



Eisbildung im Solar-Eisspeicher um den Wärmeübertrager aus Kunststoffrohr.

## Heizen mit Eis

1

**Primärquellen-Pufferspeicher statt Erdsonde** ■ Wärmepumpen haben seit einigen Jahren im Mix der installierten Wärmeerzeuger einen festen Platz eingenommen. So war 2010 jedes zehnte neu eingebaute Heizgerät eine Wärmepumpe. Ein neues Konzept mit einem Eisspeicher macht jetzt den Einsatz dieser Technologie noch attraktiver. → **Egbert Tippelt**

**D**ie Auswahl und Auslegung der Wärmequelle spielt neben den Systemtemperaturen für die Effizienz der Wärmepumpenanlage eine entscheidende Rolle. Grundsätzlich gilt: Je geringer die Temperaturdifferenz zwischen Wärmequelle und Heizungssystem ist, desto effizienter arbeitet die Anlage und desto besser fällt die Jahresarbeitszahl aus. In Mitteleuropa haben sich bisher vor allem Erdreich, Grundwasser und die Außenluft als Wärmequellen etabliert.

Seitdem Wärmepumpen zur Gebäudebeheizung verwendet werden, finden bei Herstellern und in Forschungsinstituten immer wieder Überlegungen statt, wie die Erschließung von Wärmequellen optimiert, die Investitionskosten reduziert und die Effizienz der Wärmepumpenanlage weiter erhöht werden kann.

Dazu gehören unter anderem Versuche, auch Sonnenenergie direkt in Wärmepumpen zu nutzen. So wurden zum Beispiel bereits Ende der 1970er-Jahre Sole/Wasser-Wärmepumpen zusammen mit unverglasten Solarkollektoren eingesetzt, die die benötigte Naturwärme zur Verfügung stellen sollten (**Bild 2**). Diese Lösungen boten aber eine nicht ausreichende Effizienz und haben sich deshalb nicht durchgesetzt. Außerdem steht in Deutschland gerade während der Heizperiode, also im Winter und in der Übergangs-

zeit, das solare Wärmeangebot nur sehr eingeschränkt und in nicht ausreichendem Maße zur Verfügung.

Betrachtet man eine solare und eine erdgekoppelte Wärmequellenanlage, so liegt der Schluss nahe, eine Kombination aus beiden Systemen zu verwirklichen. Hierfür gibt es bisher auf dem Markt verschiedene Lösungen, die allerdings keine kontrollierte Speicherung

### Der Solar-Luftabsorber gewinnt Energie für die Wärmepumpe. Überschüsse werden im Eisspeicher bevorratet.

des solaren Wärmeertrages ermöglichen.

Versuche, Solarwärme während der sonnenreichen Sommermonate über Erdsonden oder Erdkollektoren in das Erdreich einzubringen, um sie dort bis zur Nutzung zwischenspeichern, sind je nach den geologischen Bedingungen vor Ort mehr oder weniger erfolgreich. Sobald die Erdsonden Wasser führende Schichten kreuzen, wird über den Grundwasserfluss die einmal eingebrachte Wärme ungenutzt abtransportiert. Außerdem geht bei dieser Lösung der Kostenvorteil, der durch den Verzicht auf die umfangreichen Erdarbeiten erzielt werden sollte, verloren.

Eine Alternative zu Sonden- bzw. Brunnenbohrungen und Erdkollektoren sind Mas-

sivabsorber und sogenannte Energiezäune. Massivabsorber sind üblicherweise Betonsegmente, in denen soledurchströmte Rohrleitungen als Register angeordnet sind. Die Betonsegmente sollen durch ihre Masse eine gewisse Speicherfähigkeit haben. Energiezäune sind einfache Rohrregister ohne Umarmelung. Beide Wärmetauscherarten sind zu etwa einem Drittel ihres Volumens im Erd-

