energieagentur
Südwest GmbH

PHOTOVOLTAIK netzwerk
HOCHRHEIN-BODENSEE

Wir gestalten Zukunft.
Unabhängige Energie- und Klimaschutzberatung.

Wärmepumpe

Informationen für Bürger

https://pixabay.com/de/

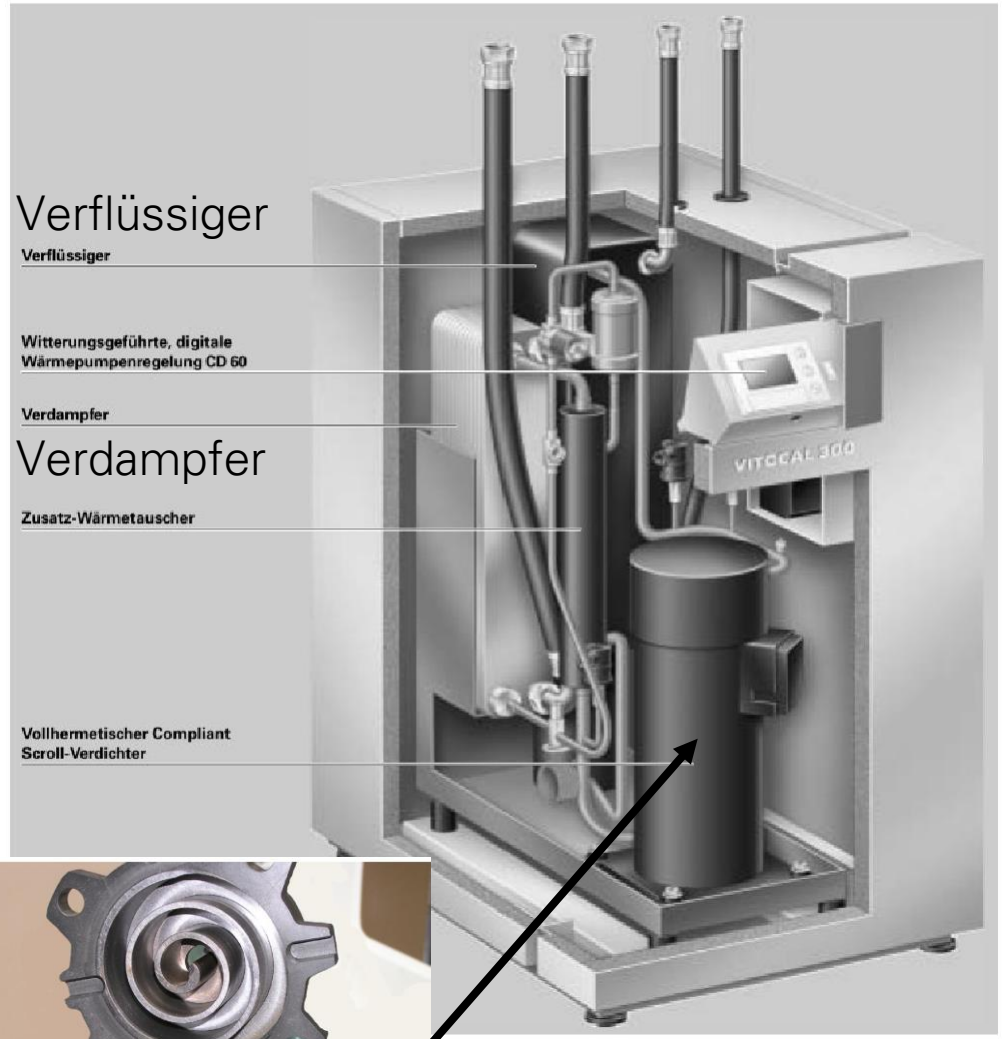
Inhalt

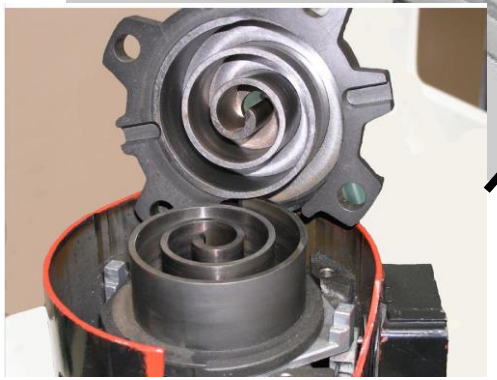
- Elektrische Wärmepumpe
- Funktion
- Wärmequellen
- Bezeichnungen
- Betriebsarten
- Förderung
- Fazit

