

ET 420 Eisspeicher in der Kältetechnik

Mit zunehmender Dezentralisierung der Energieversorgung wird auch die Speicherung von Energie immer wichtiger. Die Speicherung thermischer Energie zur Brauchwassererwärmung wird in der Gebäudetechnik bereits seit Jahren erfolgreich eingesetzt. Der Einsatz von Eisspeichern, zur Kühlung von Gebäuden, ist hingegen noch immer eine Ausnahme.

Die abzuführende Wärme, zur Kühlung von Gebäuden, schwankt über den Tagesverlauf stark. Tagsüber ist der Kühlbedarf in der Regel deutlich höher als in der Nacht. Um Gebäude auch bei höchstmöglicher Lastanforderung kühlen zu können, werden Kälteanlagen auf die zu erwartende Spitzenlast ausgelegt. Das führt zur Überdimensionierung der Kältetechnik, so dass betroffene Anlagen im Teillastverhalten sehr ineffizient betrieben werden.

Eisspeicher können im Fall von besonders hohen Kühllasten die Kälteanlage unterstützen. Eisspeicher zur Unterstützung der Kälteanlage werden hauptsächlich in großen Nichtwohngebäuden eingesetzt. In Zeiten geringen Kältebedarfes, wird der Speicher über die Kälteanlage aufgeladen und kann im Fall von Lastspitzen wieder entladen werden, um die Kälteanlage zu unterstützen. Die Leistung der Kältetechnik kann somit kleiner dimensioniert werden. Der Einsatz kleinerer Kälteanlagen führt zur Einsparung von Betriebs- und Investitionskosten.

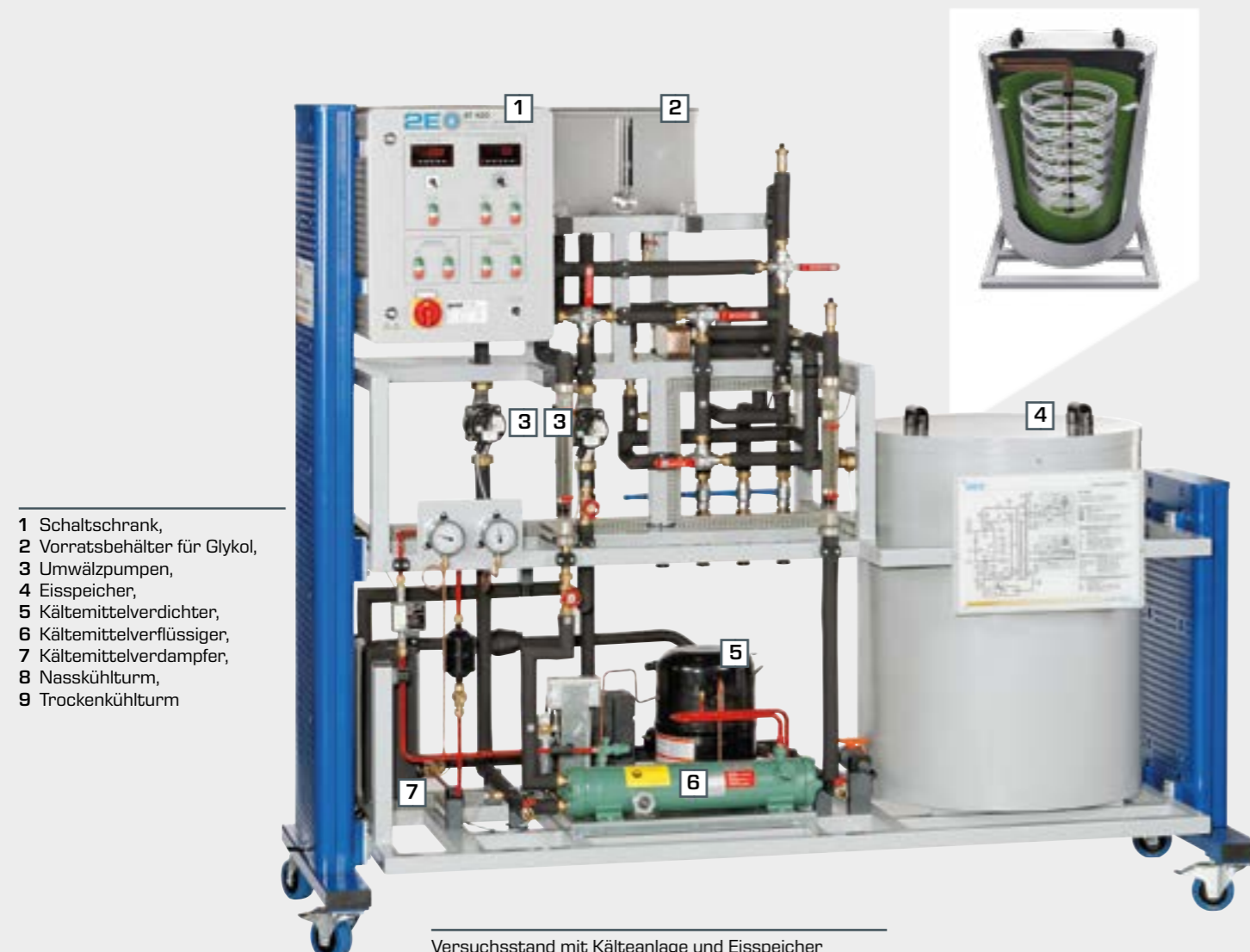
Führt man Wärme aus einem Flüssigspeicher ab, so sinkt die Temperatur des Speichermediums. Das Wasser bleibt flüssig und es erfolgt keine Änderung des Aggregatzustandes. Der Eisspeicher gehört hingegen zur Gruppe der Latentspeicher. Das Wasser im Eisspeicher verändert seinen Aggregatzustand. Während des Phasenüberganges, ist die Temperatur des Wassers konstant. Wird weiterhin Wärme abgeführt, bleibt die Temperatur des Wassers im Eisspeicher konstant bei 0°C. Die abgeführte Energie entspricht der Phasenänderungsarbeit beim Gefrieren des Wassers.

