

Meldung

[www.klimaseite.info](http://www.klimaseite.info)

## Wärme aus dem Untergrund – Ersatz für Erdgas?

Während im letzten Jahr Medien und Politik wie hypnotisiert auf Putin und seine Erpressungsversuche mit dem russischen Erdgas starrten, liegt eine einheimische Wärmequelle weitgehend ungenutzt vor unserer Haustür, oder besser gesagt: unter unseren Füßen. Seit vermehrt Erdgas aus Norwegen oder via Frankreich zu uns kommt und die ersten Flüssiggastanker anlanden, scheinen alternative Wärmeträger in den Hintergrund zu rücken. Das importierte Erdgas hat aber nicht nur ein Kosten- und Preisproblem, sondern erschwert den Weg zur Klimaneutralität. Alle, die jetzt noch einen Gaskessel kaufen, im Vertrauen darauf, dass er 20 Jahre läuft, am besten mit vom Bund verbilligtem Erdgas, erweisen dem Klimaschutz einen Bärendienst. Erdgas zu verheizen und damit neben der Wohnung auch die Atmosphäre aufzuheizen, ist schlicht nicht mehr vertretbar. Zumal bei Gasheizungen der Energiegehalt des fossilen Energieträgers nicht einmal richtig ausgenutzt wird, im Gegensatz zu (Block-)Heizkraftwerken, die neben Wärme auch Strom produzieren. Es wäre auch naiv zu glauben, dass der Erdgaspreis wieder dauerhaft auf das Vor-Corona- und Vorkriegsniveau von 6 ct. pro Kilowattstunde sinkt, wenn sowohl der Aufwand bei der Beschaffung, als auch der CO<sub>2</sub>-Preis weiter steigen. Aktuell entstehen fast 40 Prozent aller CO<sub>2</sub>-Emissionen in Deutschland im Wärmesektor. Von den 21 Millionen Heizungen in Deutschland werden etwa 90 % mit Erdgas oder Heizöl betrieben und mehr als die Hälfte der Anlagen gilt als mittlerweile technisch veraltet.

### Die tiefe Geothermie

Aus dem über 5.000 Grad heißen Erdkern und dem Erdmantel dringt es steter Wärmestrom nach oben, den die Tiefengeothermie nutzt. Je tiefer man bohrt, desto wärmer wird es, nach einer Faustregel ungefähr drei Grad Celsius je 100 Meter Tiefe. Ab 3.000 Meter ist mit über 100 Grad Celsius zu rechnen und mit einem Temperaturniveau, auf dem Wasser verdampft, so dass der Dampf mithilfe einer Dampfturbine zur Stromerzeugung eingesetzt werden kann. Zur Stromproduktion bei tieferen Temperaturen werden schnell siedende organische Flüssigkeiten oder Ammoniak-Wasser-Gemische eingesetzt. Allerdings ist Strom, wie der Name schon sagt, nicht der Hauptnutzen der Geothermie, sondern die Wärmeerzeugung (vor allem für Warmwasser und Gebäudeheizung) und da reichen weit niedrigere Temperaturen um die 60 Grad Celsius bereits aus.

Laut Bundesverband Geothermie strahlt täglich etwa viermal so viel Energie in den Weltraum ab, wie der Mensch verbraucht. Aber auf der obersten Schicht der Erdkruste, auf den ersten Metern, ist die Sonne ausschlaggebend. Dementsprechend hängt die Temperatur bis 20 Meter vom Wechsel der Jahreszeiten ab, tiefer liegt sie stabil bei etwa 10 Grad Celsius und steigt dann nur langsam je 100 Meter um etwa drei Grad Celsius. Die Sonne ist damit neben Erdkern und -mantel der zweite Wärmespender im Untergrund, der sich bei der sogenannten „oberflächennahe Geothermie“ (bis 400 Meter Tiefe) nutzen lässt.

