

8. Grundlagen zur Planung von Wärmepumpen

Grundlagen Kühlung

Raumkühlung, über Raumflächen - Fußboden, Wand, Decke

Im modernen Gebäuden (Niedrigenergiehaus Standard oder besser) ist die Kühlung über die Fußbodenheizung ohne weiteres möglich. So können die benötigten Vorlauftemperaturen von ca. 16 °C bis 20 °C durch Erdkollektor oder Erdsonden ohne Kompressorbetrieb realisiert werden.

Bei der Fußbodenkühlung ist jedoch nur eingeschränkt die Regelung der Raumtemperatur zu realisieren, da die Energieabgabe eines Fußbodensystems begrenzt ist. Eine Kühllastberechnung ist zur Abschätzung der Kühlleistung empfehlenswert (z.B. mit dem Kühllast Berechnungstool von Vaillant).

Der Wärmeübergangskoeffizient (Konvektion und Strahlung) unterscheidet sich für die verschiedenen Flächen bei Heizung und Kühlung (siehe Tabelle).

Wärmeübergang und deren Einflussfaktoren

Die Wärmeleistung, die bei Kühlung durch den Fußboden vom Raum abgeführt werden kann, wird grundsätzlich vom Wärmeübergang der Raumluft auf die Fußbodenoberfläche und von der Fußbodenoberfläche auf die Rohre im Estrich beeinflusst.

Damit hat der Rohrdurchmesser der Rohre, der Verlegeabstand, die Überdeckung der Rohre mit Estrich und das Material des Fußbodenbelages Einfluss auf die spezifische Kühlleistung des Fußbodens.

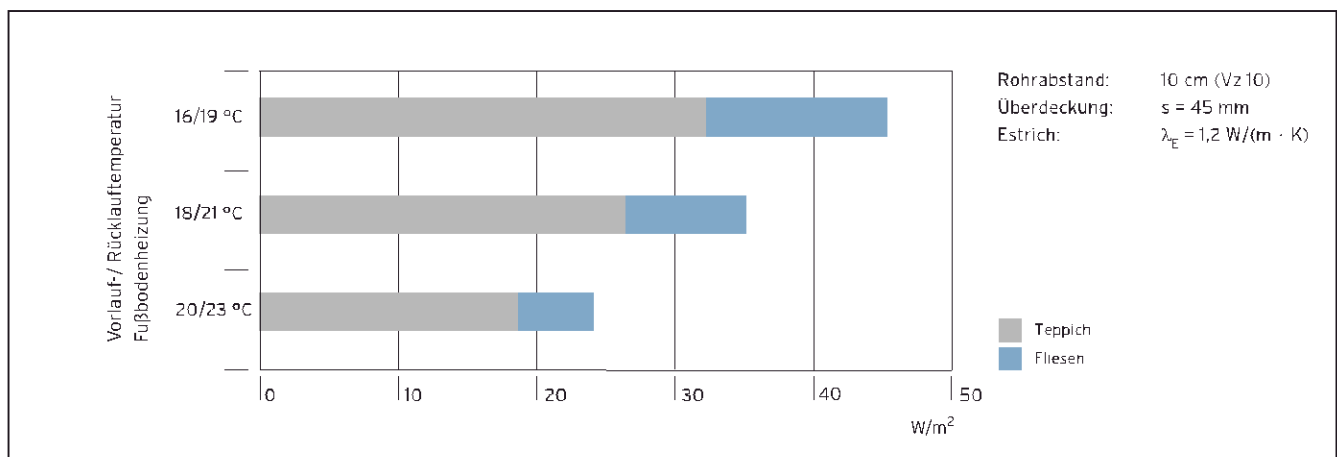
Die meisten Rohre die heute verwendet werden sind Kunststoffrohre bei denen der Unterschied in der Wärmeleitfähigkeit der Materialien kaum Auswirkungen auf den Wärmeübergang hat. Ein größerer Durchmesser der Rohre wirkt sich auf die Kühlleistung jedoch positiv aus.

