

Effiziente Warmwasserversorgung für neue Wohnbauten

Eine Übersicht für
Bauherrschaften



Unsere Gebäude sind für ein Viertel aller Treibhausgase verantwortlich. Mit einer optimalen Dämmung der Gebäudehülle, einer PV-Anlage auf dem Dach und erneuerbaren Energien für Heizung und Warmwasser wird dieser CO₂-Ausstoss in den kommenden Jahren gegen Null sinken. Das ist ein wichtiger und unverzichtbarer Schritt zu einer klimaneutralen Schweiz.

Wer heute ein neues Haus baut, übernimmt Verantwortung für die Zukunft. Die Technologien sind vorhanden, um unsere Ressourcen zu schonen. Dies gilt auch für die Erwärmung von Warmwasser, die in neuen Wohngebäuden bereits mehr Energie braucht als die Heizung. Nun gilt es, konsequent auf die Karte erneuerbare Energie zu setzen.



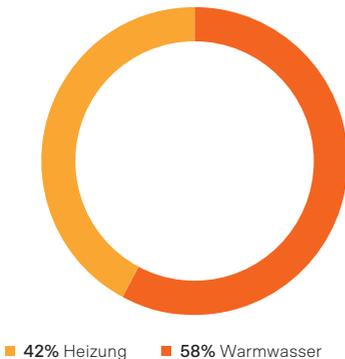
Inhalt

- 04 Wertvolles Warmwasser
- 05 Warmwasserversorgung im Überblick
- 06 Warmwassersysteme für Neubauten
- 08 Warmwasser mit einer Wärmepumpe erzeugen
- 09 Eine Wärmepumpe für Heizung und Warmwasser
- 10 Kompakt-Warmwasser-Wärmepumpe nutzt die Raumluft
- 11 Split-Warmwasser-Wärmepumpe nutzt die Aussenluft
- 12 Kompakt-Warmwasser-Wärmepumpe nutzt die Aussenluft
- 13 Warmwasser und Strom aus der eigenen Photovoltaik-Anlage
- 14 Thermische Solaranlagen
- 17 Warmwasser mit der Holzheizung erwärmen
- 18 Warmwasser mit Fernwärme erwärmen
- 19 Elektrische Zusatzheizungen
- 20 Verbrauchsabhängige Abrechnung der Warmwasserkosten
- 22 Wasserleitungen warmhalten
- 23 Zirkulationssysteme
- 25 Elektrische Heizbänder
- 26 Warmwasser und Hygiene
- 28 Warmwasser in Ferienhaus und Zweitwohnung
- 31 Sparsame Geräte und Wasserarmaturen
- 33 Eine gute Dämmung ist wichtig
- 34 Kosten
- 35 Sieben Merkmale

Wertvolles Warmwasser

Wasser bedeutet Lebensfreude und Genuss. Jederzeit verfügbar, sprudelt kühles oder warmes Nass wie selbstverständlich aus dem Hahnen. Wir vergessen dabei, dass Wasser – und ganz besonders warmes Wasser – eine wertvolle Ressource ist.

Energieverbrauch eines Neubaus gemäss MuKE 2014 (Stand 2021)



Der Energiebedarf für die Raumheizung nahm in den letzten Jahren, dank einer konsequenten Wärmedämmung, stetig ab. Gleichzeitig sinkt der Warmwasserkonsum pro Kopf kaum. Neue Wohngebäude benötigen heute mehr Energie für die Bereitstellung des Warmwassers als für die Raumheizung (siehe Grafik).

Jede und jeder von uns braucht täglich rund 50 Liter Warmwasser. Bei einem Vierperson-Haushalt sind das etwa 73'000 Liter pro Jahr, was Kosten von etwa 800 bis 1000 Franken pro Jahr verursacht.

Für eine achtsame Nutzung der Ressource (Warm-)Wasser braucht es sowohl einen häuslicheren Umgang mit dem kostbaren Nass als auch effiziente Warmwassersysteme auf der Grundlage von erneuerbaren Energien.

Die effiziente und klimaneutrale Bereitstellung von Warmwasser ist ein zentrales Thema beim Bau neuer Wohngebäude.

Viele Bauherrschaften sind sich dessen zu wenig bewusst. Komfortansprüche, die im Vergleich zur Heizung hohen Temperaturen, strenge Anforderungen an die Hygiene und eine ununterbrochene Verfügbarkeit: Alle diese Punkte machen die Planung des Warmwassersystems anspruchsvoll – nicht nur für Laien, sondern auch für Fachpersonen.

Warmwasserversorgung im Überblick

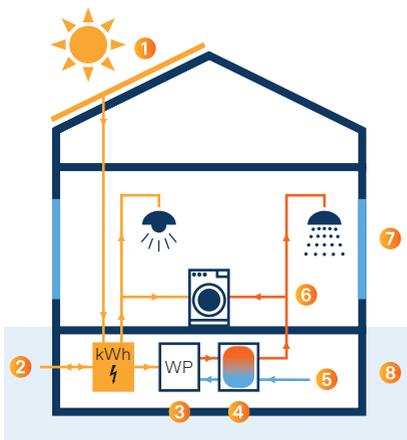
Die Erzeugung von Warmwasser wird häufig mit der Gebäudeheizung gekoppelt. Das heisst mit einer Wärmepumpe, einer Holzheizung oder einem Fernwärmeanschluss. Daneben gibt es Systeme, die das Wasser losgelöst von der Heizung erwärmen. Dazu gehören die Warmwasser-Wärmepumpe (Wärmepumpenboiler) oder die thermischen Sonnenkollektoren.

Unabhängig von der Energiequelle puffert ein Speicher die Wärme. Er deckt Bedarfsschwankungen und Bezugsspitzen.

Über die Verteilungen gelangt das Warmwasser zu den Entnahmestellen. Bei ausgedehnten Systemen wird das Wasser in den Leitungen warmgehalten, um den

raschen Bezug von Warmwasser sicherzustellen.

Künftig wird auf immer mehr Gebäuden Strom mit einer eigenen Photovoltaik-Anlage produziert (siehe Seite 13). Die Kombination von Photovoltaik-Anlagen und Wärmepumpen ist ein grosser Schritt hin zum klimaneutralen Gebäude.



- 1 Photovoltaik-Anlage
- 2 Netzstrom
- 3 Wärmeerzeuger
Wärmepumpe (WP), Holzheizung oder Fernwärme
- 4 Warmwasserspeicher «Boiler»
- 5 Kaltwasser
- 6 Warmwasser
- 7 Warmwasser-Entnahmestellen
 - Dusche
 - Badewanne
 - Armaturen (Bad, Küche, WC)
 - Waschmaschine
- 8 Warmwasserverteilung
Eventuell mit einer Warmhaltung durch ein Begleitheizband oder eine Zirkulation

Warmwassersysteme für Neubauten

Die Ablösung fossiler Energieträger durch erneuerbare Energien, die sogenannte Dekarbonisierung, macht vor unserer Haustüre nicht Halt. Eine klimafreundliche Warmwassererzeugung verlangt einen bewussten Umgang mit der Ressource Wasser und eine konsequente Nutzung erneuerbarer Energien.

System	Wärmepumpe (WP)	
Woher kommt die Wärme?	Umweltwärme (Aussenluft, Erdwärme, Grundwasser) und Strom	
Was braucht es?	Stromnetz	Strom aus der eigenen Photovoltaik-Anlage und dem Stromnetz
Wer liefert die Wärme?	Wärmepumpe (WP)	
Ist ein Warmwasserspeicher notwendig?	ja	
	Heizungs-Wärmepumpe mit Beistellspeicher	Warmwasser-Wärmepumpe (WW-WP) <ul style="list-style-type: none"> - Kompakt-WW-WP - Split-WW-WP - Aussenluft-Kompakt-WW-WP
Zu beachten:	Bei der Wärmepumpe muss sichergestellt sein, dass sie 60 °C warmes Wasser erzeugen kann.	