### Mögliche Wärmequellen bei Wärmepumpen

Wärmepumpen liegen im Trend, vor allem im Neubau. Der Absatz von Wärmepumpen stieg im Jahr 2022 auf 236.000 Geräte (+53 %) gegenüber dem Vorjahr an. Die Bundesregierung hat allerdings das Ziel, ab 2024 jährlich 500.000 Wärmepumpen zu installieren. Auch bei der Elektrifizierung der Gebäudewärme fehlt es also an Tempo, ähnlich wie bei beim KFZ-Verkehr. Die hauptsächliche Wärmequelle bei den 1,2 Mio. Wärmepumpen in Deutschland ist die Außenluft; bei den im letzten Jahr neu installierten Geräten waren es 87%, gegenüber 13 % Anlagen mit Wärmequelle Erdreich, Grundwasser, etc.

Vier Fünftel der Wärmepumpen in Deutschland entnehmen die Wärme also der Außenluft. Diese Technik ist allerdings suboptimal, wenn es richtig kalt wird - und gerade da sind wir ja auf eine die Heizung angewiesen - weil die Differenz zwischen Temperatur an der Quelle und der Abgabestelle (Heizkörper, Kessel, Boiler) bei Wärmepumpen möglichst gering sein sollte, damit die Anlage mit

optimaler Effizienz arbeitet. Im Schnitt brauchen Wärmepumpen (WP) nur ein Viertel der erzeugten Wärme als Antriebsenergie, in der Regel ist das Strom, und drei Viertel werden der Umgebung entzogen. Aber der Stromverbrauch von Luft-Wärmepumpen bei minus 10 Grad Celsius Außentemperatur zwangsläufig höher als bei Erdwärme- oder Grundwasser-WP, deren Quelle auch im Winter eine Temperatur von konstant plus 10 Grad aufweist. Und mit dem Stromverbrauch steigen nicht nur die laufenden Kosten, sondern auch die CO<sub>2</sub>-Emissionen, zumindest solange der Strom nicht zu 100% aus erneuerbarer Quelle stammt. „Aufgrund der deutlichen höheren Effizienz von Erdwärmepumpen im Vergleich zu Luftwärmepumpen könnten durch eine (Erhöhung des Bestands) von 20 % Erdwärmepumpen auf 50 % im Jahr 2030 bei 5 Mio. Wärmepumpen 375.000 Tonnen CO<sub>2</sub> jährlich eingespart werden“, heißt es in einem Gutachten der Fraunhofer IEG. Dennoch entscheiden sich die meisten Eigentümer für eine Außenluft-Wärmepumpe. Der Hauptgrund sind neben den manchmal ungünstigen Untergrundverhältnissen vor allem die deutlich höheren Investitionskosten von Wärmepumpen mit Wärmequelle Erdreich bzw. Grundwasser aufgrund der Bohrungen bzw. Brunnen.

### Wärme aus Erdreich und Grundwasser

Als Alternative zur Außenluft sind Grundwasser-WP die erste Wahl, da Wasser Wärme besser überträgt als Erdreich. In diesem Fall wird das Grundwasser mit einem Schluckbrunnen ins Gebäude hochgepumpt, die Wärmepumpe hebt das Temperaturlevel auf das Niveau des Heizungsvorlaufs. Bei Fußbodenheizungen sind das nur 30 Grad Celsius, bei Heizkörpern im Neubau etwa 50 Grad. Warmwasser muss wegen der Legionellengefahr auf über 60 Grad Celsius erwärmt werden. Speziell für die Warmwasserbereitung wäre deshalb über das Einkoppeln einer zweiten Wärmequelle bzw. Technik nachzudenken, damit die Temperaturspreizung zwischen Quelle und Abgabestelle in einem für die Wärmepumpe optimalen Rahmen bleibt.

