

# Energieeffizient Kühlen mit Erdwärme

Die Flächenkühlung in der Erdwärmennutzung

# BDH

GEMEINSAM STARK  
FÜR WÄRME



Frank Hartmann,  
Referent Fachbereich Flächenheizung/-kühlung

27.05.2025



**C.A.R.M.E.N.**



## Der Fachbereich Flächenheizung/-kühlung

Energieeffizienz und thermische Behaglichkeit



[www.flaechenheizung-bdh.de](http://www.flaechenheizung-bdh.de)

[www.flaechenkuehlung-bdh.de](http://www.flaechenkuehlung-bdh.de)

<https://www.flaechenheizung-bdh.de/publikationen/informationsblaetter>

27.05.2025



# Die Flächenkühlung in der Erdwärmennutzung

Die Flächenheizung/-kühlung – Einleitung

Die Flächenkühlung von Gebäuden

Kongeniales Tandem in Doppelfunktion

Passive Kühlung mit erdgekoppelten Wärmepumpen

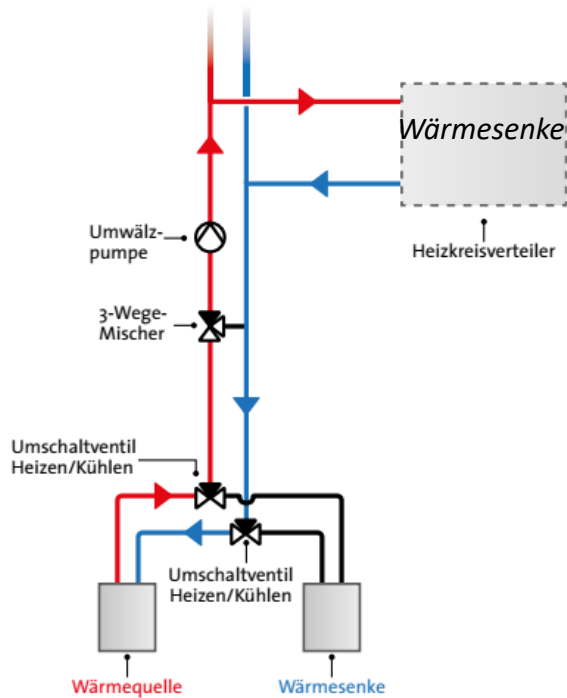
Fazit

# Die Flächenheizung/-kühlung

Zwei Funktionen in einem System

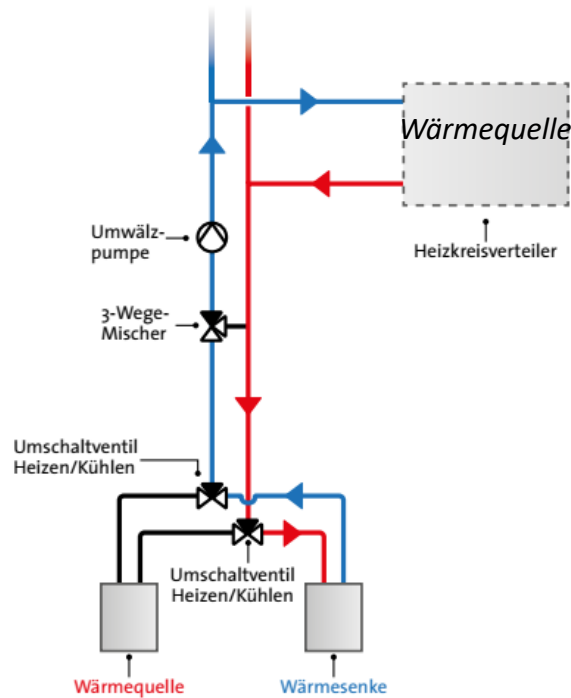
## Heizen

(Übertemperatur zum Raum)



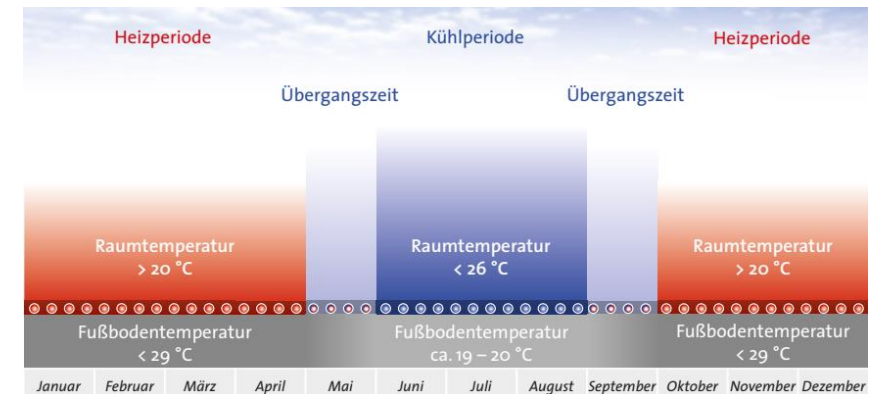
## Kühlen

(Untertemperatur zum Raum)




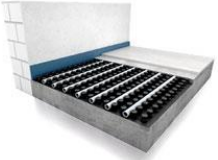


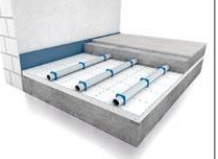


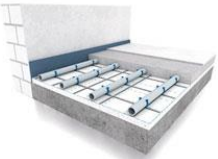

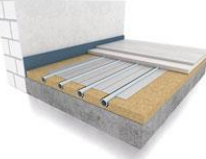
➤ Heizen im Winter

➤ Kühlen im Sommer


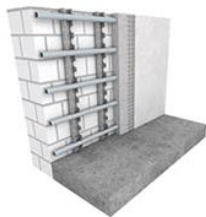
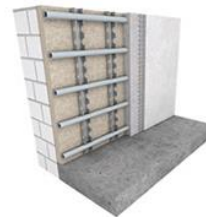


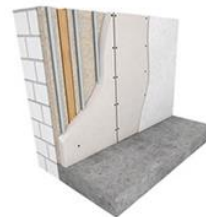



# Die Flächenheizung/-kühlung

## Die Bauarten an Boden, Wand und Decke

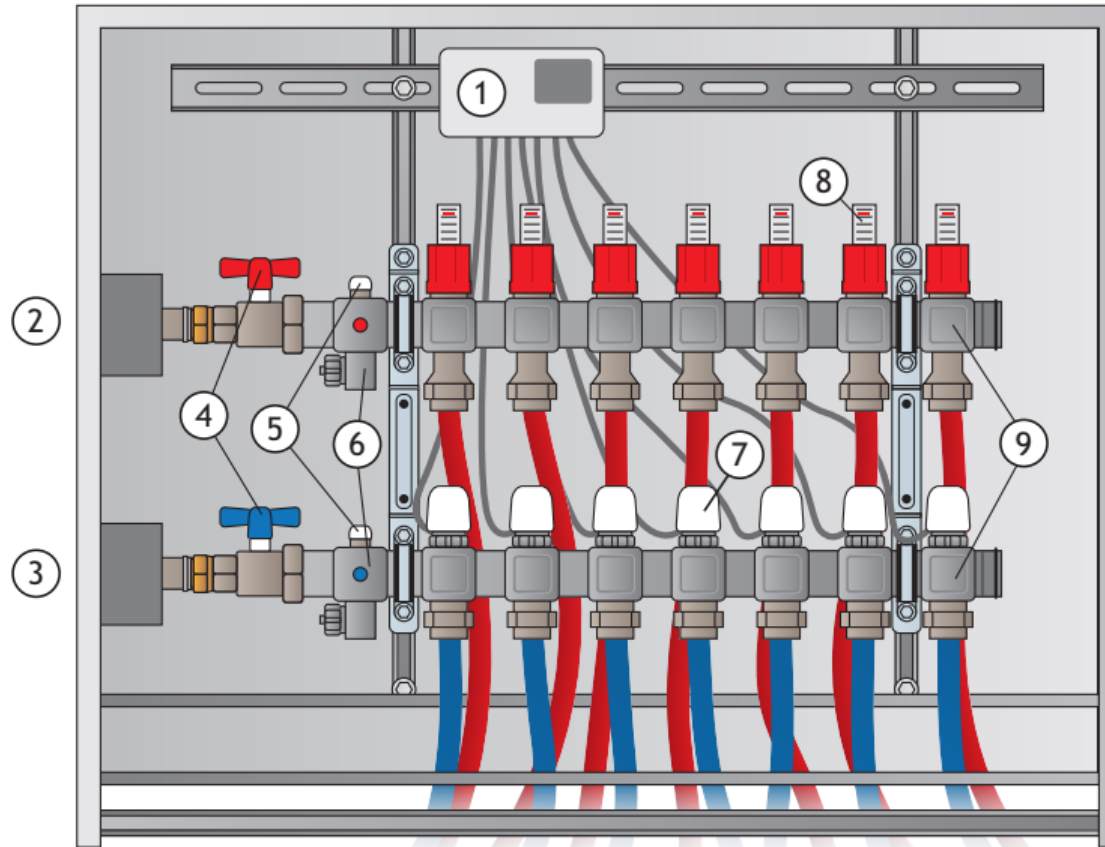
Beispiele Aufbauten Boden	Bauart A nach DIN EN 1264	Bauart B nach DIN EN 1264
Dünnschicht 		
Nass-Estrich 		
		