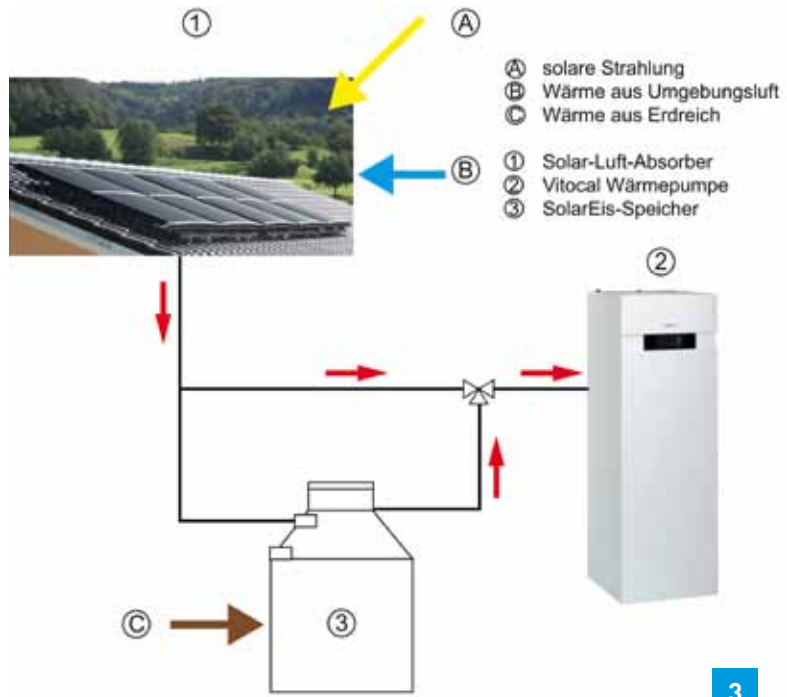
boden eingegraben, rund zwei Drittel ragen über den Boden hinaus. Der oberirdische Teil arbeitet als Absorber für die Wärme aus der Umgebungsluft und die So-

larstrahlung. Der eingegrabene Teil dient als eine Art Erdkollektor, um Erdwärme aufzunehmen. Um auch an kalten Wintertagen ohne nennenswerten Solarertrag ein effizient funktionierendes System zu haben, muss ein ausreichend großer Teil der Wärmetauscherfläche Wärme aus dem Erdreich aufnehmen können.

Erdkörbe gelten als eine interessante Alternative zu Erdkollektoren, da sie sehr viel weniger Grundstücksfläche beanspruchen. Bei ihnen handelt es sich um zylindrische oder kegelstumpfförmige Drahtkörbe, die mit Wärmetauscherrohren umwickelt sind und die in 1 bis 4 m Tiefe vergraben sind. Durch ihre Bauform und je nach Bodenbeschaffen-



2  
Versuchsanlage: unverglaste Absorber als Sammler für solare Wärme zum Betrieb von Sole/Wasser-Wärmepumpen (Viessmann 1981).



3  
Prinzipieller Aufbau einer Wärmepumpenanlage mit Solar-Eisspeicher.

heit ist aber lediglich nur eine geringfügig höhere Wärme-Entzugsleistung als bei Erdkollektoren möglich.

### Solar-Eisspeicher sind effizient und kostengünstig

Eine besonders attraktive Möglichkeit, die verschiedenen Naturwärmequellen mit vergleichsweise geringem Aufwand und daher kostengünstig zu erschließen, bietet jetzt der Solar-Eisspeicher. Dieser innovative Primärquellenspeicher wurde von der Isocal Heizkühlsysteme GmbH aus Friedrichshafen entwickelt und wird nun in einer Kooperation

mit Viessmann weiterentwickelt und gemeinsam vermarktet.

Der Solar-Eisspeicher macht die üblichen Wärmequellen Erdreich und Umgebungsluft nutzbar und koppelt zusätzlich solare Wärme in das System ein. Der Unterschied zu Massivabsorbern und Energiezäunen sowie Erdkörben liegt im Primärquellen-Pufferspeicher. Dieser speichert die aus den verschiedenen Quellen stammende Wärme auf niedrigem Temperaturniveau und stellt sie der Wärmepumpe zur Wohnraumbeheizung und Trinkwassererwärmung zur Verfügung. Speichermedium ist herkömmliches Wasser. Damit ist

der Solar-Eisspeicher für das Grundwasser völlig ungefährlich und bedarf keiner behördlichen Genehmigung.

