

EIS MACHT HEISS

KRISTALLISATIONSENERGIE VON WASSER ZUM HEIZEN NUTZEN

Neben der direkten Nutzung thermischer Solarenergie kann mittels eines Eisspeichers die Kristallisationsenergie des Wassers als weiteres Wärmespeichermedium, z.B. für eine Wärmepumpe herangezogen werden. Denn in 1 m³ Eis steckt mit ca. 93 kWh Kristallisationswärme ¹⁾ eben soviel Energie, wie bei Abkühlung derselben Wassermenge von 80 auf 0°C frei wird. Dies entspricht etwa dem Energiegehalt von 1 Liter Heizöl.

Neu ist dieses Wissen nicht, der Einsatz von Eisspeichern ist v.a. in der Nahrungs- und Getränkebranche zur Kühlung gängige Praxis. Aber Eisspeicher können auch eine sinnvolle Alternative zu üblichen Wärmequellen wie Erdsonden und Erdkollektoren darstellen, zudem ermöglichen sie effizientere Wärmepumpensysteme mit höheren Arbeitszahlen. Dieser Artikel betrachtet zwei marktreife Produkte, welche latente Wärme für eine regenerative Anwendung nutzen.

Solaera

Seit 2006 wurden von dem Anbieter Consolar erste Pilotanlagen errichtet, 2007 bis 2009 ein umfassender Feldtest durchgeführt und so das System Solaera zur Marktreife gebracht. Mittlerweile wurden im In- und Ausland rund 100 Anlagen installiert.

Systemtechnik

Zusätzlich zu Wärmepumpe, Kombispeicher und Kollektoren ist das System mit einem Latentwärmespeicher

ausgestattet. Das geringe Volumen von 320 Liter stellt die tagsüber bei Sonneneinstrahlung eingefangene Wärme für die Überbrückung der Nacht bereit. Bei gängigen Wärmespeichern würde man für die gleiche Anwendung etwa 2.500 Liter ²⁾ benötigen. Auf Grund der leistungsfähigen Hybridkollektoren, welche nach Herstellerangaben in den Wintermonaten die 4-fache Wärmeenergie im Vergleich zu einer Kombi-Solaranlage liefern, kann das Volumen der Eisspeicher sehr kompakt gestaltet werden. Simulationen zeigen zudem, dass ein größeres Volumen keine bessere Systemeffizienz zur Folge hätte. Eisspeicher und Wärmepumpe sind in einem Gerät untergebracht und das ganze System inklusive 1.000 Liter Kombispeicher benötigt gerade mal eine Stellfläche von 3 mal 1,5 m.

Funktion

Bei Sonneneinstrahlung funktioniert Solaera wie eine Solarthermieanlage: Der Kollektor nimmt die Sonnenwärme auf und leitet diese in den Kombispeicher zur Warmwasserbereitung und Heizung. Erst die für den Kombispeicher nicht mehr nutzbare Wärme wird in den Eisspeicher geleitet. Dort steht sie für die Wärmepumpe zur Verfügung.

Mittelhilfe der Hybridkollektoren, welche neben dem flüssigen Wärmeträgermedium auch Energie aus der Umgebungsluft aufnehmen können, kann die Wärmepumpe auch bei kaltem klarem Wetter, im Gegensatz zu konventionellen

Luft-Wärmepumpen, mit vergleichsweise hohen Wirkungsgraden betrieben werden. Auch bei bedecktem Himmel liefern die Kollektoren meist noch genügend Wärme. Notfalls kann sogar auch nachts Wärme in den Eisspeicher transportiert werden. Ein Ventilator bläst dabei die Umgebungsluft durch den Kollektor. Wird weitere Wärme benötigt, so zieht sich die Wärmepumpe Energie gleichzeitig aus dem Kollektor und dem Eisspeicher. Dieser hält die Soletemperatur bis zum vollständigen Einfrieren des Eisspeichers hoch. Durch den Phasenübergang von Wasser zu Eis wird bei weiterer Abkühlung zusätzliche Energie frei. Die Regeneration des vereisten Speichers erfolgt über die Kollektoren.