Wird das Erdreich als Wärmequelle gewählt, kommen prinzipiell zwei Techniken in Frage: die horizontale Erschließung durch Erdwärmekollektoren unterhalb der Frostgrenze des Bodens (in ca. drei Metern Tiefe) und die vertikalen Erdwärmesonden (oder ganze Sondenfelder), die 100 Meter tief reichen können. In beiden Fällen ist der Ertrag stark von der Gesamtlänge der Rohre abhängig. Vor allem in der Horizontalen ist das natürlich eine Platzfrage und selbst der Garten eines Einfamilienhauses hilft da nicht wirklich weiter, wenn man nicht will, dass die Vegetation durch den Wärmeentzug des Bodens „kalte Füße“ kriegt. Die U-Rohre der Erdkollektoren und -sonden werden aus Gründen des Frostschutzes von Sole durchströmt.

### Die Tücken der Tiefen-Technik

Im Prinzip ähnlich funktioniert die Tiefengeothermie. Bohrungen bis 3000 Metern und mehr brauchen allerdings viel Zeit, denn die üblichen, aus der Erdölbranche bekannten Bohrköpfe im „Rollenmeißel“-Technik kommen nur langsam voran. Je Geothermieanlage sind zwei Bohrungen nötig, eine zur Entnahme des heißen und eine zur Einspeisung des abgekühlten Wassers, ähnlich wie bei Grundwasser-WP. Ein ausreichendes Thermalwasservorkommen ist dabei essenziell. Da das umgebende Erdreich bzw. das Gestein die gleiche Temperatur aufweisen wie das Thermalwasser, kann alternativ auch Wasser von der Oberfläche in die Tiefe geleitet und erhitzt wieder hochgepumpt werden. Das kalte Wasser sprengt dann Klüfte in die heißen Steinbrocken und Felsen mit dem Effekt der Vergrößerung der wärmeübertragenden Oberfläche: das sogenannte „Hot-Rock-Dry“-Verfahren. Da sich aber die Erschütterungen im Untergrund teilweise bis an der Oberfläche fortpflanzen, wird diese Technik nach negativen Erfahrungen kaum noch eingesetzt.

Die Tiefengeothermie in Deutschland baut also auf Thermalwasser. Die Vorkommen aufzuspüren und in der Ergiebigkeit richtig zu bewerten, ist allerdings nicht ganz trivial. Bei den seismologischen Messungen werden Schallwellen in Erde geschickt und aus dem Echo die Beschaffenheit des Untergrunds in der Tiefe rekonstruiert. Etliche Projekte sind aber schon an Fehlprognosen gescheitert. Zu diesem „Fündigkeitsrisiko“ können Probleme bei der Bohrung kommen, etwa, dass sich der Untergrund als härter als gedacht entpuppt und zu viele Bohrköpfe verschlissen werden. Der Bohrmeißel schafft etwa 50 Meter in zwei Tagen, dann ist er abgenutzt und muss ausgetauscht werden. Allein die Bohranlage kostet schon 20.000 Euro pro Tag. Um das Fündigkeitsrisiko abzusichern und die hohen Investitionskosten der Bohrung zu stemmen, wünscht sich die Branche eine stärkere finanzielle

Förderung und Unterstützung vom Staat. Einige Fachverbände (BDEW, BEE, Bundesverband Geothermie, AGFW, VKU) haben die Bundesregierung deshalb aufgefordert, die Rahmenbedingungen für den Ausbau der Geothermie zu verbessern, auch durch ein „Geothermieerschließungsgesetz.“ Darin solle der Grundsatz enthalten sein, dass die Erschließung der Geothermie „im überragenden öffentlichen Interesse“ liegt. Die Verbände empfehlen außerdem eine Standardisierung der Nutzungsanforderungen, eine Befristung der Zulassungsverfahren und eine bundesweite, systematische Datenerhebung. Neben der Genehmigung müsste es auch bei den Bohrungen schneller vorgehen. Dazu wird gerade an mehreren Techniken geforscht, vielversprechend sind „Elektroimpulsbohrer“ und „Percussionsbohrer“ (eine Art Schlagbohrer bzw. Bohrhammer).