		
Trocken-Estrich 		

Beispiele Aufbauten Decke	Bauart A nach DIN EN 1264	Bauart B nach DIN EN 1264
Nassbau 		
Trockenbau 		 

Beispiele Aufbauten Wand	Bauart A nach DIN EN 1264	Bauart B nach DIN EN 1264
Nassbau 		
Trockenbau 		 

# Die Flächenheizung/-kühlung

## Der Heiz-/Kühlkreisverteiler – Schnittstelle zur Wärmeverteilung



- ① Regleinheit
- ② Vorlauf (Wärmeverteilung)
- ③ Rücklauf (Wärmeverteilung)
- ④ Absperreinrichtungen
- ⑤ Entlüftung
- ⑥ Spül-, Füll- und Entleereinheit, inkl. Entlüftung
- ⑦ Stellantriebe
- ⑧ Durchflussmengenanzeiger
- ⑨ Nummerierung / Zuordnung der Heizkreise

### Dokumentation der Wärmeüber- gabe – Flächenheizung/-kühlung in Wohngebäuden

Dieses Informationsblatt zur Dokumentation der wasserführenden Flächenheizung/-kühlung zeigt, welche Informationen/Kenndaten des gesamten Wärmeübergabesystems einschließlich Heizkreis- bzw. Kühlkreisverteiler an den Betreiber (Auftraggeber) zu übergeben sind. Fehlende Dokumentationen von Anlagen erschweren eine spätere Modernisierung / Optimierung von Anlagen in bestehenden Gebäuden nachhaltig. Mit den Empfehlungen des Fachbereichs Flächenheizung/-kühlung im BDH sollen ein bestimmungsgemäßer, (funktionsgerechter und effizienter) Betrieb des Wärmeübergabesystems zukunftsorientiert sichergestellt werden und die Wartung und Instandhaltung des Wärmeübergabesystems erleichtert werden.



Abb. 1: Die Systemkomponenten einer Wärmeübergabe bestehen aus Systemrohr (inkl. Befestigung, optional mit Systempletzt), Heiz-/Kühlkreisverteiler einschließlich Reglungstechnik, Raumthermostate und Bedieneinheiten, Quelle: Fachbereich Flächenheizung/-kühlung im BDH

Die im Folgenden aufgeführten Informationen und Kenndaten sind aus der fachgerechten Planung und Auslegung des Wärmeübergabesystems nach aktuellem Stand der Technik zu entnehmen und für die Dokumentation zusammenzustellen. Weitere Informationsblätter des BDH stehen als Download unter [www.flaechenheizung-bdh.de](http://www.flaechenheizung-bdh.de) oder unter [www.bdh-koeln.de/Service/publikationen](http://www.bdh-koeln.de/Service/publikationen) zur Verfügung.

#### 1. Einleitung

Eine fachgerecht installierte Flächenheizung/-kühlung zeichnet sich durch eine hohe Betriebsdauer aus und ist wesentlicher Bestandteil der Werterhaltung eines Gebäudes.

Um eine bestimmungsgemäße Betriebsweise einer Flächenheizung/-kühlung sicherzustellen, ist bei jedem Bauvorhaben eine detaillierte Planung und Auslegung der Wärmeübergabe Flächenheizung/-kühlung nach aktuellem Stand der Technik notwendig.

Die Planungsergebnisse und technischen Kennwerte der Auslegung sind zu dokumentieren und zu übergeben, um eine funktionsgerechte Instandhaltung und Wartung der Anlage zu ermöglichen. Dadurch wird sichergestellt, dass Betreiber auch nach einigen Betriebsjahren noch Kenntnis über die Anlage besitzen, um Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten durchführen zu lassen. Diese Dokumentation beinhaltet auch die Kennwerte zum hydraulischen Abgleich, einschließlich Fachunternehmerklärung.

Nur eine fachgerechte Dokumentation des Wärmeübergabesystems ermöglicht die notwendige Transparenz für eine nachhaltige Instandhaltung über den gesamten Nutzungszeitraum.

Bundesverband der  
Deutschen Heizungsindustrie e.V.  
Frankfurter Straße 720–726  
51145 Köln  
Tel.: (0 22 03) 9 35 93 - 0  
Fax: (0 22 03) 9 35 93 - 22  
E-Mail: [info@bdh-koeln.de](mailto:info@bdh-koeln.de)  
Internet: [www.bdh-koeln.de](http://www.bdh-koeln.de)

<https://www.flaechenheizung-bdh.de/publikationen/informationsblaetter>

# Die Flächenheizung/-kühlung

Die Wirkweise der Flächenheizung/-kühlung - Die Wärmestromdichte in W/m<sup>2</sup>



Die Leistungsangabe der Flächenheizung/-kühlung wird als Wärmestromdichte in W/m<sup>2</sup> bezeichnet und beschreibt gleichsam ihre Wirkweise in der thermischen Aktivierung von Oberflächen.

Neben der wirksamen mittleren Oberflächentemperatur ist der Wärmeübergangskoeffizient  $\alpha$  in W/(m<sup>2</sup> x K) relevant. - Der Wärmeübergangskoeffizient  $\alpha$  ist in der DIN EN 1264 definiert.

$$q = \alpha \times \vartheta_{\text{Oberfl.}} - \vartheta_{\text{Raum}} \quad q = \alpha \times \Delta\vartheta$$

Beispiel:

$$\text{Wandheizung – oben: } 8 \text{ W/(m}^2\text{K)} \times 19,1 \text{ K} = 152,8 \text{ W/m}^2$$

$$\text{Wandheizung – unten: } 8 \text{ W/(m}^2\text{K)} \times 13,9 \text{ K} = 111,2 \text{ W/m}^2$$

Bei der nebenstehenden Abbildung handelt es sich die dasselbe Wandheizung mit demselben Verlegeabstand. Allerdings mit eigenem höheren Putzaufbau der Wärmeverteilschicht.

