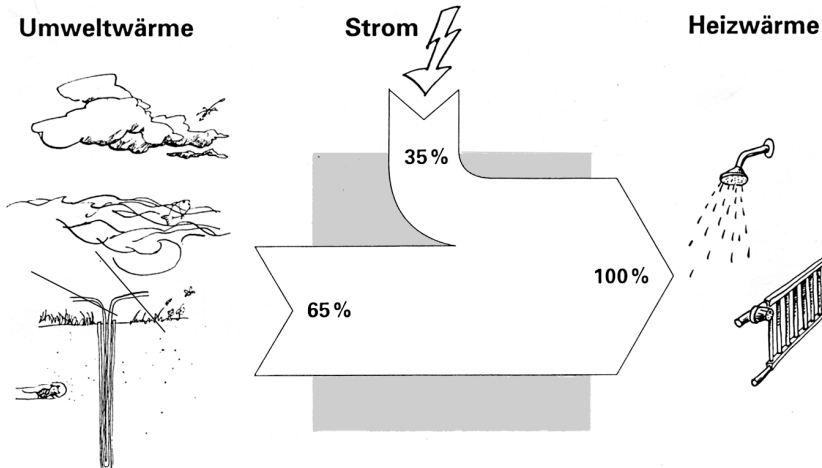
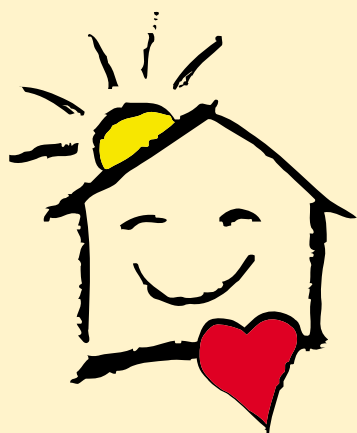


Wärmepumpen



Funktionsbeschreibung

Die Wärmepumpe (Abkürzung WP) nutzt Umweltwärme als Wärmequelle (z.Bsp. Abwärme, Grund-, Oberflächenwasser, Erdreich, Außenluft) bei niedrigen Temperaturen und gibt die Wärme nach Energiezufuhr (Antriebsenergie meist Elektrizität) bei einer höheren Temperatur wieder an das Wärmeabgabesystem (Heizkörper, Fussbodenheizung) ab.

Bei Heizsystemen ohne Speicherefähigkeit (Heizkörper mit geringem Wasserinhalt) oder bei Heizsystemen mit thermostatischen Ventilen ist ein technischer Speicher notwendig. Dadurch können die Laufzeiten verlängert und die Durchflussmenge der WP konstant gehalten werden.

1. Allgemeines

Die WP verlangt vom Planer/Installateur die Berücksichtigung von Randbedingungen. Im Vergleich mit anderen Wärmeerzeugern weist die WP einen kleineren Einsatzbereich auf. Die Heiz- und Antriebsleistungen und damit auch der Nutzungsgrad der WP variieren je nach Wärmequellen und Wärmenutzungs-Temperaturen.

Grundsätzlich gilt, je kleiner die Differenz zwischen Wärmenutzungs- und Wärmequellen-Temperatur ist, desto effizienter (bessere Leistungszahl) kann die WP betrieben werden.

2. Vorabklärungen

Vor der eigentlichen Offertstellung und Planung einer Wärmepumpenanlage sollten folgende Vorabklärungen getroffen werden:

2.1. Maximal notwendige Heizsystemtemperaturen überprüfen

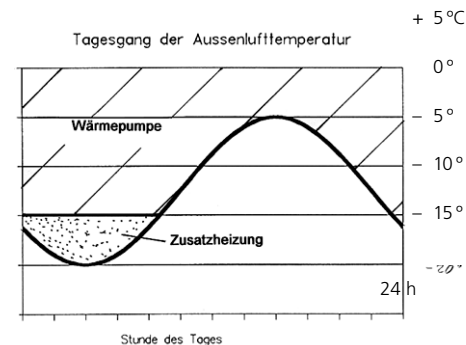
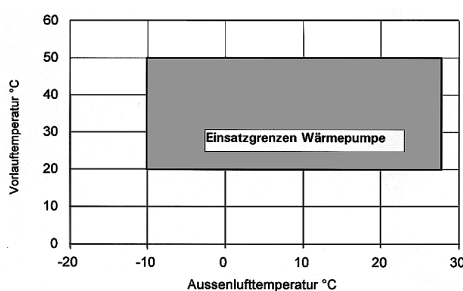
Neubauten:

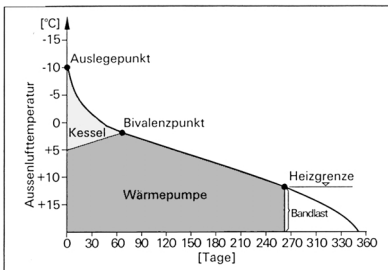
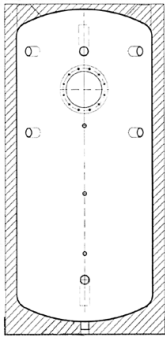
Heizfläche von Wärmeabgabesystem (Heizkörper, Fussbodenheizung) so gross wie möglich (Vorlauftemperaturen bei z.B. -10 °C tiefer als 35 °C bis 45 °C) wählen.

Umbauten:

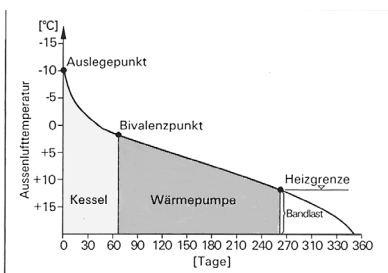
In Ordnung falls die maximale Vorlauftemperatur des Wärmeabgabesystems tiefer ca. $50\text{--}55\text{ °C}$ liegt.

Falls die maximale Vorlauftemperatur höher als ca. $50\text{--}55\text{ °C}$ liegt, soll geprüft werden wie durch bauliche Massnahmen der Wärmebedarf (Dämmung Estrichboden/Kellerdecke, Fensterersatz) reduziert werden kann.

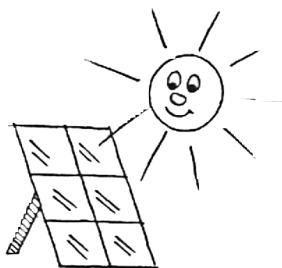




Bivalent-paralleler Betrieb



Bivalent-alternativer Betrieb



2.2. Werden alle notwendigen Bewilligungen erteilt?

- Bewilligungspflichtige Wärmequellen Wasser und Erdreich müssen durch das zuständige kantonale Amt bewilligt werden.
- Mit dem zuständigen Elektrizitätswerk so früh wie möglich Kontakt aufnehmen (Anlaufstrom, Anschlussbewilligung, Hoch-/Niedertarife, Sperrzeiten)

2.3. Welche Wärmequelle kommt in Frage?

(siehe 1c) Wärmequellen)

- Welches Temperaturniveau weist die Wärmequelle im Winter auf?
 - Welche Temperaturschwankungen weist die Wärmequelle im Winter und im Sommer (nur wenn Warmwasser im Sommer auch mit WP) auf?
- => Überprüfen ob die Einsatzgrenzen der WP bei den tiefsten und höchsten Wärmequellen-Temperaturen nicht überschritten werden, sonst muss eine Zusatzheizung (bivalent/alternative Anlage) vorgesehen werden.

2.4. Ist eine Zusatzheizung (bivalente Anlage) notwendig?

Wenn eine oder mehrere der folgenden Bedingungen nicht erfüllt sind, dann muss ein zweiter Wärmeerzeuger (Zusatzheizung) vorgesehen werden:

- Die Einsatzgrenze der WP wird durch die Wärmequelle unterschritten (z.B. Einsatzgrenze WP = -5 °C , Wärmequellentemperatur bis -15 °C) => Bivalent/alternative Anlage, d.h. kälter -5 °C => WP aus => Zusatzheizung muss eingeschaltet werden.
- Die Einsatzgrenze der WP wird durch das Wärmeabgabesystem überschritten (z.B. Einsatzgrenze WP = $+50\text{ °C}$, max. notwendige Wärmeabgabetemperatur = $+65\text{ °C}$) => ab 50 °C muss Zusatzheizung alternativ oder parallel zur WP eingeschaltet werden).
- Die Rücklauftemperatur des Wärmeabgabesystems ist zeitweise grösser als maximal zulässige Eintrittstemperatur in WP. (z.B. das Wärmeabgabesystem bringt bei kalten Ausserlufttemperaturen höhere Rücklauftemperaturen als 40 °C) => WP muss ganz umgeschaltet werden auf Zusatzheizung (Alternativbetrieb).