Zum Entladen des Eisspeichers, wird Wärme auf das Eis übertragen. Die Temperatur ist solange konstant, bis das Eis im Speicher geschmolzen ist. Aufgrund der Phasenänderungsarbeit, kann eine große Menge thermischer Energie bei geringer Temperaturdifferenz gespeichert werden.

ET 420 bietet eine Kälteanlage mit Eisspeicher, die vollständig bedarfsorientiert betrieben werden kann. Das Anlagenkonzept beinhaltet einen Trockenkühlturm **9**, der während der Versuche den Wärmeübertrager im zu versorgenden Gebäude darstellt und einen Nasskühlturm **8**, der die Wärmeabgabe an die freie Umgebung darstellt. Der Eisspeicher ermöglicht diverse Betriebszustände, um den schwankenden Heiz- und Kühlbedarf eines Gebäudes effizient zu bedienen.

Folgende Betriebszustände sind über die Stellung der Ventile einstellbar:

- Eisspeicher laden
- Kühlen über Eisspeicher
- Kühlen über Kälteanlage
- Kühlen über Kälteanlage und Eisspeicher
- Heizen über Wärmepumpe
- Heizen über Wärmepumpe und Eisspeicher laden
- Wärmeabfuhr über Nasskühlturm



- 1 Schaltschrank,
- 2 Vorratsbehälter für Glykol,
- 3 Umwälzpumpen,
- 4 Eisspeicher,
- 5 Kältemittelverdichter,
- 6 Kältemittelverflüssiger,
- 7 Kältemittelverdampfer,
- 8 Nasskühlturm,
- 9 Trockenkühlturm

