

Kombination einer Gaswärmepumpe mit Geothermie und Solarwärmenutzung

Im Rahmen der Modernisierung einer Behinderteneinrichtung in Berlin wurde eine Gas-Absorptionswärmepumpe mit Geothermie und Solarwärme gekoppelt. Im Ergebnis werden die CO₂-Emissionen und der Primärenergieverbrauch deutlich reduziert.

Steigende Energiepreise und der fortschreitende Klimawandel unterstreichen den Bedarf an Primärenergie einsparenden Maßnahmen. Im Bereich Gebäudebeheizung und Klimatisierung bieten Wärmepumpen ein großes Einsparungspotenzial. Die in den letzten Jahren kontinuierlich steigende Nachfrage nach diesen Geräten ruft jedoch auch Kritiker auf den Plan. Sie sehen in dem Boom der Wärmepumpentechnik eine Verschärfung auf dem Strommarkt. Denn durch den Einsatz von elektrisch angetriebenen Wärmepumpen werden immer mehr Gebäude mit Strom beheizt. Dies zieht den Ausbau von Kraftwerkskapazitäten und eine hohe Belastung der Stromnetze nach sich. Gas-Absorptionswärmepumpen hingegen können diesem Trend entgegenwirken. Sie nutzen entweder Erdgas oder Flüssiggas direkt als Primärenergie und arbeiten mit einem thermischen Verdichter. Diese Wärmepumpentechnik eignet sich auch ideal für die Nutzung neuer und innovativer Wärmequellenkonzepte, z. B. in Kombination mit Geothermie und thermischen Solarsystemen.

Gas-Absorptionswärmepumpen – die Technik

Albert Einstein und Leo Szilard haben dieser Technik entscheidend zum Durchbruch verholfen. Diese Variante der Absorptionstechnik basiert auf dem Stoffpaar Wasser und Ammoniak. Die genial einfache und zuverlässige Technik verzichtet nahezu komplett auf bewegliche – und damit verschleißbehaftete – Teile im Kältekreis. Durch eine kontinuierliche Weiterentwicklung konnte die Effizienz stetig gesteigert werden. Von den millionenfach bewährten lautlosen Absorptionskühlschränken in Hotelminibars über die weit verbreiteten gasbetriebenen Kaltwassererzeuger wurde im Jahr 2003 die erste Generation der Gas-Absorptionswärmepumpen in den Markt eingeführt. Nach mehreren tausend verkauften Einheiten ist seit Ende 2008 die zweite Gerätegeneration auf dem Markt verfügbar. Neu ist die Brennwertnutzung, die die Geräte deutlich effizienter macht.

Gas-Absorptionswärmepumpen werden in erster Linie in Mehrfamilienhäusern so-

wie Gewerbe- und Industriebauten eingesetzt. Sie kombinieren die zuverlässige Technik eines hocheffizienten Brennwertkessels mit der Wärmepumpenfunktion. Dadurch wird zusätzlich Energie aus einer erneuerbaren Energiequelle für Heizzwecke nutzbar gemacht. Somit kann eine auf den Gaseinsatz bezogene Effizienz von über 170 Prozent erreicht werden. Neben der hohen Effizienz punktet die Technik auch mit einer großen Bandbreite an Einsatzmöglichkeiten. Hohe Vorlauftemperaturen von bis zu 65 °C auf der Heizungsseite garantieren Kompatibilität zu nahezu jedem Verteilsystem. Damit eignen sich die Wärmepumpen auch sehr gut für Sanierungsobjekte. Auf der Wärmequellen-seite eröffnet die Bandbreite zwischen -5 °C und +45 °C eine enorme Vielfalt an Einsatzmöglichkeiten – so auch die Kopplung mit thermischen Solaranlagen.