Wärmepumpe

Luft Wärmepumpe

https://pixabay.com/de/



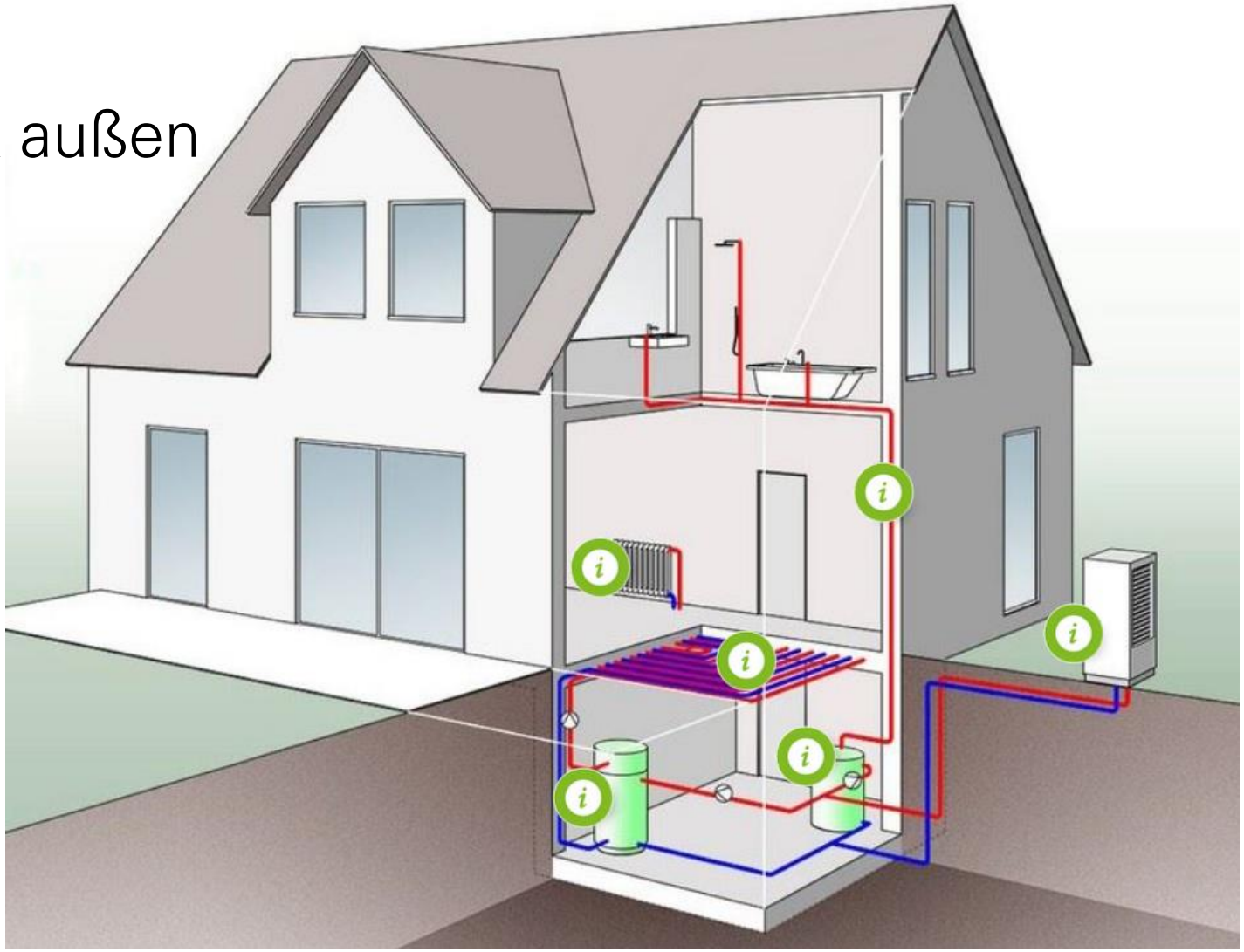


Verdichter

PHOTOVOLTAIK netzwerk
HOCHRHEIN-BODENSEE

Bauweise

- Monoblock außen

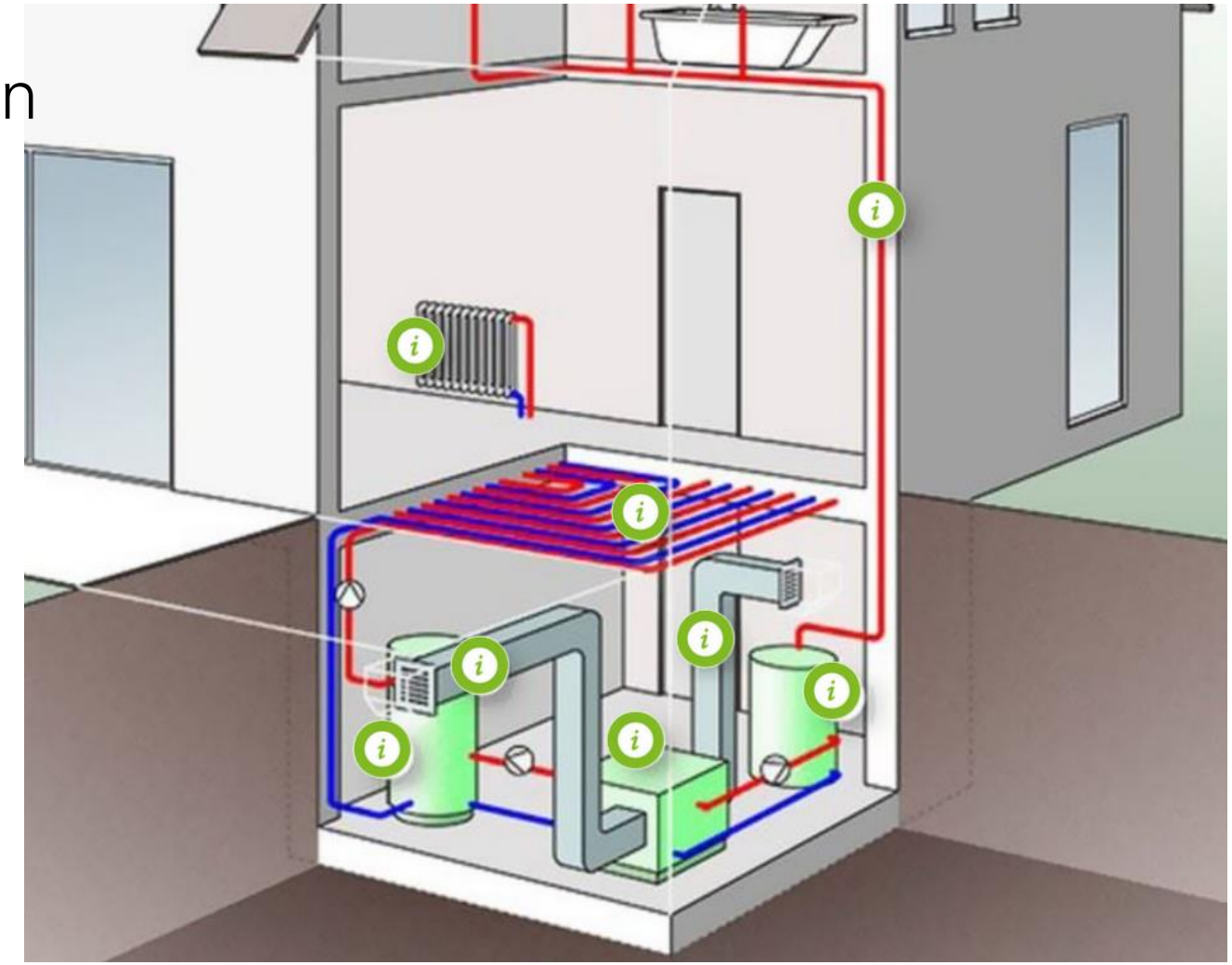


https://www.waermepumpe.de/

PHOTOVOLTAIK netzwerk
HOCHRHEIN-BODENSEE

Bauweise

- Monoblock innen

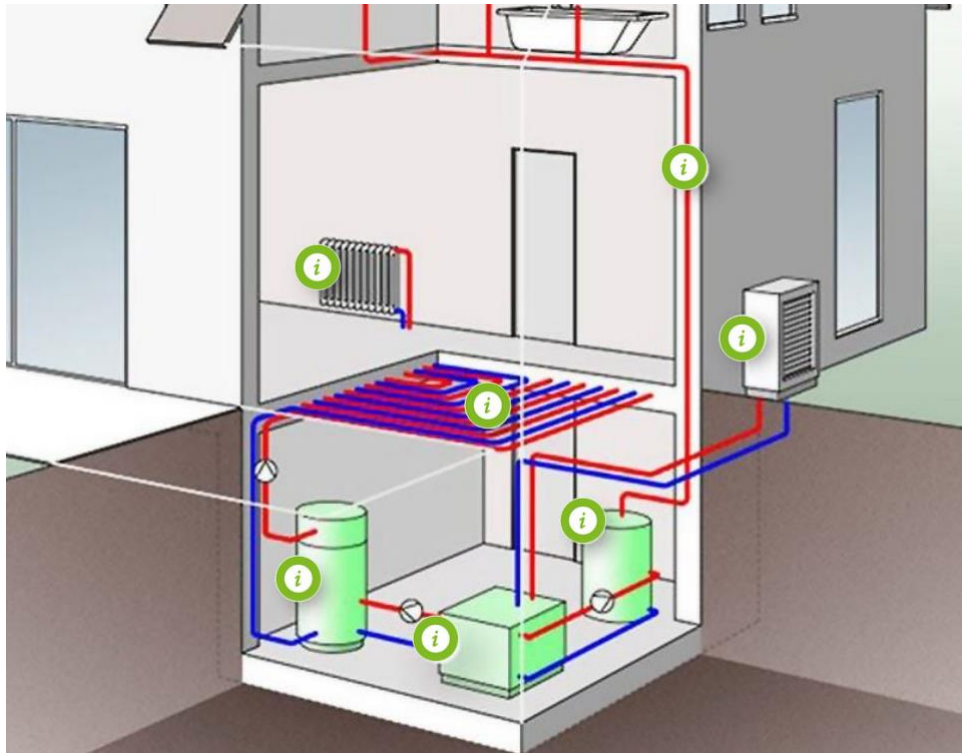


https://www.waermepumpe.de/

PHOTOVOLTAIK netzwerk
HOCHRHEIN-BODENSEE

Bauweise

- Split- Bauweise



https://www.waermepumpe.de/

PHOTOVOLTAIK netzwerk
HOCHRHEIN-BODENSEE

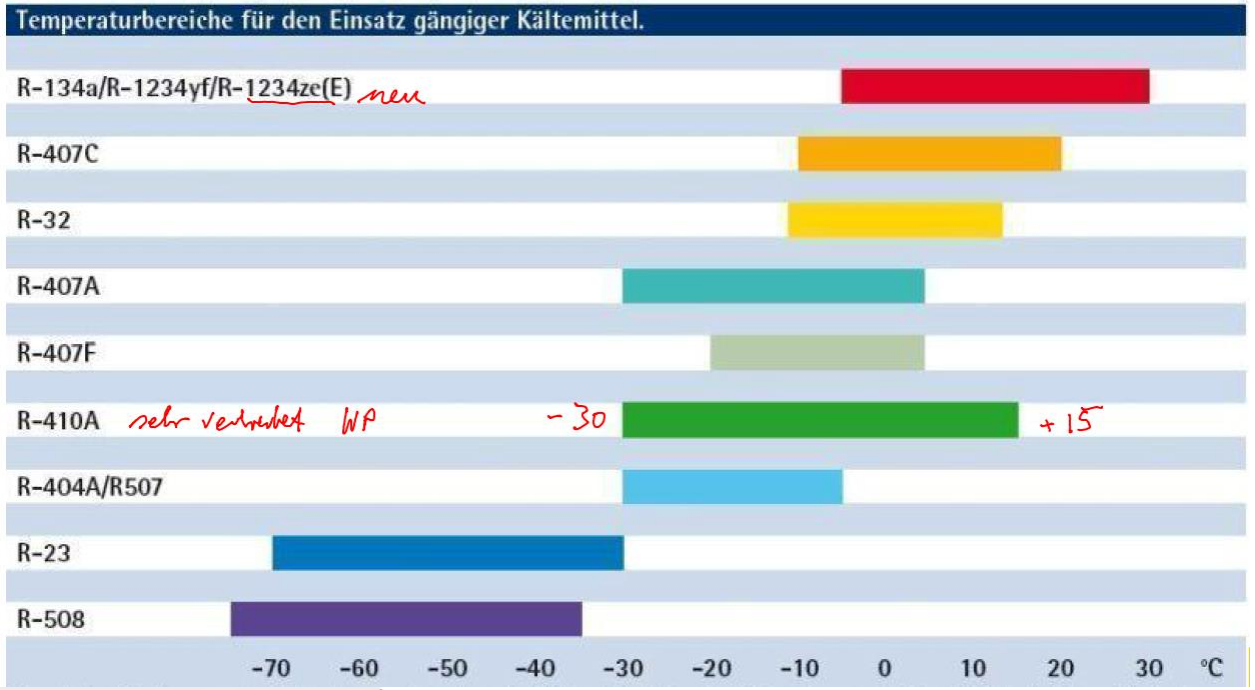
Kältemittel

Je nach Anwendungsbereich werden in der Kälte- und Wärmepumpentechnik verschiedene Kältemittel eingesetzt. In den meisten Fällen haben sich die so genannten H-FKWs (vor allem R 134 und R 407c) durchgesetzt. Diese Kältemittel enthalten Fluor als Bestandteil und übertreffen dadurch Kohlendioxid in seiner Wirkung als Treibhausgas noch um ein Vielfaches.

