

Domotec – Wärmepumpen Grundlagen



domotec

wärmstens empfohlen

□ **Wärme aus der Natur, die kostengünstigste Methode**

Um 100% Wärme zu erzeugen benötigt die Wärmepumpe nur 1/4 Antriebsenergie 3/4 der gesamten Energie ist aus der Umwelt und gratis!

□ **Wer an die Zukunft denkt,** muss sich in der Gegenwart für ein Produkt mit Zukunft entscheiden. Machen Sie mit uns den richtigen Schritt.

□ **Einfacher Betrieb und ausgereifte Technik**

Wärmepumpen arbeiten zuverlässig und bieten hohe Versorgungssicherheit. Sie machen aus 1 kWh Strom bis zu 4 kWh Heizenergie.



Inhaltsverzeichnis	Seite
Behagliche Wärme aus der Umwelt	4
Grundprinzip der Wärmepumpe	5
Komponenten einer Wärmepumpe	7
Wärmequellen	8
Betriebsarten	12
Kenngrößen von Wärmepumpen	13
Pufferspeicher / Energiespeicher	14
Brauchwarmwasser	15
Auslegung von Wärmepumpen	15
Kühlfunktion	17
Bewilligungen	18
Anlageplanung	18
Vorschriften und Richtlinien	19
Elektroinstallation	20
Begriffe	22

Behagliche Wärme aus der Umwelt

Es ist ein Naturgesetz, dass Wärme immer nur von einem Ort mit höherer Temperatur zu einem Ort mit niedriger Temperatur abfließen kann und nicht umgekehrt. Unter diesen Voraussetzungen bleiben riesige Wärmevorräte ungenutzt (Umgebungsluft, Erdboden, Gewässer), weil die Temperaturen für eine direkte Nutzung einfach zu niedrig sind.

Umweltwärme – gespeicherte Sonnenwärme im Erdreich, Wasser und Luft stehen unbegrenzt zur Verfügung, wir müssen sie nur nutzen.

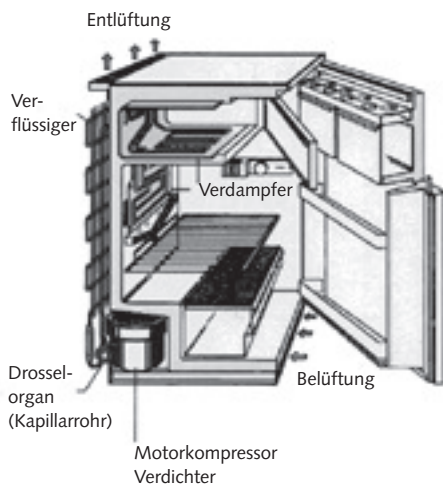
Hier kommen die Domotec Wärmepumpen ins Spiel, denn sie können diese Wärme aufnehmen und auf ein für die Raumheizung nutzbares Temperaturniveau bringen.

Grundprinzip der Wärmepumpe

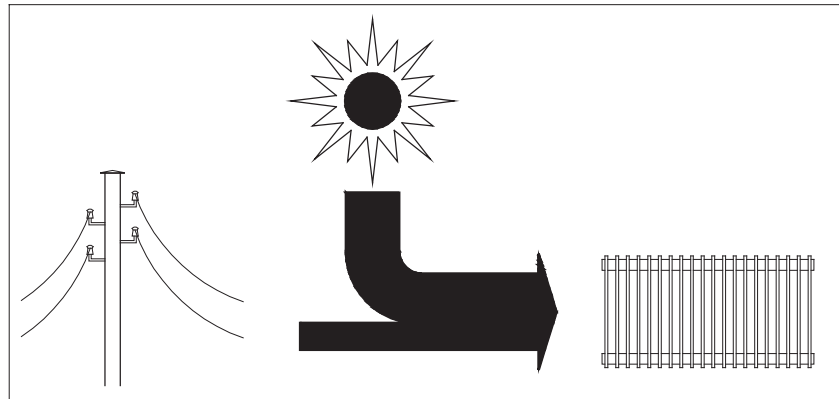
Vergleich mit dem Kühlschrank

Die Funktionsweise der Wärmepumpe entspricht der Arbeitsweise eines Kühlschranks. Beim Kühlschrank wird dem Kühlgut über den Verdampfer die Wärme entzogen und über den Verflüssiger an der Rückseite des Gerätes an den Raum abgegeben. Bei der Wärmepumpe wird der Umwelt (Wasser, Erdreich, Umgebungsluft) die Wärme entzogen und dem Heizsystem zugeführt.

Unabhängig von ihrer Bauart kann eine Wärmepumpe als ein Gerät betrachtet werden, das die Temperatur des Arbeitsmediums von einem niedrigen Niveau mit Hilfe von Zusatzenergie auf ein höheres Temperaturniveau anhebt und so den Wärmeinhalt des Mediums nutzbar macht.



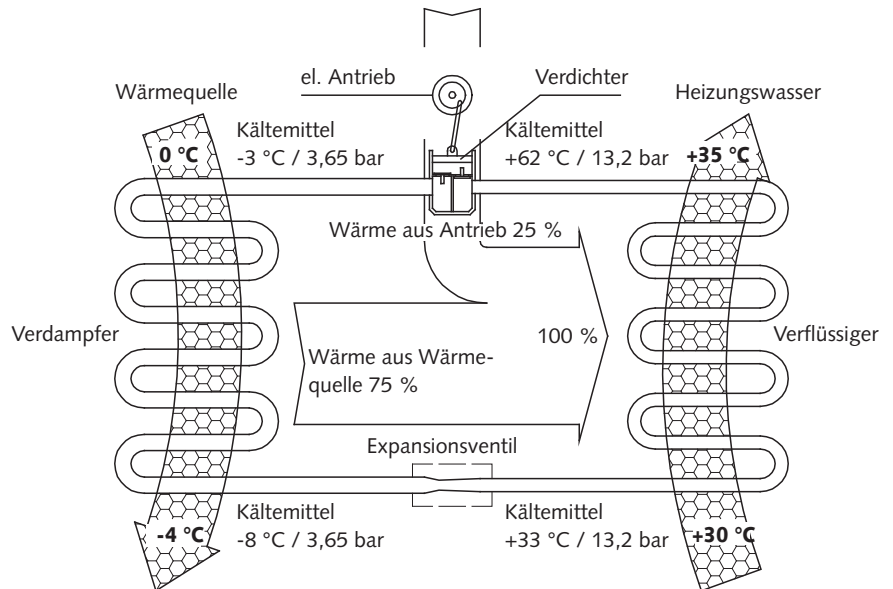
Arbeitsweise eines Kühlschranks



Prinzip der Wärmepumpe

Und so funktioniert die Wärmepumpe

Der Kreisprozess des Kühlaggregates erfolgt nach einfachen physikalischen Gesetzmäßigkeiten. Das Arbeitsmittel, eine schon bei niedriger Temperatur siedende Flüssigkeit (im allgemeinen Sprachgebrauch als Kältemittel bezeichnet), wird in einem Kreislauf geführt und dabei nacheinander verdampft, verdichtet, verflüssigt und entspannt.



Prinzip der Wärmepumpe
(Drücke und Temperaturen am Beispiel des Kältemittels R 290)

Die **Umweltwärme** wird dem sogenannten **Verdampfer** zugeführt, wo sie auf das Arbeitsmedium der Wärmepumpe (Kältemittel) übertragen wird. Dabei geht dieses Medium in den dampfförmigen Zustand über. Im **Verdichter oder Kompressor** wird der Dampf komprimiert und dadurch erhitzt. Im **Verflüssiger** gibt der heiße Dampf schliesslich seine Wärme an den Wasserkreislauf des Heizsystems ab. Im **Expansionsventil** wird dann der Druck abgebaut und der ganze Kreislauf beginnt von vorne.

