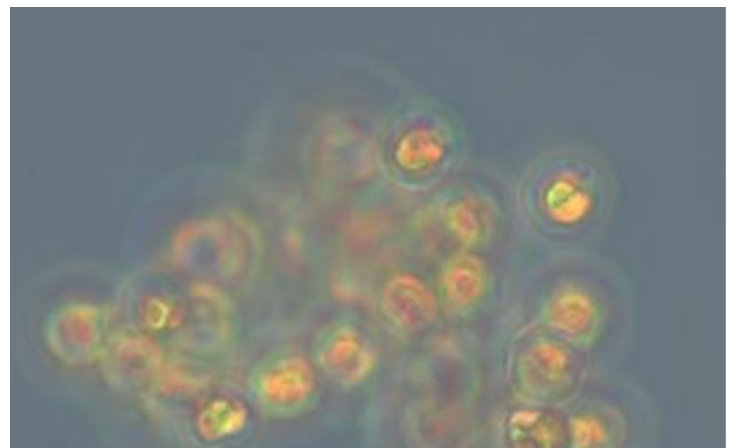
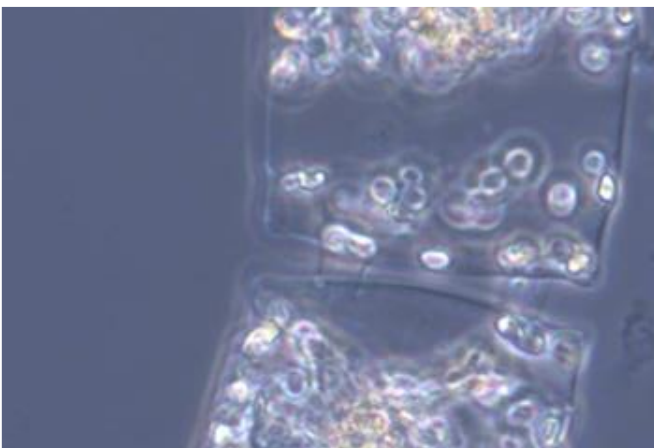
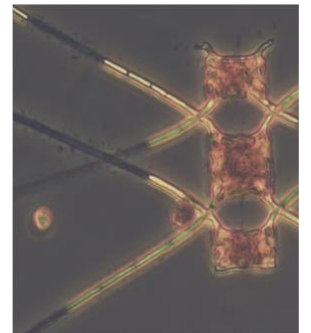
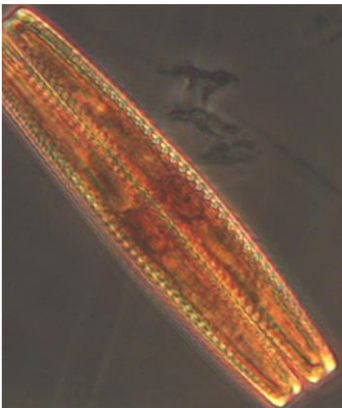


*Die Abenteuer von  
Odontellina*

—

*Das Leben einer kleinen  
Alge im Südpolarmeer*



**Unterrichtskonzept & Begleitunterlagen**

*Ab Klassenstufe 2*

## Vorwort

Phytoplankton sind einzellige Algen, die frei „schwebend“ in der Oberflächenschicht von Gewässern vorkommen und deren vielfältige Formen und Größen (2µm bis 2mm) nur unter einem Mikroskop erkennbar sind. Als Primärproduzent baut Phytoplankton mit der Energie von Licht aus anorganischem Kohlenstoff (CO<sub>2</sub>) durch Photosynthese Biomasse auf. Dies bildet die Grundlage des Nahrungsnetzes für alle anderen (heterotrophen) Organismen in Gewässern.

Das Meer trägt einen erheblichen Teil dazu bei, das Klima auf unserem Planeten zu regulieren, indem es große Mengen an CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre aufnimmt (physikalische Kohlenstoffpumpe). Das in Phytoplankton durch Photosynthese gebundene CO<sub>2</sub> wird durch sinkende/absterbende Zellen in die Tiefen des Meeres befördert, wo es für mehrere tausend Jahre gespeichert und dadurch der Atmosphäre entzogen wird (biologische Kohlenstoffpumpe). Phytoplankton ist sozusagen der Regenwald der Meere und trägt in gleichem Maße dazu bei, die Klimaerwärmung durch das Treibhausgas CO<sub>2</sub> zu puffern. Deshalb ist es wichtig, über die weitgehend unbekanntes Mikroalgen aufzuklären und dem Schutz der Meere vor diesem Hintergrund mehr Aufmerksamkeit zu schenken.

