

I/1 Einsatz von Geothermie zum Heizen und Kühlen – Grundlagen der Planung und Umsetzung mit Beispielen aus Wohn- und Gewerbebau

Dipl.-Geol. Rüdiger Grimm

Kurzdarstellung

In Zeiten steigender der Verknappung von Primärenergieträgern spielt der Einsatz erneuerbarer Energien, so auch der Erdwärme, sowohl im Wohnungsbau als auch im gewerblichen Bereich eine immer bedeutendere Rolle. Erdwärme ist bei fachgerechter Planung fast überall nutzbar. Seit Januar 2008 sind für Anwendungen dieser Art Fördermittel im Rahmen des Marktanzreizprogramms des Bundes verfügbar.

Wichtig bei der Realisierung von Erdwärmeprojekten ist die Einhaltung bestimmter Schritte. Für die präzise Auslegung der Anlagen stehen heutzutage ausgereifte Instrumente zur Verfügung (Fachsoftware zur Prognose des Temperaturfeldes, Thermal Response Test, Temperatur-Log).

Wesentliche Betriebskosteneinsparungen können nicht nur beim Einsatz von Wärmepumpen zum Heizen/Warmwasserbereiten sondern speziell beim kombinierten Heizen/Kühlen erzielt werden. Hierbei nimmt der natürliche Untergrund die Rolle eines „saisonalen Wärmespeichers“ ein.

Das Unternehmen geoENERGIE Konzept GmbH ist als Fachplanungsbüro auf dem Gebiet der oberflächennahen Geothermie tätig. Dies umfasst die Kernbereiche Beratung, Planung, Entwicklung und Überwachung geothermischer Anlagen zum Heizen und Kühlen sowie die Kombination der Geoenergie mit weiteren erneuerbaren Energieformen, wie z.B. Solarwärme.

Schwerpunkte sind die computergestützte Simulation der Untergrundverhältnisse, das Design der Sondenfelder für Erdwärmesonden sowie die Durchführung von geothermischen Testarbeiten (z. B. Thermal Response Tests und Temperatur-Logs zur Bestimmung der geothermischen Untergrundparameter).

An mehreren Praxisbeispielen aus dem Wohnungs- und Gewerbebau zeigt der Vortrag den Ablauf solcher Projekte und die dabei zu beachtenden Randbedingungen sowie den Einsatz am Markt verfügbarer Planungs- und Testinstrumente.

1. Die 7 Schritte zur Geothermie

Es gibt verschiedene technische Möglichkeiten, um Erdwärme als Energiequelle zu nutzen. Man unterscheidet zwischen „offenen Systemen“ (Brunnenanlagen) und „geschlossenen Systemen“ (Erdwärmesonden, Flächenkollektoren, Energiepfähle und -körben).

Ein zentrales Element, das in allen Varianten vorkommt, ist die Wärmepumpe. Sie stellt die dem Boden entzogene Erdwärme mit Hilfe von Antriebsenergie (meist elektrischer Strom) dem Heizsystem des Gebäudes zur Verfügung und gewährleistet somit die Wärmeversorgung.

Eine wesentliche Voraussetzung für eine reibungslos funktionierende Anlage spielt neben der fundierten Bewertung des Untergrundes die genaue Planung der Anlage durch einen Fachplaner. Der Ablauf kann in sieben wesentliche Schritte unterteilt werden (**Bild 1**).

