

## **Dissoziation und Gefrierpunktserniedrigung**

### **Aufbau/Beschreibung des Versuchs:**

siehe Anleitung zum Praktikumsversuch

### **Durchführung des Versuchs:**

Bei diesem Versuch wird der Gefriervorgang von einer  $\text{KNO}_3$ -Lösung gemessen. Näheres zur Versuchsdurchführung siehe Anleitung zum Praktikumsversuch.

### **Aufgabenstellung:**

#### **5a) Gefrierpunktserniedrigung von destilliertem Wasser durch $\text{KNO}_3$ :**

(Meßwerte/-ergebnisse siehe Protokollheft) Um die Gefrierpunktserniedrigung messen zu können, wird zunächst der Gefrierpunkt des Lösemittels (hier: destilliertes Wasser) bestimmt. Das ist notwendig, denn es wird nicht direkt die Temperatur gemessen, sondern der elektrische Widerstand des Thermistors, der mit der Temperatur linear zusammenhängt. Eine Temperatur-Widerstand-Eichung erfolgt am Ende des Versuchs. Die beiliegenden Graphiken lassen eine deutliche Meßabweichung hervortreten. Anders als bei den Versuchen V2 und V3 läßt sich bei V1 kein Widerstandsmaximum erkennen (Diagramm 1 und 2). Gründe hierfür liegen wohl darin, daß erstens die Messung etwa 20 bis 30 Sekunden später begann als V2/V3; zweitens, daß das Lösungsmittel womöglich nicht ständig bzw. zu ungleichmäßig gerührt wurde und drittens, daß u.U. die Kühlung durch das Kältebad nicht optimal verlief. Nun wird das destillierte Wasser mit  $\text{KNO}_3$  versetzt. Die Versuche V4/V5 verlaufen nahezu identisch, wohingegen sich der Gefriervorgang bei V6 vergleichsweise lang hinauszögert (Diagramm 3 und 4). Bei den Versuchen V2 bis V5 und mit einer Verzögerung auch bei V6 läßt sich jedoch sehr schön ein Anstieg des Widerstandes bis zu einem Maximum und ein darauffolgend steiler Abfall erkennen. Vergleicht man den Temperaturanstieg des Kältebades bei den Versuchen V4 und V5 mit dem Anstieg der Temperatur bei V6, kann man auch den Grund für die Verzögerung verstehen ( $\Delta\theta_{V4} = 0,8 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\Delta\theta_{V5} = 0,7 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\Delta\theta_{V6} = 1,9 \text{ }^\circ\text{C}$ ). Woher kommt dieser Unterschied? Wir haben in allen drei Versuchen die Lösung stofflich nicht verändert, jedoch haben wir nach V5 das Kältebad ausgetauscht. Als wir mit der letzten Messreihe begannen, hatte zwar das Kältebad  $-6,1 \text{ }^\circ\text{C}$ , jedoch war das Glasgefäß wärmer als bei den beiden Versuchen zuvor. Bei den vorherigen Versuchen war bereits eine dünne Eisschicht außen am Behälter vorhanden. Diese war zu Beginn des letzten Versuches allerdings noch nicht ausgebildet. Das Kältebad hat offensichtlich nicht nur unsere Lösung, sondern auch noch den Behälter gekühlt, weshalb sich die Lösung langsamer ihrem Temperaturminimum und damit ihrem Widerstandsmaximum nähert als bei V4 und V5.

### **Mittelwertbildung:**

Aufgrund der beiden ungenauen Meßreihen (V1 und V6) haben wir die Mittelwerte von V2 und V3 bzw. V4 und V5 berechnet und graphisch dargestellt (Diagramm 5 und 6). Es ist deutlich zu erkennen, daß das Widerstandsmaximum der Lösung (V4, V5) größer ist als das des Lösungsmittels (V2, V3) (Diagramm 5). Im Diagramm 6 mit umgerechneter Temperaturskala ist die Gefrierpunktserniedrigung direkt abzulesen.

**Thermistor – Eichung:**

Die Thermistoreichung erfolgt im Eisbad. Nach Messung nimmt der Widerstand im Intervall von 0°C bis -6°C um 8,93 kΩ - 6,69 kΩ = 2,24 kΩ zu. Mit Annahme der Linearität ergibt

sich als Steigung  $m = \frac{\Delta R}{\Delta \theta} = \frac{2,24 \text{ k}\Omega}{-6^\circ \text{C}} = -0,37 \frac{\text{k}\Omega}{^\circ \text{C}}$ . Der y-Abschnitt ergibt sich zu 6,69 kΩ. Das

ist aber R(θ), wir wollen jedoch θ(R). Nach Auflösen erhält man  $\theta(R) = \frac{R - 6,69 \text{ k}\Omega}{-0,37 \frac{\text{k}\Omega}{^\circ \text{C}}}$ .

