



Temperaturoptimierung der Trinkwassererwärmung durch Trennung von Zirkulation und Kaltwasser

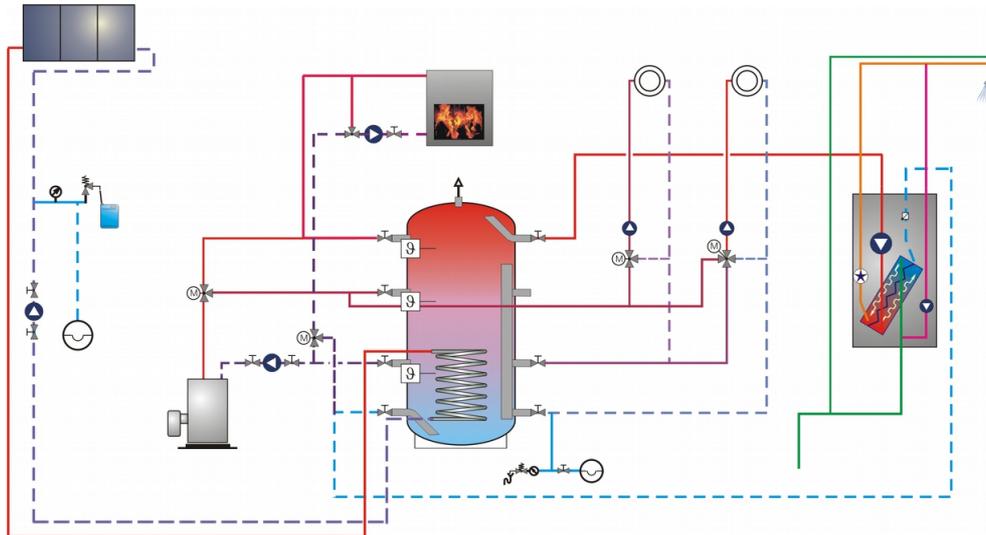
Dipl.-Ing.(FH) Axel Horn
Ingenieurbüro solar energie information
Buchenstraße 38, D-82054 Sauerlach

e-Mail: info@ahornsolar.de
www.ahornsolar.de



Stand der Technik: Frischwarmwasserstationen

Trinkwassererwärmer mit Plattenwärmetauscher, die als Durchlauferhitzer mit Heizwasser funktionieren, können bei Solarthermieanlagen inzwischen als Stand der Technik angesehen werden.



**Ziel: niedrige Rücklauftemperaturen**

Frischwarmwassersysteme liefern niedrigste Heizwassertemperaturen im Rücklauf für die schichtende Speicherentladung und demzufolge für die optimale Gasbrennwert- bzw. Solarwärmenutzung, gleichzeitig bieten sie eine hervorragende Warmwasserhygiene (Schutz vor Legionellen) auch bei großzügig dimensioniertem Speichern.

Bei Anlagen in Einfamilienhäusern ermöglicht die Regelung des Frischwarmwassersystems auch einen sehr energiesparenden Betrieb der Zirkulationspumpe.



Zirkulation in Mehrfamilienhäusern

Den Anforderungen des DVGW folgend muss in Mehrfamilienhäusern mit zentraler Trinkwassererwärmung die Zirkulation wenigstens **16 Stunden pro Tag** eine Rücklauftemperatur von **55 °C** haben. In vielen Anlagen wird die Zirkulation einfach auf die Kaltwasserzuleitung der Frischwarmwasserkaskade geschaltet. Dort kommt es zu einer Temperaturvermischung, die zwangsläufig auch die Rücklauftemperatur und die Temperatur im Speicher ansteigen lässt.



