

Halbwegs Öko - Nachtrag Solarthermie

November 2019

Inhaltsverzeichnis

Einleitung.....	1
Beschreibung der Anlage.....	2
Drainback.....	2
Komponenten.....	2
Allgemeine Überlegungen.....	3
Dimensionierung und Rendement.....	3
Speicher & Wärmetauscher.....	4
Kollektor.....	6
Ausrichtung.....	7
Rendement und Nutzen.....	7
Pumpe.....	8
Steuerung.....	8
Leitungen und Anschlüsse.....	9
Trinkwasserkreis.....	9
Anhänge:.....	10
Bilder.....	11
Ausgabenüberblick.....	12
Schema.....	13

Einleitung

In 2015 erschien auf der Webseite "ergoarte.ch" der Text "Halbwegs Öko": eine Beschreibung unserer Hausbauerfahrungen, -überlegungen und unserer Hintergründe. Jetzt, Herbst 2019, ist die Solarthermieanlage fertiggestellt und möchten wir einige Details und Überlegungen dazu sowie eine Zusammenfassung unseres Lernprozesses teilen als Dankeschön an alle, die Ihre Erfahrungen über das Internet unbekannterweise mit uns geteilt und uns so sehr geholfen haben.

Dieser Text ist keine Anleitung, der man/frau gedankenlos folgen kann. Wir übernehmen keine Verantwortung für Fehler und Missverständnisse. Wir hoffen, dass der Text eine Anregung sein kann und eine Verkürzung für viele Stunden Internetsucharbeit. Da die Anlage gerade erst fertiggestellt ist, können wir noch keine Langzeiterfahrungen berichten.

Vättis, 18. November 2019

Gyelt Tuinstra & Andrea Weise

Beschreibung der Anlage

Die Anlage haben wir selber entworfen und mit Komponenten gebaut, die wir über's Internet bestellen und liefern lassen konnten¹. Es ist eine kleine Drainbackanlage mit einem Vakuumröhrenkollektor (VRK) für einen Zweipersonenhaushalt in der Schweiz auf fast 1000 m.ü.M.

Drainback

Wenn die Pumpe nicht läuft, fließt alles Wasser zurück in den Speicher. Dazu *müssen* alle Leitungen und auch der Kollektor mit mindestens 2% Gefälle verlegt bzw. aufgestellt werden. Die Anlage ist luftoffen und drucklos.

Da sich im Aussenbereich nie stillstehende, abkühlende Flüssigkeit befindet, ist die Anlage inherent frostgeschützt und braucht keine Beimischung von Frostschutzmittel. Das ist billiger, einfacher, unbedenklicher und das reine Wasser kann mehr Wärme aufnehmen. Der Kollektor muss für Drainback geeignet sein und vollständig leerlaufen können und muss die hohen Stillstandtemperaturen im Kollektorbereich aushalten können.

Die Einfachheit der Anlage und dessen inhärente Sicherheit bei Frost und bei Stromausfall waren für uns die wichtigste Argumente, ein Drainbacksystem zu wählen.

Komponenten

- Speicher: Edelstahl Mostbehälter, 290liter, 1m hoch, Durchmesser ca. 63cm; Isolation noch zu realisieren
- Wärmetauscher: ca. 25m Edelstahlwellrohr, 16mm Durchmesser, spiralweise ausgelegt in der obere Hälfte des Speichers
- Kollektor: VRK mit Heatpipes, Bruttofläche 4,5m², Absorberfläche 2,8m² aufgeständert in 45° Winkel auf dem Flachdach, Marke Bosswell
- Kollektoraufständerung: Bausatz vom Kollektorlieferant, Alugestell mit Edelstahlschrauben als Baupaket, Befestigung an Gehwegplatten auf Gummimatten (bauseits)
- Pumpe: Laingg DDC 12V Pumpe (für Wasserkühlung im Computerbereich)
- Steuerung: Solarkonzept Differenzschaltung, 12V
- Stromquelle: Netztrafo 240V → 12V, optional (Solar)batterie und Photovoltaik
- Wasserleitungen: Edelstahlwellrohr, 16mm, werkseitig isoliert mit Vliess, 20mm, Polyethylen/Polypropylen in UV-beständige Folie

1 Es hat sich herausgestellt, dass Vieles für Privatpersonen in der Schweiz nicht einfach erhältlich ist. Wir fanden über's Internet keinen einzigen Lieferanten in der Schweiz, der uns einen Kollektor verkaufen "wollte": entweder erst ab 25m² oder gegen Kosten, die eine Expresslieferung aus Deutschland überstiegen, oder nur als Komplettanlage mit Handwerker dazu oder man wollte sich schlichtweg nicht auf einen Preis festlegen ohne ausführliche Hintergrund-Informationen unsererseits und Berechnungen Ihrerseits für ein ausführliche Offerte, die immer mehr als nur den Kollektor umfasst hätte.

