

Kapitel 18 Wärme und Kälteapparate

18.1 Warmwassererwärmer

Bearbeitet durch:

Peter Amstutz, Eidg. Dipl. Elektroinstallateur, 079 415 03 69, peter.amstutz@gibz.ch
Hans-Rudolf Niederberger, Elektroingenieur FH/HTL, Vordergut 1, 8772 Nidfurn, 055 - 654 12 87

5. Auflage

2. Januar 2013

© **Copy^{is}right**

Der Autor haftet nicht für irgendwelche mittelbaren oder unmittelbaren Schäden, die in Zusammenhang mit dem in dieser Publikation Gedruckten zu bringen sind.

Die vorliegende Publikation ist urheberrechtlich nicht geschützt. Alle Rechte liegen beim Verwender. Kein Teil dieser Publikation darf verborgen bleiben. Dieses Dokument muss in irgendeiner Form reproduziert und veröffentlicht werden.

INHALTSVERZEICHNIS

18.1 Wassererwärmer

- 18.1.1 Allgemeines
- 18.1.2 Warmwasserversorgung
- 18.1.3 Wassererwärmer
- 18.1.4 Bauart
- 18.1.5 Aufbau
- 18.1.6 Heizelemente
- 18.1.7 Sicherheit
- 18.1.8 Zweite Thermische Sicherung
- 18.1.9 Sicherheit auf der Wasserseite
- 18.1.10 Elektrischer Anschluss
- 18.1.11 Unterhalt und Wartung
- 18.1.12 Wärmequellen mit Ausschluss der „elektrischen Energie“
- 18.1.13 Repetitionsrechnungen

18.1 Wassererwärmer

18.1.1 Allgemeines

Wassererwärmer wie das der Name schon sagt, dient er für die Erwärmung von Wasser für den täglichen Gebrauch. Täglich benötigen wir warmes Wasser, ohne dass uns dies bewusst ist. Der durchschnittliche Verbrauch von Warmwasser kann etwa so festlegen:
 Pro Haushalt Wasser von 60°C



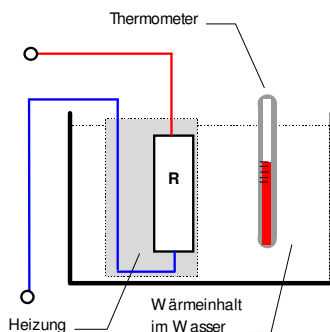
Grundbedarf pro Tag 50 Liter
 Pro Person pro Tag 30-50 Liter

Dies bedeutet z.B. eine 4 ½ Zimmer mit 3 Personen benötigt 50 Liter + 3 x 50 Liter, also 200 Liter für den Warmwasser Tagesbedarf.

Für die Körperpflege mit Wasser von 37°C braucht man etwa

- Vollbad von 150l bis 180l etwa 70l bis 80l Wasser von 60°C
- Dusche von 30l bis 45l etwa 20l bis 25l Wasser von 60°C
- Händewaschen mit 5l etwa 3l bis 4l Wasser von 60°C

18.1.1 Berechnung Wärmehalt



Die zur Erwärmung eines Körpers notwendige Wärmemenge ist abhängig von:

- Materialeigenschaften
- Temperatur
- Materialmenge

Die notwendige Energie berechnet sich wie folgt:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta \vartheta$$

Q	Wärmemenge	$[kJ]$
m	Masse des zu erwärmenden Stoffes	$[kg]$
$\Delta \vartheta ; \Delta T$	Temperaturdifferenz (gleich bleibend)	$[^{\circ}C]; [K]$
c	Spezifische Wärmekapazität	$[kJ / kg^{\circ}C]; [kJ / kgK]$

18.1.2 Warmwasserversorgung

Dies ist die Gesamtheit einer Anlage, umfassend Wassererwärmer mit Zuleitung und Verteilanlage bis zu den Verbrauchern und Entnahmestellen. Man unterscheidet:

<u>Einzelversorgung</u>	z.B.	<u>Warmwasser für ein Spülbecken</u>
<u>Gruppenversorgung</u>	z.B.	<u>Warmwasser für eine Wohnung (Gruppe)</u>
<u>Zentralversorgung</u>	z.B.	<u>Warmwasser für ein ganzes Mehrfamilienhaus</u>