Warmwassersysteme sind robust und langlebig. Ein 30- oder 40-jähriger Warmwasserspeicher (Boiler) ist keine Seltenheit. Aus diesem Grund müssen wir gut und gern zwei bis drei Jahrzehnte vorausdenken, wenn wir neue Warmwassersysteme planen und umsetzen.

Für die Warmwassererzeugung stehen vier Technologien im Fokus: Wärmepumpen, thermische Solaranlagen, Holzheizungen und Fernwärme. Alle vier Systeme haben Vor- und Nachteile.

 Biogas

Verglichen mit der Industrie, die Temperaturen von bis zu 1000 °C braucht, sind die Wassertemperaturen von maximal 60 °C im Gebäudebereich ein Klacks. Es ist daher sinnvoll, das wertvolle Biogas, mit dem sehr hohe Temperaturen klimafreundlich erreicht werden, nicht für Wohngebäude zu nutzen. Nur so kann eine zügige Dekarbonisierung in der produzierenden Industrie erfolgen.

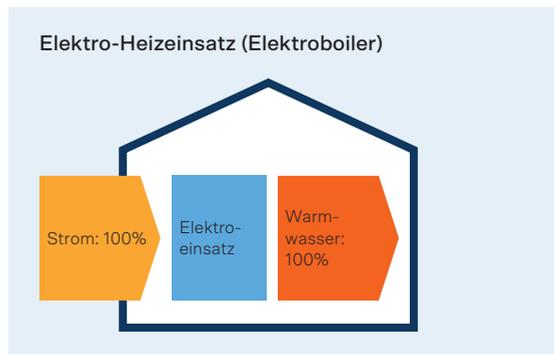
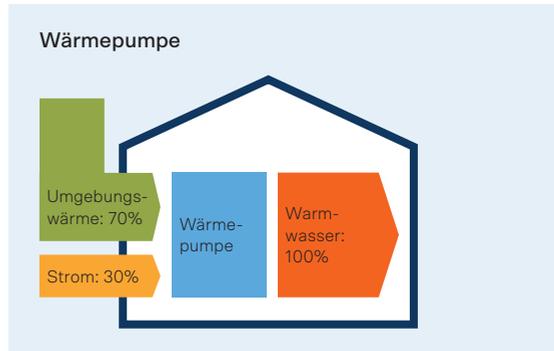
Thermische Solaranlage	Holzheizung	Fernwärme
Sonne	Holz (Pellets, Hackschnitzel, Stückholz)	Fernwärmenetz
Freie Fläche an der Fassade oder auf dem Dach (Flachdach, Schrägdach möglichst nach Süden ausgerichtet)	Platz für das Holzlager <ul style="list-style-type: none"> - Pellet-Tank - Holzschnitzel-Lager - Holzlagerplatz 	Fernwärmeanschluss
Sonnenkollektoren	Holzessel	Übergabestation mit integriertem Speicher oder Beistellspeicher
ja	ja	ja
Thermische Sonnenkollektoren mit einem Solarspeicher	<ul style="list-style-type: none"> - Pellet-Kessel - Holzhackschnitzel-Kessel - Stückholz-Kessel mit Beistellspeicher 	
Zweites System (Holzheizung, WP oder Fernwärme) oder Elektroersatz notwendig.	Bei handbeschickten Holzheizungen klären, wie das Warmwasser im Sommer erzeugt wird.	Der Fernwärmeanschluss sollte immer für Heizung und Warmwasser genutzt werden.

Warmwasser mit einer Wärmepumpe erzeugen

Moderne Wärmepumpen sind effizient, umweltfreundlich und sparsam. Sie eignen sich sehr gut für die Erzeugung von Warmwasser. Zudem können sie einen Teil des Stroms aus der eigenen PV-Anlage nutzen.

Die Wärmepumpe nutzt die Wärme aus der Umwelt (Luft, Erdwärme, Grundwasser) und liefert damit die Energie für das Warmwasser. Mit nur 30% Strom und 70% Umweltwärme erzeugt die Wärmepumpe 100% Warmwasser. Ein elektrischer Wassererwärmer (Elektroboiler) hingegen benötigt dazu 100% Strom. Wärmepumpen sind somit rund dreimal effizienter als reine Elektroboiler.

Eine Wärmepumpe braucht ein Drittel der Energie eines Elektroboilers, um dieselbe Warmwassermenge zu erzeugen.



Eine Wärmepumpe für Heizung und Warmwasser

Wenn Sie das neue Gebäude mit einer Wärmepumpe beheizen, kann sie in einem Warmwasserspeicher auch das Wasser erwärmen.

Achten Sie bei der Planung darauf, dass die Heizungs-Wärmepumpe korrekt dimensioniert wird. Sie muss in der Lage sein, bei sehr kalten Aussentemperaturen (der sogenannten Auslegungsgrenze) die Leistung für die Erwärmung des Trinkwassers zur Verfügung zu stellen. Wählen Sie dafür eine Wärmepumpe, die 60 °C warmes Wasser effizient erzeugen kann.

Für eine moderne Bodenheizung muss die Wärmepumpe maximal 35 °C warmes Wasser bereitstellen. Für die Erwärmung des Warmwassers hingegen muss sie die Temperatur erhöhen und kurzfristig 55 bis 60 °C liefern. Dadurch arbeitet sie weniger effizient.

Gut zu wissen

Wählen Sie eine Wärmepumpe mit einer Schnittstelle zu einem Lastmanagement. Damit lädt die Wärmepumpe den Speicher, sobald selbst produzierter PV-Strom zur Verfügung steht (siehe Seite 13, Strom für die Wärmepumpe mit eigener PV-Anlage erzeugen).

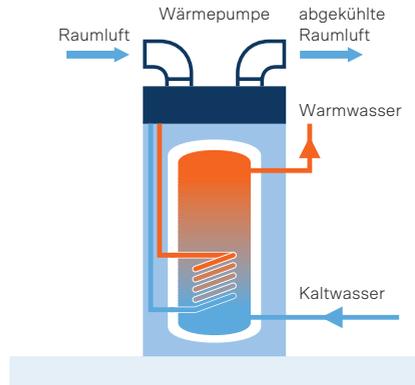


Kompakt-Warmwasser-Wärmepumpe nutzt die Raumluft

Kompakt-Warmwasser-Wärmepumpen (Wärmepumpenboiler) bestehen aus einem Warmwasserspeicher mit eingebauter Wärmepumpe. In der Regel nutzen sie die Umgebungsluft als Wärmequelle (Raumluftnutzung).

Der Aufstellungsraum ist in aller Regel der Keller. Er muss mindestens 30 m³ gross sein. So kühlt die Wärmepumpe die Raumluft nicht allzu stark ab. Trotzdem werden auch gedämmte Kellerdecken und die gedämmten, warmen Leitungen stets etwas abgekühlt. Dies ist je nach Nutzung der Räume (Bastelraum, Weinkeller etc.) von Bedeutung.

Eine solche Wärmepumpe kann gut für die Wäschetrocknung genutzt werden, da sie der Kellerluft Feuchtigkeit entzieht.



Gut zu wissen

Der Warmwasserspeicher für einen Haushalt mit 2 bis 4 Personen fasst üblicherweise 250 bis 300 Liter. Für 5 bis 6 Personen rechnet man mit 300 bis 400 Litern. Und bei mehreren Wohnungen mit insgesamt 8 Personen braucht es zwischen 600 und 1000 Liter.

