

Trinkwassererwärmungsanlagen

Robert Kremer*
Dieter Waider**

Zentrale Trinkwassererwärmungsanlagen und technische Lösungsvorschläge waren Thema des zweiten Teils dieser Fachbeitragsreihe. Jetzt erläutern die Autoren alles Wissenswerte rund um Trinkwassererwärmer mit Vorwärmung und Solartechnik.

In den letzten 15 Jahren wurden im Rahmen der Energieeinsparungsmaßnahmen, besonders in Großanlagen, Wasssererwärmer mit Vorwärmstufen geplant und ausgeführt. Das besonders niedrige Temperaturniveau von 10/40 °C ergab Wärmenutzungsmöglichkeiten für die Abwärme von Kältekreisläufen, für Solartechnik, Kondensatkühlung, Rücklaufauskühlung von Fernheizsystemen und die Brennwerttechnik.

Kleine Solaranlagen

Im Bereich der Ein- und Zweifamilienhäuser sowie in Anlagen mit kurzen Rohrlängen besteht die Möglichkeit, Solaranlagen mit Speichervolumen < 400 l mit Vor- und Nachwärmstufe nach Bild 17 auszuführen. Die Betriebstemperatur von 60 °C ist in die-

* Dipl.-Ing. Robert Kremer, Leverkusen, Fax (0 21 71) 55 80 49

** Dipl.-Ing. Dieter Waider, DVGW Bonn, Fax (02 28) 9 18 89 94

sen Bereichen nicht vorgeschrieben, sondern nur empfohlen. In Anlagen mit größerem Verteilnetz, bei denen aus Komfortgründen auf die Zirkulation nicht verzichtet werden kann, stellt sich die Forderung nach dem Ausgleich der Zirkulationsverluste ohne unnötigen Primärenergieverbrauch. In Bild 18 wird die Zirkulationswassermenge so in den Speicher eingeführt, daß sich im Bereich zwischen den beiden Heizflächen eine thermohydraulische Weiche für das einströmende Zirkulationswasser ausbildet.

Ist das Temperaturangebot von der Solarheizfläche höher als die Zirkulationstemperatur, so werden die Zirkulationsverluste zunehmend von Solarenergie gedeckt. Ist das Temperaturniveau in der thermohydraulischen Weiche ausreichend für die am Mischer geforderte Warmwassertemperatur, so werden sowohl die Warmwasserzapfungen

als auch die Zirkulationsverluste von der Solarenergie aus dem Vorwärmer erbracht. Die Verbesserung des thermischen Nutzungsgrades für die Kollektoren resultiert aus einer erheblichen Steigerung der Entnahmemengen aus dem solarbeheizten Vorwärmer. Die Wirtschaftlichkeit der thermischen Nutzung von Solarenergie wird durch die neuen Solarspeicher in Verbindung mit den Thermo-S-Optimierungsmischern um mehr als 30 % verbessert.

Der in Einfamilienhäusern eingebaute Warmwasserspeicher von z. B. 300 l Inhalt, wird unten als Vorwärmer auf die von der Solarenergie mögliche Temperatur erwärmt und in der oberen Hälfte vom Kessel beheizt. Es besteht auch die Möglichkeit, den gesamten Trinkwassererwärmer mit Primärenergie vom Kessel aufzuheizen, was ja im Falle der Mehrfamilienhäuser aus

