

---

# **WASSER** **ABFALL**

## **REGELWERK**

### **■ REGELBLÄTTER**

des Österreichischen Wasser- und Abfallwirtschaftsverbandes (ÖWAV)

**ÖWAV-Regelblatt 207**

# **Thermische Nutzung des Grundwassers und des Untergrunds – Heizen und Kühlen**

**2., vollständig überarbeitete Auflage**

**Wien 2009**

In Kommission bei:  
ON Österreichisches Normungsinstitut  
A-1020 Wien, Heinestraße 38

Dieses Regelblatt ist das Ergebnis ehrenamtlicher, technisch-wissenschaftlicher  
Gemeinschaftsarbeit.

Dieses Regelblatt ist eine wichtige, jedoch nicht die einzige Erkenntnisquelle für eine fachgerechte  
Lösung. Durch seine Anwendung entzieht sich niemand der Verantwortung für eigenes Handeln oder  
für die richtige Anwendung im konkreten Fall. Eine etwaige Haftung der Urheber ist ausgeschlossen.

Es wird darauf hingewiesen, dass alle Angaben in diesem Regelblatt trotz  
sorgfältigster Bearbeitung ohne Gewähr erfolgen.

© 2009 by Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband.  
Alle Rechte vorbehalten.  
Printed in Austria 2009

Das Werk und seine Teile sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des  
Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verbandes unzulässig und strafbar.  
Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die  
Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Papier.

Selbstverlag des Österreichischen Wasser- und Abfallwirtschaftsverbandes, Wien  
In Kommission bei ON Österreichisches Normungsinstitut, 1020 Wien  
Satz und Layout: Mag. Fritz Randl (ÖWAV)  
Druck: Druckerei Fischer KG, 1010 Wien

## Vorwort

Aktuellen Forschungsergebnissen zufolge besteht ein enger Zusammenhang zwischen globaler Erderwärmung und dem Klimawandel mit all seinen negativen Auswirkungen. Das bei der Verbrennung fossiler Energieträger entstehende Treibhausgas Kohlendioxid wird als der die globale Erwärmung wesentlich bestimmende Faktor angesehen.

Ein Großteil der Industriestaaten hat sich im Kyoto-Protokoll verpflichtet, geeignete Maßnahmen zu setzen, um die Emissionen von Treibhausgasen bis zum Jahr 2012 unter das Niveau von 1990 zu senken und damit zum Klimaschutz beizutragen. Dieses Ziel wird bei nach wie vor steigendem Energiebedarf aber nur dann erreicht werden können, wenn Natur und Ressourcen schonende Energieformen in einem weit größeren Umfang als bisher genutzt werden.

Zu den erneuerbaren nicht fossilen Energieträgern zählt unter anderem auch die Erdwärme. Sie umfasst die im Grundwasser und Untergrund gespeicherte Energie und kann zum Heizen und Kühlen genutzt werden. Diese Art der Energiegewinnung hat in den letzten Jahren auch wegen des erreichten hohen technischen Niveaus sowie verringerter Anschaffungs- und Betriebskosten einen enormen Auftrieb erfahren. Es ist zu erwarten, dass durch die infolge der Umsetzung der EU-Gebäuderichtlinie notwendig gewordene Erstellung von Energieausweisen dieser Entwicklung noch zusätzlich Dynamik verliehen wird und der vorhandene Trend, alternative Energien zu nutzen, noch verstärkt wird.

Die Errichtung und der Betrieb von Anlagen zur Gewinnung von Erdwärme kann jedoch auch mit quantitativen und/oder qualitativen Einwirkungen auf den Untergrund und das Grundwasser verbunden sein. Aus diesem Grund hat sich der Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaftsverband (ÖWAV) entschlossen, den ÖWWV-Arbeitsbehelf Nr. 3 „Wasserwirtschaftliche Gesichtspunkte für die Projektierung von Grundwasserwärmepumpenanlagen“ (1986) und das ÖWAV-Regelblatt 207 „Anlagen zur Gewinnung von Erdwärme“ (1993) zu aktualisieren und um den Themenbereich „Kühlen“ erweitert in einem Regelblatt zusammenzufassen.

Das vorliegende Regelblatt richtet sich vor allem an Planer, Sachverständige, Behörden, ausführende Firmen und Betreiber. Dem genannten Personenkreis soll eine Hilfestellung bei Auswahl, Planung, Errichtung und Betrieb von Anlagen zur thermischen Nutzung des Grundwassers und des Untergrunds geboten werden. Es enthält neben Begriffsbestimmungen und einer Darstellung technischer Grundlagen die bei der Nutzung von Erdwärme aus Sicht des Boden- und Grundwasserschutzes zu beachtenden Gesichtspunkte.

Ein Anspruch auf vollständige und abschließende Behandlung der mit der Nutzung des Grundwassers und des Untergrunds für Heizen und Kühlen verbundenen Themen wird im Hinblick auf deren Umfang und Komplexität nicht erhoben. Der Schutz des Bodens und insbesondere ein im Sinne der Bestimmungen des Wasserrechtsgesetzes ausreichender Schutz des Grundwassers wird nur unter Berücksichtigung der besonderen Gegebenheiten des jeweiligen Einzelfalles und auf Grundlage der in diesem Regelblatt genannten Grundsätze erzielt werden können.

An der Erstellung dieses Regelblatts haben namhafte Experten aus den Bereichen der österreichischen Wirtschaft, Wissenschaft und Verwaltung mitgewirkt. Auch hat die gute Zusammenarbeit mit den Experten des deutschen Richtlinienausschusses VDI 4640 sowie mit den Erstellern der Schweizer Norm SIA 384/6 durch die zur Verfügung Stellung von Fachgrundlagen sowie durch die Bereitschaft zum intensiven Erfahrungsaustausch wesentlich zum Gelingen des Vorhabens, zur Annäherung von fachlichen Standpunkten sowie zur Vereinheitlichung von Begriffen beigetragen. Ihnen allen ist für ihre Mitarbeit an der Erarbeitung des vorliegenden Regelblatts herzlich zu danken.

ÖSTERREICHISCHER  
WASSER- UND ABFALLWIRTSCHAFTSVERBAND

Wien, im Mai 2009

## **An der Überarbeitung des ÖWAV-Regelblatts 207 haben mitgewirkt:**

### **Als Leiter:**

DI Johann ASCHAUER, Amt der Oberösterreichischen Landesregierung, Linz

### **Ausschussmitglieder:**

Ing. Herbert BAUER, Amt der Burgenländischen Landesregierung, Eisenstadt

Ing. Felix BAUMANN, Amt der Salzburger Landesregierung, Salzburg

DI Peter ESTL, Ochsner Wärmepumpen GmbH, Haag

Alfons FORSTER, Alfons Forster – Brunnenbau, St. Florian bei Linz

DI Gerhard FREUNDL, Amt der Kärntner Landesregierung, Klagenfurt

Dr. Gert GASSER, Dr. Gert Gasser Hydrogeologie, Bohrwesen GmbH, Jenbach

Ing. Heinz GESSON, Amt der Vorarlberger Landesregierung, Bregenz

Ing. Martin HARTER, Amt der Salzburger Landesregierung, Salzburg

Ing. Heinrich HUBER, Österreichisches Forschungs- und Prüfzentrum Arsenal GmbH, Wien

Dr. Christine JAWECKI, MA 29 – Brückenbau und Grundbau, Wien

Dr. Hans KUPFERSBERGER, Joanneum Research ForschungsgmbH, Graz

Mag. Michael LUNZ, Amt der Oberösterreichischen Landesregierung, Linz

DI Karl MAYER, Firma DI Karl Mayer, Pattigham

Karl MITTERMAYER, M-TEC Mittermayr GmbH, Arnreit 51

GF Kurt MYSLIK, Mitterhuemer Gebäudetechnik, Steyr

DI Richard NIEDERBRUCKER, Austrian Research Centers GmbH – ARC, Seibersdorf

DI Karl OCHSNER, Ochsner Wärmepumpen GmbH, Haag

DI Dr. Ulrike PRÜFERT, MA 15 – Gesundheitswesen, Wien

Ing. Eduard RAMEDER, Schnauer Energie-, Solar- und Umwelttechnik GmbH & Co KG, Krems

o.Univ.-Prof. DI Dr. Wolfgang RAUCH, Universität Innsbruck

DI Günter REISER, Vereinigung Österreichischer Bohr- und Spezialtiefbauunternehmungen (VÖBU),  
Wien

Dr. Jochen SCHLAMBERGER, Amt der Kärntner Landesregierung, Klagenfurt

DI Dr. Christian SCHMID, Joanneum Research ForschungsgmbH, Leoben

Dr. Robert SPENDLINGWIMMER, Austrian Research Centers GmbH – ARC, Seibersdorf

DI Dr. Uli STEGNER, Universität Innsbruck

OBR Dr. Gunther SUETTE, Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Graz

DI Axel TSCHINKOWITZ, Amt der Niederösterreichischen Landesregierung, St. Pölten

MR DI Dr. Otto VOLLHOFER, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien

DI Christoph WAGNER, MA 45 – Wasserbau, Wien

### **Für den ÖWAV:**

Andreas GAUL, Referent für den Fachbereich Wasserwirtschaft im ÖWAV, Wien

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Geltungsbereich</b> .....	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Begriffsbestimmungen</b> .....	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>Primärenergiebedarf und CO<sub>2</sub>-Emissionen</b> .....	<b>10</b>
<b>4</b>	<b>Allgemeine Grundlagen</b> .....	<b>12</b>
4.1	Wasserwirtschaftliche Grundsätze .....	12
4.2	Geologische und hydrogeologische Grundlagen.....	13
4.3	Temperaturregime im Untergrund.....	14
4.4	Auswirkungen und Grenzen der thermischen Nutzung des Grundwassers und des Untergrunds.....	16
4.5	Ablehnungsgründe.....	16
<b>5</b>	<b>Technische Grundlagen</b> .....	<b>17</b>
5.1	Funktionsweise von Wärmepumpen und Kälteanlagen.....	17
5.2	Wärme- und Kühlbedarfsermittlung.....	19
5.2.1	Wärmebedarf und Heizleistung .....	19
5.2.2	Kühlbedarf und Kühlleistung.....	20
5.2.3	Wärmebedarf für Warmwasserbereitung.....	20
5.3	Arbeitsmittel und Wärmeträgermedien .....	21
5.3.1	Arbeitsmittel (Kältemittel, Kältemaschinenöl) .....	21
5.3.2	Wärmeträgermedien.....	22
5.4	Umweltgerechte Materialauswahl für Einbauten im Untergrund.....	23
<b>6</b>	<b>Thermische Nutzung des Grundwassers</b> .....	<b>23</b>
6.1	Eignung des Grundwasserkörpers .....	24
6.1.1	Hydraulische Parameter .....	24
6.1.2	Hydrochemische und physikalische Parameter .....	24
6.2	Entnahme und Rückgabe des Grundwassers .....	25
6.2.1	Entnahme aus Brunnen und Quellen .....	25
6.2.2	Rückgabe über Sickeranlagen und in Brunnen .....	25
6.2.3	Temperatur- und Mengenerfassung.....	26
6.2.4	Hydraulische Berechnung.....	26
6.3	Berechnung der Temperaturanomalien.....	28
6.3.1	Analytische Lösung .....	28
6.3.2	Numerische Modellierung.....	32
<b>7</b>	<b>Thermische Nutzung des Untergrunds</b> .....	<b>33</b>
7.1	Erdwärmekollektoren (Flachkollektoren) .....	33
7.2	Erdwärmesonden (Tiefsonden) .....	34
7.2.1	Bemessung.....	34
7.2.2	Abteufen der Bohrung .....	38
7.2.3	Herstellung und Einbau von Sonden mit flüssigen Wärmeträgermedien .....	38

7.2.4	Herstellung und Einbau von Sonden mit gasförmigen Wärmeträgermedien (Heat Pipes).....	39
7.2.5	Verpressung .....	39
7.3	Sonderformen.....	41
7.4	Verbindungsleitungen, Druckabsicherung und Inbetriebnahme .....	41
7.5	Lufterwärmung/-kühlung im Untergrund.....	43
<b>8</b>	<b>Rückbau.....</b>	<b>44</b>
8.1	Rückbau von Wärmepumpen und Kältemaschinen.....	44
8.2	Rückbau von Wassergewinnungs- und Versickerungsanlagen.....	44
8.3	Rückbau von Erdwärmekollektoren und -sonden .....	44
<b>9</b>	<b>Rechtliche Rahmenbedingungen.....</b>	<b>45</b>
9.1	Wasserrechtliche Bewilligung .....	45
9.1.1	Anlagen, die mit einer Gewässerbenutzung verbunden sind (Einwirkungstatbestand) ..	45
9.1.2	Anlagen zur thermischen Nutzung des Untergrunds (Vorsorgetatbestand) .....	45
9.1.3	Anzeigeverfahren.....	46
9.1.4	Gemeinsame Bestimmungen .....	46
9.1.5	Zuständigkeiten .....	46
9.2	Sonstige Bewilligungen.....	47
9.3	Erforderliche Einreichunterlagen .....	47
<b>10</b>	<b>Literaturhinweise, Normen, Richtlinien .....</b>	<b>47</b>
<b>Anhang 1:</b>	<b>Kennwerte von ausgewählten Kältemitteln<sup>1)</sup> .....</b>	<b>52</b>
<b>Anhang 2:</b>	<b>Kennwerte von ausgewählten Wärmeträgermedien .....</b>	<b>54</b>
<b>Anhang 3:</b>	<b>Aktive Rechentabelle für die Ermittlung der Abnahme der Temperaturanomalie nach Ingerle (1988).....</b>	<b>56</b>
<b>Anhang 4:</b>	<b>Bemessung von EWS nach SIA 384/6 .....</b>	<b>58</b>
<b>Anhang 5</b>	<b>.....</b>	<b>59</b>
Anhang 5.1:	Druckprüfung von Erdwärmesonden in Anlehnung an ÖNORM EN 805 .....	59
Anhang 5.2:	Druckprotokoll zur Sondenprüfung (Grundlage <i>Anhang 5.1</i> ) .....	60
Anhang 5.3:	Gesamtdruckprotokoll (Grundlage <i>Anhang 5.1</i> ).....	61
Anhang 5.4:	Druckprüfung mit Sichtkontrolle .....	62
<b>Anhang 6:</b>	<b>Durchflusstest Erdwärmesonden .....</b>	<b>63</b>
<b>Anhang 7:</b>	<b>Ansprechstellen und Informationen.....</b>	<b>64</b>
<b>ÖWAV-Regelwerk.....</b>	<b>.....</b>	<b>69</b>

## 1 Geltungsbereich

Das ÖWAV-Regelblatt „Thermische Nutzung des Grundwassers und des Untergrunds – Heizen und Kühlen“ bezieht sich auf die thermische Nutzung des Untergrunds (Locker- und Festgesteine) und des Grundwassers, wobei die Nutzung hochtemperierter und mineralisierter Tiefengrundwässer ausgenommen ist. Die thermische Nutzung von Oberflächengewässern ist nicht Gegenstand des Regelblatts.

Folgende Anwendungsfälle werden im Regelblatt behandelt:

### **Indirekte thermische Nutzungen:**

- a) Wärmepumpenanlagen zum Heizen
- b) Wärmepumpenanlagen zum Heizen und Kühlen
- c) Kälteanlagen zum Kühlen.

Für die thermische Nutzung des Grundwassers wird dieses aus Brunnen und Quellen entnommen (z. B. Wasser-Wasser-Wärmepumpen).

Für die thermische Nutzung des Untergrunds sind Erdwärmekollektoren, Erdwärmesonden und Sonderformen in Verwendung.

### **Direkte thermische Nutzungen:**

Die direkte thermische Nutzung erfolgt ohne Wärmepumpe oder Kälteanlage.

- a) Kühlung mit Grundwasser
- b) Kühlung über den Untergrund
- c) Lüfterwärmung/-kühlung im Untergrund.

## 2 Begriffsbestimmungen

### • **Grundwasser und Untergrund**

#### **artesisch gespanntes Grundwasser**

gespanntes Grundwasser, dessen natürliche Grundwasser-Druckfläche über der örtlichen Geländeoberfläche liegt

#### **geothermische Energie**

die in Form von Wärme gespeicherte Energie unterhalb der Oberfläche der festen Erde (Erdwärme)

#### **gespanntes Grundwasser**

Grundwasser, das mit undurchlässigem Material überlagert ist und dessen natürliche Grundwasser-Druckfläche über der Grundwasseroberfläche liegt

#### **Grundwasserspiegel**

obere Grenze eines ungespannten Grundwasserkörpers, bei der der Wasserdruck gleich dem atmosphärischen Druck ist

#### **Grundwasser-Stockwerk**

Grundwasserleiter, der durch vergleichsweise gering durchlässige Boden- oder Gesteinsschichten von darüber und/oder darunter liegenden Grundwasserleitern getrennt ist. Die Wässer in den einzelnen Grundwasserstockwerken unterscheiden sich durch physikalische (z. B. Druck, Temperatur) und/oder chemische Eigenschaften

## **HHGW**

höchster bisher beobachteter Grundwasserspiegel

### **neutrale Zone**

Bereich unter der Erdoberfläche, ab der der Jahresgang der Temperatur um nicht mehr als 0,1 K schwankt. Sie liegt in der Regel in etwa 10 bis 20 m Tiefe.

- **Kälteanlage (Wärmepumpe)**

#### **bivalente Betriebsweise**

Die Wärmepumpe deckt einen Großteil des Jahresheizbedarfs, der Rest wird von einem zweiten Wärmeerzeuger abgedeckt

#### **Flüssigkeitssammler**

Behälter, der durch Ein- und Austrittsrohrleitungen ständig in eine Anlage eingebunden ist und zur Aufnahme von flüssigem Kältemittel dient

#### **Hochdruckseite**

Teil einer Kälteanlage (Wärmepumpe), der annähernd bei Verflüssigungsdruck arbeitet

#### **Kälteanlage (Wärmepumpe)**

Kombination miteinander verbundener, Kältemittel führender Teile, die einen geschlossenen Kältemittelkreislauf bilden, in dem das Kältemittel umläuft, um Wärme zu entziehen und abzugeben (Kühlung, Erwärmung)

#### **monoenergetische Betriebsweise**

Die Wärmepumpe deckt einen Großteil des Jahresheizbedarfs, der Rest wird von einer elektrischen Widerstandsheizung abgedeckt

#### **monovalente Betriebsweise**

Der Jahresheizbedarf wird durch die Wärmepumpe alleine abgedeckt

#### **Niederdruckseite**

Teil einer Kälteanlage (Wärmepumpe), der annähernd bei Verdampfungsdruck arbeitet

#### **Verdampfer**

Wärmetauscher, in dem flüssiges Kältemittel durch Wärmeaufnahme verdampft

#### **Verdichter**

Einrichtung zur mechanischen Erhöhung des Drucks eines gasförmigen Kältemittels

#### **Verflüssiger**

Wärmetauscher, in dem dampfförmiges Kältemittel durch Abführen von Wärme verflüssigt wird

- **Heizen und Kühlen**

#### **Dichtheitsprüfung**

zerstörungsfreie Prüfung eines Bauteils, einer Rohrleitung oder dergleichen auf Dichtheit

#### **direkte thermische Nutzung**

Heiz- oder Kühlsystem, bei dem die Wärmeübertragung ohne Wärmepumpe (Kälteanlage) erfolgt

#### **Effektive Leistungsaufnahme ( $P_E$ )**

durchschnittliche elektrische Leistungsaufnahme der Wärmepumpe innerhalb der bestimmten Zeitspanne für Verdichter, Abtauen, Steuer-, Regel- und Sicherheitseinrichtungen, anteilige Fördereinrichtungen (z. B. Ventilatoren, Pumpen) zum Transport der Wärmeträger innerhalb des Geräts

## **EWS**

Erdwärmesonde (Tiefsonde)

## **freie Kühlung (free cooling, passive Kühlung)**

Kühlung, bei der die Wärmeübertragung ohne Kälteanlage erfolgt

## **Heizleistung ( $P_H$ )**

die von einem Gerät je Zeiteinheit an den Wärmeträger abgegebene Wärmemenge

## **indirekte thermische Nutzung**

Heiz- oder Kühlsystem, bei dem die Wärmeübertragung über eine Wärmepumpe (Kälteanlage) erfolgt

## **Jahresarbeitszahl (JAZ)**

Die Jahresarbeitszahl einer Elektrowärmepumpe ist das Verhältnis aus jährlich gelieferter Wärme [kWh] zu jährlich aufgenommener elektrischer Antriebsenergie [kWh], bezogen auf einen bestimmten Anlagenumfang (Seasonal Performance Factor, SPF)

## **Jahresentzugsarbeit**

die in einem Jahr entzogene Wärmemenge

## **Kühllast**

mit der Zeit veränderlicher Wärmestrom, der aus einem Raum abzuführen ist, um eine vorgegebene Raumtemperatur halten zu können

## **Kühlleistung ( $P_c$ )**

die vom Wärmeträger je Zeiteinheit an das Gerät abgegebene Wärmemenge

## **L-EWT**

Luft-Erdwärmetauscher

## **Leistungszahl (COP)**

Verhältnis der Heizleistung [kW] zur elektrischen Leistungsaufnahme [kW] der Wärmepumpe (Coefficient of Performance)

## **Norm-Heizlast**

Wärmestrom, der für das Einhalten der festgelegten Sollbedingungen erforderlich ist

## **spezifische Entzugsleistung**

entzogene Leistung pro m Sonde bzw. pro m<sup>2</sup> Entzugsfläche

## **• Arbeitsmittel und Wärmeträgermedien**

### **Arbeitsmittel**

Kältemittel und Kältemaschinenöle

### **Direktverdampfung**

das Arbeitsmittel des Wärmepumpenkreislaufs zirkuliert im Rohrsystem im Untergrund und nimmt dort Wärme auf

### **flüssige Wärmeträgermedien**

Flüssigkeiten, die im Zuge des Wärmetauschprozesses ihren Aggregatzustand beibehalten

### **gasförmige Wärmeträgermedien**

Kältemittel, die bei der thermischen Nutzung des Untergrunds ihren Aggregatzustand ändern und dadurch selbst zirkulierend die Energie transportieren

### Kältemaschinenöle

Schmiermittel für Verdichter von Kältemaschinen (Wärmepumpen), welche im eingesetzten Kältemittel löslich sind und von diesem chemisch nicht angegriffen werden

### Kältemittel

Arbeitsstoffe, die in einer Kältemaschine (Wärmepumpe) durch Verdampfen bei niedriger Temperatur und niedrigem Druck Wärme aufnehmen und durch Verflüssigen bei höherer Temperatur und höherem Druck Wärme abgeben (Ausnutzung des Joule-Thomson-Effekts bei realen Gasen)

### Wassergefährdungsklasse

gemäß der deutschen Verwaltungsvorschrift wassergefährdende Stoffe (VwVwS) in der jeweils geltenden Fassung, zuletzt vom 27. Juli 2005, werden folgende Gefährdungsklassen unterschieden: nicht wassergefährdend; WGK 1 – schwach wassergefährdend; WGK 2 – wassergefährdend; WGK 3 – stark wassergefährdend.

## 3 Primärenergiebedarf und CO<sub>2</sub>-Emissionen

### Heizen

Beim Energie- und Emissionsvergleich verschiedener Heizungstechnologien muss jeweils die gesamte Prozesskette von der Erschließung der Primärenergie bis zur Bereitstellung der Nutzenergie (Heizwärme) betrachtet werden. Wie das dargestellte Energieflussbild zeigt, kann die Wärmepumpe durch die Nutzung von „Erdwärme“ (Untergrund, Grundwasser) im Vergleich zur konventionellen Heizungsanlage einen wesentlichen Beitrag zur Einsparung fossiler und biogener Brennstoffe leisten. Dies auch deshalb, weil in Österreich ein hoher Anteil der zum Betrieb derartiger Anlagen notwendigen elektrischen Energie aus Wasserkraft und aus erneuerbaren Energien (Wind, Fotovoltaik, Geothermie) stammt.

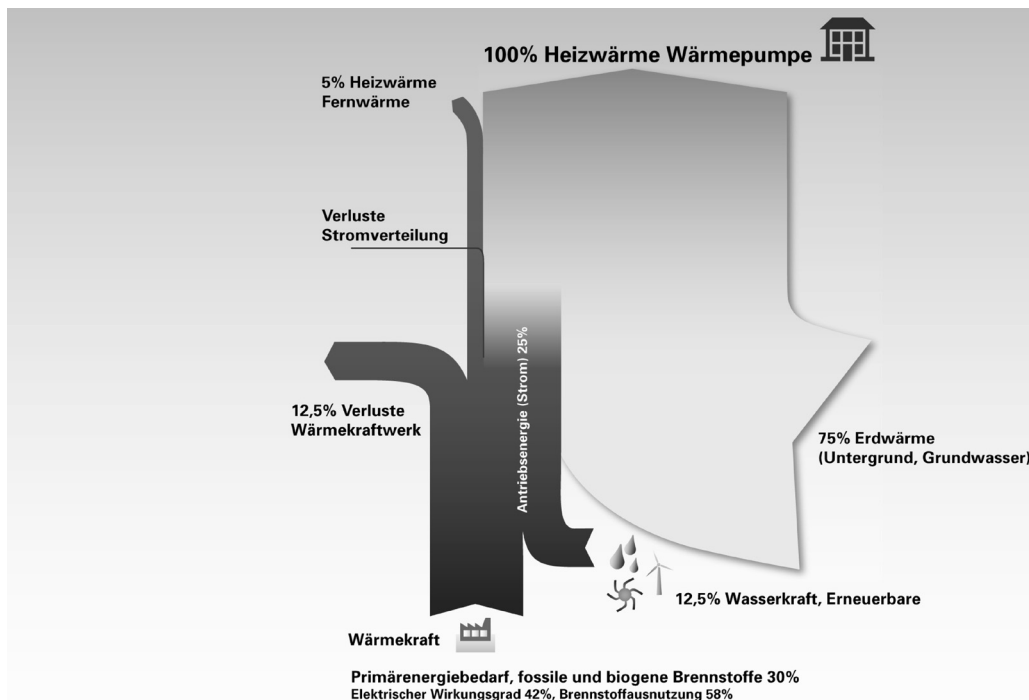


Abbildung 1: Energieflussdiagramm Wärmepumpe in Österreich 2005 (JAZ 4)

Zur Abschätzung des Primärenergieeinsatzes für die Stromerzeugung wurden die Erzeugungskomponenten, der Inlandsstromverbrauch (Quelle: Energie-Control GmbH) und die durchschnittliche Brennstoffausnutzung (Quelle: Basismaterial für Studie „NAP 2, VEÖ; KWI/WIFO 2006) herangezogen, welche in Tab. 1 dargestellt sind.

Der Anteil der Wasserkraft und der erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung in Österreich im Winterhalbjahr ist in den letzten Jahren kontinuierlich gesunken und hat 2006 ca. 47 % betragen. Der Anteil biogener Brennstoffe (Biomasse, Biogas) in Wärmekraftwerken hat demgegenüber in den letzten Jahren stark zugenommen.

Tabelle 1: Erzeugung und Verbrauch von Strom in Österreich

Erzeugung und Verbrauch	2002	2003	2004	2005	2006
Wasserkraftwerke	42.057 GWh	35.292 GWh	39.462 GWh	39.019 GWh	37.278 GWh
Wärmekraftwerke Brennstoffausnutzung*	20.328 GWh	24.552 GWh 56,54 %	24.231 GWh 57,39 %	25.878 GWh 57,78 %	24.489 GWh
Erneuerbare Energien	209 GWh	379 GWh	941 GWh	1.347 GWh	1.766 GWh
Sonst. Erzeugung	77 GWh	- 4 GWh	104 GWh	115 GWh	386 GWh
<b>Gesamterzeugung</b>	<b>62.671 GWh</b>	<b>60.219 GWh</b>	<b>64.739 GWh</b>	<b>66.359 GWh</b>	<b>63.919 GWh</b>
<b>Inlandsstromverbrauch mit Pumpspeicherung</b>	<b>63.370 GWh</b>	<b>65.832 GWh</b>	<b>67.819 GWh</b>	<b>69.023 GWh</b>	<b>70.769 GWh</b>

\* ... Wirkungsgrade der thermischen Stromproduktion jener Kraftwerke, die von VEÖ-Mitgliedern im Emissionshandelssystem erfasst sind

Beim Betrieb einer Wärmepumpe liegen die in Österreich realisierbaren jährlichen CO<sub>2</sub>-Einsparungen gegenüber einer Ölheizung bei 84 % und im Vergleich zum Gasbrennwertkessel bei 76 %. Diese Werte gelten für die Stromaufbringung nach dem Österreichischen Strommix 2003 (Quelle: Energie-Control GmbH).

**CO<sub>2</sub>-Emissionen eines Einfamilienhauses**  
(Jahresarbeitszahl 4,2)

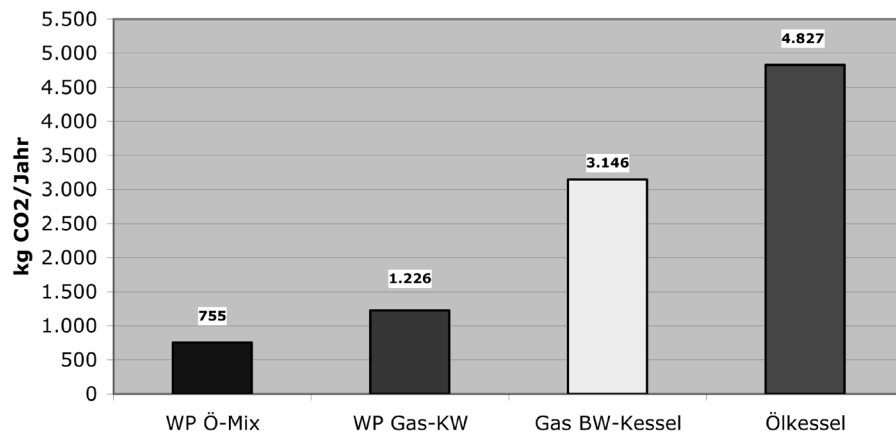


Abbildung 2: CO<sub>2</sub>-Emissionen

### Kühlen

Durch die heutige Bauweise kann die im Sommer abzuführende Kühllast in derselben Größenordnung wie die im Winter erforderliche Heizlast liegen.

Wärmepumpen können durch Umkehr des Kältekreises diese Kühlfunktion (Kälteleistung) übernehmen, wobei die Wärme von den Innenräumen in den Untergrund, in das Grundwasser oder in die Außenluft abgeführt wird. Anlagen, welche Grundwasser und den Untergrund für Kühlzwecke nutzen, können auch ohne Umkehr des Kältekreises, unter Umgehung der Wärmepumpe, die Raumwärme direkt abführen.

Systeme im Umkehrbetrieb mit/ohne Einsatz der Wärmepumpe arbeiten mit einem um 50 bis 90 % geringeren Aufwand an elektrischer Energie als herkömmliche Klimaanlage.

## 4 Allgemeine Grundlagen

### 4.1 Wasserwirtschaftliche Grundsätze

Anlagen zur direkten oder indirekten thermischen Nutzung des Grundwassers und des Untergrunds (Anlagen zum Heizen und zum Kühlen) sind in den meisten Fällen mit einer qualitativen und/oder quantitativen Einwirkung auf das Grundwasser und den Wasserhaushalt verbunden. Um nachteilige bzw. unerwünschte Auswirkungen zu vermeiden und eine sparsame und effiziente Nutzung von Grundwasser sicherzustellen, sind im Regelfall folgende wasserwirtschaftliche Grundsätze bei Planung, Ausführung und Betrieb derartiger Anlagen zu berücksichtigen:

- Das Grundwasser ist flächendeckend als Trinkwasser zu erhalten
- Die derzeitige und zukünftige Versorgung der Bevölkerung mit Trinkwasser hat uneingeschränkten Vorrang vor der thermischen Nutzung des Grundwassers und des Untergrunds. Dieser Grundsatz gilt auch für bewilligungsfreie Hausbrunnen.
- Bei thermischer Nutzung des Grundwassers und des Untergrunds darf deren Temperatur großräumig nicht nachteilig verändert werden
- Die thermische Nutzung des Grundwassers ist auf oberflächennahes Grundwasser mit freiem Grundwasserspiegel zu beschränken
- Grundwasser ist nach der thermischen Nutzung vollständig in den Aquifer, aus dem es entnommen wurde, rückzuleiten, sofern es nicht als Nutzwasser weiterverwendet wird. (Ausnahmen: Grundwasser, welches zum Zweck der Wasserspiegelabsenkung entnommen werden muss, sowie Uferfiltrat und Quellwasser können nach thermischer Nutzung in einen Vorfluter abgeleitet werden)
- Tiefengrundwässer sind besonders zu schützen, da sie für die Trinkwassernotversorgung in Katastrophensituationen reserviert bleiben sollen
- In der Schutzzone III von Schutzgebieten sowie in Schongebieten gemäß § 34 WRG 1959 dürfen Anlagen zur thermischen Nutzung des Grundwassers und des Untergrunds nur errichtet werden, wenn:
  - die Anlagentypen dem besonderen Schutzbedarf entsprechen (z. B. Zwischenkreislauf),
  - spezielle Begleitmaßnahmen gesetzt werden (z. B. Sperrrohre, Hilfsverrohrung),
  - geeignete hydrogeologische Standortbedingungen gegeben sind, und
  - Erdwärmekollektoren bzw. Direktverdampferanlagen über HHGW verlegt werden.
- Eine Verunreinigung des Grundwassers durch wassergefährdende Stoffe oder eine sonstige nachteilige Veränderung der Grundwasserbeschaffenheit muss verlässlich verhindert werden
- Es dürfen nur Wärmeträgermedien und Arbeitsmittel eingesetzt werden, die bei unbeabsichtigtem Austritt (Leckagen) keine nachhaltigen schädlichen Folgen für Mensch und Umwelt nach sich ziehen. Dies ist am besten durch den Einsatz von reinem Wasser oder von CO<sub>2</sub> gewährleistet
- Eine Verbindung unterschiedlicher Grundwasser-Stockwerke ist während des Bohrvorgangs möglichst gering zu halten und durch die Sondenverpressung dauerhaft zu unterbinden
- Erdwärmekollektoren sollen vollständig oberhalb des höchsten Grundwasserspiegels liegen
- Es sind bevorzugt Umlaufkühlsysteme anzuwenden
- Bei Durchlaufkühlsystemen ist bevorzugt das Wasser von Oberflächengewässern anstatt Grundwasser oder Trinkwasser zu verwenden
- Die Abwärme aus Kühlsystemen ist möglichst vollständig zu nutzen (Kraft-Wärme-Kopplungen, Fernwärmeversorgungen, Niedertemperaturheizungen, Wärmepumpen, saisonale Speicher usw.)
- Der Heiz- und Kühlbedarf von Gebäuden soll durch entsprechende architektonische und bauphysikalische Gestaltung und Wärmedämmung minimiert werden.

