

Halbwegs Öko - Nachtrag Solarthermie

Oktober 2019

Inhaltsverzeichnis

Einleitung.....	1
Nachtrag Juli 2023.....	1
Beschreibung der Anlage.....	2
Drainback.....	2
Komponenten.....	2
Allgemeine Überlegungen.....	3
Dimensionierung und Rendement.....	3
Speicher & Wärmetauscher.....	4
Kollektor.....	5
Rendement und Nützen.....	6
Pumpe.....	7
Steuerung.....	7
Leitungen und Anschlüsse.....	8
Trinkwasserkreis.....	8
Langzeiterfahrung.....	8
Fotos.....	9
Ausgabenüberblick.....	10
Schema.....	11

Einleitung

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

Dieser Text ist keine Anleitung die man Gedankenlos folgen kann, wir übernehmen keine Verantwortung für Fehler und Missverständnisse. Wir hoffen das der Text eine Anregung sein kann und eine Abkürzung für viele Stunden Internetsucharbeit.

Vättis, 30. Oktober 2019

Gyelt Tuinstra & Andrea Weise

Nachtrag Juli 2023

Langzeiterfahrungen beschrieben sowie geplante Verbesserungen; Details verbessert & ergänzt.

Beschreibung der Anlage

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

Drainback

Wenn der Pumpe nicht läuft, fließt alle 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 stillstehender, abkühlender Flüssigkeit befindet, ist der Anlage inherent Frostgeschützt und braucht kein Beimischung von Frostschutzmittel. Das ist billiger, einfacher und das reine Wasser kann mehr Wärme aufnehmen. Der Kollektor muss für drainback geeignet sein und vollständig Lehrlaufen können und muss die entstehende hohe Stillstandtemperaturen ertragen können.

Komponenten

- Speicher: Edelstahl Mostbehälter, 290liter; Isolation: 8cm Wolldämmung¹
- 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 Boswell
- Kollektoraufständerung: Bausatz vom Kollektorlieferant, Alugestell mit Edelstahlschrauben als Baupaket, Befestigung an Gehwegplatten auf Gummimatten
- Pumpe: Laingg DDC 12V Pumpe (für Wasserkühlung im Computerbereich)
- Steuerung: Solarkonzept Differenzschaltung, 12V
- Stromquelle: Trafo 240V → 12V
- Wasserleitungen: Edelstahlwellrohr, 16mm, werkseitig isoliert mit Vliess, 20mm, Polyethylen/Polypropylen in UV-beständige Folie, wo nötig ergänzt/ersetzt mit polyurethanschaum Rohrisolierung aus dem Baumarkt.
- Sekundäre Wärmequelle: Elektrische Durchlauferhitzer, 11kW, elektronisch geregelt, hot-fill, Marke Clage

¹ Wollmatten eingeschlagen in Textil, zugenäht und Textil mit Ösen versehen um die Matten um den Speicher mit Seil befestigen zu können.

Allgemeine Überlegungen

Bestehende Komplettlösungen erschienen uns relativ teuer und gemeint für Installation und Betreuung durch professionelle Installateure. Die im Internet vorhandene Dokumentation ist oft nicht vollständig und bei den Ansteuerungen wird nicht auf open-source Software gesetzt. Eine Offerte die uns während der Hausbauphase in 2014 unaufgefordert angeboten wurde, bietet ein markenloses Drainbacksystem mit 5m² Flachkollektoren und einem 500 Liter Emailspeicher, komplett und mit Glycol (?!) 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 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 ursprüngliche Komponenten nicht mehr lieferbar sind.

Dimensionierung und Rendement

Bisher lief eine 100 Liter elektrische Warmwasserspeicher mit einem geschätzten Verlustleistung von 80-100 Watt. Unser Warmwasserverbrauch kennen wir nicht exakt, im Schnitt:

- wurde ca. 15min. pro Tag geduscht (d.h. 10l/min, 40°),
- läuft ein kleiner Geschirrspüler etwa 5 mal pro Woche und
- wird ca. 3 mal pro Woche die Waschmaschine angestellt.
- An der Küchenspüle wird täglich geschätzte 5-10 Liter Heisswasser gezapft.

