

Berichte der GeoSphere Austria, Band 148



# NÖ GEOTAGE

**„Erdwärme / Geothermie“**

12. und 13. September 2024

Schloss Haindorf bei Langenlois



**Titel:** Erdwärme / Geothermie

**Berichte der GeoSphere Austria, 148**

ISSN 2960-4486 (Print)

ISSN 2960-4893 (Online)

**Redaktion:** Harald Steininger

**Impressum:**

Alle Rechte für das In- und Ausland vorbehalten

© GeoSphere Austria, Wien

Erscheinungsjahr: 09 / 2024

Erscheinungsort: Wien

**Medieninhaber, Herausgeber und Verleger:**

GeoSphere Austria

Hohe Warte 38

1190 Wien

[www.geosphere.at](http://www.geosphere.at)

**Druck:** Riegelnik Ges.m.b.H, 1070 Wien, Neustiftgasse 12

Ziel der „*Berichte der GeoSphere Austria*“ ist die Verbreitung wissenschaftlicher Ergebnisse durch die GeoSphere Austria.

Die „*Berichte der GeoSphere Austria*“ sind nicht im Handel erhältlich.

## Inhalt

Geothermie: Regionale Grundlagen der Geothermie in Österreich/Niederösterreich Geothermie-Potentialstudie – geothermische Basisdatenerhebung Cornelia STEINER.....	5
Länderübergreifende Erkundung des hydrothermalen Gebietspotentials im Raum Laa/Thaya und Páhsolávký Magdalena BOTTIG .....	10
Die Rolle der Umgebungswärme in der künftigen Energieversorgung Josef FISCHER.....	13
Modellierung und Erstellung integrativer Bewirtschaftungskonzepte für den Untergrund Veronika TUREWICZ & Stefan HOYER.....	17
Tiefengeothermie für die Dekarbonisierung der Fernwärme Wien Peter KEGLOVIC .....	19
Erdwärme als Nachnutzung von Kohlenwasserstoffbohrungen Sabine APPELT & Werner DONKE.....	23
Das Interreg-Projekt Transgeo: Nachnutzung von Öl- und Gasbohrungen für geothermale Anwendungen Monika HÖLZEL.....	24
Nutzung der tiefen Geothermie für die Fernwärme in der Thermenregion Gregor GÖTZL .....	25
Tiefe Geothermie – Aspekte bei der Planung und Umsetzung einer tiefen Geothermie-Bohrung Oliver TAUSCH .....	32
Geothermie für die Gemüseproduktion: das Projekt Frutura Thermal-Gemüsewelt Hans SCHWARZENHOFER.....	39
Tiefe Erschließungen für die Balneologie in Niederösterreich Johann GOLDBRUNNER .....	42
Hydrologische Systeme im südlichen Wiener Becken Godfrid WESSELY, Martin MASLO & Gregor GÖTZL .....	50
Rechtliches zur Nutzung von Erdwärme Friedemann KUPSA .....	54
Oberflächennahe Geothermie: Tiefensonden – Bohrtechnik und Ausführung, ein Beitrag zur Wärmewende aus dem Spezialtiefbau der Fa. PORR Anita ANGERER & Tobias MÜLLNER .....	59

Aspekte der Qualitätssicherung für die thermische Nutzung der seichten Geothermie Markus GMEINDL & Peter NIEDERBACHER .....	70
Das Landesklinikum Neunkirchen – Heizen und Kühlen über Erdwärmesonden Franz PÖLTL & Christoph PASSECKER .....	74
Erfahrungen zu Ansuchen und Bewilligen von Anlagen zur Nutzung der Erd- und Grundwasserwärme (Wärmepumpen) für Häuselbauer Martin HUBER .....	77
Verzeichnis der Referenten .....	80
PROGRAMM .....	83

# **Geothermie: Regionale Grundlagen der Geothermie in Österreich/Niederösterreich Geothermie-Potentialstudie – geothermische Basisdatenerhebung**

Cornelia STEINER

## **Regionale Grundlagen der Geothermie in Österreich/Niederösterreich**

### **1 Geothermie Potenziale**

#### **1.1 Potenziale der Tiefen Geothermie**

Der Fokus der tiefen Geothermie Nutzungen in Österreich liegt derzeit auf hydrothermalen Systemen. Hoffungsgebiete für die hydrothermale Geothermie in Niederösterreich befinden sich im Wiener Becken und in der Molassezone. Im Neogen des Wiener Beckens wird aktuell das Rothneusiedl Konglomerat durch das Joint Venture aus OMV AG und Wien Energie „DEEEP“ exploriert. Dort werden Wassertemperaturen von bis zu 100 °C erwartet. Unterhalb der neogenen Beckenfüllung gelten der Haupt- und Wettersteindolomit als potenzielle Reservoirgesteine. Eine Thermalwasserführung in diesen Formationen wurde bereits durch mehrere Bohrungen nachgewiesen. Südlich von Wien wurde in der Bohrung Tattendorf 1 Thermalwasser mit etwa 80 °C in 2.400 m im Wettersteindolomit getestet. Nördlich von Wien wurden in der Bohrung Breitenlee 3 etwa 125 °C in 3.700 m im Hauptdolomit nachgewiesen (Wessely, 1983).

In der Molassezone gilt insbesondere die Karbonatfazies des Oberjura, repräsentiert durch die Altenmarkt- und Vranovice-Formation, als potenzielles Reservoir (Wessely, 1997). Weitere Zielgesteine könnten die Sandsteine des Egerium sowie die Quarzarenitserien des Mitteljura darstellen. Thermalwasserzutritte wurden unter anderem in der Bohrung Laa 1 mit etwa 95 °C in 3.000 m in der Vranovice-Formation nachgewiesen (Bottig et al., 2021). Auch im Egerium und im Mitteljura wurden Thermalwasserzutritte festgestellt. Es bleibt jedoch fraglich, ob die durchlässigen Bereiche in diesen Sandsteinhorizonten eine ausreichend großräumige Erstreckung für eine geothermische Nutzung aufweisen.

#### **1.2 Potenziale der Oberflächennahen Geothermie**

Für die Nutzung der Oberflächennahe Geothermie mit Erdwärmesonden besteht in Österreich grundsätzlich ein flächendeckendes Potenzial. Mögliche Ausschlussgründe sind neben konkurrierenden Nutzungen, wie Schutzgebieten, einige geologische Bedingungen wie oberflächennahe Gasvorkommen, unterirdische Hohlräume, Vorkommen quellfähiger (z.B. Anhydrit) oder auslaugungsfähiger Gesteine. Für Niederösterreich sind insbesondere Anhydritvorkommen relevant, die derzeit von der GeoSphere Austria erhoben werden.

Thermische Grundwassernutzungen sind auf produktive Grundwasservorkommen angewiesen. Besonders Porengrundwasserkörper, wie sie entlang von Flüssen auftreten, weisen ein hohes Potenzial auf. Da hier generell auch die größeren Siedlungsgebiete liegen, decken sich Gebiete mit hohem Wärme-/Kältebedarf im Allgemeinen mit Bereichen, die ein hohes Nutzungspotenzial für die thermische Grundwassernutzung aufweisen.

Aktuell entwickelt die GeoSphere Austria mit dem Geothermie-Atlas (<https://geothermieatlas.geosphere.at/>) ein bundesweites und freizugängliches webbasiertes

Informationssystem zur Darstellung der Ressourcen und möglichen Nutzungseinschränkungen. Für Wien zeigt der Geothermie-Atlas derzeit Geodaten für Erdwärmesonden und die thermische Grundwassernutzung in einem Webmap-Viewer. Die Geodaten beinhalten geologische und hydrogeologische Datensätze sowie daraus abgeleitete Energiemengen und thermische Leistungen. Für die Erdwärmesonden gibt es außerdem die Möglichkeit, für individuell festgelegte Sondenkonfigurationen das Potenzial und zusätzlich, bei Angabe des Wärme- und Kältebedarfs, die Bedarfsdeckung ermitteln zu lassen. Die bereitgestellten Ergebnisse und Daten dienen einer Erstabschätzung für die interessierte Allgemeinheit sowie als Planungsgrundlagen für Fachexpertinnen und -experten. Eine Detailplanung kann dadurch nicht ersetzt werden. Ziel ist es, einen ersten Überblick über die Potenziale zu geben, die Sichtbarkeit der Geothermie zu erhöhen, sowie die Detailplanung (und in weiterer Folge den Ausbau der oberflächennahen Geothermie) zu beschleunigen. Eine Erweiterung der Applikation auf weitere Bundesländer wird angestrebt. Für Niederösterreich haben die Vorarbeiten zur Potenzialerhebung bereits begonnen.

### **1.2.1 Vorstudie zur landesweites Potenzialerhebung**

In einer Vorstudie hat die GeoSphere Austria für das Amt der niederösterreichischen Landesregierung die Verfügbarkeit jener Daten untersucht, die für die Abschätzung der verfügbaren Ressourcen und die Analyse möglicher Nutzungseinschränkungen relevant sind. Das Amt der Niederösterreichischen Landesregierung strebt die Erstellung von Datensätzen der Ressourcen und möglicher Einschränkungen für die Oberflächennahe Geothermie in Form von Erdwärmesonden, thermischer Grundwassernutzung und Flachkollektoren an. Ziel ist eine flächendeckende Bereitstellung als Grundlage für die Energieraumplanung und erdwärmebasierte Versorgungskonzepte.

Im Vorgängerprojekt „Spatial Energy Planning“ (GEL-SEP, Steiner et al., 2021) hat die GeoSphere Austria eine umfangreiche Berechnungsmethodik dazu entwickelt. Darauf basieren unter anderem die im Geothermie-Atlas gezeigten Daten Wiens. Diese Methodik soll nun auch in Niederösterreich angewendet werden.

Im Rahmen der 2024 abgeschlossenen Vorstudie erfolgte für Niederösterreich zunächst die Analyse der bestehenden Datengrundlage, um über die verfügbaren Daten festzustellen, welche Parameter in welcher Qualität und Auflösung im Folgemodul erarbeitet werden können. Die Datengrundlage, auf die im Projekt zurückgegriffen wird, wurde zum Großteil in Vorprojekten geschaffen und ist in den Datenbanken der GeoSphere Austria, des Landes Niederösterreich oder im Open Government Data Katalog (<https://www.data.gv.at/>) verfügbar. Als Ergänzung wurden Daten zu Thermal Response Tests und Pumpversuchen von Bohrfirmen und Ziviltechnikern erhoben.

Ideale Eingangsdaten für die Ressourcenabschätzungen der Oberflächennahe Geothermie sind flächendeckende Informationen zum Untergrund. Für die Porengrundwasserleiter des Landes Niederösterreich stehen Daten aus Grundwassermodellen zur Verfügung, daher verfügen die Grundwasserkörper Tullner Feld, Marchfeld und Südliches Wiener Becken über eine gute hydrogeologische Datengrundlage. Hier gibt es Grundwassergleichenpläne und Daten zu der Staueroberkante, den kf-Werten sowie Zeitreihen der Grundwassertemperatur und des Grundwasserstands (Abb. 1).

Die standortabhängigen Parameter, die die Leistungsfähigkeit einer Erdwärmesonde beeinflussen, sind die Wärmeleitfähigkeit, die Untergrundtemperatur und die Bodentemperatur. Die wichtigsten Eingangsdaten sind dafür Datensätze und Modelle zum geologischen Aufbau des Untergrunds sowie

Bohrprofile und TRTs. Für flache Systeme können die benötigten Parameter von der Österreichischen Bodenkarte und der Österreichischen Lockergesteinskarte abgeleitet werden.

Auf Basis der erhobenen Daten werden im noch folgenden Bearbeitungsschritt die Eingangsdatensätze für die Potenzialberechnungen erstellt und anschließend die Leistungs- und Energieressourcen der verschiedenen Anwendungsformen ermittelt.

Abgesehen von diesem technischen Potenzial kann es jedoch in bestimmten Gebieten zu Nutzungseinschränkungen kommen, zum Beispiel aufgrund bevorzugter Interessen (z.B. Schutzgebiete) oder Risiken durch (z.B. negative Beeinflussung des Grundwassers in der Nähe von Altlasten) und für die Anlage (z.B. Rutschungsflächen). In der Vorstudie wurden Eingangsdaten für Einschränkungen aus dem OGD-Katalog, vom IT-Service der GeoSphere Austria, der zahlreiche Kartenwerke bereitstellt, und vom Land Niederösterreich bezogen (Abb. 2). Für einen zusammenfassenden Überblick werden die möglichen Einschränkungen zu sogenannten Ampelkarten kombiniert. Die Farben der Ampelkarten zeigen Gebiete an, in denen das jeweilige geothermische System entweder „grundsätzlich möglich“ ist (grün), „eine genauere Beurteilung notwendig“ ist (gelb) oder „grundsätzlich nicht möglich“ ist (magenta).

Die Kompilierung der Ampelkarten soll so umgesetzt werden, dass sie in einem festzulegenden Zeitabstand aktualisiert wird. Damit wird sichergestellt, dass in den Ampelkarten stets die aktuellsten Daten, z.B. der Wasserschutz- und -schongebiete, angezeigt werden.

Die Bereitstellung der hydrogeologischen und geologischen Basisdatensätze, der Potenzialkarten und der Ampelkarten erfolgt im NÖ Atlas und im Geothermie-Atlas der GeoSphere Austria.

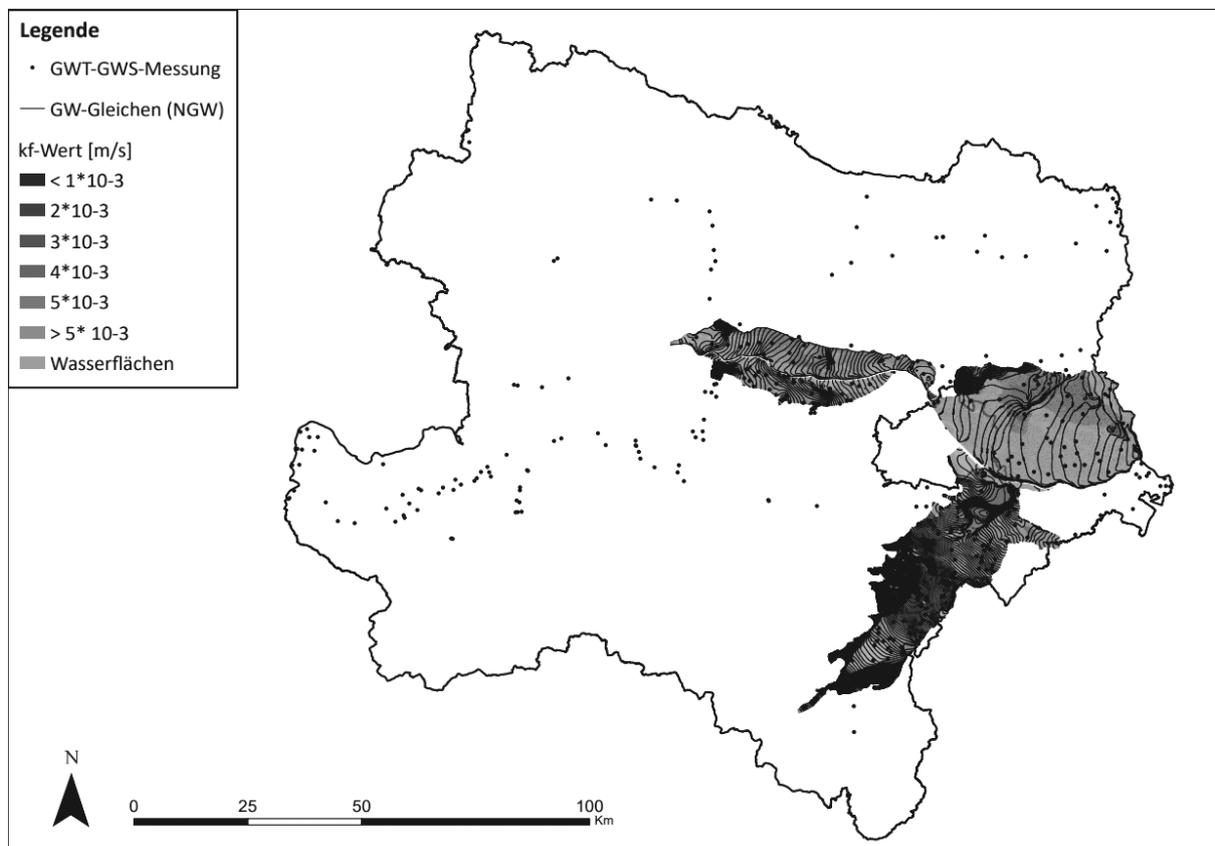


Abbildung 1: Eingangsdaten für die Ressourcenabschätzung der thermischen Grundwassernutzung.

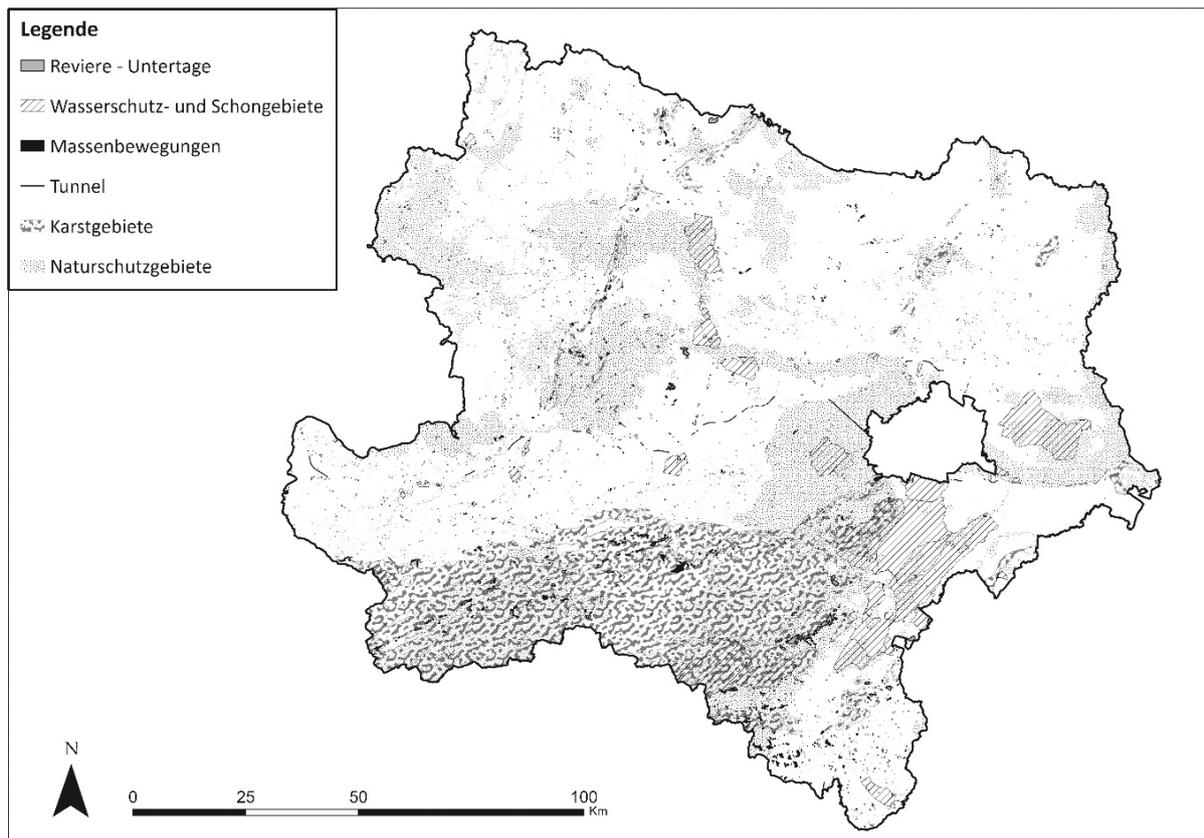


Abbildung 2: Beispiele möglicher Nutzungseinschränkungen in Niederösterreich.

## 2 Bestehende Nutzungen der Geothermie

### 2.1 Nutzungen der tiefen Geothermie

Momentan sind in Österreich rund 30 Anlagen zur balneologischen Nutzung und 7 Anlagen zur Wärmeproduktion in Betrieb. Drei Anlagen werden sowohl balneologisch als auch energetisch zum Heizen genutzt. In Niederösterreich gibt es 8 Thermen (Bad Deutsch-Altenburg, Bad Fischau, Baden, Linsberg, Mannersdorf, Bad Pirawarth, Bad Vöslau, Laa an der Thaya und Bad Sauerbrunn), die Thermalwasser fördern. Laut der FTI-Roadmap Geothermie (Zillner et al., 2022) betragen die gesicherten Reserven der hydrothermalen Geothermie in Österreich bei 700 – 1.000 MW<sub>thermisch</sub> und der Ausbaugrad liegt erst bei 10 – 15%.

### 2.2 Nutzungen der oberflächennahen Geothermie

Zum Stand 2022 befanden sich 20.583 thermische Grundwassernutzungen und mindestens 23.898 Erdwärmesondenanlagen österreichweit in Betrieb. Die Zahlen für die in Niederösterreich registrierten Anlagen betragen 5.478 für die thermische Grundwassernutzung und 110 für die Erdwärmesonden. Die Dokumentation der thermischen Grundwassernutzungen ist für ganz Österreich vollständig, diese Anlagen werden alle in den Wasserbüchern der Länder erfasst. Bei den Erdwärmesonden gibt es landesweite Unterschiede in der behördlichen Dokumentation. In Niederösterreich werden beispielsweise nur Anlagen registriert, die sich in Wasserschutz- und -schongebieten befinden. Über den vermutlich weitaus größeren Anteil der Erdwärmesonden außerhalb gibt es keine Aufzeichnungen. Das laufende EU-Life Projekt GeoBOOST hat diese Erhebungen durchgeführt und empfiehlt eine vollständige Dokumentation aller bestehenden Geothermie-Anlagen (Brancher & Steiner, 2024). Vorteile davon wären verbesserte Marktanalysen der

Geothermie, eine lückenlose Dokumentation des Ausbaus erneuerbarer Wärme- und Kälteproduktion sowie der Gewinn wichtiger geologischer und hydrogeologischer Daten während Planung und Betrieb.

### 3 Fazit

Die oberflächennahe Geothermie spielt in Österreich eine bedeutendere Rolle als die tiefe Geothermie, wenn man die thermische Energiemenge betrachtet. Schätzungen zufolge beträgt die Wärmeproduktion aus oberflächennaher Geothermie etwa 1,6 GW und rund 2,6 TWh. Im Vergleich dazu liegt die Wärmeproduktion aus hydrothermalen Geothermie bei etwa 105 MW und ca. 0,3 TWh.

Grundlagendaten zur Geothermie liegen in Österreich nicht flächendeckend vor. Sie sind jedoch essentiell für eine Beschleunigung des Ausbaus der Geothermie. Momentan führt die GeoSphere Austria Potenzialabschätzungen für die Oberflächennahe Geothermie in Niederösterreich durch. Grundlagendaten für die Tiefe Geothermie liegen hauptsächlich aus der Kohlenwasserstoffexploration und in Projektentwicklungsgebieten der hydrothermalen Geothermie vor.

Informationen über bestehende Geothermieanlagen sind ebenso wichtig, um den Ausbau der erneuerbaren Energien zu dokumentieren. In Niederösterreich gibt es diesbezüglich besonders für die Erdwärmesonden Aufholbedarf. Hier werden nur wenige Anlagen im Wasserbuch erfasst.

### Literatur

- Bottig, M., Pasternáková, B., Říčka, A., Chroustová, K. & Kuchovský, T. (2021). Projekt HTPO - Untersuchung des geothermischen Potenzials der Grenzregion Österreich - Tschechien: Geothermische Kartenserie der Thermalwasservorkommen in der Region. Brno. Verfügbar: [https://2014-2020.at-cz.eu/at/ibox/pa-2-umwelt-und-ressourcen/atcz167\\_htpo/dokumente](https://2014-2020.at-cz.eu/at/ibox/pa-2-umwelt-und-ressourcen/atcz167_htpo/dokumente)
- Brancher, M. & Steiner, C. (2024). Reporting and monitoring geothermal heat pumps in Europe. Project GeoBOOST. Verfügbar: <https://gogeothermal.eu/wp-content/uploads/2024/05/Geoboost-Deliverable-D2.2-Report-and-monitoring-geothermal-HP-in-Europe.pdf>
- Steiner, C., Turewicz, V., Götzl, G., Fuchsluger, M., Nyeki, E., Brüstle, A. & Hoyer, S. (2021). Projekt GEL-SEP Wien: "Informationssystem Oberflächennahe Geothermie für Wien": Endbericht.
- Wessely, G. (1983). Zur Geologie und Hydrodynamik im südlichen Wiener Becken und seiner Randzone. Mitteilungen Der Österreichischen Geologischen Gesellschaft, 76, 27–68.
- Wessely, G. (1997). Exkursionsführer "Das Land um Laa an der Thaya" - Das autochthone Mesozoikum im weiteren und engeren Raum von Laa an der Thaya - Staatz. Exkursionsführer Österr. Geol. Ges., 17, 53–57.
- Zillner, T., Bauer, H., Lutter, E., Warmuth, H., Haslinger, E. & Götzl, G. (2022). FTI-Roadmap Geothermie: Vision und FTI-politische Fragestellungen. BMK, Klima- und Energiefonds.

## **Länderübergreifende Erkundung des hydrothermalen Gebietspotentials im Raum Laa/Thaya und Páhsolávký**

Magdalena BOTTIG

Das Projekt HTPO (Resultate siehe Leichmann, 2021) wurde durch das Interreg Programm Österreich – Tschechien unter der Leitung der Masaryk Universität Brünn gemeinsam mit den Partnern der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik und der Geologischen Bundesanstalt im Zeitraum 2019 bis 2021 durchgeführt.

Der Fokus lag auf der Entstehung, dem Potential und dem gemeinsamen Management der grenzüberschreitenden Thermalwasserressourcen in der Region Laa-Pásohlávký. Im Rahmen des Projektes wurde ein gemeinsames geowissenschaftliches Modell erarbeitet um den Untergrund möglichst gut darstellen zu können. Anhand dieses Modelles wurden Nutzungspotenziale und Nutzungskonflikte bewertet.

### **Zielformationen für die Nutzung hydrothermaler Geothermie**

Im Zuge des Projektes als für eine Thermalwassernutzung generell geeignet wurden all jene Formationen betrachtet, die aus Sicht des Konsortiums als ausreichend permeabel angenommen werden können und zudem eine gewisse Tiefenlage aufweisen um Mindesttemperaturen von 40 °C zu erreichen. Um Informationen über Zuflussbedingungen, Porositäten und Permeabilitäten dieser Formationen zu ermitteln, wurden Bohrlochtests der OMV AG ausgehoben sowie eine Literaturrecherche durchgeführt. So konnten die folgenden drei Formationen als potenziell thermalwasserführend identifiziert werden:

Karbonatfazies des Oberjura (Altenmarkt- und Vranovice-Formation, siehe Abbildung 1): Die Karbonate des Oberjura bieten generell geeignete Voraussetzungen für Thermalwassernutzungen (Wessely, 1997). Vor allem die verkarsteten Kalke und Korallenriffkalke sowie Dolomite der Altenmarkt- und Vranovice-Formation, wie die Nutzungen in Laa/Thaya und Pásohlávký (Lage siehe Abbildung 1) zeigen. Diese Karbonate stellen eine Plattformfazies dar, die gegen Osten von dichten Gesteinen der Beckenfazies abgelöst wird (Wessely, 2006). Die ausgehobenen Tests der OMV AG zeigen in Tiefen bis 3.200 m Temperaturen bis 100 °C. Die Mineralisierung der angetroffenen Wässer liegt im Bereich 21 bis 66 g/l, in der Bohrung Laa TH S1 betrug sie 45 mg/l (Elster et al., 2016).

Sandsteine des Egerium: Aus Bohrungsdaten der OMV AG geht hervor, dass Thermalwässer dieser Formation durch Fördertests nachgewiesen wurden. In Tiefen bis 2.400 m wurden Temperaturen bis 75 °C gemessen. Die guten Durchlässigkeiten und hohen Porositäten der teils mächtigen submarinen Sandschüttungen bis 25 % sprechen zudem für das Potenzial dieser Formation. Die Formation weist eher moderate Mineralisierung der Wässer auf, sie liegt im Bereich 2 bis 30 g/l, in der Bohrung Laa TH S1 betrug sie 23 g/l (Elster et al., 2016).

Delta und karbonatisch-klastische Fazies des Mitteljura (Obere-, Untere und Dolomitische Quarzarenitserie): Im Mitteljura wechseln im Wesentlichen Tonsteinfolgen mit Quarzarenitfolgen. Die Tonsteinfolgen können generell als dicht eingestuft werden. Das Potenzial der Deltasandfazies mit ihren Quarzarenitfolgen ist bisher noch nicht eingehend erkundet, diese können jedoch in den abgesunkenen Bereichen des Mailberger Bruches große Mächtigkeiten und somit große Tiefen erreichen. Porositätsverlust der Sandsteine mit der Tiefe sowie hohe Salinität der Wässer kann diesen

positiven Faktor jedoch vermindern (Wessely, 2006). Bohrlochtests der OMV AG zeigen, dass es Indizien für mäßige Salinitäten sowie für die großen Tiefenlagen relativ hohe Porositäten gibt (Brix & Schultz, 1993). Malzer et al. (1993) beschreiben maximale Porositäten mit 25 % und maximale Permeabilitäten mit > 2.000 mD. Die ausgehobenen Tests der OMV AG zeigen in Tiefen bis 4.300 m Temperaturen bis 125 °C. Die Mineralisierung der angetroffenen Wässer liegt im Bereich 3 bis 50 g/l.

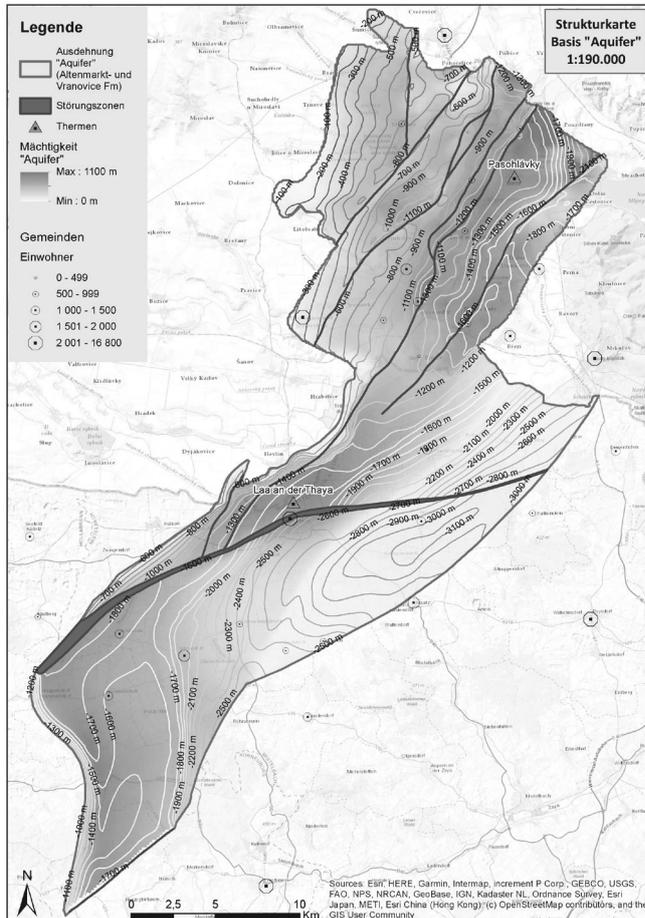


Abbildung 1: Karte der Mächtigkeit und Temperatur der Altenmarkt- und Vranovice-Formation. Die Temperatur entspricht einem angenommenen Geothermischen Gradienten von 27 °C/km (aus Kuchovský et al., 2021).

### Aktuelle Nutzungen, möglicher Nutzungskonflikt (Říčka et al., 2021)

Bisher gibt es keine Nutzung der Tiefenwässer für die Wärme- oder Stromgewinnung, jedoch zwei Nutzungen zu balneologischen Zwecken die etwa 25 km entfernt von einander liegen – eine in Laa an der Thaya und eine in Pasohlávky (CZ).

Obleich die beiden Nutzungen ihr Thermalwasser aus der Altenmarkt-Formation aus ähnlicher Tiefe (etwa 1.400 m) beziehen, zeigt die Hydrochemie Unterschiede in der Zusammensetzung der Wässer. Das Wasser in Laa enthält etwa 33 - 42 % primäres Meerwasser, während das Wasser in Pasohlávky nur etwa 6 - 7 % enthält. Auch bei den Hauptionenkonzentrationen stellt die relative Konzentration an  $\text{HCO}_3^-$  einen signifikanten Unterschied dar. Ebenfalls keine Anhaltspunkte auf eine mögliche gegenseitige Beeinflussung liefern die Beobachtungen der Monitoringdaten der beiden Bohrungen. Selbst nach der Erhöhung der Fördermenge der Bohrung MUS-3G im Jahr 2013 kam es zu keiner Trendänderung in den Druckspiegelhöhen der Bohrung Laa TH N1. Auch konnte keine Änderung der Temperatur oder elektrischen Leitfähigkeit beobachtet werden. Zusätzlich wurde das

hydrogeologische Modell verwendet, um dies zu überprüfen. Durch den Vergleich der simulierten Wassersäule im Brunnen Laa TH N1 bei einer Wasserentnahme von 0 und 7 l/s (maximal beobachtete Wasserentnahme) konnte kein Einfluss auf die Wassersäule beobachtet werden.

Ogleich die beiden Thermen ihr Wasser aus derselben geologischen Formation ohne strukturelle Barrieren ziehen, gibt es bisher keine Anhaltspunkte dafür, dass sie auch das gleiche Thermalwassersystem nutzen. Hierzu muss jedoch angemerkt werden, dass die Monitoringdaten der Bohrung Laa TH N1 generell von schlechter Qualität sind und eine Verbesserung der Messgenauigkeit angestrebt werden sollte, vor allem bei Erhöhung von Schüttungsraten oder der Errichtung neuer Nutzungen.