**Lernziele:** Schülerinnen und Schüler (SuS) erfahren die Zusammenhänge und Prozesse im Ökosystem des Südpolarmeers (Meer, das die Antarktis umgibt) sowie die Bedeutung von Phytoplankton für das Leben im Meer, aber auch für uns Menschen.

Die **Begleitunterlagen** zum Buch „Die Abenteuer von Odontellina“ lassen sich in naturwissenschaftliche Fächer, wie Biologie oder Chemie einbinden. Themen zum Lebensraum der Antarktis, Biodiversität und Ökologie von Phytoplankton und die Bedeutung von Kohlenstoffdioxid für Umwelt und Mensch können durch die beigelegten Unterlagen ergänzend vertieft werden (Kapitel 1-5).

Aufgrund der Komplexität der Themen können die Inhalte auch für höhere Klassenstufen genutzt werden.

**Hinweise für Lehrende:** Zusammen mit den Unterlagen kann die Geschichte „*Die Abenteuer von Odontellina – eine kleine Alge im Südpolarmeer*“ abschnittsweise gelesen und somit die einzelnen Themen vertieft werden. Das Material ist nach der Reihenfolge des Buches aufgebaut und den zugehörigen Themen angeordnet.

Zu jedem Themenkomplex stehen zu Beginn kurze Hintergrundinformationen mit weiterführenden Links bereit.

## Impressum

Die Begleitunterlagen zum Buch *Die Abenteuer von Odontellina* wurden von Jasmin Stimpfle und Emilia Sinkeviciute verfasst. Sie stehen Lehrpersonen kostenlos zur Verfügung. Eine Weiterverbreitung von Inhalten, Bildern oder Grafiken ist nur mit Rücksprache der Verfasserinnen erlaubt.

## Kontakt

Jasmin Stimpfle: [jasmin\\_stimpfle@web.de](mailto:jasmin_stimpfle@web.de)

Emilia Sinkeviciute: [emilia.sinkeviciute@posteo.de](mailto:emilia.sinkeviciute@posteo.de)

September 2022

# Inhaltsübersicht

<b>1. Antarktis</b>	<b>1</b>
1.1. <i>Die Antarktis kennenlernen (Quiz)</i>	1
1.2. <i>Experiment: Schmelzen der Antarktis &amp; der Meeresspiegelanstieg</i>	4
<b>2. Kohlenstoffdioxid</b>	<b>5</b>
2.1. <i>Eigenschaften und ökologische Bedeutung von Kohlenstoffdioxid</i>	6
2.2. <i>Abgabe und Aufnahme von Kohlenstoffdioxid (Arbeitsblätter)</i>	10
<b>3. Biodiversität und Phytoplankton</b>	<b>17</b>
3.1. <i>Die Bedeutung von (biologischer) Vielfalt</i>	18
3.2. <i>Kreative Aufgabe: Die Vielfalt von Phytoplankton</i>	18
<b>4. Das Spurenelement Eisen</b>	<b>20</b>
<b>5. Nahrungsnetze</b>	<b>24</b>

# 1. Antarktis

--- Seiten 1-3 im Buch lesen ----

## Hintergrundinformationen zur Antarktis

Die Antarktis ist ein von Eis bedeckter Kontinent am Südpol unserer Erde, der umgeben ist von einem Ozean, dem Südpolarmeer. Dieses erstreckt sich südlich des 60. Breitengrades. Um die Antarktis und das Südpolarmeer fließt kreisförmig die stärkste Strömung der Welt: Der antarktische Zirkumpolarstrom. Dieser wird hauptsächlich von den Westwinden (von West nach Ost) angetrieben und ist essentiell für das Klima in der Antarktis. Doch auch diese Strömung ist Veränderungen durch den menschengemachten Klimawandel ausgesetzt, denn langfristig steigende Temperaturen werden sich auch auf die Winde, die diese antreiben, auswirken.

