

Hygienevorschriften im Solarbetrieb

Novellierung der Trinkwasserverordnung- neue Anforderungen an solare Trinkwassererwärmung

Dipl.-Ing. Burkhard Maier

Die Novellierung der Trinkwasserverordnung wird in allen Mitgliedsstaaten der EG zum 01.01.2003 in Kraft treten. Ziel der Überarbeitung ist die Vereinheitlichung der Trinkwasserrichtlinie durch strengere Anforderungen an die Trinkwasserhygiene. Deutschland, als Vorbild für andere Länder, hat dennoch mit einigen wesentlichen Änderungen zu rechnen.

So muss das Wasser bis zur Entnahmestelle frei sein von Krankheitserregern und die Trinkwassererwärmungsanlagen sind nach allgemein anerkannten Regeln der Technik zu planen. Dabei steht der Betreiber der Anlage in der

mern im Contracting haben, da automatisch die gesamte Anlage zu berücksichtigen ist. Meldepflichten, regelmäßige Kontrollen sowie Strafordrohungen zeigen, wie ernst das Thema Trinkwasserhygiene genommen werden muss.

und W 552 überarbeitet und zusammengefasst werden und zum Beispiel die Toleranz von 5 Kelvin bei der Speicheraustrittstemperatur von 60 °C eliminiert ist! Das bedeutet, dass alle Großanlagen mit Speicherkapazität größer 400

werden müssen. Da dies die Wirtschaftlichkeit von Solaranlagen erschweren würde, hat man sich darauf geeinigt, dass für die Nutzung der thermischen Solarenergie zur Trinkwassererwärmung eine Vorwärmstufe mit niedrigeren Temperaturen als 60 °C eingesetzt werden kann. Es muss allerdings einmal innerhalb von 24 Stunden auf 60 °C aufgeheizt werden, um der Keimbildung und der Entstehung von gefährlichem Biofilm vorzubeugen. Die besondere Aufgabe in der Planung der Anlage liegt darin, zunächst das richtige Volumen für den 60°C-Speicher und die Vorwärmstufe zu bestimmen. Anschließend ist der richtige Zeitpunkt für die Aufheizung der Vorwärmstufe auf die hohe Temperatur einmal innerhalb von 24 Stunden festzulegen, damit dazu möglichst auch Solarenergie verwendet werden kann und vor allem die Nutzung der Solarkollektoren nicht eingeschränkt wird. Um feststellen zu können, welche Maßnahmen für die ideale Trinkwassererwärmung nach dem aktuellen Stand zu ergreifen sind, muss zunächst der Warmwasserbedarf des Gebäudes ermittelt und anschließend

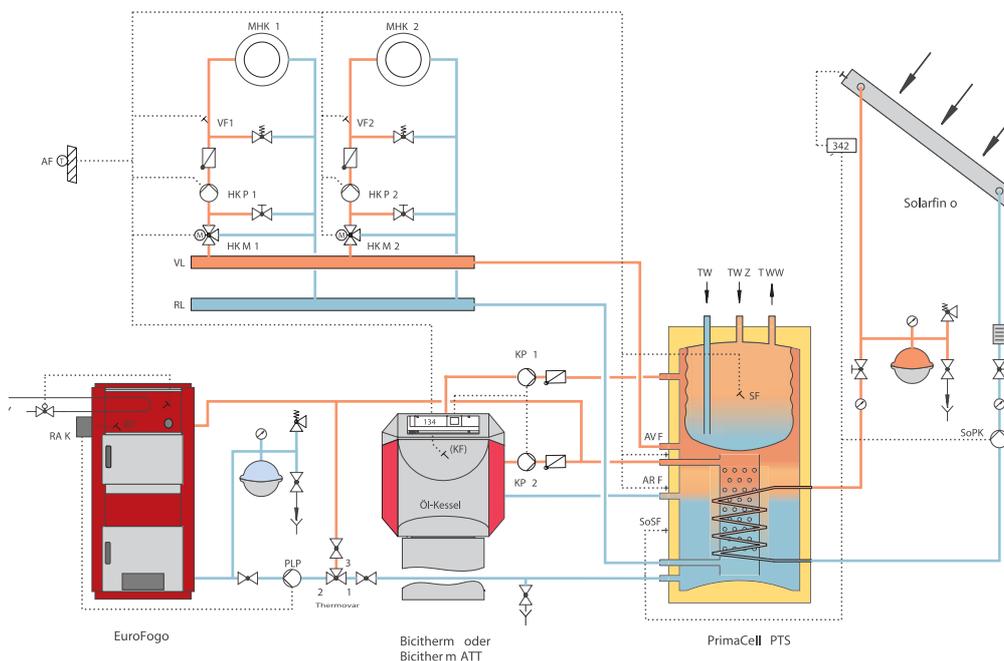


Abb.1 moderner Einsatz eines Schichtenspeichers zur optimalen Ausnutzung der Solarkollektoren