Isocal

In Kooperation mit Viessmann bietet der Anbieter isocal ein Solar-Eis-System an, welches für die Wärmepumpe gleich vier verschiedene Energiequellen bereithält: Sonnenwärme, Wärme aus der Luft, Erdwärme und Kristallisationswärme. Je nach Witterungsbedingungen wählt die Wärmepumpe die Wärmequelle mit der höchsten Temperatur aus. Bislang wurden über 200 Solar-Eis-Systeme, hauptsächlich im Wohn- und Gewerbebau, realisiert. Neben kleinen Eisspeichern fürs Einfamilienhaus mit 12 m³ wurden auch Speicher von bis zu 1.800 m³, wie z.B. für ein 22.500 m² großes Bürogebäude in Monheim, errichtet ³⁾. Auch in Nürnberg wurde im September 2012 ein solches System in Betrieb genommen: Hier wurde



Bild 1: EFH bei Nürnberg, ausgerüstet mit dem SolarEis-System von Isocal/Viessmann



Bild 2: Das innere des SolarEis Speichers

ein etwa 150 m² großes Einfamilienhaus mit Passivhausstandard errichtet. Neben einer Sole/Wasserwärmepumpe mit integriertem 200 Liter Warmwasserspeicher wurde es mit einem 12 m³ großen Solar-Eisspeicher und acht Solarluftabsorbern ausgerüstet.

Systemtechnik

Der Eisspeicher besteht aus einem zylindrischen Betonbehälter mit zwei Wärmetauschern aus Kunststoffrohren. Über einen Wärmetauscher kommt die Wärme von der Kollektoranlage in den Speicher, über den anderen Wärmetauscher wird die Wärme bei Bedarf an die Wärmepumpe weitergegeben. In den Wärmetauschern befindet sich Soleflüssigkeit, während der Speicher mit Leitungswasser gefüllt ist. Der Vorteil gegenüber Erdbohrungen ist, dass der Eisspeicher genehmigungsfrei ist, da er oberflächennah ins Erdreich eingegraben wird und keine schädlichen Substanzen enthält. Bei den Solar-Luftabsorbern handelt es sich um speziell angefertigte Kollektoren, die Schwimmbadabsorbern ähneln, die Wärmetauscher bestehen dabei aus einer doppelten Lage. Sie sammeln die Wärme aus Sonne und aus der Umgebungsluft und geben diese bei Bedarf direkt an die Wärmepumpe zur Beheizung bzw. Warmwasserbereitung. Besteht kein Wärmebedarf, so wird diese in den Eisspeicher geleitet und dort zwischen gespeichert. Die Solar-Luftabsorber sind ohne Verglasung entwickelt worden, um auch bei niedrigeren Temperaturen kein Kondensat entstehen zu lassen. Somit kann auch geringfügige Wärme aus der Umgebungsluft für die Wärmepumpe herangezogen werden.

Funktion

Ist es nicht möglich, aus Sonne und Luft ausreichend Wärme zu beziehen, wird die gespeicherte Wärme aus dem Eisspeicher entnommen. Ist die Temperatur im Speicher geringer als die umgebende Substrat, dringt Erdwärme durch die Außenwände des Betonbehälters nach innen. So ist auch bei Tagen mit niedrigen Außentemperaturen und bedecktem Himmel noch Wärme vorhanden. Bei weiterem Wärmeentzug durch die Wärmepumpe, ohne dass ein Wärmeeintrag durch die Solarluftabsorber erfolgt, kühlt das Wasser bis 0°C ab. Das hat zur Folge, dass der Speicher von innen nach außen zufriert. Als erstes entsteht um den Entzugswärmetauscher eine Eisschicht, die den Umfang und die Oberfläche der Rohre vergrößert. Durch die Eisbildung kann einerseits Wärme weniger gut aufgenommen werden. Andererseits kann durch die vergrößerte Oberfläche wiederum mehr Wärme aufgenommen werden.