## Literatur

- Brix, F., & Schultz, O. (1993). Erdöl und Erdgas in Österreich. Wien: Naturhistorisches Museum Wien und Verlag F. Berger/Horn.
- Elster, D., Goldbrunner, J., Wessely, G., Niederbacher, P., Schubert, G., Berka, R., Philippitsch, R. & Hörhan, T. (2016). Erläuterungen zur geologischen Themenkarte Thermalwässer in Österreich 1:500.000. Wien: Geologische Bundesanstalt.
- Kuchovský, T., Bottig, M., Pasternáková, B., Říčka, A. & Chroustová, K. (2021). Projekt HTPO - Untersuchung des geothermischen Potenzials der Grenzregion Österreich - Tschechien: Geothermische Kartenserie der Thermalwasservorkommen in der Region. Brno. Retrieved from [https://2014-2020.at-cz.eu/at/ibox/pa-2-umwelt-und-ressourcen/atcz167\\_htpo/dokumente](https://2014-2020.at-cz.eu/at/ibox/pa-2-umwelt-und-ressourcen/atcz167_htpo/dokumente)
- Leichmann, J. (2021). INTERREG AT-CZ, Project HTPO. Retrieved from [https://2014-2020.at-cz.eu/at/ibox/pa-2-umwelt-und-ressourcen/atcz167\\_htpo](https://2014-2020.at-cz.eu/at/ibox/pa-2-umwelt-und-ressourcen/atcz167_htpo)
- Malzer, O., Rögl, F., Seifert, P., Wagner, L., Wessely, G. & Brix, F. (1993). III.4. Die Molassezone und deren Untergrund. In F. Brix & O. Schultz (Eds.), Erdöl und Erdgas in Österreich (pp. 281–357). Wien.
- Říčka, A., Kuchovský, T., Chroustová, K., Pasternáková, B. & Bottig, M. (2021). Projekt HTPO - Untersuchung des geothermischen Potenzials der Grenzregion Österreich - Tschechien: Dynamisches Prognosemodell für zukünftige Nutzungen. Brno. Retrieved from [https://2014-2020.at-cz.eu/at/ibox/pa-2-umwelt-und-ressourcen/atcz167\\_htpo/dokumente](https://2014-2020.at-cz.eu/at/ibox/pa-2-umwelt-und-ressourcen/atcz167_htpo/dokumente)
- Wessely, G. (1997). Exkursionsführer “Das Land um Laa an der Thaya” - Das autochthone Mesozoikum im weiteren und engeren Raum von Laa an der Thaya - Staatz. Exkursionsführer Österr. Geol. Ges., 17, 53–57.
- Wessely, G. (2006). Geologie der Österreichischen Bundesländer - Niederösterreich. Wien: Verlag der Geologischen Bundesanstalt.

## Die Rolle der Umgebungswärme in der künftigen Energieversorgung

Josef FISCHER

### Einleitung / Herausforderung

Zur Eindämmung des Klimawandels setzt das Land Niederösterreich bei der Klima- und Energiewende auf ein vielseitiges Maßnahmenbündel und ist sich seiner Verantwortung bewusst, auch gesetzliche Vorgaben zu erfüllen.

Der Gebäudesektor macht mit einem Anteil von rund 12 % an den gesamten Treibhausgasemissionen Niederösterreichs einen nennenswerten Teil aus. Zudem stellen die Haushalte mit einem Anteil von etwa 28 % am Endenergieverbrauch einen wichtigen Hebel zur Senkung des Energiebedarfs dar. Mehr als die Hälfte davon geht auf Heizung und Warmwasser zurück (Abb. 1), wovon in etwa noch 40 % durch fossile Energie gedeckt wird. Dies trägt nicht nur zum Klimawandel bei, sondern bringt auch Abhängigkeiten von überwiegend autokratischen Staaten mit sich. Eine vielversprechende Lösung bietet dabei die Anwendung von Umgebungswärme.

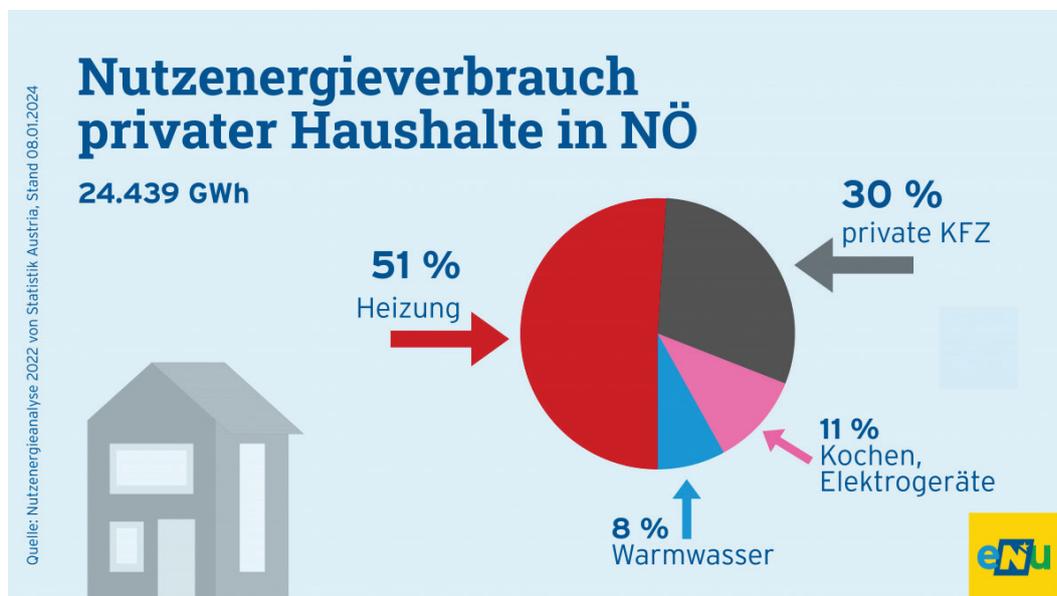


Abbildung 1: Energieverbrauch der Haushalte.

### Rahmenbedingungen

Gemäß des Green Deals der Europäischen Union und der zugehörigen Rechtsakte, haben auch Österreich sowie Niederösterreich, als Bundesland mit der größten Produktion erneuerbarer Energie, ihren Beitrag zur Erreichung bestimmter Energie- und Klimaziele bis zum Jahr 2030 zu leisten. So steht die Reduktion der Treibhausgasemissionen um 55 % von 2005 bis 2030 neben anderen Zielen im Mittelpunkt.

Bricht man die Vorgaben auf Österreich runter, so bedeutet dies für den Gebäudesektor einen Anteil von min. 49 % erneuerbarer Energieeinsatz in Gebäuden bis 2030. Natürlich liegt ein weiterer entscheidender Hebel in der Senkung des Energieverbrauchs. So sind entsprechend EU-Vorgaben, nationale Gebäuderenovierungspläne mit nationalen Zielen, zu erstellen oder verpflichtend Nullemissionsgebäude im Neubau ab 2030 zu gewährleisten.

## Übersicht über die Heizung von Niederösterreichs Haushalten

Das Bundesland Niederösterreich zählt etwa 750.000 Haushalte. Mit ca. 200.000 Biomasseheizungen (z.B. Stückholz, Pellets), 140.000 Fernwärmeanschlüssen und mehr als 100.000 Solar- und Wärmepumpenheizungen sind die erneuerbaren Systeme in der Überzahl. Aber in 4 von 10 Haushalten wird noch fossil geheizt. Vorrangig sorgen dabei mehr als 190.000 Erdgasheizungen und in etwa 90.000 Ölkessel für entsprechende Treibhausgasemissionen.

Die gute Nachricht ist: Die Umstellung dieser Anlagen auf erneuerbare Heizsysteme ist bereits in vollem Gange. Die Kesseltausch-Förderzahlen des Jahres 2023 belegen eindrucksvoll: Rund 13.000 Haushalte tauschten im vergangenen Jahr ihr fossiles gegen ein klimafittes Heizsystem. Die Mehrheit setzt dabei auf Umgebungswärme in Form von Wärmepumpen – in den meisten Fällen in Form einer Luft/Wasser-Wärmepumpe (Abb. 2).

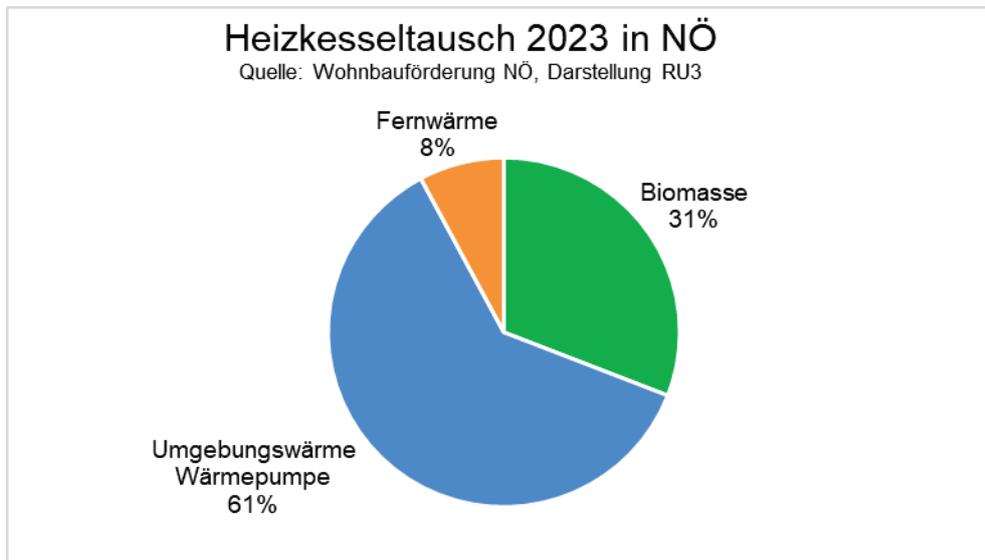


Abbildung 2: Heizkesseltausch 2023.

### Arten von Umgebungswärme

Zur sogenannten Umgebungswärme zählen folgende Quellen, wo Wärme aus der Umgebung entzogen und mittels Wärmepumpen auf ein noch höheres Temperaturniveau gebracht wird: Wärme aus der Luft, dem Erdreich oder dem Grundwasser.

Während die Nutzung der Quelle Luft in der Errichtung vergleichsweise einfach bzw. kostengünstig möglich ist, bedarf es bei der Nutzung der Wärme des Untergrunds zusätzlicher Maßnahmen. Bei der oberflächennahen Geothermie wird Wärme- oder Kühlenergie mit Hilfe von gebohrten Erdwärmesonden, Flächenkollektoren oder in Form von direkter thermischer Grundwassernutzung aus den oberen Erd- und Gesteinsschichten gewonnen. Der Untergrund wird dabei bis zu einer Tiefe von ca. 400 Metern und Temperaturen von bis zu 25 °C genutzt. Erdwärmesonden und -kollektoren sind Rohrsysteme mit zirkulierendem Wasser, über die dem Boden Wärme entzogen oder zugeführt werden kann. Gekoppelt mit einer Wärmepumpenanlage wird diese zur Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser oder auch zur Kühlung von Gebäuden verwendet. Die thermische Nutzung des Grundwassers mittels Brunnenanlagen ist unter der Voraussetzung, dass ein oberflächennaher, ergiebiger Grundwasserkörper vorhanden ist (abseits von Grundwasserschutzgebieten), ebenfalls möglich. Erdwärme kann so dazu beitragen, fossile Energieträger bei der Wärme- und Kälteversorgung zu ersetzen.

Hier ist die Nutzung der Umgebungswärme klar von „echten“ tiefegeothermische Anlagen zu unterscheiden. Diese nutzen die Wärme aus einer Tiefe von etwa 1.500 bis 5.000 Metern mit Temperaturen von typischerweise über 60 °C, welche zur Wärmeversorgung sowie zur Erzeugung von Strom genutzt werden kann.

## **Die Rolle der Umgebungswärme und ihre Voraussetzungen**

Die Verwendung von Umgebungswärme stellt einen großen Hebel für die Dekarbonisierung des Wärmesektors dar, zumal ihr Potenzial gerade im Bereich der Haushalte sehr groß ist. Die Nutzung dieses Potenzials ist umso wichtiger, da Biomasse mit zunehmendem Einsatz zu Heizzwecken und als Ersatz von Erdgas in Gewerbe und Industrie nicht in uneingeschränktem Maße verfügbar sein wird.

Der Einsatz hocheffizienter Wärmepumpen, die mit Umgebungswärme betrieben werden, hilft zudem dabei, den Energieverbrauch zu senken. Voraussetzung für das effiziente Arbeitsverhalten von Wärmepumpen ist ein entsprechender thermischer Gebäudezustand, der niedrige Vorlauftemperaturen ermöglicht und die Wärme über eine möglichst große Fläche abgibt. Im Bestand, also bei älteren Gebäuden, sind daher oft erst Sanierungsmaßnahmen zu setzen, ehe die Umstellung auf eine Wärmepumpe sinnvoll ist.

Da neben der kostenlosen Umgebungswärme auch ein kleinerer Teil Strom benötigt wird, ist damit zu rechnen, dass die Bedeutung erneuerbaren Stroms für Heizzwecke in Zukunft weiter zunehmen wird. In Anbetracht dessen hat sich Niederösterreich ambitionierte Ziele für den Ausbau von Windkraft und Photovoltaik gesetzt. Durch die Zunahme an Hitzetagen wird die Bedeutung von Wärmepumpen zur Kühlung von Gebäuden ebenso steigen.

Auch für die Dekarbonisierung der Fernwärme ist Umgebungswärme in Betracht zu ziehen. So können Wärmepumpen in den klassischen Übergangszeiten den Schwachlastbetrieb übernehmen.

## **Angebote des Landes Niederösterreichs**

Da die Frage nach dem passenden Heizsystem sehr komplex sein kann und von Fall zu Fall unterschiedlich ist, liefert vor der Investitionsentscheidung die Energieberatung Niederösterreich die passenden Antworten. Ihr Angebot erstreckt sich von Beratungen zum Heizungstausch über Sanierungen bis hin zu Photovoltaik. Das Angebot reicht von telefonischer Beratung bis hin zu umfassenden Gesprächen vor Ort.

Um den Einsatz von Umgebungswärme in den niederösterreichischen Haushalten voranzutreiben, wurde in den letzten Jahren auch ein attraktives Umfeld durch Landes- und Bundesförderungen geschaffen. Im Rahmen der Bundesaktion „Raus aus Öl und Gas“ sind Förderung von bis 75 % der Anschaffungskosten möglich. Für einkommensschwache Haushalte fördern Bund und Land sogar bis zu 100 %. Auch dazu berät die Energieberatung Niederösterreich ausführlich. Infos unter: <https://www.energie-noe.at/energieberatung>

## **Praxisbeispiel: Geothermienutzung der Karl Landsteiner Privatuniversität für Gesundheitswissenschaften am Campus Krems**

Für die Karl Landsteiner Privatuniversität am Campus Krems wurde kürzlich ein zusätzliches Gebäude für Büro- und Labornutzung errichtet. Das mit einer konditionierten Brutto-Grundfläche von 8.141 m<sup>2</sup> und als Niedrigstenergiegebäude geplante und ausgeführte Gebäude wird aus oberflächennaher Geothermie zur Wärme- und Kälteerzeugung versorgt (Abb. 3).

Für den Neubau wurden 49 Tiefenbohrungen mit einer Gesamtlänge von ca. 4.700 Meter hergestellt, welche zwei nachgeschaltete Wärmepumpen zur Wärme- und Kältebereitstellung versorgen. Die witterungsabhängige, jährliche Energiebereitstellung aus den Wärmepumpen beträgt ca. 470.000 kWh, von denen ca. 70 % für die Wärmeversorgung und 30 % für die Kälteversorgung verwendet werden.

In Summe zeigt sich ein sehr effizienter Betrieb, da die Jahresarbeitszahl 3,4 beträgt. Das bedeutet, dass mit 1 kWh Strom 3,4 kWh Wärme erzeugt werden.

Dieser Strom wird zu einem Drittel selbst produziert, da seit Juni 2024 die verfügbaren Flächen am Dach des Laborgebäudes durch zwei 2 PV-Anlagen mit mehr als 70 kWp genutzt werden.

Ein sehr gelungenes Praxisbeispiel bei der Nutzung der Umgebungswärme in Form von oberflächennaher Geothermie und Wärmepumpe.



Abbildung 3: Karl Landsteiner Privatuniversität – Campus Krams. © FM-Plus Facility Management GmbH.

## Fazit

Die Nutzung von Umgebungswärme stellt einen großen Hebel für die Dekarbonisierung von Niederösterreichs Haushalten dar. Effiziente Wärmepumpen tragen zudem zur Senkung des Energieverbrauchs bei. Damit kann ein wesentlicher Beitrag zur Erreichung der gesetzten Ziele der Klima- und Energiewende geleistet werden.

## Modellierung und Erstellung integrativer Bewirtschaftungskonzepte für den Untergrund

Veronika TUREWICZ & Stefan HOYER

Die Nutzung der oberflächennahen Geothermie nimmt eine immer wichtigere Rolle ein und leistet somit einen wesentlichen Beitrag zur Dekarbonisierung der Wärme in Österreich. Durch den Anstieg der Nutzungen kommt es zu einer wachsenden Dichte, die zu vermehrten Nutzungskonflikten führen kann. Um die mögliche Beeinflussung von Bestandsrechten einschätzen zu können, ist der Einsatz von analytischen Methoden nicht ausreichend. Numerische Modellierungen der Umweltauswirkungen sind für präzisere Prognosen notwendig. Mit solchen Modellen können Thermalfahnen einer geplanten Nutzung dargestellt, optimale Brunnenstandorte festgelegt, sowie die Betriebsweise einer Anlage optimiert werden.

Je nach Fragestellung wird für die Simulation ein 2D- oder 3D Untergrundmodell erstellt. Wichtige Voraussetzung für jede Modellierung ist eine solide Datenbasis. Die Modellqualität hängt hierbei stark von der Qualität der verfügbaren Untergrunddaten ab. Die laterale Begrenzung des Modells erfolgt auf Grundlage von Grundwasserschichtenplänen. Daraus kann die Grundwasserfließrichtung, sowie Zu- und Abstrombereiche abgeleitet werden. Dabei werden die Randbedingungen so gewählt, dass die Isohypsen des Schichtenplans und die angenommene Fließrichtung mit dem Modell gut übereinstimmen. Für die vertikale Begrenzung sind Kenntnisse über die geologischen und hydrogeologischen Gegebenheiten erforderlich. Hierzu gehören unter anderem die Gelände- und Staueroberkante, sowie die Grundwassermächtigkeit. Für die physikalischen Eigenschaften sind Parameter wie die hydraulische Durchlässigkeit, die effektive Wärmeleitfähigkeit und die Untergrundtemperatur wichtig. In einem weiteren Schritt müssen Randbedingungen für die geplante Geothermie-Anlage festgelegt werden. Hierzu gehören die Standorte und Tiefen der Erdwärmesonden bzw. Brunnen, sowie als Input die Betriebsdaten (Lastprofile, Entnahmemengen etc.). Um die thermischen und hydraulischen Auswirkungen auf die bestehenden Wasserrechte beurteilen zu können, werden umliegende Nutzungen als Beobachtungspunkte hinzugefügt. In Abbildung 1 ist ein Beispiel einer Thermalfahnen simulation einer Anlage mit Erdwärmesonden, aktivierter Bodenplatte, Energiepfählen und thermischer Grundwassernutzung dargestellt. In der linken Abbildung ist der durch den Betrieb beeinflusste Wasserspiegel zu sehen und in der rechten Abbildung die Ausbreitung der Thermalfahne im 20. Betriebsjahr zu einem bestimmten Zeitpunkt.

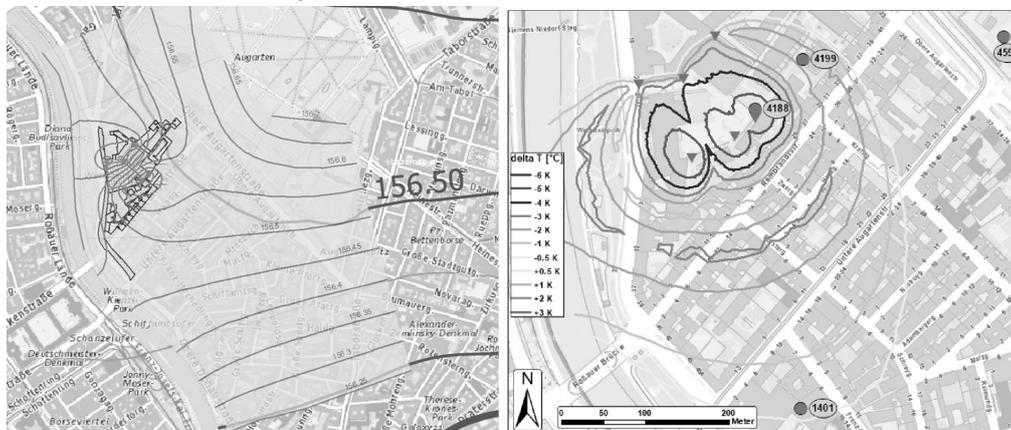


Abbildung 1: Beispiel einer Thermalfahnen simulation einer Anlage mit Erdwärmesonden, aktivierter Bodenplatte, Energiepfählen und thermischer Grundwassernutzung.

Derzeit werden solche Modelle vor allem für die Untersuchung von Einzelanlagen eingesetzt. Summationseffekte von unterschiedlichen Nutzungen werden bei den Modellierungen nicht berücksichtigt. Infolge der zunehmenden Nutzungsdichte von Anlagen nehmen jedoch auch nachbarschaftliche Beeinflussungen zu. Aus diesem Grund sollte das bisher in der Genehmigungspraxis angewendete „First Come, First Served“ Prinzip sukzessiv durch „integrative Bewirtschaftungskonzepte“ ersetzt werden. Eine integrative Nutzung des Untergrundes für geothermische Anwendungen kann eine nachhaltige Bewirtschaftung und eine maximale Ausschöpfung des geothermischen Potentials ermöglichen. Unter integrativen Bewirtschaftungskonzepten sind folgende Ansätze zu verstehen:

- Grundstücksübergreifende, gemeinschaftliche Nutzungen der oberflächennahen Geothermie mittels Erdwärmesonden und/oder thermischer Grundwassernutzung. Hierzu gehören sogenannte „Anergienetze“ bzw. „Niedertemperaturnetze“.
- Gemeinschaftliche Betrachtung individueller Erdwärmennutzungen unter Berücksichtigung regionaler Aspekte.

Die Konzepte beruhen auf einer möglichst genauen Kenntnis des thermischen und hydraulischen Zustands vom Grundwasser und resultierender Summationseffekte sowie daraus abzuleitenden, adaptiven Bewirtschaftungsstrategien. In Abbildung 2 ist als hypothetisches Beispiel ein hydrogeologisches Nutzungskonzept für eine integrative thermische Nutzung des Grundwassers in der Seestadt Aspern dargestellt. Hierfür wurde zunächst das thermische Grundwasserpotential auf Baufeldebene berechnet. Dabei ist es grundsätzlich möglich Potentiale angrenzender Nachbargrundstücke, die ihr Potential nicht nutzen, für ein bevorzugtes Baufeld zu summieren, um die Gesamtjahreswärmemenge einzelner Anlagen zu erhöhen. Die Potentialabschätzungen wurden daraufhin mithilfe eines numerischen Modells mit 8 Grundwassernutzungen, wobei das Potential der Nachbargrundstücke jeweils mitgenutzt wurde, validiert. In Abbildung 2 sind die maximalen Ausbreitungen der thermischen Fahnen bei ausgeglichener Betriebsweise am Ende der Heiz- (links) und Kühlsaison (rechts) zu sehen. Mithilfe dieses numerischen Modells als Potentialschätzungen und den resultierenden Summationseffekten können dann adaptive Bewirtschaftungsstrategien abgeleitet werden.

Der Trend geht in Zukunft hin zu großflächigen gemeinschaftlichen Wärme- und Kältenutzungen auf Quartiersebene, wo ein integratives thermisches Untergrundmanagement besonders wichtig ist. Mit dem Ansatz des „digitalen Zwillinges“, der ein digitales Abbild des gesamten Energiesystems darstellt, kann man in der Erarbeitung von adaptiven und prädiktiven Bewirtschaftungsstrategien einen Schritt weitergehen und mithilfe von Simulationen den Betrieb optimieren, sowie Umweltauswirkungen langfristig verringern.

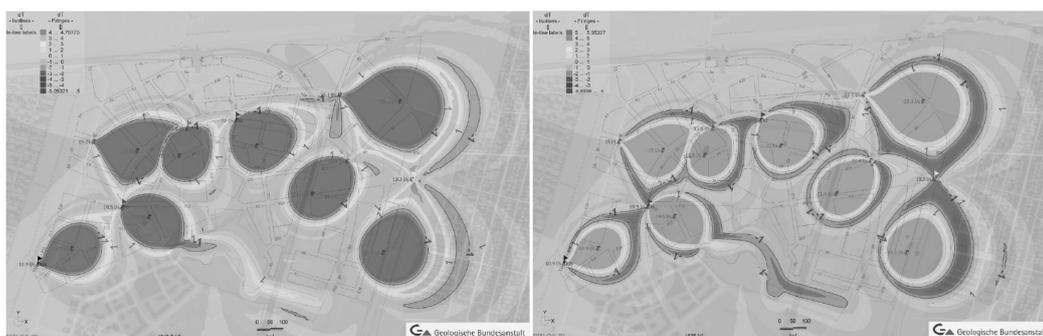


Abbildung 2: Hypothetisches Beispiel einer optimierten Bewirtschaftung. Dieses Modell wurde als Potentialschätzung für die Seestadt Aspern gerechnet.

# Tiefengeothermie für die Dekarbonisierung der Fernwärme Wien

Peter KEGLOVIC

**Autor:** Peter Keglovic

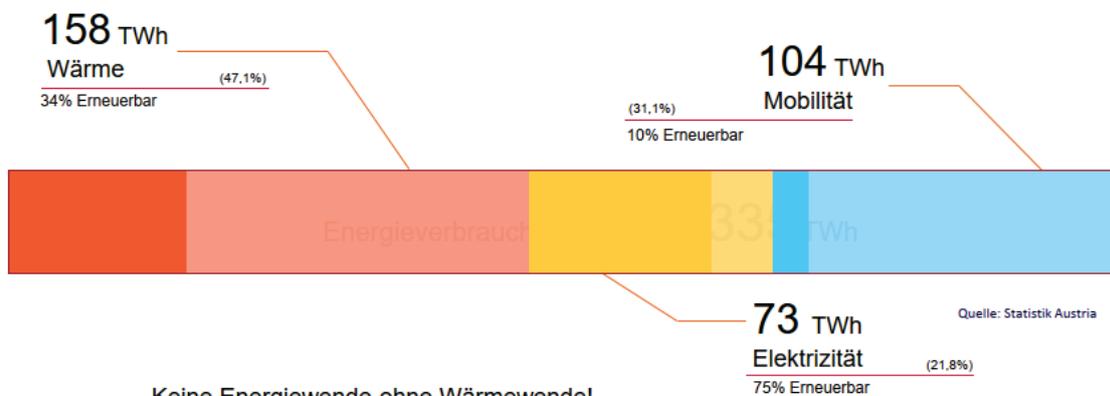
+43 664 88 48 00 27

Peter.Keglovic@deEEP.at



## Energieverbrauch in Österreich

Energiewende

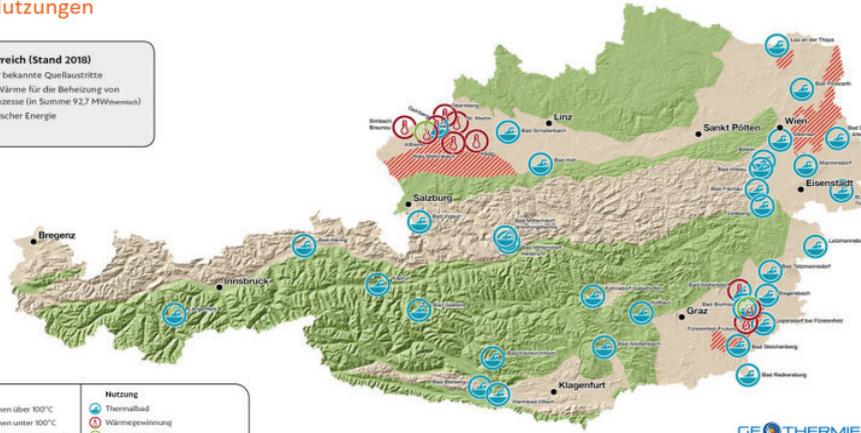


## Tiefengeothermie in Österreich Potenzial und Nutzungen



**Installierte Anlagen in Österreich (Stand 2018)**

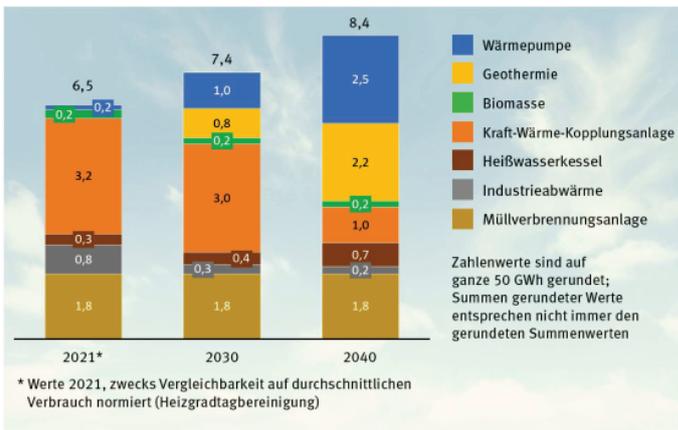
- 45 Thermal- und Heilbäder oder bekannte Quellaustritte
- 10 Anlagen zur Gewinnung von Wärme für die Beheizung von Wohnungen und industrielle Prozesse (in Summe 92,7 MW<sub>Wärme</sub>)
- 2 Anlagen zur Gewinnung elektrischer Energie (in Summe 1,2 MW<sub>Wärme</sub>)



3 © deEEP | Öffentlich  
Diese Präsentation ist urheberrechtlich geschützt und Eigentum von deEEP | Alle Rechte vorbehalten

## Aufbringungsmix der Fernwärme in Wien

Zukünftige Aufbringungsmix ist charakterisiert durch Diversifikation und Dezentralisierung.

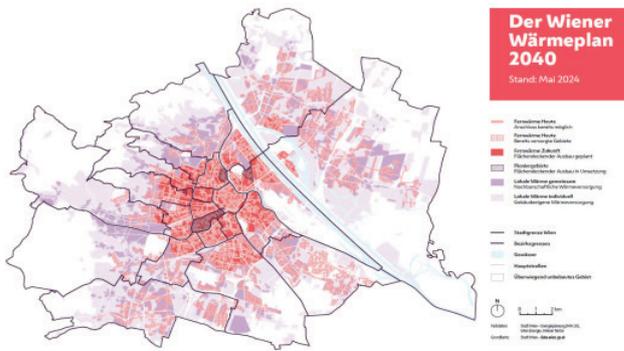


**Hauptssäulen der zukünftigen Erzeugung**

- Nutzung der Abwärmquellen
- Nutzbarmachung der Tiefengeothermie
- Einsatz von den grünen Gasen

Quelle: Wien Energie  
4 © deEEP | Öffentlich  
Diese Präsentation ist urheberrechtlich geschützt und Eigentum von deEEP | Alle Rechte vorbehalten

## Der Wiener Wärmeplan 2040 Fernwärme und Tiefengeothermie



Quelle: Stadt Wien

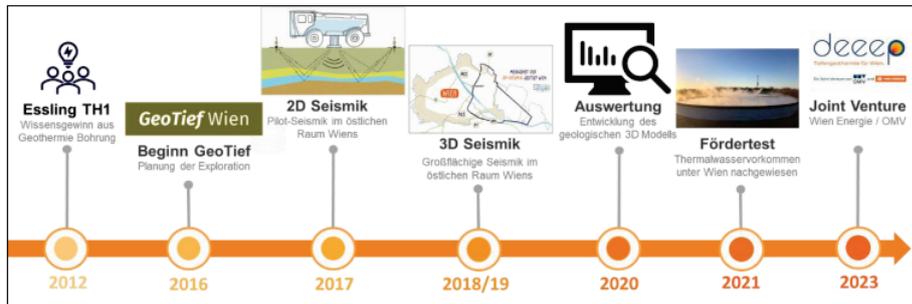
### Vorteile der Tiefengeothermie

- Lokal Verfügbar
- Erneuerbare Energie
- Preisstabil
- Grundlastfähige Energie
- Geringer Flächenbedarf
- Nach menschlichen Maßstäben unerschöpflich

5 © deEEP | Öffentlich  
Diese Präsentation ist urheberrechtlich geschützt und Eigentum von deEEP | Alle Rechte vorbehalten

## Geothermie in Wien – eine lange Reise

Forschungsprojekt „GeoTief Wien“



**Strategische Kooperation**  
Wien Energie und OMV gründen Joint Venture für Tiefengeothermie

**200 MW<sub>th</sub>**  
Realisierung von bis zu sieben Geothermie-Anlagen im östlichen Raum Wiens

Quelle: Wien Energie

6 © deeeep | Öffentlich  
Diese Präsentation ist urheberrechtlich geschützt und Eigentum von deeeep | Alle Rechte vorbehalten

## Forschungsprojekt „GeoTief Wien“

Nachweis des Thermalwasservorkommens



### Fördertest

Forschung bestätigt die Nutzung der Geothermie



### Planungssicherheit

Fördertestergebnisse fließen in die Planung des Piloten ein

Quelle: Wien Energie

7 © deeeep | Öffentlich  
Diese Präsentation ist urheberrechtlich geschützt und Eigentum von deeeep | Alle Rechte vorbehalten

## Joint Venture OMV/Wien Energie

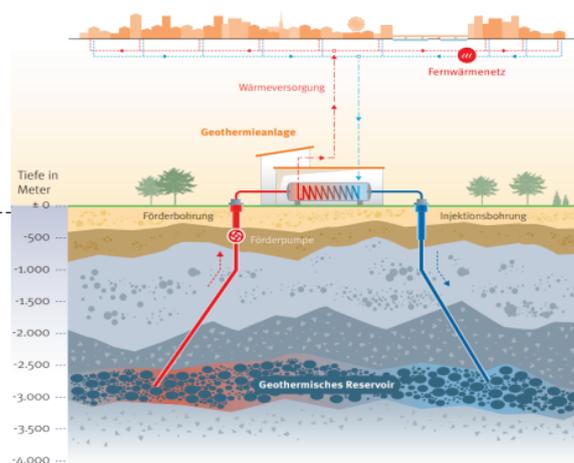
Kompetenzen & Aufgaben



- Wien Energie ist Betreiber zahlreicher **Wärmeerzeugungsanlagen** und eines der **größten Fernwärmenetze Europas**
- Fernwärmeerzeugung soll **bis 2040 völlig klimaneutral** sein
- Wien Energie übernimmt im Joint Venture die **Planung und Errichtung der Obertageanlagen** die Einbindung in das Fernwärmenetz **Betrieb der Geothermieanlage**



- OMV bringt **jahrzehntelange Erfahrung** in den Bereichen Geologie & Geophysik sowie Bohr- und Fördertechnik mit
- Tiefengeothermie** ist erklärtes Ziel der **OMV Strategie 2030**, um in Zukunft CO<sub>2</sub>-arme Energieformen zur Verfügung zu stellen
- OMV übernimmt im Joint Venture die **geologische Entwicklung** des Gesamtpotenzials die **Planung und Umsetzung der Bohrungen** die **Förderung** des Thermalwassers



Quelle: Wien Energie

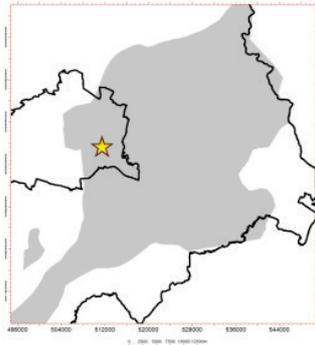
8 © deeeep | Öffentlich  
Diese Präsentation ist urheberrechtlich geschützt und Eigentum von deeeep | Alle Rechte vorbehalten

## Pilotprojekt „Hydros Seestadt“

Pilotanlage und Feldeentwicklung

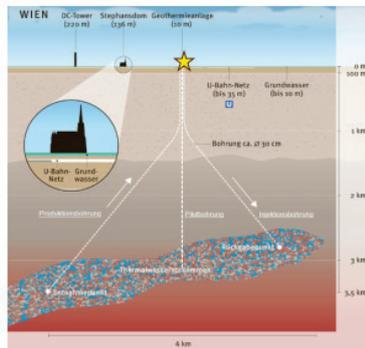


### Potenzialgebiet (Aderklaa- bzw. Rothneusiedl Konglomerat)



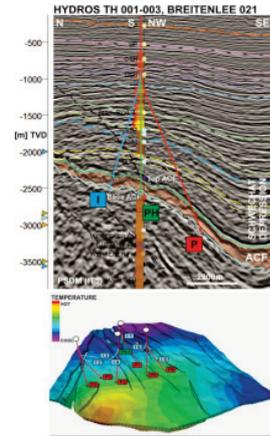
Quelle: deEEP

### Nutzbarmachung in Aspern/Essling



Quelle: Wien Energie

### Feldesentwicklung als Ziel



Quelle: deEEP

9 © deEEP | Öffentlich

Diese Präsentation ist urheberrechtlich geschützt und Eigentum von deEEP | Alle Rechte vorbehalten

## Pilotprojekt „Hydros Seestadt“

Standort & Eckdaten



### Lokation in der Seestadt Aspern

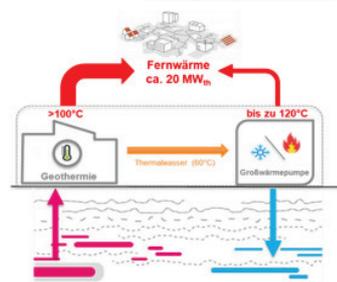


Quelle: Google Maps

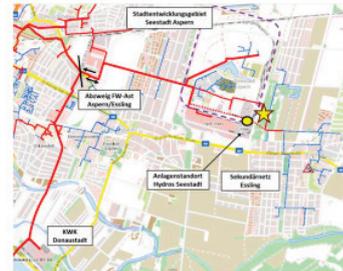
**20 MW thermisch**  
Tiefengeothermie-Anlage in  
Kombination mit Wärmepumpen

**Ab 2027**  
Versorgung von 20.000 Wiener Haushalte  
mit umweltfreundlicher Wärme

### Wärmeeinspeisung in das Fernwärmenetz im 22. Bezirk



Quelle: Wien Energie



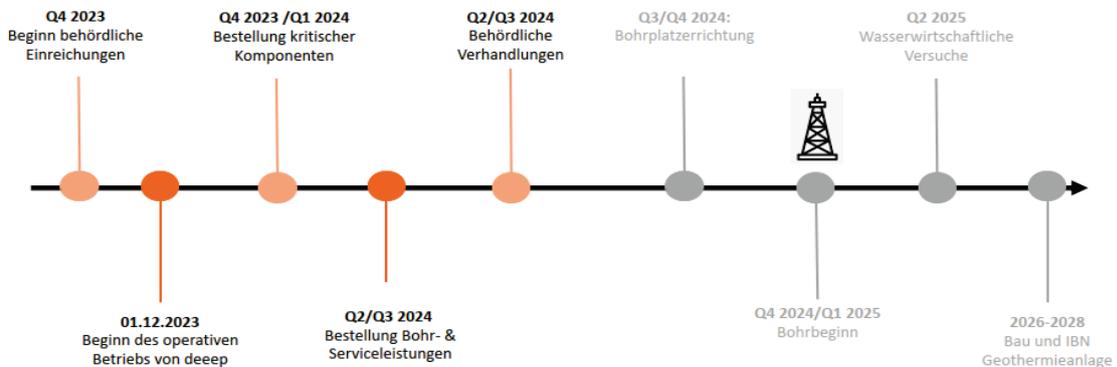
Quelle: Wien Energie

10 © deEEP | Öffentlich

Diese Präsentation ist urheberrechtlich geschützt und Eigentum von deEEP | Alle Rechte vorbehalten

## Pilotprojekt „Hydros Seestadt“

Status & Ausblick



11 © deEEP | Öffentlich

Diese Präsentation ist urheberrechtlich geschützt und Eigentum von deEEP | Alle Rechte vorbehalten

## **Erdwärme als Nachnutzung von Kohlenwasserstoffbohrungen**

Sabine APPELT & Werner DONKE

Erneuerbare Energie, die rund um die Uhr verfügbar ist, ohne auf Sonne oder Wind angewiesen zu sein – das ermöglicht Geothermie. Diese Form der Energiegewinnung nutzt die Hitze aus dem Erdkern, die durch Bohrungen zugänglich gemacht werden kann. Aber statt kostspielig neue Bohrungen abzuteufen, setzt Greenwell auf ein innovatives Konzept: Die Umwandlung stillgelegter Öl- oder Gasbohrungen in saubere, CO<sub>2</sub>-freie geothermische Energiequellen zur Dekarbonisierung des Wärmemarktes.

