

## Wärmequellennutzung OBERFLÄCHENWASSER

### 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 Oberflächenwasser 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.

Bisherige Studien haben gezeigt, dass sich die grossen Seen und grossen Fliessgewässer sowohl aus energetischer und wasserwirtschaftlicher Sicht als auch aus der Sicht des Umweltschutzes gut zur Wärmenutzung eignen. Einschränkend dabei werden vor allem technische (Kurzschlüsse), ästhetische und lokal ökologische Faktoren sein. Kleinere Bäche und Fischzuchtgewässer dürfen in der Regel nicht zur Wärmegewinnung genutzt werden.

Die Wärme des Oberflächenwassers kann als erneuerbare Energie einen Teil der herkömmlichen Energien ersetzen. Das bedeutet aber nicht, dass Wärmepumpen überall und unkontrolliert eingesetzt werden dürfen. Es gilt folgendes zu beachten:

- § Die Sicherheit bei der Nutzung des Oberflächenwassers als Wärmequelle für Wärmepumpenheizungsanlagen muss in bezug auf die Verunreinigung der Wärmequelle nach den drei Grundsätzen:
  - verhindern
  - erkennen
  - zurückhaltengewährleistet sein.
- § Die Nutzung (Entnahme und Rückgabe) des Oberflächenwassers 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 Oberflächenwasser als Wärmequelle unterscheidet man zwischen einer Direktnutzung und einer indirekten Nutzung, wobei auch die Nutzung von infiltriertem Seewasser mit Entnahmebrunnen möglich ist.

### a) Direktnutzung

Bei der Direktnutzung wird das Oberflächenwasser der Wärmepumpe direkt zugeführt. Der Wärmeentzug erfolgt im Verdampfer der Wärmepumpe. Entscheidend für die Direktnutzung sind im wesentlichen die Wasserqualität und vor allem die Temperaturen. Die Temperatur fällt im Winter wesentlich weiter ab als beim Grundwasser, was deutlich grössere Volumenströme erfordert. Auch die Gefahr von Verschmutzungen durch Verkrustungen und nach Hochwasser darf nicht unterschätzt werden.

### b) Indirekte Nutzung

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

Die chemisch/physikalische Zusammensetzung des Oberflächenwassers (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 mittels eines hydrogeologischen Gutachtens zu empfehlen.

#### a) Wahl der Werkstoffe

Alle Apparate, Armaturen und Rohrleitungen usw., die mit dem Oberflächenwasser in Kontakt kommen, müssen gegen das Oberflächenwasser, 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 Die 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 gegenüber den verwendeten Werkstoffen über eine lange Betriebszeit alterungsbeständig und korrosionsschützend sein (stabiles Langzeitverhalten). Bei glykohlhaltigen Wärmeträgern dürfen keine verzinkten Rohre verwendet werden.

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 Menge des Oberflächenwassers 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 mechanische Erosionen auftreten, und durch zu grosse Höhendifferenzen in der Rücklaufleitung entstehen kavitative Erosionen. Um sie zu verhindern, muss am Ende der Rücklaufleitung ein Drosselorgan eingebaut werden.

### 4. Entzugsleistung

Als Basis für die Festlegung der Entzugsleistung gilt die Kälteleistung der Wärmepumpe bei W10/W35, wobei die örtlichen Temperaturschwankungen zu berücksichtigen sind. Bei Seen soll die Entnahme üblicherweise unter der Inversionsschicht erfolgen (4 °C). Die effektive Oberflächenwasserentnahmemenge muss aufgrund der Betriebsbedingungen bestimmt werden.

Die Oberflächenwasserfassung 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 Oberflächenwasser ist mengenmässig zu erhalten. Deshalb ist das abgekühlte Oberflächenwasser dem gleichen Vorkommen so nahe wie hydraulisch möglich in der Flussrichtung wieder zuzuführen. Die vorgeschriebene minimale Rückgabetemperatur nach den örtlichen Vorschriften (in der Regel 20°C) darf nicht unterschritten werden.

## **5. Überwachung der Wärmequellennutzungsanlage**

Die Wärmequellennutzungsanlage ist durch eine Fachfirma periodisch in bezug auf die Funktion, die Dichtheit, die Korrosionsbeständigkeit sowie auf die Verschlammung kontrollieren zu lassen. Je nach Verschmutzungsgrad muss die WQ-Nutzungsanlage jährlich oder in kürzeren Abständen gereinigt werden. Bei Zwischenkreisläufen ist der Wärmeträger hinsichtlich der Konzentration und der Zersetzung zu überprüfen.

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, da die mittlere Temperaturdifferenz, die Durchflussgeschwindigkeit sowie die Stoffeigenschaften des verwendeten Wärmeträgers eine entscheidende Rolle spielen. Dazu kommt, dass insbesondere bei kleinen Wärmepumpenheizungsanlagen die Jahresarbeitszahl 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 Oberflächenwasser- bzw. Zwischenkreislaufförderpumpe.