Verantwortung, die geforderten Grenzwerte der Trinkwasserverordnung nicht zu überschreiten. Das wird insbesondere Auswirkungen auf den Einsatz von Trinkwassererwär-

Als Grundlage für die allgemein anerkannten Regeln der Technik gelten die **DVGW Arbeitsblätter W 551, W 552 und W 553**. Wichtig ist dabei, dass die Arbeitsblätter W 551

Liter Inhalt und alle Anlagen mit einem Leitungsinhalt von mehr als 3 Litern vom Trinkwassererwärmer bis zur weitest entfernten Zapfstelle permanent auf 60 °C gehalten

Von Mannesmann

zu Mapress

Konsequenter: **mapress Edelflex**

Jetzt können Sie auch bei flexiblen Rohrleitungen für die Trinkwasserversorgung konsequent bei Edelstahl bleiben, denn mit der revolutionären Neuheit **mapress Edelflex** kann die Installation auf der Etage schnell und sicher realisiert werden: flexibel von der Rolle bis in den letzten Winkel.

mapress Edelflex besteht aus einem dünnwandigen Edelstahlrohr, das außen mit einem Kunststoffschutzmantel beschichtet und so von Hand biegsam ist.

Eine echte Innovation im Mapress-Programm – mit besten Zukunftsaussichten.

Mapress GmbH & Co. KG
Postfach 2263 · 40746 Langenfeld
Tel.: (0 21 73) 2 85-2 33
Fax: (0 21 73) 2 85-2 39

www.mapress.de

mapress[®]
pressfitting system

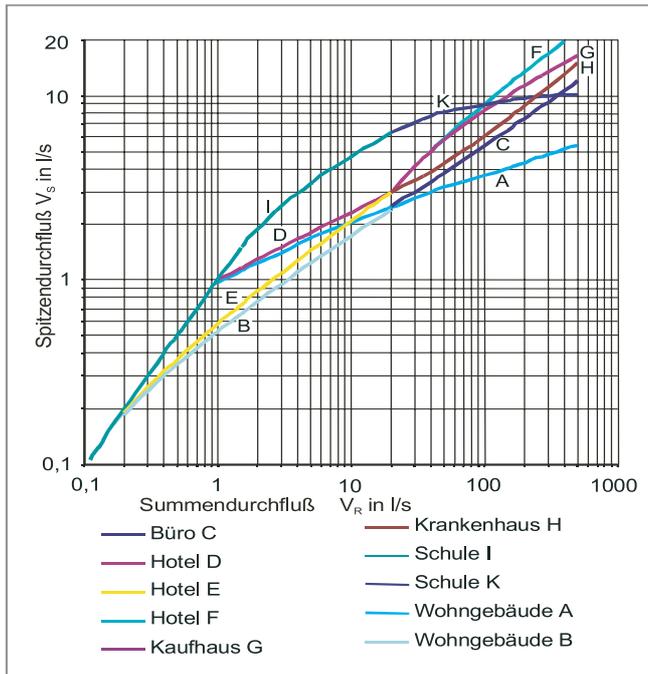


Abb.2 Spitzendurchfluss in Abhängigkeit vom Summendurchfluss

das richtige Verhältnis zwischen Speicherinhalt und Heizflächenleistung errechnet werden.

Bestimmung des richtigen Verhältnisses zwischen Speicherinhalt und Heizflächenleistung

Um das Verhältnis zwischen Volumen und Heizflächenleistung zu optimieren, ist eine möglichst genaue Kenntnis des Bedarfs erforderlich. FRÖLING unterstützt derzeit das Forschungsprojekt TRAF0 der Fachhochschulen Köln und Münster und ist Vorreiter darin, die Speicher mit Hilfe der **DIN 1988** zu dimensionieren. Die im Hause FRÖLING vorliegende Software lehnt den theoretischen Bedarf für Wohnungen aber auch für Krankenhäuser, Hotels, Bürogebäude, Sportstätten etc. an die DIN 1988 an. Auf Basis dieser Daten wird der Bedarf auf eine Leistungskennzahl zurückgeführt, die mit der aus dem Wohnungsbau bekannten Leis-

tungskennzahl vergleichbar ist. Zusätzlich werden für jedes Objekt individuell innerhalb der Bedarfsperiode verschiedene Spitzenleistungen angegeben und mit den theoretischen Werten des Bedarfs verglichen. Somit steht dem Planer der Anlage ein Kontrollinstrument zur Verfügung, um den ausgewählten Trinkwassererwärmer zu dokumentieren.

