

Forum Solarpraxis: Regelung von Solaranlagen

# Alles effizient geregelt?

Dr. Sonne\*

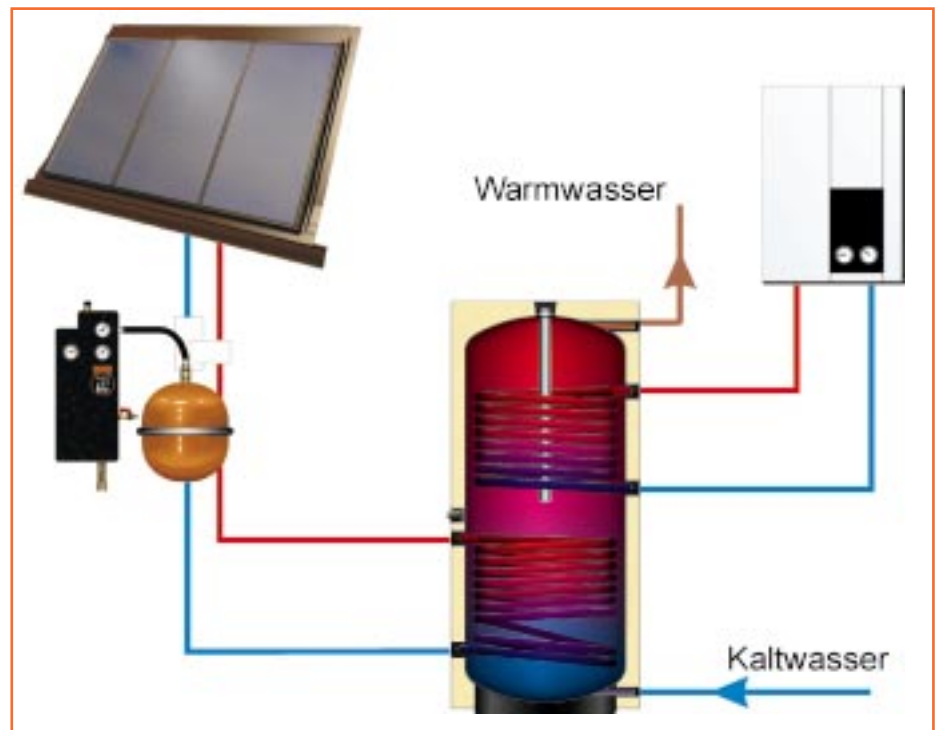
*Welche Konzepte zur Regelung von Solaranlagen gibt es? Welche Vor- und Nachteile haben sie? Worauf muß bei Planung und Ausführung geachtet werden, damit sich eine sinnvolle Betriebsweise einstellt? Sämtliche Faktoren, die nachfolgend angesprochen werden, sollten aber nicht nur einzeln, sondern müssen auch gemeinsam betrachtet werden.*

Grundsätzlich ist bei aller Betrachtung zur Regelung von Solaranlagen zu beachten, daß der Ertrag einer Solaranlage immer vom Temperaturniveau abhängt, auf dem die Solaranlage betrieben wird. Daher ist es wichtig, die Kollektortemperatur stets möglichst nahe an der kältesten Temperatur im Solarsystem zu halten. Eine Ausnahme bilden sogenannte Low-Flow-Systeme mit Schichtladespeichern, bei denen schnell eine hohe Temperatur erreicht werden soll, um das Einsetzen der Nachheizung zu vermeiden.

## Achtung: Energievernichtung

Bei diesen Systemen nimmt man den schlechteren Wirkungsgrad des Kollektorkreises bei höheren Temperaturen bewußt in Kauf. Allerdings wird der Ertragsrückgang im Kollektorkreis durch das Vermei-

\* Solarexperte Dipl.-Ing. Karl-Heinz Remmers, alias Dr. Sonne, und sein Expertenteam freuen sich im Rahmen des SBZ-Forums „Solarpraxis“ über Anregungen, Fragen und Erfahrungen zum Themenbereich. Kontakt: Solarpraxis, Torstraße 177, 10115 Berlin, Telefon (0 30) 28 38 75 11, Telefax (0 30) 28 38 75 40, Internet: <http://www.solarpraxis.de>



Die vom Kollektor zunächst zu erwärmenden Massen müssen beim Entwurf der Regelung bedacht werden, um Effekte wie die Speicheraus Kühlung zu vermeiden

