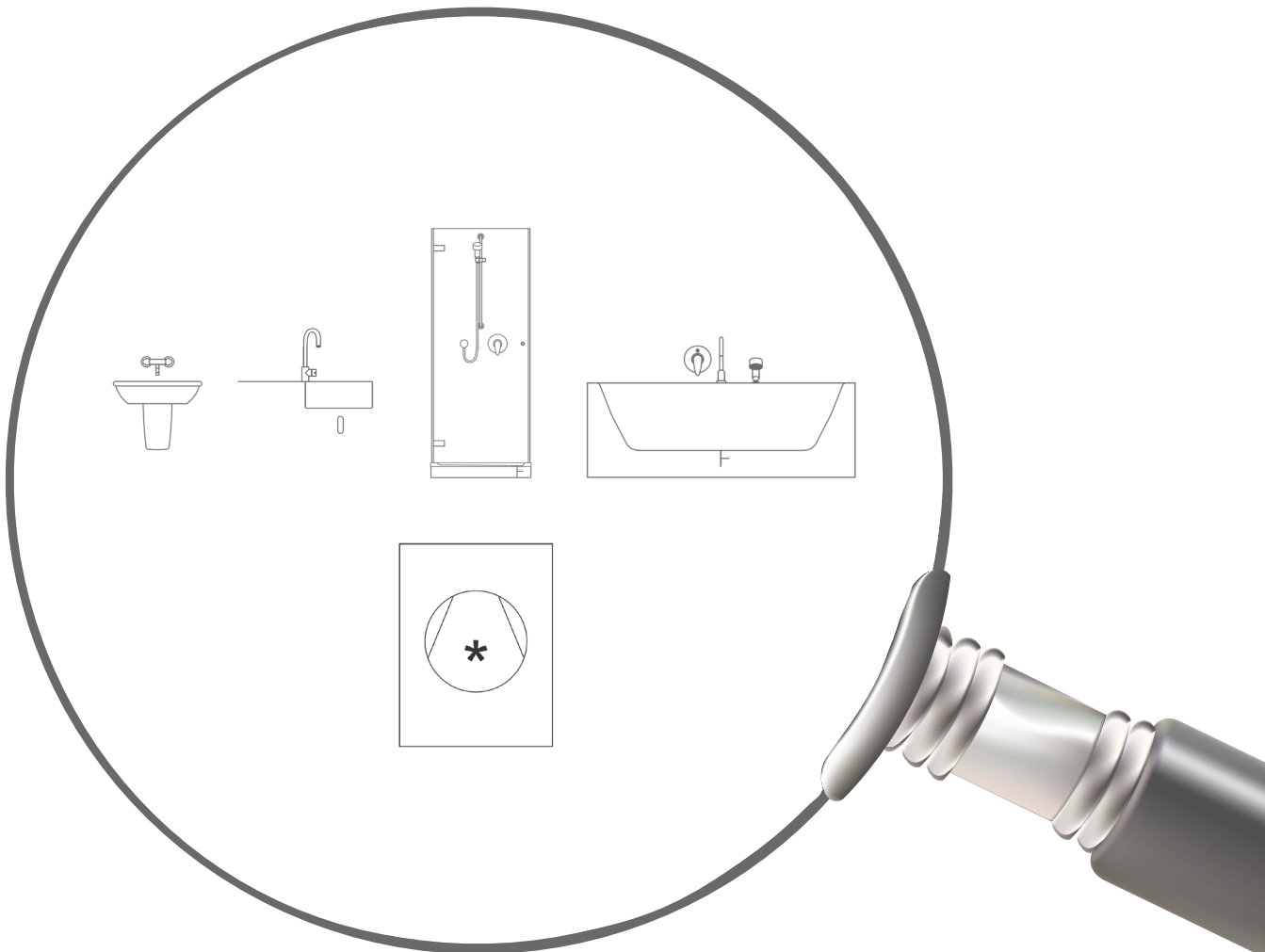
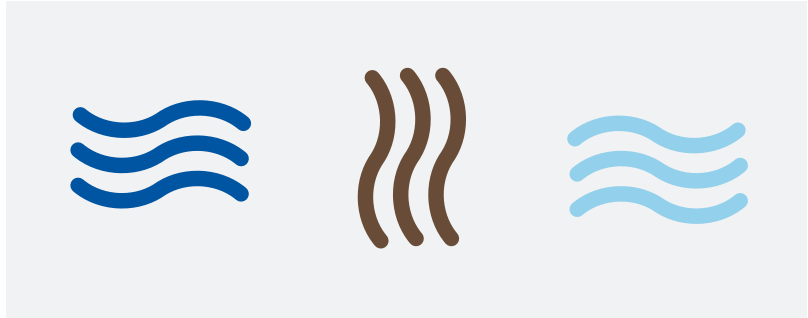


Leitfaden Trinkwassererwärmung



Bundesverband Wärmepumpe (BWP) e. V.

Der Bundesverband Wärmepumpe (BWP) e. V. ist ein Branchenverband mit Sitz in Berlin, der die gesamte Wertschöpfungskette umfasst: Im BWP sind rund 500 Handwerker, Planer und Architekten sowie Bohrfirmen, Heizungsindustrie und Energieversorgungsunternehmen organisiert, die sich für den verstärkten Einsatz effizienter Wärmepumpen engagieren.

Unsere Mitglieder beschäftigen im Wärmepumpen-Bereich rund 5.000 Mitarbeiter und erzielen über 1,5 Mrd. Euro Umsatz. Zur Zeit gehen 95 Prozent des deutschen Absatzes an Wärmepumpen auf BWP-Hersteller zurück. Zudem sind auch rund 30 Energieversorgungsunternehmen sowie rund 350 Handwerksbetriebe und Planer Mitglied im Bundesverband Wärmepumpe (BWP) e. V.

Besten Dank für die Mitarbeit:



Buderus Deutschland
Sophienstraße 30-32
35576 Wetzlar



Stiebel Eltron GmbH & Co. KG
Dr.-Stiebel-Straße 33
37603 Holzminden



Glen Dimplex Deutschland GmbH
Am Goldenen Feld 18
95326 Kulmbach



Vaillant Deutschland GmbH & Co. KG
Berghauser Straße 40
42859 Remscheid



Nibe Systemtechnik GmbH
Am Reiherpfahl 3
29223 Celle



Viessmann Deutschland GmbH
Viessmannstraße 1
35108 Allendorf (Eder)



Rotex Heating Systems GmbH
Langwiesenstraße 10
74363 Güglingen

Die Inhalte dieses Grundsatzpapiers wurden sorgfältig erarbeitet. Dabei wurde Wert darauf gelegt, zutreffende und aktuelle Information zu Verfügung zu stellen. Dennoch ist jegliche Haftung für Aktualität, Richtigkeit und Vollständigkeit der Informationen ausgeschlossen.

Redaktion: BWP

Layout: Marit Roloff

Stand: Februar 2019

Liebe Leser,

warmes Wasser zählt heute zu den Selbstverständlichkeiten, die unser tägliches Leben erleichtern. Wir haben uns daran gewöhnt, dass warmes Trinkwasser in ausreichender Menge stets zur Verfügung steht. Um die Anforderung nach „jeder gewünschten Menge“ erfüllen zu können, ist allerdings eine sorgfältige Bedarfsanalyse für die Größenbestimmung des Trinkwarmwasserspeichers durchzuführen.



Der vorliegende Leitfaden dient allen Personen, die in Planung, Ausführung und Betreiben von Wärmepumpenanlagen tätig sind, als Nachschlagewerk zum Thema Trinkwassererwärmung mit Wärmepumpen. Diese Broschüre beinhaltet in kurzer und verständlicher Form alle relevanten Themen und Aspekte, die zu beachten sind. Sie dient als Informationsquelle sowie Nachschlagewerk und soll Sie bei Ihrer Arbeit unterstützen.

Um die vielfältigen Möglichkeiten der Anlagengestaltung Heizung plus Trinkwassererwärmung oder ausschließlich zur Trinkwassererwärmung kennen zu lernen und die Tauglichkeit im Einzelfall bewerten zu können, ist hier unter verschiedenen Gesichtspunkten eine Übersicht der am Markt gebräuchlichsten Systeme erstellt worden. Zur Umsetzung des Effizienz- und Komfortgedankens, müssen die Anlagen zur Trinkwassererwärmung folgenden Grundanforderungen nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik genügen:

- optimale Dimensionierung des Trinkwarmwasserspeichers
- Planung und Erstellung der Anlage nach den gültigen Bauanforderungen
- Planung, Erstellung und regelungstechnische Einstellung gemäß den geltenden Betriebsanforderungen.

Der Leitfaden kann jedoch, nicht zuletzt wegen seines beschränkten Umfangs, keine fachlich qualifizierte Planung ersetzen. Er soll eine Hilfestellung sein, um die wichtigsten Grundlagen zu erläutern und erhebt daher keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Besonders anzumerken ist an dieser Stelle, dass die Inhalte dieser Broschüre in keinem Fall von der Beachtung der Herstellervorgaben zu dem jeweilig verwendeten Produkt entbinden oder als Ersatz zu verstehen sind. Der Markt der Anbieter von Heizungswärmepumpen und Warmwasserspeichern ist weitläufig und die Gerätevielfalt groß, sodass die Beachtung der Vorgaben des Herstellers die Grundvoraussetzung für eine ordnungsgemäße Installation und Funktion ist. Darüber hinaus sind zum Zeitpunkt der Anlagenerstellung die gültigen Normen und Gesetze zu berücksichtigen.

Ihr Martin Sabel

I. Basisinformation Trinkwassererwärmung mit Wärmepumpen

Wasser ist unser wertvollstes Lebensmittel. Es ist der Ursprung allen Lebens. Es ist ein schützenswertes Gut, und zahlreiche Normen, Vorschriften und Richtlinien sollen helfen, diesen Schutz zu bewahren. Der Verbrauch von Wasser ist mit einem hohen Verbrauch an Energie verbunden. Auf die Erwärmung von Trinkwasser in privaten Haushalten entfallen vier Prozent des deutschen Gesamtenergieverbrauchs. Ein verantwortungsbewusster Umgang mit beiden Ressourcen ist ebenso erforderlich wie deren effizienter Einsatz.

