Energie aus Höhe und Tiefe:

Wie Solarthermie die Erdsonde regeneriert

Im urbanen Raum sind Erdsonden-Wärmepumpen eine beliebte Lösung für den Heizungsersatz hin zu erneuerbaren Energien. Sie versprechen höhere Leistungsziffern und einen leiseren Betrieb als Luftwärmepumpen, weshalb sie in dicht besiedelten Gebieten oft zur Anwendung kommen. Eine Regeneration der Erdwärmesonden ist in jedem Fall sinnvoll.

Text und Bilder **Jenni Energietechnik AG**

Wie effizient eine Erdsonden-Wärmepumpe längerfristig läuft und ob die Wärme aus dem Boden wirklich erneuerbar ist, hängt von verschiedenen Faktoren ab. Da gerade in Gebieten, in denen Erdsondenbohrungen erlaubt sind, viele Nachbargrundstücke auch Erdwärmesonden besitzen, kann der seitliche Wärmenachfluss geringer sein als erwartet. Deshalb ist es oft nötig, die Sonde zu entlasten oder zu regenerieren.

Warum Sondenregeneration: Energie kommt von oben

Die überwiegende Wärme, welche auf ca. 200 Meter Tiefe auffindbar ist, fliesst von der Seite nach. Unter optimalen Bedingungen, ohne andere Sonden in der Umgebung und bei geeigneter Bodenbeschaffenheit, kann der Boden langfristig als Wärmequelle dienen. Jedoch kann die gegenseitige Beeinflussung benachbarter Sonden im Laufe der Zeit zu einer signifikanten Abkühlung des Bodens führen.

Ökonomischer Betrieb

Idealerweise kühlt das Erdreich um die Sonde auch über die Jahre nicht aus. Die Arbeitstemperatur der Erdwärmesonde sollte nicht wesentlich unter 0 °C sinken, damit das umliegende Erdreich nicht gefrieren kann. SIA 384/6 verlangt deshalb eine minimale Mitteltemperatur zwischen Vor- und Rücklauf von –1,5 °C. Diese soll zudem erst nach 50 Betriebsjahren erreicht werden. In der kältesten Periode des Jahres, im Monat Januar oder Februar, wird die tiefste Temperatur erreicht.

Läuft die Wärmepumpe auf solch kalten Temperaturen, wird die Wärmeausbeute im Verhältnis zum aufgewendeten Strom immer kleiner. Ab einem gewissen Punkt kann sie so klein werden, dass der Effizienzvorteil gegenüber einer Luftwärmepumpe komplett verschwindet.

Leistungsstarke Erdsondenwärmepumpen im urbanen Gebiet ohne Regeneration bedienen sich zudem an der Wärmekapazität von benachbarten Grundstücken.

Lösungsansätze: Solarwärme, Freecooling, aktive Regeneration

Zur Entlastung bzw. Stützung von Erdsonden gibt es verschiedene Möglichkeiten: Durch aktives «nicht Betreiben» im Sommer, wenn z. B. das Warmwasser mit einer Solaranlage oder einem Wärmepumpenboiler gemacht wird, hat die Sonde Zeit, sich zu erholen.

Verglaste Sonnenkollektoren haben pro Quadratmeter einen 3- bis 4-mal höheren Energie-Ertrag als PV! Sie eignen sich hervorragend zur Warmwasserbereitstellung, Heizungsunterstützung und Sondenregeneration durch den Sommer. Auch können mit Solarthermie komplexe Dach-Geometrien nutzbar gemacht werden.

Solarwärme: Grossflächenkollektoren ermöglichen eine effiziente Ausführung.

