



# Wärmenutzung von Grundwasser

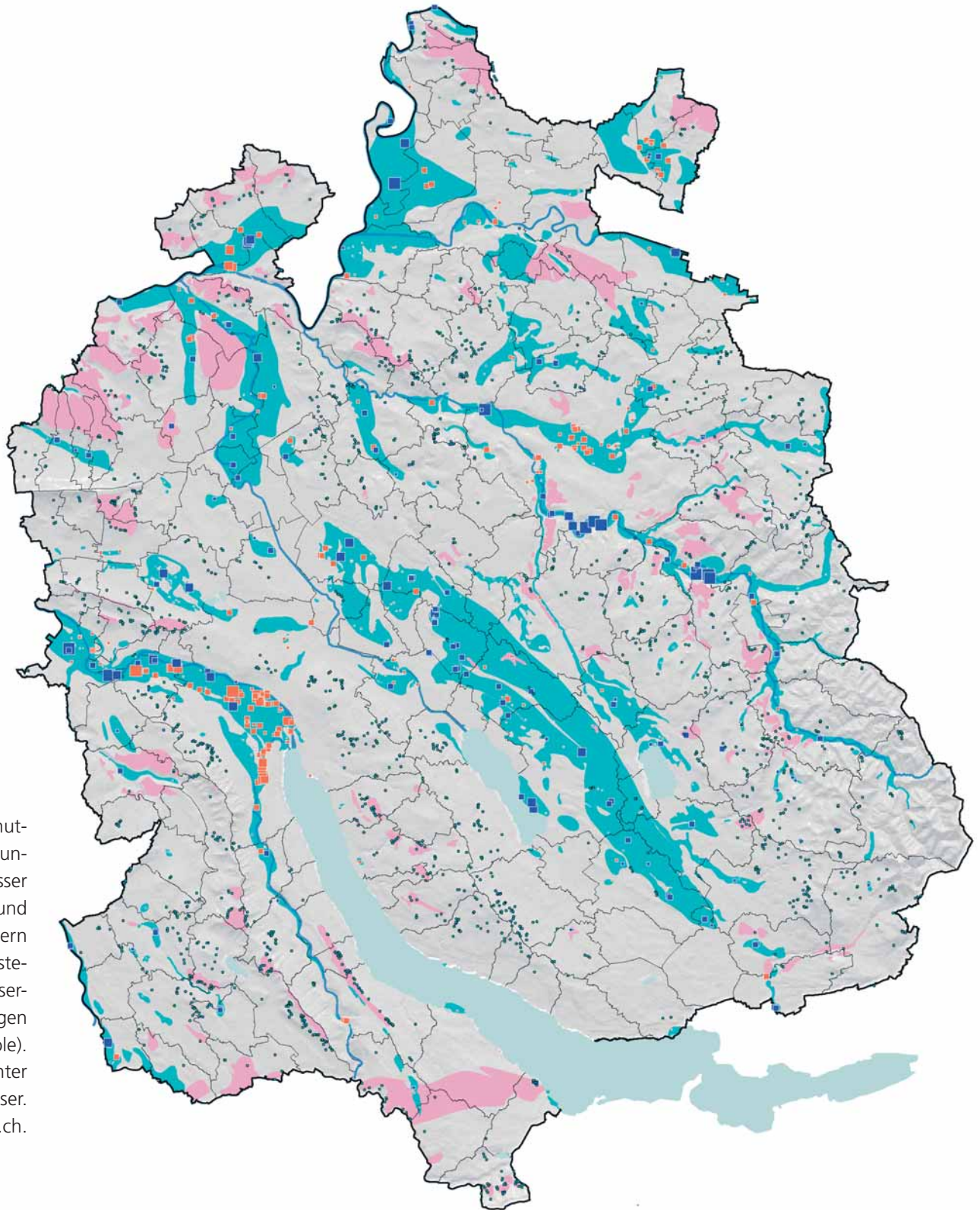
Planungshilfe

Juni 2008



**Baudirektion  
Kanton Zürich**

AWEL Amt für  
Abfall, Wasser, Energie und Luft



Für die Wärmenutzung geeignete unterirdische Gewässer in Tälern (blau) und über den Tälern (rosa) sowie bestehende Grundwasser- und Quelfassungen (farbige Symbole).  
 Download unter [www.grundwasser.zh.ch](http://www.grundwasser.zh.ch).

