

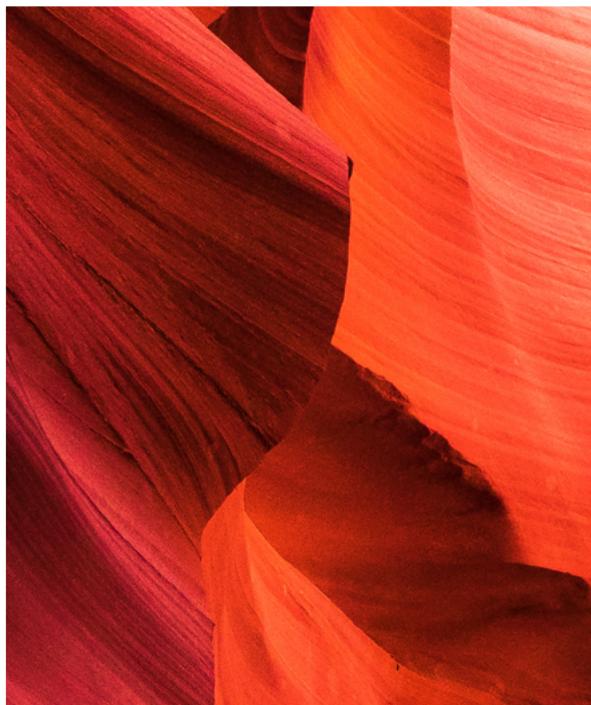


Geothermie in Österreich

**Potenziale nachhaltiger Wärme
aus Geothermie für Gemeinden,
Industriebetriebe und
Energieversorgungsunternehmen**



Dezember 2023



In Zusammenarbeit mit



Executive Summary

Diese Studie gibt einen Überblick über das Potenzial von Geothermie in Österreich, mit Fokus auf die Dekarbonisierung der Wärmenutzung von Gemeinden, Industriebetrieben und Energieversorgungsunternehmen. Betrachtet wird sowohl oberflächennahe als auch tiefe Geothermie, von welcher ab einer Tiefe von 300 Metern gesprochen wird.

Methodik

Diese Studie wurde mit Hilfe von Literatur- und Onlinerecherche sowie fünf Expert:innen Interviews durchgeführt. Die Interview Partner sind in der Energiewirtschaft und der Industrie tätig und weisen sowohl technische, regulatorische als auch wirtschaftliche Expertise auf.

Zahlreiche Vorteile und hohes Potenzial

Die Produktion von Wärme und Strom durch Geothermie ist wetterunabhängig, grundlastfähig, unsichtbar, dezentral anwendbar, verlässlich und sauber. Zudem ist Geothermie importunabhängig und ermöglicht hohe Preisstabilität durch die Unabhängigkeit von globalen und nationalen Preisschwankungen der Energiemärkte. Außerdem sind die Technologien der Geothermie vielseitig einsetzbar, wodurch verschiedene Anwendungen unter allerlei Bedingungen möglich sind.

Weit verbreitet in Europa

In Europa und weltweit wird Geothermie bereits seit Jahrzehnten als CO₂ neutrale und sichere Energieform zur Wärme- und Stromproduktion angewandt und in zahlreichen innovativen Projekten in der Industrie, bei Energieversorgungsunternehmen und Gemeinden erfolgreich umgesetzt. Als Vorreiter Europas sind vor allem die Länder Island, Italien, Türkei, Frankreich, die Niederlande, Deutschland und Schweden zu nennen.

Erste erfolgreiche Umsetzungen in Österreich

Auch in Österreich wurden bereits einige Geothermieprojekte umgesetzt oder sind derzeit in Entwicklung. Oberösterreich gilt als Vorreiter mit sieben geothermischen Fernwärmenetzen, während die meisten weiteren Heizkraftwerke in der Steiermark zu finden sind. Auch in Wien

wird derzeit an einem großen Tiefengeothermie Projekt gearbeitet und oberflächennahe Geothermie ist bereits weit verbreitet. Im Jahr 2020 befanden sich beispielsweise bereits 90.000 Anlagen der oberflächennahen Geothermie in Betrieb.

Regulatorische Hürden

Trotz bereits umgesetzter Projekte lassen vor allem die regulatorischen Rahmenbedingungen in Österreich viel Raum für Verbesserungen. Erdwärme wird per Gesetz nicht als Rohstoff definiert, die Regelungen sind in den Bundesländern unterschiedlich und es gibt keine ausreichenden Förderungen bzw. politischen Anreize. Derzeit wird von Seiten der Regierung mit Hochdruck an zusätzlichen Fördermöglichkeiten für die Geothermie gearbeitet. Diese Förderungen sollen durch den Klima- und Energiefonds verwaltet werden und ab 2024 zur Verfügung stehen.

Finanzierungsmöglichkeiten und -hürden

Bezüglich der Finanzierung von tiefen und oberflächennahen Geothermie Projekten gibt es unterschiedliche Möglichkeiten der Finanzierung. In beiden Fällen machen die Investitionskosten den größten Teil der Kosten aus, während die Betriebskosten von geringem Ausmaß sind. Vor allem bei der Tiefengeothermie sind aufgrund der hohen Kosten für Bohrungen die Investitionskosten die derzeit größte Hürde. Zudem muss ein Fündigkeitsrisiko, also das Risiko, ein geeignetes geothermisches Reservoir zu erschließen, miteinkalkuliert werden. Derzeit gibt es in Österreich keine Produkte privater Versicherer, welche dieses Risiko abdecken. Daher empfiehlt sich zu Beginn eines Projekts in detaillierte Voruntersuchungen zu investieren und technologisches, geologisches, regulatorisches und wirtschaftliches Know How zu bündeln.

Fazit

Finanzielle und wirtschaftliche Aspekte sind in Österreich bei der Entwicklung von Geothermie Projekten aktuell zweitrangig. Um das hohe Potenzial der Geothermie tatsächlich in Österreich umzusetzen, benötigt es eine einheitliche, transparente und klare Gesetzes- und Datengrundlage und mehr politische Incentivierungen, wie beispielsweise höhere Förderungen, staatliche Versicherungen oder Garantien.



Inhaltsverzeichnis

1. Einführung	4
2. Marktübersicht	5
2.1 Entwicklungen am europäischen Markt	5
2.2 Entwicklungen am österreichischen Markt	5
3. Technische Umsetzung und Potenzial	6
3.1 Oberflächennahe Geothermie	7
3.2 Tiefengeothermie	8
4. Regulatorik und Förderlandschaft	10
4.1 Regulatorische Rahmenbedingungen und Hürden	10
4.2 Förderlandschaft und politische Incentivierung	11
5. Projektierung und Finanzierung von Geothermieprojekten	12
5.1 Kostenstruktur	12
5.1.1 Oberflächennahe Geothermie	12
5.1.2 Tiefengeothermie	14
5.2 Finanzierungsmöglichkeiten	15
6. Fazit	16

1. Einführung

Weltweit rückt Geothermie immer mehr in den Fokus der Energiewende. Während kleinere Anlagen wie Erd- oder Grundwasserwärmepumpen in Privathaushalten bereits weit verbreitet sind, ist das Gesamtpotenzial von Geothermie noch lange nicht ausgeschöpft.

Geothermie ist eine erneuerbare Energieform zur Produktion von Wärme und Strom, welche sich in oberflächennahe Geothermie als auch Tiefengeothermie unterscheiden lässt. Geothermie ermöglicht zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten, ist importunabhängig, wetterunabhängig, grundlastfähig, unsichtbar, dezentral anwendbar, verlässlich und sauber.

Sowohl oberflächennahe Geothermie als auch Tiefengeothermie haben das Potenzial den Wärme- und Kältesektor, welcher in Österreich einen großen Teil des Energiebedarfs ausmacht, zu dekarbonisieren. Trotz dieses großen Potenzials und den zahlreichen Vorteilen gibt es derzeit auch noch einige Hürden, die es zu überwinden gilt. Eine schlechte Datenlage zu geologischen Untergründen, Unklarheiten in der Regulatorik, teure Bohrungen sowie langfristige Planungsunsicherheit und lange Entwicklungszeiträume sind derzeit die Hauptgründe für fehlende Investitionen in diese Form von erneuerbarer Energie.