- Sekundäre Wärmequelle: Elektrischer Durchlauferhitzer (DLE), 11kW, elektronisch geregelt, hot-fill, Marke Clage

Allgemeine Überlegungen

Bestehende Komplettlösungen erschienen uns relativ teuer und für Installation und Betreuung durch professionelle Installateure gemeint. Die dazu im Internet vorhandene Dokumentation ist oft nicht vollständig und bei den Ansteuerungen wird nicht auf open-source Software² gesetzt. Eine Offerte, die uns während der Hausbauphase in 2014 unaufgefordert angeboten wurde, bot ein markenloses Drainbacksystem mit 5m² Flachkollektoren und einem 500 Liter Emailspeicher, komplett und mit Glykol (?!) aber ohne Leitungsisolation für Sfr. 5100,- an (zzgl. Sfr. 500,- Montage und zzgl. MwSt.).

Wir fanden aber, u.a. auf der amerikanischen "builditsolar.com"-Website, Beschreibungen, wie Leute mit einfachsten Mitteln günstigere Solaranlagen zusammenschustern und mit dem Resultat zufrieden waren. Dazu hat Selbstbau den Vorteil, im Laufe der Zeit selber Verbesserungen anbringen zu können und die Anlage ggf. reparieren zu können, auch wenn die ursprünglichen Komponenten nicht mehr lieferbar sind. Bei einer erhofften Lebensdauer von 20 Jahren und mehr ist das ein reales Risiko.

Dimensionierung und Rendement

Bisher lief ein elektrischer 100-Liter-Warmwasserspeicher mit einer geschätzten Verlustleistung von 80-100 Watt. Unseren Warmwasserverbrauch kennen wir nicht exakt; geschätzt im Schnitt 165 Liter 40°-Wasser am Tag. Es

- wird ca. 15min. pro Tag geduscht (das hiess bisher 10l/min, 40°)
- läuft ein kleiner Geschirrspüler etwa 5 mal pro Woche
- wird ca. 3 mal pro Woche die Waschmaschine angestellt
- wird an der Küchenspüle täglich geschätzte 5-10 Liter Warmwasser gezapft.

Ein Solarwarmwasserspeicher mit elektrischer Zusatzheizung *im* Speicher ist keine optimale Lösung, weil immer das Risiko besteht, dass die elektrische Heizung der Sonne zuvor kommt oder schon hätte anspringen sollen, damit Warmwasser vorhanden ist, wenn es gebraucht wird. Eine intelligente Steuerung kann dieses Risiko nur zum Teil entschärfen.

Elektrisch³ Nachheizen bedingt, bei gängiger Duschmengen von 10-12 Liter pro Minute, ein kräftiges Durchlaufgerät und entsprechende Stromanschlüsse, auch weil unser Kaltwasser mit eher weniger als 10°C ins Haus kommt.⁴ Dass können unsere Stromleitungen (3x16A/25A Hauptanschluss) nicht liefern. Wir haben mit einem neuen Duschkopf aus dem Baumarkt (Sfr 25,-) den Verbrauch auf 6l/min reduziert, ohne grosse

² was zu Sicherheits- und Unterhalts-/Updateproblemen führen kann.

³ Nachheizen mit Gas haben wir verworfen wegen Brandschutzkomplexitäten und weil es nur als fossiler Brennstoff erhältlich ist. Das Haus wird mit einem Specksteinofen geheizt.

⁴ Das 30° Aufheizen von 10 Liter Wasser pro Minute lässt sich berechnen: 1g Wasser fragt 4,2 Joule pro °C; 10l Wasser ≈ 10kg; 10l/min = 170g/sec; 170g/sec * 30°C * 4,2J = **21kW** Heizleistung

Komforteinbusse. Ein Thermowasserhahn in der Dusche hilft, den Hausfrieden zu erhalten, wenn während dem Duschen eine andere Zapfstelle geöffnet wird: es gibt dann zwar weniger, aber immer noch gleich warmes Wasser in der Dusche.

