

Latentwärmespeicher

Oliver Gerdau FOS-T

Lerngebiet: Energieressourcen schonen

15.05.2011

Gliederung

- ▶ Energiespeicherung (Versuch)
- ▶ Latentwärmespeicher
- ▶ Phasenwechselmaterialien (PCM)
- ▶ Versuch
- ▶ Phasenumwandlung eines Wärmekissens
- ▶ Anwendungsgebiete

Problem

- ▶ Man stelle sich vor: Es ist Sommer (30°C) und die Sonne scheint auf die Häuserdächer.
- ▶ **Wie kann man die Wärmeenergie von der Sonne sinnvoll speichern?**

Energiespeicherung in Gebäuden

- ▶ Die Wärme der Sonne kann mithilfe eines Latentwärmespeichers gespeichert werden und zeitlich versetzt wieder abgerufen werden, z.B. für warmes Wasser oder Heizen in der Nacht.
- ▶ Dazu benötigt man nur ein geeignetes Material, das die Wärme aufnimmt und speichert. Dieses Material nennt man Phasenübergangsmaterial (PCM)
- ▶ Bevorzugt werden in Gebäuden Speichertemperaturen von 0°C bis 40°C, mit Ausnahme der Warm-Heizwasserbereitung zwischen 50°C und 60°C.

Energiespeicherung am Beispiel mit Zinn

- ▶ **Geräte:** Feuerfeste Arbeitsplatte, Dreifuß, Tondreieck, Schmelztiegel 15mL, Stativmaterial, Gasbrenner, Feuerzeug, Uhr, Digitalthermometer, Schutzbrille

Chemikalien: 100g Zinn

Durchführung: Wir erhitzen das Zinn in dem Tontiegel auf 400°C. Ab 380°C lassen wir es ca. 10 min. lang abkühlen und beobachten dabei die Temperatur

Energiespeicherung am Beispiel mit Zinn

- ▶ **Beobachtung:** Das Zinn kühlt sich einigermaßen konstant auf 229°C ab. Dann aber hält das Zinn die Temperatur eine gewisse Zeit lang.
- ▶ **Ergebnis:**