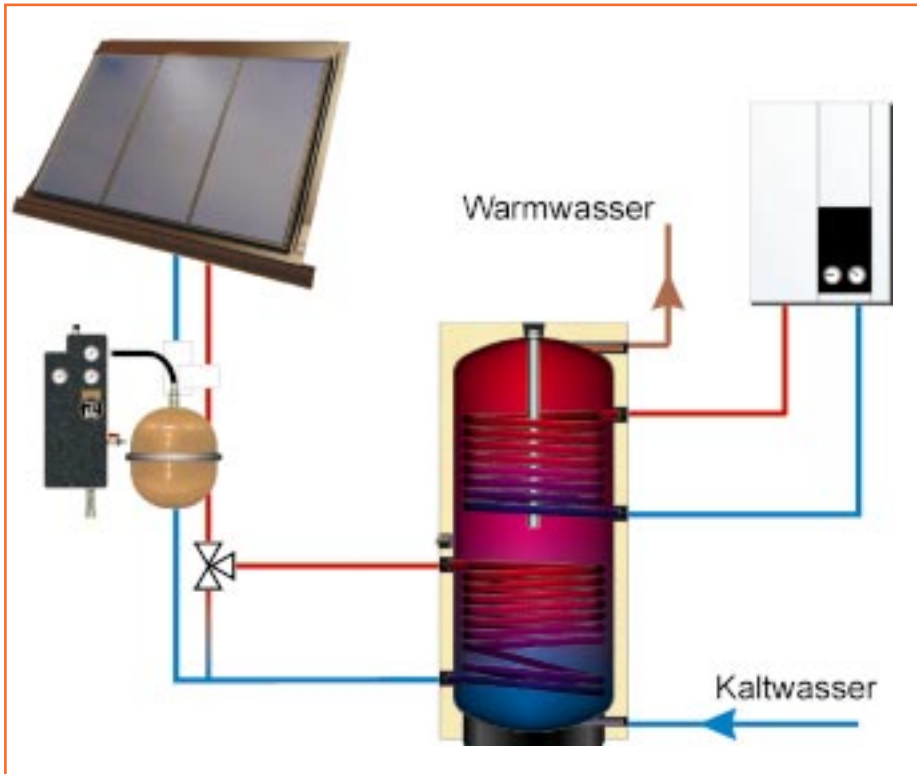
den der Speicherladung durch die Nachheizung kompensiert bzw. der Gesamtertrag des Systems steigt sogar an. Zu diesem Zweck benötigen Low-Flow-Systeme immer einen „echten Schichtladespeicher“ und eine abgestimmte Regelung der Nachheizung, um ein zu frühes Nachheizen zu vermeiden. Wird zu früh nachgeheizt, kann die Solaranlage das hohe Temperaturniveau im Speicher kaum überschreiten. Dies ist neben der Regelung des Kollektorkreises ein sehr wichtiger Faktor zum Funktionieren des Gesamtsystems.

Auch die im Kollektorkreis eingesetzten Wärmetauscher nehmen auf die Regelung Einfluß. Ein kleiner Wärmetauscher im Speicher kann bei einer Übertemperatur des Wasser-/Glykollgemischs von nur wenigen Grad Kelvin nur eine immer kleiner werdende Wärmemenge bzw. Leistung an das Speicherwasser übertragen. Daher muß die Regelung trotz höherer Temperaturen im Kollektor die Solarkreispumpe abschalten, um das wenig effiziente Umwälzen des Kollektorkreises zu vermeiden. Außerdem gilt: Je größer die Leitungslänge im Kollektorkreis und je größer die Dimension des Rohr-

