Erdwärme - Wir stehen drauf!

Anwendungsmöglichkeiten für Oberflächennahe Geothermie im Alpenraum

Interreg Alpine Space
EUROPEAN UNION
Greta
EUROPEAN REGIONAL DEVELOPMENT FUND

Geologische Bundesanstalt

IMPRESSUM

Herausgeber:
Geologische Bundesanstalt, 1030 Wien, Neulinggasse 38
www.geologie.ac.at

Inhalt und Gestaltung:
Doris Rupprecht, Magdalena Bottig und Stefan Hoyer

Finanzierung:
Interreg Alpine Space ERDF
www.alpine-space.eu

Abbildungen:
Titelseite und Seiten 4, 8/9, 10, 11, 12:
© GRETA – Interreg Alpine Space ERDF
Seiten 5 und 6: von den Betrieben zur Verfügung gestellt

Mit besonderem Dank an die Institute of Building Research and Innovation (IBRI) ZT-GmbH

Erdwärme – aktiver Klimaschutz und Autarkie!

Erdwärme, auch Oberflächennahe Geothermie genannt, wird zurzeit vorwiegend in dicht besiedelten Gebieten, vor allem im städtischen Raum, eingesetzt. In alpinen und isolierten Gebieten konnte sich diese Technologie bisher nur spärlich etablieren. Gründe hierfür sind vielfältig, generell gilt jedoch: Die breite Nutzungsmöglichkeit der Erdwärme ist noch nicht hinreichend bekannt!

Grundvoraussetzung Wärmebedarf – Warum Geothermie?
Besteht ein Wärmebedarf oder die Notwendigkeit einer Erneuerung/Erweiterung einer bestehenden Wärmeversorgungsanlage, ist die Grundvoraussetzung für die Installation einer geothermischen Anlage bereits gegeben. Die Stärken dieser modernen Energieform liegen im Rohstoff, also der Erdwärme selbst. Erdwärme ist überall verfügbar, sie ist erneuerbar und stellt eine nachhaltige und klimaneutrale Energieform dar. Zudem bietet sie den Vorteil der Nutzung als dezentrale, autarke Wärmeversorgung.

Kosten?
Die Installationskosten für die Nutzung von Erdwärme sind unbestritten höher als im Vergleich zu herkömmlichen Heizsystemen. Jedoch sind die Betriebskosten merklich geringer und es fallen keine Rohstoffkosten an, was langfristig betrachtet wirtschaftliche Vorteile bieten kann. Untersuchungen zeigen auch, dass die Installation in extremen Lagen möglich und oft nur geringfügig teurer ist, als im Dauersiedlungsraum.

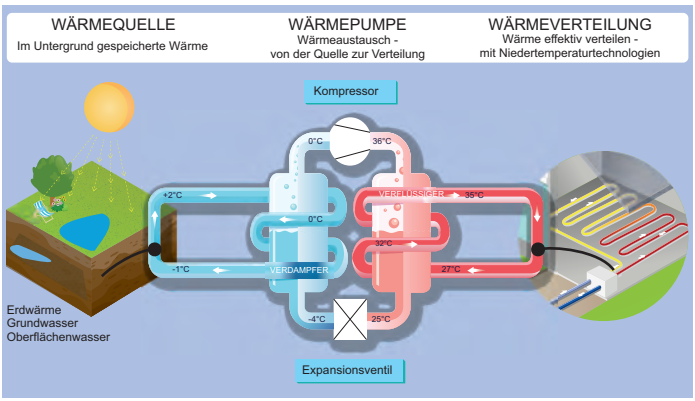
Diese Broschüre richtet sich an all jene, die auf der Suche nach einer Wärmeversorgung sind oder auch einfach Interesse an den Anwendungsmöglichkeiten von Erdwärme in alpinen und isolierten Gebieten haben.