Thermische Solarsysteme – konventionell betrieben

Seit den 90er-Jahren sind thermische Solaranlagen auf vielen Dächern Standard. Sie werden vorwiegend zur unterstützen der Trinkwassererwärmung eingesetzt. Immer häufiger kommt die Heizungsunterstützung hinzu. Größtes Problem der Solarsysteme ist, dass die Wärmegewinnung dann am größten ist, wenn im Gebäude der geringste Bedarf besteht. Große Speichersysteme können diesen Effekt zwar ein wenig mindern, sie sind jedoch auf Grund hoher Anschaffungskosten, zu geringer Kapazität und hohen Wärmeverlusten meist unwirtschaftlich. Es stellt sich also die Frage nach einem System, das auch bei niedrigen Einstrahlungswerten Solar-energie aufnimmt.

Praxisbeispiel – Pastor-Braune-Haus

Das Pastor-Braune-Haus in Berlin zeigt die erfolgreiche Umsetzung eines solchen Konzeptes: Hier wurden Geothermie und Solarwärme mit Gas-Absorptionswärmepumpen gekoppelt.



Abb. 1: Heizzentrale im Pastor-Braune-Haus: Die Wärmepumpen wurden kompakt in zwei Dreier-Reihen aufgestellt. Die Anlage mit 220 kW Heizleistung nimmt nur 12 m² Platz in Anspruch.

Quelle: Robur GmbH

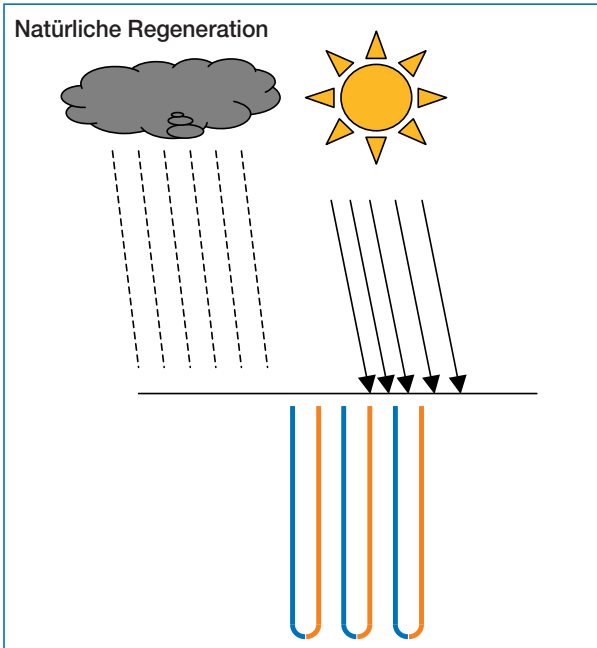


Abb. 2: Wird dem Erdreich über Erdsonden oder Erdkollektoren Energie entnommen, so regeneriert sich dieses auf natürliche Weise durch solare Einstrahlung und eindringendes Regenwasser. Nur ein verschwindend geringer Teil strömt aus dem Inneren der Erde.

Quelle: Robur GmbH

chen. Diese Energie kommt nicht, wie fälschlicherweise oft angenommen, aus dem Inneren der Erde. In den obersten Schichten der bis zu 40 Kilometer dicken Erdkruste kommen rund 99 Prozent des Energieeintrages von der Sonne und von eindringendem Regenwasser (Abb. 2). Weniger als ein Prozent der nachströmenden Energie stammt aus dem Erdinneren.

Gerade in dicht bebauten Gebieten wie Berlin wird eine natürliche Regeneration des Erdreichs erschwert, da nur wenige nicht versiegelte Flächen verbleiben. Es ist nachvollziehbar, dass sich die Erdreichtemperatur über die Jahre absenkt, wenn nicht aktiv entgegengewirkt wird. Häufig werden Gebäude mit geothermischen Wärmepumpenanlagen im Sommer über die Erdwärmesonden gekühlt. Es kann so ein Teil der Energie wieder in das Erdreich zurückgeführt werden. Aber selbst damit ist meist noch kein Ausgleich in der Jahresbilanz zu erreichen. Im vorliegenden Fall ist eine Kühlung des Gebäudes nicht vorgesehen bzw. nicht notwendig gewesen. Darum musste eine andere Möglichkeit gefunden werden, die strengen Vorgaben einzuhalten: die Integration eines Solar-Absorberfeldes in den Geothermie-Wärmepumpen-Verbund (Abb. 3a). Auf dem Dach des Gebäudes wurden 170 m² Absorberfläche installiert, um die Solarenergie aktiv in das Erdreich einzubringen (Abb. 3b).