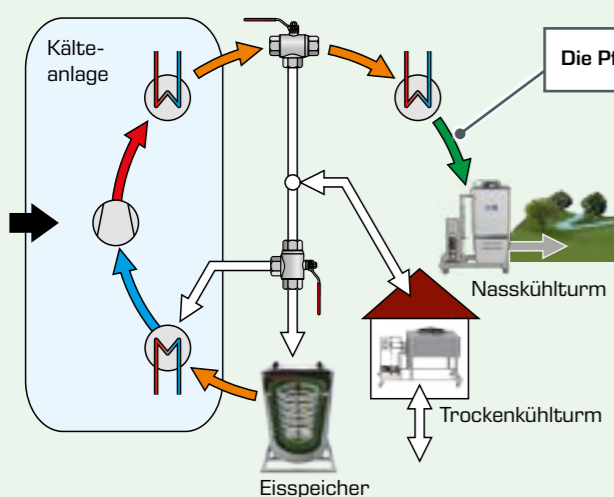
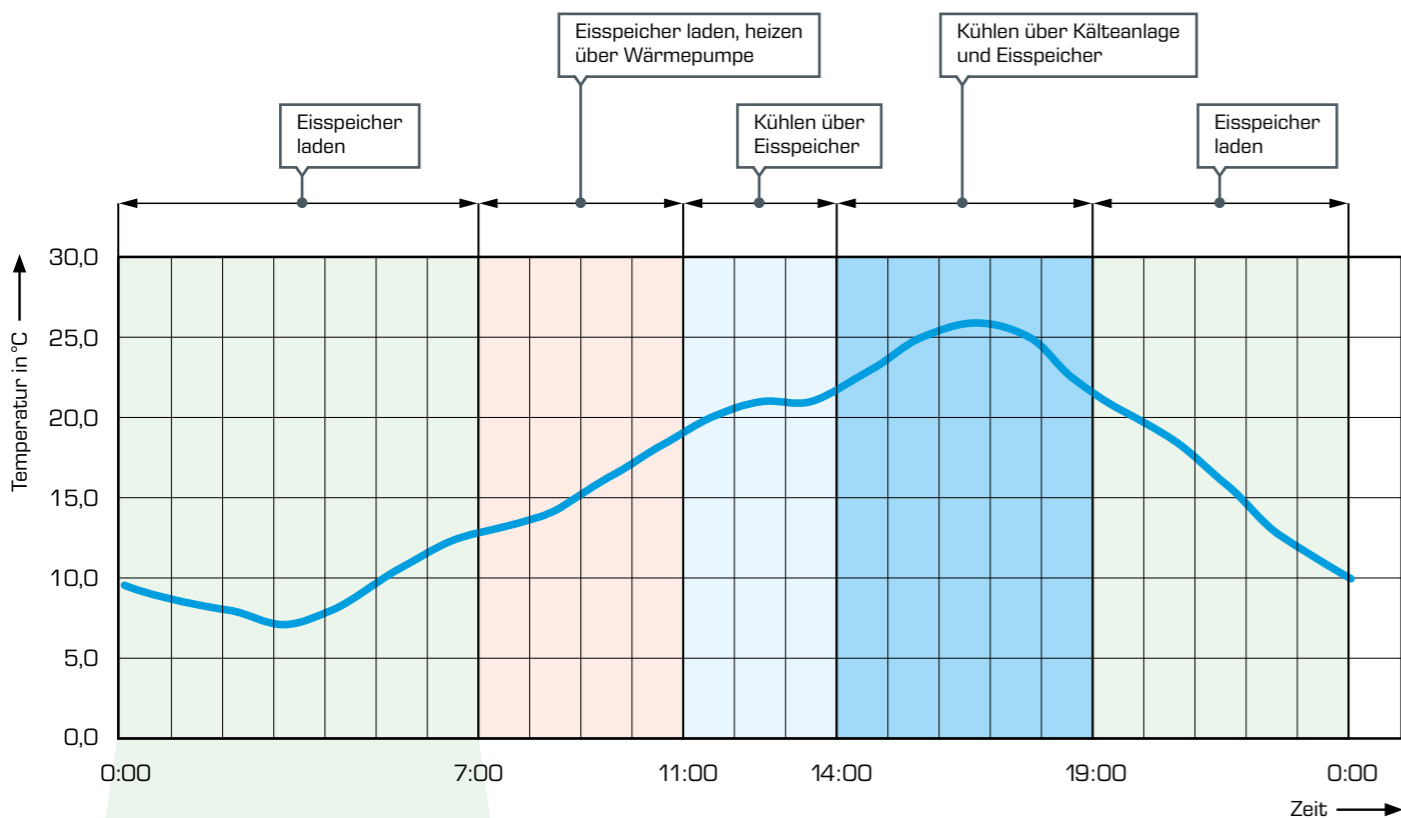


