GEOTHERMIE

NEUE ENERGIEN

www.hti-bayern.de

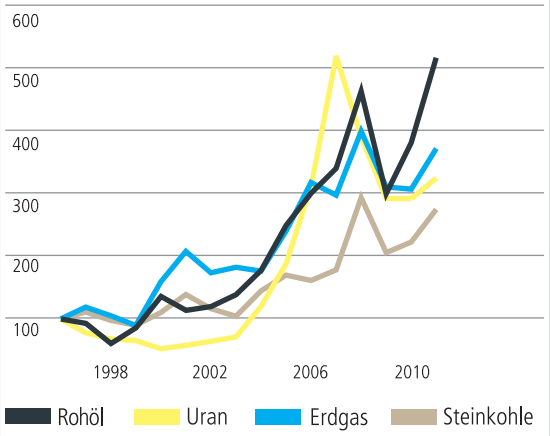
DIE ERDE KENNT KEINE ENERGIEKRISE

Umweltverbände predigten es schon lange, es steht mittlerweile in jedem Parteiprogramm, auch Wirtschaftsverbände und Medien zeigen sich einig: Eine Energieversorgung durch erneuerbare Quellen ist nötig und unverzichtbar! Regenerative Alternativen müssen nicht nur gefunden werden, weil die Energieproduktion aus Kohle, Erdöl, Erdgas und Uran weitreichende Umweltschäden nach sich zieht oder die Vorkommen in politisch instabilen Regionen liegen, sondern weil unsere fossilen Lagerstätten in absehbarer Zeit schlicht erschöpft sind. Schon jetzt werden Strom, Heizöl und Benzin immer teurer, während uns die „Sonne keine Rechnung schickt". „Die Erde auch nicht", könnte man salopp hinzufügen. Neben den bislang erforschten Ölfeldern und Kohlevorkommen schlummert ebenso ein riesiges, bislang nicht erkanntes Energiepotenzial im Boden – die **Erdwärme**.

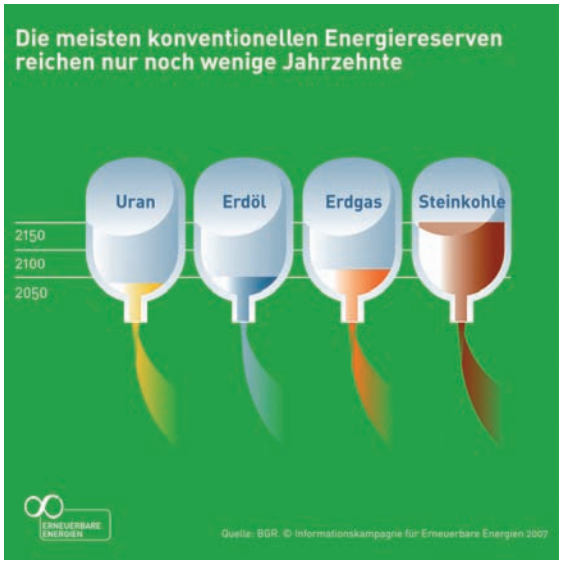
Wie die Energienutzungspläne der Länder belegen, ist eine vollständige Energieversorgung aus erneuerbaren Quellen ohne Weiteres möglich. Berücksichtigt werden darin ebenso die Potenziale der verschiedenen erneuerbaren Energiequellen sowie die Möglichkeiten der Energieeinsparung. Einige Hürden sind auf dem Weg zu **„100-Prozent-erneuerbar"** aber noch zu nehmen: Zum einen müssen neue Kraftwerkskapazitäten installiert werden, um Strom und Wärme dort zu gewinnen, wo es natürliche Energiequellen gibt. Zum anderen müssen Möglichkeiten gefunden werden, die Energie zu speichern, um Zeiten zu überbrücken, in denen zum Beispiel Sonne und Wind keine Energie liefern. Das Energie-Speicherproblem stellt eine große Herausforderung dar, an Lösungen wird derzeit intensiv geforscht.

Im Vergleich zu Sonne, Wind, Wasser und nachwachsenden Rohstoffen bietet die Erdwärme eine ganze Reihe von weiteren Vorteilen: Sie ist auch in Deutschland beinahe überall zugänglich, mit überschaubarem Aufwand zu gewinnen, sie ist unabhängig von Wind und Wetter, Jahres- oder Tageszeit und immer verfügbar – ein idealer Partner für eine erfolgreiche **Energiewende**.

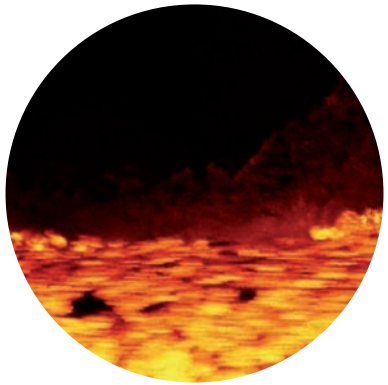
FOSSILE LAGERSTÄTTEN SIND BEGRENZT – IHRE PREISE STEIGEN



Quellen: BAFA, BMWi, Tecson (11/2011)



© Agentur für Erneuerbare Energien



INHALT

EINFÜHRUNG

DIE ERDE KENNT KEINE ENERGIEKRISE .....
WAS IST GEOTHERMIE? 02
OBERFLÄCHENNAHE ODER TIEFE GEOTHERMIE? 04

OBERFLÄCHENNAHE GEOTHERMIE 06

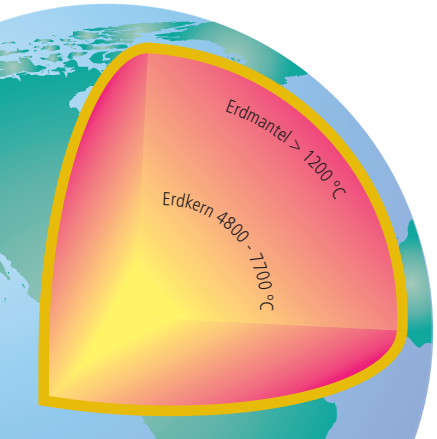
DIE WÄRMEPUMPE – DER SCHLÜSSEL ZUR OBERFLÄCHENNAHEN GEOTHERMIE 08
FLÄCHENKOLLEKTOREN 10
ERDWÄRMESONDEN 11
GRUNDWASSERBRUNNEN 12
IN SIEBEN SCHRITTEN ZUR EIGENEN ERDWÄRME 13
DAS SOLLTEN SIE WISSEN – KOSTEN & FÖRDERUNG 14
GESETZE & PARAGRAPHEN, VERSICHERUNG & ZERTIFIZIERUNGEN 15
CHECKLISTE OBERFLÄCHENNAHE GEOTHERMIE 16

TIEFE GEOTHERMIE – DIE HEISSE ENERGIE 18

HYDROTHERMALE SYSTEME 20
PETROTHERMALE SYSTEME 21
GEOTHERMIE-KRAFTWERK 22
PLANUNG & INVESTITION 23
NETZWERK, INITIATIVE & PROJEKTE WEITERES & IMPRESSUM 24

GLOSSAR 25

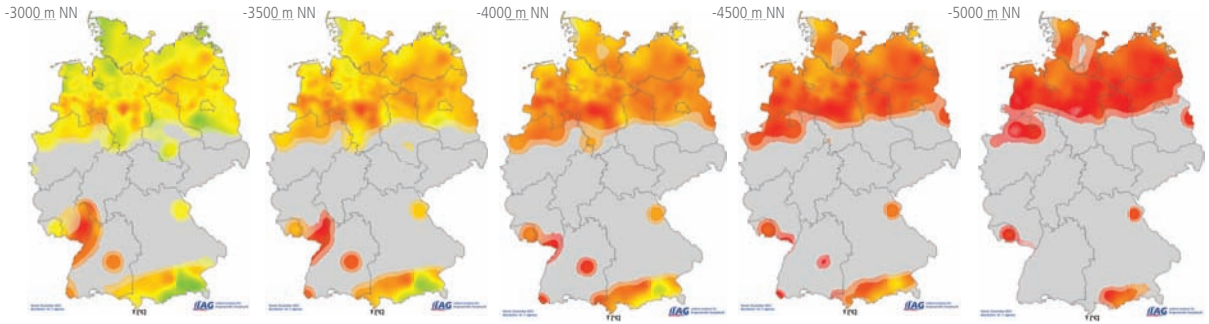
WAS IST GEOTHERMIE?



EINE NAHEZU UNERSCHÖPFLICHE ENERGIEQUELLE

Wer bei erneuerbaren Energien nur zur Sonne sieht, dem entgeht wie Hans-guck-in-die-Luft etwas Entscheidendes: eine riesige Energiequelle unter unseren Füßen – die Erdwärme oder auch Geothermie. Mit diesem Begriff werden alle Technologien bezeichnet, die Energie aus der Erdkruste für die **Strom-, Wärme- oder Kälteerzeugung** nutzbar machen – die drei wichtigsten Bereiche, für die wir Menschen Energie benötigen. Ein besonders hoher Anteil des Energieverbrauchs entfällt dabei auf die Beheizung unserer Gebäude.

Schon in unserer Vorzeit nutzten die Menschen die energetischen Eigenschaften der Erde: Sie gruben Erdlöcher zur Kühlung, Thermalquellen lieferten ihnen permanent heißes Wasser, und tiefe Höhlen boten konstante Temperaturen das ganze Jahr hindurch. Und dennoch stand für uns die Erde als Energiequelle immer nur mit ihren Rohstoffen wie Kohle und Öl im Brennpunkt. Dabei kann die Erdwärme ein Vielfaches unseres Energiebedarfs liefern, denn etwa 99 Prozent unserer Erde sind heißer als 1.000 Grad Celsius.



Temperaturen in Deutschland in Tiefen von -3000 m NN bis -5000 m NN – bezogen auf hydrothermale Reservoire (heiße Quellen).
Quelle: © Leibniz-Institut für Angewandte Geophysik, Hannover

In Deutschland lässt sich die Geothermie zwar nicht so offensichtlich beobachten wie an den Geysiren in Island, doch auch bei uns ist das Potenzial allerorten ausreichend zum Heizen und Kühlen mit der **Oberflächennahen Geothermie,** und, mit den geeigneten technischen Systemen, auch zur Strom- und Wärmeproduktion mit der **Tiefen Geothermie.** Besonders gute Chancen für die Tiefe Geothermie bieten das süddeutsche Molassebecken, der Oberrheingraben und das Norddeutsche und Münsterländer Becken. Die Temperaturkarte von Deutschland zeigt in Schritten von 500 m sehr schön die hydrothermalen Potenziale.

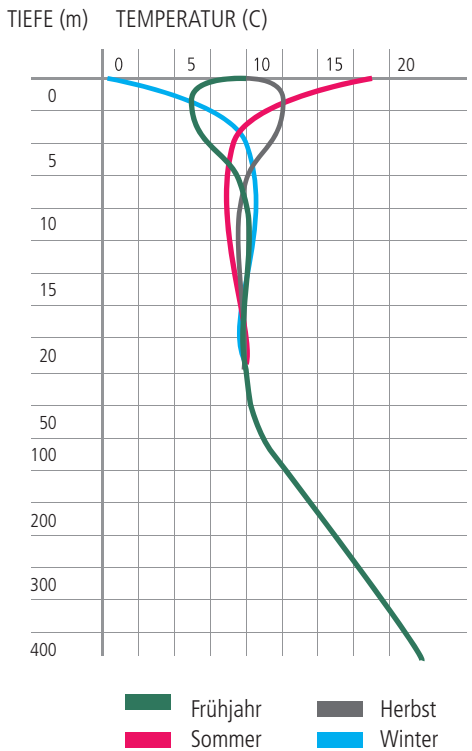
Die ökologischen Auswirkungen bleiben in der Tiefen Geothermie bei fachgerechter Planung und richtig eingesetzter Technik sehr gering. Entscheidend ist immer, durch eine korrekt erschlossene Quelle und installierte Anlage die Boden- und Wasserqualität nicht zu beeinträchtigen. Je nach geplanter Erschließung sind deshalb Probebohrungen erforderlich, die durchaus auch das Risiko bergen, auf keine ergiebige Quelle zu stoßen. Bei den bereits weit verbreiteten oberflächennahen Anlagen treten diese Probleme in den Hintergrund – sie sind nahezu überall installierbar und gehören mittlerweile zu jedem guten Energiekonzept eines Hauses.

DIE ERDWÄRME

Erdkern: Glüht mit mindestens 5.000 °C seit der Zeit der Entstehung der Erde. Zur Erdmitte hin wird es pro 100 m Tiefe etwa 3 °C wärmer.

Erdkruste: Im Bereich von 150 bis 3.000 m Tiefe herrschen Temperaturen von etwa 40 bis 150 °C.

Boden: Die Temperaturen der obersten Erdschicht werden sowohl vom Klima als auch vom Wärmestrom aus dem Erdinneren beeinflusst. Sonne, Frost, Regen und Grundwasser haben ihre Wirkung bis zu einer Tiefe von ca. 20 m, tiefer sind jahreszeitliche Schwankungen nicht mehr feststellbar. In Deutschland betragen die Temperaturen in 10-20 m Tiefe ca. 8 bis 12 °C.



