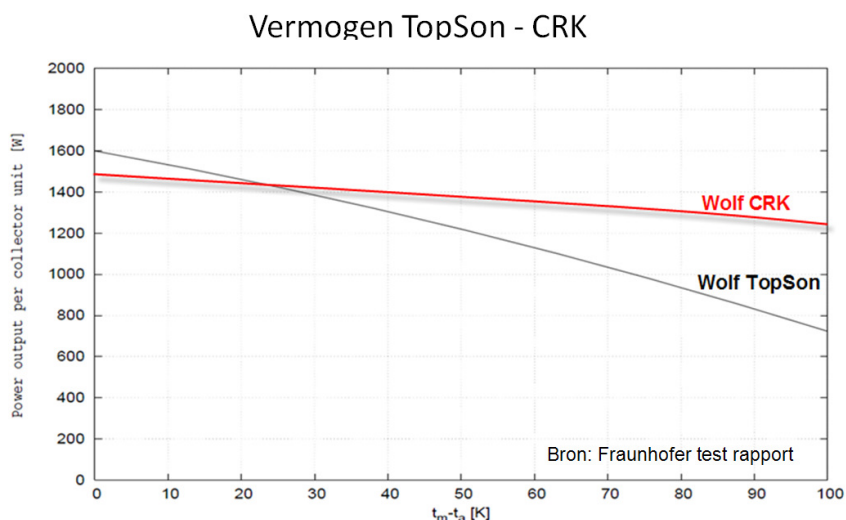


Figure 3: Power output for collector TopSon F3-1 based on 1000 W/m<sup>2</sup>

De grafiek hierboven geeft het collectorvermogen bij 1000 W/m<sup>2</sup> instraling (blauwe lucht) weer bij het “*temperatuursverschil tussen de collector en de buitenlucht*”. Bijvoorbeeld: bij een collectortemp van 35 graden (BSP met vloerverwarming in de winter) en een buitentemp van 5 graden, is de vlakke plaat collector net zo goed of zelfs iets beter (lees af bij 35 – 5 = 30).

## Conclusie: kies de collector bij de toepassing

Er wordt altijd gezegd dat vacuümbuis collectoren beter zijn doordat ze in koudere omstandigheden een hoger rendement hebben.

Bij een buitentemp van -10 °C is de vacuümbuis iets in het voordeel, maar de vraag is of de zon dan überhaupt wel schijnt. Er zijn in Nederland slechts een handjevol winterdagen met strak blauwe lucht en koude buitenlucht temperaturen. Daarbij komt dat de korte daglichtperiode in de winter maakt dat het systeem als geheel zich hier niet op moet willen terugverdienen. Het systeem zal zich moeten terugverdienen in het overgangsseizoen (de lente en de herfst) wanneer het buiten rond de 5 tot 10 graden is en de vloerverwarming het huis warm houdt. De vlakke plaat collector presteert dan net zo goed als de vacuümbuiscollector en het bruto oppervlak dat men toe kan passen kan maximaal vergroot met minder stagnatie in de zomerperiode.

Vloerverwarmingssystemen met een Wolf BSP buffervat is - vanwege de lage temperaturen onderin het gelaagd buffervat - het ultieme systeem voor de TopSon vlakke plaat collector. Indien er ook radiatoren in de woning aanwezig zijn en deze op hoge temperatuur uitgelegd zijn, dan neemt het rendement van de gehele installatie af onafhankelijk van welke type collector er wordt toegepast.