ET 420 Eisspeicher in der Kältetechnik

Thermische Versorgung eines Gebäudes am Beispiel der Betriebsmodi von ET 420

Im Folgenden ist zu sehen, wie eine bedarfsorientierte Versorgung mit thermischer Energie über eine Kälteanlage mit Eisspeicher in der Praxis funktioniert. Dabei wird exemplarisch das Lastprofil eines zu versorgenden Bürogebäudes betrachtet.

Der Betrieb des Eisspeichers erfolgt am Beispiel eines Tagesganges. Vorwiegend geht es darum, auf variable Kühl- und Heizlasten zu reagieren und über eine sinnvolle Folge der Betriebszustände eine effiziente Versorgung des Gebäudes zu erreichen.



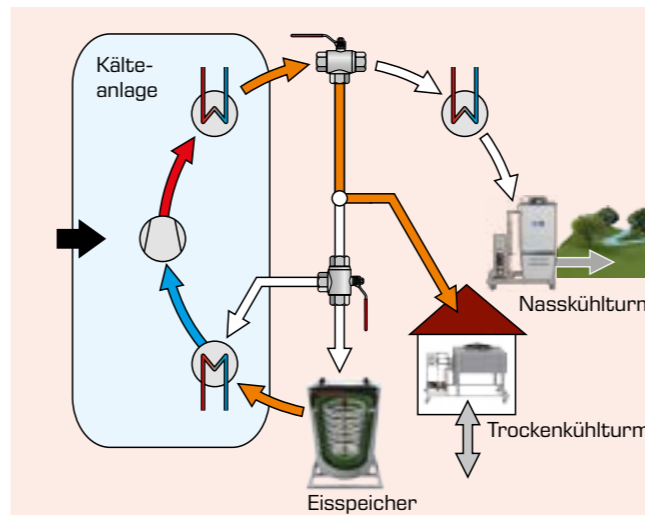
Die Pfeile zeigen die Richtung des Wärmetransportes

Eisspeicher laden

Im Zeitraum zwischen 00:00 und 07:00 sind keine Personen anwesend. Es besteht kein Bedarf zu Klimatisieren, der Eisspeicher wird geladen.

Dazu wird die Wärme aus dem Eisspeicher über den Verdampfer des Kältemittelkreislaufes abgeführt. (Diese Wärmeabfuhr bewirkt ein Gefrieren des Wassers im Eisspeicher, der Eisspeicher wird aufgeladen.)

Die Abwärme aus dem Kältemittelkreislauf wird über den Nasskühlturm an die Umgebung abgeführt.

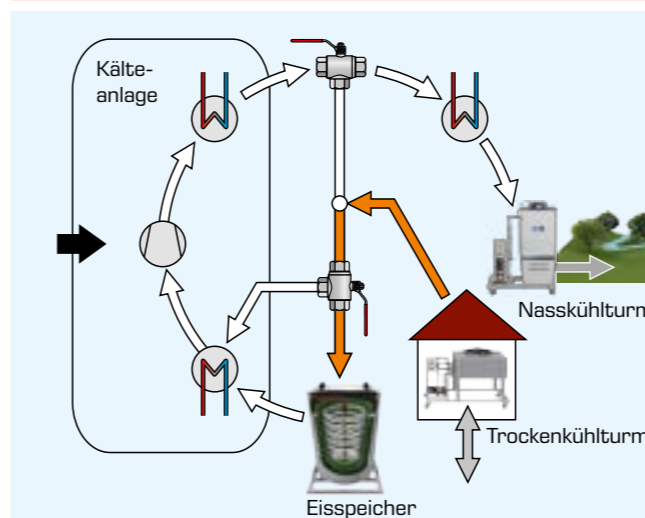


Eisspeicher laden und heizen über Abwärme

In den Morgenstunden zwischen 07:00 und 11:00 beträgt die Temperatur im Gebäude <math>< 20^{\circ}\text{C}</math>. Es besteht Heizbedarf.