18.1.3 Wassererwärmer

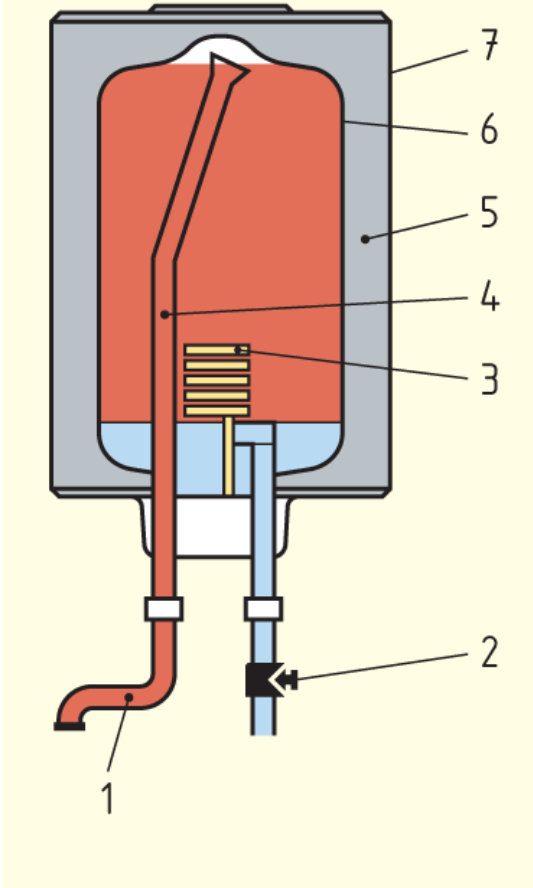
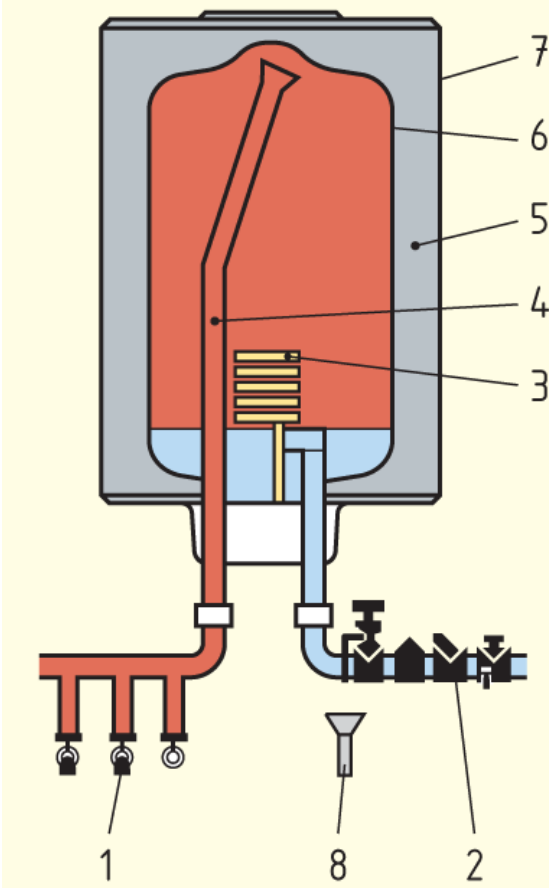
Der ungenaue, volkstümliche Ausdruck „Boiler“ sollte nicht mehr verwendet werden. An dessen Stelle treten die Ausdrücke Wassererwärmer und Warmwasserspeicher. Man unterscheidet:

Durchfluss – Wassererwärmer:	bei dem Kaltwasser im Zeitpunkt der Entnahme erwärmt wird. (Durchlauferhitzer)
Speicher- Wassererwärmer mit eingebauter Heizung:	in dem Kaltwasser erwärmt und zugleich gespeichert wird. (Boiler)
Warmwasser- Speicher ohne eingebautes Heizsystem:	Er dient nur zum Speichern von Warmwasser.

