

**Zeitschrift:** Tec21  
**Herausgeber:** Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein  
**Band:** 141 (2015)  
**Heft:** 9-10: Erdwärme : first come, first serve?

**Artikel:** "Nutzungsgrenzen im Untergrund"  
**Autor:** Knüsel, Paul / Mégel, Thomas  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-514956>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 01.04.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

Infrastrukturvorhaben in die Quere. Ein Beispiel lieferte der Bau der Zürcher SBB-Durchmesserlinie (vgl. E-Dossier «Durchmesserlinie» auf [www.espazium.ch](http://www.espazium.ch)): Bei der Planung entdeckte die Bauherrschaft im unterirdischen Korridor für den Weinberg-Bahntunnel zwischen Zürich HB und Oerlikon zwei Erdsondenanlagen. Die Bohrstandorte lagen nicht unmittelbar im Tunnelquerschnitt. Aber weil Bohrlöcher um über zehn Meter von der Senkrechte abweichen können, hat die SBB die privaten Erdwärmeanlagen vorsorglich ersetzt. Bemerkenswert ist: Der Kanton Aargau und der Branchenverband Fachvereinigung Wärmepumpen Schweiz haben eine Testphase vereinbart, wonach die Abweichung der Bohrprofile bei neuen Projekten genau auszumessen ist.

Ohne übergeordnete raumplanerische Koordination verursachen die unterschiedlichen Zeitperspektiven jedoch grundsätzlichere Konflikte im Untergrund: Die private Erdwärmenutzung ist auf eine Nutzungsfrist von 50 Jahren ausgelegt. Demgegenüber legt sich eine Richtplanung mit öffentlichem Interesse nur jeweils auf 15 bis 20 Jahre fest. Braucht es spezielle Infrastruktur-Freihaltezonen oder befristete Bewilligungen für Erdsonden? Die nachhaltige Erdwärmenutzung ist inklusive dem weiteren Ausbau erwünscht. Inwiefern

nun die Nutzungsvorschriften, das Normenwerk sowie die Sorgfalt bei der Planung daran anzupassen sind, ist Gegenstand laufender rechtlicher und energietechnischer Debatten. •

*Paul Knüsel*, Redaktor Umwelt/Energie

#### Anmerkungen

1 Berichte NZZ «Forschung und Technik» (9. Juli 2014) und Nachrichtenmagazin «Rendez-Vous» am Schweizer Radio (21. Juli 2014).

2 Amt für Hochbauten der Stadt Zürich, Erdsondenpotenzial in der Stadt Zürich, Schlussbericht 2014.

3 Felix Schmid, Räumliche und rechtliche Herausforderungen beim dichten Einsatz von Erdwärmesonden, DAS Raumplanung ETH Zürich 2014.

4 Baudirektion des Kantons Zürich, Energieerzeugung im Kanton Zürich; Ausbaupfad und saisonales Angebot an erneuerbarer Energie sowie die Energieerzeugung mit fossiler Wärmekraftkopplung 2013.

5 Energiebeauftragter der Stadt Zürich, Konzept Energieversorgung 2050 der Stadt Zürich 2014.

6 Amt für Hochbauten Stadt Zürich und Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft Kt. Zürich, Validierung Erdsondenpotenzial, unveröffentlicht (2014).

ERDSONDENFELDER ALS JUNGE ENERGIETECHNOLOGIE

# «Nutzungsgrenzen im Untergrund»

Geothermische Energiesysteme sind – anders als konventionelle Wärmequellen – in die Gebäudeplanung einzubeziehen. Thomas Mégel sammelt seit Langem Erfahrungen im Umgang mit Erdsondenfeldern.

