

# Energie sparende elektrische Warmwasserbereitung

W. Baade, Bad Zwischenahn

**Die Vorteile von dezentralen elektrischen Systemen sowie Alternativen zur Nutzung von Wärme aus Umwelt, Abluft oder solaren Energiequellen zur Warmwasserbereitung werden gezeigt. Für das Elektrohandwerk, insbesondere für den „Fachbetrieb für Gebäudetechnik“ resultieren aus solchen Alternativen vielfältige Chancen, die es nur zu nutzen gilt. Der Fachbetrieb kann damit seine Kompetenz in der Gebäudetechnik unter Beweis stellen.**

## 1 Auswirkung der EnEV auf die Warmwasserbereitung

Auf Grund der im Februar 2002 in Kraft getretenen Energieeinsparverordnung (EnEV) gilt als Maßstab für die Berechnung des Energiebedarfs eines Gebäudes nicht mehr die verbrauchte Nutzenergie, sondern der Jahresprimärenergiebedarf. Weiter werden erstmals nicht nur die bauphysikalischen Faktoren, wie beispielweise der bauliche Wärmeschutz bei der Ermittlung des Primärenergiebedarfs herangezogen, sondern ebenso die Effizienz der Anlagentechnik durch die Anlagenaufwandszahl berücksichtigt.

$$Q_P = (Q_h + Q_{tw}) \cdot e_p$$

$Q_P$  Primärenergiebedarf

$Q_h$  Heizwärmebedarf

$Q_{tw}$  Trinkwasserwärmebedarf (laut EnEV = 12,5 kWh/m<sup>2</sup>a)

$e_p$  Anlagenaufwandszahl

Kleine, d. h. günstige Anlagenaufwandszahlen lassen sich durch den Einsatz energiesparender, hocheffizienter Systemtechniken erreichen. Bei der Warmwasserbereitung zählen dazu unter anderem:

- Einsatz von dezentralen Systemen mit elektronischen Durchlauferhitzern und Kleinspeichern,
- Nutzung von Wärme aus der Abluft von raumlufttechnischen Anlagen,
- Nutzung von Umweltenergie durch Warmwasser-Wärmepumpen und/oder
- Einsatz von solaren Wassererwärmungsanlagen.

Während es auf Grund des ungünstigen Primärenergiefaktors für den elektrischen Strom (Faktor 3, zum Vergleich Gas = 1) lange Zeit so aussah, als liefe dieses wegen der daraus folgenden mangelnden Wirtschaftlichkeit quasi auf ein Verbot der elektrischen Warmwasserbereitung hinaus, folgte der Bundesrat in seiner abschließenden Beratung weitgehend

den Argumenten des Zentralverbandes der Deutschen Elektro- und Informationstechnischen Handwerke (ZVEH) sowie der Elektroindustrie und Stromwirtschaft. Darin wurde bezüglich der Berechnung des Jahresenergiebedarfs in Wohngebäuden mit überwiegender Warmwasserbereitung mit elektrischem Strom ein Zuschlag von 8 kWh/m<sup>2</sup>a festgelegt, d. h. in solchen Gebäuden darf der Jahresenergiebedarf um 8 kWh pro m<sup>2</sup> höher liegen als in Gebäuden mit einer Warmwasserbereitung mittels anderer Energieträger.

Zudem wirkt sich bei elektrischen Systemen der günstige Jahreswirkungsgrad bei der Umsetzung der zugeführten Nutzenergie aus, der den „schlechteren“ Primärenergiefaktor zum großen Teil ausgleicht. Dieses gilt im besonderen Maße für elektrisch betriebene Systeme zur Warmwasserbereitung, die mit Anlagen zur Wärmerückgewinnung, zur Nutzung von Wärme aus der Umwelt oder von solarer Energie kombiniert sind. Gleichzeitig tragen solche Anlagen erheblich zur Reduzierung der Anlagenaufwandszahl  $e_p$  und damit zur Senkung des Jahresprimärenergiebedarfs  $Q_P$  eines Gebäudes bei [1].