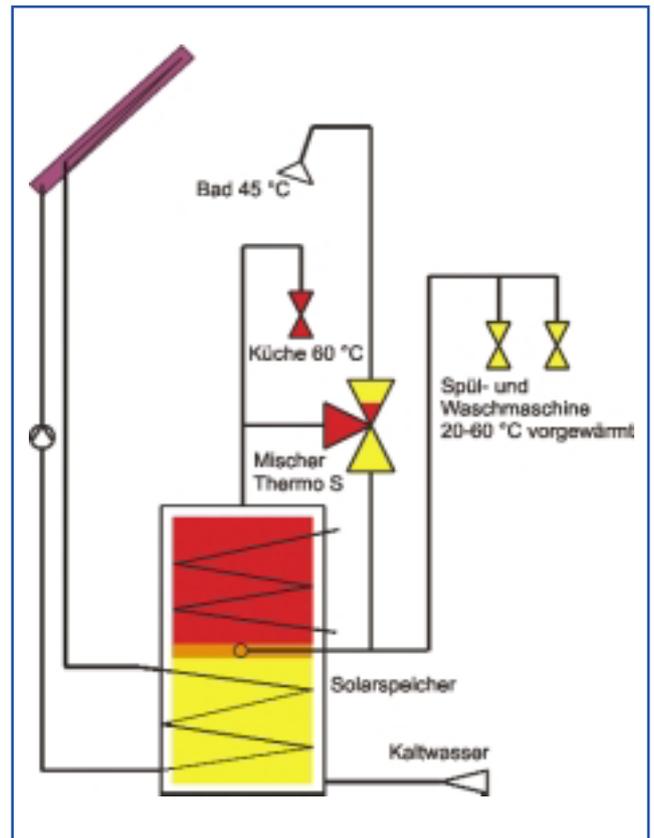


Bild 17 Solarenergie für Bad, Küche, Waschmaschine und Spülmaschine mit Thermo-S-Optimierungsmischer in einer Anlage ohne Zirkulation

Hygienegründen einmal am Tag geschehen muß. Für Solaranlagen, bei denen der Solarkreis nicht mit einem hygienisch einwandfreien Medium gefüllt wird, ist nach DIN 1988, Teil 2, ein direkter Wärmetausch zwischen Trinkwasser und Solarkreismedium nicht erlaubt. In diesen Fällen wird Trinkwasser vom Solarkreismedium über das Zwischenmedium Heizwasser getrennt. In Bild 19 ist für größere Anlagen ein Heizwasserspeicher in Verbindung mit einem eingebauten Trinkwasservorwärmer nach dem Durchflußsystem dargestellt. Die Nachwärmung erfolgt mit einem normalen

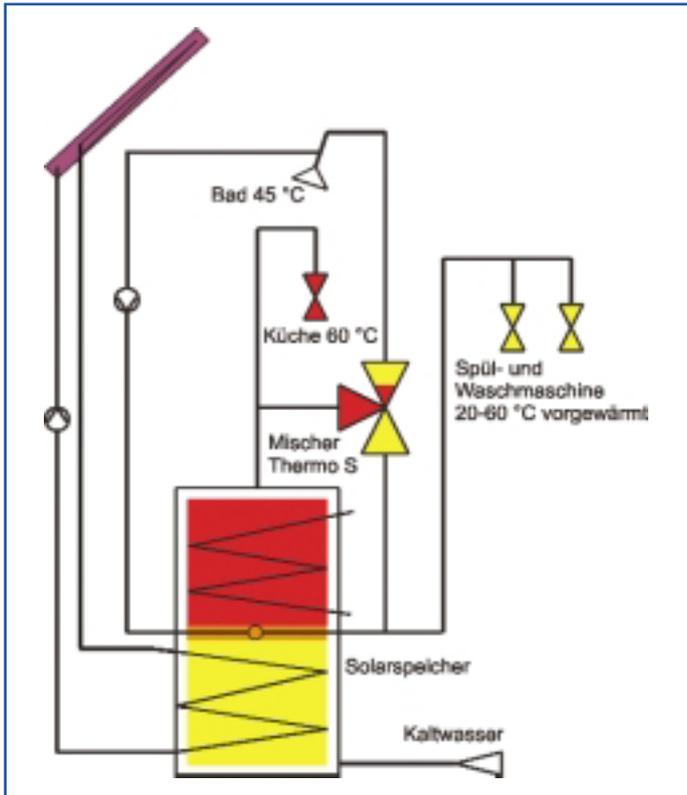


Bild 18 Solarenergie für Bad, Küche, Waschmaschine und Spülmaschine mit thermohydraulischer Weiche und Thermo-S-Optimierungsmischer zur Deckung der Zirkulationsverluste