### Inhalt

Überblick	3
Grundwasser als Wärmequelle	4
Grundwasserwärmenutzung	5
Erdwärmenutzung	6
Trinkwasserschutz	7
Gesetzliche Bestimmungen	8
Bewilligungspraxis im Kanton Zürich	9

# Überblick

Die Wärmenutzung von Grundwasser ist eine ökologisch sinnvolle Art der Energiegewinnung. Sie birgt aber auch die Gefahr, Grund- und Trinkwasser zu verschmutzen. Denn Wasser ist unser wichtigstes Lebensmittel. Den Hauptteil unseres Bedarfs decken wir mit Grundwasser. Dessen Schutz hat deshalb oberste Priorität. Auch künftige Generationen sollen die unterirdischen Gewässer für die Trinkwassergewinnung nutzen können. Die vorliegende Planungshilfe zur Wärmenutzung stellt einen Kompromiss dar zwischen dem Grundwasserschutz und der Energienutzung. Sie gewährleistet zudem eine einheitliche Bewilligungspraxis. Die unten folgende Tabelle zeigt auf, in welchen Bereichen die Wärmenutzung von Grundwasser zulässig ist.

Die konkrete Einteilung der Grundwassergebiete nach zulässigen Anlagegrössen und weiteren Grundwasser- und Erdwärmenutzungssystemen (Erdwärmesonden, Energiepfähle, thermoaktive Elemente, Erdregister und Energiekörbe) wird im Rahmen der kantonalen Grundwasser-Wärmenutzungsplanung festgelegt.

Grundwassergebiet und Grundwasser-nutzung		Gewässerschutz-bereich	Anlagegrösse für die Wärmenutzung
Für die Trinkwassergewinnung genutzte oder nutzbare Grundwasservorkommen sowie die zu ihrem Schutz notwendigen Randgebiete	Grundwasserschutz-zonen und -areale (Nahbereich Trinkwasserfassung)	S	Wärmenutzung nicht zulässig
	Mittlere bis grosse Grundwassermächtigkeit	A <sub>u</sub>	mindestens 150 kW Kälteleistung (bzw. 100 kW bei Minergie-Standard)
	Geringe Grundwassermächtigkeit oder -ergiebigkeit sowie urbane Gebiete	A <sub>u</sub>	Festlegung in Grundwasser-Wärmenutzungsplanung
Gebiete ausserhalb von nutzbaren Grundwasserleitern	Kein für die Trinkwassergewinnung nutzbares Grundwasser vorhanden	üB, A <sub>o</sub>	Kleinanlagen möglich

Gesuchsformulare und weitere Informationen auf [www.grundwasser.zh.ch](http://www.grundwasser.zh.ch).