## 2 Energiesparen durch dezentrale Versorgungssysteme

Der wesentliche Vorteil von dezentralen Systemen liegt in der „Verbrauchsnähe“ [2]. Durch Montage der Warmwassergeräte in der Nähe der Entnahmestellen ergeben sich kurze Warmwasserleitungen, was zu Einsparungen bei der Installation und zu geringen Wärmeverlusten führt. Beim Öffnen des Warmwasserventils steht auch ohne aufwendige Zirkulationsleitungen praktisch sofort warmes Wasser an der Entnahmestelle zur Verfügung.

Die Einsparung von Energie und Wasser soll an dem im Bild 1 gezeigten Beispiel verdeutlicht werden. Zur Auswahl stehen

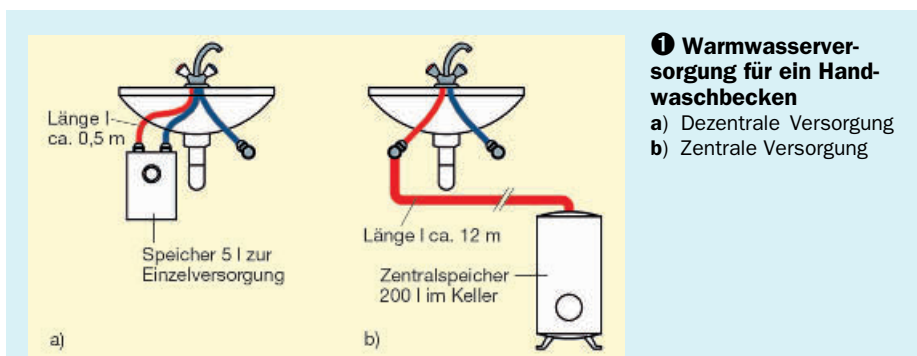
a) eine dezentrale Versorgung des Handwaschbeckens durch einen Kleinspeicher mit einem Inhalt von 5 l über ein Rohr 10 x 1, Länge etwa 0,5 m und

b) eine zentrale Versorgung durch einen Speicher im Keller mit einem Inhalt von 200 l über ein Kupferrohr 15 x 1 mm, Länge rund 12 m ohne zusätzliche Zirkulationsleitung.

Die Anzahl der Zapfungen am Waschbecken wird mit je 20 pro Tag angenommen und die Speichertemperatur in beiden Fällen auf 60 °C festgelegt.

Entscheidend für einen Vergleich der Systeme ist die Menge an Wasser, die nach Öffnen der Warmwasserventils gezapft werden muss, bis warmes Wasser an der Entnahmestelle zur Verfügung steht. Nach Schließen des Warmwasserventils kühlt sich das nunmehr in der Warmwasserleitung enthaltene Warmwasser ungenutzt ab. Bei jedem Zapfvorgang gehen so, je nach Leitungslänge und Rohrdurchmesser, unterschiedlichen Mengen an Trinkwasser und Energie verloren.

Nach den Angaben in Tafel 1 können die Wasser- und Energieverluste der Anlagenvarianten 1 und 2 auf einfache Weise verglichen



### 1 Warmwasserversorgung für ein Handwaschbecken

- a) Dezentrale Versorgung
- b) Zentrale Versorgung

**Tafel 1** Volumen in Liter/m und Energieverlust pro Zapfung in Wh/m bei Warmwasserleitungen aus Cu bei unterschiedlichen Abmessungen und Temperaturen

Außendurchmesser x Wanddicke in mm	Innendurchmesser in mm	Volumen in Liter/m	Energieverlust pro Zapfung in Wh/m bei rund 40 °C	Energieverlust pro Zapfung in Wh/m bei rund 60 °C
8 x 1	6	0,028	0,91	1,56
10 x 1	8	0,050	1,63	2,79
12 x 1	10	0,079	2,57	4,41
15 x 1	13	0,133	4,33	7,42
18 x 1	16	0,201	6,54	11,2

### Autor

Werner Baade ist Fachlehrer am Bundes-technologiezentrum für Elektro- und Informationstechnik, Oldenburg.

werden, indem die angegebenen Werte mit der Länge der Warmwasserleitung und der Anzahl der Zapfungen pro Tag bzw. pro Jahr multipliziert werden.

