Vorstudie zu geothermischen Nutzungen in der Klima- und Energiemodellregion Triestingtal

Eszter Nyéki, Magdalena Bottig und Doris Rupprecht

Kompetenzeinheit Geoenergie

Februar 2023

Kontakt:

GeoSphere Austria
Bundesanstalt für Geologie, Geophysik, Klimatologie und Meteorologie
Neulinggasse 38
1030 Wien

Doris Rupprecht
doris.rupprecht@geosphere.at
+43(1)7125674-6339

Im Auftrag von:

Klima- und Energie-Modellregionen
Wir gestalten die Energiewende

Triestingtal

www.triestingtal.at

Vorwort

Der Weltklimarat wies Anfang 2023 wieder darauf hin, dass wir nicht auf Kurs sind um die Erderwärmung auf 1,5 °C zu begrenzen. Die Folgen davon sind katastrophal. Als Klima- und Energiemodellregion (KEM) müssen daher alle Potentiale aufgezeigt und ausgeschöpft werden. Einsparungen im Bereich der Gebäudeheizung sind enorm und vor allem rasch zu erreichen. Öl und Gasheizungen sind hier aus Sicht der KEM besonders schädlich. Holzheizungen sind zwar nahezu CO_2 neutral, aber keine Lösung für alle Haushalte. Der Wald nimmt mehr Funktionen ein als nur Bäume zum Fällen bereit zu stellen. Der Schutz unserer Natur muss im Vordergrund bleiben.

Bei Heizungsumstellungen kommen meist Pelletheizungen zum Einsatz und im Neubau wird die standardmäßig angebotene Luftwärmepumpe aufgrund der geringeren Anschaffungskosten bevorzugt.

Ziel dieser Studie ist es die Formen von Oberflächennaher Geothermie bis zu Tiefer Geothermie zu erläutern und Umsetzungsbeispiele aufzuzeigen. Darüber hinaus dient eine Karte mit Eignungszonen dazu, dass die 12 Gemeinden des Triestingtals bei Baugesprächen auf das Potential verweisen. Damit fördert diese Arbeit das Bewusstsein der BürgerInnen für alternative Heizungsmethoden abseits der gängigen Lösungen.

Diese Studie soll zum Umdenken anregen. Das Potential der Erdwärme ist groß, nachhaltig und auf lange Sicht aufgrund der Effizienz mit niedrigen Betriebskosten verbunden.

Jakob Fröhling, MSc.
Modellregionsmanager der KEM Triestingtal

Inhalt

1 Sachgegenstand und Zielsetzung 4

2 Geothermie – Definition und Anwendungen 5

2.1 Oberflächennahe Geothermie 6

2.1.1 Erdwärmesonde 8

2.1.2 Thermische Nutzung von Grundwasser - Grundwasserwärmepumpe 9

2.1.3 Horizontalkollektor, Grabenkollektor und Energiepfähle 11

2.1.4 Weitere Anwendungsmöglichkeiten 12

2.2 Tiefe Geothermie 13

2.2.1 Nutzung von tiefen Grundwasservorkommen (Hydrothermale Geothermie) 13

2.2.2 Petrogeothermie 16

2.2.3 Eavor-Loop 16

3 Projektgebiet und Ausarbeitung des geothermischen Potentials 17

3.1 Geologischer Überblick 17

4 Tiefe Geothermie in der KEM Triestingtal 19

4.1 Hydrogeologische und geothermische Situation 19

4.2 Nutzungsmöglichkeit Hydrothermale Geothermie - Voraussetzungen und Bedingungen vor Ort 20

4.3 Zusammenfassung 22

5 Oberflächennahe Geothermie in der KEM Triestingtal 24

5.1 Thermische Grundwassernutzungen 25

5.2 Erdwärmesonden 31

5.3 Horizontalkollektoren, Grabenkollektoren und Energiepfähle 33

5.4 Einschränkungen und Hinweise 34

5.5 Zusammenfassung 43

6 Weiterführende Informationen 49

6.1 Rechtliche Rahmenbedingungen für die Nutzung von Geothermieanlagen in Niederösterreich 49

6.2 Weiterführende Informationen und Geothermieinformationssysteme 51

7 Zusammenfassung und Empfehlungen 52

7.1 Tiefe Geothermie 52

7.2 Oberflächennahe Geothermie 52

8 Literatur 54

9 Anhänge 56

1 Sachgegenstand und Zielsetzung

Besteht ein Wärmebedarf oder die Notwendigkeit des Umstiegs von bestehenden Energiesystemen auf Erneuerbare Energien ist die Grundvoraussetzung für die Installation einer geothermischen Anlage bereits gegeben. Die Geothermie kann dabei einen wichtigen Beitrag zur Dekarbonisierung und Versorgungsicherheit im Bereich der Wärme- und Kälteversorgung leisten.

Der Rohstoff, also die Erdwärme selbst, ist überall verfügbar. Die unterschiedlichen Anwendungsformen, **Tiefe und Oberflächennahe Geothermie** sowie die Wärme- und Kältespeicherung, bedürfen jedoch unterschiedlicher geographischer und vor allem geologischer Voraussetzungen. Eine erste Einschätzung dieser Gegebenheiten stellt die Grundlage für die erfolgreiche Umsetzung von geothermischen Anlagen dar.

Diese Vorstudie hat eine erste großmaßstäbliche Identifizierung des oberflächennahen und tiefen geothermischen Potentials in der Klima- und Energiemodellregion (KEM) Triestingtal zum Ziel. Zusätzlich wird anhand von Beispielen von konkreten Umsetzungen ein Einblick in die Anwendungsmöglichkeiten der Geothermie gegeben.

Zielsetzung der Vorstudie

- Identifizierung von möglichen Potenzialen und Einschränkungen für die Nutzung von Oberflächennaher Geothermie auf dem Niveau einer Vorstudie
- Identifizierung von möglichen Potenzialen und Einschränkungen für die Nutzung von Tiefer Geothermie auf dem Niveau einer Vorstudie
- Zusammenstellung von Nutzungsbeispielen und weiterführenden Informationen

Nicht-Ziele

- Planung und Standortfestlegung
- Beschreibung der technischen Ausführung

Anmerkung der Autorinnen zur Preisen von Oberflächennahen Geothermieanlagen:

Die Preisgestaltung von Oberflächennahen Geothermieanlagen konnte im Zuge dieser Studie nicht berücksichtigt werden. Anfallende Kosten umfassen jedenfalls:

Einmalige Kosten:

- Planung (technisches Gutachten)
  - Brunnenanlagen und Pumpen bei Grundwassernutzungen
  - Bohrarbeiten und Ausbau der Sonden bei Erdwärmesonden
  - Grabungsarbeiten und Verlegung der Rohre bei flachen Kollektoren
- Wärmepumpe

Jährliche Kosten:

- Wartungskosten für die Wärmepumpe
- Strom für den Betrieb der Wärmepumpe
- **Keine Kosten für den Rohstoff – Erdwärme steht frei zur Verfügung an ihrem Grundstück**

2 Geothermie – Definition und Anwendungen

Unter Geothermie (Abbildung 1) versteht man allgemein die technische Nutzung von steter als Wärme gespeicherter Energie (Erdwärme) unterhalb der Oberfläche der festen Erde (Erdkruste) zur Energiegewinnung.

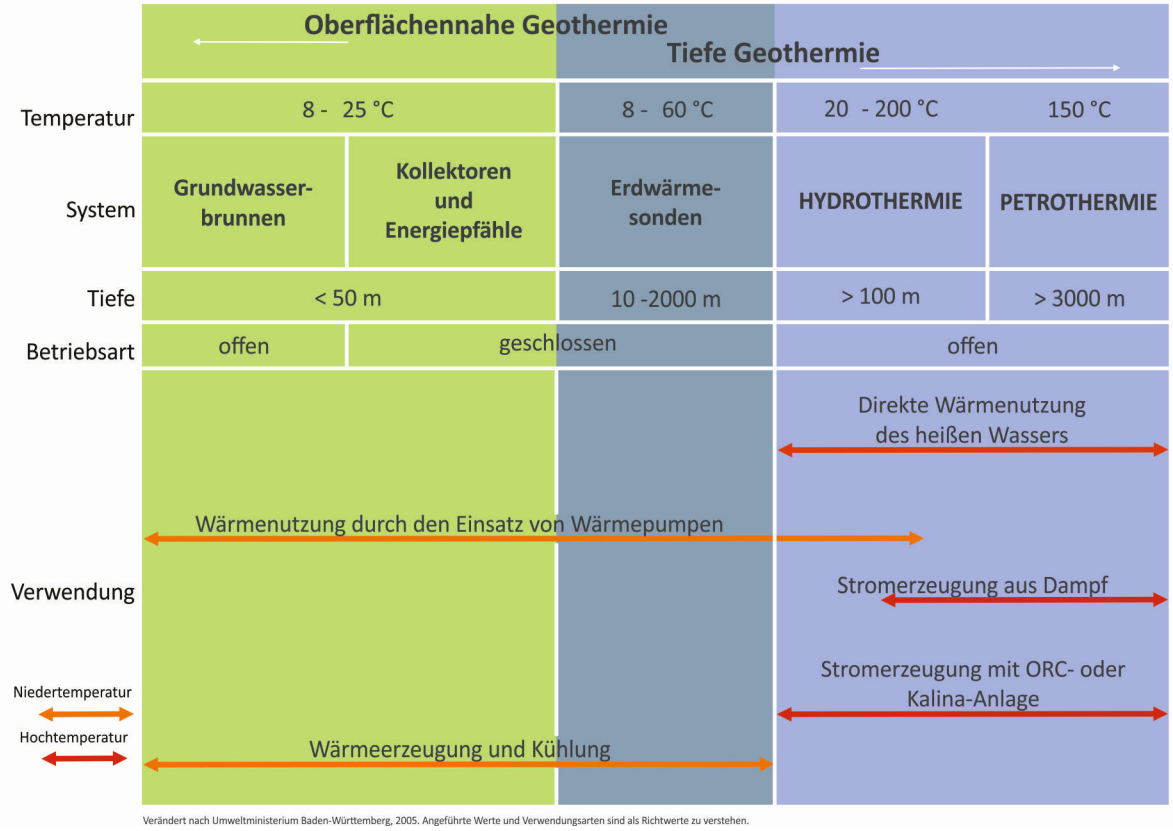


Abbildung 1: Überblick über die unterschiedlichen Systeme der Geothermie zur Nutzung von Erdwärme.

Durch das Temperaturgefälle zwischen Erdoberfläche (durchschnittlich 10 °C) und dem Erdinneren (5000 °C) wird Wärme konstant aus der Tiefe nach Oben transportiert (geothermischer Wärmefluss). Dies macht die Erdwärme bei verantwortungsvollem Umgang zu einer erneuerbaren Energiequelle die im Gegensatz zu anderen erneuerbaren Energien (z.B. Sonne, Windkraft) ganzjährig und ohne Unterbrechung zu Verfügung steht. Voraussetzung dafür ist, die Wärme aus der von äußeren Einflüssen (Sonne, Wind) unbeeinflussten Zone zu gewinnen. In der Regel spricht man hier von einer Tiefe ab 15 Metern in der der Einfluss der jahreszeitlichen Temperaturschwankungen im Erdreich nicht mehr nachvollziehbar ist (Abbildung 2). Streng genommen sind somit Systeme wie Horizontalkollektoren oder Energiepfähle keine klassischen Erdwärmenutzungen, da diese meist in den ersten 15 Metern ab Geländeoberfläche installiert sind. Bei hohen Temperaturen ab 80 °C (Hochtemperaturanwendungen) kann die Wärme direkt zum Heizen genutzt werden oder auch zur Erzeugung von Strom. Niedrigere Temperaturen ab etwa 8 °C können für Niedertemperaturanwendungen, je nach benötigtem Temperaturniveau, entweder direkt genutzt werden oder müssen mithilfe von Wärmepumpen auf die gewünschte Temperatur gebracht werden. Sehr grob kann die Nutzung der Erdwärme auch nach der Tiefe der Gewinnung in der Erdkruste in Oberflächennahe und Tiefe Geothermie eingeteilt werden. Die Oberflächennahe Geothermie ist dabei in der Regel im unteren Niedertemperaturbereich anzusiedeln, die Tiefe Geothermie startet dagegen im mittleren Niedertemperaturbereich.

Generell gilt, um die Energie im Untergrund gewinnen zu können benötigt man ein Trägermittel. Im Fall von offenen Systemen ist dies das vorhandene (Tiefen-)Grundwasser (oder Dampf bei T > 100 °C) oder ein in den Nutzungskreislauf im Untergrund künstlich eingebrachtes Wasser (Petrothermie). Bei geschlossenen Systemen werden Wärmeträgerflüssigkeiten (meist Wasser mit Frostschutzmittel) eingesetzt, die ohne direkten Kontakt zum Untergrund in Leitungen zirkulieren und so die Wärme transportieren.

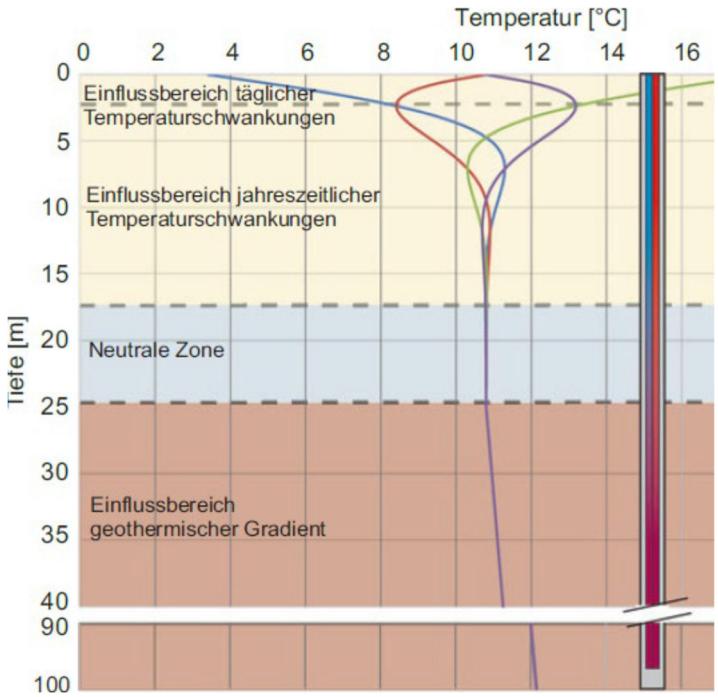


Abbildung 2: Einfluss der Jahreszeiten auf das Temperaturprofil des Erdreichs (Quelle: Kürten, 2014).

2.1 Oberflächennahe Geothermie

In der Oberflächennahen Geothermie wird thermische Energie durch Erdwärmesonden, (Flach-)Kollektoren oder direkt durch die Nutzung von (Grund-)Wasser gewonnen (Abbildung 3). Gemein ist allen Systemen die Nutzung von Wärmepumpen (Abbildung 4), dies kann auch als Hauptmerkmal der Oberflächennahen Geothermie betrachtet werden.

Eine Wärmepumpe ermöglicht dabei die Nutzung der im Untergrund gewonnenen Energie für Heizzwecke durch Erhöhung auf ein nutzbares Niveau. Dabei wird die Erdwärme mit Hilfe von elektrischer Energie durch eine Flüssigkeit (häufig eine Sole oder das genutzte Grundwasser selbst) aus dem Untergrund aufgenommen und mit einem Kältemittel in der Wärmepumpe in Kontakt gebracht. Durch den Temperaturunterschied erwärmt sich das Kältemittel und wird dampfförmig (Gas). Durch einen Verdichter komprimiert dieser Dampf und erwärmt sich noch stärker. Im nächsten Schritt wird dem Dampf über einen Wärmetauscher die Wärme entzogen. Die gewonnene Wärme wird an den Heizkreislauf abgegeben. Das Kältemittel verflüssigt sich wieder und der Kreislauf kann von vorne beginnen. Generell gilt, je höher die Temperatur der Wärmequelle und je niedriger die benötigte Temperatur im Heizkreislauf desto weniger elektrische Energie wird benötigt.

Im Normalfall werden dem Erdreich bzw. dem Grundwasser durch die Wärmegewinnung im Durchschnitt 3 °C an Energie entzogen und für moderne Niedertemperaturheizungen auf rund 35 °C erwärmt.

Der nutzbare Temperaturbereich in der Oberflächennahen Geothermie (≤ 25 °C) bietet dabei nicht nur die Möglichkeit die thermische Energie zur Wärmebereitstellung zu nutzen, sondern auch einen Einsatz zu Bereitstellung von Kälte bzw. eine Nutzung zur Raumkühlung. Dabei wird die Kältebereitstellung mit demselben installierten System durch Umkehr des Wärme- und Kältekreislaufs ermöglicht und benötigt keine zusätzlichen Installationen. Zudem wird durch den Eintrag von Wärme bei der Kältenutzung das Erdreich wieder regeneriert und somit eine Effizienzsteigerung für die kommende Heizperiode erzielt. Des Weiteren können so auch bisher ungenutzte Wärmekontingente, z.B. überschüssige Wärme von Solarkollektoren im Sommer oder industrielle Abwärme, im Sommer gespeichert und im Winter genutzt werden. Bei hohem Wärmebedarf oder bei der Einbindung von Oberflächennahen Geothermie in „kalte“ Nahwärmenetze, sollte die Wärmespeicherung ein fixer Bestandteil der Anlage sein.

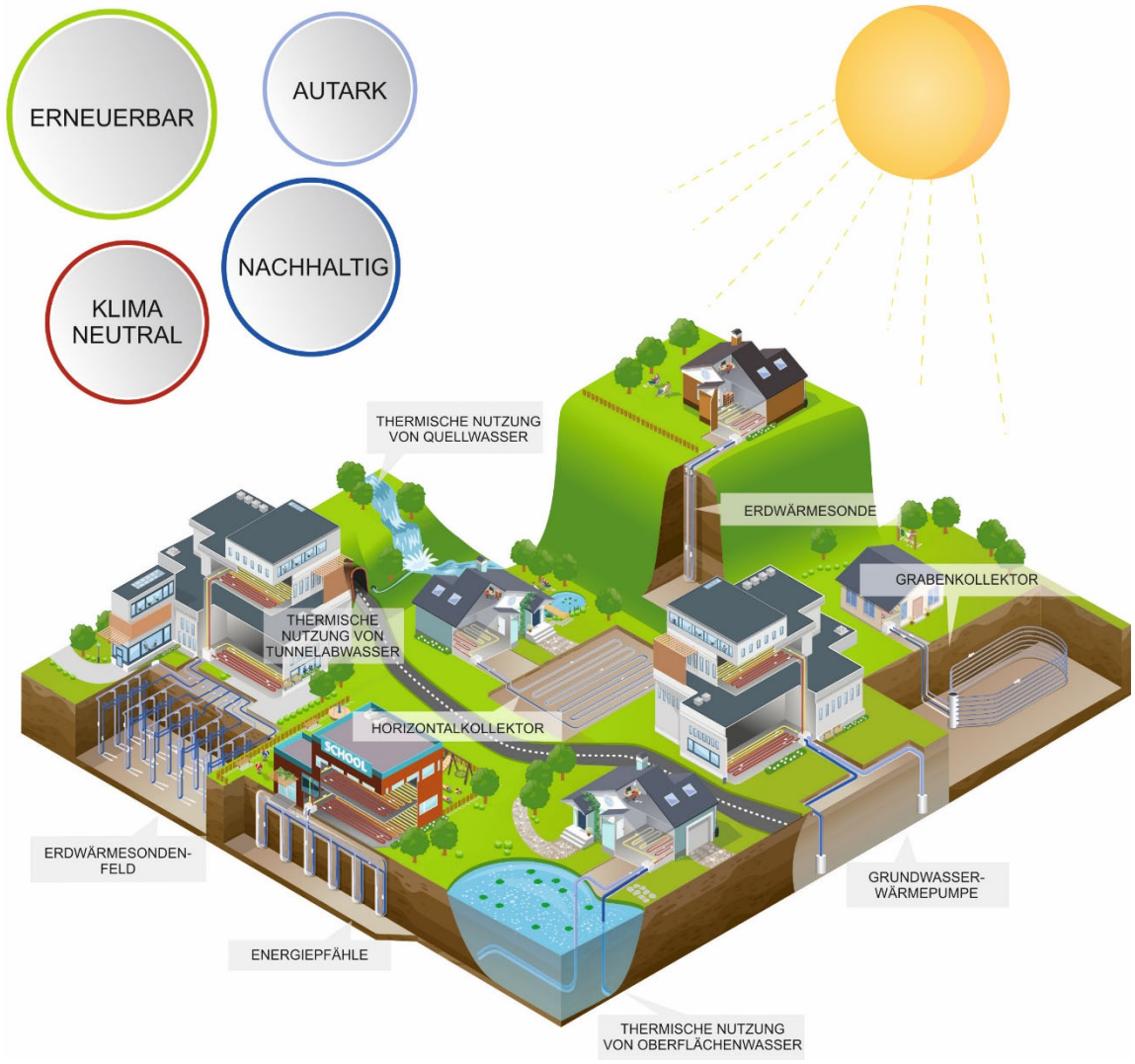


Abbildung 3: Nutzungsmöglichkeiten der Erdwärme im der Oberflächennahen Geothermie (Abbildung verändert nach GRETA – Interreg Alpine Space ERDF).

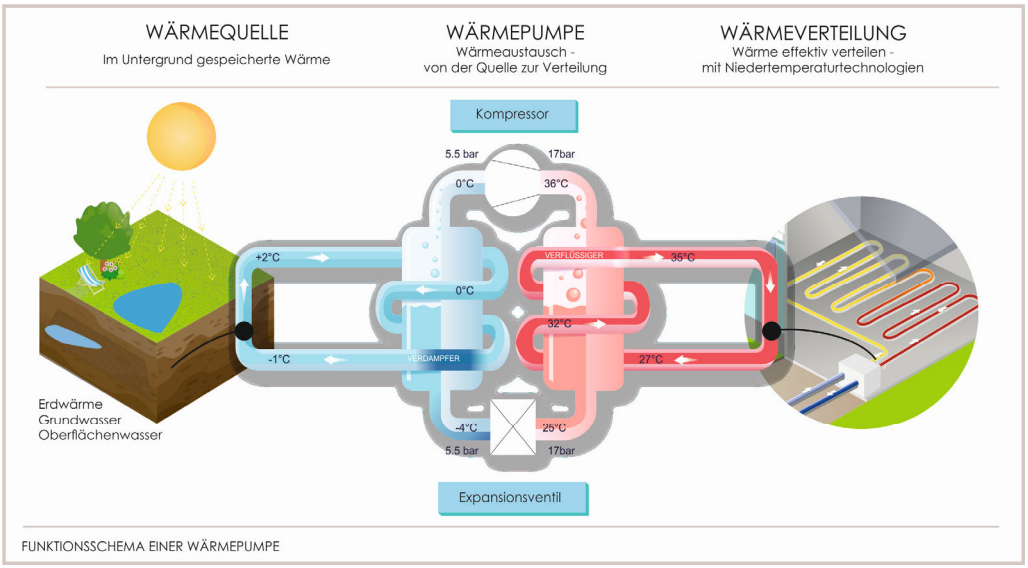


Abbildung 4: Funktionsschema einer Wärmepumpe (Abbildung verändert nach GRETA – Interreg Alpine Space ERDF).

Nachfolgend werden die in Abbildung 3 gezeigten Systeme der Oberflächennahen Geothermie beschreiben.

2.1.1 Erdwärmesonde

Erdwärmesonden können in fast jedem Untergrund an nahezu allen Standorten errichtet werden. Die Wärmegewinnung aus dem Untergrund erfolgt in einem geschlossenen System mit Hilfe von Wärmeträgerflüssigkeiten (Sole). Diese Flüssigkeit zirkuliert in Rohren, die über Bohrungen in den Untergrund eingebracht werden. Durch den konstanten Wärmeentzug wird die Temperatur des umgebenden Erdreichs während des langlebigen Betriebs geringfügig herabgesetzt. Ein Ausgleich erfolgt durch den Wärmefluss im Untergrund, die Effizienz kann aber durch eine ausgleichende Nutzung, das heißt durch einen Wärmeeintrag von Überschusswärme im Sommer, erhöht werden. Der Einflussradius durch den Wärmeentzug kann mit etwa 5 Meter um die Erdwärmesonde angegeben werden und stellt einen Richtwert für Abstände zu umgebenden Erdwärmesonden oder anderen temperatursensiblen Nutzungen im Untergrund in der Planung dar. Die Entzugsleistung, das heißt die gewinnbare Wärme pro Meter Erdwärmesonde, hängt von der Beschaffenheit des Untergrundes ab und muss für jeden Standort ermittelt werden. Vorteil dieser Technologie besteht in der hohen Effizienz der Anlagen und dem geringen Platzbedarf am Grundstück.

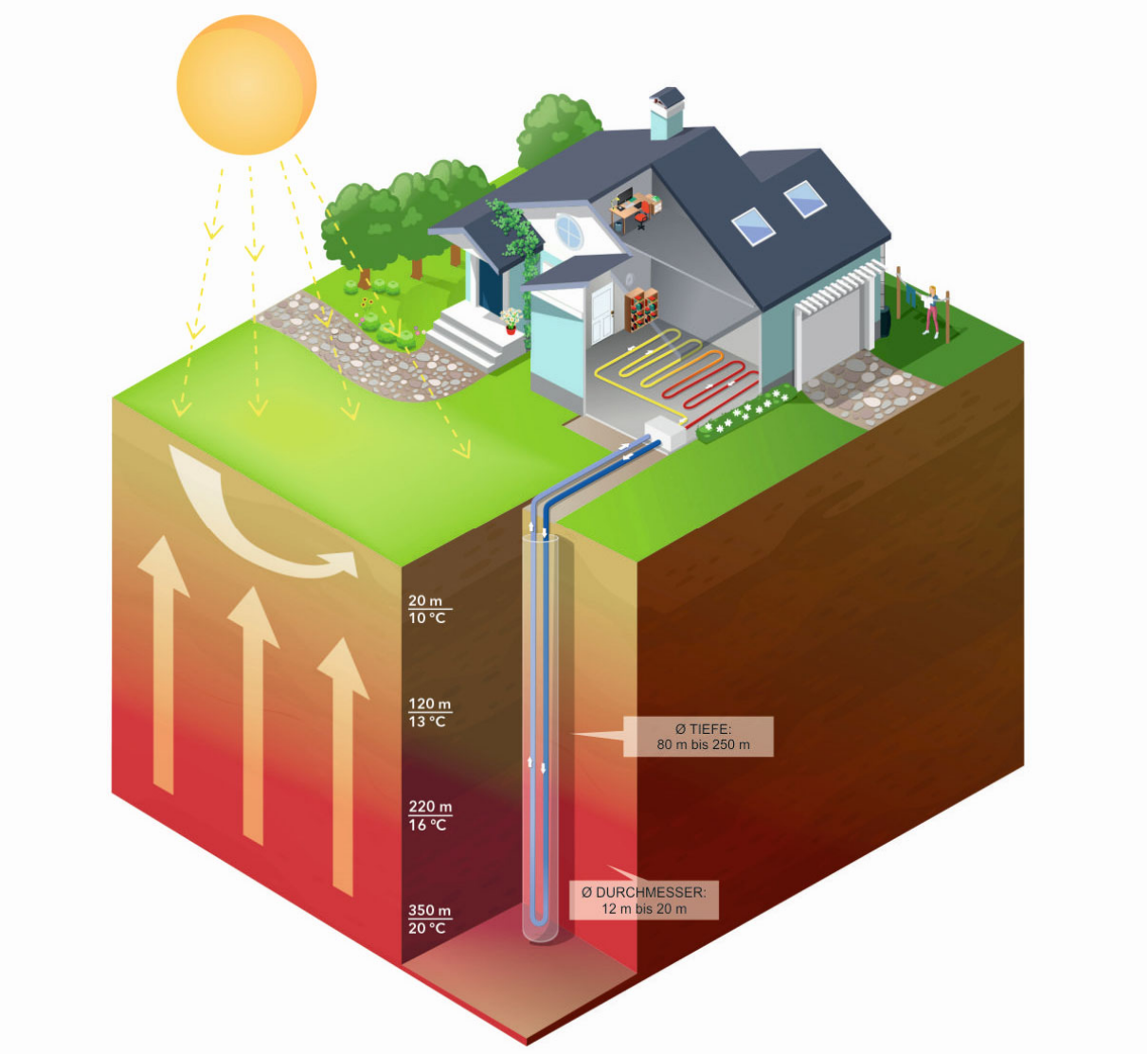


Abbildung 5: Einbettung und Aufbau einer Erdwärmesonde (Abbildung verändert nach GRETA – Interreg Alpine Space ERDF).

Nutzungsbeispiel

Biohotel Crystal, Obergurgl, Tirol

- Seehöhe 1905 m
- Durchschnittliche Außentemperatur: 4 °C
- Durchschnittliche Bodentemperatur: 5 °C
- Wärmebedarf Heizung und Warmwasser rund 460 kW
- Deckung des Wärmebedarfs durch 66 Erdwärmesonden mit je 120 m Länge
- Regeneration der Sonden durch Solarkollektoren im Sommer
- Einsparung CO_2 liegt gegenüber einer Gasheizung bei 80%

Abbildung 6: Biohotel The Crystal in Obergurgl, Tirol (Quelle: GRETA, Interreg Alpine Space, Good practice examples).

2.1.2 Thermische Nutzung von Grundwasser - Grundwasserwärmepumpe

Für diese Art der Nutzung muss Grundwasser in ausreichender Menge vorhanden sein. Dies ist in Talregionen mit Lockersedimenten im Untergrund häufiger der Fall als in steilem, felsigen Gelände.

Ist ausreichend Grundwasser vorhanden, kann generell eine thermische Nutzung installiert werden. Dazu werden im Regelfall zwei Brunnenerrichtet. Über einen Entnahmebrunnen wird das Grundwasser zur Wärmepumpe gefördert. Dort wird es um wenige Grad (im Regelfall 3 °C) abgekühlt und anschließend über einen Versickerungsschacht oder Schluckbrunnen wieder in den Untergrund eingebracht. Das genutzte Grundwasser fließt dabei in einem geschlossenen Kreislauf um Kontakt zu anderen Anlagenteilen, und somit Verunreinigungen, zu vermeiden. In Ausnahmefällen wird lediglich der Entnahmebrunnen errichtet und die Einleitung des genutzten Wassers in Oberflächengewässer genehmigt.

Bedingt durch die Rückgabe von abgekühltem Wasser kommt es im Nahbereich der Rückgabestelle zur Ausbildung einer Kältefahne im Grundwasser (bei Nutzung des Grundwassers für Kühlzwecke wir umgekehrt erwärmtes Grundwasser zurückgegeben). Je nach Leistung der Anlage hat die Kältefahne (oder Wärmefahne) eine unterschiedliche räumliche Ausbreitung und somit einen für jede Anlage individuellen Einflussbereich. Dies kann den Abstand zwischen unterschiedlichen Nutzungen in einem Grundwasserkörper und somit auch deren Anzahl limitieren. Für Grundwassernutzungen empfiehlt sich daher in dicht besiedelten Gebieten ein vorausschauendes Grundwassermanagement.

