

Geothermie

Mario Karl Micu-Budisteanu
Leoben, 18.10.2020

1. Motivation

Die Suche nach saubereren Möglichkeiten, um den Primärenergiebedarf (Energie in ihrer ursprünglichen Form wie z.B. Kohle, Erdöl, Erdgas) zu decken, welcher mit Ausnahme der OECD-Ländern (eine weitere Ausnahme ist dabei Australien) kontinuierlich seit Jahren steigt, führt zu einer verbreiteten Nutzung der Geothermie [1]. Zwar liegt der Anteil der Geothermie in Deutschland unter 0,1% des Bruttostromverbrauchs, allerdings wurde eine Zuwachsrate von 5,5% zum Jahr 2018 verzeichnet (zum Vergleich: Windenergie liefert in Deutschland rund 19% des Bruttoenergiebedarfs bei einem Wachstum vom 6% gegenüber dem Vorjahr). Im Jahr wurde 2003 ein jährliches technisches Angebotspotenzial aus geothermischer Stromerzeugung von ca. 300 TWh/a für Deutschland ermittelt, was etwa der Hälfte der gegenwärtigen Bruttostromerzeugung dessen entspricht. Die Berechnungen in der Studie ermitteln einen nachhaltigen Nutzungszeitraum von eintausend Jahren für diese Form bei 50% geothermischer Gesamtstromerzeugung.

In Österreich hingegen liefert Geothermie einen kaum bemerkenswerten Anteil, welcher meist in Kombination mit anderen erneuerbaren Energieträgern ausgewiesen ist [2]. Unter Bezugnahme auf die gemeldeten Zahlen der österreichischen Betreiber in den Jahren 2017 und 2018 erreicht die direkte geothermische Nutzung derzeit $1,2 \text{ MW}_{\text{el}}$ ($2,74 \text{ GWh}_{\text{el}}$ pro Jahr) für die geothermische Stromerzeugung und $95,1 \text{ MW}_{\text{th}}$ ($315 \text{ GWh}_{\text{th}}$ pro Jahr) für die direkte Wärmenutzung (zum Vergleich: ein durchschnittlicher österreichischer Haushalt verbraucht etwa $4,4 \text{ MWh}$ elektrische Energie pro Jahr [3]). Das derzeit bekannte und technisch nutzbare Potenzial der tiefen Geothermie in Österreich liegt bei $700 \text{ MW}_{\text{th}}$ [4]. Damit könnte theoretisch der Anteil erneuerbarer Energie an der Fernwärmeproduktion von derzeit 46 % auf rund 70 % gehoben werden und somit zusätzlich ca. 1,3 Mio. Tonnen CO_2 pro Jahr eingespart werden (Nah-/Fernwärmeerzeugung gesamt im Jahr 2015 lag bei 25.000 GWh) [5] [6]. Die Geothermie wird zu den regenerativen Energiequellen gezählt, da ihr Potenzial als sehr groß und nach menschlichem Ermessen unerschöpflich gilt. Theoretisch würde allein die in den oberen drei Kilometern der Erdkruste gespeicherte Energie ausreichen, um die Welt für etwa 100.000 Jahre mit Energie zu versorgen. Allerdings ist nur ein sehr kleiner Teil dieser Energie technisch nutzbar. Geothermie ist wie Biomasse oder Wasserkraft bei der Stromerzeugung und nicht wärmegesteuerten Kraftwerken grundlastfähig.

2. Funktionsprinzip

Geothermie beschäftigt sich mit der im Untergrund vorhandenen Erdwärme. Wenngleich die Erdoberfläche im Regelfall als kalt empfunden wird, nimmt die Temperatur mit zunehmender Tiefe kontinuierlich zu und erreicht im Bereich des Erdkerns Temperaturen von über 4.000°C . Die stetig vom Erdinneren abgestrahlte

Wärme wird seit Jahrhunderten genutzt. In erster Linie zur Regeneration in natürlich aufgeheizten Thermalwässern – in jüngerer Zeit jedoch auch energiewirtschaftlich zur Gewinnung von emissionsfreier Energie. Die Temperatur des Erdinneren nimmt kontinuierlich mit der Tiefe zu (geothermische Tiefenstufe), im Durchschnitt etwa 30° C pro Kilometer in der Oberen Erdkruste (Lithosphäre).