Greenwell, ein 2018 gegründetes Start-up, wurde von zwei ehemaligen Mitgliedern der Ölindustrie ins Leben gerufen, die ihre Erfahrung in Erdöl- und Umwelttechnik vereinen. Ihr Ziel ist es, bereits vorhandene Ressourcen zu recyceln und so nachhaltige Energiequellen zu schaffen. Das Unternehmen übernimmt stillgelegte Bohrungen und wandelt sie in geothermische Energiequellen um. Gleichzeitig werden die umliegenden Flächen für Nutzanwendungen wie Gewächshäuser oder Zuchtanlagen vorbereitet, die an innovative landwirtschaftliche Unternehmer vermietet werden. Diese zahlen eine Pauschalmiete, die die Kosten sowohl für die Wärme als auch für die Infrastruktur abdeckt. Greenwell demonstriert, wie die Umstellung von fossiler auf geothermische Energie nicht nur wirtschaftlich, sondern auch ökologisch sinnvoll ist.

2021/2022 wurde in Kooperation mit einem renommierten Partner aus der Kohlenwasserstoffindustrie im tschechischen Teil des Wiener Beckens ein Pilotprojekt umgesetzt, um die technische Machbarkeit nachzuweisen und die eigens für Greenwell programmierte Simulationssoftware zu testen und zu kalibrieren. Weitere Projekte in Zentraleuropa befinden sich in Vorbereitung. Diese sollen auch die Wirtschaftlichkeit des Konzeptes von Greenwell aufzeigen.

Die Umrüstung von Öl- und Gasbohrungen auf Geothermie erfordert nicht nur technisches Know-how, sondern auch umfassende wirtschaftliche und rechtliche Planungen. Technische Lösungen zur Umrüstung sind vorhanden, müssen aber zur wirtschaftlichen Nutzung der Erdwärme standardisiert und kostengünstig sein. Die größte Herausforderung ist eine möglichst hohe, aber trotzdem leistbare Isolierung der Steigrohre, um das aufgeheizte Zirkulationsmedium mit möglichst geringen Temperaturverlusten zutage fördern zu können.

Auf der rechtlichen Seite bestehen noch einige Hürden. Beim Übergang von fossiler zu geothermischer Nutzung müssen klare Regelungen zur Haftung und Verantwortung getroffen werden. Dies betrifft insbesondere die Abdichtung des Bohrlochs sowie die langfristige Überwachung und Wartung der Bohrungen. Dazu bedarf es Anpassungen in den einschlägigen gesetzlichen Regelungen. Aber auch die Nutzung der Erdwärme obertage kämpft mit rechtlichen Herausforderungen. An erster Stelle steht die Raumordnung, die in vielen Fällen einer Wärme-nutzung im Grünland nicht förderlich ist.

Trotz aller noch bestehenden Herausforderungen, hat die Nachnutzung von Öl- oder Gasbohrungen ein hohes Potential, bereits getätigte Investitionen und bestehende Infrastruktur auf sinnvolle Weise weiterzuverwenden, um nachhaltig saubere und CO<sub>2</sub>-freie Energie zu gewinnen. Greenwell nützt dieses Potential!

## **Das Interreg-Projekt Transgeo: Nachnutzung von Öl- und Gasbohrungen für geothermale Anwendungen**

Monika HÖLZEL

TRANSGEO ist ein regionales zentraleuropäisches Entwicklungsprojekt, um das Potenzial für die Gewinnung nachhaltiger geothermischer Energie aus nicht mehr produzierenden oder nicht fruchtigen Öl- und Gasbohrungen zu erkunden. Dabei arbeiten 11 Organisationen und 10 assoziierte Partner in 5 Ländern zusammen und entwickeln eine transnationale Strategie, um diese technischen und wirtschaftlichen Chancen zu nutzen. Das Hauptziel ist es, ländliche Gemeinden und Industrien bei der Energiewende zu unterstützen, Instrumente und Informationen zu geben, die Prioritäten und Möglichkeiten für eine nachhaltige Entwicklung aufzeigen.

TRANSGEO entwickelt Wiederverwendungsverfahren für fünf verschiedene geothermische Technologien und validiert sie durch numerische Modellierung, um ihre Leistung bei der Weiterverwendung bestehender Kohlenwasserstoffinfrastruktur zu bewerten und die optimalen Bedingungen und Konfigurationen zu bestimmen.

Bei den fünf geothermischen Technologien handelt es sich um Aquifer Thermal Energy Storage (ATES), Borehole Thermal Energy Storage (BTES), Deep Borehole Heat Exchangers (DBHE), Enhanced Geothermal Systems (EGS) und Hydrothermal Energy (HE).

Die Modellierungsstudien konzentrieren sich auf Referenzstandorte in den Untersuchungsgebieten des Norddeutschen Beckens, des Molassebeckens, des Wiener Beckens und des Pannonischen Beckens. Die Definition und der Vergleich verschiedener Bohrloch- und Lagerstättenparameter in den numerischen Modellierungsstudien wird die Grundlage für ein neues Online-Tool zur Bewertung von Bohrlöchern bilden, um die Eignung dieser für eine geothermale Methode zu bestimmen und die Planung für künftige Wiederverwendungsprojekte zu unterstützen.

Das Online-Tool stützt sich auf eine Datenbank mit verfügbaren und publizierbaren Sondendaten aus Österreich, Kroatien, Deutschland, Ungarn und Slowenien und enthält lokale Referenzdaten wie Lagerstättenparameter, Wärmebedarf und Versorgungseinrichtungen. Dies soll die Weiterverwendung von Sonden erleichtern, indem die in Frage kommenden Sonden mit dem lokalen Energiebedarf und den Heizungsnetzen abgeglichen werden. Zusätzliche Arbeiten zu sozioökonomischen und politischen Analysen werden finanzielle und rechtliche Informationen für die fünf verschiedenen geothermischen Technologien in den Projektländern liefern.

Als Abschluss des Projektes sollen Empfehlungen und Strategien für Anreize erarbeitet werden, um die Wiederverwendung stillgelegter Bohrungen für die geothermische Energieerzeugung und -speicherung in Mitteleuropa zu erleichtern und auszuweiten.

TRANSGEO wird durch das Interreg CENTRAL EUROPE Programm der Europäischen Kommission kofinanziert.

**AutorInnen:** Monika Hölzel<sup>4</sup>, Hannes Hofmann<sup>1</sup>, Julie Friddell<sup>1</sup>, Thomas Höding<sup>2</sup>, Max Svetina<sup>3</sup>, Robert Philipp<sup>5</sup>, György Márton<sup>6</sup>, Balázs Borkovits<sup>7</sup>, Klára Bódi<sup>8</sup>, Alen Višnjić<sup>9</sup>, Tomislav Kurevija<sup>10</sup>, Bojan Vogrinčič<sup>11</sup>, Ingo Sass<sup>1</sup>

**Organisationen:** <sup>1</sup>Helmholtz-Centre Potsdam GFZ - German Research Centre for Geosciences; <sup>2</sup>State Office for Mining, Geology and Raw Material of Brandenburg (LBGR); <sup>3</sup>ONEO GmbH; <sup>4</sup>GeoSphere Austria; <sup>5</sup>Greenwell Energy GmbH; <sup>6</sup>CROST Regional Development Nonprofit Ltd.; <sup>7</sup>University of Pécs; <sup>8</sup>Mining Property Utilization Nonprofit Public Ltd.; <sup>9</sup>Medjimurje Energy Agency Ltd.; <sup>10</sup>University of Zagreb - Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering; <sup>11</sup>Local Energy Agency Pomurje

## Nutzung der tiefen Geothermie für die Fernwärme in der Thermenregion

Gregor GÖTZL

### Einbindungsperspektive Geothermie in das zukünftige Portfolio der EVN-Wärme

Die EVN Wärme, eine Tochtergesellschaft des EVN-Konzerns, ist der größte Nah- und Fernwärmeversorger Niederösterreichs. Das gegenwärtige Portfolio umfasst über 1.100 Nahwärme Versorgungsanlagen im gesamten Landesgebiet sowie 80 Heizkraftwerke und rund 65 Naturwärmenetze. In Summe werden etwa 80.000 Haushalte sowie Gewerbe-, Kommunal- und Industriekunden mit rund 2,2 TWh Wärme pro Jahr versorgt.

Während die bestehenden Nahwärmeanlagen der EVN noch über einen Energiemix aus fossilem Erdgas, Biogas, Pellets und, zu einem geringeren Anteil aus Umweltwärme versorgt werden, beträgt der Erneuerbaren Anteil in der netzgebundenen Wärmeversorgung bereits über 80 %. In den vergangenen Jahrzehnten hat die EVN Wärme in der erneuerbaren Wärmeerzeugung vor allem auf Biomasse (Pellets für Nahwärme sowie Hackgut für die Fernwärme). Nun soll das Portfolio auf Biogas, Geothermie, Umweltwärme und Sektorkopplungslösungen erweitert werden.

Aufgrund der vorhandenen Potenziale in Niederösterreich (siehe hierzu auch Abbildung 2) soll die Geothermie zukünftig entlang verschiedener Achsen in das Wärmeangebot der EVN eingebunden werden (siehe hierzu auch Abbildung 1):

- Tiefen-Geothermie zur netzgebundenen Wärmeversorgung, wo großräumige Wärmenetze mit einem Absatzpotenzial größer 100 GWh pro Jahr vorhanden sind;
- Oberflächennahe Geothermie mittels Erdwärmesonden sollen neben bzw. in Kombination mit luftbasierten Wärmepumpen sowohl Wärme als auch Kühlung für dezentrale Nahwärmeanlagen im Leistungsbereich von etwa 100 kW bis 400 kW bereitstellen. Neben dem Neubau werden auch verstärkt Angebote für den sanierten Gebäudebestand zur Verfügung stehen. Im Neubau werden neben Erdwärmesonden auch geschlossene Wärmetauschersysteme in Form von aktivierter Gebäudefundierungen in der Planung berücksichtigt werden, sofern bautechnische Synergien vorliegen;
- Oberflächennahen Geothermie in Form von Grundwasser Wärmebrunnen ist aufgrund des räumlich beschränkten Potenzials (siehe Abbildung 2) derzeit nicht als Standardlösung für die Nahwärmeversorgung vorgesehen. Sie wird jedoch dort angewendet, wo ausreichend Potenzial vorhanden ist, es keine negativen Umweltauswirkungen auf oberflächennahe Grundwasserkörper aufgrund der geplanten Betriebsweise (z.B. Pendelbetrieb) gibt oder der Zustand des Grundwasserkörpers verbessert wird (z.B. Wärmeüberschüsse durch anthropogenen Eintrag, der durch die geplante Nutzung abgebaut wird).

Abseits der oben angeführten konventionellen Anwendungsformen der Geothermie wird auf Seiten der EVN Wärme auch der Einsatz folgender innovativer Technologien geprüft:

- Saisonale Großwärmespeicher in Form von Aquifer-Wärmespeicher (ATES) und Erdbeckenspeicher in Kombination mit der netzgebundenen Wärmeversorgung;
- Geothermie unterstützte Anergienetze als dezentrale Lokalwärme- und -kältenetze und als wichtiges zukünftiges Bindeglied zwischen der dezentralen Wärmeversorgung und der konventionellen Fernwärme. In Anergienetzen übernehmen Erdwärmesonden die Rolle eines lokalen, großvolumigen Niedertemperaturwärmespeichers.

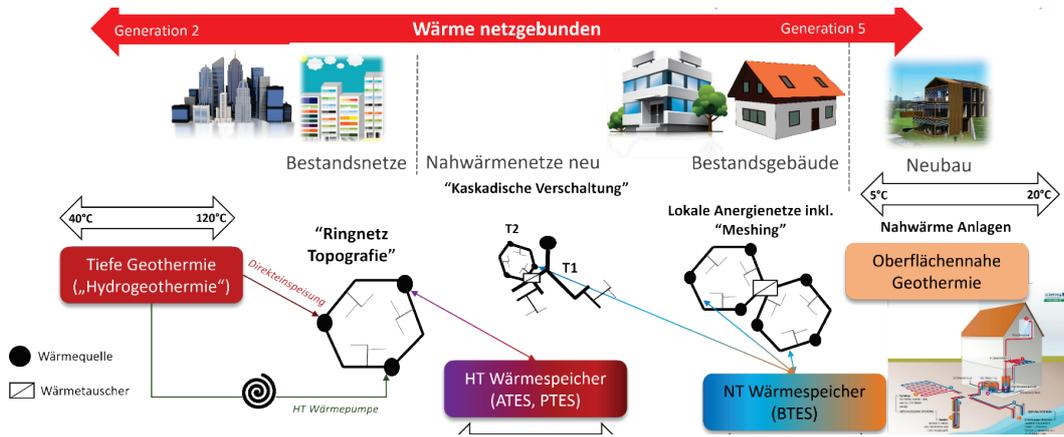


Abbildung 1: Anwendungsübersicht geothermischer Technologien in das Wärmeversorgungsportfolio der EVN (© EVN-Wärme 2023).

## Das Industrieviertel soll zum „Geothermieviertel“ werden

Aufgrund der günstigen geologischen Voraussetzungen infolge der ausgedehnten Beckengebiete (Wiener Becken und Molassebecken) kann Niederösterreich als „Kornkammer der Geothermie“ Österreichs bezeichnet werden.

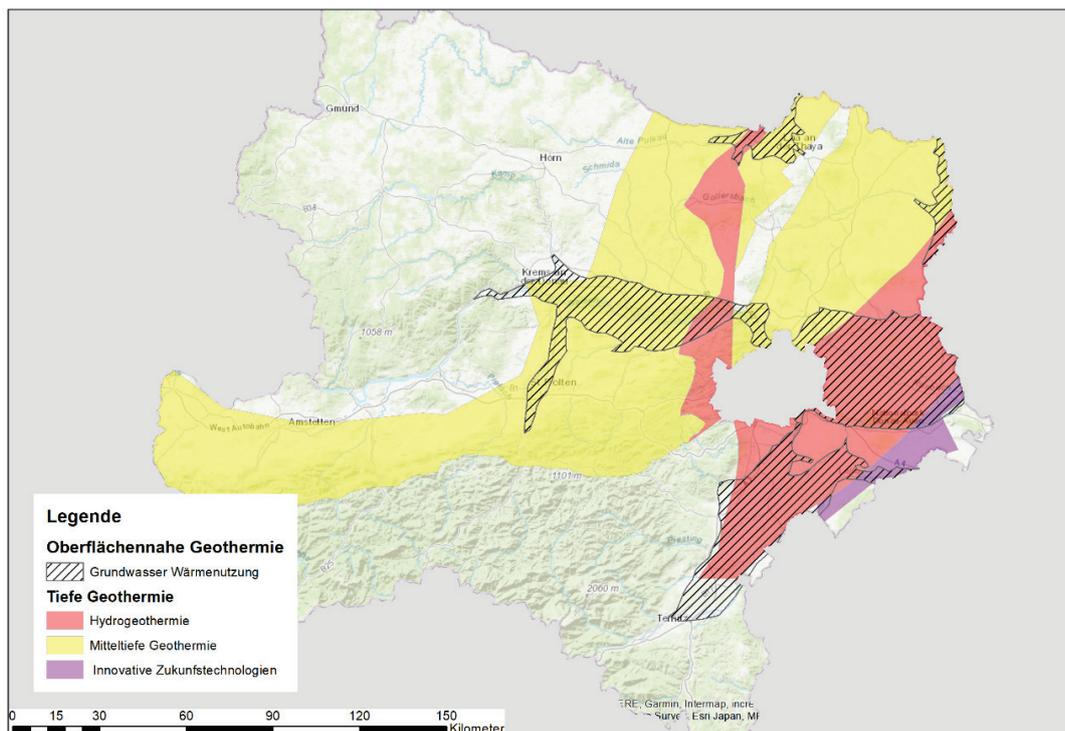


Abbildung 2: Übersicht geothermischer Potenziale in Niederösterreich (© EVN-Wärme 2024).

Wie in Abbildung 2 zu erkennen ist, beschränken sich die Potenziale der Tiefen-Geothermie in Form der Nutzung natürlicher Thermalwässer („Hydrogeothermie“) auf jene Bereiche des Wiener Beckens und Molassebeckens, in denen potenziell wasserführende Karbonatgesteine in großen Tiefen anzutreffen sind. Dies betrifft das südliche Wiener Becken, den östlichen Abschnitt des zentralen Wiener Beckens sowie den Ostrand des Molassebeckens inkl. Waschbergzone. Zudem können auch lokal begrenzte hydrogeothermal Potenziale in den anstehenden nördlichen Kalkalpen erwartet werden, sofern ein ausreichend hoher regionaler geothermischer Gradient ( $> 2,5 \text{ }^\circ\text{C}/100 \text{ m}$ ) anzutreffen ist. Der Bereich um die Parndorfer Platte wurde in Abbildung 2 zudem als potenzielles

Gebiet zukünftiger Technologien in Form petrothermischer Technologien (Hot Dry Rock oder Tiefen Loops) ausgewiesen, da von einem erhöhten geothermischen Gradienten bei gleichzeitig dichten Festgesteinen ausgegangen wird. Die Nutzung der „mitteltiefen Geothermie“, in Abbildung 2 als gelbe Flächen ausgewiesen, umfasst Aquifere in mitteltiefen Lagen (größer 300 Meter bis etwa 2.000 Meter unter Gelände), die für lokale Wärmeversorgungen in Kleinnetzen oder Einzelanwendung mit Hilfe von Wärmepumpen zur Verfügung stehen oder als mögliche saisonale Wärmespeicher dienen können. Die für die mitteltiefe Geothermie ausgewiesenen Flächen umfassen jene Beckenareale, in denen keine hydrothermalen Reservoirs im prätertiären Beckenuntergrund vorhanden sind. Abbildung 2 zeigt zudem auch jene Bereiche, in denen großräumige oberflächennahe Grundwasserkörper für eine Nutzung mittels Grundwasser-Wärmebrunnen ausgewiesen sind. Diese Bereiche beschränken sich jedoch auf die Bereiche großer quartärer Porengrundwasserkörper, meist im Zusammenhang mit großen Flusskörpern in Niederösterreich.

In Abbildung 2 nicht dargestellt ist das Potenzial, Erdwärmesonden zu betreiben, da es hierzu kaum Einschränkungen gibt. Grundsätzlich gilt: Wo das Bohren bis auf eine Zieltiefe von etwa 150 Meter unter Gelände erlaubt und aus technischer sowie geologischer Sicht unbedenklich ist, können Erdwärmesonden betrieben werden. Aus diesem Grund setzt die EVN Wärme auf die Anwendung von Erdwärmesonden bei dezentralen, wärmepumpenunterstützten Nahwärmelösungen.

Das Industrieviertel, welches das südliche Wiener Becken abdeckt, steht im Fokus der geothermischen Erkundung der EVN Wärme, da sowohl nutzbare hydrogeothermale Vorkommen als auch eine ausreichende Wärmeabsatzstruktur in Form des überregionalen Naturwärme-Verbundnetzes „Thermenregion“ vorhanden sind. Im Rahmen erster Ressourcenbewertungsstudien wurden im südlichen Wiener Becken sechs Großstrukturen („Plays“) identifiziert, die ein technisches Potenzial von nahezu 10 TWh Wärme pro Jahr für einen Nutzungszeitraum von 60 Jahren aufweisen. Dies entspricht etwa 60 % des Niedertemperaturwärmebedarfs von Niederösterreich (Iglespacher, 2018). Diese Potenzialabschätzung beruht auf der „Heat in Place Methode“ unter Annahme einer benötigten Mindesttemperatur von 70 °C und wurde für die wichtigsten hydrogeothermal Aquifere im südlichen Wiener Becken durchgeführt. Es handelt sich hierbei um eine konservative Abschätzung des technischen Maximalpotenzials unter der Annahme einer systematischen Erschließung hydrogeothermal Vorkommen mittels „Multiplen Bohrungen“ und eines technischen Gewinnungsfaktors der im Reservoir gespeicherten Wärme von 10 %. Nachfolgende Abbildung 3 zeigt einen NNW – SE verlaufenden Schnitt nach Elster et al. (2016) durch das südliche Wiener Becken, in welchem die wichtigsten hydrogeothermalen Reservoirs hervorgehoben wurden. Im Aufsuchungsgebiet der EVN Wärme im südlichen Wiener Becken stehen folgende Formationen im Fokus:

#### Miozäne Füllung des Wiener Beckens:

- Aderklaa Konglomerat bzw. Rothneusiedl Konglomerat (Badener Serie)
- Miozäne Sande und Sandsteine (in Abbildung 3 als Linsen angedeutet) spielen eine untergeordnete Rolle für eine mögliche zukünftige Nutzung als saisonaler Warmwasserspeicher.

#### Oberostalpin

- Wetterstein Serie (Mitteltrias) der Göller Decke und Höheren Kalkalpendecke
- Hauptdolomit (Obertrias) der Göller Decke

#### Unterstalpin

- Semmering Mesozoikum (Mitteltrias)

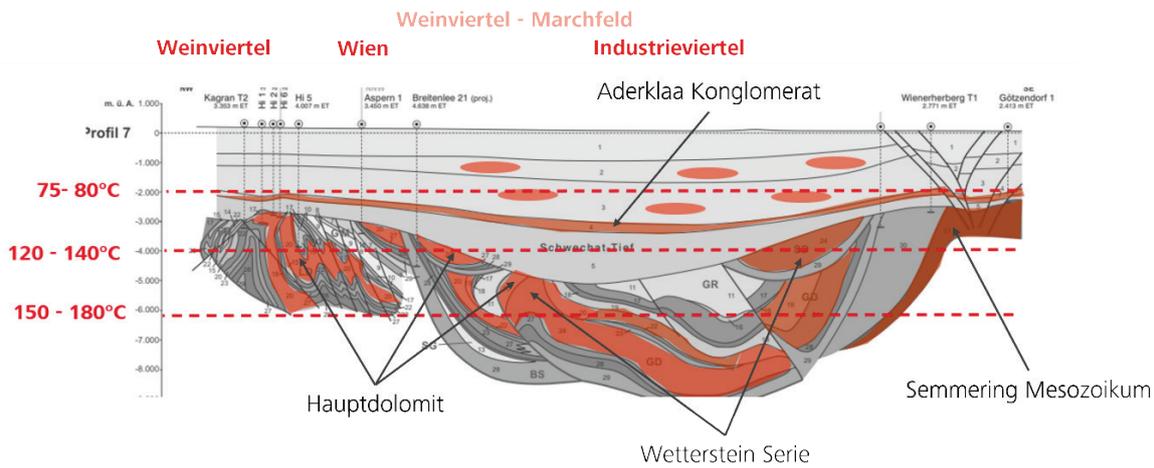


Abbildung 3: Übersicht der Geothermie Vorkommen im Wiener Becken, Quelle: Elster 2016, überarbeitet durch EVN.

Abseits des erwarteten geothermischen Potenzials ergeben sich hinsichtlich der Erschließung der Tiefen-Geothermie im Industrieviertel auch signifikante Herausforderungen, die nachfolgend kurz skizziert werden:

- *Kaltwasserzonen in der Westrandscholle des südlichen Wiener Beckens:* Gemäß dem Konzept von Wessely (1983) liegt auf der Westrandscholle ein hydrodynamisches System mit Kaltwasserbereichen entlang von Sickerzonen meteorischer Wässer und Warmwasserbereichen entlang von Exfiltrationsstrecken vor. Dieses Konzept wird durch Beobachtungen in den ehemaligen Kohlenwasserstoff Explorationsbohrungen „Berndorf 1“ und „Sollenau 1“ untermauert. Eine exakte räumliche Abgrenzung der Kaltwasserbereiche, die voraussichtlich entlang abdichtender Störzonen verläuft, ist aufgrund der geringen Dichte an Erkundungsbohrungen derzeit noch nicht möglich;
- *Nutzungskonflikte mit den bestehenden Thermalwassernutzungen in der Thermenregion sowie in Wien Oberlaa:* Die bestehenden Nutzungen stehen gemäß Wessely (1983) und anderen Autoren im Zusammenhang mit dem hydrodynamischen System auf der Westrandscholle des südlichen Wiener Beckens und sind im Regelfall durch (1) eine geringe Mineralisierung der Wässer (<10 g TDS/Liter) und (2) durch positive geothermische Anomalien gekennzeichnet. Während nahezu alle Bohraufschlüsse im Untergrund der Westrandscholle Wässer mit geringer bis moderater Mineralisierung ergaben, sind positive Temperaturanomalien meist nur auf Hangendbereiche und lokale Hochzonen der hydraulisch leitfähigen Karbonate des Beckenuntergrunds beschränkt. Zu einer vertikalen Gliederung des hydrodynamischen Systems in große Tiefenbereiche, die für die Nutzung der Hydrogeothermie von Bedeutung ist, liegen derzeit noch keine Erkenntnisse vor. Dies ist vermutlich auch als Grund anzusehen, dass die bestehenden Thermen in Baden, Bad Vöslau und Wien Oberlaa seit 2022 mit weitläufigen Schongebieten durch zuständige Behörden in Niederösterreich und Wien bedacht wurden.
- *Induzierte Seismizität:* Infolge der „Vienna Basin Transform Fault“ und der Einengung des Wiener Beckens in Richtung seines Südrandes wird bei zukünftigen Projekten im Süden sowie entlang der großen aktiven Störzonen ein engmaschiges, begleitendes Monitoring durchgeführt werden.
- *Geringe Datenlage im südlichen Wiener Becken:* Südlich der Linie Sollenau – Tattendorf – Moosbrunn stehen weder Aufschlüsse aus Tiefbohrungen der Kohlenwasserstoff-Exploration oder modernen seismischen Messungen zur Verfügung, sodass die Tiefe und der Aufbau des

Wiener Beckens nur in Form eines konzeptionellen Modells vorliegen. In den Abschnitten nördlich der zuvor erwähnten Linie liegen nur wenige Tiefbohrungen der Kohlenwasserstoffexploration vor, die den Beckenuntergrund über weite Strecken aufgeschlossen haben. Jüngere Publikationen (Elster et al., 2016), die den Versuch unternommen haben, den Untergrund des Wiener Beckens lithostratigrafisch aufzulösen, weisen daher über weite Strecken keine Angaben auf.

Die EVN Wärme nimmt die zuvor erwähnten erschließungstechnischen Herausforderungen im südlichen Wiener Becken ernst und hat diese in ihrem Erkundungsprogramm berücksichtigt. Als oberste Prämissen in der Erschließung der Tiefen-Geothermie im Industrieviertel gilt:

- (1) Für den Menschen wahrnehmbare seismische Aktivitäten weitgehend zu vermeiden,
- (2) Signifikante quantitative oder qualitative Änderungen der bestehenden zu vermeiden,
- (3) Trinkbarer Grundwasser nicht zu gefährden.

Diese Aussagen beschränken sich selbstverständlich auf einen kausalen Zusammenhang mit der Erschließung und Nutzung der Thermalwässer für energetische Zwecke. Aus diesem Grund ist begleitend zur geothermischen Erkundung auch ein umfassendes Monitoring- und Beweissicherungsprogramm in den betroffenen Gebieten geplant.

### **Tiefen-Geothermie als wichtige Brückenpfeiler für den weiteren Ausbau des Verbundwärmenetzes Thermenregion**

Die Tiefen-Geothermie stellt neben dem Einsatz von Biogas und Wärmepumpen einen wichtigen Baustein für den Ausbau des Erneuerbaren Anteils und der Netzleistung dar. Neben den erzeugerseitigen Aspekten spielt die Lage der zukünftigen Geothermieranlagen auch eine geografische Rolle im Ausbau der einzelnen Segmente des derzeitigen Verbundnetzes in Richtung eines Ringnetzes bzw. maschenartiges Großwärmenetzes, dass bis 2035 die Gemeinden zwischen Perchtoldsdorf und Wiener Neustadt verbinden und damit effiziente Lastenverschiebungen ermöglichen soll.

Gemäß derzeitigen Planungsstand soll der Anteil erneuerbarer Energieträger in der Wärmeerzeugung im Verbundnetz Thermenregion bis 2035 von derzeit etwa 80 % auf etwa 90 % gehoben werden. Zu diesem Zweck ist neben der Aufbringung von 100 GWh pro Jahr zusätzlicher Biomasse die Bereitstellung von 200 GWh pro Jahr geothermischer Energie an mindestens zwei unterschiedlichen Standorten im Industrieviertel geplant. Die Tiefen-Geothermie wird hierfür für die Bandlastversorgung herangezogen, wodurch Biomasse als flexible Lastendeckung zur Verfügung stehen kann, um den Anteil fossilen Erdgases in der Erzeugung zu reduzieren.

Aufgrund der geologischen Voraussetzungen ist damit zu rechnen, dass sich die zukünftigen Geothermie-Einspeiseanlagen nicht unmittelbar an den bestehenden Wärmenetzhauptleitungen befinden werden und Zuleitungen bzw. Verbindungsleitungen inkl. lokaler Infrastruktur aufgebaut werden müssen. Hieraus ergeben sich strategische Möglichkeiten, die erwähnten Verbindungsleitungen für den Ausbau des bestehenden Verbundnetzes zu einem Ring- oder Maschennetz. Nachfolgende Abbildung 4 zeigt ein mögliches technisches Einbindungsschema einer Tiefen-Geothermieanlage inkl. lokaler Wärmeaufbereitung, Speicherung und Abnahmestruktur. Aufgrund der bestehenden Netztopologien ist von einer Nachheizung der geothermischen Wärme mittels Biomasse an den meisten Einspeisepunkten in das Verbundnetz auszugehen. Dies kann durch bestehende oder zukünftig gebaute Biomassenachheizwerke, die auch der flexiblen Lastendeckung dienen, realisiert werden. Weitaus komplexer ist jedoch der Sommerbetrieb, der aufgrund hoher

Rücklaftertemperaturen aus dem Verbundnetz über die Verbindungs- bzw. Transportleitung in die Geothermieanlage dazu führt, dass weniger Wärme aus dem Reservoir entnommen werden kann. Um dies zu vermeiden, kann der Einsatz von Hochtemperaturwärmepumpen, eventuell gekoppelt mit saisonalen Großwärmespeichern, entscheidend dazu beitragen, die Leistungsaufnahme der Geothermieanlage im Sommer zu steigern und Wärme für den Herbst- bzw. Winterbetrieb vorzuhalten.