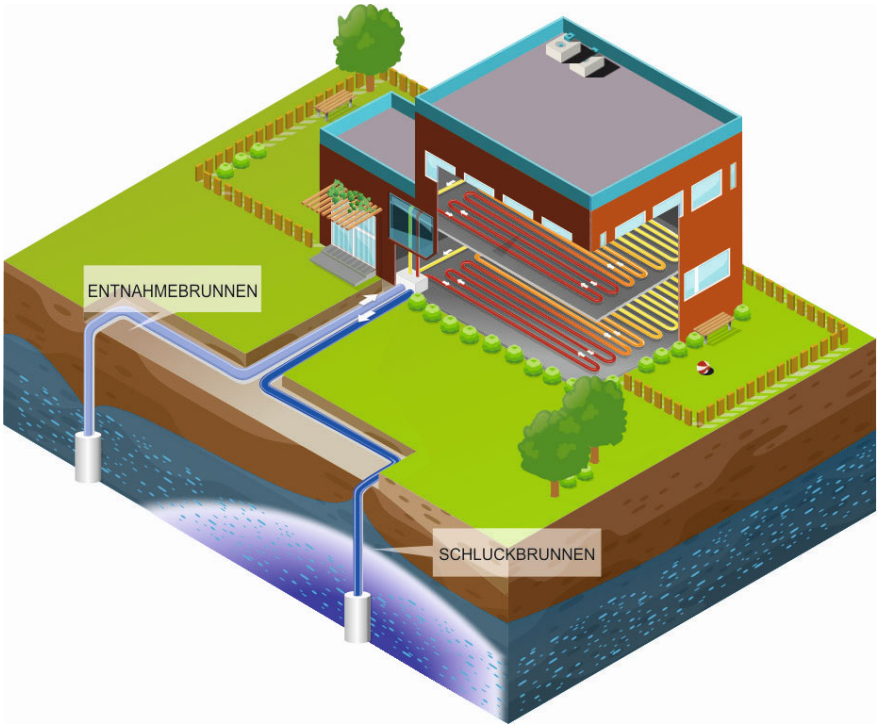


Abbildung 7: Prinzip einer thermischen Grundwassernutzung. Entnahmebrunnen und Schluckbrunnen bzw. Versickerungsbrunnen müssen in ausreichendem Abstand installiert werden um eine Beeinflussung durch die entstehende Kältefahne auszuschließen (Abbildung verändert nach GRETA – Interreg Alpine Space ERDF).

Nutzungsbeispiel

Euroclima, Sillian, Tirol

- Produktionsstelle für Klimaanlagen
- Seehöhe 1083 m
- Durchschnittliche Außentemperatur 7 °C
- Wärmebedarf zur Beheizung (20° bis 15 °C) und Warmwasserversorgung des Bürogebäudes und einer Produktionshalle
- Grundwassertemperatur im Durchschnitt bei 8 °C
- System besteht aus zwei Entnahmebrunnen und einer Einleitung des genutzten Wassers in einen kleinen Bach am Grundstück

Abbildung 8: Die Firma Euroclima in Sillian, Tirol (Quelle: GRETA, Interreg Alpine Space, Good practice examples)

2.1.3 Horizontalkollektor, Grabenkollektor und Energiepfähle

Das Prinzip von Horizontalkollektoren, Grabenkollektoren und Energiepfählen ist ähnlich wie jenes der Erdwärmesonden nur werden diese Systeme in geringeren Tiefen verlegt. Streng genommen wird (siehe auch Kapitel 2) hier keine Erdwärmequelle genutzt da diese Systeme im jahreszeitlich beeinflussten Bereich des Erdreichs liegen und der Wärmeentzug durch solare Energie ausgeglichen wird. Dadurch ergeben sich auch andere Entzugsleistungen als bei Erdwärmesonden. In der Regel sind diese geringer als bei Erdwärmesonden und diese Systeme benötigen somit mehr Laufmeter an Rohren in denen die Wärmeträgerflüssigkeit zirkuliert. Im Falle von klassischen Horizontalkollektoren die in Schleifen im Boden verlegt werden (Tiefe bis zu 3 Meter), erfordert dies eine beträchtliche Grundstücksgröße. Geringfügig platzsparender sind hier Grabenkollektoren und Energiepfähle die bis zu 10 Meter tief im Erdreich eingebunden sind. Voraussetzung für alle Systeme ist das Vorhandensein von Lockersedimenten bis zur maximalen Einbautiefe.

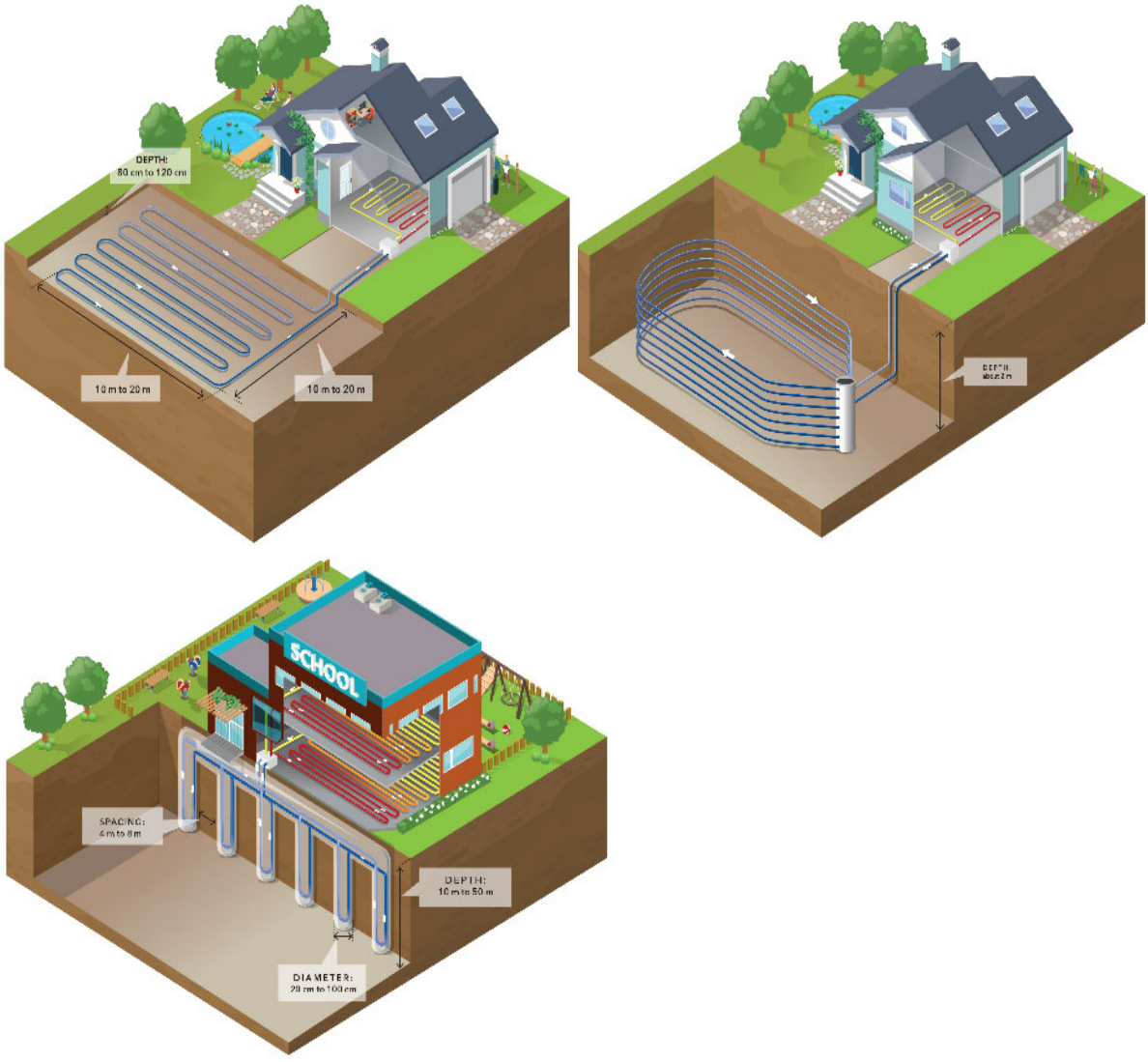


Abbildung 9: Funktionsweise und Einbau von Horizontalkollektoren (links oben), Grabenkollektoren (rechts oben) und Energiepfählen (unten) (Abbildung verändert nach GRETA – Interreg Alpine Space ERDF).

Nutzungsbeispiel

Stiegeralm, Saalbach Hinterglemm, Salzburg

- Berghütte auf 1487 m Seehöhe
- Durchschnittliche Außentemperatur 6 °C
- Wärmebedarf für eine Fläche von rund 180 m²
- Der Wärmebedarf (Raumwärme und Warmwasser) wird durch Horizontalkollektoren auf einer Fläche von 500 m² in einer Installationstiefe von 1,8 m gedeckt

Abbildung 10: Stiegeralm, Saalbach Hinterglemm, Salzburg (Quelle: GRETA, Interreg Alpine Space, Good practice examples).

2.1.4 Weitere Anwendungsmöglichkeiten

Ähnlich wie das Grundwasser können auch Oberflächengewässer für eine thermische Nutzung herangezogen werden. Beispiele sind hier die thermische Nutzung von Seewasser (siehe Abbildung 11), Tunnelabwasser oder Quellwasser. Die Erschließung dieser Wässer ist eine sehr kostengünstige Variante der Nutzung von Umgebungswärme, da es keine speziellen Bauten wie Brunnen oder Bohrungen für die Gewinnung braucht. Die Voraussetzungen für eine Nutzung sind sehr standortspezifisch und demnach noch nicht sehr etabliert.

Abbildung 11: Beispiel für eine Nutzung von Oberflächengewässern für die thermische Nutzung (Abbildung verändert nach GRETA – Interreg Alpine Space ERDF).

2.2 Tiefe Geothermie

2.2.1 Nutzung von tiefen Grundwasservorkommen (Hydrothermale Geothermie)

Die Hydrothermale Geothermie ist die Nutzung von im Untergrund vorkommenden Wässern mit Temperaturen ab etwa 40 °C, also die Nutzung von Thermalwasserkörpern, zur Energiegewinnung. Bei der Nutzung von Thermalwasserkörpern wird zwischen Systemen mit niedriger Enthalpie und hoher Enthalpie unterschieden. Bei Niederenthalpie-Systemen (bis 120 °C) wird das vorhandene heiße Wasser vorwiegend zur Speisung von Wärmenetzen oder für Heil- und Badezwecke genutzt. Eine Verstromung kann nur mittels zusätzlicher Technologien zur Anhebung des Temperaturniveaus erfolgen. Eine Stromerzeugung aus hydrothermalen Quellen ist so bereits ab einer Wassertemperatur von 80 °C möglich. Dazu wird die Wärme in einem Sekundärkreislauf über ein Arbeitsmittel in Strom umgewandelt. Die gängigen Verfahren sind das Kalina Verfahren oder der Organic Rankine Cycle Prozess (Abbildung 12). Im Gegensatz dazu liegen bei Hochenthalpie-Systemen (ab 120 °C) die Wässer als Dampf- oder Zweiphasensysteme vor. Hier kann die Erzeugung von Strom ohne zusätzliche Technologien erfolgen.

Die Gewinnung der Thermalwässer erfolgt in allen Fällen über eine Förderbohrung wo das Wasser entweder mithilfe von Pumpen an die Oberfläche gebracht wird oder es von selbst zutage steigt. Die Wärmeenergie wird über einen Wärmetauscher direkt in den Heizkreislauf übertragen, in seltenen Fällen werden zusätzlich Wärmepumpen zur Erhöhung der Betriebstemperatur eingesetzt. Im Falle von Stromerzeugung wird das Wasser zuerst in eine Verstromungsanlage geleitet. Durch jeden Prozess kommt es zur Abkühlung des Wassers. Dieses wird am Ende der Nutzung über eine Injektionsbohrung wieder in den Thermalwasserkörper eingeleitet, um den Mengenhaushalt und die Druckverhältnisse im Untergrund zu erhalten (Abbildung 13). Die Rücklauftemperatur des genutzten Wassers hängt vom Wärmebedarf ab. Gängige Rücklauftemperaturen liegen bei 25 – 40 °C. Es gilt, je höher die Spreizung zwischen der geförderten und der rückgeleiteten Temperatur, desto mehr Wärmeenergie kann gewonnen werden.

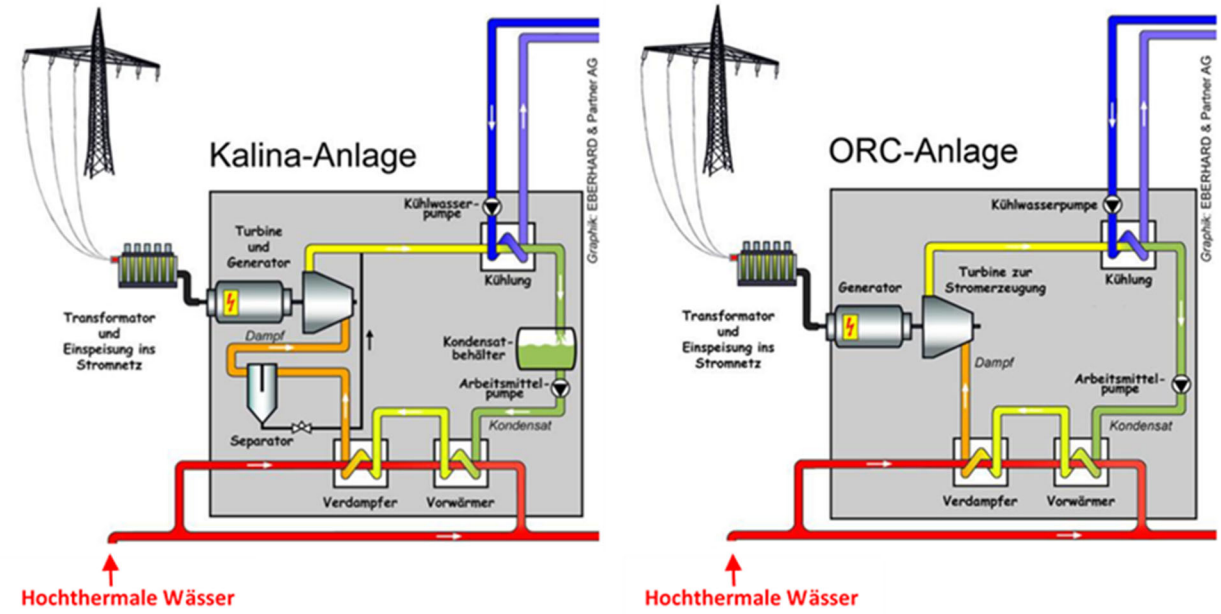


Abbildung 12: Prinzipschemata von tiefen geothermischen Stromgewinnungsanlagen über ein Arbeitsmittel. Links: Kalina Anlage. Rechts: ORC Anlage.

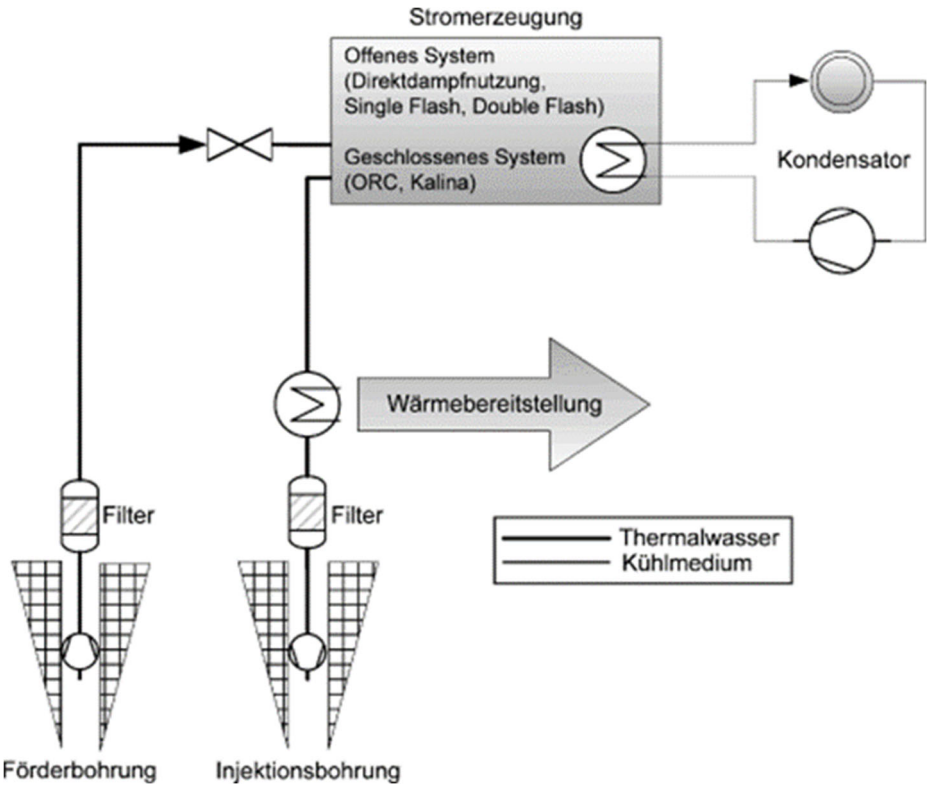


Abbildung 13: Schema Wärme- und Stromgewinnung der Hydrothermalen Geothermie (Janczik, 2013).

Voraussetzungen für eine hydrothermale Energiegewinnung sind (Bayerischer Geothermieatlas, 2018):

- das Thermalwasser muss eine für die geplante Nutzung ausreichend hohe Temperatur besitzen - Allgemein formulierte Temperaturbereiche liegen dabei bei ≥ 40 °C für Nahwärme, über 80 °C für Fernwärme und Temperaturen ab 120 °C für Stromerzeugung
- die chemische Zusammensetzung, der Gasgehalt und die Mikrobiologie des Wassers müssen für die geplante Nutzung geeignet sein bzw. technisch kontrollierbar sein
- der Aquifer muss ein ausreichend großes Reservoir darstellen (ausreichende vertikale und horizontale Ausbreitung)
- der Aquifer muss eine ausreichende Ergiebigkeit besitzen (ausreichend hohe hydraulische Leitfähigkeit - Permeabilität)

Geothermische Dublette

Das Kreislaufsystem aus Förder- und Injektionsbohrung wird als „Hydrothermale“ oder „Geothermische“ Dublette bezeichnet. Dem aus der Förderbohrung zu Tage gefördertem Wasser wird ein Großteil seiner gespeicherten Wärme entzogen um es anschließend abgekühlt über die Reinjektionsbohrung wieder in den Untergrund zurückzuleiten. Dieses reinjizierte Wasser wird durch die im Gestein gespeicherte Wärme langsam wieder aufgewärmt, breitet sich im Aquifer schrittweise in Richtung der Förderbohrung aus und kann so irgendwann aufgewärmt wieder zu Tage gefördert werden.

Dies kann, je nach Beschaffenheit des Thermalwasserkörpers sowie der Menge und Temperatur an gefördertem- und reinjiziertem Wasser, im Laufe der Zeit auch zu Temperaturverlusten im zu Tage geförderten Wasser führen. Da der Betrieb jeder Anlage jedoch auf einen bestimmten minimalen Temperaturgrenzwert in der Förderbohrung angewiesen ist, endet die Laufzeit einer Dublette mit Erreichen dieses Grenzwertes, also mit der zu starken Abkühlung des Thermalwasserkörpers. Aussagen über die Nutzungsdauer variieren je nach Ausbau der Anlage und der allgemeinen Nutzung des Thermalwasserkörpers. In Larderello, Italien, wird die geothermische Energie bereits seit 1913 für die Stromerzeugung ausgeschöpft (Stober & Buchner, 2014). Allgemein wird die durchschnittliche Nutzungsdauer einer hydrothermalen Nutzung mit 50 Jahren angenommen. Um eine wirtschaftliche Nutzungsdauer

einzuhalten, und auch um einen thermischen Kurzschluss (d.h. Förderung von bereits abgekühltem Wasser) während des Betriebs zu vermeiden, muss der Abstand zwischen Förder- und Injektionsbohrung an die thermischen und hydraulischen Eigenschaften des Thermalwasserkörpers und an die Förderrate angepasst werden. Im Normalfall sind die thermischen und hydraulischen Eigenschaften des Thermalwasserkörpers jedoch erst nach Abteufen der ersten Bohrung genau bekannt. Die Auslegung der Bohrungen und somit der Anlage wird deswegen mit Modellierungen fortlaufend über die Bauzeit angepasst.

Kaskadennutzung

Je nach Temperatur des Thermalwassers kann dieses direkt über Wärmetauscher für den Heizkreislauf genutzt werden oder es werden zusätzlich Wärmepumpen eingesetzt. Mit Hilfe dieser kann unter Zufuhr von technischer Arbeit, meist Strom, die Temperatur auf das gewünschte Niveau angehoben werden. Dies bietet sich in der Tiefen Geothermie vor allem für eine Wärmegewinnung im Rücklauf des Thermalwassers am Ende einer direkten Nutzung an und kann somit die Ausbeute an Wärmeenergie erhöhen.

Eine sinnvolle Nutzung von Thermalwasser, auch im Hinblick auf die Investitionskosten, sollte die optimale Ausnützung des Potentials unter durchgehend hohen Volllaststunden vorsehen. Sollte eine einzelne Nutzung nur geringe Volllaststunden erreichen so stellt eine Mehrfachnutzung oder Kaskadennutzung des geförderten Thermalwassers eine Möglichkeit zur Ausweitung dar. Bei der Kaskadennutzung wird der Heizkreislauf je nach Temperaturangebot um zusätzliche Nutzungen erweitert. Gewöhnlich kommt es bei jeder Stufe der Verwendung zu einer Temperaturabsenkung des Thermalwassers. Je nach Wärmeinhalt des geförderten Wassers können so mehrere Nutzungen mit unterschiedlichen Temperaturanforderungen hintereinandergeschaltet werden. Die Nutzung mit dem höchsten Temperaturbedarf wird dabei als erstes bedient. Eine solche Nutzung setzt naturgemäß den Bedarf voraus, daher braucht es entweder Gebiete mit möglichst breit gefächerter Landnutzung – von Wohnraum über Landwirtschaft bis hin zur Industrie oder Anwendungen verschieden hoher Temperaturanforderungen innerhalb eines Betriebes, oder die geplante Ansiedlung von Abnehmern im Nutzungsgebiet. Durch eine Kaskadennutzung kann also der Wärmebedarf verschiedener Nutzungen bedient werden, folglich die Volllaststundenanzahl der Anlage erhöht und somit die Effizienz und die Wirtschaftlichkeit einer Geothermieanlage erheblich gesteigert werden.

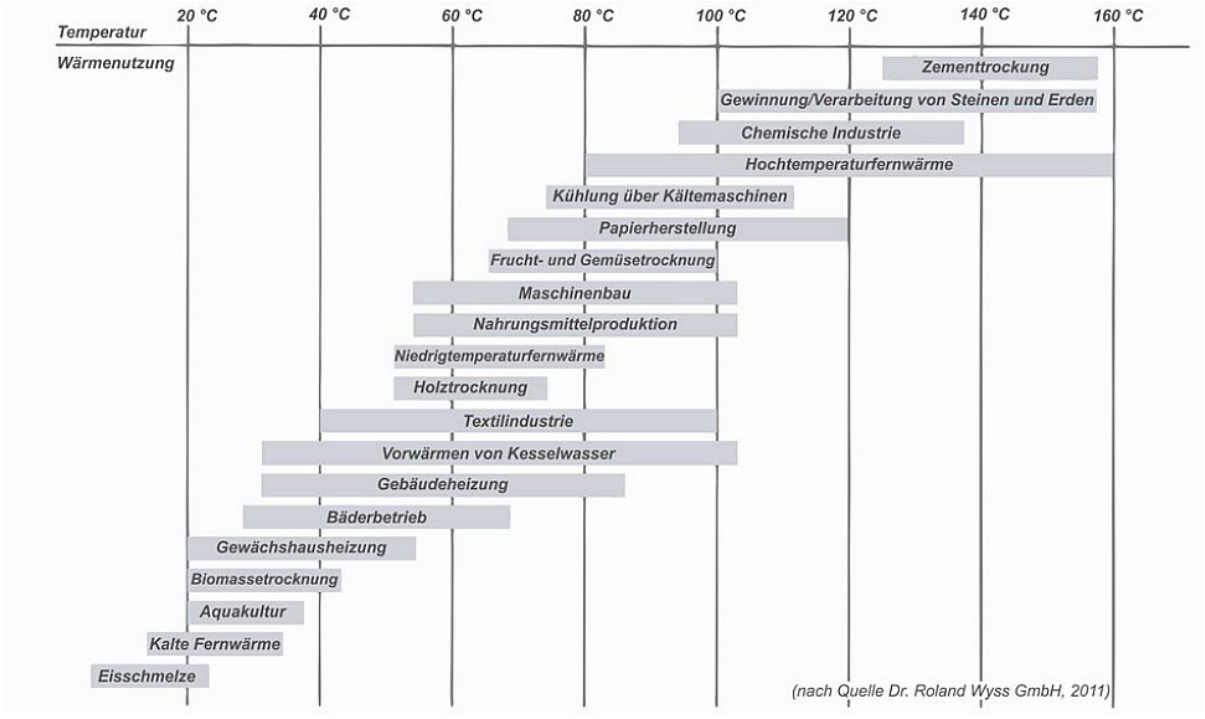


Abbildung 14: Temperaturbedarf verschiedener Wärmenutzungen im Vergleich. Mehrere dieser Wärmenutzungen können in einem kaskadischen Betrieb einer Wärmeversorgung aus Hydrothermaler Geothermie hintereinandergeschaltet werden.

2.2.2 Petrogeothermie

Unter Petrothermaler Geothermie versteht man die Gewinnung der geothermischen Energie aus dem tieferen Untergrund unabhängig von Wasser führenden Horizonten durch die Nutzung der im heißen, gering durchlässigen Gestein gespeicherte Energie. Zielhorizont ist dabei meist das kristalline Grundgebirge in Tiefen von mehr als 3.000 m mit Zieltemperaturen von über 150 °C. Kristalline Gesteine besitzen in der oberen Erdkruste häufig ein gewisses Ausmaß an natürlichen Klüften, die als Basis für eine Wasserzirkulation dienen können. Je nach bestehender Durchlässigkeit wird dieses vorhandene Kluftsystem entweder noch durch hydraulische Stimulation geweitet oder durch Aufbrechen erweitert. In dem so entstandenen Wärmetauscher wird anschließend künstlich eingebrachtes Wasser über Injektions- und Förderbohrungen, ähnlich wie bei der Hydrothermalen Geothermie, für die Energiegewinnung zirkuliert. Die Begriffe Hot Dry Rock, Deep Heat Mining, Hot Wet Rock, Hot Fractured Rock, Enhanced Geothermal System oder Stimulated Geothermal System werden synonym für die Petrothermale Geothermie verwendet.

2.2.3 Eavor-Loop

Die Eavor Loop Technologie kann von der Tiefe und Temperaturabgrenzung zu der Petrothermalen Geothermie gezählt werden, nutzt aber im Gegensatz zu dem oben beschriebenen System einen geschlossenen Kreislauf der nicht in direktem Kontakt mit dem Grundgebirge steht. Ein erdverlegtes Rohrsystem, aus der Verbindung zweier mehrere Kilometer tiefer vertikaler Bohrlöcher mit vielen mehrere Kilometer langen horizontalen multilateralen Bohrlöchern (Abbildung 15), fungiert als Heizkörper oder Wärmetauscher. Die Bohrlöcher werden abgedichtet und mit einem umweltfreundlichen Arbeitsfluid gefüllt. Dieses Arbeitsfluid zirkuliert auf natürliche Weise, ohne dass eine externe Pumpe erforderlich ist (Thermosiphoneffekt).

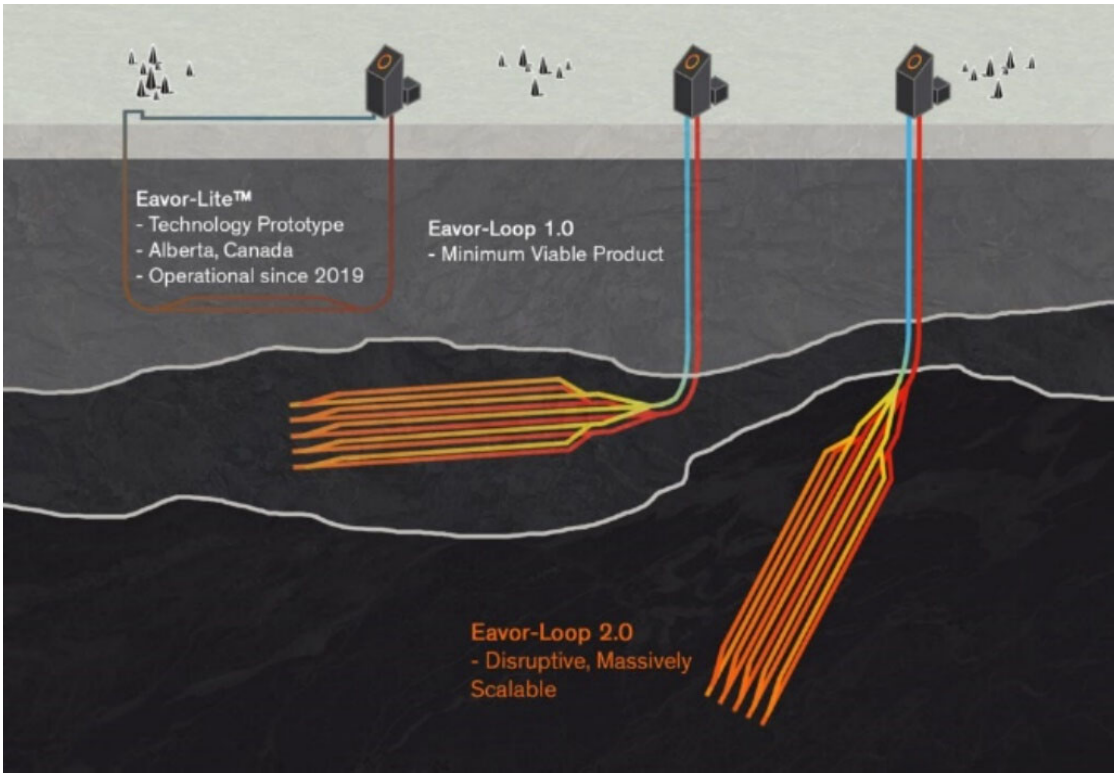


Abbildung 15: Graphische Darstellung der Eavor Loop Technologie (Quelle: https://www.eavor.com/technology/).

