Dolinenbildung

Materialgebundene Aufgabe oder Klausuraufgabe

Voraussetzungen/ Vorwissen

Die SUS sollten den Einfluss von *Druck und Temperatur* (evtl. Konzentration) auf *chemische Gleichgewichte* kennen, z.B. durch das Arbeitsblatt „Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid“ aus dem bereitgestellten Modul „Le Chatelier“.

Als **typischen Kontext** benutzt man im Unterricht üblicherweise den natürlichen Kalkkreislauf, z.B. anhand der Entstehung von Tropfsteinhöhlen bzw. Dolinen[1] oder der Verwitterung an Gebäuden. Hier lassen sich Reaktionsmechanismen abprüfen und der natürliche Kalkkreislauf kann beispielhaft erläutert werden:

> 1. ***„Erläutern Sie** den Prozess der Dolinenbildung anhand der stattfindenden chemischen Reaktionen. **Geben Sie** dabei jeweils die zugehörige Reaktionsgleichung **an**.*

Diese **typische Klausuraufgabe** bewegt sich je nach Vorwissen im Anforderungsbereich I/II kann aber durch Zusatzmaterial in der Schwierigkeit variiert werden, z.B. durch die Setzung anderer Rahmenbedingungen, die das chemische Gleichgewicht beeinflussen. Dadurch sind die SUS gezwungen, ihr erlerntes Wissen anzuwenden und nachzudenken.

> 2. ***„Beurteilen Sie** die Dolinenbildung auf dem Planetensystem Kalkulon (**M 1**), indem Sie mögliche Auswirkungen der veränderten äußeren Bedingungen auf die chemischen Reaktionen aufzeigen und die Größe und Häufigkeit der Kalksteinhöhlen auf dem jeweiligen Planeten voraussagen.“*

M 1: Das Planetensystem Kalkulon

Das Planetensystem Kalkulon besteht aus drei unterschiedlichen Planeten, die alle überwiegend aus Kalkstein bestehen. Allerdings herrschen gegenüber der Erde andere Bedingungen:

Kalkulon I

Ist ein Planet mit gemäßigten Temperaturen, aber einer sehr dichten Atmosphäre. Hier herrscht gegenüber der Erde auf Meereshöhe der zehnfache Druck.

Kalkulon II

Hat eine Umlaufbahn nahe der Sonne. Dadurch beträgt die Temperatur auf der Oberfläche ca. 60 ° C. Die Zusammensetzung der Atmosphäre entspricht ansonsten aber genau derjenigen der Erde.

Kalkulon III

Hat einen Klimawandel hinter sich. Die Bewohner (Roboter) haben alle fossilen Brennstoffe aufgebraucht und der Kohlendioxidgehalt der Atmosphäre ist auf das Hundertfache des ursprünglichen Wertes angestiegen. Der Luftdruck und die Temperatur entsprechen allerdings dem der Erde.

---

[1] Informationsblatt zur Dolinenbildung, Creative Commons, Namensnennung nicht kommerziell unter http://www.heimatforschung-regensburg.de/129/1/50-Rezente%20Dolinenbildung%20in%20der%20Tiefenrinne%20Wasserklingen.pdf Abgerufen am 30.11.2017
Weitere Informationen und Film (ca. 4 min) als Online-Medienpaket „Karst“ Nummer 5562238 von 2015, Filmmenü → Entstehung und Korrosion von Kalkstein → Lösung
Beziehbar über das Medienzentrum Rhein-Sieg-Kreis http://www.rsk-medienzentrum.de/

Andy Bindl im Team LNCU für Sinus/QUA-LiS NRW, 2019. Alle Materialien und Abbildungen, sofern nicht anders gekennzeichnet, unter CC-BY-SA 4.0.