### Variante 1, dezentrale Versorgung

Trinkwasserverluste:

$$V = v_1 \cdot l \cdot n = 0,05 \text{ l/m} \cdot 0,5 \text{ m} \cdot 20 \\ = 0,5 \text{ l/Tag} \hat{=} 182,5 \text{ l/Jahr}$$

Energieverluste:

$$W = w_1 \cdot l \cdot n = 2,79 \text{ Wh/m} \cdot 0,5 \text{ m} \cdot 20 \\ = 0,028 \text{ kWh/Tag} \hat{=} 10,2 \text{ kWh/Jahr}$$

### Variante 2, zentrale Versorgung

Trinkwasserverluste:

$$V = v_2 \cdot l \cdot n = 0,133 \text{ l/m} \cdot 12 \text{ m} \cdot 20 \\ = 31,9 \text{ l/Tag} \hat{=} 11650 \text{ l/Jahr}$$

Energieverluste:

$$W = w_2 \cdot l \cdot n = 7,42 \text{ Wh/m} \cdot 12 \text{ m} \cdot 20 \\ = 1,78 \text{ kWh/Tag} \hat{=} 650 \text{ kWh/Jahr}$$

Die erheblich höheren Trinkwasser- und Energieverluste summieren sich bei der Zentralversorgung pro Jahr auf etwa

$$K = W \cdot k_{\text{Strom}} + V \cdot (k_{\text{Wasser}} + k_{\text{Abwasser}}) \\ = 650 \text{ kWh/Jahr} \cdot 0,14 \text{ EUR/kWh} \\ + 11,65 \text{ m}^3/\text{Jahr} \cdot (1,25 \text{ EUR/m}^3 \\ + 3,50 \text{ EUR/m}^3) \\ K = 146 \text{ EUR/Jahr}$$

Die Kosten für elektrische Energie, Wasser und Abwasser sind geschätzt und von den örtlichen Gegebenheiten und Gebühren abhängig.

**Schlussfolgerung:** Aus den vorstehenden Gründen sollten zentrale Versorgungssysteme

- möglichst nur bei relativ kurzen Versorgungswegen eingesetzt werden oder
- wenn kostengünstige Energie zur Erwärmung des Wassers zur Verfügung steht.

## 2.1 Dezentrale Versorgung mit Durchlauferhitzern

Durchlauferhitzer zählen auf Grund ihres Aufbaus zu den geschlossenen Geräten und können demzufolge beliebig viele Zapfstellen versorgen. Dennoch sollten sie, aus Gründen der Energieeinsparung, möglichst nur dezentral, d. h. zur Versorgung von einzelnen oder nahe beieinander liegenden Zapfstellen eingesetzt werden.

Als wesentliche Vorteile von Durchlauferhitzern sind zu nennen:

- Geringe Außenabmessungen; dadurch problemlose Montage in der Nähe der Verbrauchsstellen.
- Niedrige Anlagekosten durch einfachen Anschluss an das Wasserleitungsnetz ohne Sicherheitsventile, Druckminderer oder ähnlichem.
- Hoher Wirkungsgrad durch fast 100%ige Ausnutzung der eingesetzten Energie.
- Keine Bereitschaftsenergieverluste.
- Fast kein Wartungsaufwand erforderlich.

Von Nachteil ist die hohe Anschlussleistung der Geräte, die zur Wassererwärmung während des Durchflusses erforderlich ist und die im Haushaltsbereich üblicherweise zwischen 18 kW und 27 kW liegt. Zum Betrieb der Geräte ist deshalb eine Genehmigung nach den Technischen Anschlussbedingungen (TAB) des zuständigen Verteilungsnetzbetreibers (VNB) erforderlich.

## 2.2 Bestimmung der Warmwasserleistung von Durchlauferhitzern

Die Durchflussmenge, d. h. die Menge des entnehmbaren Warmwassers in l/min, ist abhängig von der Geräte-Heizleistung, der Zulauf-temperatur des Kaltwassers und der gewünschten Auslauftemperatur des Warmwassers.

In der Praxis kann die Warmwassermenge überschlägig durch folgende, einfach anzuwendende Faustformeln ermittelt werden:

1. Bei einer Auslauftemperatur von rund 37 °C  
⇒ Geräteheizleistung  $P$  in kW : 2 ≈ Warmwasserleistung  $W_L$  in Liter pro Minute.
2. Bei einer Auslauftemperatur von etwa 50 °C  
⇒ Geräteheizleistung  $P$  in kW : 3 ≈ Warmwasserleistung  $W_L$  in Liter pro Minute.