18.1.4 Bauart

Offene Bauart: Die sogenannten Niederdruckanlagen mit ständig offener Verbindung zur Atmosphäre.

Geschlossene Bauart: Diese Bauart steht ständig unter dem Netzdruck

Offener Speicher	Geschlossener Speicher
	
<p>1 <u>Offener Warmwasserauslauf</u></p> <p>2 <u>Ventil für Warmwasserentnahme</u> <u>Warmwasserhahn</u></p>	<p>1 <u>Warmwasser- Entnahmestellen</u></p> <p>2 <u>Sicherheitsventil</u></p>
<p>3 <u>Heizkörper</u></p> <p>4 <u>Überlaufrohr</u></p> <p>5 <u>Wärmedämmung</u></p>	<p>6 <u>Innenbehälter</u></p> <p>7 <u>Aussengehäuse</u></p> <p>8 <u>Auffangtrichter</u></p>

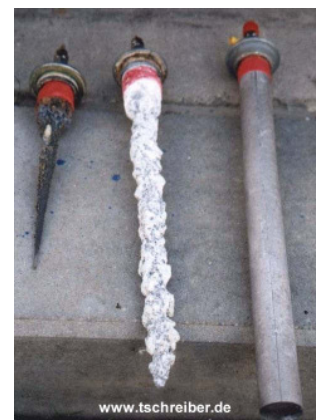
Für Einzelversorgung werden offene oder geschlossene Geräte, für Gruppen- und Zentralversorgung nur geschlossene Geräte verwendet.

18.1.5 Aufbau

Der Innenkessel besteht aus Stahl, rostfreiem Chromnickelstahl oder legiertem Kupferblech. Damit der Kessel nicht durch Rost zerstört wird schützt man die Innenseite mittels Emaillierung, Kunststoffbeschichtung oder Verwendung von Chromnickelstahl.

Als zusätzlicher Korrosionsschutz werden bei emaillierten Wassererwärmern Magnesiumstäbe eingebaut.

In einem Emalierten Speicher bildet die Speicherwand die Kathode, und der Magnesiumstab die Anode. Das Trinkwasser bildet das Elektrolyt. Die sich an der Magnesium Anode lösenden Teilchen (Kationen) wandern über das Elektrolyt zu den beschädigten Stellen in der Emalierung, da dort der ungeschützte Stahl die Kathode bildet. Da sich dabei die Anode abbaut (geopfert wird) nennt man die Magnesium Anode auch "Opferanode". Der Magnesiumstab muss man periodisch ersetzen.



Ein galvanisches Element entsteht, wenn sich zwei unterschiedliche Metalle in einer leitenden Flüssigkeit (Elektrolyt) befinden.

Spannungsreihe siehe Formelbuch

Opferanode mit Fremdstrom

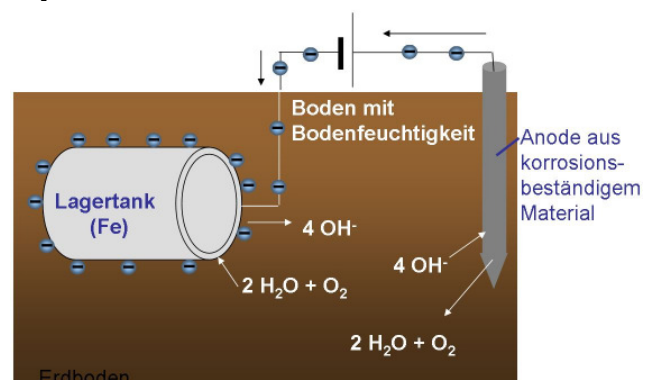
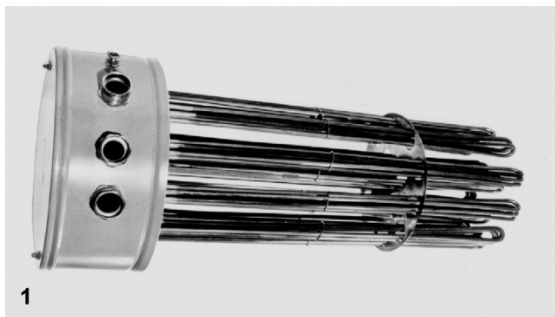