Oftmals wird in der öffentlichen Diskussion bezüglich der Energiewende und Dekarbonisierung unserer Gesellschaft die Tatsache vernachlässigt, dass der größte Handlungsbedarf hinsichtlich der Energiewende im Wärmesektor besteht. Etwa 50 % des Energieverbrauchs in Österreich ist auf Wärmebereitstellung zurückzuführen. In privaten österreichischen Haushalten macht die Wärmebereitstellung etwa 71 % des Gesamtenergiebedarfs aus.

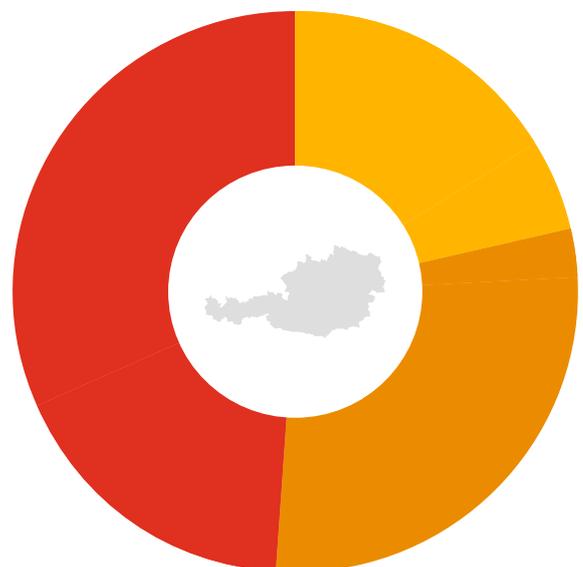
Aus diesem Grund wird derzeit an einem Gesetz für erneuerbare Wärme gearbeitet. Laut Ministerialentwurf ist fossiles Gas beispielsweise ab 2023 in Neubauten verboten und die Wärmeversorgung von Gebäuden soll bis 2040 vollständig auf erneuerbare Energieträger oder auf qualitätsgesicherte Fernwärme umgestellt werden. Zudem wird seit Oktober 2023 diskutiert, dass es keine Tauschverpflichtung von fossilen Geräten, sondern eine 75% bis 100% Förderung beim Umstieg zu sauberen Wärmequellen geben soll. Diese ehrgeizigen Vorgaben unterstreichen die entscheidende Rolle, die Geothermie bei der Umstellung auf nachhaltige Wärmeversorgung spielen wird. Geothermie bietet die Möglichkeit, sowohl dezentrale Lösungen durch oberflächennahe Geothermie als auch zentrale Lösungen zur Dekarbonisierung von Fernwärmenetzen mittels Tiefengeothermie zu realisieren.

Ziel dieser Studie ist die Bewusstseinsbildung zum Thema Geothermie, das Unterstreichen von Chancen und Möglichkeiten und die Gegenüberstellung von Risiken und deren Mitigungsmöglichkeiten. Diese Studie beschreibt das Potenzial nachhaltiger Wärme aus Geothermie für Gemeinden, Industriebetriebe und Energieversorgungsunternehmen. Einzelne Bürger:innen und kleine Anlagen werden in dieser Studie nicht betrachtet. Darüber hinaus liegt der technologische Fokus auf Wärmeanwendungen, weshalb die Verstromung nicht im Detail betrachtet wird. Die Inhalte dieser Studie basieren auf Literaturrecherche, Expert:innen Gesprächen und Interviews mit Vertreter:innen von Energieanbietern, Ingenieurbüros und wissenschaftlichen Institutionen.

ca. **20 %** **Strom**
davon **76 %** aus erneuerbaren Energien
und **24 %** aus nicht erneuerbaren Energien

ca. **30 %** **Verkehr**
davon **9 %** aus erneuerbaren Energien
und **91 %** aus nicht erneuerbaren Energien

ca. **50 %** **Wärme/Kühlen**
davon **36 %** aus erneuerbaren Energien
und **64 %** aus nicht erneuerbaren Energien



Quelle Statistik Austria BMK



2. Marktübersicht

2.1 Entwicklungen am europäischen Markt

Weite Verbreitung von Geothermie in Europa

Die installierte Leistung für Wärme beträgt in Europa derzeit 5,6 GW_{th}. Island, Italien, Türkei, Frankreich und die Niederlande gelten als Vorreiter Europas. Die installierte Gesamtkapazität betreffend, wird der Markt von Deutschland und Schweden beherrscht. Auch die Verkäufe von Neuinstallationen von Erdwärmepumpen steigen stetig an. Im Vergleich von 2020 zu 2021 stieg der Absatz beispielsweise in Frankreich um 73 % und in Österreich um 59 %. Zusätzlich nimmt die Anzahl an neuen geothermischen Fernwärmeprojekten zu. 364 geothermische Fernwärmesysteme sind bereits in Europa in Betrieb und bis 2030 wird mehr als eine Verdreifachung der geothermischen Wärmeerzeugung erwartet. Europaweit wurden im Jahr 2021 dreizehn neue Fernwärme- und Fernkälteprojekte in Betrieb genommen (154 MW_{th}). Frankreich, Polen und Island weisen insgesamt die größte neu installierte Kapazität an geothermischen Fernwärme- und Fernkältesystemen auf (ca. 75%).

Innovative Projekte in der Industrie

In Europa sind bereits einige innovative Beispiele für Geothermie in der Industrie und bei Energieversorgungsunternehmen in Anwendung. In Deutschland wird aktuell ein Projekt zur geothermischen Wärmeenergie für den Trocknungsprozess von Papier geplant. Eine Brauerei in Italien nutzt Erdwärme für die Bier Produktion und ein Senfproduzent in Deutschland nutzt Heizungswärme, welche zu 100% aus der Tiefengeothermie stammt, während auch die Prozesswärme überwiegend mit Erdwärme erzeugt wird. Eine Anlage der Stadtwerke München besteht aus mehreren Geothermie Anlagen, einem Niedertemperatur Fernwärmenetz, einem Hochtemperatur Fernwärmenetz und einem Geothermiekraftwerk zur Stromproduktion.

Implementierte Praktiken bei Wohn- bzw. Büroeinheiten und Gemeinden

Weitere bereits implementierte Praktiken sind bei Wohn- bzw. Büroeinheiten und Gemeinden zu sehen, die oberflächennahe geothermische Wärme- und Kälteversorgungs- und Speicherlösungen in Kombination mit Sonnenkollektoren bereits umgesetzt haben, wie beispielsweise das D4 Business Village in Luzern für nachhaltiges Heizen

und Warmwasserbereitstellung. Außerdem existieren bereits in mehreren Gemeinden Europas Fernwärmenetze auf Basis von Geothermie, so wie das Fernwärmenetz in Unterhaching in Bayern, eines der größten geothermischen Fernwärmenetze Deutschlands und das Fernwärmenetz in Riehen, Schweiz.