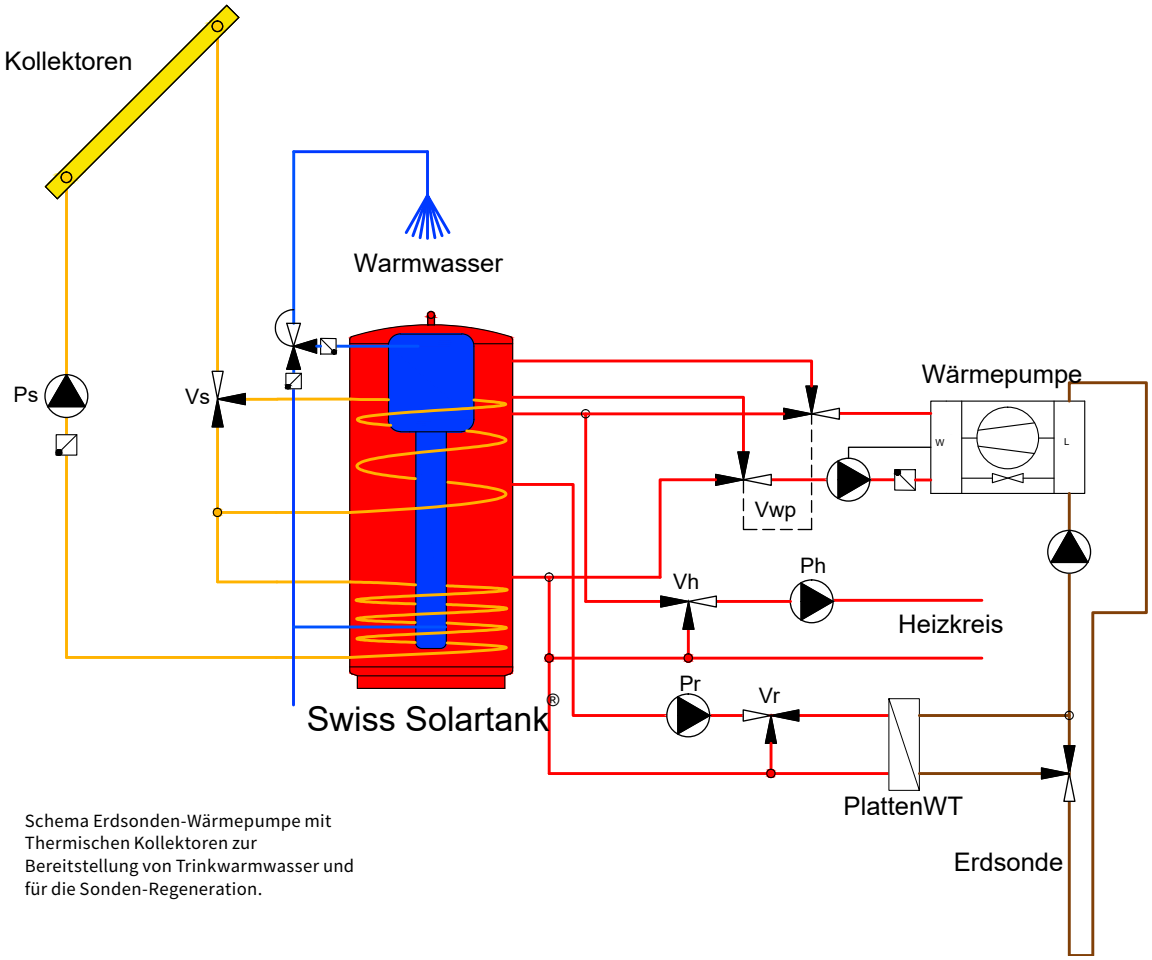
Durch Freecooling kann der Sonde im Sommer ein Teil der entnommenen Energie zurückgegeben werden und das Gebäude gekühlt werden.
Die Regeneration durch Freecooling ist jedoch typischerweise in einem recht kleinen Verhältnis zur entnommenen Wärme. Freecooling dient deshalb höchstens als Entlastung.

Aktive Regeneration: Damit die Erdsonden-Wärmepumpe langfristig eine hohe Arbeitszahl behält, sollte die Sonde aktiv in einem nennenswerten Verhältnis regeneriert werden. Dies ist in urbanen Gebieten am besten mit thermischen Kollektoren möglich; weil mit den verglasten Kollektoren im Sommer auch die Warmwassererwärmung einfach bereitgestellt werden kann, wird hier nun dieser Lösungsansatz präsentiert.

Vorteile der aktiven Regeneration mit Solarwärme

Längere Lebensdauer Verdichter: Mithilfe der thermischen Kollektoren kann mit minimalem Stromaufwand für die Solarumwälzpumpe vom Frühling bis in den Herbst das Trinkwarmwasser direkt bereitgestellt werden. Dies schont den Wärmepumpenkompressor.