Interview: Paul Knüsel

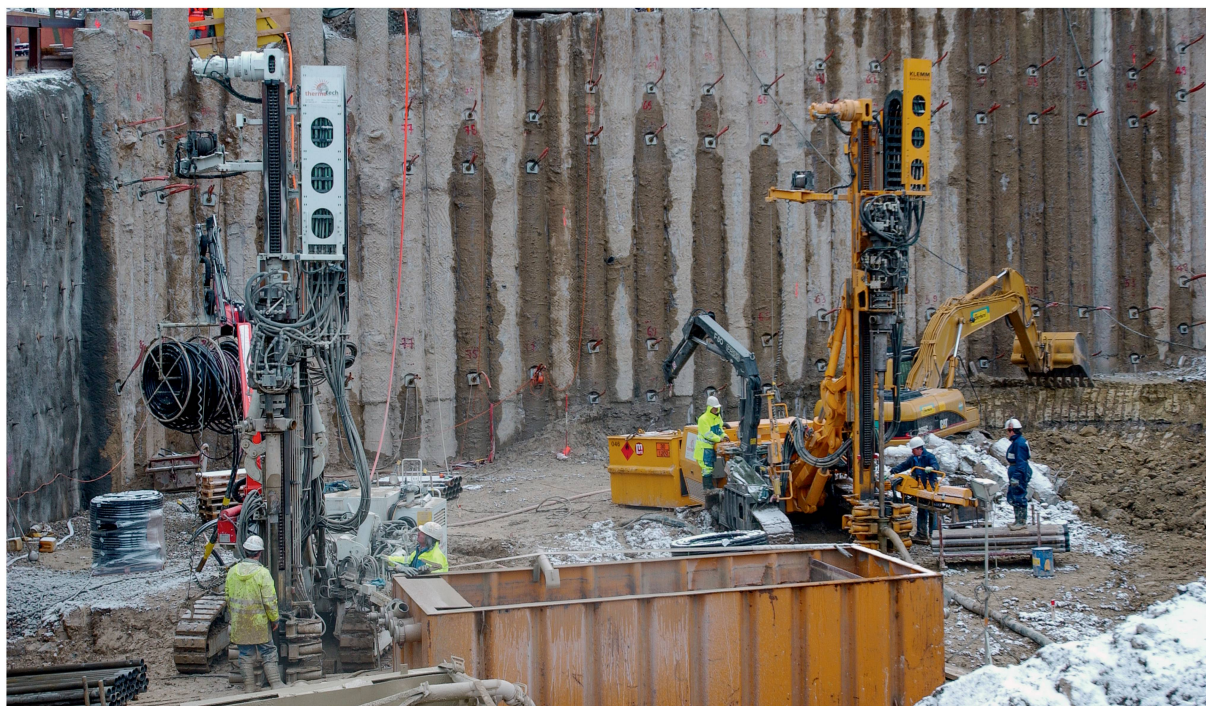
*TEC21: Herr Mégel, Sie waren an der Realisierung der ersten grossen Erdwärme-Pilotanlagen beteiligt. Welche Erfahrungen lassen sich inzwischen aus dem Einsatz der jungen Technologie ziehen?*

**Thomas Mégel:** Die positive Erkenntnis ist: Bei der Auslegung von Erdwärmesystemen haben wir ein sehr präzises Niveau erreicht. Schwierigkeiten entstehen im Betrieb allerdings dann, wenn das Nutzungskonzept oder die Leistungsdimensionierung in der Projektphase geändert worden ist. Erdsonden, die unter oder neben einem Haus abgeteuft oder verlegt werden, sind das Erste, was es zu bauen gibt. Daher ist die Fachplanung für ein Erdwärmesystem sehr früh auf präzise und klare Nutzungskonzepte

angewiesen. Bei konventionellen Energiequellen kann die technische Umsetzung im Verlauf der Gebäudeplanung meistens zu einem späten Zeitpunkt erfolgen. Sind geothermische Anlagen vorgesehen, ist deshalb der Ablauf in der auf ein Gebäude oder Areal ausgerichteten Gesamtplanung weitsichtig umzusetzen.

*Wie kann die Planung verbessert werden?*

**Mégel:** Um die Schnittstelle zwischen Gebäude und geothermischem Versorgungssystem besser in den Griff zu bekommen, führen wir vermehrt Gebäudesimulationen durch. Anstatt die Planung auf Normen abzustützen, können wir die gebäude-spezifischen Ansprüche präzisieren und simulieren.