3 Projektgebiet und Ausarbeitung des geothermischen Potentials

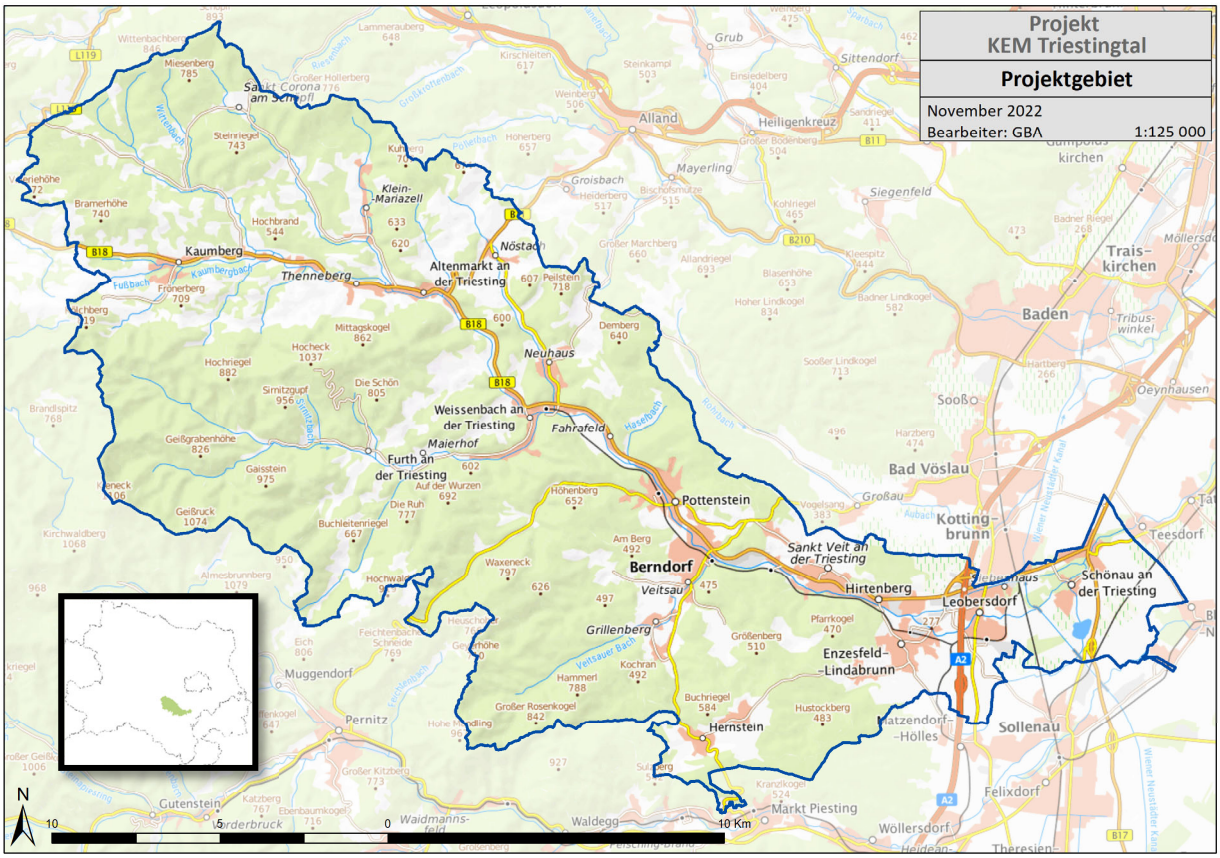


Abbildung 16: Projektgebiet KEM Triestingtal.

Das Projektgebiet KEM Triestingtal liegt südlich von Wien im Bezirk Baden, Niederösterreich (siehe Abbildung 16). Es umfasst die Gemeinden Kaumberg, Altenmarkt an der Triesting, Furth an der Triesting, Weissenbach an der Triesting, Pottenstein, Berndorf, Hernstein, Hirtenberg, Enzesfeld-Lindabrunn, Leobersdorf, Schönau an der Triesting und Günselsdorf.

Basierend auf den Gemeindegrenzen im Projektgebiet wird nachfolgend die vorliegende Geologie erläutert und davon das geothermische Potential abgeleitet. Die Ressourcenbewertung basiert auf an der GeoSphere Austria vorhandenen Daten und auf öffentlich zugänglichen Daten.

3.1 Geologischer Überblick

Anhand von geologischen Karten und Profilschnitten wird im Rahmen dieses Kapitels die KEM Triestingtal beschrieben. Dargestellt wird die Geologie im Allgemeinen. Die Hydrogeologie sowie die geothermische Situation werden in den Unterkapiteln zur Oberflächennahen und Tiefen Geothermie dargestellt.

Die KEM Triestingtal erstreckt sich aus geologischer Sicht (siehe Abbildung 17 und Abbildung 18) vom Rande des Wiener Beckens im Süden (Leobersdorf bis Berndorf) über in die Nördlichen Kalkalpen mit Hauptdolomit der Göller-, Ötscher-, Reiser- und Frankenfelser Decke (Berndorf bis Thenneberg) bis in die Flyschzone mit der Laaber Decke (St. Corona). Vorliegende Gesteine sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Tabelle 1: Zu erwartende Gesteine im Projektgebiet

Geologische Einteilung	Gesteine
Wiener Becken	Sedimentgesteine (vorwiegend Sand-, Tonsteine)
Wettersteindolomit und –kalk; Hauptdolomit (Höhere Kalkalpendecken/ Schneeberg-decke/Göller Decke/Unterberg Decke)	Karbonatgesteine, vorwiegend Dolomite und Kalke
Dachsteinkalk (Göller Decke)	Vorwiegend feinkörnige Karbonatgesteine
Flysch	Feinkörnige Sedimentgesteine (vorwiegend Sandsteine, Tonsteine, Mergel)

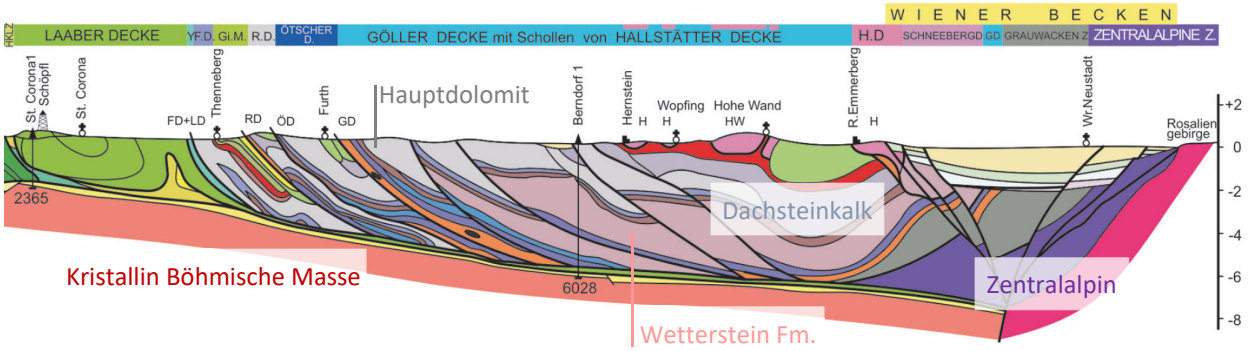


Abbildung 17: Geologischer Profilschnitt durch die KEM Triestingtal; verändert aus Wessely et al. (2006). Lage des Profils siehe Abbildung 18

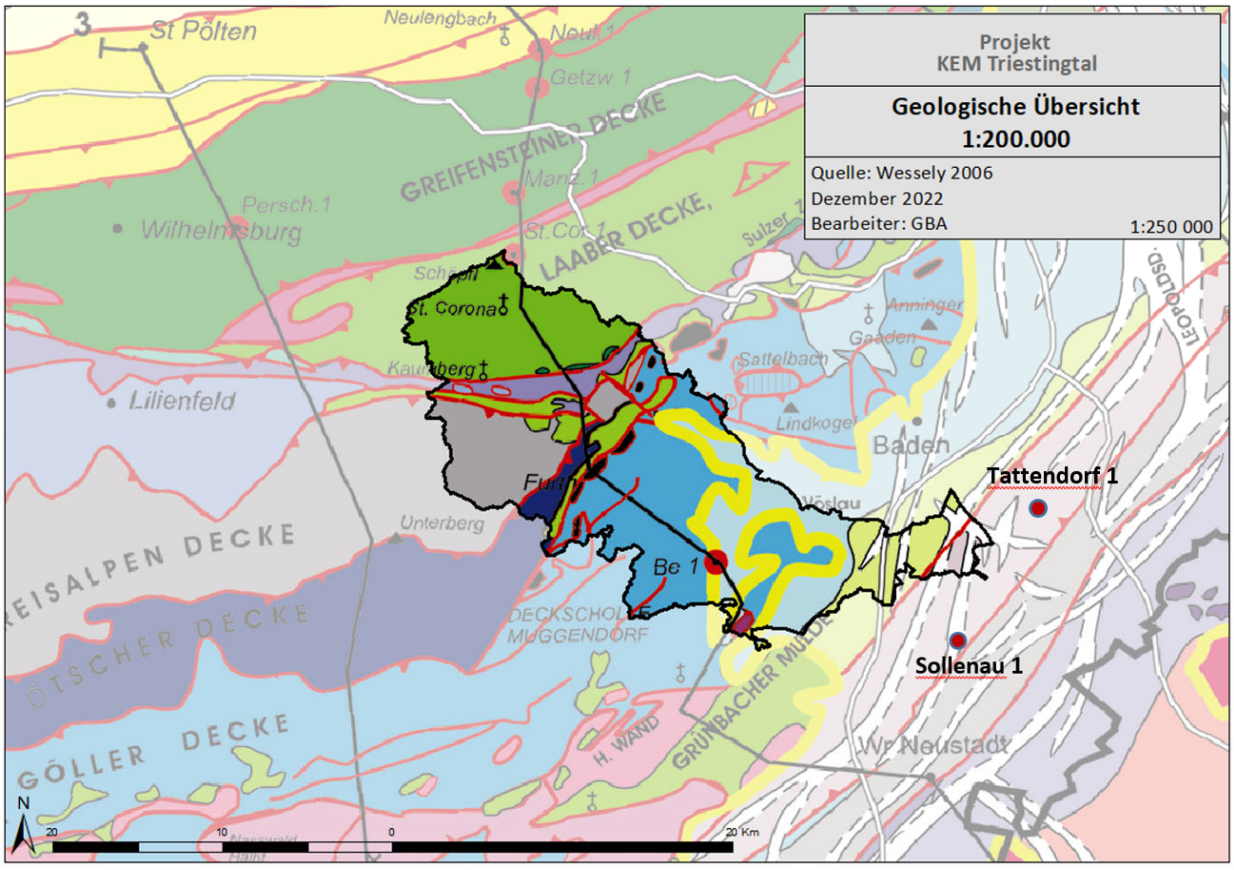


Abbildung 18: Geologischer Überblick über die KEM Triestingtal (schwarz umrahmter Bereich) mit der Lage des Profilschnittes (als schwarze Linie) aus Abbildung 17, verändert aus Wessely et al. (2006). Die Karte zeigt die vom Quartär und Neogen abgedeckte geologische Karte im Maßstab 1:200.000. Farblich hervorgehoben ist die KEM Triestingtal. Die Bohrungen Tattendorf, Sollenau und Berndorf sind als rote Punkte dargestellt.

4 Tiefe Geothermie in der KEM Triestingtal

4.1 Hydrogeologische und geothermische Situation

In der KEM Triestingtal gibt es aktuell keine Thermalwassernutzungen, weder zu balneologischen- noch zu geothermischen Zwecken. Praktisch benachbart liegen im Wiener Becken mehrere balneologische Nutzungen, nämlich Bad Fischau, Bad Vöslau, Baden und Oberlaa (siehe Abbildung 19). Diese sind in der Arbeit von Elster et al. (2018) im Detail erläutert.

Die Wässer von Oberlaa und Baden sind warme Schwefelwässer (~35 °C) und unterscheiden sich wesentlich von jenen relativ kalten und schwefelfreien Wässern in Bad Vöslau und Bad Fischau (~22 °C). Daher muss angenommen werden, dass die Zirkulationssysteme dieser beiden Gruppen unterschiedliche Fließwege einnehmen (siehe Abbildung 19 und Abbildung 20). Dabei liegt nahe, dass die Schwefelwässer einem nördlicheren, tiefer greifenden System angehören (höhere Aufstiegstemperaturen), welches durch Berührung mit Evaporiten Schwefelverbindungen aufnimmt, während die Wässer von Bad Vöslau und Bad Fischau einem südlicheren und seichteren System angehören. Ersteres System wäre an die Göller Decke gebunden, während Letzteres mit Wässern aus einer höheren Kalkalpendecke in Zusammenhang zu bringen wäre. Für die Belieferung des Vöslauer Vorkommens könnte die Schneebergdecke verantwortlich sein, aus der auch in der nahen Bohrung Tattendorf 1 Heißwasser ohne nennenswertem Gehalt an Schwefelverbindungen getestet wurde. (G. Wessely et al., 2006)

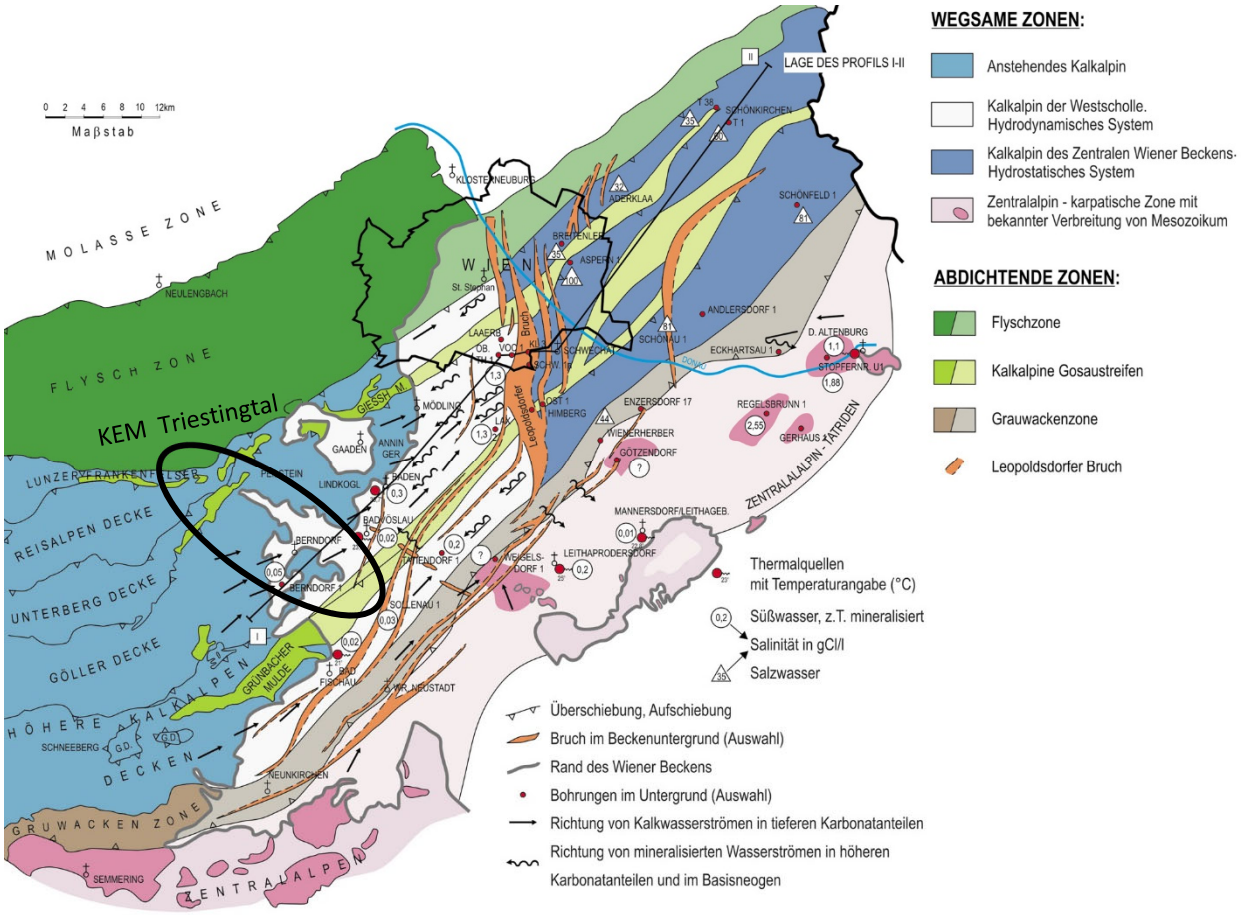


Abbildung 19: Übersicht zur Geologie des Untergrundes des südlichen Wiener Beckens und der Thermalwasserzirkulation, leicht verändert nach Wessely (2006). Die neogene Sedimentfüllung des südlichen Wiener Beckens wird durch die weiße Farbe gekennzeichnet. Pfeile symbolisieren das Anströmen der kälteren kalkalpinen Wässer, gewellte Pfeile das aufsteigende Warmwasser.

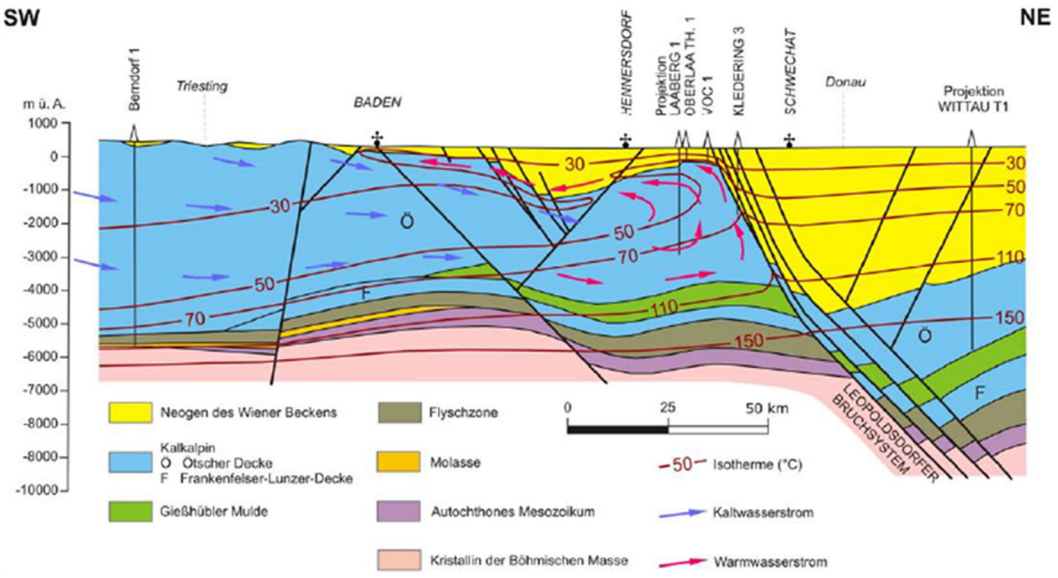


Abbildung 20: Hydrodynamisches System erläutert in Form eines Profilschnittes durch das südliche Wiener Becken von Berndorf Richtung Nordosten (Oberlaa). (Godfrid Wessely, 1983). Blaue Pfeile zeigen den Weg der in die Kalkalpendecken infiltrierenden Wässer, welche Richtung Nordosten fließen und am Leopoldsdorfer Bruch, bei Oberlaa, aufsteigen und zum Teil wieder retour Richtung Südwesten fließen (Pinke Pfeile) und in Baden zu Tage treten.

4.2 Nutzungsmöglichkeit Hydrothermale Geothermie - Voraussetzungen und Bedingungen vor Ort

Kriterien für die Nutzung hydrothermaler Geothermie sind im Wesentlichen das **Vorhandensein gut durchlässiger, wassergesättigter Gesteine (I)** und das **Erreichen der gewünschten Temperaturen (II)**.

I) Vorhandensein gut durchlässiger, wassergesättigter Gesteine
Generell findet man in der Region gut durchlässige Gesteine im Untergrund (siehe auch Tabelle 2).

Laut geologischer Karte (Abbildung 18) liegen im südlichsten Teil der KEM die hier bis zu 1500 m mächtigen, teils gut durchlässigen Sedimente des Wiener Beckens, darunter folgen ebenfalls Großteils gut durchlässige Karbonatgesteine („Wettersteindolomit“) der Schneebergdecke. Diese wurden von der knapp außerhalb des Projektgebietes liegenden Bohrung Sollenau 1 in einer Tiefe von 2.400 m, in der Bohrung Tattendorf 1 in 1.400 m Tiefe erbohrt (Lage der Bohrungen siehe Abbildung 18).

Richtung Nordwesten stehen Hauptdolomit (gut durchlässig) und Dachsteinkalk (nicht gut durchlässig) der Göller Decke an. Unterhalb dieser liegt wieder Wettersteindolomit (siehe Abbildung 17), der in der Bohrung Berndorf 1 in einer Tiefe von 1.700 m angetroffen wurde.

Weiter Richtung Nordwesten stehen die Ötscher-, die Reisalpen- und Frankenfels-Lunzer Decke an. Diese führen über weite Strecken wieder Hauptdolomit.

Der nördlichste Teil des Projektgebietes liegt in der Flyschzone. Hier herrschen dichtere, feinkörnige Sedimente wie Sandsteine, Tonsteine und Mergel vor.

II) Erreichen der gewünschten Temperaturen

Entsprechend dem in Österreich durchschnittlichen geothermischen Gradienten geht man von einem Temperaturanstieg mit zunehmender Tiefe von etwa 30 °C pro km aus (z.B. die Bohrung Tattendorf 1). Für eine 3 km tiefe Bohrung würde man demnach Gesteins/Wassertemperaturen von etwa 100 °C (angenommene Oberflächentemperatur 10 °C) erwarten. Lokal können die Gradienten von diesem Durchschnittswert stark abweichen, im Oberrheingraben z.B. können es auch 50 °C/km sein, in ausländischen Vulkangebieten ist nach oben kaum eine Grenze gesetzt. Diese Abweichung geht auch in die andere Richtung, er kann auch wesentlich kleiner sein, wie es z.B. in der Bohrung Berndorf 1 (liegt im Projektgebiet) und Sollenau 1 der Fall ist.

Die Bohrung Berndorf 1 hat eine Endtiefe von 6.030 m, die maximal gemessenen Temperaturen in dieser Tiefe lagen jedoch nur bei etwa 100 °C (siehe Abbildung 21). Mit dem durchschnittlichen geothermischen Gradienten sollten es etwa 190 °C sein.

Die Bohrung Sollenau 1 hat eine Endtiefe von 2.500 m, die maximal gemessenen Temperaturen in dieser Tiefe lagen nur bei etwa 35 °C (siehe Abbildung 21), statt etwa 85 °C mit dem durchschnittlichen geothermischen Gradienten.

Die Bohrung Tattendorf 1 (Abbildung 21) hat eine Endtiefe von 2.475 m und erreicht mit etwas über 80 °C jene mit dem durchschnittlichen geothermischen Gradienten berechnete, erwartbare Temperatur von 30 °C/km.

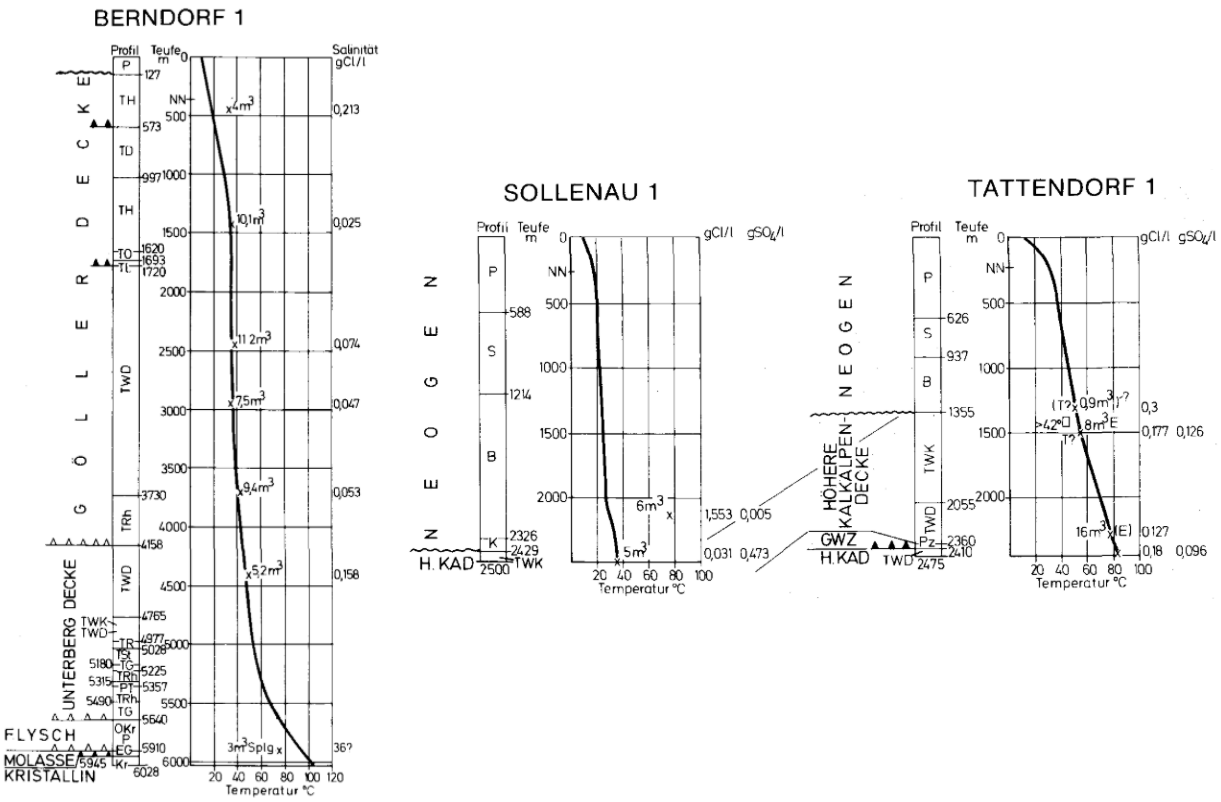


Abbildung 21: Bohr- und Temperaturprofil der Bohrungen Berndorf 1, Sollenau 1 und Tattendorf 1 der OMV (Godfrid Wessely, 1983). Tests, die Zufluss von Wasser ergaben, sind mit einem „x" und der m³ Anzahl angegeben. TH: Hauptdolomit, TD: Dachsteinschichten, TWD: Wettersteindolomit, TWK: Wettersteinkalk.

4.3 Zusammenfassung

Wie bereits in Kapitel 4.2 besprochen, sind die Kriterien für die Nutzung Hydrothermaler Geothermie im Wesentlichen das Vorhandensein gut durchlässiger, wassergesättigter Gesteine und das Erreichen der gewünschten Temperaturen.

Eines der wichtigen Kriterien, das Vorliegen gut durchlässiger, wassergesättigter Gesteine ist im Projektgebiet erfüllt. Im Untergrund befinden sich mehrere tausend Meter mächtige, wassergesättigte Karbonatgesteine (siehe Tabelle 2). Im Projektgebiet selbst liegt eine Tiefbohrung, die 1979 von der OMV abgeteufte Berndorf 1. Diese hat bis in eine Tiefe von etwa 6000 m deutlich unterkühlte Wässer angetroffen. Die knapp außerhalb der Region gelegene Bohrung Sollenau 1 zeigte, verglichen mit derselben Teufe, etwas höhere Temperaturen an, jedoch immer noch deutlich unterkühlte Wässer. Erst die Bohrung Tattendorf 1, die weiter Richtung Nordosten liegt, traf Wässer mit normalen, dem Ø Geothermischen Gradienten von 30 °C/km entsprechenden, Temperaturen an (siehe Abbildungsserie Abbildung 21).

Tabelle 2: Eignung der in der Region vorkommenden geologischen Einheiten und Gesteinspakete für eine Nutzung von tiefer hydrothermaler Geothermie.

Geologische Einteilung	Gesteinsbezeichnung	Hydraulisch gut durchlässig?	Nutzung für tiefe Geothermie im Projektgebiet?
Wiener Becken	Sedimentgesteine (vorwiegend Sand-, Tonsteine)	Sandsteine sind häufig gut durchlässig, Tonsteine abdichtend	Vermutlich Eingriff in Schutzgebiet der Nutzungen Baden / Bad Vöslau
Wettersteindolomit und –kalk; Hauptdolomit (Höhere Kalkalpendecken/ Schneeberg-decke/Göller Decke/Unterberg Decke)	Karbonatgesteine, vorwiegend Dolomite und Kalke	Generell eher gut durchlässig	Wurde mehrfach gut durchlässig, jedoch in 2 von 3 Bohrungen mit kalten Wässern erbohrt
Dachsteinkalk (Göller Decke)	Vorwiegend feinkörnige Karbonatgesteine	Eher schlecht durchlässig	Durch die eher schlechte Durchlässigkeit kein Ziel
Flysch	Feinkörnige Sedimentgesteine (vorwiegend Sandsteine, Tonsteine, Mergel)	Sehr schlecht durchlässig	Keine Nutzungsmöglichkeit weil dichte Gesteine vorliegen

In der Arbeit von Wessely (1983) zur Hydrodynamik im Wiener Becken wird dieses Phänomen ausführlich behandelt. Kaltes (Schmelz-/Regen)Wasser infiltriert die im Hinterland anstehenden Karbonatgesteine und fließt innerhalb derer Richtung Nordosten (siehe Abbildung 19 und Abbildung 20). Auf diesem Weg erwärmt sich das Wasser nur langsam, was auf hohe Fließgeschwindigkeiten hindeutet. Die erwärmten Wässer treten letztendlich in Oberlaa und Baden als Thermalquellen aus.

Aufgrund der vorliegenden Daten aus den drei besprochenen Bohrungen kann abgeleitet werden, dass das Potenzial für die Nutzung Hydrothermaler Geothermie im überwiegenden Teil des Projektgebietes aufgrund der niedrigen Temperaturen als nicht erfolgsversprechend angesehen werden muss. Potenzial zeigt jedoch die Bohrung Tattendorf 1, die gut durchlässige Gesteine mit etwa 80 °C warmen Wasser erbohrt hat. Interessant ist zudem, dass die angetroffenen Wässer kaum mineralisiert vorgefunden wurden, dies erleichtert den Betrieb einer Geothermieanlage deutlich.

Als mögliches Ziel für eine Nutzung könnte demnach der nordöstlichste Ausläufer des Projektgebietes näher betrachtet werden, möglichst nahe der Bohrung Tattendorf 1 (siehe Abbildung 22).

Als Hinderungsgrund muss hier das Schutz- und Schongebiet der Thermalwassernutzungen Oberlaa, Baden und Bad Vöslau angesprochen werden. Bestehende Rechte dürfen durch eine neue Nutzung nicht beeinträchtigt werden. Das Risiko für eine eventuelle Beeinträchtigung sollte durch vertiefte geowissenschaftliche Untersuchungen im Vorhinein abgeklärt werden. **Ob, unter der Voraussetzung, dass es zu keiner Beeinträchtigung bestehender Nutzer kommt, generell Bewilligungen für Hydrothermale Geothermische Anlagen im Nahbereich von Baden/Bad Vöslau erteilt werden, sollte jedenfalls vor Beginn einer Detailstudie abgeklärt werden.**

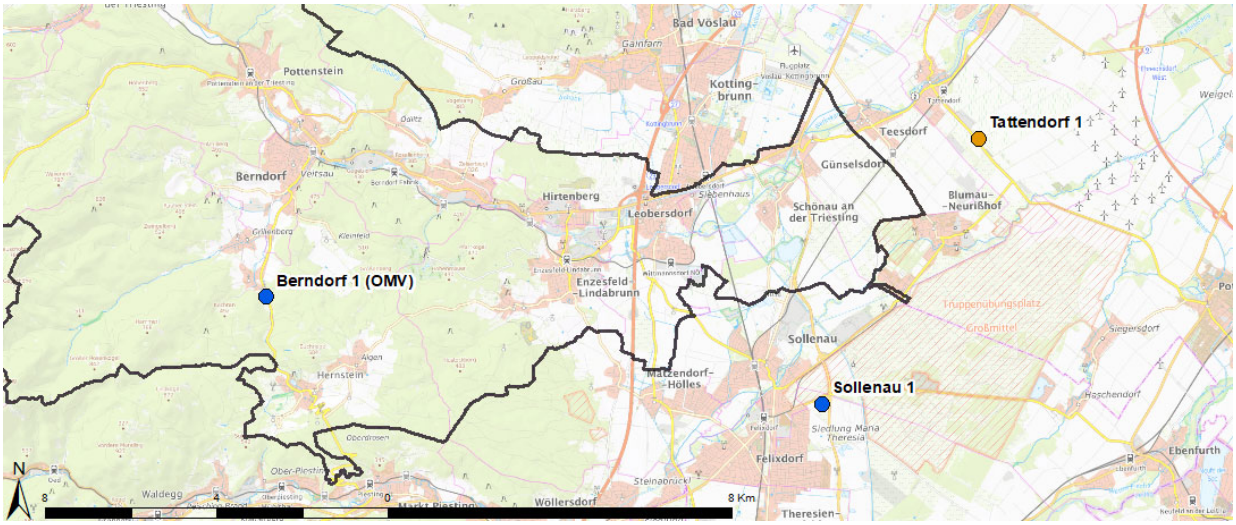


Abbildung 22: Geographische Lage der Bohrungen Berndorf 1, Sollenau 1 und Tattendorf 1.