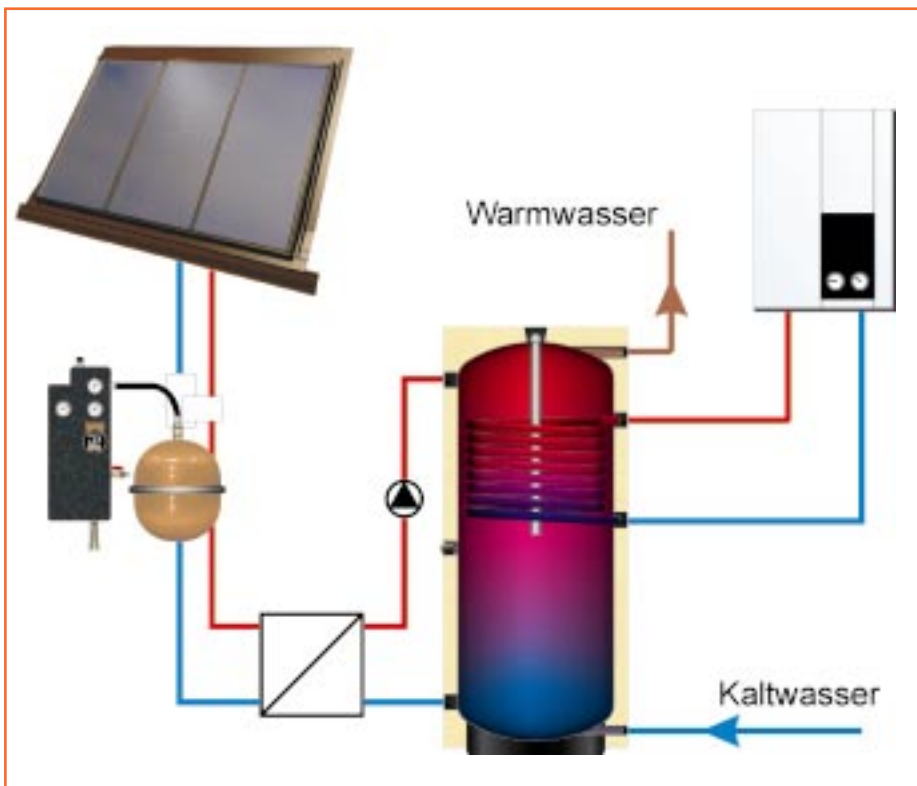
durchmesser, desto größer wird die Wärmekapazität im Kollektorkreis. Die Trägheit des Systems nimmt somit zu. Diese vom Kollektor zunächst zu erwärmenden Massen müssen beim Entwurf der Regelung bedacht werden, um Effekte wie die Speicheraus Kühlung zu vermeiden. Die geschieht in der Praxis durch sogenannte Bypassschaltungen.

## Regelungen mit Bypasskonzepten

Bei längeren Leitungen und größeren Rohrdimensionen (z. B. 18 mm Cu-Rohr >25 m Länge) kann der Einsatz einer Bypassschaltung das Auskühlen des Solarspeichers beim Anlauf der Anlage verhindern. Diese Bypassschaltung wird bei internen Wärmetauschern durch ein Dreiwegeventil realisiert, das eine Art Kurzschluß im Kollektorkreis darstellt.



Bei längeren Leitungen und größeren Rohrdimensionen kann per Bypasschaltung das Auskühlen des Solarspeichers beim Anlauf der Anlage verhindert werden. Bei internen Wärmetauschern wird der Bypass durch ein Dreiwegeventil realisiert



Bei externen Wärmetauschern wird zunächst nur der Kollektorkreis im Bypass umgewälzt. Der Speicherladekreis schaltet sich erst beim Erreichen einer sinnvollen Übertemperatur von ca. 5 K zu

torkreis bewirkt. Der Wärmetauscher wird zunächst nicht durchströmt; nur die Rohrleitungen des Kollektorkreises wärmen sich auf. Ist eine sinnvolle Übertemperatur des Kollektorkreises vor Eintritt in den Wärmetauscher erreicht, schaltet das Ventil um und der Wärmetauscher wird durchströmt. Bei externen Wärmetauschern wird zunächst nur der Kollektorkreis im Bypass umgewälzt. Der Speicherladekreis schaltet sich erst bei Erreichen einer sinnvollen Übertemperatur von ca. 5 K zu.