## 4.2 Geologische und hydrogeologische Grundlagen

Für die Planung, die Errichtung und den Betrieb einer Anlage zur thermischen Nutzung des Grundwassers und des Untergrunds sind je nach Anlagentyp die Kenntnis und ihre projektbezogene Bedeutung der nachstehend genannten Gegebenheiten im mittelbaren und unmittelbaren Einwirkungsbereich notwendig:

- Geologie und Hydrogeologie des unmittelbaren Projektgebiets (zu erwartende Untergrund- und Grundwasserverhältnisse)
- Lage und Schwankungsbereich des Grundwasserspiegels, gegebenenfalls Grundwasserschichtenpläne
- Grundwasserströmungsrichtung und -gefälle
- Charakteristik der stauenden und leitenden Schichten in hydrogeologischer und lithologischer Hinsicht
- Grundwasser-Stockwerke (frei, gespannt, artesisch) und deren Zusammenhang.
- physikalische und chemische Eigenschaften des Grundwassers in den verschiedenen Grundwasser-Stockwerken
- Schichtaufbau des Untergrunds
- Vorhandensein von tief greifenden Massenbewegungen, rutschungsgefährdete Gebiete
- maßgebende Schichteigenschaften (Bodenart, Art des Locker-/ Festgesteins, Eignung als GW-Stauer-/Leiter, ev. Angaben zu Lagerungsdichten, Konsistenzen, Verbandsfestigkeiten, Klüftigkeit, Verkarstungsmöglichkeit etc.)
- natürliche und künstliche Hohlräume (z. B. Karsthohlräume, Stollen, unterirdische Bergbauanlagen, Weinkeller, Tunnel etc.).

Bei **Erdwärmesonden** ist für die Auswahl des Bohrverfahrens, der sonstigen Bohrbedingungen (Schutzverrohrung, Spülung etc.) und des Verpressvorgangs die Kenntnis über das mögliche Vorhandensein von verschiedenen Grundwasser-Stockwerken und ihrer jeweiligen Druckhöhe von besonderer Bedeutung.

In Gebieten, in denen ergiebige Kluft- oder Karstgrundwasserleiter zu erwarten sind oder ihr Vorhandensein nicht zuverlässig ausgeschlossen werden kann, sind die geologischen Verhältnisse entsprechend ausführlich darzulegen, um eine Beurteilung vornehmen zu können. Sondermaßnahmen für die Verpressung bzw. Verfüllung sind zu treffen, wenn größere Karst- und Kluft Hohlräume angetroffen werden.

Die Möglichkeit von Gas-Austritten (z. B. natürliche Gasblasen, Deponiegase) ist abzuschätzen. Falls das Antreffen von Gas führenden Horizonten aufgrund von regionalen/lokalen Kenntnissen und Erfahrungen nicht ausgeschlossen werden kann, sind bei den Bohrarbeiten die erforderlichen Sicherheitsmaßnahmen (Gaswarngeräte, Spülbohrverfahren, Setzen von Sperrrohren, kontrollierte Gasableitung, Beschwerungsmittel) zu treffen. Gasaustritte sind unverzüglich der Wasserrechtsbehörde und erforderlichenfalls der Feuerwehr zu melden! Weiters sind am und um den Bohrplatz ausreichende Absicherungsmaßnahmen zu treffen.

Der Umfang der durchzuführenden Erkundung ist von den geologisch/hydrogeologischen Verhältnissen, der Art und Größe der geplanten Anlage sowie den spezifischen Projektgegebenheiten abhängig. Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt in der Regel in Form eines Gutachtens oder einer hydrogeologischen Standortbeurteilung.

Die Angaben müssen so detailliert sein, dass eine Beurteilung des Projekts möglich ist. Als Grundlagen für eine fachkundige Planung können neben Geländebegehungen, Brunnen- und Sondenerhebungen auch Angaben aus der Literatur, geologische und hydrogeologische Karten, Daten aus öffentlichen Bohrchiven, regionalgeologische Kenntnisse etc. herangezogen werden. Detaillierte Angaben der quantitativen und qualitativen Grundwasserverhältnisse liefern Brunnenerhebungen und Analysen des Grundwassers. Weitere Informationen können den Datensammlungen der Landesdienststellen (Hydrografischer Dienst, hydrologische Abteilungen etc.) sowie der Internetseite des BMLFUW entnommen werden.

Im Zuge der Niederbringung der Bohrung sind im Abstand von jeweils maximal von 5 Metern und bei jedem Schichtwechsel Proben zu entnehmen. Diese sind bis zur wasserrechtlichen Überprüfung in geeigneter Form aufzubewahren und auf Verlangen der Behörde vorzulegen.

Die während des Bohrvorgangs durchfahrenen geologischen Schichten sind vom qualifizierten Bauleiter, Bohrmeister oder von einem Geologen aufzunehmen und in einem Bohrprofil zu dokumentieren.

### 4.3 Temperaturregime im Untergrund

Die Temperaturen im Erdmittelpunkt – in rund 6.400 km Tiefe – liegen um 6.000 bis 7.000 °C. Diese hohen Temperaturen entstehen durch ständig ablaufende radioaktive Zerfallsprozesse. Die so entstandene Wärme wird durch Wärmeleitung und Konvektion (Materialbewegung) in Richtung Erdoberfläche transportiert und dort in die Atmosphäre abgestrahlt. Von der im Erdinneren erzeugten Wärme kommt nur ein Bruchteil an der Erdoberfläche an (wesentliche Energieanteile werden in Konvektionsprozesse und tektonische Vorgänge umgesetzt). In den oberen Krustenbereichen der Erde erfolgt vor allem bei kristallinen Gesteinen eine radiogene Wärmeproduktion.

Die Temperatur der Erdoberfläche wird weit gehend durch ein Gleichgewicht zwischen einstrahlender Sonnenenergie, Wärmeabstrahlung in das Weltall und dem geothermischen Wärmefluss bestimmt. Infolge der im Verhältnis kleinen Wärmeströme aus dem Erdinneren, etwa 0,05 bis 0,12 W/m<sup>2</sup>, ist dieser Anteil an der Energiebilanz der Erdoberfläche sehr gering. Die Sonneneinstrahlung beträgt hingegen bis zu 1.000 W/m<sup>2</sup>.

Die Temperatur des oberflächennahen, anthropogen unbeeinflussten Grundwassers variiert in Österreich in einer Tiefe von ca. 7 m unter GOK zwischen 7 und 12 °C. Der Einfluss der jahreszeitlich bedingten Temperaturschwankungen reicht abhängig von Bodensubstrat, geographischer Höhenlage, Wassergehalt sowie Grundwasserdynamik bis in Tiefen von 10 bis 20 m (atmosphärische Pufferzone). Erst darunter treten keine jahreszeitlich bedingten Temperaturschwankungen auf.

Betrachtet man den Wärmeverlauf von der Erdoberfläche bis zum Erdinnern, so lässt sich generell aussagen, dass die Temperatur mit steigender Tiefe im Mittel alle 33 m um 1 °C zunimmt (geothermischer Gradient). Die kontinuierliche Wärmezunahme erfolgt jedoch nicht überall im gleichen Ausmaß. Sie ist an Schwächezonen der Erdkruste, wo der Wärmefluss vom Erdinnern stärker ist, größer als in Regionen, wo die Erdkruste mächtiger ist, wie etwa unter den Alpen.

Dringt oberflächennahes Grundwasser in größere Tiefen ein, so kann dies zu einer deutlichen Verminderung des Temperaturgradienten führen.

Die Wärmeleitfähigkeit und die spezifische Wärmekapazität des Untergrunds hängen wesentlich von den Klüft- und Porenfüllungen (Wasser, Luft) ab. Diese haben eine geringere Wärmeleitfähigkeit als die festen Mineralbestandteile.

Es muss jedoch darauf hingewiesen werden, dass vor allem in klüftigen Gesteinen ein wesentlicher Teil des Wärmetransports durch Konvektion erfolgt. Im Festgestein schwankt die Wärmeleitfähigkeit des Untergrunds daher infolge von Klüftung, Porosität, Wasserführung, Schieferung und Verwitterung.

Tabelle 2: Wärmeleitfähigkeit und spezifische Wärmekapazität (aus VDI 4640)

	Gesteinstyp	Wärmeleitfähigkeit [ $\lambda$ ] W/(m.K)		spez. Wärmekapazität [c] MJ/(m <sup>3</sup> .K)	Dichte [ $\rho$ ] 10 <sup>3</sup> kg/m <sup>3</sup>	
			empf. Rechenwert			
Lockergesteine	Ton / Schluff, trocken	0,4 – 1,0	0,5	1,5 – 1,6	1,8 – 2,0	
	Ton / Schluff, wassergesättigt	0,9 – 2,3	1,7	2,0 – 2,8	2,0 – 2,2	
	Sand, trocken	0,3 – 0,8	0,4	1,3 – 1,6	1,8 – 2,2	
	Sand, wassergesättigt	1,5 – 4,0	2,4	2,2 – 2,8	1,9 – 2,3	
	Kies / Steine, trocken	0,4 – 0,5	0,4	1,3 – 1,6	1,8 – 2,2	
	Kies / Steine, wassergesättigt	1,6 – 2,0	1,8	2,2 – 2,6	1,9 – 2,3	
Sedimentäre Festgesteine	Ton- / Schluffstein	1,1 – 3,5	2,2	2,1 – 2,4	2,4 – 2,6	
	Sandstein	1,3 – 5,1	2,3	1,8 – 2,6	2,2 – 2,7	
	Konglomerat / Brekzie	1,3 – 5,1	2,3	1,8 – 2,6	2,2 – 2,7	
	Mergelstein	1,5 – 3,5	2,1	2,2 – 2,3	2,3 – 2,6	
	Kalkstein	2,5 – 4,0	2,8	2,1 – 2,4	2,4 – 2,7	
	Dolomitstein	2,8 – 4,3	3,2	2,1 – 2,4	2,4 – 2,7	
	Sulfatgestein (Anhydrit)	1,5 – 7,7	4,1	2,0		
	Sulfatgestein (Gips)	1,3 – 2,8	1,6	2,0		
	Chloridgestein (Stein- / Kalisalz)	5,3 – 6,4	5,4	1,2	2,1 – 2,2	
	Steinkohle	0,3 – 0,6	0,4	1,3 – 1,8		
Magmatische Festgesteine	Tuffit	1,1	1,1			
	Vulkanit, sauer bis intermediär	z. B. Rhyolit, Trachyt,	3,1 – 3,4	3,3	2,1	2,6
		z. B. Latit, Dacit	2,0 – 2,9	2,6	2,9	2,9 – 3,0
	Vulkanit, basisch bis ultrabasisch	z. B. Andesit, Basalt	1,3 – 2,3	1,7	2,3 – 2,6	2,6 – 3,2
	Plutonit, sauer bis intermediär	Granit	2,1 – 4,1	3,4	2,1 – 3,0	2,4 – 3,0
		Syenit	1,7 – 3,5	2,6	2,4	2,5 – 3,0
Plutonit, basisch bis ultrabasisch	Diorit	2,0 – 2,9	2,6	2,9	2,9 – 3,0	
	Gabbro	1,7 – 2,5	1,9	2,6	2,8 – 3,1	
Metamorphe Festgesteine	gering meta- morph	Tonschiefer	1,5 – 2,6	2,1	2,2 – 2,5	2,4 – 2,7
		Kieselschiefer	4,5 – 5,0	4,5	2,2	2,5 – 2,7
	mittel bis hoch metamorph	Marmor	1,3 – 3,1	2,5	2,0	2,5 – 2,8
		Quarzit	5,0 – 6,0	5,5	2,1	2,5 – 2,7
		Phyllit	1,5 – 3,1	2,2	2,2 – 2,4	2,4 – 2,7
		Glimmer- schiefer	1,5 – 3,1	2,2	2,2 – 2,4	2,4 – 2,7
		Gneis	1,9 – 4,0	2,9	1,8 – 2,4	2,4 – 2,7
Amphibolit	2,1 – 3,6	2,9	2,0 – 2,3	2,6 – 2,9		
Andere Stoffe	Bentonit	0,5 – 0,8	0,6	~3,9		
	Beton	0,9 – 2,0	1,6	~1,8	~2,0	
	Eis (-10 °C)	2,32		1,87	0,919	
	Kunststoff (PE)	0,39				
	Luft (0–20 °C)	0,02		0,0012	0,0012	
	Stahl	60		3,12	7,8	
	Wasser (+10 °C)	0,59		4,15	0,999	

## 4.4 Auswirkungen und Grenzen der thermischen Nutzung des Grundwassers und des Untergrunds

Temperaturänderungen im Untergrund können Veränderungen des Adsorptionsverhaltens, der Vegetationsentwicklung und der Bodenbiologie zur Folge haben. Im Grundwasser bewirken sie unter anderem eine Veränderung der Viskosität, der Sauerstoffsättigung, der Grundwasserbiologie, des Selbstreinigungsvermögens und des Lösungsverhaltens.

Bei Einleitung thermisch veränderten Wassers in das Grundwasser bewegt sich die thermische Front etwa mit der halben Geschwindigkeit des Grundwasserflusses (Einfluss der Gesteinsmatrix), und das Maß der Temperaturänderung nimmt in Fließrichtung ab.

Am Punkt der Einleitung des thermisch genutzten Grundwassers in den Untergrund sollte eine Temperatur von 5 °C nicht unterschritten und eine Temperatur von 20 °C nicht überschritten werden. Wenn die Grundwassertemperatur durch Oberflächengewässer jahreszeitlich wesentlich abgesenkt wird, kann die Temperatur von 5 °C unterschritten werden. Zusätzlich ist bei der Festlegung der Einleittemperatur die Immissionssituation zu berücksichtigen. Die maximal zulässige Aufwärmung/Abkühlung des genutzten Grundwassers am Punkt der Einleitung darf 6 K – ausgehend von der vorhandenen Grundwassertemperatur am Anlagenstandort – nicht überschreiten. Negative Auswirkungen auf die Biologie des Grundwassers sind nach derzeitigem Wissensstand bei Einhaltung dieser Werte nicht zu erwarten.

### Anmerkungen:

- thermische Auswirkungen auf das Grundwasser sind bei rechnerischen Temperaturänderungen von < 1 K zu vernachlässigen.
- Eine Beeinträchtigung der landwirtschaftlichen Nutzung kann ausgeschlossen werden, wenn der Flurabstand des Grundwassers mindestens 2 m beträgt.

**Erdwärmesonden (Tiefsonden):** Bei **Heizbetrieb** soll die mittlere Temperatur des Wärmeträgermediums (Mittelwert EWS Ausgangs- und EWS Eingangstemperatur) nach Erreichen eines neuen Gleichgewichtszustandes, das ist in der Regel nach 5 bis 50 Jahren, –1,5 °C nicht unterschreiten. Dies ist bei einer Eintrittstemperatur von -3 °C und bei einer Austrittstemperatur von 0 °C gegeben. Bei **Kühlbetrieb** soll die Temperatur des Wärmeträgermediums +30 °C nicht überschreiten. Bei großen Sondenfeldern kann die Temperatur des Grundwasserkörpers wesentlich beeinflusst werden.

**Erdwärmekollektoren (Flachkollektoren):** Bei **Heizbetrieb** soll die mittlere Temperatur des Wärmeträgermediums bzw. des Kältemittels im Dauerbetrieb (Mittelwert Kollektor Ausgangs- und Kollektor Eingangstemperatur) so gewählt werden, dass im Verlegebereich keine flächenhafte Eisbildung auftritt. Bei **Kühlbetrieb** soll die Temperatur des Wärmeträgermediums +30 °C nicht überschreiten. Die Einflüsse auf Untergrund und Grundwasser sind gering. Messungen der Untergrundtemperaturen zeigen, dass die Abkühlung bzw. Erwärmung nur vorübergehend ist und nach einer Regenerationsphase die jeweils selben Temperaturen wie im unbeeinflussten Untergrund erreicht werden, was auf den deutlich überwiegenden Einfluss der Sonneneinstrahlung und des Sickerwassers zurückzuführen ist.

## 4.5 Ablehnungsgründe

Zur Sicherung der derzeitigen und zukünftigen Trinkwasserversorgung, öffentlicher Interessen und fremder Rechte sind die Errichtung und der Betrieb von Anlagen zur thermischen Nutzung des Untergrunds und des Grundwassers in folgenden Fällen nicht zulässig:

- Lage der Anlage innerhalb der Schutzzonen I und II von Wasserschutzgebieten gemäß § 34 Abs. 1 WRG 1959. Bei Abänderungen bzw. Neuausweisungen der Zone II von Schutzgebieten, wo Wohn- oder Betriebsobjekte mit Ölheizungen existieren, ist nach Einzelfallprüfung die Errichtung von Erdwärmekollektoren mit Kältemitteln wie z. B. R 290 – Propan bzw. CO<sub>2</sub> möglich

- Lage der Anlage innerhalb der Schutzzone III von Wasserschutzgebieten gemäß § 34 Abs. 1 WRG 1959, wenn ein besonderer Schutzbedarf der Grundwasserüberdeckung gegeben ist (Schutz von gespannten und artesisch gespannten Grundwässern)
- Lage der Anlage im unmittelbaren Einzugsbereich von – nach § 10 Abs. 1 WRG 1959 – bewilligungsfreien Grundwasserentnahmen zum Zwecke der Trinkwasserversorgung, wenn eine Beeinträchtigung und/oder eine thermische Auswirkung zu erwarten sind
- thermische Auswirkungen der Anlage bis in die Schutzzone II von Wasserschutzgebieten gemäß § 34 Abs. 1 WRG 1959
- Einschränkung bestehender Rechte an der Nutzung des Grundwassers und des Untergrunds
- thermische Nutzung von gespannten und artesisch gespannten Grundwasservorkommen durch Grundwasserentnahme (Ausnahme: leicht gespannte oberflächennahe ergiebige Porengrundwasserleiter)
- Anbohren von artesischen Grundwasservorkommen mit einem artesischen Überdruck von mehr als 3 m über Gelände
- Anbohren bzw. Durchörtern von gespannten Grundwasservorkommen mit wesentlichen Druckunterschieden zwischen den Grundwasserstockwerken.

**Hinweis:** Thermische Auswirkungen auf das Grundwasser sind bei rechnerischen Temperaturänderungen von  $< 1$  K zu vernachlässigen.

## 5 Technische Grundlagen

### 5.1 Funktionsweise von Wärmepumpen und Kälteanlagen

Im Inneren eines geschlossenen Kreislaufs der Anlage zirkuliert ein Arbeitsmittel, das einer Wärmequelle im Verdampfer (Wärmetauscher) Wärme entzieht, wodurch dieses vom flüssigen in den gasförmigen Aggregatzustand übergeht. Das Arbeitsmittel gelangt dann in einen meist von einem Elektromotor angetriebenen Kompressor (Verdichter), in dem der Druck erhöht wird. Zugleich erhöht sich die Temperatur so weit, dass die der Wärmequelle entzogene Wärme im so genannten Verflüssiger abgegeben werden kann. Durch diese Wärmeabgabe wird das Arbeitsmittel wieder flüssig. Im Expansionsventil wird es auf geringeren Druck entspannt. Dadurch sinkt der Siedepunkt und das Arbeitsmittel kann beim neuerlichen Verdampfen wieder Wärme aufnehmen.

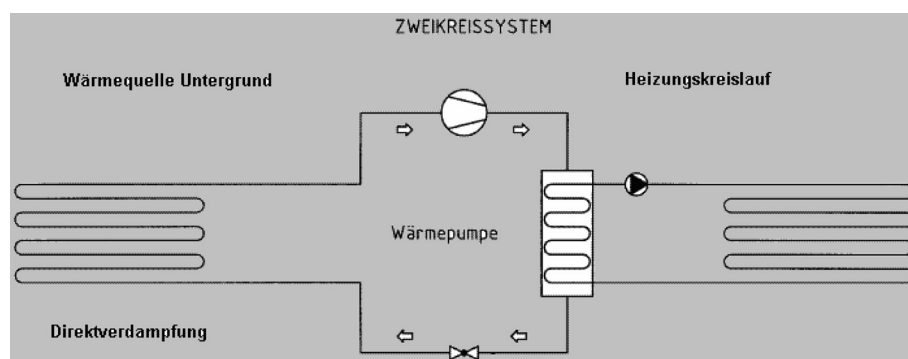


Abbildung 3: Zweikreisystem

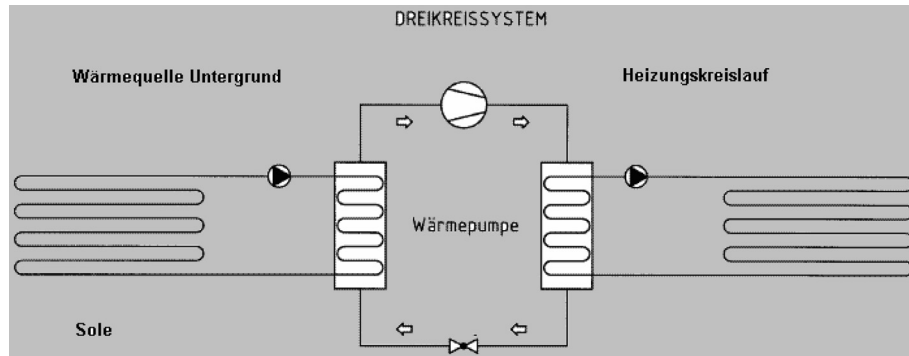


Abbildung 4: Dreikreissystem Sole

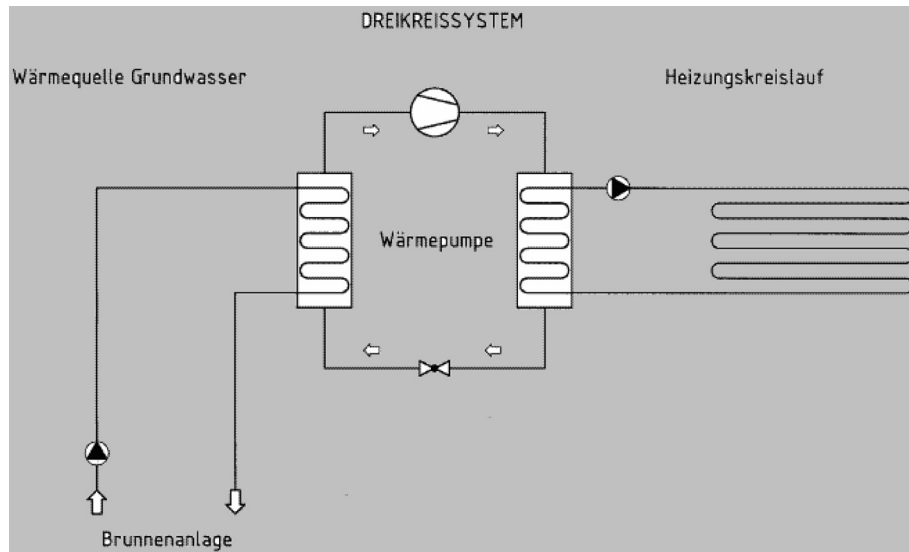


Abbildung 5: Dreikreissystem Grundwasser

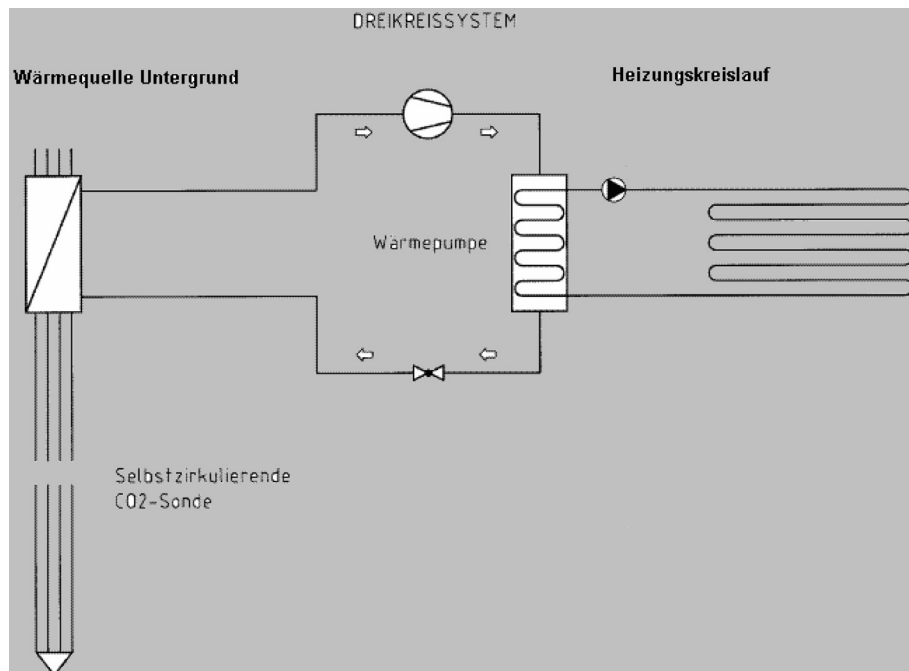


Abbildung 6: Dreikreissystem mit selbst zirkulierendem Wärmeträgermedium

Die Leistungszahl (COP) der Wärmepumpe ist abhängig von den Temperaturdifferenzen zwischen

- Wärmequelle und Heizung
- Vor- und Rücklauf der Wärmequelle sowie
- Vor- und Rücklauf der Heizung.

Je geringer diese Temperaturdifferenz ausfällt, umso wirtschaftlicher arbeitet die Wärmepumpe. Die Heizsysteme sollten deshalb als Niedertemperaturheizung und die Kühlsysteme als Hochtemperaturkühlung konzipiert werden. Bei großzügiger Bemessung der Erdwärmesonde, des Erdwärmekollektors bzw. anderer Wärmequellen kann der Wirkungsgrad der Wärmepumpe wesentlich verbessert und dem Wirkungsgrad der Grundwasser-Wärmepumpe angenähert werden.

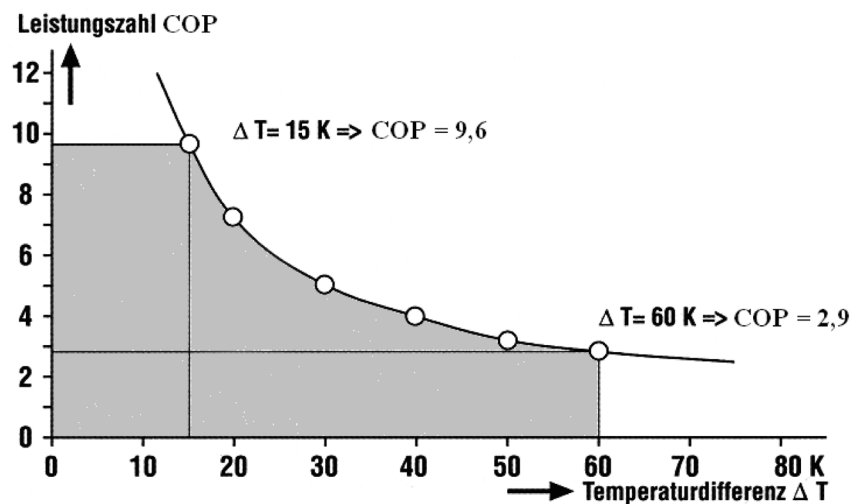


Abbildung 7: Diagramm Leistungszahl (IWP München)

$\Delta T$  = Kondensationstemperatur – Verdampfungstemperatur

Durch Bauteilaktivierung lässt sich die thermische Nutzung des Grundwassers und des Untergrunds durch Reduzierung der Lastspitzen, Lastverschiebung auf Schwachlastzeiten, Verkleinerung der Leistung der Wärmepumpe und durch Minimierung des Temperaturhubs noch weiter optimieren. Diesbezüglich wird auf die ÖNORM EN 15377-3 verwiesen

## 5.2 Wärme- und Kühlbedarfsermittlung

### 5.2.1 Wärmebedarf und Heizleistung

Die Ermittlung des Wärmebedarfs (~ Heizleistung) ist vom Anlagenplaner bzw. -errichter nach ÖNORM EN 12831 und ÖNORM H 7500 (nationale Ergänzung) exakt durchzuführen. Diese Normen geben das Verfahren für die Berechnung der Wärmeverluste für Standardfälle unter den Sollbedingungen an. Bei Bauteilaktivierung ist auch die ÖNORM EN 15377-3 zu beachten. Der Energieausweis ist für die Ermittlung der Gebäudeheizlast zur Auslegung der Wärmepumpe nicht geeignet.

Folgender durchschnittlicher Wärmebedarf ist erfahrungsgemäß zu erwarten:

- Passivhaus 15 W/m<sup>2</sup>
- Niedrigenergiehaus, Neubau 40 W/m<sup>2</sup>
- Neubau mit guter Wärmedämmung 50 W/m<sup>2</sup>
- Altbau mit unzureichender Wärmedämmung > 75 W/m<sup>2</sup>

Bei durchschnittlichem Benutzerverhalten sind 1.800 bis 2.400 Volllaststunden pro Jahr zu erwarten.

Bei bivalenten Anlagen ist die Anlage zur thermischen Nutzung des Untergrunds dennoch auf die Entzugsleistung des monovalenten Betriebs auszulegen, sofern keine Dimensionierung nach der Jahresentzugsarbeit erfolgt.

**Sperrzeiten der Elektrizitätsversorgungsunternehmen (EVU):** Bei der Nutzung von Wärmepumpen-Sondertarifen ist mit Sperrzeiten zu rechnen. Daher muss die Tagesheizarbeit innerhalb jener Zeit, in welcher Strom verfügbar ist, aufgebracht werden, was bei der Dimensionierung zu berücksichtigen ist.

Beispiel: Berechneter Wärmebedarf ohne Sperrzeiten: 12 kW  
Maximale Sperrzeit:  $2 \times 1 \text{ h} = 2 \text{ h}$   
Daraus resultiert eine Verfügbarkeit von 22 h.  
Berechnete Heizleistung:  $12 \text{ kW} \times 24 \text{ h} / 22 \text{ h} = 13,09 \text{ kW}$

**Bauaustrocknung:** In der Bauphase werden große Mengen Wasser für Mörtel, Putz, Gips etc. verwendet. Zudem kann Regen während der Bauphase die Feuchte im Baukörper maßgeblich erhöhen. Durch die hohe Feuchtigkeit im Baukörper ist der Wärmebedarf des Hauses insbesondere in den ersten beiden Heizperioden deutlich erhöht. Die Entzugsleistung der Wärmequelle sowie die Leistung der Wärmepumpe werden für diesen erhöhten Wärmebedarf nicht ausgelegt. Der zusätzliche Wärmebedarf muss über zusätzliche Wärmeerzeuger (z. B. Elektro-Heizstab) abgedeckt bzw. durch einen Entfeuchter reduziert werden.

Die Deckung des zusätzlichen Wärmebedarfs aus dem Untergrund kann eine dauerhafte Schädigung von Erdwärmekollektoren und -sonden durch Überlastung und daraus resultierende Frostschäden bewirken.

**Austausch von Wärmepumpen:** Moderne Wärmepumpen weisen gegenüber alten Wärmepumpen eine verbesserte Leistungszahl auf. Damit verbunden ist ein höherer Wärmeentzug aus dem Untergrund bzw. dem Grundwasser.