In dem der Solarspeicher zumindest auf Zimmertemperatur gehalten wird, kann ein 11kW Durchlauferhitzer (DLE) das nicht mehr ganz kalte Wasser ausreichend aufheizen. Unser DLE kommt zurecht mit heissem Vorlaufwasser und verbraucht dann entsprechend weniger Elektrizität, um die eingestellte Zieltemperatur zu erreichen. Das heisst, dass jedes bisschen Wärme im Speicher zu einem niedrigeren Elektrizitätsverbrauch beim Duschen führt. Ab einer Speichertemperatur von 40-45° braucht es kein Nachheizen mehr.⁵

Speicher & Wärmetauscher

Wegen der Platzverhältnisse in unserem Haus hätten wir gerade mal Platz gehabt für einen 500 Liter Speicher mit 1,7m Kippmass, der alle Anschlüsse auf der Vorderseite bereitstellt.

Da unser Warmwasserverbrauch bei ca. 165 Liter 40°C warmes Wasser pro Tag liegt, würde ein 60° warmer 300-Liter-Speicher ohne Zusatzheizung den Bedarf von 1-2 Tagen decken. Ein grösserer Speicher braucht auch eine grössere Kollektorfläche und gibt mehr Wärme an die Umgebung (in unserem Fall im Haus) ab. Mehr als 2-3 Tage hält ein Speicher, auch mit 10cm Isolation, seine Wärme so oder so nicht.

In einem sogenannten Hygienespeicher verbleibt immer das gleiche Wasser als Speichermedium, das Trinkwasser aber wird über einen Wärmetauscher aufgewärmt. Der Vorteil dabei ist, dass das Trinkwasser kaum warme Stillstandszeiten kennt (weniger Bakterienwachstum), und dass es, wenn es erwärmt wird, fliesst (weniger Kalkablagerung). Allerdings sind solche Speicher im Handel 1½ - 2 mal teurer als einfache Speicher. Im Selbstbau-Bereich gibt es Speicherbeispiele aus Holz (mit EDPM-Folie ausgekleidet) und selbstgebautem Wärmetauscher aus z.B. PEX-Schlauch oder Kupferrohr. Edelstahlwellrohr ist eine gute Alternative: es leitet die Wärme zwar nicht so schön wie Kupfer, ist aber leicht verarbeitbar und altert kaum. Es ist aber nicht die günstigste Variante.

In manchen Systemen wird ein Plattenwärmetauscher ausserhalb des Speichers verwendet. Für uns kam das nicht in Frage, da komplexer, anfälliger und teurer.

Statt Wärme im Wasser zu speichern gibt es auch Systeme, die die Schmelz- und Kristallisationswärme (Latentwärme) von z.B. Paraffin benützen. Paraffin schmilzt bei 50-60°⁶ und der reine Schmelzprozess, ohne Erwärmung, schluckt 200-250 Joule pro Gramm. Pro Grad Temperaturerhöhung speichert es jedoch nur gut halb soviel Energie

5 Einzige Einschränkung: unser DLE beschränkt den (Warmwasser)Durchfluss auf 4 Liter Wasser pro Minute. Das ist selbst für einen Duschsparkopf etwas wenig. D.h.: wenn der Speicher mit 40°C warm genug ist, müsste doch der DLE laufen und 4l/min Nachheizen auf 60°, damit in der Dusche unter Beimischung kalten Wassers 6l/min 40° warmes Wasser fließen kann. Vorgesehene Lösung: eine Warmwasserleitung, die den DLE umgeht und dann eingeschaltet wird, wenn das Speicherwasser alleine schon heiss genug ist und nicht nachgeheizt werden muss.

6 Je nach genauer Mischung der Paraffinarten auch schon bei 40° oder erst bei 70°

wie Wasser.⁷ Die Rückgewinnung der Latentwärme aus Paraffin ist im Prinzip ein langsamer Prozess, weil sich um den Wärmetauscher eine isolierende Schicht festen Paraffins bilden kann. Wir fanden bei den Händlern leider keine klaren Angaben zum zu erwartenden Wärmestrom, der während einer gewissen Zeit aus deren Paraffinspeicher fließt. Für die Zukunft halten wir folgende Option im Blick: es gäbe auch die Möglichkeit, im Speicher mit Paraffin gefüllte Kunststoffkugeln schwimmen zu lassen. Die wären vom Speicherwasser umspült und das Paraffin kann sich nicht am Wärmetauscher absetzen. Die Lebensdauer solcher Kugeln im heißen Wasser ist allerdings noch nicht geklärt und die Kosten/Nutzenrechnung auch nicht.