Neben dem entsprechend der jeweiligen Anwendung dimensionierten Solar-Eisspeicher gehören zur kompletten Anlage noch Solar-Luftabsorber und eine Wärmepumpe (Bild 3). Über die unverglasten Solar-Luftabsorber wird aus der Umgebungsluft und der Sonneneinstrahlung Wärme gewonnen. Diese Energie wird durch ein Wärmeträgermedium (Wasser-Glykol-Gemisch) aufgenommen und bevorzugt der Wärmepumpe zugeführt. Gibt es über den aktuellen Bedarf hinaus ein



# Besser schlafen mit GENO-therm®!

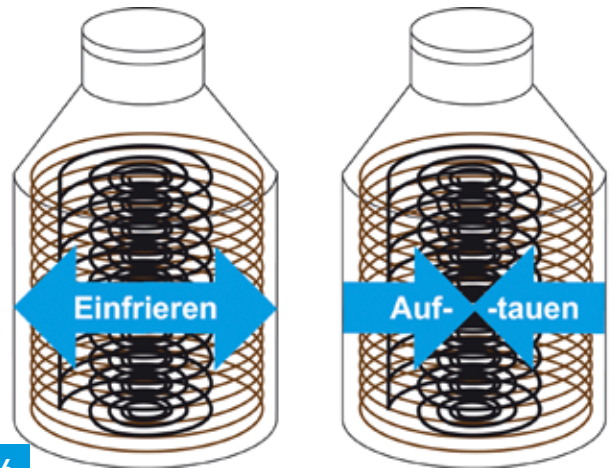


### Heizungswasseraufbereitung mit GENO-therm®:

- einfach in der Anwendung
- schützt dauerhaft vor Kalk und Rost
- garantiert absolute Rechtssicherheit



4



6



5

4 Solar-Eisspeicher für die Wärmepumpenanlage eines Einfamilienhauses.

5 Phasenwechsel von Wasser und die dabei abgegebenen bzw. aufgenommenen Energiemengen.

6 Die Packung der Wärmeübertragerrohre ist die Grundlage für das von innen nach außen gerichtete Einfrieren im Eisspeicher.

Energieangebot, so wird dieses über den Wärmetauscher in den Solar-Eisspeicher eingebracht und dort bevorratet. Einen weiteren Energieeintrag erhält der Speicher aus dem Erdreich. Steht zum Beispiel bei bedecktem Himmel vom Solar-Luftabsorber keine Energie zur Verfügung, nutzt die Wärmepumpe die im Solar-Eisspeicher bevorratete Wärme als Quelle. Ein in der Wärmepumpenregelung integriertes Wärmequellenmanagement entscheidet, welche Wärmequelle (Solar-Luftabsorber oder Solar-Eisspeicher) die jeweils höhere Temperatur aufweist und deshalb genutzt wird.

### Funktionsprinzip des Solar-Eisspeichers

Im Wesentlichen besteht der Solar-Eisspeicher aus einem zylindrischen Betonbehälter, der im Aussehen einer Wasserzisterne ähnelt, und je nach Größe wenige Meter tief im Erdreich vergraben wird. Im Inneren des Behälters befinden sich zwei Wärmetauscher aus

Kunststoffrohr. Der eine Wärmetauscher dient als Entzugswärmeübertrager für die Wärmepumpe und ist spiralförmig im Speicher auf mehreren Ebenen installiert. Der andere Wärmetauscher fungiert als Regenerationswärmeübertrager, er überträgt die vom Solar-Luftabsorber gesammelte solare Wärme auf den Speicherinhalt. Dieser Wärmetauscher verläuft wendelförmig entlang der Innenseite der Speicherwandung (Bild 4).

Der Energiegehalt des Speichermediums Wasser ist begrenzt. Er liegt bei 1,163 Wh/(kg K). Das bedeutet, wenn ein Liter Wasser um 1 K abgekühlt wird, werden 1,163 Wh Energie frei. Durch die Wärmepumpe wird dem Speicher Wärmeenergie entzogen und das Wasser bis auf 0°C abgekühlt. Der bei weiterer Wärmeentnahme entstehende Vereisungsprozess ist gewollt, denn der Phasenwechsel von Wasser zu Eis bringt einen weiteren Energiegewinn. Hierbei bleibt die Temperatur zwar konstant bei 0°C, doch es werden weitere 93 Wh/(kg K) Kristallisations-

energie frei, die von der Wärmepumpe genutzt werden können (Bild 5). Das ist die gleiche Energiemenge, die frei wird, wenn Wasser von 80 auf 0°C abgekühlt wird.