Ergebnisse und Erkenntnisse basieren auf einer von der Geologischen Bundesanstalt beauftragten Studie in Zusammenarbeit mit der IBRI - ZT GmbH.
Finanziert wurde diese Arbeit durch das EU Interreg Projekt GRETA – Near-surface Geothermal Resources in the Territory of the Alpine Space.

Viel Spaß beim Lesen und Planen!

Was ist Oberflächennahe Geothermie/Erdwärme?

Oberflächennahe Geothermie nutzt die vorhandene Erdwärme in Tiefen bis zu 300 m zur Raumheizung und Warmwasserbereitstellung. Eine Wärmepumpe ermöglicht die Nutzung durch die Erhöhung der im Untergrund gespeicherten Energie auf ein nutzbares Niveau. Die Menge der dafür benötigten elektrischen Energie ist einerseits abhängig von der Temperatur der Wärmequelle und andererseits von der benötigten Temperatur im Wärmeverteilsystem.
Generell gilt: Je höher die Temperatur der Wärmequelle und je niedriger die benötigte Temperatur im Wärmeverteilsystem, desto weniger elektrische Energie wird benötigt.



Häufig verwendete Begriffe

Als **Grundlast** bezeichnet man die über einen längeren Zeitraum benötigte, gleichbleibende Leistung, während als **Spitzenlast** die nur kurzfristig benötigte Leistung zu verstehen ist. Spitzenlasten treten zum Beispiel auf, wenn innerhalb kurzer Zeit viel Warmwasser verbraucht wird.

Einseitige Nutzung bedeutet, die Anlage wird nur für Heiz- oder Kühlzwecke verwendet. Dies führt zu einer einseitigen Energieentnahme im Untergrund.

Ausgeglichene Nutzung bedeutet Heizen im Winter, wobei Wärme (Energie) aus dem Untergrund entnommen wird und Kühlen im Sommer, wenn Wärme dem Untergrund zugeführt wird. Dies sorgt für eine Erhaltung der ursprünglichen Untergrundtemperatur. Da in alpinen Gegenden der Kühlbedarf häufig wegfällt, kann der Untergrund auch alternativ mit Überschusswärme aus z.B. Solaranlagen regeneriert werden.

Verbreitung von Erdwärmeanlagen

Österreich ist im europäischen Vergleich im Spitzenfeld bei der Anwendung von Erdwärme angesiedelt. Nichtsdestotrotz liegt der Marktanteil an der Wärmebereitstellung in Österreich bei unter 1 %. Studien zeigen auch, dass ein Großteil der Anlagen in städtischen Bereichen installiert wird. Dabei ist die Anwendung von Erdwärme keineswegs auf bestimmte Bedingungen beschränkt. Im Gegenteil, Erdwärmenutzungen können bei fachgerechter Planung nahezu überall installiert werden, egal, ob Einfamilienhaus oder Tourismusanlage. Die folgenden „Good practice" Beispiele zeigen die Möglichkeiten des Einsatzes von Erdwärme.

Good practice

Nordisches Zentrum Planica
Kranjska Gora, Slowenien

Seehöhe: **950 m**
Durchschnittliche Außentemperatur: **6,1° C**
Durchschnittliche Grundwassertemperatur: **7° C**
Bedarf: **430 kW** für Heizzwecke und **95 kW** für Kühlung

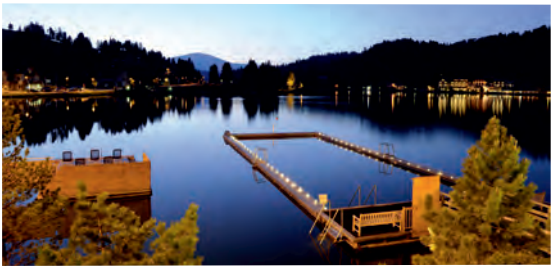
Mehrere Grundwasserwärmepumpen werden zur Raumheizung des Zentrums und der Nebengebäude im Winter eingesetzt. Das dadurch abgekühlte Wasser wird wiederum zur Kunstschneeherstellung genutzt. Im Sommer kühlt das System die dann zur Loipe umfunktionierte Garage, um Schnee zu speichern. Die Nutzung führt so zu einer CO_2-Einsparung von 100 % im Vergleich zu konventionellen Energieträgern und durch die Weiterverwendung des abgekühlten Wassers zudem zu einer Halbierung des Bedarfs an elektrischer Energie bei der Kunstschneeerzeugung.