Split-Warmwasser-Wärmepumpe nutzt die Aussenluft

Um die Aussenluft als Wärmequelle zu nutzen, bietet sich eine Split-Warmwasser-Wärmepumpe an. Diese besteht aus einem Warmwasserspeicher mit eingebauter Wärmepumpe. Hinzu kommt ein separates Aussengerät (daher «Split»).

Das Aussengerät entzieht der Aussenluft die Wärme und führt sie mit einer Kälteleitung zur Wärmepumpe im Keller.

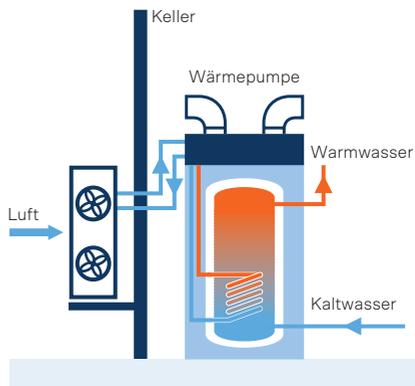
Kühlt den Raum nicht aus

Ein Vorteil dieser Lösung ist, dass sich die Temperatur im Aufstellungsraum des Geräts nicht verändert. Andererseits wird der Raum nicht entfeuchtet.

Aufwendigere Installation

Im Vergleich zur Kompakt-Warmwasser-Wärmepumpe muss bei der Installation zusätzlich eine Kälteleitung verlegt werden. Dies erfordert mindestens einen Wanddurchbruch. Zudem braucht das Aussengerät einen geeigneten Standort. Bei der Wahl des Standorts müssen die Einbettung in die Architektur, das Geräusch des Ventilators und die gute Durchströmung des Aussengeräts mit sauberer Luft berücksichtigt werden.

Dieser Wärmepumpentyp benötigt eine Abtauvorrichtung. Dies macht das Gerät leicht teurer als eine Kompakt-Warmwasser-Wärmepumpe mit Raumluftnutzung.



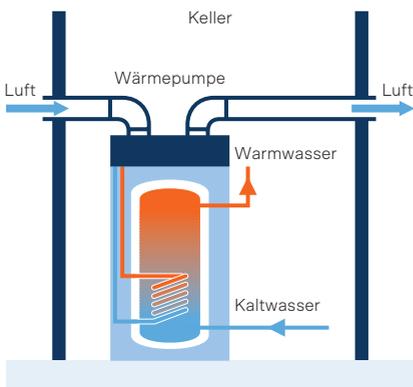
i Gut zu wissen

Moderne Heizungs- und Warmwasser-Wärmepumpen erreichen im Warmwasserspeicher eine Temperatur von 60 °C ohne Elektro-einsatz. Dieser dient daher in erster Linie als «Notheizung» bei Pannen oder wenn ausnahmsweise sehr viel Warmwasser benötigt wird. Zur Kontrolle empfiehlt sich ein separater Energie- oder Betriebsstundenzähler für den Elektro-einsatz.

Kompakt-Warmwasser-Wärmepumpe nutzt die Aussenluft

Eine Kompakt-Warmwasser-Wärmepumpe kann mit einem zusätzlichen Lüftungs-Kanalsystem die Aussenluft direkt als Wärmequelle nutzen.

Diese Geräte bestehen aus einem Warmwasserspeicher mit eingebauter Kleinwärmepumpe. Über das Kanalnetz gelangt die Aussenluft zur Wärmepumpe. Die abgekühlte Luft wird über das Kanalsystem aus dem Gebäude geführt.



Kühlt den Raum nicht aus

Ein Vorteil dieser Lösung ist, dass sich die Temperatur im Aufstellungsraum des Geräts nicht verändert. Andererseits wird der Raum nicht entfeuchtet.

Aufwendigere Installation

Bei diesem System ist die Installation aufwendig, weil das Kanalsystem verlegt und gedämmt werden muss. Es braucht mindestens zwei Wanddurchbrüche (Kernbohrungen mit 18 cm Durchmesser).

Die Aussenluftfassung darf keine verunreinigte Luft (Blätter, Pollen etc.) ansaugen. Bei der Platzierung des Luftausblases muss zudem verhindert werden, dass die abgekühlte Luft erneut angesaugt wird.

Dieser Wärmepumpentyp benötigt eine Abtauvorrichtung. Dies macht das Gerät leicht teurer als eine Kompakt-Warmwasser-Wärmepumpe mit Raumluftnutzung.

Warmwasser und Strom aus der eigenen Photovoltaik-Anlage

In vielen Kantonen muss jedes neue Gebäude einen Anteil seines Stromverbrauchs durch eine Eigenproduktion decken*. In den meisten Fällen dürfte dafür eine Photovoltaik-Anlage (PV-Anlage, Solarstromanlage) auf dem Gebäude realisiert werden.

Strom für die Wärmepumpe mit eigener PV-Anlage erzeugen

Die Kombination einer PV-Anlage mit einer Wärmepumpe – und besonders mit einer Warmwasser-Wärmepumpe – ist ideal. Der Strom, der im Haushalt nicht benötigt wird, kann flexibel für die Wärmepumpe eingesetzt werden. Sie lädt damit am Tag den Speicher (Heizung oder Warmwasser), so dass die Wärme am Abend und am Morgen zur Verfügung steht. Dies verbessert den Eigenverbrauch und damit die Wirtschaftlichkeit der PV-Anlage deutlich.

Darf ich den Strom meiner PV-Anlage für die Warmwasserproduktion mit einem reinen Elektroinsatz verwenden?

Nein. In Neubauten ist es nicht erlaubt, mit einer ans Elektrizitätsnetz gekoppelten PV-Anlage das Warmwasser mit einem Elektroinsatz (Elektroboiler) zu erzeugen. Denn mit einer (Warmwasser-)Wärmepumpe kann der PV-Strom effizient und

umweltfreundlich genutzt werden (siehe auch Seite 20).

Nicht empfohlen: PV-Heater

Bei einem Photovoltaik-Heizgerät (PV-Heater) ist die PV-Anlage nicht ans Elektrizitätsnetz angeschlossen. Der PV-Strom dient ausschliesslich der Wassererwärmung mit einem Elektroinsatz (Elektroboiler). PV-Heater erfüllen die Anforderungen an die Eigenstromerzeugung der MuKE jedoch nicht, und die Installation von PV-Heatern wird daher nicht empfohlen. Wer trotzdem mit dem Gedanken spielt, einen PV-Heater anzuschaffen, muss vorher die Situation mit der kantonalen Energiefachstelle prüfen.

* Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKE) 2014/2018

Weitere Informationen
zu PV-Anlagen



Thermische Solaranlagen

Eine thermische Solaranlage erzeugt das Warmwasser mit Sonnenkollektoren auf dem Dach. Diese bewährte Technologie hat immer noch ihre Berechtigung.

Die Nutzung von Sonnenenergie mit einer thermischen Solaranlage ist eine umweltfreundliche Lösung für die Warmwasserversorgung und unterstützt die Heizung.

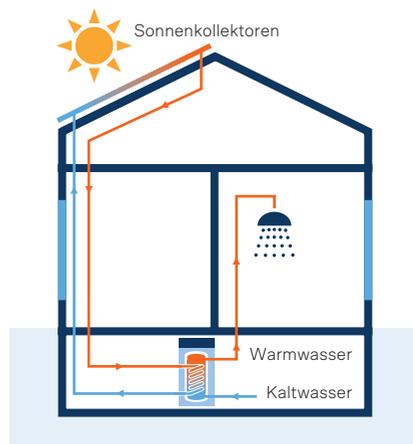
In den vergangenen Jahren hat sich der Fokus bei der Sonnenenergie deutlich weg von den thermischen Solaranlagen hin zu den PV-Anlagen verschoben. Dafür gibt es zwei Gründe. Einerseits ist es in vielen Kantonen Pflicht, bei Neubauten einen Teil des Stroms selbst zu erzeugen. Andererseits hat der Preiszerfall bei den PV-Modulen zu einem markanten Aufschwung der Photovoltaik geführt.