Optimierter Einsatz von Solarenergie im Ein- und Zweifamilienhaus

Wird ein Heizsystem direkt oder erst später mit Solarkollektoren oder einem Holzheizkessel erweitert, so sollte von Anfang an die richtige Technik eingesetzt werden. Als Zentraleinheit für diese komplexen Heizsysteme dient ein Schichtenspeicher mit 750 (oder 1000) Litern Gesaminhalt. Er besteht aus:

- ▶ Pufferspeicher mit 600 (oder 850) Litern Heizwasserinhalt
- ▶ Trinkwassererwärmer als

Edelstahlblase mit 115 Litern Inhalt im oberen Bereich

- ▶ Integriertem Solarwärmetauscher unten im Speicher
- ▶ Thermohydraulikzylinder in der Mitte des Speichers, der für eine optimale Temperaturschichtung sorgt

Der große Gesaminhalt und die Konstruktion des Speichers bilden optimale Voraussetzungen für die Nutzung regenerativer Energien ohne großen Regelungsaufwand. Durch die Schichtung im Speicher steht für die Solaranlage stets ausreichend kaltes Wasser zur Erlangung eines hohen Nutzungsgrades zur Verfügung, ohne dabei die Trinkwasserhygiene zu gefährden. Auch wenn die Anlage erst später durch eine Solaranlage ergänzt wird, bringt diese sofort zusätzlichen Nutzen und entlastet die Umwelt: Durch das große Gesamtvolumen kann die Takthäufigkeit des Brenners (insbesondere eines Ölkessels, der heute aufgrund der Mindestgröße der Düse eine Kleinstlast von ca. 14 kW leistet) erheblich reduziert werden. Dies ist hauptsächlich im Sommerbetrieb und in der Übergangszeit im Frühjahr und Herbst wichtig, wenn der erforderliche Wärmebedarf des Gebäudes unterhalb der Min-

destlast des Kessels liegt. Auch betrifft es die Neuanlagen nach **EnEV**, da durch bessere Wärmedämmung der Wärmebedarf in den Gebäuden weiter gesunken ist. Die Umweltentlastung entsteht durch die längeren Brennerlauf- und Stillstandszeiten, da die Emissionen beim Zünden und Abschalten am höchsten sind. In diesen Zeiten wird witterungsgeführt nur eine niedrigere Vorlauftemperatur für die Heizkreise benötigt, wodurch die Solarwärme auch direkt für die Heizungsunterstützung genutzt werden kann.

Somit ergeben sich durch den Einsatz des Schichtenspeichers zusammenfassend folgende Vorteile:

- ▶ Hygienische Trinkwassererwärmung, da ein kleiner Trinkwasserinhalt mit hohen Temperaturen bevorratet wird
- ▶ Wirtschaftliche Solarwärmenutzung durch optimale niedrige Temperaturen
- ▶ Erhöhung des Ertrages der thermischen Solarenergie durch Heizungsunterstützung
- ▶ Umweltentlastung durch geringere Takthäufigkeiten des Brenners, insbesondere in der Übergangszeit und in Neubauten gemäß EnEV
- ▶ Ebenso kann später pro-

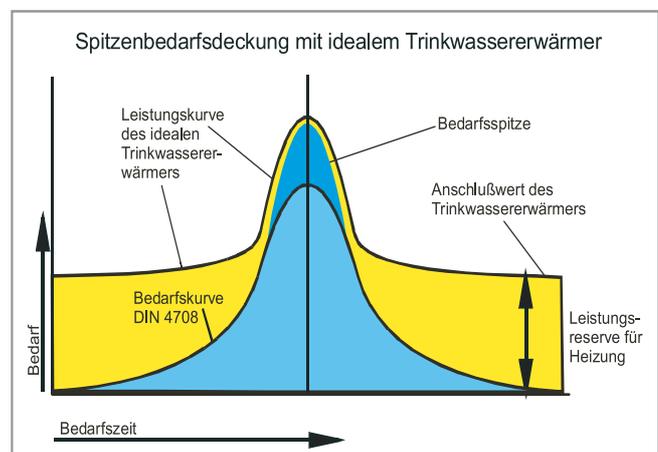


Abb.3 Bedarfs- und Leistungskurve für ideale Trinkwassererwärmer

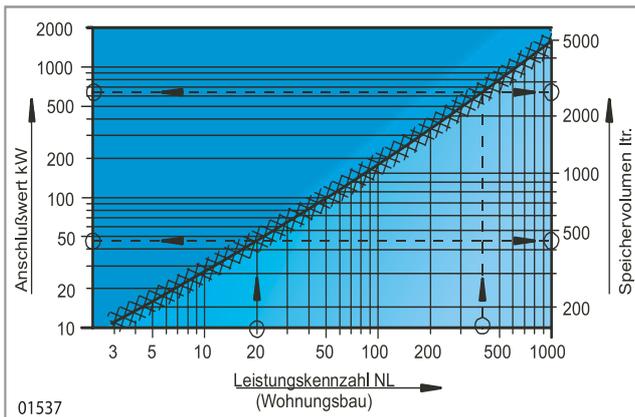


Abb.4 Diagramm Ideale Speicher für den Wohnungsbau (Werkbild FRÖLING)