Das Südpolarmeer ist reich an Stickstoff, Phosphat und Silikat, das hauptsächlich aus dem Auftrieb von nährstoffreichem Tiefenwasser kommt, ist jedoch extrem arm an sogenannten Mikronährstoffen, wie Spurenmetallen (vor allem Eisen), was das Wachstum von Phytoplankton limitiert. Im Englischen werden solche Regionen als *high-nutrient, low-chlorophyll area* bezeichnet. Staub, zum Beispiel aus der Sahara, gilt als einer der Hauptlieferanten für Eisen im Meerwasser. Da das Südpolarmeer jedoch sehr weit entfernt von jeglicher Landmasse ist und der antarktische Kontinent selbst mit Eis bedeckt ist, sind die Eintragungen von Eisen durch Staub sehr begrenzt. Eisen wird von Phytoplankton für zahlreiche zelluläre Prozesse, wie z.B. Elektronentransport in der Photosynthese, Kohlenstoff- und Stickstofffixierung oder der Synthese von Chlorophyll benötigt und ist damit unabdingbar für deren Wachstum (zum Thema "Spurenelement Eisen" finden sich weitere Informationen/Methoden in Kapitel 4).

### 1.1. Die Antarktis kennenlernen (Quiz)

**Lernziele:** Neugierde über die Antarktis wecken; wissenswerte Fakten über die Antarktis kennenlernen

**Methode:** Kurze Einführung mit Fragen und Bildern; Quiz (1,2, oder 3; Quiz Teams bilden, Abstimmung, Zurufe etc.)

**Benötigtes Material:** Weltkarte und wenn vorhanden eine Karte, die die Antarktis komplett zeigt (Bsp. digitale Version: [https://de.wikipedia.org/wiki/Westantarktika#/media/Datei:Antarctica\\_de.svg](https://de.wikipedia.org/wiki/Westantarktika#/media/Datei:Antarctica_de.svg)) oder einen Globus.

**Bereitgestelltes Material:** Bilder aus der Antarktis (siehe Anlage 1)

**Dauer:** 30 min

## Einführung

Weltkarte oder Globus präsentieren und SuS fragen:

### Wo liegt die Antarktis? Am Nordpol oder am Südpol?

*Die Antarktis liegt am Südpol und die Arktis am Nordpol.*

*(Am besten auch die Ansicht der Antarktis vom Südpol aus aufzeigen, um zu verdeutlichen, dass es sich um einen kreisförmigen Kontinent handelt und nicht nur um einen "Streifen" am unteren Ende der Weltkarte.)*

Zeigen der Bilder aus der Antarktis: Anlage 1

### Wem fällt eine Eselsbrücke ein, mit der man sich merken kann, was am Nord- und was am Südpol liegt?

*Bsp. Wenn man beide Wörter nach ihrer Länge ordnet und untereinander schreibt, dann steht die Arktis (= Nordpol) oben und die Antarktis (=Südpol) unten.*

### Sind die Antarktis und die Arktis gleich oder gibt es Unterschiede?

*Die Antarktis ist ein Kontinent, der gefroren und mit einer dicken Eisschicht bedeckt ist. Die Arktis ist ein gefrorenes Meer, unter dem kein Land liegt.*

Aufzeigen der Karte „Antarktis ohne Eis“ (über Projektor oder ausgedruckt)

<https://www.forschung-und-wissen.de/nachrichten/geologie/karte-der-antarktis-ohne-eis-13372225/bild>

## Quiz

### Wer lebt in der Antarktis?

- a) Pinguine (richtige Antwort - Pinguine leben in der Antarktis und Eisbären in der Arktis)
- b) Eisbären
- c) Eisbären und Pinguine

### Wie weit ist die Antarktis von Deutschland entfernt?

- a) 100 km
- b) 15.000 km (richtige Antwort – Fast einen kompletten Tag im Flugzeug, 20h reine Flugzeit<sup>1</sup>)
- c) 100.000 km