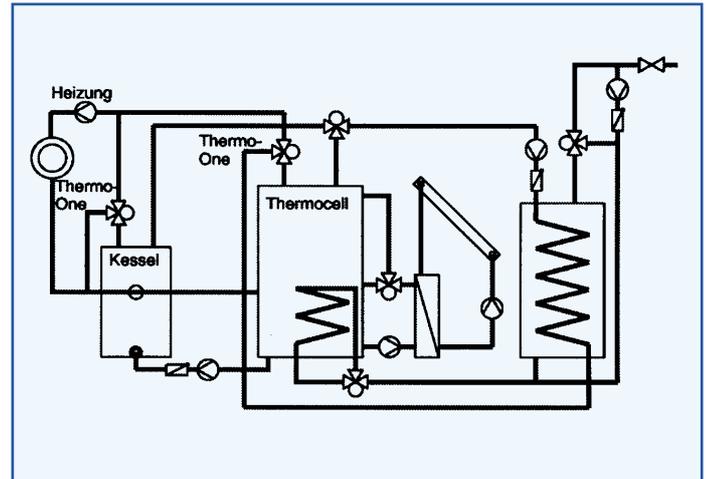


Bild 19 Optimierte Nutzung der Solarenergie für Heizung und Trinkwassererwärmung im Sommer und im Winter

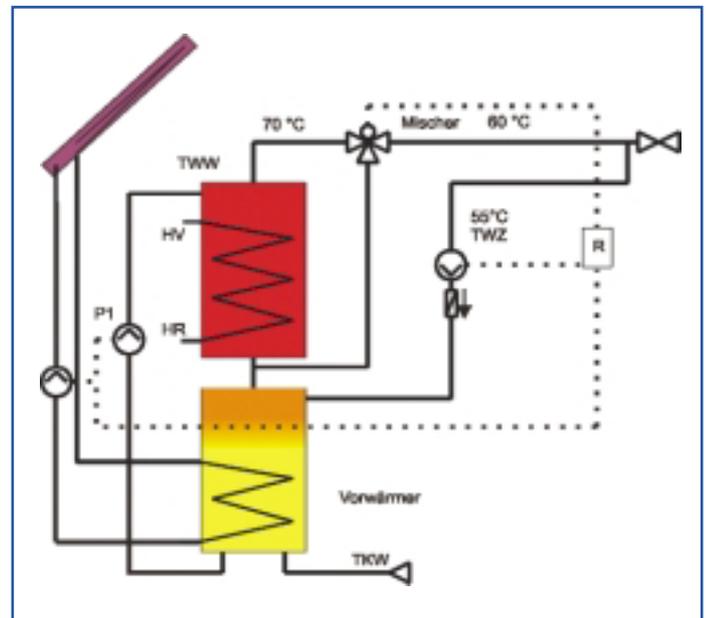


Bild 20 Trinkwassererwärmer mit zeit- und temperaturgesteuerter Aufheizautomatik für den Vorwärmer

Trinkwassererwärmer, der alternativ vom Heizwasserspeicher oder vom Kessel beheizt wird. Diese Schaltung berücksichtigt auch die Besonderheiten der Brenntechnik und ermöglicht die optimierte Nutzung der Solarenergie auch für die Heizung. Anlagen nach Bild 19 werden auch dann bevorzugt, wenn eine allein zur Trinkwassererwärmung überdimensionierte Kollektorfläche installiert ist und ein Teil der Wärmemenge in der Übergangszeit zur Erwärmung des Heizungsrücklaufs herangezogen werden soll.

Im Einzelnen werden bei der dargestellten Anlage folgende Funktionen erfüllt:

- Medientrennung zwischen Solarkreis und Trinkwasser
- Thermo-S-Legionellenschaltung durch permanente thermische Desinfektion im Nachwärmer und geregelte Warmwassertemperatur von 60 °C
- Nutzung der Solarenergie bis 62 °C zur Vorwärmung des Trinkwassers

- Nutzung der Solarenergie ab 62 °C zur Aufheizung des Heizwasserspeichers bis max. 95 °C
- Aufladevorgang für den Speicher und Deckung der Zirkulationsverluste vorrangig mit Solarenergie aus dem Heizwasserspeicher, Primärenergie wird nicht gespeichert, Brennwertkessel wird nur zugeschaltet und beheizt den Trinkwassererwärmer direkt
- Nutzung der Solarenergie bei starker Einstrahlung im Sommer zur Aufheizung des Heizwasserspeichers auf 95 °C, zur Aufheizung des Trinkwassererwärmers auf 80 °C und zur Aufheizung des Brennwertkessels auf 95 °C
- Nutzung der Solarenergie im Winter zur Trinkwasservorwärmung, alternativ zur Rücklaufvorwärmung bei niedrigen Temperaturen
- Nutzung des Heizwasserspeichers als NT-Speicher zur Optimierung der Brennwertnutzung in Zeiten geringer Einstrahlung und im Winter