Einen bedeutenden Einfluss auf die spezifische Kälteleistung hat jedoch der Verlegeabstand der Rohre. Verkleinert man den Verlegeabstand so wird die Kälteleistung vergrößert da die mittlere Fußbodenoberflächentemperatur sinkt. Heutige Systeme für Wärmepumpenheizung mit einem Verlegeabstand von 10 cm sind für Bodenkühlung bestens geeignet.

Ein bedeutender Faktor für den Wärmeübergang ist der Bodenbelag (im Unterschied zur Überdeckung mit Estrich). Ein Fußboden mit einem schweren Teppich verringert die Kühlleistung gegenüber einem Fußboden mit Fliesen erheblich (siehe Grafik).

	Wärmeübergangskoeffizient [W/m ² · K]		Oberflächentemperatur [°C]		Maximale Leistung [W/m ²]	
	Heizung	Kühlung	Max. Heizung	Min. Kühlung	Heizung	Kühlung
Boden Randzone	11	7	35	20	165	42
Boden Aufenthalt	11	7	29	20	99	42
Wand	8	8	~ 40	17	160	72
Decke	6	11	~ 27	17	42	99

Quelle: B. Olesen, Velta



Wärmeübergang in Abhängigkeit von Temperatur und Bodenbelag

Quelle: UPONOR-Velta Akademie

8. Grundlagen zur Planung von Wärmepumpen

Grundlagen Kühlung

Grundsätzlich gilt:

Beim Kühlvorgang sinkt die Temperatur der Raumluft, der absolute Wassergehalt der Luft bleibt konstant, die relative Luftfeuchtigkeit steigt.

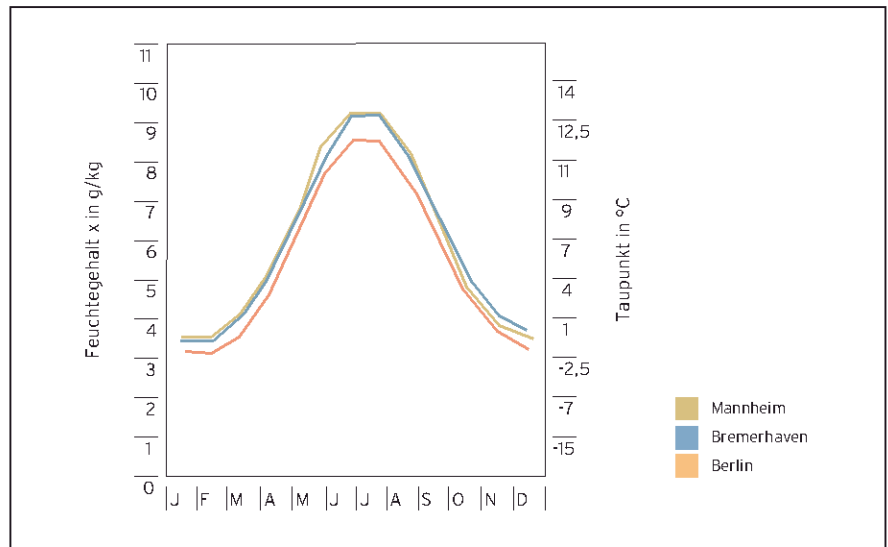
Wird die Lufttemperatur weiter gesenkt, wird die Sättigungslinie erreicht. Wir haben 100 % relative Luftfeuchtigkeit.

Wird die Temperatur weiter abgekühlt, kommt es zur Kondensation, der absolute Wassergehalt in der Luft sinkt.

Minimale Vorlauftemperatur, Taupunkttemperatur

Aufgrund der natürlichen Begrenzung der Kühlleistung wird ein Fußbodensystem nicht immer in der Lage sein, die Raumtemperatur auf einen festen Wert zu regeln. Grundsätzlich muss aber auf jene Vorlauftemperatur geregelt werden die das Risiko der Tauwasserbildung vermeidet. Die Grafik zeigt, dass im Sommer der Feuchtigkeitsanteil der Luft etwas mehr als 9 g/kg Luft erreicht. Bei diesem Wasserdampfgehalt ergibt sich ein Taupunkt von ca. 13 °C (bei einer relativen Luftfeuchte von ca. 55 %).

