



## Übungsaufgaben zum Kapitel Reaktionsverhalten organischer Verbindungen mit Hilfe des Lernprogramms Kohlenstoffkreisläufer

- Tipp:**           Vergleiche auf der KGA-Chemie-Unterrichtsmaterialeseite im Lehrplan Kapitel C 10.4 Reaktionsverhalten organischer Verbindungen - mit dem Hefteintrag Kohlenwasserstoffe (Passwort: **schuelerkga10**), Kapitel 1.3 Kohlenstoffkreislauf und Treibhauseffekt
- Vorkenntnisse:** Wiederhole bei Lücken im Grundwissen zunächst  
(1) die Übungsaufgaben zum Acidbaser sowie  
(2) die Übungsaufgaben zum Oxidaser
- Auftrag:**           Schreibe ***nur die Lösungen ins Schulheft***
- Hinweis:**        Zu jedem Kohlenstoffspeicher und zu jedem Stoff-Fluss können  Hilfeseiten aufgerufen werden.  
Zu jedem Schritt im Modell für den Einfluss der Verbrennung fossiler Brennstoffe kann ein  Hilfetext eingeblendet werden.

1.       Fähigkeit: *Kenntnis der verschiedenen Kohlenstoffspeicher mit ihren Kohlenstoffverbindungen und ihrer ungefähren Größenordnung*

Übernehme die folgende Tabelle und ergänze die Lücken:

Speicher	Enthaltene Verbindungen des Kohlenstoffs	Masse in Gigatonnen Kohlenstoff
Atmosphäre	Kohlenstoffdioxid CO <sub>2</sub>	790
Hydrosphäre	Kohlenstoffdioxid CO <sub>2</sub> (gelöst) Hydrogencarbonation HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	35 000
Lithosphäre	Calciumcarbonat CaCO <sub>3</sub>	75 000 000
Biosphäre	Kohlenhydrate, Proteine, Fette, Nukleinsäuren und andere organische Verbindungen	ca. 2200
Fossile Brennstoffe	Kohle, Erdöl und Erdgas (v.a. Methan CH <sub>4</sub> )	5000
Methanhydrate	Methan in einem Käfig aus Wassermolekülen	10000

2.       Fähigkeit: *Kenntnis der verschiedenen Stoff-Flüsse zwischen den Kohlenstoffspeichern und der jeweils ablaufenden chemischen (evtl. enzymatisch gesteuerten) Schlüsselreaktionen*

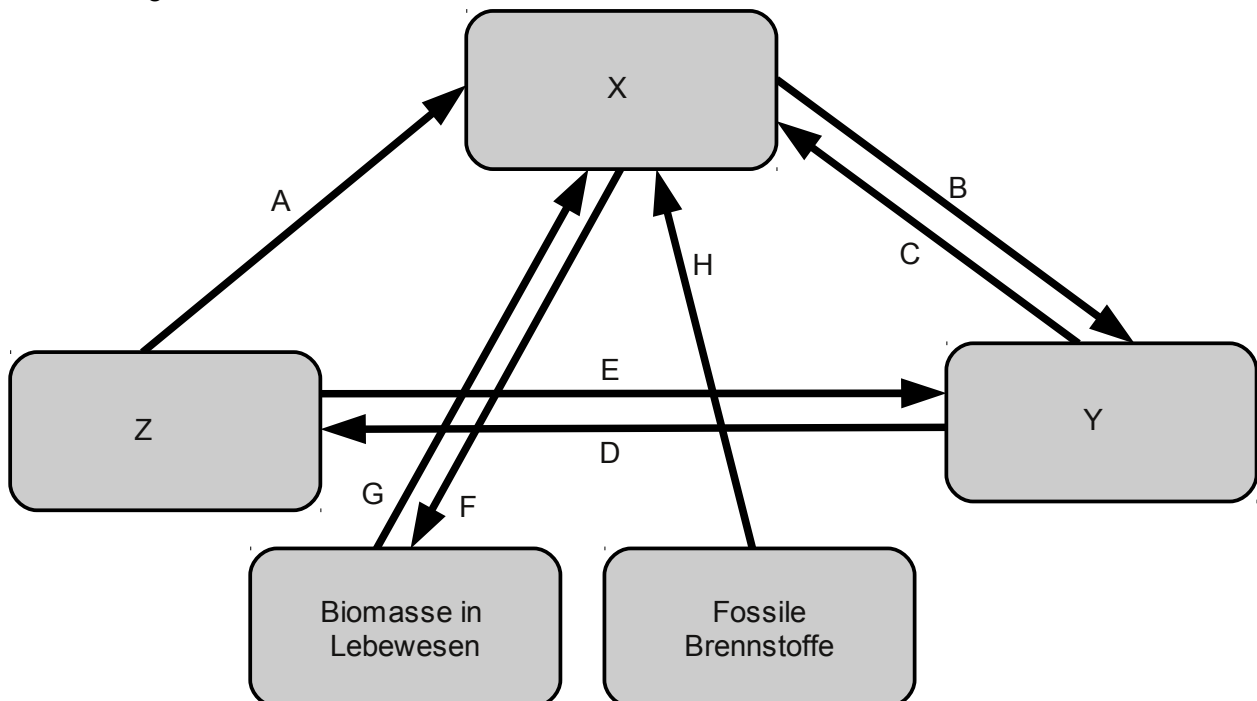
Übernehme die folgende Tabelle und ergänze die Lücken:

Stoff-Fluss	Gleichung eines Physikalischen Vorgangs und/oder einer chemischen Reaktion, bei welcher (1) CO <sub>2</sub> gebildet oder (2) CO <sub>2</sub> verbraucht wird.	Verbindet die beiden Speicher:
Vulkanausbrüche	(1) $\text{CaCO}_3 + \text{SiO}_2 \rightleftharpoons \text{CaSiO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow$	Lithosphäre & Atmosphäre

**Übungsaufgaben zum Kapitel Reaktionsverhalten organischer Verbindungen  
mit Hilfe des Lernprogramms Kohlenstoffkreisläufer**

Lösen	(2) $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3$	Atmosphäre & Ozeane
Ausgasen	(1) $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$	
Gesteinsbildung	(2) $\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 \downarrow$	Ozeane & Lithosphäre
Gesteinserosion	(1) $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + 2 \text{HCO}_3^-$	
Fotosynthese	(2) $12\text{H}_2\text{O} + 6\text{CO}_2 \rightleftharpoons 6\text{O}_2 + \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{H}_2\text{O}$	Biosphäre & Atmosphäre
Zellatmung	(1) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 6\text{CO}_2 \uparrow + 12\text{H}_2\text{O}$	
Methangärung	(1) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightleftharpoons 3\text{CO}_2 \uparrow + 3 \text{CH}_4$	
Alkoholische Gärung	(1) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightleftharpoons 2 \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + 2\text{CO}_2 \uparrow$	
Verbrennung von Methan	(1) $\text{CH}_4 + 2 \text{O}_2 \rightleftharpoons \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$	Fossile Brennstoffe & Atmosphäre

3. Fähigkeit: Erstellen eines Schemas mit allen Speichern und Stoff-Flüssen  
Übernehme das folgende Schema ins Heft und ergänze mit Hilfe der Tabellen aus Aufgabe 1 und 2!



## Übungsaufgaben zum Kapitel Reaktionsverhalten organischer Verbindungen mit Hilfe des Lernprogramms Kohlenstoffkreisläufer

4. **Fähigkeit:** *Vorhersage des Einflusses der Verbrennung fossiler Brennstoffe auf den CO<sub>2</sub>-Gehalt der Atmosphäre und somit aufgrund des anthropogenen Treibhauseffektes auf das Klima*

Wähle im Programm alle Speicher aus und gib für jeden der folgenden Schritte des vereinfachten Modells stichpunktartig die zu erwartenden Veränderungen an:

Schritt Nr.	Eintretende Veränderung(en) bzw. zu erwartende Auswirkung
0	Die Stoff-Flüsse bewegen sich mit leichten jahreszeitlichen Schwankungen um einen relativ konstanten Mittelwert.
1	Durch die Verbrennung fossiler Brennstoffe wird das dynamische Gleichgewicht gestört und die CO <sub>2</sub> -Konzentration in der Atmosphäre wird erhöht. Der Eintrag von CO <sub>2</sub> in die Atmosphäre über Vulkanausbrüche wird vernachlässigt.
2	Kurzfristig kann ein Teil des überschüssigen CO <sub>2</sub> aus der Atmosphäre in Form von (v.a. pflanzlicher) Biomasse gebunden werden. Dies ist ein Selbstheilungs- bzw. Selbstregulationsschritt durch eine negative Rückkopplung im Kreislauf.
3	Kurzfristig kann ein weiterer Teil des überschüssigen CO <sub>2</sub> aus der Atmosphäre in den Ozeanen gelöst werden. Dies ist ebenfalls ein Selbstheilungs- bzw. Selbstregulationsschritt durch eine negative Rückkopplung im Kreislauf.
4	Können diese beiden Speicher aber nichts mehr aufnehmen, und wird die Verbrennung fossiler Brennstoffe unvermindert fortgesetzt, so steigt die CO <sub>2</sub> -Konzentration in der Atmosphäre stark an.
5	Durch den Treibhauseffekt erfolgt eine globale Erwärmung.
6	Durch die höhere Temperatur nimmt die Destruententätigkeit anteilig stärker zu als die Primärproduktion von Biomasse durch die Produzenten (Pflanzen). Dadurch wird netto noch mehr CO <sub>2</sub> aus der Biomasse in die Atmosphäre freigesetzt. Dies setzt einen Teufelskreis in Gang und verstärkt ihn immer weiter.
7	Durch die höhere Temperatur auch der Ozeane wird die Löslichkeit von CO <sub>2</sub> in den Ozeanen verringert, es wird vermehrt an die Atmosphäre abgegeben. Die Temperatur steigt weiter an. Dies ist ein weiterer Schritt im sich selbst verstärkenden Teufelskreis.
8	Durch den niedrigeren pH-Wert werden mehr Carbonatgesteine gelöst bzw. die Gesteinsbildung durch Meereslebewesen mit Kalkschale wird gestört. Es wird CO <sub>2</sub> aus dem Gestein freigesetzt und aus den Ozeanen in die Atmosphäre abgegeben.
9	Der gestiegene CO <sub>2</sub> -Gehalt in der Atmosphäre führt zu einer weiteren globalen Erwärmung der Atmosphäre. Durch die sich selbst und gegenseitig immer weiter verstärkenden positiven Rückkopplungsschritte, wird ein Teufelskreis wahrscheinlich, der zu einer sehr starken Erwärmung führt.

5. **Fähigkeit:** *Bewerten des Einsatzes fossiler Brennstoffe als Energieträger*
- Begründe, warum Erdöl eher für chemische Synthesen statt als Energieträger verwendet werden sollte.
  - Begründe, welche prinzipiellen Methoden es für eine CO<sub>2</sub>-Filterung/Lagerung/Entsorgung gibt.
  - Recherchiere mit Hilfe der auf den Hilfeseiten angegebenen Links und vergleiche mindestens drei verschiedene alternative Energiequellen
  - Welche Rolle können Methanhydrate zukünftig spielen? Beachte Vor- und Nachteile!

a) Endlichkeit der Vorräte; Wertvoller Rohstoff; CO<sub>2</sub>-Emissionen bei der Verbrennung => Treibhauseffekt

b) Binden als Feststoff in Calciumcarbonat CaCO<sub>3</sub>; Verflüssigen von CO<sub>2</sub> unter hohem Druck und unterirdische Lagerung; Lösen als CO<sub>2</sub> (schlecht)

c) Windenergie; Wasserenergie; Geothermie; Solarthermie (Nutzung von Wärmeenergie, nicht zu verwechseln mit Fotovoltaik)

d) (+): Große Vorkommen; geringes Ausgaserisiko durch Einbindung in Wasser-"käfig"

(-): CO<sub>2</sub>-Emission bei Verbrennung => Treibhauseffekt

