

T9
Kühlen mit Wärmepumpen

Inhalt

1. Einführung
2. Querhinweis auf Normen und andere Schriftstücke
3. Arten des Kühlens mit Wärmepumpen
 - 3.1. Passives bzw. natürliches Kühlen
 - 3.2. Aktives Kühlen
 - 3.3. Kühlleistung und -energie des Erdreiches
4. Anwendungshinweise
 - 4.1. Einbindungshinweise passives bzw. natürliches Kühlen
 - 4.2. Einbindungshinweise aktives Kühlen
5. Auslegungsbeispiele

1. Einführung

Mit steigenden Komfortansprüchen und wegen der starken Gebäudeisolation bei Niedrigenergiebauweise nimmt die Notwendigkeit und der Wunsch, Gebäude im Sommer kühlen zu können, auch in der Schweiz zu. Mit Wärmepumpenanlagen ist dies unter den nachstehenden Voraussetzungen möglich. Dabei wird das System im Allgemeinen mit einer Kühlkennlinie (analog zur Heizkennlinie) geregelt. Das Kühlen setzt bei automatischer Regelung nach Überschreiten der Kühlgrenztemperatur ein. Die Wärme des Gebäudeinnern wird durch einen oder mehrere Kühlkreise, die ergänzend zum Wärmeabgabesystem installiert sind, nach aussen transportiert. Für Wärmeabgabe und Kühlung kann auch ein gemeinsames System konzipiert werden.

2. Querhinweis auf Normen und andere Schriftstücke

- Betreffend Erdreich, Grund- oder Seewasser die entsprechenden *Technischen Merkblätter AWP T1–T5* beachten.
- VDI 4640, Blatt 1 - 3

3. Arten des Kühlens mit Wärmepumpen

Wir unterscheiden zwei Arten des Kühlens mit Wärmepumpenanlagen, je nachdem, ob die natürliche Kühle der Umgebung aus Erdreich-, Grund- bzw. Seewasser oder ob die Kälteleistung des aktiven Kompressors der Wärmepumpe genutzt wird.

3.1. Passives bzw. natürliches Kühlen

Wenn die Aussentemperaturen (TA) sommerlich, z.B. über + 25°C ansteigen, bleibt die Temperatur von ungenutztem Erdreich, Grund- oder Seewasser (TG) in genügender Tiefe bei z.B. + 6 bis + 12°C. Kühlen wird notwendig, wenn die Raumtemperatur (TR) infolge hoher Aussentemperatur die Komfortgrenze überschritten hat. Solange die Temperaturdifferenz TR - TG genügend gross ist, kann die Raumwärme direkt an das Erdreich, Grund- oder Seewasser abgegeben werden. Dies geschieht durch den Betrieb der Umwälzpumpen der beiden Kreise, geregelt durch den Regler der Wärmepumpe oder einen separaten Regler. Diese Art des Kühlens ist charakterisiert durch:

- **Minimalsten Energieeinsatz:** Antriebsenergie der Umwälzpumpen und Stromverbrauch der Regelung.
- **Begrenzte Verfügbarkeit:** Wenn sich z.B. die Temperatur des Erdreichs durch die Wärmezufuhr zu stark erhöht, dann wird die Kühlung unterbrochen, bis die Temperaturdifferenz (Temperaturgefälle) wieder erreicht ist (Regeneration der Kühlquelle). Je nach Kühlsystem im Gebäude sind die Anzahl und Art der Wärmeübergänge unterschiedlich, z.B. Kühlung über Fussboden oder Bauteilkühlung:

- Erdreich ↔ Erdwärmesonden
- Wärmetauscher Erdwärmesonden ↔ Fussboden- oder Bauteilkühlsystem
- Fussboden oder Bauteil ↔ Raum

oder für Kühlen mit Kühlkonvektoren oder *Fan coils*:

- Erdreich ↔ Erdwärmesonden
- Wärmetausch Kühlkonvektor ↔ Raum

Pro Wärmeübergang ist eine Temperaturdifferenz von 3 - 5°C je nach Art des Übergangs notwendig.

3.2. Aktives Kühlen

Wenn eine bestimmte Kühlleistung verlangt oder eine Raumtemperatur während des ganzen Sommers nicht überschritten werden darf, ist im Allgemeinen aktives Kühlen durch das Wärmepumpensystem erforderlich. Beim aktiven Kühlen ist der Kompressor der Wärmepumpe in Funktion. Die Raumwärme wird durch den Verdampfer übernommen und via den Kondensator an Erdreich, Grund- oder Seewasser oder an die Außenluft abgegeben. Dazu wird eine reversible Wärmepumpe (Umkehr des Kältekreises) eingesetzt oder – bei Sole/Wasser und Wasser/Wasser möglich – eine Umschaltung von Primär- und Sekundärkreis vorgenommen.

3.3. Kühlleistung und -energie des Erdreiches

Neben der Temperaturdifferenz zwischen Erdreich und Raumtemperatur sind die verfügbare bzw. nutzbare Entzugsleistung und Kälteenergie für die Kühlung zu beachten. Nachfolgend wird eine Größenordnung für Rohre Ø 32 mm als Richtinformation genannt; konkret sind aber die Werte der Büros für geologische Begutachtung massgebend.