The Crystal, Obergurgl, Tirol

Seehöhe: **1.905 m**
Durchschnittliche Außentemperatur: **3–4° C**
Durchschnittliche Bodentemperatur: **4–5° C**
Bedarf: **462 kW** für Heizung und Warmwasser

Zur Deckung des Wärmebedarfs wurden **66 Erdwärmesonden** mit je 120 m Länge installiert. Da die Untergrundtemperatur in dieser Höhenlage relativ gering ist, werden die Sonden im Sommer mittels **Solarkollektoren** regeneriert. Die Einsparung von CO_2 gegenüber einer konventionellen Gasheizung liegt bei 80 %.

Seebad – Hotel Hochschober, Turrach, Kärnten



Seehöhe: **1.763 m**
Durchschnittliche Außentemperatur: **3,5° C**
Durchschnittliche Wassertemperatur: **16° C**
Bedarf: **42 kW** für Poolheizung

Ein im See gelegenes Schwimmbecken im Hotel Hochschober wird mit Hilfe einer **Wasser-Wasser Wärmepumpe** beheizt. Dafür wird Seewasser mit Temperaturen von 15–17° C entnommen und über die Wärmepumpe auf 30° C erwärmt. Die Nutzung von Erdwärme ermöglicht eine 100 % CO_2-freie Schwimmbeckenbeheizung.

Fallbeispiel – Berghütte

Immer wieder werden hohe Installationskosten als Ablehnungsgrund für die Nutzung von Erdwärme genannt. Bei langfristiger Betrachtung besticht die Technologie jedoch durch ihre geringen Betriebs- und Wartungskosten. Dies kann sich für Häuser oder Betriebe in isolierten alpinen Lagen besonders rechnen, da hier meist ein erhöhter Arbeitsaufwand für die Versorgung mit Wärme gegeben ist. Anhand eines fiktiven Beispiels sollen Details erörtert werden:
Eine Berghütte benötigt eine Heizleistung von 57 kW. Für die Eigenstromversorgung ist ein Blockheizkraftwerk geplant. Es werden zwei Varianten aufgezeigt, einmal mit und einmal ohne Erdwärme. Die Variante mit Erdwärme bereitet zwar höhere Investitionskosten, aber bereits nach drei Jahren sind diese durch die geringeren Wartungs- und Betriebskosten amortisiert. Ab diesem Zeitpunkt spart die Anlage mit Erdwärme bereits Geld und zudem ist der CO_2-Ausstoß um 45 % reduziert.

Investmentkosten	Variante 1 mit Erdwärme				
	Erdsonden 3x 100 m	EUR/m	50,-	EUR	15.000,-
	Wasser-Wasser Wärmepumpe			EUR	6.750,-
	Blockheizkraftwerk 15 kW_{el}/15 kW_{th}			EUR	30.000,-
	Gesamte Investitionskosten			EUR	51.750,-
	Variante 2 ohne Erdwärme				
	Blockheizkraftwerk 30 kW_{el}/30 kW_{th}			EUR	45.000,-
	Mehr-Investition mit Erdwärme			EUR	6.750,-
Betriebskosten	Variante 1 mit Erdwärme				
	Rapsöl für das Blockheizkraftwerk 2.500 l/a	EUR/l	0,90,-	EUR/a	2.250,-
	Variante 2 ohne Erdwärme				
	Rapsöl für das Blockheizkraftwerk 4.500 l/a	EUR/l	0,90,-	EUR/a	4.050,-
	Jährliche Energiekosteneinsparung mit Erdwärme			EUR/a	1.800,-
Wartungskosten	Variante 1 mit Erdwärme				
	Erdsonden 3x 100 m			EUR/a	75,-
	Wärmepumpe			EUR/a	205,-
	Blockheizkraftwerk 15 kW_{el}/15 kW_{th}			EUR/a	1.800,-
	Wärmeverteilung und Wärmeabgabe			EUR/a	144,-
	Gesamte Wartungskosten			EUR/a	2.224,-
	Variante 2 ohne Erdwärme				
	Blockheizkraftwerk 30 kW_{el}/30 kW_{th}			EUR/a	2.700,-
	Wärmeverteilung und Wärmeabgabe			EUR/a	144,-
	Gesamte Wartungskosten			EUR/a	2.844,-
	Jährliche Wartungskosteneinsparung mit Erdwärme			EUR/a	620,-