### Intelligente Bypasskonzepte

Der Start der Kollektorkreispumpe wird bei diesen Systemen in der Regel durch die Messung der Solarstrahlung geregelt. Lange Zeit wurde dabei die Pumpe bei einem festen Wert von z. B.  $130 \text{ W/m}^2$  gestartet. Diese Art der Regelung ist zu einfach und kann zu extrem langen Pumpenlaufzeiten ohne Erträge führen. So kann z. B. den ganzen Tag über eine Einstrahlung knapp über diesem Wert vorhanden sein, ohne daß der Kollektor auf ein nutzbares Temperaturniveau kommt. Außerdem kann ein erneutes Anlaufen der Kollektorkreispumpe im Bypass sinnlos sein, wenn der Speicher bereits sehr warm ist. Dies kann beispielsweise der Fall sein, wenn am Nachmittag nach einem Gewitter wieder die Sonne scheint, die Kollektortemperatur aber die Speichertemperatur bis zum Abend nicht mehr überschreitet. Außerdem muß vermieden werden, daß die Kollektorkreispumpe bei Übertemperatur oder Solarstrahlung startet, da sie im Falle eines warmen Kellers sonst nächtelang läuft und Energie auf das Dach fördert. Hier greifen sogenannte intelligente Bypasskonzepte an. In diesem Fall vergleicht der Regler ständig die aufgezeichnete Solarstrahlung mit der Speichertemperatur bei der letzten Abschaltung der Kollektorkreispumpe. So wird z. B. die Kollektorkreispumpe bei einer Speichertemperatur von  $50 \text{ }^\circ\text{C}$  erst bei Überschreiten von  $500 \text{ W/m}^2$  Solarstrahlung gestartet. Bei einer Speichertemperatur von  $10 \text{ }^\circ\text{C}$  startet die Pumpe bereits bei  $150 \text{ W/m}^2$  usw. Durch die ständige Neuaufzeichnung dieser Werte wird auch das unterschiedliche Verhalten der Anlage den verschiedenen Jahreszeiten angepaßt. Durch einen „Und-Vergleich“ wird zudem nächtliches Laufen der Kollektorkreispumpe vermieden.

**„Vogelschieß“-Problem vermeiden**

Bei Bypasschaltungen dieser Art gibt es nach wie vor das „Vogelschieß“-Problem: Setzt ein Vogel seinen Haufen auf die Solarzelle zur Messung der Solarstrahlung, bleibt die Anlage außer Betrieb. Aus diesem Grund werden nun auch Konzepte mit Reglern realisiert, die neben dem einen Kollektorfühler noch einen zusätzlichen Fühler in der Rohrleitung vor dem Eintritt in den Wärmetauscher haben. Bei dieser Art der Regelung muß zunächst der Kollektor eine Übertemperatur zum Speicher erreichen, bevor die Kollektorkreispumpe in Betrieb geht. Wird dann eine Übertemperatur am Fühler in der Rohrleitung vor dem Eintritt in den Wärmetauscher erreicht, beginnt die Beladung des Speichers. Um sinnloses Laufen der Pumpe zu vermeiden, wird ein Zeitglied eingesetzt, welches z. B. nach 10 Minuten ertragslosem Lauf die Kollektorkreispumpe abschaltet. Die Pumpe startet erst wieder nach einem weiteren Temperaturanstieg im Kollektor. Bei beiden Regelungsarten ist gerade bei größeren Feldern unbedingt daran zu denken, das kein Schatten auf die Solarzelle oder Kollektor mit dem Temperaturfühler fällt.

**Grundregelungsarten**

Immer wieder wird die Verwendung von Drehzahlregelungen für Solaranlagen kontrovers diskutiert. Man redet von Anlagen, in denen das Wasser schneller heiß wird als in anderen. Neue Regler versprechen höhere Erträge durch die Nutzung verschiedenster Effekte. Dazu einige Zusammenhänge. Wird eine kleine Solaranlage mit einem klassischen Solarspeicher betrieben, ist ihr Ertrag dann am höchsten, wenn im Kollektor dauerhaft möglichst niedrige Temperaturen herrschen. Dies wird durch einen Betrieb in High Flow/Normalflow mit einer Durchströmung des Kollektors von 30 l/hm<sup>2</sup> bis 90 l/hm<sup>2</sup> erreicht. In solchem System erfüllen einfache Temperaturdifferenzregler den Zweck der Regelung hervorragend. Ein fest eingestellter Startwert schaltet die Pumpe ein, bei Unterschreitung einer Mindesttemperatur schaltet die Pumpe aus.

