



# SACHSEN-ANHALT

Kultusministerium

## SCHRIFTLICHE ABITURPRÜFUNG 2008

### CHEMIE (Leistungskursniveau)

Einlesezeit: 30 Minuten  
Bearbeitungszeit: 300 Minuten

Der Prüfling wählt je ein Thema aus den Gebieten **G** (Grundlagen) und **V** (Vertiefung) zur Bearbeitung aus.

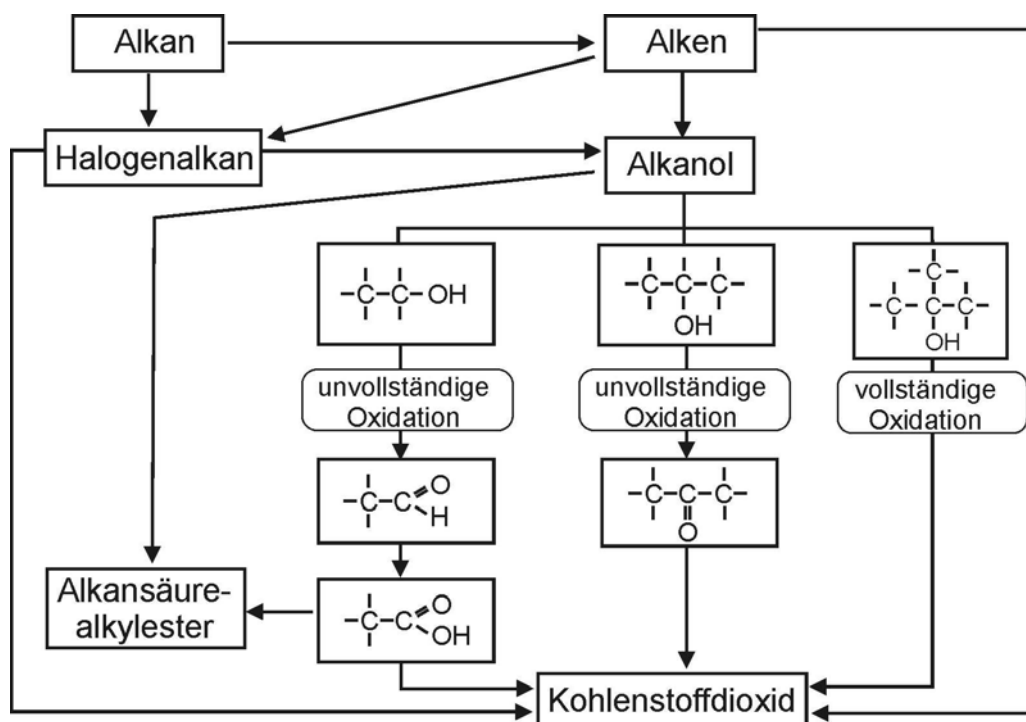
Die zwei zur Bewertung vorgesehenen Themen sind vom Prüfling anzukreuzen.

<b>Thema G 1:</b>	Kohlenwasserstoffe und Derivate	<input type="checkbox"/>
<b>Thema G 2:</b>	Stickstoffverbindungen	<input type="checkbox"/>
<b>Thema V 1:</b>	Silberreinigung	<input type="checkbox"/>
<b>Thema V 2:</b>	Verhalten von Säuren	<input type="checkbox"/>
<b>Thema V 3:</b>	Chemie in Gewässern der Kalksteinregion	<input type="checkbox"/>

Unterschrift des Prüflings:.....

## Thema G 1: Kohlenwasserstoffe und Derivate

Die kettenförmigen Kohlenwasserstoffe können einerseits als Energieträger verwendet werden, andererseits sind sie Rohstoffe für Synthesen, die zu vielfältigen Zwischen- und Endprodukten führen. Das folgende Schema zeigt einige ausgewählte Reaktionsmöglichkeiten dieser organischen Verbindungen.



- Benennen Sie die Vertreter mit drei Kohlenstoffatomen für zwei Sauerstoffderivate der Alkane und für eine weitere im Schema genannte Stoffklasse. Entwickeln Sie für diese Vertreter die Strukturformeln, kennzeichnen und benennen Sie das jeweils bestimmende Strukturmerkmal.
- Formulieren Sie unter Nutzung des Schemas für eine Additionsreaktion eines Alkens die chemische Gleichung. Erläutern Sie an diesem Beispiel das Wesen einer Redoxreaktion.
- Berechnen Sie für die vollständige Verbrennung von 2 kg Propan unter Standardbedingungen die freiwerdende Reaktionswärme und die Volumenarbeit. Nehmen Sie an, dass alle Reaktionsprodukte gasförmig vorliegen.  
**Hinweis:** Molares Volumen unter Standardbedingungen  $V_m^0 = 24,4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$
- Obwohl Ethansäureethylester, Hexan, Pentan-1-ol und Propan-1,2,3-triol annähernd gleiche molare Massen besitzen, unterscheiden sich ihre Siedetemperaturen. Ordnen Sie diese Verbindungen begründet nach steigenden Siedetemperaturen.