5 Oberflächennahe Geothermie in der KEM Triestingtal

Für eine erste Bewertung der Oberflächennahen Geothermie wurde nach dem an der GeoSphere Austria mitentwickelten GEL-SEP Ansatz (Steiner et al., 2021) gearbeitet. Die Methode wurde für diese Vorstudie angepasst und für die Nutzung von Erdwärmesonden und thermischer Grundwassernutzung angewendet. Eine Bewertung für flache Kollektoren wird davon abgeleitet.

Um Potentiale und mögliche Einschränkungen der Oberflächennahen Geothermie für unterschiedlich große Gebiete und Regionen darzustellen, stehen zahlreiche verschiedene Parameter zur Auswahl. Generell können sie in „**Ressourcen**“ und „**Einschränkungen**“ bzw. „**Hinweise**“ kategorisiert werden. Eine Zusammenfassung der einzelnen Parameter findet sich in Tabelle 3 und Tabelle 4.

Tabelle 3: Einschränkungen und Hinweise im Zusammenhang mit der Errichtung von oberflächennahen Geothermieanlagen

Parameter	Einheit/Kategorie	Kategorie	OG-System	Beschreibung
Gespannte Grundwasserzone	0 - nicht vorhanden 1 - vorhanden	Hinweis	Alle	Gebiete mit gespanntem oder artesisch gespanntem Grundwasser
Vorkommen brennbarer Gase	0 - nicht vorhanden 1 - vorhanden	Hinweis	Alle	Bekannte oberflächennahe Gasaustritte
Mehrere Grundwasser-stockwerke	0 - nicht vorhanden 1 - vorhanden	Hinweis	Alle	Mehrere übereinander liegende und hydraulisch voneinander getrennte Grundwasserkörper
Grundwasserchemismus	1 - Eisen- und Manganausfällung 2 - Betonkorrosion 3- …	Hinweis	Alle	Gebiete mit möglichen Risiken in Zusammenhang mit Grundwasserchemismus
Naturdenkmäler	0 - nicht vorhanden 1 - vorhanden	Hinweis	Alle	Einzelne Naturgebilde wie Bäume, Felsen, Gewässer oder Standorte seltener Tier- oder Pflanzenarten, die durch Bescheid der Naturschutzbehörde zum Naturdenkmal erklärt wurden.
Wasserschutz- und Wasserschongebiet	Fläche	Einschränkung	Alle	Für den Grundwasserschutz ausgewiesenen Gebiete
Naturschutz	Fläche	Einschränkung	Alle	Gebiete zum Schutz der Landschaft und Natur (Landschaftsschutzgebiete, Natura 200 Schutzgebiete, Nationalparks etc.)
Rutschprozesse	Fläche	Einschränkung	Alle	Hangrutschungsflächen
Verkarstungsfähige Gesteine	Fläche	Einschränkung	Alle	Vorkommen verkarstungsfähiger Gesteine und Karsthöhlen
Altlasten/Verdachtsflächen	Fläche	Einschränkung	Alle	Fläche von denen aufgrund von Altablagerungen oder Untergrundverunreinigungen eine erhebliche Gefahr für die Gesundheit des Menschen oder die Umwelt ausgeht/Gemeldete Altablagerungen und Altstandorte, für die der Verdacht einer erheblichen Umweltgefährdung ausreichend begründet ist
Bergbaugebiet und künstliche Hohlräume	Fläche/Strecke	Einschränkung	Alle	Bergbaugebiete und künstliche Hohlräume
Quellfähige und auslaugungsfähige Gesteine	Fläche	Einschränkung	Alle	Vorkommen quellfähiger und auslaugungsfähiger Gesteine
Tunnel und andere unterirrische Bauwerke	Fläche/Strecke	Einschränkung	Alle	Tunnel
Artesisch gespannte Brunnen	0 - nicht vorhanden 1 - vorhanden	Einschränkung	Alle	Gebiete mit möglicherweise artesisch gespanntem Grundwasser. Punktdatensatz wurde über die Liste der WGM erstellt und eine Pufferzone mit einem Radius von 100 m gelegt.
Div. Vorschriften der Bauverordnung z.B. Denkmalschutz und Ähnliches				

Ressourcenparameter zeigen das Nutzungspotential in erster Linie quantitativ auf. Einschränkungen bezeichnen Nutzungseinschränkungen die auf Grund bevorzugter anderer Interessen (z.B. Wassersschutzgebiete) oder von

Risiken (z.B. Vorliegen von quellfähigen Gesteinen) die Anlage beeinflussen können. Diese beeinflussen das technische Potential des Untergrundes für Oberflächennahe Geothermienutzungen nicht und auch können sich diese Einschränkungen teilweise mit der Zeit verändern. Die Ressourcen werden daher zuerst möglichst unabhängig etwaiger Einschränkungen wiedergegeben. Hinweise beziehen sich auf Besonderheiten bei der Herstellung der benötigten Einbauten für die Nutzung. Diese können sich auf die geologischen Gegebenheiten beziehen (z.B. Vorkommen von gespannten Grundwasserkörpern in Beckengebieten) oder beziehen sich auf Besonderheiten in der Umgebung (z.B. Naturdenkmäler). Hinweise stellen weder einen Einfluss auf die Ressource dar noch sind diese Einschränkungen.

Tabelle 4: Ressourcenparameter zur Beschreibung des oberflächennahen Geothermiepotentials

Parameter	Einheit/Kategorie	Kategorie	OG-System	Beschreibung
Wärmeleitfähigkeit des Untergrunds	W/m/K	Ressource	Erdwärmesonde, Horizontalkollektoren	Mittlere konduktive Wärmeleitfähigkeit des Untergrunds von 0 bis 100 m Tiefe. Zuweisung der Wärmeleitfähigkeiten der Sedimente und Festgesteine erfolgte nach VDI 4640.
Untergrundtemperatur	°C	Ressource	Erdwärmesonde	Mittlere Temperatur des Untergrunds für 0 bis 100 m Tiefe unter Berücksichtigung der Oberflächentemperatur, Temperaturgradienten und mittlere Grundwassertemperatur
Bodentemperatur	°C	Ressource	Erdwärmesonde, Horizontalkollektoren	Mittlere jährliche Bodentemperatur an der Geländeoberfläche
Für thermische Nutzung geeigneter Grundwasserkörper	kGW - Kein Grundwasserkörper vorhanden PGW - Porengrundwasserleiter mit ergiebiger Grundwasserführung vPGW - Porengrundwasserleiter mit lokaler oder begrenzter Grundwasserführung	Ressource	Thermische Grundwassernutzung	Abgrenzung von Grundwasserkörpern, die für eine thermische Nutzung des Grundwassers geeignet sind.
Flurabstand	m	Ressource	Thermische Grundwassernutzung	Mächtigkeit der ungesättigten Zone, entspricht digitalem Geländemodell minus Grundwasserspiegel.
Grundwassermächtigkeit	m	Ressource	Thermische Grundwassernutzung	Mächtigkeit der gesättigten Zone (Grundwasserspiegel minus Staueroberkante).
Hydraulische Leitfähigkeit (kf-Wert)	m/s	Ressource	Thermische Grundwassernutzung	kf-Werte des oberflächennahen Grundwassers
Grundwassertemperatur	°C	Ressource	Thermische Grundwassernutzung	

5.1 Thermische Grundwassernutzungen

Datenquellen

Die Ausarbeitung der Ressourcenparameter für die KEM Triestingtal erfolgte durch:

- Nutzung von öffentlichen Informationen zu Abgrenzung der Grundwasserkörper
  - Umweltbundesamt, Nationaler Gewässerbewirtschaftungsplan (2021) https://maps.wisa.bml.gv.at/gewaesserbewirtschaftungsplan-2021#
  - Hydrogeologische Karte von Österreich 1:500 000 (Schubert, 2003)
  - Österreichische Lockergesteinskarte 1:50 000 (Heinrich et al., Stand Dezember 2022)
- Informationen aus Grundwassermessstellen (siehe Abbildung 23, Quelle: H2O-Fachdatenbank https://wasser.umweltbundesamt.at/h2odb/): Insgesamt liegen Informationen unterschiedlicher Qualität aus 23 Grundwassermessstellen im und im Nahbereich des Untersuchungsgebiets vor. Der Großteil der Messstellen befindet sich im Bereich des Wiener Beckens, für die Beschreibung des Gebiets in den Nördlichen Kalkalpen konnten 4 Messstellen herangezogen werden, für das Gebiet in der Flyschzone 2.
- Informationen zu bestehenden Nutzungen im Niederösterreichischen Wasserbuch (Anhang 3, Abfrage November 2022). Technische Informationen beschränken sich hier rein auf die Lage von bestehenden Anlagen zur Grundwassernutzung (Quelle: https://atlas.noe.gv.at/atlas/portal/noe-atlas/map/Wasser/Wasserrecht).

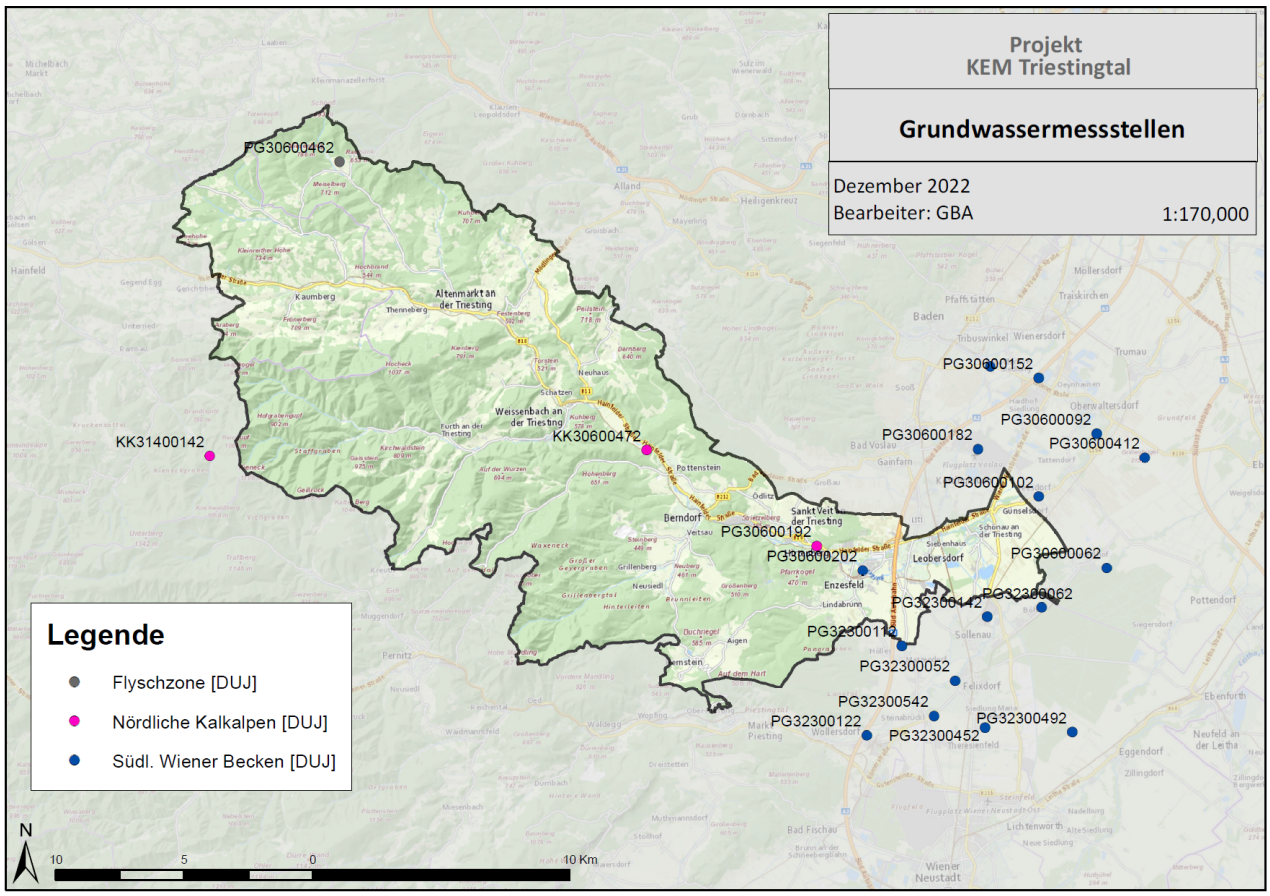


Abbildung 23: Verteilung der untersuchten Grundwassermessstellen im Untersuchungsgebiet.

Thermisch nutzbare Grundwasserkörper

Die KEM Triestingtal kann bezogen auf ihre Grundwasservorkommen in 3 unterschiedliche Grundwasserkörper eingeteilt (Tabelle 5) werden. Die Einteilung erfolgt nach der Klassifikation des Umweltbundesamts im Zuge der Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie (https://maps.wisa.bml.gv.at/gewaesserbewirtschaftungsplan-2021#).

Tabelle 5: Beschreibung der Grundwasservorkommen in der KEM Triestingtal in regionalem Maßstab

Grundwasserkörper	KEM Triestingtal (angelehnt an die Geologie)	Beschreibung
GK1000024 **Südl. Wiener Becken**	SO KEM, Lage im Wiener Becken, überwiegend Kies und Sand, örtlich Moräne	Porengrundwasserkörper, Lokale oder unzusammenhängende Grundwasservorkommen höherer Produktivität bzw. ausgedehnte, aber nur durchschnittlich ergiebige Grundwasservorkommen
GK100189 **Nördliche Kalkalpen**	Großteil KEM, Lage in den Kalkalpen, überwiegend Karbonatgestein	Verkarstungsfähige Grundwasserleiter, Lokale oder unzusammenhängende Grundwasservorkommen höherer Produktivität bzw. ausgedehnte, aber nur durchschnittlich ergiebige Grundwasservorkommen
GK100188 **Flyschzone**	NW KEM, Lage in der Flyschzone, überwiegend Mergel und Sandstein	Poren-, Kluft- und Karstgrundwasserleiter mit lokalen und begrenzten Grundwasservorkommen

Jeder der identifizierten Grundwasserkörper zeigt Zonen mit erhöhter Produktivität und solche mit durchschnittlich ergiebigem Grundwasser. Für die Ressourcenbewertung in der KEM Triestingtal wurden jene Zonen mit erhöhter Produktivität abgegrenzt und als oberflächennaher Grundwasserkörper für thermische Grundwassernutzungen in Kartenform dargestellt (Abbildung 24). Die Karte enthält zusätzlich Informationen über Standorte von bereits bestehenden Grundwassernutzungen zur Energiegewinnung. Alle bestehenden Nutzungen liegen innerhalb des ausgewiesenen Grundwasserkörpers.

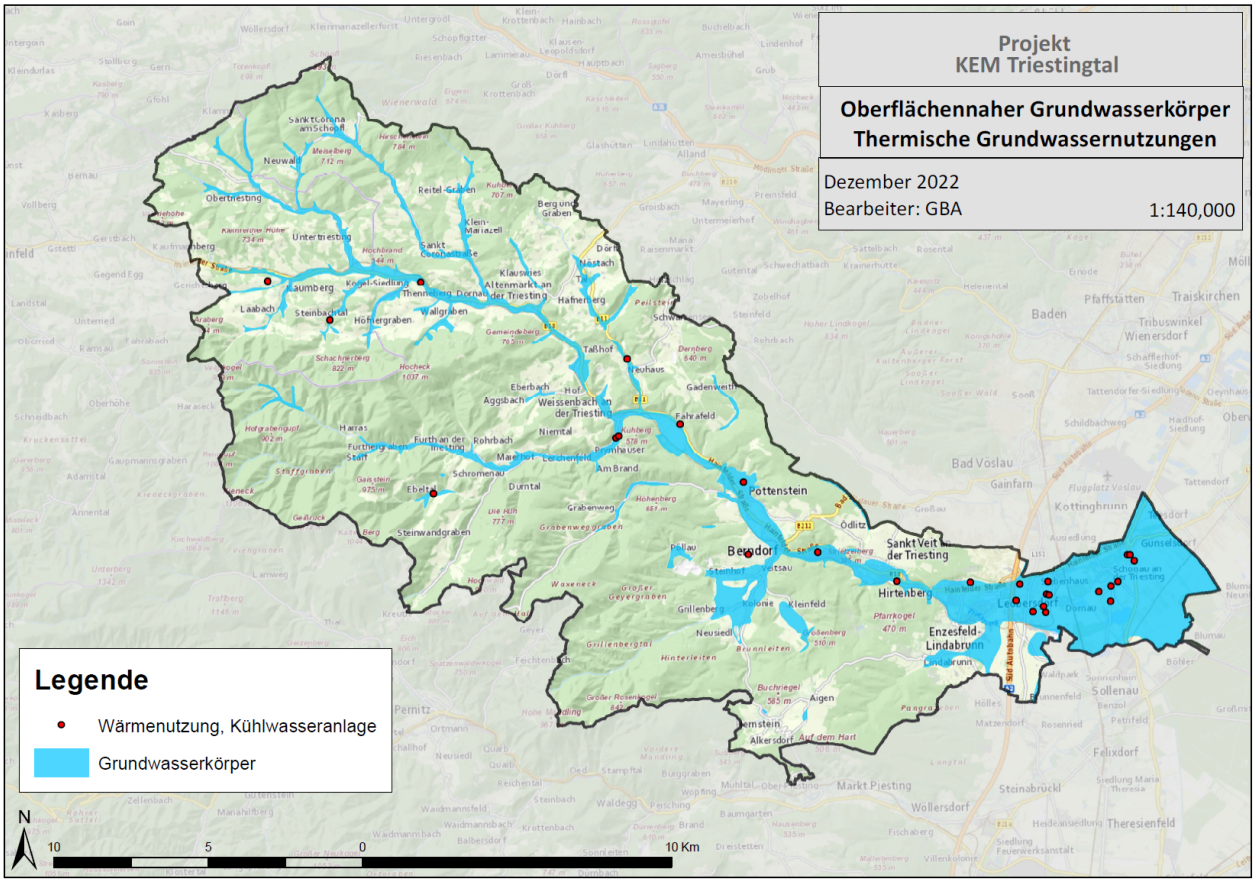


Abbildung 24: Karte der Oberflächennahen Grundwasserkörper für die thermische Grundwassernutzung in der KEM Triestingtal. Zusätzlich sind bestehende thermische Grundwassernutzungen in der Karte abgebildet.

Flurabstand und Grundwasserstand

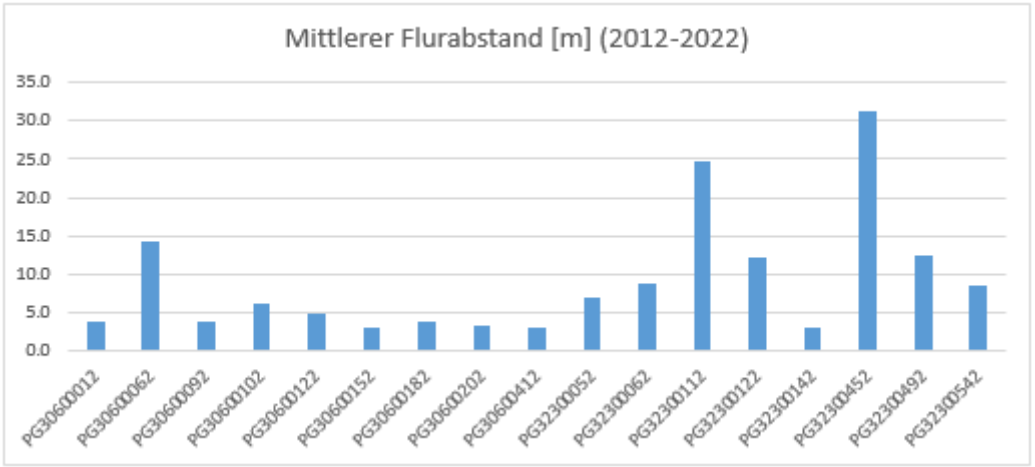


Abbildung 25: Errechnete Flurabstände im Wiener Becken

Der Flurabstand beschreibt die Mächtigkeit der ungesättigten Zone über dem Grundwasserkörper. Berechnet wird er aus dem Grundwasserstand (Abbildung 26) und der Geländeoberkante. Ausgehobene Daten beschreiben hier nur die Situation im Wiener Becken, jedoch ohne Angabe von Referenzpunkten zur Messhöhe der Grundwasserstände. Unter der Annahme das der Grundwasserstand gemessen ab Geländehöhe angegeben wurde, können die mittleren Flurabstände im Anteil der KEM Triestingtal am Wiener Becken zwischen 4 und 31 m angegeben werden (Abbildung 25).

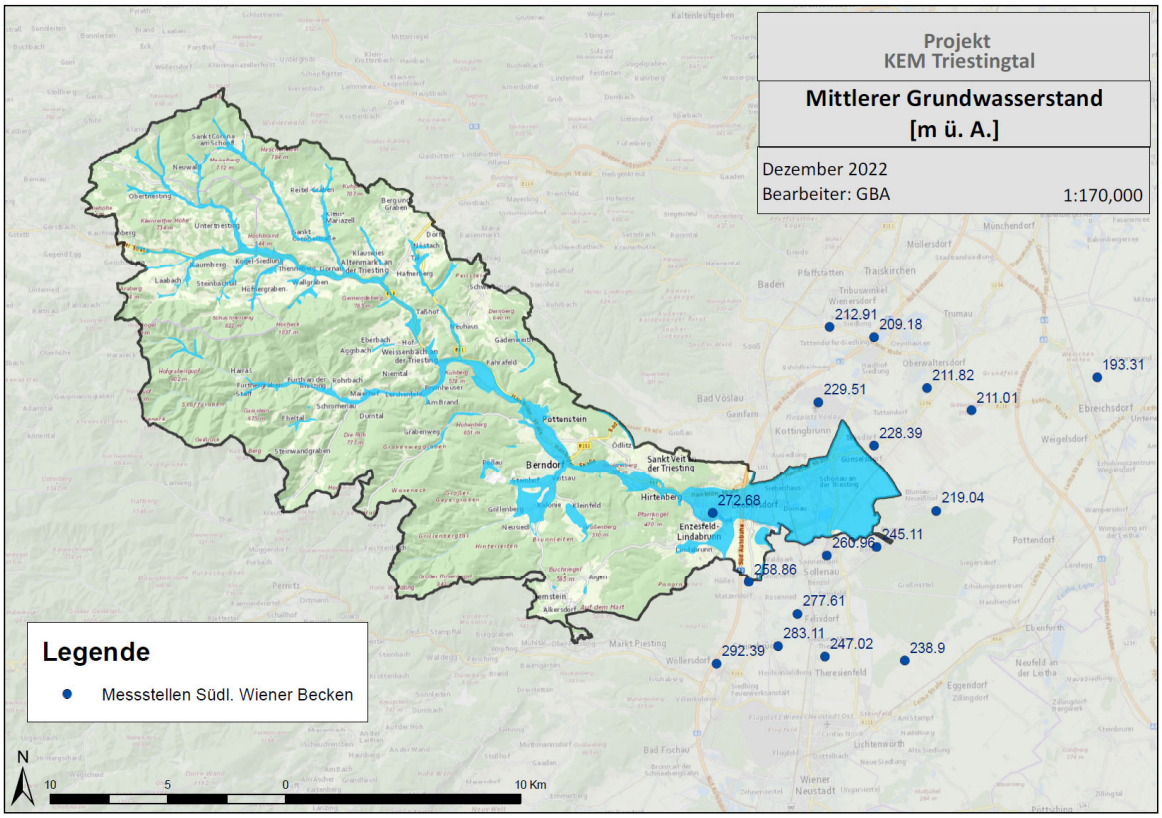


Abbildung 26: Mittlerer Grundwasserstand der Referenzpegel in Meter über Adria.

Hydraulische Leitfähigkeit

Die hydraulische Leitfähigkeit (meist angegeben als kf-Wert) ist ein Maß für die Fähigkeit des Bodens, eine bestimmte Menge Wasser bei gegebenem Druckgefälle zu transportieren. Je höher der kf-Wert desto „leichter" und schneller fließt das Grundwasser. Für das Projektgebiet liegen keine Daten vor. Es ist jedoch ähnlich wie bei der Grundwassermächtigkeit davon auszugehen, belegt durch die bestehenden Nutzungen, dass eine ausreichende hydraulische Leitfähigkeit vorhanden ist.

Grundwassermächtigkeit

Für die Ermittlung der Grundwassermächtigkeit liegen keine anwendbaren Datensätze vor. Es ist durch die bestehenden Grundwassernutzungen im Projektgebiet jedoch davon auszugehen, dass die Grundwassermächtigkeit ausreichend für eine thermische Grundwassernutzung ist. Eine Betrachtung der Abstichmessungen der Referenzpegel über die letzten 10 Jahre (Abbildung 27) zeigt keinen Trend zum Rückgang von Grundwasser. Die Datenlage kann jedoch nicht für eine seriöse Bewertung der Grundwassermächtigkeit bzw. deren Entwicklung herangezogen werden. Eine gezielte Datenerhebung des Ausbaus von bestehenden Brunnen, sowie von Pumpversuchen und Bohrungen würde Rückschlüsse auf die Grundwassermächtigkeit geben.

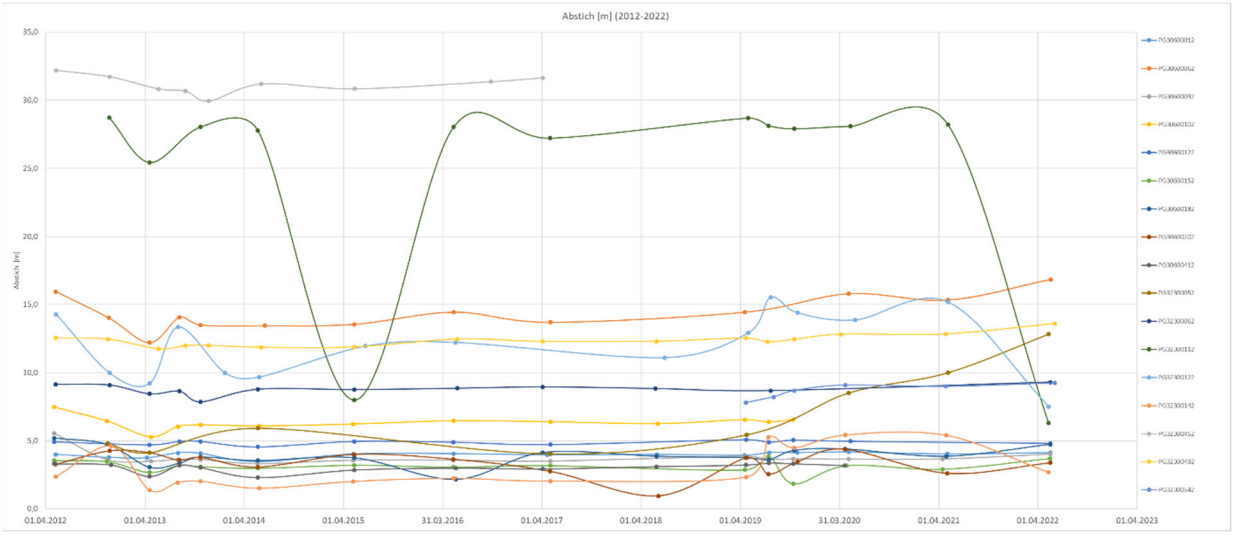


Abbildung 27: Abstichmessungen der Referenzpegel über einen Betrachtungszeitraum von 10 Jahren

Grundwassertemperaturen

Für alle 23 Grundwassermessstellen waren Temperaturdaten verfügbar. Abbildung 28 zeigt eine Darstellung der Daten im Verlauf von 2012 bis 2022. Die Messungen fanden zumeist nur einmal im Jahr, und dies nicht immer zum gleichen Zeitpunkt, statt, wodurch jahreszeitliche Schwankungen nicht berücksichtigt werden können. Ebenso kann dadurch keine Bewertung der Schwankung der Temperaturen über die Jahre gegeben werden. Besonders auffällig ist hier die erhöhte Temperatur in den Jahren 2012 und 2018. Erhöhte Grundwassertemperaturen können auf einen anthropogenen Einfluss hindeuten, dieser ist aber meist über einen konstanten Zeitraum hinweg gegeben und nicht nur einjährig wie die vorhandenen Daten vermuten lassen.

