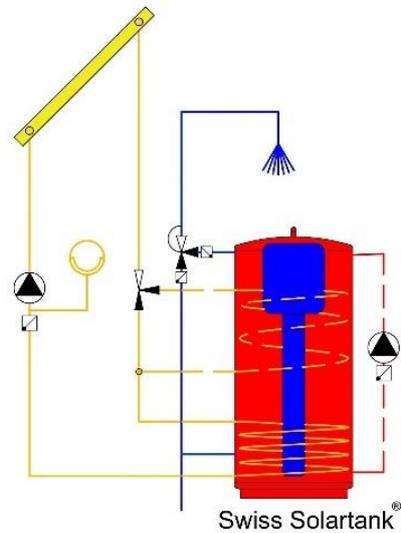


Speicherdimensionierung für Solarthermieanlagen hinsichtlich Überwärme und Rückkühlbarkeit

In den Sommermonaten erzeugen Sonnenkollektoren oft mehr Wärme als für die Trinkwassererwärmung und allfällige andere Verbraucher benötigt wird. Da mehr Wärme erzeugt, als verbraucht wird, steigen die Temperaturen im System (positive Wärmebilanz). Es ist jedoch zu empfehlen die Temperaturen im Speicher nicht über 95°C ansteigen zu lassen.

Unsere Erfahrung zeigt, dass die Begrenzung der Speichertemperaturen nach oben am besten durch Rückkühlung über die Sonnenkollektoren geschieht. Voraussetzung dafür ist ein ausreichend grosses Rückkühlvolumen (Erklärung siehe Abschnitt «Jenni Rückkühlprinzip») und eine negative Wärmebilanz über 24 Stunden (Wärmeabgabe während der Rückkühldauer > Wärmeaufnahme während dem Normalbetrieb).

Das simple Ausschalten der Umwälzpumpe im Kollektorkreis hingegen ist absolut ungeeignet, um eine Sonnenkollektor-Anlage korrekt zu betreiben. Es verunmöglicht die Temperaturbegrenzung nach oben und strapaziert das Frostschutz-Wassergemisch und die Anlagenteile im Kollektorkreis völlig unnötig.



Das Jenni Rückkühlprinzip:

Im Normalbetrieb wird Wärme von den Kollektoren an den Speicher abgegeben. Bei geringer Sonneneinstrahlung, und insbesondere in der Nacht, wird Wärme über die Kollektoren an die Umgebung zurückgegeben (Rückkühlung). So kann die Anlage in einem passenden Temperaturbereich betrieben werden.

Unsere Steuerungen setzen dieses Prinzip seit Jahren konsequent um. Überschreitet die unterste Temperatur im Speicher die Grenze von 80 °C (üblicher Standardwert), sorgt die Jenni Steuerung für eine nächtliche Rückkühlung. Dabei wird die Pumpe des Kollektorkreislaufs nachts weiterbetrieben, so dass überschüssige Wärme über die Kollektoren an die Umgebung abgegeben wird.

Bei einem Speicher mit integriertem Wärmetauscher findet die Rückkühlung über das Volumen vom Speicherboden bis zum obersten Wärmetauscher-Anschluss statt. Bei einem Speicher, der nur einen Wärmetauscher (im unteren Bereich) aufweist, ist das Rückkühlvolumen häufig zu klein. Es kann in diesem Fall durch die Installation einer Umwälzpumpe vergrössert werden.

Theoretische Betrachtung:

Wie viel Überwärme entsteht, ist abhängig von Fläche, Neigung, Ausrichtung und der Art der Kollektoren. Ziel der Rückkühlung ist es, die Speichertemperatur so weit zu senken, dass ein weiterer Tag mit maximaler Sonneneinstrahlung folgen kann, ohne dass die geforderte maximale Betriebstemperatur überschritten wird. Dazu ist ein minimales Speichervolumen, welches an diesem Prozess teilnimmt, erforderlich.

