



Hennes Obermeyer¹ (MLS)

Stellenwert und Bedeutung der Geothermie für die Wärmeversorgung

Vortrag auf dem Kolloquium „Energiewende 2.0: Die ambivalente ‚Wärme‘ im Fokus der Wissenschaft und Wirtschaft, der Technik und Technologie“ am 19. Mai 2017 in Berlin

Veröffentlicht: 26. 08. 2017

Etwa 25% des Endenergieverbrauchs wird in Deutschland dazu verwendet den Wärmebedarf der Haushalte in einem Temperaturbereich von 20 bis 60° zu decken (dena/BMWi, AGEB 2015, 2013)

Für diesen niederenthalpischen Bereich böte sich der Einsatz von Wärmepumpen an. Seit dem Jahr 1987 sind in Deutschland etwa 350.000 Anlagen mit einer Leistung von ca. 4.400 MW installiert (BWP/BDH-Absatzstatistik Wärmepumpen). Bei einer Jahresarbeitsstundenzahl von 2500 haben damit Wärmepumpen einen Anteil von nur 2,2 % an der Wärmeerzeugung von 2212 PJ für Haushalte.

Dreißig Jahre nach der Einführung der Technologie ist dies ein enttäuschendes Resultat. Dabei ist die Technologiereife ist sehr hoch. Baukastensysteme aus externen und internen Wärmetauschern in Kombination mit hocheffizienten Wärmepumpen sind angebotsseitig über eine weite Skala verfügbar.

Welche Faktoren verhindern die breite Anwendung?

1. Geothermie-Wärmepumpen sind anwendbar bei niedrigen Vorlauftemperaturen. Dies wird erst bei Niedrigenergiehäusern der neuesten Generation erreicht.

2. Ein Entzug von $30\text{kWh}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$ gilt als problemlos möglich. Damit reduziert sich die oberflächennächste und damit günstigste Geothermie-Anwendung auf nach energetisch modernen Gesichtspunkten neu errichtete Ein- oder Zweifamilienhäuser. Für Mehrfamilienhäuser und andere Bestandsbauten sind tiefere Anwendungen erforderlich die sich bei Erdölpreisen von weniger als 75 \$/b nicht wirtschaftlich rechnen.

3. Hat die Geothermie insgesamt ein Imageproblem. Nicht immer wird zwischen den verschiedenen Anwendungsbereichen und Nutzhorizonten sauber unterschieden und die schlechten Erfahrungen der tiefen hochenthalpischen Geothermienutzung auf flache niederenthalpische Nutzungsformen übertragen. Hinzu kommen spektakuläre Schäden infolge unzureichender geologischer und technischer Betreuung der Bohrungen bei mitteltiefen Applikationen, beispielsweise in Staufen oder in Wiesbaden. Selbst in ultraflachen Anwendungen kam es in den Anfangsjahren nach Erhebung des Verfassers bei einem Drittel der installierten Anlagen durch Falschdimensionierung der Wärmetauscher zu Permafrostschäden. Wärmetauscherplatten und -körbe sind eigentlich weniger auf geothermische als auf solare Wärmeenergie auszulegen.

Gefahren und Risiken der flachen Geothermie-Nutzung
1. Permafrost und Wachstumsverzögerungen
2. Hebung infolge Anhydrit-Quellung (Staufen)
3. Hebung infolge Sulfidoxidation
4. Kontrollverlust über artesische Aquifere
5. Mikrobiologische Veränderungen durch Veränderung der Grundwassertemperatur

¹ Inspekt e.G., Karlsruhe

Die Tabelle "Gefahren und Risiken der flachen Geothermie-Nutzung" lässt klar erkennen, dass die Unwägbarkeiten überwiegend als Geo-Risiken auftreten. Damit in der Zukunft die flache Geothermie-Nutzung eine nennenswerte Rolle spielt, ist es erforderlich die Zielhorizonte zwischen 15 und 400 m sicher und kostengünstig zu erschließen.

Da seit einigen Jahren der Innovationszyklus sich an die Amortisationsdauer anzupassen scheint, ist die Installation von Geothermie-Wärmetauscheranlagen attraktiver geworden. Dies drückt sich in Zahlen aus: 2/3 der Anlagen sind in den letzten zehn Jahren gebaut worden. Es kann daher in Zukunft damit gerechnet werden, dass sich bei der weiteren energetischen Optimierung der Bauweise der Anteil der Geothermie-Wärme deutlich erhöht. Bis ins Jahr 2030 ist eine Netto-Wärmeleistung von 800 PJ/a im Bereich des Möglichen.

Ein anderer und meiner Meinung nach vielversprechender Ansatz ist die Speicherung industrieller Abwärme im Boden und die spätere Rückgewinnung.