Einen Speicher aus Holz haben wir nicht gebaut, da er im verfügbaren Raum eher hoch und schmal werden musste und wir die Dimensionierungen bezüglich des Wasserdrucks nicht klären konnten. Das Risiko einer Leckage in unserem Holzhaus wollten wir nicht eingehen für einige hundert Franken Kosteneinsparung. Bei der Firma Baldinger (CH) fanden wir dann einen Edelstahl-"Eimer" mit 290l Inhalt, Deckel und Auslauf, produziert von der Firma Speidel (D). Wir haben drei weitere Löcher im oberen Rand gemacht⁸ für Kollektorrücklauf und Wärmetauscher sowie eine Kabeldurchführung im Deckel für eine Zusatzheizung⁹. Das warme Wasser vom Kollektor läuft nicht frei in den Speicher, aber fällt in ein 5cm breites Kunststoffrohr mit Ausgängen auf verschiedenen Höhen in dem Speicher; ein Versuch, das Wasser nicht zu stark zu verwirbeln zwecks Schichtung¹⁰.

Mit Hilfe einer Spreadsheet konnten wir annäherend ausrechnen¹¹, dass 20m Inox-Wellrohr mit 16mm Durchmesser auch bei einer Fließgeschwindigkeit von 9l/min genügend Wärme aus dem Speicherwasser durchleiten kann, und dass das Trinkwasser mehr als 95% der Speichertemperatur erreicht. Das Rohr ist mit Hilfe einiger Metallstäbe und vieler Kabelbinder zu einer passenden Spirale geformt. Das Wasser durchfließt die Spirale von unten nach oben, also von kälter nach wärmer.¹²

7 Rechenbeispiel: Wasser aufheizen von 10° auf 60°C speichert 210 Joule pro Gramm. Paraffin speichert im Vergleich 100 Joule in reiner Erwärmung, aber auch gut 200 Joule in Schmelzenergie.

8 Es ist möglich, dies mit einem Bohrschaber und ohne Bohrstände zu machen. Ggf. verankert sich der Bohrer und braucht es einen neuen Schaber. Die Löcher kamen deswegen in den obersten Bereich, weil wir die Dichtungen keinem Druck aussetzen wollten. Wir fanden auch bei den hiesigen Installationsfirmen keine wirklich geeigneten Teile, um die Durchbrüche mit einem Gewinde auszurüsten.

9 Im ersten Winter waren zwar Speicher und DLE angeschlossen, aber noch kein Kollektor. Den Speicher haben wir mit einer 300W Aquariumheizung auf Zimmertemperatur gehalten, damit der DLE seine 4l/min 60° warmes Wasser für die Dusche produzieren konnte.

10 Schichtung bedeutet, dass man oben aus dem Speicher wärmeres Wasser gewinnen kann als die Durchschnittstemperatur des Speichers vermuten lässt.

11 Relevante Parameter sind: Oberfläche und Inhalt des Rohres, Durchflussmenge (und daraus folgend wie lange Wasser im Rohr verbleibt und aufwärmen kann) und die Stärke der Rohrwand und ihre Wärmeleitfähigkeit (U-Wert). Eine genaue Berechnung müsste Faktoren wie Verwirbelung miteinbeziehen.

12 Der Speicher ist 1m hoch und hat einen Durchmesser von ca. 63cm. Er ist vielleicht eigentlich nicht schlank genug um eine richtige Schichtung des Wasser zu erreichen und zu erhalten, jedoch ist anzunehmen, dass der Speicher meistens oben etwas wärmer sein wird als unten. Für eine richtige Schichtung bräuhete es eher ein Höhe-Breite-Verhältnis von 3:1 oder mehr laut einigen Herstellern.

Kollektor

VRKs können, aufgrund der effektiven Vakuumisolation, bei tiefen Aussentemperaturen doch noch Wärme gewinnen; besser als flache Kollektoren. Sie sind pro m² Absorberfläche (netto Oberfläche) auch etwas effizienter, aber teurer.