Es ist zu prüfen, ob am Gebäude Maßnahmen durchgeführt wurden (z. B. verbesserte Wärmedämmung, Erweiterung der beheizten Fläche), die die erforderliche Heizlast verändert haben. Gegebenenfalls sind die Anlagen zur thermischen Nutzung des Grundwassers und des Untergrunds an die aktuelle Heizlast anzupassen.

## 5.2.2 Kühlbedarf und Kühlleistung

Der Kühlbedarf von Gebäuden ist nach ÖNORM EN 15255 oder ÖNORM H 6040 zu ermitteln. Dieser kann durchaus größer als der Heizbedarf sein. Die Kühlung kann in vielen Fällen über die Heizflächen erfolgen, wobei Taupunktunterschreitungen jedenfalls zu vermeiden sind. Erforderlichenfalls sind zusätzliche Kühlflächen (Deckenkühlung, Betonkernaktivierung) bzw. Kühlregister notwendig. Bei Bauteilaktivierung ist auch die ÖNORM EN 15377-3 zu beachten.

Bei Prozess- und Warenkühlung richtet sich der Kühlbedarf nach den anlagenspezifischen Gegebenheiten. Die dabei entstehende Abwärme kann je nach Temperaturniveau direkt oder indirekt genutzt werden.

## 5.2.3 Wärmebedarf für Warmwasserbereitung

Bei durchschnittlichem Benutzerverhalten ist für die Warmwasserbereitung ein Energieverbrauch von 2 bis 4 kWh/(E\*d) zu erwarten. Damit können 38 bis 76 Liter Wasser/(E\*d) von 10 °C auf 55 °C erwärmt werden. Erfolgt die Deckung des Wärmebedarfs für die Warmwasserbereitung mit der Heizungswärmepumpe, so ist bei durchschnittlichem Benutzerverhalten die Leistung der Wärmepumpe um mindestens 0,25 kW pro Person zu erhöhen. Zusätzlich

sind die Jahresbetriebsstunden für die Warmwasserbereitung bei der Auslegung der Erdwärmesonde bzw. des Erdwärmekollektors zu berücksichtigen.

Beispiel 1:

Haus mit **4 Einwohnern**, Leistung Wärmepumpe **10 kW**, Warmwasserverbrauch **2 kWh/(E\*d)** bzw. **2.800 kWh/a**. Daraus resultieren **280 Jahresbetriebsstunden** für die Warmwasserbereitung.

Beispiel 2:

Passivhaus mit **4 Einwohnern**, Leistung Wärmepumpe **4 kW**, Warmwasserverbrauch **4 kWh/(E\*d)** bzw. **5.600 kWh/a**. Daraus resultieren **1.400 Jahresbetriebsstunden** für die Warmwasserbereitung.

Bei erhöhtem Warmwasserbedarf (Whirlpool, Sauna etc.) sind entsprechende Zuschläge zu berücksichtigen.

## 5.3 Arbeitsmittel und Wärmeträgermedien

Es dürfen nur Arbeitsmittel und Wärmeträgermedien eingesetzt werden, für die entsprechende Sicherheitsdatenblätter vorliegen.

### 5.3.1 Arbeitsmittel (Kältemittel, Kältemaschinenöl)

**Kältemittel:** Es kommen Einzelstoffe und Gemische von teilfluorierten Kohlenwasserstoffen, reinen Kohlenwasserstoffen („Flüssiggase“ wie Propan, Butan), Kohlendioxid und Ammoniak zur Anwendung. Grundsätzlich dürfen bei Direktverdampferanlagen nur Kältemittel der Sicherheitsgruppe A verwendet werden. Im *Anhang 1* ist eine Tabelle mit Kennwerten von Kältemitteln angeschlossen. Ammoniak darf wegen des erhöhten Gefährdungspotenzials (Gift nach Chemikaliengesetz) in Direktverdampferanlagen nicht verwendet werden.

Vollhalogenierte bzw. teilhalogenierte Fluorchlorkohlenwasserstoffverbindungen sind gemäß BGBl. Nr. 301/1990 „FCKW-Verordnung für vollhalogenierte Fluorchlorkohlenwasserstoffe“ (wie z. B. R-13) und BGBl. Nr. 750/1995 „HFCKW-Verordnung“ in Neuanlagen verboten. Bei bestehenden Anlagen dürfen HFCKW (z. B. R22) im Rahmen von Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten nur noch bis 31.12.2009 verwendet werden. Ab 01.01.2015 ist der Einsatz von HFCKW generell verboten (Verordnung (EG) Nr. 2037/2000 vom 29.06.2000 über Stoffe, die zum Abbau der Ozonschicht führen).

Die Verwendung von voll- und partiell fluorierten Verbindungen ist wegen des beträchtlichen Treibhauseffekts (GWP – Global Warming Potential, Kyoto-Protokoll) ebenfalls bereits deutlichen Einschränkungen unterworfen (BGBl. II Nr. 447/2002 „HFKW-FKW-SF<sub>6</sub>-Verordnung“ in der Fassung BGBl. II Nr. 139/2007).

*Tabelle 3: Regelungen für voll- und partiell fluorierte Kohlenwasserstoffe (HFKW-FKW-SF<sub>6</sub>-Verordnung, i. d. F. BGBl. II Nr. 139/2007)*

Anlage	Betrifft	Neugeräte erlaubt
Einzelanlagen (z. B. Direktverdampfer-Wärmepumpen und Split-Bauweise)	HFKW (z. B. R 32, R 134a, R 407C)	bei Kältemittelfüllmenge bis 20 kg
Kompaktanlagen (z. B. Wasser-Wasser- und Sole-Wärmepumpen)	HFKW (wie oben)	Kältemittelmenge max. 0,5 kg/kW Kälteleistung

Bei Austritt von Kältemitteln direkt in das Grundwasser infolge eines Störfalls kann es zu einer örtlichen Überschreitung des Summenrichtwerts für leichtflüchtige halogenierte aliphatische Kohlenwasserstoffe von 30 µg/l gemäß Codexkapitel B1 „Trinkwasser“ (2007) kommen.

Bei Grundwasserwärmepumpen und Kältemaschinen mit Grundwassernutzung und Kältemittelmengen über 20 kg sowie bei Verwendung von Ammoniak ist ein Zwischenkreislauf vorzusehen (Prinzip der doppelten Sicherheit).

In Schächten und geschlossenen Räumen ist die erstickende Wirkung und bei brennbaren Kältemitteln auch die Explosionsgefahr zu beachten (Verwendung von Gaswarngeräten). Bezüglich weiterer Angaben zu Kältemitteln, sicherheitstechnischer Aspekte und der Anforderungen an den Aufstellungsraum wird auf ÖNORM EN 378-3 sowie ÖNORM M 7755-1 verwiesen.

**Kältemaschinenöle:** Diese werden zur Kompressorschmierung eingesetzt. Im Störfall (Leckagen von Wärmetauschern) können mit dem Kältemittel geringe Mengen von Kältemaschinenölen in den Untergrund und in das Grundwasser gelangen (Neuhäuser, 2001). Es kann davon ausgegangen werden, dass Verunreinigungen mit Schmiermitteln auf die Versickerungsanlage beschränkt bleiben. Dennoch dürfen nur Kältemaschinenöle verwendet werden, die maximal in Wassergefährdungsklasse 1 (WGK 1) eingestuft sind.

Beim Einsatz von fluorhaltigen Kältemitteln kommen vorwiegend biologisch gut abbaubare synthetische Schmiermittel (z. B. Esteröle) zur Anwendung. Sollten diese ins Grundwasser gelangen, können dort die Parameter Oxidierbarkeit, chemischer Sauerstoffbedarf und gelöster organischer Kohlenstoff beeinflusst werden.

Bei brennbaren Kältemitteln auf Kohlenwasserstoffbasis kommen noch Kältemaschinenöle auf Mineralölbasis zur Anwendung. Sollten diese ins Grundwasser gelangen, können dort die oben genannten Parameter sowie der Kohlenwasserstoffindex beeinflusst werden.

### 5.3.2 Wärmeträgermedien

**Flüssige Wärmeträgermedien:** Es dürfen nur Wärmeträgermedien verwendet werden, die in der Anwendungskonzentration der Wassergefährdungsklasse 1 entsprechen. Diese Anforderungen werden zum Beispiel von folgenden Produkten erfüllt:

- einwertige Alkohole (z. B. Ethanol),
- zweiwertige Alkohole, Glykole (z. B. Monoethylenglykol, 1,2-Propylenglykol),
- Salze der Ameisensäure (z. B. Kaliumformiat) und Essigsäure (z. B. Kaliumacetat),
- Salze der Salzsäure (z. B. Kalziumchlorid)
- Salze der Kohlensäure (z. B. Kaliumkarbonat).

Die spezifischen Daten der Produkte sind *Anhang 2* zu entnehmen.

In gemäß § 34 WRG 1959 wasserrechtlich besonders geschützten Gebieten dürfen nur Wärmeträgermedien verwendet werden, die in der Anwendungskonzentration gemäß Chemikalienverordnung 1999 (BGBl. Teil II Nr. 186/1999, i. d. g. F.) hinsichtlich gesundheitsschädlicher Eigenschaften nicht kennzeichnungspflichtig sind. Diese Anforderungen werden von folgenden gängigen Produkten erfüllt: Propylenglykol (1,2-Propandiol), Ethylenglykol bis zu einer Konzentration von 25 % und Ethanol.

Die Verwendung von Methanol (Gift nach Chemikaliengesetz) ist aufgrund der Toxizität nicht zulässig.

**Glykole** bieten einen guten Gefrierschutz, lange Lebensdauer und sind bei Mischinstallationen meist unproblematisch. Ein Nachteil ist insbesondere bei Propylenglykol die relativ hohe Viskosität bei tieferen Temperaturen (erhöhter Druckverlust, höhere Pumpleistung).

**Organische Salze**, wie z. B. Kaliumformiat und Kaliumacetat, bieten einen guten Gefrierschutz und besitzen bei tiefen Temperaturen eine sehr niedrige Viskosität. Sie sind zum Teil bei Mischinstallationen bereits als korrosionsbeständig erprobt. Nachteilig wirkt sich bei höheren Temperaturen ein erhöhtes Korrosionsrisiko aus, weshalb die Anwendung eingeschränkt ist.

**Anorganische Salze**, wie z. B. Kalziumchlorid, bieten einen guten Gefrierschutz und besitzen bei tiefen Temperaturen eine sehr niedrige Viskosität. Bei Mischinstallationen ist bei höheren Temperaturen ist ein sehr hohes Korrosionsrisiko gegeben. Hier ist auf absoluten Sauerstoffausschluss (hermetisch geschlossene Systeme) zu achten.

Bei der Befüllung der Anlagen mit Salzlösungen muss sehr sorgfältig vorgegangen werden, um unansehnliche Korrosionen an verunreinigten Metallteilen durch verschüttete Lösungen zu vermeiden.

**Korrosionsinhibitoren** in Wärmeträgermedien können erforderlich sein, wenn Bauteile aus Stahl, Grauguss und Aluguss vorliegen. Aus Sicht des Grundwasserschutzes ist anzustreben, nur Werkstoffe einzusetzen, welche den Zusatz entbehrlich machen.

Die am häufigsten verwendeten Zusatzstoffe (Inhibitoren) sind:

- organische Mono-, Di- und Tricarbonsäuren für Korrosionsschutz und als Lieferanten für Reservealkalität
- Borate und Silikate als Lieferanten der Reservealkalität
- Triazole (1H-Benzotriazol, Tolyltriazol) als Korrosionsschutz für Buntmetalle, die biologisch sehr schwer abbaubar sind (werden auch in Kühlerfrostschutzmitteln für Kfz verwendet),

Nicht erlaubt sind Produkte, die in der Anwendungskonzentration als giftig (T und T+), gesundheitsschädlich (Xn) sowie ätzend (C) und reizend (Xi) zu kennzeichnen sind.

**Gasförmige Wärmeträgermedien:** Es werden Kohlendioxid und Propan verwendet.

## 5.4 Umweltgerechte Materialauswahl für Einbauten im Untergrund

Material, das in den Untergrund eingebaut wird, muss korrosionssicher und mechanisch beanspruchbar sein. Für den Brunnenausbau sind Vollrohre und Filterrohre zu verwenden, die korrosionsgeschützt sind. Rohre, Filterkies, Quellton, Zement usw. müssen für den Einsatz im Grundwasser geeignet sein und dürfen die Grundwasserqualität nicht beeinträchtigen.

Für Flachkollektoren, Tiefsonden und Rohrleitungen sind vor allem reine Kohlenwasserstoff-Polymere wie Polyethylen (PE), Polypropylen (PP) oder Polybutylen (PB) in ausreichender Dichte geeignet. Für den Kühlfall sind Werkstoffe einzusetzen, welche für die zu erwartenden Betriebstemperaturen eine ausreichende Zeitstandsfestigkeit aufweisen. Bei Dauer-Betriebstemperaturen über 30 °C ist der Werkstoff PE 100 nicht mehr geeignet und es sind höherwertige Werkstoffe einzusetzen.

Bei Direktverdampfung und gasförmigen Wärmeträgermedien (z. B. Kohlendioxid und Propan) kommen im Regelfall Kupferrohre in „Kältequalität“ zum Einsatz. Diese müssen bei Einbau in den Untergrund durch eine Beschichtung mit Kunststoff (z. B. PE) gegen Korrosion geschützt sein.

## 6 Thermische Nutzung des Grundwassers

Für den wirtschaftlichen Betrieb sollte möglichst ganzjährig Grundwasser mit konstanter Temperatur zur Verfügung stehen. Bei der thermischen Nutzung von Grundwasser wird dieses aus einem Entnahmebrunnen entnommen, in einem Wärmetauscher abgekühlt oder aufgewärmt und möglichst grundwasserstromabwärts wieder in den Entnahmeaquifer eingeleitet (z. B. Wasser-Wasser-Wärmepumpe).

## 6.1 Eignung des Grundwasserkörpers

Zur Beurteilung der Eignung des Grundwasserkörpers müssen dessen hydrogeologische, hydrochemische und physikalische Eigenschaften bekannt sein.

### 6.1.1 Hydraulische Parameter

Die Ergiebigkeit des Förderbrunnens muss eine Dauerentnahme für den Nenndurchfluss der angeschlossenen Anlage gewährleisten (bei Wärmepumpen in der Regel 0,25 m³/h pro kW Verdampferleistung). Dies ist durch einen Pumpversuch nachzuweisen.

Das Ziel von Pumpversuchen ist die Bestimmung der Durchlässigkeit des Untergrunds und des Speicherkoeffizienten. Die Durchlässigkeit stellt die wichtigste Grundlage für die Bemessung des Entnahme- bzw. Rückgabebauwerks dar. In begründeten Einzelfällen (z. B. umfassende Kenntnis über die regionalen Aquifereigenschaften aus bestehenden Nutzungen) kann von einem Pumpversuch abgesehen werden.

Die Ergiebigkeit eines Brunnens hängt von den lokalen Aquifereigenschaften ab. Dabei kann zwischen der Aquifergeometrie (Teufenlage, Mächtigkeit, Vorhandensein einer Grundwasser stauenden Schicht, Schichtaufbau des Untergrunds) und hydraulischen Aquifereigenschaften (räumliche Verteilung der Durchlässigkeiten, Grundwasserströmungsrichtung, Grundwasserspiegelgefälle, Schwankungsverhalten des Grundwasserspiegels) unterschieden werden.

Bei der hydraulischen Durchlässigkeit muss – je nachdem, ob der Untergrund aus Locker- oder Festgestein aufgebaut ist – zwischen Poren- und Kluftdurchlässigkeit unterschieden werden. Die hydraulische Durchlässigkeit von Porengrundwasserleitern hängt vor allem von der Korngröße, der Kornverteilung und der Lagerungsdichte der Lockersedimente ab.

Tabelle 4: Durchlässigkeit von Lockergesteinen

Lockergesteine	Durchlässigkeitsbeiwert $k_f$ [m/s]	Bewertung der Durchlässigkeit
reiner Kies	$k_f > 10^{-2}$	sehr stark durchlässig
sandiger Kies, Grob-, Mittelsand	$10^{-4} < k_f < 10^{-2}$	Stark durchlässig
Feinsand, schluffiger Sand	$10^{-6} < k_f < 10^{-4}$	durchlässig
Schluff, toniger Schluff	$10^{-8} < k_f < 10^{-6}$	schwach durchlässig
schluffiger Ton, Ton	$k_f < 10^{-8}$	sehr schwach durchlässig

Im Festgestein bestimmen Häufigkeit, Öffnungsweite und hydraulische Verbindung der Klüfte maßgeblich die hydraulische Leitfähigkeit. Die Durchlässigkeit von Festgesteinen weist gegenüber Porengrundwasserleitern eine größere Variation auf. Verkarstete Festgesteine weisen oft so große Hohlräume auf, dass eine thermische Nutzung nicht möglich ist.

Voraussetzung für die Abschätzung des thermisch veränderten Grundwasserbereichs sind die aus lokalen Erhebungen zu ermittelnde Richtung und Gefälle der Grundwasserströmung sowie der ermittelte Durchlässigkeitsbeiwert.

### 6.1.2 Hydrochemische und physikalische Parameter

Die Beschaffenheit des Grundwassers hat wesentlichen Einfluss auf den Betrieb und die Lebensdauer einer Anlage. Eine Untersuchung der Qualität des Grundwassers ist daher vor Planungsbeginn erforderlich.

Wesentliche Parameter für die Projektierung und den Betrieb sind:

- Temperatur des Grundwassers

- Beschaffenheit des Grundwassers, einschließlich Beurteilung des Einflusses auf Korrosion und Brunnenalterung (pH-Wert, O<sub>2</sub>-Gehalt, elektrische Leitfähigkeit, Redox-Potenzial, Kalzium, Magnesium, Natrium, Kalium, Eisen, Mangan, Nitrat, Phosphat, Sulfat, Chlorid, Hydrogenkarbonat, Ammonium).

Bei der Bemessung einer Anlage ist vom ungünstigsten Temperaturzustand im Entnahmeaquifer auszugehen.

Bei Förderung von eisen- und manganhaltigem Wasser ist mit Ausfällungen zu rechnen. Verstärkt wird dieser Effekt durch die Grundwasserabsenkung bei der Entnahme und die Grundwasseraufwölbung bei der Rückgabe des thermisch veränderten Grundwassers und den dadurch entstehenden Sauerstoffeintrag. Auch die Wärmeentwicklung der Tauchpumpe kann Ausfällungen bewirken. Diese Ausfällungen können zu Verlegungen von Brunnenfiltern, Förderpumpen, Wärmetauschern und Versickerungsanlagen führen und damit erhebliche Betriebsprobleme nach sich ziehen.

Wenn die Grundwasserqualität für den Betrieb der Anlage nicht geeignet ist, sollten thermische Nutzungen des Grundwassers nicht erfolgen.

## 6.2 Entnahme und Rückgabe des Grundwassers

### 6.2.1 Entnahme aus Brunnen und Quellen

Planung, Errichtung und Rückbau von Brunnen und Quellfassungen müssen von konzessionierten Brunnenbauunternehmen bzw. Fachfirmen ausgeführt werden. Es sind die einschlägigen Normen (z. B. ÖNORM B 2601 – Wassererschließung – Brunnen, ÖNORM B 2602 – Wassererschließung – Quellfassungsanlagen, ÖNORM B 2261 – Brunnenbauarbeiten Werkvertragsnorm) und Richtlinien zu beachten. Die Brunnenabdeckung ist tagwasserdicht auszuführen. Der Entnahmebrunnen ist so zu dimensionieren, dass eine sandfreie Wasserförderung gegeben ist. Weiters darf die Pumpe nicht im Filterrohrbereich eingebaut werden.

Um ganzjährig möglichst konstante Grundwassertemperaturen sicher zu stellen und Konflikte mit konkurrierenden thermischen Nutzungen zu vermeiden, sollte die Entnahme des Grundwassers aus möglichst tiefen Bereichen erfolgen (**Grundsatz der tiefen Entnahme**).

### 6.2.2 Rückgabe über Sickeranlagen und in Brunnen

Die Rückgabe des entnommenen Wassers soll bevorzugt indirekt über Sickerschächte und nur in begründeten Ausnahmefällen direkt ins Grundwasser erfolgen. Zur Vermeidung von Beeinträchtigungen benachbarter Bauwerke infolge erhöhter Grundwasserstände ist ein ausreichender Abstand zu Nachbargrundstücken einzuhalten.

Bevorzugt sollen Sickerschächte (indirekte Einleitung) zum Einsatz kommen. Durch die Ausbildung des Sickerkegels erfolgt in beschränktem Ausmaß bereits vor Einleitung des thermisch genutzten Wassers ins Grundwasser eine Reduktion der Temperaturspreizung. Weiters ist nach einem Störfall (z. B. Leckage des Wärmetauschers) eine Kontrollmöglichkeit vor dem Eintritt in das Grundwasser gegeben (**Grundsatz der seichten Rückgabe**).

Bei Abschalten der Wärmepumpe infolge von Kältemittelverlust ist die Abdeckung des Sickerschachts zu öffnen, um das Ausgasen von Kältemittel zu ermöglichen. Die Sohle des Sickerschachts ist visuell auf Kontaminationen zu überprüfen. Gegebenenfalls ist das kontaminierte Material ordnungsgemäß zu entsorgen.

Vor Einsteigen in den Sickerschacht muss dieser aus Sicherheitsgründen generell zwangsbelüftet werden.

Das zur Versickerung gelangende Wasser ist ausschließlich thermisch verändert. In qualitativer Hinsicht ist es mit Abläufen von Dachflächen bzw. befestigten Flächen nicht vergleichbar. Schutzvorkehrungen wie z. B. Schlammfang, Aktivkohlefilter, Adsorptionsmatten und Ähnliches sind nicht erforderlich.

Die Versickerung des Rückgabewassers hat getrennt von der Versickerung von Niederschlagswässern zu erfolgen, da diese organisch und anthropogen verschmutzt sein können.

Die einschlägigen Normen (z. B. ÖNORM B 2601, ÖNORM B 2506 Teil 1, und ÖNORM B 2279) sind zu berücksichtigen.

Der Kopf des Sickerschachts ist tagwasserdicht auszuführen, damit keine Fremdwässer eindringen können. Für Kleinanlagen bis 3 l/s ist eine gesonderte Entlüftungseinrichtung nicht erforderlich. Be- und Entlüftungsöffnungen sind mit Insektenschutzgittern zu versehen.

### 6.2.3 Temperatur- und Mengenerfassung

Die Entnahme- und Rückgabetemperatur von thermisch genutztem Grundwasser sind zu messen. Bei größeren thermischen Grundwassernutzungen sollten die Entnahme- und Rückgabetemperatur sowie die Entnahme- bzw. Rückgabemenge kontinuierlich registrierend erfasst werden. In Einzelfällen kann auch die Erfassung der Temperatur des abstromigen Grundwassers zu Beweissicherungszwecken notwendig sein.

### 6.2.4 Hydraulische Berechnung

Im Vergleich zum ungestörten Grundwasserspiegel entsteht im Bereich des Entnahmebrunnens eine Absenkung und im Bereich der Rückgabe eine Erhöhung des Grundwasserspiegels.

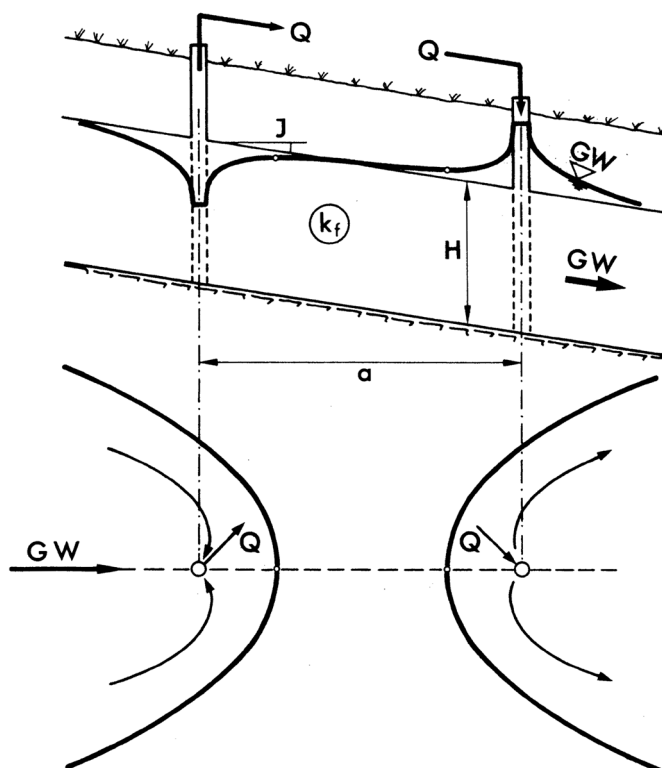


Abbildung 8: Hydraulische Verhältnisse bei Entnahme und Rückgabe

Solange ein Gleichgewicht zwischen Entnahme und Rückgabe besteht, ist die räumliche Ausdehnung der Strömungsbeeinflussung lokal begrenzt.

Die Berechnung der Absenkung (bzw. der Aufspiegelung) sowie der Reichweite der Beeinflussung des Grundwasserfelds kann unter bestimmten Annahmen und Vereinfachungen analytisch durchgeführt werden. Unter Annahme eines unendlich ausgedehnten, homogenen und isotropen Grundwasserleiters kann für einen vollkommenen Brunnen die Brunnenzuströmung für einen Grundwasserleiter mit freier Oberfläche wie folgt beschrieben werden:

$$(2H - s)s = \frac{Q}{k_f \pi} \ln\left(\frac{R}{r_0}\right)$$

- Q.... Grundwasserentnahme aus Brunnen [m<sup>3</sup>/s]  
 s.... Wasserspiegelabsenkung im Brunnen [m]  
 k<sub>f</sub>.... hydraulische Durchlässigkeit [m/s]  
 r<sub>0</sub>.... Brunnenradius [m]  
 R.... Reichweite der Absenkung bei Entnahme [m]  
 H.... Mächtigkeit des gesättigten Grundwasserleiters [m]

Für weiter gehende Betrachtungen (z. B. instationäre Brunnenzuströmung) wird auf entsprechende Gleichungen und Lösungsansätze bei z. B. Bear (1971) oder Busch et al. (1993) verwiesen.

Um eine optimale thermische Nutzung des Grundwassers sicher zu stellen, ist ein hydraulischer Kurzschluss zu vermeiden.

**Grundwasserleiter mit geringer Mächtigkeit:** Unter den Annahmen

- Grundwasserleiter mit näherungsweise konstanter Mächtigkeit H und hydraulischer Durchlässigkeit k<sub>f</sub>
- kontinuierlicher Betrieb der Wärmepumpenanlage (d. h. stationäre Verhältnisse)
- Entnahme und Rückgabe sind als vollkommene Brunnen ausgebildet

kann der erforderliche Mindestabstand a zwischen dem Entnahme- und Rückgabebrunnen bzw. Sickerschacht abgeschätzt werden:

$$a \cong 0.6 * \frac{Q}{J * k_f * H}$$

- Q.... Entnahme (= Rückgabe) [m<sup>3</sup>/s]  
 J.... Grundwasserspiegelgefälle [-]  
 k<sub>f</sub>.... hydraulische Durchlässigkeit [m/s]  
 H.... Mächtigkeit des Grundwasserleiters [m]

Diese Beziehung gilt nicht nur für den Fall der Anordnung der beiden Brunnen in Grundwasserströmungsrichtung, sondern auch dann, wenn die Brunnen versetzt angeordnet sind.

Sollte eine weiterführende Nutzung des thermisch belasteten Wassers erfolgen und die Rückgabemenge nicht der Entnahmemenge entsprechen, kann der Abstand a zwischen Entnahme- und Rückgabebauwerk auf Basis des Mittelwerts von Entnahmemenge und Rückgabemenge ermittelt werden.

**Grundwasserleiter mit großer Mächtigkeit:** Bei Rückgabe über Sickerschächte und unvollkommene Brunnen erfolgt die Einschichtung des thermisch veränderten Grundwassers nur im oberen Bereich des Grundwasserleiters.

Bei tiefen Entnahmen von 1 l/s ist bei einem vertikalen Abstand zwischen niedrigem Grundwasserspiegel und Oberkante Filterrohr des Entnahmebrunnens von 8 m bei folgenden Randbedingungen kein wesentlicher thermischer Kurzschluss zu erwarten:

- Gefälle des Grundwasserleiters mind. 2 ‰
- horizontale hydraulische Durchlässigkeit mind. 0,004 m/s
- eine um eine Zehnerpotenz niedrigere vertikale Durchlässigkeit

In diesem Fall kann der Vorschacht des Entnahmebrunnens als Sickerschacht für die Rückgabe ausgebildet werden.

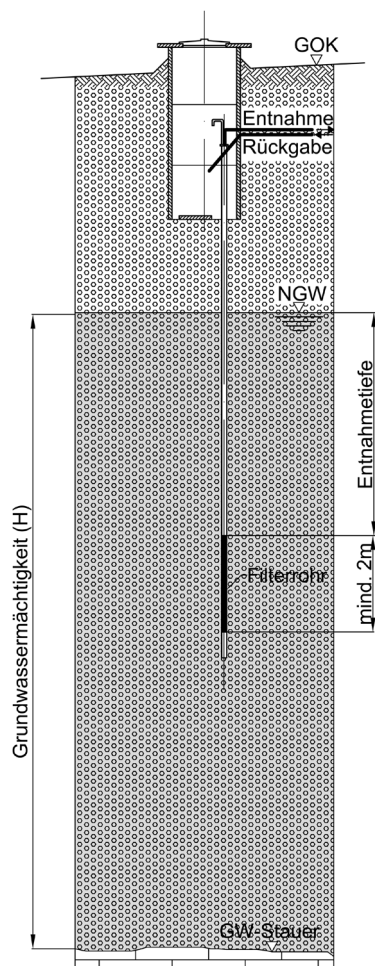


Abbildung 9: Kombiniertes Entnahmebrunnen und Sickerschacht

**Numerische Modellierung:** Bei komplexen hydrogeologischen Verhältnissen, zeitlich veränderlichen hydrologischen Prozessen oder wasserrechtlich sensiblen Problemstellungen muss im Einzelfall entschieden werden, ob die Auswirkungen von Entnahme und Rückgabe mithilfe eines numerischen Grundwasserströmungsmodells zu ermitteln sind.

## 6.3 Berechnung der Temperaturanomalien

### 6.3.1 Analytische Lösung

#### 6.3.1.1 Einzelanlagen

Die Abschätzung der Ausbreitung von Temperaturanomalien (Temperaturfahnen) ist für Einzelanlagen mittels einfacher analytischer Verfahren möglich. Entsprechende Formeln wurden z. B. von Kobus und Mehlhorn (1980), Ingerle (1988) und Rauch (1992) veröffentlicht. Sie sind als Näherungslösungen bei der Erstbeurteilung von Projekten anwendbar und sinnvoll, wenn die hydrogeologischen und thermophysikalischen Eigenschaften des Standorts nur näherungsweise bestimmt werden können. Es existiert jedoch keine geschlossene analytische

Lösung, die alle thermischen Prozesse beschreibt. Die Berechnungen setzen eine Reihe von vereinfachenden Annahmen voraus. Weichen diese Annahmen von den tatsächlichen Gegebenheiten ab, kann das Ergebnis der Abschätzung wesentlich von der sich ausbildenden Thermalfahne abweichen.