Eine Solarwarmwasserspeicher mit elektrische Zusatzheizung *im* Speicher ist keine optimale Lösung weil immer das Risiko besteht, dass die elektrische Heizung entweder der Sonne zuvor kommt oder schon hätte anspringen sollen.

Elektrisch Nachheizen bedingt, bei gängige Duschemengen 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.² Dass können unsere Stromleitungen (3x16A) nicht liefern. Wir haben mit einem neuen Duschkopf aus dem Baumarkt (Sfr 25,-) den Verbrauch auf 6l/min reduziert, ohne grosse Komforteinbüsse. Ein Thermowasserhahn in der Dusche hilft den Hausfrieden wenn während dem Duschen eine andere Zapfstelle geöffnet wird (es gibt dann zwar weniger, aber immer noch gleich warmes Wasser in der Dusche).

Indem der Solarspeicher zumindest auf Zimmertemperatur gehalten wird, kann eine 11kW Durchlauferhitzer (DLE) dem nicht mehr ganz kalten Wasser ausreichend aufheizen. Unser DLE kommt zurecht mit heissem Vorlaufwasser und verbraucht dann entsprechend weniger Elektrizität um die eingestellte Zieltemperatur zu erreichen. Dass heisst, dass

² 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

jedes bisschen Wärme im Speicher zu einem niedrigeren Elektrizitätsverbrauch beim Duschen führt. Ab ein Speichertemperatur von 40-45° braucht es kein Nachheizen mehr.³

Speicher & Wärmetauscher

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

Da unser Warmwasserverbrauch bei ca. 165 Liter 40°C warmes Wasser pro Tag liegt, würde ein 60° warmer 300 Liter Speicher den Bedarf von 1-2 Tagen decken. Ein grössere Speicher braucht auch eine grössere Kollektorfläche und gibt mehr Wärme an der Umgebung 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 wird über einem Wärmetauscher aufgewärmt. Der Vorteil dabei ist, dass das Trinkwasser kaum warme Stillstandszeiten kennt (weniger Bakterienwachstum) und das 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 selbstgebaute Wärmetauscher aus PEX-Schlauch oder Kupferrohr. Edelstahlwellrohr ist eine gute Alternative: es leitet die Wärme zwar nicht so schön wie Kupfer, ist aber leicht verarbeitbar und ältert kaum.

In manche Systeme wird eine Plattenwärmetauscher verwendet, für uns kam dass nicht im Frage weil komplexer, anfälliger und teurer.

Statt Wärme im Wasser zu speichern, gibt es auch Systeme die die Schmelz- und Kristallisationswärme (Latentwärme) von z.B. Parafin benutzen. Parafin schmilzt bei 50-60°⁴ und der reine Schmelzprozess schluckt 200-250J/g. Pro Grad Temperaturerhöhung speichert es jedoch nur gut halb soviel Energie wie Wasser.⁵ Die Rückgewinnung der Latentwärme aus Parafin ist im Prinzip ein langsamer Prozess, weil sich um den Wärmetauscher ein isolierender Schicht fester Parafin bilden kann. Wir fanden bei den Händler leider keine klare Angaben zur erwartenden Wärmestrom der während eine gewisse Zeit aus deren Parafinspeicher fließen konnte. Für die Zukunft halten wir folgender Option im Auge: es gäbe auch die Möglichkeit, im Speicher mit Parafin gefüllte Kunststoffkugeln schwimmen zu lassen. Die wären vom Speicherwasser umspült und das Parafin kann sich nicht an der Wärmetauscher absetzen. Die Lebensdauer solche Kugeln im heissen Wasser ist allerdings noch nicht geklärt und der Kosten/Nützenrechnung auch nicht.