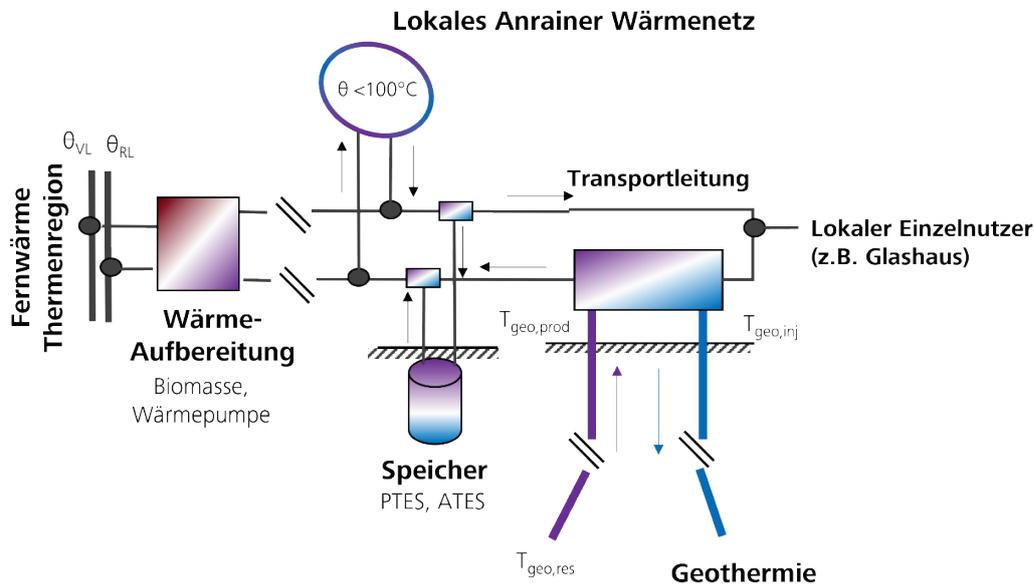


Abbildung 4: Generalschema der Einbindung einer Tiefen-Geothermie Anlage in das Verbundnetz Thermenregion mit Speicherung, Wärmeaufbereitung und lokalen Wertschöpfungsoptionen (© EVN-Wärme).

Neben der technischen Optimierung der Geothermie-Anlage mittels Nachheizung und Speicherung bieten lokale Verbindungs- und Transportleitungen auch die Möglichkeit zur Wertschöpfung lokal angrenzender Gemeinden beizutragen. Dies könnte durch die Wärmeversorgung von angrenzenden Siedlungsgebieten sowie landwirtschaftlichen- oder gewerblichen Betrieben über den Rücklauf der Verbindungsleitung in die Geothermie Anlage umgesetzt werden und zu beidseitigen Vorteilen Situationen führen. Lokalen Abnehmer hätten Zugang zu kostenstabiler und klimafreundlichen Geothermie Wärme, ohne in das finanzielle Erschließungsrisiko gehen zu müssen. Im Gegenzug würden diese Abnehmer leistungsneutral in Bezug auf das Verbundnetz versorgt werden, da die zusätzlich abgesetzte Wärme aus dem Rücklauf in die Geothermie Anlage durch die geothermische Quelle kompensiert wird.

## Die Tiefen-Geothermie Roadmap der EVN-Wärme

Die EVN-Wärme befindet sich derzeit noch in der Vorerkundungsphase mit dem Ziel, mögliche Geothermie Standorte zu identifizieren. Bereits im Jahr 2022 wurde mit ersten Studien zur Bewertung des geothermischen Potenzials im Industrieviertel begonnen. Derzeit werden unter anderem folgende vertiefende Studien bzw. erste Erkundungsmaßnahmen zur vertiefenden Potenzialbewertung durchgeführt:

- Passive Seismische Tomographie des Südabschnitts des Wiener Beckens (in Kooperation mit Universität Wien) zur Erkundung der Beckentiefe und Aufbau des Beckenuntergrunds im Großraum Wiener Neustadt;
- Projekt SEISMOS (in Kooperation mit GeoSphere Austria) zur Bewertung tektonischer Störungen im südlichen Wiener Becken hinsichtlich des Potenzials induzierter Seismizität;

- Zwei geologische Masterarbeiten an der Universität Wien zur Bewertung der Karbonatserien des Oberostalpins im südlichen Wiener Becken als mögliche Geothermie-Reservoir.

Der Abschluss der Vorerkundungsphase ist im Frühjahr 2025 vorgesehen. Ab Herbst/Winter 2025/2026 werden weitere geophysikalische Erkundungskampagnen durchgeführt, damit die erste Geothermie Anlage bis 2030 in das Verbundnetz einspeisen kann. Begleitend hierzu wird der komplementäre Geothermie Standort bis 2035 entwickelt werden und in den Netzbetrieb gehen, sodass die Volleinspeisung von mindestens 200 GWh Geothermie Wärme pro Jahr gewährleistet ist. Sollte zukünftig großes Interesse an einer Nutzung der Geothermie im Industrieviertel gegeben sein, schließt die EVN Wärme nicht aus, bis 2035 weitere Standorte zu untersuchen bzw. zu entwickeln. Darüber hinaus führt die EVN Wärme auch Voruntersuchungen und gegebenenfalls zukünftig auch Erkundungs- sowie Erschließungsmaßnahmen in Gebieten außerhalb des Industrieviertels mit geeigneten geologischen Strukturen und ausreichendem netzgebunden Wärmeabsatz durch. Dies betrifft vor allem den Raum Stockerau – Korneuburg.

### **Vorläufiges Fazit**

Gemäß Ausbauplan 2035 sollen etwa 10 % der erzeugten Wärme im Verbundnetz Thermenregion aus der Tiefen-Geothermie stammen. Aufgrund der geringen Volatilität der Betriebskosten geothermischer Anlagen, wird der Einsatz der Tiefen-Geothermie dazu beitragen, zukünftige Kundenpreise zu stabilisieren. Bei der Nutzung der Tiefen-Geothermie gilt es jedoch zu beachten, dass das wirtschaftliche Erfolgsrisiko sowie ein erheblicher Anteil der Lebenszykluskosten bei der Errichtung der Anlage auftreten. Kommunale Energieversorger stellen aufgrund ihres Versorgungsauftrags und ihrer organisatorischen Strukturen wichtige Investoren für den Ausbau der Tiefen-Geothermie in Österreich dar. Wie im vorangegangenen Kapitel skizziert, kann die Erschließung der Tiefen-Geothermie für die kommunale Wärmeversorgung auch Möglichkeiten für lokale Anrainer bieten, auch außerhalb der Fernwärmenetze von der Geothermie zu profitieren.

Um die notwendigen Investitionen zeitnah tätigen zu können, ist es jedoch auf Seiten der Landes- und Bundespolitik unabdingbar, die finanziellen Risiken, die mit der Erschließung der Geothermie verbunden sind zu mindern und einen gesetzlichen und verfahrenstechnischen Rahmen zu schaffen, der den raschen Ausbau der Geothermie in Österreich fördert. Neben Förder- und Risikoabsicherungsinstrumenten gilt es auch das Berg- und Wasserrecht an die Anforderungen der Tiefen-Geothermie anzupassen. Dies ist durch eine Modernisierung des Rechtsrahmens ohne Abschläge an den Umweltschutz- und die Betriebssicherheit möglich.

### **Literatur**

- Elster, D., Goldbrunner, J.E., Wessely, G., Niederbacher, P., Schubert, G., Berka, R., Philippitsch, R. & Hörhan, T. (2016). Erläuterungen zur Geologischen Themenkarte Thermalwässer in Österreich 1:500.000. Geologische Themenkarten der Republik Österreich, Geologische Bundesanstalt, Wien.
- Igelspacher, R. (2018). Studie strategische Ausrichtung der EVN für die Deckung des Raumwärmebedarfs nach 2030, EVN.
- Wessely, G. (1983). Zur Geologie und Hydrodynamik im südlichen Wiener Becken und seiner Randzone, Mitt. Österr. Geol. Ges., Bd. 76, S. 27-68, Wien.

# **Tiefe Geothermie – Aspekte bei der Planung und Umsetzung einer tiefen Geothermie-Bohrung**

Oliver TAUSCH

## **1 Abstract**

Der Vortrag gibt einen groben Überblick über all jene Aspekte, die in der Vorbereitung und Umsetzung eines tiefen Geothermie Projektes von den beteiligten Parteien zu berücksichtigen sind und liefert eine grobe Zeitschätzung von den ersten Planungen bis zur Realisierung – Durchführung einer Geothermie-Bohrung – wobei die Zeitschätzung selbst auf den jüngst realisierten Projekten basiert. Darüber hinaus wird die Herstellung einer Tiefenbohrung im Detail beschrieben und die dafür eingesetzten Technologien mit dem Ziel erklärt, ein grundsätzliches Verständnis für die Komplexität des Bohrprozesses zu schaffen.

## **2 Firmenvorstellung**

RED Drilling & Services GmbH wurde im Jahr 2014 als Tochterunternehmen einer etablierten, österreichischen Explorations- & Produktions- sowie Gasspeicherfirma mit über 80 Jahren operativer Erfahrung gegründet. Das Kerngeschäft der RED Drilling & Services GmbH (RED) umfasst die Planung, Implementierung und Erhaltung von Öl-, Gas-, Gasspeicher- sowie Geothermie Bohrungen und auch deren Verfüllung und Rückbau. Darüber hinaus umfasst das Portfolio Engineering-Tätigkeiten für Untertage- und Obertageeinrichtungen.

Seit Juli 2019 ist UOS Drilling S.A. der 100%ige Eigentümer der RED und stärkt die Basis für internationale Projekte.

RED kann auf lange Erfolgsgeschichte im Betrieb eigener Bohr- und Workover-Anlagen zurückblicken. Bis zum heutigen Datum wurden über 1.200 Bohrungen erfolgreich durchgeführt.

## **3 Überblick Projektablauf**

Die nun folgenden Kapitel geben einen groben Überblick über die unterschiedlichen Phasen eines Geothermieprojektes sowie die damit verbundene Zeitlichkeit und beteiligte Fachdisziplinen. Idealerweise werden alle Phasen durch den für das Projekt zugeteilten Bohringenieur (Well Engineer) begleitet, der für die technische und wirtschaftliche Planung der Bohrung verantwortlich ist und bereits in frühen Projektphasen einen bohrtechnischen Input beitragen kann.

### **3.1 Projektgenerierung**

Diese Phase umfasst die Durchführung einer Seismik (2D oder 3D), die Erstellung von Machbarkeitsstudien sowie geologischer Modelle und erste Prognosen in Hinblick auf die Verhältnisse im Untergrund. Wesentlich beteiligte Fachdisziplinen sind Geologie, Geophysik und Lagerstättentechnik. In der Regel dauert diese Phase zwischen 12 und 24 Monaten, stark abhängig von der Größe der zu untersuchenden Flächen und Vorhandensein von kritischen Stakeholdern.

### **3.2 Obertage-Lokation**

Basierend auf den Erkenntnissen der vorherigen Phase und dem Vorliegen von geologischen Bohrzielen kann mit der Suche einer geeigneten Obertagelokation für einen Bohrplatz begonnen werden. Die Suche wird durch sogenannte Landtechniker durchgeführt, die die ersten Kontakte zu

Grundstückeigentümern und Gemeinden knüpfen. Sobald ein Konsens für einen Bohrplatz gefunden wurde, wird mit der Planerstellung für die Einreichung des Genehmigungspakets begonnen, bei der Ziviltechniker zur Unterstützung herangezogen werden. In der Regel dauert diese Phase 2 bis 4 Monate.

### **3.3 Behörden & Umwelt**

Nach der Auswahl einer geeigneten Obertagelokation beginnt die speziell für diesen Bohrplatz notwendige Umweltprüfung, Erstellung von Detailstudien zu den Themen Luft & Lärm, wofür technische Planungsbüros hinzugezogen werden. All diese Unterlagen sind Bestandteil des Einreichungspakets für die zuständigen Behörden und bilden die Entscheidungsbasis für ebendiese Behörden, das Projekt zu genehmigen oder den Antragsteller anzuhalten, Nachbesserungen zu liefern. In Österreich gibt es für die Genehmigung eines Geothermie Projektes u.a. eine Verhandlung nach dem Mineralrohstoffgesetz. Zu diesem Termin werden alle Parteien eingeladen, die Parteistellung haben, persönlich teilzunehmen oder schriftlich eine Stellungnahme abzugeben. Im Falle eines positiven Entscheids seitens der Behörden erhält der Antragsteller einen Bescheid mit Auflagen, die während der kommenden Projektschritte zu berücksichtigen sind. In der Regel dauert diese Phase 6 bis 8 Monate, die Dauer kann sehr stark variieren.

### **3.4 Bohrplanung**

Nach Fixierung einer Obertagelokation bzw. während der Behörden- & Umweltphase wird in der Regel bereits mit der technischen und wirtschaftlichen Planung der Bohrung begonnen. Für ebendiese Planungsarbeiten sind folgende Fachdisziplinen notwendig: Geologie, Geophysik, Lagerstättentechnik, Produktionstechnik sowie der bereits erwähnte Well Engineer. In der Planung selbst wird der Bohrungsverlauf (Richtbohrplanung), das Verrohrungsschema (Casing Design) sowie ein technisches Arbeitsprogramm erstellt. Basierend auf diesen Planungen wird Material bestellt, die so genannten „Long Lead Items“ – notwendiges Equipment, welches eine lange Lieferzeit hat, in der Regel mehrere Monate bis zu einem Jahr. Darüber hinaus werden bereits Servicefirmen kontaktiert, deren Leistungsumfang festgelegt und Angebote eingeholt. Normalerweise dauert diese Phase 4 bis 6 Monate.

### **3.5 Bohrplatzbau**

Mit dem Spatenstich für den Bohrplatzbau werden erstmals „Tatsachen“ vor Ort geschaffen, das geplante Projekt wird somit sichtbar. In dieser Phase sind vor allem Ziviltechniker, Bauleiter, die zuständige Baufirma sowie der Well Engineer gefordert, den Bohrplatzbau gemäß den Bescheid Auflagen herzustellen und die Bauarbeiten im geplanten Zeitfenster termingerecht umzusetzen.

Je nach Lage des Bohrplatzes und in Abhängigkeit der Komplexität der Bauarbeiten kann diese Phase 2 bis 3 Monate dauern.

### **3.6 Bohrung**

Nach Fertigstellung des Bohrplatzes kann eine geeignete Bohranlage auf die Lokation übersiedelt, aufgebaut und in Betrieb genommen werden – die eigentlichen Bohrtätigkeiten beginnen. Bei den meisten Geothermie Projekten wird unmittelbar nach Fertigstellung einer Bohrung diese auch getestet, d.h. die Bohrung wird in Hinblick auf ihre wirtschaftliche Fündigkeit (Nachweis der erwarteten Temperatur und Wassermenge) bewertet. Für diese Testarbeiten bleibt die Bohranlage auf der Lokation, da die Testarbeiten wenige Tage bis zu einer Woche dauern, die Bohrung selbst, stark abhängig von der Tiefe bzw. der Länge, zwischen 2 und 4 Monaten andauern kann. In dieser Phase

sind die zuständige Bohrfirma, die Servicefirmen sowie der Well Engineer täglich gefordert, um eine Fertigstellung im geplanten Zeit- & Kostenrahmen zu gewährleisten.

#### **4 Projektgenerierung (Seismik)**

Bevor eine Bohrlokation fixiert werden kann und sich der Bohrmeißel zu drehen beginnt muss festgelegt werden, wohin eigentlich gebohrt werden soll. Zu diesem Zweck wird in der Phase der Projektgenerierung eine Karte des Untergrundes erstellt. Basierend auf dieser Karte werden geologische und lagerstättentechnische Modelle mittels Spezialsoftware erstellt. Die für diese Karten und Modelle notwendigen Daten werden mittels einer 2D oder 3D Seismik im Rahmen einer Seismik-Kampagne (Feldmessung) gewonnen. Ähnlich einer Untersuchung mittels Ultraschall werden an der Oberfläche so genannte Vibrationstrucks aufgestellt, die Energie mittels „Wellen“ in den Untergrund schicken, die wiederum von den dort vorliegenden Formationen, basierend auf deren differierenden Eigenschaften zueinander, unterschiedlich reflektiert und zur Oberfläche zurückgeschickt werden. Zur Aufzeichnung an der Oberfläche werden Geophone ausgelegt und in einem zentralen Messwagen gesammelt. Im Anschluss an diese Feldmessung werden die Daten prozessiert und für die notwendigen Modelle entsprechend aufbereitet. Nach Fertigstellung der Modelle durch die entsprechenden Fachdisziplinen werden Bohrziele für die geplanten Bohrarbeiten festgelegt.

#### **5 Obertage Lokation**

Bei der Auswahl einer geeigneten Obertagelokation für einen Bohrplatz ist nicht nur die Erreichbarkeit der vorher erwähnten Bohrziele zu berücksichtigen, es kommen weitere Faktoren hinzu: Nähe zu Anrainern und öffentlichen Einrichtungen, Einhaltung von Sicherheitsabständen, Vorhandensein von Schon- und/oder Schutzgebieten, Distanz zu bestehende Infrastruktur (z.B.: Zufahrt zum Bohrplatz, Vorhandensein von Pipelines, die für einen späteren Anschluss der Bohrung genutzt werden können), eine mögliche Erweiterung von bereits bestehenden Bohrplätzen, Wünsche des Grundstückseigentümers, auf dem der Bohrplatz zu liegen kommt etc. Mittels Richtbohrtechnik, auf die im entsprechenden Kapitel noch im Detail eingegangen wird, ist es möglich,

die geologischen Bohrziele auch aus größeren Entfernungen zu erreichen d.h. es ist nicht notwendig, dass der Bohrplatz direkt über den Bohrzielen zu liegen kommt. Jedoch gibt es auch für diese Technologie Grenzen und in Verbindung mit der damit einhergehenden, größeren Bohr- länge steigen auch die Kosten für eine Bohrung. Ganz grundsätzlich gilt – je tiefer und länger eine Bohrung ist, desto teurer wird sie. Aus all diesen Punkten wird im Projektteam ein bestmöglicher Kompromiss ausgearbeitet und mit der Planung fortgeföhren.

#### **6 Bohrplanung**

Alle von den unterschiedlichen Fachdisziplinen bearbeiteten Themen und Informationen wie geologische Informationen, Lagerstätteneigenschaften, Untertage Ziele, mögliche Obertagelokationen, Informationen zu Offset (Referenzbohrungen) werden in einem Planungsgrundlegendokument, dem so genannten Basis of Design zusammengefasst. Dieses Basis of Design (BOD) wird durch den verantwortlichen Well Engineer administriert und stellt die Grundlage für alle durch sie/ihn durchzuföhrende Planungsarbeiten dar. Im Dokument selbst werden u.a. der Bohrfpfad, die geplanten Rohrschuhabsetzteufen, das Zementationsdesign, die petrophysikalischen Bohrlochmessungen, die Bohrspülung, das Casingdesign, die Komplettierung, die Bohrlochteste sowie eine grobe Zeit & Kostenschätzung behandelt. Ein wesentlicher Output aus dem BOD ist das geologisch-technische Arbeitsprogramm für die geplante Bohrung.

## **7 Bohrplatz**

Ein Bohrplatz muss nicht nur genügend Platz für die Aufstellung einer Bohranlage und aller notwendigen Services bieten, es ergeben sich darüber hinaus noch weitere Anforderungen aus unterschiedlichen Bereichen, die er erfüllen muss:

### **7.1 Naturschutz**

Seitens des Naturschutzes gilt in erster Linie das Minimierungsgebot, wenn es um die Realisierung eines neu zu errichtenden Bohrplatzes geht. Dieses wird bereits in der Planungsphase mitberücksichtigt und richtet sich speziell auf die folgenden Bereiche:

- Minimierung des Flächenbedarfs
- Minimierung der versiegelten Flächen
- Minimierung von „Abfällen“ beim Teil-Rückbau bzw. Wegräumen des Bohrplatzes

Darüber hinaus wird großes Augenmerk auf die Verwendung von recyclingfähigem Material gelegt, speziell die Wiederverwendung des für die Herstellung einer ebenen Fläche notwendigen Schotter, der bei Folge-Bohrplätzen erneut eingesetzt werden kann.

### **7.2 Boden & Gewässerschutz**

Bereits in der Planungsphase eines jeden Bohrplatzes wird der Boden- und Gewässerschutz berücksichtigt und auf spezielle, ortstypische Gegebenheiten Rücksicht genommen. Zu diesem Zweck werden bereits im Vorfeld geologische Untersuchungen (z.B.: Rammkernsondierungen) durchgeführt, um ein bestmögliches Bild über die vorherrschenden Bodenverhältnisse zu erlangen. Im Zuge der Erstellung der Einreichungsunterlagen zur Einholung der Behördlichen Genehmigung für den Bohrplatzbau wird ein Entwässerungskonzept erstellt, das die zuvor erhobenen Daten des Bodenaufbaus berücksichtigt. Auf dem Bohrplatz selbst gibt es speziell ausgewiesene und technisch entsprechend hergestellte, medienbeständige Bereiche, in denen auch wassergefährdende Stoffe (z.B.: Diesel zum Betrieb der Bohranlage bzw. von Notstromaggregaten) sicher während der Bohrtätigkeiten gelagert werden können.

### **7.3 Arbeitsschutz**

Der Bohrplatz dient den Mitarbeitern der Bohrfirma sowie den anderen Servicefirmen als Arbeitsplatz und muss daher die gesetzlichen Vorgaben in Hinblick auf den Arbeitnehmerschutz erfüllen. Speziell für den im Bohrbetrieb notwendigen Verkehr müssen sichere Geh- und Verkehrsflächen ausgewiesen sowie Flucht- und Rettungswege geschaffen werden. Ein Kriterium hierbei ist die Erreichbarkeit eines jeden „Ortes“ am Bohrplatz mit Einsatzfahrzeugen (z.B.: Rettung, Feuerwehr etc.), um im Ernstfall eine bestmögliche Erstversorgung von Verletzten zu gewährleisten.

### **7.4 Beständigkeit**

Der Platz selbst muss für die Dauer der Bohrarbeiten stabil bleiben und die zuvor genannten Anforderungen ohne Kompromisse erfüllen. Darüber hinaus, im Fall der Fündigkeit der Bohrung, kann der Platz über mehrere Jahre, wenn nicht sogar Jahrzehnte, bestehen bleiben. All diese Aspekte sind bereits in der Planung des Bohrplatzes zu berücksichtigen.

## **8 Tiefbohranlagen**

Bohranlagen, die für einen Einsatz bei tiefen Geothermie Bohrungen geeignet sind, bestehen u.a. aus dem Mast bzw. dem Gerüst, einem Unterbau, Antriebssystemen, Rotationssystemen, Hebeeinrichtungen, Zirkulationssystem für die Bohrspülung, Feststoffkontrollsystem zur Abscheidung des gebohrten Gesteines (Bohrklein oder Cuttings) sowie eines Bohrlochkontrollsystems (BOP) zur Verhinderung von ungewollten Austritten aus dem Bohrloch. Diese Bohranlagen sind grundsätzlich für einen Inselbetrieb ausgelegt, d. h. sie benötigen keinerlei Infrastruktur vor Ort (Strom-, Kanal-, Telefonanschlüsse etc.) und können auf unterschiedliche Arten betrieben werden. Die Bohranlagen der RED können mittels Trafo (Stromanschluss an das vorhandene Netz notwendig), mit Gas oder mit Diesel betrieben werden, wobei die Anlage selbst mit Strom „fährt“ und im Fall einer Verwendung von Gas oder Diesel diese vor Ort mittels Generatoren „verstromt“ werden. Für die Übersiedelung der Bohranlage auf eine neue Bohrlokation sind in der Regel zwischen 65 bis 70 Transporte notwendig. Wenn die Anlage einmal übersiedelt und aufgebaut ist reduziert sich der anfallende Verkehr auf ca. 3 bis 5 Versorgungsfahrten mittels LKW pro Tag.

## **9 Rotary Tiefbohrverfahren**

Das wesentliche Merkmal des Rotary Tiefbohrverfahrens besteht in einem rotierenden Bohrgestänge, welches bei modernen Bohranlagen mittels eines Kraftdrehkopfes (Top Drive) angetrieben wird. Die Drehung des Bohrgestänges wird somit auf den Bohrmeißel übertragen, der das zu bohrende Gestein, je nach Art des Meißels (Roller Meißel oder PDC Meißel), zerbricht bzw. abschabt. Unter Zuhilfenahme der Bohrspülung wird das erbohrte Gestein (Bohrklein oder Cuttings) im Annulus (Ringraum zwischen Bohrgestänge und Bohrlochwand) an die Oberfläche gepumpt und dort über das Feststoffkontrollsystem abgeschieden. Die Bohrspülung selbst wird unter Verwendung von Spülpumpen im Kreis gepumpt: die Spülpumpen saugen die vom Bohrklein gereinigte Bohrspülung in den Kammern des Zirkulationssystems an, pumpen diese durch den Bohrstrang bis zum Bohrmeißel und, nach Austritt der Bohrspülung an den Meißeldüsen über den Annulus zurück an die Oberfläche, wo der geschlossene Kreislauf erneut beginnt. Die weiteren Aufgaben der Bohrspülung werden im entsprechenden Kapitel erläutert.

## **10 Richtbohrtechnik**

Grundsätzlich werden in der heutigen Zeit die überwiegende Anzahl von Tiefbohrungen „abgelenkt“ oder „gerichtet“, unter Zuhilfenahme der Richtbohrtechnik, gebohrt. Diese Technologie ermöglicht die Erschließung von Bohrzielen, die sich z.B. unterhalb von Städten oder Wäldern befinden, und eliminiert die Notwendigkeit eine Bohranlage direkt über diesen Bohrzielen platzieren zu müssen. Je nach Art bzw. Geometrie des Bohrpfad es bzw. Bohrungsverlaufes werden die Richtbohrungen eingeteilt bzw. unterschieden. Die „extremste“ Form einer gerichteten Bohrung stellt eine Horizontalbohrung dar, die eine Neigung (Inklination) von der Vertikalen von 90° und mehr haben kann. Wie aber können diese gerichteten Bohrungen realisiert werden? Dies kann mittels unterschiedlicher Technologie erreicht werden:

### **10.1 Positive Displacement Motor (PDM) – Untertage Motor**

Bei einem PDM handelt es sich im Wesentlichen um einen Untertage Motor, der aus einer Motorsektion, dem Kniestück und einem Stabilisator besteht. Die Motorsektion wiederum besteht aus einem Rotor und einem Stator, wobei der Rotor durch die Bohrspülung angetrieben wird und wiederum über ein Gelenk direkt mit dem Bohrmeißel verbunden ist, der ebenfalls gedreht wird.

Wenn keine Strangrotation mittels Kraftdrehkopf (Top Drive) stattfindet und „nur“ Bohrspülung durch den Bohrstrang gepumpt wird, dann dreht sich der Bohrmeißel trotzdem und es kann gebohrt werden. Diese spezielle Art des Bohrens nennt man „richten“ oder „sliden“, da der Bohrstrang unter Zuhilfenahme des Kniestücks (einstellbarer Knick) um die Kurve „geschoben“ werden kann. Je nach Einstellung des Kniestücks können somit Radien von 1° bis 7° pro 100 m gebohrter Strecke erzielt werden. Um eine Änderung des Kniestücks vornehmen zu können, z.B. um kürzere Radien zu bohren, muss der gesamte Bohrstrang ausgebaut werden.

## **10.2 Rotary Steerable System (RSS)**

Ein RSS arbeitet ähnlich eines PDM´s, ermöglicht aber eine laufende Einstellung des Kniestücks während des Bohrens und voller Rotation des Bohrgestänges d.h. es verfügt über einen laufend einstellbaren Knick und eliminiert die Notwendigkeit des Ausbaus des Bohrgestänges, sollte eine geplante Bohrkurve nicht erreicht werden können. Dies wird über eine spezielle Telemetrie durchgeführt, bei der in Echtzeit mit dem Tool untertage kommuniziert werden kann - eine kontinuierliche Anpassung des Bohrpfad ist mit dieser Technologie möglich.

## **10.3 Geosteering**

Die letzte Entwicklungsstufe der Richtbohrtechnik stellt das so genannte Geosteering dar, bei dem unter zu Hilfe Name von Messungen während des Bohrens (Logging While Drilling – LWD) Tools Formationseigenschaften (u.a. Gamma Ray - Messungen der natürlichen Gammastrahlung, Resistivity – Widerstandsmessungen, Density – Dichtemessungen des Gesteins und der darin enthaltenen Flüssigkeiten) in Echtzeit (Real Time) gemessen werden, und der Bohrpfad unter Verwendung eines RSS Systems derart laufend angepasst wird, dass der Zielformation bestmöglich gefolgt werden kann. Dies bedingt eine enge Zusammenarbeit von Geologen, Lagerstättentechnikern, Richtbohrtechnikern und Well Engineers.

## **11 Bohrspülung**

Ein wesentlicher Bestandteil des bereits vorgestellten Rotary Tiefbohrverfahrens ist die Bohrspülung, von der es grundsätzlich 2 Arten gibt: Ölbasierte & wasserbasierte Bohrspülung. Auf Grund der strengen Umweltauflagen findet in Österreich kein Einsatz einer ölbasierten Bohrspülung mehr statt, es werden nur mehr wasserbasierte Spülungssysteme eingesetzt. Die hierzu gehörigen, wesentlichen Typen sind die Bentonit-Spülung und die Kaliumkarbonat-Spülung. Zu den wesentlichen Aufgaben einer Bohrspülung gehört das Aufrechterhalten des Bohrlochsohlendrucks, die Reinigung des Bohrloches, die Stabilisierung der Bohrlochwand, die Schonung der Formationen, das Schmieren und Kühlen von Bohrstrangelementen und das Betreiben von Untertagemotoren (PDM´s). Wesentliche Anforderungen an die Spülung selbst ist deren Umweltfreundlichkeit sowie die Möglichkeit der Einlagerung und Wiederverwendung bei Folgebohrungen. Bei einer Tiefbohrung werden die rheologischen Parameter der eingesetzten Bohrspülung laufend durch den vor-Ort-Spülungsservice überwacht und ggf. durch Beigabe von Spülungsadditiven eingestellt. Somit wird sichergestellt, dass die Bohrspülung ihre umfassenden Aufgaben auch wahrnehmen kann.

## **12 Verrohrung (Casing)**

Grundsätzlich kann eine Bohrung nicht in einer Sektion bzw. in einem Abschnitt von der Oberfläche bis zu den geologischen Zielen hergestellt werden, dies erfolgt in sogenannten Abschnitten, wobei der gewünschte Bohrungsdurchmesser in der Lagerstätte – bei tiefen Geothermiebohrungen in der Regel 8 ½ Zoll oder 21,59 cm – ausschlaggebend ist, mit welchem Durchmesser man an der Oberfläche zu

bohren beginnt. Zum Abschluss eines jeweiligen Abschnittes einer Bohrung werden Rohre (Casing) eingebracht und der Ringraum zwischen dem Bohrungsdurchmesser und der Rohre wird dicht mit Zement aufgefüllt – zementiert. So entsteht ein „Rohr in Rohr System“ von der Oberfläche bis zur Lagerstätte, der eine Integrität der Bohrung über ihren gesamten Lebenszyklus gewährleistet und verhindert, das Fluide untertage „umsteigen“. Die für die Erstellung einer Bohrung notwendige Anzahl an Abschnitten wird in der Planungsphase festgelegt und berücksichtigt den erwarteten Porendruck, den erwarteten Aufbrechdruck sowie das Vorhandensein von schützenswerten oder instabilen Formationen. Die Rohre (Casing) selbst werden unter Zuhilfenahme von Spezialsoftware auf die zu erwartenden Belastungsfälle dimensioniert, spezielle jene durch Druck (Innendruck sowie Außendruck), Axial, Triaxial und Thermisch.

### **13 Zementation**

Die Fixierung der eingebrachten Rohre (Casing) im Untergrund wird mittels einer Zementation erzielt. Der Zement selbst bildet somit einen dichten Verschluss des jeweiligen Ringraumes (Abstand zwischen Bohrungsdurchmesser und Rohr), verhindert „Kommunikation“ – ein Umsteigen von Flüssigkeiten zwischen den einzelnen Rohrtouren – schützt die Verrohrung und schützt auch Grundwasserhorizonte vor einem Austritt von Fluiden aus der Bohrung in ebendiese. Spezielle Anforderungen an den Zement selbst sind eine Temperaturbeständigkeit, ein Widerstand gegenüber Formationsfluiden und eine geringe Dichte, um ein unerwünschtes Aufbrechen von druck- schwachen Formationen zu unterbinden.

### **14 Praxisbeispiel Bruck**

Das Geothermieprojekt Bruck in Garching an der Alz (Bayern) durfte RED als Generalunternehmer im Kundenauftrag umsetzen. Die Bohrziele der beiden Bohrung befanden sich in einer vertikalen Tiefe von 3.670 m TVD, die sich daraus ergebenden Längen der Bohrungen betragen im Falle der Bruck GT 2 Bohrung bis zu 5.025 m MD. Beide Bohrungen wurden in 4 Abschnitten realisiert, wobei in der Lagerstätte ein Bohrlochdurchmesser von 8 ½“ vorgegeben war, um die hohen Wassermengen (bis zu 120 l/s) problemlos fördern zu können. Im Sinne der Generalunternehmerschaft stellte RED einen erfahrenen Projektleiter dem Kunden zur Seite, der sich um alle Belange der Bohrungen – technische & wirtschaftliche Planung, Einreichung, Genehmigung, Einhaltung von Bescheid Auflagen, Durchführen der Bohr & Testarbeiten sowie der finalen Übergabe an Kunden kümmern durfte

### **15 Geothermischer Kreislauf**

Für den Betrieb eines tiefen Geothermieprojektes bedarf es in der Regel zweier Tiefbohrungen, wobei eine der Bohrungen als Produktionsbohrung und die andere als Injektionsbohrung dient. In der Produktionsbohrung wird mittels einer Tiefpumpe das heiße Wasser zur Oberfläche gefördert, wo ihm die Wärme mittels Wärmetauschers entzogen wird. Das derartig abgekühlte Wasser wird über die Injektionsbohrung in die gleiche Lagerstätte zurückgebracht, aus der es mit der Produktionsbohrung entnommen wurde. Basierend auf den bisherigen Erkenntnissen im Betrieb von Geothermieanlagen sollte die Untertagedistanz zwischen einer Produktions- zur Injektionsbohrung mindestens 1,5 km betragen. Somit wird sichergestellt, dass auch in einem über Jahrzehnte laufenden Betrieb eines Geothermie Kraftwerkes das kalte Wasser nicht gleich wieder von der Produktionsbohrung angesaugt wird, und damit die Leistungsfähigkeit des Kraftwerkes negativ beeinflusst. Das produzierte Wasser wird somit in einem geschlossenen Kreislauf aus der Lagerstätte in die Lagerstätte bewegt, ihm wird lediglich die Wärme entzogen.