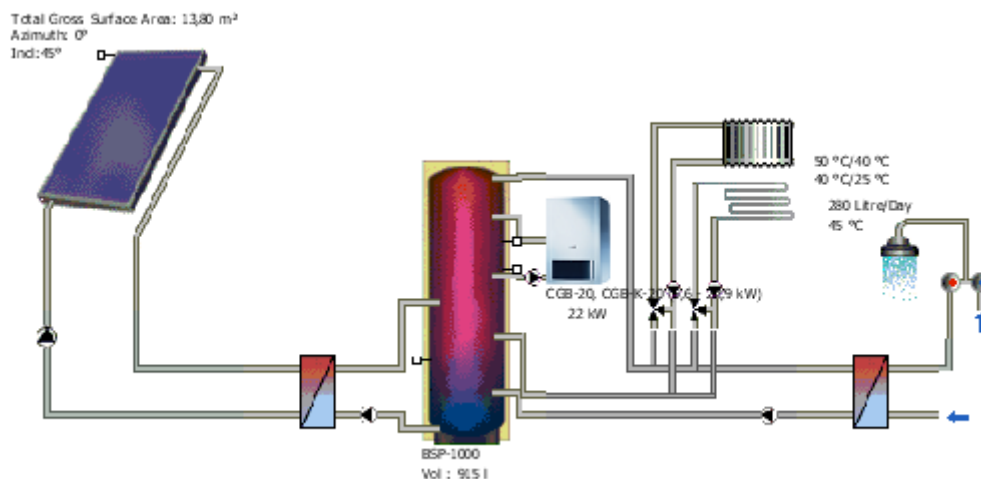
Voor tapwater systemen waar altijd hoge temperaturen gemaakt moeten worden, zou men kunnen overwegen om vacuümbuis collectoren toe te passen. Echter, aangezien de gasbesparing puur uit tapwater moet komen en dit per definitie zeer klein is, is de meerinvestering in een vacuümbuiscollector vaak niet rendabel. Dan is het dus *puur financieel* gezien zinvoller om juist een *goedkopere* (t.o.v. de Wolf TopSon) vlakke plaat collector zoals de Wolf CFK toe te passen.

Voor zwembaden worden ook wel ongeïsoleerde collectoren (zwarte Tyleen slangen) gebruikt. Dit is prima te verdedigen gelet op bovenstaande factoren.

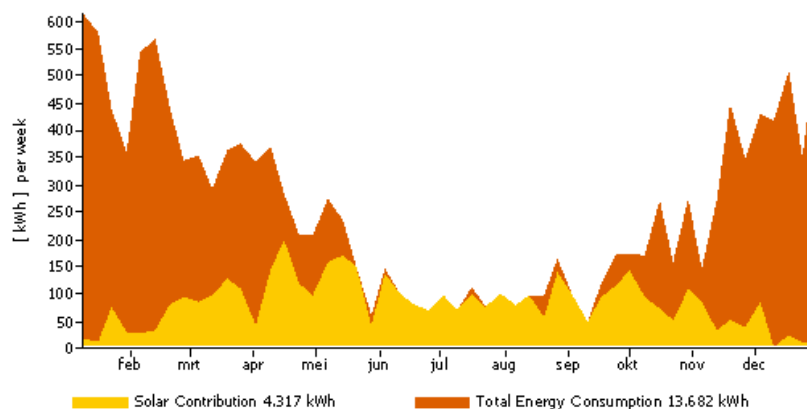
Heatpipes	Wolf vacuüm	TopSon vlakke plaat
		
20 heatpipes 3,54 m <sup>2</sup> bruto (2,00 x 1,77) 1,86 m <sup>2</sup> apertuur	12 buizen met spiegel 2,30 m <sup>2</sup> bruto (1,40 x 1,64) 1,99 m <sup>2</sup> apertuur	Selectieve absorber 2,30 m <sup>2</sup> bruto (1,1 x 2,10) 1,99 m <sup>2</sup> apertuur
-Levensduur vacuüm -bevriazing buitenkant - klein opp. loodrecht	-Levensduur vacuüm -Bevriazing buitenkant -Reflectie spiegel neemt af	+ onverwoestbaar + kleinere variaties systeemtemperatuur
2,6 GJ/m <sup>2</sup> apertuur 1,49 GJ / m <sup>2</sup> bruto	2,27 GJ / m <sup>2</sup> apertuur 1,98 GJ / m <sup>2</sup> bruto	1,9 GJ / m <sup>2</sup> apertuur 1,66 GJ / m <sup>2</sup> bruto