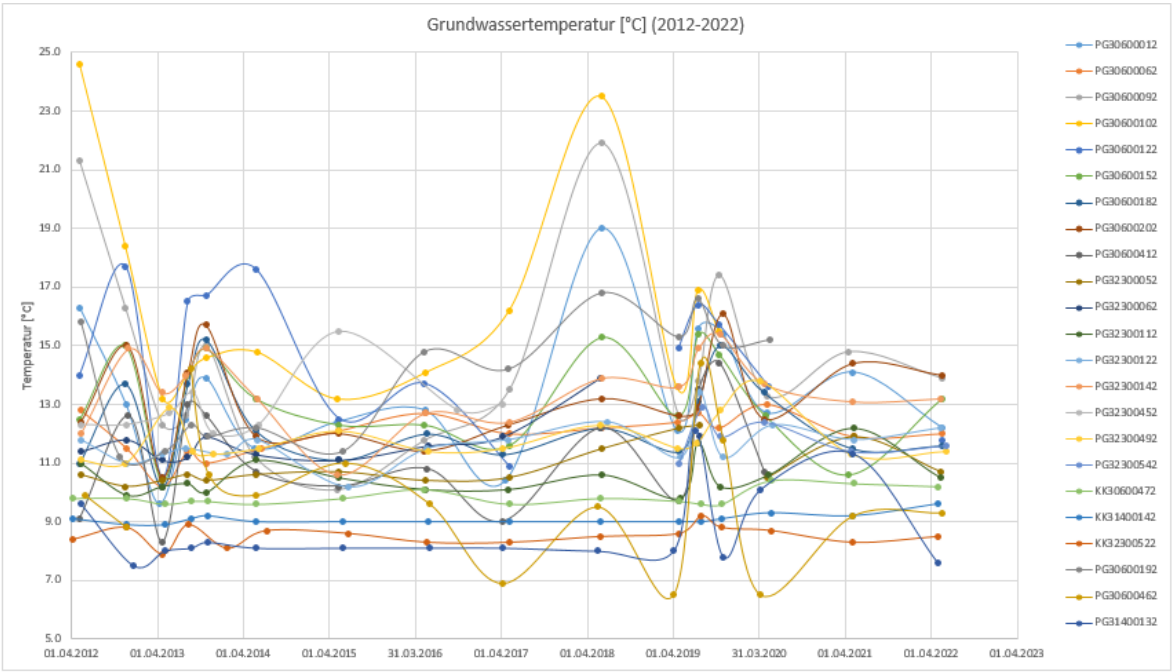


Abbildung 28: Darstellung der Daten zu Grundwassertemperaturen in der KEM Triestingtal im Zeitraum 2012 bis 2022

Um genauere Aussagen über die Temperaturen zu tätigen bedarf es vertiefender Datenerhebungen. Für eine Erstbewertung kann der vorhandene Datensatz verwendet werden. Die meisten Messungen liegen aus den Monaten März und April vor, was eine konservative Wiedergabe der Grundwassertemperaturen zulässt da in diesen Monaten die Grundwassertemperatur am niedrigsten ist. Generell kann so angenommen werden, dass die angegebenen

Grundwassertemperaturen während einer Heizperiode etwas höher liegen. Für die Ausarbeitung wurde die mittlere Grundwassertemperatur aus den Daten für einen Zeitraum von 10 Jahren errechnet (siehe Abbildung 29 und Abbildung 30). Die höchsten Werte liegen bei rund 16 °C und die niedrigsten bei knapp über 9 °C

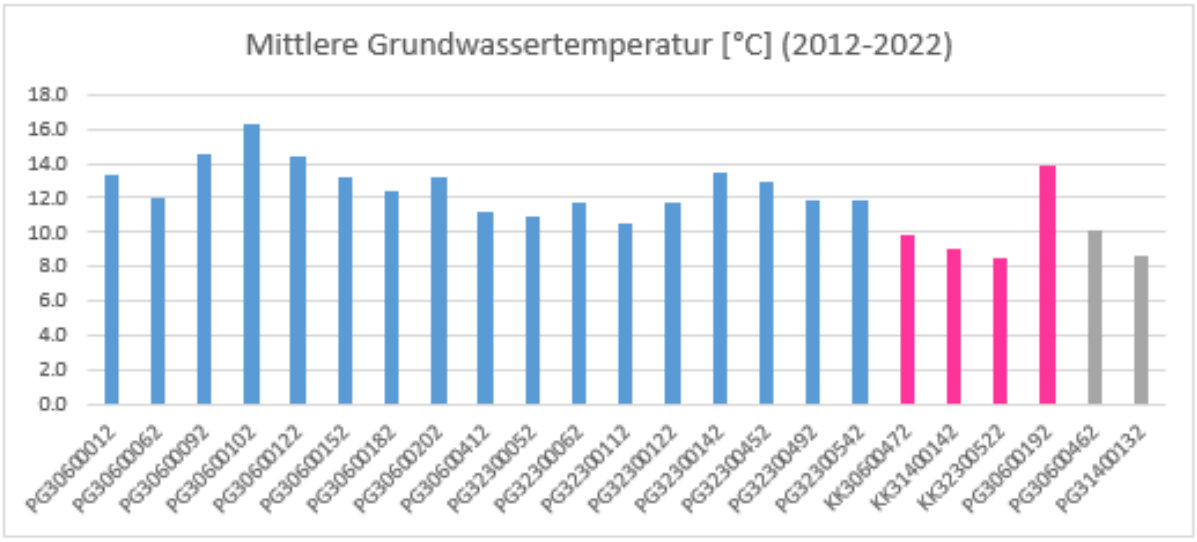


Abbildung 29: Mittlere Grundwassertemperaturen für alle betrachteten Pegel in der KEM Triestingtal (blaue Balken: Südliches Wiener Becken, Pink: Nördliche Kalkalpen, Grau: Flyschzone)

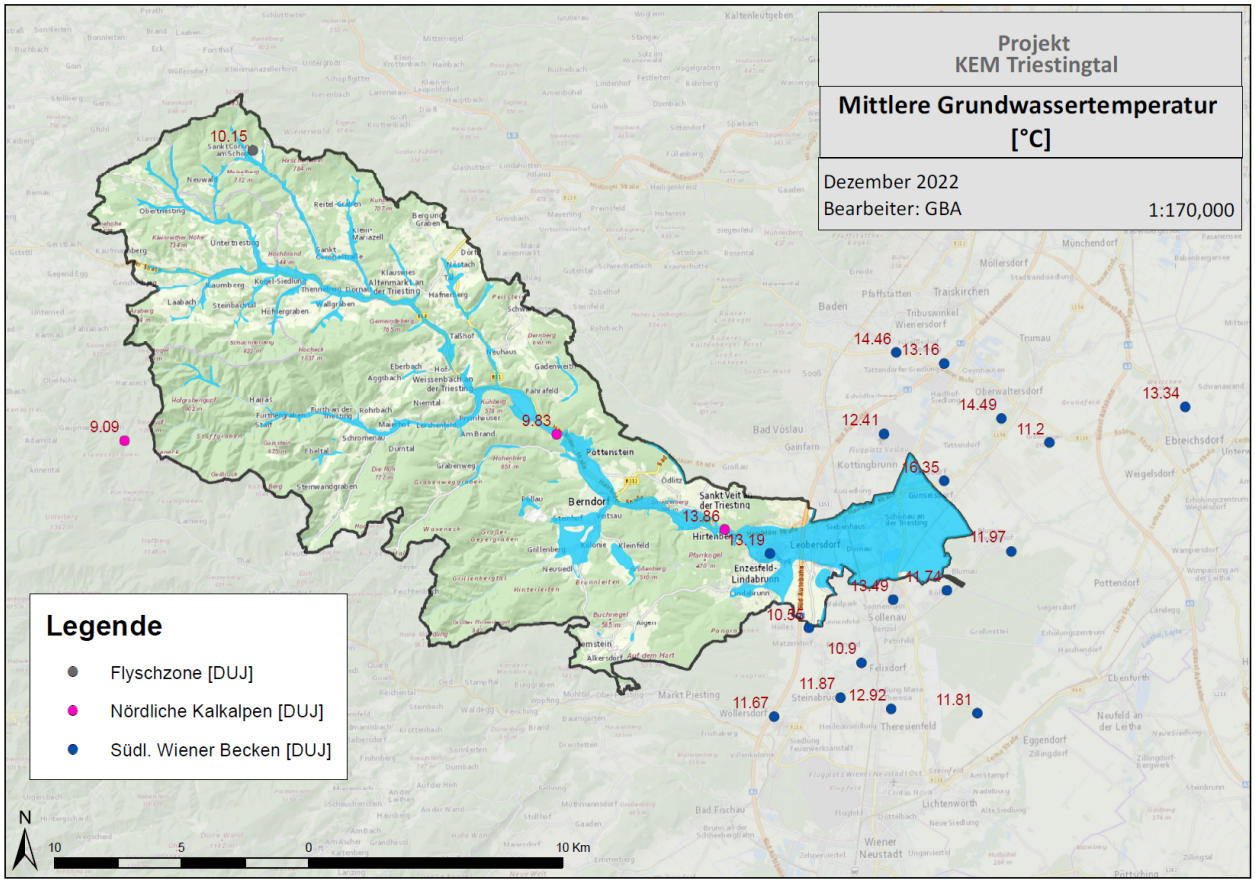


Abbildung 30: Darstellung der Lage und mittleren Grundwassertemperatur der untersuchten Pegel.

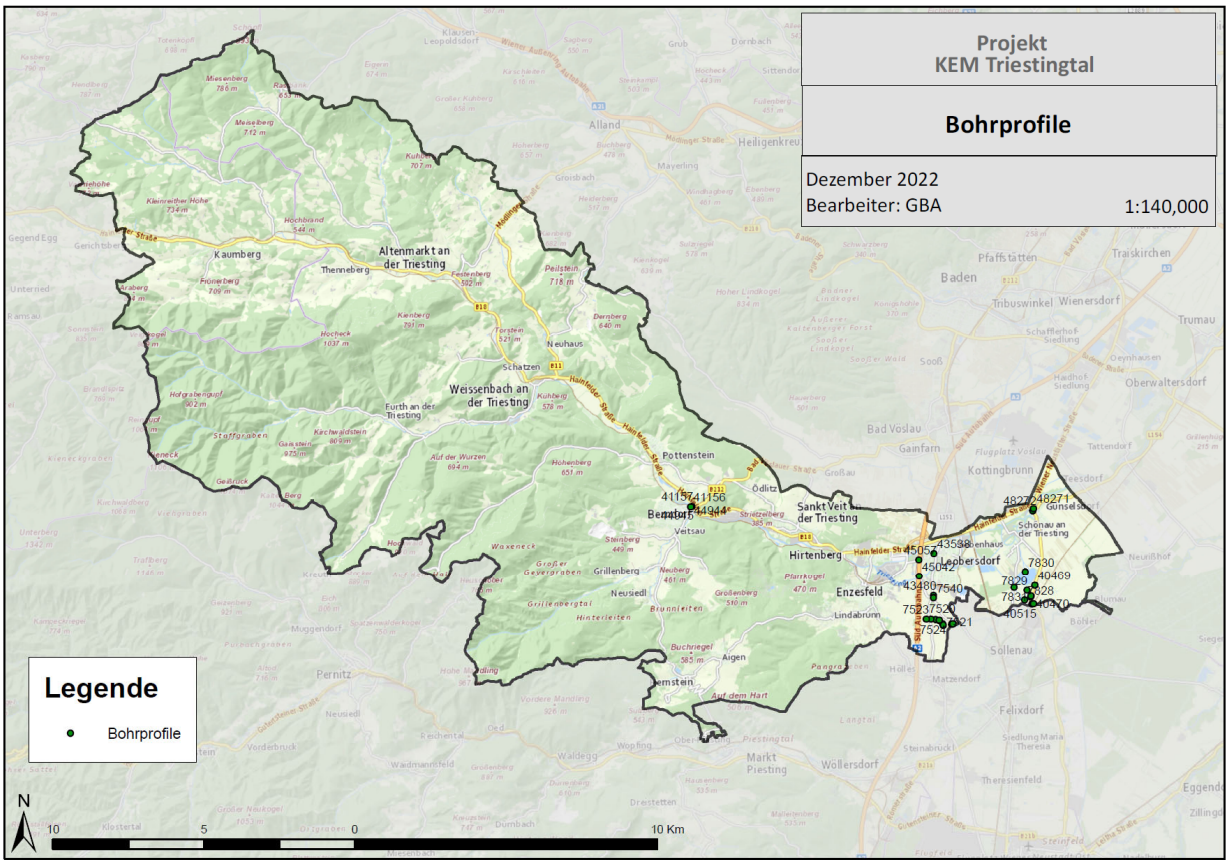
5.2 Erdwärmesonden

Datenquellen

- Die Ausarbeitung der Ressourcenparameter für Erdwärmesonden in der KEM Triestingtal erfolgte durch die Ableitung der benötigten Parameter aus geologische Karten an der GeoSphere Austria und durch die Verwendung von Wertetabellen zu den thermischen Eigenschaften von Gesteinen und Sedimenten (Regelblätter ÖWAV, 2009).
    - Geologische Karte von Niederösterreich 1:200 000 (Schnabel et al., 2002)
    - KM50 Karten 1:50 000
        - Blatt 75 Puchberg am Schneeberg (Summesberger et al., 1991)
        - Blatt 76 Wiener Neustadt (Brix et al., 1982)
        - Blatt 58 Baden (Schnabel et al., 1997)
- 29 Bohrprofile (HADES Datenbank des Landes Niederösterreich. Die Bohrprofile können nur mit Genehmigung abgefragt und verwendet werden, weshalb keine genaue Zusammenfassung der Daten bereitgestellt wird).

Wärmeleitfähigkeit

Unter Wärmeleitung versteht man den Transport von Wärme in einem Material ohne dass ein Stofftransport stattfindet. Die Wärmeleitfähigkeit [W/mK] ist die Kennzahl eines Materials die den Wärmestrom durch ein Material auf Grund der Wärmeleitung bestimmt. Je höher der Wert desto besser wird die Wärme geleitet. Je niedriger der Wert, desto besser ist die Wärmedämmung. Für die Geothermie gilt somit je höher die Wärmeleitfähigkeit im Untergrund desto besser ist die Entzugsleistung und desto geringer die Länge der benötigten Erdwärmesonde(n).


Projekt
KEM Triestingtal
Bohrprofile
Dezember 2022
Bearbeiter: GBA
1:140,000
Legende
Bohrprofile
N
10
5
0
10 Km
Altenmarkt an der Triesting
Weissenbach an der Triesting
Furth an der Triesting
Kaumberg
Thenneberg
Neuhaus
Schatzen
Pottenstein
Sankt Veit an der Triesting
Hirtenberg
Enzesfeld
Lindabrunn
Leobersdorf
Baden
Bad Vöslau
Gainfarn
Kottingbrunn
Oberwaltersdorf
Sooß
Tribuswinkel
Wienersdorf
Pfaffstätten
Traiskirchen
Trumau
Sollenau
Felixdorf
Matzendorf
Wöllersdorf
Markt Piesting
Veitsau
Grillenberg
Neusedl
Pernitz
Alland
Heiligenkreuz
Maverling
Dornbach
Klausen-Leopoldsdorf
Schönau an der Triesting
Günselsdorf
Ödlitz
Aigen
Auf dem Hart
Buchriegel
Hinterleiten
Brunnleiten
Großenberg
Pfarrkogel
Steinberg
Waxeneck
Großer Geyerngraben
Auf der Wurzen
Hohenberg
Kuhberg
Peilstein
Dernberg
Torsten
Kienberg
Hochbrand
Meiseberg
Miesenberg
Kleinreither Höhe
Hochbrand
Hochbeck
Kuhberg
Steffgraben
Kirchwaldstein
Gaulstein
Hofgrabengraben
Hainfelder Straße
Hainfelder Straße
Hainfelder Straße

Für die KEM Triestingtal wurden vorliegende Gesteine anhand der drei großtektonischen Einheiten – Wiener Becken, Nördliche Kalkalpen und Flyschzone – betrachtet. Die Wärmeleitfähigkeit für diese drei Einheiten ist in Abbildung 32 dargestellt. Die höchsten Wärmeleitfähigkeiten zeigen die Festgesteine in den Nördlichen Kalkalpen mit 2,8 W/mK und jene der Flyschzone mit 2,3 W/mK. Für die Sedimente des Wiener Beckens wurde eine Wärmeleitfähigkeit von rund 1,9 W/mK abgeleitet. Reale Werte können lokal durch den Wassergehalt im Gestein variieren. Es empfiehlt sich gerade bei Anlagen mit mehreren Bohrungen bei der ersten Bohrung einen TRT (Thermal Response Test) durchzuführen um die Wärmeleitfähigkeit vor Ort zu ermitteln und die Bohrlänge daran anzupassen.

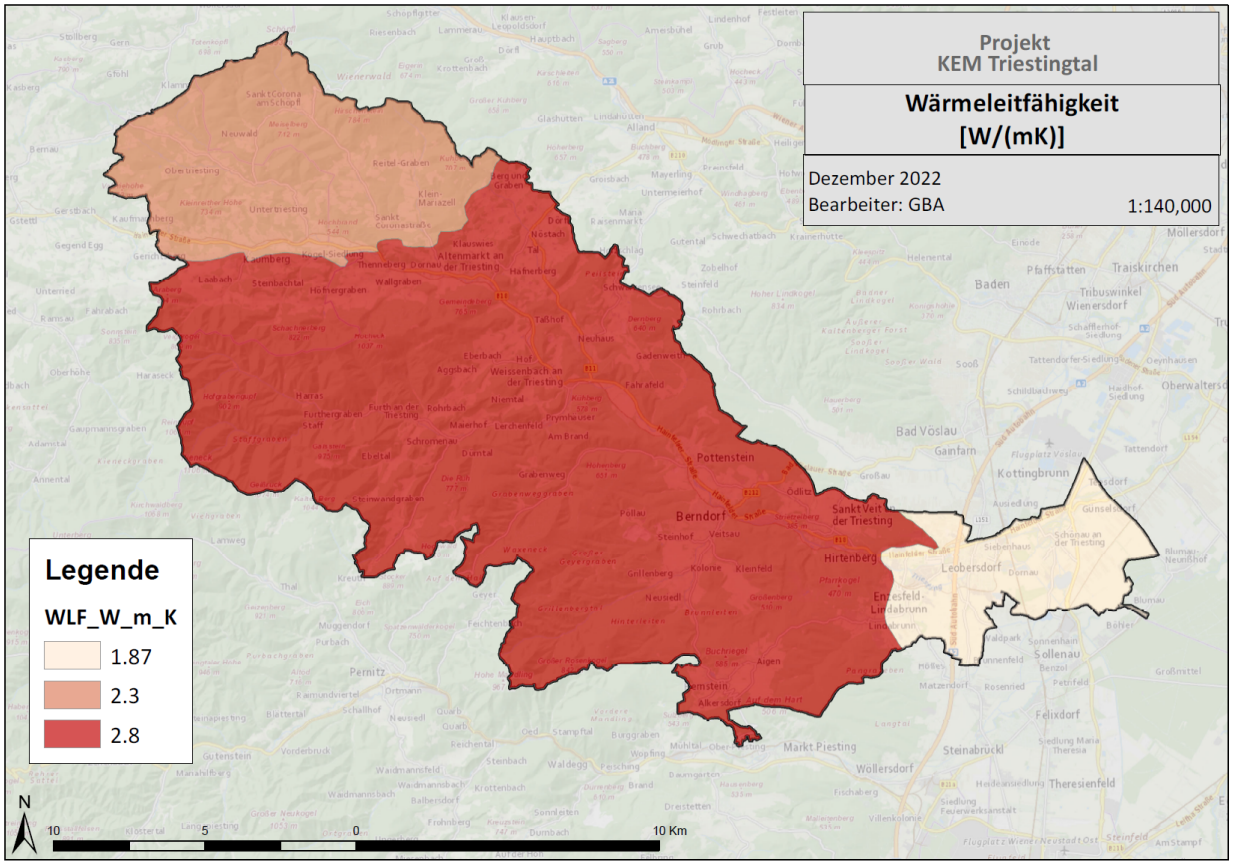


Abbildung 32: Wärmeleitfähigkeitskarte der KEM Triestingtal auf Basis der Geologischen Karte von NÖ, Schnabel et al. (2002) und ÖWAV (2009).

Bodentemperatur und Untergrundtemperatur

Die Bodentemperatur (Temperatur an der Geländeoberfläche) ist allgemein abhängig von der Höhenlage, der Hangexposition und Klimafaktoren, wie zum Beispiel solare Einstrahlung und Schneebedeckung.

Flächendeckend kann die Temperatur der Geländeoberfläche über eine Korrektur von Satellitendaten bestimmt werden. Dazu wurde von Metz et al. (2014) ein europaweites Modell entwickelt und die daraus abgeleiteten Daten stehen unentgeltlich zur Verfügung. Die Bodentemperatur variiert zwischen 7.9 und 11.7 °C im Untersuchungsgebiet. Eine Interpretation und Interpolation von vorhandenen Mess- und Satellitendaten aus Österreich für eine Verfeinerung der Bodentemperaturen im Untersuchungsgebiet kann im Rahmen einer Folgestudie erfolgen.

Unter Anwendung des durchschnittlichen Geothermischen Gradienten von 30 °C/km kann aus den Bodentemperaturen die Untergrundtemperatur ermittelt werden. In Kapitel 4.2 wurde beschrieben, dass der vorliegende geothermische Gradient von dem durchschnittlichen erheblich abweicht. Dies wird für das tiefe Temperaturregime in dem betrachteten Gebiet durch den Einfluss von Tiefgrundwässern hervorgerufen. Für oberflächennahe Geothermieanlagen kann mit dem durchschnittlichen Gradienten gerechnet werden.

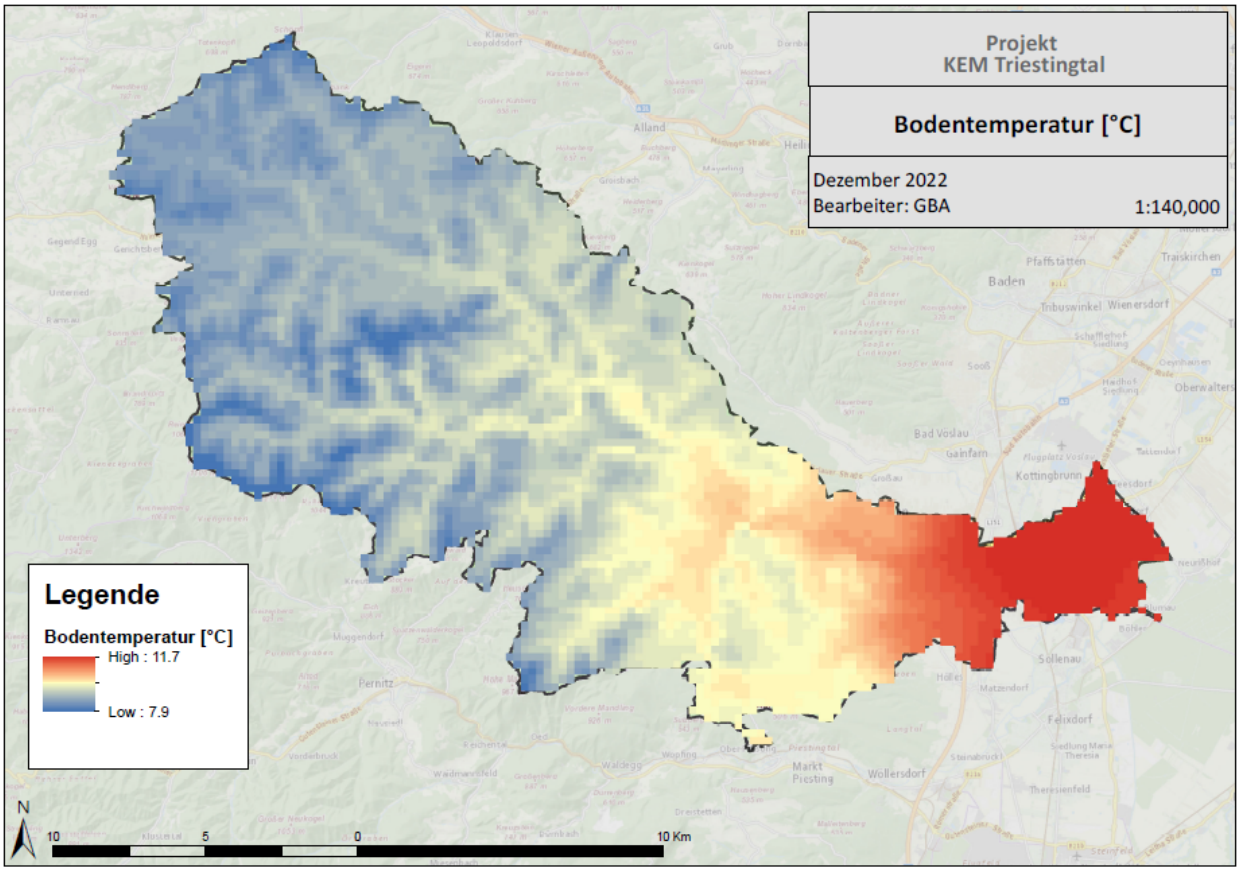


Abbildung 33: Bodentemperatur im Untersuchungsgebiet nach Metz et al. (2014).

5.3 Horizontalkollektoren, Grabenkollektoren und Energiepfähle

Horizontalkollektoren, Grabenkollektoren und Energiepfähle (nachfolgend zusammengefasst als flache Kollektoren) werden in den oberen 10 Metern des Untergrundes verlegt. Die Auslegung dieser Anlagen basiert somit nicht auf Eigenschaften der Gesteine im Untergrund, sondern auf den jahreszeitlichen Einflüssen (Bodentemperatur) und den Eigenschaften der den festen Gesteinen aufliegenden Schicht des Einbaus dieser Anlagen (Humusschicht und/oder Sedimente). Eine Bewertung des Potentials kann an dieser Stelle nicht gegeben werden. Es können aber grundlegende Informationen für eine erste Annäherung des Potentials gegeben werden. Die Informationen wurden aus https://www.thermomap.eu/ übernommen. Die Ergebnisse sind in Abbildung 34 dargestellt. Großmaßstäblich betrachtet können für das gesamte Projektgebiet dieselben Eigenschaften für den Einbau von flachen Kollektoren angegeben werden. So liegt die durchschnittliche Wärmeleitfähigkeit des Bodens bei 1,0 bis 1,1 W/mK. Der Boden selbst wird als Leptosol klassifiziert, eine Gruppe von flachgründigen und schwach entwickelten Böden über kontinuierlichen Fels auf unterschiedlichem Ausgangsgestein. Die Beschreibung deckt sich mit der stichprobenartigen Durchsicht von flachen Bohrungen (Schussbohrungen der OMV bis zu 20 Meter Tiefe aus https://gisgba.geologie.ac.at/gbaviewer/?url=https://gisgba.geologie.ac.at/ArcGIS/rest/services/projekte_omv/AT_GBA_OMV_SB/MapServer) im Projektgebiet. Diese Böden eigenen sich nur bedingt für den Einbau von Horizontal- und Grabenkollektoren da die Humusauflage nur sehr geringmächtig ist und durch das vermehrte Vorkommen von Gesteinsfragmenten die Gefahr einer Beschädigung von den verlegten Rohren gegeben ist. Für das Gebiet im SO der KEM im Wiener Becken kann nach Ansicht der GeoSphere Austria aber mit besseren Bedingungen der Bodenbeschaffenheit gerechnet werden

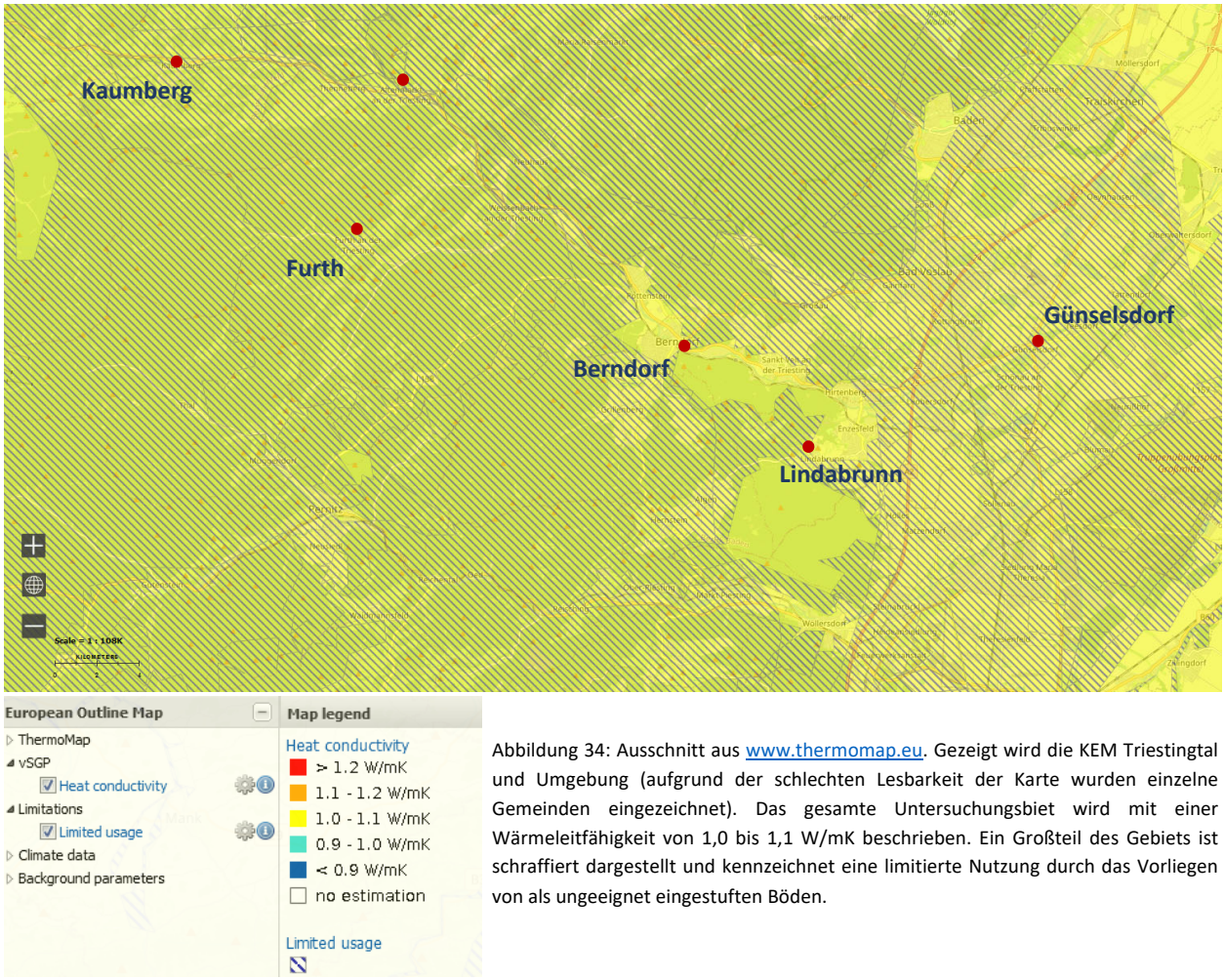


Abbildung 34: Ausschnitt aus www.thermomap.eu. Gezeigt wird die KEM Triestingtal und Umgebung (aufgrund der schlechten Lesbarkeit der Karte wurden einzelne Gemeinden eingezeichnet). Das gesamte Untersuchungsbiet wird mit einer Wärmeleitfähigkeit von 1,0 bis 1,1 W/mK beschrieben. Ein Großteil des Gebiets ist schraffiert dargestellt und kennzeichnet eine limitierte Nutzung durch das Vorliegen von als ungeeignet eingestuften Böden.

5.4 Einschränkungen und Hinweise

Einschränkungen beinhalten Gefahren, die durch die Errichtung von Oberflächennahen Geothermieanlagen entstehen können, aber auch Bedingungen, die eine Anlage verhindern oder einschränken, falls der Einbau nicht ohne Auswirkungen auf die Umwelt stattfinden kann oder der Einbau und ein effizienter Betrieb nicht sichergestellt werden kann. Eine genaue Erfassung der Untergrundeigenschaften ist unerlässlich um die Nutzungsmöglichkeiten und Einbaubedingungen von Oberflächennahen Geothermieanlagen beschreiben zu können.

In der gegenständlichen Studie werden mögliche Einschränkungen großmaßstäblich erfasst. Großmaßstäbliche Karten können nur Hinweise auf die Gegebenheiten geben das sie sehr verallgemeinernd sind. Das Ziel dieser Kartendarstellungen ist es, ein Bewusstsein für die technischen Anforderungen zu schaffen und Hinweise für genauere Untersuchungen zu geben.

Generell wird hier festgehalten, dass die Anwendungsformen der Oberflächennahen Geothermie eine **sehr sichere Technologie** darstellen, jedoch ist stets auf die **korrekte Auslegung und Ausführung zu achten um Auswirkungen auf die Umwelt zu verhindern.**

Die geologischen/hydrogeologischen Verhältnisse im Untergrund sind nie vollständig vorhersehbar, daher ist eine detaillierte Planung (für Großanlagen häufig auch inkl. Probebohrungen) immer notwendig. In diesem Zusammenhang wird darauf hingewiesen, dass die **Planung und Errichtung von oberflächennahen Geothermieanlagen immer von fachkundigen Personen durchgeführt** werden sollte. Diese Investition zahlt sich

nicht nur für den Schutz der Umwelt aus, sondern sichert auch eine richtig dimensionierte Anlage und somit einen effizienten und nachhaltigen Betrieb.