Die kostengünstigen Absorbermatten werden häufig für die sommerliche Beheizung von Schwimmbädern eingesetzt, sie eignen sich aber auch gut für die Kopplung

Die 1965 errichtete Behinderteneinrichtung Pastor-Braune-Haus wurde 2007 grundlegend saniert. Eine der Hauptmaßnahmen war der Tausch der über 20 Jahre alten Ölheizung gegen eine moderne Gas-Absorptionswärmepumpenanlage mit Brennwert-Spitzenlastkessel. Neben den Flächenheizsystemen zur Gebäudebeheizung waren verschiedene Lüftungsgeräte und ein Schwimmbad mit Wärme zu versorgen. Zum Einsatz kamen sechs Sole/Wasser-Wärmepumpen vom Typ ROBUR GAHP-W LB mit einer Gesamtheizleistung von rund 220 kW sowie ein Spitzenlastkessel mit 170 kW (Abb. 1). Als regenerative Energiequelle wurden für die Wärmepumpen 20 Erdsonden à 150 Meter gebohrt. Die Wärmepumpenanlage dient nur zur Beheizung des Gebäudes, eine sommerliche Kühlung ist nicht vorgesehen.

Immer mehr Regionen in Deutschland – so auch Berlin – knüpfen die Erteilung der Genehmigungen für Geothermieanlagen an bestimmte Kriterien. Das Berliner Wassergesetz schreibt vor, den Energiehaushalt – und damit die Jahresmitteltemperatur des Erdreichs – ausgeglichen zu halten. Pro Jahreszyklus darf nur eine Schwankung von +/- einem Kelvin auftreten. Wird im Winter mit einer geothermischen Wärmepumpe geheizt, entzieht man dem Erdreich Energie. Bei neu installierten Anlagen ist über die ersten 10 bis 15 Betriebsjahre ein kontinuierlich abfallendes Temperaturniveau im Erdreich festzustellen. Dabei bildet sich eine immer tiefere Temperatursenke aus, um ein Nachströmen von Energie aus dem umgebenden Erdreich zu ermögli-