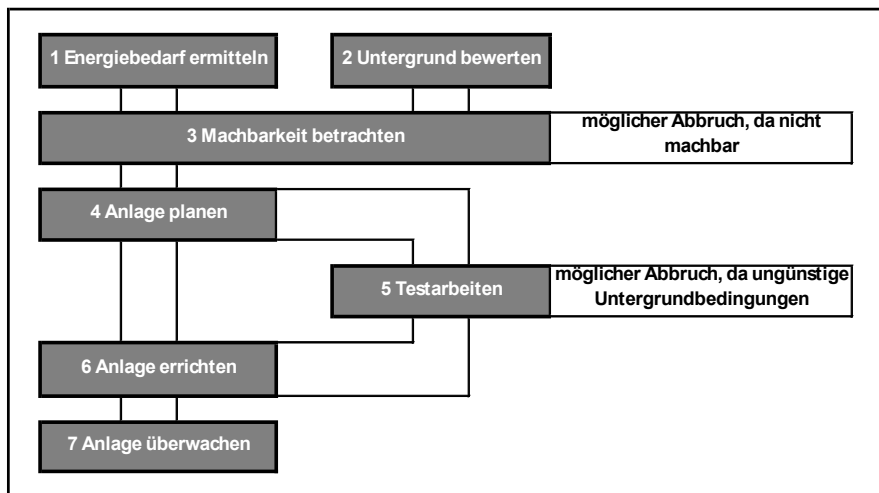


Bild 1: Ablauf eines Geothermieprojektes – 7 Schritte

Diese Abfolge ist für Anlagen aller Art und Größenordnungen vergleichbar.

1.1 Energiebedarf ermitteln

Die Kenntnis des erforderlichen Wärme- und Kühlbedarfs ist für die spätere Auslegung der Anlage eine zwingende Voraussetzung. Dabei ist auch zu beachten, dass die Lastkurve des Energiebedarfs je nach Objekt sehr unterschiedlich sein kann.

1.2 Untergrund bewerten

Das geothermische Potenzial des Untergrundes kann, abhängig vom Gestein und den Grundwasserhältnissen, sehr stark schwanken. Dies wirkt sich natürlich auf die erforderliche Bohrtiefe aus. Ist diese zu gering gewählt, können sich die Erdwärmesonden nicht wie geplant regenerieren, die Untergrundtemperatur sinkt und die Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe ebenfalls. Steigende Betriebskosten sind die Folge. Sind die Bohrungen jedoch überdimensioniert, fallen unnötig hohe Investitionskosten an.

1.3 Machbarkeit betrachten

Erst nach den Schritten 1 und 2 kann die Entscheidung für die Umsetzung des Vorhabens aus rechtlicher und wirtschaftlicher Sicht definitiv getroffen werden. Dazu werden konkrete Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen und Amortisationsberechnungen erstellt.

1.4 Anlage planen

Als Grundlage für eine langfristig gut funktionierende Anlage müssen fachgerechte Planungen und Auslegungen der Sonden oder Brunnen erfolgen. Dafür stehen eine Vielzahl von Mitteln und Methoden zur Verfügung (Vorschriften, technische Normen, Fachsoftware). Die „Einsparung“ der Planungskosten führt oft zu nicht optimal funktionierenden Anlagen, zu unnötig hohen Investitionskosten oder zu Problemen an den Schnittstellen zwischen den Bereichen Haustechnik, Geologie und Bohrtechnik.

1.5 Testarbeiten durchführen

Die Messung der Untergrundparameter erhöht die Planungsgenauigkeit und senkt damit das Investitionsrisiko. So ist die Durchführung eines Temperatur-Logs und eines Thermal Response Tests oftmals schon bei Anlagen > 30 kW sinnvoll. Im Ergebnis der Testarbeiten kann die Planung bis zur Ausschreibungsreife präzisiert werden.

1.6 Anlage errichten

Erst jetzt kommt es zum eigentlichen Abteufen der Bohrungen oder Brunnen durch einen zertifizierten Fachbetrieb. Neben Bohrung, Einbau der Erdwärmesonde und fachgerechter Verfüllung des Ringraumes ist die horizontale Anbindung bis zur Wärmepumpe zu beachten.

