



---

## Aktueller Begriff

### Geothermische Energie

---

Die geothermische Energie – synonym auch als Erdwärme bezeichnet – umfasst nach einer weitverbreiteten Definition des Vereins Deutscher Ingenieure die **unterhalb der Oberfläche der festen Erde in Form von Wärme gespeicherte Energie**. Sie speist sich zu ca. einem Drittel aus Wärme, die sich infolge der **Verdichtung kosmischer Materie** während der Phase der **Erdentstehung** gebildet und als Restwärme im Erdkern erhalten hat. Der überwiegende Teil der Erdwärme ist auf den ständigen **Zerfall** im Erdkörper vorkommender natürlicher **radioaktiver Isotope** wie Thorium 232, Uran 238, Uran 235 und Kalium 40 zurückzuführen. Die Sonneneinstrahlung und die Wärmeabstrahlung der Luft wirken sich dagegen lediglich in den oberen Metern der Erdkruste maßgeblich auf die Temperatur unterhalb der Erdoberfläche aus. Mit zunehmender Tiefe nimmt die Temperatur im Erduntergrund kontinuierlich zu, in Mitteleuropa um durchschnittlich rund **3 °C pro 100 Meter Tiefe**. Je nach den geologischen Verhältnissen vor Ort kann der Temperaturanstieg jedoch signifikant von diesem Mittelwert abweichen („geothermische Wärmeanomalie“).

Unter Berücksichtigung der Fördertiefe wird zwischen **oberflächennaher** und **tiefer Geothermie** unterschieden. Die **oberflächennahe Geothermie** erfasst die Erdwärme bis zu einer Tiefe von **400 Metern**. Oberflächennah gewonnene Erdwärme wird vor allem zur Beheizung von Gebäuden und zur Bereitstellung von Warmwasser eingesetzt. Je nach Fördertiefe und Zielformation kommen unterschiedliche Fördertechniken zum Einsatz, z. B. geschlossene Systeme wie Erdwärmekollektoren, flache Erdwärmesonden und Energiepfähle oder offene Doppelbrunnensysteme mit einem Förderbrunnen zur Förderung von Grundwasser und einem Schluckbrunnen zu dessen Rückführung nach der Wärmeentnahme. In der Regel wird darüber hinaus eine Wärmepumpe benötigt, um das für die Nutzung erforderliche Temperaturniveau zu erreichen. Bei entsprechender Technik kann oberflächennahe Erdwärme auch zu Kühlzwecken eingesetzt werden.

Erdwärme, die durch Tiefenbohrungen aus Tiefen von **mehr als 400 Metern** gewonnen wird, fällt unter die **tiefe Geothermie**. Hierbei wird zwischen **hydro- und petrothermalen Systemen** unterschieden. **Hydrothermale Systeme** übertragen die Erdwärme durch erwärmtes bzw. erhitztes Grundwasser. Zu ihnen zählen thermale (> 20 °C), warme (60 – 100 °C) oder heiße (> 100 °C) Grundwasservorkommen sowie Heiß- und Trockendampfvorkommen (mit Temperaturen von teilweise über 200 °C). In **Deutschland** beruht die hydrothermale Nutzung der Erdwärme weitgehend auf dem Anzapfen tiefer grundwasserleitender Gesteinsschichten (Aquifere) mit **niedriger Enthalpie** (niedrigem Wärmeinhalt). Die Thermalwässer werden vor allem im Bäderbetrieb und zur Wärmeversorgung, aber auch (ab ca. 100 °C) zur Stromerzeugung eingesetzt. **Hydrothermale Systeme mit hoher Enthalpie** (Heiß- und Trockendampfvorkommen) finden sich insbesondere in vulkanisch aktiven Regionen und werden meist zur Stromerzeugung genutzt.

Ein weit verbreiteter Ansatz zur Förderung tiefer Thermalwässer ist das **Dublettsystem**. Hierbei wird Thermalwasser über eine Förderbohrung aus ca. 2.000 bis 4.000 Metern Tiefe an die Erdoberfläche gepumpt und nach Abgabe seiner Nutzwärme an einen Wärmetauscher über eine Injektionsbohrung in das Wasserreservoir zurückgeleitet, wo es unter Aufnahme von Erdwärme in Richtung Förderbohrung zurückfließt. Damit keine in ihm gelösten Salze/Schadstoffe in die Umwelt gelangen, wird das Thermalwasser außerhalb des Aquifers durch ein geschlossenes Rohrsystem geführt. An den Thermalwasserkreislauf schließt sich ein separater zweiter Kreislauf zur weiteren Nutzung der Erdwärme an. Gegebenenfalls muss die Wasserdurchlässigkeit des Aquifers vor Aufnahme der Förderung durch zusätzliche Maßnahmen künstlich erhöht werden, z. B. durch die Einleitung von Wasser unter hohem Druck (hydraulische Stimulation).