blemlos eine weitere regenerative Energiequelle eingebunden werden.

Optimierter Einsatz von Solarenergie in der Großanlage

Die Spitzenbedarfstheorie nach **DIN 1988, Teil 3** und die Gauß'sche Verteilung nach **DIN 4708** bilden die Basis für die Bedarfsermittlung für Großobjekte wie Krankenhäuser, Hotels, Verwaltungsgebäude und Schulen [1]. Hier ist der Stand der Technik wegen Fehlens einer einheitlichen Auslegunggrundlage nicht so eindeutig zu definieren. Was den Spitzendurchfluss von Trinkwasserleitungen angeht, ist jedoch nach DIN 1988, Teil 3 ein sehr genaues Auslegungsverfahren bekannt, mit dem die Dimensionierung der Kalt- und Warmwasserleitungen erfolgt.

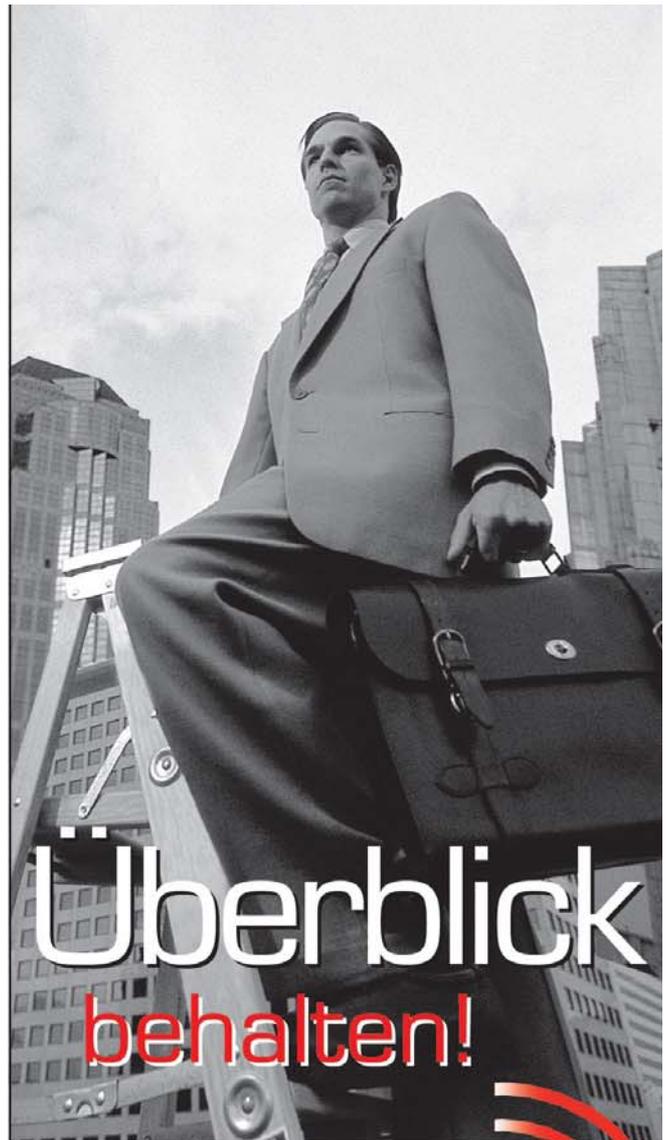
Ausgehend von einem Summendurchfluss für alle angeschlossenen Verbraucher wird nach Abb.2 unter Berücksichtigung von Gleichzeitigkeitsfaktoren ein Spitzendurchfluss in Litern pro Sekunde ermittelt, der unter Beachtung zulässiger Strömungsgeschwindigkeiten in Rohrleitungen direkt zur Dimension der Rohrleitung führt.

Da in der DIN 1988, Teil 3 als Basis für die Warmwasserleitung eine Temperaturerhöhung auf 60°C vorgesehen ist und eben dieser Wert auch aus hygienischen Gründen nach **DVGW W 551** als Mindesttemperatur für das Verteilnetz gefordert ist, führt die Berechnung des Spitzendurchflusses für die Warmwasserleitung direkt zur erforderlichen Spitzenleistung des Trinkwassererwärmers selbst.