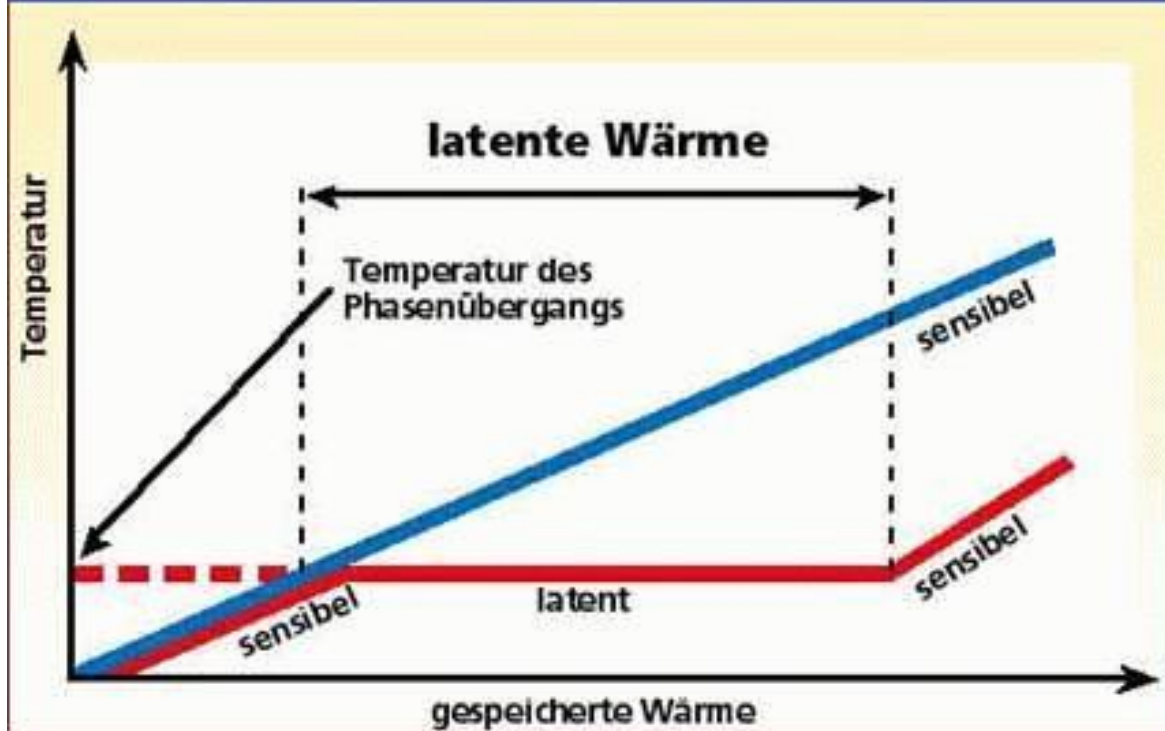
Latente Wärme

- ▶ Als latente Wärme bezeichnet man die bei einem Phasenübergang aufgenommene oder abgegebene Wärmemenge. Latent heißt sie deshalb weil die Aufnahme bzw. Abgabe dieser Wärme nicht zu einer Temperaturänderung führt.

Sensible Wärme

- ▶ Als fühlbare oder sensible Wärme bezeichnet man Wärme bzw. thermische Energie, die sich bei Zufuhr oder Abfuhr unmittelbar in Änderungen der Temperatur äußert und damit direkt fühl- bzw. messbar ist.

Vergleich der Wärmespeicherung durch sensible und latente Wärme



- ▶ Quelle: http://www.energieverbraucher.de/de/Umwelt-Politik/Effizienz/Latent--Waermespeicher__955/ContentDetail__2002/

Definition

- ▶ Latentwärmespeicher speichern thermische Energie durch die Änderung des Aggregatzustandes im Speichermedium (fest zu flüssig). Derartige Speichermedien werden auch als Phasenwechselmaterialien (PCM - Phase Change Material) bezeichnet. Außerdem speichern sie diese Wärme über eine lange Zeit verlustarm und mit vielen Wiederholzyklen.

Fuktion des Latentwärmespeichers

- ▶ Übergang von z.B. fest in flüssig (o. von flüssig zu Gasförmig)
- ▶ Temperatur steigt nicht
- ▶ Latente Wärme

Phasenwechsellmaterialien (PCM)

- ▶ Mit Hilfe von PCMs und deren unterschiedlichen Schmelzpunkten lässt sich thermische Energie in vielen Temperaturabschnitten speichern.

Arten von PCMs

- ▶ **Organische PCMs**
- ▶ **Anorganische PCMs**
- ▶ **eutektische Wasser-Salzlösungen**

Organische PCMs

- ▶ Organische Materialien sind Kohlenwasserstoffverbindungen
- ▶ Beispiele für Stoffgruppen sind Alkane, Alkine, Alkanole....
- ▶ Beispiele für Stoffe sind Alkohole, Ester, Carbonsäuren, Ether.....

Organische Stoffe

Ether	-O-	Ethergruppe
Amine	-NH ₂	Aminogruppe
Aldehyde (Alkanale)	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{-C} \\ \backslash \\ \text{H} \end{array}$	Aldehydgruppe
Ketone (Alkanole)	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{-C-} \end{array}$	Ketogruppe
Carbonsäuren	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{-C} \\ \backslash \\ \text{OH} \end{array}$	Carboxylgruppe
Ester	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{-C-O-} \end{array}$	Estergruppe
Nitroverbindungen	-NO ₂	Nitrogruppe