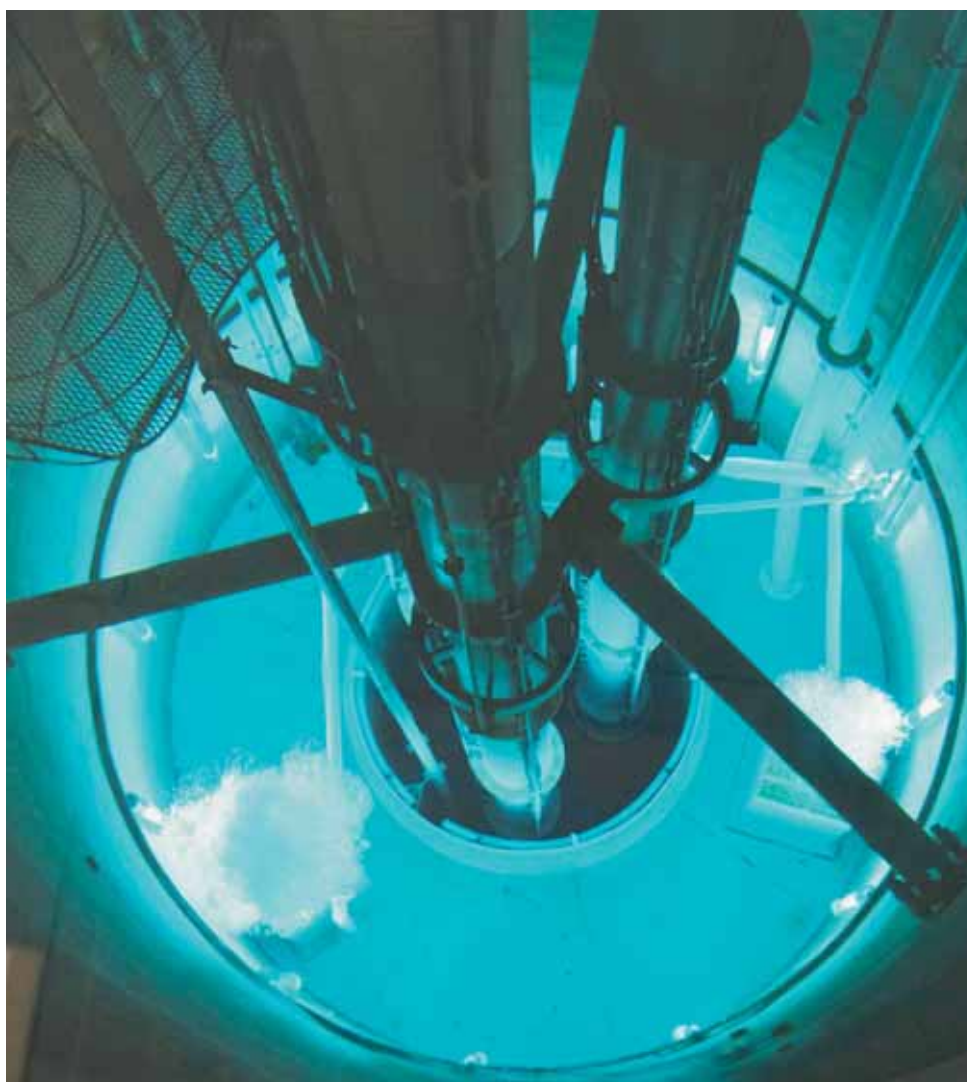
# Grundwasser als Wärmequelle

## Unterirdische Gewässer

Die wichtigsten Grundwasservorkommen des Kantons Zürich liegen meistens in den grossen Flusstälern. Als Grundwasserleiter dienen vor allem kiesig-sandige Ablagerungen, die durch Schmelzwässer der eiszeitlichen Gletscher geschüttet wurden. Diese gut wasserdurchlässigen Schotter erreichen in den Talsohlen häufig grosse Mächtigkeiten und erlauben den Bau von Grundwasserfassungen mit grosser Entnahmeeistung. Verbreitung und Mächtigkeit der Grundwasservorkommen sind in der Grundwasserkarte des Kantons Zürich (siehe [www.grundwasser.zh.ch](http://www.grundwasser.zh.ch)) dargestellt.

## Grundwassertemperatur

Ab etwa 10 m Tiefe unter der Geländeoberfläche bestehen im Grundwasser weitgehend ausgeglichene Temperaturverhältnisse. In den zürcherischen Grundwasservorkommen betragen die natürlichen Temperaturen des Grundwassers in der Regel zwischen 10 und 12 °C. Sie entsprechen damit ungefähr der Jahresmitteltemperatur der Luft. Unter dicht überbauten Gebieten ist die Grundwassertemperatur infolge der Wärmeabgabe durch Kellergeschosse und Abwasserleitungen sowie des verstärkten Wärmeeintrags über befestigte Flächen um bis zu 3 °C erhöht. Stärkere jahreszeitliche Temperaturschwankungen treten im Nahbereich von einsickernden Oberflächengewässern auf.



Blick in einen Filterbrunnen des Grundwasserwerkes Hardhof Wasserversorgung Zürich.