Doch die thermischen Solaranlagen haben nach wie vor ihre Berechtigung. Sie eignen sich beispielsweise in Kombination mit einer Holz- oder einer Fernwärmeheizung sehr gut für die Warmwassererzeugung. Denn dank der Solaranlage für das Warmwasser können diese Heizsysteme im Sommer ganz ausgeschaltet werden. Und was die Umweltfreundlichkeit betrifft – graue Energie und CO₂-Emissionen –, sind thermische Solaranlagen nach wie vor einsame Spitze.

Kompakte Solarsysteme für Einfamilienhäuser

Kompakte Solarsysteme für Einfamilienhäuser decken zwischen April und Oktober praktisch den gesamten Warmwasserbedarf ab. Wenn die Sonne in den grauen

Wintermonaten fehlt, stellt eine Zusatzheizung die Warmwasserversorgung sicher. Je nach Heizsystem kommt dafür die Wärmepumpe, ein Heizkessel oder ein Elektroinsatz zur Anwendung.



Über das ganze Jahr gesehen erwärmt die Sonne 60 bis 70% des Warmwassers einer vierköpfigen Familie.

Ein kompaktes System für ein Einfamilienhaus benötigt 4 bis 6 m² Sonnenkollektoren und einen 400 bis 600 Liter grossen Speicher im Keller.

Solare Warmwassersysteme für Mehrfamilienhäuser (nur Warmwasser)

Mehrfamilienhäuser setzen die Solarthermie oft für die Vorerwärmung des Warmwassers ein. Mit den Sonnenkollektoren wird das 12 °C kalte Wasser auf rund 40 °C vorerwärmt. Die zusätzliche Erwärmung auf 55 °C erfolgt mit einer Zusatzheizung. In den meisten Fällen mit einer Wärmepumpe oder einem Heizkessel.

Ein Beispiel: Für ein Haus mit 6 bis 8 Familien braucht es eine Kollektorfläche zwischen 15 und 30 m² sowie einen Speicher mit 1000 bis 1500 Liter, um von April bis Oktober 40 bis 70% des Warmwasserbedarfs zu decken. Über das ganze Jahr dürften es 30 bis 40% sein.

Solare Systeme für Heizung und Warmwasser in EFH und kleinen MFH

Thermische Solaranlagen lassen sich auch für die Heizung einsetzen. Dabei können zum Beispiel Ein- bis Vierfamilienhäuser mit 15 bis 30 m² grossen Kollektoren und einem 1000 bis 2000 Liter grossen Solarspeicher im Keller ausgerüstet werden. Dies erlaubt es, mit der Sonne über das ganze Jahr 35 bis 55% des Heiz- und Warmwasserbedarfs abzudecken. Im Winter benötigt man als Ergänzung ebenfalls eine Zusatzheizung.

Gut zu wissen

Thermische Solaranlagen eignen sich sehr gut für die Regeneration von Erdwärmesonden.

Ausrichtung der Kollektoren

Thermische Sonnenkollektoren können nach Osten, Süden oder Westen ausgerichtet werden. Ideal ist der Süden. Die Kollektoren lassen sich ins Schrägdach einbauen oder aufs Dach aufbauen. Auf Flachdächern werden sie schräg gestellt. Die Kollektoren können zudem in oder auf die Fassade (flach oder schräg gestellt) integriert werden. Vereinzelt sieht man sie als «Balkongeländer».

Bauformen der Kollektoren

Am häufigsten trifft man Flachkollektoren an. Sie sind langlebig und robust. Sie erzeugen im Sommer Warmwasser von 80 bis 90 °C.

Die Vakuumröhrenkollektoren sind hocheffizient und erzeugen Temperaturen von über 80 °C. In Wohngebäuden können sie ihre Stärken jedoch nur im Winter ausspielen. Zudem sind sie etwas teurer.



Warmwasser mit der Holzheizung erwärmen

Holz ist eine regional verfügbare und nachwachsende, CO₂-neutrale Ressource. Eine Holzheizung schützt das Klima und kann gleichzeitig Warmwasser erzeugen.

Holzheizungen sind klimaneutral. Allerdings entsteht beim Verbrennen von Holz Feinstaub. Moderne Pellet-, Stückholz- oder Hackschnitzelheizungen, verfügen daher über einen automatischen, optimierten Verbrennungsvorgang, der den Feinstaub auf ein Minimum reduziert.

Moderne Holzheizungen in neuen Gebäuden eignen sich sehr gut, um das Warmwasser zu erwärmen. Dazu werden meistens ein Warmwasserspeicher oder ein Durchlaufwassererwärmer (siehe Seite 27) benötigt.

Warmwasserversorgung im Sommer

Überlegen Sie bei einer Holzheizung, wie Sie das Warmwasser im Sommer erzeugen wollen, wenn kein Heizbedarf besteht. Eine effiziente Lösung kann dann die Kombination mit einer thermischen Solaranlage oder einer Kompakt-Warmwasser-Wärmepumpe sein. So können Sie die Heizung im Sommer ganz ausschalten.

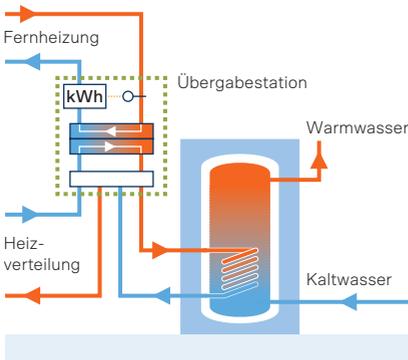
Warmwasser mit Fernwärme erwärmen

In der Schweiz gibt es rund 1000 Wärmeverbunde. Wenn Ihr Wohngebäude in einem Quartier mit Fernwärme liegt, ist ein Anschluss eine sehr gute Lösung für Heizung und Warmwasser.

Fernwärme wird in einer zentralen Anlage erzeugt und über ein gut isoliertes Wasser-verteilstnetz zu den Kunden geleitet. Die Wärme wird mit einer kompakten Übergabestation an die Heizung und die Warmwassererzeugung im Haus übertragen. Es gibt Übergabestationen mit einem integrierten Warmwasserspeicher und solche, bei denen ein separater Warmwasserspeicher bedient werden kann.

Fernwärmeanschlüsse sind weitgehend wartungsfrei und benötigen wenig Platz. Zudem ist die Versorgungssicherheit hoch.

Wenn Sie sich für einen Fernwärmeanschluss entscheiden, kann mit der Fernwärme sowohl geheizt wie auch das Warmwasser bereitgestellt werden.



Weitere Informationen
Karte der Wärmenetze



Elektrische Zusatzheizungen

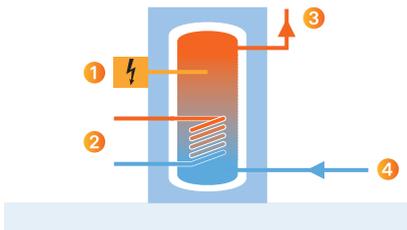
Der Warmwasserspeicher darf unter gewissen Umständen mit einer elektrischen Zusatzheizung ergänzt werden.

Voraussetzung ist, dass mehr als die Hälfte der benötigten Wärme für das Warmwasser aus einer erneuerbaren Energiequelle (z. B. Sonnenkollektoren, Holz) stammt. Oder dass die Erwärmung des Warmwassers während der Heizperiode vollständig durch den Wärmeerzeuger der Heizung erfolgt.