Der Spitzendurchfluss für die Warmwasser-Rohrleitung wird zu einer Leistungsanforderung an den Trinkwassererwärmer in Bezug auf die Kurzzeitspitze.

Der Vergleich des Spitzendurchflusses für den Wohnungsbau aus DIN 1988, Teil 3 mit der 10-Minuten-Spitze für Prüfungen von Trinkwassererwärmern nach DIN 4708 führt zu der Erkenntnis, dass die wichtige Kenngröße Spitzenleistung $l/10 \text{ min}$ mit einem Minderungsfaktor direkt aus dem Spitzendurchfluss nach DIN 1988 in l/s errechnet werden kann.

Die Verteilung des Summenbedarfs für Trinkwassererwärmung wird in Anlehnung an die DIN 4708 nach einer Gauß'schen Verteilung einschließlich Spitzenbedarfstheorie vorgenommen, so dass sich Bedarfswerte zwi-



Überblick behalten!

Planen Sie die Zukunft mit Minol Wasserzählern! Mit der Funkoption schauen Sie der Zukunft gelassen entgegen, denn unsere Zähler können ohne Aufwand und unabhängig von der Eichlaufzeit zu Funkwasserzählern aufgerüstet werden.

So einfach erhalten Sie also ein flexibles Funksystem.

Minol Wasserzähler:

- Jederzeit nachrüstbar auf Funk
- Folgekosten sparen
- Magnetschutz
- Exakte Messung

Minol Messtechnik
W. Lehmann GmbH & Co. KG
70769 Leinfelden-Echterdingen
Infotelefon 0711/9491-404

Minol
Messtechnik

INNOVATIVE
MESSTECHNIK

TRANSPARENTER
ENERGIEKOSTEN-
ABRECHNUNG

www.
minol.
com

schen 1/10 min über 1/30 min, 1/Std., 1/120 min bis hin zum Periodenbedarf ergeben. Die Auslegung des Trinkwassererwärmers erfolgt dann nach Volumen und Anschlusswert auf der Basis dieser Bedarfswerte.

Die Erfahrung der letzten Jahre zeigt, dass die so ausgelegten Trinkwassererwärmungsanlagen sehr wirtschaftlich und leistungsfähig sind. Der Planer erreicht über diesen Weg der Bedarfsermittlung und Auslegung bisher nicht mögliche Planungssicherheit und die Einhaltung der Hygieneanforderungen für Großanlagen [2].

Der „Ideale Trinkwassererwärmer“ deckt den Bedarf

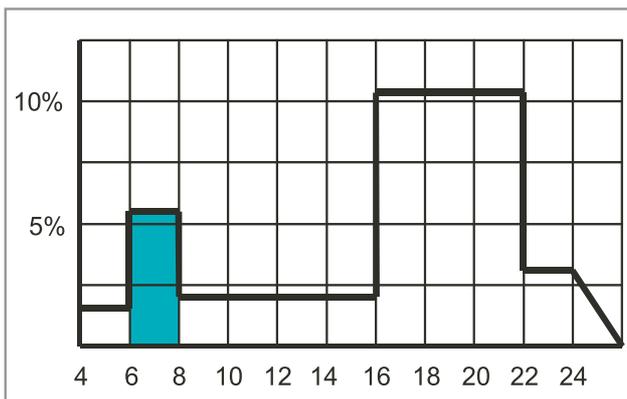


Abb.5 Zeitlicher Verlauf des Warmwasserbedarfs im Wohnungsbau

genau und ist nicht größer als nötig. Für den Planer von zentralen Trinkwassererwärmungsanlagen ergibt sich nach der Bestimmung des Bedarfs (z.B. im Wohnungsbau Bedarfskennzahl nach der DIN 4708) die Notwendigkeit, den Anschlusswert des Trinkwassererwärmers und seinen Speichereinhalte auszuwählen. Abb.3 zeigt die Bedarfskurve im Vergleich mit der Leistungskurve eines Trinkwassererwärmers. Die hierzu erforderliche Kombination von Anschlusswert und Speichervolumen kann als „ideal“ bezeichnet werden,

Anzahl Wohnungen*	Idealer Speicher für Primärenergie		Solarkollektor	Vorwärmer	Trinkwassererwärmer
	Volumen	Leistung	Fläche	Volumen	Gesamt
	NL	Liter	kW	Fläche (m ²)	Liter
3	170	14	12	300	470
6	240	22	20	500	740
10	330	32	30	750	1080
20	500	55	50	1250	1750
40	750	100	90	2250	3000
80	1000	180	160	4000	5000
160	1300	300	300	7500	8800

Abb.6 Volumen von Trinkwassererwärmern und Vorwärmern für Kollektorflächen

weil sich Bedarfs- und Leistungskurve während des Spitzenbedarfs genau decken und jegliche Überdimensionierung vermieden wird.