Einsetzen der Gefrierpunkte liefert Δθ=0,5°C

**5b) Anzahl der gelösten Teilchen:**

$$n_2' = \frac{M_1 \cdot n_1}{K_{Gl} \cdot 1000 \text{ g}} \cdot \Delta T_G = \frac{20,873 \text{ g}}{1,859 \frac{\text{mol}}{\text{g}} \cdot 1000 \text{ g}} \cdot 0,5^\circ \text{C} = 5,61 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 3,38 \cdot 10^{21}$$

$$n_2' = \frac{n_1}{\frac{K_{Gl} \cdot 1000 \text{ g}}{\Delta T_G \cdot M_1} - 1} = \frac{18,015 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{\frac{1,859 \frac{\text{mol}}{\text{g}} \cdot 1000 \text{ g}}{0,5^\circ \text{C} \cdot 18,015 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} - 1} = 5,64 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 3,40 \cdot 10^{21}$$

**5c) Dissoziationsgrad:**

z=2, da KNO<sub>3</sub> in zwei Ionen dissoziiert

$$\alpha = \frac{\frac{n_2'}{z} - 1}{\frac{n_2'}{m_2} - 1} = \frac{\frac{5,64 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{2} - 1}{\frac{5,64 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{0,551 \text{ g}} - 1} = 0,0349 = 3,49\%$$

**Beantwortung der Fragen:**

(Die Lösungen zu den ersten vier Fragen sind direkt im Text der Datei „DIS.pdf“ zu finden.)

**Was versteht man unter einem Dissoziationsgrad? Auf welche Weise kann er bestimmt werden?**

Lese hierzu die Datei „DIS.pdf“, Seite 3.

**Warum hat eine Salzlösung einen geringeren Dampfdruck als das Lösungsmittel?**

Der geringere Dampfdruck kommt dadurch zustande, daß sich bei der Dissoziation die Moleküle des Lösungsmittels zwischen die Ionen des Salzes schieben und sich um diese anordnen. Handelt es sich bei dem Lösungsmittel um Wasser, so spricht man auch von Hydratation, d. h. die Ionen sind von einer Wolke von Wasserdipolen umgeben. Das hat zur Folge, daß die Zahl der austretenden Wassermoleküle bei derselben Temperatur geringer ist als bei reinem Wasser. Man muß also die Temperatur erhöhen, damit die Salzlösung denselben Dampfdruck erreicht wie das Lösungsmittel. Die Dampfdruckkurve der Salzlösung liegt deshalb unterhalb der des Lösungsmittels.

**Wie ist aus Gleichung 5 ersichtlich, daß die Schmelzdruckkurve steil verläuft?**

Da die Volumendifferenz  $V_{\text{flüssig}} - V_{\text{fest}}$  sehr klein ist, wird die Steigung der Schmelzkurve sehr groß, d. h. die Schmelzkurve hat einen steilen Verlauf.

**Erklären Sie die Funktionsweise des Kältebades! Warum kühlt sich das Eis-Wasser-Gemisch ab, wenn Viehsalz zugesetzt wird? Kann man statt Viehsalz auch ein anderes Salz hinzugeben?**

Fügt man dem Eis-Wasser-Gemisch Viehsalz hinzu, so erhält man eine Lösung, wobei das Eis-Wasser-Gemisch das Lösungsmittel und das Viehsalz die gelöste Substanz darstellt. Die Dissoziationsenergie, die aufgebracht werden muß, um die Ionen aus ihrem Gitterverband zu lösen, ist in diesem Fall größer als die Solvationsenergie, die bei der Anlagerung der Wassermoleküle an die Ionen frei wird, d.h. man muß Energie aufwenden, um das Viehsalz zu lösen (endothermer Vorgang)  $\Rightarrow$  die Viehsalz-Eis-Wasser-Lösung kühlt sich ab. Man verwendet die Lösung also dazu, um im ersten Versuchsteil das destillierte Wasser und im zweiten die  $\text{KNO}_3$ -Lösung zum Gefrieren zu bringen. Statt Viehsalz läßt sich auch jedes andere Salz hinzufügen, solange das Lösen des Salzes ein endothermer Vorgang ist. Ansonsten würde sich das Eis-Wasser-Gemisch mit dem Salz nicht abkühlen, sondern erwärmen.

**Warum ist die Änderung des elektrischen Widerstandes mit der Temperatur bei Halbleitern größer als bei Metallen?**

Die größere Temperaturabhängigkeit des Leitwerts bei Halbleitern im Vergleich zu Metallen läßt sich mit dem Bändermodell erklären. Im Metall ist das Leitungsband bei jeder Temperatur mit Elektronen besetzt, daher der hohe Leitwert. Im Halbleiter ist das Leitungsband am absoluten Nullpunkt frei von Elektronen und wird erst mit zunehmender thermischer Energie besetzt, d.h. starke Temperaturabhängigkeit.

**Was bedeutet der Begriff „negativer Temperaturkoeffizient“ des Thermistors?**

Das bedeutet, daß bei ansteigender Temperatur der Widerstand kleiner wird (dies geschieht z.B. bei Halbleitern).