- 5 Formulieren Sie unter Verwendung von LEWIS-Formeln und ausgehend von Ethen und Ethansäure Reaktionsgleichungen zur Herstellung des Lösungsmittels Ethansäureethylester.

Entwickeln Sie für nachfolgende Reaktionen chemische Gleichungen:

- Propan-1-ol reagiert mit Natrium
- Propan-1-ol reagiert zu Propanal
- Propanal reagiert mit fehling'scher Lösung

Bestätigen Sie, dass Propanal ein Oxidationsprodukt von Propan-1-ol ist.

**Hinweis:** Gehen Sie für die fehling'sche Lösung vereinfachend von Kupfer(II)-hydroxid-Lösung aus.

- 6 Es gibt genau vier Isomere **A**, **B**, **C** und **D** mit der Summenformel  $C_4H_{10}O$ , die den Stoffklassen des Schemas zugeordnet werden können. Für diese Isomere gilt:

Isomer **A**

- reagiert mit Natrium unter Wasserstoffentwicklung
- ist katalytisch unvollständig oxidierbar und das Oxidationsprodukt ist mit der fehling'schen Probe nachweisbar
- besitzt die höchste Siedetemperatur

Isomer **B**

- reagiert mit Natrium unter Wasserstoffentwicklung
- ist katalytisch unvollständig oxidierbar und das Oxidationsprodukt ist mit der fehling'schen Probe nachweisbar

Isomer **C**

- reagiert mit Natrium unter Wasserstoffentwicklung
- ist katalytisch unvollständig oxidierbar und das Oxidationsprodukt ist mit der fehling'schen Probe nicht nachweisbar

Isomer **D**

- reagiert mit Natrium unter Wasserstoffentwicklung
- ist nur vollständig oxidierbar
- besitzt die niedrigste Siedetemperatur

Geben Sie die Strukturformeln der Isomeren an.

Ordnen Sie die Strukturformeln den Isomeren **A** bis **D** zu und übernehmen Sie hierzu auch den Teil des Schemas, der für die Zuordnung relevant ist.

Auf die Angabe von Reaktionsgleichungen wird verzichtet.

Geben Sie für die Summenformel  $C_4H_{10}O$  die Strukturformel eines weiteren Isomers an, für das gilt: Die Reaktion mit Natrium findet nicht statt.

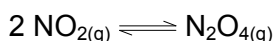
Begründen Sie die geringe Wasserlöslichkeit dieses Isomers.

## Thema G 2: Stickstoffverbindungen

### 1 Stickoxide

Stickoxide entstehen überwiegend in den Verbrennungsmotoren von Fahrzeugen, den Düsentriebwerken von Flugzeugen, in Kraftwerken sowie durch den natürlichen Abbau der vom Menschen in den Boden eingebrachten Stickstoffdünger.

- 1.1 In einem zugeschmolzenen Reagenzglas befindet sich ein Gemisch aus braunem Stickstoffdioxid und farblosem Distickstofftetraoxid. Die Dimerisierung verläuft entsprechend der folgenden Reaktionsgleichung:



Erläutern Sie Voraussetzungen und Merkmale eines chemischen Gleichgewichtes.

- 1.2 Bei Temperaturen von  $\vartheta > 2300 \text{ °C}$  reagieren die in der Luft enthaltenen Gase Stickstoff und Sauerstoff unter Bildung von Stickstoffmonooxid. Aus 2000 Liter Luft entstehen maximal 44 Liter Stickstoffmonooxid. Gehen Sie von der vereinfachenden Annahme aus, dass die Luft zu 80 % aus Stickstoff und zu 20 % aus Sauerstoff besteht.

Berechnen Sie für diese Reaktion die Gleichgewichtskonstante  $K$ .

Begründen Sie, weshalb es möglich ist,  $K_c$  mithilfe der gegebenen Volumina zu berechnen.

