

Gefrieren von Wasser

Wasser wird mit einer Eis-Kochsalzmischung abgekühlt. Dabei tritt eine Unterkühlung auf. Kommt es zum Auskristallisieren, steigt die Temperatur schlagartig auf 0 °C an.

Hintergrund

Gearbeitet wird im Microscale-Maßstab. Als Reaktionsgefäß wird eine 3 ml Einwegpipette aus Kunststoff verwendet, über Messwerterfassung die Messwerte digital registriert.

Gefahren



Signalwort: ---



Schutzbrille tragen.

Chemikalien

Wasser, dest.
Natriumchlorid/Kochsalz
Eis, zerstoßen (oder Flockeneis aus der Eismaschine)

Materialien

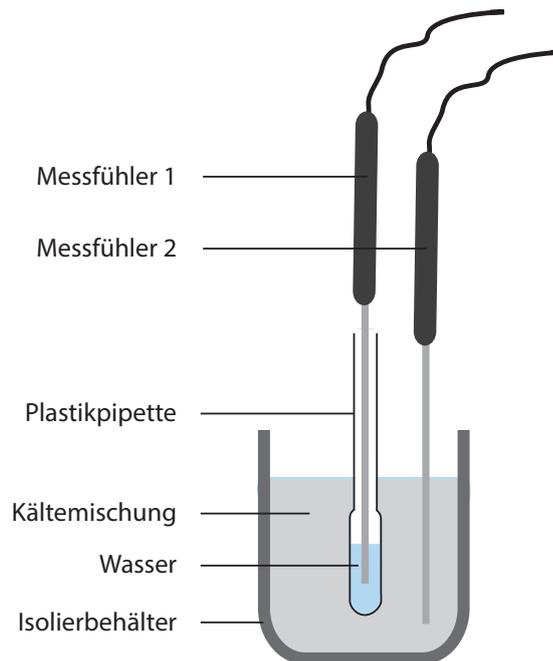
Becherglas, 400 ml, niedrige Form, besser isolierter Kaffeebecher, 0,5 l
Einwegpipette, 3 ml, Kunststoff
Waage, 1 g Genauigkeit ausreichend
(Spatel-) Löffel zum Herumrühren der Kältemischung
Computer mit CASSY-Lab 2 und CASSY-Interface
NiCr-Ni Adapter S
NiCr-Ni - Temperaturfühler, 3 mm, 2 Stück (einer davon mit glatter Oberfläche)
Stativmaterial (Stativ, 2 Muffen, 2 Fingerklemmen)

Herstellen der Kältemischung (nach Lit. 1)

1. Eiswürfel zerkleinern (z. B. in ein Handtuch einpacken und mit einem Hammer zerschlagen).
2. Abwechselnd 100 g Eis mit 33 g Kochsalz im Becherglas bzw. isolierten Kaffeebecher mischen.
3. Insgesamt 300 g Eis und 100 g Kochsalz verwenden.

Gefrieren von Wasser

Versuchsanordnung



Einstellungen in CASSY-Lab 2

Temperatur	Bereich:	-20 .. 120 °C
Messbedingungen	Aufnahme:	automatisch
	Messzeit	kein Eintrag (Messzeit unbestimmt)
	Intervall	1 s
Standart/Kurve	Stil:	Linien
	Achsen	∅/t

Versuchsdurchführung

1. Pipette mit der Schere 2 cm unter der Spitze kappen, den Pipettenkopf mit Wasser füllen.
2. Messhardware zur Messung mit CASSY Lab 2 vorbereiten (Lit. 2).
3. Computer hochfahren und Einstellungen für CASSY-Lab 2 übernehmen.
4. y-Achse bis auf 40 °C korrigieren.
5. Kältebad vorbereiten.
6. Messfühler wie in der Versuchsskizze in die Pipette einführen, zweiten Messfühler am Stativ befestigen und in das Kältebad tauchen.
7. Pipette und Fühler mit der Fingerklemme am Stativ befestigen, so dass der Fühler nicht mehr verrutschen kann.
8. Die Messung mit F9 oder Klick auf die Uhr starten, wenn die Pipette noch außerhalb des Kältebades sich befindet.
9. Pipette in das Kältebad absenken.
10. Mindestens 5 min messen.