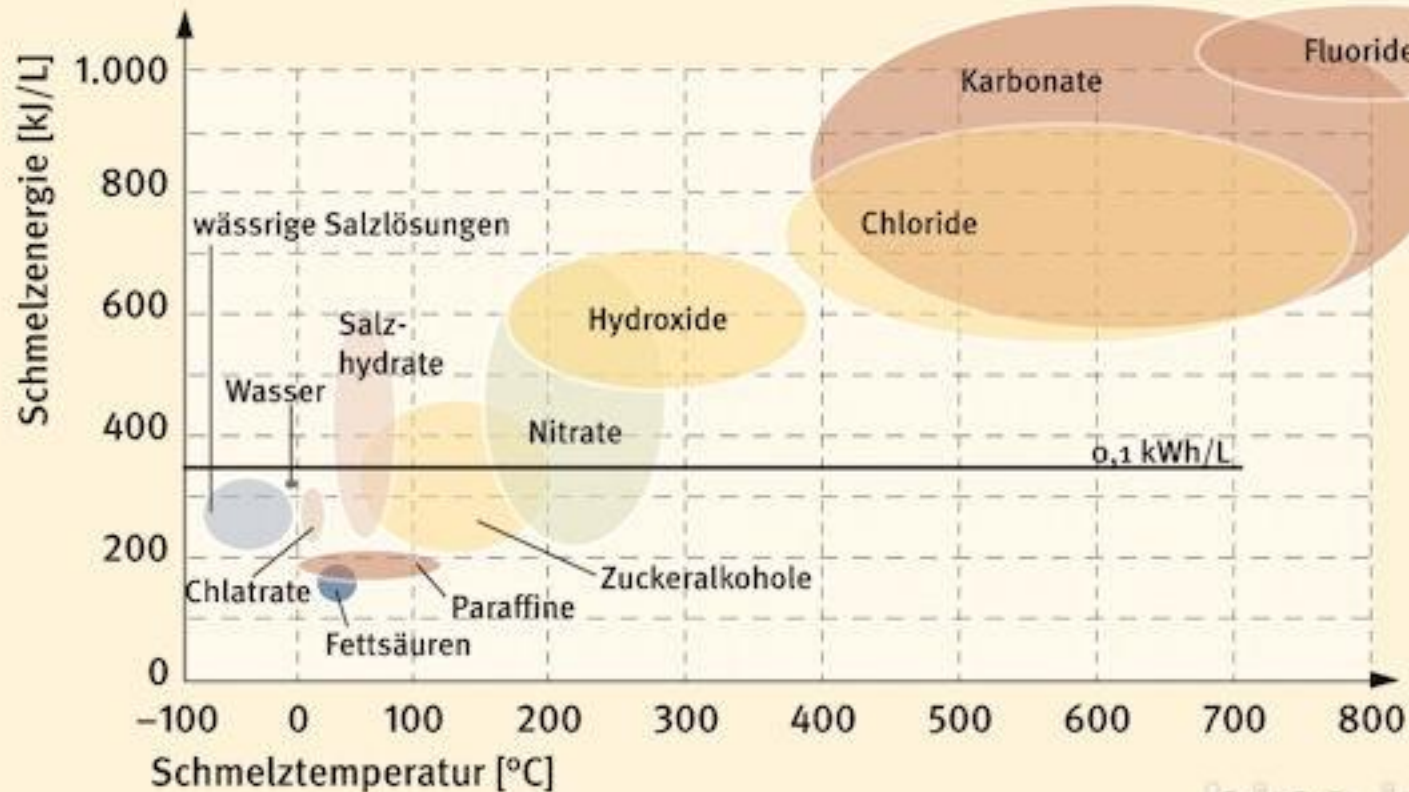
Anorganische PCMs

- ▶ Die anorganischen Materialien haben alle kohlenstofffreie Verbindungen.
- ▶ Beispiele für Stoffe bzw. Stoffgruppen der Anorganik wären z.B. bestimmte Säuren wie Schwefel-, Salz-, Salpeter- oder auch Phosphorsäure, weiterhin gehören auch Laugen oder Salze dazu.