Hydrothermale Potenziale (heiße Quellen) S. 20

- nachgewiesen hohes Potenzial
- vermutetes Potenzial
- geringes Potenzial
- Grundgebirge, kein Potenzial

Kartengrundlage www.geotis.de

+

- erneuerbare, unbegrenzte Energiequelle
- immer verfügbar
- dezentral
- emissionsarm
- überschaubare, ausgereifte Technik

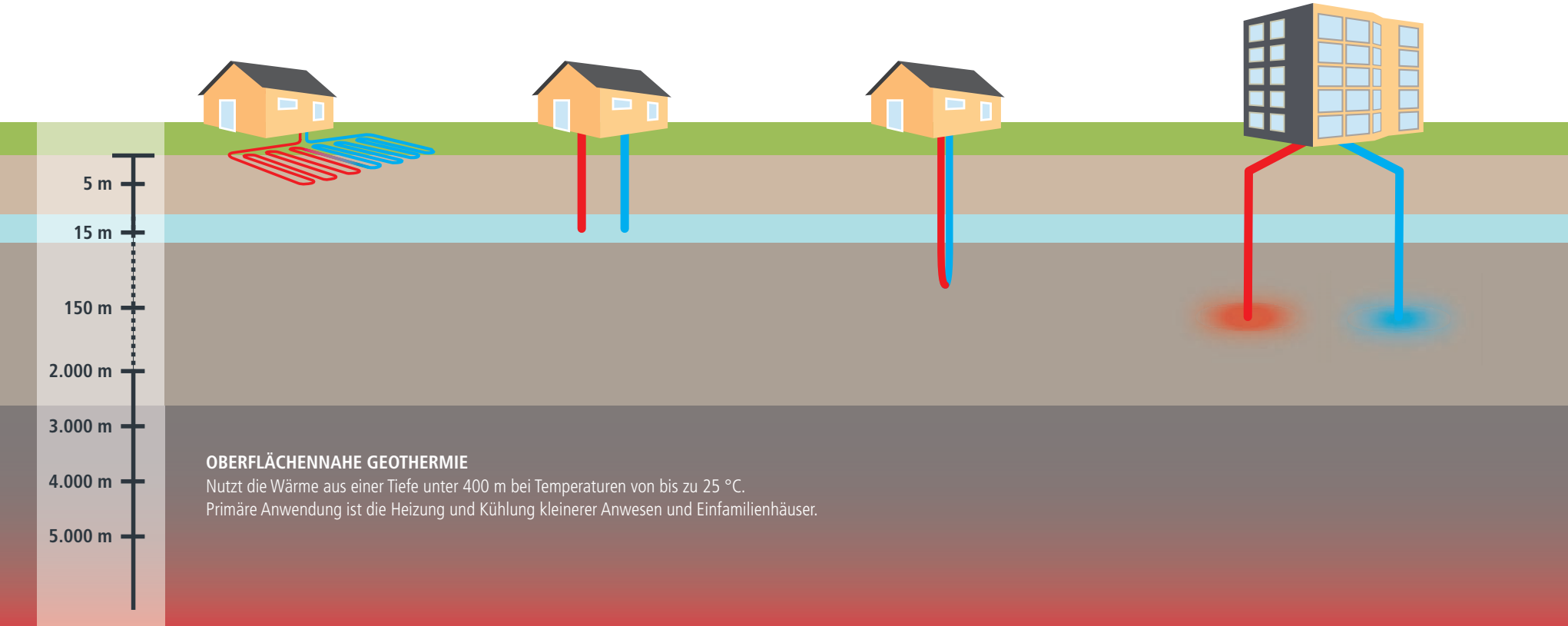
OBERFLÄCHENNAHE ODER TIEFE GEOTHERMIE?

FLÄCHENKOLLEKTOREN
bestehen aus flach im Erdreich verlegten Kunststoffrohren in einer Tiefe von 1-2 m. Sie liegen somit unterhalb der Frostgrenze und innerhalb der durch die Sonne erwärmbaren (regenerierbaren) Tiefe. Geeignet sind Kollektoren für Ein- und Mehrfamilienhäuser.

GRUNDWASSERBRUNNEN
gewinnen Energie direkt aus dem oberflächennahen Grundwasser (bis 20 m). Dem über einen Entnahmebrunnen geförderten Wasser wird die Wärme entzogen und danach über einen Schluckbrunnen dem Grundwasserstrom wieder zugeführt.

ERDWÄRMESONDEN
funktionieren nach dem gleichen Prinzip wie die tiefe Erdwärmesonde als ein geschlossenes, vertikales System. Die geringere Bohrtiefe von 40-200 m und der geringe Platzbedarf machen sie nahezu überall verwendbar.

Die **SPEICHERUNG** von Wärme und Kälte ist sowohl über ein geschlossenes als auch offenes System möglich (Grundwasserbrunnen). Sie eignet sich bestens zur ganzjährigen Gebäudeklimatisierung.



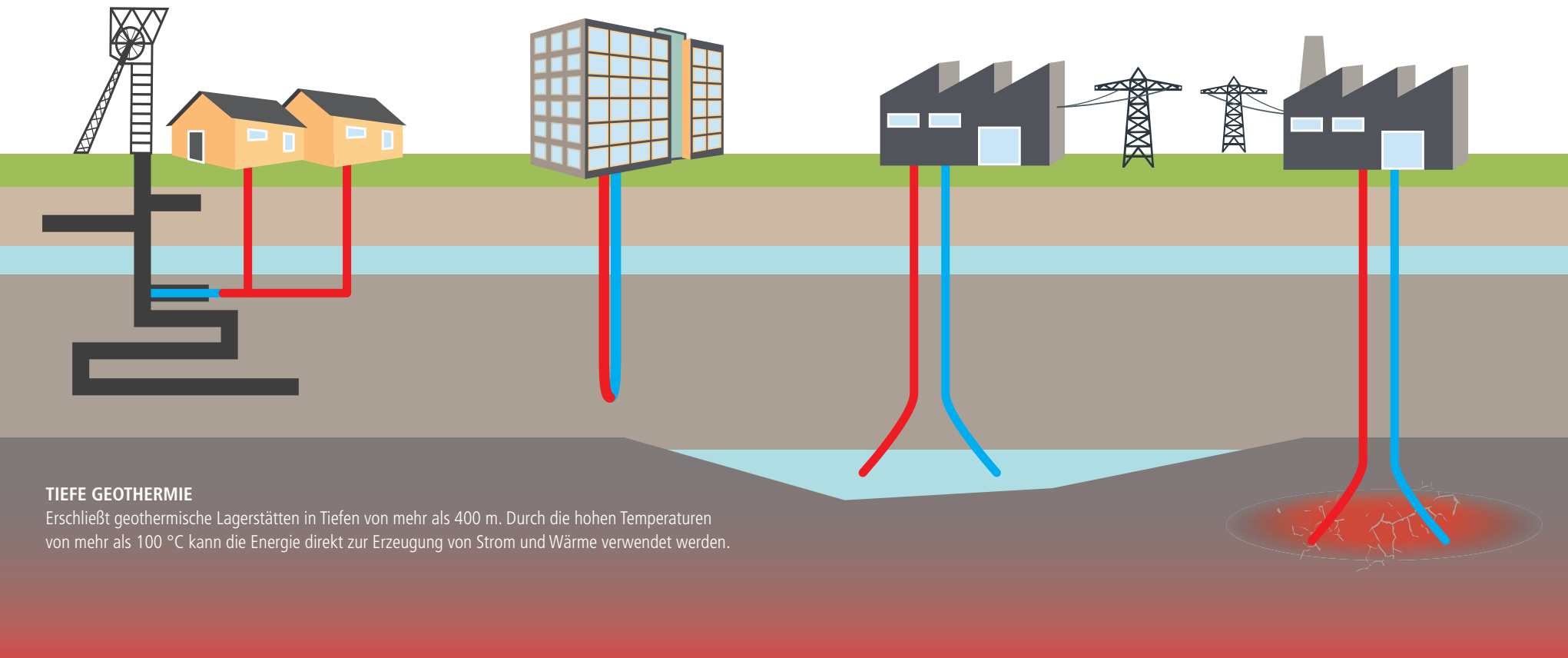
OBERFLÄCHENNAHE GEOTHERMIE
Nutzt die Wärme aus einer Tiefe unter 400 m bei Temperaturen von bis zu 25 °C.
Primäre Anwendung ist die Heizung und Kühlung kleinerer Anwesen und Einfamilienhäuser.

BERGWERKE, TUNNEL UND KAVERNEN. Die Energiegewinnung gehört zu den seltenen Nutzungsvarianten. Dabei werden die temperierten Wässer zur Wärmegewinnung genutzt. Entscheidendes Kriterium für die Wirtschaftlichkeit ist die Distanz zwischen Energiequelle und Verbraucher.

Die **TIEFE ERDWÄRMESONDE** (Rohrbündel) ist ein geschlossenes System bis zu einer Tiefe von 1000 m. Zur Wärmegewinnung zirkuliert eine Wärmeträgerflüssigkeit vorbei an den warmen Außenwänden der Bohrung und wieder zurück über ein wärmeisoliertes Innenrohr an die Oberfläche.

HYDROTHERMALE VERFAHREN
Über eine Förderbohrung wird aus einer wasserführenden Gesteinsschicht, einem Aquifer, heißes Wasser oder heißer Dampf gefördert. Das zur Strom- und Wärmegewinnung abgekühlte Wasser wird in einem festgelegten Abstand und in derselben Tiefe reinjiziert.

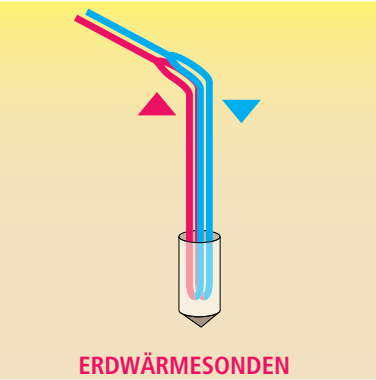
PETROTHERMALE VERFAHREN wie das Hot-Dry-Rock-Verfahren (HDR) funktionieren nach dem Prinzip des Wärmetauschers. Wasser wird über eine Injektionsbohrung mit einem Druck von 150 bar in einer Tiefe von 3.000-6.000 m in die vorhandenen heißen Gesteinsrisse eingepresst. Das zirkulierende Wasser wird über eine zweite Bohrung (Förderbohrung) wieder an die Oberfläche geführt.

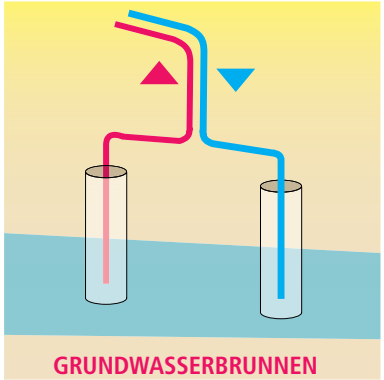


TIEFE GEOTHERMIE
Erschließt geothermische Lagerstätten in Tiefen von mehr als 400 m. Durch die hohen Temperaturen von mehr als 100 °C kann die Energie direkt zur Erzeugung von Strom und Wärme verwendet werden.

OBERFLÄCHENNAHE GEOTHERMIE

Wird Erdwärme aus einer Tiefe bis zu 400 m gefördert, spricht man von Oberflächennaher Geothermie. Sie ist der einfachste Weg, Energie aus der Erde zu gewinnen, und erfordert die geringsten Investitionen. Die Verfahren zur Erschließung sind prinzipiell überall anwendbar. Allein die Entscheidung zwischen **Flächenkollektor, Erdsonde** oder **Grundwasserbrunnen** ist von der jeweiligen Situation vor Ort und den geologischen und hydrologischen Verhältnissen abhängig. Bereits in Tiefen von bis zu 150 m lässt sich mit einer Erdsonde ausreichend Wärme gewinnen, um Wohnhäuser, Schulen, Büro- und Fabrikgebäude bis hin zu ganzen Wohnsiedlungen zu **beheizen** und mit **Warmwasser** zu versorgen. Indem Raumwärme in den Boden geleitet und dort abgekühlt wird, kann die gleiche Technik ebenfalls auch zum **Kühlen** von Gebäuden genutzt werden. Dagegen erlaubt die Verbindung mit der Solarthermie den Boden im Sommer zusätzlich zu erwärmen und die Wärme zu **speichern**. Die so zusätzlich eingelagerte Energie kann im Winter wieder abgerufen werden.





ÜBERSCHAUBARE INVESTITION

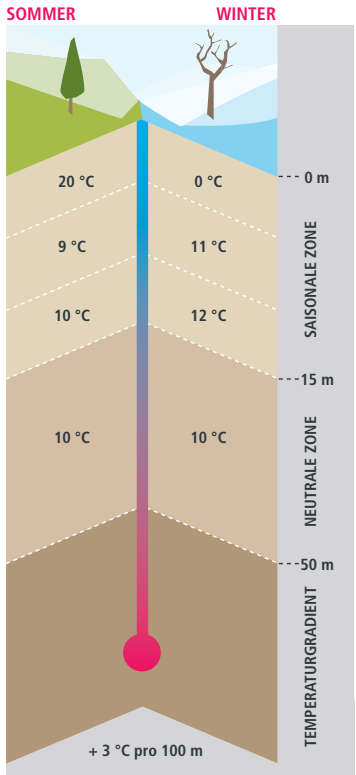
Die Kosten für Material und Installation einer Anlage belaufen sich je nach Ausführung und Situation vor Ort auf ca. 250 bis 1000 Euro je Kilowatt Heizleistung (siehe einzelne Technologien), bei einer Lebensdauer von mindestens 20 Jahren. Allein durch den Einsatz für Heizung und Warmwasser können durch die Oberflächennahe Geothermie bis zu 80 Prozent der bisherigen Energiekosten eingespart werden. Die restlichen 20 Prozent fallen als Strom- oder Gaskosten für Pumpen und für die Haustechnik an, da oberflächennahe Anlagen selbst keinen Strom produzieren können. Für den laufenden Betrieb kann sich dazu der spezielle Wärmepumpentarif eines Stromversorgers anbieten. Aus ökologischer Sicht liegt der Einsatz von Ökostrom nahe – damit wäre der Betrieb der Anlage vollständig CO_2-neutral.

WÄRMEBEDARF BEACHTEN

Der Kern jeder Oberflächennahen Geothermieanlage ist eine Wärmepumpe. Sie ist in der Lage, aus beinahe jedem Wärmeträger (Sole) – zum Beispiel Wasser oder einem Wasser-Glykol-Gemisch – Energie in Form von Wärme zu gewinnen und nutzbar zu machen (siehe Abschnitt Wärmepumpe). Bei der Oberflächennahen Geothermie ist es wichtig, dass neben der Erforschung des Bodens und einer kompetenten Planung auch die Substanz des Hauses und der zu beheizenden Räume berücksichtigt wird. Ein zu großer Wärmebedarf oder eine zu hohe Vorlauftemperatur der Heizung kann eine Anlage ebenso ineffizient werden lassen wie eine unter- oder überdimensionierte Pumpe.

WÄRME FÜRS GANZE JAHR

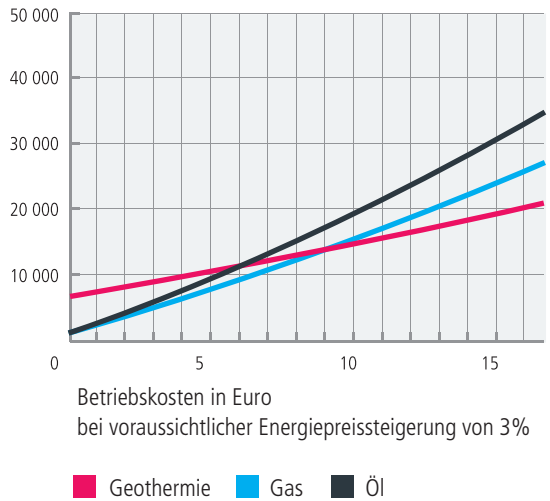
Das Temperaturniveau der oberen Erdkruste ist primär beeinflusst durch die jahreszeitlichen Temperaturschwankungen. Sonne, Frost, Regen und Grundwasser haben ihre Wirkung bis zu einer Tiefe von ca. 20 m, tiefer sind jahreszeitliche Schwankungen nicht mehr feststellbar. In Deutschland betragen die Temperaturen in 10-20 m Tiefe ca. 8-12 °C, danach steigt die Temperatur durch die Hitze im Erdinnern etwa alle 100 m um 3 °C an.



Quelle: Bundesverband Wärmepumpe e.V.