Gefrieren von Wasser

Beobachtung

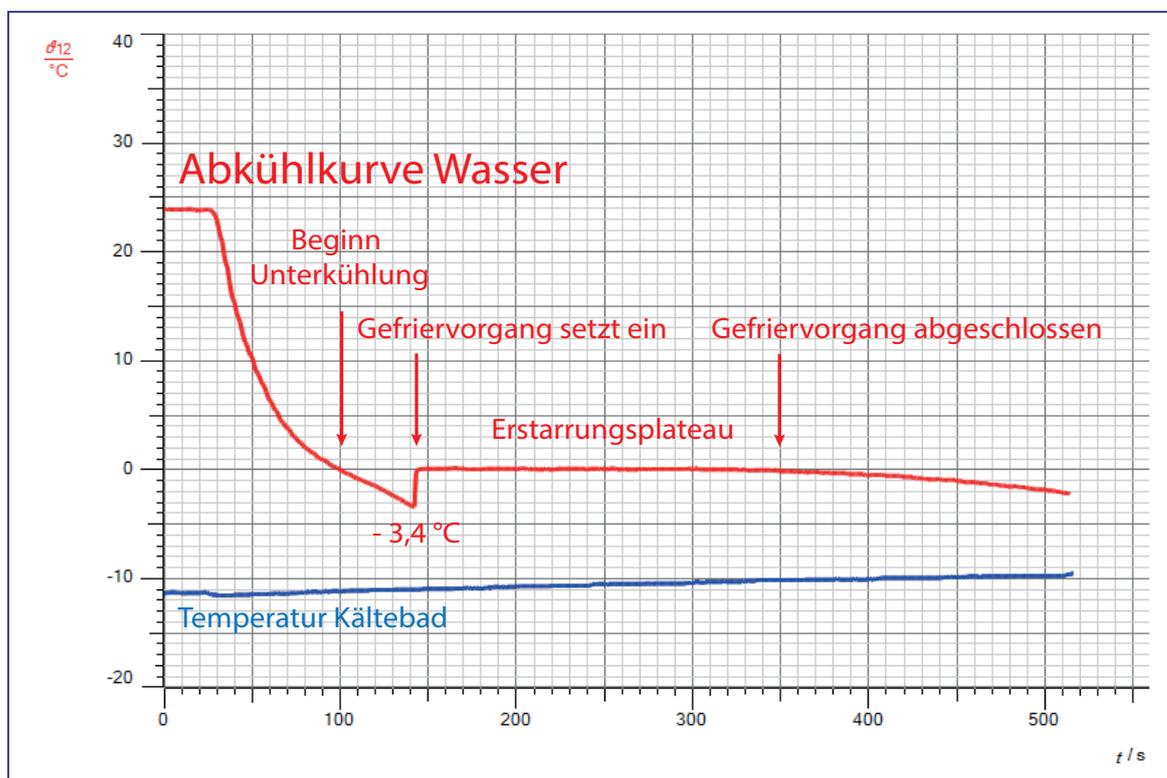
Die rote Kurve zeigt den Messfühler in der Pipette an:

1. Die fällt, sogar unter den Nullpunkt, im Diagramm auf $-3,4\text{ °C}$.
2. Dann steigt die Temperatur schlagartig auf 0 °C an, bleibt so eine längere Zeit konstant.
3. Danach sinkt die Temperatur wieder ab.

Die blaue Kurve zeigt den Messfühler im Kältebad an:

1. Das Kältebad hat eine Anfangstemperatur von $-11,3\text{ °C}$
2. Im Laufe des Versuchs steigt die Temperatur leicht an.

Messdiagramm



Erklärung

Fehlt ein Kristallisationskeim, neigt Wasser dazu, zu unterkühlen, d. h. es bleibt trotz Abkühlung unter den Gefrierpunkt flüssig. Ist der Temperaturfühler rau, fällt die Unterkühlung geringer aus oder ist gar nicht zu beobachten.

Der Gefriervorgang muss nicht ausgelöst werden, sondern setzt, bei weiterer Abkühlung, von selbst ein.

Bei der Kristallisation wird Wärme frei (das Spalten von Bindungen kostet Energie, das Ausbilden von Bindungen liefert Energie). Die Temperatur bleibt während des Erstarrens konstant auf 0 °C , dem Gefrierpunkt von Wasser.

Literatur

- (1) https://www.chemieunterricht.de/dc2/tip/08_98.htm
- (2) <https://www.fachreferent-chemie.de/wp-content/uploads/Arbeiten-mit-CASSY.pdf>