



Dr. Thorsten Kettner,
Leiter ARTEC-Systems,
WILO AG, Dortmund



Ingo Fabricius,
ARTEC-Systems,
WILO AG, Dortmund

Umwälz- pumpen in thermischen Solaranlagen

Neben den Hauptkomponenten einer thermischen Solaranlage, wie Kollektor und Regelung, hat die Umwälzpumpe in den letzten Jahren mehr und mehr an Bedeutung gewonnen. Sei es durch die ganzheitliche Betrachtung des Primärenergieaufwandes oder auch durch ihren Beitrag zur Steigerung des Solarertrages.

Entwicklung und Stand der Solarthermie

Ihre kommerzielle Geburtsstunde hatten die thermischen Solaranlagen mit der Ölkrise im Jahr 1973. Seit dem wurden die Systeme technisch ständig verbessert und die Hauptkomponenten, wie Kollektor und Speicher, haben heute einen technischen Stand erreicht, der kaum noch Spielraum für weitere Verbesserungen bietet. Dem hingegen rückt die Pumpe des Kollektorkreises mehr und mehr ins Blickfeld der Entwickler. So besteht, insbesondere für die bei kleineren Solaranlagen sehr geringen Volumenströme, Optimierungsbedarf hinsichtlich des Energieverbrauchs. Dieser kann nämlich bis zu 15% des Energieertrages der Solaranlage ausmachen. Des weiteren erfordern die immer ausgefeilteren Regelungsstrategien entsprechend regelbare Pumpen und schließlich ist zur weiteren Erhöhung der Betriebssicherheit und Zuverlässigkeit des Systems eine Kommunikation (Datenaustausch) zwischen Pumpe und Regelgerät sinnvoll.

Pumpen in Solaranlagen

Der prinzipielle Aufbau einer thermischen Solaranlage ist im Bild 1 dargestellt. Die Pumpe im

Solarkreis wälzt das Wärmeträgermedium um und transportiert so die Wärme vom Kollektor zum Speicher. Üblicherweise werden hierzu Kreislaspumpen in Nassläuferbauart eingesetzt. Bestimmte Solaranlagen benötigen aber einen höheren Pumpendruck, so dass dann Verdrängerpumpen zum Einsatz kommen.

Die Betriebsbedingungen und die daraus resultierenden Anforderungen an die Pumpen unterscheiden sich durchaus von den aus der Heizungstechnik be-

kannten Daten. Die nachfolgende Auflistung nennt die wichtigsten Hauptanforderungen an Pumpen für Solaranlagen:

- Bis zu 50% Glykol wird dem Wasser beigemischt um die auf dem Dach befindlichen Kollektoren vor dem Einfrieren zu schützen.
- Temperaturen des Fördermediums -10 bis +110°C, kurzzeitig bis 130°C (im Stagnationsfall)
- Regelbar bzw. einstellbar im Volumenstrom für den sog. „Matched flow“ Betrieb