GEOTHERMIE RECHNET SICH

Die Lagerstätten fossiler Brennstoffe sind zunehmend schwieriger zu erreichen, die Förderung wird unweigerlich teurer, die Energiepreise steigen unkalkulierbar. Geht man bereits von einem moderaten Preisanstieg in Höhe von drei Prozent jährlich aus, so hat eine geothermische Heizungsanlage mit Wärmepumpe eine Amortisationszeit von gut sechs Jahren. Ab diesem Zeitpunkt wird die Erdwärmeanlage immer günstiger sein als die Alternativen (siehe Grafik). Der kurze Vorsprung von Öl und Gas ergibt sich aus der höheren Grundinvestition für die Geothermie, wie z.B für die Bohrungsarbeiten. Der Mehraufwand von 6.000 Euro rechnet sich.



Quelle: Bundesverband Wärmepumpe e.V.

10 GUTE GRÜNDE FÜR DIE ERDWÄRME

1. **Zeitlos**. Sie ist an 365 Tagen im Jahr 24 Stunden verfügbar.
2. **Überall**. Sie liegt zu unseren Füßen und ist auf Armeslänge in ganz Deutschland erschließbar.
3. **Universell**. Heizen und Kühlen ist mit einem System möglich.
4. **Ökonomisch**. Geringe Installationskosten und schnelle Amortisierung.
5. **Rentabel**. Die Kosten für Heizung und Warmwasser lassen sich um ca. 75 Prozent reduzieren.
6. **Langlebig**. Je nach Anlage ist eine geringe oder gar keine Wartung und kein Schornsteinfeger notwendig.
7. **Platzsparend**. Die Wärmepumpe ist nicht größer als ein Brenner oder Heizkessel. Es wird kein extra Lagerraum für Öl oder Holz benötigt.
8. **Vielseitig**. Nutzbar in Neu- und Altbau, Einfamilienhaus, Büro- und Fabrikgebäude.
9. **Kombinierbar**. In Verbindung mit Photovoltaik ist ein Null-Energie-Haus möglich.
10. **Sicher**. Vielfach erprobte Technik, ohne anfällige Installationen, ohne Verbrennung, Schornstein oder Feinstaubbelastung.

DIE WÄRMEPUMPE – DER SCHLÜSSEL ZUR OBERFLÄCHENNAHEN GEOTHERMIE

Die Wärmepumpe, auch als Wärmetauscher bezeichnet, ist das Herz jeder oberflächennahen geothermischen Anlage und ein echtes Multitalent. Sie vermag Wärme, also Energie, aus nahezu jedem Medium zu gewinnen. So auch aus Wasser, Luft oder Erdreich.

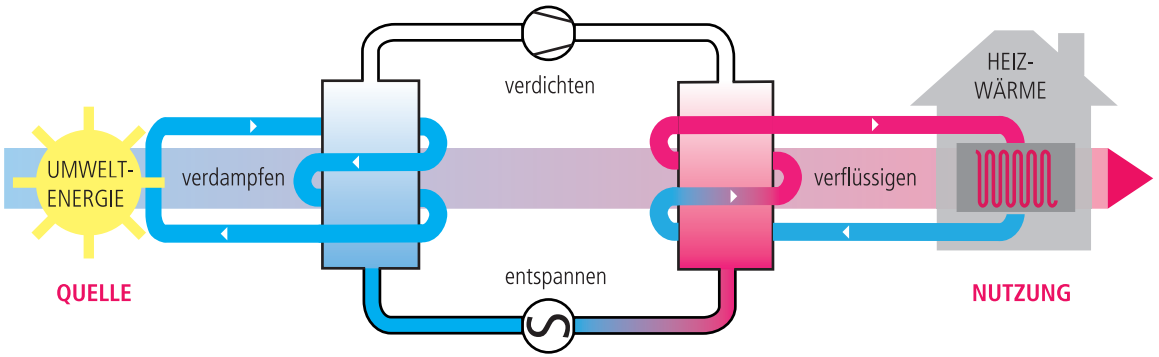
WIE EIN UMGEKEHRTER WEINKÜHLER

Zum Verständnis des Funktionsprinzips hilft der Vergleich mit einem Weinkühler aus Ton, der auch bei sommerlicher Wärme den Wein kühler als die umgebende Außentemperatur halten kann. Das Prinzip ist einfach: Der Weinkühler muss zunächst eine Weile in Wasser gelegt werden, bis sich die Poren des Tons mit Flüssigkeit gefüllt haben. Die Umgebungswärme bringt das gespeicherte Wasser in den Wänden des Weinkühlers zum Verdunsten und nimmt auf dem Weg in den gasförmigen Zustand die Wärme des Weins als überschüssige Energie auf. Der Wein bleibt kalt.

Auch bei der Wärmepumpe wirkt das Verdunstungs- bzw. Verdampfungsprinzip. Zusätzlich wird aber noch die Wärme, z.B. aus Boden oder Wasser, von der Wärmepumpe auf ein höheres Temperaturniveau angehoben. So werden selbst aus 7 bis 12 °C Temperatur aus dem Boden angenehme 21 °C Raumtemperatur oder 60 °C heißes Warmwasser. Der dazu von der Wärmepumpe benötigte Strom macht aber gerade mal 25 Prozent der insgesamt zugeführten Energie aus. 75 Prozent kostenlose Umweltenergie und 25 Prozent zugeführte (Antriebs-)Energie ergeben 100 Prozent Wärmeversorgung.

EIN BLICK INS INNERE

Konkret besteht eine Wärmepumpe aus vier wesentlichen Elementen: dem Verdampfer, dem Kompressor, dem Verflüssiger und dem Wärmemedium. Im **Verdampfer** nimmt zunächst ein flüssiges Kältemittel Energie vom zirkulierenden **Wärmemedium** auf. Das Kältemittel der Wärmepumpe verdampft, wird in einen **Kompressor** geleitet, durch Druck verdichtet und so im Temperaturniveau angehoben. Das Verdichten benötigt zusätzlich Energie (Strom) von außen. Im **Verflüssiger** gibt das „aufgeladene", nun dampfförmige Kältemittel seine Energie an den Heizkreislauf des Hauses ab und wird dabei wieder flüssig. Am darauf folgenden **Expansionsventil** entspannt sich das Kältemittel wieder und verliert weiter an Wärme. Der Kreislauf ist geschlossen, im Verdampfer beginnt der Vorgang von Neuem.



Die Technik der Wärmepumpe ist bewährt. 1969 wurde in Deutschland die erste Wärmepumpe in Betrieb genommen. Seither gehört die Wärmepumpe zur einer zuverlässigen und umweltfreundlichen Haustechnik.

JAHRESARBEITSZAHL (JAZ)

Die Effizienz einer geothermischen Anlage wird durch die Jahresarbeitszahl (JAZ) angegeben. Sie stellt das Verhältnis der aus dem Boden gewonnenen **Nutzwärme** zur elektrischen **Antriebsenergie** dar. Wird mit hohem Energieeinsatz nur wenig Nutzwärme gefördert, ist die JAZ klein (< 2), bei viel gewonnener Wärme ist die JAZ groß (> 4). Die JAZ ist ein Indikator dafür, ob sich ein geothermisches System an einem Standort lohnt, bis wann sich die Anlage voraussichtlich amortisiert und wie günstig der Betrieb sein wird. Zudem kann eine hohe JAZ den Zugang zu weiteren Förderboni bedeuten.

© August Brötje GmbH, Rastede

GANZHEITLICHE PLANUNG

Die zu einer geothermischen Anlage gehörende Haustechnik ist ein wesentlicher Bestandteil eines jeden guten Energiekonzepts. Im entscheidenden Schritt werden Kessel und Brenner der herkömmlichen Heizungsanlage durch eine moderne Wärmepumpe ersetzt – sie bildet das energetische Herzstück der Wärmeversorgung im Haus. Größe und Geräuschentwicklung einer Wärmepumpe sind mit einer konventionellen Anlage vergleichbar.

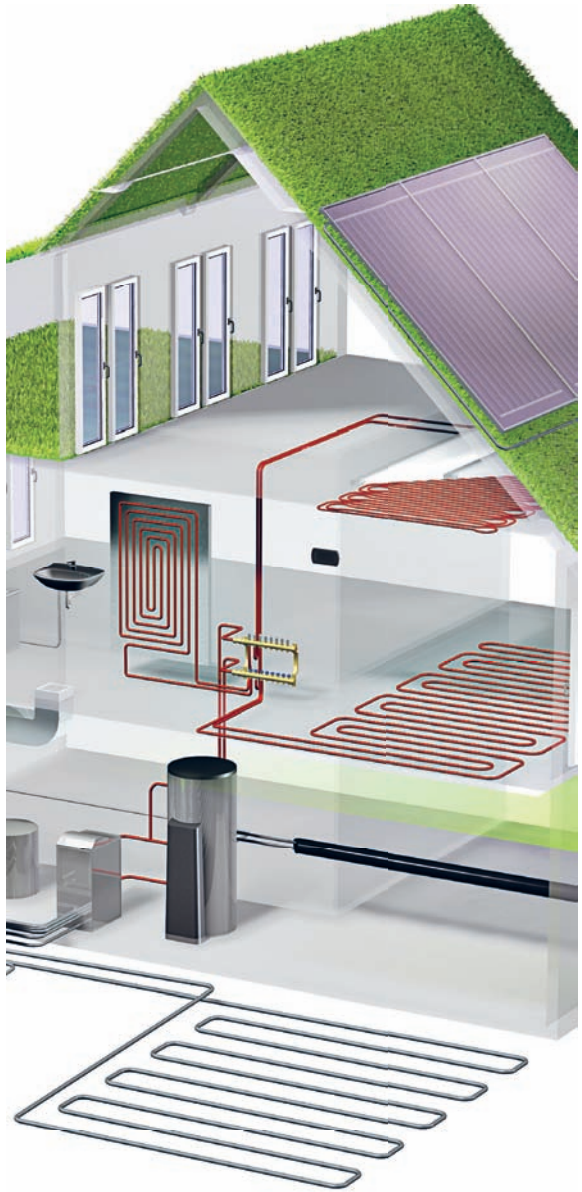
DEN INDIVIDUELLEN BEDARF IM BLICK

Heizbedarf und **Leistung** der Anlage sollten stimmig passen. Dazu gilt es die individuellen Bedürfnisse der Bewohner ebenso wie die Technik im Blick zu halten. Eine geothermische Anlage kann nur dann effizient arbeiten, wenn sie nicht über das erwartete Maß hinaus Wärme liefern muss. Ansonsten benötigt die Wärmepumpe zu viel Strom, oder der Boden unterkühlt dauerhaft durch eine zu hohe Wärmeförderung. Optimal sind deshalb perfekt ausgelegte und angepasste Anlagen in Verbindung mit gut gedämmten Gebäuden.

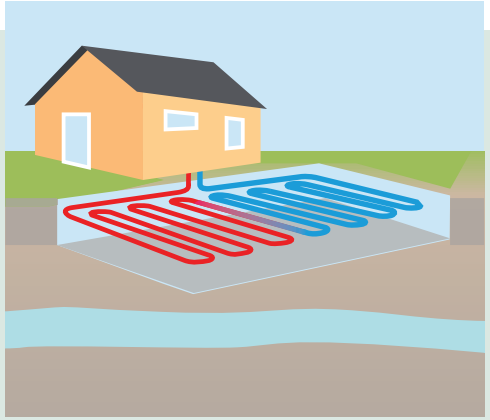
Ebenso entscheidend für den effizienten Betrieb des Heizungssystems sind die **niedrigen Vorlauftemperaturen**. Klassische Heizungsanlagen mit hohen Vorlauftemperaturen haben meist verhältnismäßig kleine Heizkörper, durch die recht heißes Wasser fließt. Eine Anlage mit geringer Vorlauftemperatur arbeitet dagegen mit weniger heißem Wasser, dafür wird über eine größere Fläche und eventuell schnellere Zirkulation Wärme abgegeben.

FÜR DIE ZUKUNFT GERÜSTET

Eine Wärmepumpe kann wärmen und auch kühlen, sie ist komfortabel und wartungsarm, spart Energie, ist umweltfreundlicher als konventionelle Heizungssysteme und sie erfüllt bereits heute schon zukünftige gesetzliche Anforderungen.



© REHAU AG



FLÄCHEN-KOLLEKTOREN

- theoretisch in jedem Garten verfügbar
- sehr einfaches, günstiges System
- mittlere Jahresarbeitszahl bis 4

Wer schon einmal eine Wasserleitung im Garten verlegt hat, weiß, dass es bereits in einer Tiefe von 1-2 m warm genug ist, damit die Leitung im Winter nicht einfriert. In den ersten Metern unter der Oberfläche machen sich die Einflüsse der Jahreszeiten, die Sonneneinstrahlung und die Niederschläge besonders bemerkbar. Flächenkollektoren werden nur in einer Tiefe von etwa 1,50 m unter der Oberfläche verlegt und nutzen geringe Temperaturen von 5-10 °C für die Wärmeproduktion. Dazu fließt die Wärmeträgerflüssigkeit **(Sole)** durch ein geschlossenes Rohrsystem, eine Art Outdoorfußbodenheizung mit umgekehrter Funktionsweise. Die Wärme aus dem Erdreich erwärmt die Flüssigkeit, die dann wieder zum Haus zurückfließt bzw. gepumpt wird. Dort gewinnt die Wärmepumpe aus dem Temperaturniveau Energie für Heizung oder für die Warmwasserbereitung.

PREISGÜNSTIG UND SCHNELL ZU INSTALLIEREN

Die positiven Aspekte der Flächenkollektoren sind leicht ersichtlich: Da das Rohrsystem nah an der Oberfläche verlegt wird, ist der Aufwand für die Installation gering und geht zügig. Die Arbeiten können bereits nach zwei Tagen abgeschlossen sein. Kostensparend wirkt auch der Umstand, dass die Fläche mit demselben Boden aufgefüllt werden kann, der zuvor als Aushub entnommen wurde, die hochwertigen Rohre halten der verhältnismäßig geringen Belastung problemlos stand.
Weil es sich um ein geschlossenes System mit einer zirkulierenden Wärmeträgerflüssigkeit handelt, ist es ausgeschlossen, dass der Boden oder darunter liegende **Grundwasserschichten** beeinträchtigt werden. Troztdem kann die Gefahr einer undichten Leitung auch bei einem fachkundigen Aufbau nie völlig ausgeschlossen werden. Flächenkollektoren in Natur- und Wasserschutzgebieten werden deshalb in der Regel nicht genehmigt.