## **7. Betriebsart der Anlage**

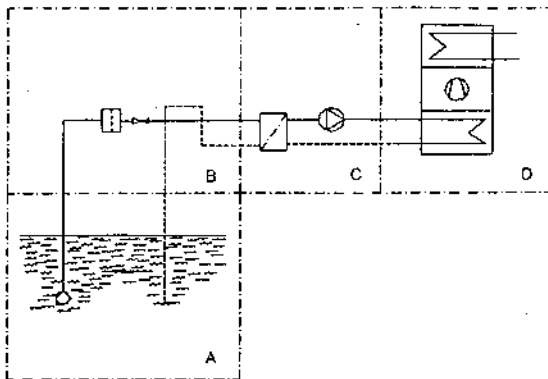
Da das Oberflächenwasser in der Regel nicht über das ganze Jahr zur Nutzung zur Verfügung steht, stellt der bivalente Betrieb der Wärmepumpenheizungsanlage die energetisch sinnvollste Betriebsart dar. Es ist in jedem Fall darauf zu achten, dass sich der Verdampfer im Stillstand nicht entleert und dass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

## **8. Heizsystemtemperatur**

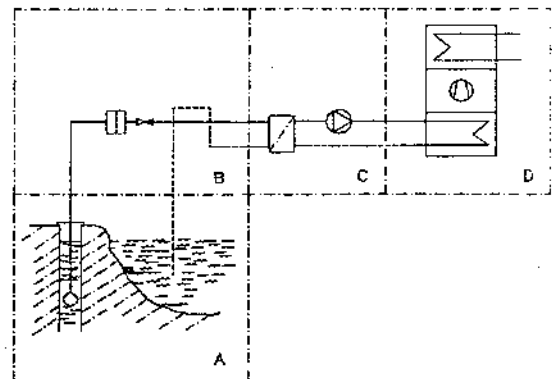
Im Interesse der Wirtschaftlichkeit soll die Heizsystemtemperatur niedrig gewählt werden.

## 9. Prinzip-Schema

Indirekte Nutzung



Indirekte Nutzung  
(infiltriertes Seewasser)



### Legende

- A** Wärmequellenanlagen
- Erstellen der Entnahme- und Rückgabestellen
  - ev. Oberflächenwasserpumpe
- B** Verbindungen
- Entnahme- und Rückgabeleitungen
  - Graben und Durchbrüche
- C** Zwischenkreislauf
- Erstellen des Zwischenkreislaufes inkl. Wärmeträgerfüllung
  - evtl. Oberflächenwasserpumpen
- D** Wärmepumpe

### Lieferung / Montage

- Bei Infiltrierbrunnen evtl. Bohrunternehmung
- Installationsfirma  
evtl. Baumeister
- Installationsfirma
- Hersteller / Installateur

## 10. Ausführungshinweise

### a) Wärmequellenanlage

- Platzverhältnisse und Zugänglichkeit abklären
- Bestehende Werkleitungen beachten
- Hydrogeologisches Gutachten und Bewilligungen einholen
- Entnahme- und Rückgabepositionen ausmessen und markieren
- Wasser- und Elektroanschluss erstellen
- Haftpflichtversicherung abschliessen

### b) Leitungen zu Entnahme- und Rückgabestellen

- Möglichst kurze Leitungsdistanz wählen
- Grabentiefe unter Frostgrenze legen
- Grabensohle wasserdurchlässig, mit Sand belegen evtl. entwässern
- Leitungen in Sandschicht einbetten (Verletzungsgefahr)
- Überdeckung erst nach Druckprobe vornehmen

### c) Aussenmontage

- Zugänglichkeit der Entnahme/Rückgabestellen sicherstellen
- Mauerdurchbrüche isolieren und gegen Wasser abdichten (Stopfbüchsen verwenden)

### d) Innenmontage

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

### e) Wärmedämmung

- Dampfdiffusionsdichte Ausführung
- Genügend Dämmstärke zur Verhinderung des Schwitzwassers

### f) Bauseitige Arbeiten

- Koordination und Ausführung der Leitungsgräben, Mauerdurchbrüche und
- Zuschüttung der Gräben und schliessen der Mauerdurchbrüche nach den Montagearbeiten
- Erstellen der Entnahme- und Rückgabebauten

## 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	50/40 °C
Minimale Oberflächenwassertemperatur	+9 °C
Minimale Austrittstemperatur	+4 °C

## ξ Variante Direktnutzung

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

## ξ Variante indirekte Nutzung (Zwischenkreislauf)

Kälteleistung bei B4/W35	27,1 kW
Oberflächenwasser "EIN" / primär	+9 °C
Oberflächenwasser "AUS" / primär	+4 °C
Volumenstrom bei WF/W35 Kälteleistung	4,7 m <sup>3</sup> /h
Zwischenkreislauf mit 20% Antifrogen N (Mindestkonzentration nach Hersteller):	
Sole "EIN" / sekundär	+7 °C
Sole "AUS" / sekundär	+3 °C
Volumenstrom	5,2 m <sup>3</sup> /h
Heizleistung Wärmepumpe B4/W50	35,0 kW
Leistungsaufnahme WP W3/W5	10,6 kW
Leistungsaufnahme WQ-Nutzungspumpe	0,75 kW
Leistungsaufnahme Förderpumpe Zwischenkreis	0,4 kW
Leistungszahl WP	3,3 (35,0 : 10,6)
Leistungszahl WP-Anlage	3,0 (35,0 : [10,6 + 0,75 + 0,4])