Verantwortlich für die Umwandlung der Umweltenergie tiefer Temperaturen in Heizwärme von höherer Temperatur ist der Verdichter. Um ihn anzutreiben braucht es elektrische Energie. Die Effizienz einer Anlage widerspiegelt sich in der Arbeitszahl. Dabei handelt es sich um eine Verhältniszahl zwischen produzierter Wärmemenge und zugeführter Energie, die um so günstiger ausfällt, je kleiner die Temperaturdifferenz zwischen zugeführter Umweltwärme und dem Vorlauf der Raumheizung ist.

Der Wärmepumpen-Kreisprozess

Wärmeaufnahme aus der Umwelt

Im Verdampfer befindet sich das flüssige Arbeitsmittel bei niedrigem Druck. Die Umgebungstemperatur des Verdampfers ist höher als die dem Druck entsprechende Siedetemperatur des Arbeitsmittels. Diese Temperaturdifferenz bewirkt eine Wärmeübertragung von der Umgebung auf das Arbeitsmittel, wobei das Arbeitsmittel siedet und verdampft. Die dazu erforderliche Wärme wird der Wärmequelle (Wasser, Erdreich, Aussenluft) entzogen.

Wärmeaufwertung im Kompressor

Das nun dampfförmige Arbeitsmittel wird ständig vom Verdichter (Kompressor) aus dem Verdampfer abgesaugt und verdichtet. Bei der Verdichtung steigt der Druck des Dampfes und dessen Temperatur.

Wärmeabgabe an das Heizsystem

Vom Verdichter gelangt der Arbeitsmitteldampf in den Verflüssiger, der vom Heizwasser umspült wird. Die Temperatur dieses Wasserstromes ist niedriger als die Verflüssigungstemperatur des Arbeitsmittels, so dass der Dampf gekühlt und dabei wieder verflüssigt. Die im Verdampfer aufgenommene Energie (Wärme), zuzüglich der durch das Verdichten zugeführten Energie (Strom), wird im Verflüssiger freigesetzt und an den kälteren Heizwasserstrom abgegeben.

Der Kreislauf schliesst sich

Nach dem Verflüssigen wird das Arbeitsmittel über ein Expansionsorgan (Expansionsventil) in den Verdampfer zurückgeführt. Das Arbeitsmittel wird von dem hohen Druck des Verflüssigers auf den niedrigen Druck des Verdampfers entspannt (expandiert). Beim Eintritt in den Verdampfer sind der Anfangsdruck und die Anfangstemperatur wieder erreicht. Der Kreislauf ist geschlossen und beginnt von neuem.

Komponenten einer Wärmepumpe

Verdichter

Das Herzstück einer Wärmepumpe ist der Verdichter, der für die Anhebung des Temperaturniveaus von der kalten Seite (Wärmequelle) zur warmen Seite (Heizkreis) sorgt.

Moderne vollhermetische Scroll-Verdichter unterscheiden sich von Hubkolbenverdichtern durch Langlebigkeit und hohe Laufruhe.

Durch die hermetische Abdichtung des Verdichters wird ein wartungsfreier Betrieb über viele Jahre gewährleistet.

Die Verdichtung des Arbeitsmittels erfolgt über einen Spiralverdichter (Scroll), bei dem zwei archimedische Spiralen genutzt werden.

Als Kältemittel innerhalb der Wärmepumpenkreise werden heute in der Regel R407c oder R134a eingesetzt.

Wärmetauscher

Bei Wärmepumpen werden für Verdampfer (Ausnahme: Luft-Wasser-Wärmepumpe) und für Verflüssiger vornehmlich Edelstahl-Plattenwärmetauscher eingesetzt.

Im Gegensatz zu Rohrbündel-Wärmetauschern weisen Edelstahl-Plattenwärmetauscher kein laminares, sondern ein turbulentes Strömungsbild auf. Dieses führt zu einem besseren Wärmeübertragungsverhalten.

Regelung

Neben den aus der Heizungstechnik bekannten Funktionen wie Witterungsführung, Heizkurvenauswahl, Absenk- oder Ferienbetrieb werden heute wärmepumpenspezifische Betriebs- und Fehlermeldungen im Klartext angezeigt. Große Displays, hinterlegte Hilfsmenüs, menügesteuerte Bedienungsführung zeichnen die bedienerfreundlichen Regelungen aus.

Wärmequellen

Aussenluft direkt

Art der Erschliessung:

Aussenluft wird mit Hilfe eines Ventilators über den Verdampfer gesaugt. Dabei wird ihr die erforderliche Wärme entzogen und an das Kältemittel übertragen. Die abgekühlte Luft wird danach wieder ins Freie gefördert.

Innenaufstellung:	komplette Wärmepumpe im Haus
Aussenaufstellung:	komplette Wärmepumpe im Freien
Splitaufstellung:	Verdampfer im Freien, Wärmepumpe im Haus

Temperaturniveau:

Entsprechend dem Verlauf der Aussentemperatur. Mittelwert während der Heizperiode ca. +6 °C. Jahresmittelwert ca. +12 °C. Einsatzgrenze der Wärmepumpe beachten: Aussentemperaturen von -15 °C bis +35 °C.

Wärmeentzugsleistung:

Pro 1000 m³/h Aussenluft ca. 3 bis 4 kW.

Jahresarbeitszahl mit Fussbodenheizung:

2,7 3,3

Besondere Hinweise

- Betriebsgeräusche im Freien.
- Nicht empfehlenswert für sehr kalte Regionen mit Auslegungstemperaturen unter -12 °C und über 700 m über Meer.
- Luft-Wasser-Wärmepumpen immer mit Energie-Speicher und Elektro-Zusatzheizung auslegen.
- Kondensatablauf mit Heizband gegen Frost schützen
- Bei Luft-Wasser-Wärmepumpen sollten grundsätzlich nur Elektro-Wassererwärmer eingesetzt werden!

Erdreich mit Erdsonde

Art der Erschliessung:

Soledurchflossene vertikale Erdsonden aus Rohr-in-Rohrsystemen oder Doppel-U-Rohr. Sonden mit 30 bis 100 m Tiefe.

Die Bohrlöcher (mit Einbringung der Sonde und Dichtigkeitsprüfung) werden von spezifisch ausgerüsteten Bohrfirmen hergestellt. Monoenergetische Betriebsweise empfohlen.

Temperaturniveau:

Die Soletemperatur ist im wesentlichen abhängig von der Entzugsleistung.

Die kältesten Temperaturen stellen sich zeitverzögert im Februar ein, je nach Auslegung 0 °C bis -5 °C. Ab März beginnt die Regeneration. Die mittlere Soletemperatur während der Heizperiode liegt bei ca. +5 °C.

Wärmeentzugsleistung:

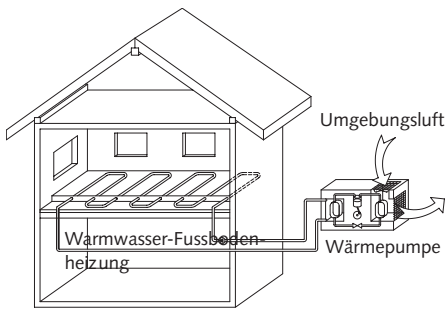
Min. 20 W/m bei Lockergestein

Max. 70 W/m bei Granit, Gneis

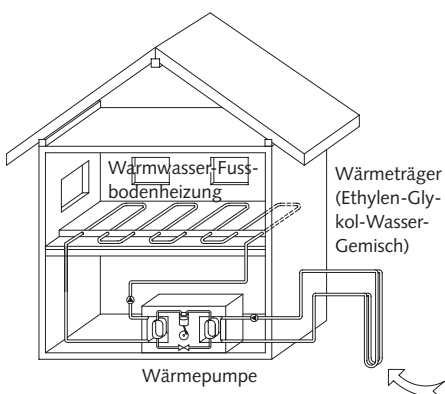
Richtwert 50 W/m

Jahresarbeitszahl mit Fussbodenheizung:

3,3 3,8



Schematische Darstellung einer Luft-Wasser-Wärmepumpen-Heizungsanlage



Schematische Darstellung einer Erdwärmesonden Heizungsanlage

Besondere Hinweise

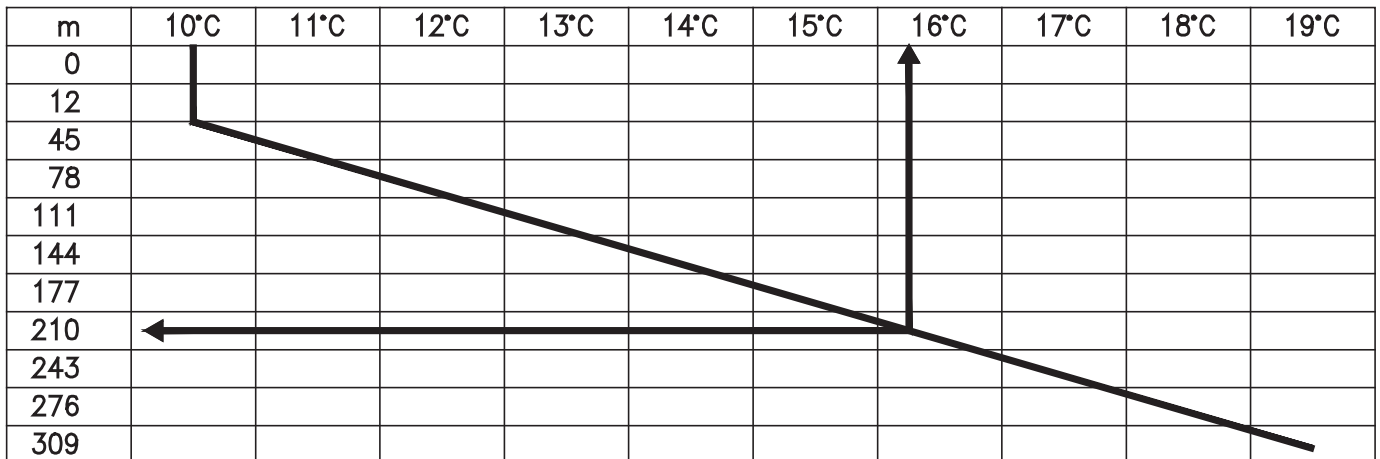
- Die erforderliche Bohrtiefe und die Anzahl der Sonden wird von der Bohrfirma vor Ort anhand einer Probebohrung ermittelt.
- Sondenabstand mindestens 5 m.
- Sonden- und Wärmepumpenanlage auf max. 1800 Betriebsstunden bzw. 80 kWh/m jährlich auslegen.
- Bei Einzelraumregulierung **muss** immer ein Energie-Speicher eingesetzt werden.
- Bewilligung erforderlich!

Wärmeinhalt / Bohrtiefen

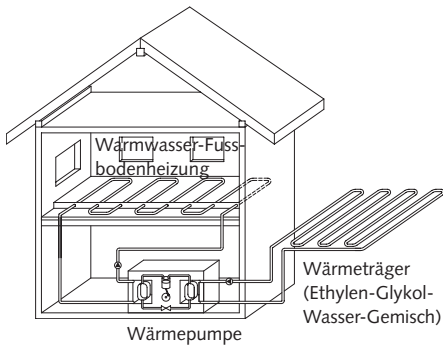
Untergrund	Entzugsleistung W/m	Sondenlänge pro kW Heizleistung (m)
Lockergestein trocken	20	36
Festgestein	50	14
Festgestein mit hoher Wärmeleitfähigkeit	70	10
Kies, Sand / trocken	< 20	> 36
Ton, Lehm / feucht	30–40	18–24
Kalkstein, massiv	45–60	12–16
Sandstein	55–65	11–13
Granit	55–70	10–13
Basalt	35–55	13–20
Gneis	60–70	10–16

Geothermischer Gradient

Betrachtet man den Wärmeverlauf in umgekehrter Reihenfolge, das heisst von der Erdoberfläche zurück zum Erdinnern, so lässt sich generell aussagen, dass **pro 33 m Tiefenzunahme rund 1 °C Wärmezugabe** registriert werden kann (Geothermischer Gradient).



Erst ab 12 m kann mit konstanten Temperaturen von ca. 10 °C (abhängig vom Bodensubstrat, geographischer Höhenlage und Wassergehalt) gerechnet werden.



Schematische Darstellung einer Erdreichwärmepumpen-Heizungsanlage

Erdreich mit Flächenkollektor

Art der Erschliessung:

Soledurchflossene horizontale Rohrschlangen aus Kunststoff (PE) in ca. 1,2 m bis 1,5 m Tiefe im Erdreich verlegt. Bei der aufgenommenen Wärme handelt es sich im wesentlichen um gespeicherte Sonnenenergie und zudem um aus Luft und Regen zugeführte Energie. Der Wärmestrom, der aus der Erde von unten zuströmt ist kleiner als 1 W/m^2 .

Temperaturniveau:

Die Erdreichtemperatur ist im wesentlichen abhängig von der Wärmeentzugsleistung. Die kältesten Temperaturen stellen sich zeitverzögert im Februar ein, je nach Auslegung $-5 \text{ }^\circ\text{C}$ (Sole). Ab März beginnt die Regeneration. Die mittlere Soletemperatur während der Heizperiode liegt bei ca. $+2 \text{ }^\circ\text{C}$.

Wärmeentzugsleistung:

Die Entzugsleistungen für das Erdreich liegen dabei zwischen ca. 10 und 35 W/m^2 .

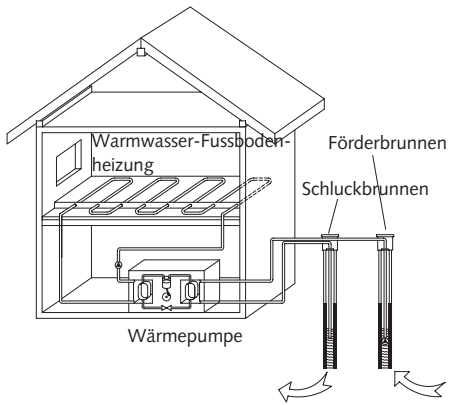
Trockener sandiger Boden	$q_E = 10$ bis 15 W/m^2
Feuchter sandiger Boden	$q_E = 15$ bis 20 W/m^2
Trockener lehmiger Boden	$q_E = 20$ bis 25 W/m^2
Feuchter lehmiger Boden	$q_E = 25$ bis 30 W/m^2
Grundwasserführender Boden	$q_E = 30$ bis 35 W/m^2

Jahresarbeitszahl mit Fußbodenheizung:

3,0 3,5

Besondere Hinweise

- Geeignetes Frostschutzmittel bis $-20 \text{ }^\circ\text{C}$ einsetzen. Verlegetiefe ca. 20 cm unter der Frostgrenze.
- Verlegeabstand min. 50 cm. Rohrlänge pro Kreis max. 100 m bei DN 32.
- Keine unzugänglichen Rohrverbindungen im Erdreich. Alle Kreise gleiche Länge.
- Bei Einzelraumregulierung **muss** immer ein Energie-Speicher eingesetzt werden.



Schema einer Grundwasser-Wärmepumpen-Heizungsanlage

Grundwasser

Art der Erschliessung:

Über eine Tauchpumpe wird aus dem Förderbrunnen (Bohrtiefe bis 15 m) Grundwasser entnommen über den Verdampfer der Wärmepumpe geleitet und abgekühlt. Über den Schluckbrunnen wird es wieder zurückgeführt. Monovalente Betriebsweise ist möglich.

Temperaturniveau:

Ganzjährig ca. 7 bis 12 °C.

Wärmeentzugsleistung:

Pro 1 m³/h Grundwasser ca. 5 bis 6 kW
Volumenstrom = 50 % vom Maximalwert

Jahresarbeitszahl mit Fussbodenheizung:

3,7 4,2

Besondere Hinweise

- Der Abstand zwischen Förder- und Schluckbrunnen sollte mindestens 10 m betragen (Vermeidung von Kurzschlüssen).
- Temperaturabsenkung max. 6 K.
- Zu- und Ableitung des Grundwassers frostsicher mit Gefälle zum Brunnen.
- Die Ergiebigkeit und Wasserqualität des Brunnens sind im Vorfeld durch Pumpversuche zu ermitteln.
- Bewilligung erforderlich!
- Wasserqualität beachten!