Neben der Wärmepumpe ist die Ausführung der Arbeiten durch ein nach DVGW W120 G1/G2 zertifiziertes Bohrunternehmen und der Einsatz von Komponenten, die der Regelüberwachung durch das SKZ nach der Prüfnorm HR 3.26 unterliegen für eine qualitativ hochwertige und damit langfristig Kosten sparende Anlage zwingend notwendig.

1.7 Monitoring durchführen

Eine Überwachung der Anlage im laufenden Betrieb ist nicht nur für die Genehmigungsbehörde oder die Fördermittelstelle erforderlich. Sie ist auch ein Steuerungsinstrument des Betreibers zur Optimierung der Anlage.

2. Dimensionierung von Erdwärmeanlagen

Für die Planung einfacher Erdwärmeanlagen, wie im Bereich von Einfamilienhäusern üblich, reichen oft schon Richtwerte zur Festlegung der erforderlichen Bohrmeter aus. Aber auch hier gilt es, die Randbedingungen hinsichtlich Wärmebedarf und Untergrundbeschaffenheit genau zu kennen, um eine optimal funktionierende Erdwärmeanlage zu erhalten.

Deutlich wichtiger ist eine Fachplanung im Bereich von Objekten mit einem Wärmebedarf > 30 kW oder bei einer Kombination von Heizung und Kühlung. Hier kommt Fachsoftware zur Simulation der Untergrundprozesse zum Einsatz.

2.1 Auslegung von einfachen Fällen

Für kleine Objekte bis 30 kW kommt eine Auslegung nach VDI 4640, Blatt 2, Tabelle 2 zur Anwendung.

Hier sind die Entzugsleistungen ausgewählter Gesteine in W/m aufgeführt. Diese Richtwerte sind allerdings nicht auf größere Anlagen oder für den Fall der direkten Kühlung übertragbar.

2.2 Fachsoftware zur Auslegung von Erdwärmesonden

Zum Design des Sondenfeldes existieren weltweit verschiedene Programme (z. B. EED, EWS). Hierbei werden auf der Basis einer Vielzahl von Eingangsparametern die Wirkungen auf den Untergrund bzw. die resultierende Sole-Temperatur prognostiziert. Für die Optimierung von Bohrtiefe, Bohrungsabstand usw. ist der Einsatz solcher Software zwingend erforderlich. Pauschale Aussagen nach den Richtwerten der VDI 4640 führen hier zu Fehlplanungen, da eine gegenseitige Beeinflussung der Sonden unbedingt berücksichtigt werden muss. Die Übernahme von Messergebnissen aus bereits durchgeführten Tests (z. B. Thermal Response Test, Temperatur-Log) verbessern die Genauigkeit solcher Prognosen erheblich. Die Durchführung von Testarbeiten ist also vor diesem Hintergrund sehr empfehlenswert.

2.3 Fachsoftware zur Auslegung von Brunnen

Noch komplexer gestaltet sich die Simulation der Einflussbereiche von Entnahme- bzw. Schluckbrunnen, da hierfür sehr genaue Kenntnisse der Untergrundparameter (z. B. Gebirgsdurchlässigkeit, Fließrichtung, Fließgefälle, Fließgeschwindigkeit) benötigt werden.

In Abhängigkeit von den genehmigungsrechtlichen Erfordernissen und der Größe der Brunnenanlage kommen hier Programme wie MODFLOW, FEFLOW oder GED zum Einsatz.