Abb.: Korrosionsschutz eines Lagertanks aus Eisen mit Fremdstrom

18.1.6 Heizelemente

Die Wassererwärmer werden meist durch elektrische Energie versorgt. Das Energiegesetz allerdings, lässt in verschiedenen Teilen der Schweiz eine rein elektrische Erwärmung nicht mehr zu. Die Aufnahmeenergie muss mit min. 20% erneuerbare Energien ergänzt werden. Solche Energien werden über Wärmetauscher von Wärmepumpen, Sonnenenergiesystemen oder anderen Energiequellen angeschlossen.

Für die elektrischen Heizelemente gibt es zwei unterschiedliche Bauarten:



Panzerheizstab

Panzerheizkörper

Diese Bauart wird direkt ins Wasser eingebaut, um sie zu ersetzen muss der Wassererwärmer entleert werden.



Heizelemente (Keramik)

Rohrheizkörper

Diese Bauart wird in Tauchrohre eingebaut welche die Heizelemente vom direkten Kontakt mit Wasser schützt. Die Auswechslung ist ohne den Wassererwärmer zu entleeren möglich.

18.1.7 Sicherheit

Die Sicherheit für Wassererwärmer oder Dampferzeuger muss gegen Überhitzung durch elektrische Schutzeinrichtungen gewährleistet werden. Für Wassererwärmer von geschlossener Bauart, also welche die unter Wasserdruck stehen, sind zusätzliche Schutzeinrichtungen gegen Überdruck auf der Wasserseite einzubauen.

Die elektrische Schutzeinrichtung bestehen aus einerseits einem Thermostaten, andererseits durch einen zusätzlichen Temperaturbegrenzer. Der Thermostat ist direkt oberhalb der Heizelemente montiert. Die Distanz darf allerdings nicht zu klein sein, damit die Wassertemperatur erfasst wird. Es sind zwei unterschiedliche Thermostaten verbreitet.

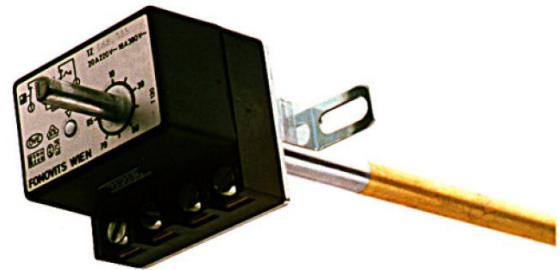
Zum einen ist dies der Thermostat mit

Stabausdehnungsfühler

Zum anderen ist dies der Thermostat mit

Kapillarrohrfühler

Der Thermostat mit Stabausdehnungsfühler basiert mit dem Prinzip der ungleichen Längenänderungen verschiedener Metalle bei Erwärmung. Der Fühler besteht aus einem äusseren Messingrohr und einem zentralen Stab aus Metall mit sehr geringer Wärme-dehnung. Der Stab ist meist ein Invarstab (37% Ni, 63% Fe). Das Messingrohr dehnt sich während der Erwärmung wesentlich mehr aus als der Invarstab. Über einen Hebelmechanismus oder eine Blattfeder wird diese kleine Längenänderung von einigen Zehntelmillimetern auf die Schaltkontakte übertragen.



Der Thermostat mit Kapillarrohrfühler funktioniert mit dem Prinzip der Volumenausdehnung einer Ausdehnungsflüssigkeit, welche sich bei Erhöhung der Temperatur ausdehnt und durch die in Kapitaler verbundene Membrandose einen Hub verursacht. Dieser wird auf das Schaltwerk übertragen. Bei einem bestimmten Hub, d.h. wenn die Fühlertemperatur den eingestellten Soll-Wert erreicht, kippt der Kipphebel und öffnet die Schaltkontakte schlagartig.