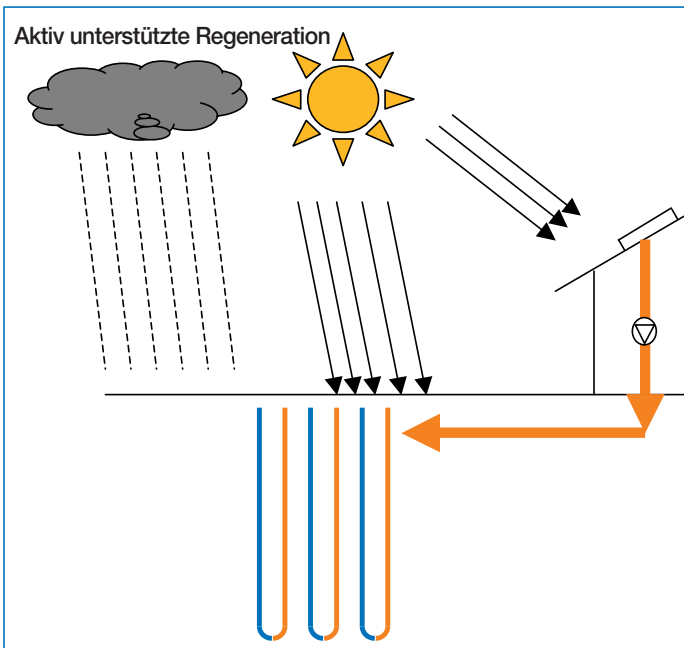
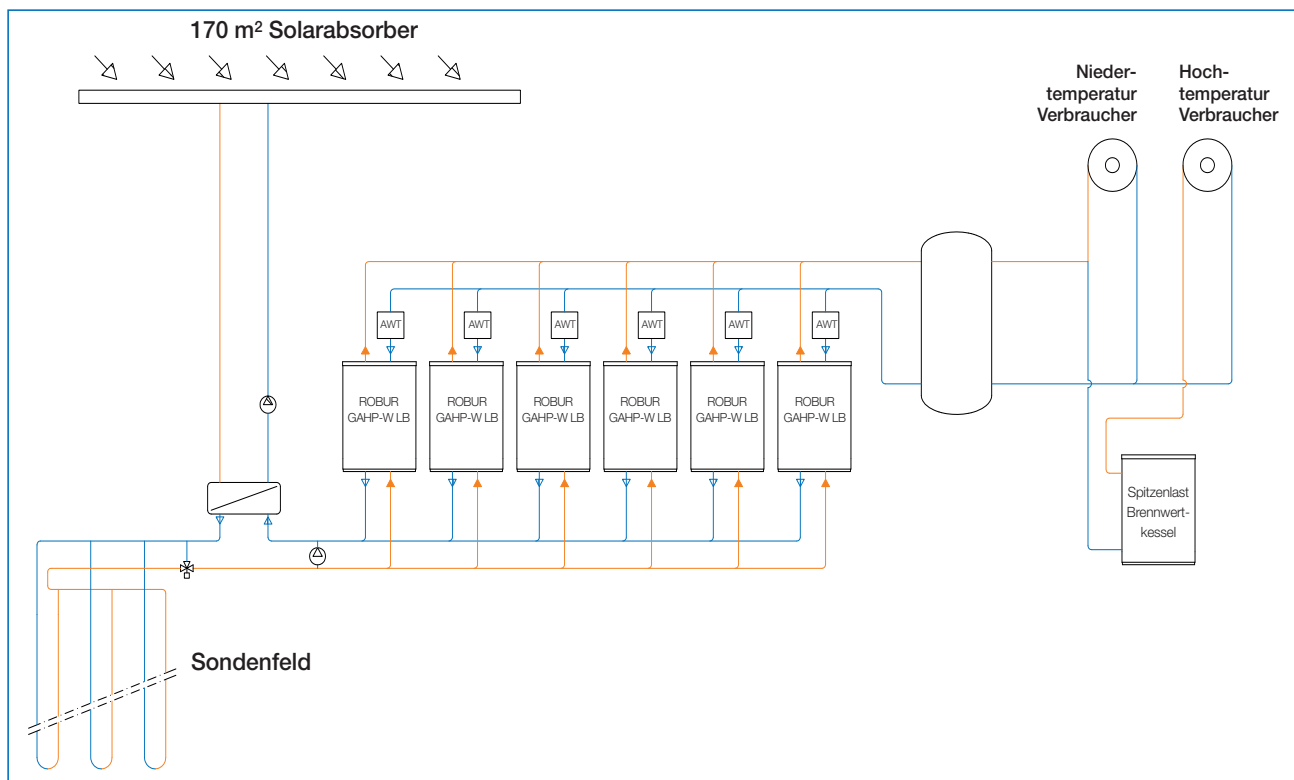


Abb. 3a + b: Das aus konventionellen Schwimmbadabsorbern aufgebaute Absorberfeld kann auch schon bei geringen Einstrahlungswerten seinen Betrieb aufnehmen und das Erdreich regenerieren.

Quelle: Robur GmbH



Quelle: Robur GmbH

Abb. 4: Vereinfachte Darstellung des Anlagenkonzeptes im Pastor-Braune-Haus

mit Geothermieanlagen. Die Solarenergie kann über einen langen Zeitraum im Jahr „geerntet“ werden und der Wärmepumpe direkt als regenerative Energiequelle oder den Erdsonden als Regenerationsenergie zugeführt werden.