2.2 Entwicklungen am österreichischen Markt

Erste Projekte, Installationen und Pläne

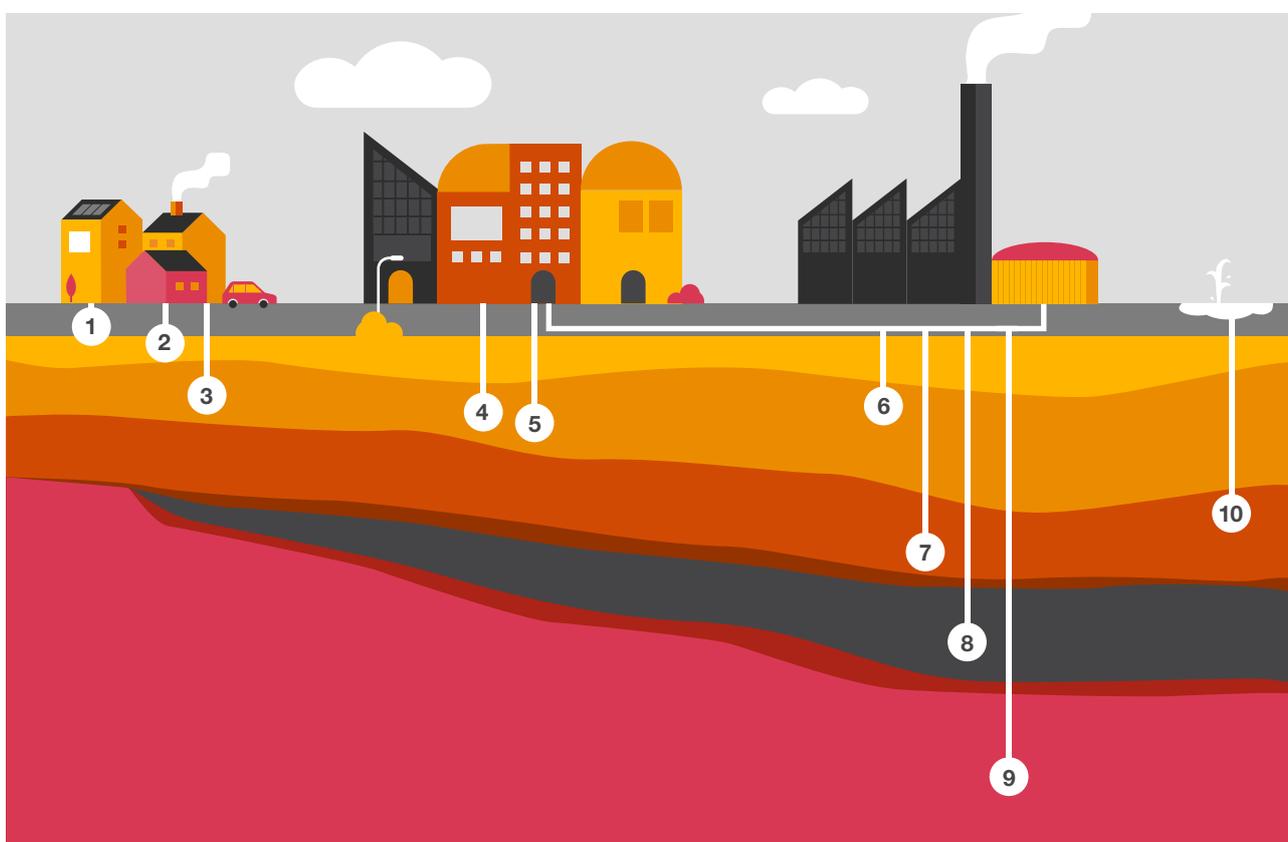
In Österreich wurden bereits einige Geothermieprojekte umgesetzt oder sind derzeit in Entwicklung. Oberösterreich gilt als Vorreiter mit sieben geothermischen Fernwärmenetzen, während die meisten weiteren Heizkraftwerke sich in der Steiermark, zum Beispiel in Bad Waltersdorf, Blumau und Fürstenfeld befinden. Auch in Wien wird derzeit an einem großen Tiefengeothermie Projekt gearbeitet. In Bezug auf oberflächennahe Geothermie gab es 2020 in etwa 90.000 Installationen, die installierte Wärmeleistung betrug 1.100 MW und die produzierte Wärme 2.300 GWh. Dies entspricht ungefähr einem 4 %-igen Anteil am erneuerbaren Wärmemarkt. In Bezug auf Tiefengeothermie gab es 2020 zwei Stromerzeugungsanlagen mit einer installierten Leistung von 1,2 MW und zehn Wärmeerzeugungsanlagen mit einer installierten Leistung von 100 MW_{th}, welche 300 GWh_{th} Wärme produzieren.

In der Zukunft plant Österreich, geothermische Anlagen weiterhin auszubauen. Diese strategische Ausrichtung findet sich im „National Energy and Climate Plan“ Österreichs und der „Vision 2030“ sowie der „Roadmap für Geothermie“ wieder. Da in Österreich 700 - 1.000 MW_{th} an nutzbarer hydrothermalener Energie zur Verfügung stehen, setzt die Vision 2030 mehrere Ziele für tiefe Geothermie in Österreich fest:

- Nutzung von mindestens 25% der bekannten geothermischen Ressourcen für Fernwärme
- Versorgung von bis zu 500.000 Wohneinheiten mit geothermaler Fernwärme
- Einsparung von bis zu 600.000 Tonnen CO₂ durch den Ersatz der fossilen Brennstoffe

3. Technische Umsetzung und Potenzial

Geothermie bezeichnet die technische Nutzung der in der Erdkruste gespeicherten Wärmeenergie. Diese Temperatur nimmt im Schnitt um etwa 3°C pro 100 Meter zu. Einer der Hauptvorteile von Geothermie ist die Anzahl an verschiedenen Technologien und Anwendungen, wie in Abbildung 1 zu sehen ist.



- 1 | Erdwärmekollektoren | <5 m | Eigenheim (Heizen/Kühlen)
- 2 | Erdwärmepumpensystem | <15 m | Eigenheim (Heizen/Kühlen)
- 3 | Flache Erdwärmesonde | Ø 100 m | Eigenheim (Heizen/Kühlen)
- 4 | Erdwärmesondenfeld | Ø 100 m | Bürogebäude, Gewerbe (Heizen/Kühlen)
- 5 | Kälte und Wärme Erzeugung und Speicherung | je nach Anwendung und Standort
Öko-Quartiere, Gewerbegebiete mit Sektorenkopplung und Energiespeicherung
- 6 | Hydrothermale Bohrungsdulette Typ Seicht | 100 - 1.000 m | Landwirtschaft, Gewerbe, Öko-Quartiere
- 7 | Hydrothermale Bohrungsdulette Typ Mitteltief | 1.000 - 2.000 m | Fernwärme
- 8 | Hydrothermale Bohrungsdulette Typ Tief | 2.000 - 4.500 m | Fernwärme, Strom
- 9 | Petrothermale Bohrungsdulette | 4.000 - 6.000 m | Fernwärme, Strom
- 10 | Thermalwasserbrunnen | 100 - 3.000 m | Thermalbad, (Kur-) Kliniken

Abbildung 1: Technologien der Geothermie



3.1 Oberflächennahe Geothermie

Als oberflächennahe Geothermie wird die Nutzung der Erdwärme bis zu einer Tiefe von 300 Metern bezeichnet. Diese Energie kann sowohl zum Heizen als auch zum Kühlen von Gebäuden genutzt werden. Es werden folgende Anwendungen unterschieden: Grundwassernutzung, Erdwärmesonden, Erdwärmekollektoren und aktivierte Bauteile. Bei oberflächennaher Geothermie werden niedrige Temperaturen, die aus dem Grundwasser bzw. dem oberflächennahen Untergrund entzogen werden, mittels Wärmepumpen auf die benötigte Temperatur erhitzt, um Raumwärme und Warmwasser bereit zu stellen.

Potenzial oberflächennahe Geothermie

Das Potenzial oberflächennaher Geothermie wird vor allem durch räumliche und bauliche Gegebenheiten bestimmt. Herausforderungen bei der Potenzialermittlung ergeben sich vor allem bei Bestandsgebäuden, da hierbei aufgrund der niedrigen Temperaturniveaus die Nähe zum Wärmeabnehmer entscheidend ist. Deshalb ist es oftmals schwer, entsprechende Systeme nachträglich in Bestandsgebäude zu integrieren. Neben den umsetzungstechnischen Fragestellungen spielen in diesem Zusammenhang auch genehmigungsrechtliche Aspekte eine entscheidende Rolle. Oberflächennahe geothermische Systeme können vor allem im urbanen Gebiet durch gegenseitige thermische Beeinflussung auch negative Auswirkungen aufeinander ausüben, sofern diese raumplanerisch nicht aufeinander abgestimmt sind. Eine zentrale Raumwärmepfanung auf Gemeindeebene, bei der mögliche Anwendungen auf Grundlage geologischer raumplanerischer Rahmenbedingungen für bestimmte Gebiete vordefiniert werden, kann solche Risiken minimieren und Genehmigungsverfahren beschleunigen.

Vor- und Nachteile der oberflächennahen Geothermie

Die Vorteile der oberflächennahen Geothermie sind zahlreich. Sowohl Investitionskosten als auch Betriebskosten sind meist gering, während Betriebskosten zusätzlich durch die Ergänzung von Photovoltaik (PV) Modulen reduziert werden können. Da keine tiefen Bohrungen notwendig sind, entfällt das Risiko, ein geothermisches Reservoir nicht ausreichender Qualität zu erschließen (Fündigkeitsrisiko). Außerdem wird das wirtschaftliche Risiko durch die Anwendung etablierter und langjährig erprobter Analyseverfahren des Untergrundes und Techniken zur Verlegung von Leitungen minimiert. Weiters existieren dutzende Anwendungen und Kombinationsmöglichkeiten mit anderen erneuerbaren Technologien, wodurch oberflächennahe Geothermie nahezu immer angewandt werden kann. Oberflächennahe Systeme arbeiten mit der Umgebungstemperatur des Untergrundes, sind vor Ort verfügbar und können standortunabhängig genutzt werden. Sie stellen eine grundlastfähige, nicht volatile, platzsparende und emissionsarme Wärmequelle dar. Während des Betriebes

entsteht weder Lärm noch Abwärme und oberflächennahe Geothermie kann somit positiv zur Unterstützung urbaner Klimastrategien beitragen. Zudem sind Erdwärme basierte Wärmepumpenanwendungen effizient, da sich die Systemeffizienz durch wechselseitiges Heizen und Kühlen steigert.