In Mitteleuropa stellt die unterschiedliche Mächtigkeit der Lithosphäre einen wesentlichen geothermischen Parameter dar, wobei hohe Krustenmächtigkeiten verminderte Wärmestromdichten aufweisen. Die geringsten Wärmestromdichten Österreichs sind in den Nördlichen Kalkalpen und den Karawanken zu erwarten. Die höchsten Wärmestromdichten, gleichbedeutend mit den günstigsten thermischen Untergrundbedingungen, sind im Osten bzw. Südosten Österreichs zu finden (Teile Burgenlands sowie der Südoststeiermark). Weitreichende Tiefenwasser-Zirkulationssysteme bewirken zudem in Teilen Oberösterreichs (Innviertel, Hausruckviertel) überdurchschnittliche geothermische Verhältnisse. Bei der Nutzung unterscheidet man zwischen „tiefer Geothermie“ und „oberflächennaher Geothermie“. Gegenwärtig werden vor allem in der Oststeiermark sowie im Inn bzw. Hausruckviertel (OÖ) mit Hilfe „tiefer Geothermie“ natürliche Thermalwässer für Thermalbäder sowie für die Gewinnung von Heizwärme und Strom genutzt. Oberflächennahe Geothermie bezeichnet die thermische Nutzung des Untergrunds bis zu ca. 400 m Tiefe mittels Erdwärmesonden, Erdwärmekollektoren oder aus dem Grundwasser mittels Wärmepumpen, wobei diese Systeme in den Sommermonaten auch zur Raumkühlung eingesetzt werden können (Free Cooling). Bis in eine Tiefe von 10–15 m unterliegt die Erdtemperatur, geprägt durch den solaren Eintrag, jahreszeitlichen Schwankungen. Ab einer Tiefe von ca. 15 m ist die Temperatur im Erdreich über das Jahr hinweg nahezu konstant [7] [8].

3. Vorteile und Nachteile

Geothermische Energie lässt sich weitgehend CO₂-neutral gewinnen und steht bei geringem Flächenbedarf dauerhaft als grundlastfähige Energieform zur Verfügung. Sie steigert die Unabhängigkeit von fossilen Energieträgern und ist im Gegensatz zu diesen eine sehr kosten- bzw. preisstabile Energieform.

Die Nutzung geothermischer Energie bedeutet hohe Investitionskosten, bei Fündigkeit allerdings auch lange Lebensdauern von 30 bis 40 Jahren. Die teure Erschließungsbohrung birgt ein hohes Risiko (Wasserquantität und -qualität; es besteht auch das Risiko, dass nachteilige chemische Eigenschaften des Thermalwassers zu hohen Aufbereitungskosten für eine technische Nutzbarkeit führen können). Häufig reduzieren Betreiber ihr Bohrrisiko durch entsprechende Versicherungsangebote oder staatliche Risikofonds (falls vorhanden). Die Hebung und Re-Injektion des Thermalwassers kann unter Umständen hohe Stromkosten verursachen. Die in Österreich gewinnbare Niedertemperaturenergie kann in Wasserrohrleitungen nur begrenzt weit transportiert werden, weshalb sich nicht alle Vorkommen – auch langfristig nicht – wirtschaftlich erschließen lassen werden [5].

4. Quellen

- [1] „Energiestatistik,“ [Online]. Available: <https://energiestatistik.enerdata.net/gesamtenergie/welt-verbrauch-statistik.html>. [Zugriff am Oktober 2020].
- [2] „Umweltbundesamt Deutschland,“ [Online]. Available: <https://energiestatistik.enerdata.net/gesamtenergie/welt-verbrauch-statistik.html>. [Zugriff am Oktober 2020].
- [3] „Österreichs Energie,“ [Online]. Available: <https://oesterreichsenergie.at/daten-fakten-zum-stromverbrauch.html>. [Zugriff am Oktober 2020].
- [4] G. G. Johann Goldbrunner, „Geothermal Energy Use, Country Update for Austria,“ in *European Geothermal Congress 2019*, Den Haag, The Netherlands, 2019.
- [5] „Erneuerbare Energie,“ [Online]. Available: <https://www.erneuerbare-energie.at/geothermie>. [Zugriff am Oktober 2020].
- [6] „Fernwärme,“ [Online]. Available: https://www.fernwaerme.at/media/uploads/grafiken_2018/zasp2018_final.pdf. [Zugriff am Oktober 2020].
- [7] „Geologie,“ [Online]. Available: <http://www.geologie.ac.at/forschung-entwicklung/kartierung-landesaufnahme/energie/geothermie>. [Zugriff am Oktober 2020].
- [8] „Klimafonds Österreich,“ [Online]. Available: <https://www.klimafonds.gv.at/wp-content/uploads/sites/6/Klima-und-Energie-Wissen-kompakt-2018.pdf>. [Zugriff am Oktober 2020].