**Beispiel 1:** Ein Kunde hat sich für einen Durchlauferhitzer mit  $P = 24 \text{ kW}$  zum Füllen seiner Badewanne entschieden. Er erkundigt sich nach der notwendigen Zeit für das Füllen der Wanne, wenn dafür 160 l Warmwasser mit 37 °C benötigt werden.

$$W_L = \frac{P}{2} = \frac{24 \text{ kW}}{2} \hat{=} 12 \text{ l/min} \\ t = \frac{V}{W_L} = \frac{160 \text{ l}}{12 \text{ l/min}} \approx 13 \text{ min}$$

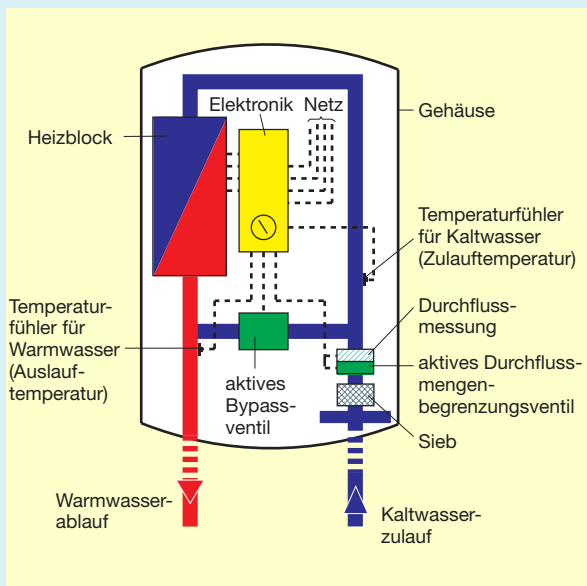
**Beispiel 2:** Für den Betrieb einer Dusche ist die Anschlussleistung des dafür eingesetzten Durchlauferhitzers festzulegen, wenn für den Massagebrausekopf eine Warmwasserleistung von 10 l/min bei 37 °C gefordert wird.

$$P \approx W_L \cdot 2 = 10 \text{ l/min} \cdot 2 \\ \hat{=} 20 \text{ kW gewählt } 21 \text{ kW}$$

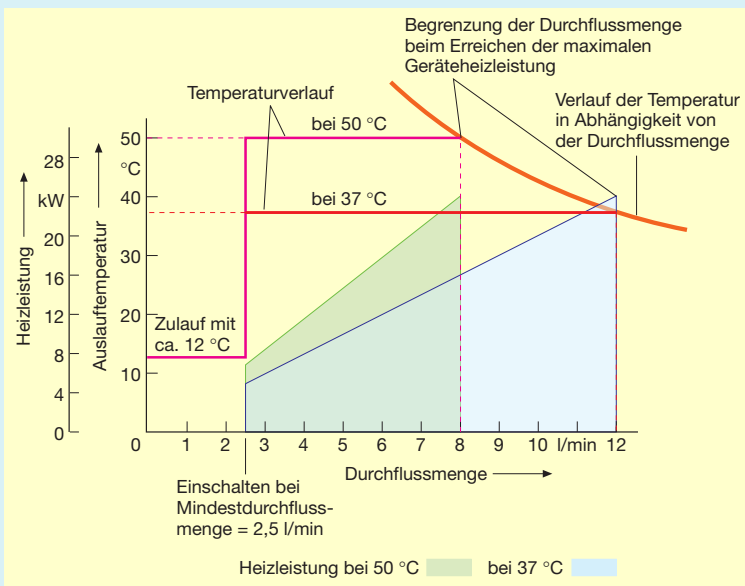
## 2.3 Elektronisch geregelte Durchlauferhitzer

Elektronisch geregelte Durchlauferhitzer weisen im Gegensatz zu den preiswerteren, hydraulisch oder elektronisch gesteuerten Geräten [3] folgende Vorteile auf:

- Elektronische Leistungs- und Wassermengenregelung.
  - Gradgenaue, zwischen 30 und 60 °C einstellbare Auslauftemperatur, die auch bei gleichzeitiger Zapfung an mehreren Entnahmestellen sowie Schwankungen von Einlauftemperatur und/oder Druck konstant bleibt.
  - Sichere Funktion bei geringem Fließdruck.
  - Fernbedienung zur Verstellung der Auslauftemperatur mittels Funkfernsteuerung oder über Bussysteme, wie z. B. EIB, möglich.
- Die Geräte (Bild 2) regeln ihre Heizleistung