Direkt durchflossene VRKs, bei denen das Wasser durch jedes Vakuumrohr geleitet wird, sind für ein Drainbacksystem eher nicht geeignet, weil sie nicht vollständig leerlaufen, wenn die Pumpe stoppt.

Die passende VRK-Variante hat in jedem Rohr eine Heatpipe. Diese nimmt die Wärme der Absorberfläche im Rohr auf und leitet sie zum Sammelrohr, wo sie vom Wasser aufgenommen wird. Frühe Heatpipes waren anfällig für starken Frost, aber heute sollten sie auch -40°C schadlos überstehen. Im Rohr befindet sich die Heatpipe übrigens nicht in einem Vakuum: das doppelwandige Rohr ist nach oben offen und nur mit einem schlichten Kunststoffdeckel verschlossen. Das Vakuum befindet sich zwischen den Wänden des Doppelrohrs und unterbindet jegliche Wärmeleitung entlang des Rohrs. Wenn also die Heatpipe sich mit seiner Absorberfläche in der Strahlung der Sonne aufwärmt, kann die Wärme nirgendwo anders hin als zum Sammelrohr. Die Anbindung der Heatpipe zum Sammelrohr kann trocken oder nass sein. Letzteres heist, dass der Heatpipekopf direkt vom Wasser umflossen wird und das Sammelrohr erst dicht ist, wenn alle Heatpipes hineingesteckt sind; ersteres, dass das Sammelrohr in sich geschlossen ist mit passenden Stellen, die den Heatpipekopf umschliessen und seine Wärme weiter zum Wasser leiten. Im zweiten Fall können also auch einzelne Röhren fehlen, bzw. ausgetauscht werden; auch beim laufenden System.

Die Aussenseite jedes Rohres behält mehr oder wenig die Umgebungstemperatur, was mit Schnee oder Raureif ein Nachteil sein kann, weil Schnee am Rohr nicht auftaut wie bei einem flachen Kollektor. Auch kann man den Schnee nicht schnell zum Schmelzen bringen, in dem kurzzeitig warmes Wasser aus dem Speicher durch den Kollektor gepumpt wird.

Die Effizienz von VRKs kann noch um etwa 10% gesteigert werden mit einem Spiegel hinter den Röhren. Wir haben darauf verzichtet, weil Schnee dann noch leichter liegen bleiben würde und der Wind mehr Angriffsfläche hätte.

Brutto und netto Fläche sind bei VRKs sehr unterschiedlich (4,5 resp. 2,8m²) weil die eigentliche Absorberfläche in den doppelwändigen Röhren steckt und die Röhren jeweils mit einem Luftspalt montiert werden.

Lieferanten werben gerne mit einem Jahresrendement in Kilowattstunden. Das ist zwar ein Vergleichswert, aber bei der Anlagenplanung kein sinnvoller Wert, weil der Kollektor im Sommer zuviel und im Winter zu wenig Wärme liefern wird und man diese nicht aufsparen kann, ausser man erwärmt mit der überflüssigen Wärme dutzende Kubikmeter Wasser o.ä. und isoliert diese während Monaten gegen Energieverlust.

Sinnvoll ist der Wirkungsgrad, der besagt wieviel des einfallenden Lichtes als Wärme ans Wasser weiter gegeben wird; etwa 75%.

Die gelieferte Aufständerung ist aus leichtem Aluminium und muss verankert werden. Am einfachsten mit Betonplatten, die man auf Gummimatten auf das Dachbitumen legt.

Ausrichtung

Kollektoren werden fest aufgestellt, weil in den allermeisten Fällen eine Mechanik um die Sonne zu folgen zu kompliziert und zu fehleranfällig ist. Die beste Ausbeute, d.h. die längste Bestrahlung durch die Sonne, verlangt eine Ausrichtung Richtung Süden¹³, oder in unserem Fall etwas mehr in Richtung Südwesten, weil unser Tal nicht ganz Nord-Süd-orientiert ist und es auf der Ostseite höhere Berge gibt.