Es darf nicht übersehen werden, dass die Primärenergienutzung der Industrie stets als Abwärme endet. Industrielle Präzisionsprozesse erfordern heute in vielen Fällen isotherme Produktionsbedingungen und so sind die Faktoren "Kühlen und Abführen der Abwärme" und "Kraft-Wärme-Kopplung" Schlüsseltechnologien. Hierbei bieten sich drei Pfade an: Nah/Fernwärmeversorgungssysteme mit den bekannten Problemen bei der Steuerungstechnik und hohen Investitionskosten, Latentwärmespeicher oftmals mit Problemen mit der Chemikalienfreisetzung oder die Speicherung der Wärme im Gestein. Bezogen auf das Volumen haben Gesteine oder Böden etwa 50% der Wärmekapazität von Wasser und eignen sich deshalb solange sie oberhalb der Grundwasseroberfläche liegen als temporärer Wärmespeicher. Alternativ käme die Wärmespeicherung in sog. Hochleistungsenergiepfählen oder in Wärmetanks in Frage. Die Entwicklung der Speichertechnologien divergiert derzeit, ein klares Indiz für einen demand-pull-Effekt. Energieeffiziente und kostengünstige System lassen sich bereits projektieren.

Die Speicherung von Abwärme im Gestein hat gegenüber der reinen Geothermie-Nutzung den besonderen Vorteil, dass sie in Ballungsgebieten attraktiv ist. Die Anlagen können im Bestand installiert werden. Besonders geeignet sind auch zu klimatisierende Gebäude mit großen Glasflächen. Beispielsweise kann die Wärmeenergie, die Flughafengebäuden im Sommer zur Klimatisierung entzogen werden muss, unter den Verkehrsflächen des Flughafens gespeichert werden, mit der Folge, dass letztere den Winter über schnee- und eisfrei bleiben und nicht geräumt werden müssen.

Ein anderer Pfad, der zukünftig interessant sein könnte, ist die geothermische Wärmeextraktion mit überkritischem Kohlenstoffdioxid als Wärmetauscherflüssigkeit. Da einerseits damit gerechnet werden kann, dass Kohlenstoffdioxid künftig zum Quasi-Nulltarif verfügbar sein dürfte, andererseits die Ambitionen der tiefen Geothermie-Nutzung bei Zielhorizonttiefen von 4000 bis 6000 m ins Leere laufen werden, zum dritten die Versenkung von Kohlendioxid eine Brückentechnologie bis zum Ende der wirtschaftlichen Ausbeutung der Erdöl/Erdgas-Lagerstätten sein wird, ist die Nutzung von flüssigem Kohlenstoffdioxid in niedrigen Exploitationstiefen von 1000 bis 3000 m in unterschiedlichen Bohrlochkonfigurationen durchaus vorstellbar. Hier sollte die Nutzung von erschöpften Erdgasbohrungen, die im niedersächsischen Bereich das Rotliegende erschlossen haben, für ein Pilotprojekt angedacht werden.

Wasser hat zwar eine größere Wärmekapazität als Kohlenstoffdioxid, aber dies wird durch die größere Durchflusskapazität kompensiert (Pruess 2006). Die höhere Mobilität des Kohlenstoffdioxid im Gestein ermöglicht den Einsatz auch bei niedrig durchlässigen Gesteinsschichten so dass mehr Wärme extrahiert werden kann als mit Wasser (Pruess 2006b). Kohlenstoffdioxid ist grob vergleichbar mit Wasser, bietet aber einen großen Vorteil in Bezug auf die Bohrlochhydraulik. Die Druckunterschiede zwischen der Einspritzung und dem Produktionsdruck am Bohrlochkopf sind mit dem weitaus stärkeren Auftrieb nahezu viermal höher als bei Wasser, was für den Betrieb des Systems weniger Energie benötigt (Pruess 2006b).

Nachteilig könnte sein, dass die Wärmelagerstätte zunächst mit Kohlenstoffdioxid als Wärmeübertragerflüssigkeit aufgeladen werden muss. Verluste werden durch Speicherung des Kohlenstoffdioxids im Untergrund auftreten die jedoch als positiver Kohlenstoffdioxid-Footprint verbucht werden können. Insgesamt wird die gesamte Energiegewinnung eine negative

Kohlenstoffdioxid-Bilanz haben, was ein einzigartiger Ansatz ist.

Literatur

BWP/BDH-Absatzstatistik Wärmepumpen

dena/BMWi, AGEB 2015, 2013:

Pruess, K. (2006): On CO₂ Behavior in the Subsurface, Following Leakage from a Geologic Storage Reservoir. Berkeley, Calif., Oak Ridge, Tenn.: Lawrence Berkeley National Laboratory; distributed by the Office of Scientific and Technical Information, U.S. Dept. of Energy.

Pruess, K. (2006b): Numerical Modeling of CO₂ Sequestration in Geologic Formations -Recent Results and Open Challenges. Berkeley, Calif., Oak Ridge, Tenn.: Lawrence Berkeley National Laboratory; distributed by the Office of Scientific and Technical Information, U.S. Dept. of Energy.

Adresse des Verfassers: hennes.obermeyer@inspekt.de