# Geothermie für die Gemüseproduktion: das Projekt Frutura Thermal-Gemüsewelt

Hans SCHWARZENHOFER

## Einblicke zur Nutzung von Geothermie bei Frutura

- Nutzung der Geothermie für die ganzjährige Erzeugung von heimischem Fruchtgemüse
- Beheizung einer Gewächshausanlage (ca. 270.000 m<sup>2</sup>) durch heiße Tiefengrundwässer aus dem paläozoischen Untergrund des Steirischen Beckens
- Über 300 Vollzeitarbeitsplätze

Wir leben Obst & Gemüse mit Leidenschaft – heute und morgen.

1

## CHRONOLOGIE PLANUNG

### März 2012

#### FESTLEGUNG DER BOHRLOKATIONEN

» Tiefbohrungen und Reflexionsseismik



## CHRONOLOGIE PLANUNG

Mai 2012 – August 2013

### BEHÖRDENVERFAHREN – WASSERRECHT

- Mai 2012: WR-Ansuchen für die Niederbringung der Geothermiebohrungen
- Juli 2012: WR-Verhandlung
- Jänner 2013: WR-Bescheid für die Niederbringung
- Juli 2013: Beeinspruchung des Bescheides
- August 2013: Zurückweisung der Beeinspruchung

### BEHÖRDENVERFAHREN – BERGRECHT

- Juli – September 2012: Ausschreibung
- Juni 2013: Zuschlag Bestbieter
- Juli 2013: Antrag auf Erteilung der bergrechtlichen Bewilligung
- Oktober 2013: BR-Verhandlung
- Dezember 2013: Antrag auf Zuerkennung aufschließender Wirkung und Beschwerde gegen den Bescheid
- Februar 2014: Nichtstattgeben der aufschließenden Wirkung durch VWgH
- März 2014: Abweisung der Beschwerde durch Republik Österreich



## CHRONOLOGIE BOHRUNG

Frutura GT1: Jänner – März 2014 (77 Tage)

Frutura GT1a: September 2014 (12 Tage)

### REINJEKTIONSBOHRUNG FRUTURA GT1/1A

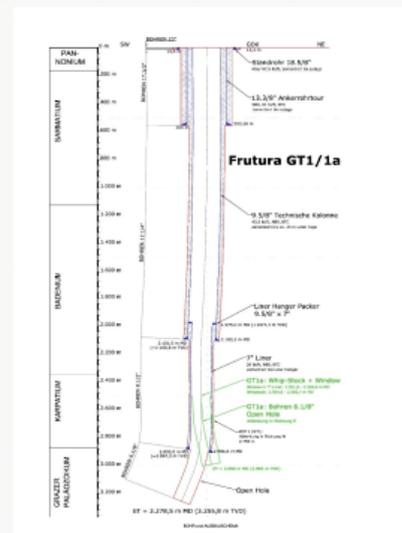
#### BASISDATEN, BOHR- UND AUSBAUSCHEMA

#### Frutura GT1 (Fru GT1)

Lokation	Steiermark/Österreich Hartberg-Fürstenfeld
Seehöhe	256.97 m ü.A.
Endteufe	3,278.5 m MD 3,256.5 m TVD
Abweichung Endteufe	165 m, azimuth 244°
Teufenverlust	22 m
Grazer Paläozoikum	2.800 bis 3.278,5 m
Säurestimulationen und MPV	max. 20 l/s

#### Frutura GT1a (Fru GT1a, side-track)

Kick off point	2,504.6 m MD
Endteufe	3,000 m MD 2,993 m TVD
Abweichung Endteufe	35 m, azimuth 60°
Teufenverlust	7 m
Säurestimulation und MPV	max. 64 l/s



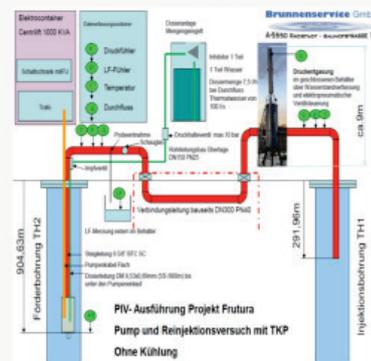
## CHRONOLOGIE DUBLETTE

November 2014 – Februar 2015

### PUMP- UND REINJEKTIONSVERSUCH

#### ERGEBNISSE

- Verbindungleitung 1.950 m
- Untertageentfernung 1.790 m bei ET
- Mehrstufiger PV mit 40, 50 und 60 l/s
- Nachweis der Entnahme und Reinjektion von 60 l/s bei ca. 123 °C





# CHRONOLOGIE DUBLETTE

Mai 2015 – Juli 2016

## NUTZUNGSBEWILLIGUNGEN

- Mai 2015  
Kollaudierung Wasserrechtbescheid
- Juni 2015  
Antrag WR-Nutzungsbewilligung
- August 2015  
WR-Bescheid für Nutzungsbewilligung für 60 l/s auf 30 Jahre
- Oktober  
2015 Ansuchen BR-Bewilligung
- Juli 2016  
BR-Bescheid für Betrieb der Dublette



# CHRONOLOGIE DUBLETTE

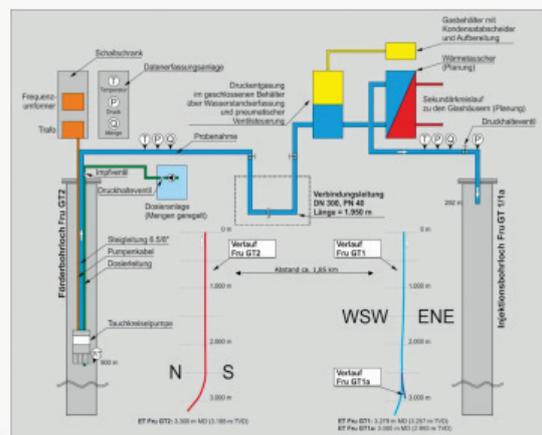
Oktober 2016 – bis dato

## BETRIEB – LAYOUT DES DUBLETTENBETRIEBES

- Februar 2018  
Anzeige Fertigstellung der Anlage
- Mai 2018  
Überprüfungsbescheid  
Nutzungsbewilligung

Betrieb (2020):	
Max. Förderrate	65 l/s
Fördertemperatur (Kopf)	124 °C
Durchschnittliche Förderrate	50 l/s
Reinjektionstemperatur	40 °C
Reinjektionsdruck	- 8 bar
Wasserspiegel Th 2	- 140 m

Pumpeneinbautiefe 900 m



## Tiefe Erschließungen für die Balneologie in Niederösterreich

Johann GOLDBRUNNER

### Übersicht

Im Bundesland Niederösterreich wurden zwischen 1992 und 2005 sechs Bohrungen an fünf Standorten im Wiener Becken und in der Niederösterreichischen Molasse für die balneologische Nutzung niedergebracht (Tab. 1), wobei unter dem Begriff „balneologische Nutzung“ die Gesamtheit der stofflichen Nutzung von Thermalwasser für Kur- und Erlebnisbäder im Gegensatz zur rein energetischen Nutzung verstanden werden soll.

*Tabelle 1: Daten der zwischen 1992 und 2005 in Niederösterreich für balneologische Zwecke niedergebrachten Tiefbohrungen. Datenquelle: Elster et al. (2016). TDS: Summe der gelösten festen Stoffe*

Standort	Jahr	Bohrloch	Endteufe [m MD]	Wassertyp	TDS [mg/l]	Nutzung
Payerbach	1995	Payerbach Th 1	2.700	Ca-Mg-Na-SO <sub>4</sub>	4.600	-
Laa a d.Thaya	1992	Laa Th Süd 1	2.640	Na-Cl-J	45.500	verfüllt
	1995	Laa Th Nord 1	1.448	Na-Cl-J	10.316	Thermalbad
Bad Pirawarth	1996	Pirawarth Th 1	997	Na-Cl-J	15.600	Kurbad
Linsberg	2004	Linsberg 1/1a	892	Ca-Mg-SO <sub>4</sub> -Schwefel	2.200	Thermalbad
Engelhartstetten	2004/2005	Engelhartstetten Th 1	1.122	Na-Cl-Schwefel-J	5.657	-

Im Rahmen dieses Beitrages wird über die Bohrungen in Engelhartstetten und Laa an der Thaya, an denen der Autor beteiligt war, berichtet.

### Engelhartstetten Thermal 1

Die Tiefbohrung Engelhartstetten wurde an der Jahreswende 2004/2005 auf eine Endteufe von 1.122 m (Messteufe = MD) niedergebracht. Die Bohrstelle liegt ca. 800 m NE der Kirche von Stopfenreuth knapp nördlich des Natura 2000-Gebietes Donau Auen. Ziel des Aufschlusses waren Karbonatgesteine des Tatriden Mesozoikums, die in der ca. 2,85 SW km SW vom Ansatzpunkt der Engelhartstetten gelegenen Bohrung Stopfenreuth U1 der OMV AG unter 480 m Neogenbedeckung in Form von örtlich klüftig ausgebildeten Dolomiten der Mitteltrias erschlossen wurden und in Bad Deutsch-Altenburg, unter anderem am Pfaffenberg und am Hexenberg, anstehen und auch den Aquifer der Mineralthermen von Bad Deutsch-Altenburg bilden. Die in der Bohrung Stopfenreuth U1 bei der Teufe 466 m bei einem Test gemessene Temperatur von 50 °C entspricht einem Temperaturgradienten in der Größenordnung von 8,4 K/100 m, also deutlich über dem Durchschnitt des Wiener Beckens von 3K/100 m (Abb. 1). Für die bei der Endteufe 639 m der Stopfenreuth angegebene Temperatur von 59 °C ergibt sich ein Gradient von 7,6 K/100 m.

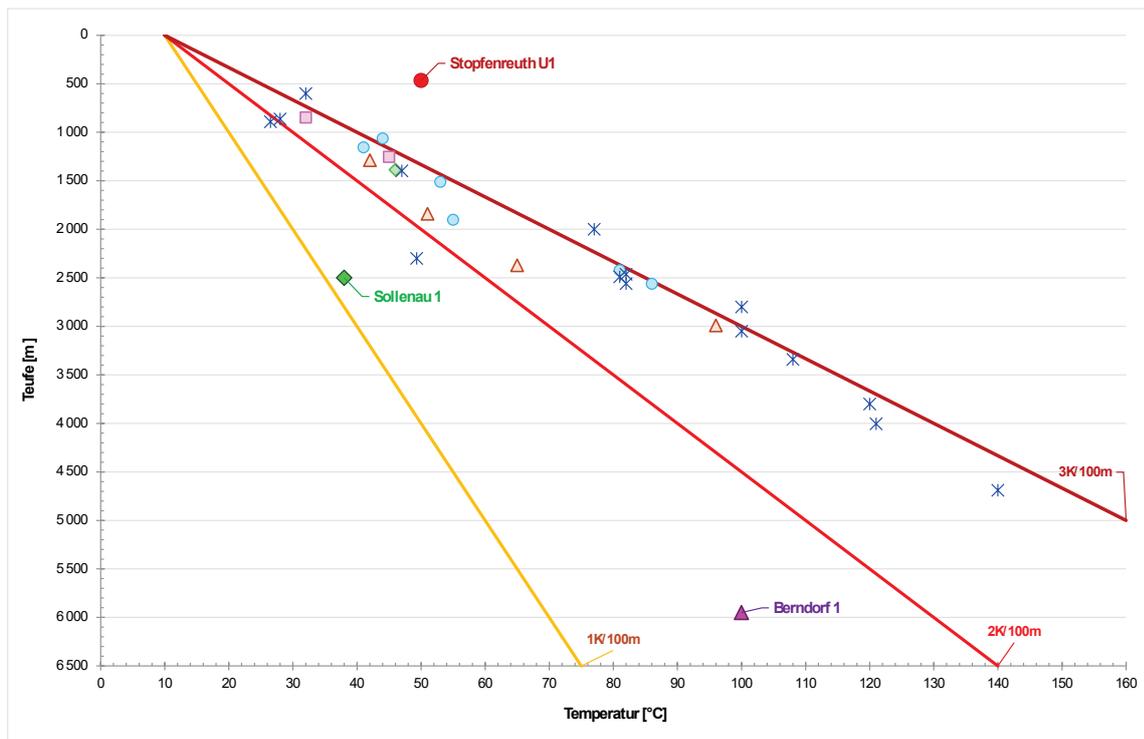


Abbildung 1: Tiefen-Temperatur-Plot von ausgewählten Tiefbohrungen des Wiener Becken und der Niederösterreichischen Molasse. Datenquellen: Elster et al. (2016); Goldbrunner & Kolb (1997); Wessely (1983).

Die Bohrung Engelhartstetten Th 1 durchfuhr bis zum Top der neogenen Schichtfolge bei 15,4 m quartäre, seichtliegendes Grundwasser führende Sand-Kiese. Die bis zur Teufe 216 m erbohrten Sedimente wurden dem Oberen Badenium zugeordnet. Sie waren überwiegend schluffig-tonig entwickelt; sandig-kiesige Abschnitte mit Häufung von Makrofossilien traten zwischen 42 und 58 m auf; der darunter folgende, bis 216 m reichende Abschnitt, war durchgehend feinklastisch. Das zwischen 216 und 400 m auftretende Mittlere Badenium war ebenfalls überwiegend tonmergelig entwickelt, zwischengeschaltete Sandsteinlagen waren geringmächtig und dicht ausgebildet. Der Abschnitt zwischen 400 und 462 m mit einer Folge von grauen, stark siltig-feinsandigen, hellglimmereichen Mergeln wurde aufgrund der freundlicherweise von G. WESSELY durchgeführten Mikrofossilbestimmungen dem Unteren Badenium zugeordnet.

Bei 462 m wurde der Top einer grobklastischen Entwicklung angefahren und daraufhin der Rohrschuh der zementierten Verrohrung des Bohrlochs (Liner 7“) bei 466,5 m abgesetzt. Die aus Konglomeraten und Brekzien aufgebaute Schichtfolge wurde bis 615 m durchfahren. Sie wird als Äquivalent des Aderklaaer Konglomerats aufgefasst und daher in das Untere Badenium gestellt. Im Topbereich des Konglomerats fanden sich reichlich Gerölle von Karbonaten, weniger häufig jene von Quarz und Quarzit (z.T. Alpiner Verrucano), daneben kalkig gebundener Sandstein. Ab Teufe 466 m bis 540 m dominierten Granitgerölle vom Typus Wolfsthaler Granit, die anschließend von kalkigen und dolomitischen Geröllkomponenten abgelöst wurden. Mit dem Lithologiewechsel hängt wahrscheinlich der ab 575 m feststellbare Rückgang der Gammastrahlung zusammen.

Bei 598 m wurde im Konglomerat eine Kluftzone von einem Meter durchfahren, in der kurzzeitig Spülungsverluste auftraten. Die geometrisch scharf abgrenzte Zone ist u.a. durch die Kalibererweiterung deutlich zu erkennen. Der Top des Präneogen wurde nach Spülproben und Logbefunden bei 608 m (-466 m ü.A.) und somit um 170 m tiefer als in Stopfenreuth U1 erreicht. Die brekzienreiche Folge, die bis 649 m (41 m) erbohrt wurde, wird als tektonische Brekzie aufgefasst. Derartige Brekzien werden von Plasienka et al. (1991) als Begrenzung des jurassischen Borinka

Halbgrabens beschrieben. Lithologisch handelt es sich bei den Grobklastika um mittel- bis dunkelgraue Dolomite, teilweise hellgraubraune Kalke; die Komponenten zeigen keine Rundung. Gamma-Ray Spitzen im Geophysikalischen Log, die mit Bereichen geringen Elektrischen Widerstandes korrelieren, wurden tonreichen Lagen zugeordnet.

Bei 649 m kam die Bohrung in die Mariataler Schiefer des Tatrikums, die in den Lias gestellt werden. Die Mariataler Schiefer erwiesen sich als dunkelgraue bis schwarze Kalk- bis Mergelschiefer, teilweise mit quer zur Schieferung bzw. Schichtung verlaufenden weißen karbonatischen bzw. quarzitischen Kluffüllungen. Ein zwischen 802 und 810 m durchfahrener, durch geringe Elektrische Widerstände und eine Anomalie im Eigenpotentiallog gekennzeichnete Abschnitt wird als Störungszone interpretiert; ab dieser Zone änderte sich auch die Neigung des Bohrloches.

Generell gaben die Neigungs- und Richtungsmessungen im Bohrloch gute Hinweise auf die strukturellen Verhältnisse: die Bohrung konnte bis zur Teufe 560 m praktisch senkrecht niedergebracht werden. Ab der Kluffzone bei 598 m setzte Neigungsaufbau ein, der sich in den Mariataler Schiefen aufgrund des stärkeren Einfallens verstärkte. So hatte sich bis Teufe 738 m eine Bohrlochneigung von 7,8° bei einem Azimut von 155° aufgebaut. Daraufhin wurde zum Abbau der Neigung eine Richtbohrgarnitur eingesetzt, mit der es gelang, die Neigung bis 820 m auf unter 2° abzubauen.

Ab dieser Teufe baute sich die Neigung neuerlich trotz Einsatz der Richtbohrgarnitur auf ca. 7,5° bei 855 m auf. Dies ist wahrscheinlich auf die Störungszone zwischen 820 und 810 m zurückzuführen, mit der eine Änderung des Einfallens verbunden ist. In der Teufe 855 m wurde die Richtbohrgarnitur ausgebaut und mit einem Strang ohne Stabilisatoren weitergebohrt. Mit diesem Strang baute sich die Neigung bis 955 m auf max. 12,5° auf; sie erhöhte sich jedoch bis zum letzten Messpunkt bei 1.120 m nicht mehr, sondern wurde leicht auf 11° abgebaut. Der Azimut betrug hier 140°. In der Gesamtheit ergab sich eine horizontale Abweichung vom Aufschlagpunkt von 66 m bei einem Azimut von 144°. Der Teufenverlust bei 1.120 m betrug 5,77 m.

Vom Mariataler Schiefer liegt eine Auswertung des Streichens und Einfallens der Schieferungsflächen ("Dips") vor. Demnach ist das generelle Einfallen Richtung N bis NW bis W, selten (Abschnitt 851-853 m) gegen SE. Die Fallwinkel liegen zwischen 10 und 30°.

Zur Abschätzung der Mächtigkeit der Mariataler Schiefer wurde bei der Teufe 997 m ein Vertical Seismic Profile (VSP; Look Ahead Seismik) durchgeführt. Als Anregungspunkt (Stickstoffkanone) fungierte ein 43 m vom Ansatzpunkt der Tiefbohrung situiertes fünf Meter tiefes Bohrloch, in dem das Grundwasser ausspiegelte. Es wurden 59 Messungen im Bohrloch vorgenommen.

Die Auswertung der Messung ergab, dass eine Änderung der lithologischen Verhältnisse erst im Teufenbereich von über 1.300 m zu erwarten war. Aus diesem Grund wurden die Bohrarbeiten bei einer erreichten Teufe von 1.122 m im Mariataler Schiefer eingestellt.

Festzuhalten ist, dass durch die Bohrung Engelhartstetten eine tiefere tatratische Einheit erbohrt wurde. Die tektonisch höhere Einheit mit den Mitteltrias-Karbonaten von Stopfenreuth und Deutsch-Altenburg fehlt hier.

### **Wasserwirtschaftliche Versuche**

Nach Erreichen der Endteufe wurden mehrere wasserwirtschaftliche Versuche am Bohrloch Engelhartstetten durchgeführt (Tab. 2). Der erste Mammutpump-Versuch erfolgte aus dem von 466,5 bis zur Endteufe offenen Bohrloch. Aufgrund des detektierten sehr hohen H<sub>2</sub>S Gehaltes von 250 ppm

wurde im offenen Bohrloch 6.1/4“ von 730 m bis 631 m eine Zementbrücke von rd. 100 m gesetzt und damit die Mariataler Schiefer und ein Teil der tektonischen Brekzie abgesperrt. Daraufhin reduzierte sich der H<sub>2</sub>S-Gehalt auf 18 ppm beim Mammutpump-Versuch 2.

Tabelle 2: Daten der Wasserwirtschaftlichen Versuche am Bohrloch Engelhartstetten Thermal 1.

Versuch	MPV1	MPV2	LZPV
Datum	02./03.03.05	19./20.03.05	23.03. - 23.06.05
Offene Strecke [m]	466,5 - 1.122	570 - 631	570 - 631
Stat. Wasserpiegel [m]	-4,7	1,6	1,6
Volumenstrom [l/s]	3,5	3	2,2
Absenkung auf [m]	-105	-170	-168
Temperatur Wellhead [°C]	26,0	26,6	31,7
Elektr. Leitfähigkeit [mS/cm]	11	9	9,1
H <sub>2</sub> S [ppm]	250	18	105

Für den mit Tauchkreiselpumpe ausgeführten Langzeitpumpversuch wurde eine Schwarzstahl-Schutzverrohrung 2.7/8“ x 7“ eingebaut, um die Korrosion der zementierten Bohrlochverrohrung zu verhindern. Der Pumpversuch lief über eine Dauer von 2 Monaten bei einer maximalen Fördermenge von 13,2 m<sup>3</sup>/h bzw. 317 m<sup>3</sup>/d. Die Aufspiegelung im Horner-Plot lässt eine deutliche Zweiteilung erkennen: der bohrlochferne Bereich hat mit einem Wert von  $7,9 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$  eine ca. 30-fach höhere Transmissivität als der bohrlochnahe. Eine mögliche Erklärung hierfür ist neben einer nicht auszuschließenden Bohrlochschädigung die Tatsache, dass bei 598 m nur eine wasserführende Kluftzone geringer Mächtigkeit erschlossen wurde.

Der Vergleich der hydrochemischen Daten des Bohrlochs Stopfenreuth U1 und der Brunnen Engelhartstetten Th 1 (NUA-Umweltanalytik GmbH, 2005) und Direktionsbrunnen Bad Deutsch-Altenburg (Bundesanstalt für chemische und pharmazeutische Untersuchungen, 1996) zeigt, dass Stopfenreuth U1 und Engelhartstetten Natrium-Chlorid -Wassertypen mit einer Elektrolytsumme von 5,6 g/l sind, während der Direktionsbrunnen einen Natrium-Calcium-Chlorid-Hydrogencarbonat-Typus darstellt und mit 3,4 g/l Gesamtelektrolyten deutlich geringer mineralisiert ist. Hier macht sich der verdünnende Einfluss seichtliegender Grundwässer im Quartär bemerkbar.

Nach dem NÖ. Heilvorkommen- und Kurortegesetz ist das Wasser von Engelhartstetten Thermal 1 als Natrium-Chlorid-Schwefel-Jod-Therme einzustufen.

Mit einem Wert für den titrierbaren Schwefel (berechnet als S<sup>II</sup>) von 189 mg/l liegt Engelhartstetten weit über allen europäischen Schwefelwässern. So hat das in Michel (1997) mit dem höchsten Wert an Gesamtschwefel ausgewiesene Bohrloch in Bad Wiessee in der bayerischen Faltenmolasse einen Gehalt an Schwefel, der um fast 80 mg/l unter jenem von Engelhartstetten liegt.

Das Wasser von Engelhartstetten ist mit einem Deuterium-Wert von -88 d‰ und einem Sauerstoff-18-Wert von -11,69 d‰ ein meteorisches, d.h., aus atmosphärischen Niederschlägen stammendes, Tiefengrundwasser; wie aus dem an der Nachweisgrenze liegenden Tritiumgehalt erkennbar, ohne Zumischung von Komponenten jünger als circa 50 Jahre. Die abgereicherten Deuterium- und <sup>18</sup>O-Werte sprechen für ein pleistozänes Alter (> 12.000 a). Die Analyse des freien Gases ergab einen Anteil von CO<sub>2</sub> von 15,75 Vol% und von Methan CH<sub>4</sub> von 24,73 Vol %, der Rest von über 50 Vol% war Stickstoff N<sub>2</sub>. Das Gas/Wasserverhältnis war 1 : 74.

Die thermischen Verhältnisse der Bohrung Stopfenreuth U1 und der Brunnen von Deutsch-Altenburg einerseits und der Bohrung Engelhartstetten Th 1 andererseits, welche keine Karbonatgesteine der Mitteltrias der Tatriden erschlossen hat, sind Ausdruck unterschiedlicher hydrodynamischer Bedingungen. Stopfenreuth U 1 und die Brunnen in Deutsch-Altenburg sind Teil eines advektiven

Systems, dessen Auswirkungen besonders in Deutsch- Altenburg erkennbar sind; der thermische Gradient von Engelhartstetten liegt mit einem Wert von 3,5 K/100 m jedoch im Durchschnitt des Wiener Beckens (Abb. 2; vgl. auch Abb. 1).

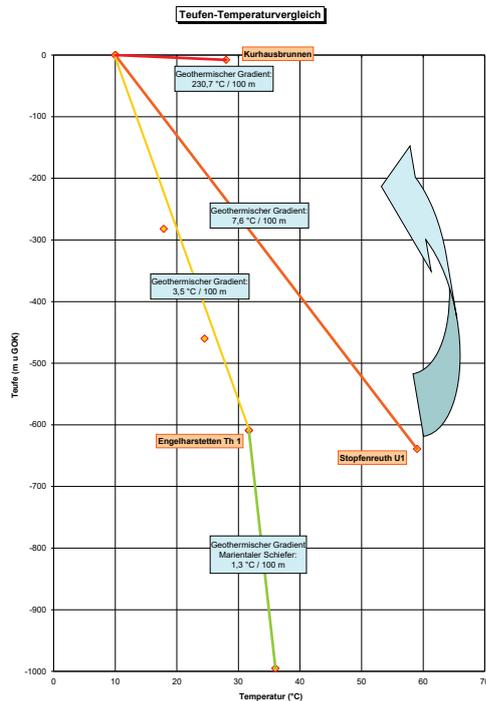


Abbildung 2: Tiefen-Temperatur Relation der Bohrungen Stopfenreuth U1, Engelhartstetten Th 1 und des Kurhausbrunnen in Bad-Deutsch-Altenburg. Der Pfeil symbolisiert den advektiven Wärmetransport.

Der Aufstiegsweg der Thermalwässer von Stopfenreuth und Bad Deutsch-Altenburg im Bereich der Ostrandscholle im südlichen Wiener Becken wurde durch Wessely (1993) anschaulich beschrieben. Das Ergebnis von Engelhartstetten zeigt, dass dieser Aufstiegsbereich gegen Osten hin aufgrund der tektonischen und lithologischen Bedingungen eine Begrenzung erfährt. Der sehr hohe Schwefelwasserstoffgehalt von Engelhartstetten Th 1 ist auf den Einfluss der teilweise unter anoxischen Bedingungen sedimentierten Mariataler Schiefer zurückzuführen; es besteht die Möglichkeit, dass sich dieser Einfluss auch auf das System von Bad Deutsch-Altenburg erstreckt.

## Laa an der Taya

Die erste Bohrung mit der Bezeichnung Laa Thermal Süd 1 wurde im Herbst 1992 im Bereich des damaligen Hallenbades Laa niedergebracht. Bohrziel war die Altenmarkt-Formation des Oberjura des präneogenen Beckenuntergrundes in tiefer Position im Bereich des Mailberger Bruches. Die Bohrung durchfuhr nach Wessely (1997) bis 1.850 m unter mächtigem Karpatium und Ottnangium, Eggenburgium und darunter 20 m Sandsteine des Egerium. Im mesozoischen Beckenuntergrund wurde im Oberjura unter 36 m Kalkarenitserie und 46 m Mergelsteinserie die 660 m mächtige Karbonatgesteinsserie, dessen hangender, 589 m mächtiger Abschnitt durch Kalke dominiert wird, erbohrt; darunter folgten 71 m Dolomite; ab Teufe 2.592 m wurden noch 48 m der Dolomitischen Quarzarenitserie des Mittleren Jura aufgeschlossen (Abb. 3).

Nach den geophysikalischen Bohrlochmessungen waren in den ab Teufe 2.071 m als Open-Hole vorliegenden Oberjurakarbonaten nur einzelne, klüftige Abschnitte geringer Mächtigkeit vorhanden. Die Dolomite des Oberjura und die Dolomitische Quarzarenitserie waren aufgrund der Geophysik als nur gering durchlässig anzusprechen.

Ein Langzeit-Pumpversuch mit Tauchkreislumppe in den Oberjurakarbonaten ergab bei einer Spiegel-Absenkung von 1.170 m eine Förderrate von 3,4 l/s, entsprechend einer Transmissivität von  $3 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ . Die Fördertemperatur betrug 65 °C. Nach dem unbefriedigenden Ergebnis in der Altenmarkt-Formation wurde in der Bohrlochverrohrung bei 1,899 m ein Packer gesetzt und so die darunterliegende offene Bohrlochstrecke abgesperrt. Zur Erschließung der mit einer Netto-Mächtigkeit von 13 m vorliegenden Sandsteine des Egerium wurde eine Schussperforation der 9.5/8“ Verrohrung vorgenommen und ein Leistungstest mit Tauchkreislumppe durchgeführt, der jedoch bei einer Entnahmerate von 2,33 l/s mit 1.100 m ähnliche Absenkungswerte wie in der Altenmarkt-Formation bei einer Transmissivität von  $2,1 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$  erbrachte.

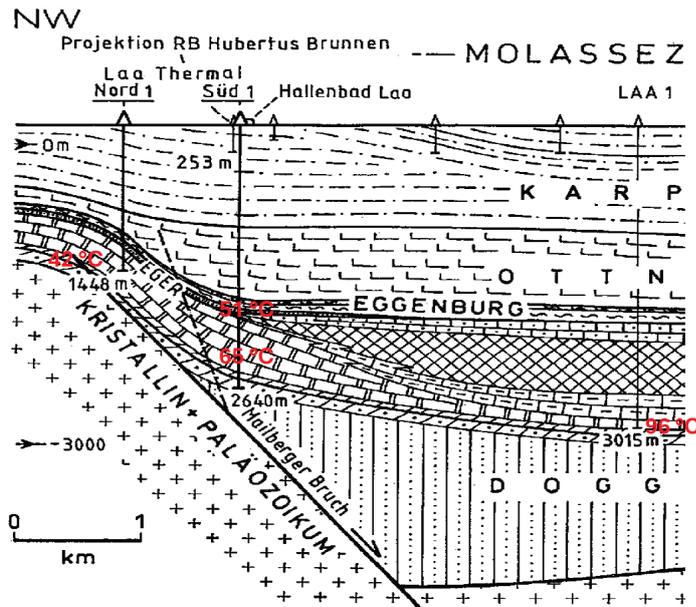


Abbildung 3: Die geologisch-strukturelle Situation der Tiefbohrungen von Laa a.d. Thaya (Ausschnitt aus dem Profil von Wessely (1997), ergänzt).

Die Bohrung Laa Thermal Nord 1, deren Thermalwasser heute im Thermenressort und Hotel genutzt wird, wurde im Sommer 1995 1,1 km nördlich der Laa Th Süd 1 unweit der tschechischen Grenze niedergebracht. Grundlage für den Ansatz der Bohrung war ein fünf Kilometer langes reflexionsseismisches Nord-Süd-Profil, das im Norden auf tschechisches Staatsgebiet ausgedehnt werden konnte. Der geologische Schnitt in Abbildung 10 zeigt die strukturhohe Position der Bohrung mit der mit dem Mailberger Bruch zusammenhängenden Flexur ohne Durchriss der Altenmarkt-Formation. Die Mächtigkeit der känozoischen Schichten war aufgrund der Position der Bohrung mit 1.125 m gegenüber 1.850 m in der Süd 1 deutlich verkürzt. Bis zu der Endteufe bei 1.448 m wurden 323 m Karbonate der Altenmarkt-Formation erschlossen. Mit Hilfe des Neutron-Logs wurden 19 kluftwasserführende Abschnitte mit einer kumulativen Mächtigkeit von 33 m ausgeschieden. Beim Dauerpumpversuch wurde ein Volumenstrom von 10 l/s bei einer Absenkung von 90 m und einer Auslauftemperatur von 42 °C erzielt. Bemerkenswert gegenüber Süd 1 war auch der überhydrostatische Druck und eine freie Überlaufrate von ca. 4 l/s. Das Gas-Wasser Verhältnis lag zwischen 1,3 : 1 (Pumpbetrieb) und 1,4 : 1 im freien Überlauf. Das Gas enthielt 95 % Methan.

Von Interesse ist der geochemischen Vergleich zwischen Laa Süd und Nord, besonders wenn man das in Tschechien gelegene Bohrloch Musov-3, das ebenfalls in der Altenmarkt-Formation steht, einbezieht (Tab. 3). Bei den in Laa Thermal Süd erschlossenen Wässern handelt es sich um Natrium Chlorid Jod Solen mit Gesamtmineralisierungen von 22,7 (Egerium) bzw. 45,4 g/l (Altenmarkt-

Formation), während das Wasser der Nord eine Natrium Chlorid Jod Therme mit rd. 10,3 g/l an gelösten festen Stoffen darstellt.

Tabelle 3: Vergleich der Hydrochemie der Bohrungen Musov-3 und Laa Thermal Nord 1 und Süd 1.

Bohrloch	Musov-3	Nord 1	Süd 1	
Formation	Altenmarkt Fm	Altenmarkt Fm	Eger, Sdst.	Altenmarkt Fm
Datum		20.03.1996	13.10.1993	30.01.1996
Konzentration [mg/l]				
Ammonium	3,8	25,2	86,8	42,08
Lithium		0,97	2,3	5,13
Natrium	731	3476	7541	13500
Kalium	18,8	79	76	470
Magnesium	17,3	91	240	504
Calcium	48	191	561	2612
Strontium		10,2	36,1	137
Barium		2,74	5,36	14,0
Eisen II		8,43	7,8	15,2
Mangan II		0,12	0,09	0,26
Fluorid		6,95	1,01	4,5
Chlorid	1088	5718	13331	27496
Bromid	4,7	23,5	101	117
Jodid	1,3	9,05	66	18,6
Sulfat	24,3	5,45		33,75
Hydrogencarbonat	293	580	318	266
Kieselsäure-meta		22,6	58,7	42,1
Borsäure-ortho		66,77	297	120
<b>Summe gelöste feste Stoffe</b>	<b>2230</b>	<b>10317</b>	<b>22729</b>	<b>45398</b>
<b>Wassertypus</b>	<b>Na Cl HCO<sub>3</sub> (J)</b>	<b>Na Cl J</b>	<b>Na Cl J</b>	<b>Na Cl J</b>
	Mineraltherme	Mineraltherme	Sole	Sole
Deuterium [‰]	-84,4	-46,5	-19,1	-16,1
Sauerstoff-18 [‰]	-11,8	-5,45	0,71	-0,38

Das Wasser von Musov-3 aus der Altenmarkt-Formation ist ein Natrium Chlorid Hydrogencarbonat Typ mit 2,2 g/l Lösungsinhalt. Der Einfluss durch meteorische Wässer wird durch den Vergleich der Natrium-Chlorid Gehalte der vier Wässer deutlich, dieser ist auch aus der Gegenüberstellung der Deuterium- und Sauerstoff-18 Werte zu erkennen (Abb. 4 und Tab. 3); Musov-3 liegt im Gegensatz zu den Laaer Wässern auf der Meteorischen Linie.