Da aufgrund steigender Energiepreise und knapper werdender Ressourcen ein möglichst effizienter Energieeinsatz erforderlich ist, wird die Auswahl des Heizsystems zu einer immer wichtigeren Entscheidung. Eine moderne Heizung muss nicht nur Räume und Trinkwasser erwärmen können, sondern dies mit einem möglichst geringen Aufwand erledigen. Als effiziente Lösung hat sich die Heizungswärmepumpe in den letzten Jahren am Markt durchgesetzt. Für die Kombination von Wärmepumpe und Trinkwassererwärmung gibt es eine große Zahl unterschiedlicher Anlagenkonfigurationen. Seit einiger Zeit gewinnt auch die „Warmwasser-Wärmepumpe“ als eigene Lösung für die Erwärmung von Trinkwasser stetig an Bedeutung.

Für die Gewährleistung der energieeffizienten und ökologisch vorteilhaften Nutzung von Wärmepumpen zur Trinkwassererwärmung müssen einige entscheidende Voraussetzungen beachtet werden. Bei der Kombination mit indirekt beheizten Trinkwarmwasserspeichern sollten spezielle Speichertypen eingesetzt werden, die für diese Anwendung ausgelegt sind. Da Wärmepumpen üblicherweise mit geringeren Vorlauftemperaturen und höheren Volumenströmen als Heizkessel arbeiten, müssen die Speicher mit optimierten Wärmeübertragern mit entsprechend großer Oberfläche

ausgestattet sein und Anschlüsse mit ausreichend dimensionierten Nennweiten besitzen.

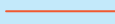

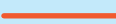









Für eine überschlägige Berechnung wird von einer benötigten Wärmeübertragungsfläche von 0,25 m² je kW Heizleistung der Wärmepumpe ausgegangen. In Mehrfamilienhäusern oder im gewerblichen Bereich stößt man mit dieser Anforderung konstruktiv und fertigungstechnisch an die Grenzen der Machbarkeit. Deshalb wird in den höheren Leistungsbereichen zwischen Wärmepumpe und Speicher meist ein entsprechend dimensioniertes Ladesystem geschaltet. In diesem Fall findet die Wärmeübertragung nicht innerhalb des Speichers sondern über einen externen Plattenwärmeübertrager statt. Da dessen Größe nicht durch das Speichervolumen begrenzt ist, können so deutlich größere Leistungen übertragen werden.

Neben den wärmepumpenspezifisch gestalteten indirekten Trinkwarmwasserspeichern, gibt es viele unterschiedliche Anlagenkombinationen, die spezielle Anforderungen wie Tagesverbrauch, Spitzenverbrauch, Verteilsystem oder Platzbedarf berücksichtigen. Alle von Wärmepumpenexperten entwickelten und angebotenen Lösungen für die Trinkwassererwärmung gewährleisten die besonderen Anforderungen zur sicheren und effizienten Betriebsweise der Gesamtanlage.

Viele Systeme lassen sich außerdem mit einem weiteren regenerativen Energieträger kombinieren. Im Falle der Solarthermie kann dies zum Beispiel durch einen Speicher mit integriertem zweitem Wärmeübertrager erfolgen. Der Leitfaden gibt im Folgenden einen Überblick über die am Markt verfügbaren und gebräuchlichen Systeme sowie deren Eignung für bestimmte Anlagen- oder Bedarfsgrößen.

II. Systeme zur Trinkwassererwärmung

Legende

	Trinkwarmwasser		Heizungsvorlauf		Vorlauf Solarthermie
	Zirkulation		Heizungsrücklauf		Rücklauf Solarthermie
	Trinkwasser		Abluft		Fortluft
	Strangausgang		Zuluft		
	Strangeingang				

1.1. Warmwasserwärmepumpe mit Umluft

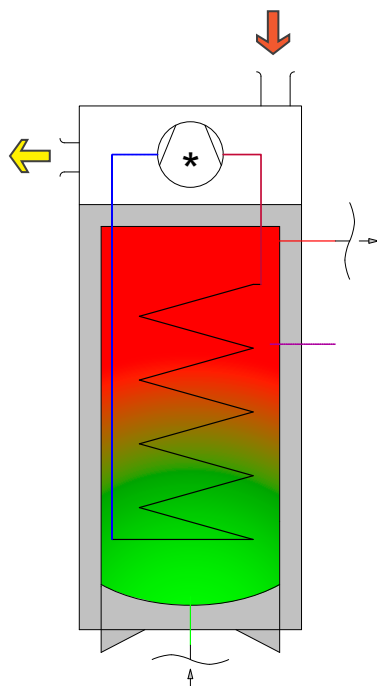


Abb. 1.1: Warmwasserwärmepumpe mit Umluft

Eine Warmwasserwärmepumpe im Umluftbetrieb nutzt die Wärmeenergie der Umgebungsluft, um das Trinkwasser zu erwärmen. Dabei wird die abgekühlte Luft wieder dem Raum zugeführt. Somit ist bei dieser Betriebsweise die Funktion und das freie Raumvolumen des Aufstellraums entscheidend. Empfohlen wird ein Raumvolumen von min. 15 m³/kW installierte Wärmepumpenleistung.

Für Trinkwassertemperaturen > 60 °C sind je nach Modell gegebenenfalls Zusatzheizer erforderlich.

- + einfache Installation
- + eigenständiges, vollwertiges System zur Trinkwassererwärmung
- + Kühlung von Vorrats- und Weinkellern
- + Feuchteabfuhr aus Räumen

1.2. Warmwasserwärmepumpe mit Abluft

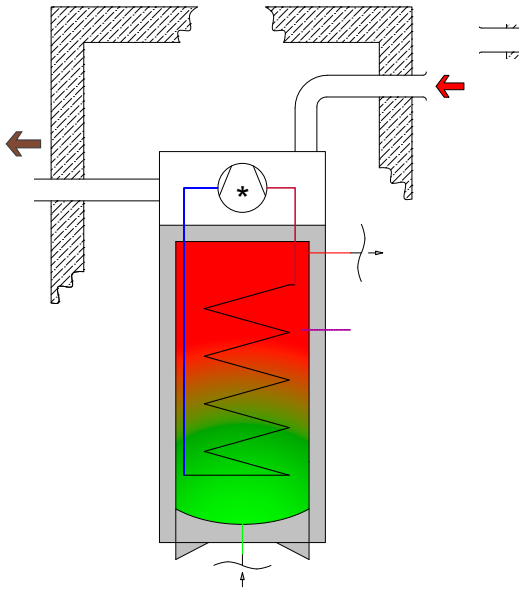


Abb. 1.2: Warmwasserwärmepumpe mit Abluft

Beim Betrieb einer Warmwasserwärmepumpe mit Abluft wird gezielt aus Bad, WC, Küche oder weiteren Räumen Luft abgesaugt und die enthaltene Wärmeenergie zur Trinkwassererwärmung genutzt. Die abgekühlte Abluft wird als Fortluft über ein einfaches Kanalsystem ins Freie abgeführt, die in den Räumen notwendige Zuluft über Außenluftöffnungen sichergestellt.

Für Trinkwassertemperaturen $> 60\text{ °C}$ sind je nach Modell gegebenenfalls Zusatzheizer erforderlich.

- + einfaches Lüftungssystem

1.3. Warmwasserwärmepumpe mit Photovoltaik-Eigenstromnutzung

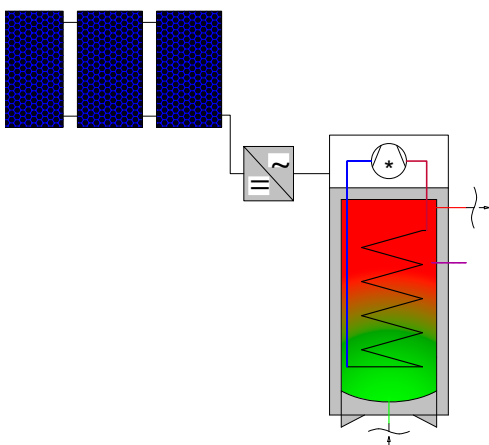


Abb. 1.3: Warmwasserwärmepumpe mit PV-Eigenstromnutzung

Durch die Einbindung einer Umluft- oder Abluft-Warmwasserwärmepumpe in ein Photovoltaiksystem (PV-System) lässt sich die Wirtschaftlichkeit einer Wärmepumpen-Anlage noch steigern. Da durch die PV-Anlage selbst produzierter Strom genutzt wird, können die Betriebskosten erheblich gesenkt werden.

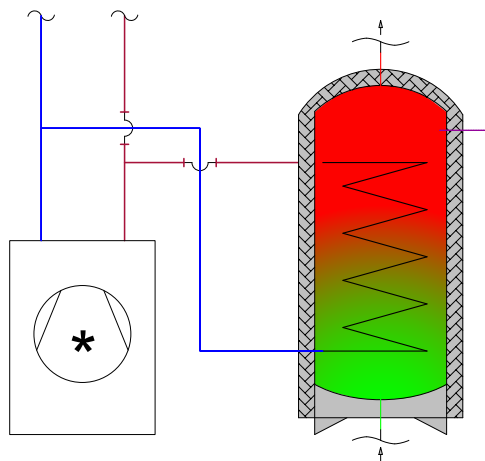
Für Trinkwassertemperaturen höher als 60 °C sind je nach Modell gegebenenfalls Zusatzheizer erforderlich.

- + geringe Betriebskosten durch Eigenstromnutzung

1.4. Trinkwarmwasserspeicher mit „Hochtemperatur“-Wärmepumpe

Die Wärmepumpe deckt als alleiniger Wärmeerzeuger den gesamten Trinkwarmwasserbedarf. Es muss eine ganzjährige Vorlauftemperatur von ca. 70 °C durch die Wärmepumpe erreicht werden können. Für diesen Einsatzfall eignet sich eine „Hochtemperatur“-Wärmepumpe.