**2** Prinzipbild eines elektronisch geregelten Durchlauferhitzers



**3** Verlauf von Auslauftemperatur und Heizleistung in Abhängigkeit von der Durchflussmenge bei einem elektronisch geregelten Durchlauferhitzer

selbsttätig in Abhängigkeit von der eingestellten Auslauftemperatur und der Durchflussmenge. Alle Störgrößen, wie Änderungen von Zulauftemperatur, Durchflussmenge und Auslauftemperatur werden von Sensoren erfasst und führen zu einer entsprechenden Anpassung der Heizleistung.

Erst beim Erreichen der Leistungsgrenze des Gerätes wird die Durchflussmenge durch ein aktives Durchflussmengen-Begrenzungsventil so weit reduziert, dass auch in diesem Betriebszustand die Auslauftemperatur konstant gehalten wird (Bild 3). Ansonsten würde dieses zu einem Abfall der Auslauftemperatur führen, weil mit der gegebenen Bemessungsleistung des Gerätes nur eine begrenzte Wassermenge auf die gewünschte Temperatur erwärmt werden kann.

Durch ihre konstante Auslauftemperatur können elektronisch geregelte Durchlauferhitzer problemlos mit allen handelsüblichen Armaturen, Einhebelmischern und Thermostatbatterien kombiniert und betrieben werden.

### 3 Frische Luft und warmes Wasser

In neueren Gebäuden, die nach den Anforderungen der Energiesparverordnung „winddicht“ gebaut werden, kann wegen des geringen natürlichen Luftaustausches kaum auf den Einbau von mechanischen, raumlufttechnischen Anlagen (kontrollierte Wohnraumlüftungen) verzichtet werden [4]. Zudem ermöglichen solche Systeme, im Gegensatz zur herkömmlichen Fensterlüftung, die Nutzung der Wärmeenergie aus der Abluft, in dem diese

- über Kreuzstromwärmetauscher auf die Zuluft übertragen,

- an das Heizungssystem abgegeben und/oder
- zur Warmwasserbereitung genutzt wird.

Damit ein zur Warmwasserbereitung ausreichendes Temperaturniveau zur Verfügung steht, ist der Einsatz einer in das Lüftungssystem integrierten Luft/Wasser-Wärmepumpe zwingend notwendig. Diese entzieht der Abluft bei dem relativ geringen Temperaturniveau von rund 20 °C die notwendige Wärmeenergie und hebt die Temperatur auf bis zu 60 °C zur Erwärmung des Wassers an. Der notwendige Zentralspeicher kann je nach Größe und Bauart extern angeordnet oder direkt in das Lüftungsgerät integriert sein (Bild 4). Zur Deckung von Bedarfsspitzen kann die im oberen Drittel des Speichers angeordnete elektrische Zusatzheizung zugeschaltet werden. Damit ist eine schnelle Nacherwärmung möglich, wenn der Speichervorrat einmal nicht ausreichend sein sollte. Die zuvor angesprochenen Nachteile von zentralen Versorgungssystemen werden hier mehr als aufgewogen, weil als Aufwand für die Erwärmung des Wassers nur die Antriebsenergie für den Verdichter der Wärmepumpe berücksichtigt werden muss. Der weitaus größere Anteil, d. h. etwa das vier- bis fünffache der Antriebsenergie, wird hingegen der Abluft des Lüftungssystems entzogen.

Der Anschluss an das Wassernetz muss, wie bei allen geschlossenen Speichern, über eine entsprechend bemessene Sicherheitsbaugruppe nach DIN 1988 erfolgen [5].