Die Eisbildung beginnt um den Entzugswärmeübertrager und setzt sich von innen nach außen fort (Bild 6). Diese Eisschicht an dem Kunststoffrohr erzeugt einen zusätzlichen Widerstand für die Wärmeleitung vom Speichermedium zum Solekreis der Wärmepumpe (Bild 1). Aufgrund der Anordnung der Wärmeübertragerrohre im Speicher geschieht die Eisbildung jedoch so, dass die Oberfläche des Wärmeübertragers dabei vergrößert wird. Diese Oberflächenvergrößerung durch das Eiswachstum und die gleichzeitige Vergrößerung des Wärmeleitwiderstandes finden in etwa proportional statt. Es wird über die größere Oberfläche mehr Wärme aufgenommen, allerdings schlechter zur Soleflüssigkeit weitergeleitet – der Wärmestrom bleibt durch diesen Zusammenhang nahezu konstant.

## → STECKBRIEF

### Kooperation Viessmann/Isocal

Isocal wurde im Jahr 2005 gegründet und hat derzeit 17 Mitarbeiter. Geschäftsführende Gesellschafter des Unternehmens sind Alexander von Rohr und Heiko Lüdemann. Bis heute wurden mehr als 200 Anlagen mit dem Solar-Eisspeicher realisiert. Für die Entwicklung erhielt das Unternehmen zahlreiche Auszeichnungen.

In der Anfang 2010 gegründeten Viessmann Wärmepumpen GmbH sind die Wärmepumpen-Kompetenzen der Viessmann Group gebündelt. Etwa 220 Mitarbeiter sind in der Gesellschaft tätig, 30 davon in Entwicklung und Konstruktion. Geschäftsführer ist Dr. Frank Schmidt. Beide Unternehmen haben 2011 eine enge Zusammenarbeit zur Weiterentwicklung und Vermarktung des Solar-Eisspeichers vereinbart.



7

Solar-Luftabsorber für den Betrieb in Anlagen mit Eisspeicher und Wärmepumpe auf dem Dach eines Einfamilienhauses.

Neben der Wärme aus dem Solar-Luftabsorber erhält der Eisspeicher auch Wärme aus dem Erdreich. Sobald die Speicherwassertemperatur unter das Temperaturniveau des umgebenden Erdreichs sinkt, nimmt der Speicher hiervon Wärme auf. Ist der Speicher vereist, strömt immer noch Wärme aus dem Erdboden nach, um als Wärmequelle zu dienen. Die Höhe des Energieertrages richtet sich nach der Bodenbeschaffenheit.

Im Sommer wird dagegen über die Oberfläche des Speichers Wärme an das Erdreich abgegeben. Somit stellt sich ein automatischer Regeleffekt ein, der eine Überhitzung des Speicherinhalts im Sommer verhindert.

### Aufeinander abgestimmte Systemkomponenten

Die Solar-Luftabsorber, die die Wärmeenergie aus der Umgebungsluft und der solaren Einstrahlung aufnehmen, sind speziell für den Betrieb mit Eisspeicher und Wärmepumpe ausgelegt. Groß dimensionierte Verteiler-

und Sammlerrohre ermöglichen die direkte Durchströmung mit dem Primärmedium (Solekreis) der Wärmepumpe. Mindestvolumenströme können bei geringem Druckverlust eingehalten werden. Die Absorber bestehen aus einem UV-beständigen Kunststoff und sind als Harfenabsorber konzipiert, die für eine möglichst große Oberfläche zweilagig angeordnet sind (Bild 7).

Der Fokus der Wärmegewinnung liegt bei den Solar-Luftabsorbern auf der Umgebungsluft, da diese Tag und Nacht verfügbar ist. Die solare Einstrahlung stellt eine willkommene zusätzliche Wärmequelle dar, die die Effektivität erhöht.