Bezeichnungen von Wärmepumpen

Abhängig von den Wärmeträgermedien auf der Wärmequellenseite (Verdampfer) und auf der Verflüssigerseite werden die Wärmepumpen bezeichnet.

Bezeichnung	Verdampfer	Verflüssiger	Beispiel für Kurzbezeichnung
Luft-Wasser	Aussenluft	Heizwasser	A2* / W35**
Wasser-Wasser	Grundwasser	Heizwasser	W10 / W35
Sole-Wasser	Sole	Heizwasser	B0 / W35
Luft-Luft	Aussenluft	Zuluft	A20 / A35

* Eintrittstemperatur in den Verdampfer 2 °C

** Austrittstemperatur am Verflüssiger 35 °C

A = AIR (Luft)

B = BRINE (Sole)

W = WATER (Wasser)

Betriebsarten

Folgende Betriebsweisen sind möglich:

monovalent	nur Wärmepumpe
bivalent	Wärmepumpe und Heizkessel
monoenergetisch	Wärmepumpe und elektrische Zusatzheizung

Die Entscheidung für die richtige Betriebsweise hängt gleichzeitig von der möglichen Wärmequelle ab – Erdreich, Wasser oder Luft.

Niedertemperatur-Heizsysteme, vor allem Fussbodenheizungen, eignen sich besonders gut, um Wärmepumpenanlagen zu betreiben.

Es sollte eine maximale Vorlauftemperatur von 35 °C angestrebt werden.

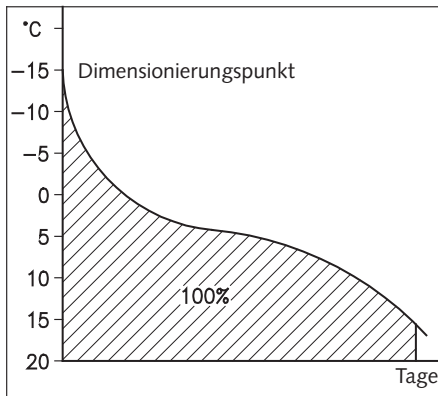
Je niedriger die erforderliche Vorlauftemperatur ist, um so besser wird die Jahresarbeitszahl der Anlage.

Monovalente Betriebsart

Die Wärmepumpe dient als alleiniger Wärmeerzeuger. Kommt hauptsächlich bei Sole-Wasser- und Wasser-Wasser-Wärmepumpenanlagen zum tragen.

Die monovalente Wärmepumpe deckt den Wärmebedarf des Gebäudes allein. Selbst bei tiefen Aussentemperaturen liefert die Wärmequelle ausreichend Energie.

Der Dimensionierungspunkt muss auf die niedrigste Aussentemperatur gelegt werden. Der Deckungsgrad beträgt 100 %.



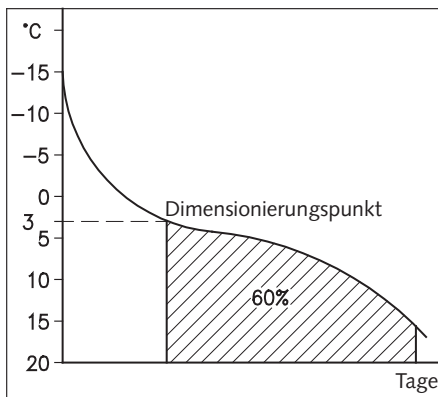
Bivalente Betriebsart

Neben der Wärmepumpe gibt es einen zweiten Wärmeerzeuger, der bei tiefen Aussentemperaturen die Beheizung des Gebäudes unterstützt.

Die **bivalent – alternative** Betriebsweise wird gewählt, wenn hohe Vorlauf- und Rücklauftemperaturen notwendig sind oder der Wärmestrom aus der Wärmequelle nur bis zu einem gewissen Grad ausreicht. Es heizt entweder die Wärmepumpe oder der zweite Wärmeerzeuger. Der zweite Wärmeerzeuger geht dann in Betrieb, wenn die Wärmepumpe die Heizlast nicht mehr alleine decken kann. Diesen Betriebspunkt bezeichnet man als Bivalenzpunkt und die zugehörige Aussentemperatur als Bivalenztemperatur.

Der Dimensionierungspunkt (Bivalenzpunkt) hängt von der Heizanlage und /oder der Wärmequelle ab.

Der Deckungsgrad beträgt ca. 60 %.

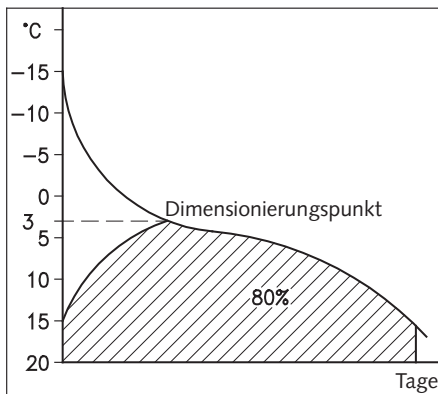


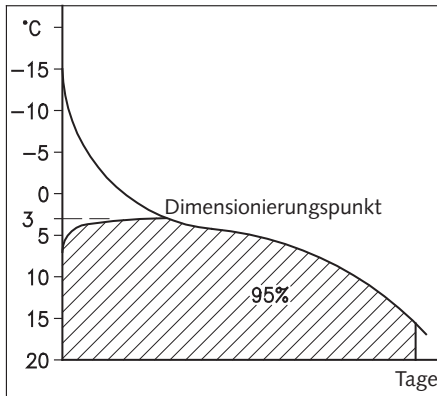
Bei **bivalent – parallelem** Betrieb sind die Wärmepumpe und der zweite Wärmeerzeuger ab einer bestimmten Aussentemperatur (z.B. +3 °C) gemeinsam in Betrieb.

Diese Betriebsweise kommt meist im Altbaubereich in Verbindung mit Luft-Wasser-Wärmepumpen zum Einsatz, wobei hier auch der meist vorhandene Wärmeerzeuger weiter genutzt werden kann.

Der Dimensionierungspunkt hängt von der Heizanlage und /oder der Wärmequelle ab, typische Werte liegen hier zwischen +3 °C und -3 °C.

Der Deckungsgrad beträgt ca. 80 %.





Monoenergetische Betriebsart

Die monoenergetische Betriebsweise entspricht vom Verhalten her der bivalenten Betriebsweise. Der zusätzliche Wärmeerzeuger ist jedoch kein Öl- oder Gaskessel, sondern eine Elektroheizung, meist in Form eines Elektroheizstabes im Pufferspeicher (Energiespeicher).

Die elektrische Zusatzheizung unterstützt die Wärmepumpe nur an wenigen sehr kalten Tagen zur Deckung des Wärmebedarfs.

Die Wärmepumpen-Steuerung stellt sicher, dass die Zusatzheizung nicht länger in Betrieb ist als unbedingt erforderlich.

Der Anteil der Jahresheizarbeit der Wärmepumpe ist ebenso wie beim bivalenten Betrieb äusserst hoch und liegt in der Regel bei > 95 %.

Die Wärmepumpenleistung sollte so gewählt werden, dass der Dimensionierungspunkt (Bivalenzpunkt) zwischen -2 °C und -7 °C liegt.

Kenngrossen von Wärmepumpen

Leistungszahl ϵ (Epsilon)

Die Leistungszahl ϵ ist das Verhältnis von der an das Heiznetz abgegebenen Wärmeleistung zu der aufgenommenen elektrischen Leistung des Verdichter-Antriebsmotors bei einem bestimmten Betriebspunkt.

$$\epsilon = \frac{\text{Wärmeleistung (Verflüssiger) in kW}}{\text{Elektrische Leistung (Verdichter) in kW}}$$

Bei der Berechnung der Leistungszahl wird die elektrische Leistungsaufnahme der Heizungsumwälzpumpe und der quellenseitigen Förderpumpe (bei Wasser-Wasser- bzw. Sole-Wasser-Wärmepumpen) nicht berücksichtigt. Sie bewerten somit nur die Qualität des Wärmepumpen-Kreisprozesses. Ausnahme: Die Leistungszahlen von Luft-Wasser-Wärmepumpen beinhalten meistens die Antriebsleistung des Ventilators jedoch keinen Leistungsanteil für das Abtauen des Verdampfers bei bestimmten Aussentemperaturverhältnissen.

