

Wärmequellennutzung GRUNDWASSER

INHALT

1. Allgemeines
2. Nutzungsarten
 - a) Direktnutzung
 - b) Indirekte Nutzung
3. Werkstoffe / Wärmeträgermedium / Durchflussmengen
 - a) Wahl der Werkstoffe
 - b) Wärmeträgermedium / Konzentration
 - c) Durchflussmengen
4. Entzugsleistung
5. Ueberwachung der Wärmequellennutzungsanlage
6. Auswahl bzw. Dimensionierung der Anlageteile
7. Betriebsart der Anlage
8. Heizsystemtemperatur
9. Prinzip-Schema
10. Ausführungshinweise
11. Auslegungsbeispiele

1. Allgemeines

Das vorliegende Merkblatt mit dem Stand der Technik entsprechenden Informationen über Wärmepumpenheizungsanlagen mit Grundwasser als Wärmequelle soll dem Planer die nötigen Anhaltspunkte für die Auslegung der Wärmequellenanlage vermitteln. Basis der Informationen bilden die Praxiserfahrungen der AWP-Firmenmitglieder, die Messresultate von Pilotanlagen sowie die Ergebnisse von wissenschaftlichen Untersuchungen im Auftrag diverser kantonaler Ämter. So wurden beispielsweise im Rahmen des Projekts "Wärmebilanz Grundwasser" im Untersuchungsgebiet des mittleren Emmentals tiefere Erkenntnisse über die Gesetzmässigkeiten und Zusammenhänge im Wasserhaushalt eines definierten Grundwassergebietes gewonnen.

Die Untersuchungsergebnisse sind vielversprechend. Dem Einsatz von Grundwasserwärmepumpen stehen keine land- oder forstwirtschaftlichen Bedenken gegenüber. Zu Recht wird die Schweiz unter Wasserfachleuten als "Wasserschloss Europas" bezeichnet. Die Wärme des Grundwassers kann als erneuerbare Energie einen Teil der herkömmlichen Energien ersetzen. Das bedeutet aber nicht, dass Wärmepumpen überall und unkontrolliert eingesetzt werden können. Es gilt folgendes zu beachten:

§ Die Sicherheit bei der Nutzung des Grundwassers als Wärmequelle für Wärmepumpenheizungsanlagen muss in bezug auf die Verunreinigung der Wärmequelle nach den drei Grundsätzen:

- verhindern
- erkennen
- zurückhalten

gewährleistet sein.

§ Die Nutzung (Entnahme und Rückgabe) des Grundwassers als Wärmequelle bedarf einer hydrogeologischen Abklärung und einer behördlichen Bewilligung.

§ Für die Planung und Ausführung der Wärmequellennutzungsanlage müssen unbedingt die entsprechenden Fachleute beigezogen werden.

§ Im Interesse der Betriebssicherheit ist eine periodische Überwachung der Wärmequellennutzungsanlage unerlässlich.

2. Nutzungsarten

Bei der Nutzung von Grundwasser als Wärmequelle unterscheidet man zwischen einer Direktnutzung und einer indirekten Nutzung.

a) Direktnutzung

Bei der Direktnutzung wird das Grundwasser der Wärmepumpe direkt zugeführt. Der Wärmeentzug erfolgt im Verdampfer der Wärmepumpe.

b) Indirekte Nutzung

Bei der indirekten Nutzung wird zwischen die Wärmepumpe und den Grundwasserkreislauf ein Wärmetauscher geschaltet (Zwischenkreislauf). Der Wärmeentzug aus dem Grundwasser erfolgt im Wärmetauscher.

Die chemisch/physikalische Zusammensetzung des Grundwassers (Verunreinigungen) oder dessen Temperatur sowie allfällige behördliche Vorschriften können den Einsatz eines Zwischenkreislaufes erforderlich machen.

