



WIE UND WOZU DOSIERT MAN DEN SOLAREN ERTRAG?

Bild: Vaillant

Das Durchströmen von Kollektoren überlässt man besser nicht dem Zufall

Kein ständiger Fluss

Eine thermische Solaranlage sammelt Energie vom Dach und schickt diese in den Keller. Fast im Vorbeiflug wird Sonnenenergie aufgenommen und per Flüssigkeit abtransportiert. Was Profis dazu noch wissen, steht in diesem Bericht. Das kann man auch in der Praxis gut umsetzen.

Dem Anlagenmechaniker ist längst bekannt, dass mit der schwarzen Fläche auf dem Dach die ankommende ☞ **Strahlungsenergie der Sonne** in Wärmeenergie umgewandelt wird. Von dort aus geht es mittels Solarflüssigkeit zum ☞ **Solarspeicher**. Für diesen Umlauf der Solarflüssigkeit ist eine Umwälzpumpe notwendig. Klar ist, dass diese Pumpe nicht morgens per Zeitschaltuhr eingeschaltet wird und diese dann am Abend die ganze Herrlichkeit wieder ausknipt. Nein, eine Solarregelung sorgt dafür, dass die-

se Pumpe nur dann den Betrieb aufnimmt, wenn die Temperatur des Kollektors (aus dem lateinischen: collectio; zu deutsch: sammeln) über der Speichertemperatur liegt. Dieser Weg zwischen Kollektor und Solarspeicher wird also durch Pumpenkraft überwunden. Denkt man länger über diesen Umstand nach, wird klar, dass dort nicht irgendeine Pumpe den Dienst aufnimmt, sondern jene mit abgestimmten Möglichkeiten und Eigenschaften. Und auch der Volumenstrom dieser Pumpe wird nicht dem Zufall überlassen.

VOLUMENSTROM SOLLTE KEIN ZUFALL SEIN

Für eine beispielhafte Standard-Solaranlage eines Einfamilienhauses (EFH) soll eine Pumpe gewählt werden, die den Volumenstrom zwischen 30 und 50 Litern/Stunde je Quadratmeter Kollektorfläche ermöglicht.

Wäre also, um dieses Beispiel zu konkretisieren, ein Fünfpersonen-Haushalt in diesem EFH untergebracht, so würden vielleicht rund acht Quadratmeter Kollektorfläche installiert. Diese acht Quadratmeter Kollektorfläche sollten dann mit rund

$$8 \text{ m}^2 \times 50 \text{ l}/(\text{m}^2 \times \text{h}) = 400 \text{ l/h}$$

also 400 Litern pro Stunde durchströmt werden.

Nehmen wir an, die eben erwähnten acht Quadratmeter Kollektorfläche würden an einem sonnigen Tag rund 4000 Watt Leistung von der Sonne kriegen. Das entspräche einer Einstrahlung von 500 W pro Quadratmeter (W/m^2). Der Speicher im Keller des Hauses hätte bereits eine Temperatur von 30 °C. Jetzt würden also diese 400 Liter pro Stunde (entspricht ungefähr 400 Kilogramm pro Stunde) an Solarflüssigkeit durch den Kollektor strömen und dort erwärmt.

Die Erwärmung würde sich nach der uralten Formel

$$\dot{Q} = \dot{m} \cdot c \cdot \Delta\vartheta$$

im Beispiel also

$$\Delta\vartheta = \frac{\dot{Q}}{\dot{m} \cdot c}$$

$$\Delta\vartheta = \frac{4000W}{400 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \cdot 1,163 \frac{\text{Wh}}{(\text{kg} \cdot \text{K})}}$$

$$\Delta\vartheta = 8,6K$$

mit rund 8,6 Kelvin in engen Grenzen halten.

So käme also Solarflüssigkeit mit rund 38,6 °C vom Dach zurück in den Speicher. Würde man eine höhere Temperatur wünschen, müsste man erst mal passen.

NUTZE DIE PHYSIK

Als einzige sinnvolle Größe in diesem Zusammenspiel kann der Massenstrom verändert werden.

Wird der Durchfluss der Solarflüssigkeit bei ansonsten gleicher Leistungsaufnahme des Kollektors verringert, so müsste sich zwangsläufig die Temperatur ändern.

Gedanklich kann man festhalten, dass die Flüssigkeit dann länger im Kollektor verweilt und sich folglich länger und höher aufheizt.