---

<sup>1</sup> <https://www.entfernungvon.com/Flugzeiten.aspx>

**Wem gehört die Antarktis?**

- a) allen
- b) niemandem
- c) Allen und niemandem gleichzeitig (richtige Antwort – Die Antarktis gehört niemandem, aber alle dürfen dort hin. Allerdings nur zu friedlichen Zwecken und zur Forschung. Darauf haben sich 54 Länder im *Antarctic Treaty System* geeinigt<sup>2</sup>)

**Wie heißen die Ureinwohner in der Antarktis?**

- a) Es gibt keine Ureinwohner in der Antarktis (richtige Antwort – Menschen, die in die Antarktis gehen, sind fast ausschließlich Wissenschaftler und bleiben nur vorübergehend dort. Niemand wohnt dauerhaft in der Antarktis)
- b) Inuit
- c) Maori

**Wie kalt kann es in der Antarktis werden?**

- a) -20°C
- b) -60°C (richtige Antwort<sup>3</sup> – zum Vergleich: das mittlere Temperatur Minimum in Deutschland liegt bei -1°C im Winter<sup>4</sup>)
- c) -120°C

**Wie dick ist das Eis in der Antarktis (durchschnittlich)?**

- a) ca. 4 Meter
- b) ca. 100 Meter
- c) ca. 2000 Meter (richtige Antwort – an den dicksten Stellen in der Antarktis kann das Eis über 4000 Meter hoch sein<sup>5</sup>)

**Wie sehr steigt der Meeresspiegel, wenn die Antarktis schmilzt?**

- a) gar nicht
- b) 1 Meter
- c) ca. 60m (richtige Antwort – Weite Teile Deutschlands wären dann überflutet. Berlin würde unter dem Meeresspiegel liegen und die Küste wäre dann bei Hannover<sup>6</sup>)

---

<sup>2</sup> [https://www.ats.aq/index\\_e.html](https://www.ats.aq/index_e.html)

<sup>3</sup> <https://www.antarctica.gov.au/about-antarctica/weather-and-climate/weather/>

<sup>4</sup> <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1166628/umfrage/minimale-temperatur-in-deutschland-nach-monat/>

<sup>5</sup> <https://www.nsf.gov/geo/opp/antarct/science/icesheet.jsp>

<sup>6</sup> <http://flood.firetree.net/?ll=48.3416,14.6777&z=13&m=7>

## 1.2. Experiment: Schmelzen der Antarktis & der Meeresspiegelanstieg

**Lernziel:** Zusammenhang von Meeresspiegelanstieg und Schmelzen des antarktischen Eisschild

**Methode:** Experiment; interaktive Karte zum Meeresspiegelanstieg (digital)

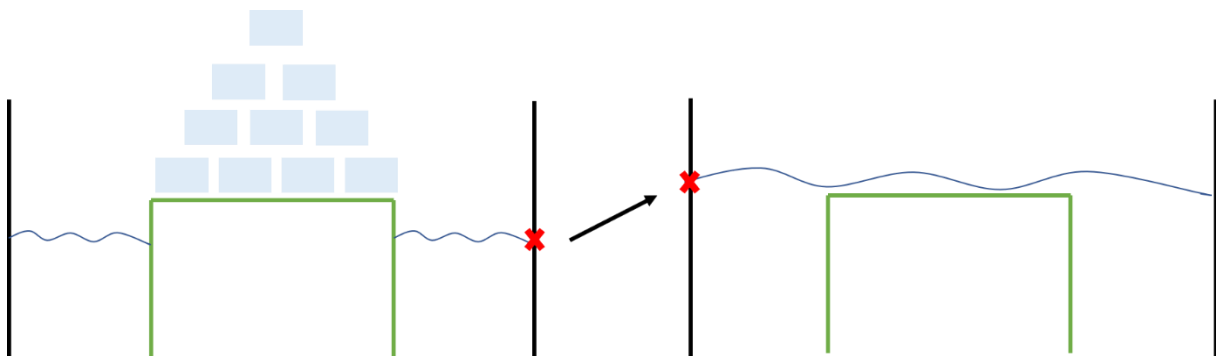
**Benötigtes Material:** Gläsernes Gefäß, kleine Box oder ähnliches, Eiswürfel, evtl. Föhn, Permanentmarker; Beamer oder Computer für SuS

**Bereitgestelltes Material:** Versuchsaufbau

**Dauer:** 10 min + Wartezeit bis Eis geschmolzen ist; 10 min für die interaktive Karte

**Versuchsaufbau:** Ein gläsernes Gefäß (nicht zu groß, sonst sieht man den Effekt schlechter) halb mit Wasser füllen. Aus beliebigem Material (Puppentisch, kleine Box, etc.) eine „Insel im Meer“ bauen und dann Eiswürfel darauf stapeln – dies soll die Antarktis darstellen.