Nachwärmung für Großanlagen

Die technische Möglichkeit zur Nachwärmung auf 60 °C ist in den ausgeführten Anlagen fast immer vorhanden. Das Temperaturniveau der Nachwärmung wird jedoch zur Energieeinsparung meist auf 50 °C begrenzt. Nach den neuesten Erkenntnissen über das Wachstum von Legionellen im Temperaturbereich bis 50 °C ist den Betreibern solcher Anlagen zu empfehlen, die Nachheizung auf 60 °C einzustellen. In

Bild 21 Schalt-schemata für Solaranlagen mit Vorwärmer und thermo-hydraulischer Weiche für den Ausgleich der Zirkulationsverluste ▶

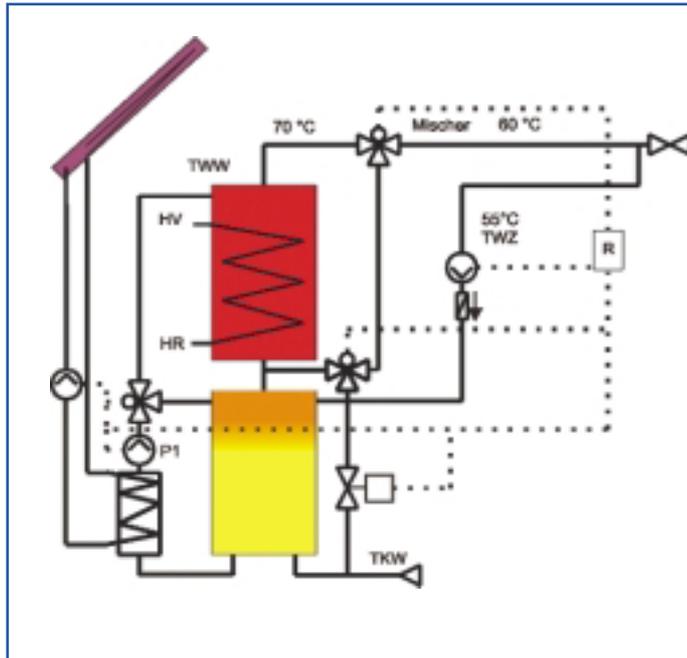
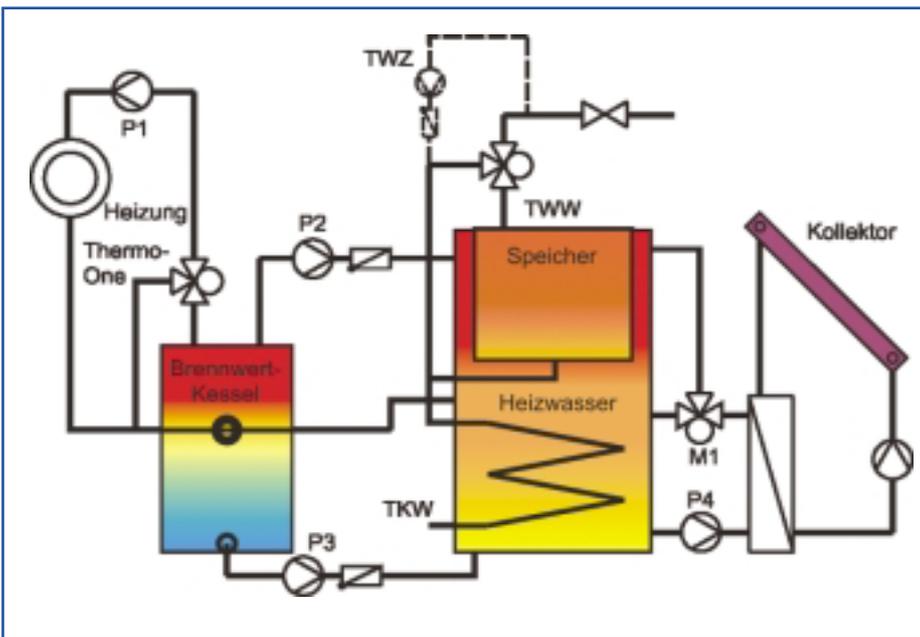