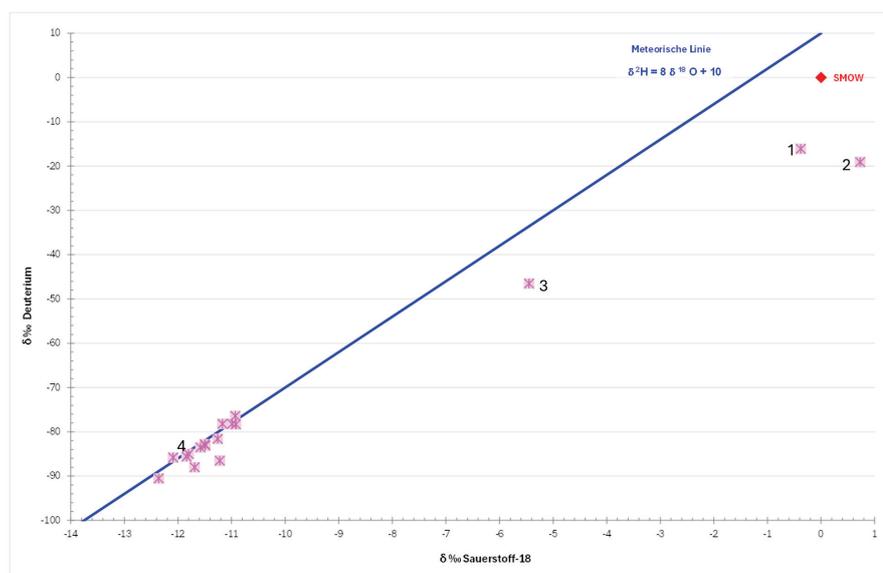


Abbildung 4: Deuterium- und Sauerstoff-18 Plot von thermalen Tiefengrundwässern des Wiener Beckens und seines Randbereiches. Datenquellen: Elster et al. (2016); Goldbrunner & Kolb (1997). 1 = Laa Thermal Süd, Altenmarkter Schichten; 2 = Süd 1, Egersandstein, 3 = Laa Thermal Nord 1; 4 = Musov-3.

Beide Wässer der Süd 1 sind als Formationswässer ohne Regeneration durch atmosphärische Niederschläge anzusprechen, während Laa Thermal Nord 1 von der chemischen Zusammensetzung und den stabilen Isotopen als eine Mischung zwischen Formationswasser und meteorischem Wasser, wie er durch das Wasser von Musov-3 repräsentiert wird, aufgefasst werden kann. Nach der Position im Diagramm ist eine 1:1 Mischung für die Nord 1 grob abzuschätzen. Die Herkunft der einzelnen Komponenten, insbesondere der hochmineralisierten, muss offenbleiben; aufgrund der ähnlichen Temperaturgradienten von Laa Thermal Süd 1 und Nord 1 ist ein advektiver Wärmetransport durch aufsteigende Wässer aus dem tieferen Becken nicht wahrscheinlich. Musov-3 ist hinsichtlich der Summe der gelösten Stoffe und der stabilen Isotope Deuterium und Sauerstoff-18 mit den mobilen Tiefengrundwässern des Oberjura des Oberösterreichischen Molassebeckens vergleichbar.

## Literatur

- Bundesanstalt für chemische und pharmazeutische Untersuchungen (1996). Große Heilwasseranalyse des „Direktionsbrunnens“ in A-2405 Deutsch-Altenburg (NÖ). L.Nr. 6677-V/95.- Unveröffentlichter Bericht, 11 S., Wien, 05.11.1996.
- Elster, D., Goldbrunner, J., Wessely, G., Niederbacher, P., Schubert, G., Berka, R., Philippitsch, R. & Hörhan, T. (2016). Erläuterungen zur geologischen Themenkarte Thermalwässer in Österreich 1 : 500.000.-296 S., 161 Abb., 134 Tab., 4 Taf., Wien (Geologische Bundesanstalt).
- Goldbrunner, J. & Kolb, A. (1997). Die Tiefbohrungen in Laa an der Thaya.- ÖGG-Exkursionsführer Nr. 17, 61-70.
- Michel, G. (1997). Mineral- und Thermalwässer – allgemeine Balneologie.- 398 S., 104 Abb., 72 Tab., Berlin – Stuttgart (Gebrüder Borntraeger). Bd. 7 d. Reihe „Lehrbuch der Hydrogeologie“, Hgb. G. MATTHESS).
- NUA-Umweltanalytik GmbH (2005). Untersuchungsbericht Große Heilwasseranalyse der neu erschlossenen Bohrquelle mit der Bezeichnung „Engelhartstetten Thermal 1“ Zl W-11416-1/2-05.- Unveröffentlichter Bericht, 16 S., 3 Beil., Maria Enzersdorf, 30.08.2005.
- Plasienka, D., Michalik, J., Kovac M., Gross, P. & Putis, M. (1991). Paleotectonic Evolution of the Malé Karpaty Mts. – An Overview.- *Geologica Carpathica*, 42, 195-208.
- Wessely, G. (1983). Zur Geologie und Hydrodynamik im südlichen Wiener Becken und seiner Randzone.- *Mitt.Geol.Ges.Wien*, 76, 27-68.
- Wessely, G. (1993). Bad Deutsch-Altenburg. In: ZÖTL, J. & GOLDBRUNNER, J.E.: Die Mineral- und Heilwässer Österreichs. Geologische Grundlagen und Spurenelemente.- 268-272, Wien – New York (Springer Verlag).
- Wessely, G. (1997). Das autochthone Mesozoikum im weiteren und engeren Raum von Laa an der Thaya – Staatz.- ÖGG-Exkursionsführer Nr. 17, 53-56.

## Hydrologische Systeme im südlichen Wiener Becken

Godfrid WESSELY, Martin MASLO & Gregor GÖTZL

### Tektonische Gegebenheiten im Beckenuntergrund und Neogen

Im südlichen Wiener Becken gliedert das Bisamberg/ Leopoldsdorfer Bruchsystem das Becken in eine Hochscholle und eine Tiefscholle. Über die Bisambergflanke bis zum Laaerberg reicht der Bisambergbruch, der Leopoldsdorfer Bruch setzt nach letzten seismischen Messungen („2D Donauprofil“ der OMV) nicht über die Donau. Die Sprunghöhe beider Brüche samt Begleitästen erreicht in Summe etwa 4.000 m, sie spielt hydrologisch eine entscheidende Rolle. Der Leopoldsdorfer Bruch reicht im Süden bis Ebreichsdorf und hebt dort aus. Der Bau mit Hochscholle, Bruchsystem und Tiefscholle wird gequert von den kalkalpinen Einheiten mit ihren Aquiferen der Trias des Bajuvarikums mit Frankenfels- und Lunz-Decke, getrennt durch die Dichtezone der Gießhübler Gosaumulde von der Göller Decke des Tirolikums.

### Thermal- und trinkwasserführende Gebiete des südlichen Wiener Beckens

Die hydrologischen Systeme im Beckenuntergrund der Hochscholle in der Göller- und Schneeberg-Decke sind einerseits strukturell in Form von Hoch- und Tieflagen bedingt. Beispiel ist die Hochlage, festgestellt durch die Bohrung Tattendorf 1 im Gegensatz zur Tieflage der Bohrung Sollenau 1, beide in Mitteltriaskarbonaten der Schneeberg-Decke, beide gering mineralisiert. Tattendorf liegt auf einer Aufwölbung, Sollenau strukturell tiefer und zudem im Kaltwasseranlieferungsstrom. Dass das Vöslauer Mineralwasser ebenfalls seinen Ursprung im Süßwasserregime in der Schneeberg-Decke findet, wenn auch vermutlich über den Umweg des intensiven Störungssystems der Merkensteiner Störung im Untergrund, ist anzunehmen. Die scharfe Abgrenzung zum Schwefelwasser vom System Baden – Oberlaa kann nur tektonisch bedingt sein. (**2a** in Abb. 1)

Über das Zirkulationssystem in der Göller Decke kann kurz umrissen werden: Recharging von Kaltwasser aus der Oberfläche (Beleg Bohrung Berndorf 1), Absinken des Wassers in die Tiefe unter das Wiener Becken, Erwärmung und moderate Mineralisierung, Wiederaufstieg am dichten Leopoldsdorfer Bruch infolge geringeren spezifischen Gewichtes des warmen Wassers, durch höheren Druck unter Neogen zurückgepresst an den Beckenrand an die Oberfläche und teilweises gekühltes Absinken in den Untergrund. Temperatur-anomalien auf der Hochscholle (hydrodynamisches System), normale Temperaturabfolge auf der Tiefscholle (hydrostatisches System). (**2b** in Abb. 1)

Ist das Hydrologische System in der Göller Decke schon etabliert, ist noch völlig unbekannt, was, getrennt von der Göller Decke durch die dichte Gießhübler Mulde, an Hydrologie im Bajuvarikum unter der Stadtgemeinde Wien südlich der Donau herrscht, erst in der Bohrung Kaisermühlen T 1 südlich der Donau betritt man wieder gesicherten geologischen Boden. Von der Oberfläche her sind dabei etliche Hauptdolomitzüge zu erwarten: der Zug des Leopoldsdorfer Waldes in der Frankenfels-Decke, die Dolomitantiklinalen der Höllenstein-, Teufelstein- und Perchtoldsdorfer Antiklinale. Hinzu kommen steile Lagerung und erheblicher Tiefgang der Strukturen, wobei auch deren gegen NW überkippte Lage in Rechnung zu stellen ist. Die Tiefenlage der Oberkante des Beckenuntergrundes liegt bei 300 – 2000 m. (**2c** in Abb. 1)

Über Wässer darin kann nur aus möglichen Austritten durch das Neogen hindurch Schlüsse gezogen werden. So können schwefelhaltige Wässer als von einem kalkalpinen Aquifer stammend anzusehen

sein. Dabei sind aber Fließwege über Brüche in Rechnung zu stellen, die über den kalkalpinen Untergrund hinausgehen.

### **Wässer im Neogen der Hochscholle**

Die Basis des Neogen wird in den Bohrungen Achau 1 und Laxenburg 1 und 2 von Leithakalk gebildet. Dieser liegt diskordant über den Gesteinszügen des Untergrundes der Göller Decke. Der Leithakalk führt Schwefelwasser mit Überdruck, wie dies durch das Überlaufen der Bohrung Achau 1 dokumentiert ist. Die Oberkante Leithakalk liegt in einem Tiefenbereich von höchstens NN – 35 m, die Seehöhe bei NN + 180 m (Rupprecht & Götzl, 2018). Dabei wurden nebenbei Studien über den Leithakalk des mittleren Badenium an der Oberfläche bei Wöllersdorf durchgeführt. Der Leithakalk besitzt gute Wegsamkeit durch Klüftung. Eine Kommunikation mit den Wässern des Untergrundes ist ins Auge zu fassen. Eine Untersuchungsbohrung wird ins Auge gefasst.

In Oberlaa wird das Basisneogen von Rothneusiedler Konglomerat und darunter etwas Karpatium gebildet. Das Konglomerat ist dort mit Schwefelwasser gefüllt und bildet mit dem aus Hauptdolomit und Rhätkalk bestehenden Untergrund eine hydrologische Einheit. Die darüber liegende Schichtfolge des Badenium, Sarmatium und Pannonium enthält neben Mergeln Sandsteine und Schotterlagen, die größtenteils Süßwasser führen. (3 in Abb. 1)

### **Wässer des Neogen der Tiefscholle.**

Die Schichtfolge des Neogen der Tiefscholle besteht aus Mergel, Sand und Konglomerat unterschiedlichster Ausdehnung und Mächtigkeit und reicht vom Karpatium bis ins Oberpannonium und Quartär, letzteres in tektonischen Einsenkungen von eingeschränkter Bedeutung. Die Mächtigkeiten erreichen im Schwechater Tief entscheidende Größenordnung. Hat beispielsweise das Aderklaaer Konglomerat auf der Hochscholle eine Mächtigkeit von durchschnittlich 50 m, erreicht sie auf der Tiefscholle nach neueren Erkenntnissen bis über das 10-fache davon. Für die Salinitätsverhältnisse können die aus dem nördlichen Wiener Becken herangezogen werden: steigende Salinitäten vom Pannonium abwärts, im Aderklaaer Konglomerat zurückfallend auf etwa 10.000 mg Cl/l.

Das im Aderklaaer Konglomerat enthaltene geothermale Potential ist bemerkenswert. Testarbeiten auf der Bohrung Essling Thermal 1 haben sehr positive Ergebnisse hinsichtlich Schüttung und Temperatur erbracht. (4a in Abb. 1)

Trinkwasser im Oberpannonium. Das Schwechater Tief birgt ein einzigartiges Vorkommen von Süßwasser, das in Sanden des Oberpannonium enthalten ist und durch zahlreiche Bohrungen (z. T. „K – Bohrungen“) erschlossen wurde. Die Schichtfolge erreicht eine Mächtigkeit bis zu 500 m. Sie fehlt auf der Hochscholle. Reste am Beckenrand in geringer Mächtigkeit (u.a. Süßwasserkalke) zeigen ihr ehemaliges geringmächtiges Vorkommen auch auf der Hochscholle an. Die Sedimente sind offensichtlich Donauablagerungen. Sie sind unterkompaktiert – das Mengenverhältnis Sand zu Mergel beträgt etwa 1:3, die Porosität kann über 20 % betragen. Das enthaltene Wasser kann als „Notwasser“ (Bernhard, 1993) verstanden werden und ist daher dank seiner Lage im Osten der Großstadt Wien besonders schützenswert. (4b in Abb. 1)

Das südliche Wiener Becken enthält also geologisch/hydrologisch wertvolle geothermale, balneologische und Trinkwasser – Nutzungsmöglichkeiten in einem vernünftig voneinander abzugrenzenden Potential.

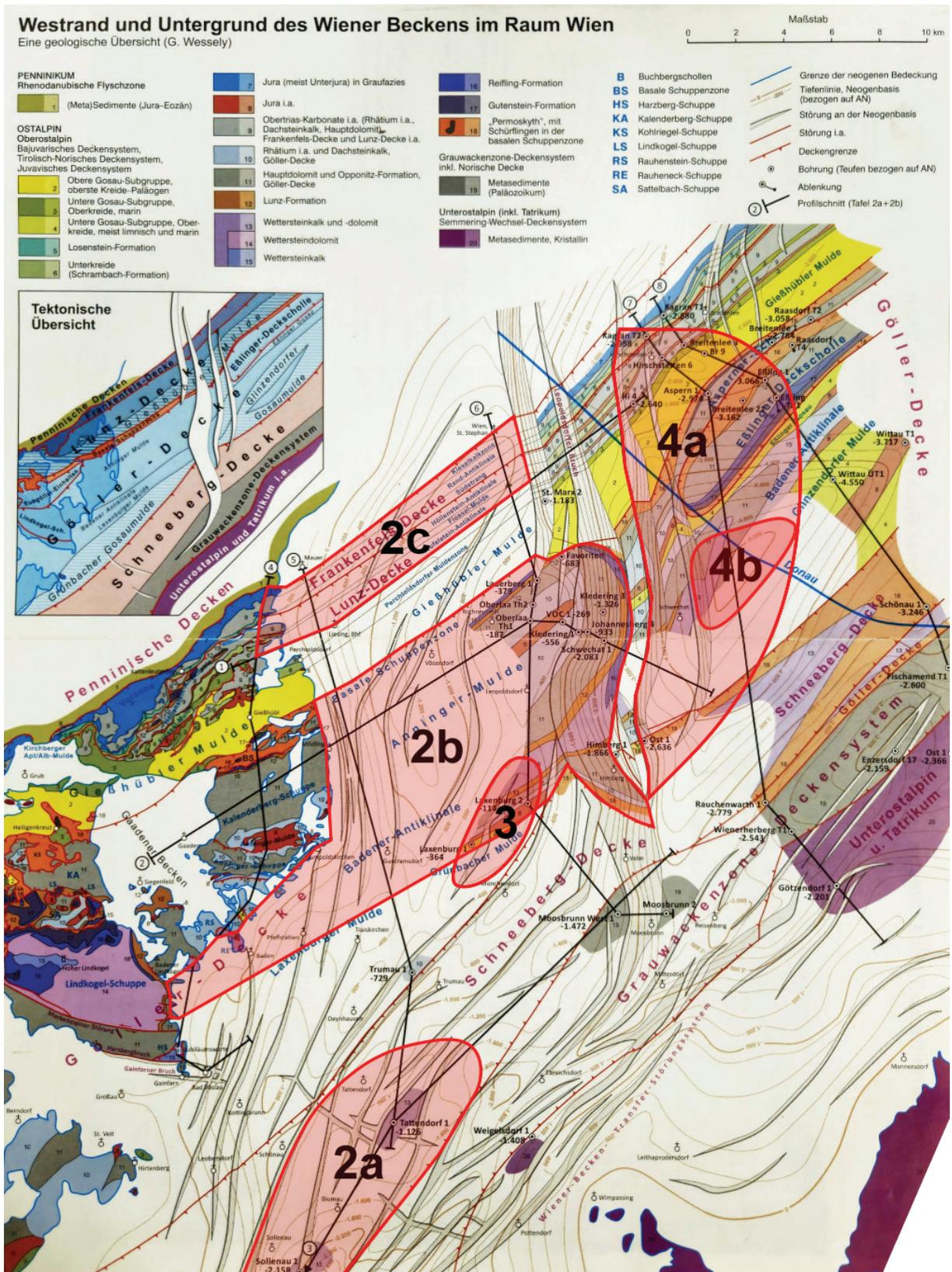


Abbildung 1: Übersicht über die angeführten thermal- und trinkwasserführenden Gebiete des südlichen (und angrenzenden) Wiener Beckens auf der Karte des Beckenuntergrundes (Ausführung Elster nach Elster et al., 2016).

## **Literatur**

- Bernhard, M. (1993): Geophysikalisch – hydrologisch Untersuchungen pannoner Tiefensüßwässer im nordöstlichen Wien. Dissertation Montanuniversität Leoben.
- Elster, D., Goldbrunner, J., Wessely, G., Niederbacher, P., Schubert, G., Berka, R., Philippitsch, R. & Hörhan, T. (2016). Erläuterungen der geologischen Themenkarte Thermalwässer in Österreich 1 : 500.000. 296 S., 161 Abb., 134 Tab., 4 Taf., Geologische Bundesanstalt Wien.
- Rupprecht, D. & Götzl, G. (2018). Projekt Studie zu dem natürlichen Thermalwasservorkommen im Raum Achau. 21 S., 22 Abb., 8 Tab., 6 Beil. Bericht Geologische Bundesanstalt.

## **Weiterführende Literatur**

- Schröckenfuchs, G. (1975). Hydrogeologie, Geochemie und Hydrodynamik der Formationswässer des Raumes Matzen – Schönkirchen Tief. S. 299 – 321, 15 Abb., 3 Tab. Erdöl-Erdgaszeitschr. 91/9, Hamburg-Wien.
- Wessely, G. (1983). Zur Geologie und Hydrodynamik im südlichen Wiener Becken und seiner Randzonen. S. 27 – 68 8 Taf., Mitteilungen der Österr. Geol. Ges. Wien.
- Wessely, G. & Wessely, V. (2023). Die oberpannonen Sande des Schwechater Tiefs – ein Süßwasserpotential im Osten Wiens. Poster für Veranstaltung „Wissen für Wien“ 9. 6. 2023.
- Wessely, G., Hösch, K. & Streichsbier, C. (2014). Structure and Sediments of the northeastern Calcareous Alps near the Vienna Basin. From "Frankenfels"- to "Goeller Nappe". 30 p., 13 figs., 14 fotos. Excursion Guide OMV.

## Rechtliches zur Nutzung von Erdwärme

Friedemann KUPSA



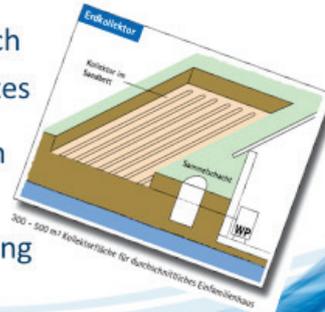
<b>Wärmegewinnungsanlagen im Wasserrecht</b>	
Erdwärmeanlagen in Form von Flachkollektoren	§ 31c Abs. 5 lit. a WRG
Erdwärmeanlagen in Form von Vertikalkollektoren (Tiefsonden)	§ 31c Abs. 5 lit. b WRG
Anlagen zur Wärmenutzung der Gewässer ("Wasserschlangen")	§ 31c Abs. 5 lit. a WRG
Wasser-Wasser-Wärmepumpen	§ 9 oder § 10 sowie § 32 WRG

www.wasser-ist-leben.at

## FLACHKOLLEKTORANLAGEN

**wasserrechtlich bewilligungspflichtig  
im Anzeigeverfahren!** ( § 31c Abs. 5 lit. a WRG)

1. innerhalb eines wasserrechtlich besonders geschützten Gebietes
2. innerhalb eines geschlossenen Siedlungsgebietes ohne zentraler Trinkwasserversorgung

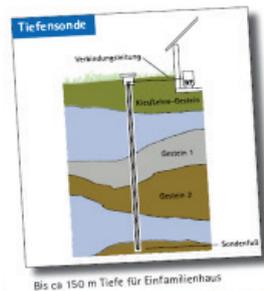


www.wasser-ist-leben.at

## VERTIKALKOLLEKTOR (Tief [en] sonden)

**wasserrechtlich bewilligungspflichtig  
im Anzeigeverfahren!** ( § 31c Abs. 5 lit. b WRG)

1. innerhalb eines wasserrechtlich besonders geschützten Gebietes
2. innerhalb eines geschlossenen Siedlungsgebietes ohne zentraler Trinkwasserversorgung
3. sofern sie eine Tiefe von 300 m überschreiten



www.wasser-ist-leben.at

## wasserrechtlich besonders geschützten Gebiete

- Schutzgebiete § 34 Abs. 1 WRG
- Schongebiete § 34 Abs. 2 WRG
- Rahmenverfügungen § 54, die als Regionalprogramme gem. § 55g weitergelten (siehe § 145a Abs. 5 WRG)

## geschlossenes Siedlungsgebiet ohne zentraler Trinkwasserversorgung

- liegt dann vor, wenn mindestens 10 Trinkwasserspender in einem Umkreis von 150 Meter um den Anlagenstandort vorhanden sind.



www.wasser-ist-leben.at

## VERTIKALKOLLEKTOR (Tief [en] sonden)

### wasserrechtlich bewilligungspflichtig im Anzeigeverfahren!

#### 4. innerhalb eines Gebietes mit gespannten und artesisch gespannten Grundwasservorkommen

- Artesisch gespanntes Grundwasser steht unter Druck und tritt bei Anbohren über das Geländeniveau aus.
- Im Erkenntnis vom 23.02.2022, Ro 2019/07/0007 hat der Verwaltungsgerichtshof festgestellt, dass das Gesetz die Bewilligungspflicht an **im Vorhinein** abzugrenzende (und damit auch abgrenzbare) Gebiete knüpft.
- Die Behörde muss ein solches Gebiet **im Vorhinein** feststellen, damit die Bewilligungspflicht ausgelöst wird.



www.wasser-ist-leben.at

## VERTIKALKOLLEKTOR (Tief [en] sonden)

### wasserrechtlich bewilligungspflichtig im Anzeigeverfahren!

#### 4. innerhalb eines Gebietes mit gespannten und artesisch gespannten Grundwasservorkommen

- Auf Grund der heterogenen geologischen Verhältnisse ist in Niederösterreich - **derzeit** - keine exakte fachliche Abgrenzung von Gebieten mit gespannten oder artesisch gespannten Grundwasservorkommen möglich, weshalb auch keine Ausweisung solcher Gebiete im Wasserbuch erfolgt.
- Tiefsonden sind daher **bewilligungsfrei**, soweit nicht zumindest eine der drei oben genannten Bewilligungsvoraussetzungen (siehe lit. a, b und d) gegeben ist.



www.wasser-ist-leben.at

## VERTIKALKOLLEKTOR (Tief [en] sonden)

### wasserrechtlich bewilligungspflichtig im Anzeigeverfahren!

#### 4. innerhalb eines Gebietes mit gespannten und artesisch gespannten Grundwasservorkommen

- Bei der (insofern bewilligungsfreien) Errichtung von Tiefsonden (Vertikalkollektoren) ist im Hinblick auf die verpflichtende allgemeine Sorge für die Reinhaltung des Gewässers gemäß § 31 WRG 1959 jedenfalls auf geeignete **fachkundige Bohr- und Ausbautechnik** zu achten. Allfällig dabei wider Erwarten auftretende artesisch druckgespannte Grundwasserverhältnisse müssen erhalten bleiben.
- Bei **Beratung und Planung** (insbesondere für die allenfalls nötige Erstellung der Anzeigunterlagen) sind die gewerberechtlich oder nach dem Ziviltechnikergesetz 1993 Befugten des einschlägigen Fachbereiches heranzuziehen, bei der Bauausführung die gewerberechtlich Befugten des einschlägigen Fachbereiches. Zur Auswahl von Befugten können Sie entsprechende Institutionen (z.B. einschlägige Kammern, Fachverband der Ingenieurbüros) befragen.

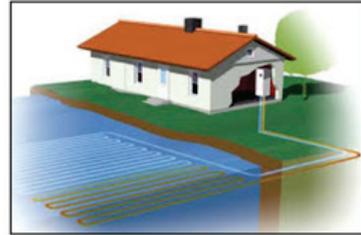


www.wasser-ist-leben.at

## Anlagen zur Wärmenutzung der Gewässer ("Wasserschlangen")

wasserrechtlich bewilligungspflichtig  
im Anzeigeverfahren!

- keine direkte Wasserentnahme; es wird in einem geschlossenen System **nur** die Wärme des Wasser genutzt.
- Solche Anlagen sind **immer** bewilligungspflichtig im Anzeigeverfahren.



www.wasser-ist-leben.at

## Wärmegewinnungsanlagen im Wasserrecht Besonderheiten

- Zuständige Behörde: **BH oder Magistrat**
- Verfahren: **Anzeigeverfahren = vereinfachtes Verfahren**  
Das bedeutet:  
Anzeige - 3 Monate vor Inangriffnahme  
Entscheidung der Behörde innerhalb von 3 Monaten ab Einlangen  
Fremde Recht – Schwenk ins normale Bewilligungsverfahren
- Befristung: **25 Jahre** ( 31c Abs. 5 letzter Satz WRG)
- Kein Wasserbenutzungsrecht, daher: keine Wiederverleihung, sondern Neuerteilung nach Ablauf der Frist; kein Erlöschen
- **Keine Überprüfung durch Behörde**, sondern Ausführungsanzeige an die Behörde durch Anlagenbetreiber, der die volle Verantwortung trägt; bei Abweichungen ist zusätzlich ein Ausführungsplan an die Behörde zu übermitteln.

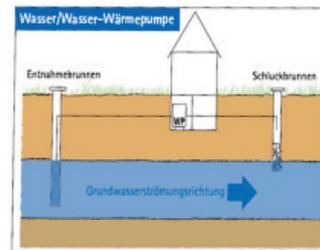


www.wasser-ist-leben.at

## WASSER-WASSER-WÄRMEPUMPEN

wasserrechtlich bewilligungspflichtig  
im normalen Bewilligungsverfahren!

- Abgrenzung zu den Erdwärmeanlagen:  
Hier wird keine Erd- oder Wasserwärme sondern direkt Wasser entnommen!
- Wasser wird aus dem Gewässer entnommen, die Wasserwärme genutzt und anschließend gekühlt wieder rückgeführt.
- **normales** Bewilligungsverfahren;  
nach den §§ 10 u. 32 WRG
- zuständige Behörde: BH od. Magistrat



Auch in trockenen Jahren muss genügend Grundwasser in geeigneter Qualität vorhanden sein, ohne dass man es jemandem wegnimmt



www.wasser-ist-leben.at

## Sonderregelung bei GewO u. MinroG

- Für Erd- und Wasserwärmeanlagen, die Teil einer genehmigungspflichtigen gewerblichen Betriebsanlage sind, **entfällt** die wasserrechtliche Bewilligungspflicht **außerhalb** wasserrechtlich **besonders geschützter Gebiete** ( § 31c Abs. 2 WRG).

**Aber:** Bei der Gewerbe- oder MinroG-Bewilligung müssen die nach dem Stand der Technik möglichen Vorkehrungen zum Schutz des Wasser mitberücksichtigt werden ( § 31c Abs. 3 WRG).

- **Innerhalb** wasserrechtlich besonders geschützten Gebiet benötigt man neben der GewO- oder MinroG-Bewilligung **immer** auch eine wasserrechtliche Bewilligung im Anzeigeverfahren.

Die Gewerbebehörde erteilt als zuständige Behörde diese wasserrechtliche Bewilligung im Anzeigeverfahren.



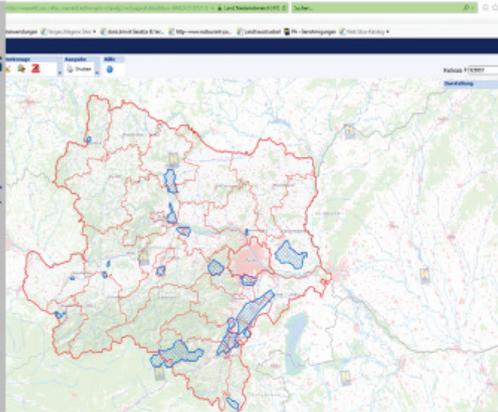
www.wasser-ist-leben.at

## Gebiete – Suche über NÖ Homepage

• SCHUTZGEBIET,  
SCHONGEBIET,  
RAHMENVERFÜGUNG

finden Sie unter

- [atlas.noel.gv.at](https://atlas.noel.gv.at)
- *Folgende Klickfelder auf der linken Seite*
- 1. [Karten Center: Alle Karten](#)
- 2. [Wasserrecht](#)
- 3. [Inhalte](#)
- 4. [Wasserbuch](#)



www.wasser-ist-leben.at

## Link für Musterprojekte

- [www.noel.gv.at](https://www.noel.gv.at)

• Suchfunktion: **Wärmegewinnungsanlagen**

- Downloads
- [Download: Formular Anzeige Flachkollektoranlagen \(pdf, 0.2 MB\)](#)
- [Download: Formular Anzeige Tiefsonden \(pdf, 0.2 MB\)](#)
- [Download: Formular Bewilligungsantrag Wasser-Wasser-Wärmepumpen \(pdf, 0.2 MB\)](#)
- [Download: Broschüre Wärmepumpen und Grundwasserschutz \(pdf, 2.6 MB\)](#)



www.wasser-ist-leben.at

# **Oberflächennahe Geothermie: Tiefensonden – Bohrtechnik und Ausführung, ein Beitrag zur Wärmewende aus dem Spezialtiefbau der Fa. PORR**

Anita ANGERER & Tobias MÜLLNER

## **1 Geothermie als Schlüsseltechnologie**

Um den anthropogenen Klimawandel einzudämmen und die von der Europäischen Union gesetzten Ziele des Europäischen Klimagesetzes erreichen zu können, bedarf es neben der häufig genannten Stromwende einer Wärmewende. In Europa wurden im Jahr 2020 rund 58 % des Wärmebedarfs sowie 54 % des Warmwasserbedarfs in Wohngebäude mit fossilen Energieträgern bereitgestellt. Dies entspricht etwa 1,2 Mio. GWh an Energie (Eurostat, 2023).

Dieser fossile Anteil kann bei einer breitflächigen Anwendung mit oberflächennaher Geothermie reduziert werden und so ein wichtiger Baustein zur Dekarbonisierung des Wärmesektors und so zur Energiewende sein.

Vor allem in dicht bebauten, urbanen Gebieten und Regionen, in denen Alternativen wie Fernwärme nicht vorhanden sind, bietet Geothermie die Möglichkeit, Energie dezentral und erneuerbar zu erzeugen. Geothermie hat unter anderem die Vorteile des geringen Flächenbedarfs, die Möglichkeit der saisonalen Energiespeicherung und der Nicht-Volatilität des Energiedargebots. Oberflächennahe geothermische Anlagen haben neben ihrer breiten Verfügbarkeit den Vorteil ihrer Langlebigkeit, womit es möglich ist, Anlage über Jahrzehnte zu betreiben (Freymond, 2015).

### **1.1 Geothermie**

Im Gegensatz zu vielen anderen Energieformen ist die Erdwärme stetig verfügbar sowie weitgehend von tageszeitlichen, saisonalen und klimatischen Schwankungen unabhängig. Zusätzlich deckt die Nutzung der Geothermie ein breites Anwendungsfeld ab. Neben Kühlen und Heizen von Gebäuden oder der Nutzung für landwirtschaftliche sowie industrielle Prozesswärme kann diese auch zur Erzeugung von elektrischer Energie herangezogen werden.

Der oberflächennahe nutzbare Wärmestrom, welcher in der Erdkruste nicht nur aufgrund der Diffusion vom Erdkern an die Erdoberfläche, sondern hauptsächlich auf die radioaktive Zerfallswärme zurückzuführen ist, beträgt im Schnitt etwa 70 mW/m<sup>2</sup>.

Die Temperatur nimmt mit zunehmender Tiefe im globalen Mittel von der Erdoberfläche ausgehend um 3 °C pro 100 m zu, was als geothermischer Gradient bezeichnet wird. Die Temperatur der nutzbaren Geothermie liegt in einem Spektrum von 10 °C bis zu 150 °C.

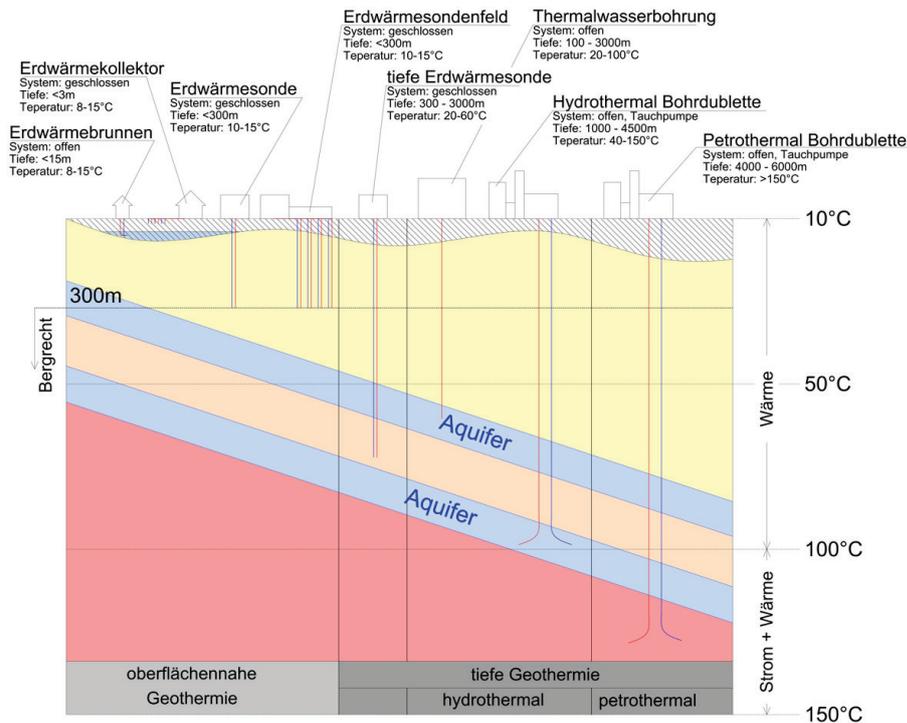


Abbildung 1: Geothermische Nutzungsarten, Einteilungsart oberflächennahe und tiefe Geothermie.