Die unverglasten Solar-Luftabsorber sind für den Einsatz in Wärmepumpenanlagen deshalb besonders gut geeignet, da sie neben einem attraktiven Preis auch mit den vergleichsweise niedrigen Temperaturen des Solekreises problemlos funktionieren. Bei verglasten Kollektoren bestünde die Gefahr, dass sich Luftfeuchtigkeit auf den Scheiben nie-

# INFRA ROT

Die ersten tragbaren  
Abgasmessgeräte mit  
optischer CO<sub>2</sub>-Messung

Bis zu  
**5 Jahre**  
ohne Sensor-  
wechsel



BRIGON 500 NT

BRIGON 530

## Einzigartige Messtechnik Genial einfach!

Besuchen Sie uns und überzeugen Sie sich selbst:



SHK Essen 7.03.-10.03.2012  
Halle 2 / Stand 122

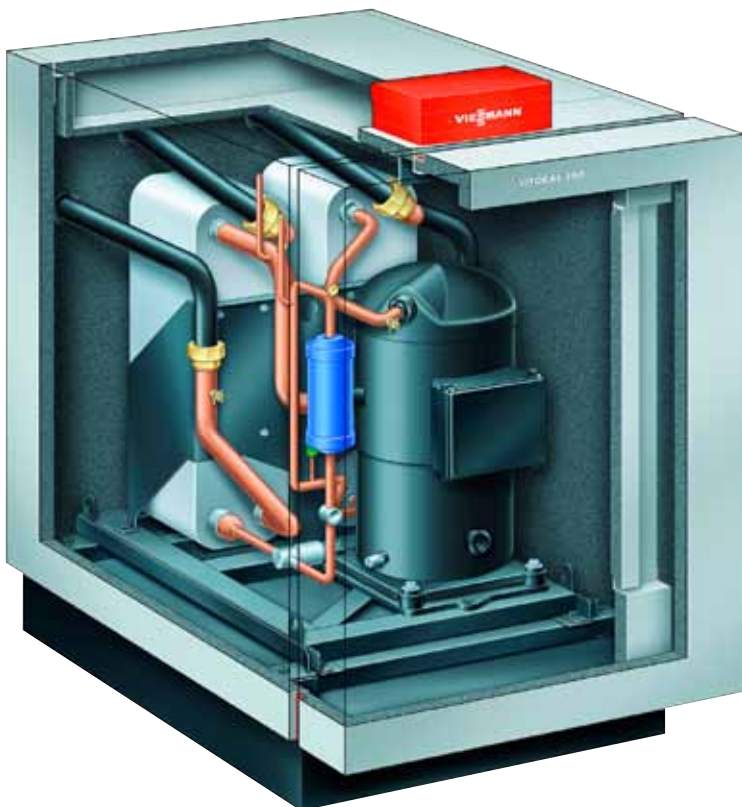


ifh Nürnberg 18.04.-21.04.2012  
Halle 9 / Stand 9.330

## BRIGON

MESSTECHNIK FÜR PROFIS

BRIGON Messtechnik GmbH • Kronberger Straße 11  
D-63110 Rodgau • Telefon +49 (0) 6106 8207 0  
[info@brigon.de](mailto:info@brigon.de) • [www.brigon.de](http://www.brigon.de)



8

Sole/Wasser-Wärmepumpe Vitocal 350-G: RCD-System und elektronisches Expansionsventil gewährleisten in jedem Betriebszustand höchste Effizienz (COP = 4,6 bei B0/W35°C nach EN 14511).

derschlägt und die weitere Wärmeaufnahme behindert. Daher sind herkömmliche Solar Kollektoren nur bedingt für Anlagen mit Solar-Eisspeichern geeignet.

Auch die Wärmepumpe stellt eine genau abgestimmte Komponente in dem System aus Eisspeicher und Solar-Luftabsorbern dar. Da die Temperaturen im Primärkreis während der Heizperiode zwischen +25 und -7°C betragen können, ist es erforderlich, den Kältekreis der Wärmepumpe auf das Eisspeicher-

### Für Gebäude mit einer Heizlast bis maximal 20 kW werden standardisierte Paketlösungen angeboten.

system zu optimieren. Hierfür eignen sich Wärmepumpen, die wie die Sole/Wasser-Wärmepumpen der Vitocal 300-G-Serie von Viessmann mit einem RCD-System (Refrigerant-Cycle-Diagnostic-System) und einem elektronisch gesteuerten Expansionsventil ausgestattet sind (Bild 8).