Sehr hoher Flächenertrag: Die Regeneration ermöglicht eine optimale Nutzung der Kollektoren auch während des Sommers, was zu sehr hohen Erträgen pro Quadrat-



Schema Erdsonden-Wärmepumpe mit Thermischen Kollektoren zur Bereitstellung von Trinkwarmwasser und für die Sonden-Regeneration.

meter und Jahr führt. Typischerweise zwischen 500 – 650 kWh/m².

Saisonale Speicherung: Durch solare Regeneration kann kurz- und langfristig eine bessere Jahresarbeitszahl erzielt werden, da die Sonde wärmer ist und über die Jahre weniger stark abkühlt. So hilft die Wärme aus dem Sommer im Winter den Strombedarf zu verringern.

Neue Wärmepumpe auf alte Sonde

Neue Erdsonden-Wärmepumpen haben heute bessere Leistungsziffern als ältere Modelle noch vor einigen Jahren, was bedeutet, dass sie dieselbe Heizenergie mit mehr Energie aus dem Boden und weniger elektrischer Energie bereitstellen, was sehr erfreulich ist. Das heisst aber auch, dass eine neue Wärmepumpe eine Erdsonde stärker belastet. Zudem wurden alte Erdsonden mit optimistischeren Leistungen pro Meter ausgelegt. Deshalb kann es zielführend sein, anstelle einer neuen Bohrung die alte Sonde aktiv zu regenerieren.

Aktive Regeneration

Mögliche Umsetzung (vgl. Schema): Im Winter erfolgt der Wärmepumpenbetrieb auf den Kombispeicher. Die Wärmepumpe läuft gleitend nach Vorlaufsolltemperatur. Wenn die Trinkwarmwassertemperatur nicht mehr gewährleistet ist, schalten die beiden Ventile Vwp nach oben und die Warmwasserladung wird gemacht.

Scheint die Sonne aufs Dach, schaltet Ps ein und die Sonnenkollektoren erwärmen den Kombispeicher zuerst im unteren Bereich. Sobald die Vorlauftemperatur wärmer ist als der Speicher oben, wird das Ventil Vs umgeschaltet und der ganze Speicher erwärmt. Wenn in der Übergangszeit der Solarertrag genügend hoch ist, um das Warmwasser und die restliche Heizung abzudecken, steht die Wärmepumpe still und die Sonde kann sich erholen.

Sobald der Warmwasserbedarf gedeckt ist und der Heizkreis aus ist, kann die Solarwärme zur Regeneration genutzt werden.

Die Sondenregeneration erfolgt über einen Regenerations-Mischerkreis Pr und Vr und Plattentauscher nach «Einspritz»-System. Dies erlaubt die gleichmässige Wärmeabgabe an die Sonde und die Kontrolle der Rücklauftemperatur. Der Speicher kann so die Wärme über 24 Stunden an die Sonde abgeben. Es wird die Sondeneintritt- und Speicherrücklauftemperatur geregelt und überwacht.

Grobes Rechenbeispiel einer Anlage

Ein Zweifamilienhaus mit 15 kW Heizleistung und einem Energiebedarf von ca. 30 000 kWh pro Jahr bezieht mit einer Wärmepumpe mit Jahresarbeitszahl 4 grob 22 500 kWh aus der Erdsonde.

Damit die Sonde zu 100 % regeneriert werden könnte, müsste man inklusive Verluste an Nachbar-Grundstücke ca. 30 000 kWh in die Sonde zurückspeisen. Mit einem Flächenertrag von 600 kWh/m² und Jahr ergeben sich daraus 50 m².

Das Rechenbeispiel vernachlässigt den Trinkwarmwasserbedarf und Direktnutzung der solaren Wärme, da sich diese in etwa die Waage halten, und dient nur der Veranschaulichung.

In der Praxis ist aber die 100 %-Regeneration wegen Teil-Wärmezuströmung oft nicht nötig und es können bereits mit kleineren Flächen gute Resultate erzielt werden. Oft werden je nach Gegebenheiten ca. 20 – 40 m² Kollektoren verwendet.

Weshalb ist Solarthermie insbesondere in urbanen Gebieten sinnvoll?

Thermische Kollektoren können an fast jede Dachform angepasst werden. So kann insbesondere auf Altbauten und im städtischen Gebiet jede noch so herausfordernde Dachfläche für die Energiegewinnung aktiviert werden. Gerade in Städten und Mehrfamilienhäusern ist das Verhältnis von Dachfläche zu Bewohnerzahl besonders klein und es besteht ein hoher Trinkwarmwasserbedarf. Insgesamt macht eine möglichst hohe lokale Energiegewinnung in Form von Warmwasser dort, wo es auch gebraucht wird, am meisten Sinn. Durch die geringen Kollektorbetriebstemperaturen für die Sondenregeneration lässt sich die Dachfläche optimal nutzen.