- **Dies zeigt einmal mehr die Bedeutung der Wärmeverteilschicht, insbesondere der Systemrohrüberdeckung.**



# Die Flächenheizung/-kühlung

## Planungsgrundlagen

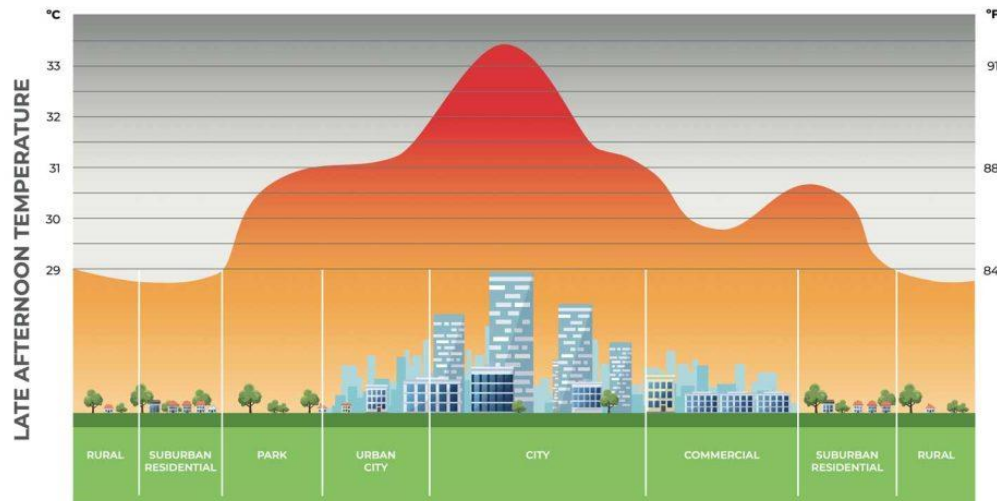
- Bestimmen der Heizlast (DIN EN 12831), ggfs. der Kühllast (VDI 2078/6030)
- Festlegen der baukonstruktiven Randbedingungen
  - Fußbodenkonstruktion planen (DIN 1055/DIN 18560)
  - Bauart der Flächenheizung/-kühlung festlegen (Nassbau, Trockenbau, Sonderanwendung)
  - Heiz-/Kühlkreis-Verteiler/Sammler-Standort definieren
- Wärmetechnisches Bemessen (DIN EN 1264/DIN EN ISO 11855)
  - Systemtemperaturen festlegen
  - Rohrabstand bestimmen
  - Massestrom berechnen
  - Druckverlustberechnung durchführen
  - Hydraulischen Abgleich berechnen
- Hydraulik und Regelungstechnik/Gebäudeautomation konzipieren
- Dokumentation und Nachweisführung



# Die Flächenheizung/-kühlung

## Der Kühlbedarf von Gebäuden

Urban Heat Island diagram:



### ➔ Kühlbetrieb

- ➔ Herstellen einer Untertemperatur zum Raum
- ➔ Die Wärmeverteilung führt Kältemengen mit einer maximalen Vorlauftemperatur von ca. 18° C an den Heiz-/Kühlkreisverteiler im Raum.
- ➔ Die wirksame Oberflächentemperatur
- ➔ Die sicherheitstechnische Einrichtung für den Kühlbetrieb ist der Taupunktwärter

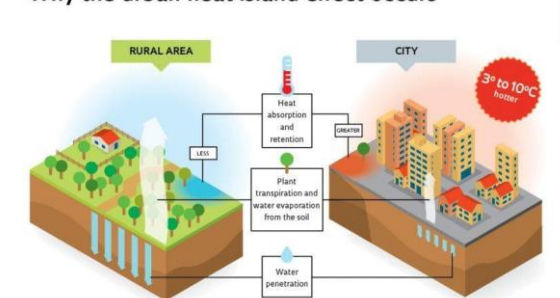
Ein wesentlicher Vorteil der Flächenkühlung ist neben der Effizienz vor allem die thermische Behaglichkeit (keine Zuglufterscheinungen)

Die Normative Grundlage der Flächenheizung/-kühlung ist die DIN EN 1264, (DIN ISO 11855, DIN ISO 7730)

Berechnung der Heizlast: DIN EN 12831

Berechnung der Kühllast: VDI 2078

Why the urban heat island effect occurs



# Die Flächenheizung/-kühlung

## Die thermischen Kennwerte

	Oberflächentemperatur $\vartheta_f$ am Bauteil in °C		Wärmeübergangskoeffizient $\alpha$ am Bauteil in W/(m <sup>2</sup> ·K)		Maximale spezifische Leistung $q_H$ in W/m <sup>2</sup>	
	maximal beim Heizen	maximal beim Kühlen	Heizung	Kühlung	Heizung bei $\vartheta_i 20$ °C	Kühlung bei $\vartheta_i 26$ °C
Boden	29	19	10,8	6,5	ca. 100	ca. 45
Wand	40	18	8	8	ca. 160	ca. 65
Decke	29	18	6,5	10,8	ca. 60	ca. 85

Werte in Anlehnung an DIN EN 1264 und DIN ISO 7730

# Die Flächenkühlung

## Die Wärmestromdichte am Beispiel der Flächenkühlung

$$q = \alpha \times \vartheta_{\text{Oberfl.}} - \vartheta_{\text{Raum}} \quad q = \alpha \times \Delta\vartheta$$

Am Beispiel von  $\vartheta_{\text{Raum}} = 30^\circ\text{C}$  auf Basis der zuvor genannten Kennwerte ( $\vartheta_{\text{Raum}} = 26^\circ\text{C}$ ):

- Deckenkühlung:  $10,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) \times 12 \text{ K} = \underline{129 \text{ W}/\text{m}^2}$
- Wandkühlung:  $8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) \times 12 \text{ K} = \underline{96 \text{ W}/\text{m}^2}$
- Fußbodenkühlung:  $6,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) \times 11 \text{ K} = \underline{71,5 \text{ W}/\text{m}^2}$

**Fazit:** Für die Flächenkühlung bieten die Deckenflächen aufgrund des wirksamen Wärmeübergangskoeffizienten  $\alpha$  in  $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$  die besten Voraussetzungen bezüglich der zu erreichenden Kühlleistung.

# Die Flächenkühlung

## Zwei Leistungsbereiche der Flächenkühlung

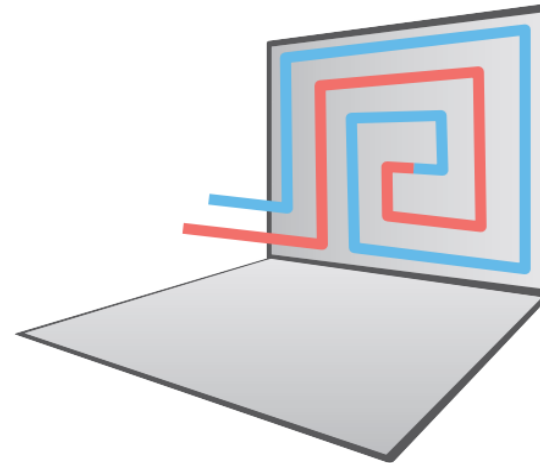
### Ankühlung

- Auslegung mit den Wassermasseströmen aus Heizlast DIN EN 12831.

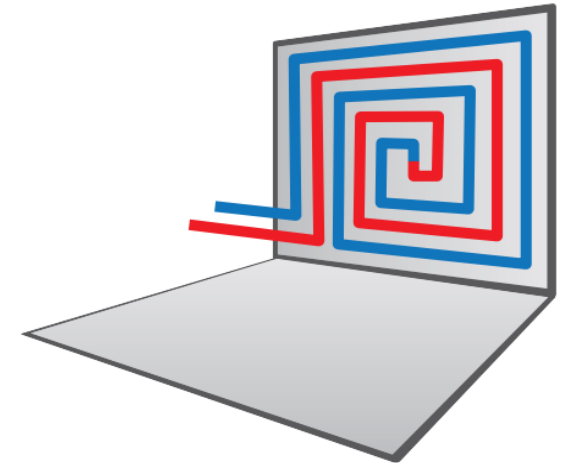
### Vollkühlung

- Auslegung der Wassermasseströme nach Kühllast VDI 2078/VDI 6030

Ankühlung



Vollkühlung



Die Vollkühlung ist notwendig bei hohen Kühllasten, wie sie in der Regel in Nicht-Wohngebäuden z.B. Büro- und Verwaltungsgebäuden auftreten:

- Das Fehlen von klimaaktiven Vegetationsflächen
- Hoher Anteil transparenter Flächen
- Hohe interne Wärmegewinne (Menschen, Elektrifizierung, usw.)
- Arbeitsstättenrichtlinien, etc.