Tabelle 5: Vereinfachende Annahmen bei analytischen Lösungen (Kresser & Reitinger 1983)

Annahmen	Anmerkungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>Das Grundwasserfeld weist näherungsweise eine konstante Mächtigkeit <math>H</math>, Durchlässigkeit <math>k_f</math> und Überdeckung <math>A</math> auf</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die räumliche Variation der Parameter <math>k_f</math>, <math>H</math> oder <math>A</math> kann nur mit komplexen numerischen Modellen berücksichtigt werden</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Der Rückgabebrunnen ist als vollkommener Brunnen ausgebildet (gleichmäßige Verteilung des Rückgabewassers über die gesamte Grundwassermächtigkeit)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Eine ungleichmäßige Einschichtung des Rückgabewassers in den Grundwasserkörper bewirkt eine größere Ausbreitung dieses Wassers quer zur Grundwasserströmungsrichtung, was eine Verkürzung der Einflusslänge <math>L</math> zur Folge haben kann.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Keine Beeinflussung des Entnahmebrunnens durch den Rückgabebrunnen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bei gegenseitiger Beeinflussung vermindert sich die Leistungszahl der Wärmepumpe. Dies kann teilweise durch eine Erhöhung der Entnahmemenge kompensiert werden, was Auswirkungen auf das Grundwasserströmungsverhalten hat.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Einordnung des Rückgabewassers ab dem Rückgabebrunnen – ohne Durchmischung – mit der Strömungsbreite <math>b</math> in den Grundwasserkörper</li> <li>Der Einfluss der Dispersion ist in der Formel von INGERLE näherungsweise berücksichtigt.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Im Dispersionsbereich ist mit einer Vermischung des Rückgabewassers mit dem Grundwasser zu rechnen.</li> <li>Im Brunnennahbereich ist die Formel von INGERLE nur bedingt anwendbar</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Der Betrieb des Rückgabebrunnens erfolgt kontinuierlich</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ein diskontinuierlicher Betrieb bewirkt eine Verringerung der Einflusslänge <math>L</math>. Dies kann näherungsweise berücksichtigt werden, wenn der Berechnung die mittlere jährliche Versickerungsmenge zugrunde gelegt wird. Dadurch wird aber im Brunnennahbereich die seitliche Ausbreitung der Temperaturanomalie unterschätzt. Eine Abminderung der Temperaturdifferenz ist nicht zulässig.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Es findet kein konduktiver Temperaturaus-tausch statt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>In diesem Zusammenhang besteht ein zu vernachlässigender Einfluss</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Der Einfluss der Erdwärme wird nicht berücksichtigt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>In diesem Zusammenhang besteht ein zu vernachlässigender Einfluss</li> </ul>

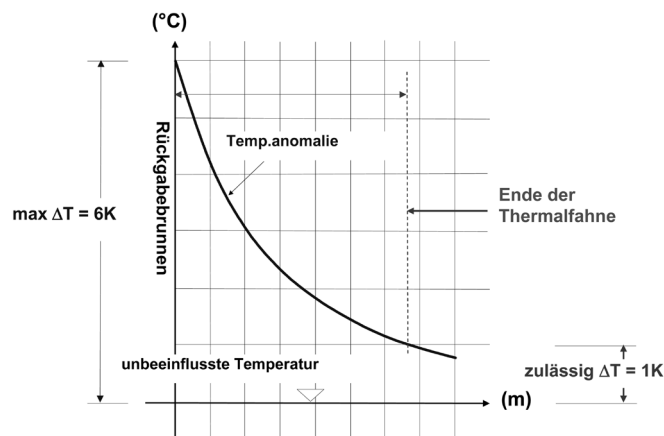


Abbildung 10: Idealisierte Ausbreitung einer Temperaturanomalie (z. B. Erwärmung durch Kühlanlage) in Grundwasserströmungsrichtung

Für die analytische Berechnung der Ausbreitung von stationären Temperaturanomalien im Grundwasserstrom hat sich die iterative Berechnung nach Ingerle (1988) als geeignet herausgestellt. Diese Methode berücksichtigt näherungsweise sowohl den Wärmeaustausch mit der Oberfläche als auch den Einfluss von Dispersion und den dynamischen Änderungen der Grundwasserströmungsrichtung.

Die analytische Berechnung geht grundsätzlich davon aus, dass – ausgehend vom Rückgabebrunnen – eine von der unbeeinflussten GW-Temperatur um  $\Delta T$  abweichende Temperaturanomalie entsteht. Diese Temperaturanomalie nimmt entlang der Grundwasserströmungsrichtung (x-Achse der Abbildung) näherungsweise nach einer Exponentialfunktion ab. Das Ende der Temperaturanomalie gilt als erreicht, sobald die rechnerische Temperaturanomalie  $< 1$  K erreicht (siehe Kapitel 4.5). Damit ist auch die Einflusslänge L der Temperaturentbreitung in Grundwasserströmungsrichtung definiert.

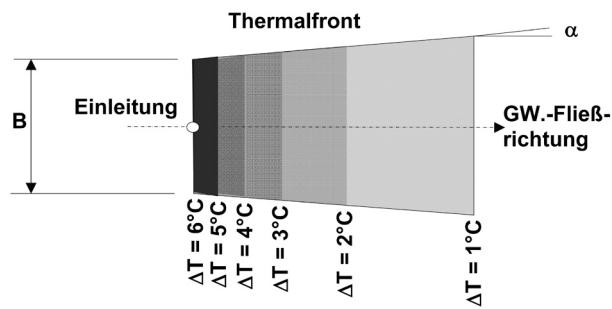


Abbildung 11: 2-dimensionale, idealisierte Darstellung einer Temperaturanomalie nach Ingerle (1988)

Während die Länge der Temperaturfront in x-Richtung durch die Einflusslänge genau definiert ist, geht die Berechnung hinsichtlich der seitlichen Ausbreitung (y-Richtung) von einer Näherung aus. Dabei wird das Strömungsbild durch ein Trapez der Breite B und einem seitlichen Winkel  $\alpha$  ersetzt. B ist dabei die ideale hydraulische Breite der Infiltration nach der Beziehung

$$B = Q / (k_f * H * J) \text{ [m]}$$

Q.... Infiltrationsmenge [m<sup>3</sup>/s]

J.... Grundwasserspiegelgefälle [-]

k<sub>f</sub>.... Durchlässigkeitsbeiwert [m/s]

H.... Grundwassermächtigkeit [m]

Der seitliche Winkel  $\alpha$  definiert die seitliche Ausbreitung der Thermalfront infolge von Dispersionseffekten und (meist jahreszeitlich bedingter) Verschwenkung der Grundwasserströmungsrichtung. Dieser seitliche Ausbreitungswinkel  $\alpha$  ist für die Berechnung abzuschätzen. Anhaltswerte dazu liegen nach Rauch (1992) zwischen 5° (keine Verschwenkung, geringe Dispersion) und 15° (große jahreszeitliche Verschwenkung, starke Dispersion).

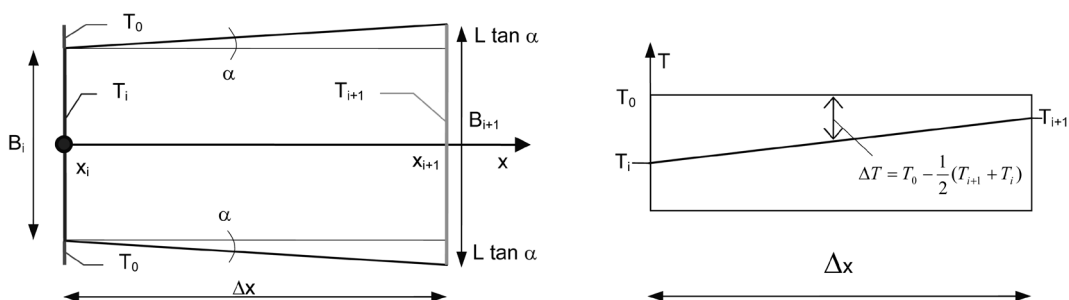


Abbildung 12: Energiebilanz für Kontrollvolumen nach Ingerle (1988)

Ingerle (1988) formuliert für ein trapezförmiges Kontrollvolumen mit der Länge  $\Delta x$  eine Bilanz der Energieströme. Die nachfolgende Darstellung berücksichtigt zusätzlich eine Modifikation von Rauch (1992), ist aber ansonsten ident. Hierbei wird die Energiemenge der linken Stirnseite  $B_i \cdot T_i \cdot Q/B \cdot c_{vw}$ , die Energiemengen, die durch Mischung über die Längsseiten eingetragen werden,  $2 \cdot \Delta x \cdot \tan\alpha \cdot T_0 \cdot Q/B \cdot c_{vw}$ , und der Eintrag der Energiemenge über die Oberfläche  $\lambda_D / (A + H/4) \cdot (B_i + L \cdot \tan\alpha) \cdot \Delta x \cdot (T_0 - 1/2 \cdot (T_{i+1} + T_i))$  der Energiemenge auf der rechten Stirnseite  $B_{i+1} \cdot T_{i+1} \cdot Q/B \cdot c_{vw}$  gegenübergestellt. Nach Umformen erhält man folgende iterative Berechnungsformel der Temperaturanomalie, ausgehend vom Rückgabebrunnen ( $x = 0$  und  $T_i = T_A$ ) in Grundwasserströmungsrichtung:

$$T_{i+1} = \frac{T_i \cdot \left( B_i - \frac{w_i}{2} \right) + T_0 \cdot (2 \cdot \Delta x \cdot \tan\alpha + w_i)}{\left( B_{i+1} + \frac{w_i}{2} \right)}$$

mit den Hilfsgrößen

$$B_{i+1} = B_i + 2 \cdot \Delta x \cdot \tan\alpha$$

$$w_i = \frac{\lambda_D}{\left( A + \frac{H}{4} \right)} \cdot (B_i + \Delta x \cdot \tan\alpha) \cdot \Delta x \cdot \frac{1}{\left( \frac{Q}{B} \right) \cdot c_{vw}}$$

$T_i$ .... Temperatur [°C] an der Stelle i im Abstand von L [m] von der Einleitungsstelle

$T_0$ .... Durchschnittliche Entnahmetemperatur [°C]

$T_A$ ... Rückgabetemperatur [°C]

$\alpha$ .... seitlicher Ausbreitungswinkel der Thermalfront (5° bis 15°)

Q.... Mittlere jährliche Versickerungsmenge [ $m^3/s$ ]

B.... hydraulische Einzugsbreite [m]

$B_i$ .... Breite der Temperaturanomalie an der Stelle i [m]

$w_i$ ... Hilfsgröße an der Stelle i

$\Delta x$ .. Länge des iterativen Schritts in x-Richtung [m]

H.... für die Wärmeausbreitung maßgebende Grundwassermächtigkeit [m]

A.... Flurabstand [m]

$c_{vw}$ ... spezifische Wärmekapazität von Wasser =  $4.2 \cdot 10^6$  [J/( $m^3 \cdot K$ )]

$\lambda_D$ ... Wärmeleitfähigkeit der Deckschicht [W/( $m \cdot K$ )]

Bei der Anwendung des Berechnungsverfahrens sind folgende Punkte zu beachten:

- Die Länge des iterativen Schritts ist so zu wählen, dass sich durch dessen Änderung die Länge der Thermalfahne nicht mehr wesentlich ändert.
- Als Versickerungsmenge ist die mittlere jährliche Menge anzusetzen und nicht der Maximalwert bei Volllast. Die o. a. hydraulische Einzugsbreite B bezieht sich dann auch auf diese mittlere jährliche Versickerungsmenge und ist natürlich geringer als die Einzugsbreite bei Volllastbetrieb.
- Bei mächtigen Grundwasserleitern, insbesondere bei kleinen Wassermengen, darf nicht die gesamte Grundwassermächtigkeit angesetzt werden, da nicht von einer homogenen Verteilung des rückgeführten Wassers über die gesamte Grundwassermächtigkeit ausgegangen werden kann. Da das Berechnungsverfahren aber von einem vollkommenen Brunnen ausgeht, ist als maßgebliche Grundwassermächtigkeit zumindest die Distanz Grundwasserspiegel bis Unterkante Brunnen anzusetzen.
- Das Berechnungsverfahren beruht auf einer Reihe von Annahmen, wie z. B. stationärer Betrieb, ideale Grundwasserströmung gemäß dem Ansatz vollkommener Brunnen, homogen-isotroper Boden etc. Da diese Voraussetzungen in der Realität selten zu finden sind, dürfen

die Ergebnisse auch nur als grobe Näherung der realen Ausbreitung von Temperaturanomalien gesehen werden.

Ein Berechnungsbeispiel findet sich im Anhang 3. Eine MS-Excel™ Rechentabelle, in welcher die Formel implementiert ist, findet sich auf [www.oewav.at](http://www.oewav.at) im Bereich „Download“

### 6.3.1.2 Mehrere Anlagen

Die zielgerichtete Anwendung der Wärmebilanzgleichung erlaubt eine näherungsweise Berechnung von komplexeren Situationen, d. h. regionale Beanspruchung des Aquifers durch mehrere Anlagen. Wird das Kontrollvolumen in einem gesamten Aquiferabschnitt mit sowohl seitlichen Berandungen als auch einem definierten Grundwasserstauer gleichgesetzt, so kann einerseits der Energiefluss jeweils als Mittelwert über die Querschnittfläche berechnet und andererseits der dispersive Wärmetransport vernachlässigt werden. Grundlage für die Anwendung der Bilanzgleichung ist eine stimmige Wasserbilanz für eben dieses Kontrollvolumen. Unter stationären Bedingungen ergibt sich damit (Rauch und Stegner, 2004):

mit

$$\sum (c_{vw} * Q * T_E) + \sum \left( \frac{-\lambda_D * F * \Delta T}{A + H/4} \right) = 0$$

$T_E$ ... Temperatur des Rückgabewassers in Grundwasserkörper in °C

$F$  ... Horizontale Fläche des betrachteten Gebiets [m<sup>2</sup>]

$\Delta T$  .. mittlere Veränderung der Grundwassertemperatur durch die Energienutzung

Mittels dieses Gleichungssystems kann nun (am einfachsten durch Iteration) diejenige Heiz- bzw. Kühllast ermittelt werden, die zur tolerierbaren Veränderung der Grundwassertemperatur führt (siehe *Kapitel 4.4*).

### 6.3.1.3 Wärmelastpläne

Für die Beurteilung der Zulässigkeit weiterer Anlagen zur thermischen Nutzung des Grundwassers in energetisch bereits stark genutzten Aquiferen hat sich die Erstellung von Wärmelastplänen als zielführend erwiesen. Darin können z. B. auf Basis von Datenbanken alle Thermalflächen – üblicherweise mittels vereinfachter analytischer Berechnungsformeln – grafisch dargestellt werden. Stark genutzte bzw. übernutzte Bereiche können somit in GIS-Systemen leicht kenntlich gemacht werden (Kinzel und Rauch, 2007).

## 6.3.2 Numerische Modellierung

Numerische Modellierungen werden dann angewendet, wenn analytische Verfahren nicht geeignet erscheinen, weil die hierfür notwendigen vereinfachenden Annahmen nicht sinnvoll getroffen werden können.

Die Auswahl eines entsprechenden Modells ist in Abhängigkeit von der Fragestellung vorzunehmen und ist vom Kenntnisstand über die relevanten Untergrundparameter (Randbedingungen) sowie über das Aquiferverhalten (Grundwasserspiegel, Grundwassertemperatur) abhängig. Messwerte in ausreichender Anzahl sind für die Kalibrierung und Validierung eines numerischen Modells von großer Bedeutung. Generell gelten die gleichen prinzipiellen Auswirkungen von hydraulischen Systemparametern und externen Einflussgrößen auf die Einflusslänge einer Abkühlung des Grundwassers und die resultierende Temperatur wie bei der analytischen Lösung. Der Einfluss der Erdwärme sowie der Wärmeaustausch mit anderen Grundwasserstockwerken kann bei den meisten Problemstellungen in seicht liegenden Aquiferen vernachlässigt werden.

Maßgebliche Vorteile der numerischen Modellierung des Wärme- bzw. des Kälte- transports:

- technische Optimierung des Standorts und des Betriebs von Anlagen auf der Basis lokaler hydrogeologischer und thermophysikalischer Parameter
- Berücksichtigung des zeitlich veränderlichen Dargebots und Bedarfs an Wärme und Kälte
- wasserrechtlich relevante Prognosen (Szenariorechnungen) von Auswirkungen auf den Grundwasserkörper

Räumlich und zeitlich variierende Systemparameter und externe Einflussgrößen können bei der numerischen Lösung des Wärmetransports nur dann entsprechend berücksichtigt werden, wenn ausreichend Daten für die Erstellung und Überprüfung des Modells vorhanden sind.

Es sind verschiedene numerische Modelle am Markt erhältlich, deren Anwendbarkeit im Einzelfall abzuklären ist.

## 7 Thermische Nutzung des Untergrunds

### 7.1 Erdwärmekollektoren (Flachkollektoren)

Flachkollektoren (Soleanlagen, Direktverdampferanlagen) bestehen aus Kunststoffrohren bzw. kunststoffummantelten Kupferrohren, die in einer Tiefe von 1,2 bis 1,5 m horizontal verlegt werden. Diese werden mit dem Wärmeträgermedium bzw. dem Arbeitsmittel gefüllt. Die über die Erdwärmekollektoren aufgenommene Wärme wird der Wärmepumpe zugeführt.

Bei diesem System wird in erster Linie die im Erdreich gespeicherte Sonnenenergie genutzt. Diese wird durch versickernde Niederschlagswässer, Luft und Wärmestrahlung in die oberste Bodenzone eingebracht.

Flachkollektoren mit Wärmepumpen-Betriebszeiten von 1.800 bis 2.400 h/a können bei Betrieb ohne Kühlung mit den in der nachfolgenden Tabelle angeführten spezifischen Entzugsleistungen bemessen werden. Die Dimensionierung der Kollektorfläche hat sowohl den Wärmebedarf für die Heizung als auch für die Warmwasserbereitung zu berücksichtigen.

*Tabelle 6: Spezifische Entzugsleistungen Erdwärmekollektoren*

Untergrund	max. spez. Entzugsleistung bei 1.800 h/a	max. spez. Entzugsleistung bei 2.400 h/a
Trockener, nicht bindiger Boden	10 W/m <sup>2</sup> und 5 W/lfm	8 W/m <sup>2</sup> und 4 W/lfm
Bindiger Boden, feucht	20–30 W/m <sup>2</sup> und 15 W/lfm	16-24 W/m <sup>2</sup> und 12 W/lfm
Wassergesättigter Sand / Kies	40 W/m <sup>2</sup> und 20 W/lfm	32 W/m <sup>2</sup> und 16 W/lfm

Bei einer höheren Anzahl von Jahresbetriebsstunden (z. B. durch Warmwasserbereitung, Heizen eines Schwimmbads, extreme Klimazonen) sind die vorgenannten spezifischen Entzugsleistungen so weit abzumindern, dass die maximal zulässige Jahresentzugsarbeit (Entzugsleistung mal 1.800 h/a bzw. 2.400 h/a) nicht überschritten wird. Wird die maximal zulässige Entzugsleistung bzw. die maximal zulässige Jahresentzugsarbeit überschritten, ist mit Frostschäden und mit einer wesentlichen Verringerung des Wirkungsgrads der Wärmepumpe zu rechnen.

#### **Verlegung:**

Die Herstellung des Planums für die Kollektorrohre erfolgt durch flächiges Abtragen des Bodens oder durch Ausheben von Einzelgräben. Die Verlegetiefe sollte mindestens 1,2 m betragen. Zu Ver- und Entsorgungsleitungen sowie zu Bauwerken ist ein Abstand von mindestens 1 m, zu Brunnenbauwerken ein Abstand von mindestens 1,5 m einzuhalten. Flachkollektoren dürfen nicht überbaut werden.

Auf der Baustelle hergestellte, im Betrieb nicht mehr zugängliche Kollektorrohrverbindungen von Soleanlagen sind als Muffenschweißung auszuführen. Die einzelnen Solekreise sind mit Regulierventilen auszurüsten, um eine Einregulierung und Absperrung zu ermöglichen. Kreise, die in der Länge gleich sind (max. 10 % Toleranz), können nur mit Absperrventilen versehen werden. Es ist darauf zu achten, dass alle Kreise gleichmäßig durchströmt und gut entlüftbar sind.

Verlegung und Bettung der Kollektorrohre haben nach den Angaben der Hersteller sorgfältig zu erfolgen, um Beschädigungen (z. B. Kerbverletzungen bei PE-Rohren) sicher zu verhindern. Zumeist erfolgt eine Bettung in Sand bzw. steinfreien Böden. Steht wasserundurchlässiger Lehm an, ist eine ausreichende Drainierung erforderlich. Rund 0,5 m über den Kollektorrohren und den Verbindungsleitungen sind Warnbänder zu verlegen.

Bei Direktverdampferanlagen muss äußerst sauber gearbeitet werden, da Schmutz und Feuchtigkeit im Kältekreislauf die Funktionsfähigkeit der Anlage stark beeinträchtigen. Die Kollektorrohre sind verschlossen und mit Stickstoff gefüllt auf die Baustelle anzuliefern. Um Ölablagerungen in den Kollektorrohren zu verhindern, sind diese mit einem Gefälle zum Sammel-schacht zu verlegen. Bei Hanglagen sind die Kollektorrohre quer zum Hang zu verlegen. Falls Höhenunterschiede (Steigungen) nicht vermieden werden können, sind nach den kälte-technischen Richtlinien Ölsiphone einzubauen.

Im Störfall (Kältemittelverlust) muss bei Direktverdampferanlagen, bei Ansprechen des Niederdruckpressostats oder einer Kältemittel-Füllstandsüberwachung, ein vor dem Expansionsventil eingebautes Magnetventil den Kältemittelkreislauf schließen. Das Kältemittel ist im Verdampfer bis auf den Umgebungsdruck durch den Verdichter abzusaugen, um einen weiteren Kältemittelaustritt zu verhindern. Danach ist eine sachkundige Person damit zu beauftragen, dass das im Kältemittelkreislauf verbliebene Kältemittel abgesaugt wird und die Leckagestelle gemäß dem Stand der Technik saniert wird. Eine Wiederinbetriebnahme der Anlage darf erst nach sachgemäßer Instandsetzung inkl. Dichtheitsprüfung erfolgen.

## **7.2 Erdwärmesonden (Tiefsonden)**

Erdwärmesonden sind in Tiefbohrungen eingebrachte Rohrbündel, welche mit dem flüssigen bzw. gasförmigen Wärmeträgermedium gefüllt sind. Dabei wird in erster Linie Wärme aus dem Erdinneren genutzt. Die Tiefe einer Bohrung beträgt zumeist 70 m bis 150 m. Zu Grundstücksgrenzen soll ein Abstand von mindestens 2,5 m eingehalten werden.

### **7.2.1 Bemessung**

Erdwärmesonden sind so ausreichend zu bemessen, dass die erforderlichen Leistungen und Energiemengen für Heizen und Kühlen über die gesamte Lebensdauer der Anlage bereitgestellt werden können, ohne dass die Sondenumgebung unter den Gefrierpunkt abgekühlt und unzulässig erwärmt wird. Dies ist gegeben, wenn die mittlere Temperatur des Wärmeträgermediums (Mittelwert EWS Ausgangs- und EWS Eingangstemperatur) nach Erreichen eines neuen Gleichgewichtszustandes im Lastfall Heizen  $-1,5\text{ °C}$  nicht unterschreitet und im Lastfall Kühlen die max. Temperatur des Wärmeträgermediums  $30\text{ °C}$  nicht überschreitet. Die Bemessung hat sowohl Heizen und Kühlen als auch die Warmwasserbereitung zu berücksichtigen.

Wird die maximal zulässige Entzugsleistung bzw. die maximal zulässige Jahresentzugsarbeit überschritten, ist mit einer Unterkühlung und mit häufigen Frost-Tau-Wechseln um die Sonden zu rechnen. Dadurch kann die Dichtheit der Sondenverpressung beeinträchtigt und die Sondenrohre können beschädigt werden. Weiters ist mit einer wesentlichen Verringerung des Wirkungsgrads der Wärmepumpe zu rechnen.

Ein Wechselbetrieb von Heizen und Kühlen ist vorteilhaft, da eine thermische Regeneration des Untergrunds stattfindet. Bei freier Kühlung zur Raumklimatisierung liegt die mögliche

Kühlleistung bei ca. 15 bis 30 W/m bzw. etwa bei der halben Entzugsleistung des Lastfalls Heizen. Bei Kühlung mit Kältemaschine bzw. reversibler Wärmepumpe sind in der Literatur ([www.buildingsphysics.com/faqseed.htm](http://www.buildingsphysics.com/faqseed.htm)) Kühlleistungen bis zu 80 W/m angegeben.

Die Umwälzpumpe des Wärmeträgermediums ist so auszulegen, dass bei Nennlast die der Bemessung zugrunde liegende Temperaturspreizung eingehalten wird. Die energieeffiziente Auslegung der Umwälzpumpe hat einen wesentlichen Einfluss auf die Jahresarbeitszahl.

Die Bemessung kann nach folgenden Methoden erfolgen:

- Bemessung nach Betriebsdaten bestehender Anlagen
- Bemessung nach VDI 4640 – Thermische Nutzung des Untergrundes
- Bemessung nach SIA 384/6 – Erdwärmesonden
- Bemessung von Sondenfeldern mittels numerischer Modellierung

**Bemessung nach Betriebsdaten:** Erdwärmesonden können bei vergleichbaren Standortbedingungen mit den spezifischen Entzugsleistungen von bestehenden Anlagen bemessen werden, wenn durch nachvollziehbare Betriebsdaten nachgewiesen ist, dass die angeführten Grenzen der Temperatur des Wärmeträgermediums eingehalten werden. Die Betriebsdaten sollen über einen Zeitraum von möglichst 2 Jahren vorliegen und für jede Heizperiode zumindest Nachfolgendes umfassen:

- Jahresbetriebsstunden Heizen
- möglichst wöchentliche Temperaturlaufzeichnungen, aus denen die min. Vorlauf- und Rücklauf-temperatur des Wärmeträgermediums bei Anlagenbetrieb ersichtlich sind
- Stromverbrauch Wärmepumpe
- Stromverbrauch der elektrischen Zusatzheizung bei monoelektrischen Anlagen
- Bei Anlagen für Heizen und Kühlen die Betriebsstunden für Kühlen

Weiters soll bei Inbetriebnahme der Wärmepumpe die unbeeinflusste mittlere Untergrundtemperatur aufgezeichnet werden.

Unterschiedliche Betriebsbedingungen (z. B. Sondenabstände, Jahresbetriebsstunden Heizen und Kühlen) sind gesondert zu berücksichtigen.

**Bemessung nach VDI 4640:** Erdwärmesonden mit Wärmepumpen-Betriebszeiten von 1.800 bis 2.400 h/a können bei Betrieb ohne Kühlung mit den spezifischen Entzugsleistungen der nachfolgenden Tabelle bemessen werden.

Tabelle 7: Spezifische Entzugsleistungen Erdwärmesonden bei Anlagen mit einer Bohrung (VDI 4640)

Untergrund	spezifische Entzugsleistung	
	bei 1.800 h/a	bei 2.400 ha/a
<b>Allgemeine Richtwerte:</b>		
schlechter Untergrund (trockenes Sediment ( $\lambda < 1,5 \text{ W/m.K}$ )	25 W/m	20 W/m
normaler Festgesteins-Untergrund und wassergesättigtes Sediment ( $\lambda = 1,5 - 3,0 \text{ W/m.K}$ )	60 W/m	50 W/m
Festgestein mit hoher Leitfähigkeit ( $\lambda > 3,0 \text{ W/m.K}$ )	84 W/m	70 W/m
<b>Einzelne Gesteine:</b>		
Kies, Sand, trocken	< 25 W/m	< 20 W/m
Kies, Sand, wasserführend	65–80 W/m	55–65 W/m
Ton, Lehm, feucht	35–50 W/m	30–40 W/m
Kalkstein massiv	55–70 W/m	45–60 W/m
Sandstein	65–80 W/m	55–65 W/m
saure Magmatite (z. B. Granit, Gneis)	65–85 W/m	55–70 W/m
basische Magmatite (z. B. Basalt)	40–65 W/m	35–55 W/m
Diese Werte können durch Gesteinsausbildung wie Klüftung, Schieferung, Verwitterung wesentlich schwanken		

Bei einer höheren Anzahl von Jahresbetriebsstunden (z. B. durch Warmwasserbereitung, Heizen eines Schwimmbads, extreme Klimazonen) sind die vorgenannten spezifischen Entzugsleistungen so weit abzumindern, dass die errechnete maximal zulässige Jahresentzugsarbeit (Entzugsleistung mal 1.800 h/a bzw. 2.400 h/a) nicht überschritten wird.

Diese Entzugsleistungen gelten für **Einzelsonden** und sind anzuwenden, wenn keine konkreten Kenntnisse über die Wärmeleitfähigkeit des Untergrunds am Sondenstandort vorliegen. Es sind plausible, auf die Untergrundverhältnisse abgestimmte Entzugsleistungen zu verwenden. Eine Überschreitung der angeführten Entzugsleistungen ist nicht zulässig.

**Bemessung nach SIA 384/6:** Bei näherer Kenntnis der Wärmeleitfähigkeit des Untergrunds am Sondenstandort kann die Sondenauslegung nach der Schweizer Norm SIA 384/6 „Erdwärmesonden“ in der jeweils gültigen Fassung erfolgen.

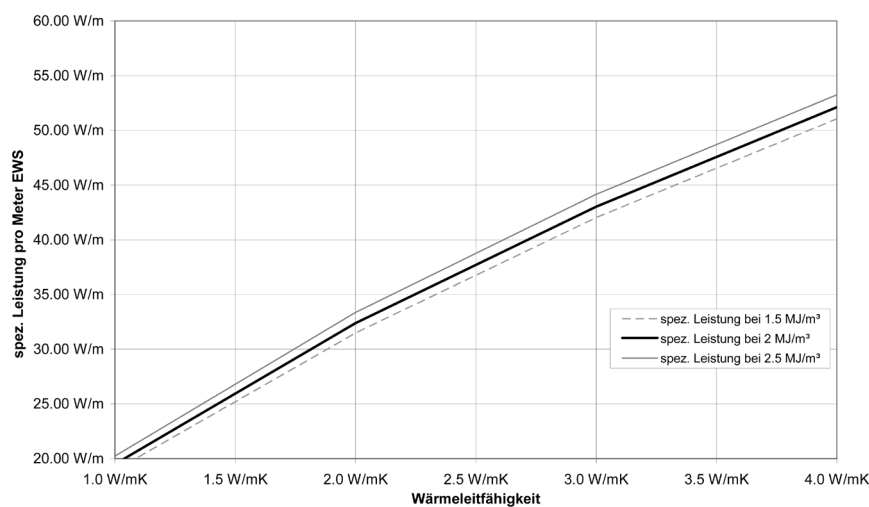


Abbildung 13: Normleistung bei 1 EWS à 100 m ø 32 mm, Duplex, bei 10 °C mittlerer Bodentemperatur und 1.850 Jahresbetriebsstunden (SIA 384/6 Erdwärmesonden, Entwurf Februar 2008)

Der Wärmeentzug durch Erdwärmesonden erfolgt hauptsächlich in einem Radius von 10 m um die Sonde. Je geringer der Sondenabstand gewählt wird, umso größer ist die gegenseitige thermische Beeinflussung. Dies ist bei der Sondenbemessung zu berücksichtigen, wobei der Korrekturfaktor aus der SIA 384/6 „Erdwärmesonden“ zu entnehmen ist. Die nachfolgende Abbildung ist exemplarisch der SIA 384/6 entnommen und kann, wenn die Randbedingungen zutreffen, angewendet werden.

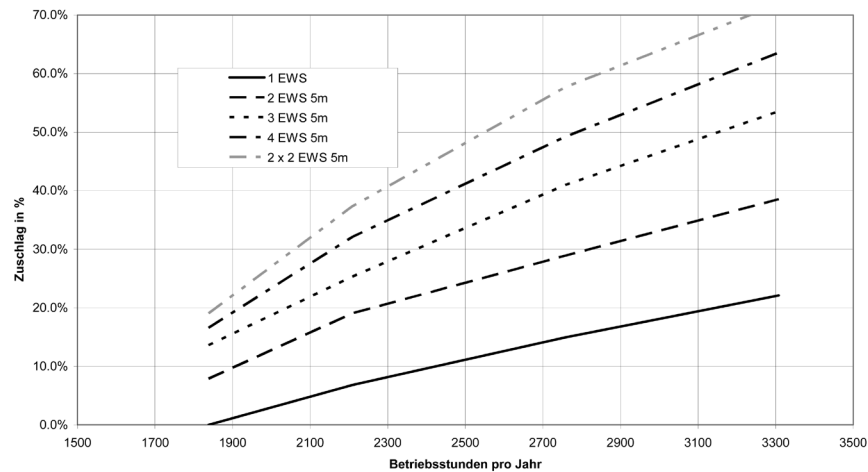


Abbildung 14: Korrektur Jahresbetriebsstunden (Zuschlag) in Abhängigkeit von den Betriebsstunden und Anordnung der EWS bei einer Wärmeleitfähigkeit von 3 W/mK und 5 m Abstand zwischen den EWS (SIA 384/6 Erdwärmesonden, Entwurf Februar 2008).

Bei nachträglicher Änderung der Sondenanzahl ist eine neuerliche Berechnung der erforderlichen Sondenlängen durchzuführen.

Ein Berechnungsbeispiel der Bemessung von EWS nach SIA 384/6 findet sich im *Anhang 4*. Eine MS-Excel™ Rechentabelle für die Bemessung von EWS nach SIA 384/6 findet sich auf [www.oewav.at](http://www.oewav.at) im Bereich „Download“.

**Bemessung von Sondenfeldern mittels numerischer Modellierung:** Für die Planung größerer Anlagen (Sondenfelder) ist eine Pilotbohrung auszuführen und die thermischen Untergrundeigenschaften sind genau zu erkunden (**Thermal Response Test**, Messung des Temperaturprofils und eventuell weiterer geophysikalischer Parameter im Bohrloch). Die gewonnenen Daten bilden die Grundlage für eine **numerische Modellierung** des Sondenfeldes.

Insbesondere bei größeren, komplexen Anlagen für Heizen und Kühlen (z. B. Einkaufszentren) kann die Bemessung nur mit einer numerischen Modellierung erfolgen. Diese ermöglicht auch die Abschätzung der gegenseitigen Beeinflussung mehrerer Anlagen sowie die Berücksichtigung der thermischen Auswirkungen der Grundwasserströmung.

Bei Heizen und Kühlen mit reversibler Wärmepumpe bzw. Kältemaschine soll jedenfalls eine numerische Modellierung durchgeführt werden.

Die numerische Modellierung soll den Zeitraum bis zum Erreichen eines neuen thermischen Gleichgewichtszustandes im Untergrund abdecken (in der Regel 5 bis 50 Jahre).