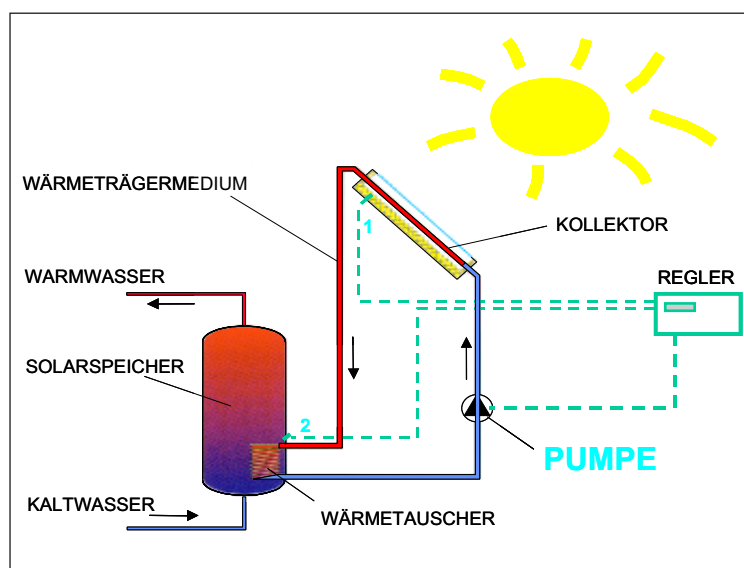


Bild 1: Prinzipaufbau einer thermischen Solaranlage

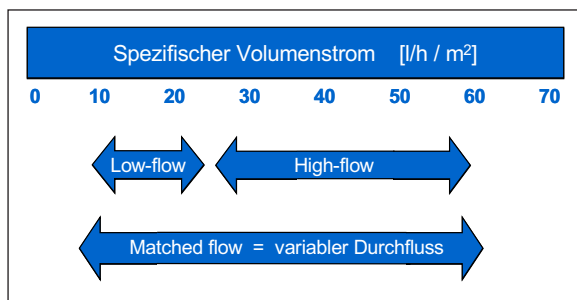


Bild 2: spezifischer Volumenstrom: 'Low'-, 'High'- und 'Matched'-Flow

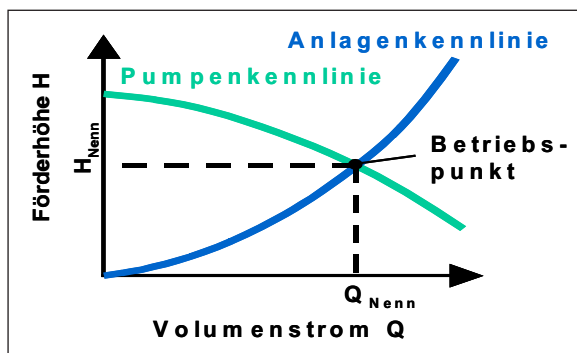


Bild 3: konstanter Betriebspunkt

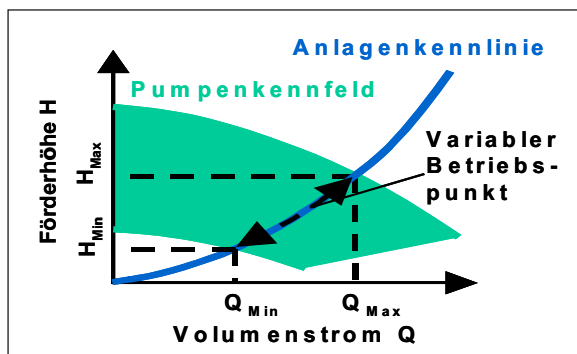


Bild 4: variabler Betriebspunkt

- Guter Wirkungsgrad bzw. geringer Energieverbrauch
- Wartungsfrei
- Geräuscharm

Außerdem kann für bestimmte Anlagen optional erforderlich sein:

- Kommunikationsfähigkeit bei großen Solaranlagen zur Integration in die Gebäudeleittechnik
- und
- 24 Volt Gleichstrommotor zum Anschluss an ein Photovoltaik (PV)-Modul für einen autarken Betrieb der Solaranlage.

Die Hydraulik des Solarsystems

a) Auslegung

Die Hydraulik einer thermischen Solaranlage wird durch die Anlagenkonzeption, d.h. durch die verwendeten Komponenten, die Größe des Kollektorfeldes, sowie durch die Betriebs- bzw. Regelungsart beeinflusst. Insbesondere bei großen Solaranlagen kommt der Auslegung des Rohrnetzes eine besondere Bedeutung zu, da sie die Betriebssicherheit und Wirtschaftlichkeit des Systems maßgeblich beeinflusst. Die einzelnen Kollektoren müssen in geeigneter Weise durch Parallel- und Reihenanordnung so miteinander verschaltet werden, dass folgende Kriterien erfüllt werden:

- homogene Durchströmung
- gleichmäßige Temperaturverteilung im gesamten Kollektorfeld
- möglichst kurze Rohrverbindungen
- gute Entlüftungsfähigkeit

b) Volumenstrom

Typischerweise wird unterschieden zwischen 'Low Flow', 'High Flow' und 'Matched Flow'. Mit diesen Begriffen werden bestimmte Bereiche des spezifischen Volumenstromes bezeichnet:

- Low Flow: 10 - 20 l/h pro m²
- High Flow: 25 - 60 l/h pro m²
- Matched Flow: veränderlicher Durchfluss

So liegt z.B. der Nennvolumenstrom der Pumpe bei einer Kollektorgröße von 6 m² im 'High Flow' Betrieb bei 150 bis 360 l/h und im 'Low Flow' Betrieb bei lediglich 60 bis 120 l/h (!). Derart kleine Volumenströme können meistens nur durch eine Drosselung realisiert werden. Dies stellt allerdings eine nicht optimale Lösung dar, da der hydraulische Wirkungsgrad hierdurch verschlechtert wird.

Der Kollektorkreis der Solaranlage beinhaltet normalerweise keine Komponente die beim Betrieb ihren Widerstandswert verändert. Im Unterschied zu einem Heizungssystem, wo die verwendeten Thermostatventile regelmäßig den Widerstandswert vari-

ieren, bedeutet dies, dass die *Anlagenkennlinie* konstant ist. In den Betriebsweisen 'Low Flow' und 'High Flow' werden die Pumpen dann mit einer einfachen 'Ein-/Aus'-Regelung praktisch mit konstantem Volumenstrom betrieben (Bild 3). Dem hingegen erlaubt die Betriebsweise 'Matched Flow' eine Anpassung des Volumenstromes an den jeweiligen Bedarf, d.h. bei geringerer solarer Einstrahlung kann die Pumpenleistung entsprechend verringert werden (Bild 4). Die aus der Heizungstechnik bekannten Umwälzpumpen mit Differenzdruckregelung können hier allerdings nicht eingesetzt werden. Vielmehr bedarf es Pumpen die im Volumenstrom einstellbar sind.

c) Förderhöhe

Die erforderliche Pumpenförderhöhe ergibt sich aus der Summe der Widerstände im Kollektorkreis. Eine entsprechende Berechnung ist aber üblicherweise nur bei großen Solaranlagen durchzuführen, da bei kleinen Anlagen der Hersteller bereits eine geeignete Pumpe ausgewählt hat. Bei der Auswahl einer geeigneten Pumpe muss noch berücksichtigt werden, dass Solaranlagen meistens mit einem bestimmten Anteil Glykol (bis 50%) betrieben werden, was ggf. zu einer Reduzierung der Pumpenkennlinie führt. Die Tabelle auf der nächsten Seite (Bild 5) gibt einen Überblick zu den typischen hydraulischen Nennbetriebspunkten von Pumpen in verschiedenen großen Solaranlagen. Hierin nicht berücksichtigt ist allerdings das sog. 'Drain Back System', bei dem die Pumpe regelmäßig das Solarsystem zunächst befüllen muss, d.h. aufgrund der Höhendifferenz zwischen der Pumpe (meistens im Keller) und dem Kollektor (Dach) wird dann ein zusätzlicher Pumpendruck von ca. 10-15 m benötigt.