- Höhere Wärmestromdichte
- Engerer Verlegeabstand
- Mehr wirksames Systemrohr
- Mehr Heiz-/Kühlkreise
- Größere Heiz-/Kühlkreisverteiler
- Höherer Massestrom

# Die Flächenkühlung

## Vergleich Ankühlung vs. Vollkühlung

Erdgeschoss								
		Ankühlleistung in W (nach Heizlast)						
Raumbezeichnung	Fläche in m <sup>2</sup>	θ in °C (Heizen)	Heizlast nach DIN EN 12831 in W	Boden	Wand	Decke	θ in °C (Kühlen nach DIN EN 15251)	Kühllast nach VDI 2078 in W
Flur	6,32	18	238	63	168	152	25	0
Windfang / Garderobe	9,05	18	392	172	278	248	25	206
Gästetoilette	2,39	18	108	45	101	59	25	91
Hauswirtschaftsraum	7,24	18	381	148	177	218	25	146
Wohnzimmer / Essbereich	30,90	20	1.132	522	601	778	25	1.288
Küche	13,80	20	507	246	325	348	25	658
Speiseraum	3,92			<i>ohne Anforderung</i>				
<b>Summen Erdgeschoss</b>	<b>73,62</b>		<b>2.758</b>	<b>1.196</b>	<b>1.650</b>	<b>1.803</b>		<b>2.388</b>
Anteil an Kühllast (EG) in %				50	69	76		
Obergeschoss								
		Ankühlleistung in W (nach Heizlast)						
Raumbezeichnung	Fläche in m <sup>2</sup>	θ in °C (Heizen)	Heizlast nach DIN EN 12831 in W	Boden	Wand	Decke	θ in °C (Kühlen nach DIN EN 15251)	Kühllast nach VDI 2078 in W
Flur / Diele	16,46	18	691	271	399	495	25	123
Badezimmer	10,11	24	418	185	326	420	25	276
Schlaf- und Ruheraum	15,69	20	558	270	477	598	25	407
Kinderzimmer 1	15,12	20	537	247	477	381	25	494
Kinderzimmer 2	15,12	20	537	246	477	370	25	483
<b>Summen Obergeschoss</b>	<b>72,50</b>		<b>2.741</b>	<b>1.219</b>	<b>2.155</b>	<b>2.264</b>		<b>1.783</b>
Anteil an Kühllast (OG) in %				68	121	127		
<b>Gesamt-Summen</b>				<b>2.415</b>	<b>3.805</b>	<b>4.067</b>		<b>4.171</b>
Anteil der Ankühlleistung an der Kühllast (Vollkühlung) in %				58	91	98		

<https://www.flaechenheizung-bdh.de/service/praktische-arbeitshilfen-fuer-den-heizungsbau>

# Die Flächenkühlung

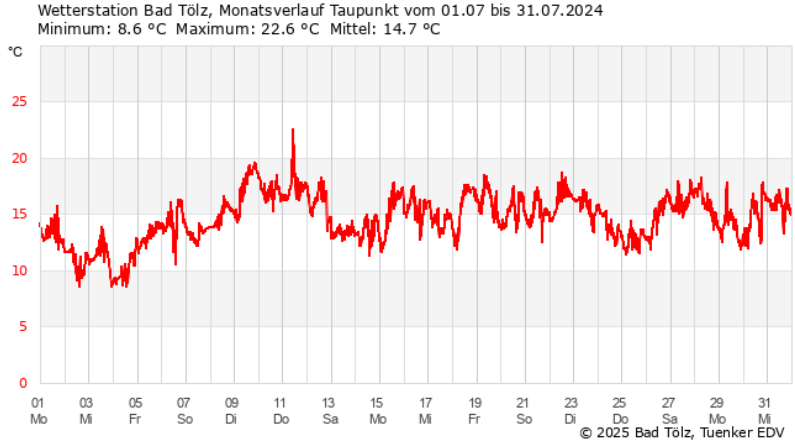
## Der Taupunkt

Lufttemperatur (°C)	Taupunkttemperatur in °C bei einer relativen Luftfeuchte von							Sättigungsfeuchte (g/m <sup>3</sup> )
	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	
+30	10.5	14.9	18.5	21.2	24.2	26.4	28.5	30.4
+28	8.7	13.1	16.7	19.5	22.0	24.2	26.2	27.2
+26	7.1	11.3	14.9	17.6	19.8	22.3	24.2	24.4
+24	5.4	9.5	13.0	15.8	18.2	20.3	22.2	21.8
+22	3.6	7.7	11.1	13.9	16.3	18.3	20.3	19.4
+20	1.9	6.0	9.3	12.0	14.3	16.5	18.3	17.3
+18	0.2	4.2	7.4	10.1	12.4	14.5	16.3	15.4
+16	-1.5	2.4	5.6	8.2	10.5	12.5	14.3	13.6
+14	-3.3	-0.6	3.8	6.4	8.6	10.6	12.4	12.1
+12	-5.0	-2.1	1.9	4.3	6.6	8.8	10.7	10.7
+10	-6.7	-2.9	1.0	2.6	4.3	6.8	8.9	9.4
+8	-8.5	-4.8	-1.6	0.7	2.0	4.4	6.8	8.3
+6	-10.3	-6.6	-3.2	-0.9	0.8	2.4	4.8	7.3
+4	-12.0	-8.5	-4.8	-2.7	-0.9	0.4	2.4	6.4
+2	-13.7	-10.6	-6.5	-4.4	-2.3	-2.4	0.9	5.6
0	-15.4	-12.0	-8.1	-5.6	-3.8	-3.8	-0.9	4.8

Quelle: [schimmelhilfe24.de](http://schimmelhilfe24.de)

Die sicherheitstechnische Einrichtung für den Kühlbetrieb ist der Taupunktwärter!