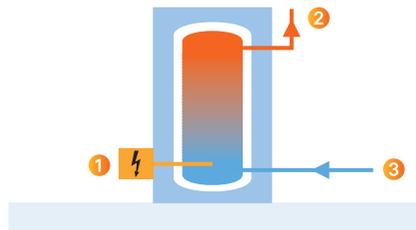
Um mit dem wertvollen Strom haushälterisch umzugehen, sollte der Anteil der elektrischen Zusatzheizung möglichst tief gehalten oder gänzlich darauf verzichtet werden.

Reine Elektroboiler sind nicht mehr zugelassen

Wassererwärmer, die rein elektrisch betrieben werden (Elektroboiler), sind ineffiziente «Stromfresser». Sie dürfen daher in neuen Wohnbauten nicht mehr eingebaut werden. Dies gilt auch, wenn Sie Ökostrom aus erneuerbarer Energie beziehen. Oder wenn der Strom mit einer netzgekoppelten PV-Anlage auf dem eigenen Dach produziert wird.



- 1 Elektro-Zusatzheizung
weniger als 50% der Wärme übers Jahr
- 2 Wärmeerzeuger
 - thermische Solaranlage
 - Wärmepumpe
 - Holzheizungmehr als 50% der Wärme übers Jahr
- 3 Warmwasser
- 4 Kaltwasser



- 1 Elektro-Heizeinsatz
100% der Wärme übers Jahr
- 2 Warmwasser
- 3 Kaltwasser

Verbrauchsabhängige Abrechnung der Warmwasserkosten

Der Warmwasserverbrauch hängt stark von den individuellen Gewohnheiten ab. Häufiges Baden und lange Duschzeiten erhöhen den Wasserverbrauch massiv. Gleichzeitig zeigen Studien, dass wir sorgfältiger mit dem Warmwasser umgehen, wenn wir die Kosten selbst tragen müssen.

Die meisten Kantone schreiben für Mehrfamilienhäuser mit mehr als fünf Wohnungen eine verbrauchsabhängige Abrechnung der Warmwasserkosten vor. Die führt zu einer gerechteren Kostenverteilung für Mieterinnen und Mieter wie auch im Stockwerkeigentum und ist ein Anreiz, Energie zu sparen.

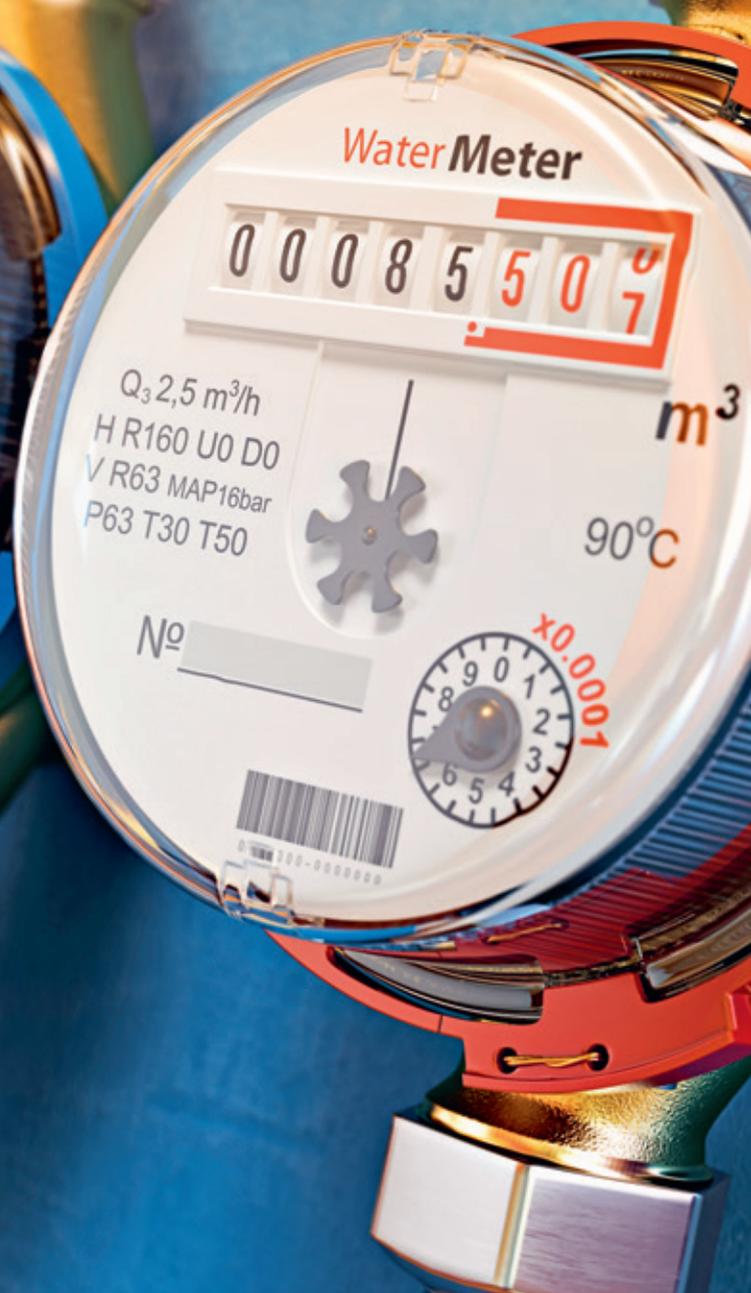
Voraussetzung ist die Installation eines Warmwasserzählers in jeder Wohneinheit. Nur so können der effektive Warmwasserverbrauch ermittelt und ein fairer Kostenschlüssel bestimmt werden. Ein solcher Zähler kostet einmalig rund 100 Franken. Weitere Kosten fallen für das jährliche Ablesen des Zählers an, was in der Regel gemeinsam mit dem Ablesen der Wärmehändler der Heizung erfolgt.

Tipp

Warmwasserzähler mit einer Fernablesung sind bei der Anschaffung etwas teurer. Dafür können sie einfacher und schneller ausgelesen werden, was den jährlichen Aufwand und damit die Kosten der Abrechnung senkt.

Weitere Informationen
zu «VEWA – Modell zur
verbrauchsabhängigen
Abrechnung von Energie-
und Wasserkosten»





Wasserleitungen warmhalten

Die Zeit, bis nach dem Öffnen des Wasserhahns an der Armatur warmes Wasser austritt, wird als Ausstosszeit bezeichnet. Sie ist ein Massstab des Komforts. Je kürzer, desto angenehmer.

Für kurze Ausstosszeiten braucht es kurze Leitungen – oder eine Warmhaltung. Um die Leitungen warmzuhalten, eignet sich ein Zirkulationssystem (siehe Seite 23) oder ein elektrisches Heizband (siehe Seite 25).

Abhängig davon, ob die Wasserleitung gewärmt wird, akzeptiert die SIA-Norm unterschiedlich lange Ausstosszeiten*:

- ohne Warmhaltung max. 15 Sekunden
- mit Warmhaltung max. 10 Sekunden

Warmgehaltene Leitungen in Einfamilienhäusern meist überflüssig

Mit einer geschickten Anordnung der Räume braucht es im Einfamilienhaus nur gerade 7 bis 12 Meter Rohrlänge, um vom Speicher zu allen Entnahmestellen zu gelangen. Eine gute Planung macht warmgehaltene Wasserleitungen in der Regel überflüssig.

Mehrfamilienhäuser: lange Leitungen brauchen eine Warmhaltung

Bei Mehrfamilienhäusern sind die Leitungen von der obersten Wohnung in den Keller oft lang. Ab einer Rohrlänge von über 12 Metern kann eine Ausstosszeit von unter 15 Sekunden ohne Warmhaltung nicht garantiert werden. Warmgehaltene Leitungen verbessern daher den Komfort und beugen einem unnötigen Wasserverbrauch vor. Aber sie verursachen einen zusätzlichen Energieverbrauch.