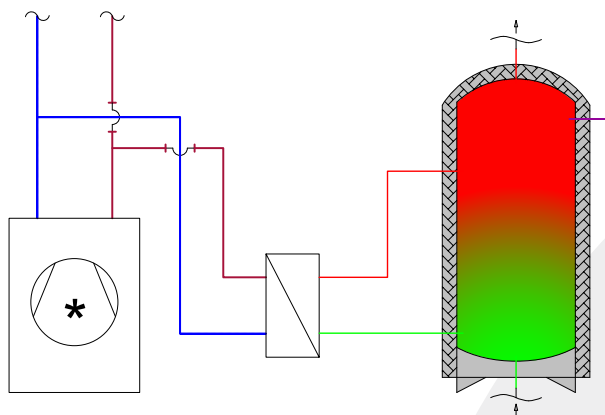
1.4.1. nebenstehender Trinkwarmwasserspeicher



- + hohe Vorlauftemperaturen
- + Lösung für Mehrfamilienhäuser und Sanierung
- + kein Zusatzheizer erforderlich

Abb.1.4.1: „Hochtemperatur“-Wärmepumpe mit nebenstehendem Trinkwarmwasserspeicher

1.4.2. Speicherladesystem



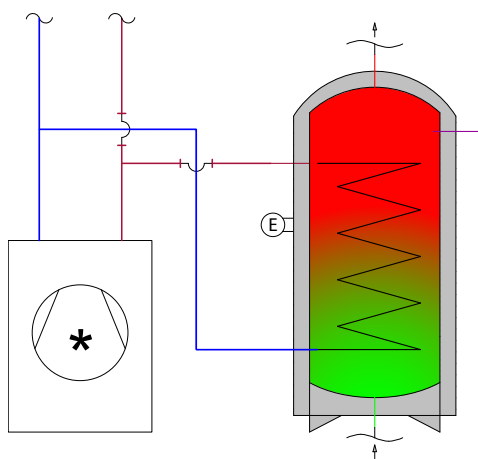
- + Wärmeübertrager wählbar unabhängig vom Speichervolumen
- + auch für große Wärmepumpen einsetzbar
- Höhere Wärmeübertragungsverluste

Abb.1.4.2: „Hochtemperatur“-Wärmepumpe mit Speicherladesystem

1.5. Trinkwarmwasserspeicher mit „Standard“-Wärmepumpe und Elektro-Heizstab

Die Wärmepumpe deckt den gesamten Warmwasserbedarf bis zum Erreichen einer maximalen Vorlauftemperatur. Der darüber hinausgehende Bedarf wird durch einen elektrischen Heizstab im Speicher oder direkt in der Wärmepumpe gedeckt. Diese kostengünstige Lösung kann eine ggf. notwendige oder gewünschte Warmwassertemperatur höher als 60 °C durch den Einsatz des zusätzlichen Elektro-Heizstabs erreichen.

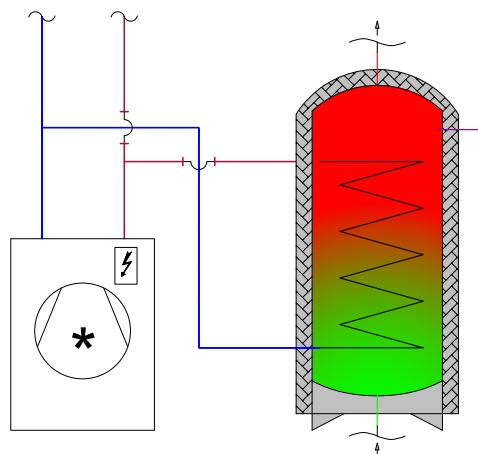
1.5.1. Elektro-Heizstab im Trinkwarmwasserspeicher integriert



- + höhere Trinkwarmwassertemperaturen
- höherer Energieverbrauch durch Elektro-Heizstab

Abb.1.5.1: „Standard“-Wärmepumpe und Trinkwarmwasserspeicher mit integriertem Elektro-Heizstab

1.5.2. Elektro-Heizstab in der Wärmepumpe integriert



- + Elektro-Heizstab auch für den Heizbetrieb nutzbar
- + kein direkter Kontakt mit dem Warmwasser, dadurch geringere Verkalkungsgefahr
- höherer Energieverbrauch durch Elektro-Heizstab

Abb.1.5.2: „Standard“-Wärmepumpe mit integriertem Elektro-Heizstab und Trinkwarmwasserspeicher

1.5.3. Kompaktwärmepumpe" mit integriertem Trinkwarmwasserspeicher

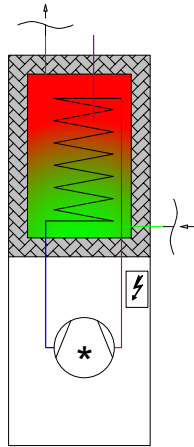


Abb.1.5.3: „Kompaktwärmepumpe“ mit integriertem Trinkwarmwasserspeicher

- + Elektro-Heizstab auch für den Heizbetrieb nutzbar
- + kein direkter Kontakt mit dem Warmwasser dadurch geringere Verkalkungsgefahr
- + geringer Platzbedarf, einfache Installation, keine zusätzlichen Komponenten notwendig
- + abgestimmtes System in kompakter Bauweise
- Höherer Energieverbrauch durch Elektro-Heizstab

1.6. Trinkwarmwasserspeicher mit zweitem Wärmeerzeuger und externem Wärmeübertrager

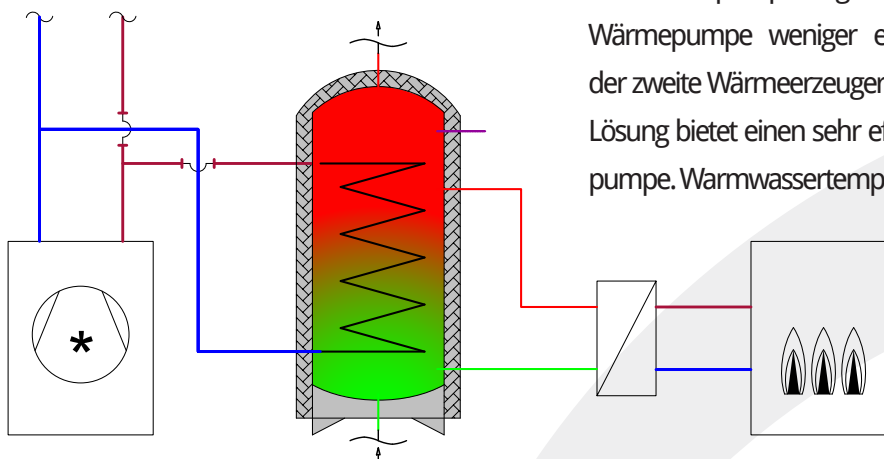


Abb.1.6: Trinkwarmwasserspeicher mit zweitem Wärmeerzeuger und externem Wärmeübertrager

Die Grundlast zur Trinkwassererwärmung wird über die Wärmepumpe abgedeckt. Im Bereich, in dem die Wärmepumpe weniger effizient arbeitet, übernimmt der zweite Wärmeerzeuger die Energieversorgung. Diese Lösung bietet einen sehr effizienten Betrieb der Wärmepumpe. Warmwassertemperaturen > 60 °C sind möglich.

- + Abdeckung erhöhter Warmwasserspitzen können durch den zweiten Wärmeerzeuger übernommen werden
- + der zweite Wärmeerzeuger kann das Heizsystem unterstützen (z.B. Hybrid-System)
- + je nach Energiepreis kann zwischen der Wärmepumpe und dem zweiten Wärmeerzeuger gewechselt werden
- höhere Investitionskosten, da zwei Wärmeerzeuger erforderlich sind

1.7. Trinkwarmwasserspeicher mit externem Heizgerät (Vorlauftemperaturanhebung)

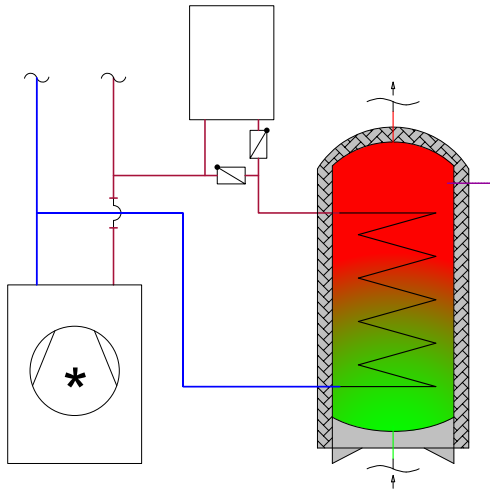


Abb.1.7: Trinkwarmwasserspeicher mit externem Heizgerät

Die Wärmepumpe übernimmt die Grundlast der Trinkwassererwärmung und kann im effizienten Bereich arbeiten. Für Warmwassertemperaturen von $> 60\text{ °C}$ ist eine Erhöhung der Vorlauftemperatur erforderlich. Hierzu wird von einem externen Wärmeerzeuger, der in Reihe mit der Wärmepumpe geschaltet wird, zusätzliche Wärmeenergie in das System gebracht.

- + Warmwasserspitzen werden durch den zweiten Wärmeerzeuger übernommen
- höhere Investitionskosten, da zweiter Wärmeerzeuger erforderlich

1.8. Bivalenter Speicher mit solarthermischer Anlage

Der Trinkwarmwasserspeicher wird zum einen über die Wärmepumpe beheizt (oberer Bereich), während über den Wärmeübertrager der Solaranlage im unteren Bereich der gesamte Speicher erwärmt werden kann. Der Speicher verfügt somit über zwei Wärmeübertrager. Hier ist darauf zu achten, dass im Rahmen des Legionellenschutzes der gesamte Speicherinhalt einmal pro Tag, gegebenenfalls durch einen Elektro-Heizstab, auf über 60 °C aufgeheizt werden kann. Hier ist eine Legionellenschutzschaltung notwendig.