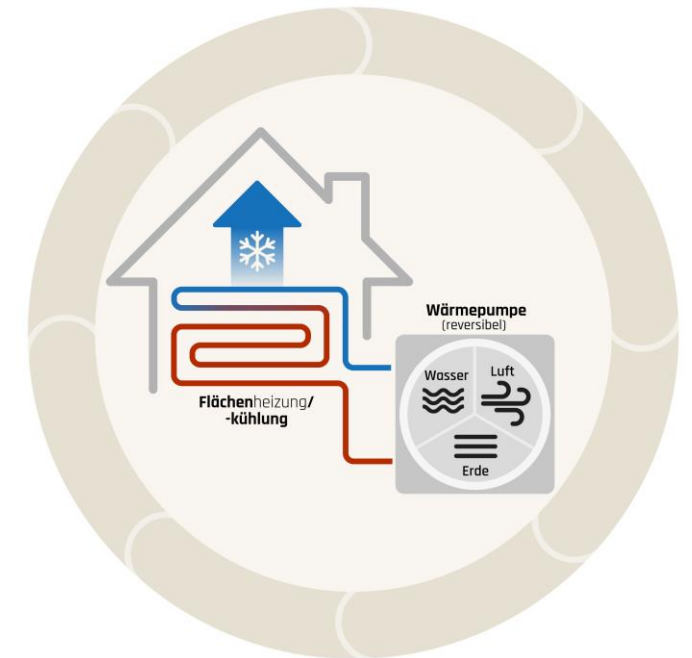
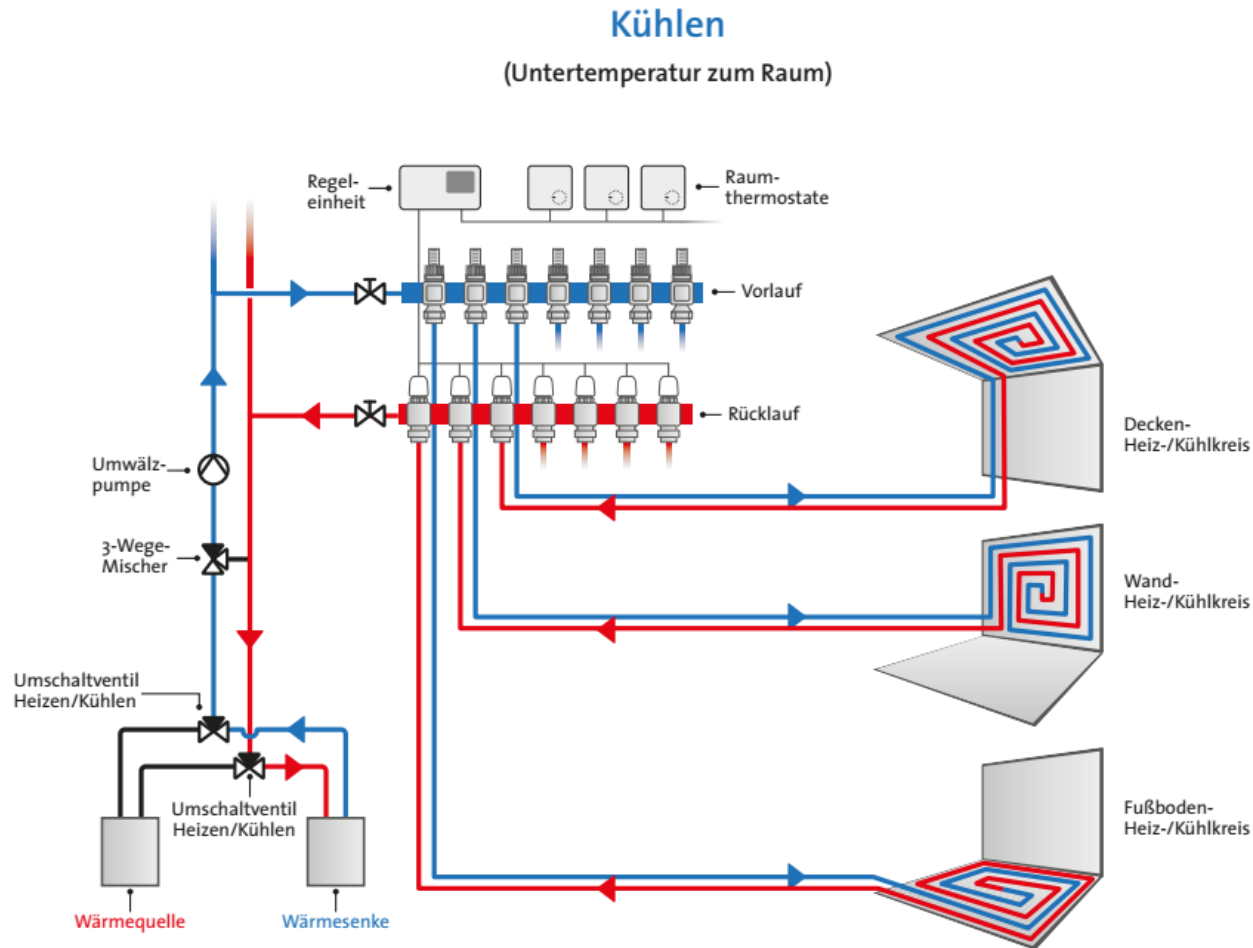
Der Taupunkt ist ein dynamischer Wert und im Wesentlichen Abhängig von der relativen Luftfeuchtigkeit.



Im Kontext eines Tauwasserausfalls ist die Materialgüte der Wärmeverteilschicht relevant, wie diese mit temporär auftretende Feuchtelasten umgeht.

# Die Flächenkühlung

## Die Flächenkühlung mit Wärmepumpe



Die Einzelraumregelung ist Bestandteil der Wärmeübergabe und muss demnach auch auf den Kühlbetrieb abgestimmt sein.

- **Raumthermostate mit Erfassung der relativen Raumluftfeuchte.**

# Die Flächenheizung/-kühlung

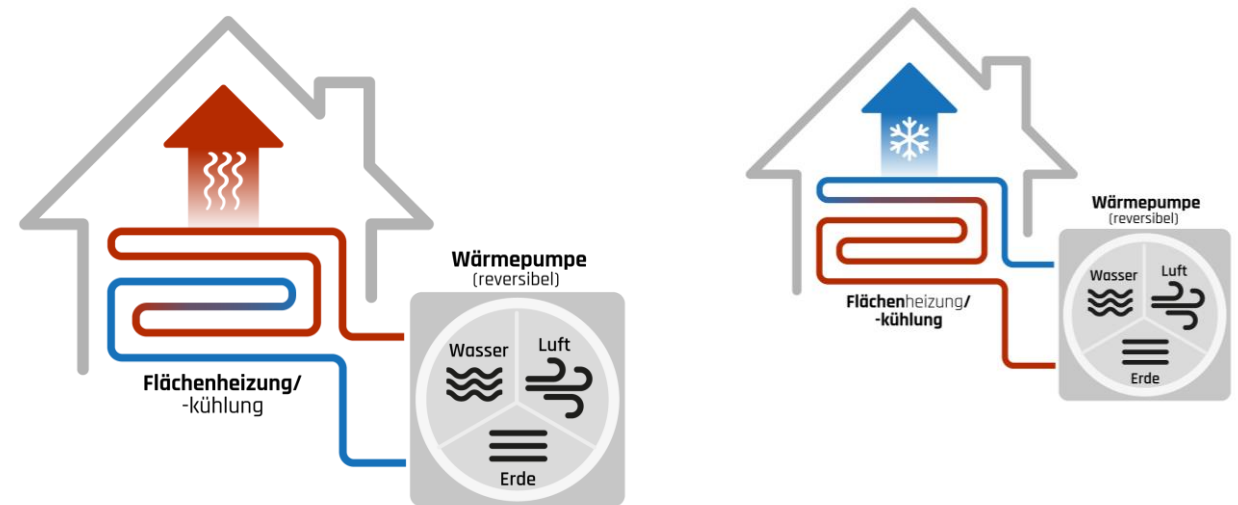
## Die Wärmepumpenanlage als kongeniales Tandem



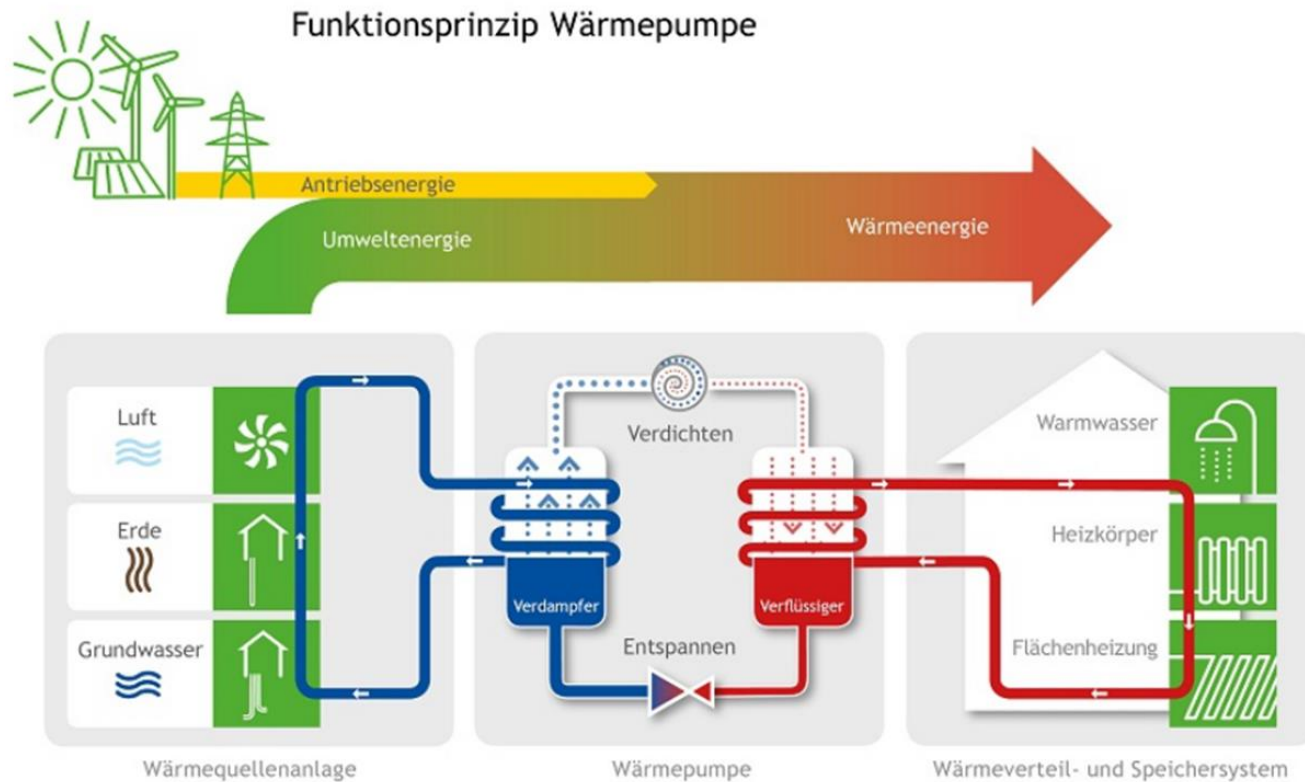
- Beste Voraussetzungen für einen effizienten Wärmepumpenbetrieb.
- Nicht nur für Wärmepumpen, sondern auch für andere Wärmeerzeuger (wie z.B. **Holzheizungen**), insbesondere aber auch für die **Solarthermie** zur Heizungsunterstützung.
- Verbesserung/Erhöhung der Deckungsrate zum solaren Heizen.
- Zielsetzungen des GEG: Kommunale Wärmenetze – Anteil Erneuerbarer Energien 65% - ?!
- Die Option Kühlen zu können, bedeutet nicht zwangsläufig Kühlen zu „müssen“.
- Unterscheidung des Bedarfs und Abstimmung mit dem Nutzer ist bei der Funktion der Flächenkühlung wichtig!