Ein Speicher aus Holz haben wir nicht gebaut, da er im verfügbaren Raum eher hoch werden musste und wir die Dimensionierungen bezüglich den Wasserdruck nicht klären

3 Einziger Einschränkung: der DLE beschränkt den (Warmwasser)Durchfluss auf 4 Liter Wasser pro Minute, dass ist selbst für den Duschparkopf etwas wenig. D.h.: wenn der Speicher mit 40°C warm genug ist, müsste doch der DLE laufen und das Wasser Nachheizen auf 60°, damit in der Dusche unter Beimischung kaltem Wassers 6l/min 40° warmes Wasser fließen kann.

4 Je nach genaue Mischung der Parafinarten auch schon bei 40° oder erst bei 70°

5 Rechenbeispiel: Wasser aufheizen von 10° auf 60°C speichert 210 Joule pro Gramm. Parafin speichert dabei nur 100 Joule in reine Erwärmung, aber auch gut 200 Joule in Schmelzenergie.

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 ein Edelstahl "Eimer" mit 290l Inhalt, Deckel und Auslauf, produziert von der Firma Speidel (D). Wir haben drei weitere Löcher im oberen Rand gemacht⁶ für Kollektorrücklauf und Wärmetauscher sowie ein Kabeldurchführung im Deckel für eine Zusatzheizung⁷. Das warme Wasser vom Kollektor läuft nicht frei in den Speicher, aber fällt in ein 5cm breites Kunststoffrohr mit Ausgänge auf verschiedene Höhen in dem Speicher; ein Versuch dass Wasser nicht zu stark zu verwirbeln zwecks Schichtung⁸.

Mit Hilfe eines Spreadsheets konnten wir annäherend ausrechnen⁹, 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 viele Kabelbinder¹⁰ zu einer passenden Spirale geformt. Das Wasser durchfließt der Spirale von unten nach oben, also von kalter nach wärmer.¹¹

Kollektor

VRKs können, aufgrund der Vakuumisolation, bei tiefer Aussentemperaturen doch noch Wärme gewinnen, besser als flache Kollektoren. Sie sind pro netto Oberfläche auch etwas effizienter, aber teurer.

Direkt durchflossene VRKs, solche wo das Wasser durch jede Röhre geleitet wird, sind für ein Drainbacksystem eher nicht geeignet weil sie nicht leerlaufen wenn der Pumpe stoppt.

Der passende VRK-Variante hat in jedem Rohr eine Heatpipe. Dieser nimmt die Wärme von der Absorberfläche im Rohr auf und leitet sie zum Sammelrohr wo das Wasser sie aufnimmt. Frühe Heatpipes waren anfällig für starker Frost, aber heute sollen sie auch -40°C schadlos überstehen. Im Rohr befindet sich die Heatpipe übrigens nicht in einem Vakuum, das doppelwandige Rohr ist nach oben nur mit einem schlichten Kunststoffdeckel verschlossen. Das Vakuum befindet sich zwischen den Wänden des Doppelrohrs und unterbindet jegliche Wärmeleitung entlang dem Rohr. Wenn also die Heatpipe sich mit seiner Absorberfläche in der Strahlung der Sonne aufwärmt, kann die Wärme nirgendwo anders hin als zum Sammelrohr. Der Anbindung von der Heatpipe zum Sammelrohr kann

6 Es ist möglich dies mit einem Bohrschaber und aus der Hand zu machen, ggf. verkantet sich der Bohrer und braucht es einen neuen Schaber. Die Löcher kamen deswegen im obersten Bereich weil wir die Dichtungen für den Durchbruch kein Druck aussetzen wollten (wir fanden auch bei den hiesigen Installationsfirmen keine wirklich geeigneten Teile um die Durchbrüche mit einem Gewinde auszurüsten).

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

8 Schichtung bedeutet, dass man oben aus dem Speicher wärmeres Wasser gewinnen kann als der Gesamtenergie des Speichers vermuten lässt.