Eutektische Wasser-Salzlösungen

- ▶ Eutektische Wasser-Salzlösungen sind Mischung zweier oder auch mehrerer Stoffe, die im festen Zustand absolut nicht und nur im geschmolzenen Zustand vollständig mischbar sind. Ein eutektisches Gemisch besitzt einen niedrigeren Erstarrungspunkt, als alle anderen Mischungen der gleichen Bestandteile.

Stoffe und ihre Schmelzeigenschaften



bine.info

Eigenschaften des Natriumacetat-Trihydrat

- ▶ farbloses Salzhydrat
- ▶ Schwachen Essiggeruch
- ▶ Ionensubstanz
- ▶ In Wasser bei 20°C gut löslich

Natriumacetat-Trihydrat

- ▶ Das Trihydrat bleibt bis zu einer Temperatur von 58°C fest. Beim Erreichen der Temperatur zersetzt es sich in ein Gemisch aus festem Natriumacetat und einer flüssigen Phase, die aus einer wässrigen NaOAc-Lösung besteht. Erst ab 77°C ist das Material vollständig geschmolzen. Es gibt andere Salzhydrate, die je nach Anwendung genutzt werden können. So kann man eine große Temperaturspanne von 0°C (Wasser) bis zu 802°C (NaCl) abdecken, in der die Phasenumwandlung stattfinden kann

Phasenumwandlung von einem Wärmekissen

- ▶ Das Metallplättchen im Inneren des Kissens wirkt ähnlich wie ein Knackfrosch und erzeugt beim Klicken für einen kurzen Moment eine Druckwelle (Verunreinigung der Lösung), wodurch die günstigen Druck- Temperatur- Bedingungen entstehen, um die Kristallisation zu starten.

Versuch

- ▶ **Hilfsmittel:**

- ▶ Weithals-Erlenmeyerkolben (500ml)
- ▶ Wasser
- ▶ 100g frisches Natriumacetat-Trihydrat
- ▶ Watte oder Aluminiumfolie
- ▶ Thermometer

- ▶ **Durchführung:**

- ▶ In einen Erlenmeyerkolben werden 10 ml Wasser gegeben und ein Thermometer hineingetan. Dazu gibt man 100 g frisches Natriumacetat-Trihydrat. Der Erlenmeyerkolben wird mit einem dicken Wattebausch oder etwas Aluminiumfolie verschlossen. Die übersättigte Salz/Wasser-Mischung wird kurz aufgekocht um das Salz zu lösen. Es ist sorgfältig darauf zu achten, dass keine Kristalle übrig bleiben. Wenn das Salz gelöst ist, lässt man die Lösung auf etwa 20 °C abkühlen. Wichtig dabei: Das Glas nicht anstoßen, damit der **metastabile Zustand** erhalten bleibt! Zum Aktivieren der sogenannten **unterkühlten Schmelze** rührt man die abgekühlte Lösung mit dem Thermometer kurz um oder kratzt mit einem Metall- oder Glasstab von innen an der Glaswand

- ▶ Beobachtung: Innerhalb von wenigen Sekunden kristallisiert der gesamte Inhalt des Erlenmeyerkolbens, bei gleichzeitigem Anstieg der Temperatur.
- ▶ Ergebnis: Durch das Verunreinigen der Lösung fängt sie an zu kristallisieren und gibt die gespeicherte Wärme wieder ab.

Anwendungsgebiete

- ▶ Warmhalteplatten für die Gastronomie
- ▶ Latentwärmespeicher für Kraftfahrzeuge
- ▶ wärmepuffernde Baustoffe in der Heizungs- und Baustoffindustrie
- ▶ PCM findet man zunehmend in Funktionstextilien (Klimastoffe/ schützen den Körper vor Feuchtigkeit)