GROSSER FLÄCHENBEDARF

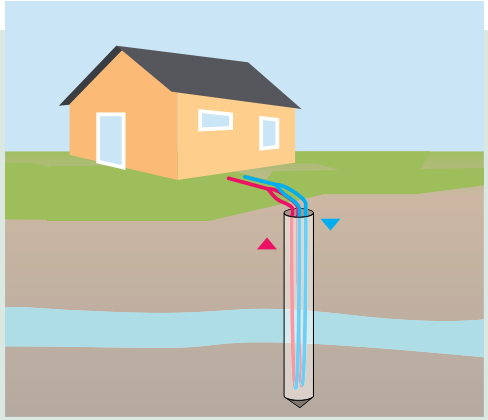
Die Situation vor Ort sollte für den Einsatz eines Flächenkollektorsystems stimmen. Entscheidend ist jeder Meter Leitung, um möglichst viel Energie aus dem Boden zu gewinnen. Da nur eine kleine Energiemenge in geringer Tiefe gefördert werden kann, sind verhältnismäßig große Flächen vorteilhaft und erlauben eine effiziente Anlage. Als Faustregel gilt, dass das **Einzugsgebiet** des Kollektors etwa 1,5- bis 2-mal so groß sein muss, wie die zu beheizende (Wohn-)Fläche und nicht überbaut werden darf. Was für den Häuslebauer am Land mit großem Garten problemlos machbar ist, ist für den städtischen Mehrfamilienhausbesitzer eine echte Herausforderung.

SITUATION VOR ORT BERÜCKSICHTIGEN

Die geografischen und klimatischen Bedingungen sind ein weiteres Thema. Die für die Installation erfreulich niedrige Bodentiefe der Anlage macht die jahreszeitlichen Schwankungen der Bodentemperatur spürbar. Besonders im Winter, wenn besonders viel Heizenergie benötigt wird, herrschen im Boden die ungünstigsten Temperaturen vor. Dies muss besonders bei der Planung in Bergregionen oder besonders sonnenarmen Gegenden berücksichtigt werden. Ist die Differenz zwischen der gewünschten Wohntemperatur und dem Boden zu groß, lässt sich eine Kollektoranlage nicht mehr effizient betreiben. Zum einen, weil die Wärmeträgerflüssigkeit nun schneller und häufiger zirkulieren muss, um die nötige Wärme zu fördern, und die Umwälzpumpe dazu mehr Energie benötigt. Zum anderen wächst die Gefahr, dass dem Boden mehr Wärme entzogen wird und das ganze System in eine nicht nachhaltige Schieflage gerät. Ein möglichst optimal gedämmtes Haus, das ohnehin nur einen geringen Wärmebedarf hat, kommt deshalb der Effizienz eines Erdwärmekollektors sehr entgegen.

VARIANTEN BESTIMMEN DIE REGEL

Neben den Flächenkollektoren gibt es weitere geothermische Technologien, die an der nahen Oberfläche bleiben. Die Begriffe **Energiekorb** oder **Spiralkollektor** stehen für Anlagen, die senkrecht in etwa 5 m tiefe Löcher verlegt werden. Damit benötigen sie weniger Platz als der klassische Flächenkollektor und können zugleich stabilere Temperaturniveaus im Boden nutzen, um Wärme zu gewinnen.



ERDWÄRME-SONDEN

- hoher Energieertrag,
- sehr gute Leistung zum Heizen und zum Kühlen
- geringer Platzbedarf (auch unter Gebäuden)
- sicheres, geschlossenes System
- Speicherpotenzial für Sonnenenergie
- mittlere Jahresarbeitszahl bis 4,5

Je weiter eine Geothermieanlage in die Tiefe reicht, umso höhere Temperaturen weist der Boden auf und umso mehr Energie kann die Anlage gewinnen. Diesen Umstand nutzen Erdwärmesonden, der in Deutschland am häufigsten zu findende geothermische Anlagentyp. Dabei handelt es sich um Rohre – oder Rohrbündel, die auf engem Raum in einem 30-150 m tiefen Bohrloch senkrecht im Untergrund eingebracht werden. In dem geschlossenen, U-förmigen System zirkuliert eine Trägerflüssigkeit (Sole), die Umgebungswärme aus dem Gestein aufnimmt und zu einer Wärmepumpe im Haus leitet. Die Wärmepumpe entzieht der Wärmeträgerflüssigkeit die Wärme und wandelt sie in Heiz- oder Warmwasserenergie um.

WENIGE LANGE ODER MEHRERE KURZE SONDEN

Die Temperaturen in den von einer Erdwärmesonde erreichten Tiefen sind ganzjährig konstant und erreichen Werte zwischen 10 und 20 °C. Eine hohe **Arbeitszahl** und geringe Betriebskosten sprechen für sich, allein für die Wärmepumpe muss dem System noch Energie von außen zugeführt werden. Bis zu einer Tiefe von 200 m kann unter diesen Voraussetzungen das System wirtschaftlich betrieben werden. Je nach geologischen Verhältnissen können auch mehrere kurze Sonden effektiver sein als wenige lange. Der Mindestabstand zwischen den einzelnen Tiefensonden muss bei 8 m liegen, damit sich der gewünschte Wärmeertrag nicht durch die eigenen Einflüsse verringert.
Da Erdwärmesonden auf ihrem Weg in die Tiefe unterschiedliche geologische Strukturen passieren, ist die Planung etwas aufwendiger als zum Beispiel bei einem Flächenkollektor. Besonderes Augenmerk erfordern durchstoßene **Grundwasserleiter,** damit es nicht zu einer Vermischung von Wasser aus verschiedenen Stockwerken kommt. Dem Abdichten der Rohre im Bohrloch gilt also auch nach außen im Gestein große Aufmerksamkeit.

DER KÖNIGSWEG: HEIZEN MIT CO_2

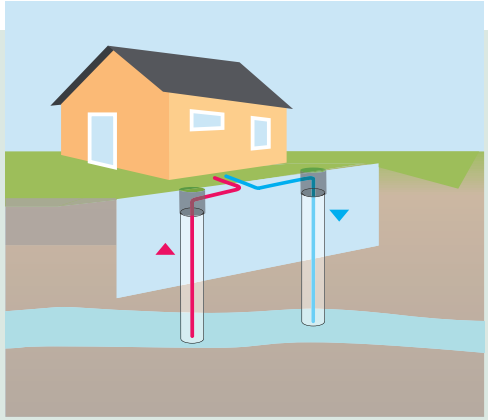
Wenn es die Bedingungen zulassen, kann bei einer Erdwärmesonde auch Kohlendioxid als Wärmeträger eingesetzt werden. Dieses System hat den Vorteil, dass es in der Tiefe bei ausreichend hohen Temperaturen in einen gasförmigen Zustand wechselt und damit eigenständig wieder in Richtung Wärmepumpe steigt. Dort gibt das Gas seine Wärme ab, wird wieder flüssig und der Kreislauf beginnt von Neuem. Auf diese Weise kann am Strom für die Umwälzpumpe gespart werden. Allerdings erfordert der Einsatz von CO_2 einen hohen Druck in der Sonde (bis 40 bar). Die notwendigen Edelstahl- oder PE-ummantelten Kupferrohre führen zu hohen Materialkosten. Der Einsatz des ungiftigen CO_2 kann einen Betrieb auch dort ermöglichen, wo sonst **Wasserschutzauflagen** einen Betrieb verbieten würden.

KLIMAANLAGE UND ENERGIESPEICHER INKLUSIVE

Ein weiteres Einsatzfeld der Sondentechnologie ist ihre **Kühlfunktion.** Entsprechend ausgelegte Wärmepumpen können im Umkehrbetrieb Wärme aus dem Heizsystem aufnehmen und in den Boden abführen. Alternativ wird die Wärmepumpe im Sommer ganz abgeschaltet und nur die Umwälzpumpe lässt die Sole mit umgekehrtem Effekt im Boden zirkulieren. Es ist auch möglich Sonnenwärme im Boden zu speichern, die im Sommer mit einer solarthermischen Anlage gewonnen und im Winter wieder abgerufen wird. Bei einem solchen System sind in der Regel schon geringe Sondentiefen von bis zu 30 m ausreichend.

CHANCEN FÜR GROSSBAUWERKE

Eine Sonderform der Erdwärmesonde stellen sogenannte Energiepfähle dar, dabei handelt es sich um **erdberührte Betonteile.** Besonders bei Großbauwerken sind Gründungspfähle erforderlich, die bis zu 30 m tief in den Untergrund ragen, um dem Gebäude ein sicheres Fundament zu geben. Werden sie in ausreichendem Abstand mit den U-Rohren des Erdsondensystems ausgestattet, so lassen sich große Energiemengen mithilfe der ohnehin benötigten Bauteile gewinnen. Zusätzlich kann über die Anlage auch überschüssige Wärme aus einem Gebäude abgeführt und im Untergrund gespeichert werden – für verglaste Bürotürme, die auf eine Klimaanlage angewiesen sind, ein großer Vorteil.



GRUNDWASSER-BRUNNEN

- einfaches System
- guter Energieertrag im Verhältnis zum Installationsaufwand
- ausgezeichnet zum Heizen und Kühlen
- mittlere Jahresarbeitszahl bis 5

Brunnen werden seit Menschengedenken zur Wasserversorgung genutzt. Selbst wenn Quellen an der Oberfläche im Winter zufrieren, liefert die Tiefe gleichbleibend temperiertes Wasser. Auch der nur 5-20 m tief installierte Grundwasserbrunnen nutzt als geothermische Anlagenform konstante Temperaturen von etwa 8-12 °C in den Wasserleitern **(Aquiferen).** Grundvoraussetzung für eine solche Anlage ist, dass überhaupt ein entsprechender Grundwasserleiter vorhanden ist. Was früher der Wünschelrutengänger erforschte, ist heute vielfach bereits in den Grundwasserpegelnetzen der Wasserversorger verzeichnet. Um für eine Anlage geeignet zu sein, muss das Grundwasser zudem eine bestimmte chemische Zusammensetzung aufweisen, da sonst Anlagenteile wie die Wärmepumpe durch Ablagerungen zugesetzt und in ihrer Funktion eingeschränkt werden können. Entsprechend der natürlichen Eigenschaft von Wasser, an die tiefste Stelle zu fließen, befinden sich große Grundwasservorkommen häufig in der Nähe von Flüssen oder in Talsohlen.

PLATZBEDARF UND ROHRSYSTEM

Ein geothermischer Grundwasserbrunnen benötigt in der Regel zwei Brunnen, einen für die Entnahme, den sogenannten **Förderbrunnen,** und einen weiteren für die Rückführung des Grundwassers, den **Schluckbrunnen.** Dabei ist ein ausreichender Abstand von etwa 10-15 m zu beachten, um zu vermeiden, dass zurückgeführtes und damit kälteres Wasser im Einzugsbereich des Förderbrunnens zu einer Abkühlung führt. Aus demselben Grund muss die Fließrichtung des Grundwasserleiters vom Förderbrunnen weg und hin zum Schluckbrunnen weisen.

FACHGERECHTER EINBAU MACHT ANLAGE SICHER

Beim Grundwasserbrunnen handelt es sich um ein offenes System, das heißt, es findet ein kontinuierlicher Austausch von Wasser statt, welches durch die Wärmepumpe geleitet wird. Um zu vermeiden, dass **Fremdstoffe** oder Organismen von der Oberfläche in den Grundwasserleiter eingeführt werden, ist ein dichtes Rohrsystem unbedingt erforderlich. Da dem Wasser kein Frostschutzmittel beigefügt werden kann, muss es schnell genug zirkulieren, um zu vermeiden, dass die Leitungen innerhalb der Frostgrenze einfrieren. Alternativ können die Leitungen auf dem ersten Meter im Boden auch besonders isoliert werden.

WASSERRECHT BEACHTEN

Ein offenes System erfordert immer auch eine **wasserrechtliche Genehmigung**. Es muss in jedem Fall sichergestellt sein, dass die Anlage die Wasserqualität weder beeinflusst, noch sich negativ auf die Gewässerökologie auswirkt.

SOMMERHITZE IN DAS GRUNDWASSER ABLEITEN

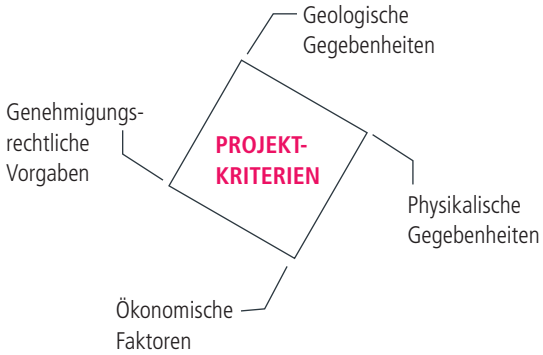
Auch zur Klimatisierung eignen sich Grundwasserbrunnen ausgezeichnet. Dazu wird die Funktion der Anlage umgekehrt und das konstant temperierte Grundwasser kühlt nun den Wohnraum. Überschüssige Wärme wird über das in den Schluckbrunnen geleitete Wasser abgeführt.

HÖCHSTE EFFIZIENZ BEI GERINGEM WARTUNGSAUFWAND

Bei ausreichender Größe des Grundwasserleiters sind die Erträge eines Grundwasserbrunnens sehr hoch – bis zu 80 Prozent der Energie für das Heizsystem liefert die gewonnene Erdwärme. Die Wirkungsweise ist direkter als bei anderen oberflächennahen Systemen, weil das Wärmemedium selbst aus dem Boden entliehen wird. Andere Systeme auf Basis einer Wärmeträgerflüssigkeit sind durch den zusätzlichen Wärmeübertrag ineffizienter im Vergleich zum offenen System. Unterwassertauch- und Wärmepumpe benötigen hier im weiteren Betrieb eine Stromzufuhr von außen.

IN SIEBEN SCHRITTEN ZUR EIGENEN ERDWÄRME

Ganzheitliche Planung bringt auch in der Oberflächennahen Geothermie den maximalen Effekt. Der erste Schritt sollte deshalb immer darin bestehen, den Gebäude-Energiebedarf zu ermitteln und die Substanz des Gebäudes zum Beispiel durch Dämmung zu optimieren. In privaten Haushalten fallen nahezu 75 Prozent des Energieverbrauchs für die Heizung an. Machbarkeit, Wirtschaftlichkeit und die Auswahl des Erdwärme-Systems greifen dann unmittelbar ineinander. Das Ergebnis sollte eine passend dimensionierte Erdwärme-Anlage sein, idealerweise gepaart mit einem wirtschaftlichen Niedertemperatur-Heizsystem. Die richtige Dimensionierung der Sonde ist dabei ebenso entscheidend wie eine optimal eingestellte, hydraulisch abgeglichene Heizungsanlage.



PHASE 1: MACHBARKEIT

1
Gebäude-Energiebedarf

Berechnung nach EnEV 2009 (DIN 4108-6 und DIN 4701-10) für Wohngebäude und nach DIN V 18599 für Nichtwohngebäude.

Essenzielle Grundlage eines jeden sinnvollen Wärmepumpenprojekts.