Zur Vorplanung, Kostenschätzung und Konzeptfindung wurden auf Basis der zuvor beschriebenen Optimierungsverfahren für „ideale

ermitteln (siehe Poster für Planer (Fa. FRÖLING anfordern)). In Abb.4 sind entsprechende Beispiele für den Wohnungsbau dargestellt.

Planungshinweise zur Auslegung von großen Solaranlagen mit Trinkwassererwärmern und Vorwärmern

Für Trinkwassererwärmer mit Vorwärmstufen ist ab 400 Litern Speichereinhalte nach **DVGW-Arbeitsblatt W 551** und **W 552** die einmalige Aufheizung des Vorwärmers innerhalb von 24 Stunden auf 60°C gefordert. Hinsichtlich Zeitdauer und Zeitpunkt gibt es keine Vorgaben. In der übrigen Zeit genügt es, den mit Primärenergie beheizten Nachwärmer permanent auf 60°C Austrittstemperatur zu betreiben. Zur Auslegung der Trinkwassererwärmungsanlagen mit Vorwärmer gibt es verschiedene Lösungsansätze:

- ▶ Das Volumen des Vorwärmers wird für die Berechnung zur Bedarfsdeckung einbezogen und kurz vor der Bedarfsspitze zeitgesteuert auf 60°C aufgeheizt
- ▶ Das Volumen des Vorwärmers wird nur teilweise zur Bedarfsdeckung einbezogen
- ▶ Das Volumen des Vorwärmers bleibt für die Bedarfsspitze außer Ansatz, da seine Aufheizung auf 60°C unabhängig von der Bedarfsspitze geplant ist.

Die Dimensionierung des Vorwärmers sollte so vorgenommen werden, dass mit Hilfe der vorhandenen Alternativenergie ein Aufheizen auf 60°C einmal am Tag möglich ist. Aus diesem Lösungsansatz ergibt sich z. B. für die Nutzung von Solarenergie mit Flachkollektoren bei einem mittleren Einstrahlungswert von 600 W/m² eine Nutzwärme von 300 W/m². Daraus wiederum kann bei Nachheizung des Trinkwassererwärmers von 50 °C auf 60 °C ein Speichervolumen von 25 l/m² Kollektorfläche errechnet werden. Dieser Berechnungsansatz führt zu sehr sinnvollen Speichervolumen für die Vorwärmer und hat den Vorteil, dass bei ausreichender Sonneneinstrahlung die Vorwärmer nicht täglich mit Primärenergie auf 60 °C aufgeheizt werden müssen, da die Chance besteht, dass die Speicher diese Temperatur auch mit Alternativenergie erreichen. Untersuchungen zum Nutzerverhalten [3] zeigen, dass in den Morgenstunden vor 8 Uhr hauptsächlich durch Duschbadbenutzer ca. 18 % des täglichen Warmwasserbedarfs benötigt werden (Abb.5). Um zu erreichen, dass die aus hygienischen Gründen in der Nacht aufgeheizten Vorwärmer am Morgen wieder Solarenergie aufnehmen können und um auch Zirkulationsverluste mit Solarenergie ausgleichen zu kön-

nen, empfiehlt es sich, bei größeren Anlagen die Vorwärmer in zwei Stufen aufzuteilen und auch mit zwei Temperaturstufen zu betreiben.

Auf diese Weise ist es möglich, den in den Morgenstunden erst teilweise mit Kaltwasser angefüllten Vorwärmer schon ab 8 Uhr für Solarenergie optimal zu nutzen. Die Dimensionierung von Solaranlagen nach der Tabelle in Abb.6 führt je nach Lage und Nutzungsgewohnheit zu Deckungsraten zwischen 33 % und 66 %.

Abb.7 zeigt das Beispiel einer Anlage mit drei Multicell Trinkwassererwärmern für 20 Wohnungen, bestehend aus zwei Vorwärmern mit je 600 Litern Speichereinheit und einem Nachwärmer mit 600 Litern Speichereinheit und 50 kW Anschlußwert für die Aufheizung durch den Wärmeerzeuger. Die vorgesehenen Flachkollektoren sind 50 m² groß und leisten ca.