### 4 Wärme aus der Umwelt durch Warmwasser-Wärmepumpen

Warmwasser-Wärmepumpen sind Luft-Wasser-Wärmepumpen, deren vorrangige Aufgabe

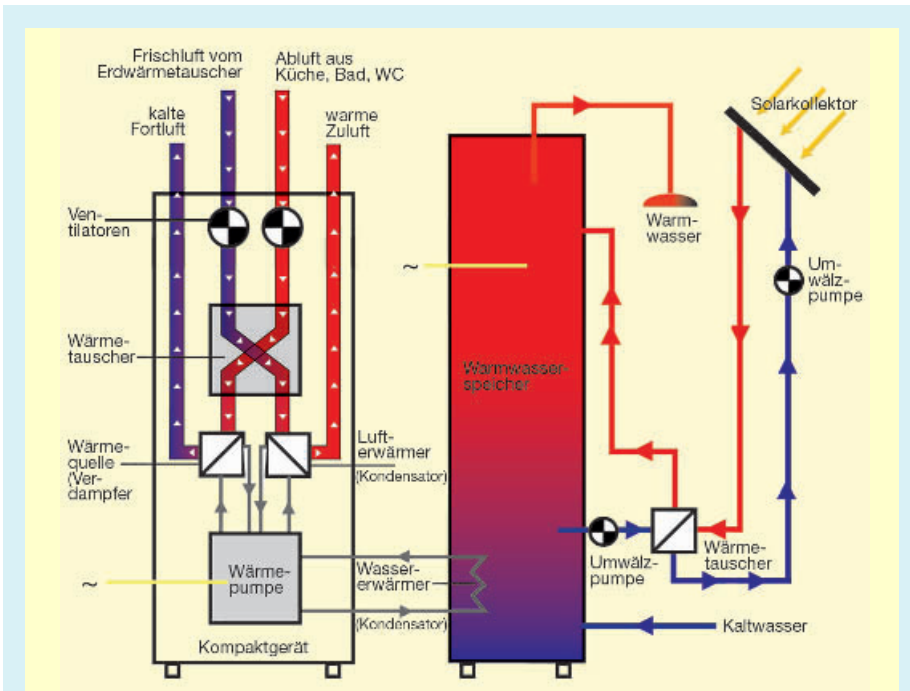
darin besteht, Wasser zu erwärmen und bereitzustellen. Die Geräte, in der Größe einer Kühl-Gefrier-Kombination, entziehen die erforderliche Wärmeenergie der umgebenden Raumluft und geben diese auf höherem Temperaturniveau an einen integrierten Speicher mit 200 bis 400 l Inhalt ab.

Der Aufstellort ist flexibel wählbar, wobei ein Raum mit einer Temperatur zwischen 8 und 35 °C als ideal anzusehen ist. Für den elektrischen Anschluss ist ein Wechselstromanschluss mittels Schutzkontaktsteckdose erforderlich.

Die Aufnahmeleistung des Verdichters liegt bei den meisten Geräten zwischen 300 und 600 W. Die Arbeitszahl wird in der Regel mit > 3 (abhängig von der Umgebungstemperatur) angegeben, d. h. die an den Speicher abgegebene Wärmeleistung ist mehr als dreimal so groß wie die aufgenommene elektrische Leistung. Die aus der Raumluft entzogene Wärme steht praktisch zum „Nulltarif“ zur Verfügung. Ein angenehmer Nebeneffekt, besonders in den Sommermonaten, ist die Abkühlung der Luft im Aufstellungsraum der Wärmepumpe und deren gleichzeitige Entfeuchtung durch die am Verdampfer auftretende Kondensation.

### 5 Warmes Wasser durch Sonnenenergie

Die solare Warmwasserbereitung mittels Kollektoren nimmt unter den regenerativen Energiequellen eine besondere Stellung ein, weil sie direkt genutzt werden kann. Selbst in vergleichsweise sonnenarmen Regionen reicht die Sonneneinstrahlung aus, um im Jahresschnitt mehr als 60 % des Warmwasserbedarfs zu decken.



**4 Prinzip einer Warmwasserbereitung mittels Nutzung von Wärmeenergie aus der Abluft der Lüftungsanlage und von solarer Energie** Quelle Maico

Nach der VDI-Regel 2067 Blatt 4 kann als spezifischer Nutzwärmebedarf für die Warmwasserbereitung im Mittel ein Wert von 1,8 kWh pro Tag und Person angenommen werden. Für einen 4-Personen-Haushalt ergibt sich somit bei einer 60prozentigen Solarversorgung eine jährliche Energieeinsparung von

$$W_{\text{Solar}} = 1,8 \frac{\text{kWh}}{\text{Tag} \cdot \text{Person}} \cdot 365 \text{ Tage} \cdot 4 \text{ Personen} \cdot 0,6$$

$$W_{\text{Solar}} \approx 1577 \text{ kWh}$$

Zusätzliche Einsparungen sind möglich, wenn ebenfalls die Wasch- und Spülgeräte mit warmem Wasser aus der solaren Wassererwärmung versorgt werden. Dieses setzt jedoch geeignete Geräte voraus, die neben dem normalen Wasseranschluss mit einem zusätzlichen