Zusatzinformationen

erklären	Zusammenhänge eines Sachverhaltes erfassen und auf allgemeine Aussagen zurückführen
erläutern	Wesentliche Seiten eines Sachverhalts an Beispielen oder durch zusätzliche Informationen verständlich machen (hier: ca. AFB II)
beurteilen	Zu einem Sachverhalt eine selbständige Einschätzung nach fachwissenschaftlichen Kriterien abgeben (AFB III)
angeben	Elemente, Sachverhalte, Begriffe, Daten ohne nähere Erläuterungen aufzählen (AFB I)

Als Hilfestellung in der Übungsphase u.U. auch für eine sprachsensible Gestaltung kann man hier **Wortgeländer oder Satzbaumuster** vorgeben, z.B. zur Erläuterung der Dolinenbildung. Durch ein Mischen/ Auslassen der Worte oder auch bewusste Fallen (falsche Begriffe) kann man die Schwierigkeit individuell anpassen.

(1) Kalk – Löslichkeit – Wasser - gering

(2) Kohlendioxid (CO_2) – Wasser – lösen – Kohlensäure - Gleichgewicht

(3) Kalkstein – Risse – Wasser – eindringen – Kohlensäure – Kalk – auflösen

(4) Hohlräume – unterirdisch – groß

(5) Einsturz – Doline – Loch - Unfall

(A) $CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3$

(B) $H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-$

(C) $H_2CO_3 + CaCO_3 \rightleftharpoons Ca(HCO_3)_2$

(D) $Ca(HCO_3)_2 \rightleftharpoons Ca^{2+} + 2\ HCO_3^-$ (gut löslich)

Andy Bindl im Team LNCU für Sinus/QUA-LiS NRW, 2019. Alle Materialien und Abbildungen, sofern nicht anders gekennzeichnet, unter CC-BY-SA 4.0.

Alternative: Multiple-Choice-Abfrage

Für die (Übungs-)Aufgabe zum chemischen Gleichgewicht auf dem Planetensystem Kalkulon bietet sich alternativ auch eine **Multiple-Choice-Abfrage** an (Internetversion unter www.lncu.de):

1. Aus den gegebenen Informationen lässt sich folgender Sachverhalt ableiten: Für **Kalkulon I** gilt die Häufigkeit und Größe der gebildeten Kalksteinhöhlen (Dolinen) nimmt zu, weil…

   - ○ das Gleichgewicht der chemischen Reaktion $CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3$ auf die rechte Seite verschoben wird. ***(richtig)***
   - ○ das Gleichgewicht der chemischen Reaktion $CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3$ auf die linke Seite verschoben wird.
   - ○ Das Gleichgewicht der chemischen Reaktion $H_2CO_3 + CaCO_3 \rightleftharpoons Ca(HCO_3)_2$ auf die rechte Seite verschoben wird. ***(richtig)***
   - ○ die Löslichkeit von Kalkstein ($CaCO_3$) in Wasser durch den höheren Druck erhöht wird.

2. Aus den gegebenen Informationen lässt sich folgender Sachverhalt ableiten: Für **Kalkulon II** gilt die Häufigkeit und Größe der gebildeten Kalksteinhöhlen (Dolinen)…

   - ○ nimmt zu, weil mit steigender Temperatur die Löslichkeit von CO_2 in Wasser zunimmt.
   - ○ nimmt ab, weil mit steigender Temperatur die Löslichkeit von CO_2 in Wasser zunimmt.
   - ○ nimmt zu, weil mit steigender Temperatur die Löslichkeit von CO_2 in Wasser abnimmt.
   - ○ nimmt ab, weil mit steigender Temperatur die Löslichkeit von CO_2 in Wasser abnimmt. ***(richtig)***

3. Aus den gegebenen Informationen lässt sich folgender Sachverhalt ableiten: Für **Kalkulon III** gilt die Häufigkeit und Größe der gebildeten Kalksteinhöhlen (Dolinen)…

   - ○ bleibt ungefähr gleich, weil der atmosphärische Druck gleichbleibt.
   - ○ bleibt ungefähr gleich, weil sich auch die Temperatur gleichbleibt.
   - ○ nimmt zu, weil die Konzentration des Kohlendioxids angestiegen ist. ***(richtig)***
   - ○ nimmt ab, weil die Konzentration des Kohlendioxids angestiegen ist.

Andy Bindl im Team LNCU für Sinus/QUA-LiS NRW, 2019. Alle Materialien und Abbildungen, sofern nicht anders gekennzeichnet, unter CC-BY-SA 4.0.