## T-Sol simulaties

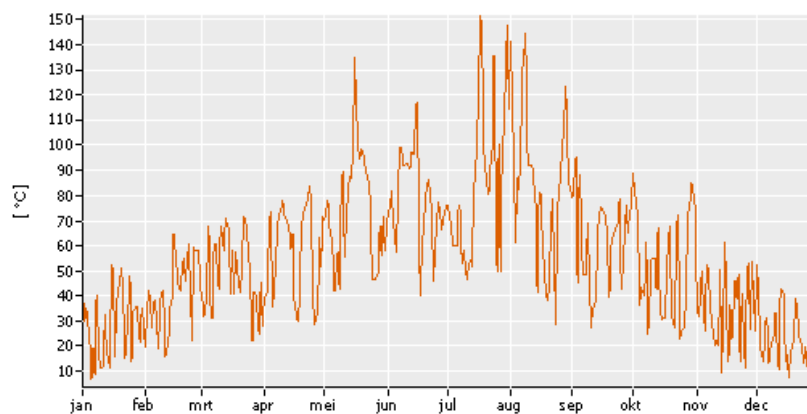
Woonhuis situatie met 5 personen – goed geïsoleerd – vloerverwarming en radiatoren. BSP-6-1000 met TopSon op het zuiden.



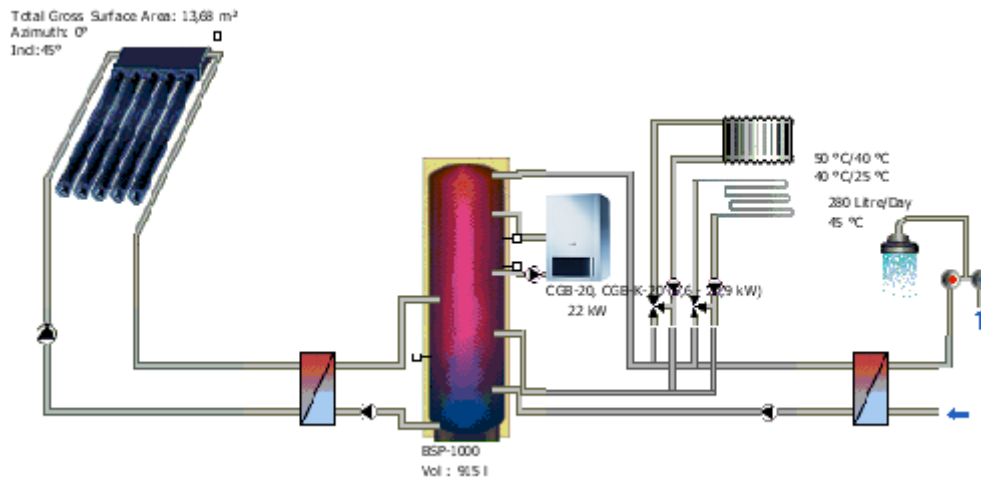
Solar Energy Consumption as Percentage of Total Consumption