Bild 22 Heizwasserspeicher mit integriertem Trinkwassererwärmer zur Nutzung der Solarenergie und Optimierung der Brennwertechnik ▼



Neuanlagen muß der Anlagenplaner in der Ausschreibung die Aufheizleistung des Trinkwassererwärmers als Heizflächenleistung bezogen auf 60 °C fordern. In Ausschreibungen von Wassererwärmern im Wohnungsbereich ist auf die Angabe der Heizflächenleistung bezogen auf 60 °C besonders hinzuweisen. Nur so kann sichergestellt werden, daß die Warmwasseraustrittstemperatur von 60 °C bei bestimmungsgemäßem Betrieb eingehalten werden kann.

Bild 20 zeigt die beschriebene Anordnung, bei der es nun möglich ist, aus der Not eine Tugend zu machen. Bei diesem Anlagentyp wird die vorgeschriebene Aufheizphase im Wohnungsbau auf 15 Uhr, direkt vor die Spitzenzapfung des Trinkwassererwärmers, gelegt. Dadurch besteht die Chance, daß die Aufheiztemperatur von 60 °C allein mit Solarenergie erreicht wird. Wenn das nicht gelingt, wird der Vorwärmer von Primärenergie aufgeheizt, so daß für die Spitzenzapfungen der gesamte Speicherinhalt zur Verfügung steht, während der Speicherinhalt in der Folge danach nur noch zur oberen Hälfte mit Primärenergie nachgeheizt wird und unten vom Solarkreis auf das jeweils mögliche Temperaturniveau vorgewärmt wird.

Die Nachheizung der Zirkulationsverluste erfolgt ab 56 °C im Vorwärmer zunehmend mit Solarenergie. Die vorgeschriebene Mindestwarmwassertemperatur von 60 °C wird im obersten Speicher überwacht und die Solarenergie bei geringer Solarstrahlung überwiegend zur Vorwärmung des Trinkwassers bei niedrigem Temperaturniveau genutzt. Bei ausreichender Sonneneinstrahlung wird jedoch im untersten Speicher, dem Vorwärmespeicher, auch ein Temperaturniveau von 60 °C erreicht, so daß der durchschnittliche Wärmebedarf für die Trinkwassererwärmung einschließlich der Zirkulationsverluste an Sonntagen durchaus allein von der Solaranlage gedeckt werden kann. Da jedoch dieser Aufheizzustand für den Vorwärmespeicher nicht an jedem Tag gewährleistet ist, wird die Ladepumpe P1 über eine Zeitschaltuhr in der Regelung R so angesteuert, daß die Aufheizung der Vorwärmstufe auf 60 °C mit Primärenergie für mindestens eine halbe Stunde pro Tag gesichert ist. Der Zeitpunkt für die Aufheizung der Vorwärmstufe wird im Wohnungsbau nach den vorliegenden Erfahrungen auf 15 Uhr gelegt, so daß auch der Inhalt des Vorwärmers zur Abdeckung der Spitzenleistungen ab ca. 16 Uhr zur Verfügung steht.

Zirkulationsverluste mit Solarenergie ausgleichen

Wenn es nicht gelingt, die Zirkulationsverluste bei ausreichender Sonneneinstrahlung ohne Primärenergieverbrauch zu decken, so wird der Nutzungsgrad für die thermische Solarenergie niedrig bleiben. Außerdem muß auch die sinnvolle Speicherung überschüssiger Solarwärme bei höheren Temperaturen im Sommer ohne Nachteile für die Nutzer gesichert werden. Vor allem müssen die Steuerungs- und Regelinmaßnahmen effektiv zur Verringerung des Primärenergieverbrauchs führen. Daraufhin müssen die gewählten Schaltungen für Speicher, Wärmeerzeuger, Kollektoren und Trinkwassererwärmungssystem optimiert werden. Bild 21 zeigt die neue Schaltung bei der die Solarenergie in Verbindung mit einer geeigneten Steuerung gezielt auch zur Nachheizung der Zirkulationsverluste eingesetzt wird. Die Lösung erfüllt im Einzelnen folgende Anforderungen und Funktionen:

- Aufheizung des Vorwärmers auf 60 °C, vorrangig mit Solarenergie
- Aufheizung des Vorwärmers einmal am Tag auf 60 °C unter Nutzung der vorhandenen Ladepumpe
- Aufheizung des Vor- und Nachwärmers auf max. 90 °C über Solarenergie bei Überschuß im Sommer
- Wärmeabfuhr zum Wärmeerzeuger über 90 °C in den Speichern
- Nutzung der Solarenergie für Zirkulationsverluste ab 55 °C durch thermohydraulische Weiche oben im Vorwärmer
- 100 % Nutzung der Solarenergie für Zapfungen ab 60 °C im Vorwärmer ohne den Einsatz von Primärenergie
- Begrenzung der maximalen Temperatur im Verteilnetz auf 65 °C durch thermischen Mischer
- Möglichkeit zur thermischen Desinfektion von Vorwärmer und Verteilnetz

Brennwertnutzung mit Trinkwasservorwärmung

Genau wie bei der Solartechnik, ist auch bei der Brennwertnutzung gasbeheizter Wärmeerzeuger ein besonders niedriges Temperaturniveau zur Optimierung der Brennwertnutzung anzustreben. Bild 22 zeigt die Anordnung von Brennwertkessel und Solarspeicher mit Trinkwassererwärmer und Vorwärmer, wie sie in den letzten Jahren häufig ausgeführt wurde. Die Umwälzpumpe P2 wird sowohl zur Aufheizung des Trinkwassererwärmers auf 60 °C als auch zur Vermeidung überhöhter Temperatur im oberen Speicher über 95 °C eingeschaltet. Die eingebaute Umwälzpumpe P3 wird von einer Temperaturdifferenzregelung angesteuert, die Heizrücklauftemperatur und Heizwasserspeichertemperatur vergleicht, um bei niedriger Temperatur im Speicher das kalte Heizwasser zur Verbesserung der Kondensationsbedingungen in den unteren Teil des Brennwertkessel zu fördern (Optimierung der Brennwertnutzung). Bei Sonneneinstrahlung wird der untere Teil des Heizwasserspeichers zur Vorwärmung des Trinkwassers und danach zur Nachheizung der Zirkulationsverluste genutzt. Die Trinkwasservorwärmung im unteren Heizwasserspeicher wird also zweifach genutzt. Der Inhalt des Vorwärmers, der als Durchflußerhitzer ausgeführt ist, liegt unter 3 Liter und läßt keine hygienischen Probleme erwarten.