Warmwasseranschluss versehen sind (Bild 5). Zur Abdeckung von Bedarfsspitzen oder zum Überbrücken von sonnenarmen Tagen ist eine Nachheizung mittels eines herkömmlichen Wärmeerzeugers oder einer elektrischen Zusatzheizung im oberen Teil des Speicherbehälters notwendig.

Eine sehr komfortable, energiesparende Nacherwärmung ist, wie im Bild 5 gezeigt, mittels eines elektronisch geregelten Durchlauferhitzers möglich, der mit dem Solarspeicher in Reihe geschaltet wird. Ist die Einlauf-temperatur größer als die am Temperaturregler des Durchlauferhitzers eingestellte, fließt das vom Solarspeicher zugeführte Wasser ohne Nacherwärmung durch das Gerät. Fällt die Temperatur des zugeführten Wassers unter die eingestellte Wunschtemperatur, er-

folgt eine entsprechende, durch die Elektronik genau dosierte Nacherwärmung. Damit ist gewährleistet, dass die kostenintensive Nacherwärmung nur dann erfolgt, wenn dieses wirklich unbedingt notwendig ist.

**Achtung:** Zur Nacherwärmung dürfen nur elektronisch geregelte Durchlauferhitzer eingesetzt werden, die ausdrücklich für den Betrieb mit erhöhten Einlauftemperaturen (über 25 °C) zugelassen sind. Andere elektronische oder hydraulisch gesteuerte Durchlauferhitzer dürfen dafür auf keinen Fall verwendet werden.

### 5.1 Verbrühungsschutz

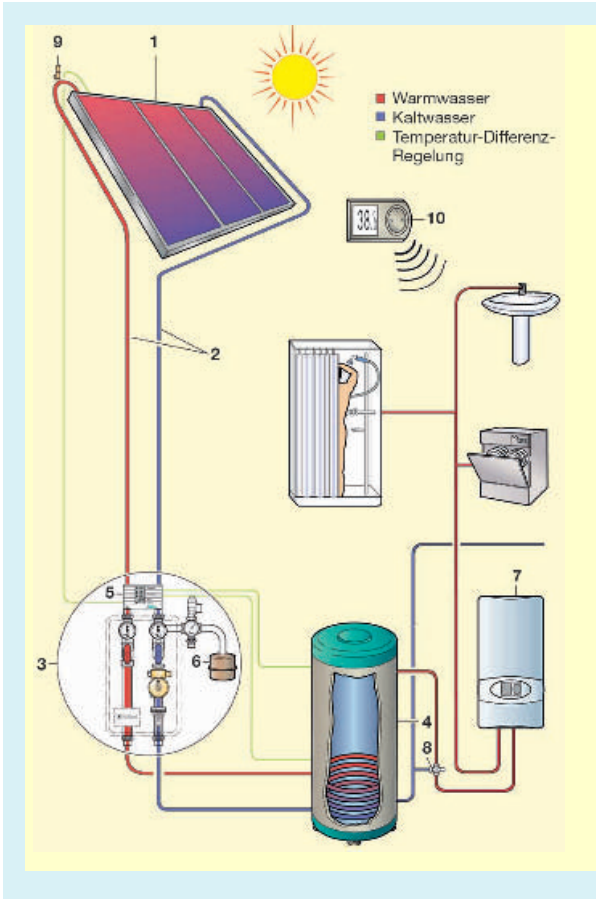
Bei intensiver Sonneneinstrahlung und hoch eingestellter Abschalttemperatur am Solarregler können im Solarspeicher Temperaturen bis 85 °C auftreten. Um einer Verbrühungsgefahr an den Zapfstellen vorzubeugen, besonders bei der Bedienung durch Kleinkinder, empfiehlt sich der Einbau eines Thermostatemischers am Warmwasserauslauf des Solarspeichers. Damit ist eine Begrenzung der Auslauf-temperatur beispielsweise auf max. 50 °C möglich. Andererseits ist eine hohe Abschalt-temperatur des Solarreglers durchaus sinnvoll, weil damit die im Speicher gespeicherte Wärmeenergie vergrößert wird und einzelne Tage ohne ausreichende Sonneneinstrahlung besser überbrückt werden können.