2
Machbarkeit, Risiken und Genehmigung

Geologische und verwaltungsrechtliche Vorerhebung bei den Rechts- bzw. Fachbehörden zur Ermittlung der Rahmenbedingungen für ein offenes System (Entnahme-/Schluckbrunnen) oder ein geschlossenes System (Tiefensonde).

PHASE 2: PLANUNG

3
Finanzierung und Fördermöglichkeiten

Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen und Amortisationsberechnungen. Fördermöglichkeiten von Bund und Land einholen.

4
Anträge

Wie zur thermischen Nutzung des Untergrunds gemäß Bayerischem Wassergesetz, Art 70 BayWG und Förderung.

PHASE 3: UMSETZUNG

5
Erschließung Wärmequelle

Offenes System: Ausführung einer Rammkernbohrung zur Ermittlung der Untergrund- und Grundwasserverhältnisse mit Ausbau zu einem Entnahme-/Schluckbrunnen.

Geschlossenes System: Erstellung einer ersten Tiefensonde und nach Auswertung der angetroffenen Lithologie Planung der weiteren Tiefensonden.

6
Test und Dimensionierung

Offenes System: Durchführung und Auswertung eines Brunnenleistungstests (Pump-/Schluckversuch) inkl. der wärmepumpenspezifischen Wasseranalytik mit Auslegung des Gesamtsystems unter Berücksichtigung der VDI-Richtlinie 4640.

Geschlossenes System: Durchführung und Auswertung eines Thermal Response Tests mit Auslegung des Gesamtsystems unter Hinzuziehung der VDI-Richtlinie 4640.

7
Abnahme / Monitoring

Abnahme durch einen Privaten Sachverständigen der Wasserwirtschaft (PSW) gemäß Art. 61 BayWG.

Feinstellung der Anlagenparameter und Überprüfung der Jahresarbeitszahl.

DAS SOLLTEN SIE WISSEN – KOSTEN & FÖRDERUNG

Die Anfangsinvestition in eine geothermische Anlage ist höher als bei einer konventionellen Heizungsanlage. Das liegt an den Kosten der aufwendigeren Planung, für die geologische und geografische Gegebenheiten ermittelt werden müssen, sowie an Bohrung, Installation und Material für die in den Boden verlegten Teile der Anlage. Die zusätzlichen Investitionskosten von durchschnittlich 6.000 Euro können durch den günstigeren Betrieb bereits nach etwa sechs Jahren wieder ausgeglichen sein. Ab diesem Moment spart die Anlage dem Nutzer bares Geld. Laufende Kosten betreffen nur noch Strom (oder seltener Gas) – und das aufgrund ihres einfachen Aufbaus und ihrer **Langlebigkeit** für viele Jahre. Hinzu kommen Zuschüsse und Fördergelder vom Staat, die den Umstieg auf erneuerbare Energien durch verschiedene Programme unterstützen.

MIT EUROBLUME ZUM ZUSCHUSS

Angefangen bei der Wärmepumpe gibt es bestimmte Voraussetzungen für die staatliche Förderung. Seit 1. Januar 2012 müssen der **COP-Wert** elektrisch betriebener beziehungsweise die **Heizzahl** von Gasmotor- oder Gasabsorptionspumpen den Vorgaben des europäischen Umweltzeichens „Euroblume" entsprechen. COP-Wert (Coefficient of Performance) und Heizzahl weisen nach, dass die Anlagen über eine bestimmte Effizienz verfügen. Damit soll vermieden werden, dass Wärmepumpen gefördert werden, die im Betrieb kaum Wärme gewinnen, dafür aber große Mengen Strom verbrauchen. Eine entsprechende Liste mit förderfähigen Wärmepumpen veröffentlicht das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (**BAFA**) regelmäßig auf seiner Website.
Die Höhe der **Fördergelder** richtet sich außerdem regelmäßig nach der Größe der zu beheizenden Fläche. In der Basisförderung zahlt das BAFA zum Beispiel 20 Euro je Quadratmeter Wohn- oder Nutzfläche, bis zu maximal 3.000 Euro je Einheit oder bis 15 Prozent der Investitionskosten. Weitere Boni werden gezahlt, wenn die Räume einen bestimmten Energiestandard aufweisen (**Energieausweis** gefordert), neben der Wärme- auch die **Umwälzpumpe** besonders hohe Effizienz aufweist oder wenn die geothermische zusammen mit einer förderfähigen solarthermischen Anlage installiert wird.

SPEZIELLE FÖRDERUNG DER LÄNDER UND KOMMUNEN

Für einen Förderantrag sind entsprechende Nachweise über die Leistungen zu erbringen. Dazu müssen Rechnungen über die installierte Anlage, die Erklärung des ausführenden Handwerkerbetriebs, sowie ein Nachweis der Wohn- oder Nutzfläche vorgelegt werden. Neben den Bundesprogrammen Marktanreizprogramm (**MAP**) und Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (**EEWärmeG**) gibt es vielfach weitere länder- oder kommunalspezifische **Fördermöglichkeiten**, die aktuellsten Hinweise finden Sie im Internet:

- BINE – Bürgerinformation neue Energietechniken: www.energiefoerderung.info
- Kreditanstalt für Wiederaufbau KfW: www.kfw.de
- Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle BAFA: www.bafa.de

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle

Basis- und Bonusförderung Wärmepumpe, Stand: Ab dem 31.12.2011 (Antragseingang beim BAFA)

Maßnahme \ Förderung	Basisförderung im Gebäudebestand		Kombinationsbonus 3)
Wasser/Wasser- oder Sole/Wasser-Wärmepumpe gasbetrieben: JAZ ≥ 1,3 elektrisch betrieben: JAZ ≥ 3,8, in Nichtwohngebäuden: JAZ ≥ 4,0	Nennwärmeleistung ≤ 10 kW	pauschal 2400 €	500 €
	Nennwärmeleistung > 10 kW ≤ 20 kW	2400 € + 120 € je kW (ab 10 kW) 1)	
Gasbetriebene Luft/Wasser-Wärmepumpe gasbetrieben: JAZ ≥ 1,3	Nennwärmeleistung > 20 kW ≤ 100 kW	2400 € + 100 € je kW (ab 10 kW), mind. 1200€ 2)	
Elektrisch betriebene Luft/Wasser-Wärmepumpe elektrisch betrieben: JAZ ≥ 3,5	Nennwärmeleistung ≤ 20 kW	pauschal 900 €	
	Nennwärmeleistung > 20 kW	pauschal 1200 €	

♦ Wärmepumpen werden **nur im Gebäudebestand** gefördert. Gebäudebestand: Ein Gebäude, für das vor dem 01.01.2009 eine Bauanzeige erstattet oder ein Bauantrag gestellt wurde und in welchem vor dem 01.01.2009 ein Heizungssystem installiert wurde. Es muss sich um ein mit dem Gebäude fest verbundenes Heizungssystem handeln, das den Gesamtjahreswärmebedarf des Gebäudes oder Gebäudeteils abdeckt. Mobile Heizgeräte stellen kein Heizungssystem im Sinne der Förderrichtlinien dar.

♦ Es gelten die Bestimmungen der Richtlinien vom 11. März 2011.

1) Die zusätzliche Förderung bemisst sich an dem Anteil der Nennwärmeleistung der 10 kW übersteigt. Die Gesamtförderung beträgt 2400 € + ((Nennwärmeleistung -10) × 120) €.

2) Die zusätzliche Förderung bemisst sich an dem Anteil der Nennwärmeleistung der 10 kW übersteigt. Sie beträgt mindestens 1200 €. Die Gesamtförderung beträgt 2400 € + ((Nennwärmeleistung -10) × 100) €.

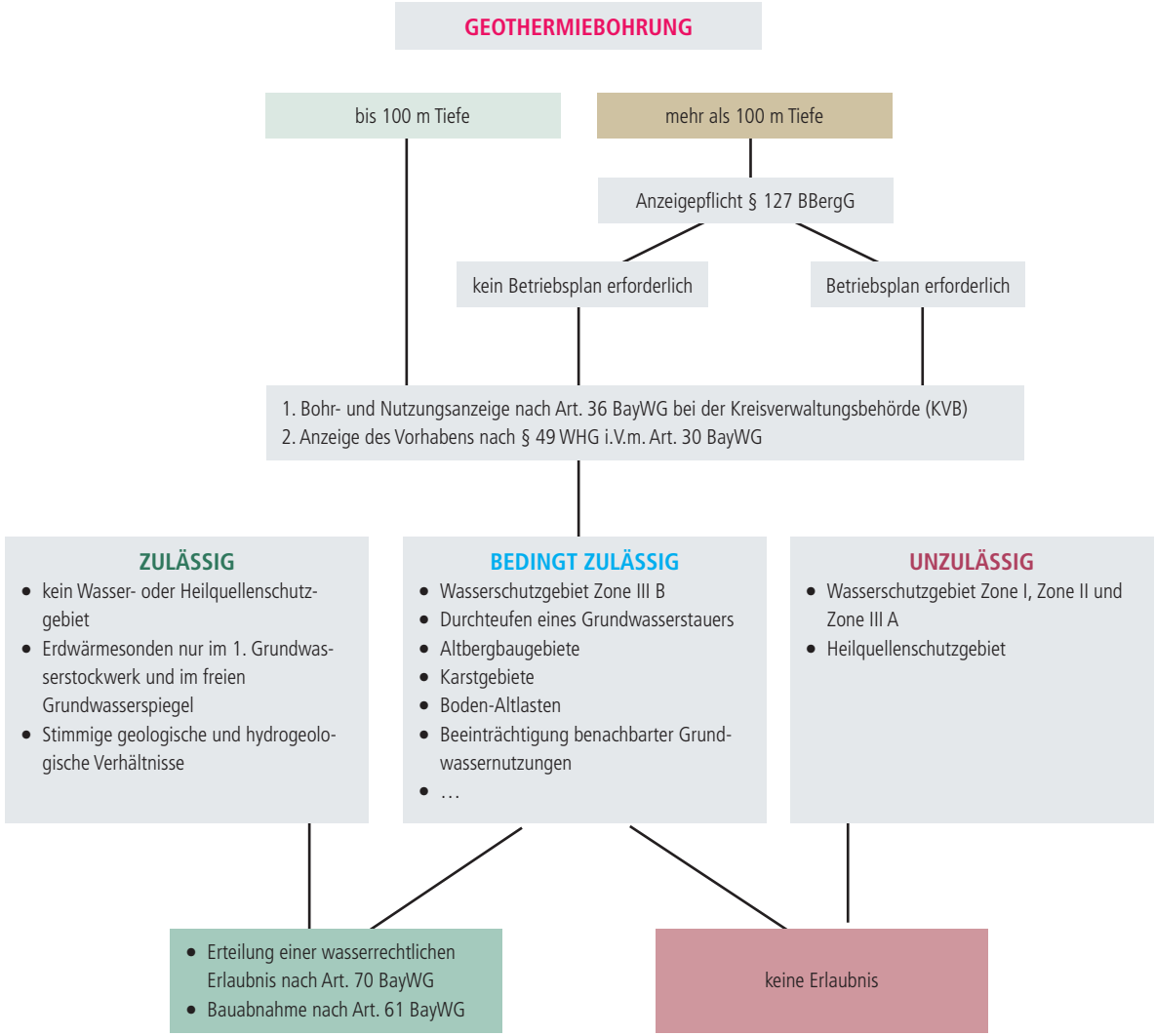
3) Zusätzlich zur Basisförderung kann der Kombinationsbonus gewährt werden, wenn gleichzeitig eine förderfähige thermische Solarkollektoranlage installiert wurde.

GESETZE & PARAGRAPHEN, VERSICHERUNG & ZERTIFIZIERUNGEN

Neben den Fördergesetzen regeln im Wesentlichen das **Bundesberggesetz** (BBergG), das **Wasserhaushaltsgesetz** (WHG) und das **Bayerische Wassergesetz** (BayWG) ein geothermisches Vorhaben.
Nach dem WHG benötigen geothermische Anlagen ohne Nutzung und Beeinflussung des Grundwassers keine Bewilligung. Dagegen erfordern Brunnenanlagen und tiefer reichende Systeme (Bohrungen) in der Regel einen Eingriff in Grundwasser und Boden und benötigen eine Erlaubnis.
Nach dem Bergrecht gilt Erdwärme als (bergfreier) Bodenschatz und ist nicht Bestandteil des Grundstückeigentums, allerdings ist die grundstücksbezogene Nutzung keine bergrechtliche Gewinnung (§ 4 BBergG). In der Oberflächennahen Geothermie ist dies die Ausnahme und braucht in der Regel keine weitere Prüfung, soweit die Erdwärmegewinnung keine bedeutsamen Auswirkungen auf die benachbarten Grundstücke hat (z.B. Entnahmeleistung).

Unvorhergesehene Schäden sind auch bei fachgerechter Planung und Ausführung nicht völlig auszuschließen. Klassische **Versicherungen,** wie die Haftpflichtversicherung, decken nur bedingt oder unzureichend Sach- und Folgeschäden durch Bohrungen ab, deshalb empfiehlt es sich eine zusätzliche Versicherung abzuschließen.

Voraussetzung für den Versicherungsschutz ist die Beauftragung qualifizierter und **zertifizierter** Unternehmen. Die Branche bietet genügend Fachkräfte, die neben der Zertifizierung für Bohr- und Brunnenarbeiten nach dem DVGW-Arbeitsblatt W120 G1 (über 100 m Bohrtiefe) und dem W120 G1 (unter 100 m Bohrtiefe) auch über ausreichend behördliches und örtliches Wissen verfügen.
Wärmepumpeninstallateure sollten nach EUCERT zugelassen sein und die Wärmepumpe ein EHPA-Gütesiegel besitzen.



Grundlage: KNAPE, G. (2009), Planung, Einbau und Betrieb von oberflächennahen Erdwärmesondenanlagen aus geologischer, hydrogeologischer & wasserwirtschaftlicher Sicht.