kW_{el}... elektrische Leistung; kW_{th}... thermische Leistung
Preise sind Durchschnittspreise mit Stand November 2018 und können je nach Anbieter und Hersteller variieren.

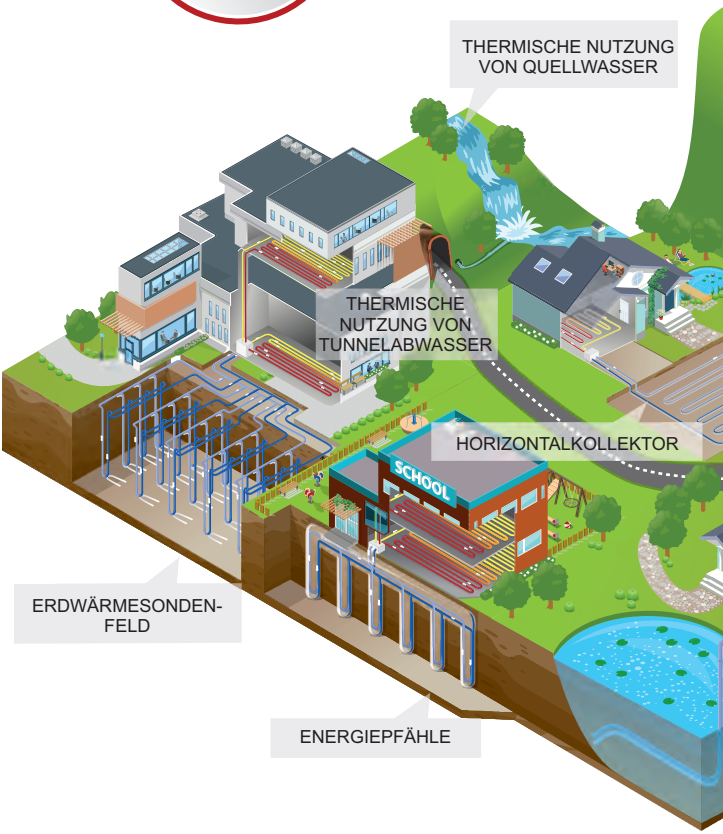
Nutzungsmöglichkeiten der Erdwärme

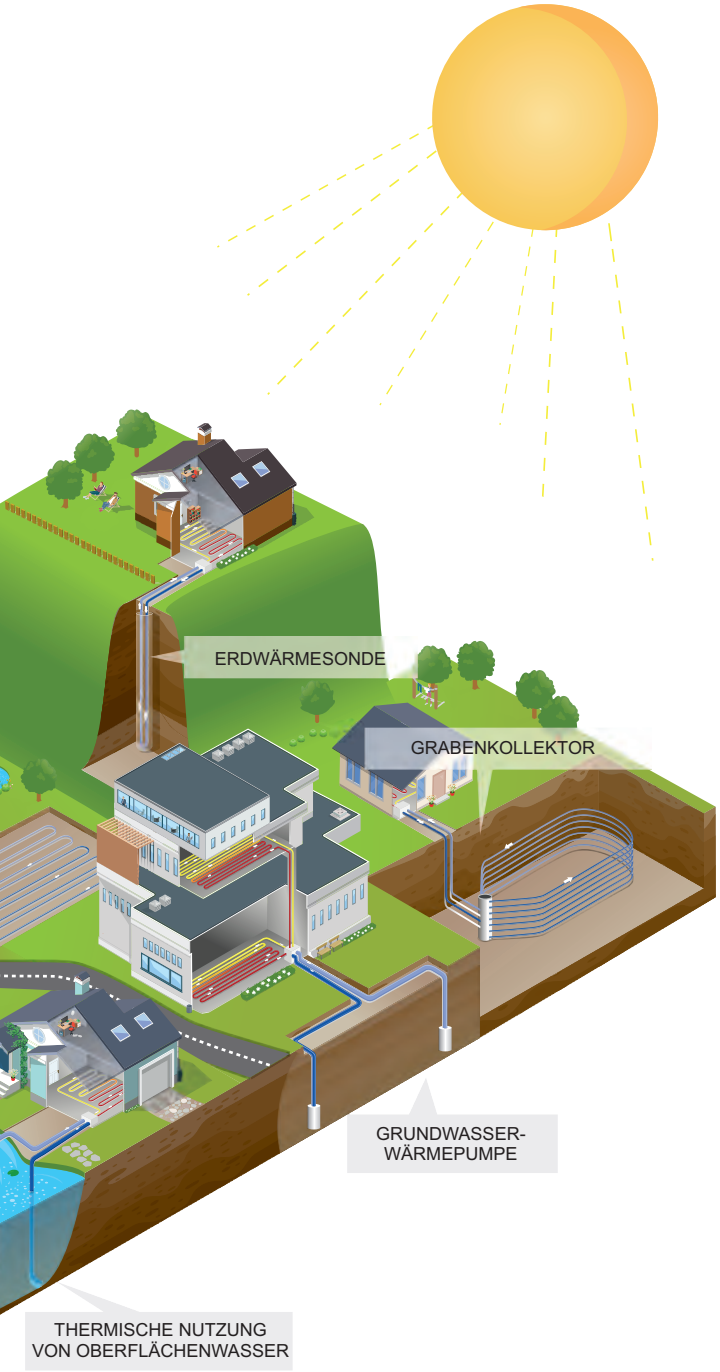
ERNEUERBAR

AUTARK

NACHHALTIG

KLIMA NEUTRAL

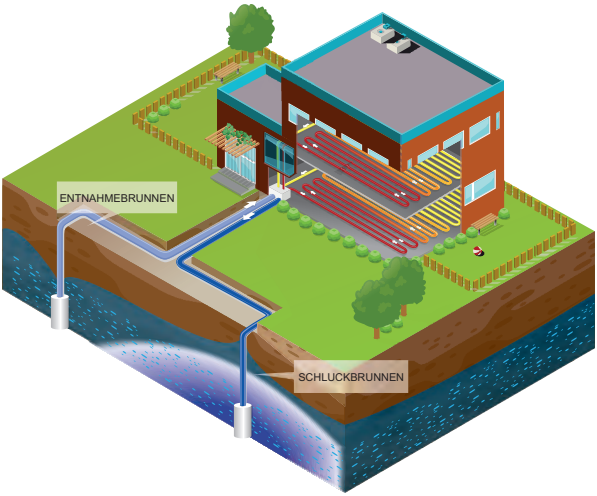



ERDWÄRMESONDE
GRABENKOLLEKTOR
