



Solfangeren bruges til demonstration af, hvordan solens strålingsenergi kan omsættes til varmeenergi.

Solfangeren leveres komplet med varmepumpe og lagertank med varmeveksler. Lagertanken kan illustrere funktionen af en varmtvandsbeholder i et hus, eller hvis den bruges uden vand illustrere en radiator i et rum, der skal varmes op.

### **Virkemåde**

Solindstrålingen absorberes af den sortmalede absorber, som består af en metalplade med påsatte kobberør. Bagsiden af solfangeren er isoleret fra absorbereren. På forsiden er der en gennemsigtig akrylplade, som mindsker varmetabet ved konvektion.

Det sortmalede kobberør i solfangeren er forbundet med plastslanger til pumpen og kobberspiralen i lagertanken. Rør og slanger er fyldt med vand, som cirkuleres i systemet af vandpumpen.

Med et termometer kan man måle temperaturen i lagertanken. Når vandmængden i tanken kendes, kan varmetilførslen beregnes ud fra temperaturstigningen. Der medfølger to forskellige propper til lagertanken. En med stort hul til almindelige termometre og en med lille hul til digitaltermometer eller termoføler til dataopsamling.

Solfangeren har et hul øverst ind til kobberøret. Dette bruges til at indsætte et termometer så temperaturstigningen i røret kan følges. Man kan observere, at absorberens temperatur er meget følsom overfor variationer i solindstrålingen.

For at få en så direkte indstråling som muligt, kan solfangeren indstilles i forskellige vinkler. Hvis man bruger en halogenlampe som lyskilde, gælder det samme princip.

### Fyldning af solfangeren

1. Aftag den slange fra spiralen, som går til nederste studs på solfangeren.
2. Hæld vand i et bægerglas, og sæt slangen fra solfangerens ned under vandoverfladen. (Se foto.)
3. Når pumpen startes, pumpes vand op i slangen og videre gennem solfangeren og kobberspiralen.
4. Når der kommer en vandstråle ud af kobberspiralen, er systemet fyldt.
5. Sluk pumpen og tilslut slangen til spiralen igen.

### Afsluttende forberedelser

Der fyldes ca. 0,6 L vand i tanken.

Normalt ønsker man at kende vandmængden i lagertanken mere præcist. Den bestemmes under fyldning med et måleglas eller ved at veje tanken før og efter fyldning.

Låget med kobberspiralen sættes på plads

Placer et termometer eller en temperatursensor i den passende prop, som sættes i det midterste hul i lagertankens låg.

Motoren og målingerne kan nu starte.



### Vandmængden i slanger og rør

Ønsker man at finde vandmængden i det lukkede kredsløb, kan det ske således – efter alle øvrige målinger:

1. Vej et tomt bægerglas (100 mL – 250 mL).
2. Stop pumpen. Aftag den slange fra spiralen, som går til nederste studs på solfangeren. (Lad slangeenden pege opad.)
3. Placer den åbne ende af kobberspiralen over bægerglasset og lad pumpen køre, til der ikke kommer mere vand ud.
4. Vej bægerglasset med vand. Træk de to masser fra hinanden.

## Forsøg med Solfanger

Rørsystemet fyldes som omtalt, og pumpen tændes via den medfølgende adapter.

Lagertanken fyldes med 0,6 liter.

Starttemperaturen måles og noteres. De målte data er opnået ved at bruge en halogenlampe. Strålingsintensiteten er målt vha. et pyranometer til  $850 \text{ W/m}^2$ . Arealet af absorbereren er  $0,0756 \text{ m}^2$ .

Måleværdierne i tabellen til højre er opnået med et digitaltermometer (ekstraudstyr).

Solfangerens virkningsgrad/nyttevirkning kan nu findes ved flg. beregninger:

$$Q_{\text{ind}} = \Phi \cdot A \cdot t = 850 \text{ W/m}^2 \cdot 0,0756 \text{ m}^2 \cdot 1800 \text{ s} \\ = 115,7 \text{ kJ}$$

$$Q_{\text{vand}} = c_v \cdot m_v \cdot \Delta T = 4,18 \text{ kJ/(kg}\cdot\text{K)} \cdot 0,6 \text{ kg} \cdot 17,9 \text{ K} \\ = 44,9 \text{ kJ}$$

$$\eta = Q_{\text{vand}}/Q_{\text{ind}} = 44,9 \text{ kJ}/115,7 \text{ kJ} = 0,39 = 39 \%$$

I disse beregninger er det udelukkende opvarmningen af vandet, som betragtes som "nyttigt".

Vandet i rørsystemet samt absorberpladen og kobberspiralen opvarmes også. Metaldelenes varmekapaciteter er angivet under *Specifikationer*, hvis man ønsker at undersøge disse deles tilvækst i energi.

Tid / min	$T_{\text{Tank}} / ^\circ\text{C}$
0	19,5
2	20,2
4	21,5
6	22,8
8	24,3
10	25,7
12	27,0
14	28,4
16	29,6
18	30,9
20	32,1
22	33,2
24	34,4
26	35,5
28	36,5
30	37,4

## Vedligeholdelse

Vandet sendes rundt i systemet vha. en peristaltisk pumpe. Vandslangen går ind igennem pumpen, hvori der sidder et hjul med tre ruller. Når pumpen kører trykker rullerne på den fleksible slange, som så flytter vandet med. I længden kan man forvente, at der sker slid på slangen, men det er let at udskifte den. Man kan løsne de to tappe, som holder hovedet, hvorved man kommer ind til slangen. Den slidte slange kan nu let pilles ud og erstattes med en ny. Hovedet presses nu tilbage over metalakslen, og pumpen er igen funktionsdygtig.



Løsnet hoved



Aftaget hoved



Motorakslen

## Specifikationer

### Solfanger

Absorberareal: 27,0 cm x 28,0 cm = 756 cm<sup>2</sup>

Varmekapacitet af absorber og rør: 377 J/K

### Lagertank

Materialet er akryl. Siderne er 3 mm tykke, bunden er 4 mm tyk

Indvendig diameter af tanken: 94 mm

Varmekapacitet af kobberspiralen: 83 J/K

### Vandkredsløbet

Rør og slanger rummer omkring 50 til 55 mL

Pumpen tilsluttes adapter: 12 V DC og 1,5 A

### Ekstra tilbehør (ej inkluderet)

- En sol – enten den rigtige eller en kraftig lampe (f.eks. 280130 eller 280135)
- Magnetomrører (f.eks. 064067)
- Pyranometer (f.eks. 489020 / 489025)
- Digitaltermometer (f.eks. 062100)

## Reklamationsret

*Der er to års reklamationsret, regnet fra fakturadato. Reklamationsretten dækker materiale- og produktionsfejl.*

*Reklamationsretten dækker ikke udstyr, der er blevet mishandlet, dårligt vedligeholdt eller fejlmonteret, ligesom udstyr, der ikke er repareret på vort værksted, ikke dækkes af garantien.*

*Returnering af defekt udstyr som garantireparation sker for kundens regning og risiko og kan kun foretages efter aftale med Frederiksen. Med mindre andet er aftalt med Frederiksen, skal fragtbløbet forudbetales. Udstyret skal emballeres forsvarligt. Enhver skade på udstyret, der skyldes forsendelsen, dækkes ikke af garantien. Frederiksen betaler for returnering af udstyret efter garantireparationer.*

© Frederiksen Scientific A/S

*Denne brugsvejledning må kopieres til intern brug på den adresse hvortil det tilhørende apparat er købt. Vejledningen kan også hentes på vores hjemmeside.*