3. Werkstoffe / Wärmeträgermedium / Durchflussmengen

Die Wasserqualität und die Wassermengen können sich aufgrund von Umwelteinflüssen ändern. Für die Wahl der richtigen Werkstoffe sind daher exakte Wasseranalysen aufgrund des hydrologischen Gutachtens unerlässlich.

a) Wahl der Werkstoffe

Alle Apparate, Armaturen und Rohrleitungen usw., die mit dem Grundwasser in Kontakt kommen, müssen gegen das Grundwasser, die eingesetzten Arbeitsmittel sowie die auftretenden thermischen, chemischen und mechanischen Beanspruchungen nachweisbar resistent sein.

b) Wärmeträgermedium / Konzentration

Bei der indirekten Nutzung wird im Zwischenkreislauf (zwischen der Wärmepumpe und dem Wärmetauscher) ein Frostschutzmittel als Wärmeträger eingesetzt.

Als Wärmeträger dürfen nur Produkte gemäss Liste in der "Wegleitung zur Wärmenutzung aus Wasser und Boden", Art. 22, Absatz 2, VWF, verwendet werden. Darüber hinaus sind wichtige Kriterien zu beachten:

- ξ Herstellerangaben über Wärmepumpen-, Wärmeträger- sowie über übrige Anlagekomponenten.
- ξ Die Stoffeigenschaften beeinflussen die Wärmeübertragung und damit die Arbeitszahl der Wärmepumpenheizungsanlage.
- ξ Die Viskosität beeinflusst in hohem Masse den Widerstand und damit die Aufnahmeleistung der Förderpumpe (siehe AWP-Richtlinie Nr. 9).
- ξ Das Wärmeträgermedium muss über eine lange Betriebszeit alterungsbeständig und korrosionsschützend gegenüber den verwendeten Werkstoffen sein (stabiles Langzeitverhalten).

Die Konzentration des Wärmeträgermediums (Mischungsverhältnis mit dem Wasser) verändert seine Stoffwerte beträchtlich. Sie führt zu einer grösseren Viskosität und zu einer Erhöhung des Durchflusswiderstandes in den Rohrleitungen und in den Wärmetauschern.

Die Konzentration des Wärmeträgermediums muss nach der tiefst möglichen Verdampfungstemperatur der Wärmepumpe ausgelegt werden, wobei zusätzlich die Herstellerangaben des Wärmeträgerlieferanten in bezug auf die minimale Konzentration zu beachten sind (siehe AWP-Richtlinie Nr. 9, Punkt 3.3, Seite 15 u.f.).

c) Durchflussmengen

Die Grundwassermenge ist nach der AWP-Normleistung W10/W35 oder nach der maximalen Kälteleistung zu dimensionieren. Die Wärmepumpenhersteller geben in ihren Unterlagen die minimalen und maximalen Durchflussmengen an. Diese Grenzwerte sind unbedingt zu beachten, zumal eine zu geringe Durchflussmenge die Strömungsgeschwindigkeit und die Wärmeübertragungsleistung sowohl im Verdampfer der Wärmepumpe als auch im Zwischenkreislauf reduzieren. Durch zu hohe Strömungsgeschwindigkeiten können im Wärmetauscher Erosionen auftreten.

4. Entzugsleistung

Als Basis für die Festlegung der Entzugsleistung gilt die Kälteleistung der Wärmepumpe bei W10/W35, wobei die örtlichen Temperaturschwankungen zu berücksichtigen sind. Die effektive Grundwasserentnahmemenge muss aufgrund der Betriebsbedingungen bestimmt werden.

Die Grundwasserfassung richtet sich nach der Nutzungsart und nach den örtlichen Gegebenheiten. So sind auch die Bewilligungsanforderungen unterschiedlich. Sie werden von den kantonalen Behörden aufgrund der gemachten Erfahrungen laufend angepasst.

Das Grundwasser ist mengenmässig zu erhalten. Deshalb ist das abgekühlte Grundwasser dem gleichen Vorkommen so nahe wie hydraulisch möglich in der Flussrichtung wieder zuzuführen. Die vorgeschriebene minimale Rückgabetemperatur (in der Regel 40°C) darf nicht unterschritten werden.

5. Überwachung der Wärmequellennutzungsanlage

Die Wärmequellennutzungsanlage ist periodisch durch eine Fachfirma in bezug auf die Funktion, die Dichtheit, die Korrosionsbeständigkeit sowie auf die bleibende Konzentration (Zwischenkreislauf), Zersetzung und Verschlammung kontrollieren zu lassen.