COP-Werte nach DIN EN 255

Aussagekräftiger ist die Kenngrösse **COP** (Coefficient of Performance), die auch die elektrische Leistung der Hilfsaggregate mit einbezieht.

$$\text{COP} = \frac{\text{Wärmeleistung (Verflüssiger) in kW}}{\text{Elektrische Leistung (Verdichter + Hilfsenergie) in kW}}$$

Beispiel: **14,9 kW Heizenergie**
2,76 kW Strom

COP-Wert 5,4

COP = Heizleistung : elektrische Leistungsaufnahme

Die COP-Werte werden von unabhängigen und akkreditierten Wärmepumpenprüfstellen wie z.B. die Interstaatliche Hochschule für Technik NTB, 9471 Buchs / SG, messtechnisch nach DIN EN 255 ermittelt. **Der COP-Wert ist ein Gütekriterium der Wärmepumpe.** Je höher desto besser.

Je geringer der Temperaturunterschied zwischen Wärmequelle und Heizsystem desto höher ist der COP-Wert und die Leistungszahl.

Jahresarbeitszahl β (Beta)

Diese wird aus dem Verhältnis der über das gesamte Jahr an das Heiznetz und an das Warmwasser abgegebenen Energie (in Form von Wärme) zur gesamten aufgenommenen elektrischen Energie (einschliesslich Hilfs- bzw. Zusatzenergie) gebildet. Diese Kenngrösse ist vergleichbar mit dem Jahreswirkungsgrad einer Heizungsanlage.

$$\beta = \frac{\text{Wärmeabgabe (Heizung + Warmwasser) in kWh/a}}{\text{aufgen. elektr. Energie (Verdichter, Solepumpe, Heizstab) in kWh/a}}$$

Viele Einflussgrössen wirken sich direkt auf die Jahresarbeitszahl aus.

Einflussgrösse auf die Jahresarbeitszahl

Einflussgrösse	Wirkung
■ Niedrige Auslegungs-Vorlauftemperatur des Heizsystemes	++
■ Niedrige Wärmequellentemperatur durch falsche Auslegung	--
■ Hoher Druckverlust im Fördersystem der Wärmequelle (z.B. zu klein dimensionierte Leitungen im Solekreislauf)	-
■ Wärmepumpe mit hohem COP-Wert (Gütesiegel)	++
■ Warmwassererwärmung (Wassererwärmer) ausschliesslich über Elektroheizstab	--

(++ starke Verbesserung / + Verbesserung / -- starke Verschlechterung / - Verschlechterung)

Pufferspeicher / Energiespeicher

Der Einsatz von Pufferspeichern ist zu empfehlen, um eine optimierte Laufzeit und damit verbunden eine Steigerung der Jahresarbeitszahl zu erreichen. Sie dienen zur hydraulischen Entkoppelung der Volumenströme im Wärmepumpen- und Heizkreis. Da die Heizleistung der Wärmepumpe nicht immer identisch mit dem derzeitigen Wärmebedarf ist, wird durch Einsatz eines Pufferspeichers ein ausgeglichener Betrieb erreicht, d.h. ein Taktbetrieb der Wärmepumpe wird vermieden. Wird z.B. der Volumenstrom im Heizkreis über Thermostatventile reduziert, so bleibt der Volumenstrom im Wärmepumpenkreis konstant.

Das Volumen des Pufferspeichers muss so gross gewählt werden, das die Sperrzeiten überbrückt werden können, um das Auskühlen des Gebäudes zu verhindern. Dieses ist besonders bei Wärmeverteilsystemen ohne zusätzliche Speichermasse (z.B. Radiatoren) zu beachten. Bei einem Fussboden-Heizsystem übernimmt der Unterlagsboden einen Teil der Wärmespeicherung.

Überschlagsmässig kann der Pufferspeicher unter der verzögerten Gebäudeauskühlung wie folgt ausgelegt werden:

$$V_{HP} = Q_G \times (60 - 80 \text{ Liter})$$

V_{HP} = Volumen Pufferspeicher in Liter

Q_G = Leistungsbedarf des Gebäudes in kW

Bestehen keine Sperrzeiten, so reicht für eine reine Laufzeitoptimierung der Wärmepumpe ein Speichervolumen aus von:

$$V_{HP} = Q_G \times (20 - 25 \text{ Liter})$$

Brauchwarmwasser

Die Brauchwassererwärmung stellt im Vergleich zur Heizwärmebereitstellung grundlegend andere Anforderungen, da sie ganzjährig mit etwa gleichbleibender Wärmemenge und auf gleichem Temperaturniveau betrieben wird. Nach Möglichkeit sollte die Brauchwassererwärmung im abgesenkten Betrieb erfolgen. Dann steht die Heizleistung der Wärmepumpe am Tag hauptsächlich für Heizzwecke zur Verfügung.

Die Domotec-Doppelmantelwassererwärmer erfüllen die Anforderungen an eine komfortable und wirtschaftliche Brauchwassererwärmung in jeder Hinsicht.

Bei Luft-Wasser-Wärmepumpen sollten grundsätzlich nur Elektro-Wassererwärmer eingesetzt werden!

Auslegung von Wärmepumpen

Bei monovalentem Betrieb muss die Wärmepumpenanlage als einziger Wärmeerzeuger den gesamten Wärmebedarf des Gebäudes decken.

Um die erforderliche Heizleistung zu bemessen, sind gegebenenfalls Zuschläge für Sperrzeiten der Elektrizitätswerke zu berücksichtigen.

Die Stromzufuhr kann z.B. für 3 x 2 Stunden innerhalb 24 Stunden unterbrochen werden. Aufgrund der Gebäudeträgheit bleiben bei der Dimensionierung des Leistungszuschlages 2 Stunden Sperrzeit unberücksichtigt.

Überschlägige Ermittlung der Heizlast auf Basis der beheizten Fläche:

Die beheizte Fläche (in m²) wird mit folgender spezifischer Heizlast multipliziert:

■ Passivhaus	10 W/m ²
■ Niedrigenergiehaus	40 W/m ²
■ Neubauten gemäss heutigen Vorschriften	50 W/m ²
■ Gut wärmedämmte bestehende Wohnhäuser	50–60 W/m ²
■ Haus (normale Wärmedämmung)	80 W/m ²
■ Älteres Haus ohne besondere Wärmedämmung	120 W/m ²

Beispiel:

- Neubau Fläche 180 m²
- Berechneter Leistungsbedarf 9 kW
- Sperrzeit 3 x 2 Std. bei minimaler Aussentemperatur
Bei 24 Stunden ergibt sich so ein Tages-Heizwärmebedarf von:
9 kW x 24 h = 216 kWh

Um den maximalen Tages-Heizwärmebedarf zu decken, stehen aufgrund der Sperrzeiten von 3 x 2 Std. nur 18 h/Tag zur Verfügung. Wegen der Gebäudeträgheit bleiben 2 Stunden unberücksichtigt.

$$216 \text{ kWh}/20 \text{ h} = 10,8 \text{ kW}$$

Rein rechnerisch ist eine Wärmepumpe mit einer Heizleistung von 10,8 kW ausreichend. Die Leistung der Wärmepumpe müsste bei einer Sperrzeit von 3 x 2 Stunden pro Tag also um 17 % erhöht werden.

Wärmeleistung für die Wassererwärmung

Der Warmwasserverbrauch wie auch die Wahl des Systems bestimmen die erforderlichen Zuschläge. Für ein Einfamilienhaus mit 2 bis 4 Personen kann mit einem Zuschlag von 750–1000 Watt zur Nennleistung der Wärmepumpe gerechnet werden.