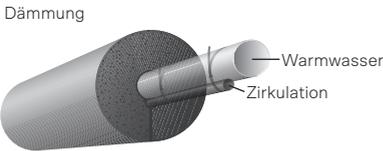
Gut zu wissen

In gut konzipierten Wohngebäuden liegen Badezimmer und Küchen nahe beieinander. Und sie befinden sich unweit des Heizungsraums.

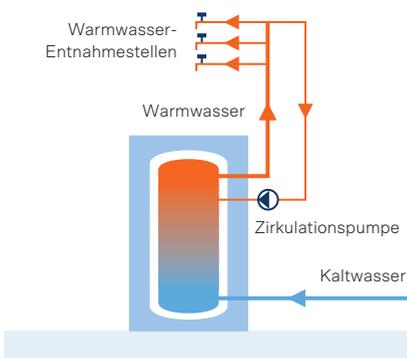
* Gemäss SIA-Norm 385/1 ist die Ausstosszeit die Dauer, bis nach dem vollständigen Öffnen der Armatur 40 °C warmes Wasser ausfliesst. Die Wassertemperatur im Speicher und in den warmgehaltenen Leitungen muss dabei 55 °C betragen.

Zirkulationssysteme

Es gibt zwei unterschiedliche Bauarten von Zirkulationssystemen. Beim «Rohr-an-Rohr-System» werden beide Leitungen (hin und zurück) in einer gemeinsamen Dämmung geführt (siehe Bild unten). Bei der klassischen Rohr-zirkulation werden die beiden Leitungen getrennt geführt.



Bei beiden Systemen wird das Warmwasser von der Wohneinheit, die am weitesten vom Wassererwärmer entfernt ist, über ein zweites Rohr wieder zum Wassererwärmer zurückgeführt. Eine Zirkulationspumpe sorgt dafür, dass das Wasser stetig zirkuliert. So bleibt das Warmwassernetz warm.



Betriebsweise der Zirkulationspumpe

Auch Systeme, bei denen die Leitungen vorschriftsgemäss lückenlos gedämmt sind, kühlen langsam ab. Aus diesem Grund wird das Abschalten der Zirkulationspumpe nicht empfohlen. So können auch Komforteinbussen verhindert werden.

Effiziente Zirkulationspumpe

Wichtig ist, dass eine energieeffiziente Pumpe gewählt wird. Bei Mehrfamilienhäusern mit bis zu zehn Wohneinheiten reicht in der Regel eine Pumpe mit einer Leistung von 3 bis 5 Watt.

Gut zu wissen

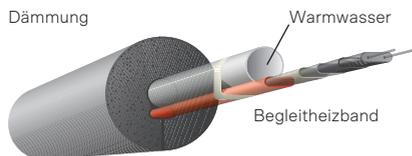
Zirkulationssysteme erhöhen die Wärmeverluste und den Energieverbrauch für das Warmwasser, auch wenn die Leitungen gut gedämmt sind. So kann der Energiebedarf für das Warmwasser um 50% und mehr steigen. Wenn das Warmwasser mit einer Wärmepumpe erzeugt wird, ist dieser «Mehrverbrauch» bei der Planung zu beachten (ausreichende Dimensionierung).



Elektrische Heizbänder

Ein elektrisches Heizband (auch Begleitheizung genannt) hält die Warmwasserleitungen warm. Das Heizband wird mit Kabelbindern oder einem Gewebeband an der Unterseite der Warmwasserleitung angebracht.

Die Warmwasserleitung und das Heizband werden zusammen durchgehend gedämmt. Das Heizband darf an keiner Stelle frei liegen. Es sollte aber auch jederzeit ohne grosse Eingriffe ersetzt werden können (nicht einbetonieren).



Keine Durchmischung des Speichers

Der grosse Vorteil des Heizbandes gegenüber der Zirkulation ist, dass die empfindliche Temperaturschichtung im Warmwasserspeicher nicht beeinflusst wird. Denn eine saubere Schichtung im Speicher ist entscheidend für die Effizienz des Systems. Dies gilt insbesondere wenn das Warmwasser mit einer Wärmepumpe oder mit Sonnenkollektoren erzeugt wird.

Heizbänder mit Heizbandregler wählen

Moderne Heizbänder verfügen über einen Heizbandregler. Dieser misst im Speicher die Warmwassertemperatur und stellt im Heizband die richtige Temperatur ein. Damit weisen die warmgehaltenen Leitungen die gleiche (oder eine minim tiefere) Temperatur auf wie der Speicher.

Tipp

Erfassen Sie den Stromverbrauch des elektrischen Heizbandes mit einem Stromzähler (Kostenpunkt ca. 100 Franken) und beobachten Sie den Verbrauch. Falls er unerwartet ansteigt, müssen Sie das System überprüfen.

Warmwasser und Hygiene

In allen Warmwassersystemen müssen Wassertemperaturen zwischen 25 und 50 °C vermieden werden. Denn in diesem Temperaturbereich vermehren sich Legionellen (siehe Kasten) so stark, dass sie ein Gesundheitsrisiko darstellen können.

Um eine starke Vermehrung der Legionellen zu vermeiden, sind unter anderem folgende Punkte zu beachten:

- Systeme ohne warmgehaltene Leitungen: Die Wassertemperatur beim Speicheraustritt muss mindestens 55 °C betragen.
- Systeme mit warmgehaltenen Leitungen: Die Wassertemperatur in der Leitung muss mindestens 55 °C betragen.
- An den Entnahmestellen ist eine Warmwassertemperatur von 50 °C gefordert.
- Der Inhalt des Wassererwärmers muss mindestens einmal pro Tag erneuert werden.

Legionellenschaltung

Die Wirksamkeit des wöchentlichen Erhitzens des Speicherinhaltes auf 60 °C ist umstritten. Eine sogenannte Legionellenschaltung wird daher nicht mehr empfohlen (siehe auch SIA-Norm 385/1).

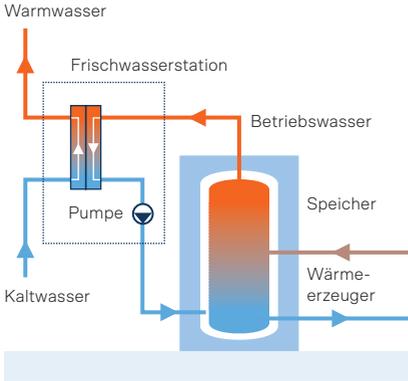
Leitungen nach Abwesenheit spülen

Steht die Wohnung oder das Ferienhaus länger als eine Woche leer, hat sich das Warmwasser in den Leitungen abgekühlt. In diesem Fall empfiehlt sich aus hygienischer Sicht, zuerst alle Leitungen (Dusche, Waschtisch, Spültisch) zu spülen. Öffnen Sie die Armatur, bis Wasser mit konstanter Temperatur aus der Leitung kommt. Das gilt für warmes und kaltes Wasser.

Legionellen

Legionellen sind Umweltbakterien, die beim Einatmen eine Lungenentzündung (Legionärskrankheit) auslösen können. Die Bakterien siedeln sich in nicht fachgerecht ausgelegten und betriebenen Wassersystemen an. Bilden sich feine Tröpfchen in der Luft (z. B. beim Duschen oder im Whirlpool), können die Legionellen damit eingeatmet werden. Im Gegensatz zum Einatmen ist das Trinken von legionellenhaltigem Wasser unbedenklich.