Bei der Prüfung und beim Unterhalt dürfen keine wassergefährdenden Flüssigkeiten unkontrolliert austreten und das Wasser bzw. die Umwelt verschmutzen. Die kantonalen Vorschriften sind zu beachten.

6. Auswahl bzw. Dimensionierung der Anlageteile

Die dynamische Verhaltensweise der Wärmepumpe erfordert eine optimale Anpassung der Anlageteile von der Wärmequellenanlage (WQ) bis zur Wärmenutzungsanlage (WN), zumal die Vorgänge in der WQ- und in der WN-Seite sehr eng mit jener in der Wärmepumpe als Wärmetransportmaschine verknüpft sind. Dies trifft insbesondere auch auf die Dimensionierung des Zwischenkreislaufes zu. Ihr ist besondere Aufmerksamkeit zu schenken, zumal die mittlere Temperaturdifferenz, die Durchflussgeschwindigkeit sowie die Stoffeigenschaften des verwendeten Wärmeträgers eine entscheidende Rolle spielen. Dazu kommt, dass die Jahresarbeitszahl insbesondere bei kleinen Wärmepumpenheizungsanlagen zufolge des hohen prozentualen Anteils der elektrischen Aufnahmeleistung der Förderpumpen wesentlich beeinflusst wird.

Die Durchflussmengen und die Widerstände müssen zwischen dem Lieferanten der Wärmepumpe und jenem für den Wärmetauscher abgesprochen werden.

Wenn diese Aspekte gebührend beachtet werden, besteht Gewähr für die anlagenbezogene richtige Bestimmung der Grundwasser- bzw. Zwischenkreislaufförderpumpe.

7. Betriebsart der Anlage

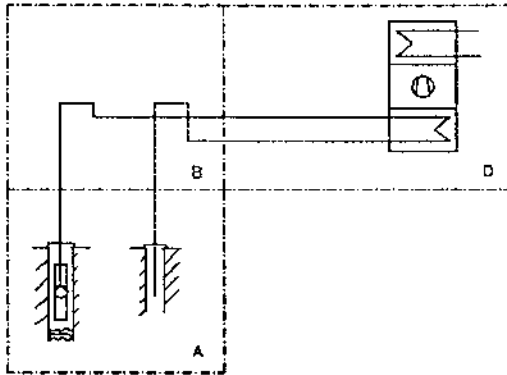
Da das Grundwasser in der Regel über das ganze Jahr zur Verfügung steht, ist der monovalente Betrieb der Wärmepumpenheizungsanlage die energetisch sinnvollste Betriebsart. Es ist in jedem Fall darauf zu achten, dass sich der Verdampfer im Stillstand nicht entleert und dass die Leitungen frostsicher verlegt werden.

8. Heizsystemtemperatur

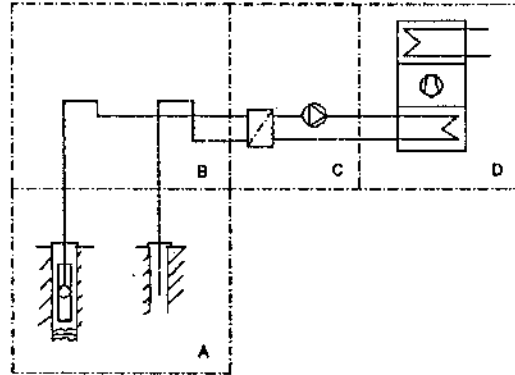
Im Interesse der Wirtschaftlichkeit soll die Heizsystemtemperatur niedrig gewählt werden.