Vaillant empfiehlt eine Vorlauftemperatur von ca. 20 °C. Bei einer Lufttemperatur von 25 °C und einer relativen Feuchte von 70 % wird der Taupunkt erst bei einer Temperatur von 19 °C erreicht. Im Mittel stellt sich im Haus eine relative Luftfeuchte von 50 - 55 % ein, so dass eine Taupunktunterschreitung nicht eintritt. Die obere Luftfeuchtigkeit von 65 % sollte nach EN 814 T1 - T3 und DIN 1946 nicht überschritten werden.



Minimale Vorlauftemperatur, Taupunkttemperatur

Bei dem Einsatz von Flächensystemen zum Kühlen ist es wichtig, die Oberflächentemperaturen oder Wassertemperaturen zu begrenzen, um Kondensation zu vermeiden. Eine Möglichkeit besteht darin, eine Mindesttemperatur für die Vorlaufwassertemperatur vorzusehen.

Die Luftfeuchtigkeit im Gebäude ist abhängig von der Außenluftfeuchte und den internen Lasten. Nur sehr wenige Stunden pro Jahr wird die Außenluft-Feuchtigkeit von 13 g/kg (18 °C Taupunkt) überschritten.

Bei im Estrich verlegten Rohren ist es möglich, durch eine gewisse Erwärmung des Wassers zwischen Mischer und Verteiler, die Vorlauftemperatur um ca. 1 °C bis 2 °C tiefer zu wählen. Bei trocken verlegten Systemen soll die Vorlauftemperatur grundsätzlich nicht tiefer als die Taupunkttemperatur sein.

Vaillant empfiehlt die Fußbodensteigeleitungen einschließlich der Heizkreisverteiler dampfdiffusionsdicht zu isolieren, um evtl. anfallendes Schwitzwasser zu vermeiden.

Da die absolute Feuchtigkeit in einem Haus in allen Räumen durch die Luftbewegung annähernd gleich ist, genügt es eine gemeinsame Vorlauftemperatur für alle Räume zu wählen.

Mit einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung kann die Grenze der Luftfeuchtigkeit nach EN 814 und DIN 1946 eingehalten werden.

Lufttemperatur $\theta_{a}; l_u, \text{°C}$	Relative Luftfeuchte ϕ_{rel}	Ausgabe	
		Wassergehalt der Außenluft $x, \text{gWasser/kgTrLuft}$	Taupunkttemperatur $\theta_{tp}, \text{°C}$
25,0	0,50	9,95	13,7
25,0	0,60	11,98	16,6
25,0	0,70	14,02	19,0
25,0	0,80	16,07	21,2
22,0	0,70	13,43	18,3
28,0	0,80	19,28	24,1

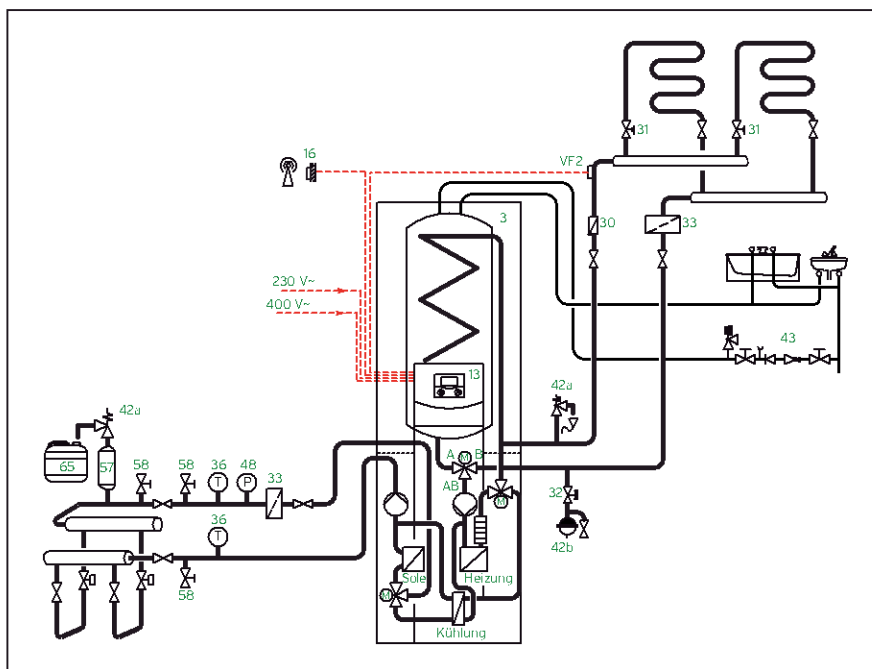
8. Grundlagen zur Planung von Wärmepumpen