### Ideale Wärmeübergabe für Wärmepumpen

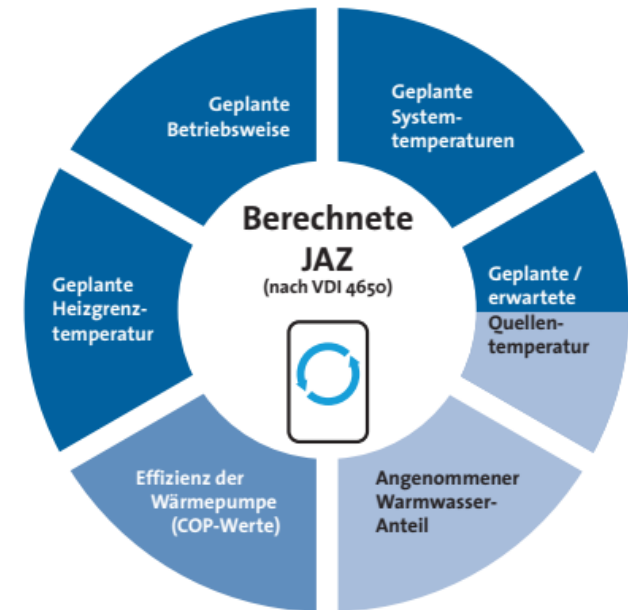
- Luft-Wasser-Wärmepumpen      aktive Kühlung (reversibel)
- Sole-Wasser-Wärmepumpen      aktive Kühlung (reversibel)
- + **passive Kühlung (Erdsonde/Brunnenanlage, etc.)**



# Die Flächenkühlung mit erdgekoppelten Wärmepumpen



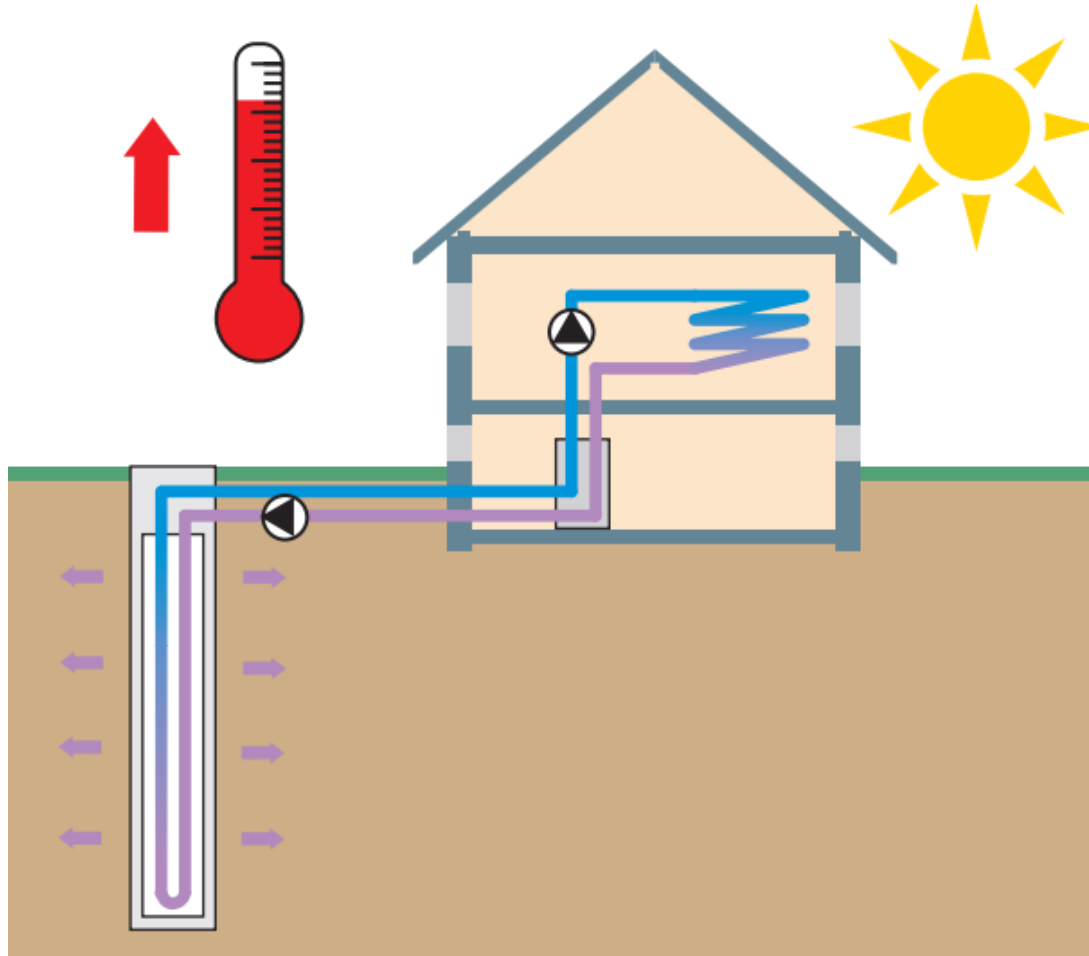
## Einflussgrößen auf die Effizienz von Wärmepumpen