Moderne Solarwärmekollektoren sind auch in Sonderformaten lieferbar. Grossflächenkollektoren ermöglichen eine effiziente Umsetzung.

Herausforderungen

Um eine langfristig zuverlässige Sondenregeneration zu erreichen, ist ein gutes Konzept, Steuerung und Überwachung notwendig. Es muss unbedingt verhindert werden, dass sich Kondensat am Speicher oder in den verglasten Kollektoren bildet. Dies führt zu einer Verkürzung der Lebensdauer. Auch sollte die Sonde durch die Regeneration nicht überhitzt werden, da sonst das Erdreich um die Sonde austrocknen kann oder die Sondenleitungen überbelastet werden.

Eine Möglichkeit bieten die vorverrohrten Speicher von Jenni Energietechnik AG. Sie haben die nötigen Armaturen bereits aufgebaut, was Fehler bei der Umsetzung von anspruchsvollen Hydrauliken verhindert. Auch kann die Regelung steckerfertig vorverkabelt werden und so die Installationszeit weiter verringert werden.

Beispiel Erdsonden-Anlage in Yverdon

Markus Bärtschi in Yverdon ist zufrieden mit seiner Erdwärmesonden-Wärmepumpe mit Regeneration durch Solarwärme: «Dank der Solarthermie-Anlage in Kombination mit einer Erdsonden-Wärmepumpe erreichen wir eine sehr hohe Jahresarbeitszahl. Zudem steht die Wärmepumpe 6 –

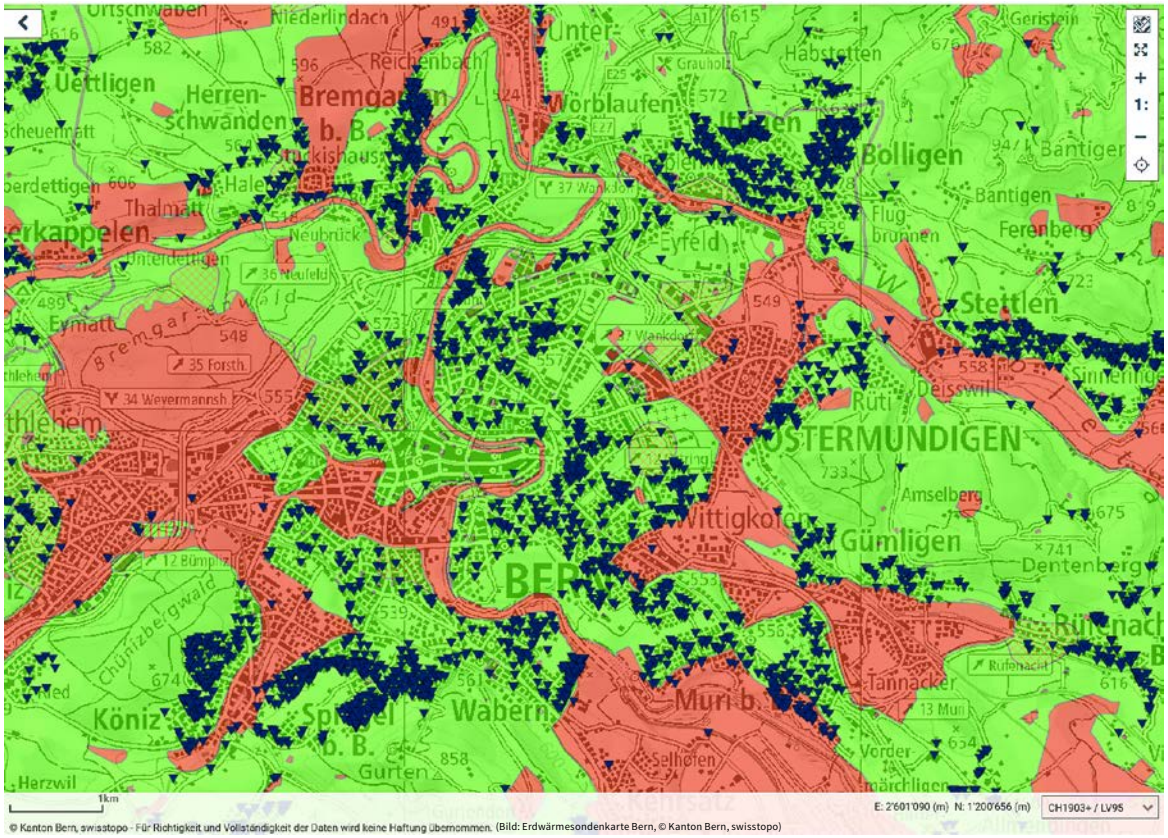
8 Monate pro Jahr, da die Solarthermie neben der Sondenregeneration auch die Warmwasserladung komplett übernimmt.