# Grundwasserwärmenutzung

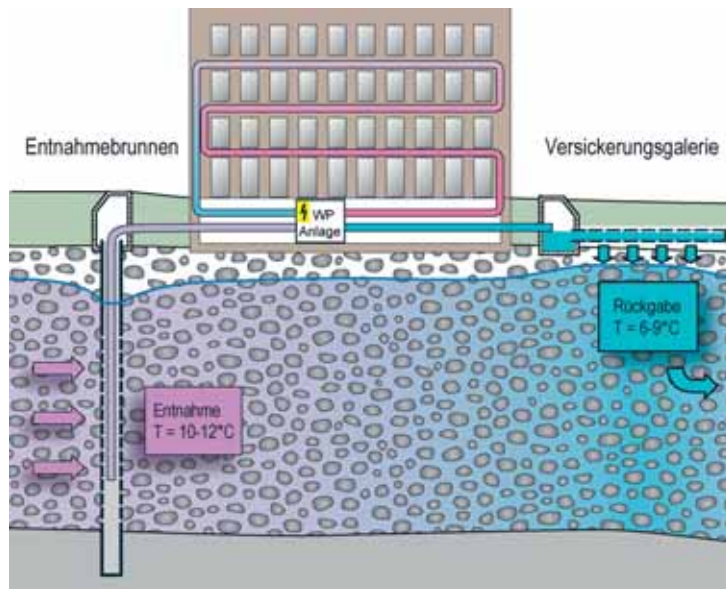
## Wärmenutzung mittels Grundwasserentnahme

Anlagen zur Wärmenutzung mit Grundwasserentnahmen bestehen aus einem Förderbrunnen, einem Wärmetauscher (meistens mit Wärmepumpe und Zwischenkreislauf) und einer Versickerungsanlage. Der Entnahmebrunnen und die Rückgabeeinrichtung sind dabei so zu platzieren, dass der Wirkungsgrad der Anlage möglichst hoch ist (kein Ansaugen des abgekühlten Wassers).

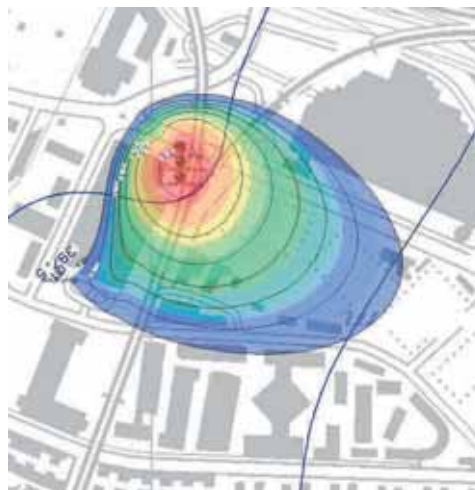
Die Rückgabe des abgekühlten, ansonsten unveränderten Grundwassers muss oberflächennah, z.B. in einer Versickerungsgalerie, erfolgen. Schluckbrunnen mit Rückgabe des Wassers direkt in den Grundwasserleiter sollen nur in begründeten Ausnahmefällen realisiert werden, da bei einer oberflächennahen Versickerung allfällige Gewässerverschmutzungen einfacher saniert werden können.

## Hydrogeologische Voraussetzungen

Die Grundwasserwärmenutzung bedingt eine minimale Mächtigkeit und Ergiebigkeit eines Grundwasservorkommens. Für die Planung und Auslegung von Grundwasser-Wärmenutzungsanlagen ist die gründliche Abklärung hydrogeologischer Parameter wie Mächtigkeit des Grundwasserleiters, Durchlässigkeit des Untergrunds, Temperatur, Flurabstand (Abstand zwischen Gelände- und Grundwasser Oberfläche), Fließrichtung, Fließgeschwindigkeit und Chemismus des Grundwassers unabdingbar. Mit diesen Daten können die Ausbreitung von Temperaturfeldern («Kälte- oder Wärmefahnen»), die erforderliche Distanz zwischen Entnahmebrunnen und Rückgabeeinrichtung, die mögliche Entnahmemenge und die Leistung der Anlage ermittelt sowie die Auswirkungen auf Dritte (z.B. lokale Erhöhung oder Absenkung des Grundwasserspiegels, Abkühlung/Erwärmung des Grundwassers) abgeschätzt werden.



Oben: Schema einer Grundwasser-Wärmenutzung



Mitte: Modellierter Ausbreitung von erwärmtem bzw. abgekühltem Wasser um die Rückversickerungsanlage herum («Wärme- bzw. Kältefahne»).