«Erdsonden gehören zu den ersten Installationen, die zu realisieren sind»: Ansicht aus dem Bau des Erdsondenfelds Dolder, Zürich.

*Lassen sich konventionelle Heiz- oder Kühlanlagen in einem Planungskonzept ansonsten problemlos durch Erdwärmesysteme ersetzen?*

**Mégel:** Die Wahl verändert nicht nur den Planungsablauf, auch die Spezifikation der Energiebereitstellung und des gebäudebezogenen Energiebedarfs ist daran anzupassen. Das Energievolumen aus dem Untergrund ist nämlich nicht unbeschränkt nutzbar. Während konventionelle Heiz- und Kühlanlagen einzig auf den jeweiligen Leistungsbedarf ausgelegt sind, muss ein geothermisches Versorgungssystem auch die jährliche Energiebezugsmenge berücksichtigen können. Erdspeicheranlagen funktionieren dynamisch und sind jeweils auf die Energieverteilung übers Jahr spezifiziert. Das Grundstück inklusive Untergrund bildet das Energiepotenzial; die Grösse des Erdspeichers definiert die übers Jahr nutzbare Energie. Daraus ergeben sich Nutzungsgrenzen.

*Eine Studie der Stadt Zürich hat diesbezüglich für Aufregung gesorgt. Demnach ist das geothermische Energiepotenzial begrenzt. Wird der Untergrund als erneuerbare Energiequelle überfordert?*

**Mégel:** Für die Wärmeversorgung von Einfamilienhäusern sind einzelne Erdsonden mit genügend Abstand, wie bis anhin propagiert, vorbehaltlos anwendbar. Nach kurzer Betriebszeit balanciert sich der Energieaustausch zwischen Untergrund und Gebäude auf einem nachhaltigen Niveau ein. Im Sommer fliesst so viel Wärme nach, wie die Erdsonde im Winter herausgezogen hat. Eine Auslegung nach der SIA-Norm bietet Gewähr, dass die Sondentiefe und die Dimensionierung der Wärmepumpe einfach

und zweckmässig bestimmt werden können. Dennoch gilt, dass steiniger Boden ein schlechter Wärmeleiter und eher ein Isolator ist. Der Wärmefluss lässt sich mit einem Grundwasserbrunnen vergleichen. Die hydraulische Durchlässigkeit im Untergrund limitiert die Nutzung: Wird zu viel Wasser gewonnen, senkt sich der Spiegel. Die Studie der Stadt Zürich weist korrekterweise darauf hin, dass die Nachhaltigkeit der Geothermie nicht per se gegeben ist. Dies wirkt sich vor allem im urbanen Raum bei zunehmender Erdsondendichte aus. Sonden, die sich zu nah kommen, graben einander nämlich die Wärme ab.

*Sind schon Fälle von gegenseitigem Wärmeentzug aufgetreten?*

**Mégel:** Mir ist bisher kein solcher Nachbarstreit bekannt. Trotzdem ist absehbar, dass sich die zunehmende Ausbaudichte im Untergrund bemerkbar machen wird. Wird dem Untergrund über Jahrzehnte Wärme entzogen, breitet sich ein Kältetrichter auf eine Distanz von 20 bis 30 m aus. Geraten zwei benachbarte Erdsonden gegenseitig in ihren thermischen Einflussbereich, verschlechtert sich der Wirkungsgrad der daran gekoppelten Wärmepumpenanlage. Eine Regeneration im Untergrund würde diesen Effekt hingegen begrenzen.

*Welche Konsequenzen sind daraus zu ziehen?*

**Mégel:** Statt reine Wärmeentzugssysteme für die Gebäudeversorgung zu konzipieren, ist vermehrt auf Erdspeicherung oder aktive Regeneration zu achten. Bei einem effektiv nachhaltigen Geothermie-system wird zusätzliche Wärme in den Boden geleitet.



In warmen Zeiten bieten sich Solarkollektoren oder Rückwärmelanlagen an, um den Untergrund aktiv zu regenerieren.