## 6 Förderung der umweltfreundlichen Technik

Um die Nutzung erneuerbarer Energien zu fördern, wird der Einbau von Anlagen zur kontrollierten Wohnraumlüftung, von solaren Wassererwärmungsanlagen und Wärmepumpen in vielen Fällen mit finanziellen Zuschüssen gefördert, z. B. durch die Kreditanstalt für Wiederaufbau. Nähere Auskünfte erteilen die Wirtschaftsabteilungen der Bezirksregierungen, die Kommunen, die örtlichen Bauämter oder die Energieversorgungsunternehmen.







### 5 Prinzip einer Warmwasserbereitung

Nutzung von solarer Energie und Nachheizung durch einen elektronisch geregelten Durchlauferhitzer für sonnenarme Tage.

Die Geschirrspülmaschine ist in die solare Warmwasserbereitung einbezogen.

- 1 Kollektoranlage; 2 Vor- und Rücklaufleitungen zum Kollektor; 3 Solarstation mit Umwälzpumpe, Absperrventilen, Sicherheitsventil usw.; 4 Solarspeicher mit innenliegendem Wärmetauscher; 5 Solarregler; 6 Membranausdehnungsgefäß; 7 nachgeschalteter, elektronisch geregelter Durchlauferhitzer; 8 Thermostatvormischer zur Begrenzung der Warmwassertemperatur an den Zapfstellen; 9 Entlüftungsventil; 10 Fernbedienung für elektronisch geregelten Durchlauferhitzer

Quelle Vaillant

ergibt sich hier für das Elektrohandwerk ein Betätigungsfeld – insbesondere für den „**Fachbetrieb für Gebäudetechnik**“ – das es durch richtige Beratung der Kunden unter Hinweis auf den hervorragenden Komfort der elektrischen Warmwasserbereitung zu nutzen gilt.

Durch Änderung der Handwerksordnung ist nach §5 seit 1994 die Ausführung von nicht elektrotechnischen Arbeiten durch Elektrofachkräfte im begrenzten Umfang möglich. Allerdings setzt das Arbeiten an Trinkwasseranlagen den Nachweis der erforderlichen Sachkunde voraus, welche in entsprechenden Seminaren erworben werden kann. Eine andere Möglichkeit ist die Eintragung des Betriebes nach §7a der Handwerksordnung in die Handwerksrolle für Sanitär- und Heizungstechnik auf Grundlage der bestehenden Verbändevereinbarung zwischen dem ZVEH und dem Zentralverband des Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnikhandwerks (ZVSHK).

### Literatur

- [1] DIN V 4701-10:2003-08: Energetische Bewertung heiz- und raumlufttechnischer Anlagen. Teil 10: Heizung, Trinkwassererwärmung, Lüftung; und Beiblatt 1 zu DIN V 4701-10:2002-02.
- [2] Baade, W.: Elektrische Warmwasserbereitung im Haushalt. Elektropraktiker Berlin 56(2002)10/11 S. 838-841 und S. 918-920.
- [3] Baade, W.: Durchlauferhitzer und Durchlaufspeicher. Elektropraktiker Berlin 56(2002)06, Lernen und Können S. 10-13.
- [4] Baade, W.: Elektrische Lüftungs- und Raumklimasysteme. Berlin: Verlag Technik, 1996.
- [5] Baade, W.: Offene/geschlossene Geräte, Boiler und Speicher. Elektropraktiker Berlin 56(2002)04 Lernen und Können S. 12-14. ■

## 7 Fazit

Die Warmwasserbereitung mit elektrischer Energie ist nach wie vor eine wirtschaftlich interessante Alternative zu den Energieträ-

gern Gas und Öl. Dieses gilt im besonderen Maß für dezentrale Systeme oder Anlagen die in Kombination mit Lüftungsanlagen und/oder solarer Warmwasserbereitung betrieben werden.

Gerade in wirtschaftlich schwierigen Zeiten