1.8.1. Elektro-Zusatzheizung im Trinkwarmwasserspeicher integriert

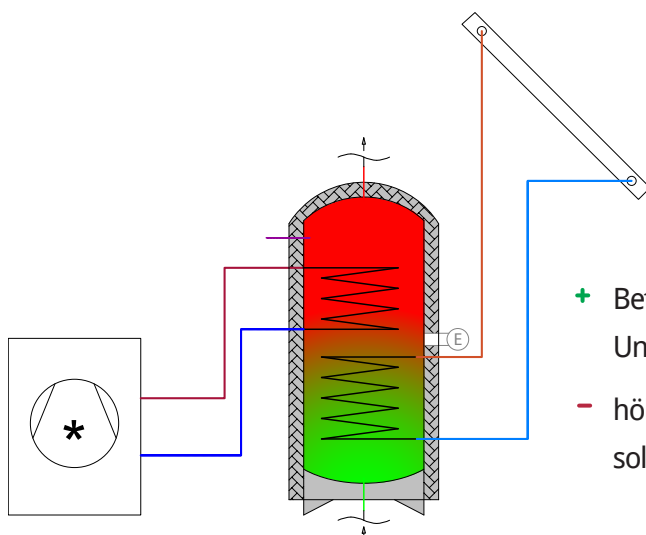


Abb.1.8.1: Bivalenter Trinkwarmwasserspeicher mit integriertem Elektro-Heizstab und solarthermischer Anlage

- + Betriebskosteneinsparung durch solare Unterstützung
- höhere Investitionskosten aufgrund zusätzlicher solarthermischer Anlage

1.8.2. Elektro-Heizstab in der Wärmepumpe integriert

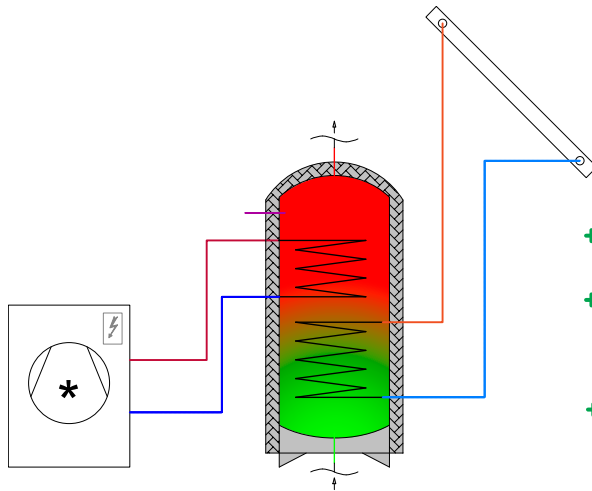


Abb.1.8.2: Bivalenter Trinkwarmwasserspeicher mit solarthermischer Anlage und Elektro-Heizstab in der Wärmepumpe

- + Elektro-Heizstab auch für den Heizbetrieb nutzbar
- + Kein direkter Kontakt mit dem Warmwasser, dadurch geringere Verkalkungsgefahr
- + Betriebskosteneinsparung durch solare Unterstützung der Trinkwassererwärmung
- höhere Investitionskosten aufgrund zusätzlicher solarthermischer Anlage

1.9. Bivalenter Trinkwarmwasserspeicher mit zweitem Wärmeerzeuger

Die Grundlast zur Warmwasserbereitung wird über die Wärmepumpe gedeckt. In den Bereichen, in denen die Wärmepumpe weniger effizient arbeitet, übernimmt der zweite Wärmeerzeuger die Energieversorgung. Diese Lösung bietet einen sehr effizienten Betrieb der Wärmepumpe. Warmwassertemperaturen von über 60 °C sind möglich. Trinkwasserseitig ist eine Legionellenschutzschaltung vorzusehen.

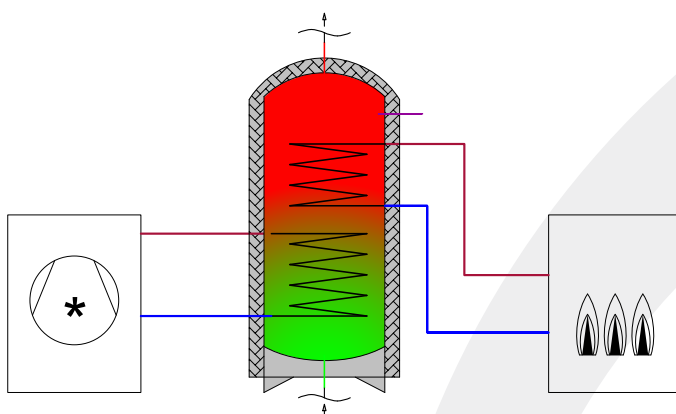


Abb.1.9.: Bivalenter Trinkwarmwasserspeicher mit zweitem Wärmeerzeuger

- + Abdeckung erhöhter Warmwasserspitzen können durch den zweiten Wärmeerzeuger übernommen werden
- + der zweite Wärmeerzeuger kann das Heizsystem unterstützen (z.B. Hybrid-System)
- + je nach Energiepreis kann zwischen der Wärmepumpe und dem zweiten Wärmeerzeuger gewechselt werden
- höhere Investitionskosten, da zweiter Wärmeerzeuger erforderlich

1.10. Speicherladesystem mit Wärmeübertrager und solarthermischer Anlage

Die Wärmepumpe deckt als alleiniger Wärmeerzeuger den gesamten Trinkwarmwasserbedarf. Um eine Auslauftemperatur von über 60 °C zu gewährleisten, muss eine ganzjährige Vorlauftemperatur von ca. 70 °C durch die Wärmepumpe erreicht werden können. Für diesen Einsatzfall eignet sich eine Hochtemperatur-Wärmepumpe. Die Wärmepumpe wird durch die solarthermische Anlage unterstützt. In Abhängigkeit von der Dimensionierung der Solaranlage kann diese im Sommer den Warmwasserbedarf ohne die Wärmepumpe decken.

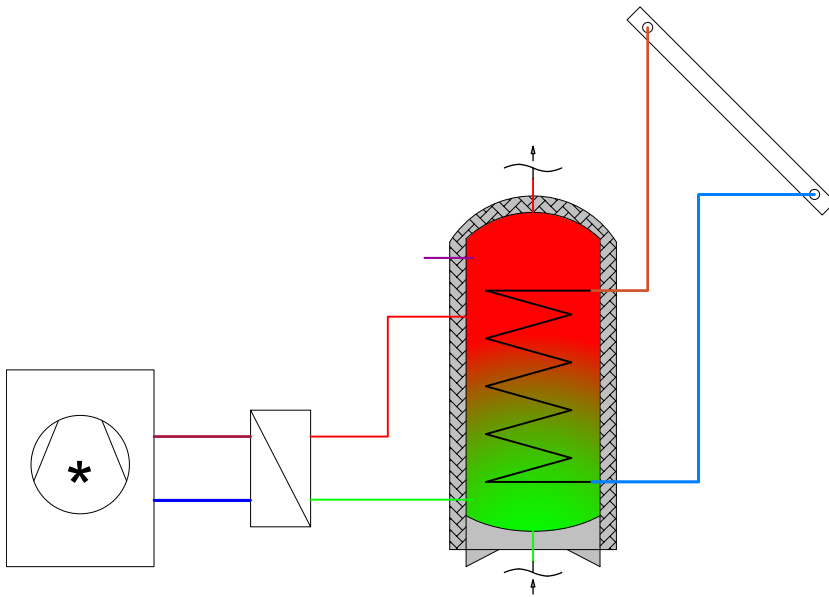


Abb.1.10: Speicherladesystem mit Wärmeübertrager und solarthermischer Anlage

- + Betriebskosteneinsparung durch solare Unterstützung der Trinkwassererwärmung
- + Solarspeicher sind einsetzbar
- + durch die Wahl des externen Wärmeübertragers ist eine größere Leistung übertragbar

1.11. Bivalentes System mit Vorwärmstufe

Die Wärmepumpe deckt als alleiniger Wärmeerzeuger den gesamten Trinkwarmwasserbedarf. Um eine Auslauftemperatur von über 60 °C zu gewährleisten, ist ein nachgeschalteter Wärmeerzeuger, der hohe Vorlauftemperaturen erreichen kann, notwendig. Hier ist darauf zu achten, dass im Rahmen des Legionellenschutzes der gesamte Speicherinhalt (auch Vorwärmstufe) einmal pro Tag auf über 60 °C aufgeheizt werden kann.

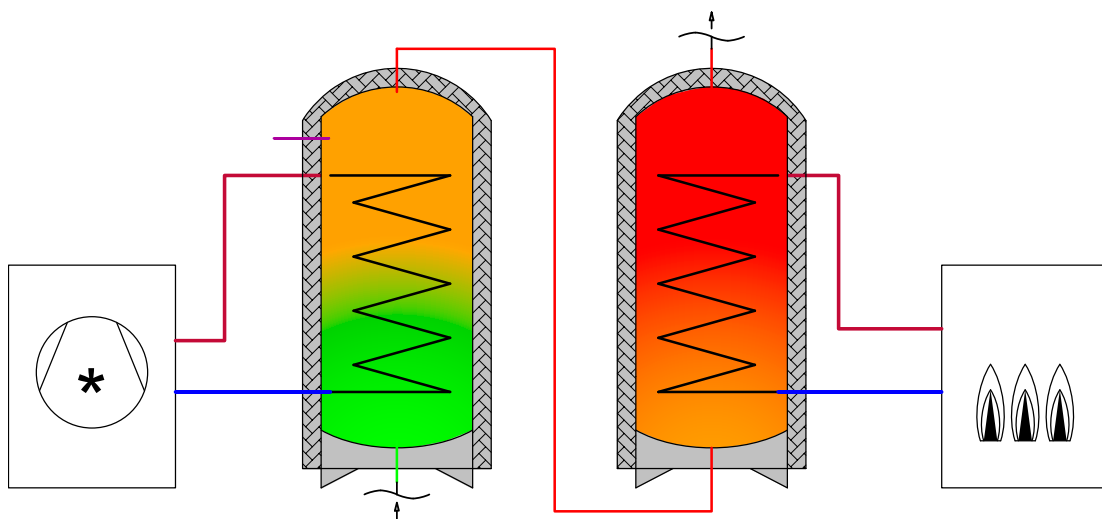


Abb.1.11: Bivalentes System mit Vorwärmstufe

- + System für Mehrfamilienhäuser und Sanierung
- + Wärmepumpe „arbeitet“ im optimalen Temperaturbereich
- gegebenenfalls höhere Investitionskosten

1.12. Frischwasserstation

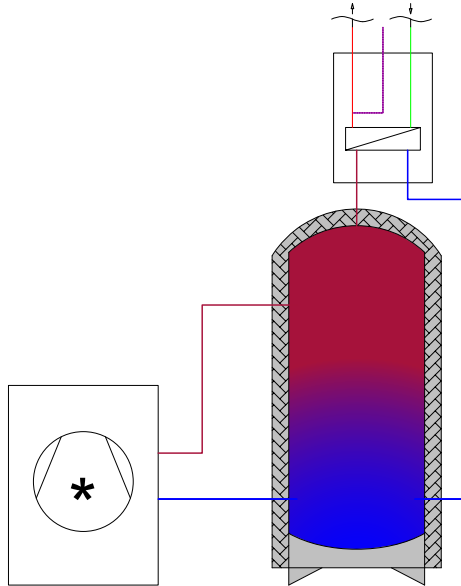


Abb. 1.12: Frischwasserstation

Die Wärmepumpe versorgt einen Pufferspeicher mit Wärmeenergie. Aus dem Pufferspeicher wird das Heizungswasser in eine Frischwasserstation gebracht, wo im Durchlaufprinzip Trinkwasser erwärmt wird.