Möglichkeit zur thermischen Desinfektion von Vorwärmer und Verteilnetz

Die Systeme, die diesen Anforderungen in jedem Punkt nachkommen, sind patentrechtlich geschützt. So zeichnet sich z. B. das Thermo-S-System dadurch besonders aus, dass es eine spezielle Heizfläche für die Deckung der Zirkulationsverluste besitzt und einen kleinen Speicherbereich auf über 60 °C überhitzt, um somit immer thermisch desinfizieren zu können und die Speicheraustrittstemperatur nicht mehr unter 60 °C fallen zu lassen (Abb.8).

Die Überhitzung des Teilbereiches auf 70 °C erfolgt deshalb über eine innen liegende Edelstahl-Glattrrohrheizfläche, damit keine Beeinträchtigung der Leistung durch Verkalken entstehen kann. Insgesamt sind hier alle Trinkwassererwärmer aus Edelstahl 1.4571

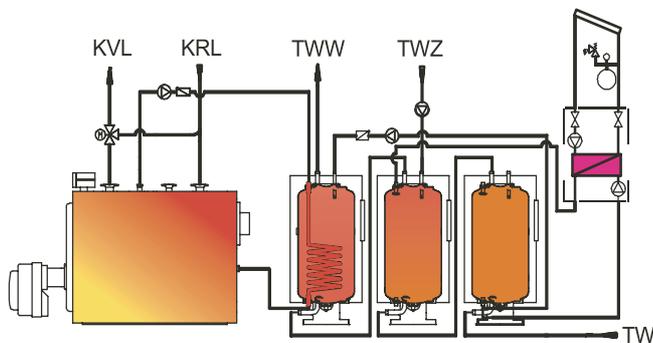


Abb.7 Schaltschema für Solaranlagen mit Vorwärmer und thermohydraulischer Weiche für die Nachheizung der Zirkulationsverluste

25 kW. Die Wärmeabgabe an den Vorwärmer erfolgt über eine Aufladerohrgruppe mit Plattenwärmeaustauscher. Der Plattenwärmeaustauscher wird für die Temperaturen von 50/40°C - 35/45°C ausgelegt und kann damit die Kollektorleistung bei 5 K Temperaturunterschied zwischen Wärmeträger und Trinkwasser übertragen.

gebaut, damit der Bildung von Biofilm Einhalt geboten wird und keine Schutzanode erforderlich wird, welche wiederum zur Schlamm- bildung im unteren Bereich führen würde. Neben dem hygienischen Aspekt berücksichtigen diese Systeme aber auch eine Verzögerung der Primär- anforderungen durch den sogenannten „Akkueffekt“.



Wir wollen nicht weiter stören...

Zeitgemäße Technik, die schon bei der Installation alles leichter macht: Unser Funksystem **symphonic**®

Wärmstens empfohlen.



Clorius · ista
100
Jahre Erfahrung
Ideen · Zukunft
Viterra Energy Services

Viterra Energy Services GmbH & Co. KG
Tel.: 02 51/92 89-0
www.viterra-es.de · info@viterra-es.de



ista

Eine statische Höhe über 15m heißt Luftprobleme? Wir als technische Vorreiter der Druckstufentgasung sagen NEIN!



Oder: Spirovent® 'Luft Superior - der große Unterschied mit Funktionsgarantie

Der Spirovent® 'Luft Superior' nutzt die physikalischen, druckbedingten Lösungszustände des Wassers. Die Entgasung des Anlagenwassers erfolgt durch gezielten Druckabfall. Konditioniertes, gasarmes Wasser verläßt den Superior, um im System wieder Gase zu absorbieren. Heizungs- und Kühlanlagen mit einem Wasserinhalt bis zu 100 m³ werden so zuverlässig entgast - 100%ig.

Unsere mehr als 15-jährige Erfahrung zählt sich aus!

Spirovent® 'Luft Superior

- gasfreies Anlagenwasser
- nie wieder nachentlüften
- für Heizung und Kühlung
- Anlagenoptimierung
- einfache Montage
- hohe Betriebssicherheit.



SPIROVENT[®]
by SPIROTECH

Spirotech b.v.
Bürgerstraße 17, D-40219 Düsseldorf
Telefon: 02 11 / 38 42 80
Telefax: 02 11 / 384 28 28

Durch den auf 70 °C überhitzten oberen Bereich wird zusätzlich Energie zur Verfügung gestellt, die die Dauer bis zum Nachheizen des Speichers verdoppelt. In der Zwischenzeit wird durch kleinere Zapfungen der untere Bereich des Speichers so weit ausgekühlt, dass minimale Rücklauftemperaturen für die Brennwertnutzung und die Rücklaufemperaturbegrenzung in der Fernwärme erreicht werden. Ein System zur hygienischen und wirtschaftlichen Trinkwassererwärmung!