**Wichtig:** Wasserstand am Gefäß markieren. Nun warten bis die Eiswürfel geschmolzen sind (wenn das zu lange dauert, evtl. mit Föhnen nachhelfen oder auf die Heizung stellen) und dann erneut markieren, wo der Wasserstand ist. Je nachdem, wie viele Eiswürfel gestapelt wurden und wie hoch der Wasserstand am Anfang war, kann man beobachten, dass die Insel untergegangen ist und dass die Markierung am Glas (Meeresspiegel) nun viel höher ist.



**Anschluss:** Interaktive Karte zum Meeresspiegelanstieg – Je nach Möglichkeit über den Beamer projizieren oder Kinder selbst am Computer ausprobieren lassen.

(<http://flood.firetree.net/?ll=48.3416,14.6777&z=13&m=7>)

- Welche Deutsche Stadt liegt am Meer, wenn der Meeresspiegel 1m steigt?
- Welche Deutsche Stadt liegt am Meer, wenn der Meeresspiegel 10m steigt?
- Welche Deutsche Stadt liegt am Meer, wenn der Meeresspiegel 60m steigt?

## 2. Kohlenstoffdioxid

--- Seiten 3-7 im Buch lesen ----

### Hintergrundinformationen zum Kohlenstoffdioxid & Treibhauseffekt

Kohlenstoffdioxid ist ein wichtiger Bestandteil unserer Luft: Das Gas zählt zu den Treibhausgasen, die für eine Durchschnittstemperatur von 15°C auf unserer Erde sorgen und damit Leben, wie wir es kennen, möglich machen. Neben Kohlenstoffdioxid gehören u.a. Methan, Lachgas oder Wasserstoff zu den Treibhausgasen, die die Wärmestrahlung der Sonne reflektieren. Ohne Treibhausgase würde die Temperatur auf dem blauen Planeten etwa - 18°C betragen.

Seit der Industrialisierung hat der Mensch dazu beigetragen, dass der Kohlenstoffkreislauf aus dem Gleichgewicht gerät. Durch die Nutzung fossiler Brennstoffe, Landnutzungsänderungen, durch Abholzung von Wäldern oder dem Ausbau von Städten, wird einerseits mehr CO<sub>2</sub> in die Atmosphäre abgegeben und gleichzeitig schwinden Flächen, wie Wälder, die den Kohlenstoff binden.

Neben den Wäldern zählen vor allem die Ozeane, insbesondere die polaren Regionen, zu bedeutenden Kohlendioxid-Speichern (siehe Vorwort). Doch auch dieses System gerät aus dem Gleichgewicht und führt durch den Klimawandel zu anderen Problemen wie der Ozeanversauerung (siehe auch Kapitel 3).

### Weiterführende Informationen:

Emissionsspeicherung: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/treibhausgas-emissionen/emissionsquellen#energie-stationar>

Ozeanversauerung: <https://www.bioacid.de/einfuehrung/>



## 2.1. Eigenschaften und ökologische Bedeutung von Kohlenstoffdioxid

**Lernziele:** Eigenschaften und Bedeutung von Kohlenstoffdioxid erfahren; einzelne Zusammenhänge vom Kohlenstoffaustausch erkennen

**Methode:** Fakten über Kohlenstoffdioxid im Buch finden

**Benötigtes/bereitgestelltes Material:** Buch *Die Abenteuer von Odontellina*

**Dauer:** ca. 20 min

**Aufgabe:** SuS lesen die Textabschnitte der Seiten 3 – 7 und fassen die von ihnen vorgefundenen Informationen zum Kohlenstoffdioxid zusammen. Im Anschluss sollen die im Buch genannten Eigenschaften von CO<sub>2</sub> zusammengetragen werden.