Die vertikale Ausrichtung ist abhängig vom Breitengrad, wir wohnen auf dem 45., und von wann im Jahr die tägliche Ausbeute maximiert werden sollte. Rund Weihnachten steht die Sonne bei uns 22° über dem Horizont, im Sommer 67° und am 21. März und 21. September auf genau 45°. Ein Ausrichtungsabweichung von 20° zum Optimum wirkt sich aus als etwa 5% weniger Ertrag, 40° Abweichung liefern 15-20% weniger Ertrag.

Da im Winter die Sonne tief steht, gibt es weniger Ertrag¹⁴, weil das Sonnenlicht bei seinem längeren Weg durch die Atmosphäre mehr zerstreut wird¹⁵. Zusätzlich sind die Tage kürzer und trüber. Deswegen macht es Sinn, die Anlage für den optimalen Ertrag in der 2. Herbsthälfte (bzw. 2. Winterhälfte) auszurichten. Das hiesse z.B ein Winkel von 55-60°. Leider bieten die im Handel erhältlichen Aufständerungen diese Möglichkeit nicht; wahrscheinlich steht das Ganze dann auch schnell zu instabil bzw. braucht es zuviel Material für die Konstruktion. Wir hatten also die Wahl: senkrecht an die Hauswand, was selbst rund der Wintersonnenwende 5% von optimal entfernt ist, oder 45°, was optimal ist am Herbst- und Frühlingsanfang. Mit der 45°-Aufständerung auf dem Flachdach war es in unserem Fall auch einfacher, das notwendige Gefälle in den Leitungen zu realisieren.

Rendement und Nutzen

Zahlen zum Rendement einzelner Komponenten oder auch der ganzen Anlage sagen nicht so viel aus über dem Nutzen der Anlage. In der Praxis wird man im Sommer die gesammelte Wärme nur ausnützen können, in dem man ganz lange duscht, und im Winter wird nicht genügend Wärme gesammelt, um ohne Zusatzheizung auszukommen. Das gilt auf jeden Fall für unsere Lage, wo die Berge der Anlage rund Weihnachten nur etwa 4 Stunden direkte Einstrahlung gönnen.¹⁶

Ausgehend von oben genannten 165 Liter Wasser am Tag, die 35° wärmer werden müssen, brauchen wir dazu etwa 2450 kWh/Jahr¹⁷. Die kWh kostet in unserem Dorf etwa Sfr 0,16; das macht Sfr 386,- im Jahr. Wenn wir jetzt $\frac{2}{3}$ der Wärme von der Sonne¹⁸ holen, sparen wir voraussichtlich Sfr. 257,- pro Jahr und brauchen wir gut 10 Jahre, die Materialkosten (siehe weiter unten) wieder zurückzuerdienen. Im Nachhinein stellte sich

13 Auf der nördlichen Halbkugel

14 Bei uns halb soviel, in Norddeutschland nur ein Viertel

15 Siehe z.B. der Begriff "Luftmasse" auf [https://de.wikipedia.org/wiki/Luftmasse_\(Astronomie\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Luftmasse_(Astronomie))

16 Die genaue Berechnung wird erschwert durch den Energieverbrauch der Pumpe, die ggf. länger laufen muss, um die wenige vorhandene Wärme einzusammeln.

17 Formel: (Liter pro Jahr * 4200 Joule * °C Erwärmung) / (Anzahl Sekunden in der Stunde) = Wattstunden

18 Vielleicht ist es nur die Hälfte, aber wir sind optimistisch

heraus, dass die Teilinvestition von Sfr 25,- in einen 6-Liter Duschkopf schon 60 Liter Warmwasser pro Tag spart (macht Sfr 140,- im Jahr). Der neue Duschkopf war für uns zwar eine Konsequenz dieses Solarthermieprojektes, aber hätte auch ohne das zum Einsatz kommen können.

Die finanzielle Einsparung als Begründung der Anlage ist jedoch eine zu enge Sichtweise, weil einerseits der ökologische Fussabdruck der Anlage und andererseits die der Elektrizitätserzeugung auch in Betracht gezogen werden müssen. Oder die Überlegung, dass wir renditeloses Spargeld eingesetzt haben, um unsere Monatsausgaben langfristig zu verringern.

Pumpe

Für eine Ein-Kollektoranlage reicht ein Durchfluss von einigen hundert Litern pro Stunde. Da gängige solartauchliche Zirkulationspumpen viel Geld kosten, sind wir bei einem Pümpchen gelandet, das primär für PC-Wasserkühlungen eingesetzt wird¹⁹.