Wasserschutz- und Schongebiete

Wasserschutz- und Schongebiete stellen Gebiete mit besonderem Schutz von Grundwässern dar. Wasserschutzgebiete werden zum Schutz der Trinkwasserversorgung ausgewiesen und sind strenger reguliert als Schongebiete. Je nach Grad ihrer Schutzbedürftigkeit sind sie in Schutzzonen eingeteilt, für die individuelle Maßnahmen erlassen werden (ÖVGW, 2004). Schongebiete stellen zum einen erweiterte Gebiete rund um Wasserschutzgebiete dar, zum anderen können sie aber auch für bestimmte wasserrechtliche Zwecke, wie dem Schutz von besonderen Grundwasservorkommen (z.B. Thermalwasserquellen) ausgewiesen werden. In Wasserschutzgebieten ist in den schutzbedürftigsten Schutzzonen das Errichten von Brunnen ausgeschlossen, Erdwärmesonden werden in der Regel ebenfalls nicht gestattet. Für Schongebiete gelten spezielle Auflagen, Nutzungseinschränkungen, Verbote und Gebote. Oberflächennahe Geothermieanlagen müssen in diesen Gebieten jedenfalls wasserrechtlich bewilligt werden. Es empfiehlt sich eine Anfrage hinsichtlich behördlicher Auflagen, Einschränkungen und Verboten zur Errichtung von Oberflächennahen Geothermieanlagen in diesem Gebiet bei der zuständigen Behörde (Bezirkshauptmannschaft) vor Planung der Anlage.

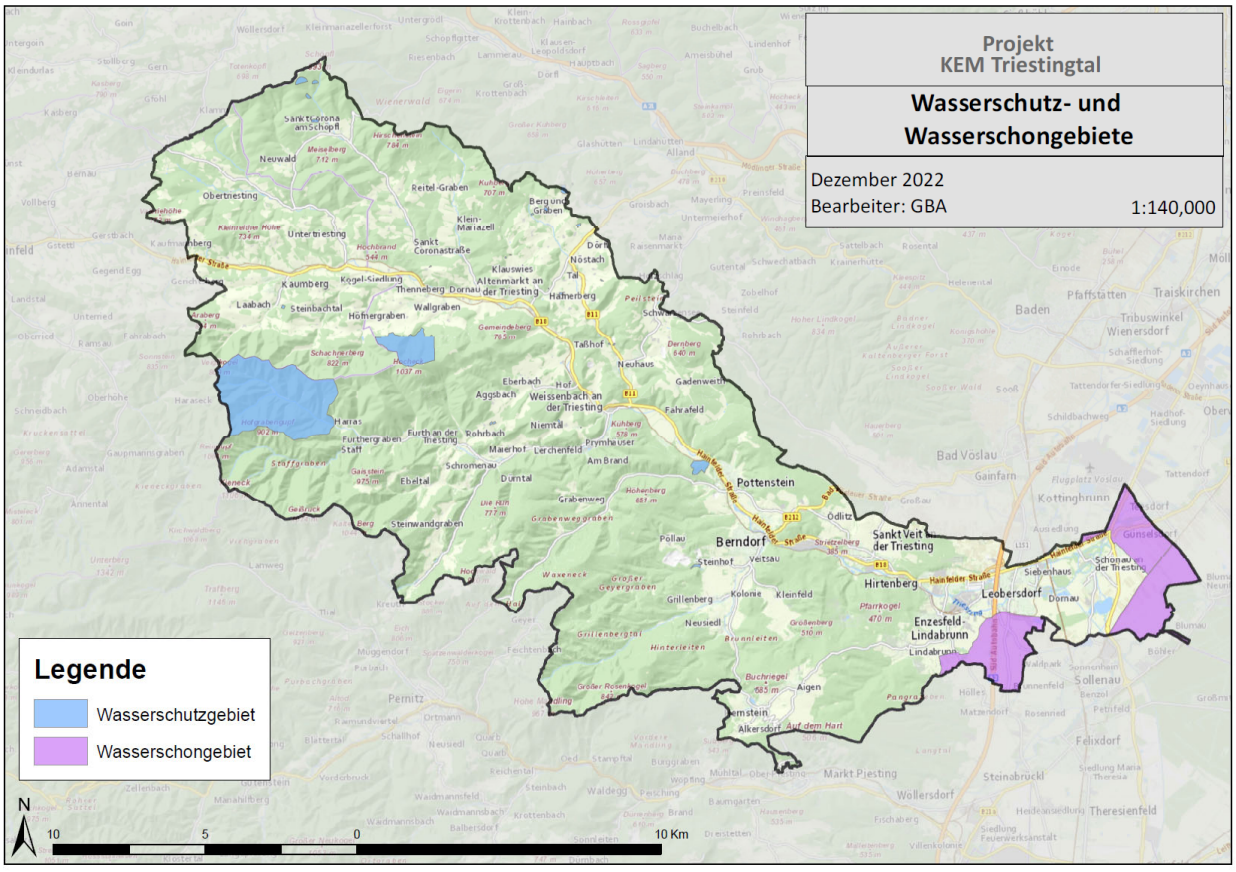


Abbildung 35: Wasserschutz und Wasserschongebiete in der KEM Triestingtal (Niederösterreich Atlas, Wasserbuch, Abfrage 11.2022).

In der KEM Triestingtal liegen einige Wasserschutz- und Schongebiete vor (siehe auch Abbildung 35). Die Daten wurden aus dem Niederösterreichischen Wasserbuch im November 2022 abgefragt.

Die vorliegenden Wasserschongebiete sind:

- Schongebiet der Triesting-Piesting-Platte (WB-4020)

- Schongebiet der Mitterndorfer Senke (BN-2958)
- Schongebiet Baden und Bad Vöslau (BN4347)

Die vorliegenden Wasserschutzgebiete können im Kartenmaßstab der Abbildung 35 nicht vollumfänglich dargestellt werden. Flächenmäßig ausgedehnte Wasserschutzgebiete liegen mit dem Schutzgebiet Quellen Harras (BN-519) und dem Schutzgebiet Hocheckquelle, WVA Altenmarkt an der Triesting (BN-1521) vor.

Naturschutzgebiete

Auf nahezu dem gesamten Gebiet der KEM Triestingtal liegen Naturschutzgebiete vor (siehe Abbildung 36). Natura 2000 Gebiete sind Schutzgebiete mit dem Ziel wertvolle Arten und Lebensräume über mehrere Generationen zu erhalten. Voraussetzung ist eine harmonische Koexistenz von Mensch und Natur durch die Sicherung der naturnahen Landschaft. Die Schutzgebiete basieren auf den EU Richtlinien zum Vogelschutz (Natura 2000 VS, Vogelschutzrichtlinie) und dem zum Schutz von Flora und Fauna (Natura 2000 FFH-Richtlinie).

Tabelle 6 gibt eine Übersicht über die vorliegenden Gebiete. Die Bestimmungen betreffen die Errichtung von Oberflächennahen Geothermieanlagen in der Regel nicht, eine Abklärung mit der Behörde vor Planungsbeginn, besonders in den als „NÖ Naturschutzgebiete“ ausgewiesenen Naturschutzgebieten, wird trotzdem angeraten.

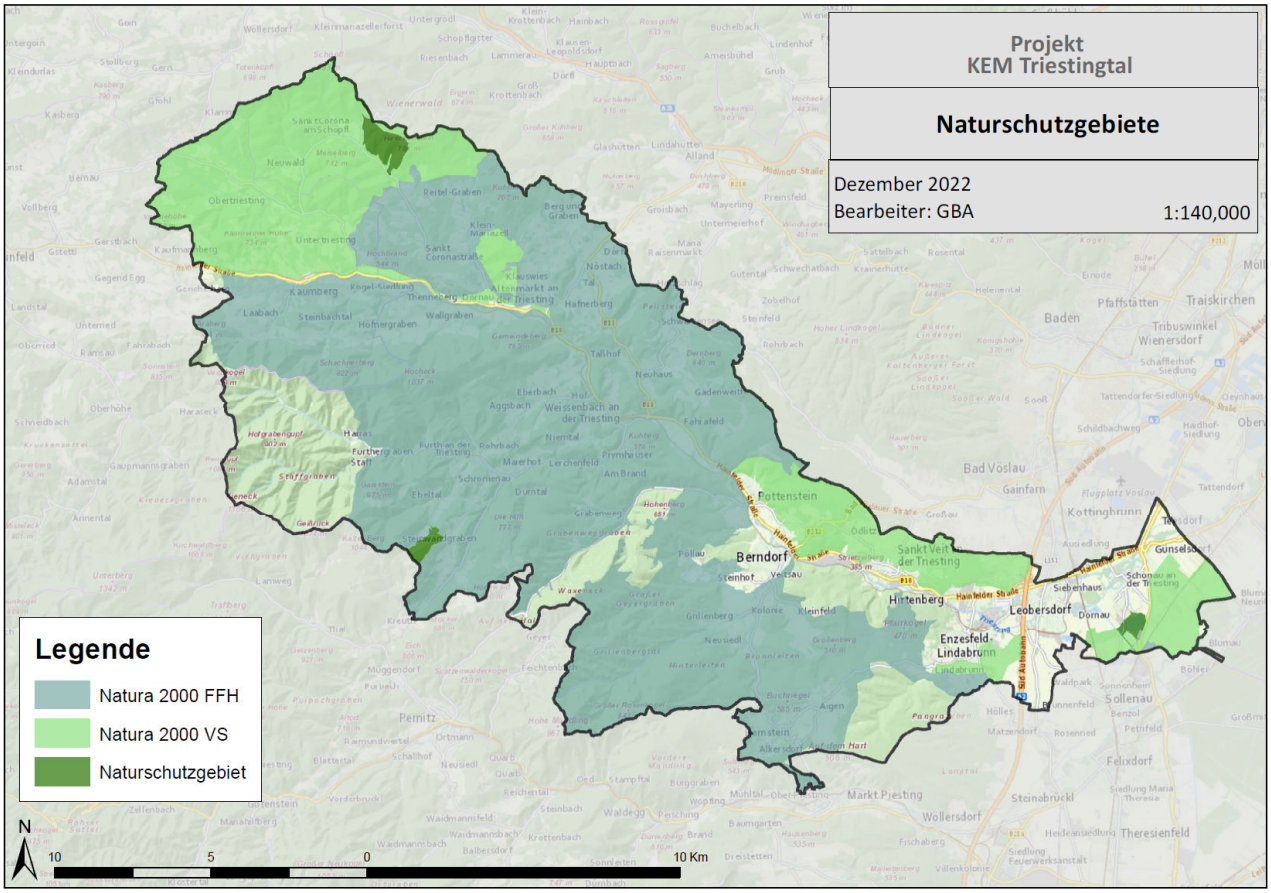


Abbildung 36: Naturschutzgebiete in der KEM Triestingtal (ODG Datensätze aus „Offenes Parlament“: https://www.data.gv.at/)

Natura 2000 Gebiete sind Schutzgebiete mit dem Ziel wertvolle Arten und Lebensräume über mehrere Generationen zu erhalten. Voraussetzung ist eine harmonische Koexistenz von Mensch und Natur durch die Sicherung der naturnahen Landschaft. Die Schutzgebiete basieren auf den EU Richtlinien zum Vogelschutz (Natura 2000 VS, Vogelschutzrichtlinie) und dem zum Schutz von Flora und Fauna (Natura 2000 FFH-Richtlinie).

Tabelle 6: Naturschutzgebiete in der KEM Triestingtal (ODG Datensätze aus „Offenes Parlament“: https://www.data.gv.at/)

NAME	OGD Datensätze
Wienerwald - Thermenregion	Natura 2000 VS, Natura 2000 FFH
Nordöstliche Randalpen	Natura 2000 VS, Natura 2000 FFH
Steinfeld	Natura 2000 VS, Natura 2000 FFH
Mitterschöpfl-Hirschenstein	NÖ Naturschutzgebiet – Schutz von seltenen, für Laubwälder typischen Tierarten
Schönauer Teich	NÖ Naturschutzgebiet – Erhaltung der Teichlandschaft
Wieselthaler Steinwand	NÖ Naturschutzgebiet – Erhaltung der Steinwand und ihres Umlands

Verkarstungsfähige Gesteine

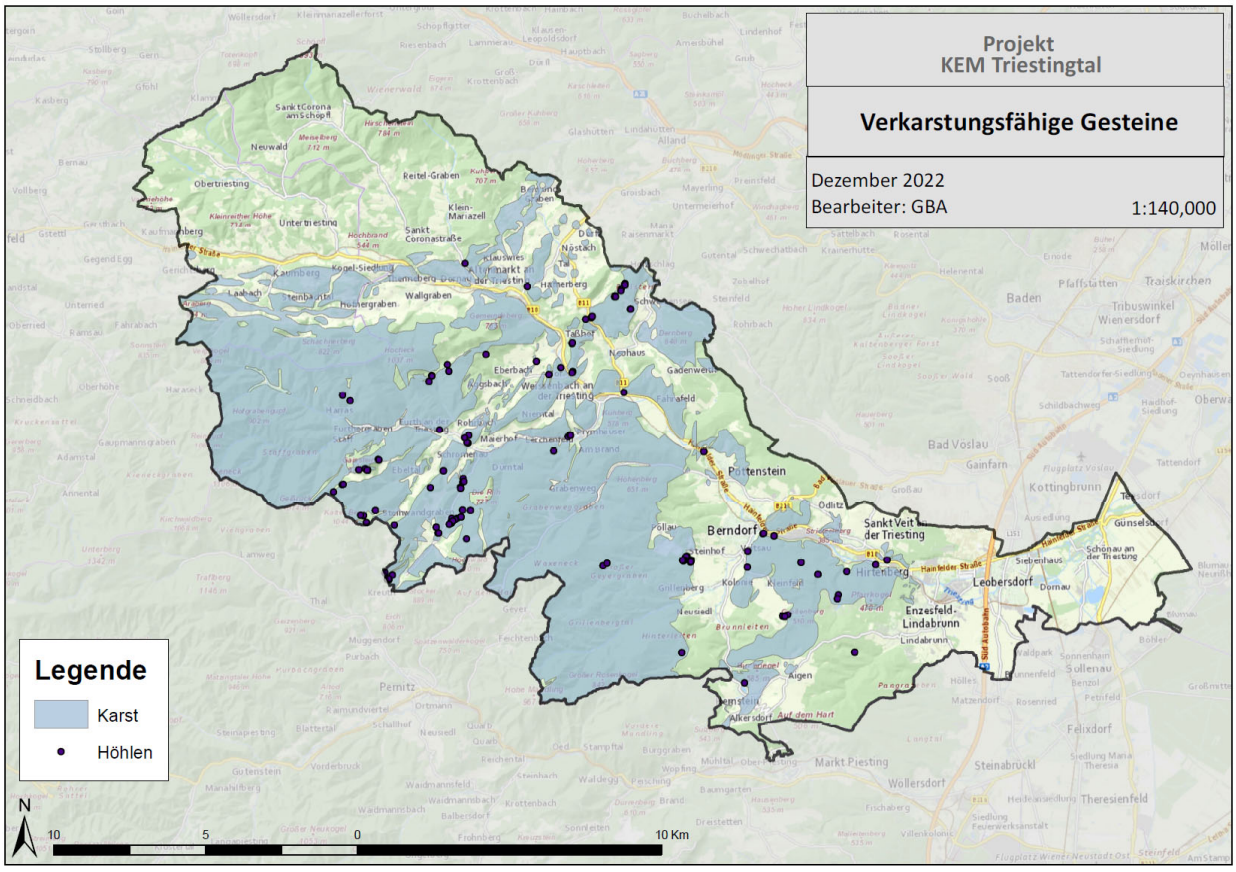


Abbildung 37: Gebiete mit verkarstungsfähigen Gesteinen und der Lage von erfassten Höhlen (Verband der Höhlenforscher, 2016) in der KEM Triestingtal.

In Gebieten mit verkarstungsfähigen Gesteinen (siehe Abbildung 37) kann es zu Problem beim Einbau von Erdwärmesonden kommen. Durch unterirdisch entstandene Hohlräume kann es zu Spülungsverlusten beim Bohren und zu einer unvollständigen Zementierung der Erdwärmesonde kommen. Dieses Risiko schließt eine Errichtung von Erdwärmesonden in den betroffenen Gebieten nicht aus. Eine fachgerechte Ausführung von erfahrenen Planern und

Bohrunternehmen minimiert das Risiko, dass es hier zu Auswirkungen auf Umwelt oder die Effizienz der Erdwärmesonde kommt.

Altlasten

Altlasten sind Ablagerungen oder Standorte, von denen erhebliche Gefahren für die Gesundheit des Menschen oder die Umwelt ausgehen, wobei die Gefährdung durch Untersuchungen nachgewiesen wurde. Liegen Altlasten im Untergrund vor, kann es zur Verschleppung der Verunreinigungen durch Baumaßnahmen wie die Errichtung von Oberflächennahen Geothermieanlagen kommen. Liegen Verdachtsflächen vor, sind diese zu melden und nach einer Bewertung des Umweltbundesamts sind diese bei Einschätzung einer erheblichen Gefährdung in den Verdachtsflächenkataster aufzunehmen.

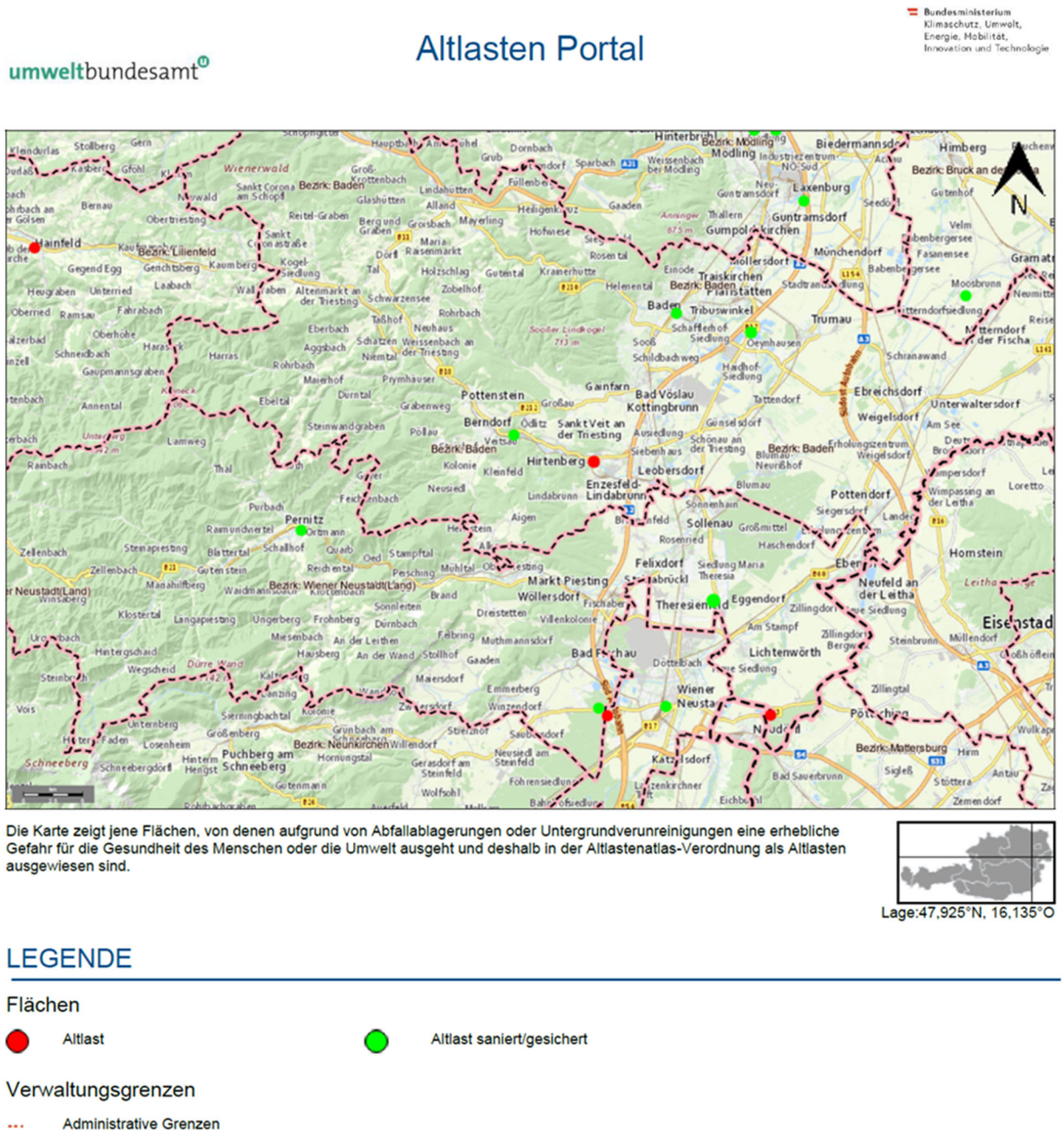


Abbildung 38: Ausschnitt aus dem Altlastenportal des Umweltbundesamts (Abfrage 11.2022) mit den Gemeinden der KEM Triestingtal um Umgebung

Der Verdachtsflächenkataster (https://www.altlasten.gv.at/atlas/verdachtsflaechenkataster.html) ist öffentlich einsehbar. Eine Abfrage erfolgt nach Grundstücksnummer weshalb für die KEM Triestingtal keine Informationen ausgehoben werden konnten. Informationen über bekannte Altlasten und gesicherte Altlasten sind über das Altlastenportal https://altlasten.umweltbundesamt.at/altlasten/?servicehandler=publicgis) des Umweltbundesamts erhältlich und in Abbildung 38 dargestellt. In der KEM Triestingtal sind Altlasten in Berndorf und Hirtenberg verzeichnet. Aufgrund des NÖ Raumordnungsgesetzes dürfen Grundstücke mit Altlasten nicht als Bauland gewidmet werden. Für bereits als Bauland gewidmete Grundstücke, die in den Verdachtsflächenkataster eingetragen werden, hat die Gemeinde eine Bausperre zu erlassen. Die Errichtung von Oberflächennahen Geothermieanlagen ist somit nicht möglich.

Quellfähige und auslaugungsfähige Gesteine

Quellfähige und auslaugungsfähige Gesteine sind Evaporite wie Salz, Gips und Anhydrit die bei Kontakt mit Wasser reagieren und zu einer Veränderung des Untergrundes führen. Salz kann durch seine hohe Wasserlöslichkeit aufgelöst werden, dies kann in Folge zur Bildung von Hohlräumen und zu einer Setzung des Untergrundes führen. Anhydrit quillt unter Wasseraufnahme zu Gips. Dabei nimmt auch sein Volumen zu und Hebungen des Untergrundes sind die Folge. **Eine Errichtung von Erdwärmesonden in Gebieten mit Evaporiten muss aufgrund des großen Risikos an Veränderungen der Geländeoberfläche ausgeschlossen werden**. Für die KEM Triestingtal sind in Abbildung 39 jene Regionen ausgewiesen in denen Evaporite vorkommen können. Aufgrund der großmaßstäblichen Betrachtung wird hier empfohlen eine detaillierte Kartierung des Gebiets vorzunehmen um etwaige Evaporitvorkommen zu bewerten, lokal abzugrenzen und eine bessere Einschätzung für die Errichtung von Erdwärmesonden zu bekommen.

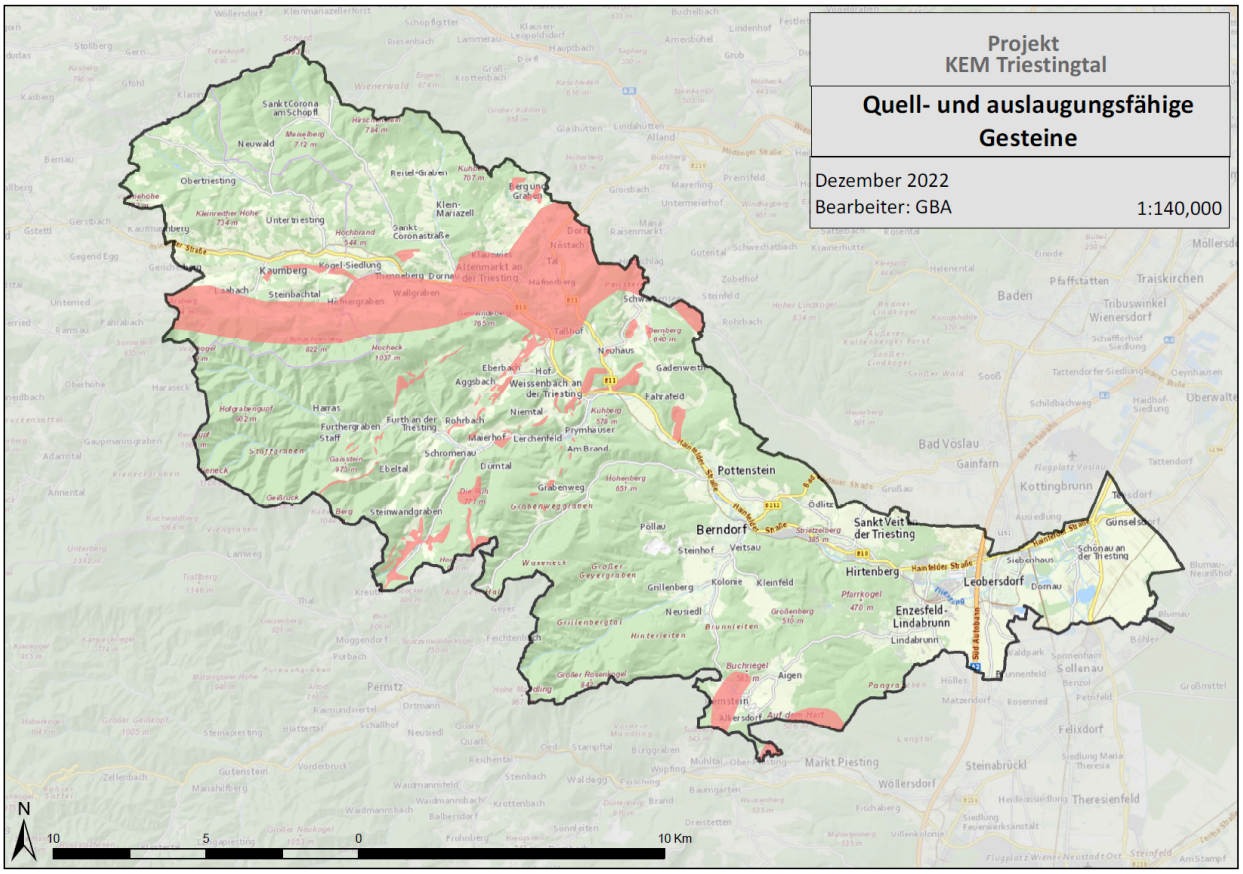


Abbildung 39: Quell- und auslaugungsfähige Gesteine in der KEM Triestingtal

Bergbaugebiete und künstliche Hohlräume

Für die Vorstudie wurden Informationen aus dem interaktiven Rohstoffinformationssystems der GeoSphere Austria (www.geologie.ac.at/services/webapplikationen/iris-interaktives-rohstoffinformationssystem) ausgehoben. Es liegen mehrere Rohstoffvorkommen von Braun- und Steinkohle und Industriemineralen in Form von Evaporiten (Gips, großer Abbau in Altenmarkt a.d. Triesting) vor. Für die Errichtung von Erdwärmesonden sollten bergbauliche Tätigkeiten im Untergrund bekannt sein, besonders künstliche Hohlräume wie Stollen und Schächte, um Einbindungsschwierigkeiten der Sonden auszuschließen. Unabhängig von Abbautätigkeiten bedeuten die vorliegenden Evaporitvorkommen einen Ausschlussgrund für die Errichtung von Erdwärmesonden (siehe Abschnitt quell- und auslaugungsfähige Gesteine).

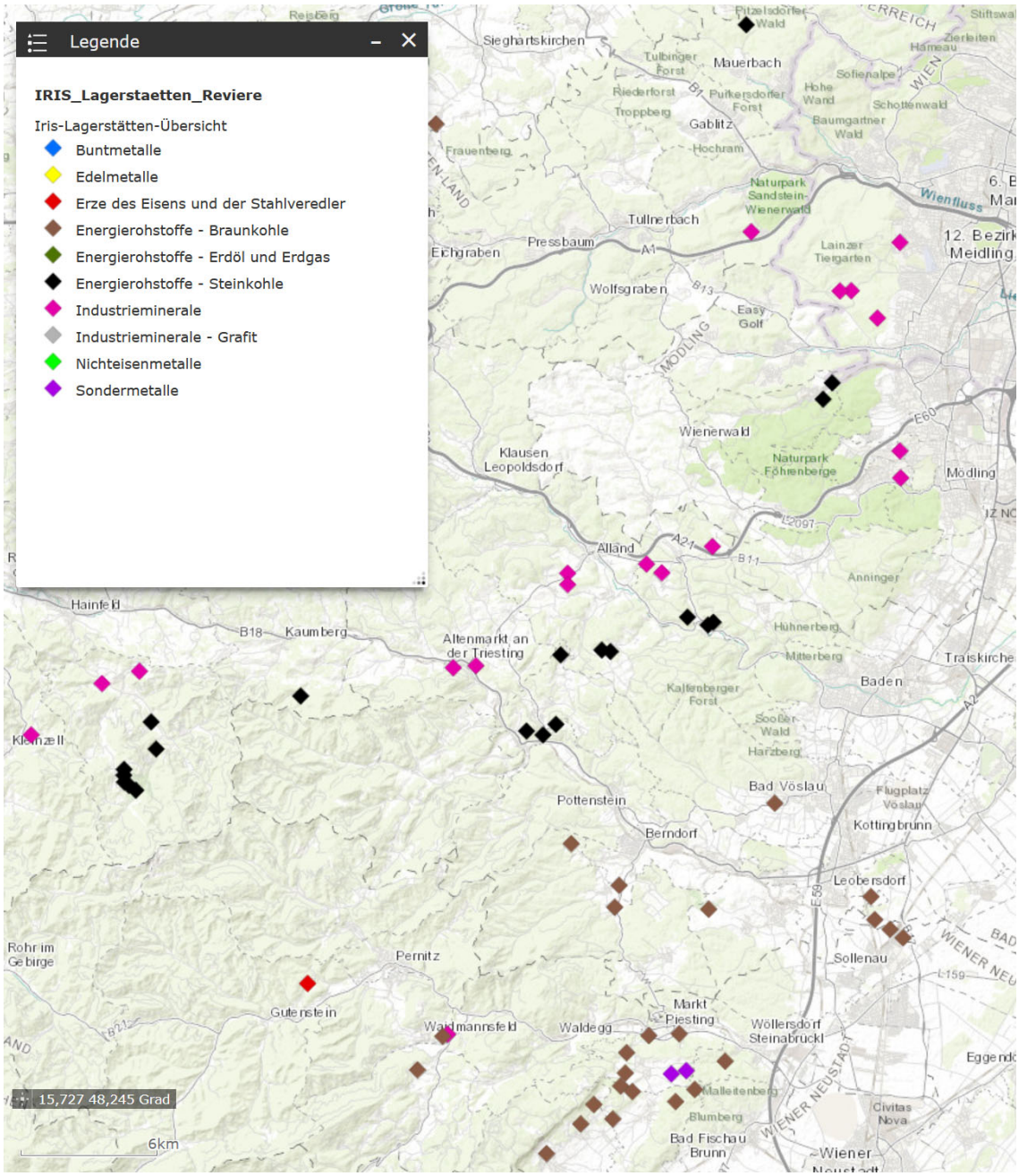


Abbildung 40: Rohstoffvorkommen und Lagerstätten in der KEM Triestingtal und Umgebung. (https://www.geologie.ac.at/services/webapplikationen/iris-interaktives-rohstoffinformationssystem).