Trotz der zahlreichen Vorteile können lange Genehmigungsverfahren, der notwendige Platzbedarf oder andere regulatorische Hürden oberflächennahe Geothermie Projekte verkomplizieren.

Grundwassernutzung

Bei Vorhandensein eines geeigneten oberflächennahen Grundwasservorkommens, kann die Wärme aus dem Grundwasser mittels einer Grundwasser-Wärmepumpenanlage zum Heizen und Kühlen von kleineren bis mittelgroßen Gebäuden (z.B. Einfamilienhaus, Lagerhalle, Firmengebäude) genutzt werden. Für die Grundwassernutzung werden zwei Brunnen, einer zur Förderung und einer zur Rückführung des Grundwassers, benötigt. Die nötigen Tiefen sind abhängig von den hydrogeologischen und hydraulischen Verhältnissen.

Oberflächennahe Erdwärmesonden

Am weitesten verbreitet ist der Einsatz von Erdwärmesonden, welche die Wärme größtenteils aus dem Wärmestrom der Erde mit Hilfe von Wärmetauschrohren beziehen. Bei Erdwärmesonden und -kollektoren wird ein Fluid durch ein geschlossenes Rohrsystem im Untergrund gepumpt und so die Heiz- bzw. Kühlenergie des Untergrundes auf ein Medium übertragen. Diesem wird mit Hilfe von Wärmepumpen die zuvor aufgenommene Energie wieder entzogen und für die Beheizung oder Kühlung von Gebäuden genutzt. Erdwärmesonden sind sowohl als Einzelsonden für Ein- und Zweifamilienhäuser als auch als Sondenfelder mit mehreren vertikalen Bohrungen, für Wohnsiedlungen oder größere Einzelgebäudekomplexe wie Schulen oder Geschäftshäuser einsetzbar. Typischerweise sind solche Sonden 50-160 m tief. Die Wärmeproduktion hängt von den hydrogeologischen und wasserwirtschaftlichen Bedingungen ab. Der Hauptvorteil oberflächennaher Erdwärmesonden ist, dass sie nahezu überall einsetzbar sind und sich mit anderen erneuerbaren Energieträgern, z.B. PV Anlagen, kombinieren lassen, jedoch muss typischerweise genügend Raum für den Bohrplatz, das Bohrgerät und die Zufahrt vorhanden sein.

Oberflächennahe Erdwärmekollektoren

Horizontale Erdwärmekollektoren entziehen die im Boden gespeicherte Energie bei maximal 2m Tiefe. Die Anwendungen sind die gleichen wie bei den Erdwärmesonden. Eine Besonderheit der Kollektoren ist, dass die dem Boden entzogene Energie vor allem in den Sommermonaten durch die Sonneneinstrahlung und ganzjährig durch die Wärme im Niederschlags- und Sickerwasser nachgeliefert wird.



Die Vorteile der oberflächennahen Erdwärmekollektoren sind die gleichen der anderen Technologien. Ein Nachteil ist jedoch der große Platzbedarf bei hoher Energienachfrage.

Aktivierete Bauteile

Thermisch aktivierte Bauteile wie zum Beispiel Gründungspfähle, Schlitzwände oder Bodenplatten, sind gerade im städtischen Raum und bei großvolumigen Bauvorhaben von steigender Bedeutung. Dabei werden statisch ohnehin notwendige Bauteile zusätzlich als sogenannte Absorber Elemente thermisch aktiviert und so Synergieeffekte genutzt. Diese können zum Heizen und Kühlen von mittelgroßen bis großen Gebäuden genutzt und direkt in das Objekt integriert werden. Ein Vorteil ist, dass kein zusätzlicher Platz benötigt wird, während der Nachteil darin besteht, dass aktive Bauteile kaum oder sehr schwer nachträglich eingebaut werden können.

3.2 Tiefengeothermie

Als tiefe Geothermie wird die Nutzung der Erdwärme ab einer Tiefe von 300 Metern bezeichnet. Eine Hauptanwendung von tiefer Geothermie ist die hydro-/petrothermale Doublette, welche aus der Förderbohrung und der Injektionsbohrung besteht. Durch die Förderbohrung kann dabei heißes Wasser zur Energiegewinnung an die Oberfläche transportiert und durch die Injektionsbohrung wieder in die warmen Gesteinsschichten eingespeist werden. Die durchschnittliche Tiefe solcher Doubletten beträgt 2.500m – 4.500m und es wird meist zwischen folgende Anwendungen unterschieden:

- Tiefe Erdwärmesonden (geschlossenes System): durchschnittliche Tiefe: 300m-2.000m
- Hydrothermale Nutzung: Nutzung des Energieinhalts von warmen bis heißem Thermalwasser (folgend auch „Hydrogeothermie“ genannt)
- Petrothermale Nutzung: Nutzung der im Gestein gespeicherten Wärme

Potenzial tiefer Geothermie

Ein wesentlicher Faktor bei tiefer Geothermie ist die Potenzialerhebung, welche auch einen beträchtlichen Anteil der Investitionskosten für sich beansprucht. Der erste Schritt bei der Planung eines derartigen Projektes stellt die Voruntersuchung dar. Hierbei werden geowissenschaftliche Untergrundinformationen, wie z.B. geologische Schnitte, geologische Bohrprofile aus existierenden relevanten Tiefenbohrungen, 3D-Modelle des geologischen Untergrundes, tektonische Verhältnisse sowie seismische Messungen zusammengetragen und analysiert.

Je nach Datenlage und Verfügbarkeit von bestehenden Bohrlöchern im Untersuchungsgebiet können auch noch weitere Untersuchungen durchgeführt werden, wie beispielsweise Bohrlochmessungen bestehender Bohrungen, seismische Untersuchungen sowie Probebohrungen mit

geringerem Durchmesser. Ziel dieser Untersuchungen ist es weitere wichtige Eigenschaften des Untergrundes zu erheben, wie beispielsweise die tektonischen Gegebenheiten im Untergrund, Permeabilität (Durchlässigkeit) der Gesteinsschichten, die erzielbaren Temperaturniveaus und Fließraten, sowie die hydrochemischen Eigenschaften des Thermalwassers. All diese Parameter gilt es im Vorfeld zu untersuchen, um eine entsprechende Erfolgswahrscheinlichkeit des geplanten Projektes bestimmen zu können. Ein Restrisiko bleibt allerdings immer bestehen und kann erst nach erfolgreich durchgeführter Bohrung endgültig eliminiert werden.

Vor- und Nachteile der Tiefengeothermie

Tiefengeothermie eignet sich zur ökologischen Wärme- und Stromerzeugung sowie zur Wärmespeicherung und lässt sich mit anderen Formen der Energieerzeugung wie PV-Anlagen vorteilhaft kombinieren. Sie ermöglicht kombinierte, kaskadenartige Nutzung (Serien- oder Parallelschaltung von mehreren Nutzungsstufen verschiedener Temperaturniveaus, z.B. Nutzung der Abwärme von Hochtemperaturprozessen für Fernwärme, etc.) der Wärme inklusive Fernwärme, Heizen von Bürogebäuden, Lagerhallen, Gewächshäusern oder Restwärme für andere Nutzungen. Sie ist eine regionale Energiequelle, verringert die Abhängigkeit von Energieimporten und fossilen Brennstoffen und schafft lokale Arbeitsplätze. Sie ist flächen- und landschaftsschonend, reduziert CO₂-Emissionen und ist nach menschlichem Ermessen unerschöpflich. Zudem sind auch die Betriebskosten sehr gering.

Die Nachteile der Tiefengeothermie sind hohe Investitionskosten, hoher Planungsaufwand und die Gegebenheit von passenden geologischen und hydrologischen Voraussetzungen. Trotz detaillierter und sorgfältiger Voruntersuchungen und Analysemethoden kann ein gewisses Restrisiko des Fündigkeitserfolges nicht ausgeschlossen werden. Zuletzt hängt die Wirtschaftlichkeit einer Geothermie Anlage stark von der erfolgreichen Förderung von Wärme, der potenziellen Stromerzeugung und den erzielbaren Preisen der zur Verfügung gestellten Energie ab.