Obwohl Propan (R 290) von den betriebstechnischen Eigenschaften und vom Umweltschutz her gesehen ein besseres Arbeitsmittel wäre, scheuen viele Hersteller den Einsatz wegen der Brennbarkeit von Propan.

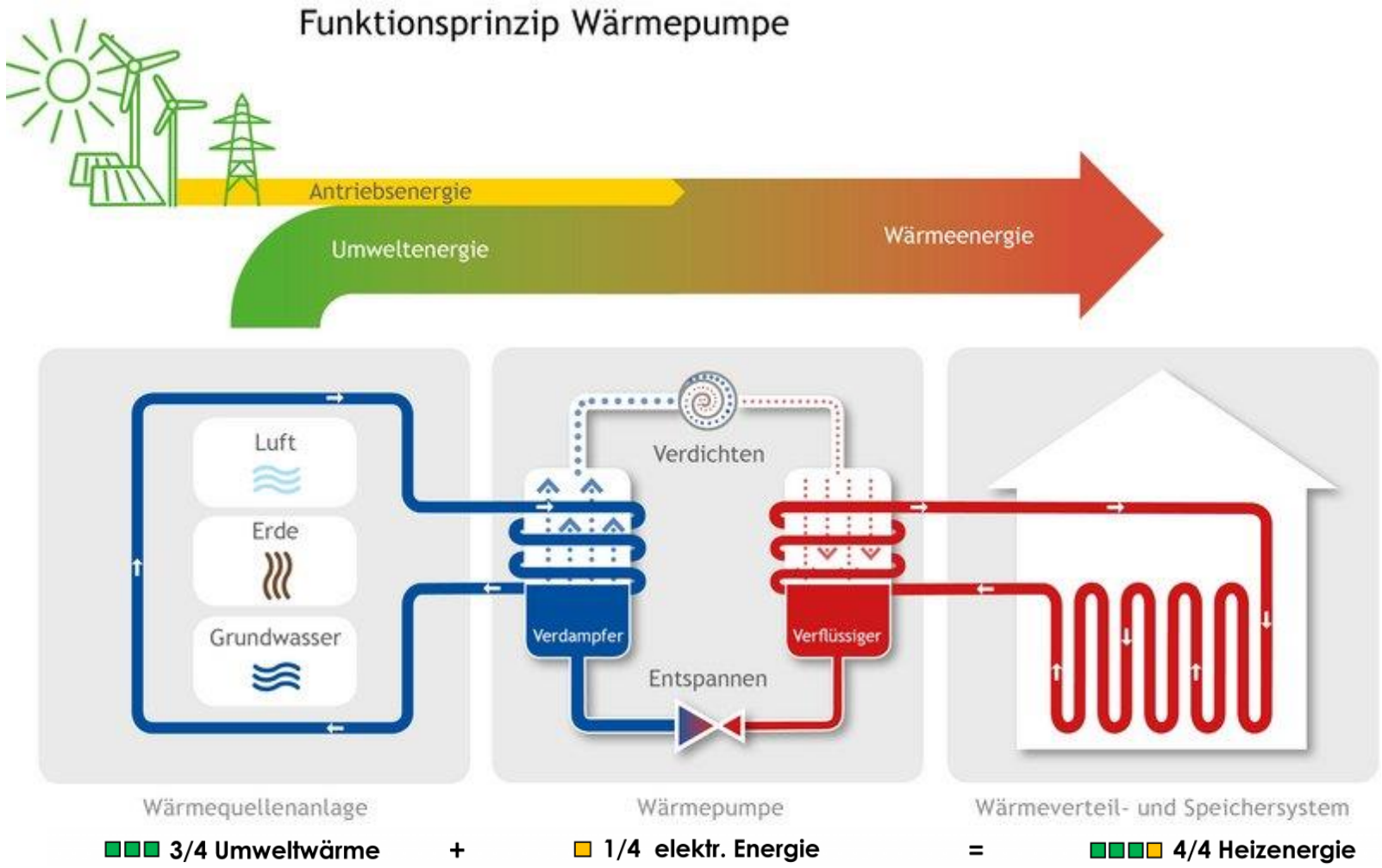
Kältemittel

Kältemittel	GWP	Kategorie	
R-134a	1.430	High GWP	
R-407C	1.774	High GWP	
R-410A	2.088	High GWP	
R-404A	3.922	Very High GWP	
R-32	675	Low GWP	
R-290 (Propan)	3	Super Low GWP	
R-454B*	460	Low GWP	
R-454C*	148	Super Low GWP	A2L
R-717 (Ammoniak)	0	Super Low GWP	B2
R-744 (CO2)	1	Super Low GWP	A1



PHOTOVOLTAIK netzwerk
HOCHRHEIN-BODENSEE

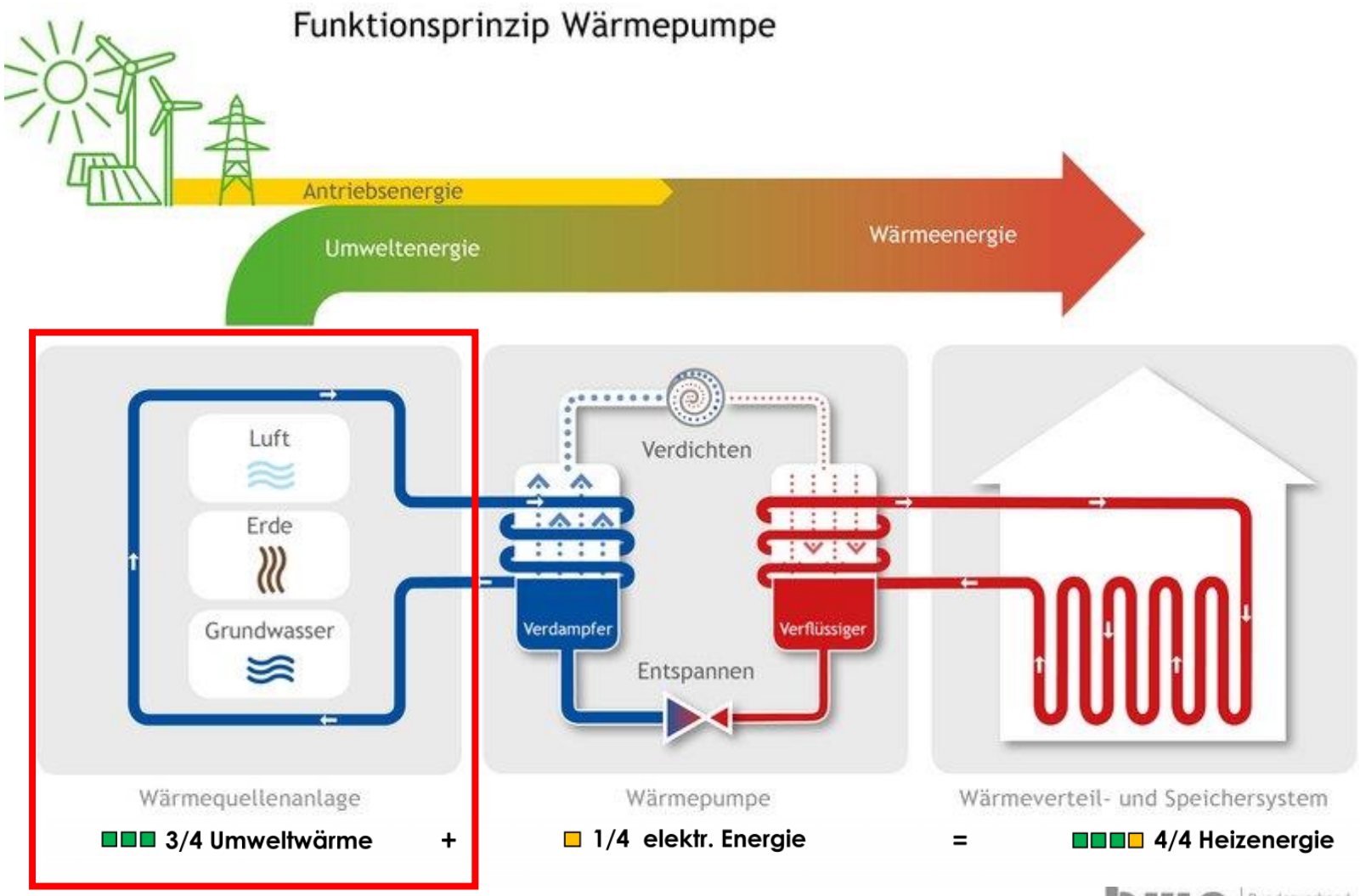
Funktionsprinzip Wärmepumpe



bwp Bundesverband Wärmepumpe e.V.