3. Prinzip Heizen & Kühlen

Während beim herkömmlichen Einsatz von Erdwärme zum ausschließlichen Heizen/Warmwasserbereiten der Untergrund im Umfeld der Erdwärmesonden auskühlt und in den Sommermonaten durch die nachfließende Erdwärme „regeneriert“ wird, erfolgt bei der „direkten Kühlung“ über die Erdwärmesonden ein aktiver Wärmeeintrag in den Untergrund und somit eine deutlich schnellere Regeneration des Erdreichs. Im Gegenzug können dadurch Bohrmeter (und Investitionskosten) gespart werden. Der Nutzer profitiert aber nicht nur von geringeren Investitionskosten sondern auch von besonders niedrigen Betriebskosten. Die Effektivität der Wärmepumpe (ausgedrückt in der sog. Jahresarbeitszahl) steigt bei höheren Vorlauftemperaturen aus dem Untergrund deutlich und für den Betrieb einer passiven Kühlung wird statt dem elektrischen Strom einer Klimaanlage lediglich der Strom für den Antrieb der Umwälzpumpe benötigt. Der Nutzer spart doppelt und eine solche Anlage amortisiert sich in etwa 3 bis 4 Jahren (bei weiter steigenden Energiepreisen in noch geringeren Zeiträumen). Statt der eingetragenen Wärme aus dem Kühlprozess im Gebäude können natürlich auch andere Wärmequellen wie Prozessabwärme, Solarwärme und Spitzen der Biogasverbrennung genutzt werden.

4. Geothermische Testarbeiten

Da geothermische Testarbeiten meist an fertig installierten Erdwärmesonden ausgeführt werden, sind entsprechende Pilotbohrungen notwendig. Diese stellen jedoch im Falle der anschließenden Realisierung des Projekts keine Mehrkosten dar, weil sie uneingeschränkt in das spätere Sondenfeld integriert werden können. Bei den Testarbeiten unterscheiden wir Tests zur Bestimmung von Untergrundparametern (Thermal Response Tests, Temperatur-Logs, Pumpversuche) sowie Tests zur Qualitätsprüfung und Bauabnahme von Erdwärmesonden (externe Druckprüfung).

4.1 Thermal Response Test

Beim Thermal Response Test (kurz TRT) wird über einen festgelegten Zeitraum (meist 72 h) eine definierte Wärmemenge über die Erdwärmesonde auf das umgebende Gestein übertragen und die entsprechende „Antwort“ (thermal response) gemessen.

Aus den Messkurven können exakte gesteinspezifische Parameter (Wärmeleitfähigkeit) für den Standort und für die Erdwärmesonde (Bohrlochwiderstand) ermittelt werden, welche wichtige Eingangsgrößen für Simulationsprogramme bilden. Mit dem TRT können weiterhin Angaben zur mittleren Untergrundtemperatur sowie zur tatsächlichen Einbautiefe der Erdwärmesonde gemacht werden. Im Ergebnis dieser Arbeiten wird das endgültige Design des Bohrfeldes (Bohrungsanzahl, -tiefe und -abstand) festgelegt.

4.2 Temperatur-Log

Bei diesem teufendiskreten Temperaturprofil erhält man Angaben über die vorliegende Temperaturverteilung im Untergrund, welche von den oftmals verwendeten Literaturwerten deutlich abweichen kann. Auf dieser Basis können Aussagen über die weiteren Bohrtiefen für das spätere Sondenfeld getroffen werden.

4.3 Pumpversuche

Leistungspumpversuche werden für offene Systeme am fertigen Entnahmebrunnen durchgeführt und dienen der Ermittlung der langfristig sicherzustellenden Wassermenge. Ein vergleichbares Verfahren wird zum Nachweis der Versickerungsfähigkeit am Schluckbrunnen eingesetzt.

4.4 Externe Druckprüfung

Bei der Druckprüfung in Anlehnung an die DIN EN 805 wird die fertig installierte Erdwärmesonde auf „Herz und Nieren“ geprüft, um eine langjährige Funktionstüchtigkeit zu gewährleisten. Oftmals dient dieser Test als Abnahme der Arbeiten auf der Baustelle.

Verfasser: Dipl.-Geol. Rüdiger Grimm
Geschäftsführer
geoENERGIE Konzept GmbH
Am St. Niclas Schacht 13
09599 Freiberg
Telefon: (0 37 31) 7 98 78 – 10
Telefax: (0 37 31) 7 98 78 – 29
e-mail: grimm@geoenergie-konzept.de