Am Markt sind verschiedene numerische Modelle erhältlich, deren Anwendbarkeit im Einzelfall abzuklären ist.

**Sonden mit gasförmigen Wärmeträgermedien (Heat Pipes):** Diese werden oft als Schrägbohrungen (ca. 6°) mit einem Abstand des Bohransatzpunkts von ca. 1,2 m ausgeführt, wo z. B. in der Teufe von 100 m der Abstand zur nächsten Schrägbohrung 21 m beträgt. Diese

Ausführung ist zulässig, wenn über die Länge der Sonde gemittelt ein Abstand von mind. 5 bis 10 m gewährleistet ist, da die Verdampfung des gasförmigen Wärmeträgermediums im wärmeren Teil der Sonde erfolgt und die Sonde bei Anlagenstillstand bis zum Ausgleich der Temperaturdifferenzen selbstzirkulierend nachläuft.

### 7.2.2 Abteufen der Bohrung

Das Bohrverfahren ist nach den geologischen Verhältnissen zu wählen (Rotationsspülverfahren mit Dickspülung – Bentonitsuspension – in bindigen Böden bzw. Hammerbohrung in den Bodenklassen 5, 6 und 7 bzw. im Festgestein). Es wird auf das ÖWAV-Regelblatt 208 „Bohrungen zur Grundwassererkundung“ und die einschlägigen Normen (z. B. ÖNORM B 2601 – Wassererschließung – Brunnen, ÖNORM B 2261 – Brunnenbauarbeiten Werkvertragsnorm) und Richtlinien verwiesen.

Der Bohrendurchmesser ist so wählen, dass ein ungehindertes Einbauen der Erdwärmesonde gewährleistet ist. Während der Abteufung der Bohrung sind Bodenproben zu entnehmen und ein Bohrprotokoll nach ÖNORM B 4401 bzw. ÖNORM B 4400-1 und ÖNORM B 4400-2 zu erstellen. Die angetroffenen Grundwasserverhältnisse, Spülungsverbrauch, Spülungsverluste, erforderliche Bohrkopfwechsel etc. sind im Bohrtagesbericht bzw. im Bohrprotokoll zu dokumentieren.

Bohr- und Brunnenbauarbeiten dürfen nur von dazu befugten Unternehmen ausgeführt werden.

Kann der Einbau einer Sonde nicht erfolgen, ist das Bohrloch bis zur Geländeoberkante dauerhaft und wasserdicht zu verpressen.

### 7.2.3 Herstellung und Einbau von Sonden mit flüssigen Wärmeträgermedien

Erdwärmesonden für flüssige Wärmeträgermedien bestehen aus Sondenfuß und endlosen Sondenrohren (einfache (Simplex) und mehrfache (Duplex) U-Rohre, Koaxialrohre etc.). Der Sondenfuß samt Anschluss der Sondenrohre ist im Regelfall werkseitig herzustellen und auf Dichtheit zu prüfen.

Für die Erdwärmesonde ist zumindest Material der Güte PE-100 SDR-11 (PN 16) einzusetzen. Die Einsatzgrenzen des Materials sind für alle Bau- und Betriebszustände einzuhalten. Die Handhabung der Sonden auf der Baustelle hat mit größter Sorgfalt zu erfolgen, um mechanische Beschädigungen zu vermeiden.

Der Einbau der Sonde gliedert sich in folgende Arbeitsschritte:

- teilweise Entfernung der Bohrspülung aus der Bohrung, sodass die Sonde ordnungsgemäß eingebaut werden kann
- Füllung der Sonde mit Wasser, um das Einbringen zu erleichtern. Auch bei trockener Bohrung ist die Sonde spätestens vor dem Verpressen des Bohrlochs mit Wasser zu füllen, um ein Aufschwimmen zu verhindern. Es ist zu prüfen, ob ein zusätzliches Gewicht am Sondenfuß anzubringen ist
- Einsetzen der Sonde in das Bohrloch gemeinsam mit dem Verpressrohr unmittelbar nach Beendigung der Bohrung. Es ist sicherzustellen, dass die evtl. benötigte Kraft für das Einbringen direkt über dem Sondenfuß angreift und die Sonde so im Bohrloch gerade gezogen wird. Zur Qualitätssicherung sind die Druckverhältnisse in der Sonde während des Einbaus zu beobachten. Bei tiefen Sonden sind diese während der Verpressung druckdicht zu verschließen, um Beschädigungen (Eindrücken des Rohres durch hohe Verpressdrücke) zu vermeiden
- unmittelbar danach vollständige und lückenlose Verpressung des Bohrlochringraums beginnend vom Sondenfuß bis zur Oberfläche
- Durchflusstest gemäß beiliegendem Protokoll
- Druckprüfung mit Wasser in Anlehnung an die EN 805 mit einem Überdruck von 12 bar gemäß beiliegendem Protokoll. Um den Verbleib eines Ringspalts durch die Ausdehnung

des Sondenrohres bei der Druckprüfung zu vermeiden, hat die Druckprüfung entweder unmittelbar nach der Sondenverpressung oder erst nach Aushärtung der Suspension zu erfolgen. Es sind Feinmessmanometer mit einer Messgenauigkeit von mindestens 0,1 bar einzusetzen. Der Einsatz eines elektronischen Druckmessgeräts mit Protokollierung wird empfohlen

- dichtes Verschließen der Sondenrohre bis zum Anschluss.

Die Arbeitsschritte sind im Bautagesbericht zu protokollieren.

Bei festgestellter Undichtigkeit einer Sonde ist diese nach dem Stand der Technik rückzubauen.

#### **7.2.4 Herstellung und Einbau von Sonden mit gasförmigen Wärmeträgermedien (Heat Pipes)**

Tiefsonden mit gasförmigen Wärmeträgermedien (z. B. CO<sub>2</sub>) bestehen aus korrosionsbeständigen, kunststoffummantelten Metallrohren (z. B. Edelstahl, Kupfer). Wegen des hohen Betriebsdrucks (35 bis 45 bar) sind diffusionsdichte und korrosionsfeste Metallrohre in Rollen zu verwenden. Die Sondenrohre werden fabrikmäßig für die Einbaubedingungen maßgefertigt. Vor Einbau der Sonde ist diese werkseitig einer Druckprüfung mit dem 1,1-fachen max. Betriebsdruck mittels Stickstoff über mindestens eine Stunde zu unterziehen. Für den Transport wird der Fülldruck des Stickstoffs aus sicherheitstechnischen Gründen auf 10 bar reduziert.

Der Einbau der Tiefsonde gliedert sich in folgende Arbeitsschritte:

- teilweise Entfernung der Bohrspülung aus der Bohrung, sodass die Sonde ordnungsgemäß eingebaut werden kann
- Kontrolle der Dichtheit vor Einbau der Sonde durch Kontrolle des Fülldrucks von ca. 10 bar
- Einsetzen der Sonde in das Bohrloch gemeinsam mit dem Verpressrohr unmittelbar nach Beendigung der Bohrung
- weitere Kontrolle der Dichtheit durch Kontrolle des Fülldrucks von ca. 10 bar
- Unmittelbar danach vollständige und lückenlose Verpressung des Bohrlochringraums beginnend vom Sondenfuß bis zur Oberfläche
- Fertigstellung durch Montage des Sondenkopfes (Kondensator des Wärmeträgers, der zugleich als Verdampfer des Arbeitskreises der Wärmepumpe fungiert), in einem zugänglichen Schacht
- Druckprüfung mittels Stickstoff mit einem Druck von ca. 10 bar über mindestens 15 Minuten. Es sind Feinmessmanometer mit einer Messgenauigkeit von mindestens 0,1 bar einzusetzen
- Evakuieren der Sondenanlage
- Befüllung mit gasförmigem Wärmeträgermedium.

Die Arbeitsschritte sind im Bautagesbericht zu protokollieren.

#### **7.2.5 Verpressung**

Um ein Einstürzen des Bohrlochs bzw. die Verbindung von Grundwasserstockwerken zu verhindern und eine vollständige Verpressung sicherzustellen, hat die Verpressung unmittelbar nach dem Sondereinbau zu erfolgen. Die Verpressung des Bohrlochringraums muss nach Aushärtung eine dichte und dauerhafte, physikalisch und chemisch stabile Einbindung der Tiefsonde in das umgebende Gestein gewährleisten und weitgehend Frost-Tau-Wechsel-beständig sein.

Für eine gute Wärmeübertragung muss das Verpressmaterial guten Kontakt zu den Sondenrohren und der Bohrlochwand haben. Die Wärmeleitfähigkeit kann durch Beimischungen wie Quarzmehl oder Grafit erhöht werden. Die Wärmeleitfähigkeit der Verpress-Suspension sollte, insbesondere bei großen Bohrdurchmessern, möglichst der des umgebenden Untergrunds entsprechen.

Für eine gute Dichtwirkung der Verpress-Suspension ist ein Tonanteil (meist Bentonit) erforderlich. Die Dichte der Suspension soll mindestens  $1,3 \text{ g/cm}^3$  betragen. Die abdichtende Eigenschaft darf durch Frost-Tau-Wechsel nicht verschlechtert werden. Reine Bentonit/Wasser-Suspensionen sind nicht geeignet, sie weisen einerseits eine schlechte Wärmeleitfähigkeit ( $< 0,7 \text{ W/(m K)}$ ) auf und sind andererseits nicht Frost-Tau-Wechsel-beständig.

Als Verpressmaterial werden speziell für Erdwärmesonden ausgelegte Fertigprodukte und vor Ort hergestellte Zement-Bentonit-Suspensionen eingesetzt.

**Fertigprodukte:** Es dürfen nur Verpresssuspensionen verwendet werden, deren Eignung und Frost-Tau-Wechselbeständigkeit durch ein Gutachten einer zertifizierten Prüfstelle nachgewiesen sind. Die Durchführung der Prüfung der Frost-Tau-Wechselbeständigkeit hat in Anlehnung an die Studie „Eignungsuntersuchung von Verpressmaterialien für Erdwärmesonden“ zu erfolgen, welche unter [www.land-oberoesterreich.gv.at](http://www.land-oberoesterreich.gv.at), weiter unter > Themen > Umwelt > Wasser > Grundwasser > Thermische Nutzung heruntergeladen werden kann.

Bei Verwendung von Fertigprodukten sind die Angaben der Hersteller zu beachten.

**Vor Ort hergestellte Zement-Bentonit-Suspensionen:** Es wird folgendes Mischungsverhältnis empfohlen:

**Wasser: 142 kg, Bentonit: 10 kg, Zement: 76 kg**

Die Frost-Tau-Wechselbeständigkeit dieser Suspension ist in der o.a. Studie nachgewiesen. Diese Suspension weist eine Dichte von  $\sim 1,33 \text{ g/cm}^3$  und eine Wärmeleitfähigkeit von ca.  $0,8 \text{ W/(m}^*\text{K)}$  auf. Eine Erhöhung der Suspensionsdichte kann durch Zugabe von mineralischen Sanden oder Mehlen hoher spezifischer Dichte erfolgen. Thermisch verbesserte Fertigprodukte weisen gegenüber der angeführten vor Ort hergestellten Suspension eine wesentlich bessere Wärmeleitfähigkeit auf.

Es sind Zemente der Festigkeitsklasse 32,5 oder 42,5N in den Sorten CEM II oder CEM III zu verwenden. Bei Grundwasser, das gemäß ÖNORM B 4710-1 zu treibendem Angriff führt, sind obige Sorten mit der Zusatzeigenschaft „C<sub>3</sub>A-frei“ zu verwenden. Reine Portlandzemente dürfen nicht verwendet werden (Unverträglichkeit mit Bentonit).

Die Verwendung von zementstabilen, aktivierten Natrium-Bentoniten ist erforderlich.

Der Bentonit ist mindestens 10 Minuten mit Wasser klumpenfrei anzurühren, erst dann ist der Zement zuzugeben. Eine gleichzeitige Zugabe von Bentonit und Zement in das Anmachwasser führt zu niederviskosen Suspensionen mit generell schlechteren Eigenschaften.

Zur Sicherstellung einer gleich bleibenden Qualität von vor Ort hergestellten Mischungen muss die Verpress-Suspension chargenweise zubereitet werden.

**Dokumentation der Verpressung:** Bei der Verpressung sind folgende Punkte im Bohrtagesbericht zu dokumentieren:

- Rezeptur der Verpress-Suspension
- Verbrauch der Verpress-Suspension
- Dichte der Verpress-Suspension
- Verpressdruck
- Dichte der Suspension beim Austritt am Bohrlochmund.

**Sonderfälle:** Einen Sonderfall stellen Bohrungen mit größeren Klüften oder stark wasserwegigen Abschnitten dar. Da sich bei solchen Verhältnissen der Verpressdruck nicht vollständig aufbauen kann, ist der Verpressvorgang zu unterbrechen und das Injektionsgestänge zu ziehen. Da derartige wasserwegige Bereiche nicht gestört bzw. vollgepumpt werden sollen, sind diese Abschnitte mit durchlässigem Material aufzufüllen (z. B. Sand). Anschließend sind

Höhe und Lage der Sandoberkante mit dem Injektionsgestänge festzustellen, danach wird mit der Abdichtung des darüber liegenden Bohrlochringraums fortgefahren.

Zur Kontrolle einer ordnungsgemäßen Verpressung kann es im Einzelfall erforderlich sein, eine wasserrechtliche Bauaufsicht zu bestellen.

### 7.3 Sonderformen

Nachfolgend werden nur die am häufigsten vorkommenden Sonderformen angeführt. Wo ein hohes Risiko der Beschädigung von Rohrleitungen besteht, sollte Material mit den höchsten Qualitätsanforderungen eingesetzt werden, welches bei Kerbverletzungen kein Risswachstum aufweist (z. B. PE-Xa). Betreffend der Bemessung größerer Anlagen gelten die Ausführungen zur Modellierung in *Kapitel 7.2.1* sinngemäß.

#### **Erdberührte Bauteile aus Beton**

Zur thermischen Nutzung des Untergrunds werden in Schlitzwänden, Bohrspählen, Tunnel-schalen, Boden- und Fundamentplatten Absorberleitungen eingebaut, die vor dem Betonieren auf mindestens 8 bar gefüllt und mit einem Manometer versehen werden. Bei Schrämarbeiten dürfen die Leitungen nicht beschädigt werden. Es ist ein genauer Verlegeplan der Absorberleitungen anzufertigen. Das Wärmeträgermedium in den Absorberleitungen darf 0 °C nicht unterschreiten.

#### **Rammpfähle**

Als Rammpfähle werden Guss- oder Stahlrohre in den Boden eingebracht. In diese Guss- oder Stahlrohre werden die Absorberleitungen eingebaut. Die Auslegung, der Einbau und die Verpressung der Absorberleitungen erfolgen sinngemäß wie bei Tiefsonden.

#### **Koaxialsonden**

Es werden im Ramm- oder Vibrorammverfahren Bohrungen mit oder ohne Stahlrohre niedergebracht. Die Stahlrohre werden nach Einbau der Koaxialsonde teilweise wieder gezogen. Bei nicht rambaren Böden wird eine Bohrung niedergebracht. Bis zu einer Tiefe von maximal 40 m werden bei vertikalen Sonden sowie bei horizontalen Verbindungsleitungen auch modular aufgebaute Koaxialsonden mit doppelt dichtenden, nicht lösbaren, speziell geprüften Steckverbindungen eingebaut. Die Auslegung, der Einbau, die Verpressung und die Prüfung der Koaxialsonden erfolgen sinngemäß wie bei Tiefsonden.

#### **Erdwärmekörbe**

Die auf einem Bewehrungskorb vorgefertigten Kollektoren weisen zumeist eine Länge von 2 bis 5 m und einen Durchmesser von ca. 40 bis 50 cm auf. Der Einbau erfolgt vertikal, wobei in die Bohrung oder in die ausgehobene Grube ein Schutzrohr eingebaut wird. Nach Einsanden und Verdichten wird das Schutzrohr wieder gezogen.

Erdwärmekörbe werden bei kleineren Anlagen eingesetzt und weisen einen geringeren Flächenbedarf als Erdwärmekollektoren auf. Die mögliche Entzugsleistung und die horizontalen Abstände der Kollektoren sind vom Hersteller anzugeben. Ein Mindestabstand von 4 m soll nicht unterschritten werden. Die mögliche Entzugsleistung liegt etwas höher als bei den konventionellen Erdwärmekollektoren.

Erdwärmekörbe sind rechtlich im Regelfall als Erdwärmekollektoren einzustufen.

### 7.4 Verbindungsleitungen, Druckabsicherung und Inbetriebnahme

#### **Verlegung**

Für sämtliche Bauformen (Erdwärmekollektoren, Erdwärmesonden, Sonderformen) gilt, dass auf der Baustelle hergestellte, im Betrieb nicht zugängliche Rohrverbindungen als Muffen-

schweißung auszuführen sind. Zur Ausführung dieser Schweißarbeiten sind nur Personen berechtigt, die eine einschlägige Ausbildung und Prüfung nachweisen können.

Die Bettung der Rohre hat nach den Angaben der Hersteller zu erfolgen, um eine Beschädigung sicher zu verhindern. Zumeist erfolgt eine Bettung in Sand bzw. steinfreien Böden. Steht wasserundurchlässiger Lehm an, ist eine ausreichende Drainierung erforderlich. Die Verbindungsleitungen müssen in einer Tiefe von rund 0,5 m unter Geländeoberfläche mit einem Warnband gekennzeichnet werden.

Die einzelnen Solekreise sollten zur Einregulierung und Absperrung mit Ventilen ausgerüstet sein. Außerdem ist darauf zu achten, dass alle Kreise gleichmäßig durchströmt und gut entlüftbar sind. Innen verlegte (kalte) Leitungen sind gegen Schwitzwasser zu isolieren.

**Verteilerschächte** müssen zugänglich sein, tagwasserdicht abgedeckt und ausreichend entwässert werden.

Die Ein- bzw. Durchführungen von Kabeln und Rohren in Schächte und Gebäude sind so zu gestalten, dass diese auch im Falle von Setzungen nicht gequetscht bzw. geknickt werden können. Die Sohle von Verteilerschächten muss nicht flüssigkeitsdicht ausgeführt werden. Bei Manipulationen im Schacht ist eine Auffangtasse unterzustellen, die ausgetretene Flüssigkeit ordnungsgemäß zu entsorgen.

**Druckabsicherung bei flüssigen Wärmeträgermedien:** Bei flüssigen Wärmeträgermedien ist zu beachten, dass sie sich bei Temperaturerhöhungen ausdehnen. Der Druckausgleich kann durch offene Ausdehnungsgefäße oder Membranausdehnungsgefäße (geschlossenes System) erfolgen. Das offene Ausdehnungsgefäß hat gegenüber dem Membranausdehnungsgefäß den Vorteil, dass sich das System selbsttätig entlüftet und keine Verschleißteile vorhanden sind. Bei geschlossenen Systemen sind ein bauteilgeprüftes Sicherheitsventil und ein Manometer einzubauen. Das Sicherheitsventil ist an einen Auffangbehälter (Wanne) anzuschließen.

### **Inbetriebnahme von Anlagen mit flüssigen Wärmeträgermedien**

Bei **Erdwärmesonden** ist das Gesamtsystem vor Inbetriebnahme in Anlehnung an die ÖNORM EN 805 einer Druckprüfung mit Wasser mit einem Anfangsdruck von 12 bar gemäß Zeit-Druck-Diagramm im *Anhang 5.1* bzw. gemäß Protokoll im *Anhang 5.3* zu unterziehen. Alternativ kann die Druckprüfung nach dem Druckprotokoll in *Anhang 5.4* durchgeführt werden, wobei sämtliche Schweiß- und Schraubverbindungen einsehbar und überprüfbar sein müssen. Es sind Feinmessmanometer mit einer Messgenauigkeit von mindestens 0,1 bar einzusetzen. Der Einsatz eines elektronischen Druckmessgeräts mit Protokollierung wird empfohlen.

Im Zuge des Durchflusstests ist der Druckverlust von Erdwärmesonden nach den Angaben der Sondenhersteller zu überprüfen.

Bei **Erdwärmekollektoren** ist die Druckprüfung sinngemäß nach dem Druckprüfungsprotokoll in *Anhang 5.4* durchzuführen.

Die Anlage ist mit dem fertig angemischten Wärmeträgermedium zu befüllen. Die Menge des Frostschutzmittels sollte so gewählt werden, dass das Wärmeträgermedium bis zu einer Temperatur von mindestens 7 K unterhalb der Verdampfungstemperatur des Kältemittels der Wärmepumpe nicht gefriert. Die einzelnen Kreise der Kollektoren sind bis zur Luftfreiheit über ein offenes Gefäß zu spülen.

Die Funktion aller Bauteile samt Sicherheitseinrichtungen (Hochdruck-, Niederdruckpressostat usw.) ist zu überprüfen. Die Kollektorkreise sind hydraulisch abzugleichen. Die Ergebnisse der Überprüfung sind in einem Inbetriebnahmeprotokoll zu dokumentieren und dem Betreiber auszuhändigen. Die Betreiber der Anlagen sind in die Bedienung, die Wartung und das Verhalten im Störfall einzuweisen und es ist das Betriebsbuch zu übergeben.

Vom Betreiber der Anlage ist das Betriebsbuch zu führen, in welches in regelmäßigen Abständen die Betriebsdaten und besondere Vorkommnisse einzutragen sind.

### **Inbetriebnahme von Direktverdampferanlagen**

Nach Fertigstellung der Anlage ist eine Druckprobe mit Stickstoff mit einem Prüfdruck von 20 bar über mindestens 1 Stunde durchzuführen, wobei die Lötstellen mit einem Lecksuchspray zu überprüfen sind. Es sind Feinmessmanometer mit einer Messgenauigkeit von mindestens 0,1 bar einzusetzen. Danach ist die Anlage vollständig zu evakuieren und mit Kältemittel nach den Vorgaben des Herstellers zu befüllen. Die Sicherheitseinrichtungen (Hochdruck-, Niederdruckpressostat usw.) sind zu überprüfen.

Über die Inbetriebnahme ist ein Protokoll anzufertigen.

Die Betreiber der Anlagen sind in die Bedienung, die Wartung und das Verhalten im Störfall einzuweisen und es ist das Betriebsbuch mit dem Inbetriebnahmeprotokoll zu übergeben.

Vom Betreiber der Anlage ist das Betriebsbuch zu führen, in welches in regelmäßigen Abständen die Betriebsdaten und besondere Vorkommnisse einzutragen sind.

## **7.5 Lufterwärmung/-kühlung im Untergrund**

Bei Luft-Erdwärmetauschern (L-EWT) werden in einer Tiefe von mind. 1,5 m Rohre oder Rohrregister horizontal eingebaut, durch die Außenluft durch die konventionelle Lüftungsanlage in das Gebäude geleitet wird. Es handelt sich um ein System zur direkten thermischen Nutzung des Untergrunds, wobei das Erdreich als Speichermasse dient, die sowohl saisonal als auch im Tagesverlauf ausgleichend wirkt. Die Temperaturänderungen des Bodens sind lokal begrenzt und bei Stillstand der Anlage baut sich das natürliche Temperaturfeld des Bodens schnell wieder auf. Bei Anlagen im Grundwasserschwankungsbereich erfolgt auch eine indirekte thermische Nutzung des Grundwassers.

L-EWT werden zur Luftvorwärmung und Luftkühlung von Gebäuden eingesetzt. Sie reduzieren den Energiebedarf für Heizen und Kühlen. Die Nutztemperaturhübe können im Heizfall bis zu 20 K und im Kühlfall bis zu 12 K betragen.

Die Außenluftansaugung muss sich mind. 1 bis 3 m über Gelände befinden und mit einem Filter (mind. Klasse G4 nach DIN 1946) ausgestattet sein, um eine übermäßige Verschmutzung des Rohrs zu vermeiden. Der Filter soll einen geringen Druckverlust aufweisen, regelmäßig auf Verschmutzung geprüft und erforderlichenfalls ausgetauscht werden.

Die Rohre (Einrohrsystem, Rohrregister) der L-EWT sind in gleichmäßigem Gefälle (wie Schmutzwasserkanäle) auftriebsicher zu verlegen und mit ausreichend großen Wartungsöffnungen zu versehen. Die Innenseite der Rohre muss glatt, flüssigkeitsdicht, und hygienisch unbedenklich sein. Um Verformungen zu vermeiden, sind Rohre mit ausreichender Steifigkeit zu verwenden.

In den Rohren kann es im Frühjahr und Sommer zu einer Taupunktunterschreitung und somit zur Bildung von Kondenswasser kommen. Um die hygienische Unbedenklichkeit der zugeführten Luft zu gewährleisten, muss das Kondenswasser abgeleitet werden. Folgende Möglichkeiten können in Betracht gezogen werden:

- Ableitung über Siphon in die Hauskanalisation. Das Eindringen von Nebenluft aus dem Schmutzwasserkanal in den L-EWT bei Austrocknen des Siphons ist wegen der Verkeimungsgefahr durch geeignete Maßnahmen zu verhindern.
- Einleitung in Kiesschüttung, wenn die Gefahr eines Einstaus durch das Grundwasser nicht gegeben ist.
- Einleitung in Schacht mit Kondensatpumpe.

Bei der Bemessung des Ventilators der Lüftungsanlage sind die Druckverluste in der Außenluftansaugung sowie in den L-EWT-Rohren zu berücksichtigen.  
Bei Direktverwendung der durch den L-EWT angesaugten Luft zur Klimatisierung des Aufenthaltsbereichs von Personen sind die hygienischen Aspekte besonders zu beachten.

## **8 Rückbau**

### **8.1 Rückbau von Wärmepumpen und Kältemaschinen**

Es ist sicherzustellen, dass auch nach Stilllegung der Anlage keine nachteiligen Auswirkungen auf Boden und Grundwasser entstehen können. Beim Rückbau sind daher das Kältemittel und das Kompressoröl fachgerecht zu entsorgen.

### **8.2 Rückbau von Wassergewinnungs- und Versickerungsanlagen**

Werden die genannten Anlagen nicht weiter verwendet, so hat ein Rückbau nach ÖNORM B 2601 zu erfolgen. Versickerungsanlagen sind vor dem Rückbau auf Kontaminationen zu überprüfen. Gegebenenfalls ist das kontaminierte Material ordnungsgemäß zu entsorgen.

Der Rückbau von Brunnen und Quelfassungen muss von konzessionierten Brunnenbauunternehmen bzw. zugelassenen Fachfirmen ausgeführt werden.

Der Rückbau muss so erfolgen, dass das Eindringen von Oberflächenwasser in den Grundwasserleiter und die Vermischung von Wässern aus verschiedenen Grundwasser-Stockwerken auf Dauer verhindert wird.

Pumpen, Steigleitungen, Kabel und sonstige Installationen und Ausrüstungsteile sind auszubauen. Als Verfüllmaterial ist sauberer Sand oder Kies erforderlich.

Der oberirdische Teil der Bauwerke ist zumindest bis 1 m unter Geländeoberkante abzutragen. Der wiederherzustellende Oberboden ist dem umgebenden Boden anzupassen.

### **8.3 Rückbau von Erdwärmekollektoren und -sonden**

Aus den Kollektorleitungen ist das flüssige Wärmeträgermedium, soweit keine Weiterverwendung erfolgt, mit Trinkwasser auszuspülen und fachgerecht zu entsorgen.

Bei Erdwärmekollektoren mit Direktverdampfung ist das Kältemittel aus dem Kollektor vollständig abzusaugen und, soweit keine Weiterverwendung erfolgt, fachgerecht zu entsorgen. Um Ölreste aus dem Erdkollektor zu entfernen, ist jedes einzelne Kollektorrohr mit Stickstoff durchzublasen. Das austretende Öl ist zu sammeln und ordnungsgemäß zu entsorgen.

Erdwärmesonden sind nach Entfernen des Wärmeträgermediums flüssigkeitsdicht zu verpressen, damit eine Verbindung von Grundwasserstockwerken dauerhaft ausgeschlossen ist.

Verteilerschächte und deren Einbauten sind entsprechend den Vorgaben für Wassergewinnungs- und Versickerungsanlagen rückzubauen.

Der Abschluss des Rückbaus ist der zuständigen Bezirksverwaltungsbehörde schriftlich anzuzeigen.

## 9 Rechtliche Rahmenbedingungen

### 9.1 Wasserrechtliche Bewilligung

Für die thermische Nutzung des Grundwassers und des Untergrunds sind im Wasserrechtsgesetz (WRG 1959) Bewilligungstatbestände nach § 10 und § 32 Abs. 2 lit. b (Einwirkungstatbestand) und nach § 31c Abs. 5 (Vorsorgetatbestand) vorgesehen.

#### 9.1.1 Anlagen, die mit einer Gewässerbenutzung verbunden sind (Einwirkungstatbestand)

Es sind dies Anlagen, bei denen Grundwasser entnommen und thermisch verändert versickert oder in einen Vorfluter eingeleitet wird.

Bei diesen Anlagen sind zwei Bewilligungstatbestände gegeben:

- § 10 WRG 1959 für die Entnahme aus dem Grundwasser
- § 32 Abs. 2 lit. b WRG 1959 für die Versickerung oder Einleitung in einen Vorfluter wegen der Einwirkung auf das Gewässer durch Temperaturänderung.

In beiden Fällen ist ein wasserrechtliches Bewilligungsverfahren durchzuführen. Entnahme und Versickerung/Einleitung stellen zwei Wasserbenutzungsrechte dar. Es gelten die allgemeinen, für Wasserbenutzungsrechte geltenden Bestimmungen über Parteistellung und Verfahren des WRG. Bewilligungsvoraussetzung ist insbesondere, dass weder durch die Wasserentnahme noch durch die Versickerung oder Einleitung in ein Oberflächengewässer eine Beeinträchtigung öffentlicher Interessen im Sinne des § 105 WRG 1959, noch eine Verletzung fremder Rechte im Sinne des § 12 Abs. 2 WRG 1959 (z. B. Nachbarbrunnen) erfolgt.

Allenfalls erforderliche Pumpversuche bedürfen nach § 56 WRG 1959 einer Bewilligung der Wasserrechtsbehörde, wenn eine Beeinträchtigung öffentlicher Interessen oder eine Verletzung bestehender Rechte (§ 12) zu befürchten ist.

Wird das thermisch veränderte Wasser in ein Oberflächengewässer eingeleitet, sind folgende Verordnungen zu beachten:

- Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft über die Begrenzung von Abwasseremissionen aus Kühlsystemen und Dampferzeugern, BGBl. Nr. 1072/1994 i. d. F BGBl. II Nr. 266/2003
- Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft vom 14. April 1997 zur Verbesserung der Wassergüte der Donau und ihrer Zubringer, BGBl. Nr. 210/1977.

Die wasserrechtliche Bewilligung ist gemäß § 21 Abs. 1 WRG 1959 auf die jeweils längste vertretbare Zeit zu befristen.

#### 9.1.2 Anlagen zur thermischen Nutzung des Untergrunds (Vorsorgetatbestand)

Bei diesen Anlagen (Erdwärmekollektoren, -sonden, Sonderformen) findet keine Wasserentnahme statt. Sie können jedoch eine Gefährdung für das Grundwasser darstellen und unterliegen daher nur unter gewissen Voraussetzungen einer wasserrechtlichen Bewilligungspflicht (§ 31c Abs. 5 WRG 1959). Diese sind:

**lit. a:** Anlagen zur Gewinnung von Erdwärme in wasserrechtlich besonders geschützten Gebieten und in geschlossenen Siedlungsgebieten ohne zentrale Trinkwasserversorgung.

**lit. b:** Anlagen zur Gewinnung von Erdwärme in Form von Vertikalkollektoren<sup>1)</sup> (Tiefsonden).

<sup>1)</sup> Begriff aus dem WRG 1959, Synonym für Erdwärmesonden

**lit. c:** Anlagen zur Wärmenutzung von Gewässern (z. B. im Gewässer verlegte Kollektorrohre, keine Wasserentnahme).

In Verfahren gemäß lit. b haben ausschließlich der Konsenswerber und das wasserwirtschaftliche Planungsorgan, in Verfahren gemäß lit. a zusätzlich der Begünstigte des geschützten Gebiets Parteistellung.

Die wasserrechtliche Bewilligung kann gemäß § 31c Abs. 3 letzter Satz WRG 1959 auf die jeweils längste vertretbare Zeit befristet werden.

Immer dann, wenn eine thermische Auswirkung auf das Grundwasser zu erwarten ist (z. B. größere Anlagen mit aktivierten Bauteilen, Erdwärmesondenfelder etc.), ist nicht ein Verfahren nach § 31c, sondern nach § 32 WRG 1959 durchzuführen. In diesen Fällen kann das Anzeigeverfahren nicht angewendet werden.

### 9.1.3 Anzeigeverfahren

Für Erdwärmesonden (**Tiefsonden**) ist das Anzeigeverfahren gemäß § 114 WRG 1959 anzuwenden.

Das Vorhaben ist der Behörde spätestens drei Monate vor Inangriffnahme unter Vorlage von Projektunterlagen gem. § 103 WRG 1959 anzuzeigen. Die Bewilligung gilt als erteilt, wenn die Behörde nicht innerhalb von drei Monaten ab Einlangen der Anzeige schriftlich mitteilt, dass die Durchführung eines Bewilligungsverfahrens erforderlich ist. Tiefsonden im Anzeigeverfahren sind mit 25 Jahren ab Einbringung der Anzeige befristet.