PHOTOVOLTAIK netzwerk HOCHRHEIN-BODENSEE

Funktionsprinzip Wärmepumpe

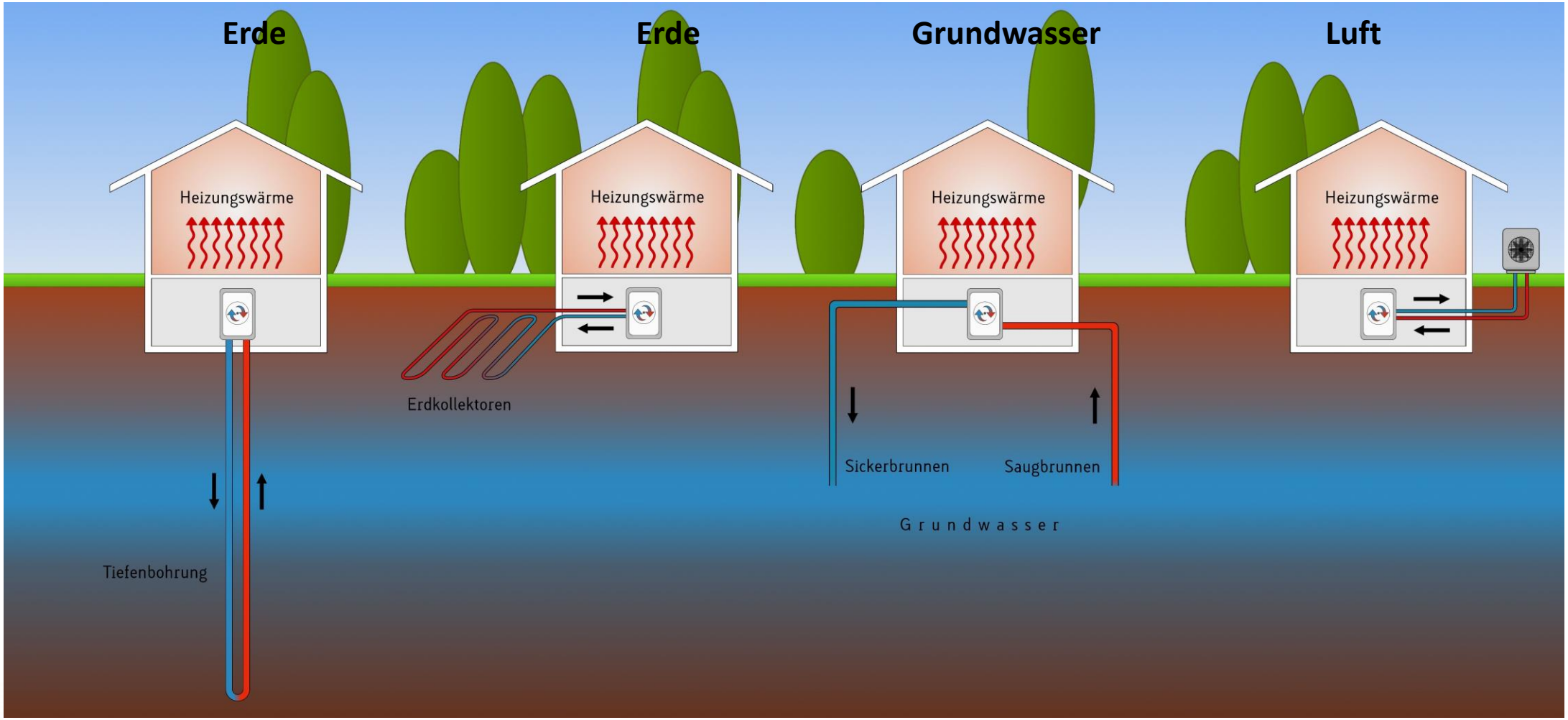


Wärmequelle

bwp Bundesverband Wärmepumpe e.V.

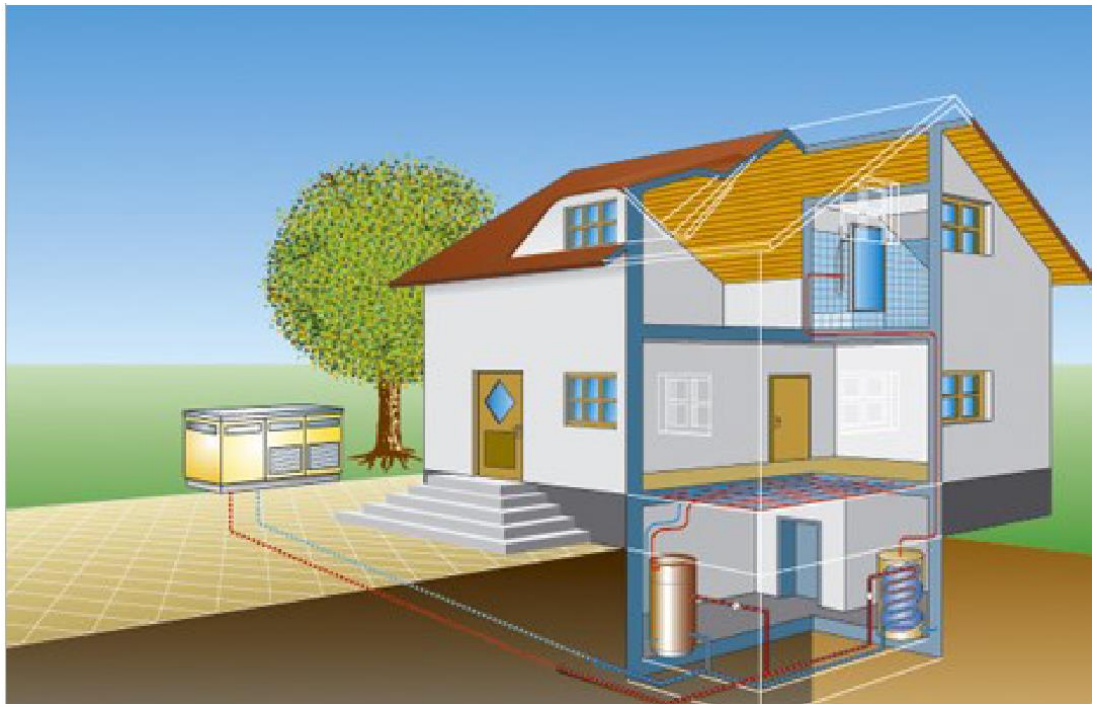
PHOTOVOLTAIK netzwerk HOCHRHEIN-BODENSEE

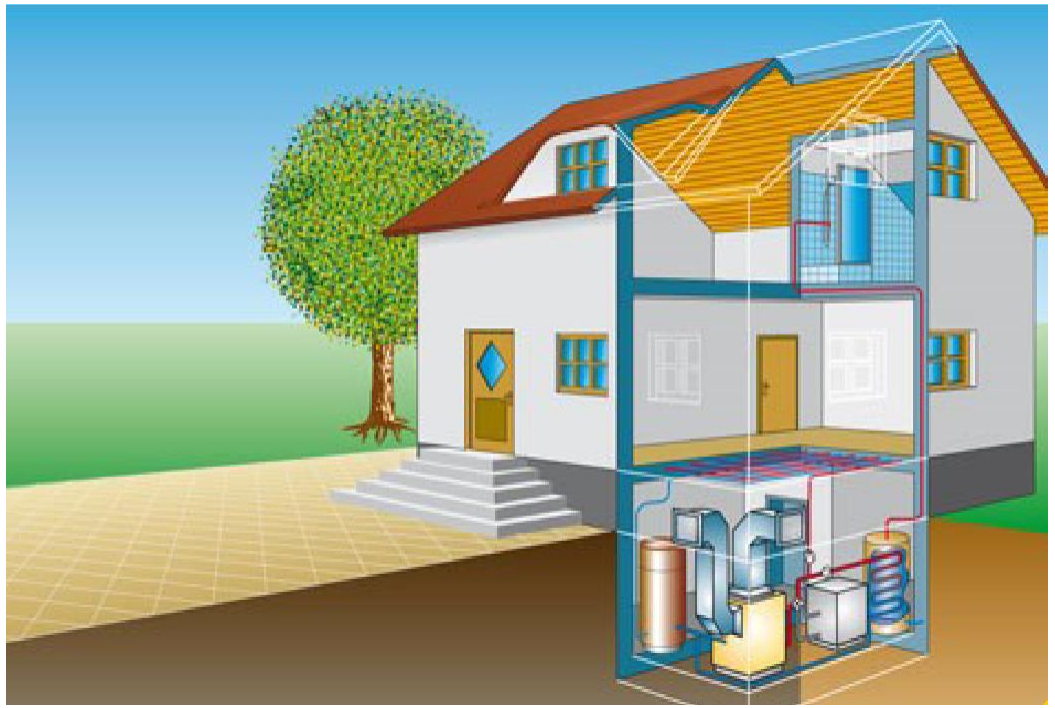
Wärmequelle



PHOTOVOLTAIK netzwerk
HOCHRHEIN-BODENSEE

Luft





https://www.waermepumpe.de/

PHOTOVOLTAIK netzwerk
HOCHRHEIN-BODENSEE

Erdsonde

- Doppelrohrsonde / Schutzkappe Sondenkopf

PHOTOVOLTAIK netzwerk
HOCHRHEIN-BODENSEE

Erdsonde

Doppel-U-Rohrschleifen

Entzugsleistungen für Erdwärmesonden

Für Erdwärmesonden (nach VDI 4640 Bl. 2) (Doppel-U-Sonden)