**Hinweis:** Mit dem Thema *Kohlenstoffdioxid* kann gut an das Thema des *Klimawandels* sowie *Treibhauseffektes* angeknüpft werden. Hierzu finden sich zahlreiche praktische Methoden und Materialien online z.B.

Klimawandel/ Treibhauseffekt:

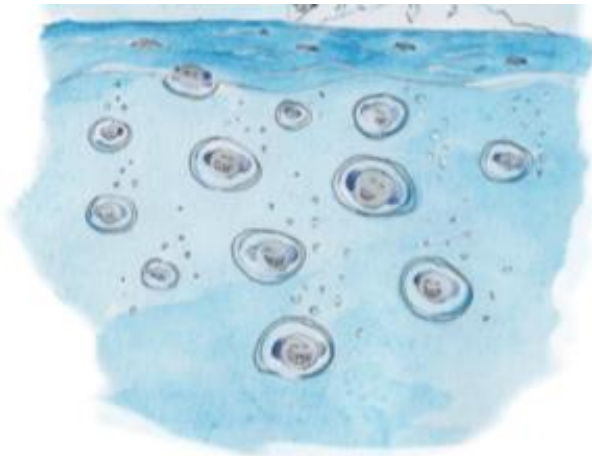
- S. 13 – 17 in:  
[https://www.bmu.de/fileadmin/Daten\\_BMU/Pool/Bildungsmaterialien/gs\\_klima\\_sc\\_hueler\\_bf.pdf](https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Bildungsmaterialien/gs_klima_sc_hueler_bf.pdf)
- [https://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/klimawandel/klimawandel\\_node.html](https://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/klimawandel/klimawandel_node.html)

Treibhauseffekt:

- <https://www.pandaclub.ch/de/klima-und-klimakrise/>
- <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimaschutz-energiepolitik-in-deutschland/treibhausgas-emissionen/die-treibhausgase>  
(detaillierte Auflistung der Treibhausgase; Verursachung durch den Menschen; CO<sub>2</sub> äquivalente; Lösungsansätze)

Einfluss Klimawandel auf Meeresalgen und Ozeane:

- <https://www.awi.de/ueber-uns/service/presse/presse-detailansicht/die-reaktion-von-meeresalgen-auf-den-klimawandel-nachwuchswissenschaftler-am-alfred-wegener-institut-erhaelt-eu-foerderung-in-hoehe-von-14-millionen-euro.html>

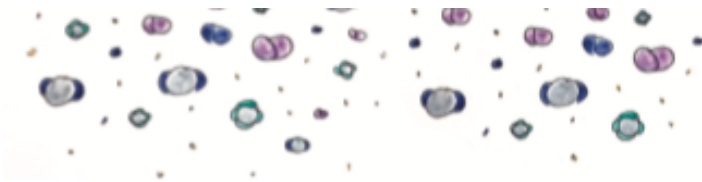


An einem Tag wie jeder andere landet das Gas  $\text{CO}_2$ , welches wir Menschen täglich produzieren, im Wasser des Südpolarmeers, in der Antarktis.