GRUNDWASSER-
WÄRMEPUMPE
THERMISCHE NUTZUNG
VON OBERFLÄCHENWASSER

Nutzungsmöglichkeiten der Erdwärme

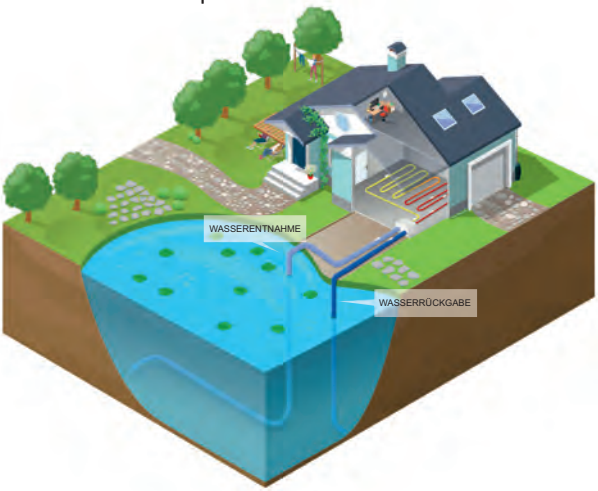
Grundwassernutzung

Hierbei wird Grundwasser durch einen Brunnen gefördert, durch die Wärmepumpe um wenige Grad abgekühlt (typischerweise um 3–4° C) und wieder in den Untergrund versickert. Für diese Nutzungsform muss Grundwasser in ausreichender Menge