Allgemeine Richtwerte

Schlechter Untergrund (trockenes Sediment) (λ < 1,5 W/(m x K))	20 W/m
Normaler Festgesteins-Untergrund und wassergesättigtes Sediment (λ = 1,5 - 3,0 W/(m x K))	50 W/m
Festgestein mit hoher Wärmeleistung (λ > 3,0 W/(m x K))	70 W/m

Bodenqualität	**spez. Wärmeentzugsleistung**
Kies, Sand, trocken	< 20 W/m
Kies, Sand, wasserführend	55 - 65 W/m
Ton, Lehm, feucht	30 - 40 W/m
Kalkstein (massiv)	45 - 60 W/m
Sandstein	55 - 65 W/m
Saure Magmatite (z. B. Granit)	55 - 70 W/m
Basische Magmatite (z. B. Basalt)	35 - 55 W/m
Gneis	60 - 70 W/m

Diese Werte können durch die Gesteinsausbildung wie Klüftung, Schieferung, Verwitterung erheblich schwanken.

Mögliche spezifische Entzugsleistung für Erdwärmesonden

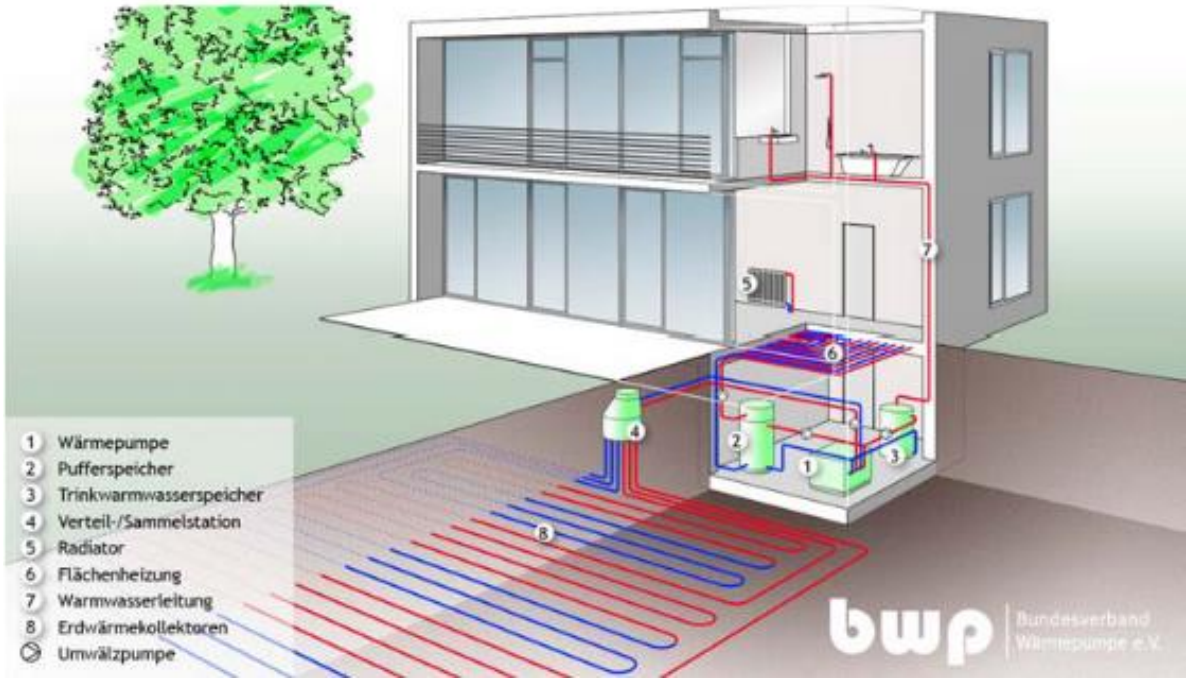
- **max. 1800 Jahresbetriebsstunden**
- nur Wärmeentzug (Heizung einschl. Warmwasser)
- Länge der einzelnen Erdwärmesonden zwischen 40 und 100 m
- kleinster Abstand zwischen zwei Erdwärmesonden:
  mind. 5 m bei einer Erdwärmesondenlänge von 40 bis 50 m
  mind. 6 m bei einer Erdwärmesondenlänge > 50 bis 100 m

Als Erdwärmesonden kommen Doppel-U-Sonden mit einem Durchmesser der Einzelroh
25, 32 oder 40 mm zum Einsatz.