In einer Drainbackanlage muss die Pumpe am Anfang erst das System füllen, d.h. das Wasser muss mehrere Meter²⁰ hochgepumpt werden; knapp 4 Meter bei unserer kompakten Anlage. Das kann nicht jede Pumpe. Später hilft das zurückfliessende Wasser, die Pumpe zu entlasten. Wir erreichen einen Durchfluss von ca. 240 Liter pro Stunde bei einem elektrischen Verbrauch von 18 Watt. Das heisst, bei einer zum Kollektor senkrechten Sonneneinstrahlung von 1000W/m² (wie im Sommer bei klarem Himmel) gewinnen wir 75% x 1000W x 2,8m² = 2100W und würde der Speicher in einer Stunde etwa 25°C wärmer werden.

Die Pumpe läuft mit 12 Volt Gleichstrom, die von der Steuerung geschaltet wird. Sie hat ¼" Aussengewinde-Anschlüsse, die allerdings zu eng platziert sind, um ohne Bogen einen Anschluss auf eine ¾" Solarleitung zu ermöglichen. Das Pumpgehäuse ist aus Kunststoff²¹ und darf laut technischen Daten maximal 60°C warmem Wasser ausgesetzt sein. Dafür kostete sie weniger als ⅓ des Preises einer gängigen Zirkulationspumpe.

Steuerung

Die Steuerung (Fa. Solarkonzept) läuft ebenfalls mit 12 Volt²² und könnte auch von einer Batterie oder einem Solarpanel gespeist werden. Sie ist relativ preisgünstig. Im Handel erhältliche Steuerungen kosten üblicherweise soviel wie ein PC, trotz sehr einfacher Steuerungsaufgaben, sicher bei unserer Anlage.

Sie entscheidet auf Grund zweier Fühler (Thermistoren), ob die Pumpe eingeschaltet werden soll. Ein Fühler misst die Temperatur im unteren Speicher (an dessen Aussenwand

19 aber eine Durchschnittslebensdauer von 50.000 Stunden haben soll (6 - 7 Jahre Dauerbetrieb)

20 Wenn der Abstand zwischen Speicher und Dach sehr gross ist, kann man mehrere Pumpen in Serie einbauen, wovon ein Teil nur in der Startphase läuft und/oder man kann hoch in der Anlage, aber noch innerhalb der Hausisolation, einen zusätzlichen, kleinen Drainbackspeicher einbauen. Dieser nimmt bei Stillstand das Wasser auf, das bei laufender Anlage ausserhalb des Hausses zirkuliert. In unserer Anlage übernimmt der Hauptspeicher diese Rolle.

21 Zur Abdichtung der Verbindung kein Hanf sondern Teflon verwenden: Hanf dehnt aus und es entsteht ein zu grosser Druck im Gewinde (Dank an Marcel für den Tipp!)

22 Verbrauch: 0,7 Watt

unter der Isolation), der andere am Kollektorsammelrohr. Einstellbar sind die Temperaturdifferenzen bei denen die Pumpe anspringen bzw. abgeschaltet werden soll.

In Zukunft wäre noch gewünscht, dass die Pumpe nicht einschaltet wenn die Anlage zu heiss (über 100°C) ist²³ um Dampfschläge zu vermeiden. Über eine Spannungsregulierung zwischen 6 und 13 Volt könnte man die Pumpleistung (und Energieverbrauch) weiter optimieren und je nach Kollektortemperatur die Wärme schneller zum Speicher führen.

Falls die Speichertemperatur zu tief sinkt (unter 15°C) und der Durchlauferhitzer nicht mehr nachkommen würde wird eine kleine Zusatzheizung von einer separaten Thermoschaltuhr eingeschaltet.

Leitungen und Anschlüsse

Wo möglich in Edelstahl und Messing ausgeführt. Edelstahlwellrohranschlüsse gibt es verschiedene. Wir haben Verschraubungen mit einem Segmentring gewählt.²⁴Müsste man viele Anschlüsse machen, ist das System vielleicht zu umständlich, dafür aber sehr einfach und ohne Spezialgeräte zu handhaben.

Trinkwasserkreis

Wegen der variierenden Speichertemperatur ist es sinnvoll, Thermohähne zu verwenden dort wo Warmwasser einer bestimmten Temperatur gewünscht ist, wie in der Dusche.