Unten: Bau einer Versickerungsanlage für die Rückgabe von abgekühltem Grundwasser



# Erdwärmennutzung



## Wärmennutzung mittels Erdwärmesonden

Neben dem Schutz des Grundwassers vor wassergefährdenden Flüssigkeiten ist es auch notwendig, die Grundwasservorkommen mengenmässig zu erhalten. Es soll insbesondere vermieden werden, dass durch Erdsondenbohrungen verschiedene Grundwasserstockwerke dauernd miteinander verbunden werden. Die Bewilligung von Erdsonden erfolgt gemäss der Erdwärmennutzungsplanung (siehe [www.erdsonden.zh.ch](http://www.erdsonden.zh.ch)).

## Wärmennutzung mittels thermoaktiven Elementen, Erdregistern und Energiekörben

Thermoaktive Elemente umfassen verschiedenartige, im Untergrund platzierte Gebäude- und Anlageteile wie Schlitzwände, Fundationsplatten, Kellerwände, Pfähle usw., also erdberührte Betonbauteile, die wie Erdregister und Energiekörbe für Heiz- und Kühlzwecke genutzt werden können. Die Wärmennutzung mit Hilfe dieser Elemente gewinnt stetig an Bedeutung und kann in verschiedenen Anlagegrössen bei Neubauten von Einfamilienhäusern bis zu Grossüberbauungen eingesetzt werden. Thermoaktive Elemente, Erdregister und Energiekörbe können dort eingesetzt werden, wo Erdsonden zulässig sind. Im Bereich nutzbarer Grundwasservorkommen haben diese Systeme mindestens 2 m über dem höchsten Grundwasserspiegel zu liegen (vgl. Grundwasserkarte Hochwasserstand, [www.grundwasser.zh.ch](http://www.grundwasser.zh.ch)).



Oben: Bohrpfähle  
als Energiepfähle

Unten: Erdregister  
unter Bodenplatte

# Trinkwasserschutz

## Trinkwassergewinnung

Das Grundwasser (inkl. Quellwasser) deckt im Kanton Zürich rund 60 % des Trink- und Brauchwasserbedarfs. Es ist damit der wichtigste Rohstoff für die Trinkwassergewinnung und ermöglicht eine einwandfreie, kostengünstige Wasserversorgung. Pro Tag liefern die zürcherischen Grund- und Quellwasserfassungen durchschnittlich ca. 250 Millionen Liter Wasser, das in der Regel ohne Aufbereitung als Trinkwasser an die Bevölkerung abgegeben werden kann.

## Priorität Grundwasserschutz

Wasser ist unser wichtigstes Lebensmittel. Damit die zumeist gute Qualität unseres Grund- bzw. Trinkwassers auch für künftige Generationen erhalten werden kann, müssen unsere Grundwasservorkommen umfassend und konsequent vor nachteiligen Einwirkungen geschützt werden.

Aus energiepolitischer Sicht ist die Wärmenutzung des Grundwassers sinnvoll und erwünscht. Sie ermöglicht den Ersatz von fossilen und anderen umweltbelastenden Energiequellen.

Die energetische Nutzung des Grundwassers birgt jedoch beim Bau, Betrieb und Unterhalt der Anlagen Risiken für die Qualität des Grundwassers. Schadstoffe können über den Entnahmebrunnen sowie die Rückgabeeinlage rasch und unbemerkt ins Grund- und Trinkwasser gelangen und verbreitet werden (Defekte im System, Unfälle mit wassergefährdenden Flüssigkeiten usw.). Der Eintrag von abgekühltem oder erwärmtem Wasser kann zu unnatürlich starken Veränderungen der Grundwassertemperaturen führen. Diese Gefahren gilt es im Rahmen der Grundwasser-Wärmenutzungsplanung durch verschiedene Massnahmen soweit zu minimieren, dass eine Gefährdung der Grundwasserqualität langfristig ausgeschlossen werden kann.