vorhanden sein. Dies ist in Talregionen häufiger der Fall, als in steilem Gelände.

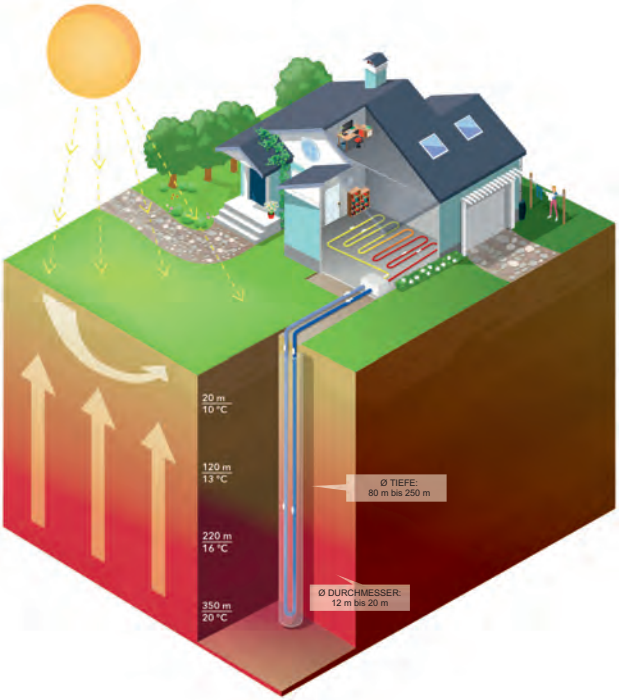


Oberflächenwassernutzung

Oberflächengewässer, wie Flüsse, Bäche oder Seen, sind streng genommen keine Erdwärmequelle, man bedient sich aber derselben Technologie wie bei der Nutzung des Grundwassers. Somit sind sie eine effiziente und kostengünstig zu erschließende Wärmequelle.