### 2 Salpetersäure

- 2.1 Salpetersäure ist die wichtigste, beständigste und stärkste Sauerstoffsäure des Stickstoffs, die in verdünnter wässriger Lösung nahezu vollständig dissoziiert ist.

Stark verdünnte Salpetersäure reagiert

- mit Magnesium,
- mit Magnesiumoxid und
- mit Magnesiumhydroxid.

Formulieren Sie eine Gesamtgleichung für jede der Reaktionen. Geben Sie für eine der Reaktionen die Reaktionsart an und erläutern Sie deren Wesen.

Begründen Sie, dass Magnesium mit Salpetersäure ( $c = 1 \text{ mol/L}$ ) unter Bildung eines stickstoffhaltigen Reduktionsproduktes reagiert.

**Hinweis:**  $\text{NO}_{(\text{g})} + 6 \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} \rightleftharpoons \text{NO}_3^-_{(\text{aq})} + 4 \text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})} + 3 \text{e}^- \quad E^0 = 0,96 \text{ V bei pH} = 0.$

### 2.2 Experiment:

Das Salz Kaliumnitrat ist gut in Wasser löslich, es entstehen hydratisierte Ionen. Um das Ionengitter abzubauen, muss die Gitterenthalpie  $\Delta_G H$  überwunden werden. Die Hydratationsenthalpie  $\Delta_H H$  wird bei der Hydratation der Ionen frei.

Ermitteln Sie mithilfe eines Kalorimeters die molare Lösungsenthalpie beim Lösen von wasserfreiem Kaliumnitrat der Stoffmenge  $n = 0,1 \text{ mol}$  in einem Volumen  $V = 0,1 \text{ L}$  Wasser.

Begründen Sie die auftretende Temperaturänderung.

**Hinweis:** Vereinfachend können für die spezifische Wärmekapazität und die Dichte der Salzlösung die entsprechenden Werte für Wasser eingesetzt werden.

2.3 Die Erzeugung von Salpetersäure kann in drei Teilschritten erfolgen. Die als Hauptreaktion bezeichnete katalytische exotherme Oxidation (OSTWALD-Verfahren) von Ammoniak zu Stickstoffmonooxid und Wasser findet am Platinkatalysator statt. Zur Vermeidung von Nebenreaktionen darf das Gasgemisch nur *kurzzeitig* am Katalysator verweilen. Die Oxidation zu Stickstoffdioxid sowie die Absorption von Stickstoffdioxid in Wasser, wobei Salpetersäure und Stickstoffmonooxid entstehen (vgl. Abb. 2.1 Salpetersäureherstellung), sind weitere Reaktionsschritte.

Entwickeln Sie für die genannten Teilschritte die Reaktionsgleichungen.  
 Geben Sie ein bei diesem Verfahren angewandtes technisches Prinzip an und begründen Sie die Reaktionsführung im Verbrennungsofen ( $\vartheta = 850 - 950 \text{ }^\circ\text{C}$ , Normaldruck, Katalysator).

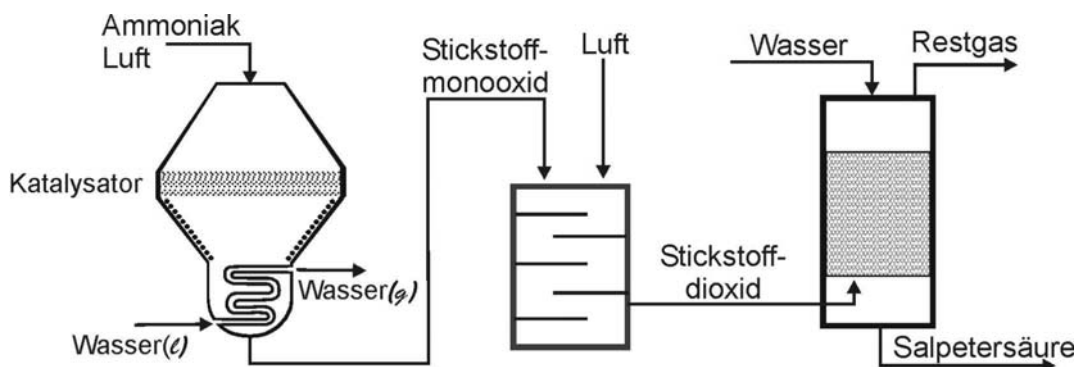


Abb. 2.1: Salpetersäureherstellung

3 Salzlösungen für den Sekundärstoffwechsel der Pflanzen

Im Gartenbau wird z. B. die Tatsache genutzt, dass bei Hortensien der pH-Wert des Pflanzensaftes die Blütenfarbe bestimmt. Salze sind in der Lage, diesen pH-Wert zu beeinflussen. Ist der Säuregehalt des Pflanzensaftes hoch, so werden blaue oder violette Hochblätter entwickelt, ist er hingegen gering, so wird die Bildung von rosa oder roten Hochblättern gefördert.