# Gesetzliche Bestimmungen

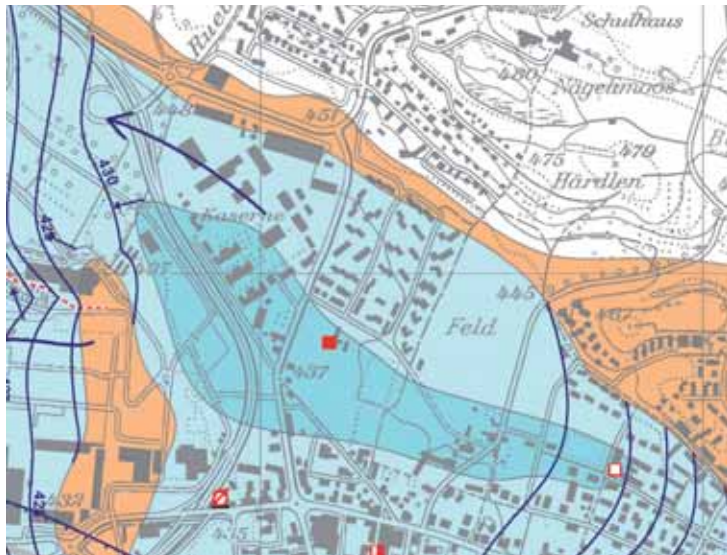
## Gewässerschutzverordnung

Anhang 2 Ziffer 21 Abs. 3 der Gewässerschutzverordnung lässt eine Veränderung der Grundwassertemperatur durch Wärmeeintrag oder -entzug gegenüber dem natürlichen Zustand um höchstens 3°C zu; vorbehalten sind örtlich eng begrenzte Temperaturveränderungen. Die Wegleitung Grundwasserschutz des BUWAL (heute BAFU) von 2004 präzisiert, dass die Wärmenutzung insgesamt, also unter Berücksichtigung aller im betrachteten Grundwassergebiet installierten Anlagen, die natürliche saisonale Temperatur des Grundwassers um nicht mehr als 3°C verändern darf. Im Umkreis von maximal 100 m um das Rückversickerungsbauwerk ist jedoch eine Temperaturveränderung von mehr als 3°C zulässig.

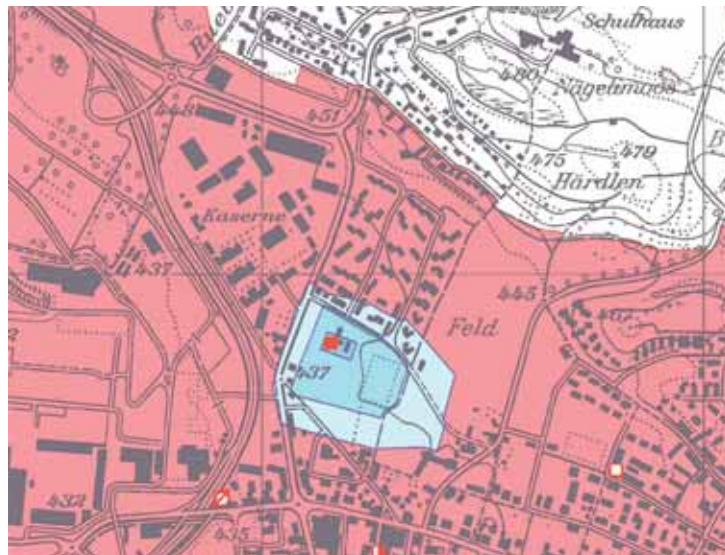
## Planerischer Grundwasserschutz

Zur Erhaltung der für die Trinkwasserversorgung nutzbaren unterirdischen Gewässer wurde der Gewässerschutzbereich  $A_u$  ausgeschieden. Der Schutz bestehender und künftiger Trinkwasserfassungen ist in deren Nahbereich durch Grundwasserschutzzonen und -areale sichergestellt. Deren Lage und Ausdehnung sind in der Gewässerschutzkarte ([www.grundwasser.zh.ch](http://www.grundwasser.zh.ch)) ersichtlich. Zum Schutz des Trinkwassers vor Verunreinigungen und zu hohen oder zu tiefen Wassertemperaturen sind Wärmenutzungen von Grundwasser nur ausserhalb von Grundwasserschutzzonen und -arealen zulässig. Für die Rückgabe bzw. Rückversickerung des abgekühlten oder erwärmten Wassers ist zudem ein Mindest-Abstand zu bestehenden Grundwasserschutzzonen und -arealen einzuhalten (vgl. Kap. Bewilligungspraxis im Kanton Zürich).

Links: Ausschnitt aus der Grundwasserkarte mit nutzbarem Grundwasservorkommen (blau) und dessen Randgebiete (braun).



Rechts: Schutzzonen (blau) und der Gewässerschutzbereich  $A_u$  (rot) sind in der Gewässerschutzkarte ersichtlich.