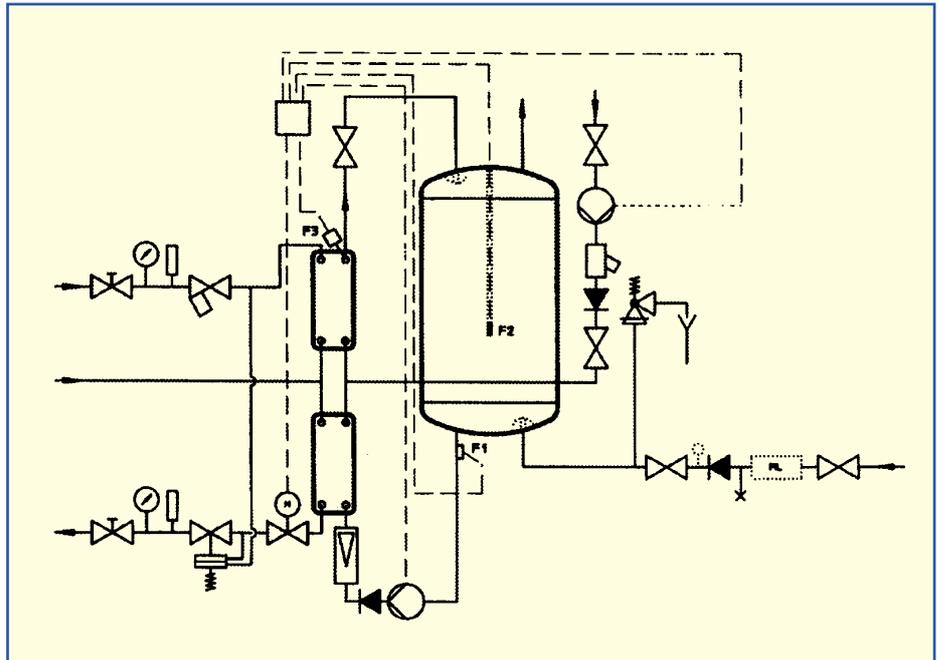


Bild 23 Auflade-Speichersystem für die Fernheizung mit Vorwärmer zur Rücklaufwärmenutzung

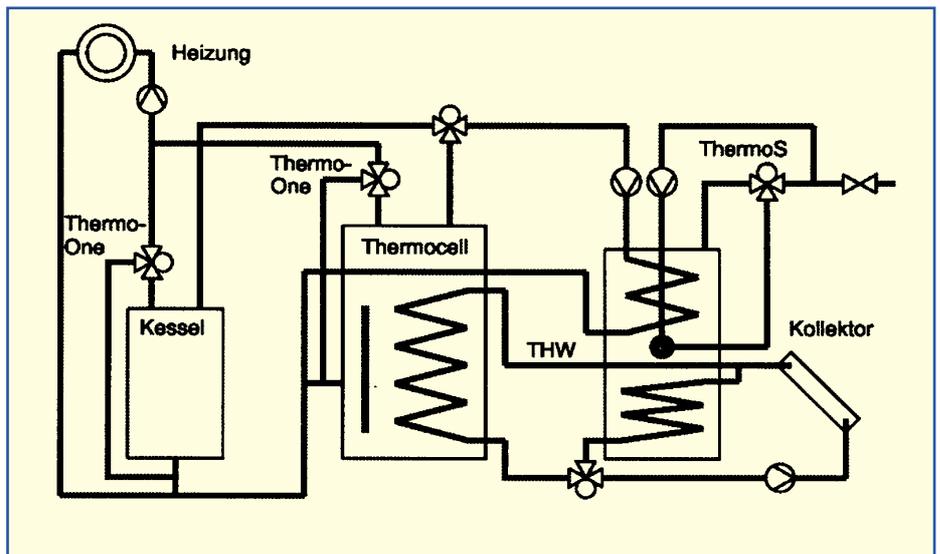


Bild 24 Optimierte Nutzung der Solarenergie für Heizung und Trinkwasservorwärmung mit den Systemen ThermoOne, Thermo-S und thermohydraulischer Weiche im Solarspeicher

Für Großanlagen besteht die Möglichkeit der Aufheizung des Vorwärmers einmal am Tag auf 60 °C unter Nutzung der Umwälzpumpe P4 und des Dreiwegeventils M1. Der Zeitpunkt dieser Temperaturerhöhung liegt nach vorliegenden Erfahrungen mit Solaranlagen im Wohnungsbau um 15 Uhr. In anders gearteten Anlagen wird dieser Zeitpunkt kurz vor die erste Bedarfsperiode gelegt. Auf diese Weise ist die optimierte Brennwertnutzung in Kombination mit der Solartechnik, durch Trinkwasservorwärmung, auch unter Beachtung der Hygienevorschriften, weiterhin möglich.

Auflade-Speicher mit Vorwärmer für Fernheizung

Zur weitergehenden Auskühlung des Fernheizwassers und zur verbesserten Nachheizung trotz Zirkulationsverlusten im Verteilnetz, können zwei Wärmeüberträger zur Aufladung des Speichers wie in Bild 23 in Reihe geschaltet werden. Die Zirkulations-

Leistungs- kennzahl NL	Kollektor- fläche m ²	Bivalenter TWS Liter	kW	Heizwasserspeicher Liter	kW	Kesselzuschlag kW
3	15	200	14	600	7	4
6	25	300	22	1 000	12	6
10	38	400	32	1 500	18	11
20	62	600	55	2 500	30	18
40	100	2× 400	100	4 000	46	35
80	180	2× 600	180	7 000	84	70
160	300	2×1000	280	12 000	140	100