### 9.1.4 Gemeinsame Bestimmungen

- **Wasserwirtschaftliches Planungsorgan**

Entsprechend den Bestimmungen des WRG 1959 besitzt das wasserwirtschaftliche Planungsorgan in den Bewilligungsverfahren für Anlagen zur thermischen Nutzung des Grundwassers sowie des Untergrunds Parteistellung.

- **Baubeginn und Baufertigstellung**

Nach § 112 Abs. 6 sind der Baubeginn und die Bauvollendung der Wasserrechtsbehörde anzuzeigen. Die Anlage darf erst nach Anzeige der Bauvollendung in Betrieb genommen werden.

- **Überprüfung**

Nach Baufertigstellung ist die Anlage nach § 121 WRG 1959 zu überprüfen.

- **Erlöschen**

Wasserrechte erlöschen kraft Gesetz, wenn einer der im § 27 WRG 1959 normierten Tatbestände (z. B. Fristablauf) verwirklicht ist.

Das Erlöschen ist von der Wasserrechtsbehörde durch Bescheid festzustellen. Bei Bedarf sind letztmalige Vorkehrungen vorzuschreiben.

### 9.1.5 Zuständigkeiten

Für Anlagen zur Nutzung von Erdwärme sind generell die Bezirksverwaltungsbehörden zuständig. Bei Anlagen, die das Grundwasser thermisch nutzen, ist bei Entnahmen über 5 l/s der Landeshauptmann die zuständige Behörde.

## 9.2 Sonstige Bewilligungen

Neben dem Wasserrechtsgesetz finden bei der Bewilligung von Anlagen zur thermischen Nutzung des Untergrunds und des Grundwassers noch weitere Materiegesetze Anwendung.

- **Mineralrohstoffgesetz (MinroG), BGBl. I 1999/38 i. d. g. F.**

Eine Bewilligung nach dem MinroG ist für die Errichtung von Erdwärmesonden mit einer Tiefe von mehr als 300 m erforderlich. Zuständige Behörde ist die Montanbehörde.

- **Gewerbeordnung 1994, BGBl. 194 i. d. g. F.**

Ist die Anlage zur thermischen Nutzung des Untergrunds und des Grundwassers Teil einer nach der Gewerbeordnung 1994 bewilligungspflichtigen Betriebsanlage, sind die betriebsanlagenrechtlichen Bestimmungen anzuwenden.

- **Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz 2000 (UVP-G 2000), BGBl. 697/1999 i. d. g. F.**

Sollten im Rahmen einer UVP-pflichtigen Maßnahme auch die Errichtung und der Betrieb einer Anlage zur thermischen Nutzung des Untergrunds und des Grundwassers vorgesehen sein, unterliegt auch diese als Teil der Gesamtanlage dem UVP-Gesetz.

- **Baurecht**

Die jeweiligen landesgesetzlichen Bestimmungen sind zu berücksichtigen.

- **Naturschutzrecht**

Die jeweiligen landesgesetzlichen Bestimmungen sind zu berücksichtigen.

## 9.3 Erforderliche Einreichunterlagen

Für die Erlangung der erforderlichen Bewilligungen ist die Vorlage von Einreichunterlagen je nach gesetzlicher Anforderung notwendig. Für die wasserrechtliche Bewilligung wird auf die Vorgaben der einzelnen Bundesländer (siehe *Anhang 7*) verwiesen.

## 10 Literaturhinweise, Normen, Richtlinien

ÖWWV: Wasserwirtschaftliche Gesichtspunkte für die Projektierung von Grundwasserwärmepumpenanlagen; ÖWWV-Arbeitsbehelf Nr. 3, Wien 1986

ÖWAV: Anlagen zur Gewinnung von Erdwärme (AGE); ÖWAV-Regelblatt 207, Wien 1993

ÖWAV: Nutzung artesischer und gespannter Grundwässer; ÖWAV-Regelblatt 211, Wien 2000

VDI-Richtlinie 4640: Thermische Nutzung des Untergrundes, Hrsg.: Verein Deutscher Ingenieure, VDI-Gesellschaft Energietechnik (GET), Beuth Verlag

VDI- Richtlinie 4650: Kurzverfahren zur Berechnung von Jahresarbeitszahlen

Norm SIA 384/6 Erdwärmesonden (Entwurf Februar 2008)

AWP: Technisches Merkblatt T 1: Wärmepumpenheizungsanlage mit Erdwärmesonden, August 2007

Amt der Oö Landesregierung: Eignungsuntersuchung von Verpressmaterialien für Erdwärmesonden, Technischer Endbericht, November 2007

Amt der Oö Landesregierung: Studie „Grundwasser-Störfallpotenzial des Kältemittelkreislaufes von Wärmepumpen, Möglichkeiten und Stand der Technik der Störfallvorsorge“, Entwurf vom 02.10.2008

Energieforschung im Auftrag des Bundesamtes für Energie BFE, Schweiz: Anpassen der Druckprüfung nach DIN V 4279-7 für Erdwärmesonden aus Polyethylen, Schlussbericht, Dezember 2005

AG Solar Nordrhein-Westfalen: Luft-Erdwärmetauscher L-EWT, Teil 1 Systeme für Wohngebäude, Kurzfassung

Bear (1979): Hydraulics of Groundwater, McGraw-Hill, New York, 309 Seiten.

Kobus, H., Mehlhorn, H.(1980): Beeinflussung von Grundwassertemperaturen durch Wärmepumpen; GWF 121, H 6

Kresser, W., Reitinger, J. (1983): Einsatz der Grundwasserwärmepumpe in Österreich. – Wiener Mitteilungen, Wasser-Abwasser-Gewässer, Bd. 52

Ingerle, K. (1988): Beitrag zur Berechnung der Abkühlung des Grundwasserkörpers durch Wärmepumpen; Österreichische Wasserwirtschaft Jg. 40 H. 11/12, 1988

Ingerle, K. (1984): Ausbreitung einer Thermalfront im Grundwasser-Körper, im Auftrag des Amtes der OÖ Landesregierung, Regional-Archiv 5/84

Labhart, W. (1991): Thermische und chemische Beeinflussung des Grundwassers durch Einleitung von Warmwasser (Sarnen /Kanton Obwalden); Nationales Forschungsprogramm Nr. 2: Grundlegende Probleme des Schweizerischen Wasserhaushaltes, Schlussbericht, 1991

Neuhäuser, M., (2001): Leckagen Test an einer Wasser/Wasser Wärmepumpe. Arsenal Research im Auftrag der Leistungsgemeinschaft Wärmepumpe, Wien

Rauch W. (1992): Ausbreitung von Temperaturanomalien im Grundwasser. Dissertation, Fakultät für Bauingenieurwesen, Universität Innsbruck. ISBN 3-900259-25-9, 1992

Busch, K.-F., Luckner, L., Tiemer, K. (1993): Lehrbuch der Hydrogeologie, Band 3, Geohydraulik, Gebrüder Bornträger, Stuttgart, 497 Seiten.

Adinolfi, M., Koch, M., Ruck, W. (1994): Ökologische und mikrobielle Folgen der Wärmespeicherung im Aquifer. – Stuttgarter Berichte zur Siedlungswasserwirtschaft 124, pp. 89-106, München

Adam, D., Markiewicz, R. (2002): Nutzung der geothermischen Energie mittels erdberührter Bauwerke, Teil 1-3, ÖIAZ, 147. Jg, Heft 5-6

Rauch, W., Stegner, U. (2004): Das thermische Nutzungspotential von oberflächennahen Aquiferen aus wasserwirtschaftlicher Sicht. GWF Wasser-Abwasser 145, Nr. 5

266. Verordnung: AEV Kühlsysteme und Dampferzeuger; 27.Mai 2003

Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Wasserhaushaltsgesetz über die Einstufung wassergefährdender Stoffe in Wassergefährdungsklassen – (VwVwS vom 27. Juli 2005, Deutschland)

ÖNORM B 2279 – Spezialtiefbauarbeiten – Aufschluss-, Brunnen- und Grundbauarbeiten – Werkvertragsnorm

ÖNORM B 2400 – Hydrologie – Hydrographische Fachausdrücke und Zeichen – Ergänzende Bestimmungen zur ÖNORM EN ISO 772 und ÖNORM EN ISO 772/A1

ÖNORM B 2506-1 – Regenwasser-Sickeranlagen für Abläufe von Dachflächen und befestigten Flächen – Anwendung, hydraulische Bemessung, Bau und Betrieb

ÖNORM B 2601 – Wassererschließung – Brunnen – Planung, Bau und Betrieb

ÖNORM EN 378-1 – Kälteanlagen und Wärmepumpen – Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen – Teil 1: Grundlegende Anforderungen, Begriffe, Klassifikationen und Auswahlkriterien

ÖNORM EN 378-2 – Kälteanlagen und Wärmepumpen – Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen- Teil 2: Konstruktion, Herstellung, Prüfung, Kennzeichnung und Dokumentation

ÖNORM EN 378-3 – Kälteanlagen und Wärmepumpen – Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen – Teil 3: Aufstellungsort und Schutz von Personen

ÖNORM EN 378-4 – Kälteanlagen und Wärmepumpen – Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen – Teil 4: Betrieb, Instandhaltung, Instandsetzung und Rückgewinnung

ÖNORM EN 805 – Wasserversorgung – Anforderungen an Wasserversorgungssysteme und deren Bauteile außerhalb von Gebäuden

ÖNORM EN 12263 – Kälteanlagen und Wärmepumpen – Sicherheitsschalteneinrichtungen zur Druckbegrenzung – Anforderungen und Prüfungen

ÖNORM EN 14511-1 – Luftkonditionierer, Flüssigkeitskühlsätze und Wärmepumpen mit elektrisch angetriebenen Verdichtern für die Raumbeheizung und Kühlung – Teil 1: Begriffe

ÖNORM EN 15255 – Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden – Berechnung der wahrnehmbaren Raumkühllast – Allgemeine Kriterien und Validierungsverfahren

ÖNORM EN 15377-3 – Heizungsanlagen in Gebäuden – Planung von eingebetteten Flächenheiz- und -kühlssystemen mit Wasser als Arbeitsmedium – Teil 3: Optimierung für die Nutzung von erneuerbaren Energiequellen

ÖNORM EN ISO 14688-1 – Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden – Teil 1: Benennung und Beschreibung (ISO 14688-1:2004)

ÖNORM EN ISO 14688-2 – Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden – Teil 2: Grundlagen von Bodenklassifizierung (ISO14688-2:2004)

ÖNORM EN ISO 14689 – Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Fels – Teil 1: Benennung und Beschreibung (ISO 14689-1:2003)

ÖNORM EN ISO 22475-1 – Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Probenentnahmeverfahren und Grundwassermessungen – Teil 1: Technische Grundlagen der Ausführung (ISO 22475-1:2006)

ÖNORM H 6040 – Lüftungstechnische Anlagen – Kühllastberechnung

ÖNORM H 7500 (Vornorm) – Heizungssysteme in Gebäuden – Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast (Nationale Ergänzung zu ÖNORM EN 12831)

ÖNORM M 7755-1 – Elektrisch angetriebene Wärmepumpen – Allgemeine Anforderungen bei Planung und Errichtung von Wärmepumpen-Heizungsanlagen

ÖNORM M 7755-2 – Elektrisch angetriebene Wärmepumpen – Besondere Anforderungen an Wärmepumpenanlagen bei Nutzung von Grundwasser, Oberflächenwasser oder Erdreich

ÖNORM M 7755-3 – Elektrisch angetriebene Wärmepumpen – Besondere Anforderungen an Wärmepumpenanlagen mit Direktverdampfung zur Nutzung von Erdwärme



## Anhang 1: Kennwerte von ausgewählten Kältemitteln<sup>1)</sup>

Kältemittel-Nr. <sup>2)</sup>	Benennung (Zusammensetzung = Massenanteil) <sup>Typ 3)</sup>	Chemische Formel	Sicherheitsgruppe <sup>4)</sup>	Fluidgruppe nach DGR <sup>5)</sup>	Molekularmasse <sup>6)</sup> [g/mol]	Praktischer Grenzwert <sup>7)</sup> [kg/m <sup>3</sup> ]	ATEL/ODL <sup>8)</sup> [kg/m <sup>3</sup> ]	Untere Explosionsgrenze		Siedepunkt (101 kPa) [°C]	Treibhauspotenzial <sup>9)</sup> GWP <sub>100</sub>	Ozonabbau-potenzial <sup>11)</sup> ODP	Henry-Konstante K <sub>H</sub> <sup>12)</sup> [mol/m <sup>3</sup> .Pa]
								[kg/m <sup>3</sup> ]	[%] v/v				
22	Chlordifluormethan <sup>HFC<sub>KW</sub></sup>	CHClF <sub>2</sub>	A1	2	86,5	0,3	0,3	-	-	-40,8	1700	0,055	3,7 E-4
32	Difluormethan <sup>HF<sub>KW</sub></sup>	CH <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	A2	1	52	0,061	0,085	0,27	12,7	-51,7	550	0	8,6 E-4
125	Pentafluorethan <sup>HF<sub>KW</sub></sup>	CHF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	A1	2	120	0,39	0,39	-	-	-48,1	3400	0	8,0 E-5
134a	1,1,1,2-Tetrafluorethan <sup>HF<sub>KW</sub></sup>	CF <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> F	A1	2	102	0,25	0,25	-	-	-26,2	1300	0	1,8 E-4
152a	1,1-Difluorethan <sup>HF<sub>KW</sub></sup>	CHF <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	A2	1	66	0,026	0,14	0,137	5,1	-25	120	0	5,3 E-4
218	Octafluoropropan <sup>FKW</sup>	C <sub>3</sub> F <sub>8</sub>	A1	2	188	0,44	0,44	-	-	-37	8600	0	
290	Propan <sup>KW</sup>	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	A3	1	44	0,008	0,09	0,038	2,1	-42	3 <sup>10)</sup>	0	1,5 E-5
404A	R-125/143a/134a (44/52/4) <sup>HF<sub>KW</sub></sup>	CF <sub>3</sub> CHF <sub>2</sub> + CF <sub>2</sub> CH <sub>3</sub> + CF <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> F	A1	2	97,6	0,48	0,48	-	-	ca. -46	3780	0	
407C	R-32/125/134a (23/25/52) <sup>HF<sub>KW</sub></sup>	CH <sub>2</sub> F <sub>2</sub> + CF <sub>3</sub> CHF <sub>2</sub> + CF <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> F	A1	2	86,2	0,31	0,31	-	-	ca. -40	1650	0	4,3 E-4
410A	R-32/125 (50/50) <sup>HF<sub>KW</sub></sup>	CH <sub>2</sub> F <sub>2</sub> + CF <sub>3</sub> CHF <sub>2</sub>	A1	2	72,6	0,44	0,44	-	-	ca. -51,6	1980	0	6,2 E-4
507A	R-125/143a (50/50) <sup>HF<sub>KW</sub></sup>	CF <sub>3</sub> CHF <sub>2</sub> + CF <sub>3</sub> CH <sub>3</sub>	A1	2	98,8	0,49	0,49	-	-	-46,7	3850	0	
600	Butan <sup>KW</sup>	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	A3	1	58,1	0,0086	0,19	0,036	1,5	0	3 <sup>10)</sup>	0	1,1 E-5
600a	Isobutan <sup>KW</sup>	CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	A3	1	58,1	0,0086	0,06	0,043	1,8	-12	3 <sup>10)</sup>	0	8,3 E-6
1270	Propen (Propylen) <sup>KW</sup>	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	A3	1	42,1	0,008	0,010	0,040	2,3	-48	3 <sup>10)</sup>	0	4,7 E-5
744	Kohlendioxid	CO <sub>2</sub>	A1	2	44	0,07	0,07	-	-	-78	1	0	3,6 E-4
717	Ammoniak	NH <sub>3</sub>	B2	1	17	0,00035	0,00035	0,104	15	-33	0	0	6,0 E-1

### Anmerkungen:

- 1) Die Tabelle gibt nur eine beispielhafte Auflistung von Kältemitteln. Die Auswahl eines Kältemittels hat entsprechend den praktischen und sicherheitstechnischen Anforderungen und den rechtlichen Rahmenbedingungen zu erfolgen.
- 2) Die Kältemittel-Nummern entsprechen ISO 817. Ein vorangestelltes R steht für „Refrigerant“.
- 3) Typ: H ... teilhalogenierter, F ... Fluor, C ... Chlor, KW ... Kohlenwasserstoff
- 4) Sicherheitsgruppen gemäß ÖNORM EN 378-1, Anhang F. Sicherheitsgruppe A hat geringere Giftigkeit und B größere Giftigkeit. Die Ziffern geben die Brennbarkeit von 1 für „keine Flammenausbreitung“, 2 für „geringe Brennbarkeit“ bis 3 für „größere Brennbarkeit“ wieder.
- 5) Fluidgruppe gemäß Druckgeräterichtlinie (RL 97/23/EG); Gruppe 1 sind als gefährlich eingestufte Fluide (explosionsgefährlich, hoch entzündlich, leicht entzündlich, entzündlich, sehr giftig, giftig, brandfördernd); Gruppe 2 sind nicht als gefährlich eingestufte Fluide.
- 6) Für Vergleichszwecke wird die Molekularmasse von Luft mit 28,8 kg/kmol angenommen. Relative Gasdichte im Vergleich mit Luft erhält man durch Division der jeweiligen Molekularmasse (mittlere Molekularmasse bei Gemischen) eines Gases durch 28,8.
- 7) Der praktische Grenzwert für ein Kältemittel ist die höchste Konzentration in einem Personen-Aufenthaltsbereich, die noch keine akuten Maßnahmen für eine Flucht erfordert (berücksichtigt neben der Toxizität auch die Brennbarkeit der Kältemittel).
- 8) ATEL ... Acute Toxicity Exposure Limit – Grenzwert für toxische Wirkungen hinsichtlich „Mortalität“, „Kardiale Sensibilisierung“, „Narkotisierende Wirkung“ und „Sonstige fluchtauslösende Symptome und bleibende Verletzungen“, wobei der jeweils niedrigste Wert gilt.  
ODL ... Oxygen Deprivation Limit – Grenzwert für Sauerstoffmangel. Sollte 140.000 ppm Kältemittel in Luft betragen (entspricht einem Restsauerstoffgehalt von 18,0 Volumsprozent)
- 9) Das Treibhauspotenzial (Global Warming Potential – GWP) wird im Intergovernmental Panel on Climate Change: 1994, The IPCC Scientific Assessment definiert. Diese Daten werden regelmäßig an den neuesten wissenschaftlichen Stand angepasst und können sich daher ändern. Daten auf letztem Stand von 2001.
- 10) Ozone Assessment Report 1998
- 11) Die Werte für das Ozonabbaupotenzial (ODP – Ozone Depletion Potential) sind dem Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L333, Jahrgang 37, 22. Dezember 1994 entnommen.
- 12) Diese Spalte ist eine Erweiterung zur Liste in der ÖNORM EN 378-1. Die Henry-Konstante als Verhältnis der Konzentration des Gases in Wasser (in mol/m<sup>3</sup>) zum Partialdruck des Gases in der Luft (in Pa) bei 298,15 Kelvin (25 °C) [R. Sander (1999) Compilation of Henry's Law Constants for Inorganic and Organic Species of Potential Importance in Environmental Chemistry (Version 3) [www.mpch-mainz.mpg.de/~sander/res/henry.html](http://www.mpch-mainz.mpg.de/~sander/res/henry.html)] ausgenommen R 125 wurde aus ESW Consulting Wruess, Abschätzung des Gefährdungspotentials von Erdwärmearanlagen für das Grundwasser, 1996 entnommen.

## Anhang 2: Kennwerte von ausgewählten Wärmeträgermedien

	Wasser			Ethylalkohol (Ethanol)			1,2-Ethandiol (Monoethylenglykol)			1,2-Propandiol (Propylenglykol)				
<b>Aggregatzustand</b>	flüssig			flüssig			flüssig			flüssig				
<b>Dichte <math>\rho</math> 20 °C [g/cm<sup>3</sup>]</b>	0,998			0,789			1,113			1,055				
<b>Schmelzpunkt [°C]</b>	0			-115			-13			-44				
<b>Konzentratgehalt bei Eisflockpunkt von -10 °C [Vol.-%] und -15 °C [Vol.-%]</b>	-			23			21			25				
	-			29			28			31				
<b>kinemat. Viskosität Konzentrat [mm<sup>2</sup>/s]</b>														
20 °C	0 °C	-10 °C	1	1,8	-	1,5	2,3	2,8	28	-	-	72	-	-
<b>kinemat. Viskosität 25 Vol.-% [mm<sup>2</sup>/s]</b>														
20 °C	0 °C	-10 °C	-	-	-	2,3	5,4	9,9	2,1	3,8	5,4	2,4	5,4	9,5
<b>Spez. Wärmekapazität bei 0 °C und 25 Vol.-% Konzentrat [kJ/kg.K]</b>	4,2 (100 %)			2,4 (100 %)			3,82			3,88				
<b>Wärmeleitfähigkeit 0 °C und 25 Vol.-% Konzentrat [W/m.K]</b>	0,6 (100 %)			0,17 (100 %)			0,47			0,40				
<b>Akute orale Toxizität (LD50) [mg/kg]</b>	-			Ratte > 6.200; Erwachsener LD <sub>10</sub> 1.400; Kind LD <sub>10</sub> 2.000			Ratte > 4.000			Ratte 15.000 bis 34.000				
<b>Fischtoxizität (LC<sub>50</sub>, 96 h) [mg/l]</b>	-			> 10.000			Goldorfe 1.500			Regenbogenforelle > 100; Goldorfe 48 h, 1.400				
<b>Daphnientoxizität (EC<sub>50</sub>, 48 h) [mg/l]</b>	-			Daphnia magna > 10.000						Daphnia magna > 10				
<b>Algentoxizität (EC<sub>50</sub>, 48 h) [mg/l]</b>	-			> 5.000						Scenedesmus subspicatus > 1.000				
<b>Handelsbezeichnungen*</b>							Antifrogen® N, Tyfocor®			Antifrogen® L, BCG FS Frostschutz- und Rostschutz, Gelbin DC 924-L, Tyfocor® L,				
<b>Kennzeichnung nach Chemikaliengesetz</b>	-			F brennbar			>25 % Xn gesundheits-schädlich			-				
<b>Im Grundwasser beeinflusste Parameter</b>	-			TOC, CSB			TOC, CSB			TOC, CSB				
<b>Wassergefährdungsklasse (WGK)**</b>	entfällt			1			1			1				
<b>Temperaturbereich für Dauereinsatz [°C]</b>							-35 bis +150			-25 bis +150				
<b>Einsatzgebiete</b>				Tiefensonden			Warmwasserheizsysteme, Kühlkreisläufe, Wärmepumpen			Wärmepumpen, Kühlanlagen, Solaranlagen				

\* Auswahl; erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit

\*\* Wassergefährdungsklassen nach Anhang 4 der Verwaltungsvorschrift wassergefährdende Stoffe – VwVwS (Deutschland, vom 17. Mai 1999) (Unterteilung in: nicht wassergefährdend; WGK 1 – schwach wassergefährdend; WGK 2 – wassergefährdend; WGK 3 – stark wassergefährdend)

Die Daten wurden Firmendatenblättern, Sicherheitsdatenblättern und dem Handbook of Chemistry and Physics, 75th Edition, CRC Press 1994, Editor-in-Chief David R. Lide, Ph.D, entnommen.

	Wasser	Kaliumkarbonat (ca. 28%ige Lösung)	Kaliumformiat (ca. 50%ige Lösung)	Kalziumchlorid (ca. 30%ige Lösung)
<b>Aggregatzustand</b>	flüssig	flüssig	flüssig	flüssig
<b>Dichte <math>\rho</math> 20 °C [g/cm<sup>3</sup>]</b>	0,998	1,27	1,36	1,29
<b>Schmelzpunkt [°C]</b>	0	-13	< -50	< -50
<b>kinemat. Viskosität</b>				
0 °C [mm <sup>2</sup> /s]	1	2,90	3,87	4,43
-10 °C [mm <sup>2</sup> /s]	-	3,99	5,30	7,03
<b>Spez. Wärmekapazität</b>				
20 °C [kJ/kg.K]	4,2	3,06	2,62	2,78
-10 °C [kJ/kg.K]	-	3,01	2,59	2,70
<b>Wärmeleitfähigkeit</b>				
20 °C [W/m.K]	0,6	0,57	0,47	0,55
-10 °C [W/m.K]	-	0,52	0,43	0,52
<b>Akute orale Toxizität (LD50) [mg/kg]</b>	-	Ratte > 5.000	Maus, Ratte > 2.000	Ratte 3.500
<b>Fischttoxizität (LC<sub>50</sub>, 96 h) [mg/l]</b>	-	-	Zebrabärbling, Regenbogenforelle > 1.000	> 500
<b>Daphnientoxizität (EC<sub>50</sub>, 48 h) [mg/l]</b>	-	-	Daphnia magna > 1.000	
<b>Bakterientoxizität [mg/l]</b>	-	-	EC <sub>0</sub> > 10.000	> 2500
<b>Handelsbezeichnungen*</b>		Tyfo-Spezial®	Antifrogen® KF VP 1974, Tyfoxit® F	Kalziumchlorid spezial
<b>Kennzeichnung nach Chemikaliengesetz</b>	-	Xi reizend	Xi reizend	Xi reizend
<b>Im Grundwasser beeinflusste Parameter</b>	-	spez. Elektrische Leitfähigkeit, pH-Wert, Kalium	spez. Elektrische Leitfähigkeit, pH-Wert, Kalium, TOC, CSB	spez. Elektrische Leitfähigkeit, pH-Wert, Chlorid, Gesamthärte
<b>Wassergefährdungsklasse (WGK)**</b>	entfällt	1	1	1
<b>Einsatzgebiete</b>		Wärmepumpen	Kühltheken, Gefrierhäuser, Eisbahnen	Kälteanlagen (Wärmepumpen)

\* Auswahl; erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit

\*\* Wassergefährdungsklassen nach Anhang 4 der Verwaltungsvorschrift wassergefährdende Stoffe – VwVwS (Deutschland, vom 17. Mai 1999) (Unterteilung in: nicht wassergefährdend; WGK 1 – schwach wassergefährdend; WGK 2 – wassergefährdend; WGK 3 – stark wassergefährdend)

Die Daten wurden Firmendatenblättern, Sicherheitsdatenblättern und dem Handbook of Chemistry and Physics, 75th Edition, CRC Press 1994, Editor-in-Chief David R. Lide, Ph.D, entnommen.

### Anhang 3: Aktive Rechentabelle für die Ermittlung der Abnahme der Temperaturanomalie nach Ingerle (1988)

Die Eingabewerte in die MS-Excel™-Tabelle sind hinterlegt.

Tabelle 8: Eingabemaske der MS-Excel™-Rechentabelle

Berechnung von Temperaturanomalien nach Verfahren von Ingerle 1988  
 © W. Rauch und U. Stegner – Arbeitsbereich Umwelttechnik – Universität Innsbruck

Parameter	Beschreibung	Einheit	Wert	Angaben
$T_o$	Durchschnittliche Entnahmetemperatur	°C	10	
$T_A$	Rückgabetemperatur	°C	7	
Q	durchschnittliche Jahreswassermenge der Infiltration*	l/s	0,2	
H	maßgebliche Grundwassermächtigkeit (für Ausbreitung)	m	10	Eingabe der Daten erforderlich
A	Flurabstand	m	5	
J	Grundwasserspiegelgefälle	[-]	0,0025	
$k_f$	Durchlässigkeitsbeiwert	m/s	0,002	
$\alpha$	seitlicher Ausbreitungswinkel	°	6	Standardwert = 6° nach Ingerle 1988
$\Delta x$	Länge des Kontrollvolumens	m	10	Anpassen an Berechnungsschritte
$\lambda_D$	Wärmeleitfähigkeit der Deckschicht	W/m/K	0,5	Standardwert = 0,5
B	hydraulische Einzugsbreite für Q lt. Eingabe	m	4	
$c_{vw}$	spezifische Wärmekapazität von Wasser	J/m³/K	4200000	Keine Eingabe vorgesehen – Angaben dienen nur zur Information

\* Die durchschnittliche Jahreswassermenge errechnet sich aus effektivem Förderstrom[l/s]\*Betriebsstunden/(365\*24)

Das vorliegende Excel-Spreadsheet dient als Werkzeug zur Berechnung der Ausbreitung von Temperaturanomalien nach dem Ansatz von Ingerle (1988). Die Eingabe von Daten erfolgt im Blatt „Eingabe“ in den dafür vorgesehenen Feldern. Die numerische Berechnung kann im Blatt „Berechnung“ bzw. als Abbildung im Blatt „Diagramm“ verfolgt werden. Die Länge des Kontrollvolumens ist der Ausbreitungslänge der Anomalie anzupassen – generell empfiehlt sich ein Wert zwischen 10 und 25 m. Die Achsen im Diagramm können den effektiven Gegebenheiten angepasst werden.

Die hydrogeologischen Eingabeparameter sind aus lokalen Erhebungen sorgfältig zu ermitteln.

**Die Verfasser und der ÖWAV übernehmen keine wie auch immer geartete Verantwortung für die Ergebnisse und die Verwendung des Excel-Spreadsheets!**

Voraussetzung für die Abschätzung des thermisch veränderten Grundwasserbereiches sind die aus lokalen Erhebungen zu ermittelnde Richtung und das Gefälle der Grundwasserströmung sowie des Durchlässigkeitsbeiwertes.

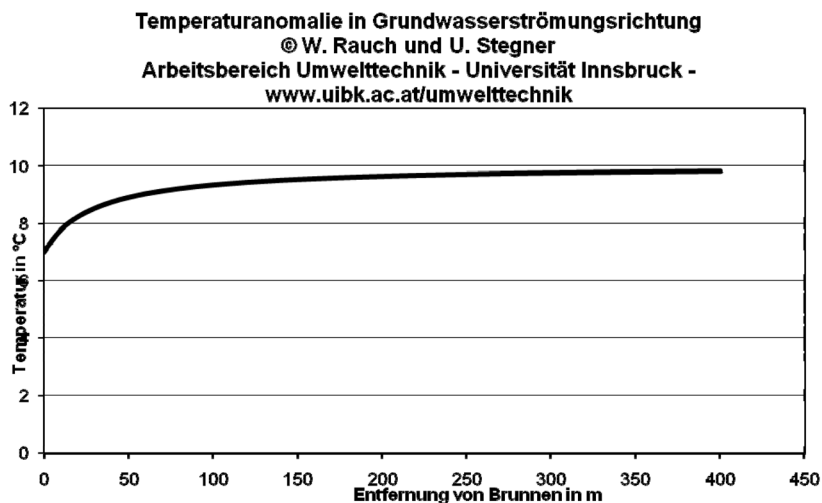


Abbildung 15: Temperaturanomalie in Grundwasserströmungsrichtung

Die Berechnung erfolgt nach dem iterativen Verfahren nach Ingerle. Die Berechnungsformel und zugehörigen Hilfsgrößen sind im Kapitel 6.3.1 detailliert beschrieben. Der Verlauf der Temperaturanomalie  $T_i$  in °C ist in nachfolgender Tabelle berechnet. Die maßgebliche Länge der Temperaturanomalie beträgt hier etwa 60 m in Grundwasserströmungsrichtung, wobei eine tolerierbare Temperaturanomalie durch eine mittlere Abweichung von 1° von der unbeeinflussten Grundwassertemperatur definiert ist. Ausgehend von einer Breite von 8 m erreicht die Temperaturanomalie an ihrem Ende eine seitliche Ausbreitung von ca. 24 m.