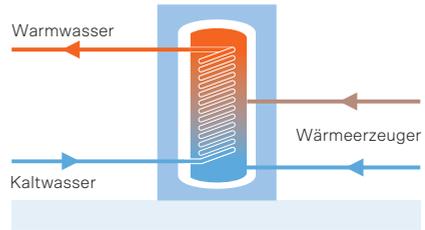
Frischwasserstation (FWS) verhindert stagnierendes Warmwasser



Bei Frischwasserstationen (FWS) befindet sich im Speicher kein warmes Trinkwasser, sondern Betriebswasser. Das eigentliche Trinkwasser wird erst dann erwärmt, wenn es gebraucht wird – im Prinzip so wie bei einem Durchlauferhitzer. Kern einer FWS ist ein sehr leistungsfähiger Wärmeübertrager. Ohne warmgehaltene Leitungen muss dabei die Temperatur des Wassers nach dem Wärmeübertrager mehr als 52 °C betragen.

Eine FWS ist mit allen Wärmeerzeugern kombinierbar, erfordert aber eine sorgfältige Planung. Zudem sind die Investitionen vergleichsweise hoch.

Durchlaufwassererwärmer



Beim Durchlaufwassererwärmer wird das Trinkwarmwasser durch einen Wärmetauscher geführt, der sich in einem mit Betriebswasser gefüllten Speicher befindet. Dieses System ist kostengünstiger als eine FWS, aber weniger energieeffizient. Es eignet sich besonders für Einfamilienhäuser. Die Temperatur am Speicheraustritt stellt sich aufgrund der inneren Temperaturverhältnisse ein und kann – anders als bei der FWS – nicht genau geregelt werden. Der Durchlaufwassererwärmer ist in Bezug auf die Hygiene deutlich besser als die herkömmlichen Speicher mit Trinkwarmwasser.

Warmwasser in Ferienhaus und Zweitwohnung

Die meisten Ferienhäuser und Ferienwohnungen werden nur wenige Wochen im Jahr genutzt. Entsprechend gering ist der Warmwasserbedarf über das Jahr gesehen. Damit stellt sich die Frage, wie die Warmwasserversorgung in dieser kurzen Zeit effizient sichergestellt werden kann.

Ferienhäuser

In Ferienhäusern eignen sich die gleichen Warmwassersysteme wie bei dauerhaft bewohnten Wohngebäuden. Wichtig ist, dass eine Steuerung gewählt wird, mit der die Warmwassererzeugung aus der Ferne ein- und ausgeschaltet werden kann (siehe Seite 29).

Will man das Warmwasser mit einer Kompakt-Warmwasser-Wärmepumpe erzeugen, muss geklärt werden, ob auch bei einem reduzierten Heizbetrieb genügend Wärme im Keller vorhanden ist. Dies gilt auch für Wärmepumpen in hoch gelegenen, schneereichen Regionen, die mit Aussenluft arbeiten.

Allenfalls bietet sich in sonnenreichen Gegenden eine thermische Solaranlage als gute Lösung für das Warmwasser an.

Bei abgelegenen oder einfachen Ferienhäusern (zum Beispiel einem Maiensäss oder Rustico) sind die Komfortbedürfnisse oft weniger hoch als im Alltag. Allenfalls braucht es kein fixes Warmwassersystem.

Wasser kann zum Beispiel in einem Topf auf dem Holzherd erwärmt werden.

Etwas mehr Komfort bieten Holz-Heizungs-herde mit integriertem Warmwasserspeicher oder ein Holz-Speicherofen mit einem Wassermodul.

Ferienwohnungen

Ferienwohnungen in Mehrfamilienhäusern – die klassischen Zweitwohnungen – werden in der Regel von einem zentralen Warmwassersystem versorgt. Je mehr Wohnungen sich im Haus befinden, desto häufiger wird Warmwasser übers Jahr verlangt. Dies erschwert das Ausschalten der zentralen Wassererwärmung.

Warmwasser bequem von zuhause aus ein- und ausschalten

Wenn die Zweitwohnung nicht genutzt wird, muss das Warmwasser nicht warmgehalten werden. Denn trotz einer guten Dämmung des Speichers und der Leitungen verliert das System kontinuierlich Wärme, und der Warmwasserspeicher muss ständig nacherwärmt werden.



Mit einer geeigneten Steuerung kann die Wärmeerzeugung für das Warmwasser bequem von zuhause aus ein- und ausgeschaltet werden. Benötigt wird im Ferienhaus eine Internetverbindung oder ein Empfangsgerät mit einer SIM-Karte für das Mobilnetz.

Elektro-Wassererwärmer

Elektro-Wassererwärmer (Elektroboiler) in neuen Ferienhäusern und -wohnungen sind in den meisten Kantonen verboten.

Ist nachweislich keine andere Versorgungsart wirtschaftlich und verhältnismässig, kann die Bewilligungsbehörde im Ausnahmefall eine elektrische Wassererwärmung zulassen.

Weitere Informationen
bietet die Kampagne
MakeHeatSimple.





Sparsame Geräte und Wasserarmaturen

Warmwasser, das nicht gebraucht wird, muss nicht erwärmt werden. Ein tiefer Warmwasser- und Energieverbrauch hängt bei den meisten Anwendungen von der Nutzungsdauer und der Wassermenge ab.

Also zum Beispiel davon, wie lange Sie unter der Dusche stehen und wie viele Liter pro Minute durch die Duschbrause fließen.

Badewanne

In der Schweiz wird immer weniger zuhause gebadet. Trotzdem gehören Badewannen zum Standard im Badezimmer neuer Wohngebäude. Aus Sicht der Energie spielt die Grösse der Wanne eine wichtige Rolle. Bequeme und wassersparende Badewannen haben einen Nutzinhalt von 150 bis 160 Litern. Daneben gibt es Wannen, die bis zu 360 Liter und mehr fassen. Sie sind entsprechend energie- und wasserintensiv.

Armatur am Waschtisch in Bad und WC

Eco-Armaturen reduzieren den Warmwasserverbrauch am Waschtisch um bis zu 30%. Die Eco-Armaturen erkennt man an der Energieetikette (Klasse A).

Es gibt drei wassersparende Funktionen, die bei den Eco-Armaturen einzeln oder in Kombination vorkommen:



1 Kaltwasser in der Mitte

Steht der Hebel in der Mitte, liefert die Armatur kaltes und nicht lauwarmes Wasser.

2 Heisswasserbremse

Ein Widerstand bei der Drehung nach links signalisiert den Beginn des Heisswasserbereichs.

3 Mengenbremse

Ein Druckpunkt beim Anheben signalisiert das Ende des Sparbereichs.

Weitere Informationen
in der Broschüre
«Wasserspass:
Energiesparen ohne
Komfortverlust.»



Armatur in der Küche

Wählen Sie für die Küche eine Armatur mit einer Mengenbremse. Eine fixe Mengenbegrenzung mit einem Durchflussbegrenzer ist in der Küche nicht empfohlen. Es gibt oft Situationen, in denen Sie schnell viel Wasser benötigen.

Dusche, Duschbrause

Gute, sparsame Duschbrausen liefern zwischen 5 und 8 Liter Wasser pro Minute. Dies entspricht den Effizienzklassen A und B auf der Energieetikette.

Waschmaschine

Wählen Sie eine effiziente Waschmaschine der Klasse A. Diverse Modelle können mit einem Warmwasseranschluss bestellt werden. Das ist sinnvoll, wenn das Warmwasser zu 100% mit erneuerbaren Energien erzeugt wird.

Geschirrpüler

Wählen Sie ein effizientes Gerät der Klasse A. Der Geschirrpüler wird in der Regel ans Kaltwassernetz angeschlossen. Ein Anschluss ans Warmwasser macht nur dann Sinn, wenn es zu 100% mit erneuerbaren Energien erwärmt wird. Es gibt auch Geschirrpüler mit eingebauter Wärmepumpe. Diese sind energieeffizient, benötigen aber etwas mehr Platz und sind teurer bei der Anschaffung.