Massenbewegungen – Rutschprozesse

Grundsätzlich besteht durch Rutschprozesse nur ein geringes Risiko auf Oberflächennahe Geothermieanlagen, besonders hinsichtlich flacher Kollektoren und Erdwärmesonden. In der Regel werden diese in bereits bebauten Gebieten errichtet und sind somit denselben Bedingungen wie andere Baulichkeiten ausgesetzt. Für Niederösterreich kann die geogene Gefahrenhinweiskarte mit der Bewertung von Rutschungsprozessen unter https://atlas.noe.gv.at/atlas/portal/noe-atlas/map/Planung%20und%20Kataster/Geogene%20Gefahrenhinweiskarten?bbox=12.911950679428156,46.9653327745183,19.128296885460713,49.466912549317314 abgefragt werden.

Vorkommen von mehreren Grundwasserstockwerken und artesisch gespannten Grundwässern

Besonders in Beckengebieten mit unterschiedlichen Ablagerungen von Lockersedimenten kann es vorkommen, dass mehrere Grundwasserkörper in unterschiedlichen Tiefen vorliegen (Grundwasserstockwerke). Durch das Vorliegen von Stauern (undurchlässige Schichten) zwischen den einzelnen Grundwasserstockwerken ist auch mit gespannten Grundwässern zu rechnen. Gespannte Grundwässer stehen unter Druck und beim Anbohren kommt es zu einem natürlichen Austritt des Grundwassers über den jeweiligen Grundwasserspiegel. Befindet sich die Druckfläche des Grundwassers über der Geländeoberfläche spricht man von artesisch gespannten Grundwasser. Das Wasser steigt von selbst bis zur Erdoberfläche oder höher. Beim Anbohren kann es zu einem unkontrollierten Austritt und zu schweren Beschädigungen/Verschmutzungen der Umgebung kommen.

Für die thermische Nutzung von Grundwasser spielt dies meist keine Rolle, da im Regelfall der oberste Grundwasserkörper genutzt wird. Beim unsachgemäßen Abteufen von Bohrungen mit mehreren 10er Metern birgt dies die Gefahr, dass einerseits unterschiedliche Grundwasserkörper durch den Bohrvorgang verbunden werden und andererseits Wasser unkontrolliert austritt (siehe Absatz oben). Dies hat neben einer Änderung von Druckniveaus auch eine Änderung des Chemismus der Wässer zur Folge.

Die Errichtung von Erdwärmesonden ist trotzdem möglich. Es ist in diesen Gebieten aber auf jeden Fall auf eine fachgerechte Ausführung (Schutzverrohrung) der Bohrung durch geschultes Personal zu achten.

Für Niederösterreich sind keine Gebiete mit mehreren Grundwasserstockwerken oder mit artesisch gespannten Grundwässern ausgewiesen. Diese sind besonders in Beckengebieten jedoch nicht auszuschließen (SO KEM Triestingtal).

Naturdenkmäler

Naturdenkmäler sind geschützte Naturgebilde die für das Landschaftsbild erhalten werden sollen. Dies können z.B. Einzelbäume, Baumgruppen, Parks, aber auch Quellen, Wasserfälle oder Höhlen sein. An Naturdenkmälern dürfen keine Eingriffe oder Veränderungen vorgenommen werden. Flächig vorliegende Naturdenkmäler genießen neben den Naturschutzgebieten den höchsten Schutzstatus, wodurch auf diesen Flächen der Naturschutz Vorrang gegenüber allen anderen Nutzungen hat. Für die KEM Triestingtal wurden Naturdenkmäler die sich über eine Fläche erstrecken in Abbildung 41 dargestellt. Einzelne Naturdenkmäler wie z.B. Bäume wurden nicht erfasst. Eine vollständige Liste aller im jeweiligen Gemeindegebiet vorkommenden Naturdenkmäler ist über https://www.noe.gv.at/noe/Naturschutz/Naturdenkmaeler_in_NOe.html einsehbar. Sollte eine Anlage im Nahbereich eines Naturdenkmals errichtet werden wird eine Abklärung bei der zuständigen Behörde bereits vor der Anlagenplanung empfohlen.

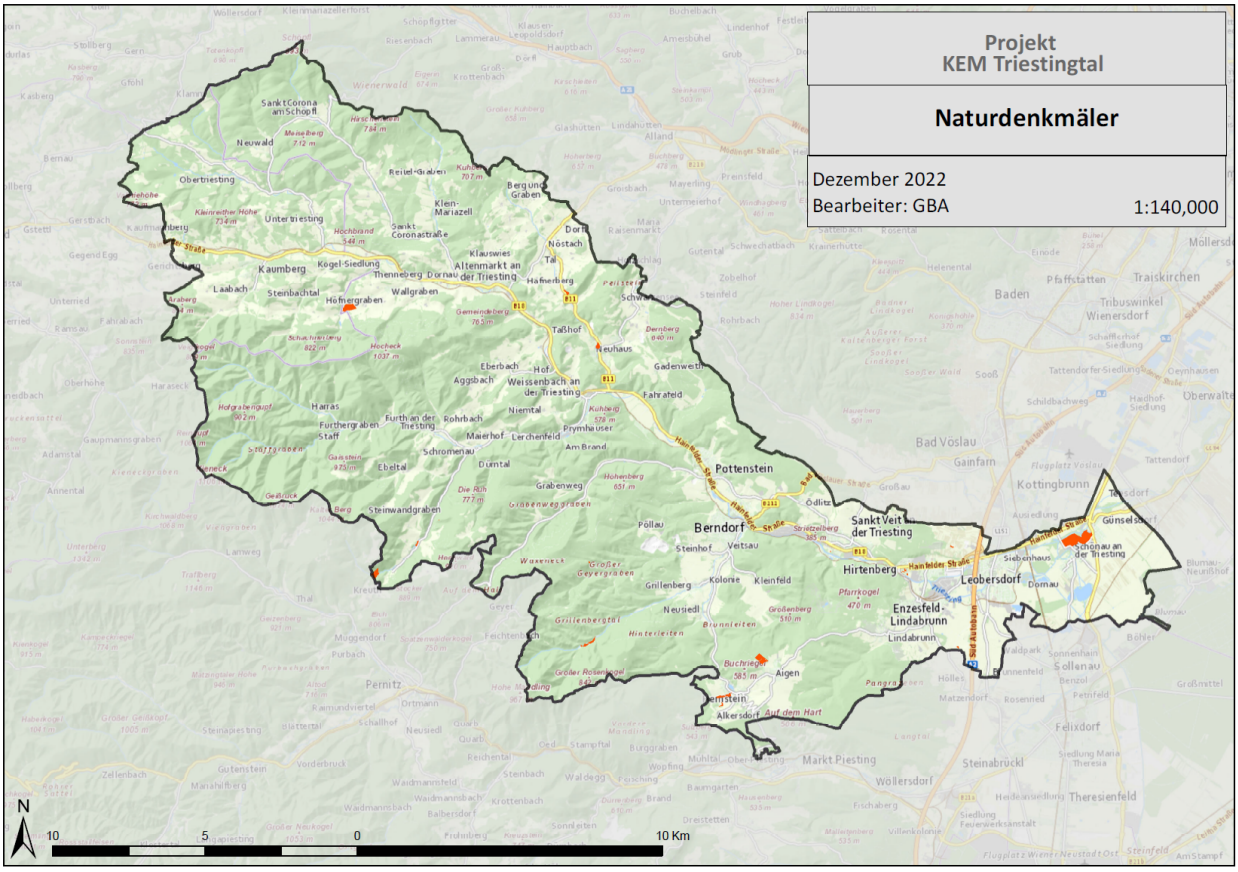


Abbildung 41: Flächig ausgebreitete Naturdenkmäler in der KEM Triestingtal (https://www.data.gv.at/katalog/dataset/b1330f5f-a822-48b8-b012-69b6b91745ca#resources).

Auswirkungen durch die Nutzung von Oberflächennahen Geothermieanlagen auf Bäume und Pflanzen

Wie schon erwähnt, sind die Anwendungsformen der Oberflächennahen Geothermie **sehr sichere Technologien.** Bei korrekter Auslegung und Ausführung können Auswirkungen auf die Umwelt verhindert werden. Eine Änderung der Temperatur im Nahbereich der Anlagen ist jedoch nicht auszuschließen. Bei der thermischen Grundwassernutzung mach sich dies durch eine Änderung der Temperatur des Grundwassers nach der Versickerung des genutzten Wassers bemerkbar. Bei Erdwärmesonden durch einen Temperaturabfall des Erdreichs im Umkreis von ca. 5 Metern um die Sonde. Die erlaubten Temperaturänderungen werden von der Behörde durch Vorgaben zum Betrieb der jeweiligen Anlage streng kontrolliert. Die Vorgaben stammen aus Empfehlungen im ÖWAV Regelblatt 207 (OWAV, 2009) und wurden für Niederösterreich übernommen. So dürfen Wässer nur um 3 °C abgekühlt werden und müssen bei der Versickerung in einem Temperaturbereich zwischen 5 und 20 °C liegen. Bei Erdwärmesonden wird der Betrieb durch Vorgabe der mittleren Temperaturen der Absorber geregelt. Zudem gibt es Abstandregelungen zu benachbarten Grundstücken und Gebäuden.

Im Zuge der Ausarbeitung dieser Studie wurde vom Auftraggeber die Frage aufgeworfen ob die durch Geothermieanlagen hervorgerufene Temperaturänderung einen Einfluss auf Bäume und Pflanzen haben kann. Generell muss hier gesagt werden, dass zu dieser Fragestellung noch keine Studien bekannt sind. Ein Gespräch der GeoSphere Austria mit Professor Peter Hietz und Norbert Kunert, Universitätsassistent, vom Institut für Botanik an der Universität für Bodenkultur ergab folgende Schlussfolgerung (Auszug aus Projekt WC-036):

- Es gibt einige Studien, die sich im Allgemeinen mit der Temperaturabhängigkeit der Baum Atmung beschäftigen, wo die Wurzelatmung auch eine Rolle spielt. Es gibt jedoch keine Studien, die konkret Temperaturveränderungen mit folglich substanziellen Schäden an Bäumen behandeln.

- Wenn die obersten 1 bis 1,5 m durch Erdwärmesonden unbeeinflusst sind und die Temperaturunterschiede nur bei 2 bis 3 K liegen, gehen Hr. Hietz und Hr. Kunert nicht davon aus, dass es einen Effekt auf die Baumentwicklung gibt. Sollte es jedoch zu Veränderungen kommen, führen diese nicht zu einem Stress oder Absterben der Bäume, sondern maximal zu einer zeitlichen Verzögerung des Austriebs und Wachstums bzw. einem erhöhten Wachstum im Sommer.

5.5 Zusammenfassung

Ressource

Für die thermische Nutzung von Grundwasser konnten einige oberflächennahe Grundwasserköper ausgewiesen werden (Abbildung 42). Besonders ergiebige und flächig ausgebreitete Grundwasservorkommen finden sich im Bereich des Wiener Beckens. Im restlichen Teil der KEM Triestingtal sind diese an Fluss- und Bachläufe gebunden. Es ist in diesen Regionen aber auch nicht auszuschließen, dass weitere lokale Grundwasservorkommen vorhanden sind.

Bezüglich des qualitativen Potentials können die dargestellten Grundwässer mit jetzigem Wissenstand als geeignet für eine thermische Grundwassernutzung angesehen werden. Unterstrichen wird dies durch bereits 27 installierte Anlagen (Anhang 3) im Untersuchungsgebiet und die ausgehobenen Ressourcenparameter. Letztere konnten aus umliegenden Grundwasserpegeln abgeleitet werden und zeigen keine Einschränkungen für eine thermische Nutzung.

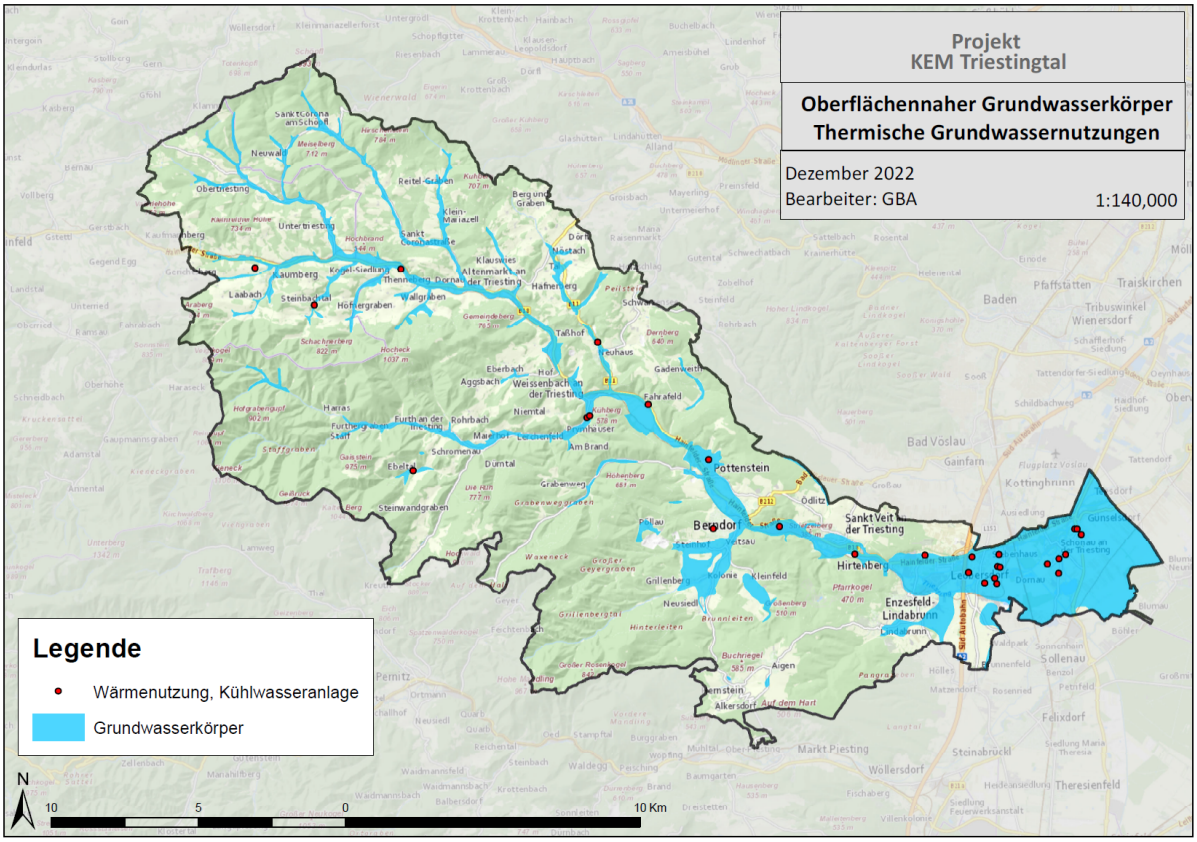


Abbildung 42: Oberflächennaher Grundwasserkörper in der KEM Triestingtal. Die roten Punkte stellen bereits existierende thermische Grundwassernutzungen dar.

Eine quantitative Potentialerhebung kann im Zuge dieser Vorstudie nicht durchgeführt werden.

Die Bewertung der Ressourcen für die Nutzung der Erdwärme mittels Erdwärmesonden erfolgt durch die Ableitung von gesteinsspezifischen Parametern zur Wärmeleitung. Aus der ermittelten Wärmeleitfähigkeit können 3 Zonen mit unterschiedlichen Eigenschaften ausgewiesen werden. Diese folgen der großtektonischen geologischen Einteilung des Untersuchungsgebiets. Basierend auf den Daten wurde eine erste grobe quantitative Einschätzung des Potentials für Erdwärmesonden hinsichtlich der Entzugsleistung der Sonden ermittelt. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** zeigt die spezifische Entzugsleistung bei einem durchschnittlichen Betrieb einer Erdwärmesonde von 1.800 Stunden pro Jahr an. Für Erdwärmesonden im Wiener Becken können so mit einer Erdwärmesonde von 100 Meter Länge 5 $kW_{thermisch}$ gewonnen werden, während eine gleichlange Sonde im Gebiet der Nördlichen Kalkalpen 6,5 $kW_{thermisch}$ liefert. In den nördlichen Kalkalpen ist demnach eine geringere Bohrtiefe für denselben Wärmebedarf im Vergleich zum Wiener Becken nötig.

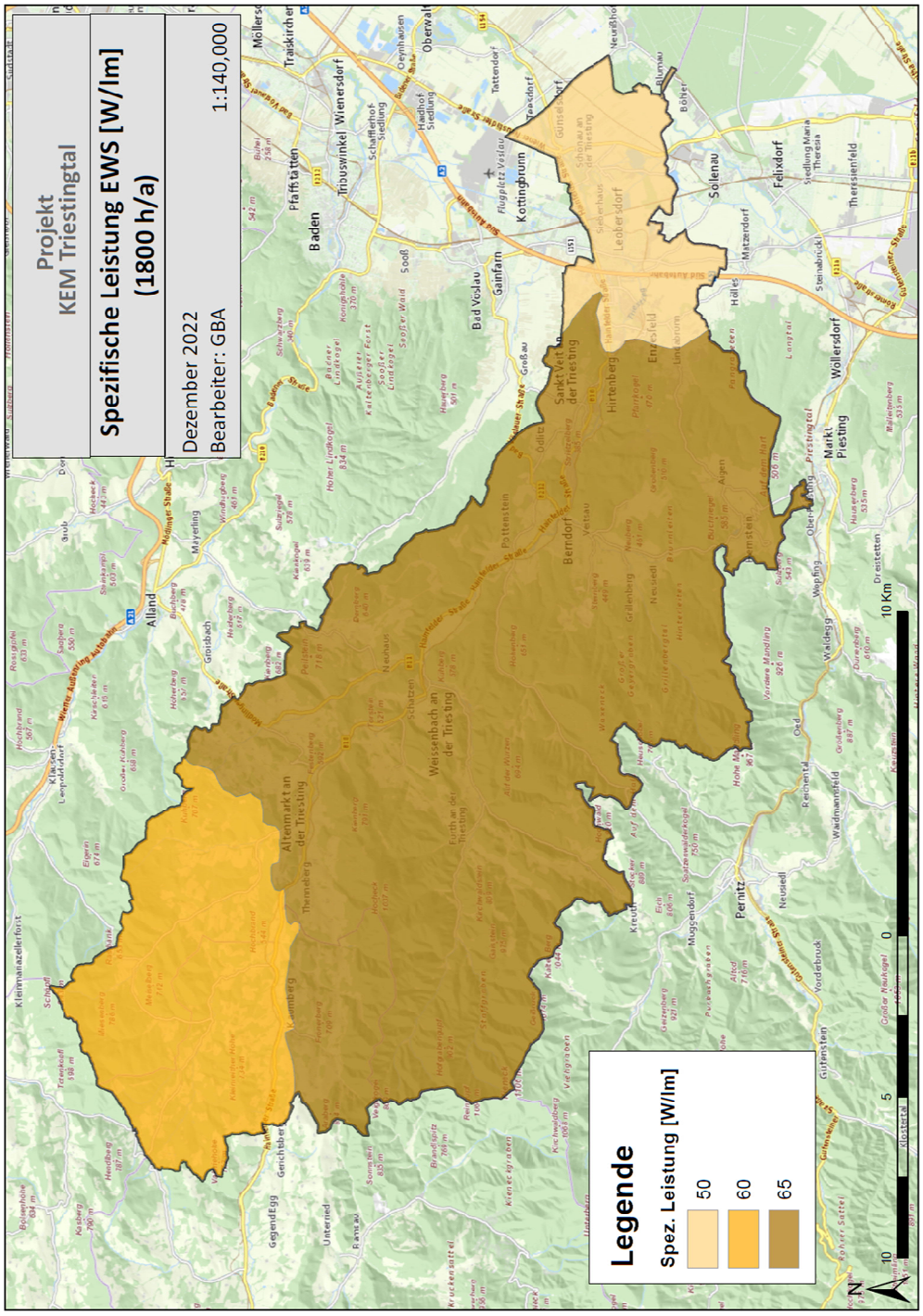


Abbildung 43: Spezifische Leistung von Erdwärmesonden in Watt pro Laufmeter in der KEM Triestingtal

Einschränkungen und Hinweise

Die qualitative Einschätzung des Potentials für oberflächennahe Geothermieanlagen wurde in einem zweiten Schritt mit Einschränkungen und Hinweisen für eine Nutzung abgeglichen um das nutzbare Potential darzustellen. Die Darstellung erfolgt als Ampelkarte. Gelb ausgewiesene Gebiete stellen Zonen dar, wo eine Installation von Erdwärmesonden grundsätzlich möglich ist, aber Einschränkungen vorliegen und damit besondere Achtsamkeit beim Einbau erfordern. Rot gefärbte Gebiete markieren Zonen wo eine Errichtung von Geothermieanlagen verboten ist oder die Errichtung nicht empfohlen werden kann.

Eine vollständige Zusammenfassung der Daten zu Einschränkungen und Hinweisen für die Nutzung von oberflächennahen Geothermieanlagen ist in Tabelle 8 ersichtlich.

Abbildung 44 zeigt die erstellte Ampelkarte für die Nutzung von Grundwasser für thermische Zwecke in der KEM Triestingtal. Die gelb ausgewiesenen Zonen markieren das Vorliegen von Wasserschutz- und Schongebieten sowie Naturdenkmälern. In diesen Gebieten können Verbote für die Errichtung von thermischen Grundwassernutzungen vorliegen. Im Falle von Wasserschutzgebieten ist dies auch wahrscheinlich, die genaue Abgrenzung dieser Zonen konnten im Zuge der Vorstudie nicht ermittelt werden. In Folgestudien müssten dazu die einzelnen Bescheide zu den jeweiligen Schutzgebieten ausgehoben werden.

Thermische Grundwassernutzungen müssen auf jeden Fall bei der Behörde bewilligt werden (siehe auch Kapitel 6.1). Es empfiehlt sich, auch außerhalb der gelb markierten Zonen, ein Vorgespräch über das beabsichtigte Vorhaben mit der zuständigen Behörde (Bezirkshauptmannschaft) über mögliche Einschränkungen und Pflichten bei der Umsetzung abzuhalten.

Tabelle 7: Zusammenfassung der für die KEM Triestingtal gesammelten Ressourcenparameter für die Errichtung von oberflächennahen Geothermieanlagen

Parameter	Einheit/Kategorie	Kategorie	OG-System	Beschreibung
Wärmeleitfähigkeit des Untergrunds	W/m/K	Ressource	Erdwärmesonde, Horizontalkollektoren	1,87 W/mK ≙ 50W/lm im Bereich Wiener Becken 2,8 W/mK ≙ 65W/lm in den Nördlichen Kalkalpen 2,3 W/mK ≙ 60W/lm in der Flyschzone
Untergrundtemperatur	°C	Ressource	Erdwärmeson	Abzuleiten aus Bodentemperatur und geothermischen Gradienten von 30 °C/km
Bodentemperatur	°C	Ressource	Erdwärmesonde, Horizontalkollektoren	7,9 - 11,7 °C mit Temperaturgefälle von Warm zu Kalt von SO nach NE
Für thermische Nutzung geeigneter Grundwasserkörper	kGW - Kein Grundwasserkörper vorhanden PGW - Porengrundwasserleiter mit ergiebiger Grundwasserführung vPGW - Porengrundwasserleiter mit lokaler oder begrenzter Grundwasserführung	Ressource	Thermische Grundwassernutzung	Unterschiedliche Grundwassersituationen bedingt durch Geologie, Ausweisung der für thermische Grundwassernutzungen relevanten Grundwasserkörper, weitere lokale Grundwasserkörper können nicht ausgeschlossen werden
Flurabstand	m	Ressource	Thermische G	mittlerer Flurabstand Wiener Becken: 4-31,2 m Unzureichende Datenlage, unterschiedliche Datendichte je nach Region; Parameter aus vorhandenen Daten nicht gesichert ableitbar
Grundwassermächtigkeit	m	Ressource	Thermische G	Parameter aus vorhandenen Daten nicht ableitbar
Hydraulische Leitfähigkeit (kf-Wert)	m/s	Ressource	Thermische G	keine Daten vorhanden
Grundwassertemperatur	°C	Ressource	Thermische Grundwassernutzung	mittlere Grundwassertemperatur (Messzeitraum 2012-2022): Wiener Becken: 10,6-16,4° C Nördl. Kalkalpen: 8,5 - 13,9° C Flyschzone: 8,7-10,2° C

Tabelle 8: Zusammenfassung von Einschränkungen und Hinweisen für die Nutzung von Geothermieanlagen in der KEM Triestingtal

Parameter	Einheit/Kategorie	Kategorie	OG-System	Beschreibung
Gespannte Grundwasserzone	Möglich	Hinweis	Alle	Keine Daten, im Prinzip in Beckengebieten immer möglich, Auswahl eines geeigneten Bohrverfahrens durch geschultes Personal
Vorkommen brennbarer Gase	Möglich	Hinweis	Alle	Keine Daten, im Prinzip in allen Beckengebieten möglich; Geschulte Bohrfirmen setzten Gaswarngeräte ein
Mehrere Grundwasser-stockwerke	Möglich	Hinweis	Alle	Keine Daten, im Prinzip in Beckengebieten immer möglich, Auswahl eines geeigneten Bohrverfahrens durch geschultes Personal
Grundwasserchemismus		Hinweis	Alle	Keine Daten
Naturdenkmäler	Vorhanden	Hinweis	Alle	Erfasst in Kartenform wenn flächig vorliegend
Wasserschutz- und Wasserschongebiet	Vorhanden	Einschränkung	Alle	Erfasst in Kartenform wenn im verwendetetn Maßstab darstellbar.
Naturschutz	Vorhanden	Einschränkung	Alle	Erfasst in Kartenform
Rutschprozesse	Vorhanden	Einschränkung	Alle	Datensatz nicht für allgemeine Infos darstellbar; Rutschprozesse müssen für pot. Anlagen Standortspezifisch erfasst werden. Datenquelle: NÖ Atlas: https://atlas.noe.gv.at/atlas/portal/noe-atlas/map/Planung%20und%20Kataster/Geogene%20Gefahrenhinweiskarten?bbox=14.145199336807462,46.57885613719722,17.863601788738112,49.90446918665995
Verkarstungsfähige Gesteine	Vorhanden	Einschränkung	Alle	Erfasst in Kartenform
Altlasten/Verdachtsflächen	Vorhanden	Einschränkung	Alle	Informationen aus Altlastenportal erfasst; Verdachtsflächenkataster muss bei pot. Anlagen standortspezifisch abgefragt werden
Bergbaugebiet und künstliche Hohlräume	Vorhanden	Einschränkung	Alle	Erfassung von Lagerstätten Revieren aus dem GeoSphere Portal IRIS. Auskunft über Vorkommen von Lagerstätten ohne Hinweise auf Abbautätigkeiten
Quellfähige und auslaugungsfähige Gesteine	Vorhanden	Einschränkung	Alle	Einschränkung für Erdwärmesonden durch Quell- und auslaugungsfähigke Gesteine gegeben. Es liegen keine Informationen über die Ausprägung der Gesteine vor. Der Untergrund muss vor einer Anlagenplanung genauer bewertet werden, ansonsten sind Bohrungen in diesen Regionen sind aufgrund der Gefahr von Oberflächenveränderungen auszuschließen.
Tunnel und andere unterirrische Bauwerke		Einschränkung	Alle	Nicht erfasst im Zuge der Studie. Anmerkung: dieser Punkt beinhaltet auch die Berücksichtigung von alten, nicht mehr gebrauchten Tunnelsystemen oder Stollen wie Sie z.B. in Hirtenberg vermutet sind. Deren Lage kann oftmals nicht genau angegeben werden, darum Vorsicht beim Bohren in Verdachtsgegenden
Artesisch gespannte Brunnen	Möglich	Einschränkung	Alle	Keine Daten vorhanden, im Prinzip sind artesische gespannte Grundwässer in Becken immer möglich, Bertung der Situation und Auswahl eines geeigneten Bohrverfahrens durch geschultes Personal nötig
Div. Vorschriften der Bauverordnung z.B. Denkmalschutz und Ähnliches				Nicht berücksichtigt

Für die Errichtung von Erdwärmesonden ist in Niederösterreich außerhalb von Wasserschutz- und Schongebieten keine behördliche Bewilligung nötig (siehe Kapitel 6.1). Die Verantwortung für eine korrekte und umweltgerechte Installation einer Anlage liegt demnach beim Betreiber. Es wir hier nochmals darauf hingewiesen, dass Geothermieanlagen nur von fachkundigem Personal geplant und installiert werden sollten. Die Ampelkarte für Erdwärmesonden (Abbildung 45) zeigt mit den gelb ausgewiesenen Bereichen Zonen in denen Einschränkungen für die Errichtung von Erdwärmesonden vorliegen. Dies können Wasserschutz- und Schongebiete, das Vorkommen von verkarstungsfähigen Gesteinen oder Naturdenkmäler sein. Altlasten konnten nicht berücksichtigt werden, diese sollten bei der Planung für den jeweiligen Standort abfragt werden.

Der rot schraffierte Bereich in der Ampelkarte spiegelt das Vorkommen von quell- und auslaugungsfähigen Gesteinen wieder. Aufgrund der großmaßstäblichen Betrachtung in dieser Studie sind diese Gebiete sehr großzügig definiert. Durch eine detaillierte Kartierung des Gebiets können etwaige Evaporitvorkommen besser bewertet und lokal abgegrenzt werden. Mit jetzigem Kenntnisstand ist eine Errichtung von Erdwärmesonden in diesen Regionen auszuschließen (siehe auch Kapitel 5.4).