Grundlagen Kühlung

Systemlösungen

Als besonders wirtschaftliche und kompakte Lösung bietet sich die Wärmepumpenserie geoTHERM exklusiv an. Diese Serie ist mit allen Komponenten für Heizen, Warmwasserbereitung und Kühlung ausgestattet. Sollen die Räume mit einer Raumregelung ausgestattet werden, (Raumregler muss für Kühlfunktion geeignet sein) ist bauseits eine hydraulische Weiche und eine Heizungsumwälzpumpe zu installieren.

Bei ungünstiger Lage kann eine dampfdiffusionsdichte Isolierung der Hydraulischen Weiche und der Heizkreisverteiler erforderlich sein. Der Einsatz eines Pufferspeichers ist aufgrund von Schwitzwasserbildung und Korrosion nicht möglich.

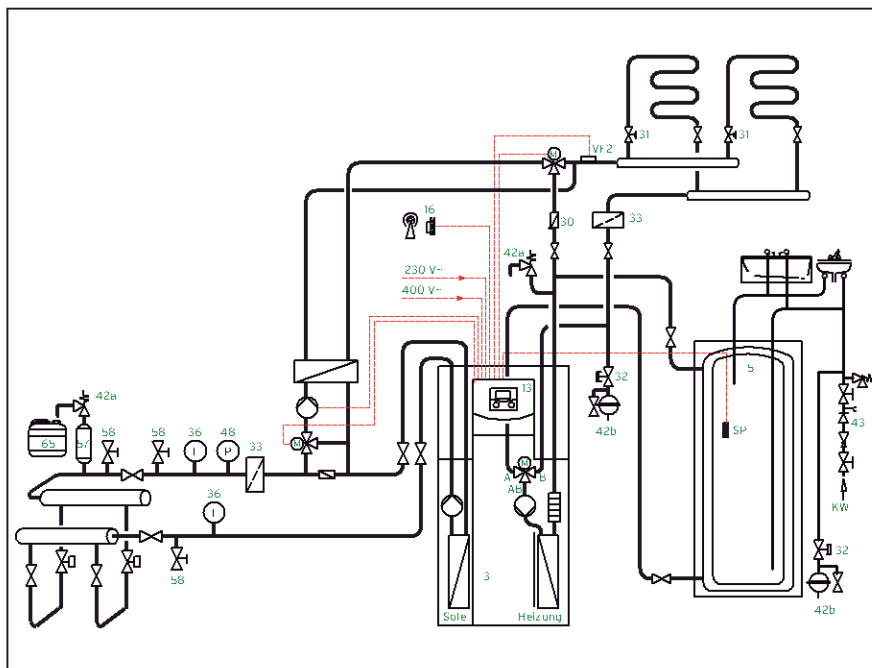


Interne Kühlung

Kommen Geräte der Serien geoTHERM plus mit einer Leistung > 10 kW zur Anwendung, so wird die erforderliche Hydraulik bauseitig erstellt. Die Auslegung des Wärmetauschers erfolgt auf die mögliche Kühlleistung der Anlage (= ca. Heizleistung der Wärmepumpe) bei den Temperaturen primär 18 °C / 21 °C, sekundär 21 °C / 18 °C.