Bei den im Beispiel angenommenen 4000 Watt an solarer Leistung ließe sich bei reduziertem Durchfluss von z. B. nur noch 100 Litern pro Stunde (l/h) statt der ursprünglichen, saten 400 l/h, eine neue Rechnung aufmachen:

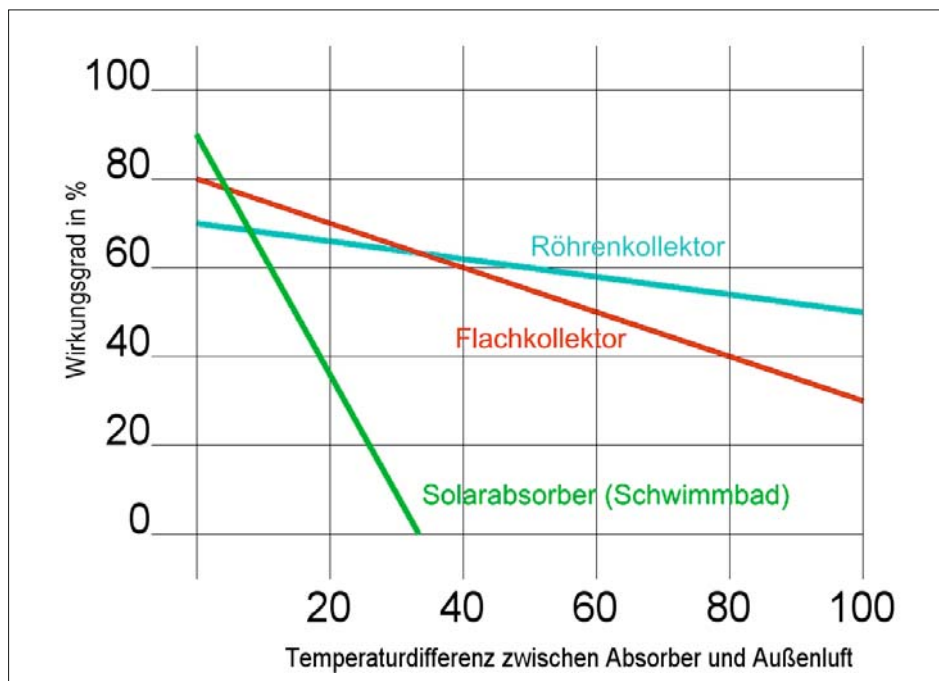
$$\Delta\vartheta = \frac{4000W}{100 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \cdot 1,163 \frac{\text{Wh}}{(\text{kg} \cdot \text{K})}}$$

$$\Delta\vartheta = 34,4K$$

Durch einen kleinen Trick ließe sich eine Temperatur von 64,4 °C vom Dach ernten.

Viel hilft auch viel! Und 64,4 °C zu 38,6 °C ist doch viel, zumindest aber mehr. Oder?

Warum jagt man denn nicht diesen geringen Volumenstrom durch die solare Wunderanlage und spart sogar noch Pumpenleistung, weil ja weniger Flüssigkeit umgewälzt wird? Und noch besser, zukünftig rettet man die Solaranlagen nur noch vor dem sicheren Temperaturtod durch Überhitzung und versucht ansonsten die Temperaturnausbeute zu optimieren. Sie werden gleich verstehen, dass diese Rechnung nicht aufgeht.



Die Gegenüberstellung der etablierten Kollektortypen zeigt die Abhängigkeit von Wirkungsgrad und Temperaturdifferenz zwischen Absorber und Umgebung

VIEL HILFT NICHT IMMER VIEL!

Wie auch bei Arzneimitteln ist die Dosis entscheidend. Zu viel eines Wirkstoffes kann tödlich sein. So ähnlich verhält es sich auch bei thermischen Solaranlagen mit der Temperaturdifferenz der Anlage. Wird nämlich die Temperaturkomponente zu sehr ausgereizt, so verschlechtert sich der Wirkungsgrad der Solaranlage.

Sie sehen in der Grafik zum Arbeitstemperaturbereich auf Seite 15, wie beispielsweise der Flachkollektor mit einem Wirkungsgrad von rund 80 % bei Temperaturdifferenz von Null K startet. Das bedeutet wohl:

Bei 20 °C Außentemperatur und gleichzeitig 20 °C Absorbertemperatur, werden 80 % der Sonneneinstrahlung in Wärme umgewandelt.



Bild: Tacconova

In vielen Bestandsanlagen verrichten Abgleichventile wie dieses den Dienst und regulieren den Volumenstrom

Ein weiterer markanter Punkt dieser Darstellung zeigt, dass bei 40 Kelvin Temperaturdifferenz nur noch 60 % Wirkungsgrad zu erwarten sind.

Also z.B. bei 20 °C Außentemperatur und einer Absorbertemperatur von 60 °C ergibt sich die Differenz von 40 K und somit dieser doch geringere Wirkungsgrad.