2.5. Ist ein Speicher notwendig?

(siehe auch Kapitel 8. Warmwasser)

Nur in folgenden Fällen kann eine WP-Anlage ohne Speicher ins Auge gefasst werden:

- Fussbodenheizungssystem mit genügender Speicherkapazität und konstantem Wasserdurchfluss (keine thermostatischen Ventile).
- Wärmequellen-Temperaturen sind konstant (Wasser oder Erdwärme) => relativ konstante Wärmepumpenleistung.
- Einheitstarif ohne Sperrzeiten

2.6. Optimalen WP - Standort suchen

- Platzbedarf für: WP (=> Revisionsöffnungen beachten), Speicher, ev. Luftkanäle, ev. Solepumpe, ev. Erdsonden (Umgebungsplan mit Leitungen PTT, Wasser, Kanalisation, Kabel-TV) ev. Erdregister vorhanden?
- Sind Zufahrtswege für ev. Bohrfahrzeuge gewährleistet?
- Sind Türbreiten und Raumhöhen gross genug zur Einbringung der WP und des Speichers?
- Sind Massnahmen zur Reduktion der Schallemissionen notwendig?
- Werden die Kälteleitungen (bei Splitanlage) so kurz wie möglich?

2.7. Werden alle kantonalen Vorschriften eingehalten?

Wärmedämmung Leitungen, Speicher Armaturen gemäss Energieverordnung

2.8. Warmwasser

Die oftmals geforderte Warmwassertemperatur von ca. $55\text{ bis }60\text{ °C}$ liegt an der oberen Einsatzgrenze der Wärmepumpe. Deshalb ist fallweise zu überprüfen ob das Warmwasser permanent oder zeitweise auf diesem Niveau gehalten werden muss. Eine allfällige Temperaturerhöhung kann dann direkt elektrisch oder im Sommer mittels einer Solaranlage erfolgen.





2.9. Kosten

- Der Kunde erwartet bei der Beratung die Gesamtkosten. Das heisst, die Investitionskosten müssen folgende Kosten enthalten: (Baumeister, Elektriker, Sanitär, Isoleur, Heizungsinstallateur, Planer, Geologe, Gebühren).
- Die Kosten für benutzergerechte Bedienungs- und Wartungsanleitungen inkl. allen revidierten Elektroschemata, Datenblätter, Sollwertlisten, Funktionsbeschreibung der gesamten Heizungsanlage mit Prinzipschema und Abnahmeprotokoll sind ebenfalls explizit zu offerieren
- Förderbeiträge des Kantons oder des EW's sowie möglicher Steuerrabatt für den Einsatz von erneuerbaren Energien sind kantonsspezifisch (alle oder ein Teil der Investitionskosten kann bei den Steuern als Unterhalt vom Einkommen abgezogen werden) => Merkblätter von Steuerverwaltung anfordern.

Spezifische Kosten Wärmepumpen ohne bauseitige Arbeiten (Richtpreise)			
Nennheizleistung [kW]	Luft - Wasser (L2W35) [Fr./kW]	Sole - Wasser (Erdsonde S0W35) [Fr./kW]	Wasser - Wasser (Grundwasser W10W35) [Fr./kW]
5-10	1100..2000	1000..1800	900..1700
10..20	900..1300	700..1000	600..900
21..50	800..1000	500..800	400..600
51..100	750..900	450..600	350..450
101..200	650..800	350..450	250..350
Erdwärmesonden inkl. Verbindungsleitungen			
Benötigte Sondenlänge [m/kW]	Spezifische Kosten [Fr./m Sonde]	Kosten Kaltreis [Fr./m Sonde]	Total Spezifische Kosten [Fr./m Sonde]
ca. 15..18	60..80	40..70	100..150
Entnahme- und Rückgabeburgen für Grundwasser			
Nennheizleistung [kW]	Brunnen ø [mm]	Spezifische Kosten [Fr./m]	
bis 70	150	400..500	
71..140	300	600..800	
141..550	800	700..1000	

3. Planungshinweise

3.1. Speicherbewirtschaftung:

Der Speicher kann auf zwei verschiedene Arten bewirtschaftet werden.