Tiefe Erdwärmesonden

Tiefe Erdwärmesonden sind vertikale geschlossene Wärmetauscher mit einer Tiefe über 400m. Es zirkuliert ein Wärmeträgermedium in einem geschlossenen System meist in Tiefen von 800 m bis 3.000 m. Wichtige Parameter dieser Technologie sind die Temperatur des Untergrundes, die Wärmeleitfähigkeit und der Temperaturgradient. Tiefe Erdwärmesonden bieten sich insbesondere dort an, wo eine nicht genutzte Tiefbohrung bereits vorhanden ist, z. B. als Nachnutzung von aufgelassenen Kohlenwasserstoff Bohrungen, nicht fündigen hydrothermalen Bohrungen und nachweislich geringen Thermalwasserschüttungen. Der Hauptvorteil dieser Technologie ist, dass es ein geringes bis kein Fündigkeitsrisiko gibt und sie theoretisch nahezu überall installiert werden kann.



Jedoch erfordert die Planung und Risikominimierung eine möglichst exakte Vorhersage der geologischen Verhältnisse und die Leistung dieser Technologie ist geringer als bei offenen Systemen.

Hydrothermale Nutzung: Doublette und Thermalwasser Bohrung

Bei hydrothermalen Doubletten wird die Energie mit Hilfe von Thermalwässern erzeugt. Die gewonnene Wärme wird in einen sekundären Kreislauf, beispielsweise in ein Fernwärmenetz, eingespeist. Geeignete geologische und hydrologische Verhältnisse sind technisch und wirtschaftlich notwendig, wodurch diese Technologie nicht überall einsetzbar ist. Das Fündigkeitsrisiko kann durch genügend Vorstudien und Forschungen minimiert werden.

Eine weitere Form der hydrothermalen Nutzung ist die kaskadenartige Folgenutzungen oder die balneologische Anwendung von Tiefenwässern in Thermalbädern. Heißes Thermalwasser wird aus Tiefen von 1.000m-2.500m an die Oberfläche gefördert.

Ein seltenes, jedoch zu beachtendes Risiko ist die erzeugte Druckänderung im Untergrund durch die induzierte (künstlich erzeugte) Seismizität und somit Instabilität. Das Risiko kann im Vorfeld durch gezielte geologische, geophysikalische und geomechanische Untersuchungen berechnet und durch daraus abgeleitete Maßnahmen erheblich reduziert werden.

Petrothermale Doublette

Bei der petrothermalen Energiegewinnung wird überwiegend die im Gestein gespeicherten Energie genutzt. Für diese Technologie sind vor allem die Temperatur (im Bereich von 200 °C) und eine erhöhte Durchlässigkeit des Gesteins notwendig. Auch bei petrothermalen Doubletten ist die erzeugte Druckänderung ein potenzielles Risiko.



4. Regulatorik und Förderlandschaft

Bei der Planung eines geothermalen Projekts sind vor allem regulatorische Rahmenbedingungen zu beachten. Während schon die ein oder andere Förderung beantragt werden kann, existieren derzeit noch einige Hürden in Österreich.

4.1 Regulatorische Rahmenbedingungen und Hürden

Der regulatorische Rahmen für die Umsetzung von Geothermieprojekten in Österreich birgt großes Verbesserungspotenzial. Fehlende Definitionen der Erdwärme als Rohstoff in der Gesetzgebung, die Zersplitterung der Regelungen auf unterschiedliche Gesetze in den Bundesländern, sowie eine unzureichende Förderlandschaft und fehlende politische Incentivierung sind die wesentlichen regulatorischen Hürden Österreichs.

Mangelhafte Abbildung in der Gesetzgebung

Eine der größten regulatorischen Hürden ist die mangelhafte rechtliche Abbildung hydrothermalen Systeme in der Gesetzgebung. Problematisch sind hierbei die rechtliche Definition und rohstoffrechtliche Klassifikation und die Regelungen hinsichtlich Exploration, Produktion, Speicherung und Vertrieb von Erdwärme. Derzeit ist die Gewinnung von tiefer Geothermie im Gegensatz zu anderen Rohstoffen in Österreich nicht eindeutig geregelt und auf mehrere Gesetze zersplittert (Bergrecht, Wasserrecht, Gewerberecht etc.). Dahingegen gibt es beispielsweise in Deutschland bereits eine klare Definition, welche im Gesetz festgeschrieben ist. Heißwasser aus tiefer Geothermie ist ein bergfreier Bodenschatz, der dem Eigentum an Grund und Boden entzogen wird.

Verschiedene Regelwerke und Genehmigungen

Für Geothermievorhaben müssen unterschiedliche Regelwerke herangezogen werden, beispielsweise das Mineralrohstoffgesetz (MinroG), wenn es um das Aufsuchen von Potenzialen und bergrechtlichen Genehmigungen geht, das Wasserrechtsgesetz (WRG 1959) sobald Thermalwässer an die Oberfläche gefördert werden, das Elektrizitätswirtschafts- und Organisationsgesetz 2010 (EiWOG) bei Stromerzeugung aus Geothermie und die Gewerbeordnung 1994 für die Errichtung von Anlagen zur Nutzung von Grundwasser für Wärmeenergie. Erdwärmesonden sind unter gewissen Umständen bewilligungsfrei, wobei die thermische Grundwassernutzung genehmigungspflichtig ist. Bohrungen über 300m Tiefe benötigen eine bergrechtliche Bewilligung nach dem MinroG und Tiefbohrungen benötigen unter gewissen Umständen eine Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP). Auch größere Grundwasserentnahmen mit einer gewissen jährlichen Entnahme- oder Anreicherungsvolumen sind in besonders ausgewiesenen Gebieten UVP-pflichtig.

Da Regelungen für Geothermie in unterschiedlichen Gesetzen verankert sind, gibt es auch keine Behörde, die für entsprechende Genehmigungsverfahren allein zuständig ist. Je nach Art des Geothermieprojekts müssen die notwendigen Genehmigungen von den jeweils zuständigen Behörden eingeholt werden. Dieser Umstand führt zu verlängerten Genehmigungsprozessen und somit auch längeren Projektvorlaufzeiten. Eine Zentralisierung der Zuständigkeit auf eine Behörde für alle in diesem Zusammenhang genehmigungsrechtlich relevanten Verfahren wäre im Sinne eines schnelleren Genehmigungsverfahrens von klarem Vorteil. Darüber hinaus fehlt es in den einzelnen Anlaufstellen an facheinschlägig geschultem Personal und klar vordefinierten Prozessen. Die Genehmigungsdauer ist somit schwer abschätzbar und stark von dem jeweiligen Prüfer abhängig.

Da Erdwärme bzw. das geförderte Wasser nicht als eigener Rohstoff definiert ist, gehört diese gemeinsam mit dem unterirdischen Erdkörper dem Liegenschaftseigentümer. Durch die Erschließung von Erdwärme dürfen Rechte Dritter nicht beeinträchtigt werden. Zum Beispiel hat die Nutzung in angemessenem Ausmaß zu erfolgen, sodass dem Nachbargrundstück keine Wärme entzogen wird. Außerdem müssen verwaltungsrechtliche Vorschriften eingehalten werden. Darüber hinaus ist das Grundeigentum in der Tiefe nicht eingeschränkt. Grundeigentümer:innen können Einspruch erheben, wenn tausende Meter unter dem Eigentum nach Tiefengeothermie gebohrt wird. Wünschenswert ist ein Genehmigungs- bzw. Lizenzierungsverfahren, wie es in Deutschland bereits praktiziert wird. Dort gibt es für Tiefenbohrungen ein Lizenzsystem, das die Bohrrechte sichert und somit nicht abhängig von einzelnen Grundstückseignern macht. In der Schweiz ist beispielsweise der Untergrund nur bis 400m Tiefe dem darüberliegenden Grundstück rechtlich zugeordnet. In Österreich wird in Zukunft eine Novellierung und Verbesserung des MinroG sowie des Wasserrechts und bessere Förderungen für Forschungsbohrungen, erwartet.