Das Ziel, möglichst hohe Temperaturen vom Dach zu ernten wird also immer mit einem Verlust an Wirkungsgrad des Kollektors erkauft. Das Spielchen mit einer hohen Ernte-Temperatur lässt sich also nicht beliebig spielen.

WANN WELCHE WANDLUNG?

Soll die hohe Temperatur das oberste Ziel sein, so wird die Auslegung mit geringem Volumenstrom sinnvoll sein. Ist das Ziel jedoch einen möglichst hohen Wirkungsgrad zu erzielen, sollte der Volumenstrom entsprechend hoch angesetzt werden. Beide Philosophien haben einen Namen bekommen:

Low-Flow-Systeme

mit Volumenströmen zwischen 10 bis 15 Litern pro Quadratmeter Kollektorfläche je Stunde.

High-Flow-Systeme

mit Volumenströmen zwischen 30 bis 50 Litern pro Quadratmeter Kollektorfläche je Stunde.

Matched-Flow-Systeme

Grandios wird es natürlich, wenn beide Techniken zur Anwendung kommen. Je nach „Ernteauftrag“ und je nach Witterung und Energieverbrauch kann der Vorteil beider Systeme abhängig von einer Regelung genutzt werden. Die entsprechende Solarumwälzpumpe kann dann mittels Drehzahlregelung angepasst werden.

Das Diagramm zum Arbeitstemperaturbereich von thermischen Solarkollektoren führt nebenbei auch noch vor Augen, was eigentlich allgemein bekannt ist. Der gut gedämmte Röhrenkollektor knickt bei steigenden Temperaturdifferenzen zwischen Absorber und Außenluft in seinem Wirkungsgrad nicht so stark ein, wie der Flachkollektor, mal ganz abgesehen vom Solarabsorber.

WIE EINSTELLEN?

Zur Einstellung des Volumenstroms wurden lange Zeit Abgleichventile eingesetzt. Es wurde also eine Umwälzpumpe mit festem Volumenstrom installiert und eine künstliche Drossel nachgeschaltet.



Bild: Oventrop

Solarstationen, wie diese von Oventrop, beinhalten auch die Einflussnahme und Kontrolle des Volumenstroms

Ein solches Abgleichventil hat in bestehenden Anlagen zwei Aufgaben. Einerseits zeigt dieses Gerät bei Bedarf den aktuellen Durchfluss in einem klarsichtigen Glasrohr an. Andererseits nimmt ein flexibler, einstellbarer Widerstand Einfluss auf den Durchfluss.

Die Grundidee bei der Arbeit mit diesem Grüppchen ist recht einfach. Man reiße das Abgleichventil komplett auf und stelle die Pumpenleistung auf einen Wert, der etwas höher liegt als es für die Kollektorflächen notwendig wäre. Dann reduziert man den Volumenstrom auf den gewünschten Wert mittels Drossel, unter Bezugnahme auf den abgelesenen Wert im Schauglas dieses Abgleichventils.

Rein funktionell gibt es an dieser Vorgehensweise nichts zu bemängeln. Aber Sie merken natürlich an dem Ablauf, dass

da etwas schief läuft. Zuerst wird eine Druckdifferenz unter Aufwand von elektrischem Strom mittels Umwälzpumpe aufgebaut. Dann wird diese Druckdifferenz direkt wieder durch einen künstlichen Widerstand reduziert. In Zeiten von elektronisch geregelten Pumpen ist diese Vorgehensweise natürlich nicht mehr akzeptabel. Moderne Anlagen erhalten daher eine automatische Anpassung der Druckdifferenz und damit des Volumenstroms.

ZUSAMMENFASSUNG UND FAZIT FÜR DIE SOLARANLAGE

Eine intelligente Regelung kann durchaus die Wirtschaftlichkeit einer Solaranlage steigern. Die Prinzipien High-Flow und Low-Flow sind Einflussgrößen auf das Temperaturniveau einer Solaranlage und damit am Wirkungsgrad des jeweiligen Kollektors beteiligt.

Hohe Temperaturen lassen sich, wie auch in anderen Systemen, nur durch höhere Verluste erzwingen.

Gute Ernte, aber auf verhältnismäßig niedrigem Temperaturniveau, gibt's nur bei geringer Erhöhung der Temperaturen. Eine korrekte Einstellung des Volumenstroms ist aber insgesamt Voraussetzung für ein funktionierendes und effizientes thermisches Solarsystem.

Moderne thermische Solaranlagen ermöglichen diesen Betrieb durch angepasste, intelligente Regelungstechnik. ■



DICTIONARY

langsames Strömen	=	low flow
schnelles Strömen	=	high flow
angepasstes Strömen	=	matched flow
Sonnenkollektor	=	solar panel
Umwälzpumpe	=	circulating pump