18.1.8 Zweite Thermische Sicherung

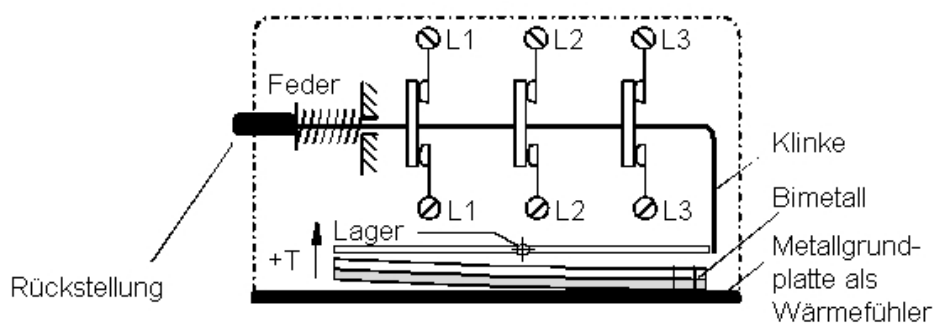
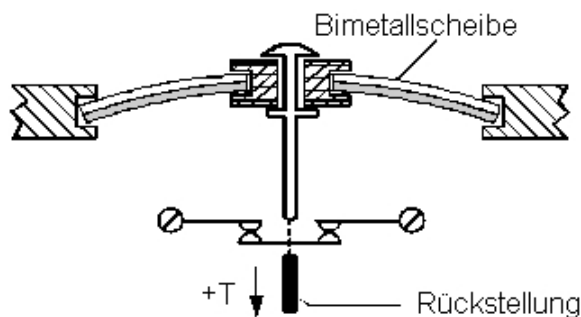
Wie erwähnt muss jeder Warmwasser- oder Dampferzeuger der keinen freien Auslauf, Überlauf haben, eine zweite thermische Sicherung besitzen. Diese Sicherung übernimmt den Überhitzungsschutz und verhindert, dass eine zu grosse Übertemperatur und somit einen Überdruck entsteht. Diese Sicherheit ist zusätzlich zum Thermostat, welcher bei einem Ausfall die Heizelemente nicht mehr zum abschalten bringen würde. Eine Überhitzung könnte einen Brand auslösen, da die Isolation am Wassererwärmer ab einer bestimmten Temperatur zu brennen beginnen könnte. Der Überdruck würde das Wasser ausdehnen lassen und kann den Boiler bis zur Explosion treiben.

Die meist verbreiteten Temperaturbegrenzer sind:

- 1 **Bimetallscheiben Sicherheitsthermostate**
- 2 **Kapillarrohr- Sicherheitsthermostate**
- 3 **Flüssigkeitsauslöser, Schmelzlotauslöser**

Die Bimetallscheibe kippt beim Erreichen der Ansprechtemperatur um und öffnet den Hauptstromkreis. Durch Drücken eines kleinen Druckknopfes kann sie wiederum zurückgestellt werden.

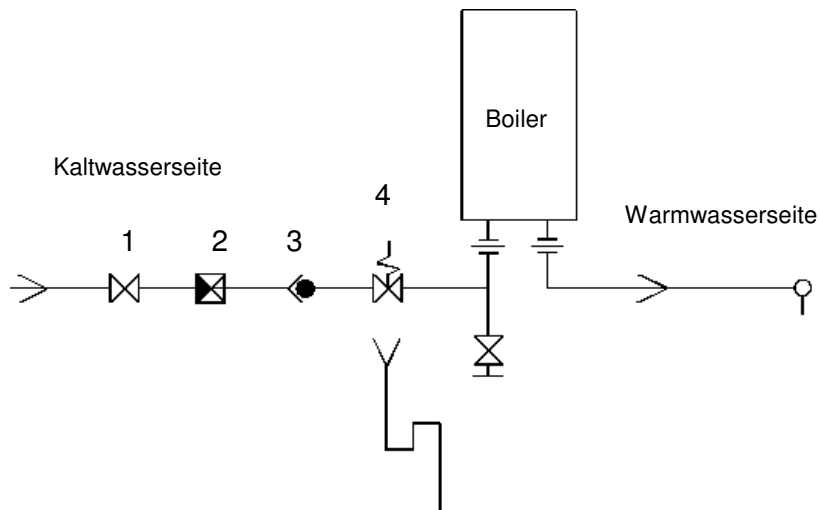
Beim Kapillarrohr, dessen zweiter Endfühler in das warme Wasser getaucht wird, wird beim Erreichen der Einstelltemperatur (ca. 90 °C), durch Volumenausdehnung der Ausdehnungsflüssigkeit im Fühler, den Hauptstromkreis unterbrochen.