# Bewilligungspraxis im Kanton Zürich

## Grundsätze

Die Bewilligungspraxis im Kanton Zürich ist mit den Ostschweizer Kantonen harmonisiert und soll primär sicherstellen, dass die unterirdischen Gewässer auch künftigen Generationen eine sichere und einwandfreie Trinkwassergewinnung ermöglichen. Dabei ist vor allem die Konzentration auf grosse Wärmenutzungsanlagen mittels Grundwasserentnahme von zentraler Bedeutung. Sie bietet folgende Vorteile:

- Jede Grundwasserfassung ist eine potenzielle Eingangspforte für Grundwasserverschmutzungen. Mit der Beschränkung auf relativ grosse Wärmenutzungsanlagen kann die Anzahl dieser möglichen Verschmutzungsherde für das Grundwasser minimiert werden.

- In bevölkerungsreichen und relativ dicht besiedelten Gebieten ist das Gefährdungspotenzial für das Grundwasser durch Bebauung, Strassen, Eisenbahnen, Industrie und Gewerbe usw. bereits heute gross, bei gleichzeitig starker Abhängigkeit der Trinkwasserversorgungen von den Grundwasservorkommen. Hier lässt sich eine Erhöhung des Gefährdungspotenzials durch Energienutzung nur mit einer geringen und kontrollierbaren Anzahl leistungsfähiger und gut gewarteter Anlagen vertreten.

Das Wärmepotenzial des Grundwassers soll deshalb statt mit einer Vielzahl von kleinen Anlagen mit möglichst wenigen Grossanlagen erschlossen werden.



### **Gewässerschutzbereich A<sub>u</sub>**

Im Gewässerschutzbereich A<sub>u</sub> können Anlagen zur Grundwasserwärmenutzung unter folgenden Bedingungen bewilligt werden:

- Der Entnahmebrunnen liegt ausserhalb von Grundwasserschutz-zonen und -arealen.
- Die Wasserrückgabe bzw. Versickerungsanlage liegt mindestens 200 m (Anströmbereich) bzw. 100 m (seitlich und Abstrombereich) von Grundwasserschutz-zonen und -arealen entfernt.
- Die Abkühlung bzw. Erwärmung des Grundwassers in 100 m Entfernung von der Rückgabeanlage beträgt maximal 3°C gegenüber der natürlichen saisonalen Temperatur des Grundwassers.
- Die Anlage muss über eine Kälteleistung von mindestens 150 kW (entspricht ca. 700 l/min bei  $\Delta T = 3^\circ\text{C}$ ), bzw. 100 kW bei Anwendung besonderer Energiesparmassnahmen (z.B. Minergie-Standard) verfügen.
- Zur Überwachung der Temperatur sind in den Entnahmebrunnen Messungen der vorhandenen Grundwassertemperatur und, bei Bedarf, Temperaturmessungen im Abstrombereich erforderlich.
- Vorbehalten bleiben weitere Festlegungen im Rahmen der geplanten kanto-

nenal Grundwasser-Wärmenutzungsplanung.

### **Übrige Bereiche**

Ausserhalb des Gewässerschutzbereiches A<sub>u</sub> können auch kleinere Anlagen zugelassen werden.

### **Allgemeine Anforderungen**

- Die Wärmenutzungsanlagen müssen dem Stand der Technik entsprechen (z.B. keine offenen Zirkulationsbrunnen).
- Die Anlage verfügt über einen Zwischenkreislauf und verwendet Wärmeträgerflüssigkeiten, die das Wasser möglichst wenig gefährden (vgl. [www.bafu.admin.ch/chemikalien](http://www.bafu.admin.ch/chemikalien)).
- Der Wärmetauscher liegt nicht im Grundwasserleiter.
- Die Rückgabe des abgekühlten oder erwärmten Wassers erfolgt durch unverschmutzten Untergrund (d.h. Versickerung ausserhalb von belasteten Standorten oder Verdachtsflächen) in den gleichen Grundwasserleiter, aus dem das Wasser entnommen wurde.
- Weitere öffentliche Interessen (Naturschutz, Restwasserbestimmungen, usw.) und Rechte Dritter dürfen nicht in unzulässiger Weise beeinträchtigt werden.