Der Ertrag und die nächtliche Kühlleistung des Sonnenkollektors können anhand der folgenden Formel abgeschätzt werden:

$$\text{Kollektorertrag pro m}^2 = A_0 \times G_K - A_1 \times \Delta T - A_2 \times \Delta T^2$$

A_0 = Optischer Kollektorwirkungsgrad
 G_K = Globalstrahlung in Kollektorebene
 A_1 = Kennwert Kollektorisolation
 A_2 = Kennwert Kollektorisolation
 ΔT = Differenz Kollektor zu Umgebungstemperatur

Beispiel für einen guten Sonnenkollektor

$$0.86 \times 1000 \text{ W/m}^2 - 3.7 \text{ W/m}^2\text{°C} \times 60\text{°C} - 0.011\text{W/m}^2\text{°C}^2 \times 3'600\text{°C}^2 = 598 \text{ W/m}^2$$

$$\text{Kühlleistung pro m}^2 = A_1 \times \Delta T + A_2 \times \Delta T^2$$

Beispiel für die nächtliche Kühlleistung

$$3.7 \text{ W/m}^2\text{°C} \times 60\text{°C} + 0.011\text{W/m}^2\text{°C}^2 \times 3'600\text{°C}^2 = 262 \text{ W/m}^2$$

Rückkühlvolumen in Abhängigkeit der Kollektorneigung:

Die Abbildung 1 stellt das minimale Rückkühlvolumen ohne Berücksichtigung von Anlagenverlusten und Verbrauch pro Quadratmeter Kollektorfläche bezogen auf die Kollektorneigung und Orientierung dar. Angenommen wird dabei, dass die Temperatur nach oben auf 95°C begrenzt werden soll und Temperaturzyklen von 15 °C gefahren werden (Rückkühlung auf 80 °C, Wiederaufwärmen auf 95°C). Das benötigte Volumen ist bei einer idealen 0° Südausrichtung und 20° Neigung am höchsten. Ab etwa 60° Neigung treten in der Regel kaum mehr Probleme im Zusammenhang mit Überwärme auf. Der Standort der Anlage hat kaum einen Einfluss.

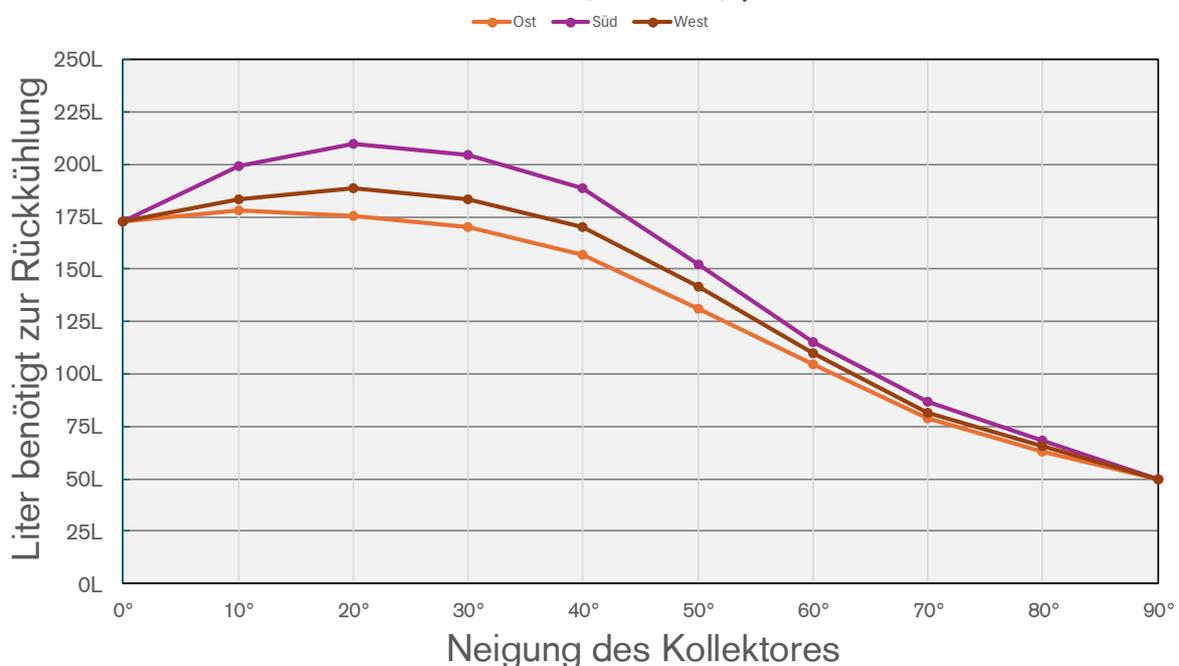
**Notwendiges Bruttospeichervolumen zur Rückkühlung
bei einem ΔT von 15 °C (80°-95° C) pro m² Kollektorfläche**