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

10 Leider brechen diese im Laufe der Jahre und muss eine andere Lösung her.

11 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 etwa wärmer sein wird als unten. Für eine richtige Schichtung bräuchte es eher ein Höhe-Breite Verhältnis von 3:1 oder besser laut einige Hersteller.

trocken oder nass sein. Letzteres heisst, 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 passende Stellen die den Heatpipekopf umschliessen und seine Wärme weiter zum Wasser leiten. In dem Fall können 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 der Schnee am Rohr nicht auftaut wie bei einem flachen Kollektor. Auch kann man der Schnee nicht schnell zum schmelzen bringen indem man kurzzeitig warmes Wasser aus dem Speicher durch den Kollektor pumpt.

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.

Der gelieferte Aufständering ist aus leichtem Aluminium und muss verankert werden. Am einfachsten mit Betonplatten die man auf Gummimatten auf dem Dachbitumen legt.

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

Lieferanten werben gerne mit einem Jahresrendement in Kilowattstunden. Das ist in der Praxis 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 überflüssige Wärme dutzende Kubikmeter Wasser und weisst diese während Monate gegen Energieverlust zu isolieren.

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

Rendement und Nützen

Zahlen zum Rendement von einzelne Komponenten oder auch von der ganze Anlage sagen nicht so viel aus über dem Nützen der Anlage. In der Praxis wird man im Sommer die gesammelte Wärme nur ausnützen können in dem man ganz lange duscht und im Winter nicht genügend Wärme sammeln können um ohne Zusatzheizung auszukommen. Das gilt auf jeden Fall für unsere Lage, wo die Bergen die Anlage rund Weihnachten nur etwa 4 Stunden direkte Einstrahlung gönnen. Die genaue Berechnung wird erschwert durch den Energieverbrauch der Pumpe, der ggf. länger laufen muss um die wenige vorhandene Wärme einzusammeln.

Ausgehend von oben genannte 165 liter Wasser am Tag die 35° wärmer werden müssen, brauchen wir dazu etwa 2459kWh¹². Die kosten in unserem Dorf etwa Sfr 0,16¹³, das macht Sfr 386,- im Jahr. Wenn wir jetzt $\frac{2}{3}$ der Wärme von der Sonne¹⁴ holen, sparen wir voraussichtlich Sfr. 257,- pro Jahr und brauchen wir gut 10 Jahre, die Materialkosten

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

13 Preislevel 2019

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

wieder zurückzuverdienen. Tatsache ist, dass die Investition 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 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 einhundert Liter pro Stunde. Da gängige solartauchliche Zirkulationspumpen viel Geld kosten, sind wir bei einem Pümpchen gelandet das eigentlich für PC-Wasserkühlungen gedacht ist.

In einer Drainbackanlage muss die Pumpe am Anfang erst das System füllen, d.h. das Wasser muss mehrere Meter hochgepumpt werden, knapp 4 Meter bei unserer kompakten Anlage. Das kann nicht jeder Pumpe. Später hilft das zurückfließende Wasser die Pumpe zu entlasten. Wir erreichen einen Durchfluss von ca. 240 Liter pro Stunde. Das heisst, bei einer zum Kollektor senkrechten Sonneneinstrahlung von 1000W/m^2 (im Sommer bei klarem Himmel) gewinnen wir $0,75 \times 1000\text{W} \times 2,8\text{m}^2 = 2100\text{W}$ und würde der Speicher in einer Stunde etwa 25°C wärmer werden.

Die Pumpe läuft auf 12 Volt Gleichstrom die von der Steuerung geschaltet wird. Er hat $1/4''$ Aussengewinde Anschlüsse die allerdings zu eng platziert sind um einen Anschluss auf $3/4''$ ohne Bogen zu ermöglichen. Das Pumpgehäuse ist aus Kunststoff¹⁵ und erträgt maximal 60°C warmes Wasser. Dafür kostete er weniger als $1/3$ des Preises einer gängigen Zirkulationspumpe.

Steuerung

Die Steuerung (Fa. Solarkonzept) läuft ebenfalls mit 12 Volt und könnte auch von einer Autobatterie gespeist werden. Im Handel erhältliche Steuerungen kosten üblicherweise soviel wie eine einfache PC, dennoch sind die Steuerungsaufgaben einfach, sicher bei unserer Anlage.