Eine in der Projektierungsphase aufgestellte Kalkulation ergab, dass das Absorberfeld deutlich weniger Energie über das Jahr bereitstellen kann, als dem Erdreich entnommen wird. Die Absorber werden somit neben der ohnehin stattfindenden natürlichen Regeneration als unterstützende Komponente eingesetzt. Das heißt, die Absorber können ganzjährig betrieben werden, sobald sich eine Übertemperatur zum Erdreich hin einstellt. Diese Tatsache lässt eine sehr einfache Regelungstechnik zu, die einen zuverlässigen Anlagenbetrieb sicherstellt und ohne Spezialkenntnisse beherrschbar ist (Abb. 4). Oft scheitern interessante und innovative Konzepte an komplexen Regelungsaufgaben, die sich entweder finanziell nicht darstellen lassen oder einen unüberschaubaren Regelalgorithmus benötigen.

Die mit Sole gefüllten Absorber geben über einen Platten-Wärmeübertrager die Energie in den Solekreislauf zwischen Wärmepumpenanlage und Geothermiefeld ab. Sind während des Absorberbetriebs die Wärmepumpen aktiv, so kann über den Mischer direkt warme Sole in den Sollerücklauf beigemischt werden. Sind die

Wärmepumpen nicht aktiv, sorgt die Umwälzpumpe im Bypass zwischen Sondenvorlauf und Sondenrücklauf für eine Zirkulation im System und leitet die am Platten-Wärmeübertrager übernommene Energie in das Erdreich.

Heizungsseitig ist die parallel verrohrte Wärmepumpenkaskade mit zwei Pufferspeichern à 1.000 Liter verbunden. Im Heizungsrücklauf sind zwischen Pufferspeicher und Wärmepumpe Abgaswärmetauscher eingebunden. Das Heizsystem gliedert sich in Hoch- und Niedertemperaturnetz. Während das Niedertemperaturnetz zur Versorgung der Flächenheizung direkt vom Speicher versorgt wird, ist für das Hochtemperaturnetz ein Brennwertkessel zur Temperaturerhebung integriert. Dieses Hochtemperaturnetz bedient diverse Lüftungsanlagen, die Trinkwarmwasserbereitung und ein im Gebäude integriertes Schwimmbad mit verschiedenen Becken.

Die Anfang 2008 in Betrieb genommene Anlage hat von Beginn an überzeugt. Die Wärmepumpenkaskade konnte bereits in den ersten Betriebsmonaten ihre robuste und störungsarme Technik unter Beweis stellen. Der Solar-Geothermie-Verbund arbeitete dank einer sorgfältigen Planung der Hydraulik und der Regelung ebenfalls störungsfrei. Eine Auflage der Behörden ist es, dass Theorie und Praxis tatsächlich

zusammenpassen und das Erdreich durch die Geothermienutzung nicht maßgeblich beeinflusst wird. Das Erdreich im Sondenfeld wird deshalb mit einer Temperaturmessung überwacht.

Fazit

Die Anlage im Pastor-Braune-Haus zeigt, wie die intelligente Verknüpfung hochwertiger Anlagenkomponenten einen störungsfreien und hocheffizienten Anlagenbetrieb ermöglicht. Neben der Modernisierung der Heizungsanlage wurde das Gebäude auch bauphysikalisch optimiert. Das Gesamtergebnis zeigt eine Reduzierung der CO₂-Emissionen um rund 330 t/a. Es wurde außerdem ein Primärenergieverbrauch von 15 Prozent unter der ENEC-Anforderung erreicht. Dafür verantwortlich ist neben der besseren Gebäudehülle maßgeblich die Gas-Absorptions-Wärmepumpenanlage mit einem niedrigen Primärenergiekennwert. Unterstützt wurde das Projekt im Rahmen des Umweltentlastungsprogrammes (UEP) von der EU und dem Land Berlin.

Autor:

Dipl.-Ing. (FH) Andreas Peter
 Robur GmbH
 Paulinenstr. 94
 88046 Friedrichshafen
 Tel.: 07541 603391-0
 Fax: 07541 603391-90
 E-Mail: office@robur-gmbh.de
 Internet: www.robur-gmbh.de