CHECKLISTE OBERFLÄCHENNAHE GEOTHERMIE

PLANUNGSPHASE	BAUHERR	PLANER	KREISVERWALTUNGSBEHÖRDE
Liegen genehmigungsrechtliche Versagensgründe (Wasserschutzgebiete, Einzugsgebiete sensibler Nutzungen) vor? => Bei Wasserbehörde erfragen.	•	•	
Ist die Gebäudeisolierung optimiert?	•	•	
Ist eine Fußbodenheizung vorhanden?	•	•	
Ist eine Wandheizung vorhanden?	•	•	
Soll die Erdwärmesonde (EWS) auch zu Kühlzwecken genutzt werden? => auf entsprechendes Rohrmaterial achten!	•	•	•
Ist ein Wärmezähler vorgesehen?	•	•	
Wurde die Entzugsleistung über die zu erwartende Schichtenfolge berechnet/ermittelt?	•	•	
Ist die Wärmeentzugsleistung im Verhältnis zu Bohrlänge und Heizleistung plausibel? (spez. Wärmeentzugsleistung x Bohrlänge = Heizleistung)	•	•	•
Wurde durch eine großzügige Dimensionierung der EWS gegenüber der Heizung beachtet, dass dadurch eine Überlastung der EWS und somit eine Vereisung/Abkühlung des Untergrundes vermieden wird? Dadurch verlängert sich die Lebensdauer der EWS.	•	•	
Können die Sonden mit ausreichendem Abstand zueinander und zum Nachbargrundstück hergestellt werden?	•	•	•
Bei Sondenlängen > 100 m ist bezüglich Genehmigungsfähigkeit eine Einzelfallbetrachtung durchzuführen.		•	•

VERGABE-/AUSFÜHRUNGSPHASE	BAUHERR	PLANER	KVB & PSW
Bei Ausschreibung der Bohrarbeiten ist auf mögliche geologische Bohrrisiken (z.B. Karstgebiet, Arteser) und Erschwernisse hinzuweisen.		•	
Anwesenheit eines Privaten Sachverständigen der Wasserwirtschaft (PSW) nach Art. 61 Bayerisches Wassergesetz ist notwendig.	•		•
Verfügt die Bohrfirma über ein Zertifikat nach DVGW-Arbeitsblatt W 120; ist das Bohrpersonal qualifiziert?	•	•	•
Welche Referenzen kann das Bohrunternehmen vorweisen?	•	•	
Verfügt die Bohrfirma über geeignetes Gerät (Bohrgerät, Pumpen f. Suspension, Absetzbecken, Verrohrung)?	•		•
Liegen Einzelprüfnachweise für die Sonden vor?	•	•	•
Ist der genaue Bohrtermin (evtl. Verpresszeitpunkt bekannt geben) bei der Wasserbehörde schriftlich angezeigt worden per Brief, E-Mail oder Fax?	•		•
Werden Spülzusätze eingesetzt, die wassergefährdend sind, müssen die entsprechenden Sicherheitsdatenblätter bei der Wasserbehörde eingereicht werden.	•	•	•

Grundsätzlich gilt, dass Einsparungen bei Planung und Bauüberwachung ggf. schnell durch höhere Betriebskosten durch eine schlechtere Anlageneffizienz übertroffen werden können!

Fachgerechte Planung, Bauüberwachung und qualifizierte Ausführung sind Voraussetzung für langfristig niedrige Betriebskosten.

	BAUHERR	PLANER	KVB & PSW
Schweißarbeiten am Sondenfuß sind auf der Baustelle unzulässig! Für die horizontale Anbindung werden Pressfittings empfohlen.	•		•
Der Einbau der Sonden hat über eine Haspel zu erfolgen. Es ist darauf zu achten, dass - keine Verletzung der Sonden auftritt (kein Knicken, durch Dreckziehen), - der Verpressschlauch richtig angebracht (unmittelbar über dem Sondenfuß, höchstens 2 m über Endteufe) wird, - EWS mit Gewicht und mit Wasser gefüllt eingebaut wird, - der Einbau nicht ohne vorbereitende Maßnahmen bei Frosttemperaturen erfolgt.	•		•
Die eingebrachte Sondenlänge sollte überprüft werden (lfd. Meter sind i. d. R. auf dem Sondenschlauch aufgedruckt).	•		•
Soll/Ist-Verbrauch des Verpressmaterials sollte überprüft werden. Das Verpressmaterial ist von unten nach oben einzubringen, bis es an Oberfläche aus dem Bohrloch austritt.	•		•
Falls Erdwärmesondenrohre nicht unmittelbar in den Heizraum verlegt werden, sind die Rohre durch die Bohrfirma zu sichern. Bei Frostgefahr sind die mit Wasser gefüllten Sonden zumindest 1 m unter Geländeoberkante zu entleeren.	•		•
DOKUMENTATION:			
Bohrunternehmer muss Kenntnis haben, welche Anforderungen an die Bohrdokumentation in Bayern (entsprechend dem Leitfaden) gestellt werden. Es wird empfohlen, diese Anforderungen im Vertrag zwischen Bauherrn und Bohrunternehmer aufzunehmen!	•	•	•
Die Übergabe der Bohrdokumentation gehört zur Leistung dazu. Nur so kann der Bauherr die vertragsgemäße Ausführung der Leistung überprüfen. Schlusszahlung also erst nach vollständig erbrachter Leistung (nach Einreichung der Dokumentation) tätigen.	•		•
Bei telefonischer Anfrage des Bauherrn sollte auf die Wichtigkeit der Bohrdokumentation hingewiesen werden, da dies später der einzige Nachweis über den fachgerechten Einbau ist.			•
Bohrdokumentation und Druckprüfungsprotokolle sind der KVB vorzulegen.	•		•
Falls die Dokumentationsunterlagen nicht vorgelegt werden, sollte dies angemahnt werden (ggf. mit gleichzeitiger Androhung eines Bußgeldes).			•
BETRIEB:			
Die Rücklauftemperatur der Sole (von der Wärmepumpe in die Sonde zurück) sollte 3 °C nicht unterschreiten.	•		
Der Stromverbrauch sollte im Auge behalten werden (Jahresarbeitszahl).	•		

Quelle:
Die Checkliste wurde erstellt durch den Arbeitskreis Qualitätsmanagement Geothermie am Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg.

Ergänzt und den bayerischen Gegebenheiten angepasst durch Michael Funke, Diplom-Geologe, Sachverständiger nach dem BBodSchG §18, Privater Sachverständiger in der Wasserwirtschaft.

TIEFE GEOTHERMIE – DIE HEISSE ENERGIE

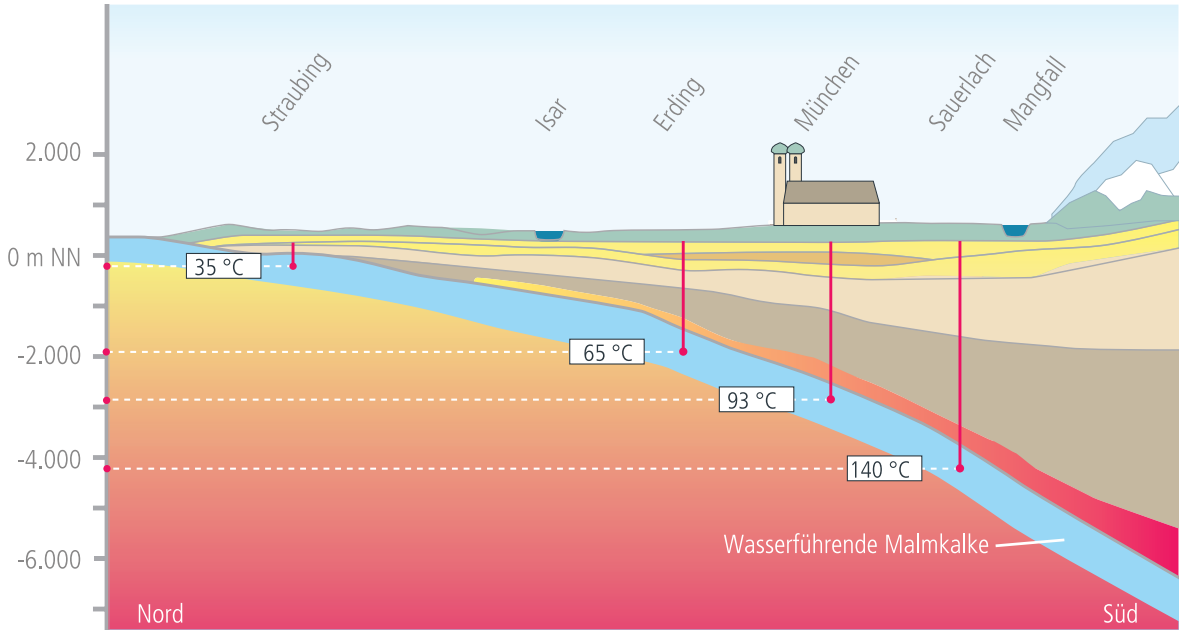
Man könnte die Tiefengeothermie oder auch Tiefe Geothermie als große Schwester der Oberflächennahen Geothermie bezeichnen. Während Letztere aus geringen Temperaturen Energie bezieht, kann die Tiefe Geothermie aus dem Vollen schöpfen: In einer Tiefe von 2 km finden sich bereits Temperaturen von 50-70 °C. Tiefengeothermische Anlagen sind geeignet, um große Mengen Wärme oder Strom und Wärme in Kombination zu produzieren. Für die Stromproduktion sind Temperaturen von mindestens 100 °C erforderlich, für einen guten Wirkungsgrad der Anlage Temperaturen ab 120 °C. Die Wärme liegt entweder im Wasser, also einem thermalen Aquifer, oder (trockenem) Tiefengestein vor. Je nachdem, welcher Wärmeträger genutzt wird, spricht man von **hydrothermaler oder petrothermaler Geothermie.** Eine Randerscheinung ist die Nutzung der Wärme aus verlassenen **Bergwerken, Tunneln und Kavernen.**

EMISSIONSFREI UND CO_2-NEUTRAL

Die Tiefe Geothermie ist **emissionsfrei,** vorausgesetzt sie erzeugt den zum Betrieb nötigen Strom selbst. Dennoch sind manche in der Tiefe vorhandenen Stoffe schädlich für Mensch und Umwelt, zum Beispiel Borsäure, Ammoniak, Arsen, Quecksilber oder Schwefelwasserstoff – ein bekannter Geruch aus manchem Thermalbad. Diese Stoffe gelangen bei geothermischen Anlagen zwar an die Oberfläche, bleiben aber sicher im geschlossenen System und werden wieder an den Ursprungsort zurückgeführt.

STANDORTFRAGE

Die Tiefe Geothermie dringt bis maximal 7.000 m in die Erde vor. In manchen Regionen führt vulkanische Aktivität bereits in Oberflächennähe zu großer Hitze **(Hochenthalpie-Lagerstätte),** ist dagegen eine Tiefenbohrung erforderlich, spricht man von einer **Niederenthalpie-Lagerstätte.** Geologische Anomalien führen teilweise bereits 2 km unter der Oberfläche zu ausreichend heißen Wärmereservoirs, diese erhöhen die Chance, dass sich der Investitionsaufwand für die Anlage lohnt. Entsprechend wichtig ist die Suche nach einem geeigneten Standort. Sogenannte 2-D-



Grafik: Schnitt durch das Bayerische Molassebecken (Nord-Süd-Profil)

und 3-D-Seismiken, eine Art Landkarte der Tiefe, helfen bei der Suche. Das Fündigkeitsrisiko bleibt bei einer Bohrung aber immer erhalten.

WÄRMENETZE

Die Wahl des Standorts hat einen weiteren wichtigen Aspekt: die Nutzung der Erdwärme zum Anschluss eines Nah- oder Fernwärmenetzes und für die industrielle Produktion. Die Industrie ist ein ganzjähriger Abnehmer und braucht die Wärme auch im Sommer für seine Produktion. Letztlich bleibt aber ein entscheidendes Kriterium für die Finanzierung und die Wirtschaftlichkeit die Distanz zwischen Energiequelle und Verbraucher.

HOHE INVESTITION – HOHER ERTRAG

Eine tiefengeothermische Anlage kann sich kein einzelner Häuslebauer leisten. Für die Projekte schließen sich meist Kommunen mit Investoren zusammen, zum Teil unterstützt durch lokale **Genossenschaften,** in denen sich die Bürger beteiligen. Bei den hohen Investitionssummen in der Tiefengeothermie sind auch entsprechend höhere Renditen und Erträge zu erwarten. Den Kosten für ein geothermisches Kraftwerk sowie ein Fernwärmenetz stehen Gewinne aus der Stromerzeugung und eine dauerhaft geregelte Wärmeversorgung gegenüber. Allein die je Haushalt oder Gebäude entfallenden Heizungsanlagen inklusive Wartung können bereits einen relevanten Teil der Kosten für die geothermische Anlage ausgleichen.

DIE WEISS-BLAUE SITUATION

Bayern blickt bei der Nutzung von Erdwärme auf eine lange Geschichte zurück. Bereits im 19. Jahrhundert experimentierte Sebastian Kneipp mit Wasserbehandlungen in Wörishofen, was zur Gründung des ersten deutschen Thermalbads führte. 1920 erhielt der Ort den Zusatz „Bad". Die höchsten Temperaturen in vergleichsweise geringer Tiefe finden sich im südlichen Oberbayern, im Bayerischen Wald entlang der tschechischen Grenze und im fränkischen Nordwesten. Insbesondere in Südbayern bietet die geologische Struktur vielerorts beste Voraussetzungen, thermale Quellen anzuzapfen. Die Karte (rechts oben) zeigt die Temperaturverteilung in Bayern 500 m unter Gelände.

Karte/Quelle: Bay. Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr & Technologie

Das **Nordalpine Molassebecken** hat seinen Ursprung im Malm und erstreckt sich vom Alpenrand etwa 130 km ins bayerische Alpenvorland. Es beherbergt bereits in gut 2.000 m Tiefe thermale Wasservorkommen, die südlich von München das Potenzial zur Stromerzeugung besitzen und sich zwischen München und der Donau im Norden zumindest auch im großen Stil für die Wärmegewinnung eignen. Eine ganze Reihe von Kommunen hat diese Energiequellen in den vergangenen Jahren durch Bohrungen erschlossen, um Wärme oder auch Strom zu gewinnen (Unterhaching), weitere Anlagen sind in Planung. Die Karte (rechts unten) zeigt die in Bayern günstigsten geologischen Verhältnisse für eine hydrothermale Nutzung.