Als Verbrühungsschutz sollte zentral zwischen Wärmetauscher und den restlichen Warmwasserleitungen ein Temperaturbegrenzer eingebaut werden, der bei Speichertemperaturen über 60°C ausreichend Kaltwasser beimischt.

Die Waschmaschine ist direkt beim Speicher aufgestellt und mit einem eigenen Thermomischer am Warmwasserkreis angeschlossen.

23 Das würde passieren, wenn an einem sonnigen Tag die Anlage wegen vollem Speicher schon mitten am Tag ausgeschaltet ist und dann Heisswasser entnommen wird, so dass die Anlage wieder anspringt und den inzwischen stark aufgeheizten Kollektor neu flutet.

24 Das Wellrohr wird mit einem Rohrschneider in einem Tal geschnitten. Eine Überwurfmutter wird auf das Rohr geschoben. Im ersten Tal nach der Schnittstelle wird der Segmentring eingelegt. Mit zwei Rohrзangen wird die Überwurfmutter an ein flach-schliessendes Aussengewinde festgezogen und wieder gelockert. Dann ist die Schnittstelle am Rohr flach gepresst und kann das Rohr mit einem Dichtungsring und nur wenig Kraft wasserdicht angeschlossen werden.

Anhänge:



Bilder



Ausgabenüberblick

Preise excl. MwSt. und umgerechnet in Schweizer Franken

Was	Preis	Anzahl	Kosten	
SPEICHER Komplett				803,92 CHF
PVC Rohrteile (Beruhigung)	2,60 CHF	3	7,80 CHF	
PVC Rohrteile (Beruhigung)	1,80 CHF	1	1,80 CHF	
Rohrabschneider	32,10 CHF	1	32,10 CHF	
Kugelhahn ¾"	12,50 CHF	1	12,50 CHF	
Inox Rundrohr für WT-Gestell	2,50 CHF	4,5	11,25 CHF	
Zuschnitt Rundrohr	1,00 CHF	3	3,00 CHF	
Kabelbinder 150mm	4,40 CHF	1	4,40 CHF	
Heizelement 2kW	37,14 CHF	1	37,14 CHF	
Thermostat	49,14 CHF	1	49,14 CHF	
Tank 300l Inox	245,70 CHF	1	245,70 CHF	
Deckel Tank	65,25 CHF	1	65,25 CHF	
Rohrdurchführung komplett	28,00 CHF	3	84,00 CHF	
Inox Wellrohr DN16	40,00 CHF	3,9	156,00 CHF	
Verschraubungen Inox Wellrohr komplett	1,65 CHF	7	11,55 CHF	
Doppelnippel ¾"	3,49 CHF	1	3,49 CHF	
Thermostat inkl. Anschluss ¾"	59,00 CHF	1	59,00 CHF	
Reduz. 1"-3/4"	3,90 CHF	4	15,60 CHF	
Reduz. ¾"-1/2"	4,20 CHF	1	4,20 CHF	
SOLARKREIS				1.493,19 CHF
Betonschrauben 7,5x50	25,80 CHF	1	25,80 CHF	
Vak.rohr Kollektor	877,80 CHF	1	877,80 CHF	
Aufständerung Kollektor	143,00 CHF	1	143,00 CHF	
Solarsteuerung	71,50 CHF	1	71,50 CHF	
Sensoren mit Anschlussdose	32,99 CHF	1	32,99 CHF	
Solardoppelrohr DN16 gedämmt 10m	166,50 CHF	1	166,50 CHF	
Kleinmat. Rohrverbinder	61,81 CHF	1	61,81 CHF	
12 Gehwegplatten 50x50cm Occasion	0,00 CHF	1	0,00 CHF	
Holzresten & Schrauben Befestigung	0,00 CHF	1	0,00 CHF	
Solarrohr aussen				
Kleinmat. Befestigung Röhre und Kabel	20,00 CHF	1	20,00 CHF	
Pumpe	76,90 CHF	1	76,90 CHF	
Netzteil	16,90 CHF	1	16,90 CHF	
DLE				363,90 CHF
Durchlauferhitzer 11kW	299,00 CHF	1	299,00 CHF	
Kugelhahn ¾"	14,90 CHF	1	14,90 CHF	
Kleinmat. Anschluss	50,00 CHF	1	50,00 CHF	
Gesamt:				2.661,01 CHF

Schema