PHOTOVOLTAIK netzwerk
HOCHRHEIN-BODENSEE

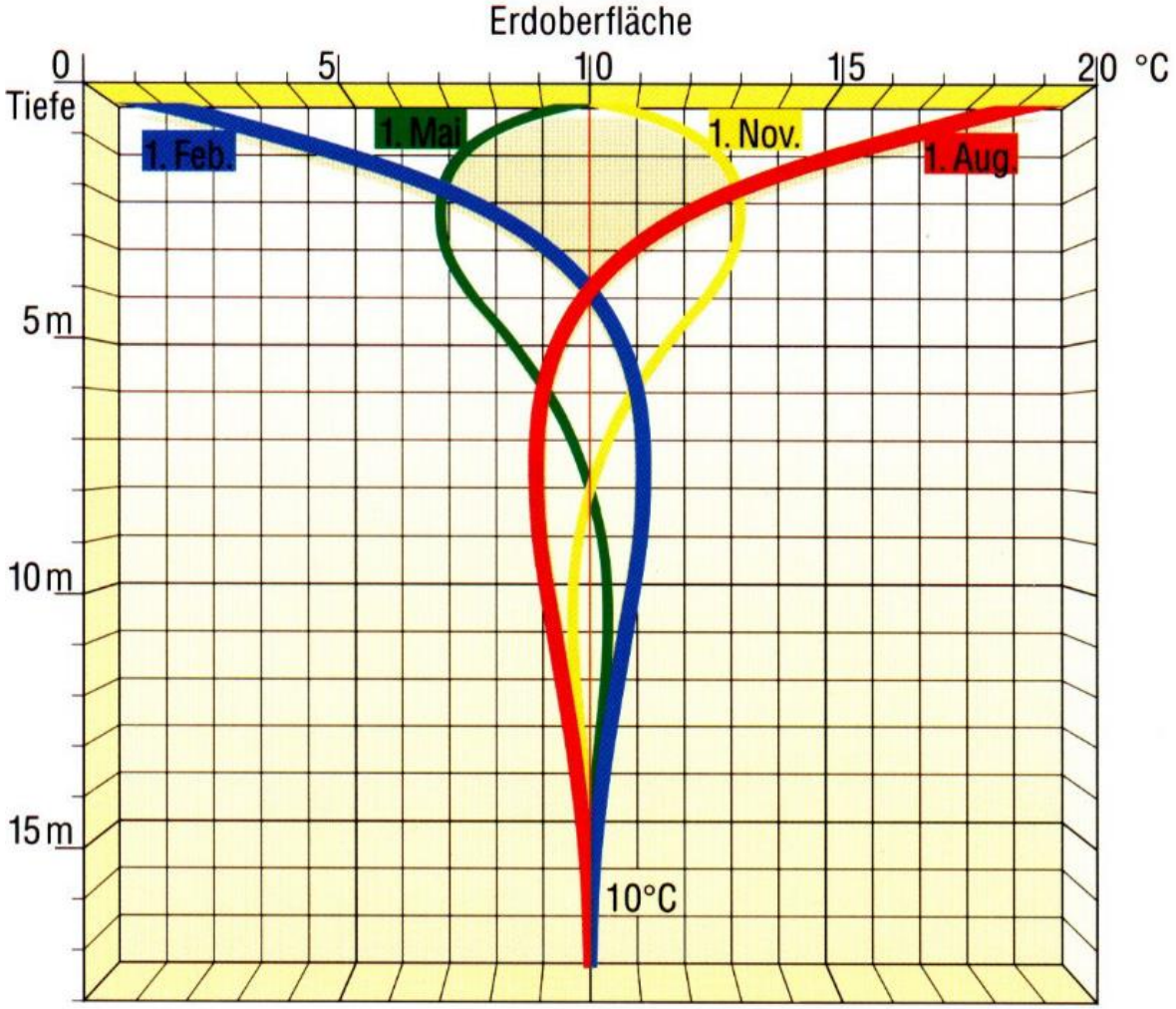
Erdkollektoren

- Gibt es als Flächenkollektor, Korbkollektor, Grabenkollektor und Helixsonden



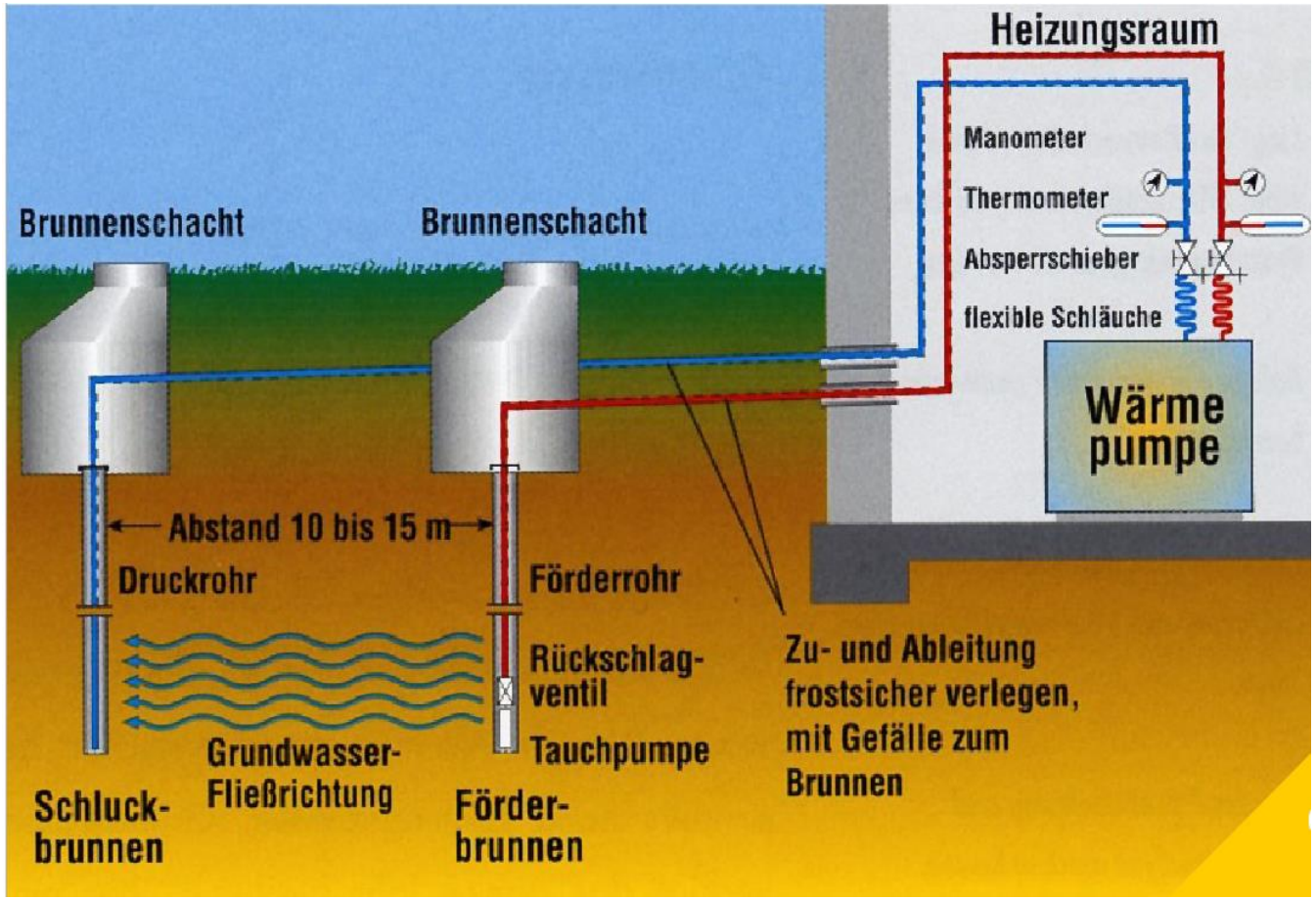
PHOTOVOLTAIK netzwerk
HOCHRHEIN-BODENSEE

Erdkollektor



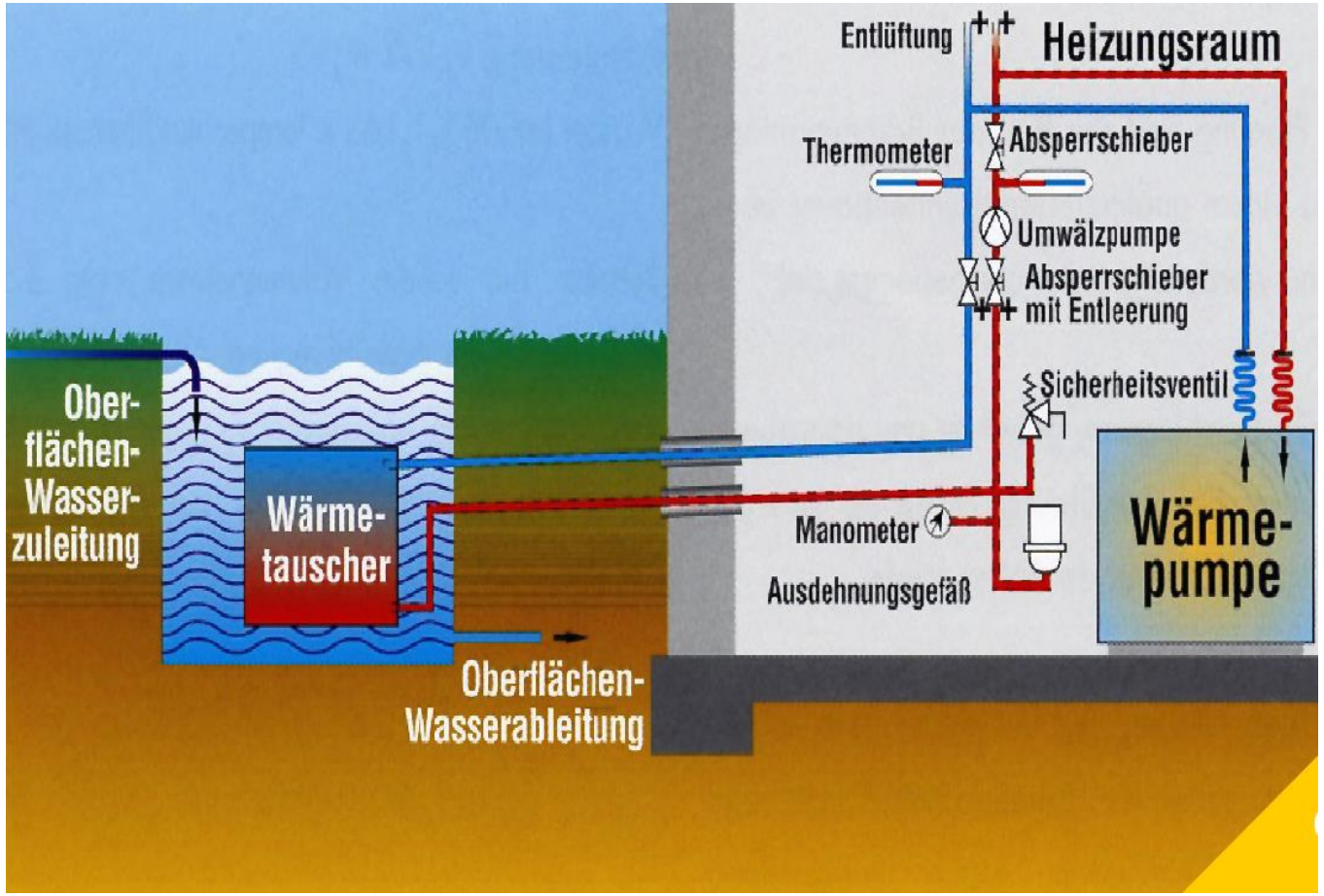
PHOTOVOLTAIK netzwerk
HOCHRHEIN-BODENSEE

