

## Arbeitsblatt – Die Entropie als treibende Kraft chemischer Reaktionen

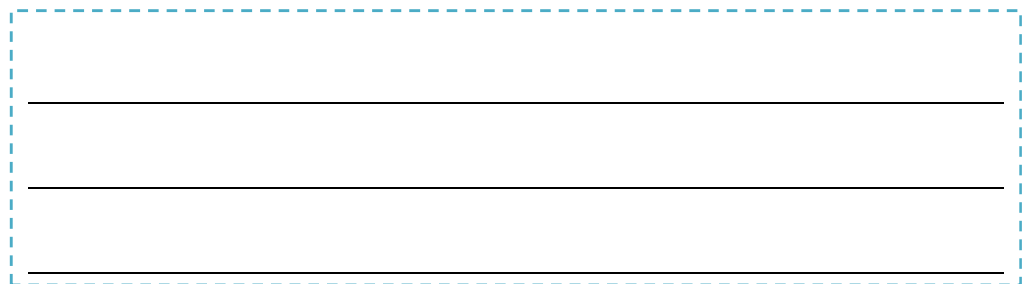
Die Entropie ist eine Größe, die in unserer Umwelt entscheidend ist. Sie hat sowohl im Makroskopischen Bereich als auch im submikroskopischen Bereich Einfluss. Damit der Einfluss der Entropie auf chemische Reaktionen besser greifbar gemacht werden kann, führen wir einen Versuch durch.

Materialien: 100-mL-Becherglas, Löffelspatel, Universalindikatorpapier, Pinzette, digitales Thermometer mit Thermofühler

Chemikalien: Bariumhydroxid-Octahydrat, Ammoniumthiocyanat

Durchführung: In das Becherglas werden gleiche Volumenmengen (in etwa zwei Spatellöffel) Bariumhydroxid und Ammoniumthiocyanat gegeben. Das Thermometer wird in die Masse gesteckt und die Entwicklung der Temperatur verfolgt. Nach Versuchsende wird vorsichtig am Glas geschnuppert. Der Gasraum wird mit feuchtem Indikatorpapier getestet.

Beobachtung:



Auswertung:

1. Führe den oben beschriebenen Versuch durch. Erkläre, welche Reaktion stattfindet und stelle eine Reaktionsgleichung auf. Nenne die Eigenschaften einer endothermen Reaktion, verwende dabei auch den Begriff Enthalpie.
2. Nenne die Gibbs-Helmholtz-Gleichung und deute den Verlauf der Reaktion von Bariumhydroxid mit Ammoniumthiocyanat unter der Berücksichtigung der Größen freie Enthalpie, Enthalpie und Entropie.
3. Werte die Erkenntnisse aus dem Versuch aus und beschreibe was für einen Einfluss die Entropie nicht nur im submikroskopischen Raum hat, sondern auch in deiner Umwelt. Verallgemeinere die Gibbs-Helmholtz-Gleichung auf unsere Umwelt (Analogien).

# 1 Reflexion des Arbeitsblattes

Entropie ist ein Konzept, welches auf makroskopischer Ebene leicht erklärt werden kann. Sie beschreib die Unordnung in einem System, z.B. dem Jugendzimmer der SuS. Unordentlich wird es von alleine, man muss aber Energie investieren, damit es wieder geordnet ist. Dieses Konzept gilt es auch auf atomarer Ebene anzuwenden. Chemische Reaktionen laufen auch ab, obwohl sie endotherm sind. Die Enthalpie kann also nicht das einzige sein, was Einfluss auf den freiwilligen Ablauf einer chemischen Reaktion hat. Um diesen Einfluss zu erarbeiten eignet sich der oben aufgeführte Schülerversuch das dazugehörige Arbeitsblatt.

## 1.1 Erwartungshorizont (Kerncurriculum)

Die Schülerinnen und Schüler...

### Fachwissen:

- erläutern das Wechselspiel zwischen Enthalpie und Entropie als Kriterium für den freiwilligen Ablauf chemischer Prozesse (eA). (Aufgabe 2)
- beschreiben Energieentwertung als Zunahme der Entropie. (Aufgabe 3)
- nennen die Gibbs-Helmholtz-Gleichung. (Aufgabe 2)
- beschreiben die Enthalpieänderung als ausgetauschte Wärme bei konstantem Druck. (Aufgabe 1)

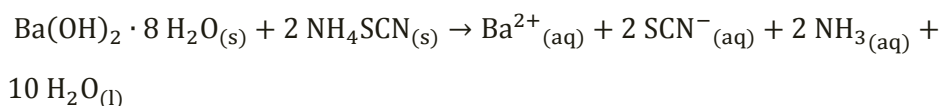
### Bewertung:

- nutzen ihre Kenntnisse zur Entropie für eine philosophische Sicht auf die Welt (eA). (Aufgabe 3)

Aufgabe 1 entspricht dem Anforderungsbereich 1, da bekanntes Wissen wiedergegeben wird und bereits vorhandene Kompetenzen angewandt werden. Aufgabe 2 entspricht Anforderungsbereich 2, da elementare mathematische Beziehungen auf chemische Sachverhalte angewandt werden. Aufgabe 3 entspricht dem Anforderungsbereich 3, da die SuS fachspezifische Erkenntnisse als Basis für die Bewertung eines Sachverhaltes nutzen.

## 1.2 Erwartungshorizont (Inhaltlich)

Aufgabe 1: Der/Die SuS führen den Versuch durch und notieren eigenständig ihre Beobachtungen. Die SuS formulieren folgende Reaktionsgleichung:



Bei endothermen Reaktionen ist  $\Delta H > 0$ , das heißt eigentlich sollten diese Reaktionen nicht freiwillig ablaufen.

Aufgabe 2:  $\Delta G = \Delta H - T \cdot \Delta S$ . Da die Reaktion freiwillig abläuft, muss  $\Delta G < 0$  sein. Da die Temperatur sinkt, handelt es sich um eine endotherme Reaktion und wie oben bereits erwähnt ist  $\Delta H > 0$ . Damit  $\Delta G < 0$  ist, muss also der Term  $T \cdot \Delta S$  größer sein als  $\Delta H$ , da die Reaktion sonst nicht freiwillig ablaufen würde. Es muss also so sein, dass

$T \cdot \Delta S$  bei Raumtemperatur größer sein muss als  $\Delta H$ . Der freiwillige Ablauf einer Reaktion ist also nicht nur von der Enthalpie abhängig, sondern auch von der Entropie. Diese wird erhöht, da die Teilchen sich mehr bewegen (Aggregatzustände) und es insgesamt mehr Teilchen gibt als vorher, die Unordnung im System höher. Das heißt die Entropie steigt an.

Aufgabe 3: Ein System strebt immer einen Zustand höchster Unordnung an, das kann man auch in unserer Umwelt beobachten. Als ein Beispiel kann man nennen, dass wenn mein kleiner Bruder einen Bauklotzturm baut und ich ihn umwerfe, findet dieser Prozess freiwillig statt. Ich muss nur wenig Energie aufwenden. Das Aufbauen des Turmes findet jedoch nicht freiwillig statt. Dazu muss viel mehr Energie aufgewendet werden. Energieentwertung ist also immer mit einer Zunahme der Entropie verbunden. Ich stecke viel Energie hinein um die Entropie zu verringern (Zimmeraufräumen). Diese Energie wird entwertet, indem im Laufe der Woche die Unordnung und somit auch die Entropie zunimmt.