Er entscheidet auf Grund zweier Fühler (Thermistor) ob die Pumpe eingeschaltet werden soll. Ein Fühler misst die Temperatur im unteren Speicher (an dessen Aussenwand unter der Isolation), der andere am Kollektorsammelrohr. Einstellbar sind die Temperaturdifferenzen wobei ein- oder ausgeschaltet werden soll. Ist der Anlage zu heiss, z.B. über 130° , schaltet die Pumpe nicht ein, um Dampfschläge zu vermeiden. Über eine Spannungsregulierung zwischen 6 und 13 Volt könnte man die Pumpleistung (und den Energieverbrauch) weiter optimieren und je nach Kollektortemperatur die Wärme schneller zum Speicher führen.

15 Zur Abdichtung der Verbindung kein Hanf sondern Teflon verwenden - Hanf dehnt aus und es entsteht dann ein zu grosser Druck im Gewinde (Danke Marcel für den Tipp)

Falls der Speichertemperatur zu tief fällt (unter 15°C) und der Durchlauferhitzer nicht mehr nach kommen würde, wird einem kleinen Tauchsieder von eine separate Thermostatur eingeschaltet

Leitungen und Anschlüsse

Wo möglich in Edelstahl und Messing ausgeführt. Edelstahlwellrohranschlüsse gibt es verschiedene. Wir haben Verschraubungen mit einem Segmentring gewählt. Das Rohr wird mit einem Rohrschneider in einem Tal geschnitten. Ein Überwurfmutter wird auf dem Rohr geschoben. Im ersten Tal nach der Schnittstelle wird der Segmentring gelegt. Mit zwei Rohrzangen wird der 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. Müsste man viele Anschlüsse machen, ist das System vielleicht zu umständig, dafür aber sehr einfach und ohne Spezialgeräte zu handhaben.

Trinkwasserkreis

Als Verbrühungsschutz sollte zentral zwischen Wärmetauscher und der restliche Warmwasserleitungen eine Thermobegrenzer eingebaut werden die bei Temperaturen über 60°C ausreichend Kaltwasser beimischt.

Wegen der variierende Speichertemperatur ist es sinnvoll, Thermohähne zu verwenden wo Warmwasser einer bestimmten Temperatur gewünscht ist, wie in der Dusche. Der Waschmaschine ist direkt beim Speicher aufgestellt und mit einem eigenen Thermomischer am Warmwasserkreis angeschlossen.

Langzeiterfahrung

Unser Stromverbrauch sank um etwa 1700kWh¹⁶ im Jahr. Rechnerisch verbrauchten wir vorher für Warmwasser 2460kWh (siehe oben). Wegen zugenommen Arbeit im Home-Office in der gleiche Periode sind die Werte nicht ohne weiteres vergleichbar, aber das Resultat ist auf jeden Fall positiv¹⁷. Der Speicher hält übernacht etwa 85-90% seiner Wärme.

Die Pumpe hatte manchmal Probleme anzulaufen, laut Internetrecherche ein Herstellungsfehler, der mit eine neue Pumpe aus einem neueren Produktionsreihe behoben wurde.

Die gelieferte Heatpipes hatten einem zu kleinen Kopf und somit kein schlüssiger Kontakt im Kollektorsammelrohr, aber telefonisch wurde das Problem anfangs vom Lieferanten nicht erkannt. Später, begründet mit sehr niedrige Rendementszahlen, schon. Passende Heatpipes wurden problemlos und kostenlos nachgeliefert und konnten einfach ersetzt werden; damit wurde die erwartete Wirkungsgrad erreicht.

¹⁶ ca. 900kWh der Einsparung geht aufs Konto des Sparduschkopfes, siehe oben.

¹⁷ Von den jetzt rechnerisch benötigte 1565kWh für Warmwasser haben wir mit der Sonne geschätzte 1700-900=800kWh eingespart: SFr. 184,- nach Stromtarif 2023.



Ausgabenüberblick

Preise Excl. MwSt. und umgerechnet nach 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 Solarrohr aussen	0,00 CHF	1	0,00 CHF	
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