Die Wärme, die während des Ladevorgangs des Eisspeichers anfällt, kann zum Heizen genutzt werden. Dazu wird die Wärme aus dem Eisspeicher über den Verdampfer des Kältemittelkreislaufs abgeführt. Durch diese Wärmeabfuhr wird der Eisspeicher aufgeladen.

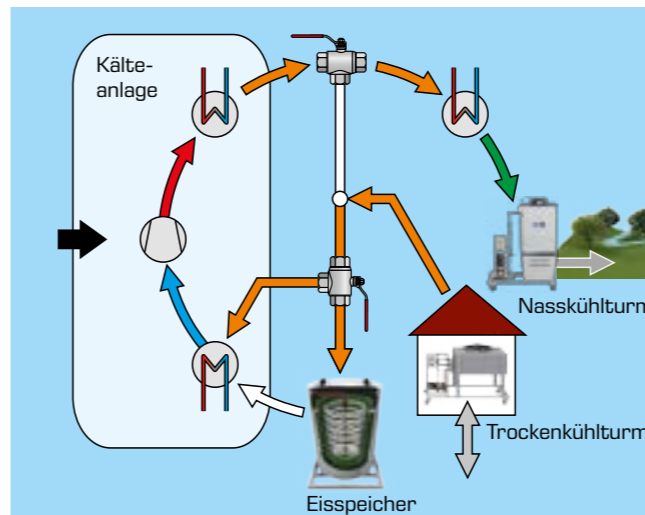
Die nutzbare Abwärme aus dem Kältemittelkreislauf wird über den Verflüssiger an den Trockenkühlturm übertragen und auf diese Weise das Gebäude beheizt. Das System arbeitet im Wärmepumpenbetrieb, bei gleichzeitiger Nutzung von Wärme und Kälte.



Kühlen über den Eisspeicher

Im Zeitraum zwischen 11:00 und 14:00 Uhr liegen die Temperaturen im Gebäude zwischen 20 und 23°C. Es herrscht relativ geringer Kühlbedarf, der über den Eisspeicher abgedeckt werden kann.

Das Eis im Eisspeicher schmilzt und nimmt dabei die Wärme aus dem Trockenkühlturm auf. Dabei wird der Trockenkühlturm abgekühlt. Auf diese Weise kommt es zur Abkühlung des Gebäudes. Die Kälteanlage muss nicht betrieben werden, um die Kühllast zu abzuführen.



Kühlen über Kälteanlage und Eisspeicher

Im Zeitraum zwischen 14:00 und 19:00 Uhr liegen die Temperaturen im Gebäude zwischen 23 und 27°C. Diese Lastspitze in der Kühllast wird über die kombinierte Kühlung von Eisspeicher und Kälteanlage abgedeckt.

Dazu wird die Wärme aus dem Trockenkühlturm abgeführt und auf diese Weise das Gebäude gekühlt. Ein Teil der Wärme wird an den Eisspeicher übertragen, das Eis im Eisspeicher schmilzt und nimmt dabei die Wärme aus dem Trockenkühlturm auf. Um die besonders hohe Kühllast abzuführen, wird zusätzlich die Kälteanlage betrieben, und führt einen Teil der Wärme aus dem Trockenkühlturm über den Verdampfer ab.

Die Abwärme aus dem Kältemittelkreislauf wird über den Nasskühlturm an die Umgebung abgegeben.

Eisspeicher laden

Ab 19:00 sind keine Personen im Gebäude anwesend. Es besteht kein Bedarf der Klimatisierung. In dieser Zeit wird der Eisspeicher über die Kälteanlage geladen.