	<u>Entzugsleistung</u>	<u>Kühlenergie/Jahr</u>
Erdwärmesonden vertikal	ca. 30 W/m	20 - 30 kWh/m/a
Erdregister horizontal	ca. 15 W/m ²	10 - 20 kWh/m ² /a

4. Anwendungshinweise

4.1. Einbindungshinweise passives bzw. natürliches Kühlen

Nachfolgend ein Einbindungsbeispiel für eine einfache Anlage (EFH).

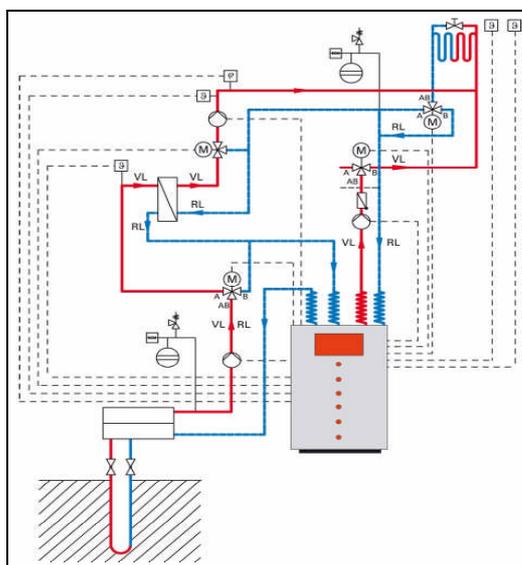


Abb. 1

4.2. Einbindungshinweise aktives Kühlen

Nachfolgend eine einfache Anlage mit Erdwärmesonden und mit einem kombinierten Heiz- und Kühlkreis. Um die Kühlleistung zu gewährleisten, ist der Dachkühler je nach Situation einzubauen.

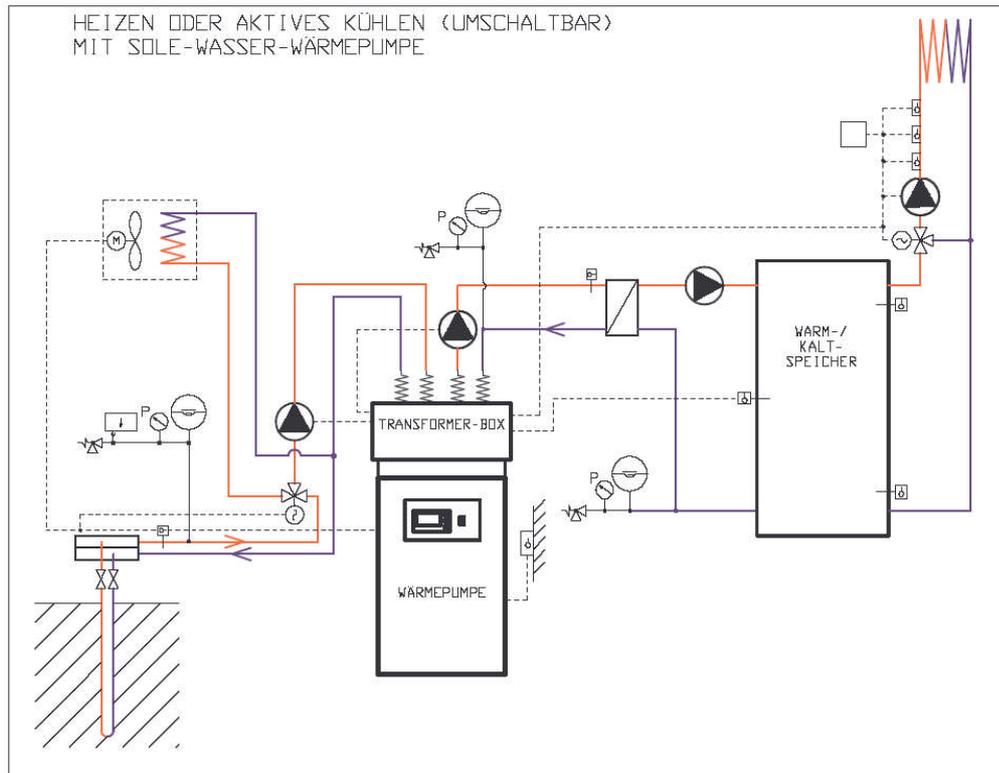


Abb. 2

5. Auslegungsbeispiele

1. Beispiel:

Ein gut isoliertes, geräumiges EFH braucht für die Heizung mit Wärmepumpe eine Erdwärmesonde von 130 m à Ø 32 mm. Welches ist die zu erwartende Kühlleistung und -energie?

- Kühlleistung: Richtwert $130 \text{ m} \times 30 \text{ W/m} = 3.9 \text{ kW}$
- Kühlenergie / Jahr $130 \text{ m} \times 20 - 30 \text{ kWh/m} = 2'600 - 3'900 \text{ kWh/a}$

Die Heizleistung liegt vergleichsweise bei ca. 8.6 kW.

2. Beispiel:

Es soll mit Fussbodenkreis ein Raum auf $T_R = 25^\circ\text{C}$ gekühlt werden. Bis zu welcher Temperatur T_G des Erdreiches kann natürlich gekühlt werden?

- Anzahl Wärmeübergänge: 3 (Fussboden 5K, WT 5K, Erdwärmesonden 3K)
- $T_G = T_R - 5 - 5 - 3 = 25 - 5 - 5 - 3 = 12^\circ\text{C}$