Abbildung 1: Notwendiges Rückkühlvolumen

Berücksichtigung von Verlusten und Reduktion der Rückköhltemperatur:

Rein theoretisch, können der minimale Verbrauch und die Verluste einer Anlage vom Ertrag abgezogen werden. Mit anderen Worten: Sie verringern das minimale Rückköhlvolumen. Bei einer gut gebauten Anlage sind die Verluste des Speichers und der Leitungen jedoch relativ gering und bewegen sich im Bereich von 3 bis 10 % der Kollektorleistung. Weiter spielt die Grösse der Anlage eine Rolle: bei kleinen Sonnenkollektor-Anlagen sind die relativen Verluste höher als bei grossen. Die Verluste sind auch von anderen Anlagekomponenten abhängig, wenn zum Beispiel eine Warmwasserzirkulation vorhanden ist, steigen die Verluste. Bei grösseren Mehrfamilien Häusern und anderen Bauten mit hohem Warmwasserbedarf kann ausserdem ein minimaler regelmässiger Verbrauch angenommen werden. Es gilt daher von Fall zu Fall abzuschätzen, wie stark das Rückköhlvolumen reduziert werden darf.

Aufgrund von Erfahrungen kann das nötige Rückköhlvolumen bei kleinen Anlagen (z.B. 8m² Kollektorfläche, Speicher 1000 l) gegenüber dem theoretischen Rückköhlvolumen (Abbildung 1) um etwa ein Viertel reduziert werden. Bei grösseren Anlagen (z.B. 25 m² Kollektorfläche) ist eine Reduzierung um 10-20% möglich.

Bei knapp bemessenen Speichern kann die Rückköhltemperatur auch auf 70°C reduziert werden. Voraussetzung dafür ist jedoch eine ausreichend negative Wärmebilanz (Wärmeabgabe während der Rückköhldauer > Wärmeaufnahme während dem Normalbetrieb). Die Absenkung der Rückköhltemperatur ermöglicht grössere Temperaturzyklen und somit eine Reduktion des Speichervolumens um total ca. 40% (Annahme: Rückköhltemperatur 70 statt 80 °C). Das bedeutet aber, dass die Solarpumpe im Hochsommer praktisch rund um die Uhr läuft. Es gilt nämlich zu beachten, dass bereits bei einer Rückköhlung auf 80°C die Pumpe im Hochsommer durchaus 10 bis 12 Stunden laufen muss. Eine weitere Möglichkeit ist, sofern vorhanden, der Einbezug eines Heizkessels oder die Beheizung eines Schwimmbeckens (Achtung: Ausserbetriebnahme möglich) zur Steigerung der Anlageverluste.

Schlussbemerkung von Josef Jenni

Ein Problem ist, dass Kunden mit einer knapp ausgelegter Kollektorfläche unzufrieden sind. Vor allem dann, wenn alte Kollektoren, die deutlich weniger heiss wurden, durch eine kleinere Fläche neuer Kollektoren ersetzt werden. Obschon die neuen Kollektoren im Winter deutlich besser heizen, wird dies nicht anerkannt. Bei Neuanlagen empfiehlt es sich, sofern möglich, zu kleine Speicher durch eine Platzschweissung zu vermeiden.

Miro Luginbühl, Jenni Energietechnik AG
04.06.2025