

Schmelzen von Eis, Sieden von Wasser

Versuchsziele

- Verständnis der unterschiedlichen Aggregatzustände.
- Übergang von Stoffen zwischen verschiedenen Aggregatzuständen.
- Schmelzen von Eis (Übergang fest – flüssig)
- Sieden von Wasser (Übergang flüssig – gasförmig)

Grundlagen

Stoffe können in verschiedenen Aggregatzuständen vorliegen. Die klassischen Aggregatzustände sind fest, flüssig und gasförmig. Stoffe bestehen aus Teilchen, die sich in Abhängigkeit des Aggregatzustandes kontinuierlich bewegen.

Feststoffe, also Stoffe im festen Aggregatzustand, haben eine stabile äußere Form und ein definiertes Volumen. In Feststoffen bewegen sich die Teilchen wenig. Sie befinden sich in einem festen Gitter in denen sie nur rotieren und schwingen können. Je wärmer es wird, desto schneller rotieren und desto stärker schwingen die Teilchen. Durch die stärkeren Schwingungen benötigen die Teilchen bei höheren Temperaturen mehr Raum, wodurch sich Festkörper ausdehnen.

Flüssigkeiten, also Stoffe im flüssigen Aggregatzustand, haben zwar ebenfalls ein definiertes Volumen, aber keine feste Form mehr. In Flüssigkeiten können sich die Teilchen freier

bewegen. Die Teilchen wechselwirken aber immer noch miteinander und berühren sich noch. Wie beim Feststoff werden bei Erwärmung die Bewegungen der Teilchen stärker, wodurch sich Flüssigkeiten beim Erwärmen ausdehnen.

Eine Ausnahme stellt Wasser dar, da es sich beim Erwärmen bis zu einer Temperatur von 4 °C zusammenzieht und erst bei höheren Temperaturen ausdehnt. Man spricht hier von der „Dichteanomalie des Wassers“. Beim Schmelzen bricht der Eiskristall nicht vollständig zusammen. Die Hohlräume der sich bildenden Eis-Bruchstücke („Cluster“) sind mit freien Wassermolekülen besetzt, so dass Wasser bei 4 °C die höchste Dichte hat. Erst über 4 °C werden die Cluster wieder kleiner, die Dichte nimmt ab und Wasser dehnt sich aus.

Gase, also Stoffe im gasförmigen Aggregatzustand, haben dagegen weder eine Form noch ein Volumen und füllen jeden zur Verfügung stehenden Raum aus. In Gasen sind die Teilchen schnell in Bewegung. Die Teilchen berühren sich nur selten



Abb. 1: Versuchsaufbau

und sind gleichmäßig über den gesamten zur Verfügung stehenden Raum verteilt.

Bei konstantem Druck gehen Stoffe bei einer charakteristischen Temperatur von einem Aggregatzustand in den nächsten über. Diese Temperaturen sind als Schmelz- bzw. Siedepunkt bekannt und in Tabellen gelistet. Der Druck hat Einfluss auf die Schmelz- und Siedepunkte. Bei niedrigerem Druck sinkt der Siedepunkt. Dadurch ist beispielsweise die Temperatur, bei der Wasser kocht, auf hohen Bergen niedriger als auf Meereshöhe.

In diesem Versuch wird das Verhalten von Wasser bei verschiedenen Temperaturen verfolgt. Dafür wird Eis, also Wasser im festen Aggregatzustand, langsam erhitzt, bis es schmilzt und anschließend verdampft. Am Schmelz- bzw. Siedepunkt ändert sich die Temperatur erst, wenn die Substanz vollständig in den Zustand übergegangen ist. So können Schmelz- und Siedepunkt leicht ermittelt werden.

Gefährdungsbeurteilung

Grundsätzlich geht von dem Versuch keine Gefahr aus. Vorsicht ist geboten beim Umgang mit heißen Gegenständen und Flüssigkeiten.

Geräte und Chemikalien

1	Pocket-CASSY 2 Bluetooth	524 018
1	CASSY Lab 2.....	524 220
1	Akku für Pocket-CASSY 2 Bluetooth	524 019
1	NiCr-Ni-Adapter S, Typ K.....	524 0673
1	Temperaturfühler NiCr-Ni, Typ K	529 676
1	Bluetooth-Dongle	524 0031
1	Becherglas DURAN, 600 ml, nF	664 105
1	Magnetrührstäbchen, 15 mm x 5 mm Ø.....	666 850
1	Magnetrührer mit Heizplatte.....	666 8471
1	Stativstab 450 mm, 12 mm Ø, Stahl	666 523
1	Universalklemme 0...80 mm	666 555
1	Doppelmuffe S	301 09

Zusätzlich erforderlich:

Eis

PC mit Windows XP/Vista/7/8

Versuchsaufbau und -vorbereitung

- Den Stativstab in der Magnetrührer mit Heizplatte einschrauben.
- Die Universalklemme mit der Doppelmuffe S am Stativstab befestigen.
- Das Pocket-CASSY 2 Bluetooth mit dem Akku für Pocket-CASSY 2 Bluetooth verbinden. Das Bluetooth-Dongle in einen USB-Port am PC stecken.