Karte/Quelle: Bay. Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr & Technologie

Abb. 24: **Temperaturverteilung in Bayern in 500 m unter Gelände**
(Quelle: GGA-Institut)

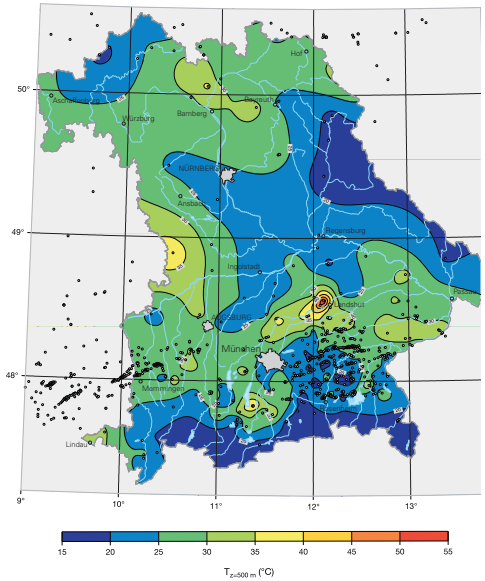
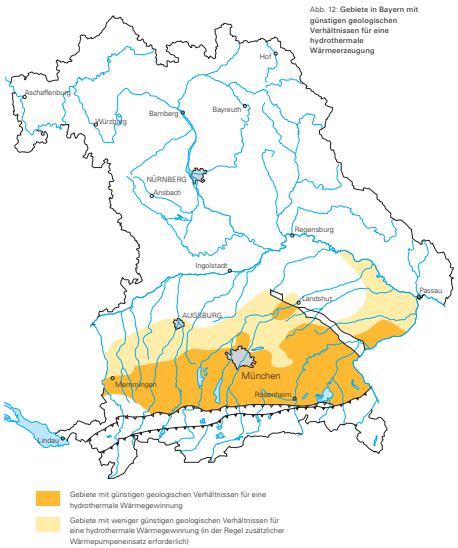


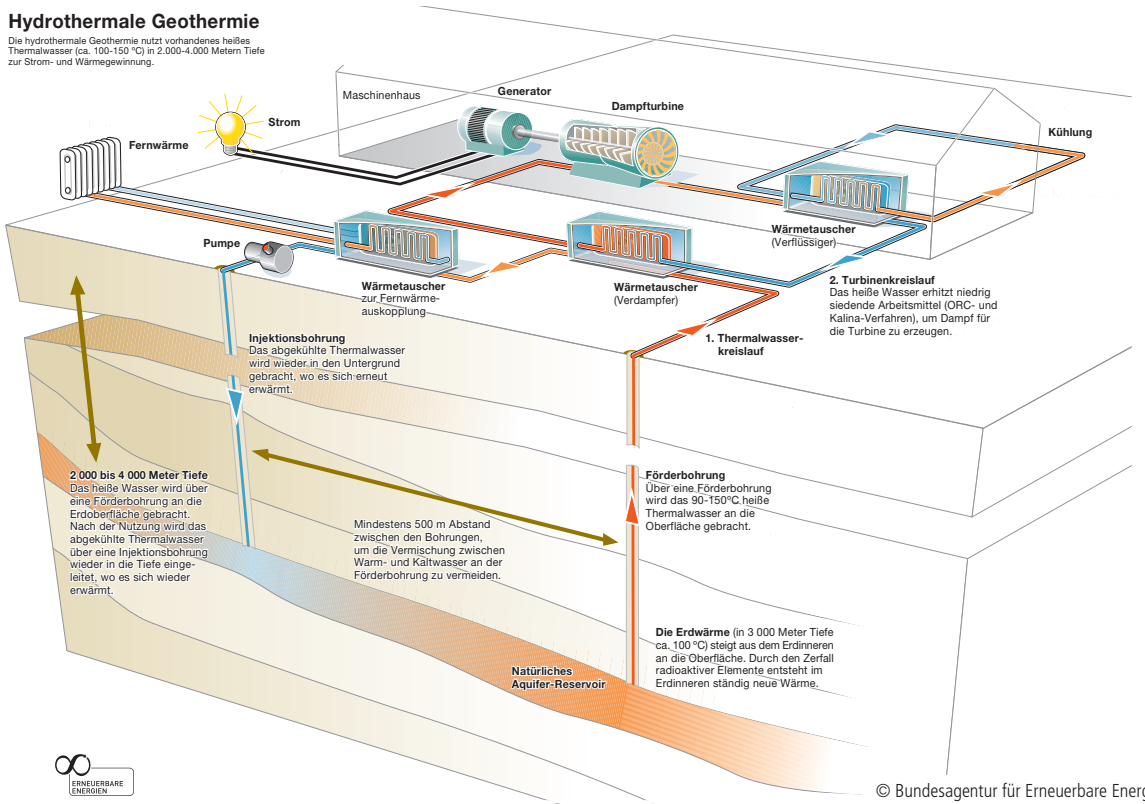
Abb. 12: **Gebiete in Bayern mit günstigen geologischen Verhältnissen für eine hydrothermale Wärmeerzeugung**



Gibt es in der Tiefe eine **wasserführende Gesteinsschicht** (Aquifer), die über eine ausreichend hohe Temperatur verfügt, kann ein hydrothermales System installiert werden. Das Prinzip funktioniert ähnlich wie beim Grundwasserbrunnen, diesmal allerdings bei weitaus höheren Temperaturen und in größerer Tiefe. Auch hier werden meist zwei Bohrungen vorgenommen, die sogenannte **Bohrungsdublette.** Das Wasser (bei Temperaturen über 100 °C in Form von Dampf) wird über eine **Förderbohrung** aus der Tiefe an die Oberfläche geleitet. Damit das hydraulische Gleichgewicht aufrechterhalten wird, pumpt man das nach seiner Nutzung abgekühlte Wasser über eine **(Re-)Injektionsbohrung** zurück in den Aquifer.
Für das an die Oberfläche gepumpte Wasser bieten sich drei Möglichkeiten: Wenn das Wasser heiß genug ist, um direkt eine **Turbine** anzutreiben, so wird auf diese Weise Strom erzeugt **(Rankine-Prozess** für Wasserdampf). Reicht seine Temperatur nicht aus, wird mithilfe eines Wärmetauschers das Temperaturniveau weiter angehoben und die Turbine mit alternativen Wärmemedien in Schwung gebracht. Temperaturen von 100 °C reichen bereits aus, um Strom erzeugen zu können. Der Wirkungsgrad der Anlage ist dann aber sehr gering, höhere Werte sind ab 120 °C möglich. Die dritte Möglichkeit besteht darin, ausschließlich Wärme zu gewinnen und diese in ein Nah- oder Fernwärmenetz einzuspeisen.
Da das Wasser im Kraftwerk auf etwa 50 °C abkühlt und in die Tiefe zurückgeführt wird, ist ein ausreichend großer Abstand zwischen Entnahmebrunnen und Reinjektionsbrunnen zu beachten (Mindestabstand 2000 m). Damit wird verhindert, dass dem Wasser auf dem Rückweg zur Förderbohrung zu wenig Zeit bleibt, um sich wieder ausreichend zu erwärmen, eine Art Kurzschluss zwischen Förder- und Injektionsbohrung. Bei der Planung einer hydrothermalen Anlage wird der Abstand zwischen den beiden Bohrungen so gewählt, dass eine Nutzung der Energiequelle mindestens 50 Jahre möglich ist, die sogenannte **thermische Nutzungsdauer.** In der Praxis haben sich die Befürchtungen einer langfristig versiegenden Wärmequelle jedoch bislang nicht bestätigt.

HYDROTHERMALE SYSTEME

- grundlastfähige Strom- und Wärmeerzeugung
- Nutzung vorhandener heißer Reservoire (Aquifere)
- meist nur zwei Bohrungen
- jahrzehntelange Energieversorgung



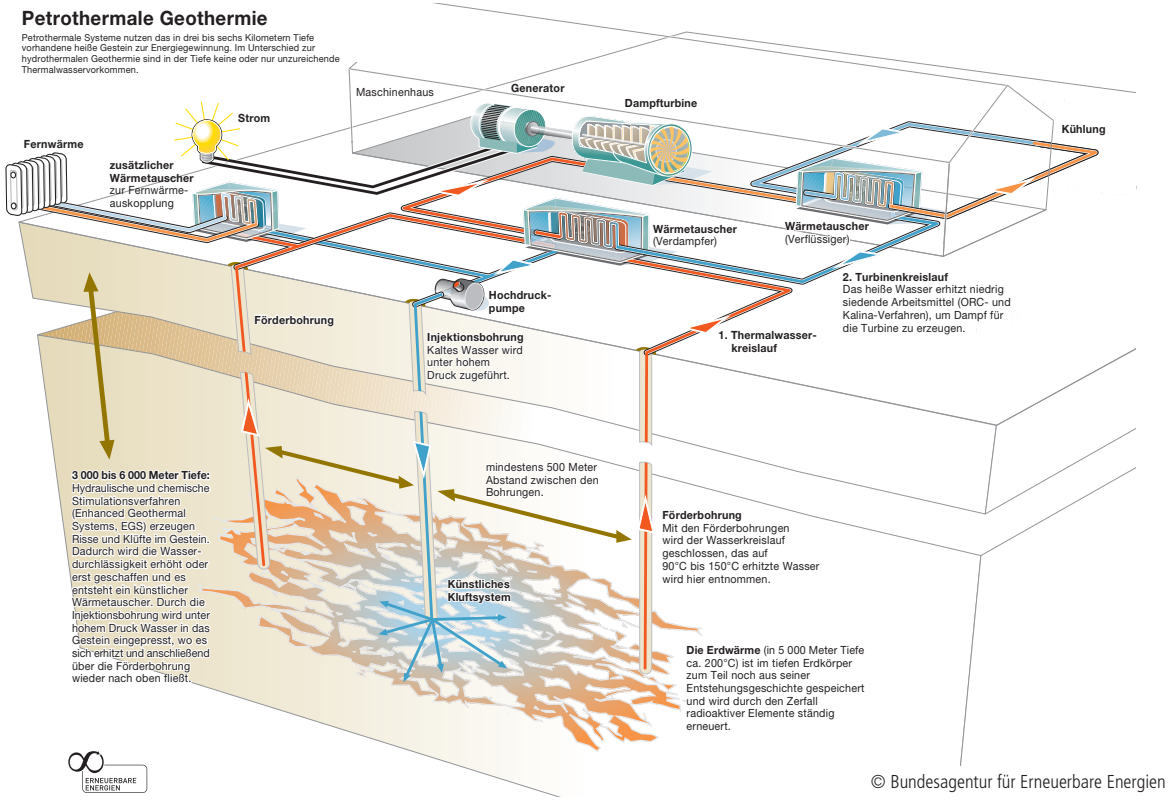
© Bundesagentur für Erneuerbare Energien

Auch petrothermale Systeme nutzen Wasserdampf zur Strom- und Wärmeerzeugung, der Begriff ›petros‹ stammt aus dem Griechischen und bedeutet Fels oder Stein. Demzufolge wird hier die in tiefen, **kristallinen Gesteinsschichten** vorhandene Wärme genutzt, um Wasserdampf zu erzeugen. Mindestens zwei Tiefenbohrungen sind dazu erforderlich, mit der einen wird Wasser unter hohem Druck in die Tiefe geleitet, wo es bereits vorhandene Spalten und Risse im heißen Fels vergrößert. Durch eine in ausreichendem Abstand erfolgte zweite Bohrung tritt das durch die Wärme des Gesteins stark erhitzte Wasser in Form von Dampf wieder aus. Zum Teil werden auch weitere Förderbohrungen unternommen. Das Verfahren trägt eine ganze Reihe von Namen, es wird unter anderem als **Hot-Dry-Rock**- (HDR), Hot Fractured Rock (HFR) und Enhanced Geothermal System bezeichnet. An der Oberfläche arbeitet ein petrothermales Kraftwerk ähnlich wie ein hydrothermales Kraftwerk, die Prozesse sind dieselben. Allerdings würde der Aufwand nicht lohnen, eine solche Anlage nur zur Wärmegewinnung zu installieren, das Ziel ist hier in erster Linie die Stromerzeugung, daneben wird die Restwärme genutzt und in ein Fernwärmenetz eingespeist.

Im Gegensatz zur hydrothermalen Geothermie ist ein petrothermales System zwar auf eine geeignete Gesteinsformation, nicht aber auf einen eher seltenen bestehenden Aquifer in der Tiefe angewiesen, es schafft sich seinen Aquifer sozusagen selbst. Das hat den Vorteil, dass bei der Standortwahl besser berücksichtigt werden kann, wo bereits die nötigen Strom- und Wärmeabnehmer vorhanden sind. Das petrothermale Verfahren benötigt allerdings mehr Energie, da das Wasser mit ausreichendem Druck in den Untergrund verpresst werden muss, um die Förderbohrungen zu erreichen.

PETROTHERMALE SYSTEME

- grundlastfähige Stromerzeugung
- flexibler bei der Wahl des Standorts
- hohe Temperaturen



© Bundesagentur für Erneuerbare Energien

GEOTHERMIE-KRAFTWERK

- grundlastfähige Stromerzeugung
- emissionsfreies, geschlossenes System
- keine externe Energiequelle nötig
- bei guter Lage hohe Wirkungsgrade möglich

Die Technik eines Kraftwerks ist etwas aufwendiger als die eines reinen Geothermie-Heizwerks, welches nur Fernwärme produziert, die Stromerzeugung erfordert einen zweiten Arbeitskreis. Für die Verhältnisse in Bayern ist ein geschlossenes System nötig, bei dem nicht das geförderte Thermalwasser selbst, sondern ein Arbeitsmittel mit niedrigerem Siedepunkt als Wasser in einem **Verdampfer** erhitzt und dann zu einer Turbine geleitet wird.

KOHLENWASSERSTOFFE ALS ENERGIETRÄGER

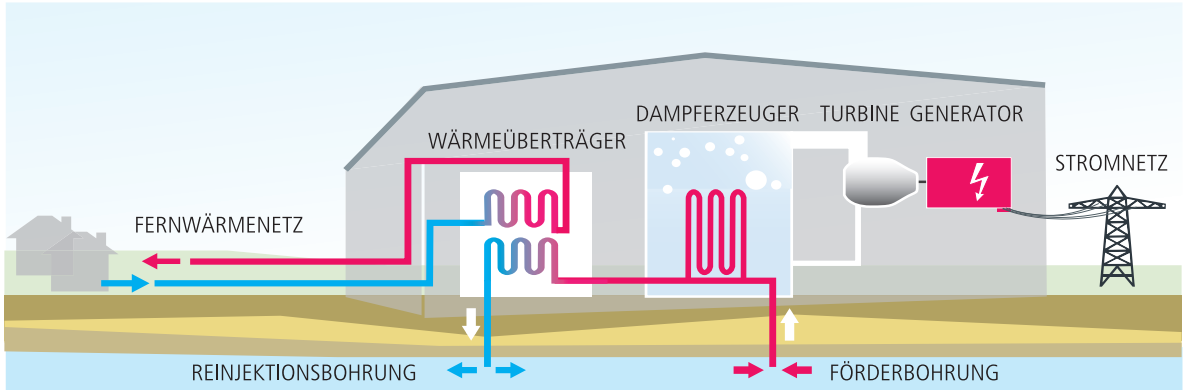
Handelt es sich beim eingesetzten Arbeitsmittel um **Kohlenwasserstoffe,** bezeichnet man das Verfahren als **Organic Rankine Cycle (ORC)**. Die gasförmigen Kohlenwasserstoffe treiben die Turbine an, in der ein Generator die mechanische Energie in elektrischen Strom umwandelt. Nach diesem Schritt wird das Arbeitsmittel mithilfe eines weiteren Wärmetauschers abgekühlt und zum Ausgangspunkt des Prozesses zurückgeleitet.

KALINA-PROZESS

Bei einem eher neuen Verfahren wird statt Kohlenwasserstoff ein Gemisch aus **Ammoniak** und Wasser als Arbeitsmittel eingesetzt. Die Stromausbeute eines auf dem **Kalina-Prozess** basierenden Systems ist gerade bei niedrigeren Ausgangstemperaturen des aus der Tiefe geförderten Wassers höher, dafür muss ein weiterer Verfahrensschritt hinzugefügt werden. Nach dem Verdampfen wird in einem **Separator** ammoniakreicher Dampf von ammoniakarmem Wasser getrennt. Die Flüssigkeit wird direkt zum Vordampfer zurückgeleitet, der Dampf treibt die Turbine an, wird abgekühlt und dann ebenfalls zurück zum Vordampfer geführt.