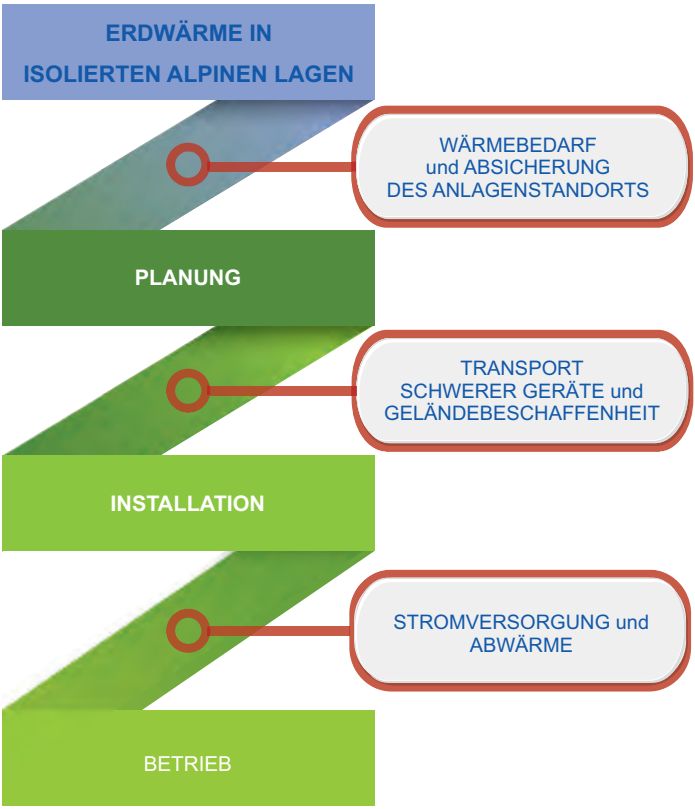
Erdwärmesonden
Erdwärmesonden können in fast jedem Untergrund an nahezu allen Standorten errichtet werden. Die Wärmegewinnung aus dem Untergrund erfolgt in einem geschlossenen System mit Hilfe von Wärmeträgerflüssigkeiten. Diese Wärmeträgerflüssigkeiten zirkulieren in Rohren, die über Bohrungen in den Untergrund eingebracht werden. Durch den konstanten Wärmeentzug wird die Temperatur des umgebenden Erdreichs während des langjährigen Betriebs herabgesetzt. Die Effizienz und Langlebigkeit kann hier durch eine ausgeglichene Nutzung oder durch Regeneration über Überschusswärme enorm gesteigert werden.



Weitere Anwendungsmöglichkeiten
Erdwärme beschränkt sich nicht nur auf die hier dargestellten Möglichkeiten. Im Prinzip kann die Wärme aus dem Untergrund mit vielen verschiedenen Möglichkeiten gewonnen werden. Häufige Anwendungsformen sind auch Horizontalkollektoren oder sogenannte Energiepfähle. Quellen können ebenfalls, ähnlich wie Grundwasser oder Oberflächenwasser, zur Wärme- und Kältebereitstellung verwendet werden.

Besonderheiten von alpinen, isolierten Lagen

Grundsätzlich ist nahezu jeder Standort für die Installation von Erdwärmesonden geeignet. Bei Vorliegen von Grundwasser oder geeigneten Oberflächengewässern sollte deren Nutzung aufgrund ihrer erhöhten Effizienz bevorzugt geplant werden. Die Planung von Anlagen in alpinen und isolierten Lagen unterscheidet sich nicht von jener im Dauersiedlungsraum. Jedoch werden zusätzliche Faktoren schlagend, welche über die Wirtschaftlichkeit, Nachhaltigkeit und auch Erneuerbarkeit des Systems entscheiden.



Egal in welcher Lage und egal welches System, eine professionelle Planung und Auslegung der Anlage ist für einen effizienten, nachhaltigen und umweltschonenden Betrieb unerlässlich.

Wärmebedarf

Ob die Errichtung im Zuge eines Neubaus, als Ersatz einer zu erneuernden Anlage oder als Erweiterung einer bestehenden Anlage stattfindet, der Einsatz von Erdwärme bietet in allen Fällen eine umweltfreundliche, nachhaltige, erneuerbare und CO_2-arme Wärmebereitstellung. Je nach Rahmenbedingungen kann sich die Investition in Erdwärme ab einer Betriebszeit von drei Monaten pro Jahr rechnen. Dabei sollte die Anlage so geplant werden, dass sie zumindest die gesamte Grundlast der Heizwärme bereitstellen kann.

Absicherung des Anlagenstandorts

Eine langfristige Absicherung des Anlagenstandorts und der Besitzerverhältnisse sowie ein Investitionswille sind für die Umsetzung einer Anlage entscheidend.

Transport schwerer Geräte

Betriebsübliche Bohrgeräte wiegen im Schnitt 15 Tonnen. Die Transportmöglichkeit per LKW ist mit der Straßenbeschaffenheit in alpinen und isolierten Lagen oft nicht gegeben. Kleinstbohrgeräte wiegen insgesamt nur 3,5 Tonnen, sind zerlegbar und können somit auch über kleine Forststraßen, eine Materialseilbahn oder sogar mit dem Helikopter transportiert werden.