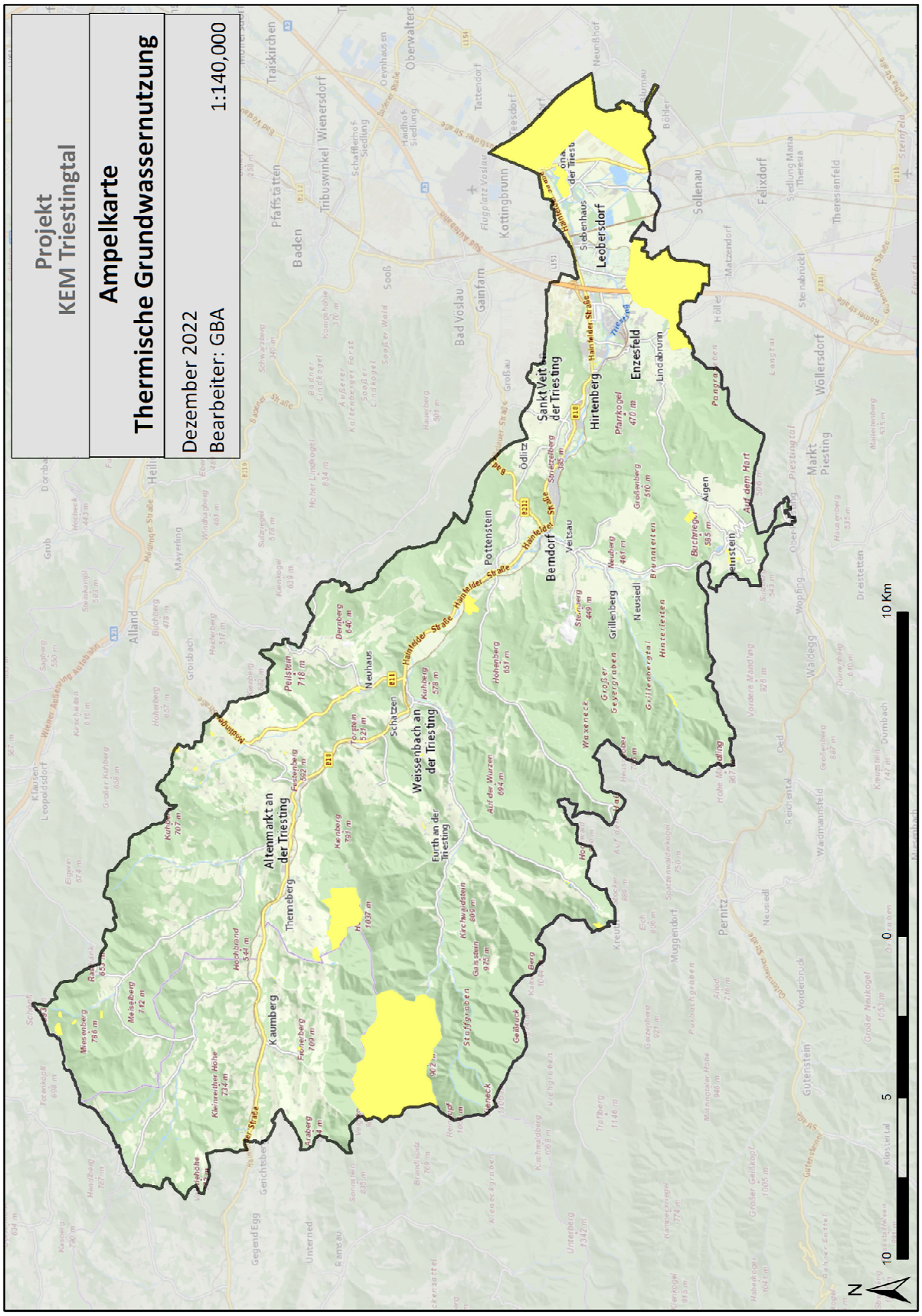


Abbildung 44: Ampelkarte für die thermische Nutzung von Grundwasservorkommen. Gelb markierte Gebiete stellen Zonen mit Einschränkungen oder Verboten für die Nutzung dar. Vor Detailplanung von Anlagen muss in diesen Gebieten eine Abklärung mit der zuständigen Behörde erfolgen

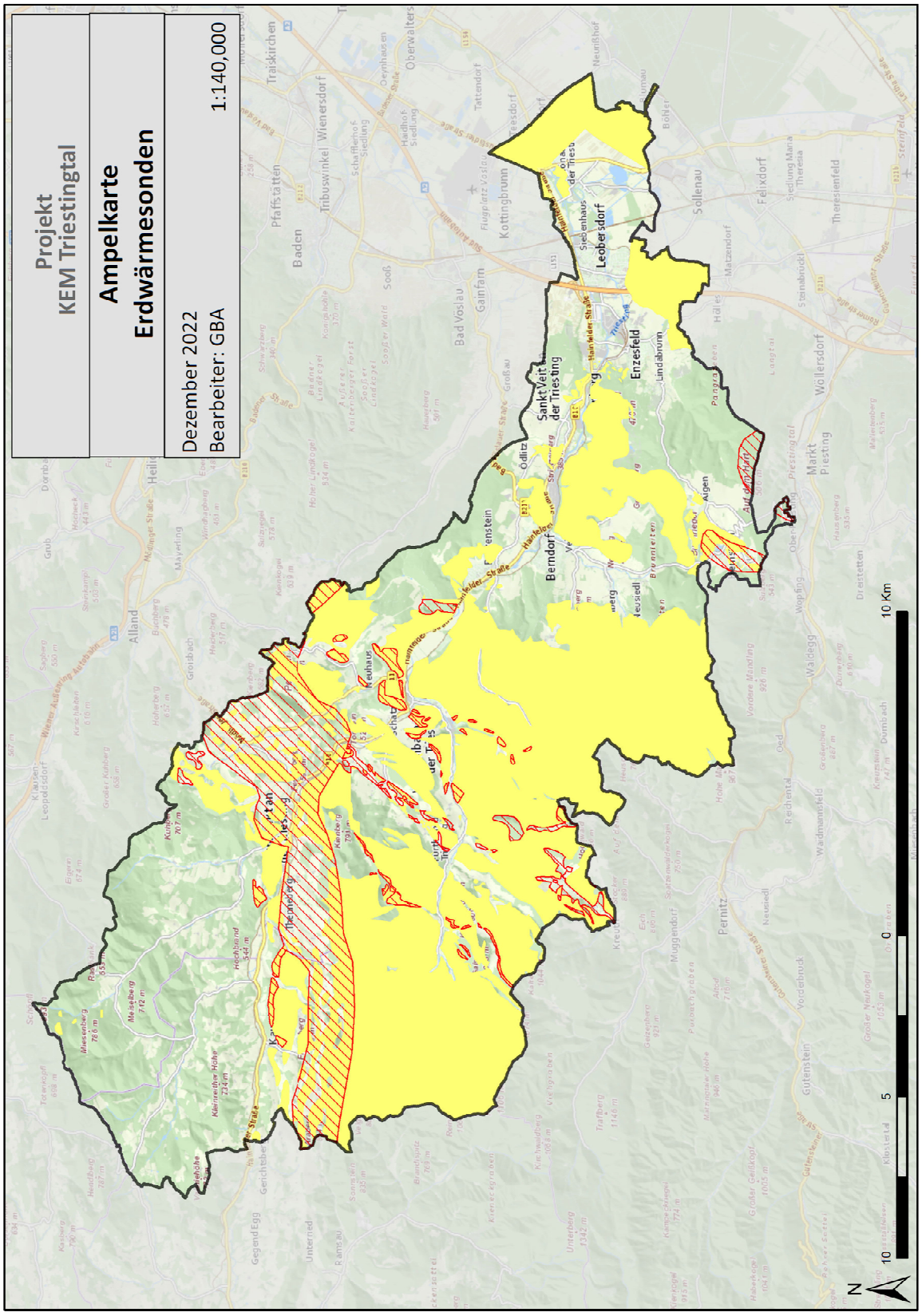


Abbildung 45: Ampelkarte für Erdwärmesonden in der KEM Triestingtal. Gelb ausgewiesene Gebiete stellen einen Hinweis auf Einschränkungen und besonderen Vorsichtsmaßnahmen bei der Errichtung von Erdwärmesonden dar. Gelbrot schraffierte Gebiete stellen Zonen mit dem vorkommen von quell- und auslaugungsfähigen Gesteinen dar. Diese Zonen sollten ohne genauere Untersuchungen der Gesteinsvorkommen nicht für die Installation von Erdwärmesonden freigegeben werden.

6 Weiterführende Informationen

6.1 Rechtliche Rahmenbedingungen für die Nutzung von Geothermieanlagen in Niederösterreich

Grundwasserwärmepumpen

Grundwasserwärmepumpen (GWWP) sind Anlagen bei denen Grundwasser zur thermischen Nutzung entnommen wird und im Anschluss im Regelfall mit veränderter Temperatur wieder in denselben Grundwasserleiter eingeleitet wird. Die gesetzliche Regelung für den Umgang mit GWWP findet sich im Wasserrechtsgesetz (WRG 1959). Genauer in den Paragraphen §10 für die Entnahme des Grundwassers und §32 Abs. 2 lit b. für die Versickerung/Einleitung bezüglich der Temperaturänderung der Wässer.

Für beide Fälle muss ein wasserrechtliches Bewilligungsverfahren durchgeführt werden. Dies wird im Zuge der Einreichung von GWWP in einem Verfahren gleichzeitig behandelt.

Vertikal- und Horizontalkollektoren

Die Rechtsgrundlage für die Nutzung von Vertikal- und Horizontalkollektoren ist ebenfalls das Wasserrechtsgesetz – WRG 1959. Im Gegensatz zu offenen Geothermiesystemen wie Grundwasserwärmepumpen die einen Einwirkungstatbestand durch die direkte Gewässerbenutzung darstellen, gilt bei Anlagen zur thermischen Nutzung des Untergrundes (Erdwärmesonden, -kollektoren oder Sonderformen) der Vorsorgetatbestand. Eine wasserrechtliche Bewilligung ist hier nur unter gewissen Voraussetzungen nötig. Diese sind laut §31c Abs. 5 WRG 1959:

a) Anlagen zur Gewinnung von Erdwärme in wasserrechtlich besonders geschützten Gebieten und in geschlossenen Siedlungsgebieten ohne zentrale Trinkwasserversorgung;
b) Anlagen zur Gewinnung von Erdwärme in Form von Vertikalkollektoren (Tiefsonden), soweit sie nicht von lit. a erfasst sind, sofern sie eine Tiefe von 300 m überschreiten oder in Gebieten mit gespannten oder artesisch gespannten Grundwasservorkommen;
c) Anlagen zur Wärmenutzung der Gewässer.

Sofern eine Bewilligungspflicht vorliegt kann das Anzeigeverfahren nach §114 angewendet werden. Bewilligungen sind dann mit 25 Jahren ab Einbringung der Anzeige befristet.

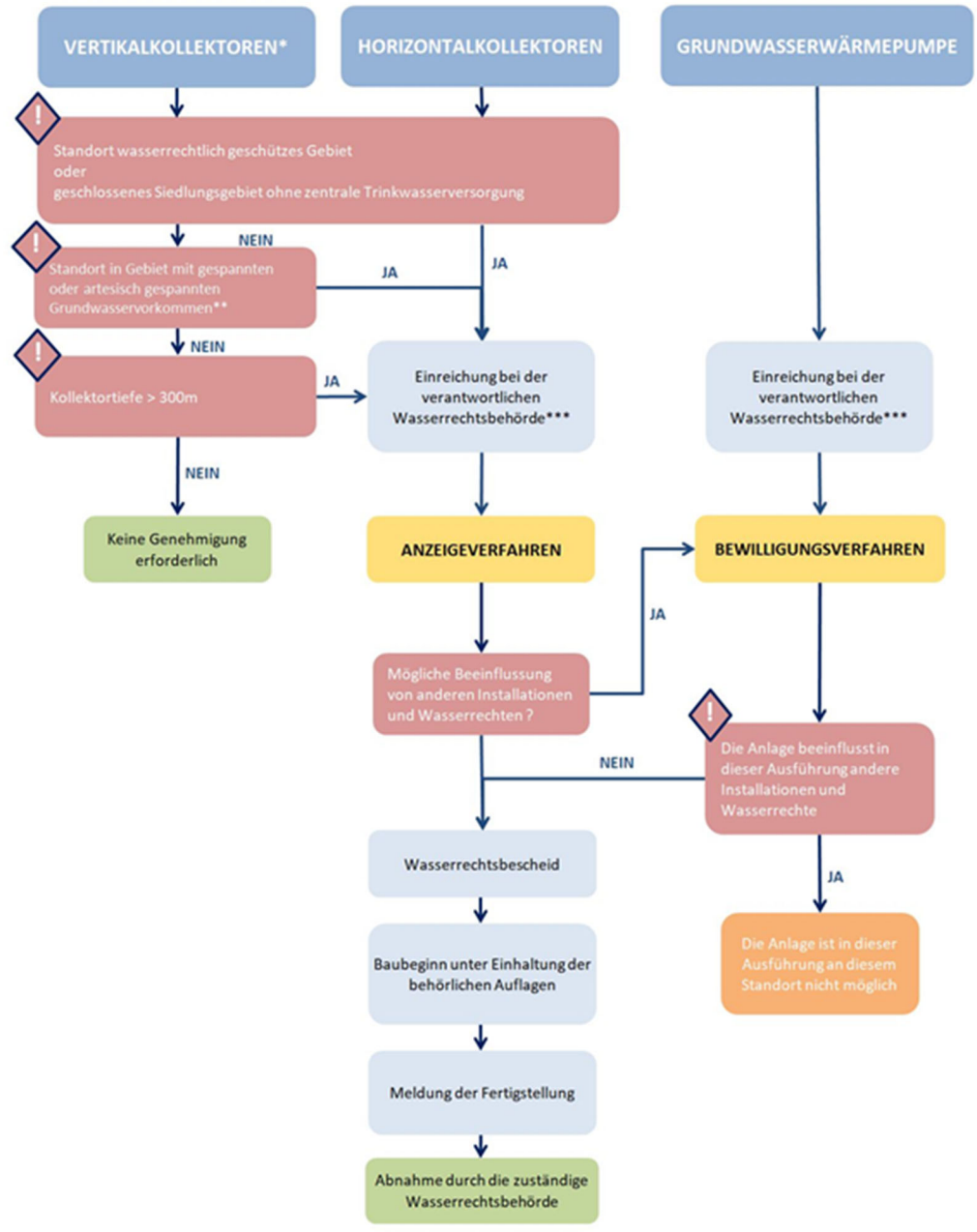
Bei größeren Anlagen die eine thermische Auswirkung auf das Grundwasser erwarten lassen muss §32 WRG 1959 berücksichtigt werden. Dort heißt es:

§32. (1) Einwirkungen auf Gewässer, die unmittelbar oder mittelbar deren Beschaffenheit beeinträchtigen, sind nur nach wasserrechtlicher Bewilligung zulässig.

Der für die Errichtung von Erdwärmesondenfeldern anwendbare Passus (§32 Abs. 2b) bezieht sich auf Einwirkungen durch Temperaturänderung, wobei Temperaturänderung nicht näher definiert ist. Anlagen die von §32 umfasst werden unterliegen der wasserrechtlichen Bewilligung im Bewilligungsverfahren und können nicht im Anzeigeverfahren behandelt werden.

Wasserrechtliche Verfahren und Einreichprozedere

Wie oben beschrieben gibt es zwei unterschiedliche Verfahren für die Einreichung von Geothermieanlagen. Welches Verfahren wann und wie angewendet wird, und welche Ausnahmen es von der Bewilligungspflicht gibt, ist in untenstehender Abbildung 46 zusammengefasst.



* Erdwärmesonden, Energiepfähle/Bauteilaktivierung
** keine Ausweisung dieser Gebiete in NÖ vorhanden
*** im Allgemeinen kann jede Anlage der der jeweiligen Bezirkshauptmannschaft eingereicht werden, eine Weitergabe an andere Behörden wird durch die BH bekanntgegeben

Abbildung 46: Darstellung der Bewilligung von Oberflächennahen Geothermieanlagen als Flussdiagramm

Die zuständige Behörde ist die Bezirkshauptmannschaft (BH), in seltenen Fällen bei sehr großen Anlagen die Landesregierung. Generell kann schon in den ersten Schritten der Planung eine Anfrage bei der BH erfolgen, um die notwendigen Unterlagen und Informationen zu erhalten. Es empfiehlt sich in dieser Hinsicht auch, die Planung von einer fachkundigen Person (Ziviltechniker, teilweise Installateure) durchführen zu lassen, da diese mit den rechtlichen Grundlagen vertraut sind und meist auch die Einreichprozedere unterstützen oder übernehmen.

Die Unterschiede zwischen den Verfahren sind in den nachfolgenden Punkten dargestellt:

- Verfahrensdauer:

  Anzeigeverfahren werden in der Regel schneller bearbeitet als Bewilligungsverfahren, da hier die Verfahrensdauer rechtlich geregelt ist. So hat die Behörde 3 Monate Zeit auf die Anzeige zu reagieren, ansonsten gilt die Anlage als bewilligt.

- Bewilligungsdauer:

  Anlagen im Anzeigeverfahren sind für eine Dauer von 25 Jahren bewilligt. Anlagen im Bewilligungsverfahren für die längste vertretbare Zeit. Nach Ablauf der Bewilligung kann ein Antrag auf Verlängerung gestellt werden.

- Auflagen

  Auflagenkataloge werden für alle bewilligten Anlagen, sowohl im Anzeigeverfahren als auch im Bewilligungsverfahren, ausgegeben. Im Falle eines Anzeigeverfahrens sind diese selbstverpflichtend auszuführen, bei Bewilligungsverfahren sind sie verpflichtend und können geprüft werden.

Stand der Technik

Unabhängig des Bewilligungsverfahrens muss bei allen Anlagen der Stand der Technik (§12a WRG 1959) eingehalten werden. Der Stand der Technik ist im WRG als der auf einschlägigen wissenschaftlichen Erkenntnissen beruhende Entwicklungsstand definiert. Da das Wasserrechtsgesetz für die Regelung und Anwendung von Geothermieanlagen nur die Grundlagen wiedergibt, haben die meisten Bundesländer eigene Regelungen zum Umgang mit Geothermieanlagen. Diese sind meist als Informationsblätter oder Leitfäden mit allgemeinen Planungs- und Bewirtschaftungsfragen erhältlich. Für geplante Anlagen sind Auflagenkataloge und Formulare zur Einreichung erhältlich (NÖ: https://www.noe.gv.at/noe/Wasser/grundwasser_waerme.html).

6.2 Weiterführende Informationen und Geothermieinformationssysteme

Dem Bericht sind alle im Zuge dieser Studie erstellten Karten als Anhang 1 hinzugefügt. Des Weiteren sind allgemeine Informationen über die ausgewiesenen Grundwasserkörper im Projektgebiet als Anhang 2 beigelegt und eine Übersicht über bestehende thermische Grundwassernutzungen (Anhang 3) aus dem Wasserbuch.

An der GeoSphere Austria wurden für die Oberflächennahe Geothermie mehrere Informationssysteme für unterschiedlich große Gebiete mit unterschiedlichen Anforderungen entwickelt. Nachfolgend werden die Zugänge zu einigen dieser Systeme als Anschauungsbeispiele aufgelistet:

- Abfragen zu Erdwärmesonden (Sole/Wasser Wärmepumpen) und Grundwasserwärmenutzungen (Wasser/Wasser Wärmepumpen) im Salzburg GIS unter Energie
  SAGIS - https://www.salzburg.gv.at/sagismobile/sagisonline/map/Basiskarten/Alle%20Themen
- Erdwärmepotentialkataster der Stadt Wien:
  https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/energie/themenstadtplan/erdwaerme/
  https://www.erdwaerme-wien.info/erdw%C3%A4rme/potenziale/
- Darstellung des Potentials für Geothermienutzungen in Teilen Wiens für das EU Projekt GeoPLASMA-CE (Interreg Central Europe)
  GeoPLASMA-CE - Shallow geothermal energy in Central Europe

7 Zusammenfassung und Empfehlungen

7.1 Tiefe Geothermie

Aufgrund der vorliegenden Daten kann abgeleitet werden, dass das Potenzial für die Nutzung Hydrothermaler Geothermie im überwiegenden Teil des Projektgebietes aufgrund der niedrigen Temperaturen als nicht erfolgsversprechend angesehen werden muss (siehe Kapitel 4.2).

Einzig die Bohrung Tattendorf 1 zeigt neben gut durchlässigen Gesteinen das Vorkommen von etwa 80 °C warmen, gering mineralisiertem Wasser und somit die Voraussetzungen für die Nutzung von Hydrothermaler Geothermie (siehe Kapitel 4.3). Als mögliches Ziel für eine Nutzung könnte demnach der nordöstlichste Ausläufer des Projektgebietes näher betrachtet werden. Ein Hinderungsgrund kann hier jedoch das vorliegende Schutz- und Schongebiet der Thermalwassernutzungen Oberlaa, Baden und Bad Vöslau sein.

Petrothermale Systeme, wie in Kapitel 2.2.2 beschrieben, sind zwar nicht an durchlässige Gesteine gebunden, benötigen aber wie hydrothermale Systeme eine entsprechend hohe Temperatur um eine Nutzung zu installieren. Aufgrund des niedrigen geothermischen Gradienten im Untersuchungsgebiet können solche Systeme nur in enormen Tiefen installiert werden und sind zum jetzigen Zeitpunkt als äußerst unwirtschaftlich anzusehen.

Empfehlungen:

- Abklärung mit der zuständigen Behörde, ob unter der Voraussetzung, dass es zu keiner Beeinträchtigung bestehender Nutzer kommt, generell eine Bewilligung für eine Hydrothermale Geothermische Anlage im Nahbereich von Baden/Bad Vöslau vorstellbar ist.
- Vertiefte geowissenschaftliche Untersuchungen und Modellierungen unter Betrachtung aller in der Region verfügbarer Daten zu Bohrungen, petrophysikalischen und seismischen Messungen. Diese sind zum Teil im Archiv der GeoSphere Austria einsehbar, teilweise müssen die Daten jedoch vom jeweiligen Besitzer, in diesem Falle vorwiegend der OMV AG angefragt bzw. gekauft werden.

7.2 Oberflächennahe Geothermie

Die Errichtung von oberflächennahen Geothermieanlagen in Form von thermischen Grundwassernutzungen und Erdwärmesonden ist in der KEM Triestingtal möglich.

Thermische Grundwassernutzungen sind dabei an vorhandene Grundwasserkörper gebunden. Der durch diese Studie ausgewiesene oberflächennahe Grundwasserkörper (siehe Abbildung 24) spiegelt den allgemeinen Wissenstand an Grundwässern im Überblicksmaßstab wieder. Es ist jedoch nicht auszuschließen, dass weitere lokale Grundwasserkörper vorhanden sind oder dass die hier ausgewiesenen Begrenzungen zu großzügig ausgewiesen wurden.

Erdwärmesonden sind grundsätzlich überall möglich sofern keine Schutz- oder Schongebietsverordnungen deren Errichtung untersagen. Vorsicht ist in jenen Gebieten geboten die als Flächen mit quell- und auslaugungsfähigen Gesteinen ausgewiesen sind (siehe Kapitel 5.4). Hier muss durch ein geologisches Gutachten die Eignung des Untergrundes festgestellt werden. Bei Vorliegen von quell- und auslaugungsfähigen Gesteinen muss eine Errichtung von Erdwärmesonden untersagt werden.

Für flache Erdwärmekollektoren kann an dieser Stelle keine Bewertung abgegeben werden, da mit den vorliegenden Daten keine Einschätzung der Eignung und Einbautiefe in den Boden gegeben werden kann. Es ist jedoch davon auszugehen, dass derartige Kenntnisse in den Gemeinden vorhanden sind.

Empfehlungen:

Es empfiehlt sich in jedem Fall, unabhängig von Anlagenart und -größe, eine Geothermieanlage von einem fachkundigen Planer ausführen zu lassen. Dies sorgt für die korrekte Einhaltung der rechtlichen Rahmenbedingungen und für eine effiziente, nachhaltige und langlebige Nutzung der Erdwärme.

- Erhebung von bestehenden Geothermieanlagen: Planungsunterlagen für thermische Grundwassernutzungen können bei der Bezirkshauptmannschaft eingesehen werden. Erdwärmesonden und flache Kollektoren werden in der Regel nicht von der Behörde erfasst, eine Anfrage kann trotzdem einige Informationen bringen. Auch könnte man über eine lokale Initiative dazu aufrufen, die bestehenden Anlagen zu melden um sie erfassen zu können.
- Bezugnehmend auf die quell- und auslaugungsfähigen Gesteine: Eine Detailkartierung unter Betrachtung aller verfügbarer Untergrunddaten könnte den in Abbildung 45 rot markierten Bereich vermutlich verkleinern. Ohne nähere Betrachtung macht es jedoch Sinn, das Gefahrengebiet eher großzügig auszuweisen, um Schäden an bestehender Infrastruktur zu vermeiden.
- Bei Ressourcenabschätzungen ist die Qualität der Ergebnisse generell stark von der Qualität der Eingangsdaten abhängig. Mit den folgenden Datenerhebungen könnten aussagekräftige, quantitative Ressourcenabschätzungen erzielt werden:

  Erdwärmesonden

  - Erhebung von Thermal Response Tests
    Aus TRTs können Profilmessungen der Untergrundtemperatur und die Wärmeleitfähigkeit des Untergrunds erhoben werden, die als Input-Daten in die Potenzialberechnung für Erdwärmesonden einfließen.

  Thermische Grundwassernutzung

  - Hydraulische Durchlässigkeit
    Um die hydraulische Durchlässigkeit zu ermitteln, könnten Pumpversuche aus den Technischen Berichten im Wasserbuch oder von Planungsbüros erhoben werden.
  - Grundwassermächtigkeit
    Zur Abschätzung der Grundwassermächtigkeit könnten die Unterlagen von Pumpversuchen oder Bohrungen erhoben werden, in denen die grundwasserführenden Schichten vermerkt sind.

Anhand der oben genannten Daten könnten die erzielbaren Leistungen und Energiemengen für Erdwärmesonden und für thermische Grundwassernutzung mit Hilfe der von der GeoSphere Austria im Projekt GEL-SEP erarbeiten Methodik berechnet werden (Steiner et al. 2021).

8 Literatur

Amt der NÖ Landesregierung, Gruppe Wasser (2012): Wärmepumpen und Grundwasserschutz, Planung, Bau und Betrieb, Neuauflage 2012

Bayerischer Geothermieatlas. (2018): München: Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Energie und Technologie.

Brix, F., Plöchinger, B., Fink, J., Fink, H. M., Fuchs, G. und Küpper, H. (1982): Geologische Karte der Republik Österreich 1:50 000 Blatt 76 Wiener Neustadt. Wien: Geologische Bundesanstalt.

Elster, D., Fischer, L., Hann, S., Goldbrunner, J., Schubert, G., Berka, R., et al. (2018): Österreichs Mineral- und Heilwässer. Wien: Geologische Bundesanstalt.

GRETA Good practice examples, Projektbericht aus GRETA gefördert durch Interreg Alpine Space: https://www.alpine-space.eu/wp-content/uploads/2022/06/40-1-greta-Catalogue%20of%20good%20practice%20examples%20for%20shallow%20geothermal%20systems-annex-i-best-practices-examples-output.pdf

Heinrich, M., Untersweg, T., Lipiarski, P., Grösel, K., Kreuss, O., Lipiarska, I., et al. (2008): Digitale Arbeitskarte zur Verbreitung von Lockergesteinen in Österreich 1:50.000 unter Verwendung publizierter und unpublizierter geologischer Karten. Wien: Geologische Bundesanstalt.

H2O-Fachdatenbank: https://wasser.umweltbundesamt.at/h2odb/

Janczik. (2013): Nutzung tiefer Geothermie. Erneuerbare Energien.

Kürten, S. (2014): Zur thermischen Nutzung des Untergrunds mit flächigen thermo-aktiven Bauteilen. RWTH Universität Aachen.

Lassacher, S. (2018): Nutzung tiefer Geothermie in industriellen Prozessen. Johannes- Kepler-Universität Linz.

Metz, M., Rocchini, D., & Neteler, M. (2014): Surface temperatures at the continental scale: Tracking changes with remote sensing at unprecedented detail. Remote Sensing, 6(5), 3822–3840. https://doi.org/10.3390/rs6053822

Natura 2000 FFH: https://www.data.gv.at/katalog/dataset/bdd45ccc-6595-4edd-9509-12d527bec94a#resources

Natura 2000 VS: https://www.data.gv.at/katalog/dataset/03c89e7a-c2df-4c41-a43d-ab7b05892ff9#resources

Naturdenkmäler: https://www.data.gv.at/katalog/dataset/b1330f5f-a822-48b8-b012-69b6b91745ca#resources

Naturschutzgebiete: https://www.data.gv.at/katalog/dataset/14fef8cb-12a1-4156-befd-2729b328e3c5#resources

Niederösterreich Atlas, Gefahrenhinweiskarte: https://atlas.noe.gv.at/atlas/portal/noe-atlas/map/Planung%20und%20Kataster/Geogene%20Gefahrenhinweiskarten?bbox=12.911950679428156,46.9653327745183,19.128296885460713,49.466912549317314

Niederösterreich Atlas, Wasser, Wasserrecht (Wasserschongebiete): https://atlas.noe.gv.at/atlas/portal/noe-atlas/map/Wasser/Wasserrecht?bbox=11.73598187691533,46.478590405857595,20.44095413944168,49.873056104352784

Oberflächennahe Grundwasserkörper: https://maps.wisa.bml.gv.at/gewaesserbewirtschaftungsplan-2021#

ÖVGW - Österreichische Vereinigung für das Gas- und Wasserfach (2004): Richtlinie W72 Schutz- und Schongebiete, 1. Auflage

Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband (2009): ÖWAV Regelblatt 207: Thermische Nutzung des Grundwassers und des Untergrunds – Heizen und Kühlen, 2. Auflage

Österreichisches Wasserrechtsgesetz 1959, in der Fassung vom 01.09.2021

Projekt WC-036 (2022): Geothermie und Bäume. Gesprächsprotokoll eines internen Meetings an der GeoSphere Austria, unveröffentlicht

Schnabel, W., Brix, F., Fuchs, R., Plöchinger, B., Prey, S., Wessely, G., Hofmann, T., Nowotny, A., Plachy, H., Schedl, A. und Vecer, B. (1997): Geologische Karte der Republik Österreich 1:50 000 Blatt 58 Baden. Wien: Geologische Bundesanstalt.

Schnabel, W., Fuchs, G., Matura, A., Roetzel, R., Scharbert, S., Krenmayr, H.G., Egger, H., Bryda, G., Mandl, G.W., Nowotny, A. und Wessely, G. (2002): Geologische Karte von Niederösterreich 1:200 000. Wien: Geologische Bundesanstalt.

Schubert, G. (2003): Hydrogeologische Karte von Österreich 1:500 000. Wien: Geologische Bundesanstalt.

Steiner et al. (2021): Projekt GEL-SEP InformationsSystem Oberflächennahe Geothermie für Wien“, unveröffentlichter Endbericht, Geologische Bundesanstalt, Wien

Stober, I., & Buchner, K. (2014): Geothermie (2. Auflage). Berlin Heidelberg: Springer Spektrum.

Summesberger, H., Brix, F., Cornelius, H. P., Gruber, P., Hertweck, G., Mandl, G.W., Plöchinger, B., Schauer, M. und Wessely G. (1991): Geologische Karte der Republik Österreich 1:50 000 Blatt 75 Puchberg am Schneeberg. Wien: Geologische Bundesanstalt.

VDI (2019): VDI 4640, Blatt 2, Thermische Nutzung des Untergrunds. Düsseldorf: Verband Deutscher Ingenieure VDI.

Verband der Österr. Höhlenforscher: Verteilung von Höhlen in Österreich, anonymisierte und unveröffentlichte Daten, Stand 01.2016

Wessely, G., Draxler, I., Gangl, G., Gottschling, P., Heinrich, M., Hofmann, T., et al. (2006): Geologie der Österreichischen Bundesländer - Niederösterreich. Wien: Verlag der Geologischen Bundesanstalt.

Wessely, Godfrid. (1983): Zur Geologie und Hydrodynamik im südlichen Wiener Becken und seiner Randzone. Mitteilungen Der Österreichischen Geologischen Gesellschaft, 76, 27–68.

9 Anhänge

Anhang 1 – Kartenmaterial

Anhang 2 – Grundwasserkörper – Beschreibung Umweltbundesamt

Anhang 3 – Wasserrechtliche Informationen