Quelle: Consolar, Löffel, www.consolar.com

Bild 3: Wohnhaus in Adetswil/Schweiz, ausgestattet mit 8 Hybridkollektoren (Solaera) und PV

Durch diesen Effekt bleibt der Wärmestrom insgesamt konstant. Auch bei diesem System hier wird der vereiste Speicher über die Solar-Luftabsorber regeneriert.

Einsatzbereiche

Nach Angaben von isocal sind Jahresarbeitszahlen bis über 4 erreichbar. Mit Erdsonden sind in der Regel nur Systemjahresarbeitszahlen von 3 bis 4 möglich⁴⁾. Um einen effizienten Betrieb der Wärmepumpe sicherzustellen, ist ein Gebäude mit einem Dämmstandard, der dem heutigen Neubauniveau entspricht, nötig. Vor allem muss das Heizsystem niedrige Vorlauftemperaturen aufweisen.

Dasselbe gilt für das Solaera-System. Hier werden vom Hersteller sogar ganz konkrete Bedingungen ans Gebäude gestellt: Bei monovalenter Versorgung darf ein Gebäude max. 13.000 kWh Gesamtwärmebedarf, was einer Heizlast von etwa 8 kW entspricht, vorweisen. Dieser Wert stellt für Altbauten eine erhebliche Hürde dar. Daher bietet es sich bei höherem Wärmebedarf an Solaera noch mit einem wasserführenden Holzofen zu koppeln, womit auch Gebäude mit einem Wärmebedarf von ca. 25.000 kWh noch zum Zuge kämen. Zusätzlich werden Dachfläche Richtung Süd, oder West, Ost zwischen 14 und 25 m² mit einer Mindestneigung von 40° benötigt. Sind alle Randbedingungen erfüllt, können Systemjahresarbeitszahlen von 5 für Warmwasserbereitung und Heizen erreicht werden. Referenzanlagen von sanierten Gebäuden zeigen, dass auch im Gebäudebestand sehr niedrige Energiekosten, beispielsweise von jährlich 400 €, möglich sind. Gleichzeitig liegen die Energieeinsparungen fossiler Brennstoffe bei bis zu 85%⁵⁾.

Fazit

Die Kosten für ein solches Solar-Eis-System entsprechen etwa denen einer

Wärmepumpe mit Erdsonden. Allerdings nur dass hier eine Genehmigung erforderlich ist und umfangreiche Erdbohrungen nötig sind. Welches System nun das bessere ist, muss für jedes Gebäude individuell nach den jeweiligen Rahmenbedingungen geprüft werden. Auf alle Fälle ergeben sich durch Eisspeicher neue interessante Möglichkeiten Häuser regenerativ zu versorgen.

Quellen

- 1) Pohlmann: Taschenbuch der Kältetechnik, 2005
- 2) nach Angaben von Consolar
- 3) Monheim heizt mit Eis: 900 kW-Wärmepumpentechnik mit weltweit größtem Solar-Eisspeicher. 22.500 m² Bürofläche werden mit Wärme und Kälte versorgt. Der Eisspeicher ist 20 x 25 m, 5 m hoch und fasst ein Eisvolumen von 1.800 cbm. Inbetriebnahme der Anlage: Oktober 2012
- 4) In einer vom „Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE“ veröffentlichten Langzeituntersuchung von Juli 2007 bis Juni 2010 an einer Vielzahl von verschiedenen Erdreich-Wärmepumpenanlagen wurde im Durchschnitt eine mittlere JAZ von 3,88 erreicht.
Quelle: <http://www.isocal.de/solareis-system.html>
- 5) Consolar; Referenzanlage Sommer: EFH Baujahr 1935

ZUR AUTORIN:

► Anna Bedal
Mitglied im Landesverband Franken der DGS

bedal@dgs-franken.de