Weitere Punkte zur Auslegung von Wärmepumpen finden Sie im Merkblatt «Dimensionierung von Wärmepumpen / Bundesamt für Energie».

Ermittlung der Heizleistung aus dem Energieverbrauch von Öl- oder Gaskessel.

Die erforderliche Heizleistung kann aufgrund des jährlichen Brennstoffverbrauches mit folgender Formel berechnet werden. Die Berechnung basiert auf 20 °C Raumtemperatur.

Mittelland**Mit** Warmwasser ¹⁾

$$Q_H = \frac{\text{Verbrauch}^{3)}}{300^{4)}}$$

Ohne Warmwasser ²⁾

$$Q_H = \frac{\text{Verbrauch}^{3)}}{265^{4)}}$$

über 800 m ü.M.**Mit** Warmwasser ¹⁾

$$Q_H = \frac{\text{Verbrauch}^{3)}}{330^{4)}}$$

Ohne Warmwasser ²⁾

$$Q_H = \frac{\text{Verbrauch}^{3)}}{295^{4)}}$$

Q_H = erforderlicher Heizleistungsbedarf bei Auslegetemperatur (kW)

1) = Warmwasserbereitung ganzjährig Kessel

2) = Warmwasserbereitung ganzjährig elektrisch

3) = in Liter Öl

(1 kg Öl entspricht ca. 1,19 Liter)

(1 Betriebs-m³ Gas entspricht ca. 0,93 Liter Öl)

4) = Dimensionierungsfaktor

Die genaue Berechnung des Norm-Gebäudewärmebedarfs erfolgt wie bei allen Heizungssystemen nach SIA 384/2 und wird durch den Heizungsplaner berechnet.

Bei Wärmepumpenanlagen ist eine genaue Dimensionierung des Wärmebedarfs besonders wichtig, da zu gross gewählte Geräte oft mit unverhältnismässig hohen Anlagekosten verbunden sind.

Überdimensionierungen sind deshalb unbedingt zu vermeiden!

Bewilligungen

Als Wärmequellen können genutzt werden:

- Aussenluft

Die Nutzung der Wärmequelle Aussenluft unterliegt bzgl. der Berechtigung zur Abkühlung der Aussenluft keiner gesetzlichen Regelung.

Kantonale und örtliche Vorschriften beachten (Baugesuch). Die abgegebene, abgekühlte Luft kann zur Belästigung (Geräusche) der Nachbarn führen.

- Erdreich

Die Entnahme von Wärme durch im Boden verlegte Rohrleitungen (Erdsonde / Erdregister), die mit einem Mittel zum Wärmetransport gefüllt sind, benötigen eine Bewilligung durch den Kanton.

- Grundwasser

Die Förderung von Grundwasser als Wärmequelle für eine Wärmepumpe und die Wiedereinleitung des abgekühlten Grundwassers benötigt eine Bewilligung durch den Kanton.

Die Wärmequelle muss zu jeder Zeit die erforderliche Wärmemenge mit einer möglichst hohen Temperatur liefern können.

Die chemische und physikalische Unbedenklichkeit der Wärmequelle muss immer gewährleistet sein, da sonst die Gefahr von Korrosion besteht.

Wasserbehandlung

- Altanlagen müssen vor dem Füllen gut durchgespült werden.

- Die Wasserbeschaffenheit muss mindestens einmal jährlich kontrolliert werden.

Wasser-Wasser-Wärmepumpen

Falls folgende Grenzwerte nicht eingehalten werden, muss eine indirekte Nutzung geplant werden:

- pH-Wert >7

- Eisenoxidgehalt < 0,15 mg/l

- Mangangehalt < 0,1 mg/l

- keine festen Schwebestoffe

Praktisch alle Wärmequellen – ausser private Abwässer und Aussenluft (Baubewilligung) – brauchen eine Bewilligung der zuständigen kantonalen Behörde. Unter Angabe des geplanten Anlagestandortes (Koordinaten) sind Auskünfte beim kantonalen Gewässerschutzamt einzuholen.

Anlageplanung

Zur Auslegung von Wärmepumpen-Anlagen müssen folgende Punkte des Gebäudes vorhanden sein:

- maximaler Wärmebedarf gemäss Berechnung nach SIA 384/2 oder gemäss Diagnose der bestehenden Anlage
- Bestimmung der Heizflächentemperatur
- Wärmequelle festlegen (Luft-Wasser / Sole-Wasser / Wasser-Wasser)
- Betriebsweise festlegen (monovalent / bivalent alternativ / bivalent teilparallel / bivalent parallel / monoenergetisch)
- Auslegung der Wärmepumpe nach dem Wärmebedarf und der Betriebsweise
- elektrische Anschlussbedingungen (Sperrzeiten)
- Einbindung der Wärmepumpe an das Heizsystem
- Wassererwärmung
- allgemeine Vorschriften und Richtlinien

Vorschriften und Richtlinien

Folgende Gesetze, Normen, Vorschriften und Verordnungen sind bei der Installation und dem Betrieb von Wärmepumpen-Anlagen zu beachten:

- Technische Dokumentation, Montageanleitung der Firma Domotec AG, Aarburg

Umwelt

- kantonale und örtliche Vorschriften
- Stoffverordnung (Bund)
 - Umgang mit Kältemittel Art. 45 StoV vom 9. Juni 1986
- Liste der Kältemittel nach VWF-Verordnung Art. 8 vom 1. Juli 1998
- Verordnung über Unfallverhütung Art. 7 und 8 VUV vom 19. Dezember 1983
- Lärmschutzverordnung vom 15. Dezember 1986 Art. 33
- SN EN 378-1 Kälteanlagen und Wärmepumpen
- SN EN 13 136 Kälteanlagen und Wärmepumpen
- Bundesgesetz über den Wasserbau vom 21. Juni 1991
- Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer GSchG 24. Januar 1991
- Gewässerschutzverordnung GSchV vom 28. Oktober 1998

Elektroanschluss

- Empfehlung VSE über den Anschluss von Wärmepumpen
- Vorschriften der örtlichen Elektrizitätswerke
 - Für den Betrieb einer Wärmepumpe ist eine Bewilligung der zuständigen Elektrizitätswerke notwendig.

Planung und Ausführung

- Schweizer Norm SN 253130 Anforderung in Bezug auf den Aufstellort
- SWKI-Richtlinien Wasserbeschaffenheit für Heizungs-, Dampf-, Kälte und Klimaanlage
- SWKI-Richtlinien Wärmepumpen-Anlagen
- SWKI-Richtlinien hydraulische Schaltungen von Wärmepumpen-Heizungen
- SWKI-Richtlinien Auswahl und Einsatz von Wärmepumpen-Anlagen und Wärmepumpen-Komponenten
- SWKI-Richtlinien sicherheitstechnische Einrichtungen für Heizanlagen
- Berechnung gemäss SIA 384/2
- WP Merkblätter 1–7 Fördergemeinschaft Wärmepumpen Schweiz FWS
- Wärmepumpen-Checklisten 1–8 Fördergemeinschaft Wärmepumpen Schweiz FWS

Bivalente Anlagen

- kantonale und örtliche Feuerpolizeivorschriften
- Brandschutzvorschriften VKF
- LRV-Vorschriften
- Der Stand der Technik (einschliesslich der relevanten Normen) muss eingehalten werden.

Elektroinstallation

Allgemeines

Der Stromverbrauch für Wärmepumpen wird meist nach einer Sonderregelung für Wärmepumpen abgerechnet, jedoch ist auch die Verrechnung nach den allgemeinen Tarifen möglich.

Um eine sichere und störungsfreie Stromversorgung zu gewährleisten, muss vorher bei dem zuständigen Elektrizitätsversorgungsunternehmen (EW) eine Genehmigung für den Betrieb der Wärmepumpen eingeholt werden. Im allgemeinen steht der Zustimmung nichts im Wege, wenn die Bestimmungen zum Betrieb für Wärmepumpen nach den zur Zeit gültigen technischen Anschlussbedingungen eingehalten werden.