Grundwasser



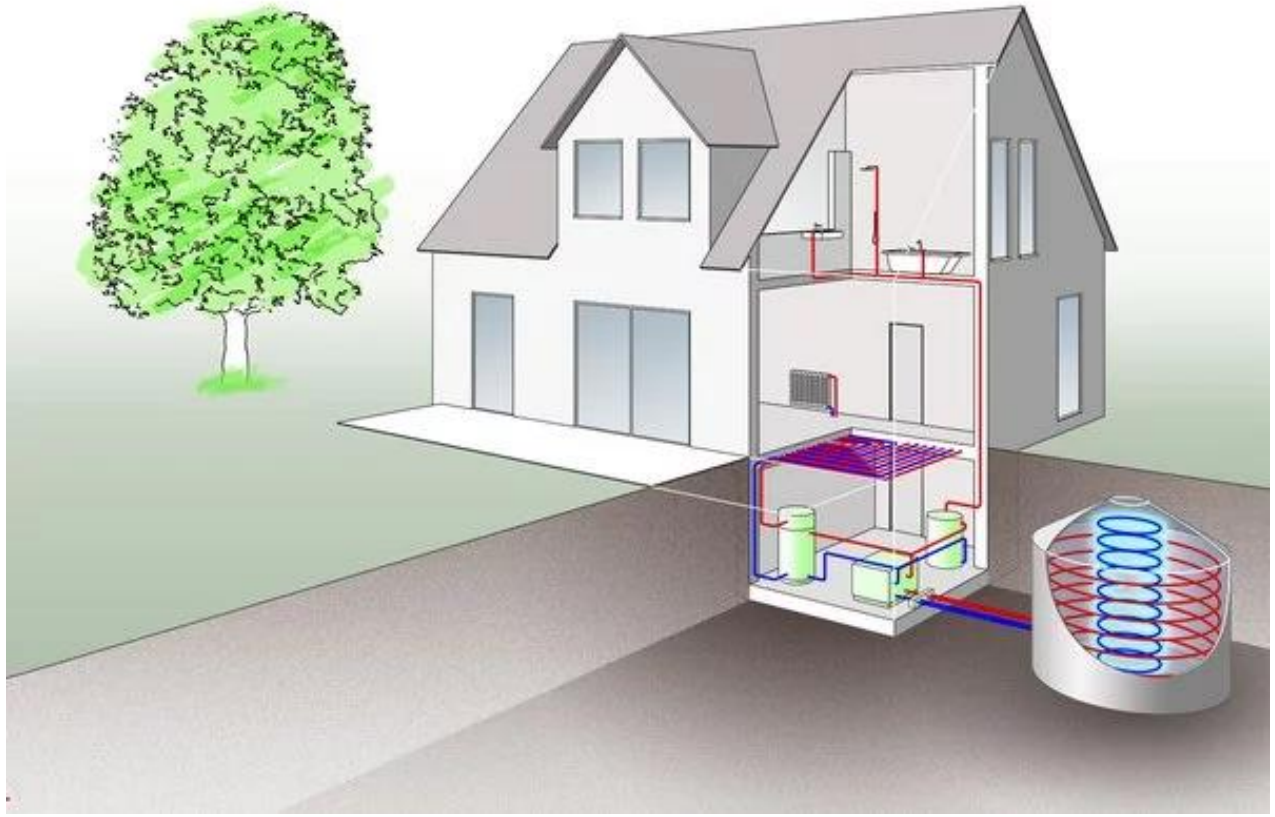
PHOTOVOLTAIK netzwerk
HOCHRHEIN-BODENSEE

Oberflächenwasser



PHOTOVOLTAIK netzwerk
HOCHRHEIN-BODENSEE

Wärmequelle



https://www.waermepumpe.de/

PHOTOVOLTAIK netzwerk
HOCHRHEIN-BODENSEE

Wärmequelle

Eisspeicher

Im Verlauf des Gefrierprozesses, während dem die Temperatur des Wassers konstant bei 0°C liegt, wird die so genannte Kristallisationswärme frei. Die Energie, die das Wasser in dieser Phase freisetzt, ist enorm. Mit der Wärme, die das Wasser während des Gefrierprozesses bis zur vollständigen Erstarrung abgibt, könnte man dieselbe Menge Wasser von 0 auf 80°C erhitzen.

Wärmequelle

Eisspeicher

Kristallisationswärme 93Wh/kg

Bedeutet bei 10 000 Liter Wasserspeicher -> 930 kWh Energie

Bezeichnung

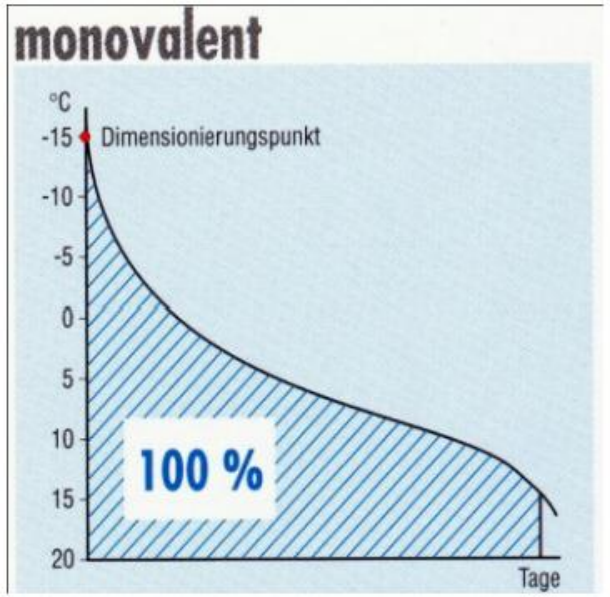
- Bezeichnung nach Wärmequelle und Wärmeträger

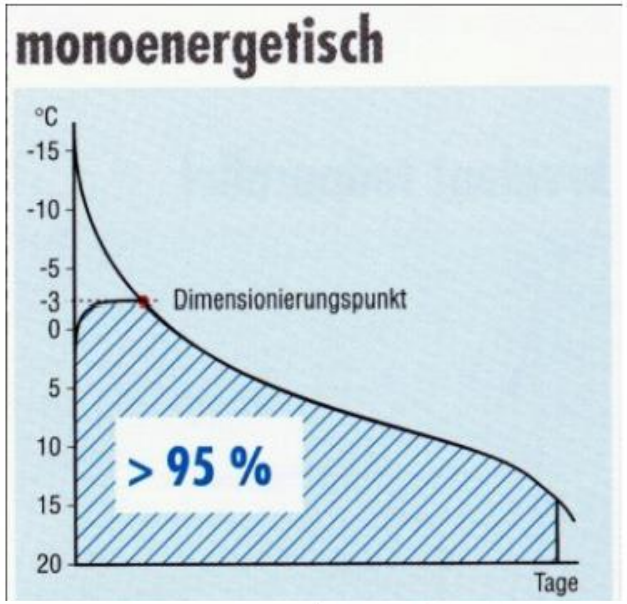
Wärmequelle	Wärmeträger
Sole	Wasser-
Wasser	Wasser-
Luft	Wasser-
Luft	Luft-

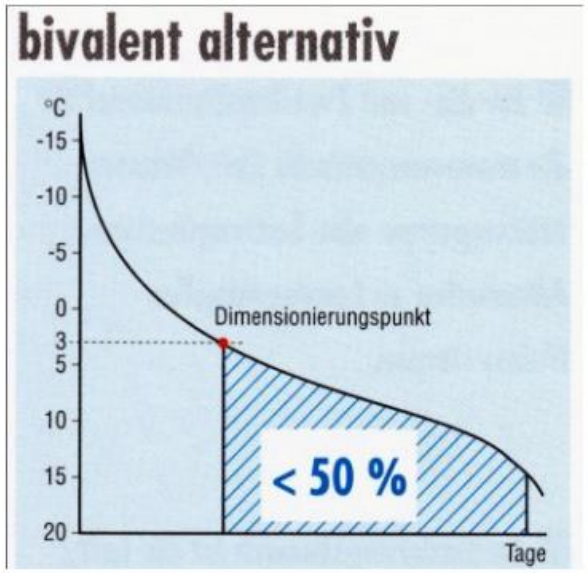
} Wärmepumpe

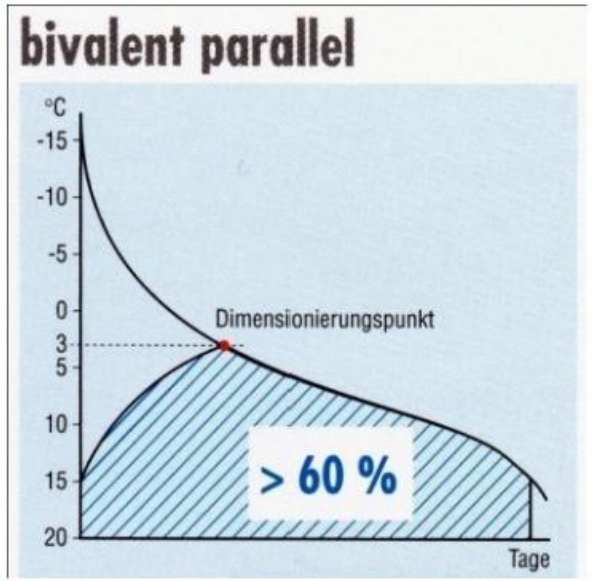
PHOTOVOLTAIK netzwerk
HOCHRHEIN-BODENSEE