#### Wärmenetze zur Verteilung

Der ganze Aufwand macht natürlich nur Sinn für Unternehmen mit hohem Wärmebedarf oder in Verbindung mit Wärmenetzen zur Versorgung von Ortschaften, Siedlungen oder Quartieren. In diesem Fall sind Anlagenbetreiber und Kommunen gut beraten, den Anschluss per kommunaler Satzung verbindlich zu machen, damit sich das System rechnet und sich möglichst viele Bestandsgebäude, aber zumindest alle Neubauten im Versorgungsgebiet an diese klimafreundliche Quelle anschließen. Im Gebäudebestand ist dann der Anschluss-Zeitpunkt beim Heizungstausch gekommen. Bundesweit überwiegen momentan jedoch die Einzelheizungen, sogar im Neubau wird nur ein Fünftel bis ein Viertel aller Neubauten an Fernwärmenetze angeschlossen (die grundsätzlich aus Tiefengeothermie gespeist werden können). Auf dem Land hängen noch weniger Gebäude als in Städten an Wärmenetzen. Kein Wunder, denn der Anschluss von Einfamilienhäusern kommt zu teuer, die Versorger wollen die Netzkosten natürlich auf die Kunden umlegen und die entscheiden sich dann lieber für eine Einzelheizung. Insofern sind in Städten die Voraussetzungen für den wirtschaftlichen Betrieb von Geothermieanlagen und Wärmenetzen besser als in ländlichen Regionen.

#### Der Münchner Schatz

Aber selbst in einer Großstadt wie München sind nur ein Drittel der Mehrfamilienhäuser an die Fernwärme angeschlossen. Erdgasheizungen dominieren auch hier, daneben gibt es noch eine erkleckliche Zahl von Ölheizungen in der Landeshauptstadt. Da München auf einem regelrechten „Wärmeschatz“ sitzt, ist neben der oberflächennahe Geothermie die Tiefengeothermie eine echte Option in München. Dieser Schatz wird gerade von der Stadtwerken München (SWM) Zug um Zug durch Bohrungen und Heizwerke erschlossen. Denn diese erneuerbare Wärmequelle macht die Fernwärme, die in München größtenteils auf die Verbrennung von Erdgas, Kohle und Restmüllverbrennung beruht, klimafreundlicher. Momentan stammen etwa 15 % der Fernwärme aus der Tiefengeothermie. Die Thermalwassertemperatur in einer Tiefe von 3.000 bis 4.000 m unter der Stadt liegen bei 80 - 90 Grad Celsius. Drei Geothermieheizwerke sind bereits in Betrieb, der Bau einer vierten ist beschlossen. Südlich der Stadtgrenze steigen die Temperatur des Thermalwassers auf über 100 Grad, weshalb die SWM zusätzliche Bohrungen und Heizwerke südlich im Süden und deren Anbindung an Städtische Fernwärmenetz planen, auch in Kooperation mit Umlandgemeinden, bei den teilweise auch schon Geothermieanlagen in Betrieb sind. Ziel der Stadtwerke München ist es, bis 2040 klimaneutrale Fernwärme bereitzustellen und dazu soll die Geothermie den größten Beitrag liefern.

#### Ist die Tiefengeothermie in Deutschland erschlossen?

Ertragreiche Gebiete sind in Deutschland vor allem das Süddeutsche Molassebecken, der Rheingraben, aber auch Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern. Insgesamt ist das Potenzial der Tiefengeothermie (Bohrtiefe > 400 m) in Deutschland noch wenig genutzt. Stand 2022 waren nur 42 Geothermie-Anlagen in Betrieb. Davon waren 30 reine Heizwerke, 9 Heizkraftwerke (Wärme + Strom) und drei Kraftwerke (nur Strom). Sie stellen insgesamt eine installierte Wärmeleistung von 349,71 Megawatt (MW) und eine installierte elektrische Leistung von 47 MW. Die durchschnittliche Tiefe der Bohrungen beträgt. ca. 2.500 m. Auch in einer mittleren Tiefe (200 m bis 2.000 m) wäre noch einiges an Wärme zu holen, aber für diesem Bereich existieren noch überhaupt kein Daten.

