

Wärme und Kälte machen das aus, was wir empfinden. In der Welt der Klimatechnik regiert aber stattdessen der Begriff Energie. Im Winter brauchen wir mehr davon und im Sommer umgibt sie uns bisweilen im Überschuss und wir müssen zwecks Behaglichkeit für Ausgleich sorgen. Unbestritten, Energie ist wertvoll.

Energie speichern mit Wasser und Eis

Ein Eisspeicher ist ein recht einfach aufgebauter thermischer Energiespeicher. Er besteht aus einer Art Zisterne, meist aus Beton, die vollständig in der Erde eingegraben ist. Die Zisterne ist nicht isoliert. In ihrem Inneren finden sich große Leitungsspiralen, durch die eine Sole, eine frostsichere Flüssigkeit strömt. Diese Leitungen gliedern sich in zwei Komponenten, einen Entzugswärmetauscher und einen Regenerationswärmetauscher. Die Zisterne selbst ist mit Wasser gefüllt.

Während des Heizbetriebs entnimmt der eine Wärmetauscher dem Wasser Wärmeenergie und leitet diese mit der Sole an die Wärmepumpe weiter. In dieser findet ein Prozess statt, bei dem ein Kältemittel zunächst verdampft, wodurch es Wärme aufnimmt, und anschließend komprimiert wird, wodurch es Wärme auf Temperaturniveau der gezielten Nutzung bereitstellt, zur Warmwasserbereitung und zur Beheizung. Günstig hierfür ist ein Niedertemperatursystem.

Das Wasser der Zisterne gibt seine Wärme an den Entzugswärmetauscher ab, damit sinkt seine Temperatur, es gefriert allmählich. Die Leitungen sind bewusst so verlegt, dass die Vereisung innen beginnt und nach außen wächst, damit die Zisterne keine Schäden nimmt. Solange flüssiges Wasser in der Zisterne ist, kann Wärme entnommen werden. Das heißt, die Zisterne darf nie vollständig vereisen. Dafür sorgt der Regenerationswärmetauscher, indem er der Zisterne Wärme zuführt, um Eis wieder zu schmelzen. Dafür braucht es „Ressourcen“, die Energie in Form von Wärme zur Verfügung stellen, wie beispielsweise solare Wärmekollektoren, Solar-Luftabsorber, Wärmerückgewinnung aus der Abluft und im Sommer Wärme aus der Gebäudekühlung. Auch erhält die Zisterne Wärme durch das umgebende Erdreich, was das Auftauen des Eises unterstützt.

Damit lässt sich der Vorgang beliebig oft wiederholen.

Das System nutzt das physikalische Phänomen des Phasenübergangs: Die Schmelzenergie, also die Energiemenge, die man in Eis mit einer Temperatur von null Grad C einbringen muss, um daraus Wasser von null Grad C zu bekommen, beträgt 92 Wh/kg. Und umgekehrt, die gleiche Menge Energie kann das Wärmepumpensystem jedem Liter Zisternenwasser entnehmen. Das ist viel Energie - auf recht kleinem Raum. So kann jeder Kubikmeter verbauter Zisternenraum, einschließlich der Spiralen, in etwa einen Energievorrat von 50 kWh speichern.

Ein System mit Eis-Energiespeicher bietet einige nachhaltige Vorteile:

Es ermöglicht die Speicherung und Nutzung kostenloser Umgebungswärme, Erdwärme, Abwärme. In den warmen Monaten bietet es die Möglichkeit zur freien Kühlung. Durch Regeneration lassen sich die Heiz und Kühlvorgänge beliebig oft wiederholen und sind dabei wartungsarm im Betrieb. Es sind keine tiefen Bohrungen erforderlich. Die Technologie ist besonders umweltschonend, wenn die für den Antrieb der Pumpen benötigte elektrische Energie gleichfalls regenerativ bereitgestellt wird.

Heat and cold make up what we feel. In the world of air conditioning, however, the term energy reigns instead. In the winter, we need more of it, and in the summer, it sometimes surrounds us in excess and we need to remove some for the sake of comfort. Undisputedly, energy is valuable.

Storing energy with water and ice

Ice storage is a very simple thermal energy storage system. It consists of a kind of cistern, usually made of concrete, which is completely buried in the ground. The cistern is not insulated. Inside it there are large spirals of pipes through which a brine, a frost-proof liquid, flows. These pipes are divided into two components, a withdrawal heat exchanger and a regeneration heat exchanger. The cistern itself is filled with water.

During heating operation, one heat exchanger extracts thermal energy from the water and transfers it with the brine to the heat pump. Here, a process takes place in which a refrigerant first evaporates, absorbing heat, and is then compressed, providing heat at temperature levels needed for domestic hot water and heating. Ideally, these are part of a low-temperature system.

As the water of the cistern gives its heat to the extraction heat exchanger, its temperature decreases, and it gradually freezes. The pipes are deliberately laid in such a way that the icing starts inside and grows outwards, so that the cistern does not suffer any damage. As long as there is liquid water in the cistern, heat can be extracted. This means that the cistern must never freeze over completely. The regeneration heat exchanger takes care of this by adding heat to the cistern to melt ice again. This requires "resources" that provide energy in the form of heat, such as solar heat collectors, solar air absorbers, heat recovery from exhaust air, and heat from building cooling in the summer. The cistern also receives heat from the surrounding soil, which helps thaw the ice.

This allows the process to be repeated as often as required.

The system makes use of the physical phenomenon phase transition: the melting energy, i.e. the amount of energy that must be put into ice with a temperature of zero degrees C in order to get water of zero degrees C from it, is 92 Wh/kg. And vice versa, the same amount of energy can be taken by the heat pump system from each liter of cistern water. That's a lot of energy - in quite a small space. Thus, each cubic meter of obstructed cistern space, including spirals, can store about 50 kWh of energy.

A system with ice energy storage offers some sustainable advantages:

It allows storing and using free ambient heat, geothermal heat, waste heat. In the warm months it offers the possibility of free cooling. Through regeneration, the heating and cooling processes can be repeated as often as required and are requires little maintenance. No deep boreholes are required, like in traditional ground source heat pump systems. When heat pump is supplied with renewable energy, the system is completely emission free.