Anmeldeverfahren

Zur Beurteilung der Auswirkungen des Wärmepumpenbetriebes auf das Versorgungsnetz des EW werden folgende Angaben benötigt:

- Anschrift des Betreibers
- Einsatzort der Wärmepumpen
- Bedarfsart nach allgemeinen Tarifen (Haushalt, Landwirtschaft, gewerblicher, beruflicher und sonstiger Bedarf)
- geplante Betriebsweise der Wärmepumpen (bivalent-alternativ, unterbrechbar oder durchlaufend)
- Hersteller der Wärmepumpe
- Typ der Wärmepumpe
- elektrische Nennanschlussleistung in kW bezogen auf die vorgesehene Betriebsweise (A7/W35, BO/W35, W10/W35)
- maximaler Anzugsstrom ohne Anlaufhilfe in Ampere (Herstellerangabe)
- maximaler Anzugsstrom mit Anlaufhilfe in Ampere (Herstellerangabe, falls vorhanden)
- Norm-Gebäudeheizlast in kW

Mess- und Steuereinrichtung

Bei der Installation von Wärmepumpenanlagen sind zur Erfassung der elektrischen Arbeit der Wärmepumpen zwei zusätzliche Zählerplätze erforderlich:

- ein Platz zur Aufnahme des Elektrizitätszählers (Ein- oder Zweitarifzähler)
- ein Platz für einen Tonfrequenz-Rundsteuerempfänger (TRE) bzw. eine Schaltuhr

Stromkreis-Trennung

Für bivalent und monovalent-unterbrechbar betriebene Wärmepumpen muss die Stromversorgung zeitlich unterbrochen werden können. Dazu sind für die Versorgung der Wärmepumpe zwei Stromkreise erforderlich:

- ein «gesteuerter Hauptstromkreis» (Wärmepumpenzähler) für den Verdichter und den Antrieb der Wärmequellenanlage (Ventilator, Sole- bzw. Grundwasserpumpe).
Für die Steuerung dieses Stromkreises ist ein plombierbarer Freigabeschütz über dem Wärmepumpenzähler anzubringen
- ein «ungesteuerter Stromkreis» (Haushaltszähler) für den Anschluss von Hilfseinrichtungen, die auch bei abgeschaltetem Hauptstromkreis weiterbetrieben werden müssen:
 - Regelung der gesamten Heizungsanlage
 - Umwälzpumpen für Heizung und Warmwasser

Tarifumschaltung

Die Umschaltung von Hochtarif auf Niedertarif und umgekehrt wird gegebenenfalls vom Rundsteuerempfänger oder einer Tarifschaltuhr durchgeführt. Die Schalteinrichtung wird vom EW gestellt und in der Regel auf den dafür vorgesehenen Platz montiert.

Umschaltung auf einen zweiten Wärmeerzeuger (bivalente Anlage)

Die Einrichtung zur Umschaltung von Wärmepumpenbetrieb auf den zweiten Wärmeerzeuger und umgekehrt muss zwei Funktionen erfüllen:

1. Umschaltung aus tariflichen Gründen. Diese Umschaltung ist unabhängig von der übrigen Regelung der Heizungsanlage. Sie wird in der Regel durch Tonfrequenz Rundsteuerempfänger (TRE) oder durch eine aussentemperaturgeführte Umschalteinrichtung vorgenommen.
2. Umschaltung in Abhängigkeit von der Wärmepumpenheizleistung und der momentan geforderten Gebäudeheizlast.

Diese Umschalteinrichtung ist unabhängig von der tariflichen Umschaltung und muss Bestandteil der Wärmepumpenregelung sein. Sie muss so eingestellt werden, dass bei nicht mehr ausreichender Wärmeleistung der Wärmepumpe der zweite Wärmeerzeuger automatisch die Wärmebedarfsdeckung übernimmt.

Begriffe

Begriff	Erklärung
Abtauen	Beseitigung eines Reif- oder Eisansatzes am Verdampfer der Luft-Wasser - Wärmepumpe durch Wärmezufuhr.
Aquifer	Der Teil eines Grundwasserleiters der Grundwasser gefüllt ist.
Arbeitsmedium / Arbeitsmittel	Spezieller Begriff für Kältemittel in Wärmepumpen-Anlagen.
Bivalent alternative Betriebsweise	Ausser der Wärmepumpe steht noch ein zweiter Wärmeerzeuger mit Strom, Gas oder Öl als Energieträger zur Verfügung. Dieser geht in Betrieb, wenn die Wärmepumpe die Heizlast nicht mehr alleine decken kann. Diesen Betriebspunkt bezeichnet man als Bivalenzpunkt und die zugehörige Aussentemperatur als Bivalenztemperatur. Die Wärmepumpe schaltet aus.
Bivalent parallele Betriebsweise	Der zweite Wärmeerzeuger geht in Betrieb, wenn die Wärmepumpe die Heizlast nicht mehr alleine decken kann. Diese bleibt parallel dazu in Betrieb, auch am kältesten Wintertag.
Bivalent teilparallele Betriebsweise	Der zweite Wärmeerzeuger geht in Betrieb, wenn die Wärmepumpe die Heizlast nicht mehr alleine decken kann. Diese bleibt parallel dazu in Betrieb, bis eine bestimmte Einsatzgrenze (z.B. Aussentemperatur kleiner $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$) unterschritten wird. Dann schaltet die Wärmepumpe aus.
Bivalenzpunkt	Wenn die Wärmepumpe die Heizlast nicht mehr alleine decken kann und ein zweiter Wärmeerzeuger (Strom, Gas oder Öl) in Betrieb geht.
COP-Wert	Die Kenngrösse COP (Coefficient of Performance) ist aussagekräftiger als die Leistungszahl, da diese auch elektrische Leistung der Hilfsaggregate der Wärmepumpe mit einbezieht. Der COP-Wert ist ein Gütekriterium der Wärmepumpe. COP = Heizleistung : elektrische Leistungsaufnahme
Endenergiebedarf	Durch das Umwandeln von Primärenergie entsteht Endenergie (z.B. Strom, Erdgas, Heizöl). Sie ist die Energie, die an der Endverbrauchsstelle angeliefert wird. Der Endenergiebedarf ist der berechnete jährliche Verbrauch in Kilowattstunden pro Jahr (kWh/a). Der Endenergieverbrauch ist der gemessene bzw. abgerechnete Verbrauch in kWh/a. Beispiele sind Strom, Erdgas und Heizöl.

Enthalpie	Definitionsgemäss die Summe von innerer Energie und Verdrängungsarbeit. Bei Berechnungen wird immer die spezifische Enthalpie (kJ/kg) verwendet.
Expansionsorgan / Expansionsventil	Bauteil der Wärmepumpe zwischen Verflüssiger und Verdampfer zur Absenkung des Verflüssigungsdruckes auf den der Verdampfungstemperatur entsprechenden Verdampfungsdruck. Zusätzlich regelt das Expansionsorgan die Einspritzmenge des Arbeitsmediums in Abhängigkeit von der Verdampferbelastung.
Füllmenge	Die Masse des in der Wärmepumpe befindlichen Arbeitsmediums.
Gewässerschutzkarte	Enthält die Gewässerschutzbereiche, Grundwasserschutzzonen, Grundwasserschutzareale, Grundwasseraustritte (Quellen und Grundwasserfassungen).
Grundwasser	Wasser, das Hohlräume des Untergrundes (z.B. Poren, Klüfte) zusammenhängend ausfüllt.
Grundwasserkarte	Flächendarstellung über die Ausdehnung und Mächtigkeit der Grundwasservorkommen; zeigt die Lage und Ergiebigkeit der Grundwasserfassungen und Quellen, sowie mit Isohypsen, die Lage des mittleren Grundwasserspiegels.
Grundwasserleiter	Gesteinskörper, die Hohlräume enthalten und somit geeignet sind, Grundwasser weiterzuleiten.
Grundwassermächtigkeit M	Abstand zwischen Grundwasserstauer und Grundwasseroberfläche
Grundwasserschutzzonen	Dienen dem Schutz von Grundwasserfassungen (inkl. Quellfassungen), die im öffentlichen Interesse liegen.
Grundwasserspiegel	Druckmässig ausgeglichene Grenzfläche des Grundwassers gegen die Atmosphäre. Grundwasserspiegel sind in der Regel natürlichen Schwankungen unterworfen. Auf den Grundwasserkarten wird normalerweise der langjährige mittlere Grundwasserspiegel eingezeichnet.
Heizlast	Die Heizlast entspricht z.B. dem Norm-Gebäudewärmebedarf und wird in kW angegeben.
Heizleistung	Die Heizleistung ist die von der Wärmepumpe abgegebene Nutzwärmeleistung.
Ig p, h-Diagramm	Graphische Darstellung der thermodynamischen Eigenschaften von Arbeitsmedien (Enthalpie h, Druck p).
Isohypsen	Höhenlinien des Grundwasserspiegels (m. ü.M.)