Gegenüber den üblicherweise eingesetzten thermostatischen Expansionsventilen besitzen elektronische Expansionsventile den entscheidenden Vorteil eines wesentlich exakteren Regelverhaltens. Angetrieben von einem Schrittmotor regeln elektronische Expansions-

ventile den Kältemittel-Massenstrom proportional, bieten einen großen Regelbereich zwischen 10 bis 100% und haben sehr kurze Öffnungs- und Schließzeiten. Das daraus resultierende feinfühliges Regelverhalten sorgt für eine konstante Temperatur am Verdampfer-Austritt und für eine gleichbleibende Überhitzung des Kältemittels, unabhängig vom jeweiligen Betriebszustand der Wärmepumpe. So kann der Verdichter stets mit höchstem Wirkungsgrad betrieben werden, was eine hohe Leistungszahl in allen Betriebszuständen sicherstellt.

Elektronische Expansionsventile an sich sind reine Stellglieder, die zu ihrer Funktion Sensoren und eine Regelung benötigen. Bei Viessmann wurde dazu das RCD-System entwickelt. Als Kältemittelkreislauf-Diagnose-System überwacht es permanente Temperaturen sowie Drücke an allen wesentlichen Stellen des Kältemittelkreislaufs. Alle wichtigen Werte werden gespeichert und stehen für eine Diagnose zur Verfügung. Dabei wird auch die Energieaufnahme aus dem Stromnetz und die Wärmeabgabe an das Heizungssystem bilanziert. Zusammen mit dem elektronischen Expansionsventil sorgt das RCD-System durch ständige Überwachung aller relevanten Parameter für ein optimiertes Regelverhalten und damit für eine

hohe Effizienz sowie niedrige Betriebskosten der damit ausgestatteten Wärmepumpen.

### Paketlösungen für Einfamilienhäuser

Die Größe des Speichervolumens eines Solar-Eisspeichers ist von mehreren Faktoren wie zum Beispiel Wärmebedarf des Gebäudes und Bodenbeschaffenheit abhängig. Für Wärmepumpenanlagen in Gebäuden mit einer maximalen Heizlast bis 20 kW wurden die Systemkomponenten jedoch standardisiert, sodass verschiedene Paketlösungen angeboten werden können. Diese Pakete beinhalten den Eisspeicher mit eingebauten Wärmeübertragern, die Solar-Luftabsorber mit einem Montagesystem für Hausdächer und das erforderliche Wärmeträgermedium für den Primärkreis. Damit vereinfachen sich die Planung der Anlage und die Bestellung der Komponenten erheblich. Für größere Objekte mit höherem Wärmebedarf ist eine projektbezogene Auslegung erforderlich, bei der Isocal und Viessmann Unterstützung anbieten.

Der innovative Solar-Eisspeicher macht Außenluft, solare Einstrahlung und das Erdreich als Wärmequellen für Sole/Wasser-Wärmepumpen gleichzeitig nutzbar. Da seine Installation keine aufwendigen Erdarbeiten erfordert, sind die Investitionskosten vergleichsweise niedrig. Der Speicher wird nur wenige Meter tief eingegraben und fällt deshalb nicht unter Tiefenbeschränkungen, wie sie teilweise für Erdwärmesonden bestehen. Da unbehandeltes Leitungswasser als Speichermedium genutzt wird, ist er zudem völlig unkritisch für das Grundwasser. Installation und Betrieb des Eisspeichers erfordern deshalb keine behördliche Genehmigung.

Zugleich ist das System effizient. In zahlreichen Anlagen mit modernen Wärmepumpen, die über ein elektronisches Expansionsventil und ein RCD-System verfügen, und Solar-Luftabsorbern hat dieses Konzept seine Wirksamkeit und Zuverlässigkeit unter Beweis gestellt. Solar-Eisspeicher in Verbindung mit Solar-Luftabsorbern sind damit eine attraktive Alternative zu bisherigen Lösungen der Wärmequellenschließung.



AUTOR



Dipl.-Ing. Egbert Tippelt ist Product Sales Manager für Wärmepumpen bei der Viessmann

Deutschland GmbH, 35108 Allendorf (Eder), Telefon (0 64 52) 70-0, tip@viessmann.com, www.viessmann.de