Als Beispiel sei die Situation betrachtet, wenn in einem Mehrfamilienhaus mit einem Zirkulationsvolumenstrom von 20 l/min (55 °C) ein Verbraucher mit 8 l/min aktiv ist:

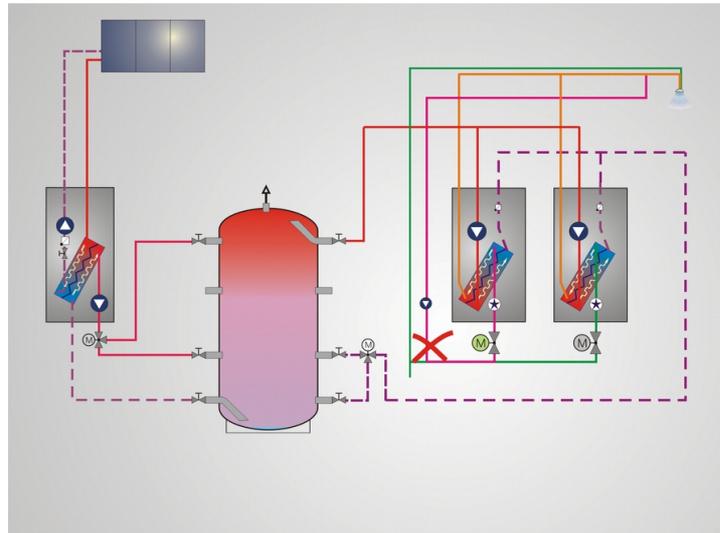
	Liter/min	°C
Kaltwasser	8	10
Zirkulation	20	55
Zulauf		
Frischwarmwasserkaskade	28	42

In Mehrfamilienhäusern übersteigt der Zirkulationsvolumenstrom meistens den durchlaufenden Warmwasserverbrauch, was bei herkömmlich geschalteten Frischwarmwasserkaskaden hohe Mischtemperaturen ergibt.

Wenn nur während der morgendlichen Zapfspitze eine niedrigere Mischtemperatur entsteht, ansonsten aber immer ein Rücklauf mit relativ hoher Temperatur in den Speicher einströmt, kann sich auch in hervorragend konstruierten Schichtenpufferspeichern keine kalte Schicht ausbilden. Der Ertrag von Sonnenkollektoren bleibt dann häufig deutlich hinter den Erwartungen zurück.



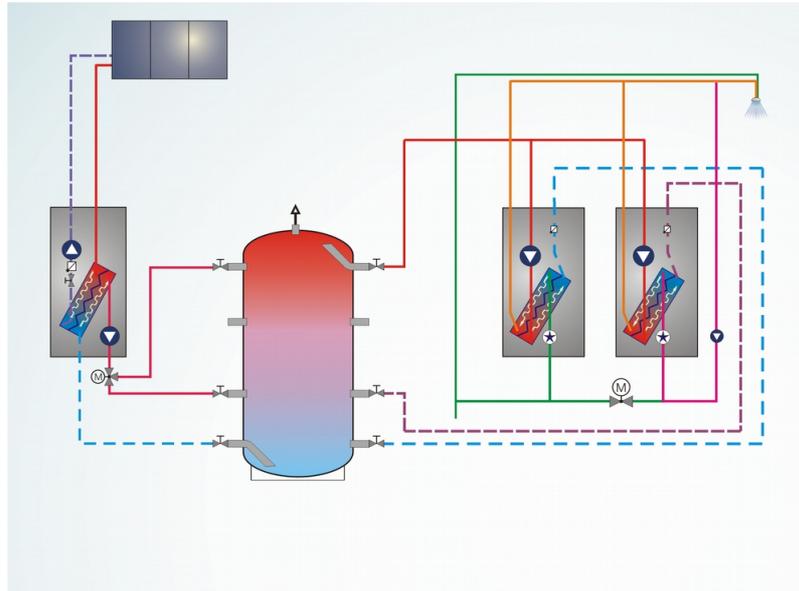
Bei Anlagen, die eine kalte Zone im Speicher brauchen, sollte die Zirkulation *nicht* direkt auf den Kaltwasseranschluss der Kaskade geleitet werden.