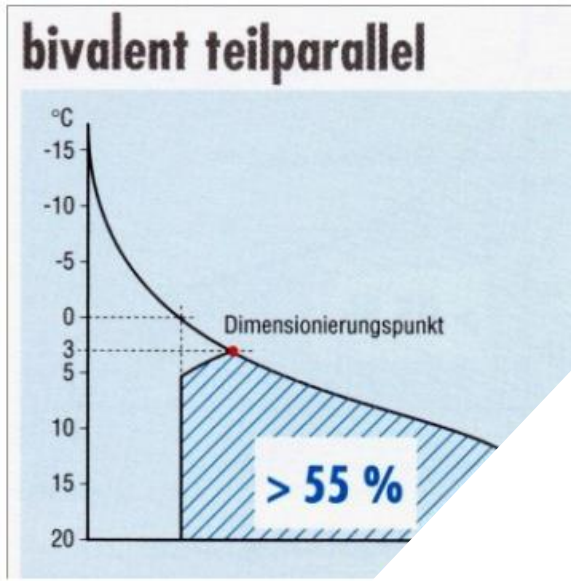
Betriebsarten











PHOTOVOLTAIK netzwerk
HOCHRHEIN-BODENSEE

Leistungs- und Arbeitszahlen

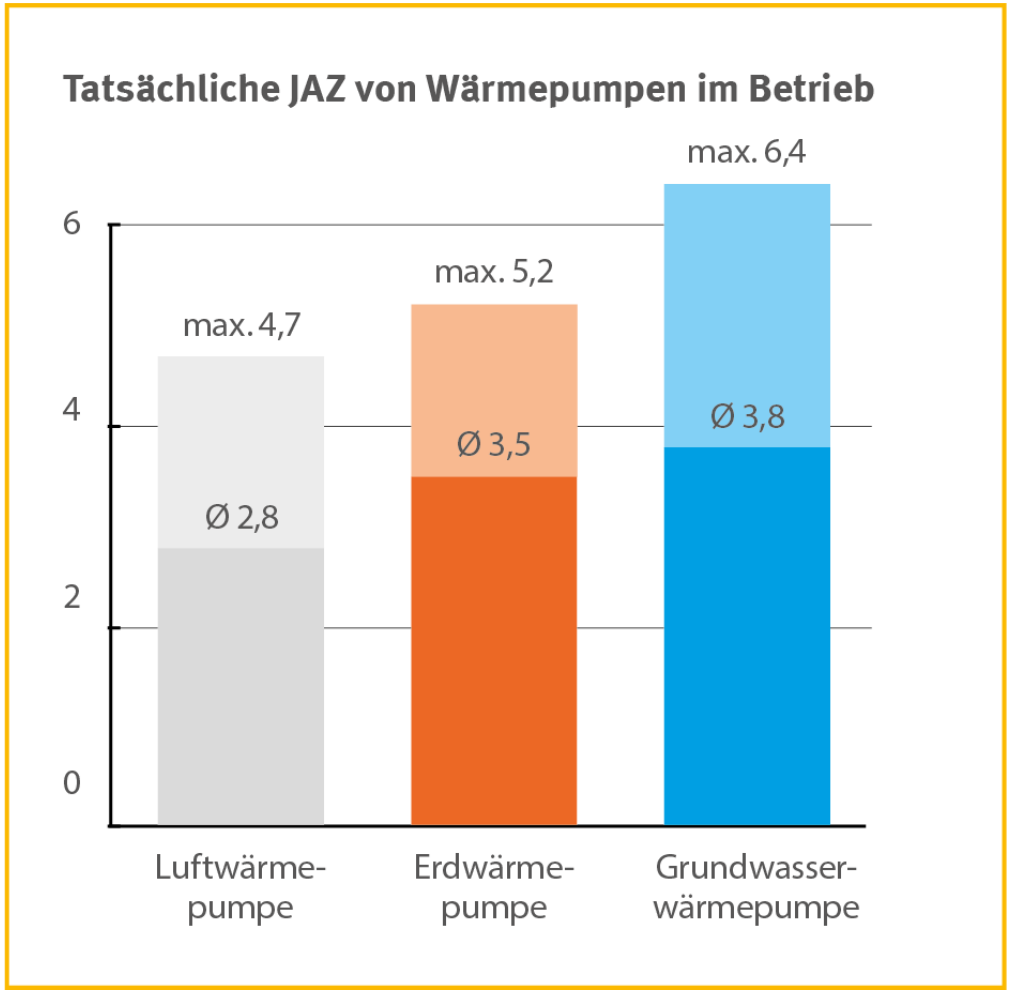
- Leistungszahl ε = COP (unter Standardbedingung nach DIN EN 14511 oder EN 14825)
- Arbeitszahl β (η unter aktuellen Bedingungen)
- Jahresarbeitszahl JAZ **(nach VDI 4650)**

$$Jahresarbeitszahl = \frac{erzeugte\ Heizwärme\ kWh/a}{benötigter\ Strom\ kWh/a}$$

Die Jahresarbeitszahl ist ausschlaggebend für den ökologischen Nutzen und die Wirtschaftlichkeit der Wärmepumpe

PHOTOVOLTAIK netzwerk
HOCHRHEIN-BODENSEE

Jahresarbeitszahl JAZ



Das Erneuerbare-Wärmegesetz in Baden-Württemberg fordert eine JAZ von mindestens **3,5** für strombetriebene Wärmepumpen.

Bei einem Strompreis von 35ct/kWh bedeutet das:

Luftwärmepumpe:
7,5-12,5ct / kWh Wärme

Erdwärmepumpe:
6,7-10,0ct / kWh Wärme

Grundwasserwärmepumpe:
5,5-9,2ct / kWh Wärme

https://www.verbraucherzentrale.de
https://www.waermepumpe.de/jazrechner/

PHOTOVOLTAIK netzwerk
HOCHRHEIN-BODENSEE

Hochtemperaturwärmepumpe

Mit abnehmender Lufttemperatur und gleichzeitig zunehmender Vorlauftemperatur nimmt die Leistungszahl und gleichzeitig die Leistung der Wärmepumpe ab. Die Leistungszahl kann dabei unter 2 sinken.
Rechnet man noch den Aufwand für die Abtauung des Verdampfers dazu, ergeben sich Arbeitszahlen ab ca. 1,5.

Eine Hochtemperaturwärmepumpe besteht aus 2 hintereinander geschalteten Wärmepumpen. Entsprechend ist die Energie für 2 Verdichter erforderlich. -> Leistungszahl sinkt

Förderung
Stand August 2022

- 25% BAFA Förderung +10% beim Austausch eines Öl-, Gas-, Kohle- oder Nachtspeicherheizung +5% bei Wärmequelle Wasser, Erdreich oder Abwasser mit Umfeldmaßnahmen, Entsorgung alter Kessel und Tanks sowie neue Heizkörper etc. in gleicher Höhe

PHOTOVOLTAIK netzwerk
HOCHRHEIN-BODENSEE

Wirtschaftlichkeit

Wenn statt 35°C für Flächenheizung 55°C für eine Radiatorheizung erforderlich sind, sinkt der Wirkungsgrad der WP um 50%

- doppelte Stromkosten
- höhere Belastung der Wärmepumpe

Bei 1° höherer Vorlauftemperatur sinkt der Wirkungsgrad und steigt der Stromverbrauch der WP um 2,5%

Fazit

- Bevorzugt an ein regionales Nah- Fernwärmenetz anschließen
- Vorlauftemperatur max. 55°C
  - WPSMART im Bestand (Fraunhofer ISE)
  - Energieeffizienz als Türöffner für erneuerbare Energien im Gebäudebereich (Institut für Energie und Umweltforschung Heidelberg ifeu)
- Im Altbau sind i.d.R. Umfeldmaßnahmen erforderlich
  - Heizkörper
  - Energetische Sanierung der Gebäudehülle

Unabhängige Beratung

Energieagentur

https://www.energieagentur-suedwest.de/

Energieberater

https://www.energie-effizienz-experten.de/

PHOTOVOLTAIK netzwerk
HOCHRHEIN-BODENSEE

Quellen

- WPsmart im Bestand, Fraunhofer Institut ISE
- Bundesverband Wärmepumpe e.V. (www.waermepumpe.de)
- Energieeffizienz als Türöffner für erneuerbare Energien im Gebäudebereich, Institut für Energie und Umweltforschung Heidelberg, ifeu

PHOTOVOLTAIK netzwerk
HOCHRHEIN-BODENSEE

Haben Sie Fragen ?

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.
Haben Sie noch Fragen ?

Frieder Göltenbott
Energieagentur Südwest GmbH
Marktplatz 7
79539 Lörrach

Telefon: +49 (0)7621 16 16 17-0
Mobil: +49 (0)151 11033 271
E-Mail: frieder.goeltenbott@energieagentur-suedwest.de