Folgendes Zubehör ist vorzusehen:

- Wärmetauscher
- Mischventil in der erforderlichen Größe
- 3-Wege Umschaltventil
- Kaltwasser geeignete Kühlkreispumpe



Externe Kühlung

8. Grundlagen zur Planung von Wärmepumpen

Grundlagen Kühlung

Zusammenfassung Kühlung durch Fußbodensysteme

Die Fußbodenkühlung ist Teil eines sanften Klimatisierungssystems, dessen Anwendung durch den heute üblichen hervorragenden Wärmeschutz ermöglicht wird. Beste Wärmedämmung und eine auf die Zusatzfunktion Kühlung angepasste Fußbodenheizung sichern den einwandfreien Betrieb.

In der Praxis wird bei Wohnbauten im Kühlbetrieb von 18 - 20 °C Vorlauftemperatur und 21 - 23 °C Rücklauftemperatur ausgegangen. Bei Fliesenböden kann mit einer spezifischen Kühlleistung von ca. 30 - 35 W/m² gerechnet werden.

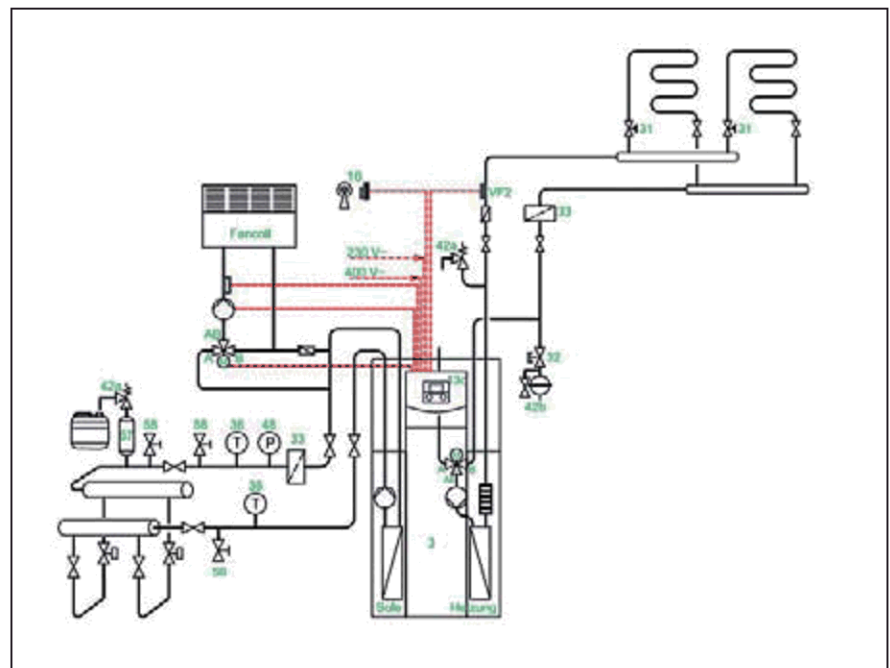
Bei Nassräumen wie Badezimmer wird grundsätzlich empfohlen, den Fußboden nicht zu kühlen, sondern bei Kühlbetrieb diesen Kreis zu schließen. Dies kann händisch am Ventil oder automatisch über ein Zonenventil erfolgen.

Bei den Vaillant Wärmepumpen mit Kühlfunktion können Stellantriebe elektrisch über den Kontakt SK-2P geschlossen werden.

Raumkühlung mittels Klimakonvektoren

Die überschüssige Wärme in Wohnräumen kann auch über Klimakonvektoren (so genannte Fan coils) entzogen und dem Erdreich zugeführt werden.

Die Auslegung der Klimakonvektoren erfolgt für passive Kühlung auf die Temperaturen 15 °C / 20 °C. In Kombination mit Gebläsekonvektoren kann als Soleflüssigkeit eine Ethanol/Wasser Mischung aufgrund der besseren Viskosität eingesetzt werden.



Kühlung über Klimakonvektoren