Zugehörigkeit von Bohrungen und Daten

Auch das Nichtvorhandensein eines Konzessionswesens ist derzeit eine große Hürde. Wenn ein Gebiet durch beispielsweise Seismik sehr teuer im Vorfeld erkundet wird, hat der Erkunder nicht das alleinige Recht das Gebiet zu erschließen. Außerdem liegt die Datenhoheit von Bohrungen derzeit noch bei Ölkonzernen bzw. beim Betreiber der Bohrung. Es gibt keine Verpflichtung die Daten öffentlich zu stellen, wodurch die Daten nicht für die Allgemeinheit zur Verfügung stehen. In Deutschland werden geologische Untersuchungen entsprechend gefördert und von öffentlicher Stelle gesammelt sowie der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt.



4.2 Förderlandschaft und politische Incentivierung

Mangelhafte Förderungslandschaft für Tiefengeothermie

Derzeit ist es bereits möglich in Österreich Förderungen für Geothermie zu beantragen. Es gibt sowohl Förderungen auf Landes- sowie Bundesebene und Förderungen von Energieversorgern, wobei die meisten Förderungen sich auf oberflächennahe Geothermie beziehen. Zusätzlich gibt es Förderungen für den Neubau und Ausbau von Wärmeverteilnetzen: z.B. für die Optimierung von Nahwärmanlagen. Auch Wärmepumpen, Tiefenbohrung und die geothermische Nachnutzung bestehender Erdbohrlöcher werden gefördert. Bei dem Bau einer geothermischen Nahwärmanlage können beispielsweise 30% der Investitionskosten mit einer Förderungsobergrenze von 6 Mio. Euro gefördert werden. Die tatsächliche Höhe hängt von mehreren Details wie zum Beispiel den förderungsfähigen Anschaffungskosten ab. Trotz der verschiedenen Möglichkeiten an Förderungen, sind sie derzeit nicht ausreichend, um die Wärmewende in Österreich voranzutreiben. Vor allem für den Ausbau der Tiefengeothermie sind zusätzliche Förderungen notwendig, weshalb derzeit neue Förderungen von Klima- und Energiefonds ausgearbeitet werden.

Förderungen in Deutschland

In anderen Ländern wurden bereits höhere Förderungsprogramme gestartet. In Deutschland wurde beispielsweise das Förderprogramm „Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)“ entwickelt. Mit Hilfe des BEW werden bis 2026 3 Mrd. Euro für die erneuerbare Wärmeherzeugung zur Verfügung gestellt. Das BEW beinhaltet außerdem eine Investitionskostenförderung in Höhe von bis zu 40 % der Investitionen in Infrastruktur und Erzeugungsanlagen, wobei die Förderhöchstgrenze 100 Mio. Euro pro Antrag beträgt.

Zusätzliche staatliche Incentivierung zur Förderung von Tiefengeothermie

Neben den Förderungen bedarf es auch weiterer Incentivierungen von staatlicher Seite, um den Ausbau von tiefer Geothermie voranzubringen. Ein großer Treiber für Geothermieprojekte kann beispielsweise eine staatliche Fündigkeitsversicherung darstellen, da das Fündigkeitsrisiko der große Unsicherheitsfaktor in der Projektierung von tiefer Geothermie ist und eine Investition in Geothermie vor erfolgreicher Bohrung für institutionelle Investoren unattraktiv macht. Zum jetzigen Zeitpunkt gibt es weder Produkte privater Versicherer, welche dieses Risiko abdecken, noch Finanzinstitute, die das Anfangsrisiko tragen wollen. Das Risiko ist ihnen entweder zu hoch, oder die Erfahrungswerte zu gewissen Technologien zu gering. Somit können staatliche Versicherungen bzw. Garantien einen wichtigen Baustein für die notwendige Wärmewende darstellen.

Ein weiteres Instrument sind verpflichtende Dekarbonisierungspläne für Städte und Kommunen, welche in Deutschland bereits Anwendung finden.



5. Projektierung und Finanzierung von Geothermieprojekten

5.1 Kostenstruktur

Unabhängig von der Anlagengröße und Anwendung sind bei der Planung eines Geothermie Projekts Investitions- und Betriebskosten zu beachten. Zu den einmaligen Investitionskosten, welche den überwiegenden Teil der Kosten abbilden, zählen die Kosten für die Voruntersuchungen und Projektierung, Hauptausrüstung und unterstützendes Equipment wie Rohrleitungen inklusive Liefer- und Installationskosten. Des Weiteren ist mit Kosten für die Bohrung, für die elektrische und leittechnische Versorgung und Installation wie z. B. elektrische Transformatoren für die Standortvorbereitung, für Ingenieurleistungen und Entwicklungskosten wie die Beauftragung von Planung oder Studien zu rechnen. Weitere Kosten sind für Genehmigungen, Rechtskosten, Grunderwerb und Steuern einzuplanen. Je nach Projekt können noch weitere Kosten anfallen.

Hohe Investitionskosten und Berücksichtigung des Fündigkeitsrisikos

Obwohl sowohl bei oberflächennaher als auch tiefer Geothermie die Investitionskosten den größeren Teil der Gesamtinvestition ausmachen, ist bei Tiefengeothermie aufgrund der kostspieligen Bohrungen der Investitionsanteil an den Gesamtkosten um einiges höher. Im Schnitt betragen diese 90% der Gesamtkosten. Zudem muss das Fündigkeitsrisiko entsprechend eingepreist und in der Projektkalkulation mit einem entsprechenden Aufschlag berücksichtigt werden. Im Gegensatz zu den Investitionskosten sind die Betriebskosten der oberflächennahen und der tiefen Geothermie gering.

5.1.1 Oberflächennahe Geothermie

Eine Verallgemeinerung der zu erwartenden Kosten von Projekten der oberflächennahen Geothermie ist nicht möglich, da die Kosten von geologischen, technologischen und regulatorischen Parametern abhängen. Dennoch sind in der Kostenbetrachtung vor allem die Installation von Wärmesonden, einer Wärmepumpe und Leitungen die entscheidenden Faktoren.

Wärmesonden und Wärmepumpen als größter Anteil der Kosten

Die Wärmesonden und Wärmepumpen nehmen den größten Teil der Kosten ein. Je nach Wärmebedarf können beispielsweise 100-500 Erdwärmesonden und eine oder mehrere Wärmepumpen installiert werden. Die Bohrung von Erdsonden bis zu 100 Meter kostet im Durchschnitt zwischen 50 bis 100€ pro Bohrmeter, abhängig von der Tiefe und der Bodenbeschaffenheit. Auch die Kosten von Wärmepumpen variieren. Während eine kleinere Erdwärmepumpe für den Haushalt (5-20 kW) ca. 10.000-15.000€ kostet, kostet eine 80 kW Erdwärmepumpe beispielsweise in etwa 40.000€. Laut einer Studie von Meyers et al, liegen die Kosten von Wärmepumpen mit einer Leistung über 100kW meist zwischen 300€/kW_p (kW-Peak) und 1.000€/kW_p. Der Durchschnitt liegt bei ca. 400€/kW_p. Eine Wärmepumpe mit einer Leistung von 500 kW kann bis zu 500.000€ kosten.

Zusätzlich zu den Kosten für die Planung und Errichtung müssen bei den Betriebskosten die Kosten für Strom mitbedacht werden. Diese können durch die Eigenproduktion von Strom durch eine PV-Anlage verringert werden. In der gesamtheitlichen wirtschaftlichen Betrachtung können Kosten zudem über die in Österreich angebotenen Förderungen reduziert werden. Die Wirtschaftlichkeit ergibt sich in solchen Projekten durch die ersparten Kosten für Gas, welche vor allem durch die Volatilität und Abhängigkeit externer Faktoren ein hohes Risiko darstellen.

Um einen Überblick über allgemeine und technische Aspekte zu verschaffen, werden in Abbildung 2 drei Beispiele für oberflächennahe Geothermie gezeigt.