FERNWÄRME ALS NEBENPRODUKT

Das geförderte Thermalwasser hat im Verdampfer Wärmeenergie abgegeben, zugleich aber auf niedrigerem Temperaturniveau über einen Wärmetauscher Energie für das Fernwärmenetz produziert. Auch im Wärmenetz zirkuliert nicht das Thermalwasser selbst, sondern ein weiteres Wärmemedium.

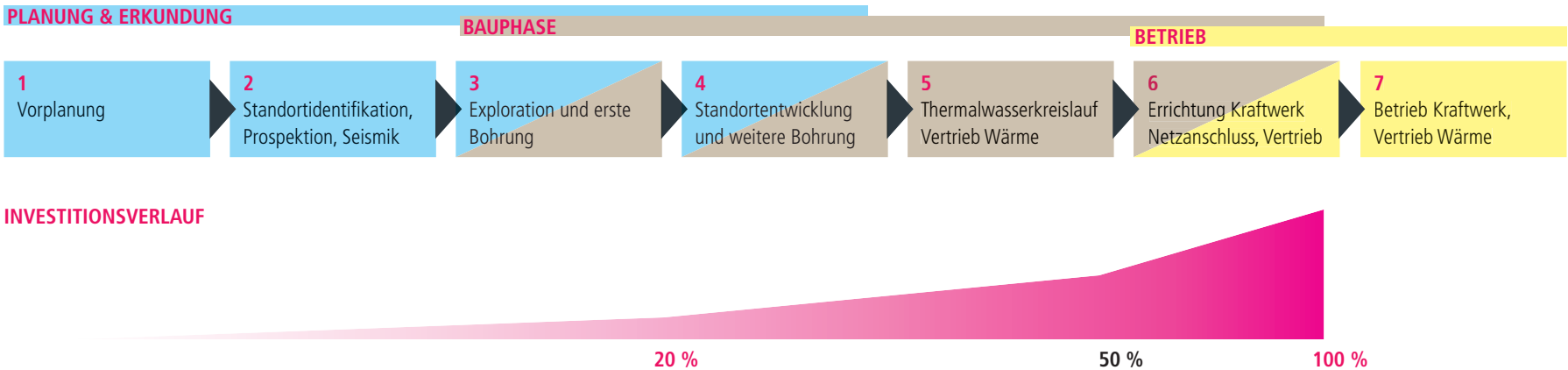


EFFIZIENZ ENTSCHEIDET

Ob sich ein Geothermie-Kraftwerk lohnt oder ob es sinnvoller ist, ein reines Heizwerk zu planen, muss je nach Situation vor Ort entschieden werden. Reicht die Temperatur des Thermalwassers nach den Prozessen zur Stromerzeugung nicht mehr für das Heizungsnetz aus, müsste hier mit externer Energie zugeheizt werden – da kann es lohnender sein, sich ausschließlich auf die Wärmeproduktion zu beschränken.

PLANUNG & INVESTITION

Am Anfang eines Tiefengeothermie-Projekts steht immer der Wunsch nach einer nachhaltigen und umweltfreundlichen Wärme und Stromversorgung, verbunden mit einer regionalen Wertschöpfung. Sind die geologischen Voraussetzungen gegeben, beginnt das Projekt mit einer Machbarkeits- und Wirtschaftlichkeitsstudie. Das Ergebnis der Wirtschaftlichkeit ist dabei von zahlreichen Faktoren abhängig. Im Wesentlichen sind es die Untergrundtemperatur, die hydrothermalen oder petrothermalen Eigenschaften des Untergrunds, Bohrzeit und Bohrkosten, sowie der erreichte Wirkungsgrad der Anlage mit der Option der Wärmenutzung in einem Fernwärmenetz.
Auch deshalb sind die Höhe der Investition und der Projektzeitraum immer in Abhängigkeit vom Standort zu sehen und können von Ort zu Ort deutlich schwanken. Um die Risiken im Projekt gering zu halten, ist die Kompetenz der Beteiligten ebenso entscheidend wie ein solides Projekt- und Risikomanagement.



BETEILIGTE (AUSWAHL)

Landesämter Bergämter Planungsbüros, Projektentwickler Inhaber Erlaubnisfeld Wärme- und Stromabnehmer Banken und Investoren Versicherungen Öffentliche Träger (Kommune, Land, Bund, EU)	Spezial-Bohrunternehmen Pumpenhersteller Projektentwickler Versicherungen Banken und Investoren Länder, Bund	Kraftwerkshersteller Kraftwerksbetreiber Projektentwickler Versicherungen Banken Investoren Netzbetreiber Wärmeabnehmer

Quelle/Grundlage: Wertschöpfung und Wirtschaftlichkeit in der Geothermie/forseo GmbH, www.forseo.de

NETZWERK, INITIATIVE & PROJEKTE

Wie für jedes Projekt ist es entscheidend, die richtigen Partner zu finden. Auch deshalb geht trotz aller lesbaren Informationen nichts über ein kompetentes **Netzwerk** und den persönlichen Kontakt.
Aus dieser Erfahrung heraus haben wir schon vor Jahren die **Initiative CO_2** gestartet. Der Kerngedanke der Initiative folgt klar der Maxime, dass nur derjenige seine Zukunft beeinflussen und gestalten kann, der in der Gegenwart dafür Weichen stellt. Alleine geht es nicht – und schon gar nicht ohne ein Denken und Handeln mit dem Verstand unserer Natur. Deshalb bekam die Initiative den Namen „Initiative CO_2".

Wir laden Sie ein, kommen Sie dazu, bringen Sie Ihr Wissen und Ihre Erfahrungen mit ein und nutzen Sie das partnerschaftliche Netzwerk auch für Ihr Projekt. Das Spektrum der Mitglieder reicht vom Handwerk bis zur Hochschule, vom Planungsbüro bis zum Hersteller.

Kompetent beraten sein heißt auch über den eigenen Tellerrand hinausschauen. Voraussetzung dafür ist zum einen ein breites Spektrum an Wissen und Erfahrung, zum anderen die konkrete Umsetzung. Das **Projekthandbuch** zeigt an vielen Beispielen, wie Innovation im privaten Bereich, in Kommune und Industrie konkret umgesetzt wurden.

Chancen nutzen! Spätestens seit der Energiewende stellt sich die Frage nach einer nachhaltigen, erneuerbaren Energieversorgung nicht mehr nur als Option, sie ist ein gemeinsames Ziel. Infrastrukturen neu zu installieren kostet viel Geld, beim Bau, im Unterhalt und ebenso in der Instandhaltung. Dass die gleichzeitig geforderte Einsparung trotzdem nicht gleichbedeutend mit Abstrichen in der Umsetzung sein muss, hängt von klugen Konzepten ab und vom Wissen der Partner.

Interessiert? Sie können sich zum Thema Geothermie und Neue Energien direkt an Herrn Krause wenden:
Tel. 08121-44 202, hans-peter.krause@hti-handel.de.

Möchten Sie mehr Informationen zur Initiative CO_2, wenden Sie sich bitte an Frau Standl,
Tel. 08121-44 881, katrin.standl@hti-handel.de

INITIATIVE CO_2
Energieverbrauch runter
Energieeffizienz rauf

WEITERES & IMPRESSUM

Für die Broschüre wurden eine Vielzahl von Daten herangezogen. Wir können Ihnen hier nur eine kurze und unvollständige Auswahl an **weiteren Quellen** nennen:
Agentur für Erneuerbare Energien | Bayerischen Staatsministerium für Umwelt | Bundesministerium für Umwelt und Naturschutz | Bundesverband Wärmepumpe e.V. | Bundesverband WärmePumpe (BWP) e.V. | Deutsche Bank Research | VBI, Verband Beratender Ingenieure | VdZ - FORUM für Energieeffizienz in der Gebäudetechnik e.V. und weitere.

Links
http://www.energieatlas.bayern.de
http://www.erdwaerme-zeitung.de
GtV – Bundesverb. Geothermie e.V.: http://www.geothermie.de
Geotis – Geothermisches Informationssystem für Deutschland: http://www.geotis.de
Bayerisches Landesamt für Umwelt: http://www.lfu.bayern.de
bwp – Bundesverband Wärmepumpe e.V.
http://www.waermepumpe.de

Hinweis
Die Inhalte der Broschüre wurden mit Sorgfalt ausgewählt. Eine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit des Inhalts kann nicht übernommen werden, jede Haftung ist ausgeschlossen.

Stand Februar 2012

Herausgeber/Copyright
HTI Gienger KG, Poinger Str. 4, 85570 Markt Schwaben

Inhaltliche Konzeption/Gestaltung
Heinemann Kommunikation München
www.heinemann-kommunikation.de

Fachliche Beratung
Michael Funke, Dipl. Geologe, Sachverständiger nach dem BBodSchG §18, Priv. Sachverständiger in der Wasserwirtschaft, Eichenau

Druck Druckerei Fell, Gräfelfing

GLOSSAR (Oberflächennahe Geothermie)

AQUIFER
Grundwasserleiter. Wasserführende Gesteinsschicht, meist aus durchlässigem Kalkgestein, Kiesen und Sanden.

BAYERISCHES WASSERHAUSHALTSGESETZ (BayWG)
Das BayWG ist das bayerische Ausführungsgesetz zum Wasserhaushaltsgesetz (WHG). Es regelt Nutzung, Zuständigkeit, Ausbau, Unterhaltung uvm.

DURCHLÄSSIGKEIT
oder Permeabilität beschreibt die hydraulische Leitfähigkeit (Wasserdurchlässigkeit) eines Gesteins.

ENERGIEPFAHL
Tragende Betonbauteile von Gebäuden werden als Wärmeleiter und Wärmespeicher genutzt.

ERDWÄRMESONDE
sind in zwischen 30 und 1000 m tiefen Erdbohrungen eingebrachte Rohrleitungen (Rohrbündel), die zur Aufnahme der Erdwärme mit einer Wärmeträgerflüssigkeit gefüllt sind.

GEOTHERMISCHE TIEFENSTUFE
Die geothermische Tiefenstufe ist die Temperaturdifferenz, in der sich die Erdkruste um 1 °C erwärmt. Eine Erwärmung erfolgt durchschnittlich alle 100 m um 3 °C.

GEOTHERMIE
Die Geothermie oder Erdwärme ist die in der Erdkruste vorhandene Wärme, die erschlossen und genutzt werden kann.

GRUNDLAST
Grundlast bezeichnet die Netzbelastung, die während eines Tages in einem Stromnetz nicht unterschritten wird. Tiefengeothermiekraftwerke können nahe an der Volllastgrenze betrieben werden und werden daher zur grundlastfähigen Energieversorgung herangezogen.

GRUNDWASSER
Grundwasser wird nach DIN 4049 definiert als „unterirdisches Wasser, das die Hohlräume der Erdrinde zusammenhängend ausfüllt und dessen Bewegung primär von der Schwerkraft bestimmt wird".

GRUNDWASSERSTOCKWERKE
Grundwasserstockwerke sind durch undurchlässige Schichten voneinander getrennte, übereinander liegende Aquifere.

JAHRESARBEITSZAHL (JAZ)
Die Jahresarbeitszahl ist der Maßstab für die Effizienz einer Wärmepumpenanlage. Sie beschreibt, wie viel Heizungswärme (Nutzwärme) im Verhältnis zum eingesetzten Strom (Antriebsenergie) von der Wärmepumpe im Laufe eines ganzen Jahres erzeugt wurde. Die Jahresarbeitszahl dient als Messgröße für Förderungen bei Wärmepumpen.

LEISTUNGSZAHL (COP)
Die Leistungszahl von Wärmepumpen wird als Coefficient Of Performance COP bezeichnet. Es ist der Quotient aus der Wärme die in den Heizkreis abgegeben wird, zur elektrischen Arbeit, die für den Verdichter aufgewendet wird. Eine Leistungszahl COP 4 bedeutet, dass das Vierfache der eingesetzten elektrischen Leistung als nutzbare Wärmeleistung zur Verfügung steht.

KILOWATTSTUNDE (KWH)
Eine Wattstunde entspricht der Energie, welche ein Energiewandler mit einer Leistung von einem Watt in einer Stunde aufnimmt oder abgibt. Eine Kilowattstunde ist das Tausendfache der Wattstunde.

SAISONALER WÄRMESPEICHER
Wird im Winter mit einer Wärmepumpe die oberflächennahe Erdwärme zum Heizen genutzt, wird die Temperatur des Bodens dabei entsprechend abgesenkt. Dieses Reservoir kann umgekehrt im Sommer zur direkten Kühlung benutzt werden, was dann wiederum die entzogene Wärme des Bodens teilweise oder vollständig zurückführt. Im Idealfall sind beide Energiemengen gleich. Saisonale Speicher können sowohl oberflächennah als auch tief ausgeführt werden.

SOLE
Sole (aus spätmittelhochdeutsch sul, sol Salzbrühe) ist eine Salz-Wasser-Lösung. Ursprünglich bezeichnete der Ausdruck nur die Kochsalzlösungen, aus denen in Salinen, Salzbergwerken oder am Meer Salz gewonnen wurde. Durch Eindampfen an der Sonne oder Sieden der Sole wird dann Kochsalz gewonnen.
In Verbindung mit Wärmepumpenanlagen wird die in geschlossenen Systemen enthaltene Wärmeträgerflüssigkeit ebenfalls als Sole bezeichnet. Hierbei handelt es sich um Flüssigkeiten mit niedrigem Siedepunkt, i. d. R. Glykole und Alkohole.

SPERRZEITEN
Wärmepumpenheizungen können zu Spitzenlastzeiten bis zu dreimal für zwei Stunden pro Tag abgeschaltet werden. Sie erfordern deshalb keine zusätzliche Kraftwerkskapazität.

WÄRMEPUMPE
Eine Wärmepumpe transformiert zugeführte Wärme in einem thermodynamischen Kreislauf auf ein höheres, nutzbares Wärmeniveau.

WÄRMETAUSCHER
Der Wärmetauscher überträgt thermische Energie von einem Stoffstrom auf den anderen.

WÄRMETRÄGERFLÜSSIGKEIT
Das Wärmeträgermedium, meist ein Wasser-Glykol-Gemisch oder Gas, mit einer guten Eignung zur Wärmeaufnahme, -abgabe und -speicherung. Das Medium darf nicht umweltschädigend und giftig sein und es muss vollständig abbaubar und frostsicher sein.

HTI GIENGER KG • DURCHBLICK

HTI Gienger KG • Poinger Str. 4 • 85570 Markt Schwaben • Tel. +49 8121 44 202 • fachwelt.bayern@hti-handel.de • www.hti-bayern.de