Bild 25 Tabelle zu Volumen und Leistung für Anlagen nach Bild 24 mit Heizwasserspeicher und bivalentem Trinkwassererwärmer

leitung wird zwischen den beiden Wärmeüberträgern angeschlossen, so daß die Fläche des oberen Wärmeüberträgers für die Zirkulationswärmeverluste zur Verfügung steht. Die Durchflußmeßeinrichtung zur Einstellung der Ladepumpenleistung muß direkt nach der Ladepumpe angeordnet werden. Bei Einsatz des Systems in Altbauten mit verzinkten Leitungen sollte ein Schwefelstofffilter in den Zirkulationskreis eingesetzt werden.

Auf der Heizwasserseite werden beide Wärmeüberträger ebenfalls in Reihe geschaltet, wobei entweder die gesamte Menge oder ein Teilstrom der von der Raumheizung rückkehrenden Heizwassermenge (Heizungsrücklauf) zwischen den beiden Wärmeüberträgern meist unregelmäßig zugeführt wird. Die Trinkwasservorwärmung erfolgt also durch Heizungsrücklaufwasser. Diese Maßnahme führt zur weitergehenden Auskühlung des Fernheizrücklaufs und verringert den Anschlußwert des Objektes im Auslegungszeitpunkt, d.h. während des Spitzenbedarfs der Heizung im Winter. Je nach Tarifgestaltung des Fernheizbetreibers werden solche Sonderschaltungen, wie sie auch zur verbesserten Brennwertnutzung in Heizkesselanlagen mit Brennwertkesseln eingesetzt werden, durch niedrigere Anschlußkosten bzw. günstigere laufende Kosten honoriert.

Eine Sonderschaltung zur Aufheizung des Vorwärmers auf 60 °C ist nicht erforderlich, da der gesamte Speicher einschließlich des Inhaltes zwischen den Fühlern F1 und F2 bei jedem Aufheizvorgang auf mindestens 55 °C erwärmt wird. Außerdem sind für Durchflußwassererwärmer ≤ 3 l Inhalt keine Maßnahmen erforderlich. Bei der Auslegung der Wärmeüberträger sind die verschiedenen Volumenströme der beiden Wärmeüberträger auf der Heiz- und Trinkwasserseite zu beachten. Die Betriebstemperaturen der beiden Geräte ergeben sich als Mischtemperaturen und werden mit Hilfe der theoretischen Ein- und Austrittstempe-

raturen für den Auslegungspunkt unter Berücksichtigung der verschiedenen Volumenströme erreicht.

Solarenergie für Heizung und Trinkwassererwärmung

Werden Solaranlagen mit größeren Kollektorfeldern als nach der Tabelle in Bild 25 ausgelegt, so zielt diese Auslegung auf Heizung und Trinkwassererwärmung. Es ist dann auch sinnvoll, Heizwasserspeicher für die Nutzung der Solarenergie einzusetzen. Diese Heizwasserspeicher haben im Sommer die Aufgabe, bei hoher Solarstrahlung Wärmemengen über 65 °C zu speichern und bei Anforderung des Trinkwassererwärmers diesen an Stelle mit Primärenergie mit Solarenergie zu beheizen. In der Übergangszeit und im Winter werden die Heizwasserspeicher zur Vorwärmung des Heizungsrücklaufes alternativ zur Trinkwasservorwärmung genutzt. Die hydraulische Schaltung einer Anlage mit bivalentem Trinkwassererwärmer und Heizwasserspeicher ist in Bild 24 dargestellt. Die Werte in der Tabelle nach Bild 25 sind Beispiele für Anlagen mit ca. 25 bis 30 % vergrößerter Kollektorfläche. Die Basis zur Dimensionierung der Heizwasserspeicher ist 40 l/m² Kollektor und berücksichtigt eine maximale Aufheizung der Speicher auf 95 °C bei starker Sonnenstrahlung und mit Flachkollektoren.

Im vierten und letzten Teil dieser Artikelreihe erfahren die SBZ-Leser alles über Bedarfsermittlung, Auslegung, Dimensionierung, Sicherheitstechnik und Wartung von Trinkwassererwärmern. □