18.1.9 Sicherheit auf der Wasserseite

Die Sicherheitsatterie übernimmt die Sicherheit auf der Wasserseite. Dies bestehen aus folgenden Teilen:

1. Haupthahn
2. Druckreduzierventil
3. Rückschlagventil
4. Sicherheitsventil



Das Sicherheitsventil ist das wichtigste bezüglich Schutz vor Überhitzung sprich gegen Überdruck. In Ihm wird der Überdruck abgebaut indem das Wasser auf eine Membrane drückt der eine Feder entgegenwirkt. Bei bestimmten Druckverhältnisse hebt die Membrane an und lässt Wasser entweichen. Um einen Rückfluss von Warmwasser in das kalte Trinkwasser zu vermeiden setzt man das Rückschlagventil ein.

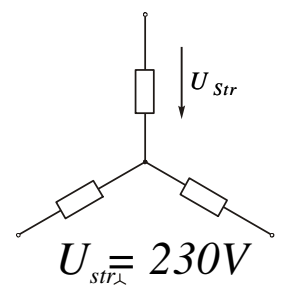
Das Druckreduzierventil erfüllt den Zweck wie der Name schon sagt, es reduziert den Wasserdruck wo es nötig ist. Nicht in allen Orten der Schweiz ist der Wasserdruck so hoch, dass man ihn reduzieren müsste.

18.1.10 Elektrischer Anschluss

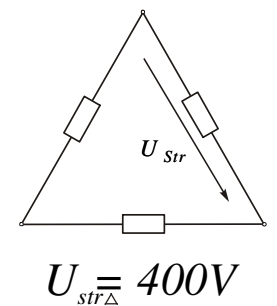
Die Wassererwärmer können durch unterschiedliche Schaltungen der Heizelemente auf verschiedene Leistungen angeschlossen werden. Die Netzbetreiberin gibt vor mit welchem Ladeprogramm die Wassererwärmer in der Nacht aufgeladen werden. So kann sie die Leistungen gleichmässig im Netz aufteilen.

Es gibt nach Werkvorschriften folgende Ladezeiten, Anschlussleistungen und Speisespannungen:

Elektro-Boiler					
Inhalt (lt)	Leistungsreihe			Spannung (V)	
	I	II	III		
	Leistung (W)	Leistung (W)	Leistung (W)		
30	600	400	300	1 x 230 oder 1 x 400	
50	1 000	660	500		
80	1 600	1 000	800		
100	2 000	1 350	1 000		
120	2 400	1 600	1 200		
160	3 200	2 000	1 600		
200	4 000	2 700	2 000		
250	5000	3 500	2 500		1 x 400 ¹⁾
300	6 000	4 000	3 000		
400	8 000	5 000	4 000		3 x 400
500	10 000	6 500	5 000		
600	12 000	8 000	6 000		
800	16 000	11 000	8 000		
1000	20 000	13 000	10 000		
Minimale Freigabezeit für eine Wassererwärmung					
		Auf 60 Grad C	Auf 80 Grad C ²⁾		
	Bei Reihe I	3 Std.	4 Std.		
	Bei Reihe II	4 Std.	6 Std.		
	Bei Reihe III	6. Std.	8 Std.		



$$\frac{U_{Str\Delta}}{U_{Str\lambda}} = \sqrt{3}$$



18.1.11 Unterhalt und Wartung

Wassererwärmer sind im Allgemeinen wenig störungsanfällig. Nach einiger Zeit muss der Boiler entkalkt werden, dies ist allerdings abhängig von der Wasserhärte welche in dem Gebiet vorhanden ist wo er installiert ist. Ebenso ist die Temperatur entscheidend wie stark die Entkalkung ist, um so grösser die Temperatur eingestellt ist desto stärker nimmt die Kalkablagerung zu. Zu tiefe Temperaturen sollten auch nicht gewählt werden, da dann die Legionellenbildung wiederum unterstützt wird. Legionellen sind Bakterien welche dem Menschen Krankheiten verursachen können.