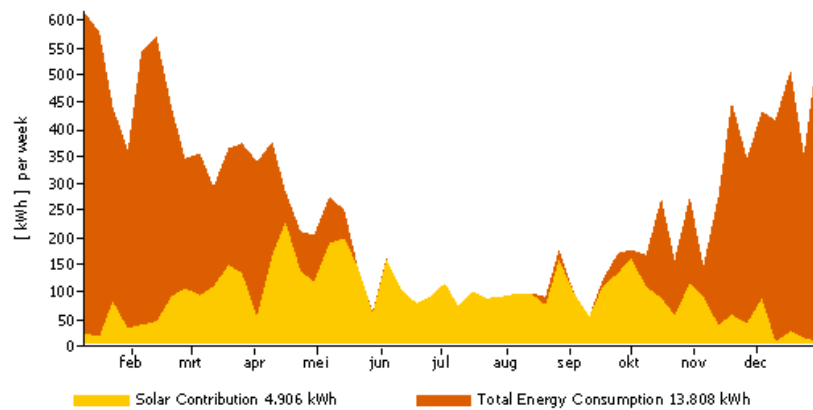
Daily Maximum Collector Temperature



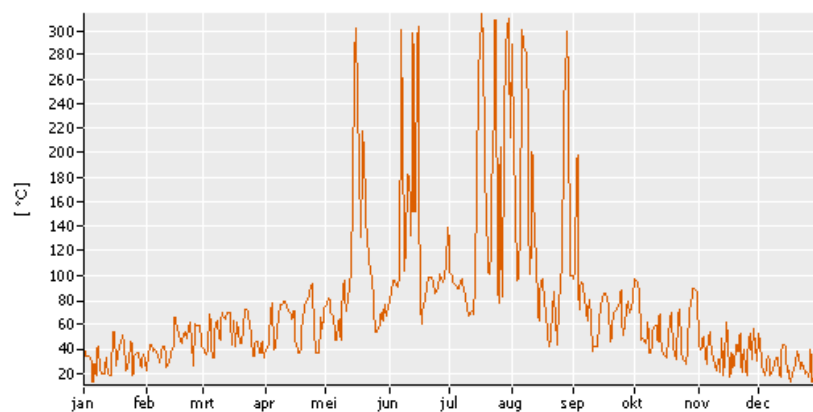
Onderstaande simulatie is met vacuümbuiscollectoren Wolf CRK met hetzelfde bruto oppervlak als de TopSon. Aan de temperatuurgrafiek kan men zien dat dit systeem teveel collectoren heeft (teveel stagnatie).



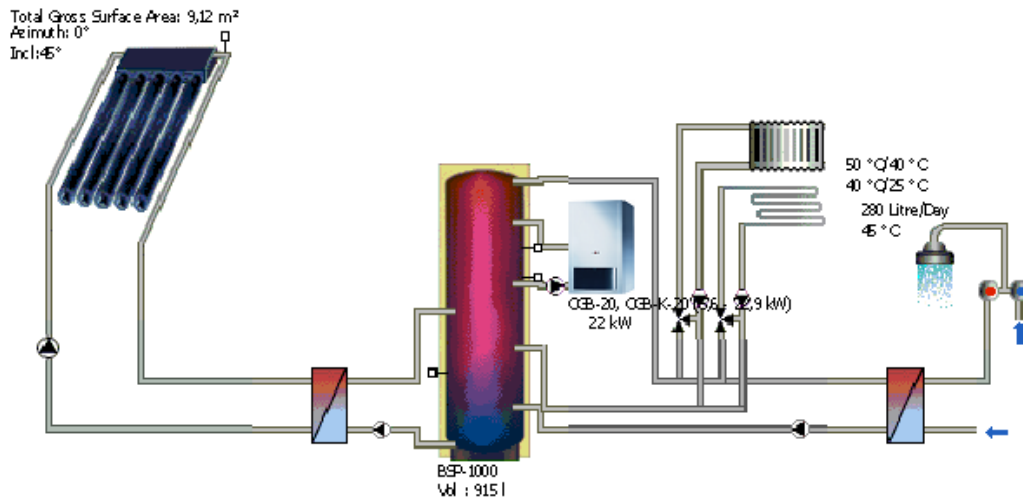
### Solar Energy Consumption as Percentage of Total Consumption



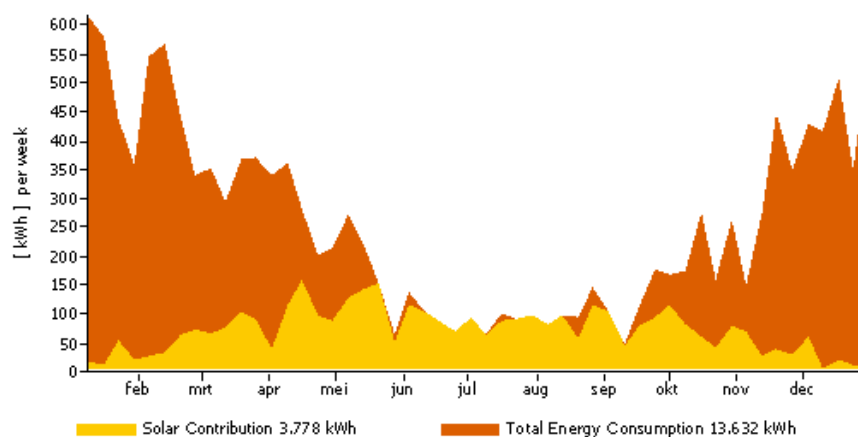
### Daily Maximum Collector Temperature



Passen we twee collectoren minder toe om de stagnatie te voorkomen, neemt ook de jaaropbrengst navenant af (zie de bovenste grafiek "Solar contribution"):



### Solar Energy Consumption as Percentage of Total Consumption



### Daily Maximum Collector Temperature