**Achtung bei Drehzahlsteuerung**

Auch eine Drehzahlsteuerung, die z. B. auf eine konstante Übertemperatur des Kollektors zum Speicher von 5 K regelt, erscheint sinnvoll. Bei Drehzahlsteuerungen, die versprechen durch einen höheren Durchsatz im Kollektorkreis bei hohen Temperaturen ein Verdampfen vermeiden zu können, ist folgendes zu bedenken: Das Rohrnetz und die

Solarkreispumpe werden z. B. auf einen Nenndurchsatz von 30 l/hm<sup>2</sup> eingestellt, die Druckverluste im Solarkreis ergeben sich entsprechend. Wird die Solarkreispumpe dann weiter hochgefahren, ist aufgrund der Druckverluste eine höhere Durchströmung nicht möglich. Auch der Einsatz einer weiteren Pumpe führt nur zu geringfügig höheren Durchströmungen im Kollektorkreis, da der Druckverlust in der vierten Potenz mit dem Durchsatz ansteigt. Umgekehrt ist das Herunterfahren der Pumpe durch die Drehzahlsteuerung nur so lange möglich, bis die Strömung im Kollektorkreis abreißt. Die Leistung der Pumpe ist dann zu gering und die Pumpe kann durch fehlende Durchströmung zerstört werden. Beliebig niedrige Durchflüsse im Kollektorkreis sind also nicht zu realisieren.

**Schichtladespeicher notwendig**

In manchen Regelkonzepten wird ohne das Vorhandensein von geeigneten Schichtladespeichern und einer intelligenten Regelung der Nachheizung die Temperatur im Kollektor sinnlos hochgefahren. Offensichtlich wird bei diesen Konzepten der Unterschied zwischen Temperatur und Energie nicht verstanden. Eine hohe Temperatur bedeutet keineswegs mehr Energie, im Gegenteil: die Verluste steigen und der Ertrag der Anlage sinkt. In einer Anlage mit klassischem Solarspeicher führt das Hochfahren der Temperaturen im Kollektorkreis zu geringeren Jahreserträgen des Kollektorkreises (in kWh). Dieses Hochfahren der Kollektorkreistemperaturen werden durch Pumpenstart erst bei Temperaturen im Kollektor über 60 °C, bei sehr geringer Durchströmung im Solarkreis oder bei einer entsprechenden Einstellung der Drehzahlsteuerung erreicht. Da die hohen Temperaturen über den unteren Wärmetauscher in den Speicher eingetragen werden, muß sich der Speicher in der gesamten Höhe langsam

erwärmen. Die vom Kollektor auf niedrigem Niveau bereitgestellten Temperaturen unterhalb der eingestellten Einschalt-schwelle werden so nicht genutzt. Auch eine durch die Drehzahlsteuerung hochgefahrte Kollektortemperatur verringert ohne geeigneten Schichtladespeicher den Ertrag der Anlage. □



**Neues Fachbuch  
Große Solaranlagen**

Karl-Heinz Remmers; ca. 350 Seiten; 1999; ISBN 3-901626-16-6; Preis: 78 DM (inklusive CD-ROM); erhältlich im Buchhandel oder direkt von Solarpraxis, Torstraße 177, 10115 Berlin, Telefon (0 30) 28 38 75 11, Telefax (0 30)

28 38 75 40, Internet: <http://www.solarpraxis.de>

Das neue Buch vereint alle beim Bau großer Solaranlagen (über 20 m<sup>2</sup>) relevanten Themen und wird sowohl den Bedürfnissen von Einsteigern wie auch von Profis gerecht. Angesprochen werden u. a. Charakteristika und Einsatzmöglichkeiten von Solaranlagen sowie alle Schritte bei Planung und Auslegung unter Berücksichtigung möglicher Systemkonfigurationen. Ein Hauptaugenmerk richtet das Buch auf solare und allgemeine Systemkomponenten, wie Kollektoren, Wärmetauscher, Elemente von Speicherkreisen, Sicherheits- und Regeleinrichtungen. Aber auch weitere wichtige Themen, wie Installationsvarianten, Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen sowie Überwachung und Wartung, sind zu finden. Abgerundet wird das Ganze mit Berechnungen von Beispielanlagen, mit der Vorstellung zahlreicher Referenzanlagen sowie mit Produktinformationen und Bezugsquellen.

Das Buch ist durchgängig vierfarbig gedruckt und mit vielen Abbildungen bestückt. Komplettiert wird es durch eine CD-ROM, die eine Vielzahl von Beispielen, technischen Zeichnungen und nützlichen Programmen enthält.

**Fazit:** Ein sehr empfehlenswertes Standardwerk für Fachhandwerker, Fachplaner, Architekten und für alle die, sich mit Projektierung, Ausführung, Betrieb und Wartung großer Solaranlagen befassen.