Entscheiden Sie begründet, welche Farbentwicklung bei den Hochblättern der Hortensien einerseits durch die Gabe des Salzes Aluminiumsulfat und andererseits durch die Gabe des Salzes Kaliumcarbonat begünstigt würde.

4 Organische Verbindungen des Stickstoffs

Aminoethansäure (Glycin) und Ethansäure werden in der Struktur und in einigen Eigenschaften verglichen. Dieser Struktur-Eigenschafts-Vergleich wird in der nachfolgenden Tabelle dargestellt:

	Aminoethansäure (Glycin)	Ethansäure
Strukturformel		
Säure-Base-Funktion des Teilchens	Ampholyt	Säure
Ionen	Zwitter-Ion	Kation und Anion
Verhalten der wässrigen Lösung im elektrischen Feld	keine Ionenwanderung (vereinfachte Betrachtung)	Ionenwanderung

**Hinweis:** Ein Zwitter-Ion ist ein Teilchen, das sowohl eine positive als auch eine negative Ladung trägt.

Ergänzen Sie die LEWIS-Formeln und erklären Sie die Angaben in der Tabelle.

## Thema V 1: Silberreinigung

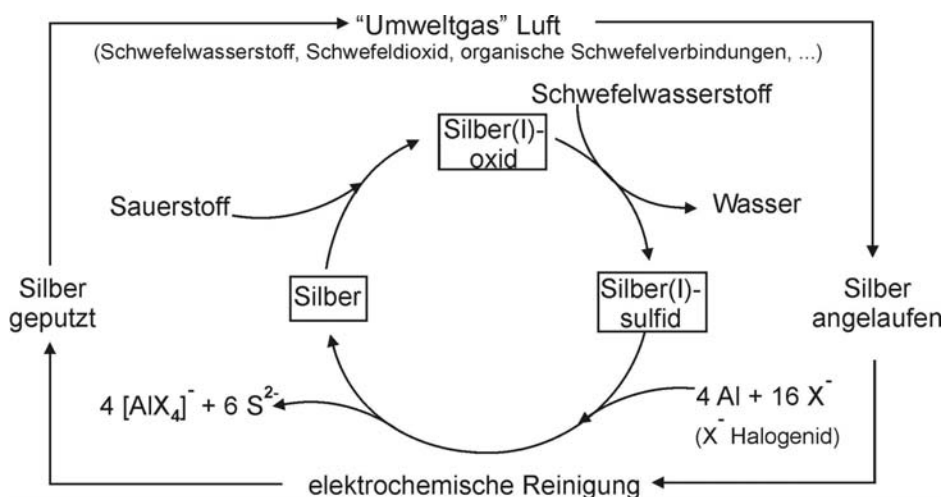
### Material:

Im Chemielexikon heißt es unter den Stichworten: Silberputzmittel bzw. Silberreinigung

„... in Form von Lösungen, Pasten, Seifen, Pulvern und imprägnierten Tüchern in den Handel gelangende Putzmittel, die u. a. Borax, Ammoniak, Natriumthiosulfat, verdünnte anorganische Säuren oder Citronensäure und Thioharnstoff enthalten können und abgelagertes Silber(I)-sulfid als wasserlösliche Komplexe entfernen ...“

„... Poliermittel mit sehr feinkörnigen Scheuermitteln, wie z. B. Kaliumcarbonat (Pottasche), Zigarrenasche, Zahnpasta ...“

„... auf elektrochemischen Reaktionen beruhende Methode ...“



nach: Handbuch der experimentellen Chemie Sekundarbereich II, Bd. 5 Chemie der Gebrauchsmetalle, (ISBN-Nummer: 978-3-7614-2384-4.)

- 1 Je nach Qualität des Silbers laufen Silbergegenstände oft an der Luft schwarz an. Beim maschinellen Geschirrspülen wird das Anlaufen insbesondere dann verstärkt, wenn dem Geschirrspülmittel zur Sauerstoffbleiche Natriumpercarbonat (enthält chemisch gebundenes Wasserstoffperoxid) zugesetzt wurde.

Erläutern Sie sowohl das Anlaufen von Silber an der Luft als auch beim maschinellen Geschirrspülen.