- + hygienische Trinkwassererwärmung, da kein Trinkwasser gespeichert wird
- gegebenenfalls müssen zum Einhalten der allgemein anerkannten Regeln der Technik höhere Speichertemperaturen vorgehalten werden.

1.13. Wohnungsstationen (optional zusätzlicher Durchlauferhitzer)

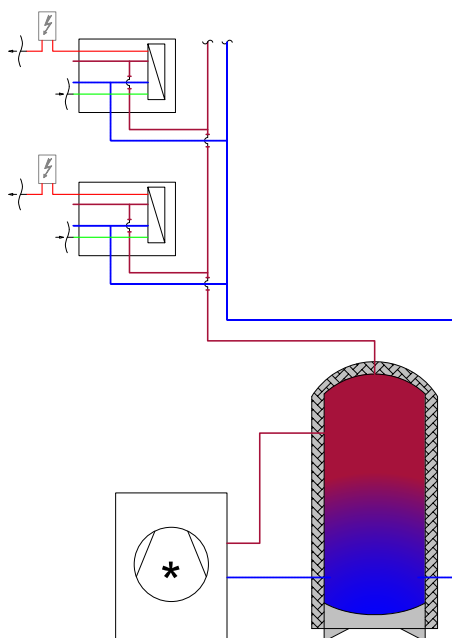


Abb. 1.13: Wohnungsstationen

Die Wärmepumpe versorgt einen Pufferspeicher mit Wärmeenergie. Aus dem Pufferspeicher wird das Heizungswasser über Verteilungen in eine Wohnungsstation gebracht, wo im Durchlaufprinzip Trinkwasser erwärmt wird. Weiterhin wird über die Wohnungsstation auch die Heizungsverteilung für die Wohneinheit übernommen.

- + hygienische Trinkwassererwärmung, da kein Trinkwasser gespeichert wird
- höhere Investitionskosten

1.14. Tank-in-Tank-System

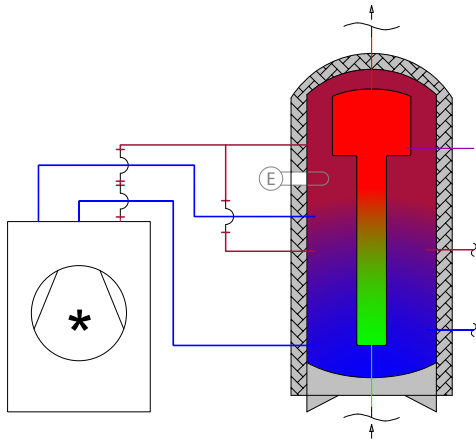


Abb.1.14: Tank-in-Tank-System

Die Wärmepumpe versorgt einen Pufferspeicher mit Wärmeenergie. In dem Pufferspeicher befindet sich ein Trinkwasserbehälter, der vollständig vom Pufferwasser umgeben ist. Dadurch wird die Wärmeenergie des Heizungswassers im Pufferteil auf das Trinkwasser im Trinkwasserbehälter übertragen.

- + geringer Platzbedarf
- begrenzte Schüttleistung (Warmwassermenge) in Abhängigkeit von der Puffertemperatur

1.15. Pufferspeicher mit integriertem Durchflusswassererwärmer

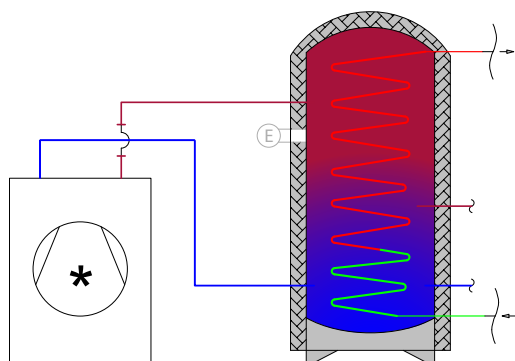


Abb.1.12: Pufferspeicher mit integriertem Durchflusswassererwärmer

Die Wärmepumpe versorgt einen Pufferspeicher mit Wärmeenergie. Durch den Pufferspeicher verläuft ein spiralförmiger Wärmeübertrager, der vollständig von Heizungswasser umgeben ist. Hier wird im Durchlaufprinzip Trinkwarmwasser erwärmt. Da die Wärmepumpe allein das Aufheizen des Pufferspeichers übernimmt, können hier keine hohen Trinkwarmwassertemperaturen erzeugt werden.

- + hygienische Trinkwassererwärmung, da kein Trinkwasser gespeichert wird
- + geringer Platzbedarf
- begrenzte Schüttleistung in Abhängigkeit von der Puffertemperatur

III. Bedarfsermittlung

Für eine Bedarfsermittlung gibt es in der Praxis verschiedene Ansätze:

Für Wohngebäude erfolgt die Auslegung häufig nach DIN 4708 Teil 2. Unter Berücksichtigung der sanitären Ausstattung der einzelnen Wohnungen bzw. Wohneinheiten, der Belegungs-/Nutzerzahl und der Gleichzeitigkeitsfaktoren wird die Bedarfskennzahl N bestimmt. Diese Bedarfskennzahl fließt zusammen mit der Kesselleistung und der Leistungskennzahl (NL-Zahl) des Speichers in die Planung der Trinkwassererwärmung ein.

Dieses für Heizkessel gültige Auslegungs- und Dimensionierungsverfahren kann bei Wärmepumpensystemen in der Regel jedoch nicht angewendet werden, da NL-Zahlen der Speicher für die im Wärmepumpenbetrieb verwendeten Vorlauftemperaturen kaum zur Verfügung stehen. Daher ist es sinnvoll, die Auslegung über in der Anlage benötigte Wärmemengen durchzuführen. Dabei sind mehrere, sich gegenseitig beeinflussende, Faktoren zu beachten:

- der Tagesbedarf
- der Spitzenbedarf
- zu erwartende Verluste
- die zur Verfügung stehende Heizleistung zum Nachheizen des Trinkwarmwasserspeichers

Die erforderliche Trinkwarmwasserleistung muss in der Bezugsperiode in Form von gespeichertem Trinkwarmwasser oder als Heizleistung zur Verfügung stehen. Für die Auslegung müssen zunächst der maximale tägliche Warmwasserbedarf und das entsprechende Verbrauchsverhalten ermittelt werden. Für diese Ermittlung können neben realen Verbrauchswerten auch durchschnittliche Zapfprofile verwendet werden. Diese sind in der DIN EN 15450 exemplarisch für drei Nutzergruppen im Anhang E dargestellt und können individuell erweitert werden.

Aus dem Lastprofil heraus wird die Periode mit dem größten Leistungsbedarf ermittelt. Aus diesem Leistungsbedarf ergibt sich dann eine Speichergröße.

Praxis-Hinweis

Überschlägig kann ein täglicher mittlerer Warmwasserbedarf von 1,45 kWh pro Person angesetzt werden. Bei einer Bevorratungstemperatur von 60 °C entspricht das einer Wassermenge von 25 l pro Person.

Im Anhang E der DIN EN 15450 sind Annahmen zum Zapfvolumen nach Zapfart angegeben.

Zapfart	Energie kWh	Volumen l	Gewünschter Wert für \varnothing K	Zapfdauer beim angegebenen Massenstrom in Minuten			
				bei 3,5 l/min	bei 5,5 l/min	bei 7,5 l/min	bei 9 l/min
Wenig	0,105	3	30	0,9	0,5	0,4	0,3
Fußboden	0,105	3	30	0,9	0,5	0,4	0,3
Reinigen	0,105	2	45	0,6	0,4	0,3	0,2
Geschirrspülen wenig	0,315	6	45	1,7	1,1	0,8	0,7
Geschirrspülen mittel	0,420	8	45	2,3	1,5	1,1	0,9
Geschirrspülen mehr	0,735	14	45	4,0	2,5	1,9	1,6
„Viel“	0,525	15	30	4,3	2,7	2,0	1,7
Duschen	1,400	40	30	11,4	7,3	5,3	4,4
Baden	3,605	103	30	29,4	18,7	13,7	11,4

Tab.1: Annahmen zum Zapfvolumen nach DIN EN 15450

Im Anhang E der DIN EN 15450 sind durchschnittliche Zapfprofile für drei Nutzergruppen angegeben. Es werden Angaben zu Zeitpunkt und Energiemenge der Trinkwarmwasser-Entnahmen gemacht, die für die Planung einer Trinkwassererwärmung mit Wärmepumpe hilfreich sind.

Nr.	Tageszeit hh:mm	Energie Zapfvorgang kWh	Bezugsperiode für Teilspeichersysteme		Zapfart	Gewünschter Wert für \varnothing (während der Entnahme zu erreichen) K	Mindestwert von ϑ für den Start des Zählens der Energieentwertung °C
1	07:00	0,105			wenig		25
2	07:30	0,105			wenig		25
3	08:30	0,105			wenig		25
4	09:30	0,105			wenig		25
5	11:30	0,105	<input checked="" type="checkbox"/>		wenig		25
6	11:45	0,105	<input checked="" type="checkbox"/>		wenig		25
7	12:45	0,315	<input checked="" type="checkbox"/>		Geschirrspülen	50	0
8	18:00	0,105	<input checked="" type="checkbox"/>		wenig		25
9	18:15	0,105	<input checked="" type="checkbox"/>		Reinigen		45
10	20:30	0,420	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Geschirrspülen	50	0
11	21:30	0,525	<input checked="" type="checkbox"/>		viel		45
Q_{DP} [kWh]		2,1	1,78	0,945	→		36 Liter bei 60 °C
t_{DP} [hh:mm]		14:30	9:00	1:00			

Tab.2: Durchschnittliches Zapfprofil einer Einzelperson (36 Liter bei 60°C) nach DIN EN 15450