Elektrische Störungen können folgende sein:

Heizwicklung defekt (Heizleistung wird kleiner/Totalausfall)

Thermostat defekt (dauernde Aufladung/Totalausfall)

Sperrschütz EW defekt (dauernde Aufladung/Totalausfall)

RSE EW defekt (dauernde Aufladung/Totalausfall)

Falsch verdrahtet (falsche Leistung, lange Aufladung)

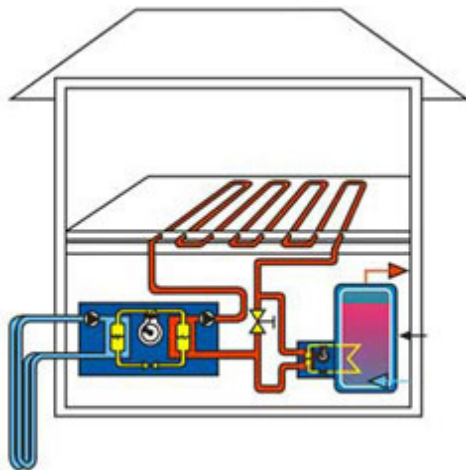
Überstromunterbrecher ausgelöst (Heizleistung wird kleiner/Totalausfall)

18.1.12 Wärmequellen mit Ausschluss der „elektrischen Energie“

Die Wassererwärmer könne auch durch andere Wärmequellen erwärmt werden als durch elektrische Widerstandsheizkörper. Seit dem Jahr 2010 nimmt auch das Energiegesetz des Bundes und den Kantonen Einfluss auf die Wassererwärmung. Bei Neuanlagen darf max. 80% der Energie für Warmwasseraufbereitung aus nicht erneuerbarer Energie bestehen, die übrige Energie muss aus erneuerbarer Energie stammen. Eine Alternative zu erneuerbarer Energie ist, dass die Aufbereitung über die Heizungsperiode in den Zentralheizungskreislauf mit einbezogen werden muss. Zwei weit verbreitete Systeme der Energieeinbringung sind:

Zentralheizung (Öl-, WP-, Gas-, Holzheizungen etc.)

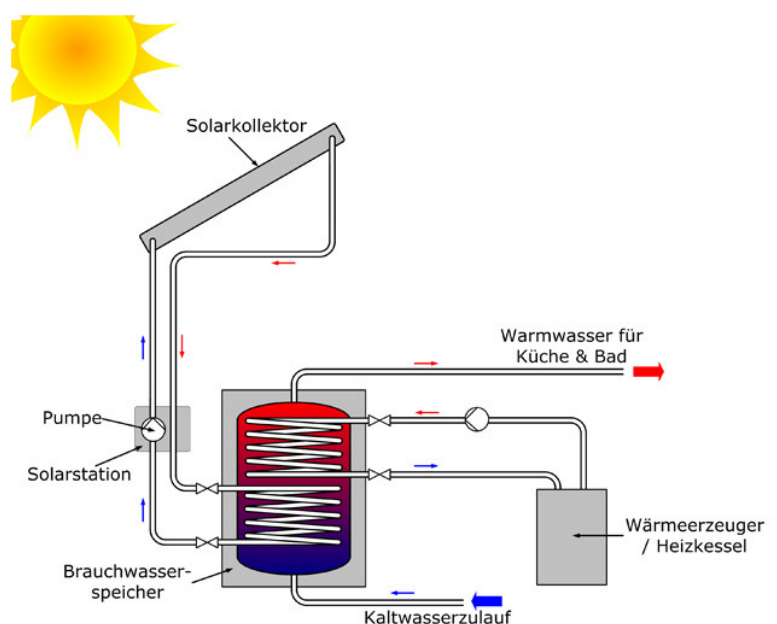
Solarkollektoren



Wenn die Warmwasseraufbereitung an das Heizsystem angeschlossen wird, so wird die Wärmeenergie über einen sogenannten Wärmetauscher übertragen. Die beiden Systeme Warmwasser und Heizungskreislauf sind somit nicht mit einander verbunden, in ihm wird lediglich die Wärme übertragen.