*Auch in Einfamilienhausquartieren besteht die Gefahr, dass der Untergrund thermisch übernutzt wird. Können hier Wärmepumpenanlagen mit Kühlzusatzfunktion als Regenerator zum Einsatz kommen?*

**Mégel:** Die Kühlung eines Wohnhauses über Erdsonden ist ein Komfortgewinn. Der thermische Regenerationseffekt im Untergrund bleibt jedoch gering. Im Vergleich zur Kühlung von Büroräumen fliesst viel weniger Wärme in den Untergrund. Eine Option zur nachhaltigen geothermischen Nutzung in eng gebauten Wohngebieten wäre dagegen, auf tiefere Erdsonden auszuweichen. Dadurch erhöhen sich das angezapfte Wärmeniveau und der Wirkungsgrad. Gleichzeitig steigen aber die Kosten für das tiefere Bohrloch. Eine Option ist, eine aktive Regeneration zu installieren.

*Ist die aktive Regeneration bei grossen Erdwärmelanlagen aus technischer Sicht zwingend?*

**Mégel:** Nicht unbedingt zwingend; auf jeden Fall aber sollen vertiefte Analysen zeigen, wie nachhaltig der Untergrund vor Ort genutzt werden kann. Bei Erdsonden sind die Abstände zu Nachbarn und die Tiefe zu klären sowie mögliche Regenerationsvarianten aufzuzeigen. Im urbanen Raum wäre es zudem vorteilhaft, wenn die Behörde mit der Bewilligung ein nachhaltiges Nutzungsmass voraussetzt. Der Erdwärmemarkt ist eine Erfolgsgeschichte und hat in kurzer Zeit einen beachtlichen Stand erreicht. Nun ist es an der Zeit, Investoren und Bauherrschaften vermehrt auf den Regenerationsbedarf im dicht besiedelten Raum hinzuweisen.

*Regenerations- und Speicherkonzepte sind eine beliebte Energieversorgungsvariante für gemischte Büro- und Wohnareale. Wie gut passen die Ansprüche und das Energieangebot zueinander?*

**Mégel:** Einerseits gut, weil die Abwärme direkt vor Ort genutzt werden kann. Andererseits werden die verschiedenen Nutzungsformen voneinander abhängig gemacht: Bürogebäude sind dadurch Energieproduzenten; Leerstände in der Vermietung verursachen ein Ausfallrisiko für die Energieversorgung. Hohe Versorgungssicherheit garantieren oft nur zusätzliche, redundante Systeme. Die Erdwärmennutzung wird daher häufig in ein bivalentes Energieversorgungssystem eingebunden. Bei monovalenten Geothermieanlagen Reservekapazitäten oder Regenerationsanlagen vorzusehen oder diese mit maximaler Leistung auszustatten ist möglich, aber eine Kostenfrage.

*Sie haben die Schnittstelle zwischen Gebäudeplanung und geothermischer Energieplanung angesprochen. Was sind weitere Schwierigkeiten, die bei der Realisierung von Erdsondensystemen auftreten?*

**Mégel:** Ein generelles Problem ist die Qualitätssicherung beim Bohren und Abteufen der Erdsonden, namentlich Hinterfüllung und Durchfluss können mangelhaft sein. Der Knackpunkt ist: Erdsonden sind mittlerweile ein Massengeschäft, und die Bohrfirmen stehen unter grossem Preisdruck. Die Qualitätssicherung ist schwierig durchsetzbar; im Nachhinein lassen sich Mängel jedoch nur mit grossem Aufwand lokalisieren und beheben. Eine saubere Abnahme mit Qualitätsnachweis oder Prüfprotokoll gemäss der SIA-Norm schützt aber auch den Unternehmer, falls später Probleme auftreten. Einsicht und Bewusstsein sollen nicht erst mit Schadensfällen wachsen.