Exergieoptimierte Frischwarmwasserkaskade

Bei der exergieoptimierten Kaskade sind die Module parallel zueinander geschaltet. In der Kaltwasserleitung zwischen dem ersten und dem weiteren Modul befindet sich ein Trennventil, das bei geringer Zapfung geschlossen ist. Die Zirkulationsleitung wird von der anderen Seite an das zweite Gerät herangeführt.





So kann die hohe Temperatur des Zirkulationsrücklaufs das erste Modul nicht erreichen. Deshalb liefert dieses immer einen Rücklauf mit niedriger Temperatur, mit dem sich eine kalte Schicht im Speichers aufbaut. Die Einleitung der Rücklaufleitung des zirkulationsseitigen Moduls erfolgt getrennt davon in wärmere Speicherschichten.

Hohe Zapfraten werden von der Kaskadenregelung erkannt. Durch Öffnen des Trennventils gelangt Kaltwasser zum zirkulationsseitigen Modul und nutzt dessen Leistungskapazität. Mit äußerst geringem Schaltungsaufwand lassen sich auf diese Weise sehr leistungsstarke Trinkwassererwärmersysteme aufbauen.





Frischwarmwasserkaskaden haben bei solargerechter Auslegung (65 °C Vorlauftemperatur für 60 °C Trinkwarmwassertemperatur) ungefähr diese Leistungsgrenze:

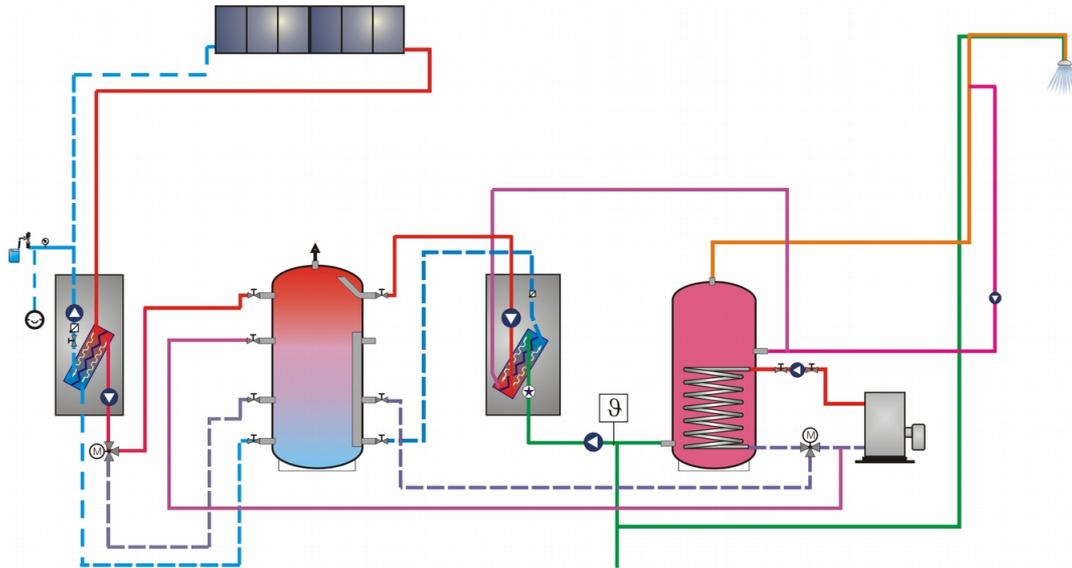
2er Kaskade 30 l/min-Module	17 Wohnungen
2er Kaskade 50 l/min-Module	33 Wohnungen
2er Kaskade 60 l/min-Module	44 Wohnungen
3er Kaskade 50 l/min-Module	65 Wohnungen





Schema mit Frischwarmwasserstation als Vorwärmstufe

Wenn ein Speicherwassererwärmer Bestandteil des Systems bleiben soll, bietet es sich an, eine Frischwarmwasserstation als Vorwärmstufe einzusetzen.