In **petrothermalen Systemen** wird die Erdwärme durch einen direkten Wärmeaustausch mit festen warmen oder heißen Tiefengesteinen ohne nennenswerten eigenen Feuchtigkeitsgehalt gewonnen. Zu den Fördertechniken zählen u. a. **tiefe Wärmesonden**; diese werden bis in Tiefen von ca. 3.000 Metern eingesetzt und enthalten ein internes Wärmeträgermedium (häufig Ammoniak), das die Wärme der umgebenden Gesteinsschichten aufnimmt, zur weiteren Nutzung (Wärmeversorgung) an die Erdoberfläche transportiert und nach der Wärmeabgabe zur erneuten Wärmeaufnahme wieder in die Tiefe geleitet wird. In Tiefen zwischen ca. 3.000 und 6.000 Metern kommen technisch aufwendigere Gewinnungssysteme wie das **Hot-Dry-Rock-Verfahren** zum Einsatz. Bei diesem Verfahren wird über eine Injektionsbohrung Wasser unter hohem Druck in das Tiefengestein gepresst, dessen Durchlässigkeit zuvor durch hydraulische und ggf. auch chemische Stimulationsverfahren künstlich erweitert wurde. Nach seinem Durchlauf durch den heißen Gesteinskörper wird das erhitzte Wasser über eine zweite Bohrung, die Förderbohrung, nach oben gepumpt und meist zur Stromerzeugung eingesetzt. Ein solches Dublettsystem kann zu einem Triplettensystem mit einer Injektions- und zwei Förderbohrungen erweitert werden.

Die geothermische Energie gilt als **unerschöpflich** und zählt zu den **erneuerbaren Energien**. Sie steht **kontinuierlich**, jedoch nicht überall in gleicher Weise zur Verfügung. Bei entsprechend hohen Temperaturen ist sie für die Elektrizitätsversorgung **grundlastfähig**. Die mit ihrer Förderung verbundenen **Risiken** werden maßgeblich durch die geologischen Verhältnisse am Förderstandort, die geothermische Ergiebigkeit der Zielformation sowie die eingesetzte Gewinnungstechnik bestimmt; auftreten können u. a. geologische, ökologische, betriebstechnische und seismische Risiken. Nach § 3 Abs. 3 des Bundesberggesetzes gilt Erdwärme als **bergfreier Bodenschatz**; sie ist daher kein Eigentum des Grundeigentümers. Ihre Aufsuchung (Erkundung) und Gewinnung bedürfen laut **Bundesberggesetz** grundsätzlich jeweils einer **Berechtigung**; diese wird auf schriftlichen Antrag nach Prüfung durch die bergrechtlich zuständige Behörde erteilt oder verliehen. Neben den bergrechtlichen Vorgaben sind u. a. **wasser- und umweltrechtliche Vorschriften** einzuhalten. Die Gewinnung von Erdwärme in einem Grundstück aus Anlass oder im Zusammenhang mit dessen baulicher Nutzung (z. B. zur Beheizung eines auf dem Grundstück errichteten Gebäudes) ist keine Gewinnung im Sinne des Bergrechts (§ 4 Abs. 2 Nr. 1 BBergG).

Quellen (letzter Aufruf jeweils am 02. Dezember 2013):

- Agentur für Erneuerbare Energien. Berlin. Link: <http://www.unendlich-viel-energie.de> (Stichwort „Erdwärme“).
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2011). Tiefe Geothermie. Berlin. Link: [http://www.bmu.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/broschuere\\_geothermie\\_tief\\_bf.pdf](http://www.bmu.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/broschuere_geothermie_tief_bf.pdf).
- Bußmann, Werner u. a. (2012). Geothermie – Energie aus dem Innern der Erde. BINE-Fachbuch. Stuttgart.
- Geothermische Vereinigung – Bundesverband Geothermie e. V. Berlin. Link: <http://www.geothermie.de>.
- Geothermisches Informationssystem für Deutschland (GeotIS). Link: [www.geotis.de](http://www.geotis.de).
- Verein Deutscher Ingenieure (VDI). VDI-Richtlinie 4640 Blatt 1. Thermische Nutzung des Untergrunds - Grundlagen, Genehmigungen, Umweltaspekte. Düsseldorf. Link: <http://www.vdi.de>.