	Beispiel 1: Sonden	Beispiel 2: Sondenfeld	Beispiel 3: Sonden
Zweck	Wärme- und Kälteversorgung von Wohn- und Gewerbeimmobilien	Wärmeversorgung von Büro, Gewerbe, Wohnungen, Bildungseinrichtungen etc.	Wärme- und Kälteversorgung von Büro und Wohnfläche
Information zu Verbrauchern	k.A.	Ca. 2.000 Wohnungen (190.000m ²) Büro und Gewerbeflächen (39.000m ²) Bildungseinrichtungen (inklusive Gastronomie und Einzelhandel) (21.000m ²) Gesamtfläche ca. 250.000m ²	84 Einheiten (7.100 m ² Nettogrundfläche)
Leistung	1.409 MWh Entzugsleistung zum Heizen (1.461 MWh zum Kühlen)	k.A.	Wärmepumpe mit 2 x 110 kW 2 x 100 kW Sole-Luft Wärmetauscher
Anzahl und Tiefe der Sonden	169 Doppel U Sonden je 140m	500 Erdwärmesonden je 150m tief (Erdsondenfeld)	30 Tiefensonden je 150m

Abbildung 2: Oberflächennahe Geothermie: Praxisbeispiele

Laut der von uns durchgeführten Experteninterviews sind Kostenschätzungen schwer durchzuführen, da sie abhängig von verschiedenen Parametern sind. Bei einer Standardkalkulation wird davon ausgegangen, dass die Erschließungskosten (Sonde etc.) 1.500-2.500 Euro/kW betragen. Im Gegensatz zu den Kosten für Wärmepumpen laut vorhin genannter Studie rechnen die von uns interviewten Experten mit ca. 700-800 Euro/kW. Zusätzlich kann für einen „Quick-Check“ (Potenzial, Grundwasser etc.) mit 2.000-5.000 Euro gerechnet werden. Überschlagsmäßig machen die Bohrkosten 30-50%, die Anlagenerichtung 20-30%, und die Potenzialerkundung 20% der Gesamtkosten aus. Die betrieblichen Kosten sind gering und auch Wartung und Service sind nicht ausschlaggebend.



5.1.2 Tiefengeothermie

Eine Kostenschätzung für tiefe Geothermie abzugeben gestaltet sich aufgrund der sehr individuell unterschiedlichen Rahmenbedingungen der Projekte sehr schwierig. Die größte Herausforderung der Kostenschätzung stellt die Einpreisung des Fündigkeitsrisikos dar. Eine fehlgeschlagene Bohrung kann die Investitionskosten mit einem Schlag um mehrere Millionen Euro in die Höhe treiben.

Die Kosten von tiefer Geothermie können in folgende vier große Blöcke unterteilt werden:

- Planung, Potenzialanalyse und Untersuchung des Untergrundes
- Bohrung
- Obertageanlage
- Betriebskosten

Geologische Untersuchungen als wichtige Grundlage für ein erfolgreiches Projekt

Um das Fündigkeitsrisiko zu minimieren, ist die Planungsphase ein entscheidender Faktor. Es sollte vor allem in umfassende geologische Untersuchungen investiert werden. Untersuchungskosten auf Basis vorhandener, historischer Daten ohne Probebohrung und seismischer Untersuchungen können sich bereits auf bis zu 500.000 € belaufen. Für regionale seismische Messungen des Untergrundes müssen zusätzliche laut Expert:innen Interviews mindestens 3 bis 6 Mio. Euro einkalkuliert werden. Die tatsächliche Höhe der Kosten hängt von der vorhandenen Datenlage und vom Umfang der durchgeführten Analysen ab. Trotz aller

Sorgfalt in der Planungs- und Untersuchungsphase kann das Fündigkeitsrisiko jedoch nicht zur Gänze eliminiert werden. Klarheit über den Erfolg eines Projektes erhält man erst nach der Fertigstellung der ersten Bohrung. Zusätzlich zu genauen Voruntersuchungen, kann das Risiko durch den Portfolioansatz, bei dem in mehrere Anlagen und Projekte gleichzeitig investiert wird, minimiert werden.

Bohrungen als einer der größten Treiber für Kosten

Kosten für Bohrungen betragen in etwa 1.000-2.000 Euro pro Meter und steigen mit der Tiefe stark an. Bei einem Tiefengeothermie Projekt mit Bohrungen zwischen 1.000m und 3.000m ist mit Investitionskosten in Höhe von bis zu 10 Mio. Euro zu rechnen. Zusätzlich sind die Kosten von industriellen Wärmepumpen einzukalkulieren. Laut Experten Interviews kann beispielsweise eine 5 MW Wärmepumpe eines großen Projekts bis zu 15-20 Mio. Euro kosten.

Bei nicht vorhandenem Fernwärmenetz muss mit zusätzlichen Investitionskosten gerechnet werden. Beispielsweise betragen die Kosten für eine Fernwärmeleitung in Unterführung in Bayern im Jahr 2016 910 Euro pro Meter, inzwischen liegt diese Zahl bei 1.500 bis 2.500 Euro pro Meter.

Ein weiterer Richtwert stellt die Aufteilung der anfallenden Kosten dar. In etwa 60% der Kosten sind kapitalgebunden und beziehen sich daher auf Investitionen, 10% sind bedarfsgebunden und beziehen sich auf Strom und die restlichen 30% sind betriebsgebundene Kosten, welche sich zum Beispiel auf Wartung und Instandhaltung beziehen. Bei den Wärmegestehungskosten ist mit etwa 25 bis 30 EUR/MWh zu rechnen. Abbildung 3 gibt einen Überblick über technische und wirtschaftliche Aspekte von zwei bereits umgesetzten Projekten.



	Beispiel 1: Mitteltiefe hydrothermale Dublette	Beispiel 2: Tiefe hydrothermale Dublette	Beispiel 3: Tiefe hydrothermale Dublette
Zweck	Wärmeversorgung für Einfamilienhaus, Mehrfamilienhaus oder ganze Wohnüberbauung	Wärmeversorgung für Haushalte	Wärmeversorgung für Haushalte
Information zu Verbrauchern	ca. 8.500 Personen	ca. 7.000 Haushalte	k.A.
Installierte thermische Leistung	5 MW 20.400 MWh Wärmeproduktion	38 MW	15-20 MW
Information zu Bohrung	ca. 1.200-1.500m	> 3.000m	3.500m
Kostenaspekte	Investitionskosten € 27Mio € 11,8 Mio Geothermie Anlage € 1,6 Mio Großwärmepumpe € 13,5 Mio Grundlastzentrale	Gesamtinvestitionen € 80 Mio € 16 Mio für Stromanlage	€ 12-15 Mio pro Bohrung € 24-30 Mio Wärmetauscher

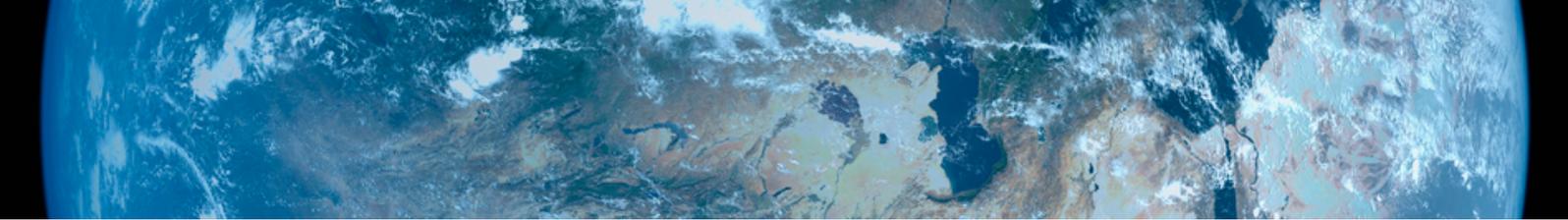
Abbildung 3: Tiefengeothermie: Praxisbeispiele

Zusammengefasst kann bei Tiefengeothermieprojekten mit einem Richtwert von 2-4 Mio. Euro pro MW gerechnet werden.

5.2 Finanzierungsmöglichkeiten

Zuletzt spielt die Betrachtung von Finanzierungsmöglichkeiten und Risikominimierung eine große Rolle, vor allem bei Tiefengeothermie. Hierzu haben vor allem die Interviewpartner einige Einblicke zu verschiedenen Möglichkeiten der Finanzierung geteilt. Gemeinden können durch Einnahmen von Steuern Projekte finanzieren und haben den Vorteil, dass sie weniger Rendite als große Unternehmen

benötigen. Große Unternehmen finanzieren ihre Projekte meist durch Projektbeteiligungen und Joint Ventures. Vor allem Tiefengeothermieprojekte werden anfangs mit Eigenkapital oder Venture Capital finanziert, da sich Gelgeber erst nach einer erfolgreichen Bohrung beteiligen. Auch Crowdfunding, Bürgerbeteiligungen, wie bei einer Gemeinde südlich von München, und Leasing sind Finanzierungsmöglichkeiten, die allerdings noch nicht stark verbreitet sind. Für oberflächennahe Technologie kommt zusätzlich Contracting in Frage.