Hier hängt die Wiedererwärmung des Zirkulationsrücklaufs am Warmwasserspeicher und dem daran angeschlossenen Kessel. Der ausschließlich solar erwärmte Pufferspeicher kann dagegen getrennt davon durch das zuströmende Kaltwasser extrem auskühlen.

In Zeiten mit reichlichem Solarenergieangebot kann die Frischwarmwasserstation aber auch Solarwärme auf hohem Temperaturniveau zum Ausgleich der Zirkulationsverluste liefern.





Theorie

In der Thermodynamik werden nicht nur Energiemengen bilanziert, sondern diese mit einer Aufteilung in *Exergie* und *Anergie* bewertet, wobei die Temperaturverhältnisse eine wichtige Rolle spielen.

Die Exergie ist im Gegensatz zur Energie keine Erhaltungsgröße, d. h. im Gegensatz zur Energie kann Exergie vernichtet werden. (Wikipedia)

Exergie-Vernichtung passiert, wenn sich zwei Volumenströme mit unterschiedlichen Temperaturen vermischen. Exergieoptimierung bedeutet, das zu vermeiden.



Praxis

Der Umbau einer Frischwarmwasserkaskade auf exergieoptimierte Schaltung senkte in einem Mehrfamilienhaus mit 130 Wohneinheiten und einem Zirkulationsvolumenstrom von ca. 80 Liter/min die Temperatur im Solarteil der Pufferspeicher von rund 50 °C auf 30 °C.

Typischerweise liegt die Rücklauftemperatur der kaltwasserseitigen Module bei knapp über 20 °C.

In Mehrfamilienhäusern mit 60 und mehr Wohnungen ist zu beobachten, dass in den Kaltwasserzulauf zur Trinkwassererwärmung so regelmäßig frisches kaltes Wasser einströmt, dass es an der Eintrittsseite des Plattenwärmetauschers zu Kondensatbildung kommt. Um eine Vernässung der Rohrisolierung und Korrosionsschäden zu vermeiden, sollten Gegenmaßnahmen getroffen werden. Das kann zum Beispiel der Einsatz von zwei Frischwarmwassermodulen auf der Kaltwasserseite sein, die abwechselnd betrieben werden (Kaskadenrotation).





Verkalkung

Verkalkung ist ein Thema bei Frischwarmwassertechnik. Theoretische Überlegungen lassen hinsichtlich der exergieoptimierten Schaltung vermuten, dass die kaltwasserseitigen Module weniger Probleme haben, weil sie mit niedrigeren Temperaturen arbeiten und daher schnell auf unter 60 °C abkühlen, während die zirkulationsseitigen Module dauernd auf 60 °C und mehr betrieben werden.

Es ist jedoch gerade umgekehrt: das frisch einströmende Kaltwasser führt bei entsprechender Wasserhärte zu einer relativ raschen Verkalkung der kaltwasserseitigen Module, wenn keine Vorkehrungen getroffen werden. Die zirkulationsseitigen Module zeigen dagegen auch bei unbehandeltem Wasser nur geringe Tendenz zur Verkalkung.

Ein verkalkter Frischwassererwärmer liefert auch bei Kaltwasser eine Rücklauftemperatur von über 55 °C. In Mehrfamilienhäusern ist eine funktionierende Kalkbehandlungsanlage also Voraussetzung für eine funktionierende Solarthermieanlage.



Fazit

Die exergieoptimierte Schaltung von Frischwarmwasserkaskaden ermöglicht es, den Anforderungen sowohl der Trinkwasserhygiene wie auch der Energieeffizienz zu entsprechen. Dabei ist das resultierende Anlagenschema einfach überschaubar.

In Mehrfamilienhäusern mit zentraler Trinkwassererwärmung gibt es kaum eine andere Lösung mit gleicher Kosteneffizienz.



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

www.ahornsolar.de