Nr.	Tageszeit	Energie Zapfvor- gang kWh	Bezugsperiode für Teilspeichersysteme		Zapfart	Gewünschter Wert für ϑ (während der Entnahme zu erreichen) K	Mindestwert von ϑ für den Start des Zäh- lens der Energie- nutzung °C
	hh:mm						
1	07:00	0,105		<input checked="" type="checkbox"/>	wenig		25
2	07:15	1,400	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Duschen		40
3	07:30	0,105	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	wenig		25
4	08:01	0,105	<input checked="" type="checkbox"/>		wenig		25
5	08:15	3,605	<input checked="" type="checkbox"/>		wenig		25
6	08:30	0,105	<input checked="" type="checkbox"/>		wenig		25
7	08:45	0,105	<input checked="" type="checkbox"/>		wenig		25
8	09:00	0,105	<input checked="" type="checkbox"/>		wenig		25
9	09:30	0,105	<input checked="" type="checkbox"/>		wenig		25
10	10:30	0,105	<input checked="" type="checkbox"/>		Fußboden	30	10
11	11:30	0,105	<input checked="" type="checkbox"/>		wenig		25
12	11:45	0,105	<input checked="" type="checkbox"/>		wenig		25
13	12:45	0,105	<input checked="" type="checkbox"/>		Geschirrspülen	45	10
14	14:30	0,315	<input checked="" type="checkbox"/>		wenig		25
15	15:30	0,105	<input checked="" type="checkbox"/>		wenig		25
16	16:30	0,105	<input checked="" type="checkbox"/>		wenig		25
17	18:00	0,105	<input checked="" type="checkbox"/>		wenig		25
18	18:15	0,105	<input checked="" type="checkbox"/>		Reinigen		40
19	18:30	0,105	<input checked="" type="checkbox"/>		Reinigen		40
20	19:00	0,105	<input checked="" type="checkbox"/>		wenig		25
21	20:30	0,105	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Geschirrspülen	45	10
22	21:15	0,735	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	wenig		25
23	21:30	3,605	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Duschen		40
Q _{DP} [kWh]		5,845	5,740	2,24	→		100,2 Liter bei 60 °C
t _{DP} [hh:mm]		14:30	14:15	1:00			

Tab.3: Durchschnittliches Zapfprofil einer Familie (ohne Baden, 100 Liter bei 60°C) nach DIN EN 15450

Nr.	Tageszeit	Energie Zapfvor- gang kWh	Bezugsperiode für Teilspeichersysteme		Zapfart	Gewünschter Wert für $\Delta\vartheta$ (während der Entnahme zu erreichen) K	Mindestwert von ϑ für den Start des Zäh- lens der Energi- nutzung °C
	hh:mm						
1	07:00	0,105			wenig		25
2	07:05	1,400	<input checked="" type="checkbox"/>		Dusche		40
3	07:30	0,105	<input checked="" type="checkbox"/>		wenig		25
4	07:45	0,105	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	wenig		25
5	08:05	3,605	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Bad	30	10
6	08:25	0,105	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	wenig		25
7	08:30	0,105	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	wenig		25
8	08:45	0,105	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	wenig		25
9	09:00	0,105	<input checked="" type="checkbox"/>		wenig		25
10	09:30	0,105	<input checked="" type="checkbox"/>		wenig		25
11	10:30	0,105	<input checked="" type="checkbox"/>		Fußboden	30	10
12	11:30	0,105	<input checked="" type="checkbox"/>		wenig		25
13	11:45	0,105	<input checked="" type="checkbox"/>		wenig		25
14	12:45	0,315	<input checked="" type="checkbox"/>		Geschirrspülen	45	10
15	14:30	0,105	<input checked="" type="checkbox"/>		wenig		25
16	15:30	0,105	<input checked="" type="checkbox"/>		wenig		25
17	16:30	0,105	<input checked="" type="checkbox"/>		wenig		25
18	18:00	0,105	<input checked="" type="checkbox"/>		wenig		25
19	18:15	0,105	<input checked="" type="checkbox"/>		sauber		40
20	18:30	0,105	<input checked="" type="checkbox"/>		sauber		40
21	19:00	0,105	<input checked="" type="checkbox"/>		wenig		25
22	20:30	0,735	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Geschirrspülen	45	10
23	21:00	3,605	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Bad	30	10
24	21:30	0,105		<input checked="" type="checkbox"/>	wenig		25
Q_{DP} [kWh]		11,655	11,445	4,445	→		199,8 Liter bei 60 °C
t_{DP} [hh:mm]		14:30	13:55	1:00			

Tab.4: Durchschnittliches Zapfprofil einer Familie (mit Baden, 200 Liter bei 60 °C) nach DIN EN 15450

Beispiel Mehrfamilienhaus

6 Nutzungseinheiten à 3 Personen

Für die Auslegung der Trinkwassererwärmung wird aus der Tabelle 4 die Bezugsperiode mit dem größten Energiebedarf abgelesen.

9:00	0,105	<input checked="" type="checkbox"/>		wenig
10:30	0,735	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Geschirrspülen
11:00	3,605	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Bad
11:30	0,105		<input checked="" type="checkbox"/>	wenig
[kWh]	11,655	11,445	4,445	
[mm]	14:30	13:55	1:00	

Auslegung nach Bezugsperiode

Die Bezugsperiode mit dem größten Energiebedarf ist die Zeit von 20:30 bis 21:30 Uhr – in dieser Zeit werden je Wohnung 4,445 kWh für Warmwasser benötigt. Mit diesen Daten können die einzelnen Planungsschritte durchgeführt werden

Der gesamte Energiebedarf während einer Bezugsperiode wird folgendermaßen ermittelt:

$$Q_{DPB} = N_{NE} \cdot Q_{DPB\ NNE}$$

Q_{DPB} Energiebedarf während einer Bezugsperiode in kWh

$Q_{DPB\ NNE}$ Energiebedarf einer Nutzungseinheit während einer Bezugsperiode in kWh

N_{NE} Anzahl Nutzungseinheiten mit gleichem Profil

Beispiel

Für die Beispielanlage bedeutet das:

$$Q_{DPB\ NNE} = 4,445 \text{ kWh}$$

$$N_{NE} = 6$$

$$Q_{DPB} = 6 \cdot 4,445 \text{ kWh}$$

Der gesamte Energiebedarf während der Bezugsperiode beträgt 26,67 kWh.

Aus dem gesamten Energiebedarf während einer Bezugsperiode lässt sich die erforderliche Trinkwarmwassermenge errechnen.

$$V_{DP} = \frac{Q_{DPB}}{c_w \cdot (t_{soll} - t_{cw})} \cdot \text{kg/Liter}$$

V_{DP} erforderliche Trinkwarmwassermenge während einer Bezugsperiode in Liter

Q_{DPB} Energiebedarf während einer Bezugsperiode in kWh

c_w spezifische Wärmekapazität (= 1,163 Wh/kg · K bei Wasser)

t_{soll} Speichersolltemperatur

t_{cw} Kaltwassertemperatur

Beispiel

Für die Beispielanlage bedeutet das:

$$Q_{DPB} = 26,67 \text{ kWh}$$

$$c_w = 0,001163 \text{ kWh/kg} \cdot \text{K}$$

$$t_{soll} = 60 \text{ °C}$$

$$t_{cw} = 10 \text{ °C}$$

$$V_{DP} = \frac{26,67 \text{ kWh} \cdot 1 \frac{\text{kg}}{\text{Liter}}}{0,001163 \text{ kWh/kg} \cdot \text{K} \cdot (60-10)\text{K}}$$

Die erforderliche Trinkwarmwassermenge während der Bezugsperiode beträgt 459 Liter.

Bei der Speicherauswahl sind folgende Verluste zu berücksichtigen:

- Speicherungsverlust durch Wärmeabgabe über die Oberfläche
- Verlust durch Durchmischung des nachströmenden Kaltwassers

Der Speicherungsverlust ist in den technischen Datenblättern des Herstellers angegeben.

Als Zuschlag für nicht nutzbares Speichervolumen aufgrund der Durchmischung können 15 - 20 % des Speichervolumens angenommen werden.

$$V_{Sp-min} = V_{DP} \cdot 1,15$$

V_{Sp-min} Mindest-Speichervolumen in Liter

V_{DP} erforderliche Trinkwarmwassermenge während einer Bezugsperiode in Liter

1,15 15 % Durchmischungsverlust

Beispiel

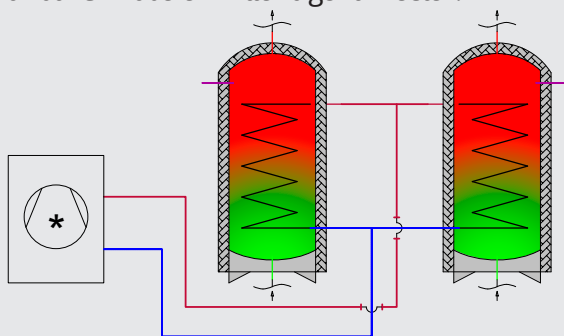
Für die Beispielanlage bedeutet das: $V_{DP} = 459 \text{ l}$ 15 % Durchmischungsverlust
 $V_{Sp-min} = 459 \text{ l} \cdot 1,15$

Das erforderliche Mindest-Speichervolumen beträgt 528 Liter. Als Speicher stehen dafür 2 Lösungen zur Verfügung:

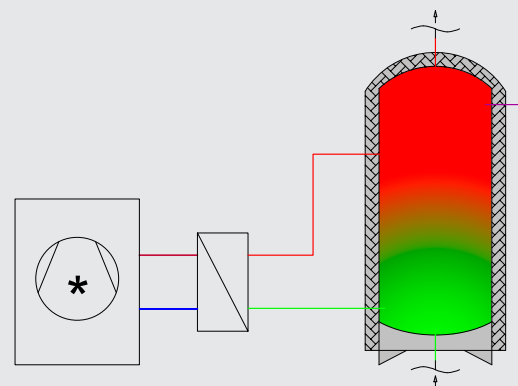
Variante 1:**Speicher mit internem Wärmeübertrager**

Hier werden zwei Speicher-Trinkwassererwärmer mit je 390 Liter Inhalt gewählt. Laut Datenblatt betragen die Speicherverluste pro Speicher 2,78 kWh/24 h. Die Speicherverluste pro Speicher über die gesamte Bezugsperiode sind im größeren Speichervolumen ausreichend berücksichtigt.

Die Speicher-Trinkwassererwärmer bieten die Möglichkeit, mittels Elektro-Heizeinsatz die Auslauftemperatur von 60 °C im oberen Drittel zu gewährleisten.