Im Jahr 2023 haben wir unsere Gastherme durch eine CTA-Optiheat-OH 1-8es-Erdsonden-Wärmepumpe ersetzt. Die bestehende 23-m²-Solarthermieanlage, die auf einen 3-m³-Kombispeicher von Jenni Energietechnik AG heizt, wird nun auch zum Stützen der Erdsonde genutzt. Von der Übergangszeit an steht die Wärmepumpe still und die Solarthermieanlage übernimmt die Warmwassererwärmung. So haben wir an der Wärmepumpe von September 2023 bis April 2024 nur 1578 kWh Stromverbrauch gemessen, bisher war der Gasverbrauch ca. 8000

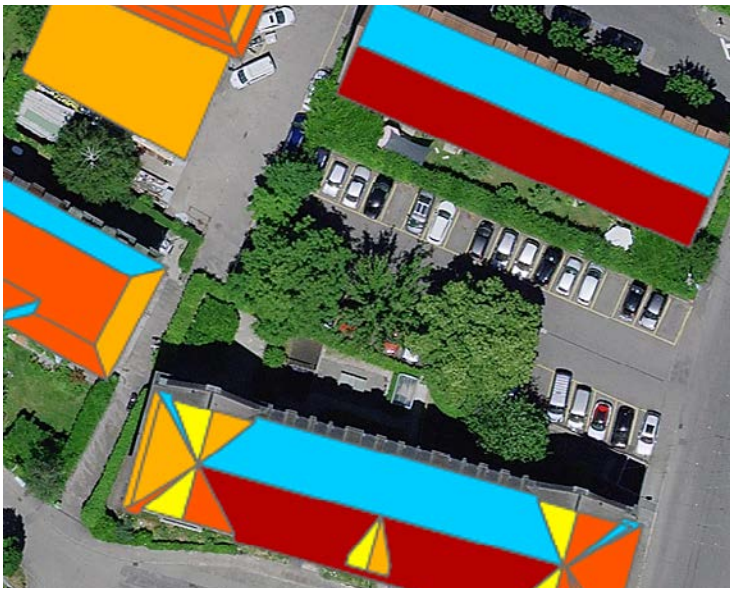
– 9000 kWh/Jahr. Die Erdsondentemperatur wurde Anfang Winter auf 15 °C geladen und Ende Winter sind wir bei 10 – 12 °C angekommen. Was laut dem Datenblatt der Wärmepumpe einen COP zwischen 4 (Trinkwarmwasser) und 6 – 7 (Heizung) ergibt. Dies wird auch in etwa im Stromverbrauch widerspiegelt.»

Pumpengruppe und Plattentauscher für Regeneration der Erdsonde. Objekt Bärtschi, Yverdon.

jenni.ch



Dort, wo Sondenbohrungen erlaubt sind, gibt es schnell eine Anhäufung, welche die kurz- und langfristigen Wärmeerträge deutlich schmälert, wenn das Erdreich nicht regeneriert wird.



(Bilder: sonnendach.ch)

Städtische Dächer scheinen oft ein beträchtliches Energiepotential zu haben, doch in Wirklichkeit weisen sie oft zu komplexe Formen auf. Nichtsdestotrotz sollte so viel Energie wie möglich auf den Dächern gewonnen werden, wo sie benötigt wird, und in der Form, wie sie genutzt wird. Daher ist die effiziente und maximale Nutzung der Dachflächen umso wichtiger.

Legende
Solarenergie: Eignung Dächer

- Nicht bestimmt
- Gering
- Mittel
- Gut
- Sehr gut
- Top