Jahresarbeitszahl β	Diese wird aus dem Verhältnis der über das gesamte Jahr an das Heiznetz und an das Warmwasser abgegebene Energie (in Form von Wärme) zur gesamten aufgenommenen elektrischen Energie (Einschliesslich Hilfs- bzw. Zusatzenergie) gebildet. Diese Kenngrösse ist vergleichbar mit dem Jahresnutzungsgrad einer Heizanlage.
Kälteleistung = Verdampferleistung	Wärmestrom, der durch den Verdampfer einer Wärmepumpe entzogen wird.
Kältemittel	Stoff mit niedriger Siedetemperatur, der in einem Kreisprozess durch Wärmeaufnahme verdampft und durch Wärmeabgabe wieder verflüssigt wird.
Kreisprozess	Sich ständig wiederholende Zustandsänderung eines Arbeitsmediums durch Zufuhr und Abgabe von Energie in einem geschlossenen Kreislauf.
Leistungszahl ϵ	Die Leistungszahl ϵ ist das Verhältnis von der an das Heiznetz abgegebenen Wärmeleistung zu der aufgenommenen elektrischen Leistung des Verdichter-Antriebsmotors bei einem bestimmten Betriebspunkt. Sie bewertet somit nur die Qualität des Wärmepumpen-Kreisprozesses.
Monenergetische Betriebsweise	Im Fall der monoenergetischen Betriebsweise handelt es sich beim zweiten Wärmeerzeuger um einen Elektroheizstab oder Durchlauferhitzer.
Monovalente Betriebsweise	Die Wärmepumpe dient als alleiniger Wärmeerzeuger. Kommt hauptsächlich bei Grundwasser-Wärmepumpen zum Tragen.
Nennaufnahme (Verdichter)	Die im Dauerbetrieb unter definierten Bedingungen maximal mögliche elektrische Leistungsaufnahme der Wärmepumpe. Sie ist nur für die elektrische Installation an das Versorgungsnetz massgebend und wird vom Hersteller auf dem Typenschild angegeben.
Nutzenergie	Die Nutzenergie entspricht der Energie, die genutzt wird. Beispiele sind Raumwärme und warmes Wasser.
Nutzungsgrad	Quotient aus genutzter und dafür aufgewendeter Arbeit bzw. Wärme.
Primärenergiebedarf	Der Primärenergiebedarf entspricht der Summe aus dem Endenergiebedarf und den Umwandlungs- und Transportverlusten zur Bereitstellung der Endenergie. Beispiele sind Erdöl und Kohle.
Verdampfer	Wärmeaustauscher einer Wärmepumpe, in dem ein Wärmestrom durch Verdampfen eines Arbeitsmediums der Wärmequelle entzogen wird.

Verdichter	Maschine (Kompressor) zur mechanischen Förderung und Verdichtung von Dämpfen und Gasen. Unterscheidung nach Bauart.
Verflüssiger	Wärmeaustauscher einer Wärmepumpe, in dem ein Wärmestrom durch Verflüssigung eines Arbeitsmediums an den Wärmeträger abgegeben wird.
Wärmenutzungsanlage (WNA)	Einrichtung zur Wärmeabgabe an das Heizsystem.
Wärmepumpe	Maschine, die einen Wärmestrom bei niedriger Temperatur aufnimmt (kalte Seite) und mittels Energiezufuhr bei höherer Temperatur wieder abgibt (warme Seite). Bei Nutzung der «kalten Seite» spricht man von Kühlmaschinen, bei Nutzung der «warmen Seite» von Wärmepumpen.
Wärmepumpen-Anlagen	Gesamtanlage, bestehend aus der Wärmequellen-Anlage und der Wärmepumpen-Anlage.
Wärmepumpen-Kompaktgerät	Anschlussfertiges Gerät, bei dem der komplette Kältekreislauf mit Sicherheits- und Steuerungskomponenten hergestellt und geprüft wird.
Wärmequellen	Medium, dem mit dem Wärmepumpe Wärme entzogen wird.
Wärmequellen-Anlage (WQA)	Einrichtung zum Entzug der Wärme aus einer Wärmequelle und dem Transport des Wärmeträgers zwischen Wärmequelle und «kalter Seite» der Wärmepumpe einschliesslich aller Zusatzeinrichtungen.
Wärmeträger	Flüssiges oder gasförmiges Medium (z.B. Wasser oder Luft), mit dem Wärme transportiert wird.
Zusatzenergie	Energie, die zum Betrieb von Zusatzeinrichtungen notwendig ist.

Domotec Dienstleistungen ...



... sind ein Versprechen!

 **Kompetente Beratung**

 **Täglicher Lieferdienst**

 **5 Jahre Vollgarantie**

 **Lückenloses Sortiment**

 **Flächendeckender Kundendienst**

 **SQS** zertifiziertes Qualitätssystem ISO 9001 Reg.Nr. 11912-03

Domotec AG

Haustechnik
T 062 787 87 87

Lindengutstrasse 16
CH-4663 Aarburg

Domotec SA

Technique domestique
T 021 635 13 23

Croix-du-Péage
CH-1029 Villars-Ste-Croix

Domotec SA

Impiantistica
T 091 857 73 27

Via Baragge 13c
CH-6512 Giubiasco

Fax 0800 805 815

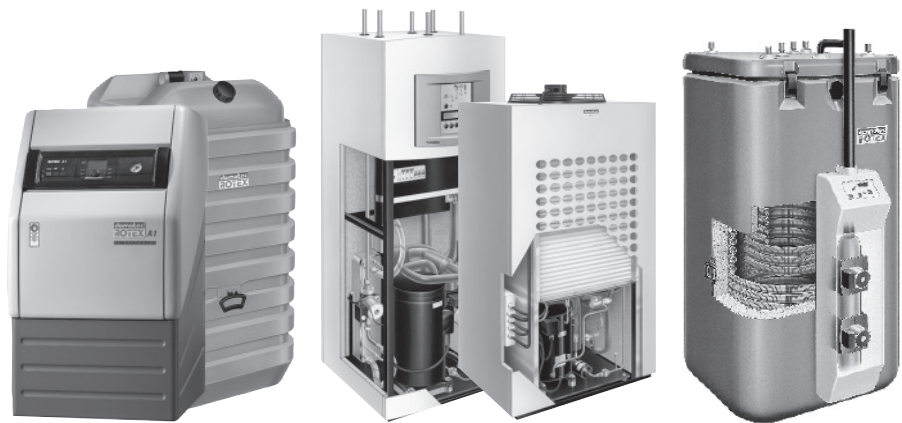
Domotec im Internet

www.domotec.ch

info@domotec.ch



Mehr als 4000 Wassererwärmer in über 300 Ausführungen und selbstregelnde Begleitheizbänder inklusive Anschluss- und Regeltechnik am Lager.



Heizkessel für Gas oder Öl, Wärmepumpen, Stückholz- und Pelletsheizung, Heizöl-Lagerung, Abgasleitungssysteme und Solaris – die umweltbewusste Wassererwärmung.