**2 Speicher parallel geschaltet****Variante 2:****Ladespeicher mit externem Wärmeübertrager**

Hier wird ein 750-Liter-Speicher gewählt. Laut Datenblatt betragen die Speicherverluste 3,2 kWh/24 h. Auch bei dieser Lösung muss eine Speicherauslauftemperatur von 60 °C gewährleistet sein. Je nach Wärmepumpentyp muss dafür eine Nacherwärmung des Speichers durch einen zweiten Wärmeerzeuger oder direkt elektrisch erfolgen.

**Ladespeicher mit externem Wärmeübertrager**

Im nächsten Schritt muss nun die für die Trinkwassererwärmung notwendige Heizleistung der Wärmepumpe bestimmt werden. Dieser Wert ist der erforderliche Zuschlag für die Trinkwassererwärmung auf die Heizleistung der Wärmepumpe und richtet sich nach der zur Verfügung stehenden Zeit zwischen den einzelnen Bezugsperioden.

$$Q_{WP} = \frac{V_{Sp} \cdot c_w \cdot (t_{soll} - t_{cw})}{T_{aufh}} \cdot \text{kg/Liter}$$

- Q_{WP} erforderliche Heizleistung Wärmepumpe für TWE in kW
- V_{Sp} Speichervolumen (gesamt) in Liter
- c_w spezifische Wärmekapazität (= 1,163 Wh/kg · K bei Wasser)
- t_{soll} Speichersolltemperatur
- t_{cw} Kaltwassertemperatur
- T_{aufh} Zeit zwischen den Bezugsperioden in h

Beispiel

Für die Beispielanlage wird folgende Annahme für die Zeit zwischen zwei Bezugsperioden getroffen:

08:45	0,105	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	wenig
09:00	0,105	<input checked="" type="checkbox"/>		wenig
09:30	0,105	<input checked="" type="checkbox"/>		wenig
10:30	0,105	<input checked="" type="checkbox"/>		Fußboden
11:30	0,105	<input checked="" type="checkbox"/>		wenig
11:45	0,105	<input checked="" type="checkbox"/>		wenig
12:45	0,315	<input checked="" type="checkbox"/>		Geschirrspüle
14:30	0,105	<input checked="" type="checkbox"/>		wenig
15:30	0,105	<input checked="" type="checkbox"/>		wenig
16:30	0,105	<input checked="" type="checkbox"/>		wenig
18:00	0,105	<input checked="" type="checkbox"/>		wenig
18:15	0,105	<input checked="" type="checkbox"/>		sauber
18:30	0,105	<input checked="" type="checkbox"/>		sauber
19:00	0,105	<input checked="" type="checkbox"/>		wenig
20:30	0,735	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Geschirrspüle
21:00	3,605	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Bad

11,5 Stunden zwischen zwei Bezugsperioden

Daraus ergibt sich für die Speichervariante 1 folgende Berechnung:

$$\begin{aligned}
 V_{Sp} &= 2 \cdot 390 \text{ Liter} \\
 c_w &= 0,001163 \text{ kWh/kg} \cdot \text{K} \\
 t_{soll} &= 60 \text{ }^\circ\text{C} \\
 t_{cw} &= 10 \text{ }^\circ\text{C} \\
 T_{aufh} &= 11,5 \text{ h} \\
 Q_{WP} &= \frac{2 \cdot 390 \text{ Liter} \cdot 1 \frac{\text{kg}}{\text{Liter}} \cdot 0,001163 \frac{\text{kWh}}{\text{kg}} \cdot \text{K} \cdot (60-10)}{11,5 \text{ h}}
 \end{aligned}$$

Die erforderliche Heizleistung für die Trinkwassererwärmung beträgt 3,94 kW

Ist die Zeitspanne zwischen zwei Bezugsperioden sehr kurz, die notwendige Leistung der Wärmepumpe für die Warmwasserbereitung also sehr hoch, kommen zwei Alternativen in Betracht: Entweder wird die Speichergröße um den Wert für die zweite Bezugsperiode erhöht oder es wird ein zweiter Wärmeerzeuger für die Warmwasserbereitung beigelegt. Letzteres

kann aus Kostensicht die bessere Lösung darstellen, da für die Erschließung der Primärquelle der Wärmepumpe geringere Investitionskosten entstehen. Dieses ist in größeren Mehrfamilienhäusern relativ häufig der Fall.

Bei einer Auslegung über Bezugsperioden empfiehlt sich am Ende ein Plausibilitätscheck. Die für die Aufheizzeit ermittelte Heizleistung muss größer sein als die rechnerisch notwendige Leistung bei konstanter Zapfung über den gesamten Tag.

- $Q_{WP} > Q_{DPT} \cdot N_{NE}$
- Q_{WP} erforderliche Heizleistung der Wärmepumpe für Trinkwassererwärmung in kW
- N_{NE} Anzahl Nutzungseinheiten gleichen Profils
- Q_{DPT} Leistungsbedarf für den Tagesverbrauch in kW

Beispiel

11	10:30	0,105	<input checked="" type="checkbox"/>		Fußboden
12	11:30	0,105	<input checked="" type="checkbox"/>		wenig
13	11:45	0,105	<input checked="" type="checkbox"/>		wenig
14	12:45	0,315	<input checked="" type="checkbox"/>		Geschirrspülen
15	14:30	0,105	<input checked="" type="checkbox"/>		wenig
16	15:30	0,105	<input checked="" type="checkbox"/>		wenig
17	16:30	0,105	<input checked="" type="checkbox"/>		wenig
18	18:00	0,105	<input checked="" type="checkbox"/>		wenig
19	18:15	0,105	<input checked="" type="checkbox"/>		sauber
20	18:30	0,105	<input checked="" type="checkbox"/>		sauber
21	19:00	0,105	<input checked="" type="checkbox"/>		wenig
22	20:30	0,735	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Geschirrspülen
23	21:00	3,605	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Bad
24	21:30	0,105	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	wenig
Q_{DPT} [kWh]		11,655	11,445	4,445	
$t_{Bh:mm}$		14:30	13:55	1:00	

Für die Beispielanlage bedeutet das:

Konstante Zapfung über den gesamten Tag

$$\begin{aligned}
 Q_{WP} &= 3,94 \text{ kW} \\
 N_{NE} &= 6 \cdot \frac{11,445 \text{ kWh}}{24 \text{ h}} \\
 Q_{DPT} &= 11,445 \text{ kWh} / 24 \text{ h}
 \end{aligned}$$

$$3,94 \text{ kW} > 6 \cdot$$

$$3,94 \text{ kW} > 2,86 \text{ kW}$$

Zusammenfassung der einzelnen Schritte der Bedarfsermittlung:

1. Lastprofil ermitteln
2. Energiebedarf der längsten Periode ermitteln
3. Berechnen des theoretischen Speichervolumens zur Sicherung der längsten Periode
4. Bestimmung des tatsächlichen Speichervolumens durch Zuschlagfaktoren für Abstrahl- und Durchmischungsverluste
5. Bestimmung der erforderlichen Heizleistung der Wärmepumpe
6. Plausibilitätscheck zum Tagesbedarf
7. Heizleistung TWE berücksichtigen

Vereinfachtes Verfahren

Im Ein- und Zweifamilienhausbereich mit sanitärer Standardausstattung können die erforderliche Speichergröße und die benötigte Heizleistung mit Hilfe eines vereinfachten Verfahrens ermittelt werden:

Pro Person werden üblicherweise 25 Liter (60 °C) als Tagesbedarf angesetzt. Für die Speicherauslegung bis ca. 10 Personen wird dieser Wert verdoppelt – somit erhält man das erforderliche Mindestspeichervolumen. Dieses Mindestvolumen wird auf die tatsächliche Bevorratungstemperatur umgerechnet.

$$V_{Sp} = V_{tsoll}$$

$$V_{tsoll} = V_{DP60} \cdot \frac{(60 - t_{cw})}{(t_{soll} - t_{cw})}$$

V_{Sp} Speichervolumen (gesamt) in Liter

V_{tsoll} Trinkwarmwasser-Volumen bei t_{soll} in Liter

V_{DP60} Trinkwarmwasser-Volumen bei 60 °C in Liter

t_{soll} Speichersolltemperatur

t_{cw} Kaltwassertemperatur

Beispiel

Einfamilienhaus mit 4 Personen:

4 Personen · 25 l · 2 = 200 Liter (60 °C)

$$V_{DP60} = 200 \text{ l}$$

$$t_{soll} = 50 \text{ °C}$$

$$t_{cw} = 10 \text{ °C}$$

$$V_{tsoll} = 200 \text{ Liter} \cdot \frac{(60 - 10)\text{K}}{(50 - 10)\text{K}}$$

Bei 50 °C ergibt sich ein Speichervolumen von 250 Liter.