« Sonden, die sich zu nah kommen, graben einander Wärme ab. »

*Wie zeigen sich die Qualitätsmängel in der Realität? Bleiben die Häuser kalt?*

**Mégel:** Solange die Heizung im Betrieb irgendwie funktioniert, fällt ein Mangel kaum auf. Trotzdem sind erdgekoppelte Wärmepumpenanlagen mit schlechtem Wirkungsgrad nicht ganz selten. Ob die Wärmepumpe schlecht eingestellt ist oder der Mangel eher bei der Erdsonde liegt, lässt sich nachträglich schwer feststellen – ausser man analysiert Stromverbrauch und Temperaturverlauf jeweils ganz genau.

*Welche Fragen sind hinsichtlich der geothermischen Nutzung noch zu erforschen?*

**Mégel:** Zu erforschen gibt es eigentlich nicht mehr viel. Die grössten Wissenslücken betreffen Erkenntnisse aus den ersten Betriebserfahrungen einer Anlage. Zu oft kommt es vor, dass Neuanlagen kaum kontrolliert werden und auf ein rigoroses Funktionsmonitoring verzichtet wird. Zur Nutzung der geothermischen Quellen sind vor allem auch Schnittstellen zu beachten (vgl. «Damit die Linke weiss, was die Rechte tut», S. 34), weil verschiedene Komponenten von der Erdsonde bis zur Wärmepumpe interagieren. Das heisst, um die versprochene Leistung erreichen zu können, braucht es jeweils eine Gesamtschau. •

Paul Knüsel, Redaktor Umwelt/Energie



**Thomas Mégel** ist Geophysiker, Dr. sc. nat. ETH und Geschäftsführer Geowatt AG; tätig in Planung, Dimensionierung und Überwachung von Erdsondenanlagen und Erdspeichersystemen.



## Glossar

### Untiefe Geothermie

Erdwärme ist «im Gestein des Untergrunds gespeicherte thermische Energie» (StA 2010), die sich technisch sinnvoll in einer Tiefe von 0 m bis rund 400 m zur Gewinnung von Wärme und Kälte nutzen lässt. Ab einer Tiefe von etwa 100 m ist das Erdreich konstant 10 bis 12 °C warm.

### Erdwärmesonde

In ein Bohrloch eingesetzter röhrenförmiger Wärmetauscher zur Übertragung von thermischer Energie zwischen dem Erdreich und einem Fluid.

### Erdsondenfeld

Erdreichvolumen mit eng beieinander stehenden Erdsonden, das für die thermische Energiebereitstellung aktiv bewirtschaftet wird.

### Erdsonden-Wärmepumpe

Wärmepumpe, die, an eine Erdwärmesonde gekoppelt, Energie für Raumheizung und Brauchwassererwärmung bereitstellt.

### Erdwärmespeicher

Erdwärmesondenfeld, das zur Entnahme und zum Eintrag von Wärme in den Untergrund genutzt wird. Bei der Speicherung kann das geothermische Niveau temporär über oder unter den natürlichen Temperaturen liegen.

### Thermische Regeneration

Aktive technische Massnahmen zum Wärmeeintrag in den Untergrund, um die Temperaturverhältnisse im Erdreich übers Jahr möglichst stabil zu halten.

### Regenerationsquellen

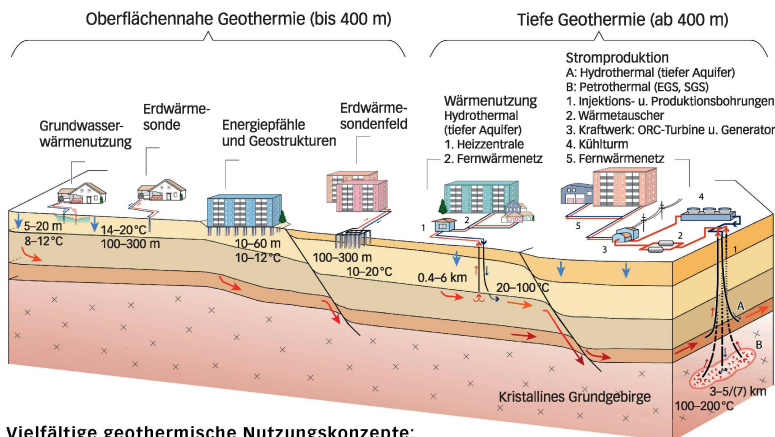
Zur aktiven Regeneration des Untergrunds bieten sich die Abwärme aus Kühl- und Produktionsprozessen, solare Einträge sowie die Gebäudekühlung als lokale Wärmequellen an.