- Bei der Stufenladung wird das Speicherwasser mehrmals umgewälzt und jeweils in kleinen Temperaturschritten erwärmt bis die Ausschalttemperatur erreicht ist.
=> Damit eine möglichst kleine Temperaturdifferenz über die Wärmepumpe erzielt werden kann, muss die WP Speicherladepumpe grösser dimensioniert werden (Empfehlung ca. 3..5 K Temperaturdifferenz)
- Bei der Schichtladung wird der Speicher in einem Durchgang mit konstanter WP Austrittstemperatur schichtend geladen. Im Gegensatz zur Stufenladung kann die Ausschalttemperatur genau bestimmt werden. Wenn das Warmwasser ganz mit der Wärmepumpe bis auf die maximal mögliche WP-Temperatur (z.B. +50 °C) erwärmt werden soll, drängt sich diese Schaltung auf.
=> Empfehlung Dimensionierung der WP-Speicherladepumpe ca. 5..10 K Temperaturdifferenz.



3.2. Arbeits-(Kälte-)mittel

Die Wahl des in der WP verwendeten Kältemittels beeinflusst den Einsatzbereich bzw. die Einsatzgrenzen der WP. Die Einsatzgrenze ist abhängig von der Bauweise der Wärmepumpe und sollte

deshalb beim Wärmepumpenlieferanten immer angefragt werden.

Die gültigen Vorschriften schreiben beim Einsatz von Propan und Ammoniak minimale Luftwechsel für die Maschinenräume vor.

	R 22	R 134a	R290 Propan	R407C	R717 Ammoniak
Einsatz	Neuanlagen ab 1.1.2002 verboten	Keine Ein- schränkung	Norm SN 253130	Keine Ein- schränkung	Gross- anlagen
brennbar/toxisch	nein/nein	nein/nein	ja/nein	nein/nein	ja/ja
Einsatzgrenze	ca. +50°C	ca. +65°C	ca.+65°C	ca.+50°C	ca.+50°C

3.3. Wärmequellen

Bei der Wahl der Wärmequelle sind wenn möglich folgende Kriterien zu erfüllen:

Ziel

- möglichst hohe und konstante Quelltemperaturen (grösser 0°C)
- Ergiebigkeit sollte in genügender Menge vorhanden sein
- wirtschaftliche Erschliessung möglich (kleine Distanzen, keine Verschmutzung)

Nutzen

- => grosser Nutzungsgrad
- => Keine Frostgefahr
- => tiefe Investitions- und Unterhaltskosten

Kriterium	Abwärme	Grundwasser	Oberfl.-wasser	Erdregister	Erdsonde	Aussenluft
Temp.bereich Winter)*	abklären	+8..+10°C	0..+10°C	-3..+8°C	+1..+8°C	-20..+16°C
Temp.bereich Sommer)*	abklären	+10..+13°C	+10..+20°C	+8..+13°C	+1..+8°C	+12..+33°C
Verschmutzungsgefahr Wärmetauscher	abklären	gering	mittel bis gross	keine	keine	gering
Vereisungsgefahr	abklären	im Störfall	vorhanden	bei zu kleiner Fläche	bei zu kurzer Sonde	ab ca. +7°C Aussenlufttemperatur
Bewilligungspflichtig	nein	ja	ja	je nach Kanton	ja	nein
Erschliessung Wärmequelle	individuell	Bohrfahrz. notwendig Zufahrt möglich?	Distanz See/Fluss	Nur bei grossen Umgebungsarb.	Bohrfahrz. notwendig Zufahrt möglich?	Platzbedarf Luftkanäle Luftkanalführung
Zwischen-(sole)kreis	individuell	je nach Wasserqualität	notwendig	notwendig	notwendig	nicht notwendig
Faustformeln Dimensionierung)* Wärmequelle	abklären	pro kW Wärmeleistung ca. 150-180 l/h	pro kW Wärmeleistung ca. 310 l/h	pro kW Wärmeleistung ca. 45m ² Erdregister	pro kW Wärmeleistung ca. 15 m Sonde	gem. Herstellerangaben
Zu beachten	zeitl. Verlauf Temp. und Leistung	Geologen beiziehen, Wasserqualität	Verschmutzung, Frostgefahr	nicht zu knappe Registerfläche	WP nicht zu knapp dimensionieren	Einsatzgrenze WP. Schallschutz Grenzabstände

)*Die aufgeführten Erfahrungswerte sind von Fall zu Fall zu überprüfen!