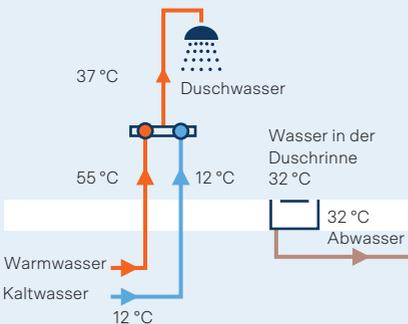
i Gut zu wissen

Aus hygienischer Sicht braucht es in normalen Wohnbauten am Waschtisch im WC kein Warmwasser. Es genügt, die Hände gründlich mit Seife und kaltem Wasser zu reinigen.

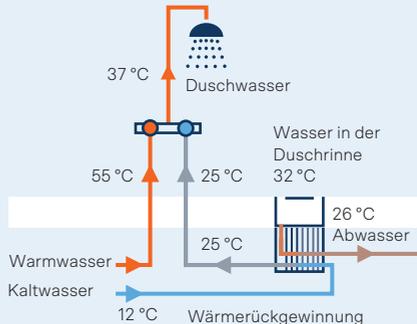
Wärmerückgewinnung aus dem lauwarmen Abwasser der Dusche

Anstatt das wertvolle warme Duschwasser über den Abfluss zu entsorgen, kann die Wärme über einen Wärmetauscher nochmals genutzt werden. Der in der Duschrinne eingelassene Wärmetauscher wärmt das frische Kaltwasser mit dem benutzten Warmwasser vor. Insgesamt sinkt der Warmwasserbedarf fürs Duschen.

Herkömmliche Dusche: Hier wird 32 °C warmes Wasser entsorgt.



Dusche mit einer Wärmerückgewinnung: Hier wird ein Teil der im Abwasser enthaltenen Wärme wieder genutzt.



Eine gute Dämmung ist wichtig

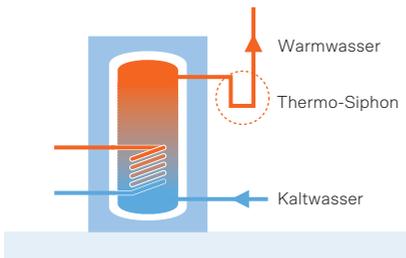
Für einen hohen Komfort, geringe Energieverluste und aus hygienischen Gründen ist eine starke durchgängige Dämmung des Warmwassersystems ein Muss.

Die kantonalen Energievorschriften regeln die minimalen Dämmstärken der Warmwasserleitungen und die entsprechenden Anforderungen an den Speicher. Diese Vorgaben sind Minimalanforderungen, die erfüllt werden müssen. Gerade bei Neubauten ist es eine Überlegung wert, mehr zu tun und besser zu dämmen.

Der Warmwasseranschluss am Speicher benötigt unbedingt einen Thermo-Siphon (siehe Bild). Ein solcher Siphon verhindert die Zirkulation in der Warmwasserleitung und vermeidet so unnötige Wärmeverluste. Bei warmgehaltenen Leitungen (siehe Seite 22) braucht es einen solchen Thermo-Siphon auch vor der Ausstossleitung.

Gut zu wissen

Kaltwasser soll kalt sein. Darum müssen auch die Kaltwasserleitungen unter Umständen gedämmt werden (Vermeidung von Kondensat und aus hygienetechnischen Gründen).



Kosten

Die Kosten fürs Warmwasser setzen sich aus den anfänglichen Investitionskosten und den jährlichen Betriebskosten zusammen.



Vergleichsrechnungen über den gesamten Lebenszyklus zeigen, dass die Kosten der verschiedenen Warmwassersysteme mit erneuerbaren Energien nur 100 bis 200 Franken pro Jahr auseinanderliegen.

Grosse Unterschiede bei den Kosten lassen sich auf das individuelle Verhalten der Benutzerinnen und Benutzer zurückführen.

Als Richtgrössen für ein Einfamilienhaus kann man sich an folgenden Investitionskosten (inkl. Installation) orientieren:

Kompakt-Warmwasser-Wärmepumpe:
5500 bis 6500 Franken.

Wärmepumpen verursachen in der Regel geringe Unterhaltskosten.

Thermische Solaranlage:

12'000 bis 15'000 Franken.

Bei den thermischen Solaranlagen sind die jährlichen Energiekosten vernachlässigbar und die Unterhaltskosten in der Regel überschaubar. Solche Anlagen sind daher – trotz höherer Investitionen – finanziell ebenfalls interessant.

Sieben Merkpunkte

- 1 Stellen Sie bei der Planung Ihres Hauses sicher, dass Badezimmer und Küchen nahe beieinander und weit des Heizungsraums liegen. Dies ermöglicht kurze Warmwasserleitungen.
 - Im EFH müssen die Warmwasserleitungen nicht warmgehalten werden.
 - Eine kompakte Bauweise führt beim MFH zu tieferen Investitionskosten.
- 2 Eine Kombination der Warmwassererzeugung mit der Heizung ist meistens sinnvoll. Wichtig ist, dass bei der Wahl des Systems nicht die Heizung im Vordergrund steht, sondern die Warmwasserversorgung. Sie ist technisch anspruchsvoller und verursacht die höheren Energiekosten.
 - Nutzen Sie einen Fernwärmeanschluss immer für Heizung und Warmwasser.
 - Klären Sie bei einer Holzheizung, wie Sie im Sommer das Warmwasser erzeugen (thermische Solaranlage, Warmwasser-Wärmepumpe).
 - Stellen Sie bei einer Heizung mit einer Wärmepumpe sicher, dass im Auslegungspunkt (z. B. bei $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$) noch $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ warmes Wasser erzeugt werden kann.
- 3 Prüfen Sie eine Kombination der PV-Anlage auf Ihrem Dach mit einer Wärmepumpe und führen Sie eine Eigenverbrauchsoptimierung durch.
 - Eine Wärmepumpe (für Heizung und/oder Warmwasser) kann den Eigenverbrauch des PV-Stroms spürbar erhöhen und so die Wirtschaftlichkeit verbessern.
- 4 Klären Sie mit dem Architekten die Platzverhältnisse. Ist ein Holzlager möglich? Welche Flächen eignen sich für eine Solaranlage? Gibt es einen geeigneten Standort für die Innen- und Aussengeräte der Wärmepumpe?
- 5 Sparen Sie nicht bei der Dämmung der Leitungen. Es zahlt sich aus, wenn Sie über das gesetzliche Minimum hinaus dämmen. Die Mehrkosten sind beim Neubau vernachlässigbar.
- 6 Wählen Sie sparsame Wasserverbraucher (Badewanne, Duschbrausen, Waschtischarmaturen, Küchenarmaturen, Waschmaschine). Die Kosten sind am Anfang zwar höher. Doch dies wird über die Jahre mehr als ausgeglichen durch die tieferen Energie- und Wasserkosten.
- 7 Rüsten Sie das System für die Warmwasserversorgung im Ferienhaus oder in der Ferienwohnung immer mit einer Fernsteuerung für bequemes Ein- und Ausschalten aus.

Bildnachweis:

123rf: Foto Seite 16, 21, 29, 34

Jonas Kampli: Foto Seite 9, 24

iStock: Foto Seite 1, 30

Shutterstock: Foto Seite 2

Illustrationen: zweiweg/

Bundesamt für Energie

Grafiken (Seite 23, 25): MAWY

Visuelle Gestaltung,

Martina Wyss, Basel

EnergieSchweiz

Bundesamt für Energie BFE

Pulverstrasse 13

CH-3063 Ittigen

Postadresse: CH-3003 Bern

Infoline 0848 444 444

infoline.energieschweiz.ch

energieschweiz.ch

energieschweiz@bfe.admin.ch

twitter.com/energieschweiz

Vertrieb:

bundespublikationen.admin.ch

Artikelnummer 805.115.D