Regelung der Solaranlage und Steuerung der Pumpe

Die Hauptaufgabe des Solarreglers liegt im Regeln bzw. Steuern der Pumpe. In Abhängigkeit von der Anlagenkonfiguration und den gerade vorherrschenden solaren Bedingungen soll die Pumpe so betrieben werden, dass ein größtmöglicher solarer Ertrag erzielt wird. Dazu haben sich die drei folgenden Regelungsarten bewährt:

- Ein/Aus-Regelung
- Zieltemperatur-Regelung
- ΔT -Regelung

Bei der Zieltemperatur-Regelung und ΔT -Regelung wird die Pumpe in der Betriebsart ‚Matched Flow‘ betrieben. Die dazu notwendige Einstellbarkeit des Volumenstromes wird über einen in der Drehzahl veränderbaren Pumpenantrieb erreicht. Hierzu werden entweder spannungsgesteuerte Gleichstrommotoren oder Wechselstrommotoren mit Phasenanschnitt- bzw. PWM-Steuerung eingesetzt. Durch Verwendung bestimmter Schnittstellen, wie z. B. ‚M-Bus‘, kann die Funktionalität der Pumpe weiter erhöht werden, da dann zwischen Pumpe und Regelgerät eine Kommunikation, d. h. ein Austausch von Daten, stattfindet. So kann die Pumpe eine Reihe von Betriebsdaten bis hin zur Störmeldung an das Regelgerät übermitteln (Bild 6).

Energetische Bedeutung der Pumpe

Bei der energetischen Betrachtung einer thermischen Solaranlage muss bei ganzheitlicher Betrachtung auch die Pumpe mit einbezogen werden.

Insbesondere die bei kleineren Solaranlagen typischen Volumenströme von lediglich 100-200 l/h können oftmals nur durch eine hydraulische Drosselung (Taco-Setter) der Pumpe realisiert werden. Dies führt direkt zu einer entsprechenden Verschlechterung des Wirkungsgrades. Da außerdem die heute üblichen Solarpumpen ursprünglich für eine Anwendung im Heizungsbereich (ca. 10-mal höhere Volumenströme) konzi-

Kollektorfeld [m²]	Förderhöhe [m]	„Low-Flow“ [m³/h]	„High-flow“ [m³/h]
5	3	0,1	0,25
50	4	0,8	2,50
200	5	3,0	10,00
500	8	7,5	25,00
1000	10	15,0	50,00

Bild 5: Tabellarische Übersicht typischer hydraulischer Betriebspunkte

piert wurden, arbeiten die Pumpen in einem nicht optimalen Betriebsbereich. Schließlich sind auch die verwendeten Asynchronmotoren in diesem Leistungsbereich prinzipbedingt nicht die bevorzugte Wahl, so dass auch hierdurch die Pumpen an Effizienz verlieren.

Entsprechende Messungen und Auswertungen zeigen, dass der Energieverbrauch der Pumpe bis zu 5% des solaren Ertrages ausmachen kann. Wird auch noch der Wirkungsgrad zum Erzeugen der elektrischen Energie berücksichtigt (Primärenergiefaktor), so beträgt der Aufwand sogar bis zu 15%. Zum Ausschöpfen des hier offensichtlichen Optimierungspotentials entwickeln die Hersteller Pumpen mit neuen Antrieben auf Basis der sog. EC-Technologie (EC = Electronic Commutated). Dadurch wird der Energiebedarf der Pumpe auf 50-60% – im Teillastbetrieb sogar auf 25% – reduziert. Pumpen dieser neuesten Bauart werden deshalb auch als „Hocheffizienzpumpen“ bezeichnet. Als erster Vertreter dieses neuen Pumpentyps ist die Baureihe „WILO-Stratos“ seit etwa einem Jahr verfügbar (Bild 7) und leistet damit einen zusätzlichen Beitrag zur Verringerung der CO₂ Emissionen und zur Steigerung der Gesamteffizienz einer thermischen Solaranlage.

Vom Leistungsspektrum eignen sich diese Pumpen z. Zt. für Solaranlagen mit einer Kollektorfläche ab ca. 100 m². In Zukunft wird die EC-Motor-Technologie aber sicherlich auch auf die Pumpen kleinerer Leistung übertragen. ◀



Bild 6: Solarregler mit kommunikationsfähiger und steuerbarer Pumpe



Bild 7: Hocheffizienzpumpe „WILO Stratos“