Begründen Sie einen alten „Haushaltstipp“, der besagt, dass das Anlaufen von Silberbestecken durch Beilegen einer Kupfermünze verhindert werden kann.

- 2 Bei der elektrochemischen Methode werden die zu reinigenden Silbergegenstände in heißer essigsaurer Kochsalzlösung mit Aluminiumfolie in Kontakt gebracht.

Dabei wird Folgendes beobachtet:

- Silbergegenstände werden wieder glänzend
- Aluminiumfolie wird stumpf bzw. löchrig
- unangenehmer Geruch nach faulen Eiern
- Bildung eines Niederschlages bei Zugabe einer Blei(II)-salz-Lösung

Werten Sie diese Beobachtungen aus. Berücksichtigen Sie auch, dass zunächst die das Aluminium schützende Oxidschicht angegriffen werden muss, bevor es zur Bildung des im Schema genannten Komplex-Ions kommen kann.

Entwickeln Sie eine Gesamtgleichung für den Prozess der elektrochemischen Reinigung.

- 3 Erklären Sie die Wirkungsweise einer Silberreinigung mittels eines Tauchbades, das u. a. Natriumthiosulfat in saurer Lösung enthält.

Begründen Sie einen Nachteil gegenüber dem in Aufgabe 2 genannten Reinigungsverfahren.

## Thema V 2: Verhalten von Säuren

### Material 1:

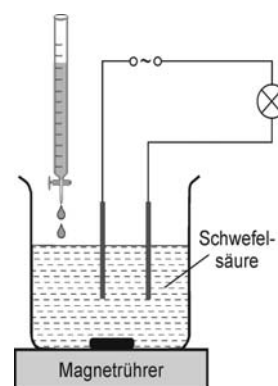
Kationen und Anionen wandern in einem elektrischen Feld. Je größer die Beweglichkeit der Ionen ist, desto größer ist die elektrische Leitfähigkeit einer Lösung. In der folgenden Tabelle sind einige relative Ionenbeweglichkeiten dargestellt:

Ion	$\text{H}_3\text{O}^+$	$\text{OH}^-$	$\text{SO}_4^{2-}$	$\text{Ba}^{2+}$	$\text{Na}^+$
relative Ionenbeweglichkeit	1,00	0,56	0,45	0,36	0,14

In einem Versuch entsprechend der Abbildung werden zwei Proben Schwefelsäure-Lösung der gleichen Konzentration vorgelegt. Die Glühlampe leuchtet hell.

**Probe 1:** Bei der kontinuierlichen Zugabe von Natriumhydroxid-Lösung wird das anfangs helle Leuchten der Glühlampe zunächst schwächer und dann wieder stärker.

**Probe 2:** Der Schwefelsäure-Lösung wird kontinuierlich Bariumhydroxid-Lösung zugeführt. Das anfangs helle Leuchten der Glühlampe wird zunächst schwächer, dann geht die Lampe aus und leuchtet später wieder.



- 1 Werten Sie unter Einbeziehung des Materials 1 die Beobachtungen bei Probe 1 aus und erklären Sie die abweichende Beobachtung bei Probe 2.

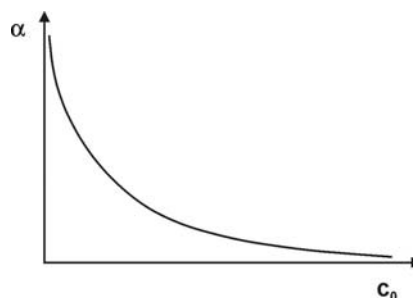
### Material 2:

In der Lösung eines schwachen Elektrolyten ist dieser nur unvollständig dissoziiert. Die Anziehungskräfte zwischen den Teilchen sind gering und können vernachlässigt werden.

Der Quotient aus der Oxonium-Ionenkonzentration der protolysierten Säureteilchen und der Ausgangskonzentration der Säure wird Protolysegrad  $\alpha$  der Säure-Lösung HA genannt.