### Anergienetz

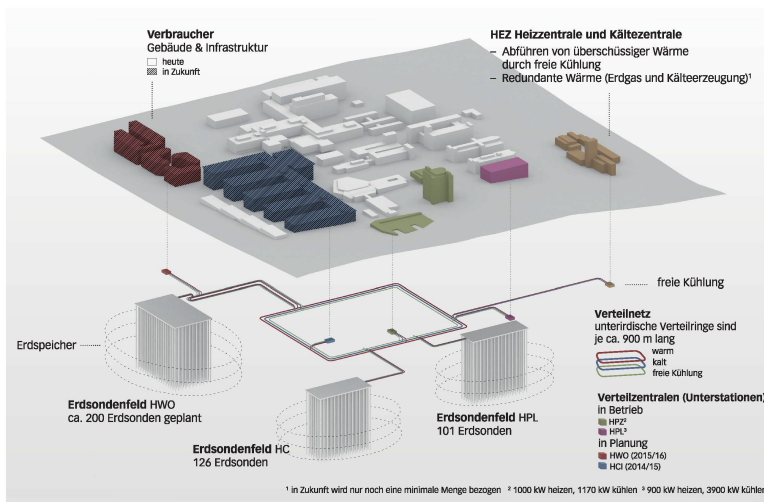
Wärmenetz für Areale und Quartiere, das dezentrale Wärmeverbraucher (Gebäude) mit niederwertiger Energie beliefert und die Abwärme aus der Gebäudekühlung als Wärmerückgewinnung oder aus anderen Quellen bereitstellt.

### Niederwertige Energie

Wärmeenergie auf einem niedrigen Temperaturniveau (nah der Umgebungstemperatur), die für die Aufbereitung zu Heizenergie mit einer Wärmepumpe sowie für die direkte Gebäudekühlung eingesetzt werden kann.



**Vielfältige geothermische Nutzungskonzepte:**  
Oberflächennahe, untefe Geothermie nutzt Erdwärme bis etwa 400 m.



Ringleitung und Erdsondenfelder im Energieversorgungsnetz des **ETH-Campus Höggerberg**.

ERDWÄRME-GROSSPROJEKTE *	NUTZUNG/ FUNKTION	SPEZIFIKATION	BAUJAHR
<b>Hotel Dolder, Zürich</b>	Erdsondenfeld als Wärmespeicher; Heizen und Kühlen	70 Einzelsonden; ca. 150 m tief	2008
<b>Novartis Campus, Basel</b>	Erdsondenfeld als Wärmespeicher; Heizen und Kühlen	3 Sondenfelder >200 Einzelsonden; ca. 220 m tief	Etappierter Ausbau bis 2020
<b>ETH-Campus, Höggerberg, Zürich</b>	Anergienetz mit Erdwärmespeicher; Heizen und Kühlen	7-9 Sondenfelder; 800 Einzelsonden; ca. 200 m tief	Etappierter Ausbau bis 2025
<b>Richti-Areal, Wallisellen</b>	Erdsondenfeld als Wärmespeicher; Heizen und Kühlen	220 Einzelsonden; ca. 225 m tief	2012
<b>Wohnquartier Friesenberg, Zürich</b>	Anergienetz mit Erdwärmespeicher; Heizen und Kühlen	3 Sondenfelder; 500 Einzelsonden; ca. 225 m tief	Etappierter Ausbau bis 2050
<b>Suurstoffi, Rotkreuz</b>	Erdsondenfeld als Wärmespeicher; Heizen und Kühlen	220 Einzelsonden; ca. 150 m tief	1. Etappe 2014
<b>Wohnquartier Im Vieri, Schwerzenbach</b>	Erdsondenfeld als Wärmespeicher; Heizen und Kühlen	80 Einzelsonden; ca. 250 m tief	2014

\* Auswahl realisierter Beispiele