IV. Allgemeine Berechnungsgrundlagen zur Trinwassererwärmung

	Formel	Beispiel
Erforderliche Wärmemenge Q in Wh	$Q = m \cdot c \cdot \Delta \vartheta$ $Q = m \cdot c \cdot (\vartheta_2 - \vartheta_1)$	Welche Wärmemenge ist erforderlich um 100 kg Wasser von 10°C auf 55°C zu erwärmen $Q = \frac{100 \text{ kg} \cdot 1,163 \text{ Wh} \cdot (55-10) \text{ K}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$ Q = 5234 Wh
Erforderlicher Energiebedarf W (Arbeit) in Wh	$W = \frac{m \cdot c \cdot \Delta \vartheta}{\eta}$ $W = \frac{m \cdot c \cdot (\vartheta_2 - \vartheta_1)}{\eta}$	Welcher Energiebedarf ist erforderlich um 100 kg Wasser von 10°C auf 55°C zu erwärmen $W = \frac{100 \text{ kg} \cdot 1,163 \text{ Wh} \cdot (55-10) \text{ K}}{0,98 \cdot \text{kg} \cdot \text{K}}$ W = 5340 Wh
Erforderliche Leistung P in W	$P = \frac{m \cdot c \cdot \Delta \vartheta}{t \cdot \eta}$ $P = \frac{m \cdot c \cdot (\vartheta_2 - \vartheta_1)}{t \cdot \eta}$	Welche Wärmeleistung ist erforderlich um 100 kg Wasser von 10°C auf 55°C in 8h zu erwärmen $P = \frac{100 \text{ kg} \cdot 1,163 \text{ Wh} \cdot (55-10) \text{ K}}{8\text{h} \cdot 0,98 \cdot \text{kg} \cdot \text{K}}$ P = 668 W
Aufheizzeit t in h	$t = \frac{m \cdot c \cdot \Delta \vartheta}{P \cdot \eta}$ $t = \frac{m \cdot c \cdot (\vartheta_2 - \vartheta_1)}{P \cdot \eta}$	Wie lange dauert die Erwärmung von 100 kg Wasser von 10°C auf 55°C bei einer Leistung von 2000 W $t = \frac{100 \text{ kg} \cdot 1,163 \text{ Wh} \cdot (55-10) \text{ K}}{2000\text{W} \cdot 0,98 \cdot \text{kg} \cdot \text{K}}$ t = 2,7 h
Mischwassertemperatur in °C	$\vartheta_M = \frac{m_1 \cdot \vartheta_1 + m_2 \cdot \vartheta_2}{m_1 + m_2}$	Mischwassertemperatur bei Mischung von 100kg Wasser mit 55°C mit 40kg Wasser mit 10°C $\vartheta_M = \frac{100 \text{ kg} \cdot 55^\circ\text{C} + 40\text{kg} \cdot 10^\circ\text{C}}{100\text{kg} + 40\text{kg}}$ $\vartheta_M = 42^\circ\text{C}$
Mischwassermenge in kg	$m_M = \frac{m_2 (\vartheta_2 - \vartheta_1)}{(\vartheta_M - \vartheta_1)}$	Welche Mischwassermenge mit 40°C erhält man durch Zumischung von Kaltwasser mit 10°C in 100 kg Warmwasser mit 55°C. $m_M = \frac{100 \text{ kg} \cdot (55^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C})}{40^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C}}$ $m_M = 150 \text{ kg}$
Erklärung der Formelzeichen		
Q = Wärmemenge in Wh P = Leistung in W W = Energiebedarf in Wh t = Aufheizzeit in h η = Wirkungsgrad m = Wassermenge in kg (1kg entspricht ca. 1 Liter)	c = spezifische Wärmekapazität in $\frac{\text{Wh}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$ Wasser c = 1,163 $\frac{\text{Wh}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$ = 4,1868 $\frac{\text{Wh}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$	Δϑ = Temperaturdifferenz in K aus (ϑ ₂ - ϑ ₁) ϑ ₁ = Kaltwassertemperatur in °C ϑ ₂ = Warmwassertemperatur in °C ϑ _M = Mischwassertemperatur °C m ₁ = Kaltwassermenge in kg m ₂ = Warmwassermenge in kg m _M = Mischwassermenge in kg

V. Normen und Richtlinien

TrinkwV	Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch
DIN 2000	Zentrale Trinkwasserversorgung – Leitsätze für Anforderungen an Trinkwasser, Planung, Bau, Betrieb und Instandhaltung der Versorgungsanlagen – Technische Regeln des DVGW
DIN 1988	Technische Regeln für Trinkwasserinstallationen (TRWI)
DIN 4708	Zentrale Wassererwärmungsanlagen für Wohnhäuser
DIN 4753	Wassererwärmer und Wassererwärmungsanlagen für Trink- und Betriebswasser; Zwischenmedium-Wärmetauscher
VDI 6023	Hygiene bei Planung, Ausführung, Betrieb von Hausinstallationen
DVGW W 551	Technische Maßnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums
DVGW W 553	Bemessung von Zirkulationssystemen in zentralen Trinkwassererwärmungsanlagen
DVGW-VP 670	Anforderung und Prüfung von Trinkwassererwärmern
DVGW W 291	Reinigung und Desinfektion von Wasserverteilungsanlagen
DVGW W 293	UV-Anlagen zur Desinfektion von Trinkwasser
DVGW W 294	UV Desinfektionsanlage für Trinkwasserversorgung
EN 806 Teil1 und 2	Technische Regeln für Trinkwasserinstallationen innerhalb von Gebäuden
DIN EN 12502 1-5	Korrosionsschutz metallischer Werkstoffe
DIN EN 1717	Schutz des Trinkwassers vor Verunreinigungen in der Trinkwasserinstallation und allgemeiner Anforderungen an Sicherheitseinrichtungen zur Verhütung von Trinkwasserverunreinigungen durch Rückfließen
DIN EN 15450	Heizungsanlagen in Gebäuden - Planung von Heizungsanlagen mit Wärmepumpen

Kein Anspruch auf Vollständigkeit

VI. Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Seite 5	Abb.1.1:	Warmwasserwärmepumpe mit Umluft
Seite 6	Abb.1.2:	Warmwasserwärmepumpe mit Abluft
	Abb.1.3:	Warmwasserwärmepumpe mit PV - Eigenstromnutzung
Seite 7	Abb.1.4.1:	„Hochtemperatur“-Wärmepumpe mit nebenstehendem Trinkwarmwasserspeicher
	Abb.1.4.2:	„Hochtemperatur“-Wärmepumpe mit Speicherladesystem
Seite 8	Abb.1.5.1:	„Standard“-Wärmepumpe und Trinkwarmwasserspeicher mit integriertem Elektro-Heizstab
	Abb.1.5.2:	„Standard“-Wärmepumpe mit integriertem Elektro-Heizstab und Trinkwarmwasserspeicher
Seite 9	Abb.1.5.3:	„Kompaktwärmepumpe“ mit integriertem Trinkwarmwasserspeicher
	Abb.1.6:	Trinkwarmwasserspeicher mit zweitem Wärmeerzeuger und externem Wärmeübertrager
Seite 10	Abb.1.7:	Trinkwarmwasserspeicher mit externem Heizgerät
	Abb.1.8.1:	Bivalenter Trinkwarmwasserspeicher mit integriertem Elektroheizstab und solarthermischer Anlage
Seite 11	Abb.1.8.2:	Bivalenter Trinkwarmwasserspeicher mit solarthermischer Anlage und Elektro-Heizstab in der Wärmepumpe
	Abb.1.9:	Bivalenter Trinkwarmwasserspeicher mit zweitem Wärmeerzeuger
Seite 12	Abb.1.10:	Speicherladesystem mit Wärmeübertrager und solarthermischer Anlage
Seite 13	Abb.1.11:	Bivalentes System mit Vorwärmstufe
Seite 14	Abb.1.12:	Frischwasserstation
	Abb.1.13:	Wohnungsstationen
Seite 15	Abb.1.14:	Tank-in-Tank-System
	Abb.1.15:	Pufferspeicher mit integriertem Durchflusswassererwärmer
Seite 17	Tab.1:	Annahmen zum Zapfvolumen nach DIN EN 15450
Seite 17	Tab.2:	Durchschnittliches Zapfprofil einer Einzelperson (36 Liter bei 60 °C) nach DIN EN 15450
Seite 18	Tab.3:	Durchschnittliches Zapfprofil einer Familie (ohne Baden, 100 Liter bei 60 °C) nach DIN EN 15450
Seite 19	Tab.4:	Durchschnittliches Zapfprofil einer Familie (mit Baden, 200 Liter bei 60 °C) nach DIN EN 15450

VII. Glossar

Abluft	Luftstrom, der aus dem Raum abgeführt wird
Durchflusswassererwärmers	Form des Kombispeichers, bestehend aus einem Pufferspeicher mit innenliegendem Rohr-Wärmeübertrager zur Trinkwassererwärmung im Durchflussprinzip, oft mit Möglichkeit der Einbindung einer Solaranlage über einen weiteren integrierten Wärmeübertrager
Fortluft	Luftstrom, der aus dem Gebäude bzw. der Wohnung abgeführt wird.
Hochtemperatur-Wärmepumpe	Wärmepumpe, die höhere Vorlauftemperaturen erreichen kann als eine Standard-Wärmepumpe. Diese ist geeignet für die Beheizung von Altbauten oder die Erwärmung von Trinkwasser auf über 60 °C
Hybrid-System	Heizungs- bzw. Trinkwarmwassersystem mit zwei oder mehr Möglichkeiten der Wärmeerzeugung, meist eine Kombination aus Wärmepumpe und Gas- oder Ölkessel
Kombispeicher	→ Pufferspeicher mit integriertem Trinkwassererwärmer in Form eines innenliegenden Trinkwasserspeichers (→ Tank-in-Tank-System) oder → Durchflusswassererwärmers
Kompaktwärmepumpe Ladesystem	Wärmepumpe mit im Gehäuse integriertem Trinkwarmwasserspeicher System, bei dem das Trinkwasser im Speicher über einen außerhalb des Speichers angeordneten → Wärmeübertrager erwärmt wird
Lastprofil	Verlauf des Leistungsbedarfs für die Trinkwassererwärmung
Legionellenschutzschaltung	Mit einer Legionellenschutzschaltung wird sichergestellt, dass der gesamte Wasserinhalt des Trinkwarmwassersystems einmal täglich auf eine Temperatur von über 60 °C gebracht wird, um ggf. vorhandene Legionellen (Überträger der Legionärskrankheit) zuverlässig abzutöten (thermische Desinfektion)
Plattenwärmeübertrager	Wärmeübertrager, der aus meist profilierten Metallplatten besteht, die so angeordnet sind, dass in jeweils aufeinanderfolgenden Zwischenräumen abwechselnd das wärmeabgebende und das zu erwärmende Medium strömen
Pufferspeicher	Druckfester Behälter zur Bevorratung warmen Heizungswassers, der hydraulisch in das Heizungssystem eingebunden ist. Auch mit integriertem Trinkwassererwärmer möglich (→ Kombispeicher)
Schüttleistung	Menge an warmem Trinkwasser, das ein Speicher liefern kann
Tank-in-Tank-System	Speichersystem bestehend aus einem → Pufferspeicher mit einem innenliegenden Trinkwarmwasserbehälter, optional Einbindung einer Solaranlage über einen weiteren integrierten Wärmeübertrager; Form des → Kombispeichers
Trinkwarmwasserspeicher	In Wärmepumpensystemen: druckfester Behälter für die Bevorratung warmen Trinkwassers, der in das hydraulische System eingebunden ist
Zapfprofil	Tagesverlauf des Energiebedarfs für die Warmwasser-Zapfvorgänge
Zuluft	Luftstrom, der einem Raum zugeführt wird



Bundesverband Wärmepumpe (BWP) e. V.
Hauptstraße 3
10827 Berlin

Telefon: 030 208 799 711
E-Mail: info@waermepumpe.de

www.waermepumpe.de

© Bundesverband Wärmepumpe (BWP) e. V.