6. Fazit

Hohes Potenzial in Österreich

Gesamtheitlich betrachtet besteht in Österreich ein hohes Potenzial für den weiteren Ausbau von Geothermie. Für Gemeinden, Industriebetriebe und Energieversorgungsunternehmen bieten sich hierbei vielfältige Möglichkeiten an, nachhaltige Wärmekonzepte in unterschiedlichsten Ausgestaltungsformen umzusetzen. Die wesentlichen Vorteile wie zum Beispiel die Unabhängigkeit von Wetterbedingungen, die Grundlastfähigkeit und Preisstabilität während des Betriebs einer Anlage zeigen klar auf welche wichtige Rolle Geothermie in der Dekarbonisierung des Energiesystems einnehmen kann.

Geringere Hürden für oberflächennahe Geothermie

Oberflächennahe Geothermie Projekte lassen sich derzeit je nach Umfang schneller umsetzen als Tiefengeothermie Projekte. Dies liegt vor allem an überschaubaren Investitionskosten, geringeren geologischen Anforderungen sowie regulatorischen Hürden. Außerdem kann oberflächennahe Geothermie je nach Bedarf und örtlichen Gegebenheiten anhand verschiedener Technologien individuell ausgestaltet werden. Dies ermöglicht einen größeren Spielraum an Umsetzungsmöglichkeiten.

Regulatorische und finanzielle Hürden für Tiefengeothermie

Aufgrund von regulatorischen Hürden und fehlenden Finanzierungs- sowie Versicherungsinstrumenten wurden in Österreich bislang nur einige wenige Projekte umgesetzt oder sind derzeit in Umsetzung. Fehlende gesetzliche Grundlagen, staatliche Incentivierungen und Instrumente zur Absicherung gegen das Fündigkeitsrisiko stellen nach wie vor die größten Hürden für die Umsetzung tiefer Geothermie Projekte in Österreich dar. Während in anderen Ländern bereits einige Lösungen entwickelt wurden, werden auch in Österreich durch den Klima- und Energiefonds und neue Gesetze die notwendigen Rahmenbedingungen geschaffen. Somit wird erwartet, dass künftig auch in Österreich das Potential der Tiefengeothermie in größerem Ausmaß genutzt werden kann.

Ausblick

Außerdem wird erwartet, dass Geothermie bei immer mehr Stakeholdern an Bedeutung gewinnt. Einerseits steigt das Interesse von sowohl Industrieunternehmen, als auch Energieversorgern und Kommunen an geothermischen Anwendungen und andererseits wird die kaskadische Nutzung von verschiedenen Playern wie zum Beispiel Industrieunternehmen, Betreibern von Glashäusern und weiteren Wärmeverbrauchern eine große Rolle spielen.

Quellenverzeichnis

- https://www.egec.org/wp-content/uploads/2022/06/MR21_KF.pdf
- https://nachhaltigwirtschaften.at/resources/nw_pdf/ BMK_Geothermie_Roadmap.pdf
- <https://www.geothermie-oesterreich.at/was-ist-geothermie/tiefe-geothermie/tiefe-geothermie-in-%C3%B6sterreich/>
- <https://www.erneuerbare-energie.at/geothermie#:~:text=Derzeit%20existieren%20in%20%C3%96sterreich%209,2%20MW%20sehr%20gering%20ist>
- <https://www.erneuerbare-energie.at/geothermie#:~:text=Derzeit%20existieren%20in%20%C3%96sterreich%209,2%20MW%20sehr%20gering%20>
- <https://www.erdwaerme-wien.info/rechtliches/#:~:text=Erdw%C3%A4rmesonden%20sind%20im%20Allgemeinen%20bewilligungsfrei,artesisch%20gespannter%20Grundwasserk%C3%B6rper%20oder%20Wasserschutzgebiete>
- https://energieforschung.at/wp-content/uploads/sites/11/2023/02/865009_GeoTief-EXPLORE_publizierbarer_Endbericht.pdf
- <https://www.umweltfoerderung.at/betriebe/nahwaermeversorgung-auf-basis-erneuerbarer-energetraeger>
- https://www.umweltfoerderung.at/fileadmin/user_upload/umweltfoerderung/betriebe/Nahwaermeversorgung/ufi_standard-fall_infoblatt_biofern.pdf
- <https://www.waermepumpe-austria.at/foerderungen>
- <https://sbg.lfi.at/lfi-live+2500+2684098>
- https://nachhaltigwirtschaften.at/resources/nw_pdf/Auswertungsbericht_Konsultation_Geothermie-Roadmap.pdf
- <https://www.erdwaerme-wien.info/rechtliches/>
- <https://positionen.wienenergie.at/wissenshub/einfach-erklart/rund-um-die-energiewende/geothermie-fuer-die-waermewende/>
- <https://www.bveg.de/die-branche/tiefe-geothermie-in-deutschland/das-leistungsspektrum-geothermie/leistungsspektrum-geothermie/>
- <https://www.bveg.de/die-branche/tiefe-geothermie-in-deutschland/das-leistungsspektrum-geothermie/leistungsspektrum-geothermie-phase-2/>
- Grosse, R., Christopher, B., Stefan, W., Geyer, R. and Robbi, S., Long term (2050) projections of techno-economic performance of large-scale heating and cooling in the EU, EUR28859, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2017, ISBN 978-92-79-75771-6, doi:10.2760/24422, JRC109006
- https://www.lenk.bayern.de/themen/energiewende/doc/04_tiefe_geothermie.pdf
- <https://www.ieg.fraunhofer.de/content/dam/ieg/documents/Roadmap%20Tiefe%20Geothermie%20in%20Deutschland%20FhG%20HGF%2002022022.pdf>
- https://www.bosch-homecomfort.com/at/de/wohngebaeude/wissen/heizungsratgeber/waermepumpe/erdwaermepumpe_kosten/
- <https://www.heizungsfinder.de/waermepumpe/kosten-preise/erdwaerme>
- Meyers, S., Schmitt, B., & Vajen, K. (2018). The future of low carbon industrial process heat: A comparison between solar thermal and heat pumps. *Solar Energy*, 173, 893-904.
- <https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/energie/themenstadtplan/erdwaerme/fakten.html>
- https://www.stuewa.de/de/nachrichten?tx_news_pi1%5Baction%5D=detail&tx_news_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx_news_pi1%5Bnews%5D=17&cHash=781f38d317c0c8c3f68f7fc44e394920
- <https://schaffnerin.wordpress.com/tag/sonnwendviertel/>
- <https://www.c-21.at/energie.html>
- Pieper, H., Ommen, T., Buhler, F., Paaske, B. L., Elmegaard, B., & Markussen, W. B. (2018). Allocation of investment costs for large-scale heat pumps supplying district heating. *Energy Procedia*, 147, 358-367. Marina, A., Spoelstra, S., Zondag, H. A., & Wemmers, A. K. (2021). An estimation of the European industrial heat pump market potencial. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 139, 110545.
- https://geothermie-schweiz.ch/wp_live/wp-content/uploads/2020/12/Factsheet_Riehen_d.pdf
- <https://geothermie-unterhaching.de/> <https://www.tiefegeothermie.de/projekte/unterhaching>

Kontaktpersonen

PwC

Michael Sponring

michael.sponring@pwc.com
+43 699 1119 8902

Johanna Pscheider

johanna.pscheider@pwc.com
+43 676 323 3629

Denis Tosun

denis.tosun@pwc.com
+43 699 1630 5721

NiMBUC Geoscience

Christian Rambousek

rambousek@nimbuc.com
+43 664 24 40 612

© 2023 PwC Österreich GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft. Alle Rechte vorbehalten. In diesem Dokument bezieht sich die Bezeichnung „PwC Österreich“ auf die PwC Österreich GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft oder eines ihrer verbundenen Unternehmen, von denen jedes ein selbstständiges Rechtssubjekt ist. Mehr Informationen hierzu finden Sie unter <https://www.pwc.at/de/impressum.html>.

„PwC“ bezeichnet das PwC-Netzwerk und/oder eine oder mehrere seiner Mitgliedsfirmen. Jedes Mitglied dieses Netzwerks ist ein selbstständiges Rechtssubjekt. Weitere Informationen finden Sie unter [pwc.com/structure](https://www.pwc.com/structure).



pwc