Tabelle 9: MS-Excel™-Ergebnistabelle

Entfernung von Brunnen [m]	$B_i$ [m]	$w_i$ [-]	$T_i$ [°C]
0	4		7
10	6,10208292	0,01603505	7,77377156
20	8,20416583	0,02270833	8,23223761
30	10,3062488	0,02938161	8,53553923
40	12,4083317	0,03605489	8,75106261
50	14,5104146	0,04272817	8,91210367
<b>60</b>	<b>16,6124975</b>	<b>0,04940145</b>	<b>9,03700665</b>
70	18,7145804	0,05607473	9,13671024
80	20,8166633	0,06274801	9,21814233
90	22,9187463	0,06942129	9,28590408
100	25,0208292	0,07609456	9,34317112
110	27,1229121	0,08276784	9,39220599
120	29,224995	0,08944112	9,43466435
130	31,3270779	0,0961144	9,47178569
140	33,4291608	0,10278768	9,50451638
150	35,5312438	0,10946096	9,53359147
160	37,6333267	0,11613424	9,55959059
170	39,7354096	0,12280752	9,58297695
180	41,8374925	0,1294808	9,60412519
190	43,9395754	0,13615408	9,62334156
200	46,0416583	0,14282736	9,64087887
210	48,1437413	0,14950063	9,65694767

## Anhang 4: Bemessung von EWS nach SIA 384/6

### Bemessung von EWS nach SIA 384/6

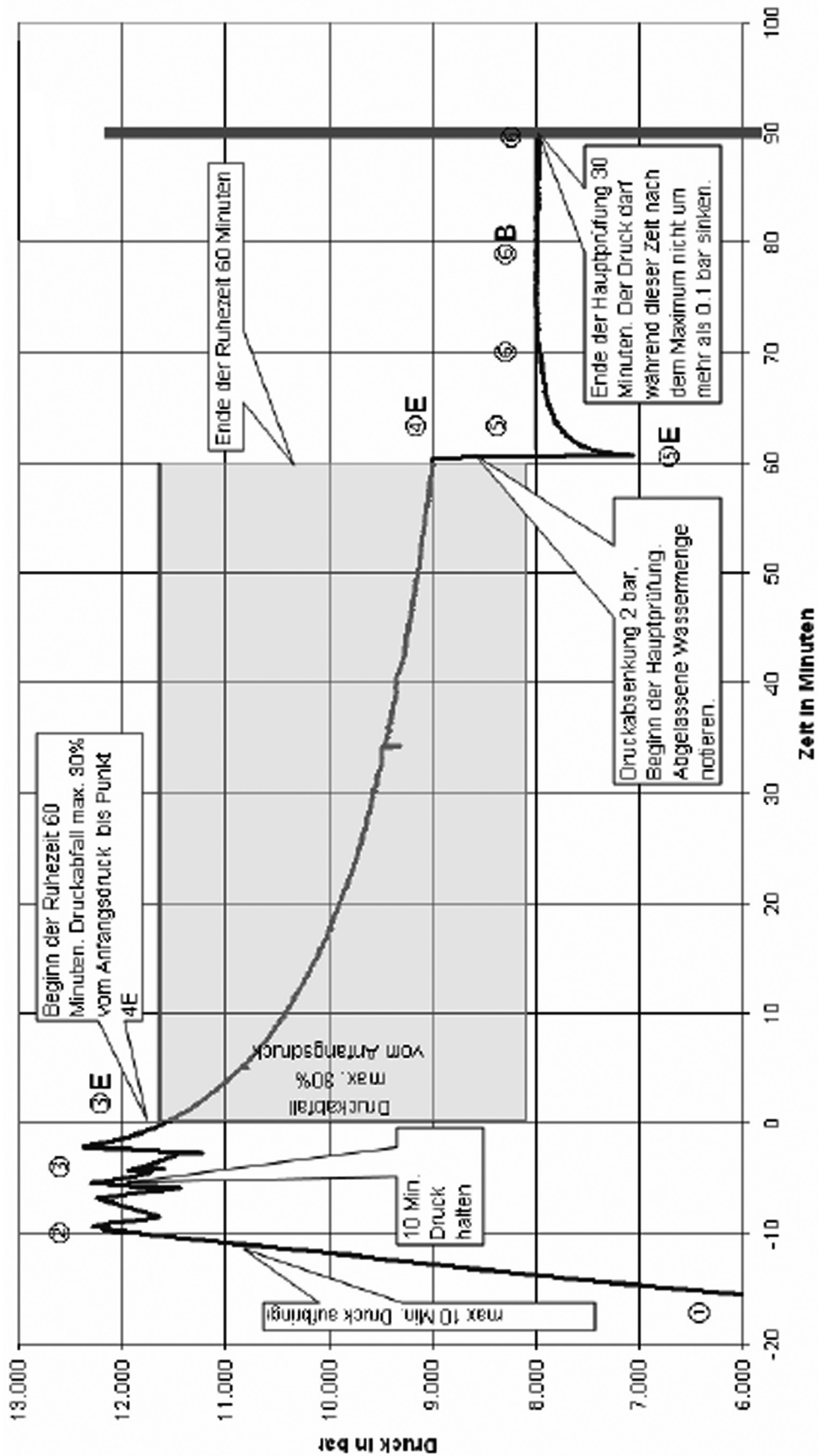
#### Berechnungsbeispiel EWS nach Pkt. D.1.7. des SIA 384/6-Entwurfes

Bezeichnung	Einheit	Wert	Wert	Bemerkung
<b>Gebäudedaten Heizen</b>				
beheizte Wohnfläche	[m <sup>2</sup> ]	200	200	
erforderliche Heizleistung	[kW]	9	9	<b>Eingabefeld</b>
spezifische Heizleistung	[W/m <sup>2</sup> ]	45	45	
Jahresbetriebsstunden Heizen	[h/Jahr]	1.900	1.900	
erforderl. Jahresheizwärmebedarf	[kWh/Jahr]	17.100	17.100	
Energiekennzahl	[kWh/(m <sup>2</sup> *Jahr)]	86	86	
<b>Warmwasserbereitung</b>				
Einwohner	[E]	4	4	
spez. Leistung Warmwasserbereitung mit WP	[kW/E]	0,25	0,25	mind. 0,25 kW/E
Leistung Warmwasserbereitung mit WP	[kW]	1	1	
spez. Energiebedarf Warmwasserbereitung	[kWh/(E*d)]	3,626	3,626	2 - 4 kWh/E, Tag bei durchschn. Benutzer
davon mit WP	[kWh/(E*d)]	1,626	1,626	
davon elektrisch, mit Solaranlage, etc.	[kWh/(E*d)]	2	2	
Energiebedarf Warmwasserbereitung mit WP	[kWh/Jahr]	2.374	2.374	140 l/Tag
<b>Sperrzeit</b>				
Sperrzeit des EVU	[h]			
Zuschlag für Sperrzeit des EVU	[kW]	0,00	0,00	
<b>Gebäudedaten Kühlen</b>				
erforderl. Kühlleistung	[kW]			
erforderl. Jahreskühlarbeit	[kWh/Jahr]			
<b>Bemessung der Wärmepumpe</b>				
erforderl. Leistung WP	[kW]	10,00	10,00	
gewählte Heizleistung bei B0/W35	[kW]	10,80	10,80	
elektr. Leistungsaufnahme bei B0/W35	[kW]	2,40	2,40	
Entzugsleistung aus EWS	[kW]	8,40	8,40	
<b>Bemessung der Erdwärmesonden</b>				
<b>Berechnung nach SIA 384/6</b>				
Energiebedarf Heizen und Warmwasserbereitung	[kWh/Jahr]	19.474	19.474	
Jahresbetriebsstunden WP	[h]	1.803	1.803	
Gesteinstyp		40 m Moräne, 100 m Molasse		
Wärmeleitfähigkeit	[W/m.K]	2,55	2,55	
spez. Wärmekapazität	[MJ/(m <sup>3</sup> .K)]	2,18	2,18	
Sondenrohre		Duplex 32	Duplex 32	
spez. Entzugsleistung	[W/Bohrmeter]	38,5	38,5	aus SIA 384/6, Fig. 11
Anzahl der EWS	[Stk.]	2	3	
Sondenabstand	[m]	10	5	
Korrekturfaktor (Zuschlag) für Simplex-EWS	[-]			aus SIA 384/6, Fig.13
Korrekturfaktor (Zuschlag) Jahresbetriebsstunden, Sondenabstand	[-]	0,06	0,18	aus SIA 384/6, Fig. 15 bis 20
Sondenlängen	L EWS 1 [m]	115,6	85,8	
Höhe über Meer	[müA.]	780	780	
Bodenoberflächentemperatur Heizen	[°C]	8,5	8,5	aus SIA 384/6, Fig. 10
Temperaturgradient	[K/m]	0,030	0,030	
mittl. Auslegetemperatur EWS	[°C]	-1,5	-1,5	
Bodentemperaturdifferenz	[K]	11,73	11,29	
Sondenlänge mit Korrekturfaktor Bodentemperatur	L EWS 2 [m]	113,3	87,4	
Bodentemperaturdifferenz	[K]	11,70	11,31	
Sondenlänge mit Korrekturfaktor Bodentemperatur	L EWS 3 [m]	113,7	87,2	
Bodentemperaturdifferenz	[K]	11,70	11,31	
<b>Sondenlänge mit Korrekturfaktor Bodentemperatur</b>	<b>L EWS 4 [m]</b>	<b>113,6</b>	<b>87,3</b>	
spez. Wärmeentzug mit Korrekturfaktoren	[W/Bohrmeter]	36,97	32,08	
spez. Entzugsarbeit *	[kWh/(m <sup>3</sup> *Jahr)]	85,70	74,38	80 - 100 kWh/(m <sup>3</sup> *Jahr)
<b>Hydraulik der EWS</b>				
spez. Wärmekapazität Frostschutz	[kJ/kg.K]	4,04	4,04	Ethylenglykol 20 %
	[kWh/kg*K]	0,001123	0,001123	
Dichte Frostschutz	[kg/m <sup>3</sup> ]	1,040	1,040	
Durchfluss bei Differenz von 3 K	[l/h]	2.397	2.397	
Durchfluss je Sonde bei Differenz von 3 K	[l/h]	1.199	799	aus SIA 384/6, Fig. 24: Umschaltpunkt laminar/turbulent bei 1000 l/h
turbulente Strömung		JA	NEIN	

\* 80 - 100 kWh/(m<sup>3</sup>\*a)(Technisches Merkblatt T1 AWP Schweiz)

## Anhang 5

### Anhang 5.1: Druckprüfung von Erdwärmesonden in Anlehnung an ÖNORM EN 805



## Anhang 5.2: Druckprotokoll zur Sondenprüfung (Grundlage Anhang 5.1)

Durchflusstest und Druckprüfung von Erdwärmesonden in Anlehnung an ÖNORM EN 805									
<b>Objekt</b>								Auftrag	
Bauleitung								Seite Nr.	
Umfang der Arbeiten									
<b>Erdwärmesonde Nr.</b>									
Fabrikationsnummer									
Länge [m]									
Durchmesser aussen/ Wandstärke [mm]									
<b>Durchflussprüfung</b>									
Prüfdatum Zeit									
	Kreis 1		Kreis 2		Kreis 1		Kreis 2		
Wasserdurchflussmenge [l/min]									
Druck EWS Eintritt [bar]									
Druck EWS Austritt [bar]									
Differenzdruck [bar]									
Bedingung erfüllt ja/nein	ja	nein	ja	nein	ja	nein	ja	nein	
EWS gespült ja/nein	ja	nein	ja	nein	ja	nein	ja	nein	
<b>Druckprüfung nach ÖNORM EN 805<sup>1)</sup></b>									
Prüfdatum / Zeit									
	Dauer	Zeit- Ablauf	Kreis 1	Kreis 2	Dauer	Zeit- Ablauf	Kreis 1	Kreis 2	
			[bar]	[bar]			[bar]	[bar]	
Prüfdruck aufbringen (12 bar +/- 1 bar) <b>(2)</b>	<10 Min	-10 Min			<10 Min	-10 Min			
Druckhaltephase (Min. 10 bar) <b>(3E)</b>	10 Min	0 Min			10 Min	0 Min			
Ruhezeit Druckabfall max. 30% ab Anfang Ruhezeit <b>(4E)</b>	60 Min	60 Min			60 Min	60 Min			
Druck um 2 bar reduzieren <b>(5E)</b> Menge abgelassenes Wasser [l]									
Hauptprüfung (Dauer 30 Minuten)	10 Min	70 Min			10 Min	70 Min			
<b>(6B)</b>	5 Min	75 Min			5 Min	75 Min			
<b>(6C)</b>	5 Min	80 Min			5 Min	80 Min			
<b>(6C)</b>	5 Min	85 Min			5 Min	85 Min			
<b>(6C)</b>	5 Min	90 Min			5 Min	90 Min			
Bedingung erfüllt (ja/nein)*									
<b>Abnahme</b>	Bauherr oder Vertreter				Geräteführer				
Ort und Datum									

<sup>1)</sup> Messgenauigkeit mindestens 0,1 bar

\* Während der Hauptprüfung (6A bis 6C) darf der Druck nach dem Maximum um nicht mehr als 0,1 bar sinken

### Anhang 5.3: Gesamtdruckprotokoll (Grundlage Anhang 5.1)

Druckprüfung der Gesamtanlage in Anlehnung an ÖNORM EN 805				
<b>BauherrIn/Baustelle</b>				Auftrag
PLZ: / Ort:				Seite Nr.
Straße/Hausnummer				
Prüfende Firma				
Anzahl der Sonden				
Erdverlegte Leitungen [m]				
Sammelschacht (ja/nein)				
Art und Anzahl der geprüften Verbindungsstellen				
	Sondenverteiler			
	Erdverlegte Schweißverbindungen			
	Sonstige			
Name der Technikerin/des Technikers				
<b>Druckprüfung nach ÖNORM EN 805<sup>1)</sup></b>				
Prüfdatum / Zeit				
		Dauer	Zeit-Ablauf	Gesamtanlage [bar]
Prüfdruck aufbringen (12 bar +/- 1 bar) <b>(2)</b>		<10 Min	-10 Min	
Druckhaltephase (Min. 10 bar) <b>(3E)</b>		10 Min	0 Min	
	Ruhezeit Druckabfall max. 30% ab Anfang Ruhezeit <b>(4E)</b>	60 Min	60 Min	
	Druck um 2 bar reduzieren <b>(5E)</b> Menge des abgelassenen Wassers in Liter			
	Hauptprüfung (Dauer 30 Minuten) <b>(6A)</b>	10 Min	70 Min	
		5 Min	75 Min	
	<b>(6B)</b>	5 Min	80 Min	
		5 Min	85 Min	
	<b>(6C)</b>	5 Min	90 Min	
Bedingung erfüllt (ja/nein)*				ja nein
<b>Abnahme</b>		BauherrIn oder VertreterIn		
Ort und Datum				

<sup>1)</sup> Messgenauigkeit mindestens 0,1 bar

\* Während der Hauptprüfung (6A bis 6C) darf der Druck nach dem Maximum um nicht mehr als 0,1 bar sinken.

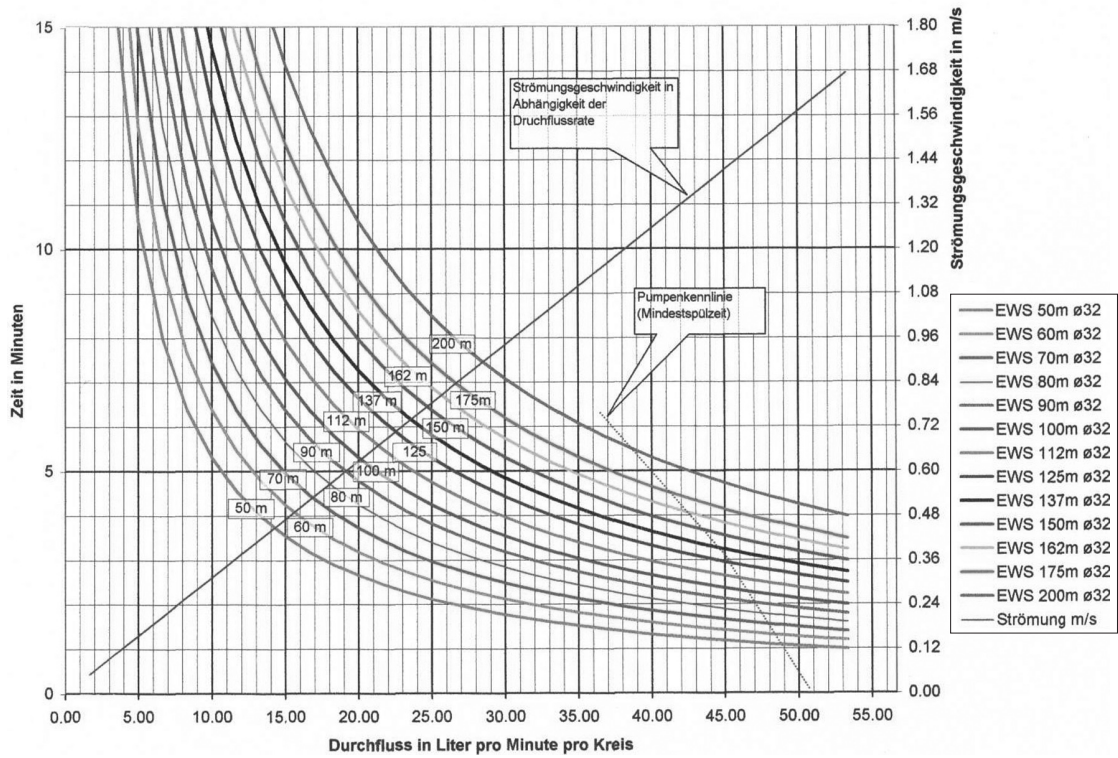
**Anhang 5.4: Druckprüfung mit Sichtkontrolle**

Druckprüfungsprotokoll der Gesamtanlage durch Sichtkontrolle			
<b>BauherrIn/Baustelle</b>	Ausführende Firma		
PLZ: / Ort:			
Straße/Hausnummer			
Prüfende Firma			
<b>Anlagenbeschreibung</b>			
Anzahl der Sonden			
Erdverlegte Leitungen [m]			
Sammelschacht (ja/nein)			
Detaillageplan vorhanden (ja/nein)			
Art und Anzahl der optisch geprüften Verbindungsstellen			
Sondenverteiler			
Erdverlegte Schweißverbindungen			
Sonstige			
Name der TechnikerIn/des Technikers			
<b>Druckprüfung mit flüssigen Medien<sup>1)</sup></b>	Uhrzeit	Dauer	Druck
Prüfdruck aufbringen -> 6 bar			Abfall
Druckprüfphase Beginn			-----
Druckprüfphase Ende (Dauer mind. 30 Min.)			
Verbindungsstellen dicht (ja/nein)			
<b>Abnahme</b>			
Ort und Datum	BauherrIn oder VertreterIn	TechnikerIn	

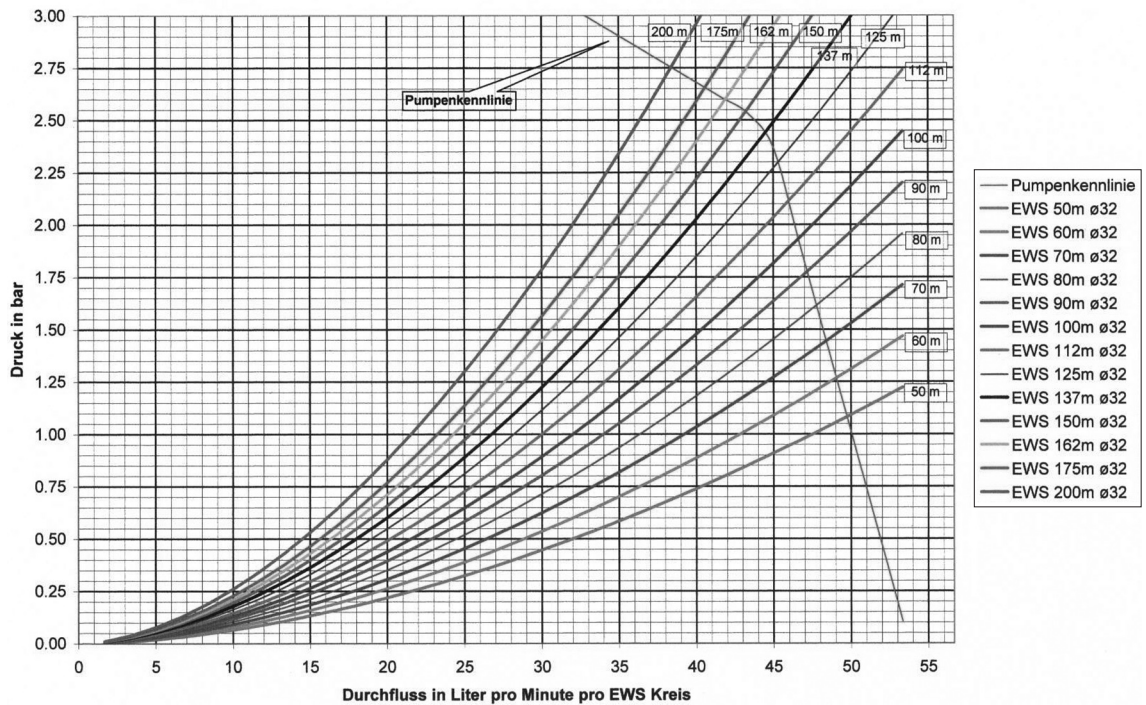
<sup>1)</sup> Messgenauigkeit mindestens 0,1 bar

# Anhang 6: Durchflusstest Erdwärmesonden

Mindestspüldauer für einen Umgang bei 32mm EWS pro Kreis



Durchflussdiagramm EWS 32mm pro Kreis bei Wasser 15°C



## Anhang 7: Ansprechstellen und Informationen

### **Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft**

Stubenring 1, 1010 Wien

Tel.: 01/71 100-0

<http://lebensministerium.at>

Lage der hydrografischen Messstellen: <http://geoinfo.lfrz.at/ehyd>

### **Amt der Burgenländischen Landesregierung**

Abt. 9 – Wasser- und Abfallwirtschaft

7000 Eisenstadt, Europaplatz 1

Tel.: 02682/600-6518

Fax: 02682/600-6633

E-Mail: [waermepumpe-burgenland@bgld.gv.at](mailto:waermepumpe-burgenland@bgld.gv.at)

### **Technische Informationen und geografische Erstinformationen:**

Abt. 9 – Wasser- und Abfallwirtschaft,

Tel.: 02682/600-6518

Fax: 02682/600-6633

E-Mail: [waermepumpe-burgenland@bgld.gv.at](mailto:waermepumpe-burgenland@bgld.gv.at)

Bei der geografischen Erstinformation wird auch festgestellt, ob das Anzeigeverfahren angewendet werden kann.

**Förderungen:** [www.e-government.bgld.gv.at/wbf/basisinfo/alternativenergie-intro.htm](http://www.e-government.bgld.gv.at/wbf/basisinfo/alternativenergie-intro.htm)

### **Amt der Kärntner Landesregierung**

Abt. 15 Umwelt, Unterabteilung Geologie und Bodenschutz

9020 Klagenfurt, Flatschacher Straße 70

Tel: 050/536-31511

Fax: 050/536-41500

E-Mail: [abt15.geologie@ktn.gv.at](mailto:abt15.geologie@ktn.gv.at)

**Technische Informationen:** <http://wasser.ktn.gv.at/> > Organisation > Wasserwirtschaftliche Planung > Merkblatt Tiefsonden

**Geografische Informationen:** [www.kagis.ktn.gv.at](http://www.kagis.ktn.gv.at) > Kärnten Atlas > Geologie/Boden > Detailkarte starten > Tiefsonden (Verbotzonen, Vorhandene Tiefsonden, Vorh. Brunnen, Quellen etc.)

**Förderungen:** Neu- oder Altbau: [www.wohnbau.ktn.gv.at](http://www.wohnbau.ktn.gv.at),

Nur Neubau: [www.energiewirtschaft.ktn.gv.at](http://www.energiewirtschaft.ktn.gv.at), Landwirtschaftliche Betriebe: [www.landwirtschaft.ktn.gv.at](http://www.landwirtschaft.ktn.gv.at), Gewerbebetriebe: [www.kommunalkredit.at](http://www.kommunalkredit.at), **Fördervoraussetzung:** Energieausweis, erhältlich z. B. bei Energieberatung, [www.energiebewusst.at](http://www.energiebewusst.at)

### **Amt der Niederösterreichischen Landesregierung**

Abteilung Wasserwirtschaft

3109 St. Pölten, Landhausplatz 1

Tel.: 02742/9005-14271

Fax: 02742/9005-14090

E-Mail: [post.wa2@noel.gv.at](mailto:post.wa2@noel.gv.at)

### **Technische Informationen für Wasserrechtsverfahren:**

[www.noel.gv.at](http://www.noel.gv.at) > Politik & Verwaltung > Kontakt zur Verwaltung > Gruppen und Abteilungen >\_BD – Gruppe Baudirektion > NÖ Gebietsbauämter

**Musterprojekte für Wasserrechtsverfahren:**

[www.noel.gv.at](http://www.noel.gv.at) > Umwelt > Wasser > Grundwasser > Wärmegewinnungsanlagen > Downloads:  
Musterprojekte für Tiefsonden, Wasser – Wasser Wärmepumpen, Flachkollektoranlagen

**Geografische Informationen zu wr. besonders geschützten Gebieten:**

[www.noel.gv.at](http://www.noel.gv.at) > Umwelt > Wasser > Wasserdatenverbund > Online-Abfrage des Wasserbuches > Wasserdatenverbund NÖ (Start der Online-Abfrage)

Layer Ein: wasserrechtliche Schutzgebiete, wasserrechtliche Schongebiete, wasserwirtschaftliche Rahmenverfügungen

**Förderungen:**

[www.noel.gv.at](http://www.noel.gv.at) > Bauen & Wohnen > Heizen/Energie > Solar-, Wärmepumpen-, Fotovoltaik-Förderungen

**Amt der Oberösterreichischen Landesregierung**

Direktion Umwelt und Wasserwirtschaft

Abt. Grund- und Trinkwasserwirtschaft,

4021 Linz, Kärntnerstr. 12

Tel.: 0732/7720/12478

Fax: 0732/7720/12860

E-Mail: [w-gtw.post@ooe.gv.at](mailto:w-gtw.post@ooe.gv.at)

**Technische Informationen:** [www.land-oberoesterreich.gv.at](http://www.land-oberoesterreich.gv.at), >Themen > Umwelt > Wasser > Grundwasser : Thermische Nutzung: Fachinformation für Einreichunterlagen: Merkblätter Tiefsonden, Flachkollektoren, Grundwasser-Wärmepumpen

**Geografische Informationen:** Wasserschongebiete, Geologische Karte 1:200.000, örtliche Grundwasserschichtenlinien und Schlierreliefkarten: <http://doris.ooe.gv.at/fachinfo/wasser>

**Förderungen:** [www.land-oberoesterreich.gv.at](http://www.land-oberoesterreich.gv.at) > [Homepage](#) > [Themen](#) > [Förderungen](#)

**Amt der Salzburger Landesregierung**

Abteilung 6: Landesbaudirektion, Fachabteilung Wasserwirtschaft

5020 Salzburg, Michael-Pacher-Straße 36

Tel.: 0662/8042-4251

Fax: 0662/8042-4199

E-Mail: [wasserwirtschaft@salzburg.gv.at](mailto:wasserwirtschaft@salzburg.gv.at)

**Technische Informationen:** [www.salzburg.gv.at/wassernutzung.htm](http://www.salzburg.gv.at/wassernutzung.htm)

**Förderungen:** [www.salzburg.gv.at/foerderungen.htm](http://www.salzburg.gv.at/foerderungen.htm)

**Amt der Steiermärkischen Landesregierung**

Fachabteilung 19A Wasserwirtschaftliche Planung und Siedlungswasserwirtschaft

8010 Graz, Stempfergasse 5-7

Tel.: 0316/877-2025

Fax: 0316/877-2116

E-Mail: [fa19a@stmk.gv.at](mailto:fa19a@stmk.gv.at)

[www.wasserwirtschaft.steiermark.at](http://www.wasserwirtschaft.steiermark.at)

**Amt der Tiroler Landesregierung**

Abteilung Wasserwirtschaft, Sachgebiet Siedlungswasserwirtschaft

6020 Innsbruck, Herrengasse 1-3

Tel.: 0512/508-4200, -4201

Fax: 0512/508-4205

E-Mail: [wasserwirtschaft@tirol.gv.at](mailto:wasserwirtschaft@tirol.gv.at)

Abteilung Wasserwirtschaft, Sachgebiet Siedlungs- und Industrierwasserwirtschaft  
6020 Innsbruck, Herrengasse 1-3  
Tel.: 0512/508-4230, 4231  
Fax: 0512/508-4205  
E-Mail: [siedlungswasserwirtschaft@tirol.gv.at](mailto:siedlungswasserwirtschaft@tirol.gv.at)

Abteilung Allgemeine Bauangelegenheiten, Fachgebiet Landesgeologie  
6020 Innsbruck, Herrengasse 1-3  
Tel.: 0512/508-4303  
Fax: 0512/508-4005  
E-Mail: [bau.geologie@tirol.gv.at](mailto:bau.geologie@tirol.gv.at)

Abteilung Wasser-, Forst- und Energierecht  
6020 Innsbruck, Heiliggeiststraße 7-9 (Landhaus 2)  
Tel.: 0512/508-2472  
Fax: 0512/508-2475  
E-Mail: [wasser.enegierecht@tirol.gv.at](mailto:wasser.enegierecht@tirol.gv.at)  
[www.tirol.gv.at/themen/umwelt/wasser\\_wasserrecht/downloads](http://www.tirol.gv.at/themen/umwelt/wasser_wasserrecht/downloads)

### **Amt der Vorarlberger Landesregierung**

Abt. Wasserwirtschaft  
6901 Bregenz, Josef-Huter-Straße 35  
Tel.: 05574/511-27405  
Fax: 05574/511-927495  
E-Mail: [wasserwirtschaft@vorarlberg.at](mailto:wasserwirtschaft@vorarlberg.at)

**Technische Informationen:** [www.vorarlberg.at](http://www.vorarlberg.at) > Wasser & Energie > Wasserwirtschaft (linke Navigationsleiste) > Anträge & Formulare (obere Navigation): Fachinformationen für Einreichunterlagen und Merkblätter für Tiefensonden, Flachkollektoren sowie Grundwasser-Wärmepumpen  
[www.vorarlberg.at/vorarlberg/wasser\\_energie/wasser/wasserwirtschaft/antraege\\_formulare/uebersichtformulare.htm](http://www.vorarlberg.at/vorarlberg/wasser_energie/wasser/wasserwirtschaft/antraege_formulare/uebersichtformulare.htm)

**Geografische Informationen** sind in Planung

**Förderungen:** [www.vorarlberg.at](http://www.vorarlberg.at) > Wasser & Energie > Energie (linke Navigationsleiste) > Anträge & Formulare (obere Navigation). [www.vorarlberg.at/vorarlberg/wasser\\_energie/energie/energie/antraege\\_formulare/energieformulare.htm](http://www.vorarlberg.at/vorarlberg/wasser_energie/energie/energie/antraege_formulare/energieformulare.htm)

### **Magistrat der Stadt Wien**

Magistratsabteilung 58 – Wasserrecht  
1010 Wien, Volksgartenstraße 3  
Tel.: 01/4000-96815  
Fax: 01/4000-99-96815  
E-Mail: [post@ma58.wien.gv.at](mailto:post@ma58.wien.gv.at)

**Rechtliche Informationen** (Magistratsabteilung 58):  
[www.wien.gv.at/amtshelfer/umwelt/wasserrecht/bewilligung.html](http://www.wien.gv.at/amtshelfer/umwelt/wasserrecht/bewilligung.html)

#### **Technische Informationen:**

Hydrologie und Gewässerschutz (Magistratsabteilung 45):  
[www.wien.gv.at/amtshelfer/umwelt/wasserrecht/bewilligung.html](http://www.wien.gv.at/amtshelfer/umwelt/wasserrecht/bewilligung.html)

Geologie und Grundbau (Magistratsabteilung 29):  
[www.wien.gv.at/verkehr/grundbau/index.html](http://www.wien.gv.at/verkehr/grundbau/index.html)

Hygienische Belange (Magistratsabteilung 39 – Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstelle der Stadt Wien, IFUM-Labors für Umweltmedizin, Standort Feldgasse 9, 1082 Wien):  
E-Mail: [ifum@ma39.wien.gv.at](mailto:ifum@ma39.wien.gv.at)

Sicherheitstechnische Belange (Magistratsabteilung 25): E-Mail: [post@ma25.wien.gv.at](mailto:post@ma25.wien.gv.at)

**Geografische Informationen:**

Hydrologische Daten (Magistratsabteilung 45): [www.wien.gv.at/umwelt/wasserbau/index.html](http://www.wien.gv.at/umwelt/wasserbau/index.html)

Baugrundkataster (Magistratsabteilung 29): [www.wien.gv.at/verkehr/grundbau/kataster.html](http://www.wien.gv.at/verkehr/grundbau/kataster.html)

**Förderungen:** Magistratsabteilung 50

[www.wien.gv.at/amtshelfer/bauen-wohnen/stadterneuerung/foerderungen/oekofoerderung.html](http://www.wien.gv.at/amtshelfer/bauen-wohnen/stadterneuerung/foerderungen/oekofoerderung.html)



# ÖWAV-REGELWERK

Die nachstehend angeführten Preise gelten für **gedruckte Ausgaben** der angeführten Titel und verstehen sich exkl. USt. zuzügl. Versandkosten. ÖWAV-Mitglieder erhalten im Einzelverkauf 15 % Rabatt auf den Listenpreis, im Abonnement 20 % (**gilt nur für Druckversion!**).

ÖWAV-Regelblätter und -Arbeitsbehelfe **ab Erscheinungsjahr 1999** sind auch **digital** (CD, Download) erhältlich, Preise entnehmen Sie bitte dem Webshop des Österreichischen Normungsinstituts, [www.on-norm.at](http://www.on-norm.at).  
(Die Preisliste ist **gültig bis 31. Dezember 2009**. Preisänderungen und Irrtümer vorbehalten.)