Um das breite Spektrum der Erdwärme nutzen zu können, kommen verschiedene Anwendungssysteme zum Einsatz (siehe Abb.1). Die in Österreich gebräuchlichste Einteilung unterscheidet zwischen oberflächennaher (Tiefe < 300 m) und tiefer Geothermie (Tiefe > 300 m). Eine weitere Einteilung lässt sich aufgrund des verwendeten Systems in Hinblick auf das Einbringen des Wärmeträgermediums treffen. Man unterscheidet zwischen offenen sowie geschlossenen Systemen (GTÖ - Geothermie für Österreich, 2024).

### 1.1.1 Erdwärmesonden

In den meisten europäischen Ländern wird der überwiegende Teil der Erdwärme durch Wärmepumpensysteme genutzt. In Österreich werden mit diesen Systemen etwa 2.300 GWh an Heizwärme gewonnen. Eines der verbreitetsten Anlagen stellen die Tiefensonden dar (Bundesministerium für Klima, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, 2022).

Bei dieser Art der oberflächennahen Geothermie werden Rohrleitungen in ein vertikales Bohrloch bis in eine Tiefe von 300 m eingebracht. In den Rohrleitungen zirkuliert das Wärmeträgermedium, welches die Energie aus dem Untergrund aufnimmt und über einen geschlossenen Kreislauf zur Wärmepumpe bringt. Als Wärmeträgermedium fungiert Wasser, welches zumeist mit Frostschutz versehen ist. Werden mehrere Tiefenbohrungen in einem Sondenfeld zusammengefasst, so werden diese mit horizontalen „Anbindeleitungen“ zu einem Geothermieverteiler geführt. Als häufigste Form der Verteiler kommen Schächte, Wand- oder Bodenplattendurchführungen zum Einsatz. Bei den Rohrleitungen handelt es sich meist um Kunststoffrohre (PE-100 RC oder PE-X) mit einem Durchmesser von 25-46 mm, welche mittels Elektroschweißmuffen verbunden werden. Um ein vertikales Durchströmen von Grundwasser im Ringraum des Bohrloches zu verhindern und eine gute thermische Verbindung zum anstehenden Erdreich sicherzustellen, wird das Bohrloch nach Einbringen der Sonde mit zementgebundener Suspension im Kontraktorverfahren hinterfüllt. Erdwärmesonden können in unterschiedlichen Formen verbaut werden. Die häufigsten Formen sind die U-Erdwärmesonde und Doppel-U-Erdwärmesonde. Bei diesen werden vertikale Leitungen am

unteren Ende durch ein U-förmiges Fußteil verbunden. Als Koaxialsonde werden Sonden bezeichnet, bei welchen die Anordnung der Rohre nicht nebeneinander, sondern ineinander verläuft.

Die Entzugsleistung von Erdwärmesonden ist unter anderem von geologischen sowie betrieblichen Randbedingungen abhängig. Dennoch kann die Entzugsleistung nach der Richtlinie 4640-Blatt 1 des Vereins der Deutschen Ingenieure grob mit 30-80 W/m abgeschätzt werden. Durch einen Thermal-Response-Test kann eine genaue Wärmeleitfähigkeit bestimmt werden.

## 1.2 Bohrverfahren

Für das Abteufen von Geothermiebohrungen mit einem Durchmesser von 148-168 mm kommen in der Regel zwei Bohrverfahren zum Einsatz. Bei Lockergesteinsformationen wie Ton, Schluff oder Sand kommt das Rotary-Druckspülbohren (Abb. 2) zum Einsatz. Abhängig von den geologischen und den hydrogeologischen Gegebenheiten kann dieses Verfahren mit und ohne Hilfsverrohrung ausgeführt werden. Werden Felsformationen mit Bodenklasse 5-7 angetroffen, so hat sich das Imlochhammer-Bohrverfahren bewährt (Bauer et al., 2018).

### 1.2.1 Spülbohrverfahren

Beim Druckspülbohren wird durch das sich um seine Längsachse rotierende Bohrgestänge eine Spülflüssigkeit gepumpt, welche das vom Bohrmeißel gelöste Bohrklein entlang der Bohrlochwand zutage fördert. Nach Absetzen des Bohrkleins in einem Wannensystem (Schlammmulde) kann die Spülflüssigkeit wieder dem Bohrkreislauf beigefügt werden. Als Spülflüssigkeit kommt in der Regel Wasser zum Einsatz. Um ein standhaftes Bohrloch zu garantieren, können je nach Geologie Additive wie z. B. Bentonit der Spülung beigefügt oder eine Hilfsverrohrung entlang der Bohrlochwand mitgezogen werden.



Abbildung 2: Geräteeinheit für Rotary-Druckspülverfahren, inkl. zusätzlicher Schlammulde, exkl. Verpresseinheit.

### 1.2.2 Imlochhammer-Bohrverfahren

Im Gegensatz zum Rotary-Druckspülverfahren ist das Imlochhammer-Bohrverfahren ein dreh-schlagendes Verfahren. Da das Bohrklein mittels Druckluft zutage gefördert wird, ist für dieses Verfahren zusätzlich ein Hochdruckkompressor bereitzustellen.

Unabhängig vom eingesetzten Bohrverfahren werden in Österreich hauptsächlich auf Ketten selbstfahrende Bohrgeräte mit Doppelkopffrotorsystem eingesetzt. Neben dem Bohrgerät, welches meist ungefähre Abmessungen von etwa  $B=2,5\text{ m}$ ;  $L=6\text{ m}$  und eine Masthöhe  $H=8,5\text{ m}$  aufweist, werden für die Herstellung einer Sondenbohrung zusätzlich noch eine Verpresseinheit, ein Raupenkompaktlader sowie je nach Bohrverfahren eine Schlammmulde oder ein Hochdruckkompressor benötigt. Ein Bohrtrupp besteht üblicherweise aus zwei bis drei Fachkräften.

### 1.3 Sondenfeld Village im Dritten

Bestehend aus 500 Erdwärmesonden mit einer Tiefe von 150 m wird im Village im Dritten das bis dato größte Erdwärmesondenfeld Österreichs hergestellt. Somit werden Sonden mit einer Gesamtlänge von 75.000 lfm verbaut. Die verwendeten Doppel-U-Sonden mit einem Außendurchmesser von 32 mm werden aus dem Material Polyethylen-100 Resistance to Crack (PE-100 RC) hergestellt. Die Aufteilung der Sonden erfolgt dabei auf 16 Baufelder und 2 Bauphasen (siehe Abb. 3). Als Verfahren für das Abteufen der Erdwärmesonden wird das Druckspülverfahren mit einem Dreiflügelmeißel eingesetzt, welches auf die geologischen Verhältnisse abgestimmt wurde (siehe Kapitel 1.2). Geologisch gesehen befindet sich das Baufeld im post-mittelozeänen Sedimentbecken, in dem sandige bis kiesige Ablagerungen durch die Donau im oberen Bereich vorherrschen. Ab einer Tiefe von etwa 20 m trifft man überwiegend auf Tegel.



Abbildung 3: Sondenausteilung Bauvorhaben Village im Dritten, Bauphase 1 (400 EWS).

Die Tiefe der Sonden wurde mit 150 m gewählt, da sich hier ein günstiges Gleichgewicht zwischen Risiko und Wirtschaftlichkeit bei der Herstellung einstellt. Sämtliche Erdwärmesonden werden unter den späteren Bauwerken ausgeführt. Um die Erdwärmesonden mit den einzelnen Technikzentralen zu verbinden, werden die beiden Vor- bzw. Rückläufe direkt am Sondenkopf mit einem Y-Stück zusammengefasst und weiters mit DA40 PE-100-RC Anbindeleitungen zum Verteiler geführt. Um Luftschlüsse bei Hochpunkten zu vermeiden, müssen die Anbindeleitungen ansteigend oder horizontal zum Verteiler geführt werden. Zusätzlich ist im Bereich der Anbindeleitungen auf eine ausreichende Überdeckung zu achten. Je nach Gegebenheiten werden die Anbindeleitungen auf

Feinplanums Niveau – in der Sauberkeitsschicht – oder in Künetten geführt. Als Wärmeträgermedium wird im Village im Dritten Wasser eingesetzt.

Die als Bodenplattendurchführung ausgeführten Verteiler (Abb.4) sind in den jeweiligen Energiezentralen in den Bauwerken platziert. Lediglich die beiden Baufelder 15 und 16 wurden mittels einer Sammelleitung verbunden. Hier befindet sich die Energiezentrale für beide Gebäude am Baufeld 15. Die Ausführung der Bodenplatten erfolgt bei allen Baufeldern als weiße Wanne. Die Abdichtung in das Gebäude erfolgt über dichte Bodenplattendurchführungssystem aus Kunststoff.



Abbildung 4: Als Bodenplattendurchführung ausgeführten Verteiler (Abb. links) Anbindeleitungen am Beispiel Baufeld 11B - Village im Dritten (Abb. rechts).

Um einen Lastausgleich zu generieren, werden die Baufelder der Bauphase 1 (400 Sonden) sowie die Baufelder der Bauphase 2 (100 Sonden) miteinander verbunden. In den so entstehenden Anergienetzen wird die Wärme bzw. Kälte aus den zentralen Sondenfeldern im geringen Temperaturbereich ( $<30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) zu den Wärmepumpen transportiert.

### 1.3.1 Planung und Auslegung Village im Dritten

Der wirtschaftliche und technische Erfolg einer Erdwärmesondenanlage hängt wesentlich von der richtigen Auslegung ab. Überdimensionierungen von Anlagen führen zu überproportional hohen Investitionskosten, was sich wiederum nachteilig auf die Verbreitung sowie der technischen Weiterentwicklung der gesamten Technik auswirkt. Eine Unterdimensionierung resultiert in einem unwirtschaftlichen Betrieb und kann im äußersten zur Stilllegung der Anlage führen.

Die geologischen Randbedingungen sind wesentliche Eingangsparameter bei der Auslegung von geothermischen Anlagen. Um sich beim Village im Dritten bei der Auslegung auf eine gute Datenbasis zu stützen, wurden schon in der Grundlagenermittlung des Projektes 4 Testsonden mit Längen zwischen

100-250 m abgeteuft. Um die wichtigsten geologischen und geophysikalischen Parameter des Baugrundes zu bestimmen, wurde an diesen Sonden ein Thermal Response Test (TRT) durchgeführt.

Ein weiterer wichtiger Punkt bei der Dimensionierung eines Erdwärmesondenfeldes ist das Zusammenspiel zwischen den Betriebsarten Heizen und Kühlen. Um einen effizienten Betrieb gewährleisten zu können, ist auf ein ausgeglichenes Verhältnis der entzogenen und eingebrachten

Energie zu achten (Regeneration der Sonden). Um im Village im Dritten eine ausgewogene Energiebilanz sicherstellen zu können, ist ein Kühlen ohne Temperaturniveauänderung durch eine Wärmepumpe des Trägermediums (Freecooling) aber auch mit Temperaturniveauänderung mittels Prozess-Umkehrung der Wärmepumpen (Activcooling) möglich. In Abbildung 5 sind die Auswirkungen von unterschiedlichen Regenerationsraten, ohne Berücksichtigung des Grundwassers, dargestellt. Größere Erdwärmesondenfelder müssen dabei fast ausnahmslos regeneriert werden, um einen langfristigen Betrieb sicherzustellen.

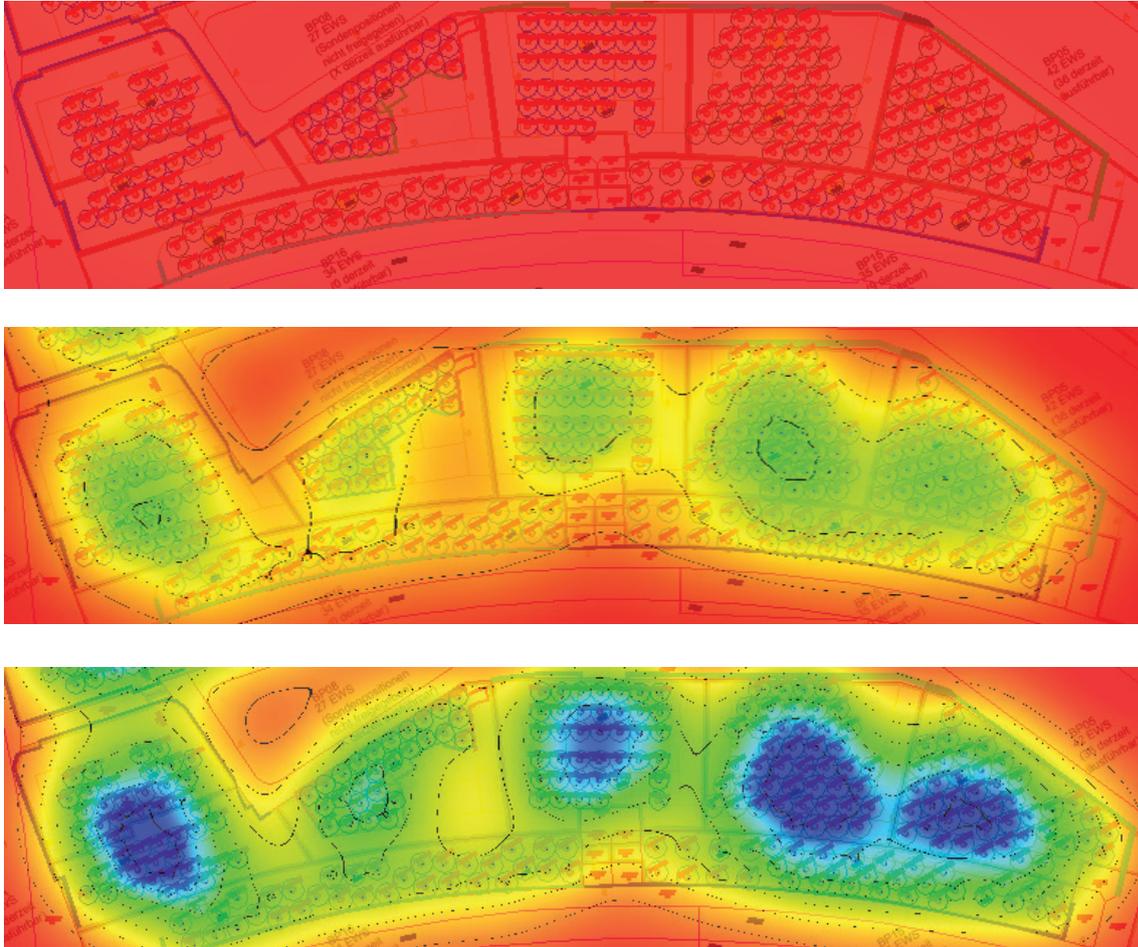


Abbildung 5: Oben: 100%ige Regeneration, keine lokalen Abkühlungen Mitte: 81%ige Regeneration, lokale Abkühlungen um bis zu 4 °K Unten: 37%ige Regeneration, lokale Abkühlungen um bis zu 10 °K Nach 30 Jahre Betrieb.

#### 1.4 Geothermieanlage LeopoldQuartier

Mitten im dicht verbauten 2. Wiener Gemeindebezirk wurde durch die UBM Development AG ein innovativer Holz-Hybrid-Bau geplant. Neben einer nachhaltigen Nutzung des zuletzt ungenutzten und verbauten rund 22.000 m<sup>2</sup> großen Grundstückes steht die ganzheitliche Energieversorgung des Neubaus über Ressourcen auf dem Standort im Fokus.

Ein Anergienetz, 3 Brunnenpaare (Entnahme- und Schluckbrunnen) sowie 192 Erdwärmesonden mit einer Tiefe von 150m bilden die Quelle der Energieversorgung. In Summe wurden Sonden mit einer Gesamtlänge von 28.800 lfm, über 11.000 lfm horizontaler Anbindeleitungen sowie über 1.000 lfm an Brunnen- und Anergieleitungen verbaut. Die verwendeten Doppel-U-Sonden mit einem Außendurchmesser von 32 mm werden aus dem Material Polyethylen-100 Resistance to Crack (PE-100 RC) hergestellt. Die Aufteilung der Sonden erfolgt hierbei auf 4 Baufelder (siehe Abb. 6). Als Verfahren

für das Abteufen der Erdwärmesonden wird das Druckspülverfahren mit einem Dreiflügelmeißel eingesetzt, welches auf die geologischen Verhältnisse abgestimmt wurde (siehe Kapitel 1.2).



Abbildung 6: Ausführungsplan - Bauvorhaben LeopoldQuartier.

Die Tiefe der Sonden wurde, wie bereits beim Projekt Village im Dritten, mit 150 m gewählt, da sich hier ein günstiges Gleichgewicht zwischen Risiko und Wirtschaftlichkeit bei der Herstellung einstellt. Sämtliche Erdwärmesonden werden unter den späteren Bauwerken ausgeführt. Um die Erdwärmesonden mit den einzelnen Technikzentralen zu verbinden, werden die beiden Vor- bzw. Rückläufe direkt am Sondenkopf mit einem Y-Stück zusammengefasst und weiters mit DA40 PE-100-RC Anbindeleitungen zum Verteiler geführt. Die als Bodenplattendurchführung ausgeführten Verteiler (Abb. 7) sind in den jeweiligen Energiezentralen in den Bauwerken platziert. Die Ausführung der Bodenplatten erfolgt bei allen Baufeldern als weiße Wanne. Hierbei erfolgt die Abdichtung in das Gebäude über ein Durchführungssystem aus Kunststoff.

Aufgrund der Lage des Projektgebiets nahe des Donaukanals und der ergiebigen Grundwasserverhältnisse wurde bereits frühzeitig in der Planung beschlossen, neben den Tiefensonden eine thermische Grundwassernutzung auszuführen. In Summe werden über die drei Entnahmebrunnen maximal 30 l/s aus dem obersten Grundwasserkörper entnommen, abgekühlt bzw. erwärmt und über drei Rückgabebauwerke wieder in den Aquifer zurückgeführt. Die drei Entnahmebauwerke wurde hierfür nahe der nördlichsten Grundstücksgrenze positioniert und einzeln

zum Haupttechnikraum geführt. Nach der thermischen Veränderung wird das entnommenen Grundwasser über die im südlichen Bereich des Grundstückes errichteten Rückgabebauwerke wieder in den obersten Aquifer eingebracht. Die rund 15 m tiefen Brunnen und Rückgabebauwerke wurden mit einer Greiferbohrung mit einem Durchmesser von 1.200 mm abgeteuft und mit einem 600 mm Ausbau hergestellt. Wie bereits die horizontalen Anbindeleitungen der Erdwärmesonden werden auch die Brunnenleitungen über die jeweiligen Technikräume an die Haustechnik angebunden.

Aufgrund der Vielzahl an Technikräumen und um einen Lastausgleich der einzelnen Bauteile zu ermöglichen, werden alle Geothermieverteiler, sowie die thermische Grundwassernutzung über ein Anergienetz miteinander verbunden. Der so entstehende Verbund ermöglicht es, eventuelle Lastschwankungen einzelner Verbraucher über das gesamte Erdwärmesondenfeld, sowie die thermische Grundwassernutzung auszugleichen.

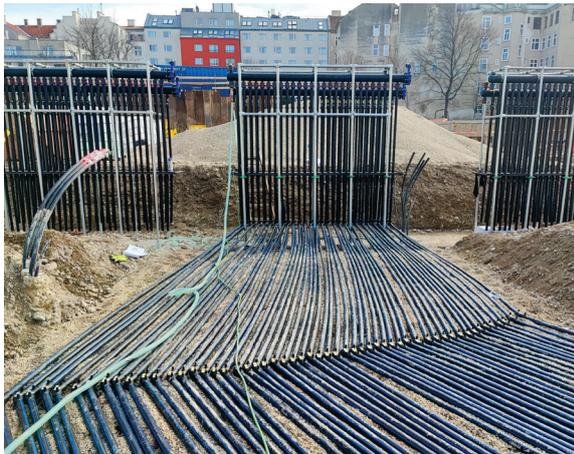


Abbildung 7: Als Bodenplattendurchführung ausgeführten Verteiler (Abb. links) Anbindeleitungen am Beispiel Baufeld D - LeopoldQuartier (Abb. rechts).

#### 1.4.1 Planung und Auslegung LeopoldQuartier

Die geologischen und hydrogeologischen Randbedingungen sind wesentliche Eingangsparameter bei der Auslegung von geothermischen Anlagen. Um beim Projekt LeopoldQuartier eine detaillierte Datenbasis erhalten wurden bereits im frühzeitig 2 Testsonden mit rund 170 m abgeteuft sowie ein Grundwasserpegel errichtet. Hiermit wurden die wichtigsten geologischen und geophysikalischen Parameter des Baugrundes, unter anderem die Wärmeleitfähigkeit, die spezifische Wärmekapazität sowie der Durchlässigkeitsbeiwert, bestimmt.

Ein weiterer wichtiger Punkt bei der Dimensionierung eines Erdwärmesondenfeldes ist das Zusammenspiel zwischen den Betriebsarten Heizen und Kühlen. Um einen effizienten Betrieb gewährleisten zu können, ist auf ein ausgeglichenes Verhältnis der entzogenen und eingebrachten Energie zu achten (Regeneration der Sonden). Da im Falle des LeopoldQuartiers eine kombinierte Anlage aus Erdwärmesonden und einer thermischen Grundwassernutzung vorliegt ist das Zusammenspiel der Anlagen hinsichtlich der Auswirkungen auf die Grundwassertemperatur von zusätzlicher Bedeutung. Aufgrund der Rückführung des erwärmten bzw. abgekühlten Grundwassers direkt in den Aquifer bildet sich eine wesentlich stärkere Thermalfahne aus, welche zu einer negativen Beeinflussung von bereits bestehenden Wasserrechten führen kann. Da es dies zu vermeiden gilt, wird vorab mittels einer Simulation nachgewiesen, wie sich die thermische Grundwassernutzung in Kombination mit Erdwärmesonden quantitativ sowie qualitativ auf bereits bestehende fremde Wasserrechte auswirkt.

Im Zuge der durchgeführten Simulationen konnte nachgewiesen werden, dass sich die hydraulischen Auswirkungen der Brunnenanlage mit +/- 10 cm lokal und vorrangig auf die dem Projekt zugehörigen Grundstücke beschränken. Hinsichtlich der thermischen Auswirkungen (Thermalfahne) wurde nachgewiesen, dass eine Temperaturabweichung von +/- 1 K sich ebenfalls nur lokal ausbreitet und keine fremden bestehenden Wasserrechte nachteilig beeinflusst werden. Die exemplarischen Ergebnisse der Simulationen finden sich in den nachfolgenden Abbildungen 8–10.

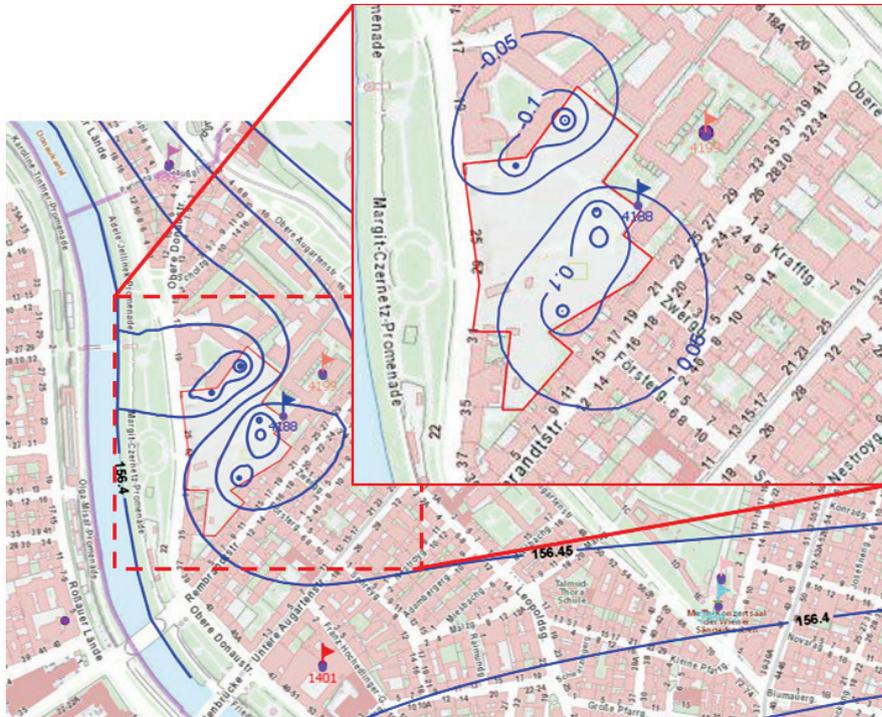


Abbildung 8: Hydraulische Auswirkungen auf den Grundwasserspiegel (MGW).

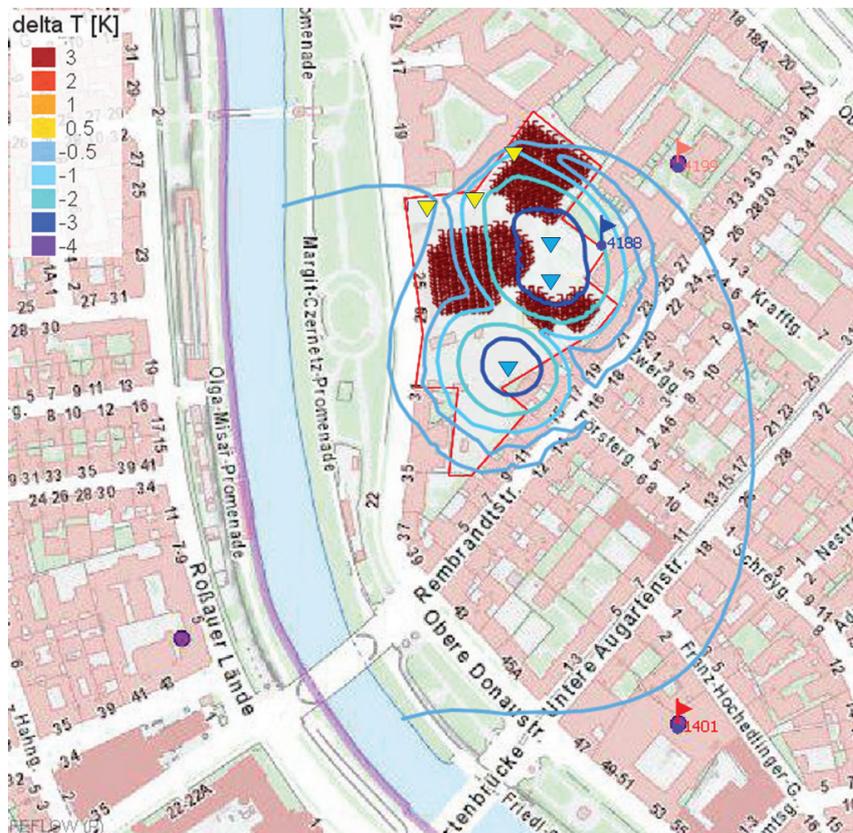


Abbildung 9: Thermalfahne – Ende Heizbetrieb im 30. Betriebsjahr.

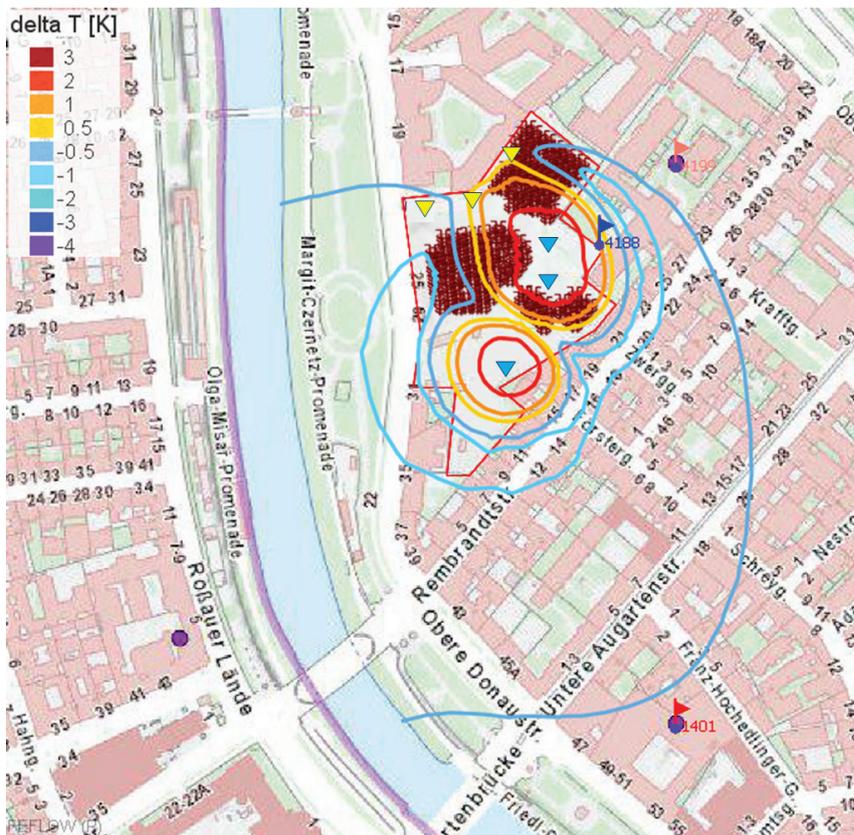


Abbildung 10: Thermalfahne – Ende Kühlbetrieb im 30. Betriebsjahr.

## 2 Ausblick

Um die geforderten Klimaziele in Österreich und Europa erreichen zu können, ist ein rasches Handeln notwendig. Neben den anderen erneuerbaren Energieformen wie der Wasserkraft, Windenergie oder auch der Photovoltaikanlagen wird die Geothermie zukünftig eine wichtige Rolle in Österreich spielen. Für die oberflächennahe Geothermie wird in der FTI-Roadmap (Bundesministerium für Klima, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, 2022) ein Ausbauziel von 6,2 TWh genannt, was in etwa dem 3-fachen des aktuellen Standes entspricht. Dadurch könnte die oberflächennahe Geothermie einen möglichen Anteil am erneuerbaren Wärmemarkt von >20 % erhalten. Besonders der Zusammenschluss von mehreren Wohnhäusern mit Anergienetzen verspricht zukünftig ein großes Potential zur Kühlung und Heizung von Gebäuden und somit zur Dekarbonisierung.

Allerdings gibt es eine Vielzahl an politischen Hürden, die den notwendigen Ausbau von oberflächennaher Geothermie noch verzögern. So sind die Bewilligungsverfahren von Erdwärmebohrungen bundeslandabhängig und dadurch stark unterschiedlich. Hier wären einheitliche Regeln dringend notwendig. Dies gilt nicht nur für die Bewilligungsverfahren, sondern auch für Kontrollmechanismen der ausführenden Bohrfirmen.

Im Bundesland Wien ist bereits ein Bohren auf öffentlichen Grund möglich, was für Sanierungen von Gründerzeithäusern dringend notwendig ist. Hier wird aber durch eine hohe einmalige Abgabe pro Laufmeter Bohrung der Ausbau verzögert (Jelinek, 2023). Eine Öffnung entsprechender öffentlicher Flächen, unter Nachweis, dass ein Bohren auf Eigengrund aufgrund des Bestandes nicht möglich ist, wäre wünschenswert in allen Bundesländern.

## Literatur

- Bauer, M., Freeden, W., Jacobi, H. & Neu, T. (2018). Handbuch Oberflächennahe Geothermie. Berlin: Springer Spektrum.
- Bundesministerium für Klima, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (2022). FTI-Roadmap Geothermie, Wien: Bundesministerium für Klima, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie.
- Eurostat (2023). Energy consumption in households. [Online] Available at: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Energy\\_consumption\\_in\\_households](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Energy_consumption_in_households) [Zugriff am 06 11 2022].
- Freymond, A. (2015). Ersatz einer Erdwärmepumpe: Merkblatt mit den wichtigsten , PAC'info Sàrl : Yverdon-les-Bains.
- GTÖ - Geothermie für Österreich (2024). Geothermie Österreich. [Online] Available at: <https://www.geothermie-oesterreich.at/> [Zugriff am 15 Jänner 2024].
- Jelinek, S. (2023). Bauprozessoptimierung oberflächennaher Geothermieranlagen - Bohrlochherstellung und Sondeninstallation in bindigen Böden. Wien: s.n.

## Autoren

Vorname, Name: Anita Angerer  
Titel: Dipl.-Ing.  
Firma, Abteilung: PORR Bau GmbH, Abteilung Spezialtiefbau  
Adresse: Absberggasse 47, 1100 Wien  
Tel: 0664 626 3844  
Email: anita.angerer@porr.at

Vorname, Name: Tobias Müllner  
Titel: M.Sc.  
Firma, Abteilung: PORR Bau GmbH, Abteilung Spezialtiefbau  
Adresse: Absberggasse 47, 1100 Wien  
Tel: 0664 626 8638  
mail: tobias.muellner@porr.at

## **Aspekte der Qualitätssicherung für die thermische Nutzung der seichten Geothermie**

Markus GMEINDL & Peter NIEDERBACHER

### **Einleitung**

Die Nutzung der seichten Geothermie hat sich seit den 1990er Jahren auch in Österreich am Energieversorgungssektor für die Gebäudeheizung und Kühlung etabliert. Dem höheren Planungs- und Herstellungsaufwand z.B. gegenüber Luft-Wasser-Wärmepumpen steht eine höhere Effizienz (geringerer Stromverbrauch) und Flexibilität (Heizen und Kühlen) gegenüber.

Erdreichgekoppelte Wärmepumpensysteme (seichte Geothermie) nutzen den Untergrund bis max. 300 m Tiefe als regenerative Wärmequelle, der im Heizbetrieb Energie entzogen und bei Kühlbetrieb Energie in den Untergrund rückgeführt wird. Die Projektanwendungen reichen von Einzelanlagen zur Versorgung von Einfamilienhäusern bis zu Großanlagen mit mehreren 100 Erdwärmesonden und komplexen Konzeptionen (z.B. hybride Energiequellen, Abwärme-nutzung, Pendelspeicherung).

Aspekte der Qualitätssicherung betreffen dabei den gesamten Projektablauf, von der Planung und Dimensionierung der Anlage, über die Sondenherstellung, den Anlagenbetrieb bis zum Monitoring. Die angewandte Forschung und laufende fachliche Auseinandersetzung mit dem Thema Qualitätssicherung zeigen dessen anhaltende Aktualität und Wichtigkeit.