## Das Konzessionsverfahren

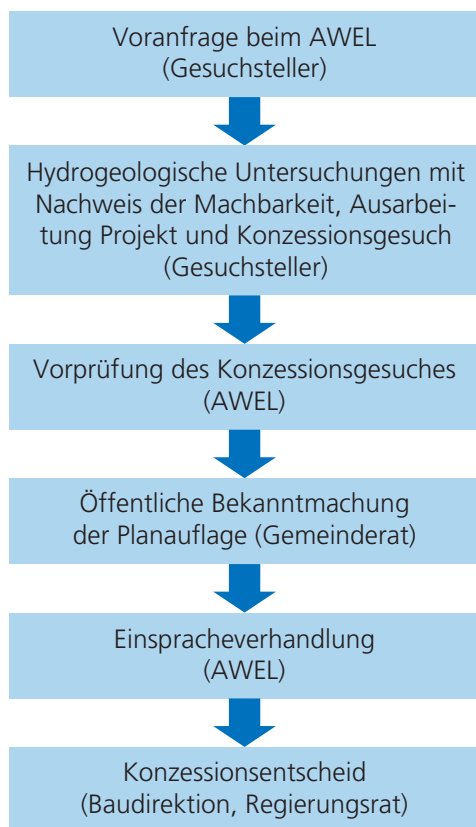
Die Wärmenutzung von Grundwasser bedarf gemäss den §§ 36 ff. und 73 Wasserwirtschaftsgesetz einer Konzession. Auf die Erteilung einer Konzession besteht kein Rechtsanspruch. Das AWEL ist bestrebt, Sondernutzungsrechte derart zu verleihen, dass sie bestmöglich zum allgemeinen Wohl beitragen.

Der Ablauf des Konzessionsverfahrens ist in den §§ 38 ff. Wasserwirtschaftsgesetz geregelt, Inhalt und Umfang der Gesuchsunterlagen sind in den §§ 3 ff. der Konzessionsverordnung zum Wasserwirtschaftsgesetz umschrieben (vgl. Gesuchsformular).

Die Gesuchsunterlagen sind dem AWEL, Abteilung Gewässerschutz, einzureichen. Die Zeitdauer zwischen Gesuchseingang und Konzessionsentscheid beträgt ohne Einsprachebehandlung mindestens 3 bis 6 Monate.

Weitere Informationen und Gesuchsformulare sind auf [www.grundwasser.zh.ch](http://www.grundwasser.zh.ch) erhältlich.

Wasserrechtliche Konzessionsverfahren verlaufen folgendermassen:



Das Konzessionsverfahren ist im WWG (§§ 38 bis 43) geregelt.





**Das Wärme- und Kältepotential des Grundwassers ermöglicht eine umweltschonende und nachhaltige Art der Energiegewinnung. Die CO<sub>2</sub>-arme Nutzung von Heiz- oder Kühlenergie gewinnt sowohl wirtschaftlich als auch aus Klimaschutzgründen durch den Ersatz von fossilen Energieträgern zunehmend an Bedeutung. Wasser ist aber zugleich unser wichtigstes Lebensmittel, das wir vorwiegend aus dem Grundwasser gewinnen. Die Bewilligungspraxis des Kantons Zürich stellt deshalb sicher, dass das Grundwasser durch Wärmenutzungsanlagen nicht beeinträchtigt wird. Auch künftige Generationen sollen über einwandfreies Trinkwasser verfügen.**

#### **Editorische Notiz**

■ Bezug: Diese Broschüre steht im PDF-Format unter [www.grundwasser.zh.ch](http://www.grundwasser.zh.ch) zum Download bereit oder kann bezogen werden bei:

AWEL Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft, Abteilung Gewässerschutz, Weinbergstrasse 17, Postfach, 8090 Zürich, Telefon 043 259 32 71

© 2008 AWEL Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft des Kantons Zürich  
Nachdruck mit Angabe der Quelle gestattet.

■ Herausgeberin: Baudirektion Kanton Zürich, AWEL Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft

■ Konzept und Text: Abteilung Gewässerschutz, Sektion Grundwasser und Wasserversorgung

■ Bilder: Arigon Generalunternehmung AG, Zürich, AWEL, Dr. Heinrich Jäckli AG, Zürich, SVG – Schweizerische Vereinigung für Geothermie, Frauenfeld

■ Druck: Juni 2008