Hinweis: Alternativ das Pocket-CASSY 2 Bluetooth per USB-Kabel am PC anschließen. Dann wird der Akku fürs Pocket-CASSY 2 nicht benötigt.

- Den Temperaturfühler NiCr-Ni über den NiCr-Ni-Adapter S an das Pocket-CASSY 2 Bluetooth anschließen.

Durchführung

- [Einstellungen in CASSY Lab 2 laden.](#)
- Eis zerkleinern und mit etwas Wasser in das Becherglas geben. Das Magnetrührstäbchen hinzufügen und das Becherglas auf den Magnetrührer mit Heizplatte stellen.

- Den Temperaturfühler NiCr-Ni an der Universalklemme befestigen und in das Becherglas einführen.
- Die Messung im CASSY Lab 2 starten.
- Den Rührer auf eine geringe Geschwindigkeit einstellen.
- Die Heizplatte auf maximales Erhitzen einschalten.

Beobachtung

Das Eis schmilzt langsam. Während des Schmelzens wird eine Temperatur von ca. 0 °C gemessen. Nachdem das Eis komplett geschmolzen ist, steigt die Temperatur des Wassers kontinuierlich an. Nach einiger Zeit des Heizens fängt das Wasser an zu kochen. Es steigen Blasen auf. Die Temperatur beträgt nun ca. 100 °C und steigt nicht weiter an.

Auswertung

Die Auswertung erfolgt in CASSY Lab 2.

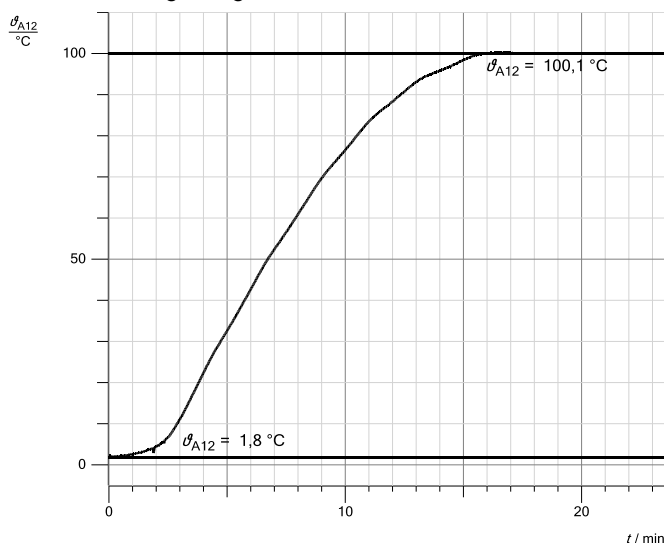


Abb. 2: Schmelz- und Siedediagramm von Wasser.

Wie in Abbildung 2 gut ersichtlich verbleibt die Temperatur anfangs konstant bei ca. 0 °C, bis das gesamte Eis geschmolzen ist. Dies ist der Schmelzpunkt. Danach erfolgt ein kontinuierlicher Temperaturanstieg bis auf 100 °C. Bei 100 °C ist der Siedepunkt des Wassers erreicht und das Wasser kocht.

Ergebnis

Damit das Wasser im Aggregatzustand fest in den flüssigen Aggregatzustand übergeht, muss dem Eis Energie zugeführt werden. Deswegen bleibt die Temperatur während des Schmelzens konstant bei ca. 0 °C.

Ähnliches passiert, wenn das Wasser anfängt zu kochen. Wenn das Wasser die Temperatur von 100 °C erreicht, geht ein kleiner Teil der Wassermoleküle vom Aggregatzustand flüssig in den Aggregatzustand gasförmig über. Erst, wenn alles Wasser verdampft ist, würde der Dampf eine höhere Temperatur annehmen. Diese Beobachtung gilt nur bei normalem Luftdruck auf Meereshöhe (Normaldruck). Bei niedrigeren Drücken, z.B. auf Bergen siedet Wasser bei einer deutlich niedrigeren Temperatur.

Reinigung und Entsorgung

Das restliche Wasser wird nach dem Abkühlen in den Abfluss gegeben.