■ reale Systemkennzahl    ■ geplante Systemwerte    ■ nicht planbar

# Die Flächenkühlung Wärmepumpen

Die passive Kühlung mit Erdwärmesonden



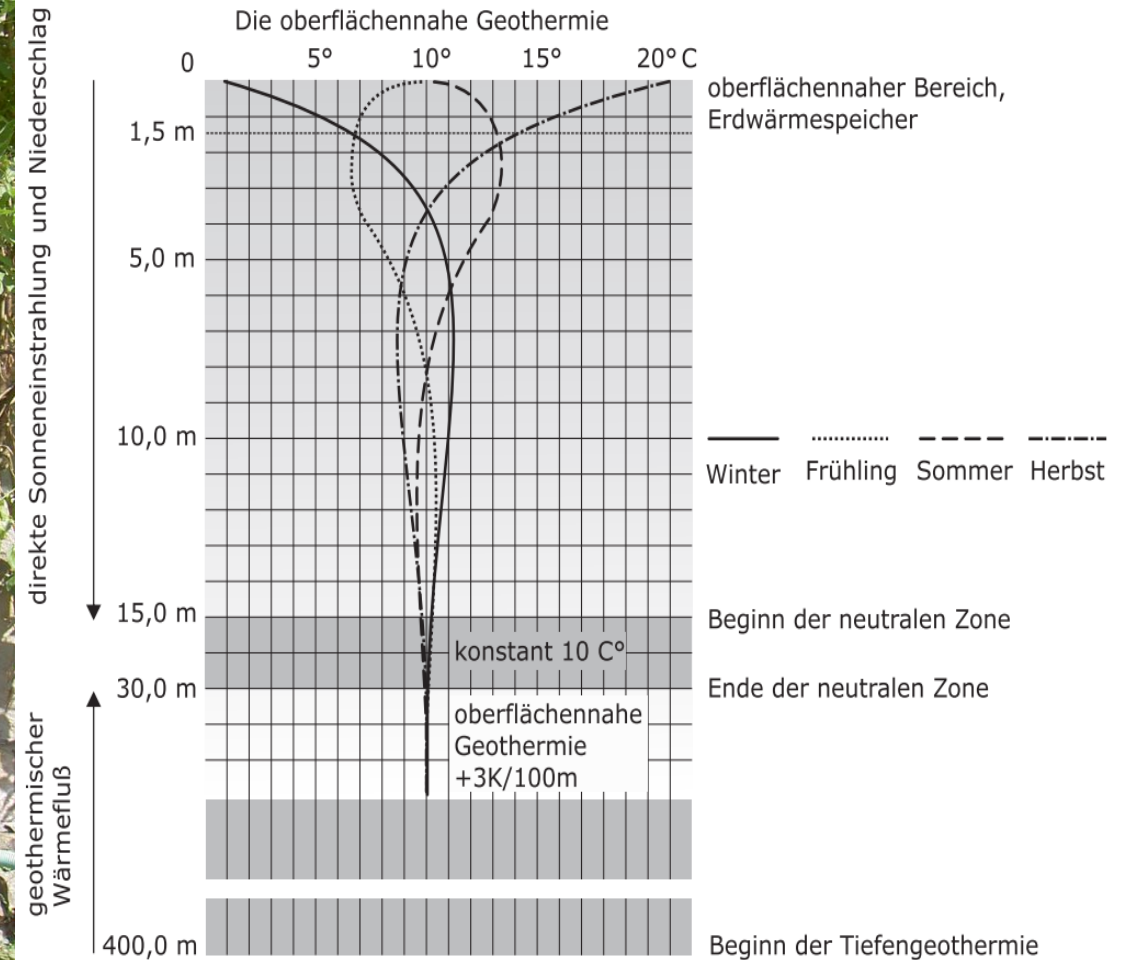
Abbildungen: Forum Wohnenergie

# Die Flächenkühlung Wärmepumpen

## Die passive Kühlung mit Erdwärmesonden



Abbildungen: Forum Wohnenergie



# Die Flächenkühlung Wärmepumpen

## Die passive Kühlung mit Grundwasser-Brunnenanlage

Im Kühlbetrieb muss je Heizkreis ein Taupunktwächter am Vorlaufrohr im Fußbodenheizungsverteiler platziert werden!  
B5 Taupunktwächter (geregelter Kreis)