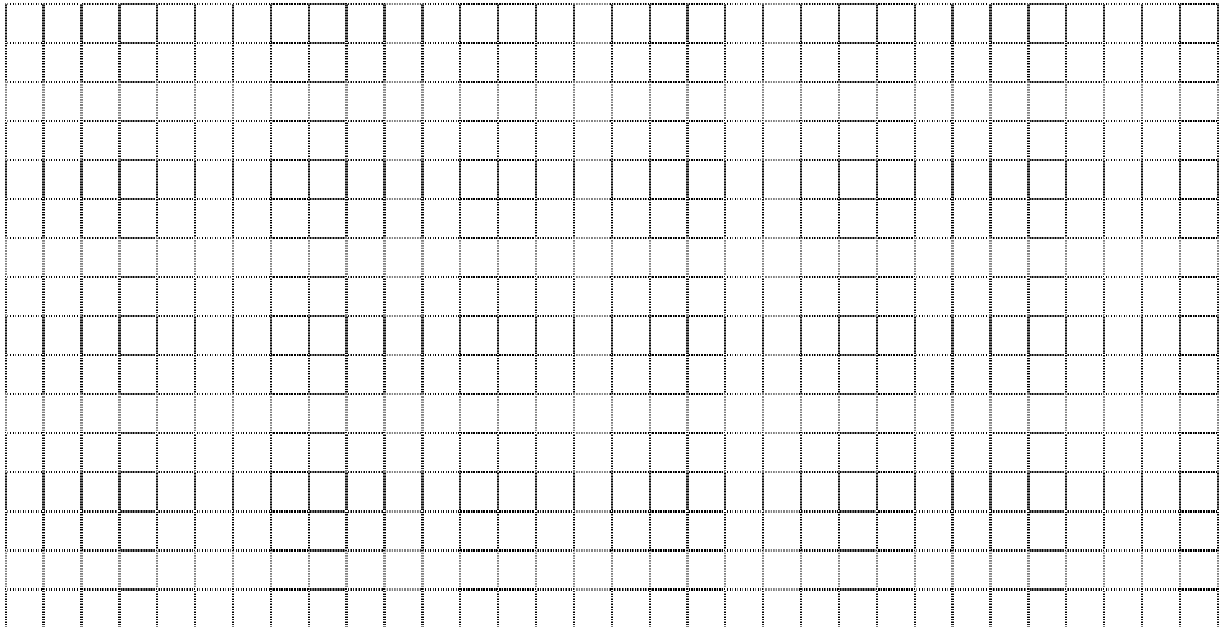
Anhand von Sonnenenergie kann auch Warmwasser erzeugt werden. An einer sonnenreichen Stelle, meist auf dem Dach, werden Sonnenkollektoren angebracht.

Diese Sonnenkollektoren bestehen aus einzelnen Rohren welche nebeneinander aufgereiht sind und in welchen sich eine Kühlflüssigkeit zirkuliert. Der Kollektor ist an einem Rohrsystem angeschlossen welches über einen Wärmetauscher im Wasserspeicher die aufgenommene Wärme an das Trinkwarmwasser weiter gibt. Damit eine Zirkulation stattfindet benötigt es eine Zirkulationspumpe welche den Kreislauf in Bewegung hält. In diesem Kreislauf können Temperaturen des Kühlmittels von bis zu 90° erreicht werden. Die Warmwasserabdeckung übers Jahr kann im Mittel-land bis zu 60% und in den Bergen oder Süden bis zu 80% betragen.



18.1.13 Repetitionsrechnungen

Wie viel elektrische Energie in kWh wird benötigt um 400 Liter Wasser von 28°C auf 60°C zu erwärmen. Der Wirkungsgrad ist 0.92.



Welche Leistung benötigt der Wasserewärmer (300 lt), wenn er in 6h den Inhalt von 15°C auf 60°C erwärmen muss? Wirkungsgrad 0.89.