Freiflächen und Geomorphologie

Es ist darauf zu achten, verfügbare und ausreichend große Frei_flächen für Baufahrzeuge zu haben. Ebene Flächen im direkten Gebäudeumfeld halten den Aufwand für Bohrungen ebenfalls gering.

Stromversorgung

Für den Betrieb einer Wärmepumpe ist eine geeignete Stromversorgung notwendig. Bestenfalls liegt eine ganzjährige Versorgung mit Netzstrom vor. Alternativ kann die Anlage auch mit einer leistungsfähigen Eigenstromerzeugung betrieben werden.

Abwärme

Erdwärmesonden sollten generell ausgeglichen betrieben werden. Hierbei wird anfallende Überschusswärme (z.B. aus Solarthermieanlagen oder aus einer Eigenstromerzeugung) in den Untergrund eingeleitet. Somit wird der Untergrund regeneriert und bietet über die Betriebsdauer konstante Temperaturen.

Mit Hilfe dieses Beurteilungsschemas können Sie in wenigen Schritten die Eignung ihrer Liegenschaft im Hinblick auf Erdwärme bewerten. Grundsätzlich ist nahezu jeder Standort für die Nutzung von Erdwärme geeignet. Verschiedene Faktoren entscheiden jedoch über Wirtschaftlichkeit, Nachhaltigkeit und

WÄRMEBEDARF	Nein oder nur für weniger als drei Monate im Jahr
LANGFRISTIGE ABSICHERUNG DES ANLAGENSTANDORTS	Trifft nicht zu
STROMVERSORGUNG	Wenig leistungsfähige Eigenstromversorgung und keine Möglichkeit zum Netzanschluss gegeben
TRANSPORTMÖGLICHKEIT SCHWERER GERÄTE	Erreichbarkeit ausschließlich über Fußweg oder Materialseilbahn; keine Landemöglickeit für Helikopter vorhanden
FREIFLÄCHEN	Nicht vorhanden
ABWÄRME	Nicht vorhanden
ERSTE EINSCHÄTZUNG DES ANLAGENSTANDORTS	**WENIG GEEIGNET Einzelne Punkte klassifizieren den Standort als wenig geeignet oder erschweren die Installationsbedingungen für Erdwärmenutzungen. Für eine Installation werden individuelle Anpassungen erforderlich.**

Erneuerbarkeit von Anlagen in isolierten alpinen Lagen. Mit diesem vereinfachten Schema kann eine erste Einschätzung über die Durchführbarkeit einer Erdwärmeanlage getätigt werden. Dabei wird zwischen „Standardeinbau", „individuelle Lösung" und „wenig geeignet" unterschieden.

Leistungsfähige Eigenstromerzeugung vorhanden oder Vorhaben bzw. Möglichkeit der Installation einer Eigenstromversorgung ist gegeben	Ja für mindestens drei Monate im Jahr
Erreichbarkeit mit Fahrzeugen bis 3,5 Tonnen Gesamtgewicht oder Landemöglichkeit für Helikopter vorhanden	Trifft zu
Gegeben, aber mit größerer Neigung	Eine ganzjährige Stromversorgung mit Netzstrom ist gegeben
In geringen Mengen	Keine Einschränkungen in der Erreichbarkeit gegeben
	Gegeben und zudem mit geringer Neigung
	Vorhanden
INDIVIDUELLE LÖSUNG Grundsätzliche Voraussetzungen für eine Installation sind gegeben. Konkrete Möglichkeiten bei einzelnen Punkten müssen im Detail geprüft werden.	**STANDARDEINBAU Der Standort birgt keine Hindernisse für die Installation von Oberflächennaher Geothermie. Eine Installation unter Standardvorgehen ist möglich.**

Weitere Informationen
wiki.cesba.eu/wiki/GRETA

und
www.alpine-space.eu/projects/greta/en/objectives

Auskünfte
geothermie@geologie.ac.at.