Zusammenfassung

Da die neue Trinkwasser-Verordnung mit ihren Anforderungen an die Trinkwasserhygiene bereits zum 1. Januar in Kraft tritt, müssen Solaranlagen in Verbindung mit der Trinkwassererwärmung schon heute entsprechend geplant werden. Systeme mit niedrigen Trinkwassertemperaturen (kleiner 60 °C) stellen für die Hygiene eine große Gefahr dar und können so nicht mehr geplant werden. Für das Ein- und Zweifamilienhaus als Kleinanlage mit einem Lei-

tungsinhalt kleiner 3 Liter vom Speicheraustritt bis zur weitesten Zapfstelle sollte immer ein Heizwasserpufferspeicher mit einer kleinen Trinkwasserblase aus Edelstahl mit hohen Temperaturen eingesetzt werden. Dies löst nicht nur das Problem der Trinkwasserhygiene, sondern begünstigt die Ausbeute der Solarenergie und reduziert zudem die Takt Häufigkeit des Brenners eines Beistellkessels. Das spart Energie und schont die Umwelt.

Für die Großanlage mit einem Speicherinhalt größer 400 Liter Inhalt oder einem Leitungsinhalt größer 3 Liter gemessen vom Warmwasser-austritt am Speicher bis zur weitesten Zapfstelle muss eine Vorwärmstufe zur Nutzung der Solarenergie eingesetzt werden. Diese ist einmal am Tag auf 60 °C aufzuheizen, damit sich kein gefährlicher Biofilm bilden kann. Wichtig ist dabei zu beachten, dass der Trinkwassererwärmer mit 60 °C, die Vorwärmstufe und die Heizflächenleistung für Primärenergie optimal aufeinander abgestimmt sind, so dass sie sich nicht gegenseitig negativ beeinflussen können, sondern

unterstützend wirken. Neueste Untersuchungen zeigen, dass der Zeitpunkt für die Aufheizung der Vorwärmstufe entscheidend für die Ausnutzung der Solarwärme ist, und im Wohnungsbau in den späten Nachmittag gelegt werden sollte.

*Autor: Dipl.-Ing. Burkhard Maier,
Leiter Produktmanagement,
FRÖLING, Overath
Grafiken, FRÖLING*

Literatur:

- [1] Kremer, R.: Ist die thermische Nutzung der Solarenergie in Anlagen für Heizung und Trinkwassererwärmung wirtschaftlich möglich? Leverkusen 2001
- [2] Waider, D./ Kremer, R.: Neue Vorschriften und Anforderungen haben Einfluss auf die Auslegung zentraler Trinkwassererwärmungssysteme. Werkstatt und Montagepraxis. Oktober und Dezember 2000
- [3] Bechem, H.: Vortragsmanuskript zum Thema Bade- und Duschgewohnheiten sowie -zeiten im Wohnungsbau. S. 8 - 11

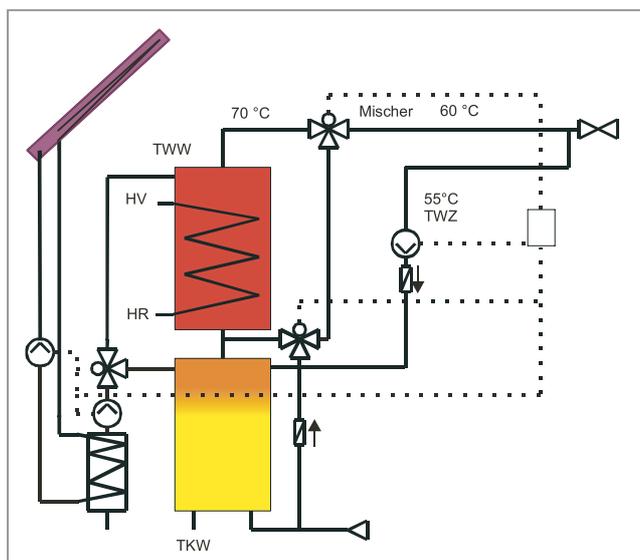


Abb.8 Thermo-S-System zur Optimierung der Solaranlage

Die Welt ist keine Scheibe - Ihre Anzeigen auch nicht [...]

Anmeldung
Service-Box



innovatools

Werkzeuge für den Erfolg

Fach.**Journal**

Fachzeitschrift für Erneuerbare Energien & Technische Gebäudeausrüstung

[Hier mehr erfahren](#)



innovapress

*Innovationen publik machen
schnell, gezielt und weltweit*

Filmproduktion | Film & Platzierung | Interaktive Anzeige | Flankierende PR | Microsites/Landingpages | SEO/SEM | Flashbühne