Der Protolysegrad einer Ethansäure-Lösung der Konzentration  $c_0 = 0,1 \text{ mol/L}$  beträgt  $\alpha = 0,013$ .

$$\alpha(\text{HA}) = \frac{c(\text{H}_3\text{O}^+)}{c_0(\text{HA})}$$



- 2 Berechnen Sie den Protolysegrad einer Ethansäure-Lösung mit der Konzentration  $c_0 = 0,01 \text{ mol/L}$ . Interpretieren Sie das im Material 2 gegebene Diagramm und geben Sie die Veränderung des Protolysegrades einer Säure-Lösung bei Verdünnung an. Entscheiden Sie begründet, ob nachstehende Schlussfolgerung richtig ist: „Die Protolysegrade der Lösungen zweier Säuren  $\alpha(\text{HA}_1) = 0,04$  und  $\alpha(\text{HA}_2) = 0,05$  führen zu der Folgerung, dass die Säure  $\text{HA}_1$  schwächer ist als die Säure  $\text{HA}_2$ .“

### Thema V 3: Chemie in Gewässern der Kalksteinregion

#### Material:

Die Bachforelle ist ein wertvoller Speisefisch, der früher häufig vorkam. Sie stellt hohe Anforderungen an das Wasser, es sollte kalt, sauerstoffreich und fließend sein. Am günstigsten sind Bäche, die in Kalksteinregionen entspringen. In diesen Regionen bewirkt das Niederschlagswasser die Kohlensäureverwitterung. Diese beruht auf dem natürlichen Säurecharakter der Niederschläge und der Tätigkeit der Organismen im Boden.

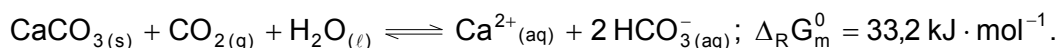
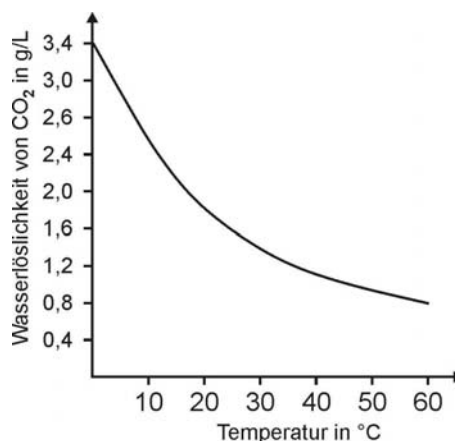
**Vorgang 1:** Im Niederschlagswasser wird Kohlenstoffdioxid zunächst physikalisch gelöst. Ein Teil reagiert mit dem Wasser. In Folgereaktionen findet eine stufenweise Protolyse statt.

**Vorgang 2:** Calciumcarbonat (Kalkspat, Calcit) ist in „neutralem Wasser“ fast unlöslich, reagiert jedoch nach Ablauf des Vorgangs 1 mit dem Niederschlagswasser. Diese Reaktion wird als Kohlensäureverwitterung bezeichnet. Sie führt in geologischer Hinsicht zur Verkarstung des Kalksteins bzw. in bodenkundlicher Hinsicht zur Entkalkung der Böden.

- 1 Stellen Sie die Reaktionsgleichungen der drei im Vorgang 1 genannten sowie der im Vorgang 2 beschriebenen Gleichgewichtsreaktionen auf.

Begründen Sie unter Einbeziehung des nebenstehenden Diagramms, dass die Löslichkeit der Carbonate mit abnehmender Temperatur steigt.

- 2 Der Vorgang 2 kann vereinfacht auch durch folgende chemische Gleichung beschrieben werden:



Berechnen Sie für diese Reaktion die molare Standardreaktionsenthalpie und unter Verwendung der GIBBS-HELMHOLTZ-Gleichung die molare Standardreaktionsentropie.

Interpretieren Sie den gegebenen und die berechneten Werte qualitativ.

Unter der Annahme, dass eine Gleichgewichtsreaktion vorliegt, gilt:  $\ln K = -\frac{\Delta_R G_m^0}{R \cdot T}$

Berechnen Sie den Zahlenwert K der Gleichgewichtskonstanten. Interpretieren Sie Ihr Ergebnis und diskutieren Sie den Zusammenhang zum Vorgang 2 im Material.

- 3 Als Modell für die Folgen der Versauerung eines Gewässers wird die Reaktion einer wässrigen Lösung von Calciumhydrogencarbonat mit Essigsäure-Lösung betrachtet. Es ist eine Kohlenstoffdioxidentwicklung zu beobachten.

Erklären Sie dieses Phänomen.

**Hinweis:** universelle Gaskonstante:  $R = 8,314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

molare Standardbildungsenthalpien:  $\Delta_B H_m^0 (\text{Ca}^{2+}_{(aq)}) = -542,8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

$\Delta_B H_m^0 (\text{HCO}_3^{-}_{(aq)}) = -692,0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$