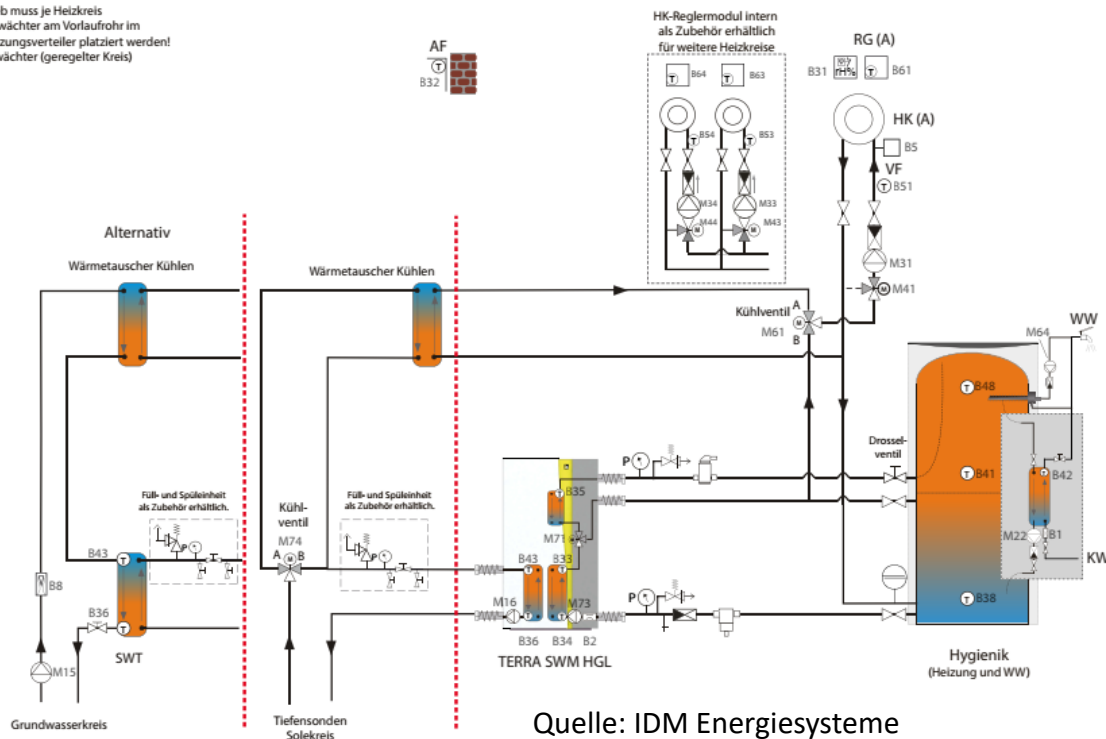


Abbildung: Forum Wohnenergie

# Die Flächenkühlung Wärmepumpen

Die passive Kühlung mit erdgekoppelten Wärmepumpen

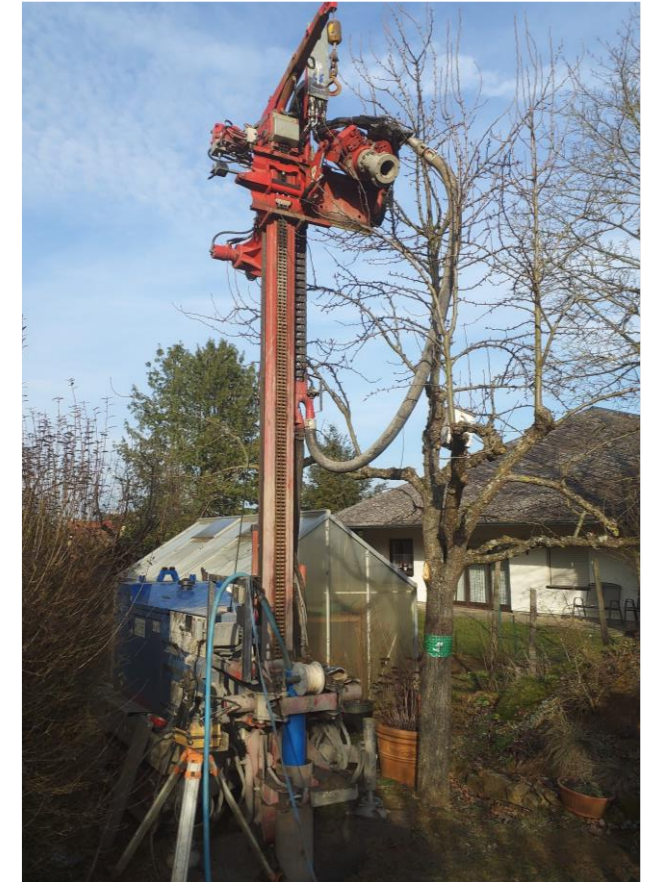
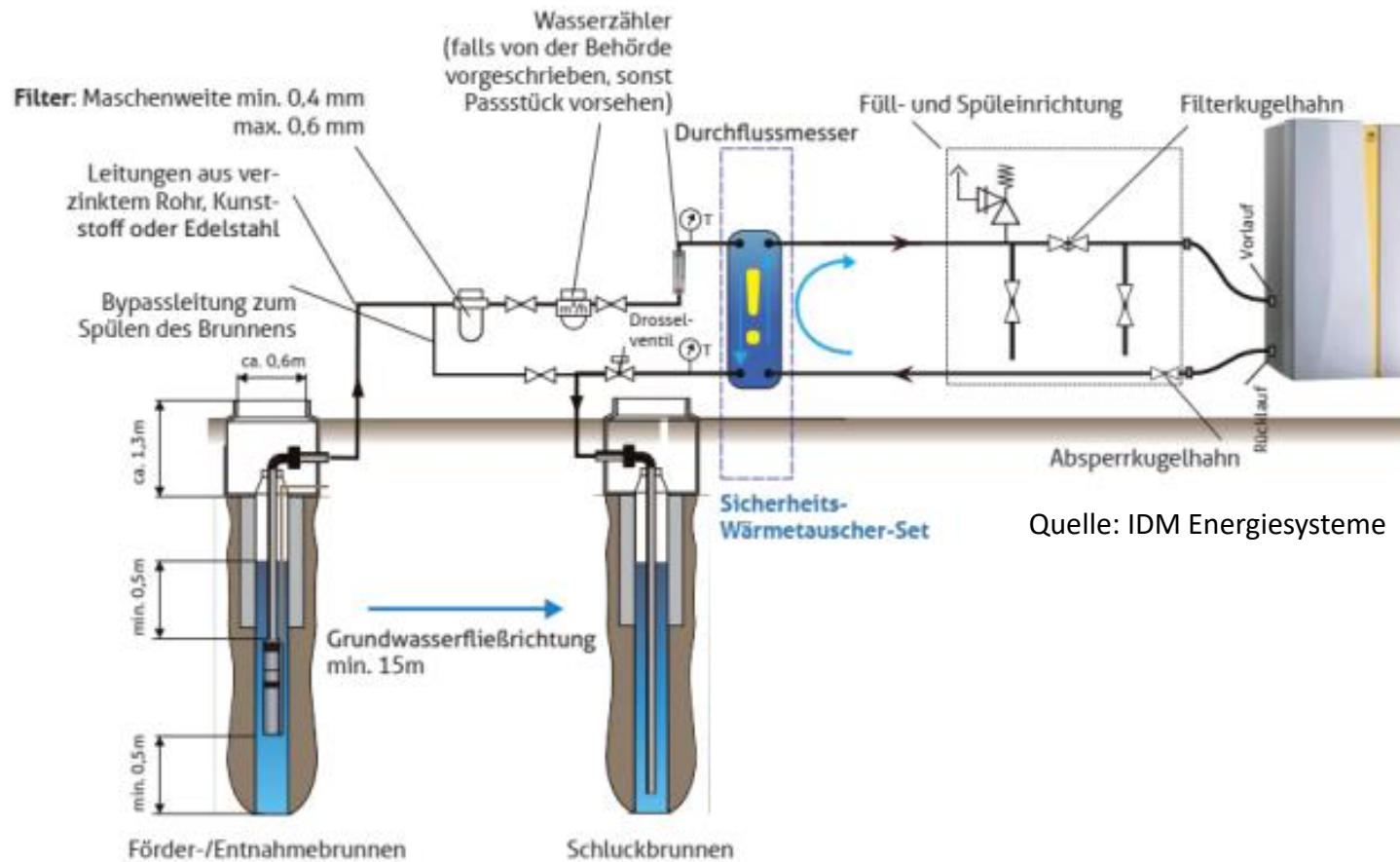
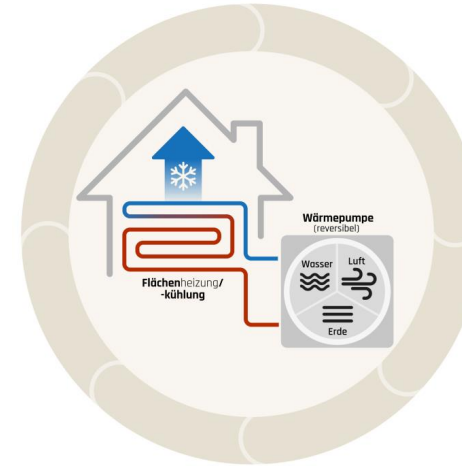
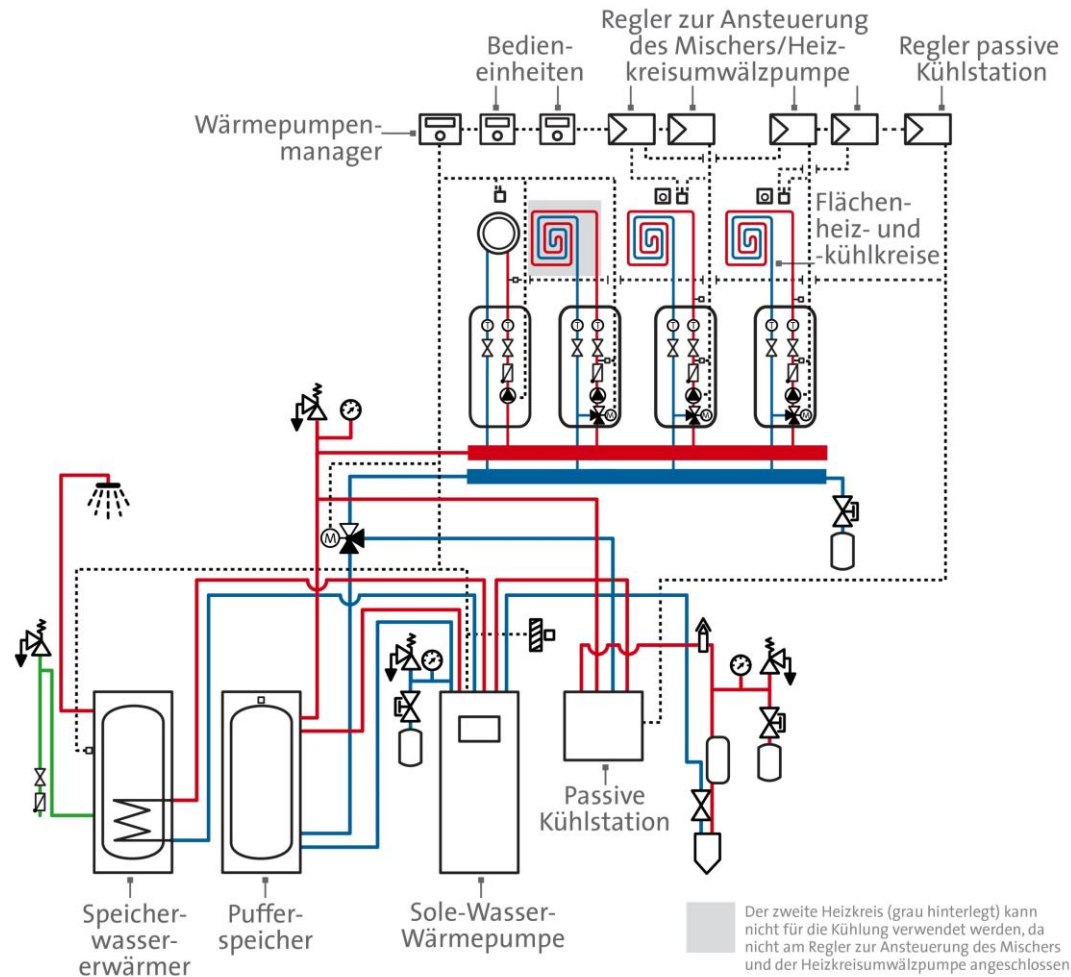


Abbildung: Forum Wohnenergie

# Die Flächenkühlung Wärmepumpen

## Die passive Kühlung mit erdgekoppelten Wärmepumpen



<https://www.bdh-industrie.de/heizsysteme/waermeerzeuger/waermepumpe>

<https://www.flaechenheizung-bdh.de/publikationen/informationsblaetter>



# BDH

GEMEINSAM STARK  
FÜR WÄRME



Mitgliedsunternehmen im Fachbereich Flächenheizung/-kühlung

27.05.2025



**Vielen Dank für  
Ihre Aufmerksamkeit**

[frank.hartmann@bdh-industrie.de](mailto:frank.hartmann@bdh-industrie.de)