### **Planung, Anlagenauslegung**

Für einen nachhaltigen Anlagenbetrieb sind folgende Faktoren wesentlich: Das nach einer Bedarfsanalyse aus der HKLS-Planung erstellte Nutzerprofil (saisonaler Bedarf, Heizen, Kühlen, Warmwasserbereitung), die technische Anlagenkonzeption (Wärmepumpe, Betriebs-modi) und die Sonden- bzw. untergrundseitige Auslegung unter Berücksichtigung der geologisch-thermischen Standortverhältnisse.

Wesentlich für den Anlagenbetrieb ist die Balance von Energiebedarf der Anlage und Energieaufbringung über die gesamte Betriebszeit (Ansatz 50 Jahre). Eine Überforderung des Sondenfeldes führt im Heizmodus zu einer unzulässigen Abkühlung des Untergrundes, im Extremfall zur Vereisung von Teilen der Erdwärmesonde und Schädigung des Verpressmaterials.

Um eine Fehldimensionierung zu vermeiden, wird für die Bemessung eines Sondenfeldes die Durchführung einer Simulationsberechnung empfohlen. Vereinfachte Verfahren werden der Komplexität der Nutzungs-, Standort- und Anlagentechnischen Parameter nicht gerecht.

Die kritischen Betriebsparameter sind die Vorlauf- und Rücklauftemperaturen des Wärmetauscherfluids an den Kollektorleitungen. Mit dem Programm EWS (aktuell Pro-Version 5.6, Weiterentwicklung des Berechnungsmoduls des Schweizer Bundesamtes für Energie) lassen sich diese Parameter und Leistungen der Erdwärmesonden über einen Zeitraum bis zu 200 Jahren simulieren und darstellen. Dabei können komplexe Systeme abgebildet werden, wie z.B. die individuelle Geometrie des Sondenfeldes, Lastprofile mit Aktiv-/FreeCooling, detaillierte geologische Untergrundprofile, Einfluss von Grundwasserströmung etc.

Die Bestimmung der lokalen thermischen Untergrundverhältnisse über den durch die Sondenbohrung erschlossenen Teufenabschnitt erfolgt durch einen Thermal Response Test. Dieser wird an einer Probesonde im Projektvorlauf oder meist an der ersten Tiefensonde eines Sondenfeldes durchgeführt. Die aus dem Test ermittelte thermische Leitfähigkeit des Untergrundes und die mittlere Untergrundtemperatur sind Grundlagen der Simulationsberechnung.

Wesentlich ist, dass sich nachträgliche signifikante Änderungen der Anlagenkonzeption, etwa durch Erweiterung von Heiz-/Kühlflächen, Austausch der Wärmepumpe mit höherer Leistung, Wegfall von Regenerationskapazitäten etc., sich auf die Belastung und damit die Leistung des Sondenfeldes nachteilig auswirken und nachträgliche Anlagenadaptierungen bedingen können.

### **Standortcharakteristik**

Die sorgfältige Projektplanung beinhaltet die Auseinandersetzung mit der geologisch-hydrogeologischen Standortsituation, allfälligen Wassernutzungen (auch Hausbrunnen) und Wasserrechten im relevanten Umfeld, den lokalen Gegebenheiten wie Zugänglichkeit, Bebauung, Einbauten, Schutzaspekten (z.B. Baumbestand), Abstandsfragen etc.

Da auf Grund der rechtlichen Situation in Niederösterreich seit der WR-Novelle 2006 in vielen Bereichen keine Genehmigungspflicht mehr besteht, wird in diesen Bereichen vielfach auf die geologische Standortbeurteilung und Anlagenkonzeption (Bohrtechnik, Spezifikationen der Sondenausrüstung) aus geologisch-technischer Sicht verzichtet.

Verantwortungsvolle Bauherren und deren HKLS-/Installationsplaner werden auch in Bereichen ohne Genehmigungspflicht ein geologisch-technisches Projektgutachten einholen, das mit derselben Sorgfalt wie für eine behördliche Einreichung erstellt wird. Dies aus Gründen der Sorgfaltspflicht der Bauherrschaft, zur deren Absicherung z.B. bei nachbarlichen Einwänden und zur Sicherstellung der qualitativollen Ausführung. Die Bohr- und sondentechnischen Anlagenspezifikationen werden dazu üblicherweise als Bestandteil der Leistungsbeschreibung einer Ausschreibung dem/n beteiligten Auftragnehmer/n überbunden.

Mögliche bohrtechnische Erschwernisse und Risiken werden in der Standortcharakteristik angesprochen und die Informationen dem Auftraggeber und der Bohrfirma zur Verfügung gestellt. Dazu zählen insbesondere das mögliche Auftreten von gespannten und artesischen Grundwässern (Grundwasserstockwerken mit u.U. unterschiedlichem Druckniveau, Tiefen-grundwasser), von tektonisierten / klüftigen oder verkarsteten Zonen, quellende Gesteine (Tone), Sulfatgesteine (Gips, Anhydrit) und oberflächennahes Erdgas.

### **Sondenbohrung, Einbau, Verfüllung**

Die Wahl des Bohrverfahrens obliegt dem ausführenden Bohrunternehmen. Sondenbohrungen werden üblicherweise als Spülbohrungen (z.B. im Tertiär des Wiener Beckens) oder Imlochhammerbohrungen (Festgesteinszonen wie Kalkalpin, Flyschzone, Kristallin) mit Bohrdurchmessern von ca. 125 – 145 mm hergestellt. Oberflächennahe Deckschichten und Grundwasserhorizonte werden dabei durch eine ausreichend tiefe, in stauende Schichten einbindende temporäre Schutzverrohrung geschützt, die im Bedarfsfall nachgesetzt werden kann.

Bei Abweichungen vom Routinebohrbetrieb, wie z.B. bei aktivem Zufluss gespannten Grundwassers oder Flüssigkeitsverlust aus der Bohrstrecke können besondere Maßnahmen zur Erhaltung der

Sondenbohrung und zum weiteren kontrollierten Sondenausbau erforderlich sein. Dazu dienen Packersysteme<sup>1</sup>, wie Gewebepacker, Schlauch- und Ballonpacker zur Abschottung von Bohrlochstrecken und zur segmentierten Verpressung. Bei Fluid-Verlusten kommt der sg. Erdwärmesonden-Strumpf zur Abdichtung längerer oder der gesamten Bohrungsstrecke zum Einsatz. Ein dichtes, dehnbare Geotextil über dem Sondenstrang presst sich bei Beaufschlagung mit der Verpressuspension an die Bohrlochwand und verhindert den Abfluss in besonders durchlässige Bohrlochabschnitte (z.B. Kluftzonen, Karst).

Das einzubauende werkgeprüfte Sondenmaterial ist auf die Nutzungscharakteristik des erdreichgekoppelten Wärmepumpensystems abzustimmen. Für komplexe Anwendungen stehen Spezifikationen wie RT (Raised temperature / Temperaturbeständigkeit) und RC (Resistance to crack / Rissbeständigkeit) zur Verfügung. Duplex-Systeme verfügen über die doppelte wärmeübertragungswirksame Oberfläche wie Simplex-Sonden. In Kombination mit wärmeleitungsvergütetem Verpressmaterial (Wärmeleitfähigkeit > 2 W/m\*K) ergibt sich eine höhere Effizienz (Energieausbeute) der Wärmepumpenanlage.

Durch spezielle Messvorrichtungen<sup>2</sup> zur kontinuierlichen Erfassung von Injektionsdruck, Dichte und Menge des Injektionsgutes kann der Verpressvorgang überwacht und dokumentiert werden. Bei der Verwendung von magnetisch dotiertem Verpressmaterial kann durch eine im Kollektor geführten Sonde (Magnetometer) der Hinterfüllungsgrad kontrolliert werden.

## **Prüfungen, Anlagenmonitoring**

Die Dichtigkeitsprüfungen der einzelnen Sondenkreise und Verbindungsleitungen nach deren Herstellung und Verlegung sowie des gesamten hydraulischen Systems nach Einbindung der Wärmepumpe(n) sind Routinevorgänge vor Inbetriebnahme einer erdreichgekoppelten Wärmepumpenanlage. Die Nachweise sind Teil der Leistungsabnahme und Dokumentation zur Fertigstellung der Anlage (ggf. Fertigstellungsmeldung). Damit endet in der Regel die Involvierung der geologisch-technischen Begleitung eines Erdwärmesondenprojektes.

## **Anlagenmonitoring**

Im Betrieb treten Anzeichen systemischer Mängel, wie Anzeichen einer Überlastung des Sondenfeldes oft erst nach längeren Betriebszeiten auf. Daher ist zur Qualitätssicherung im Betrieb ein Anlagenmonitoring hinsichtlich der Entwicklung der Vor- und Rücklauftemperaturen am Kollektorsystem im Vergleich mit den Leistungsdaten (Wärme-, Kälteleistung, Stromverbrauch Wärmepumpe und Nebenaggregate / Zirkulationspumpen) erforderlich. Der Ist-Zustand wird im Anlassfall durch ein Kurzzeitmonitoring über Tage bis wenige Wochen mit Datenloggern erfasst. Ein Langzeitmonitoring über mindestens ein Betriebsjahr erfolgt meist durch die Sensorik und Datenerfassung der Gebäudeautomation. Die fortschreitende Entwicklung am Sektor der Gebäudeleittechnik - Stichworte Smart Building, Smart Metering - macht dies möglich. Nach der Auswertung und Interpretation des Anlagenverhaltens in Wechselwirkung mit der regenerativen Energiequelle (Untergrund) werden Maßnahmen zur Optimierung abgeleitet und gesetzt, um nachteiligen Trends entgegenzuwirken.

---

1 EnergieSchweiz, 2018: Gewässerschutz bei Erdwärmesondenbohrungen; Schlussbericht – Übersicht über Abdichtungssysteme zum Schutz des Grundwassers. <https://pubdb.bfe.admin.ch/de/publication/download/7830>

2 EnergieSchweiz, 2015: Qualitätssicherung Erdwärmesonden, Schlussbericht – Übersicht Messmethoden zur Prüfung der Hinterfüllung. Schlussbericht 2015. <https://pubdb.bfe.admin.ch/de/publication/download/7830>

## **Anregungen**

Die Phänomene der Auswirkungen von räumlich dichteren Erdwärmennutzungen im verbauten Bereich (Abkühlung des Untergrundes) beschäftigen zunehmend die Forscher und Praktiker. Integrierte Nutzungskonzepte und thermischen Regenerationstechniken z.B. durch Abwärme, Solarthermie etc. rücken dabei zunehmend in den Fokus. Die Kenntnis der Existenz von Anlagen (Sondenpositionen) und deren Leistungskapazitäten ist für die Erstellung konkreter Erdwärmeprojekten, Machbarkeitsstudien und Nutzungskonzepten unerlässlich. Nachdem die Mehrzahl der Erdwärmeanlagen nicht (mehr) im NÖ-Wasserbuch aufscheinen, wäre eine verbesserte allgemein zugängliche Datenbasis, etwa durch einen verbindlichen Anlagenkataster wünschenswert. Ebenso wäre eine verbesserte Zugänglichkeit zu Risikoinformationen, mit Hinweisen zu erfolgten artesischen Wasserzutritten und Gasaustritten in Zusammenhang mit Bohraufschlüssen von Vorteil.

Schritte zur Verbesserung der Datenlage und deren Zugänglichkeit könnten das nach wie vor teilweise durch Negativschlagzeilen (Stichwort Staufen im Breisgau, 2007) geprägte Image von Erdwärmeaufschlüssen in der Öffentlichkeit günstig beeinflussen.

## **Autoren**

Mag. Dr. Markus Gmeindl (Vortragender), Dr. Peter Niederbacher  
GEOL.at Ziviltechniker GmbH, Weidlinger Straße 14/3, 3400 Klosterneuburg  
Kontakt: Mobil +43 664 5363117, Mail [office@geol.at](mailto:office@geol.at), Web <http://www.geol.at>

# Das Landesklinikum Neunkirchen – Heizen und Kühlen über Erdwärmesonden

Franz PÖTL & Christoph PASSECKER

## Autoren

Franz Pöttl, Amt NÖ LR/Kliniken  
Christoph Passecker, HTPG

HTPG – Haustechnik Planungsgesellschaft, Ingenieurbüro  
Gebäudetechnik Energie und Umwelt, [www.htpg.at](http://www.htpg.at)



**LK Neunkirchen**



- Auftraggeber
- Projektleitung
- Generalplanung
- Energiekonzept
- Projekterrichtung



ARGE Generalplanung | Maurer | Moser | Zieser | Panis  
Landesklinikum Thermenregion Neunkirchen  
Kroneplatz 3 | A-2020 Heidenbrunn | T +43 (0) 2652 3965 | F +43 (0) 2652 3963 33

**Haustechnik  
Planungsgesellschaft**



Standortentwicklung und Engineering G.m.b.H & Co KG



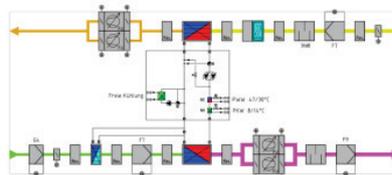
**LK Neunkirchen**



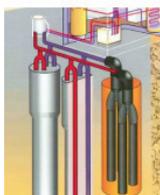
## Dezentrale Warmwasserbereitung



## Hochleistungs-Kreislaufverbundsysteme



## Geothermie Tiefensonden



## Photovoltaik 60 kWp

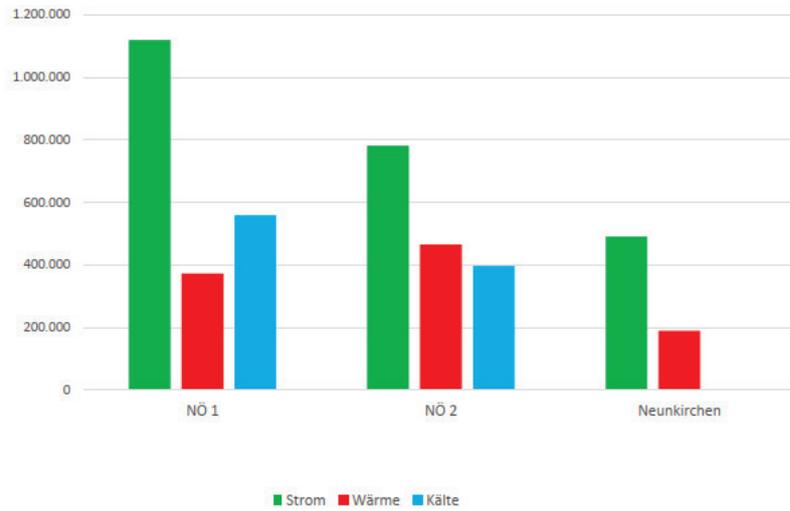




# LK Neunkirchen



Jahreskosten in Euro exkl.



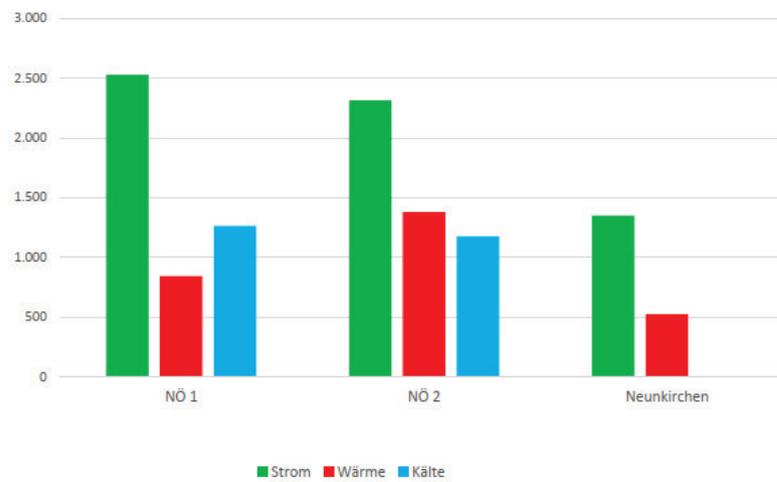
4



# LK Neunkirchen



spez. Kosten pro Bett in Euro exkl.



5

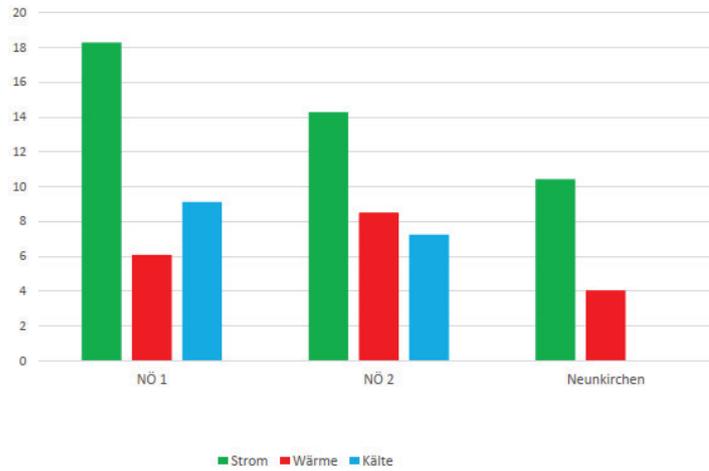




# LK Neunkirchen



spez. Kosten pro m<sup>2</sup> BGF in Euro exkl.



6



## Partner für Energieeffizienz



Haustechnik Planungsgesellschaft  
Ingenieurbüro  
Gebäudetechnik, Energie und Umwelt  
**READY for GREEN DEAL**

7

## Erfahrungen zu Ansuchen und Bewilligen von Anlagen zur Nutzung der Erd- und Grundwasserwärme (Wärmepumpen) für Häuselbauer

Martin HUBER

Durch den Umstieg von fossilen auf erneuerbaren Energieträgern spielt die Erdwärme für Häuselbauer eine bedeutende Rolle. Dabei muss grundsätzlich unterschieden werden in die

- Wasser-Wasser Wärmepumpen
- Seichte Tiefensonden
- Sonstige geothermischen Verfahren wie Flachkollektoranlagen, Energiepfähle



**Wasser-Wasser Wärmepumpen bzw. Grundwasserwärmepumpenanlagen** sind gemäß §§ 10 und 32 Wasserrechtsgesetz i.d.g.F. bewilligungspflichtig. Zu diesem Zweck ist ein wasserrechtliches Bewilligungsgesuch mit einem von der NÖ-Landesregierung bereits als Musterprojektformular vorgegebenen Antrag einzubringen. Dabei sind die wesentlichen Daten der Wärmepumpe, Schon- und Schutzgebiete, Rahmenbescheid aus GIS, Literaturrecherche (Wasserbuch) und vor Ort (privates Wasserrecht) zu erheben. Pläne der Anlage sind beizufügen und die wesentlichen Punkte wie Grundwasserstand, Fließrichtung, kf-Wert und Mächtigkeit des GW-Leiters am Projektstandort sind anzugeben.

Aufgrund der zunehmenden Dichte von Wasser-Wasser-Wärmepumpenanlagen ist ggf. eine Thermalfahnenberechnung erforderlich, um eine Beeinflussung benachbarter Brunnen zu erkennen. Anhand der Thermalfahne kann eine Temperaturabschätzung vorgenommen werden. Für diese Thermalfahnenberechnung gibt es das ÖWAV Regelblatt 207. Bei größeren Wasserentnahmen sind die Abstände zwischen Entnahme- und Rückgabebrunnen und die Lage der beiden Brunnen aufgrund der GW-Strömung entscheidend. Dies bestimmt die Effizienz der Anlage und die Nutzungsdauer, deren Dauer von der Behörde festgelegt wird und nach Ablauf vom Anlagenbetreiber verlängert werden kann.

Aufgrund der Wasserzusammensetzung wie erhöhte Fe-, Mn- etc. Gehalten und der GW-Schwankungsproblematik werden GW-WP-Anlagen in Zukunft nur noch eingeschränkt nutzbar sein.



**Seichte Tiefensonden oder Erdwärmesonden** sind seit der WRG-Novelle 2011 anzeigepflichtig, wenn sie

- innerhalb eines wasserrechtlich besonders geschützten Gebietes
- innerhalb eines geschlossenen Siedlungsgebietes ohne zentrale Trinkwasserversorgung (wenn mehr als 10 Brunnen oder Quellen im 150 m Umkreis)
- innerhalb von Gebieten mit gespannten und artesisch gespannten Grundwasservorkommen liegen.

Tiefensonden über 300 m Tiefe bedürfen der Montanbehördlicher Zustimmung.

Alle anderen seichten Tiefensonden sind weder anzeige- noch bewilligungspflichtig.

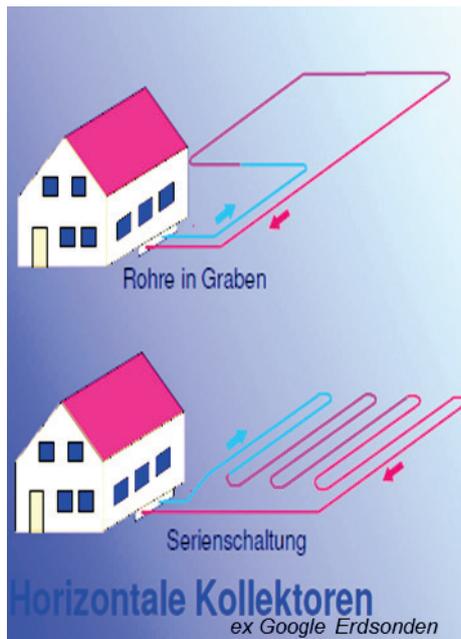
Für die anzeigepflichtigen TS gilt das Formular der NÖ-Landesregierung wo die wesentlichen Punkte von der Wärmepumpe bis zur Bohrung einzutragen sind. Zusätzlich gibt es einige Auflagen, die vom Anlagenhersteller zu erfüllen sind.

Für die TS-Anzeige muss vom Projektanten eine geologisch-hydrogeologische Beurteilung durchgeführt werden, wo die Wahrscheinlichkeit von Arteser- bzw. Gasvorkommen abgeschätzt wird. Auch wenn in bestimmten Gebieten keine Gasvorkommen erwartet werden, muss dennoch mit Gaszutritten gerechnet werden (z.B. Kalkalpen).

Ein nicht zu vernachlässigender Punkt können Anhydrit-Gipseinschlusungen sein, die zu Hebungsphänomenen wie im Fall Laufen-D oder zu Senkungen durch Lösungsphänomene führen können. Ein weiterer Punkt sind Klüfte, die zu großen Spülungsverlusten und Versatzmaterial führen können (diese sind im Formblatt bereits berücksichtigt). Ab einer bestimmten Tiefe sollten ein Bohrbericht und Aufzeichnungen zur Lithologie, Wasserstands- und Gasmessungen angeführt werden

Zur Dichtverpressung: Um mögliche Kurzschlüsse zwischen verschiedenen Wasserhorizonten und vorhandene Klüfte, Hohlräumbildung im Untergrund (Ursache für schlechte Wärmeleitfähigkeit) zu vermeiden, sollten Dichtemessungen der Suspension durchgeführt werden. Diese Informationen sollten dokumentiert werden und könnten in einem öffentlich zugänglichen Medium wie z.B. dem NÖ-Gis abgerufen werden.

Der Mindestabstand zwischen den Sonden ist in den letzten Jahren aufgrund der Gegebenheiten immer geringer geworden und liegt nun bei ca. 6 m. Mit zunehmender Bohrtiefe kann die Bohrabweichung größer werden. Daher sollte bei zunehmender Bohrtiefe auch der Abstand vergrößert werden.



### **Sonstigen geothermischen Verfahren umfassen alle Flachkollektoranlagen, Energie, Erdpfähle oder ähnliches.**

Die Anzeigepflicht gilt nur für jene, die sich

- innerhalb eines wasserrechtlich besonders geschützten Gebietes,
- innerhalb eines geschlossenen Siedlungsgebietes ohne zentrale Trinkwasserversorgung befinden.

Formblatt der NÖ-Landesregierung mit den wesentlichen Punkten der Verlegung im Sandbett zur Vermeidung von Abschnürungen der Kollektor-schläuche.

Oberhalb der Kollektoren sollten keine tief-wurzelnden Pflanzen wie Tannen oder andere Laubgehölze gepflanzt werden, damit die darunterliegenden Kollektoren nicht durch die Wurzeln beschädigt werden. Bei grobkiesigem Material ist auf eine sichere Verlegung der Kollektorschläuche zu achten,

um ein Reißen der Kollektorschläuche und damit ein ungewolltes Austreten der Soleflüssigkeit zu vermeiden.

Wird relativ selten eingesetzt, da weniger effizient als TS- oder GW-WP und teurer als Luftwärmepumpe.

### **Conclusio**

- Kunden verstehen oft nicht die Vorteile von Wasser-Wasser-Wärmepumpen oder Tiefensonden-Wärmepumpen aufgrund der starken Konkurrenz durch genehmigungsfreie Luft-Wärmepumpen.
- Digitale Infos: Wo sind Wasser-Wasser-WP in NÖ prinzipiell sinnvoll zu errichten? Wo sind Tiefensonden vorteilhaft zu bohren?
- Kühlen mit Sohle und Grundwasser im Sommer bei Kunden wenig bekannt (Vorteil bei TS im Winter nicht zu stark abkühlen, meist zu hohe Entzugs-leistung)
- Alle Bohrlochprofile von Tiefensonden und Wasserbohrungen oder sonstigen Aufschlüssen könnten in einer Datenbank verortet werden und von den zuständigen Behörden und Institutionen abgerufen werden. Zusätzlich könnten die Wärmeleitfähigkeiten für z.B. GEO-Potentialanalysen bei Tiefbohrungen oder GW-Temperaturen bei Wasser-Wasser-WPs etc. flächendeckend für Niederösterreich erhoben werden.

## Verzeichnis der Referentinnen und Referenten

Cornelia STEINER, MSc  
GeoSphere Austria  
Rohstoffgeologie und Geoenergie  
Neulinggasse 38  
1030 Wien  
01/712 56 74-6637  
[cornelia.steiner@geosphere.at](mailto:cornelia.steiner@geosphere.at)

Mag. Magdalena BOTTIG  
GeoSphere Austria  
Rohstoffgeologie und Geoenergie  
Neulinggasse 38  
1030 Wien  
01/712 56 74-6341  
[magdalena.bottig@geosphere.at](mailto:magdalena.bottig@geosphere.at)

Ing. Josef FISCHER, BA  
Amt NÖ Landesreg., RU3  
Landhausplatz 1  
3109 St. Pölten  
02742/9005-14916  
[josef.fischer@noel.gv.at](mailto:josef.fischer@noel.gv.at)

Veronika TUREWICZ, MSc  
GeoSphere Austria  
Rohstoffgeologie und Geoenergie  
Neulinggasse 38  
1030 Wien  
01/7125674-6636  
[veronika.turewicz@geosphere.at](mailto:veronika.turewicz@geosphere.at)

Mag. Stefan HOYER  
GeoSphere Austria  
Rohstoffgeologie und Geoenergie  
Neulinggasse 38  
1030 Wien  
01/712 56 74-6335  
[stefan.hoyer@geosphere.at](mailto:stefan.hoyer@geosphere.at)

Dipl.-Ing. Peter KEGLOVIC  
Wien Energie GmbH  
Thomas Klestil Platz 14  
1030 Wien  
[Peter.Keglovic@wienenergie.at](mailto:Peter.Keglovic@wienenergie.at)

Dipl.-Ing. Sabine APPELT  
Project Manager  
Greenwell Energy GmbH  
Kellerberggasse 9/C29  
1230 Wien  
0676/7111070  
[sabine.appelt@greenwell.energy](mailto:sabine.appelt@greenwell.energy)  
<https://greenwell.energy/home>

Dipl.-Ing. Werner DONKE  
Greenwell Energy GmbH  
Kellerberggasse 9/C29  
1230 Wien  
[werner.donke@greenwell.energy](mailto:werner.donke@greenwell.energy)  
<https://greenwell.energy/home>

Dr. Monika HÖLZEL  
GeoSphere Austria  
Rohstoffgeologie und Geoenergie  
Neulinggasse 38  
1030 Wien  
01/7125674-6254  
[monika.hoelzel@geosphere.at](mailto:monika.hoelzel@geosphere.at)

Mag. Gregor GÖTZL  
EVN Wärme GmbH  
Untere Bachgasse 6  
2340 Mödling  
02236/200-18723  
0676/8103823  
[gregor.goetzl@evn.at](mailto:gregor.goetzl@evn.at)

Dipl.-Ing. Oliver TAUSCH  
RED Drilling & Services GmbH  
Schwarzmoos 28  
4851 Gampern  
050724/7248  
0664/8119541  
[oliver.tausch@red-drilling-services.at](mailto:oliver.tausch@red-drilling-services.at)

Hans SCHWARZENHOFER  
Frutur Obst & Gemüse Kompetenzzentrum  
GmbH  
8224 Hartl bei Kaindorf  
03334/41800  
[hs@frutura.com](mailto:hs@frutura.com)  
[www.frutura.com](http://www.frutura.com)

Prof. Dr. Johann GOLDBRUNNER  
Robert Stolz Weg 5  
8074 Raaba-Grambach  
06643554929  
[je.goldbrunner@gmail.com](mailto:je.goldbrunner@gmail.com)

Dr. Godfrid WESSELY  
Siebenbrunnengasse 29/1  
1050 Wien  
0676/4757193  
[geowes@chello.at](mailto:geowes@chello.at)

Mag. Martin MASLO  
Universität Wien  
Institut für Paläontologie  
Josef-Holaubek-Platz 2 (UZA II)  
1090 Wien  
[martin.maslo@univie.ac.at](mailto:martin.maslo@univie.ac.at)

Mag. Friedemann KUPSA  
Amt NÖ Landesregierung, WA1  
Landhausplatz 1  
3109 St. Pölten  
02742/9005-14838  
[friedemann.kupsa@noel.gv.at](mailto:friedemann.kupsa@noel.gv.at)

Prok. Dipl.-Ing. Anita ANGERER  
PORR Bau GmbH, Spezialtiefbau  
Absberggasse 47  
1100 Wien  
664 626-3844  
[www.porr.at](http://www.porr.at)  
[anita.angerer@porr.at](mailto:anita.angerer@porr.at)

Tobias MÜLLNER, M.Sc.  
PORR Bau GmbH, Spezialtiefbau  
Absberggasse 47  
1100 Wien  
664 626-8638  
[www.porr.at](http://www.porr.at)  
[tobias.muellner@porr.at](mailto:tobias.muellner@porr.at)

Mag. Dr. Markus GMEINDL  
GEOL.at Ziviltechniker GmbH  
Weidlingerstraße 14/3  
3400 Klosterneuburg  
02243/22844  
0664/5363117  
[m.gmeindl@geol.at](mailto:m.gmeindl@geol.at)  
<http://www.geol.at>  
[office@geol.at](mailto:office@geol.at)

Dr. Peter NIEDERBACHER  
GEOL.at Ziviltechniker GmbH  
Weidlingerstraße 14/3  
3400 Klosterneuburg  
02243/22844  
0664/3719935  
[niederbacher@geol.at](mailto:niederbacher@geol.at)  
<http://www.geol.at>

Ing. Franz PÖLTL  
Amt der NÖ Landesregierung  
Landhausplatz 1  
3109 St. Pölten  
0664/2203420  
[franz.poeltl@outlook.at](mailto:franz.poeltl@outlook.at)

Ing. Christoph PASSECKER, MSc, MBA  
HTPG Haustechnik Planungsgesellschaft m.b.H.  
Turmweg 7  
3950 Gmünd  
0660/4050300  
[c.passecker@htpg.at](mailto:c.passecker@htpg.at)

Dr. Martin HUBER  
Roggengasse 1/2/2  
2353 Guntramsdorf  
0699/819500/80  
02236/382220  
[mageo.huber@kabsi.at](mailto:mageo.huber@kabsi.at)  
mageo.at

## PROGRAMM

### 12. September 2024

- 09:15 Begrüßung und Eröffnung
- 09:40 **Geothermie: Regionale Grundlagen der Geothermie in Österreich/Niederösterreich, Geothermie-Potentialstudie – geothermische Basisdatenerhebung**  
Cornelia Steiner, GeoSphere Austria
- 10:05 **Länderübergreifende Erkundung des hydrothermalen Gebietspotentials im Raum Laa/Thaya und Páhsolávký**  
Magdalena Bottig, GeoSphere Austria
- 10:25 **Die Rolle der Umgebungswärme in der künftigen Energieversorgung**  
Josef Fischer, Amt NÖ Landesregierung, Abt. RU3
- 10:45 – 11:15 Pause
- 11:15 **Modellierung und Erstellung integrativer Bewirtschaftungskonzepte für den Untergrund**  
Veronika Turewicz & Stefan Hoyer, GeoSphere Austria
- 11:35 **Tiefengeothermie für die Dekarbonisierung der Fernwärme Wien**  
Peter Keglovic, Wien Energie GmbH
- 11:55 **Das Interreg-Projekt Transgeo**  
Monika Hölzel, GeoSphere Austria
- 12:05 – 13:30 Mittagspause
- 13:30 **Erdwärme als Nachnutzung von Kohlenwasserstoffbohrungen?**  
Sabine Appelt & Werner Donke, Greenwell Energy GmbH
- 13:45 **Nutzung der tiefen Geothermie für die Fernwärme in der Thermenregion**  
Gregor Götzl, EVN Wärme GmbH
- 14:05 **Tiefe Geothermie – Aspekte bei der Planung und Umsetzung einer tiefen Geothermie-Bohrung**  
Oliver Tausch, RED Drilling & Services
- 14:25 **Geothermie für die Gemüseproduktion: das Projekt Frutura Thermal-Gemüsewelt**  
Hans Schwarzenhofer, Frutura Obst & Gemüse Kompetenzzentrum GmbH

14:25 – 14:55 Pause

14:55 **Tiefe Erschließungen für die Balneologie in Niederösterreich**

Johann Goldbrunner, TU Graz

15:15 **Hydrogeologische Systeme im südlichen Wiener Becken**

Godfrid Wessely, 1050 Wien, Martin Maslo, Gregor Götzl, EVN Wärme GmbH

**13. September 2024**

09:00 **Rechtliches zur Nutzung von Erdwärme**

Friedemann Kupsa, Amt NÖ Landesregierung, WA1

09:20 **Seichte Geothermieprojekte: Tiefensonden – Bohrtechnik und Ausführung**

Anita Angerer, PORR Bau GmbH - Spezialtiefbau

09:45 **Aspekte der Qualitätssicherung für die thermische Nutzung der seichten Geothermie**

Markus Gmeindl, GEOL.at Ziviltechniker GmbH

10:10 – 10:40 Pause

10:40 **Das Landeskrankenhaus Neunkirchen – Heizen und Kühlen über Erdwärmesonden**

Franz Pörtl, Amt NÖ Landesreg., LK Neunkirchen & Christoph Passecker, HTPG Haustechnik Planungsgesellschaft m.b.H.

11:00 **Erfahrungen zu Ansuchen und Bewilligen von Anlagen zur Nutzung der Erd- und Grundwasserwärme (Wärmepumpen) für Häuselbauer**

Martin Huber, maGeo Ingenieurbüro für Technische Geologie

11:20 Abschlussdiskussion, Allfälliges