9. Prinzip-Schema

Direkte Nutzung



Indirekte Nutzung



Legende

- A** Wärmequellenanlagen
- Erstellen der Entnahme- und Rückgabebrunnen
 - ev. Grundwasserpumpe
- B** Verbindungen
- Entnahme- und Rückgabeleitungen
 - Graben und Durchbrüche
- C** Zwischenkreislauf
- ev. Grundwasserpumpe
 - Erstellen des Zwischenkreislaufes inkl. Wärmeträgerfüllung
- D** Wärmepumpe

Lieferung / Montage

Bohrunternehmung

Installationsfirma ev.
Baumeister

Installationsfirma

Hersteller / Installateur

10. Ausführungshinweise

a) Wärmequellenanlage

- Platzverhältnisse und Zugänglichkeit abklären
- Bestehende Werkleitungen beachten
- Geologisches Gutachten für Bohrbewilligung einholen
- Bohrpositionen ausmessen und markieren
- Wasser- und Elektroanschluss erstellen
- Haftpflichtversicherung abschliessen

b) Leitungen zu Entnahme- und Rückgabeburunen

- Möglichst kurze Leitungsdistanz wählen
- Grabentiefe unter Frostgrenze legen
- Grabensohle entwässern
- Leitungen in Sandschicht einbetten (Verletzungsgefahr)
- Überdeckung erst nach Druckprobe vornehmen

c) Aussenmontage

- Zugänglichkeit der Brunnen sicherstellen
- Mauerdurchbrüche isolieren und gegen Wasser abdichten

d) Innenmontage

- Alle Leitungen, Pumpen und Armaturen gegen Korrosion schützen
- Ev. Tropfschalen montieren
- Körperschallübertragung vermeiden

e) Wärmedämmung

- Dampfdiffusionsdichte Ausführung
- Genügend Dämmstärke zur Verhinderung des Schwitzwassers

f) Bauseitige Arbeiten

- Koordination und Ausführung der Leitungsgräben, Mauerdurchbrüche und Brunnenschächte
- Zuschüttung der Gräben und schliessen der Mauerdurchbrüche nach den Montagearbeiten

11. Auslegungsbeispiele

Die Jahresarbeitszahl der Wärmepumpenheizungsanlage wird von den Randbedingungen und von der Auslegung der Wärmequellenanlage wesentlich beeinflusst. Eine Optimierung bezüglich der Wärmetauscher und der Leitungsquerschnitte ist unbedingt erforderlich.

Die folgenden Beispiele zeigen den Einfluss auf die momentane Leistungszahl und damit auch auf die Jahresarbeitszahl der Wärmepumpenheizungsanlage.

Gegeben: Mehrfamilienhaus

Wärmeleistungsbedarf	35 kW
Heizsystemtemperaturen	35/25 °C
Minimale Grundwassertemperatur	+9 °C
Minimale Austrittstemperatur	+4 °C

ξ **Variante Direktnutzung**

Kälteleistung bei W10/W35	28,5 kW
Grundwasser "EIN"	+9 °C
Grundwasser "AUS"	+4 °C
Volumenstrom	4,9 m ³ /h
Heizleistung Wärmepumpe W9/W50	35 kW
Leistungsaufnahme WP W9/W50	6,5 kW
Leistungsaufnahme WQ-Nutzungsanlage	0,75 kW
Leistungszahl WP	5,4 (35 : 6,5)
Leistungszahl WP-Anlage	4,8 (35 : >6,5 + 0,75≅)

ξ **Variante indirekte Nutzung (Zwischenkreislauf)**

Kälteleistung bei W7/W35	27,9 kW
Grundwasser "EIN" / primär	+9 °C
Grundwasser "AUS" / primär	+4 °C
Volumenstrom bei W10/W35 Kälteleistung (36kW)	4,8 m ³ /h
Zwischenkreislauf mit 20% Antifrogen N (Mindestkonzentration nach Hersteller):	
Sole "EIN" / sekundär	+7 °C
Sole "AUS" / sekundär	+3 °C
Volumenstrom	5,8 m ³ /h
Heizleistung Wärmepumpe W7/W50	35 kW
Leistungsaufnahme WP W7/W50	7,8 kW
Leistungsaufnahme WQ-Nutzungspumpe	0,75 kW
Leistungsaufnahme Förderpumpe Zwischenkreis	0,4 kW
Leistungszahl WP	4,4 (35 : 7,8)
Leistungszahl WP-Anlage	3,9 (35 : [7,8 + 0,75 + 0,4])

21.9.1994 mk / mbt3.doc