## A) Regelblätter des Österreichischen Wasser- und Abfallwirtschaftsverbandes

(Bis August 1992 als ÖWWV-Regelblätter erschienen)

### Abwassertechnik und Gewässerschutz

ÖWAV-Regelblatt 1	Abwasserentsorgung im Gebirge. 3., vollständige überarbeitete Auflage. 2000. <i>(Printversion vergriffen, nur mehr digital erhältlich)</i>
ÖWWV-Regelblatt 2	Das Fachpersonal auf Abwasserreinigungsanlagen – Merksätze für Gemeinden und Abwasserverbände. 1978. <i>(vergriffen)</i>
ÖWWV-Regelblatt 3	Hinweise für das Ableiten von Abwasser aus Schlachthanlagen und fleischverarbeitenden Betrieben in eine öffentliche Abwasseranlage. Überarb. Neuausgabe 1992. <i>Euro 18,20</i>
ÖWAV-Regelblatt 4	Hinweise für das Einleiten von Abwasser aus Betrieben in eine öffentliche Kanalisationsanlage. 2., vollständige überarbeitete Auflage. 2001. <i>Euro 24,30</i>
ÖWWV-Regelblatt 5	Richtlinien für die hydraulische Berechnung von Abwasserkanälen. 1980. <i>(zurückgezogen)</i>
ÖWAV-Regelblatt 6	Fremdüberwachung von biologischen Abwasserreinigungsanlagen. Teil 1: Fremdüberwachung gemäß 1. AEV für kommunales Abwasser. 2., vollständig überarbeitete Auflage. 1998. <i>Euro 15,80</i> Teil 2: Gesamtprüfung. 2000. <i>Euro 15,10</i>
ÖWAV-Regelblatt 7	Mindestausrüstung für die Eigen- und Betriebsüberwachung biologischer Abwasserreinigungsanlagen (inkl. Indirekteinleiterüberwachung). 4., vollständig überarbeitete Auflage. 2003. <i>Euro 20,00</i>
ÖWAV-Regelblatt 8	Hinweise für das Einleiten von Abwasser aus oberflächenbehandelnden Betrieben in eine öffentliche Abwasseranlage oder einen Vorfluter. Neuauflage 1993. <i>Euro 21,60</i>
ÖWAV-Regelblatt 9	Richtlinien für die Anwendung der Entwässerungsverfahren. 2., vollständig überarbeitete Auflage. 2008. <i>Euro 17,50</i>
ÖWWV-Regelblatt 10 <sup>*)</sup>	Richtlinien für die Ausführung von Abwassermeßschächten. 1981. <i>(vergriffen)</i>
ÖWWV-Regelblatt 11 <sup>*)</sup>	Richtlinien für die abwassertechnische Berechnung von Schmutz-, Regen- und Mischwasserkanälen. 1982. <i>(vergriffen)</i>
ÖWWV-Regelblatt 12	Hinweise für das Einleiten von Abwasser aus milchbe- und -verarbeitenden Betrieben in eine Abwasseranlage. 1982. <i>(vergriffen)</i>
ÖWAV-Regelblatt 13 <sup>*)</sup>	Betriebsprotokolle für Abwasserreinigungsanlagen. 2., vollständig überarbeitete Auflage 1995. <i>Euro 31,50</i> Beiblatt zum ÖWAV-Regelblatt 13. 1998. <i>Euro 4,00</i>
ÖWAV-Regelblatt 14	Sicherheit auf Abwasserreinigungsanlagen (Kläranlagen) – Bau und Einrichtung. 2., vollständig überarbeitete Auflage. 2000. <i>Euro 15,10</i>
ÖWAV-Regelblatt 15	Der Klärfacharbeiter – Berufsbild, Ausbildungsplan und Prüfungsordnung. 2., vollst. überarb. Auflage. 1997. <i>Euro 20,00</i>
ÖWAV-Regelblatt 16	Einleitung von Abwasser aus Kfz-Tankstellen, Kfz-Waschplätzen und Werkstätten in öffentliche Abwasseranlagen oder in Vorfluter. 3., überarbeitete Auflage. 2006. <i>(Printversion vergriffen, nur mehr digital erhältlich)</i>

<sup>\*)</sup> vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft zur Anwendung empfohlen.

<sup>\*\*)</sup> vom Bundesministerium für Bauten und Technik zur Anwendung empfohlen.

ÖWAV-Regelblatt 17	Landwirtschaftliche Verwertung von Klärschlamm. 2., vollständig überarbeitete Auflage. 2004. <i>(Printversion vergriffen, nur mehr digital erhältlich)</i>	
ÖWAV-Regelblatt 18	Sicherheit auf Abwasserreinigungsanlagen (Kläranlagen) – Ausrüstung und Betrieb. 2., vollständig überarbeitete Auflage. 2000.	<i>Euro 12,40</i>
ÖWAV-Regelblatt 19	Richtlinien für die Bemessung von Mischwasserentlastungen. 2., vollständig überarbeitete Auflage. 2007.	<i>Euro 20,00</i>
ÖWWV-Regelblatt 20	Musterbetriebsordnung für Abwasserreinigungsanlagen. 1988.	<i>(zurückgezogen)</i>
ÖWAV-Regelblatt 21	Kanalkataster. 2., vollständig überarbeitete Auflage. 1998.	<i>(vergriffen)</i>
ÖWWV-Regelblatt 22	Kanalwartung und Kanalerhaltung. 1989.	<i>(vergriffen)</i>
ÖWWV-Regelblatt 23	Geruchsemissionen aus Abwasseranlagen. 1991.	<i>Euro 13,30</i>
ÖWAV-Regelblatt 24	EDV-Einsatz auf Abwasseranlagen. Prozessleittechnik – Prozessdatenverarbeitung. 2., vollständig überarbeitete Auflage. 2008.	<i>Euro 16,60</i>
ÖWWV-Regelblatt 25	Abwasserentsorgung in dünn besiedelten Gebieten. 1992.	<i>Euro 17,50</i>
ÖWAV-Regelblatt 26	Hinweise für das Einleiten von Abwässern aus Weinbau- und Kellereibetrieben in eine Abwasseranlage. 2., vollständig überarbeitete Auflage. 2006.	<i>Euro 20,00</i>
ÖWAV-Regelblatt 27	Möglichkeiten der Entsorgung von Senkgrubeninhalten und Schlämmen aus Kleinkläranlagen. 1992.	<i>(vergriffen)</i>
ÖWAV-Regelblatt 28	Unterirdische Kanalsanierung. 2., vollständig überarbeitete Auflage. 2007.	<i>Euro 20,00</i>
ÖWAV-Regelblatt 29	Entsorgung von Räumgut aus kommunalen Abwasseranlagen. 1994.	<i>Euro 19,20</i>
ÖWAV-Regelblatt 30	Sicherheitsrichtlinien für den Bau und Betrieb von Faulgasbehältern auf Abwasserreinigungsanlagen. 3., vollständig überarbeitete Auflage. 2007.	<i>Euro 20,00</i>
ÖWAV-Regelblatt 31	Deponiesickerwasser. Reaktordeponie. 2000.	<i>Euro 23,30</i>
ÖWAV-Regelblatt 32	Sicherheit auf Abwasserableitungsanlagen (Kanalisationsanlagen) – Bau und Einrichtung, Ausrüstung und Betrieb. 2000.	<i>Euro 16,60</i>
ÖWAV-Regelblatt 33	Überwachung wasserrechtlich nicht bewilligungspflichtiger Indirekteinleiter. 2002.	<i>Euro 15,10</i>
ÖWAV-Regelblatt 34	Hochdruckreinigung von Kanälen. 2003.	<i>Euro 22,30</i>
ÖWAV-Regelblatt 35	Behandlung von Niederschlagswässern. 2003.	<i>Euro 23,30</i>
ÖWAV-Regelblatt 36	Dienstanweisung für das Betriebspersonal von Abwasserbehandlungsanlagen. Inkl. CD-ROM. 2003.	<i>Euro 22,30</i>
ÖWAV-Regelblatt 38	Überprüfung stationärer Durchflussmesseinrichtungen auf Abwasserreinigungsanlagen. 2007.	<i>Euro 20,00</i>
ÖWAV-Regelblatt 39	Einleitung von fetthaltigen Betriebsabwässern aus Gastronomie, Küchen und Lebensmittelverarbeitung in öffentliche Abwasseranlagen. 2008.	<i>Euro 17,50</i>

### **Wasserhaushalt und Wasserversorgung**

ÖWAV-Regelblatt 201	Praktische Anleitung für die Nutzung und den Schutz von Karstwasservorkommen. 2., überarbeitete Auflage. 2007.	<i>Euro 29,20</i>
ÖWWV-Regelblatt 202 <sup>*)</sup>	Tiefengrundwässer und Trinkwasserversorgung. 1986.	<i>(vergriffen)</i>
ÖWWV-Regelblatt 203 <sup>1)</sup>	Trinkwassernotversorgung. 1989.	<i>(zurückgezogen)</i>
ÖWWV-Regelblatt 204	Richtlinien für die Wasserversorgung im alpinen Bereich. 1990.	<i>Euro 13,30</i>
ÖWWV-Regelblatt 205 <sup>*)</sup>	Nutzung und Schutz von Quellen aus nicht verkarsteten Bereichen. 1990.	<i>Euro 21,60</i>
ÖWAV-Regelblatt 206	Klein- und Einzeltrinkwasserversorgungsanlagen (gemeinsam mit ÖVGW). 1993.	<i>(vergriffen)</i>
ÖWAV-Regelblatt 207	Thermische Nutzung des Grundwassers und des Untergrunds – Heizen und Kühlen. 2., vollständig überarbeitete Auflage. 2009.	<i>Euro 22,30</i>

<sup>\*)</sup>.... vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft zur Anwendung empfohlen.

<sup>1)</sup> ... Erschienen als ÖVGW-Regelblatt W 74 (1989). Ersetzt durch Neuaufgabe 2006. Bezug: ON Österreichisches Normungsinstitut, A-1020 Wien, Heinestraße 38, Tel. 01/21300-805.

ÖWAV-Regelblatt 208	Bohrungen zur Grundwassererkundung. 1993.	<i>Euro 23,30</i>
ÖWAV-Regelblatt 209	Entscheidungshilfen für Planung, Anlage, Bau und Betrieb von Golfplätzen aus wasserwirtschaftlicher Sicht. 1993.	<i>(vergriffen)</i>
ÖWAV-Regelblatt 210	Beschneigungsanlagen. 2., überarbeitete Auflage. 2007.	<i>Euro 20,00</i>
ÖWAV-Regelblatt 211	Nutzung artesischer und gespannter Grundwässer. 2000.	<i>Euro 23,30</i>
ÖWAV-Regelblatt 212	Skipisten. 1999.	<i>Euro 26,60</i>
ÖWAV-Regelblatt 213	Tiefbohrungen zur Wassergewinnung. 2002.	<i>Euro 29,20</i>
ÖWAV-Regelblatt 214	Markierungsversuche in der Hydrologie und Hydrogeologie. 2007.	<i>Euro 26,60</i>

### **Wasserbau und Ökologie**

ÖWWV-Regelblatt 301 <sup>*)</sup>	Leitfaden für den natur- und landschaftsbezogenen Schutzwasserbau an Fließgewässern. 2. Auflage 1985.	<i>Euro 31,50</i>
ÖWAV-Regelblatt 302	Expertenliste Biologie des ÖWAV. 2., überarbeitete Auflage 1999.	<i>Euro 15,10</i>

### **Qualität und Hygiene**

ÖWAV-Regelblatt 401	Grundwasseruntersuchungen zur Beurteilung von altlastenverdächtigen Alt-ablagerungen. 1992.	<i>Euro 17,50</i>
ÖWAV-Regelblatt 402	Einfache Analysenverfahren auf Abfallbehandlungsanlagen. Teil 2: Eingangs-, Verfahrens- und Endproduktkontrolle auf Kompostierungsanlagen. 1999.	<i>Euro 16,60</i>
ÖWAV-Regelblatt 403 <sup>2)</sup>	Nutzwasserverwendung. Mitteilung über die Verwendung von Nutzwasser in Gebäuden, ausgenommen Industrielle Anwendungen. 1998. <i>(zurückgezogen)</i>	
ÖWAV-Regelblatt 404	Sicherheit, Gesundheitsschutz und Arbeitshygiene für Beschäftigte in der Abfallwirtschaft. 2001.	<i>Euro 25,10</i>
ÖWAV-Regelblatt 405	Arbeitshygienische und arbeitsmedizinische Richtlinien für Abwasseranlagen. 2004.	<i>Euro 22,30</i>
ÖWAV-Regelblatt 406	Begriffe der Membrantechnologie. 2002.	<i>Euro 23,30</i>

### **Abfallwirtschaft**

ÖWAV-Regelblatt 501	Ermittlung des Kapazitätsbedarfs für Kompostanlagen zur Verarbeitung getrennt erfaßter biogener Abfälle. 1996.	<i>(vergriffen)</i>
ÖWAV-Regelblatt 502	Entgasung von Deponiekörpern. 1997.	<i>Euro 23,30</i>
ÖWAV-Regelblatt 503	Allgemeine Ausführungsrichtlinien für stationäre Problemstoffsammelstellen. 1997.	<i>Euro 20,00</i>
ÖWAV-Regelblatt 504	Deponieeingangskontrolle. Anforderungsprofil für Leiter der Eingangskontrolle und Kontrollpersonal, Ausbildungsplan. 1997.	<i>Euro 19,20</i>
ÖWAV-Regelblatt 505	Einfache Analysenverfahren auf Abfallbehandlungsanlagen. Teil 1: Eingangskontrolle auf Deponien. 1997.	<i>Euro 22,30</i>
ÖWAV-Regelblatt 506	Das Fachpersonal für Problemstoffsammelstellen. Anforderungsprofil und Ausbildungsplan. 1997.	<i>Euro 14,00</i>
ÖWAV-Regelblatt 507	Fachkraft Abfallwirtschaft. Anforderungen an die Ausbildung des Betriebspersonals von Abfallbehandlungsanlagen. 1998.	<i>Euro 12,40</i>
ÖWAV-Regelblatt 508	Musterbetriebsprotokoll für Bioabfallkompostierungsanlagen. 1998.	<i>Euro 24,90</i>
ÖWAV-Regelblatt 509	Abfallminimierung. Begriffe – Evaluierung – Berechnungsbeispiele. 2000.	<i>Euro 23,30</i>
ÖWAV-Regelblatt 510	Problemstoff-Ausbildungslehrgänge. Ausbildung zum Befugten für die Problemstoffsammlung bzw. zum Abfallrechtlichen Geschäftsführer für kommunale Problemstoffsammlung. 1999.	<i>Euro 16,60</i>
ÖWAV-Regelblatt 511	Notwendige Sorgfalt bei der Durchführung der Eingangskontrolle auf Abfalldeponien. Teil 1: Schwerpunkt Bodenaushub- und Baurestmassendeponien. 2001.	<i>Euro 25,10</i>

<sup>\*)</sup>.... vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft zur Anwendung empfohlen.

<sup>2)</sup> ... Erschienen als ÖVGW-Mitteilung W 86 (1998). Ersetzt durch Neuauflage 2005. Bezug: ON Österreichisches Normungsinstitut, A-1020 Wien, Heinestraße 38, Tel. 01/21300-805.

- ÖWAV-Regelblatt 512 Abfallrechtlicher Geschäftsführer gemäß § 26 AWG 2002. Anforderungen und Ausbildungsinhalte für abfallrechtliche Geschäftsführer und Erlaubniswerber. 2., vollständig überarbeitete Auflage. 2008. *Euro 23,30*
- ÖWAV-Regelblatt 513 Betrieb von Biofiltern. 2002. *Euro 22,30*
- ÖWAV-Regelblatt 514 Die Anwendung der Stoffflussanalyse in der Abfallwirtschaft. 2003. (**Gratis-download** von [www.oewav.at](http://www.oewav.at) >> *Download* >> *Regelblätter*)
- ÖWAV-Regelblatt 515 Anaerobe Abfallbehandlung. 2005. *Euro 29,20*
- ÖWAV-Regelblatt 516 Ausbildungskurs für das Betriebspersonal von Biogasanlagen. Anforderungen und Ausbildungsinhalte. 2006. *Euro 21,60*
- ÖWAV-Regelblatt 517 Anforderungen an die Ausstattung und den Betrieb von Zwischenlagern für gefährliche Abfälle bei Abfallsammlern nach § 25 AWG 2002. 2008. *Euro 26,60*

### **Recht und Wirtschaft**

- ÖWAV-Regelblatt 601 Ermittlung der Nachsorgekosten-Rückstellung bei Deponieanlagen. 1998. *Euro 33,20*
- Rechenmodell auf CD-ROM (*auf Anfrage*)

## B) Arbeitsbehelfe des Österreichischen Wasser- und Abfallwirtschaftsverbandes

(Bis August 1992 als ÖWWV-Arbeitsbehelfe erschienen)

### Abwassertechnik und Gewässerschutz

- ÖWWV-Arbeitsbehelf Nr. 1 Die Ausbildung von Klärwärtern auf Lehrkläranlagen. 1981. (*vergriffen*)
- ÖWWV-Arbeitsbehelf Nr. 8 Kläranlagennachbarschaften in Österreich – Ein Beitrag zur Reinhaltung der Gewässer. 1991. *Euro 10,90*
- ÖWAV-Arbeitsbehelf Nr. 9 Kennzahlen für Abwasserreinigungsanlagen. Teil 1: Ablaufqualität – Bewertung und Beurteilung. 2., vollständig überarbeitete Auflage. 2000. *Euro 10,00*
- ÖWAV-Arbeitsbehelf Nr. 14 Eigen- und Betriebsüberwachung von biologischen Abwasserreinigungsanlagen (> 50 EW). 2., vollständig überarbeitete Auflage. 1998. (*vergriffen*)
- ÖWAV-Arbeitsbehelf Nr. 22 Kläranlagenzustandsbericht. 1999. *Euro 18,20*
- ÖWAV-Arbeitsbehelf Nr. 24 Evaluierung von Arbeitsplätzen in Abwasseranlagen und deren Dokumentation. 2000. *Euro 20,90*
- ÖWAV-Arbeitsbehelf Nr. 25 Indirekteinleiterkataster. 1999. *Euro 13,30*
- ÖWAV-Arbeitsbehelf Nr. 27 Praktikum auf Lehrkanalanlagen (Ausbildungskanalbetrieben). 2000. *Euro 12,40*
- ÖWAV-Arbeitsbehelf Nr. 29 Öffentlichkeitsarbeit auf Kläranlagen (inkl. Arbeitsmaterialien für Pflichtschulen). 2004. *Euro 23,30*
- ÖWAV-Arbeitsbehelf Nr. 31 Membrantechnologie – Verfahren zur Abwasserbehandlung. 2003. *Euro 26,60*
- ÖWAV-Arbeitsbehelf 34 Leitfaden für die Ausschreibung der Hochdruckreinigung von Kanälen. 2005. *Euro 23,30*
- ÖWAV-Arbeitsbehelf 36 Praxishilfe zum Erstellen des Explosionsschutzdokuments (ExSD) für abwassertechnische Anlagen (Kanal- und Kläranlagen). 2006. *Euro 23,30*

### Wasserhaushalt und Wasservorsorge

- ÖWWV-Arbeitsbehelf Nr. 2 Grundwasser-Schongebiete. 1984. *Euro 9,00*
- ÖWWV-Arbeitsbehelf Nr. 3 Wasserwirtschaftliche Gesichtspunkte für die Projektierung von Grundwasserwärmepumpenanlagen (GWPA). 1986. (*vergriffen*)
- ÖWAV-Arbeitsbehelf Nr. 19 Leitfaden für die Bearbeitung von Grundwassersanierungsgebieten. 1996. *Euro 22,30*

### Wasserbau und Ökologie

- ÖWWV-Arbeitsbehelf Nr. 4 Grundsätze der Gewässerinstandhaltung. 1987. *Euro 7,50*

### Qualität und Hygiene

- ÖWAV-Arbeitsbehelf Nr. 11 Empfehlungen für Bewässerungswasser. 2., überarbeitete Auflage. 2003. *Euro 23,30*
- ÖWAV-Arbeitsbehelf Nr. 30 Informationen zum Membranbelebungsverfahren. 2002. *Euro 25,10*
- ÖWAV-Arbeitsbehelf 32 Anwendung von Membranverfahren in der Reinwassertechnologie. 2005. *Euro 23,30*

### Recht und Wirtschaft

- ÖWAV-Arbeitsbehelf Nr. 5 Mustersatzungen für Hochwasserschutzverbände. 3., überarb. Auflage. 2003. (**Gratisdownload** von [www.oewav.at](http://www.oewav.at) >> *Download* >> *Arbeitsbehelfe*)
- ÖWWV-Arbeitsbehelf Nr. 6 Grundlagen und Organisation des Rechnungswesens von Abwasserverbänden. 1988. (*vergriffen*)

ÖWWV-Arbeitsbehelf Nr. 7	Grundsätze für die Versicherung von Abwasserentsorgungsanlagen. 1988. <i>Euro 10,90</i> Ergänzungsblatt: Grundsätze für Versicherungsfragen in der Siedlungswasserwirtschaft. 1991. <i>Euro 3,40</i>
ÖWAV-Arbeitsbehelf Nr. 10	Betriebs- und Betreuungsgemeinschaften in der Abwasserentsorgung. 1993. <i>Euro 23,30</i>
ÖWAV-Arbeitsbehelf Nr. 12	Grundlagen und Organisation des Rechnungswesens von Wasserversorgungs- und Abfallverbänden. Ergänzungsband zum Arbeitsbehelf Nr. 6. 1993. <i>(vergriffen)</i>
ÖWAV-Arbeitsbehelf Nr. 13	Mustersatzungen für Wasserversorgungs- und Reinhaltverbände. 2., überarbeitete Auflage. 2003. <b>(Gratisdownload von <a href="http://www.oewav.at">www.oewav.at</a> &gt;&gt; Download &gt;&gt; Arbeitsbehelfe)</b>
ÖWAV-Arbeitsbehelf Nr. 15	Mustersatzungen für Abfallwirtschaftsverbände. 1996. <i>Euro 20,00</i>
ÖWAV-Arbeitsbehelf Nr. 16	Grundsätze der Gebührenkalkulation in der Siedlungswasser- und Abfallwirtschaft. 1996. <i>Euro 37,30</i>
ÖWAV-Arbeitsbehelf Nr. 18	Musterbetriebskostenrechnung am Beispiel der Abwasserentsorgung. 1996. <i>(vergriffen)</i>
ÖWAV-Arbeitsbehelf Nr. 20	Anwendung des UVP-Gesetzes. 1996. <i>Euro 35,90</i>
ÖWAV-Arbeitsbehelf Nr. 21	Abfallgebührenkalkulation und Abfallgebührenmodelle. Ein Arbeitsbehelf für Gemeinden. 1997. <i>(vergriffen)</i>
ÖWAV-Arbeitsbehelf Nr. 23	Geschäftsbedingungen für die Indirekteinleitung in öffentliche Kanalisationsanlagen. 2., überarbeitete Auflage. 2002. <i>Euro 25,10</i>
ÖWAV-Arbeitsbehelf Nr. 28	Grundlagen und Organisation des Rechnungswesens von Ver- und Entsorgungsverbänden. 2000. <i>Euro 29,20</i>
ÖWAV-Arbeitsbehelf 33	Leitfaden für die Vorgangsweise bei der Auftragsvergabe in der Wasser-, Abwasser- und Abfallwirtschaft. 2004. <i>Euro 29,20</i>
ÖWAV-Arbeitsbehelf 35	Aktuelle Finanzierungsmöglichkeiten für die Wasser-, Abwasser- und Abfallwirtschaft. 2005. <i>Euro 25,10</i>

### **Abfallwirtschaft**

ÖWAV-Arbeitsbehelf Nr. 17	Logistik in der Abfallwirtschaft. 1996. <i>Euro 20,00</i>
---------------------------	---

### **Umweltschutz allgemein**

ÖWAV-Arbeitsbehelf Nr. 26	Anwendung EDV-gestützter Modellrechnung im Umweltschutz. 2000. <i>Euro 23,30</i>
---------------------------	--

## **Informationsreihe Betriebspersonal Abwasseranlagen**

1. Folge:	„Kläranlagen-Nachbarschaften 1992/93“. 1993. <i>(vergriffen)</i>
2. Folge:	„Kläranlagen-Nachbarschaften 1994/95“. 1995. <i>(vergriffen)</i>
3. Folge:	„Kläranlagen-Nachbarschaften 1996“. 1996. <i>(vergriffen)</i>
4. Folge:	„Kläranlagen-Nachbarschaften 1997“. 1997. <i>Euro 53,30</i>
5. Folge:	„Kläranlagen-Nachbarschaften 1998“. 1998. <i>Euro 49,90</i>
6. Folge:	„Grundkurs für das Betriebspersonal von Kanalisationsanlagen“. 1998. <i>(vergriffen)</i>
7. Folge:	„Kläranlagen-Nachbarschaften 1999“. 1999. <i>(vergriffen)</i>
8. Folge:	„Kläranlagen-Nachbarschaften 2000“. 2000. <i>(vergriffen)</i>
9. Folge:	„Kanal- und Kläranlagen-Nachbarschaften 2001“. 2001. <i>Euro 54,10</i>
10. Folge:	„Kanal- und Kläranlagen-Nachbarschaften 2002“. 2002. <i>(vergriffen)</i>
11. Folge:	„Kanal- und Kläranlagen-Nachbarschaften 2003“. 2003. <i>Euro 54,10</i>
12. Folge:	„Kanal- und Kläranlagen-Nachbarschaften 2004“. 2004. <i>Euro 55,80</i>
13. Folge:	„Kanal- und Kläranlagen-Nachbarschaften 2005“. 2005. <i>Euro 55,80</i>

14. Folge: „Kanal- und Kläranlagen-Nachbarschaften 2006“. 2006. (vergriffen)  
 15. Folge: „Kanal- und Kläranlagen-Nachbarschaften 2007“. 2007. (vergriffen)  
 16. Folge: „Kanal- und Kläranlagen-Nachbarschaften 2008“. 2008. Euro 55,80

## Merkblätter des Österreichischen Wasser- und Abfallwirtschaftsverbandes

(Bis August 1992 als ÖWWV-Merkblätter erschienen)

- ÖWAV-Merkblatt ÖPUL – Landwirtschaftliche Klärschlammverwertung. Merkblatt für Landwirte und Kläranlagenbetreiber. 2000. Euro 0,70
- ÖWAV-Merkblatt Hygiene-Merkblatt für das Betriebspersonal von Abwasseranlagen. 2004. (**Gratisdownload** von [www.oewav.at](http://www.oewav.at) >> *Download* >> *Merkblätter*)
- ÖWAV-Merkblatt Mindestanforderung für die Sicherheitsausrüstung im Kanalbetrieb. 2005. (**Gratisdownload** von [www.oewav.at](http://www.oewav.at) >> *Download* >> *Merkblätter*)
- ÖWAV-Merkblatt Zivil- und strafrechtliche Haftung und Verantwortung in Wasser-, Abwasser- und Abfallverbänden. 2006. (**Gratisdownload** von [www.oewav.at](http://www.oewav.at) >> *Download* >> *Merkblätter*)
- ÖWAV-Merkblatt Private Hallen- und Freischwimmbecken – Ableitung von Spül-, Reinigungs- und Beckenwasser. 2008. (**Gratisdownload** von [www.oewav.at](http://www.oewav.at) >> *Download* >> *Merkblätter*)
- ÖWAV-Merkblatt Personalbedarf für den Betrieb kommunaler biologischer Kläranlagen. 2008. (**Gratisdownload** von [www.oewav.at](http://www.oewav.at) >> *Download* >> *Merkblätter*)

**Arbeitsbehelfe, Regelblätter sowie Publikationen der Informationsreihe Betriebspersonal Abwasseranlagen sind zu beziehen über: ON Österreichisches Normungsinstitut, A-1020 Wien, Heinestraße 38, Tel. 01/21300-805, Fax DW 818, sales@on-norm.at, www.on-norm.at.**

## ÖWAV-Umweltmerkblätter

(zuvor als ÖWAV-WIFI-Umweltmerkblätter erschienen)

- ÖWAV-Umweltmerkblatt für Autobus-, Taxi- und Mietwagenunternehmen. 2004.
- ÖWAV-Umweltmerkblatt für Autoverwertungsbetriebe. 2004.
- ÖWAV-Umweltmerkblatt für Betreiber von Campingplätzen. 2005.
- ÖWAV-Umweltmerkblatt für Frächter. 2004.
- ÖWAV-Umweltmerkblatt für Gastronomie- und Beherbergungsbetriebe. 2009.
- ÖWAV-Umweltmerkblatt für Holz bearbeitende Betriebe. 2005.
- ÖWAV-Umweltmerkblatt für Kfz-Freiwashplätze und Waschanlagen. 2004.
- ÖWAV-Umweltmerkblatt für Kfz-Werkstätten. 2004.
- ÖWAV-Umweltmerkblatt für kleine Molkereien und Käsereien. 2004.
- ÖWAV-Umweltmerkblatt für kleine Schlachtbetriebe und Fleischer. 2005.
- ÖWAV-Umweltmerkblatt für die Lagerung von Chemikalien in Betrieben. 2004.
- ÖWAV-Umweltmerkblatt für Lkw-Washplätze. 2004.
- ÖWAV-Umweltmerkblatt für Malerbetriebe. 2008
- ÖWAV-Umweltmerkblatt für Sägewerke. 2005.
- ÖWAV-Umweltmerkblatt für Tankstellen. 2004.

ÖWAV-Umweltmerkblatt für Weinbau und Weinkellereien. 2004.

ÖWAV-Umweltmerkblatt Wasserwirtschaft und Gewässerschutz auf Baustellen. 2008.

**ÖWAV-Umweltmerkblätter können kostenlos von der Website des ÖWAV, [www.oewav.at](http://www.oewav.at), Bereich „Download“ heruntergeladen werden.**



# Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband

Gegründet 1909

**A-1010 Wien, Marc-Aurel-Straße 5**

**Telefon: 01/535 57 20, Telefax: 01/535 40 64, e-Mail: buero@oewav.at**

Zusammenschluss aller an der Wasser- und Abfallwirtschaft interessierten Kreise aus Wissenschaft, Verwaltung und Wirtschaft.

## Veranstaltungen

Österreichische Wasserwirtschaftstagung  
Österreichische Abfallwirtschaftstagung  
Österreichische Umweltrechtstage  
Verbandstag der österreichischen Wasser- und Abfallverbände  
Tagung Hochwasserschutz  
Gemeinsame Veranstaltungen mit in- und ausländischen Fachorganisationen  
Seminare und Fortbildungskurse zu aktuellen Themen der Wasser- und Abfallwirtschaft  
Erfahrungsaustausch für Betreiber von Abwasser- und Abfallbehandlungsanlagen  
Kurse für das Betriebspersonal von Abwasseranlagen, Praktikum auf Lehrklär- und Lehrkanalanlagen, Kanal- und Kläranlagennachbarschaften  
Kurse für das Betriebspersonal von Abfallbehandlungsanlagen  
Exkursionen im In- und Ausland  
Vorträge

## Fachausschüsse und Arbeitsgruppen

Ausarbeitung von Regelblättern, Arbeitsbehelfen, Merkblättern, Gutachten und Studien für bestimmte Fachgebiete der Wasser- und Abfallwirtschaft

## Beratung und Information

Auskünfte und individuelle Beratung  
Wasser- und abfallwirtschaftliche Informationsschriften und Beiträge, Dokumentationsstelle „Wasser – Abfall“, Öffentlichkeitsarbeit

## Veröffentlichungen

Fachzeitschrift „Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft“ (ÖWAW) <sup>1)</sup>  
Tätigkeitsbericht des ÖWAV  
Wasser- und Abfallrechtliche Judikatur in Leitsatzform \*)  
Schriftenreihe des ÖWAV \*)  
Regelblätter \*), Arbeitsbehelfe \*) und Merkblätter des ÖWAV  
ÖWAV-WIFI-Umweltmerkblätter für Gewerbebetriebe  
Informationsreihe Betriebspersonal Abwasseranlagen \*)  
KA-Betriebsinfo <sup>1)</sup>  
Wiener Mitteilungen Wasser-Abwasser-Gewässer <sup>1)</sup>  
Schriftenreihe „Die Talsperren Österreichs“ <sup>1)</sup>  
Schriftenreihe zur Wasserwirtschaft der TU Graz <sup>1)</sup>  
Veröffentlichungsreihe Konstruktiver Wasserbau/Landschaftswasserbau der TU Wien <sup>1)</sup>

## Verbindungsstelle (Nationalkomitee) der

- European Water Association – EWA  
(vormals European Water Pollution Control Association – EWPCA)

## Mitglied der österreichischen Vertretung zur

- European Union of National Associations of Water Suppliers and Waste Water Services – EUREAU (gem. mit ÖVGW)
- International Water Association – IWA (vormals International Water Services Association – IWSA und International Association on Water Quality – IAWQ, gem. mit ÖVGW)
- International Commission on Large Dams – ICOLD
- International Commission on Irrigation and Drainage (ICID)
- International Solid Waste Association (ISWA)

\*) im Kommissionsverlag bei ON Österreichisches Normungsinstitut, Wien

<sup>1)</sup> Mitherausgeber