### Die Lithiumquelle

Bei den Untersuchungen des heißen Thermalwassers, das im Rheingraben zur Energieerzeugung genutzt wird, ist man auf Lithium gestoßen, das vielfach in den Akkus von Laptops, Handys und Autos verwendetes Metall. Deshalb haben sich die „Pfalzwerke Geofuture GmbH“, die seit acht Jahren in Insheim ein Geothermiekraftwerk zur Stromerzeugung bereiten, mit der „Vulcan Energy Resources“ zusammengeschlossen, die bereits Aufsuchungserlaubnisse auf Lithium und Geothermie im Rheingraben beantragt hatten. An diesem Standort könnten jährlich circa 1.000 Tonnen Lithiumkarbonatäquivalent („LCE“) gewonnen werden. Zunächst aber muss noch ein geeignetes Verfahren zur Abscheidung und Aufbereitung des Lithiums in einer handelsüblichen Form gefunden werden. Daran wird derzeit mit Forschungsinstituten und Fachplanern gearbeitet. Bei Erfolg sind noch weitere Projekte zu erwarten, die Geothermienutzung und Lithium-Gewinnung miteinander verbinden.

### Der schlafende Riese

Ist die Geothermie ein „schlafender Riese“, wie die [www.tagesschau.de](http://www.tagesschau.de) titelt? Ja, durchaus, aber das gilt nicht nur für die Tiefengeothermie, sondern auch für die oberflächennahe Geothermie. Es ist Zeit, diesen Wärme-Riesen aufzuwecken. Denn in Deutschland ist das Potenzial bei Grundwasser und Erdreich als Quelle für Wärmepumpen bei weitem nicht ausgeschöpft. Zweifellos ist die Geothermie in all seinen Facetten eine wichtige, noch nicht hinreichend genutzte Alternative für Erdgas und Heizöl im Gebäudebereich. Überhaupt wird Wärmeversorgung, auch hinsichtlich ihrer Möglichkeiten zur CO<sub>2</sub>-Minderung, nach wie vor stiefmütterlich behandelt. Um die bereits erwähnte Studie des Fraunhofer IEG zu zitieren: „In Deutschland hinkt die Wärmewende der Stromwende deutlich hinterher. Der kumulierte Nutzwärmebedarf für Raumwärme und Warmwasser in Deutschland liegt aktuell bei 780 bis 800 Terawattstunden im Jahr (TWh/a). Erdwärmepumpen bieten das Potenzial, bis zu 75 Prozent dieses Wärmebedarfes, dies entspricht in etwa 600 TWh/a, zu decken.“

(rk)

#### *Quellen:*

*„Unten ist es warm“, Tim Schröder, Süddeutsche Zeitung, 11./12.12.2022*

*„Positionspapier zur Beschleunigung des Geothermie Ausbau“, AGFW, BEE, BDEW, VKU, und Bundesverband Geothermie, Berlin, 16.09.2022*

*„Roadmap oberflächennahe Geothermie“, Fraunhofer IEG, Bochum, 2022*

*Website Moderne Gebäudetechnik, [www.tga-praxis.de](http://www.tga-praxis.de)*

*Website des Bundesverbandes Geothermie, [www.geothermie.de](http://www.geothermie.de)*

*„Lithium aus Thermalwasser: Wie der geothermische Schatz im Rheingraben geborgen werden soll“, [www.ingenieur.de](http://www.ingenieur.de), 03.08.2020*