3

$\text{CO}_2$  ist ein Gas

Menschen atmen  $\text{CO}_2$  aus/  
produzieren  $\text{CO}_2$

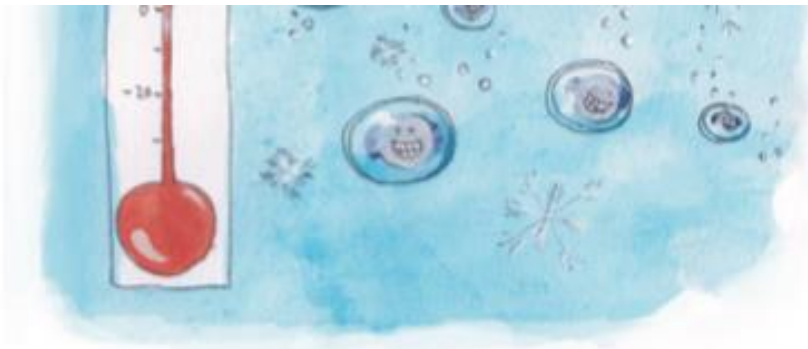


Wusstest du, dass die Luft, die wir atmen, aus vielen verschiedenen kleinen Teilchen besteht? Diese kleinen Teilchen sind Gase und zwei sehr wichtige davon sind Sauerstoff und Kohlenstoffdioxid. Man kann diese komplizierten Wörter auch abkürzen: Sauerstoff heißt dann  $\text{O}_2$  und Kohlenstoffdioxid  $\text{CO}_2$ . Wir können sie zwar nicht sehen, aber sie sind trotzdem immer da. Menschen benötigen  $\text{O}_2$  zum Leben. Unser Körper wandelt es in einem komplizierten Prozess um, und am Ende atmen wir  $\text{CO}_2$  aus. Bei Pflanzen und Algen ist es genau andersherum: Um zu wachsen benötigen sie  $\text{CO}_2$  und am Ende stoßen sie  $\text{O}_2$  aus. Wir arbeiten also mit allen Pflanzen auf dieser Welt zusammen und können jeweils das nutzen, was der andere nicht mehr braucht.

4

$\text{CO}_2$  ist als kleines Teilchen ein Bestandteil der Luft

Pflanzen und Algen nehmen  $\text{CO}_2$  auf; benötigen es zum Wachsen



Obwohl die Antarktis unvorstellbar weit weg ist, kommt **CO<sub>2</sub>** am liebsten hier her, weil das **Wasser eiskalt** ist. Es ist viel einfacher für **CO<sub>2</sub> in kaltes Wasser einzutauchen**, als in warmes. Komisch, oder? Aber so hat nun mal jeder seine Vorlieben.

CO<sub>2</sub> löst sich besser in kaltem Wasser

5



*Hier siehst du das Südpolarmeer von Oben. Um Odontellina und ihre Freund\*innen erkennen zu können braucht man eine sehr starke Lupe.*

Im Wasser angekommen, trifft CO<sub>2</sub> schnell auf die winzigkleine Alge Odontellina. Sie ist so klein, dass man sie mit bloßem Auge nicht sehen kann, aber trotzdem ist sie sehr wichtig für den Ozean. Wenn sie sich im Frühling mit all ihren Freund\*innen, Fragilaria, Phaeo und Chaeto, Pseudo-Nia und vielen anderen trifft, schaffen sie es gemeinsam **dem Ozean** eine andere Farbe zu verpassen: Er ist dann nicht mehr blau, sondern **grün**.

Mithilfe von CO<sub>2</sub> können Algen den Ozean grün färben

6



Damit Odontellina und ihre Freund\*innen es schaffen, die Farbe des Ozeans zu verändern, müssen sie ganz ganz viele sein und damit das klappt, brauchen sie CO<sub>2</sub>.

Denn so, wie Menschen Nahrung brauchen, brauchen sie CO<sub>2</sub>, um zu wachsen und sich zu vermehren. Dazu noch eine Prise Sonnenlicht und schon sind Odontellina und ihre Freund\*innen zufrieden.



7

Mithilfe von CO<sub>2</sub> können Algen den Ozean grün färben (hier nochmal aufgeführt wie oben)

Algen benötigen CO<sub>2</sub> zum Wachsen und zur Vermehrung (essenziell zum Leben)

### Zusammenfassung der Ergebnisse

#### Eigenschaften von CO<sub>2</sub>

Bestandteil der Luft

Ein Gas

Löst sich im Wasser

Bevorzugt kaltes Wasser

#### Zusammenhänge zwischen Lebewesen und CO<sub>2</sub>

Menschen atmen CO<sub>2</sub> aus

Pflanzen & Algen nehmen CO<sub>2</sub> auf;

benötigen es für Wachstum und zur Vermehrung

(dadurch färbt sich der Ozean grün (Chlorophyll) während Algenblüten im Frühling)

## 2.2. Abgabe und Aufnahme von Kohlenstoffdioxid (*Arbeitsblätter*)

**Lernziele:** Wechselbeziehung zwischen CO<sub>2</sub>-Abgabe und -Aufnahme von Pflanzen und Tieren verstehen (*natürliche Treibhauseffekt*); Bedeutung menschlichen Eingriffes auf den natürlichen Treibhauseffekt verstehen und einzelne Beispiele kennenlernen (*menschengemachter Treibhauseffekt*)

**Methode:** Bearbeitung der Arbeitsblätter in Gruppen oder Einzeln mit anschließender Diskussion/Zusammentragung

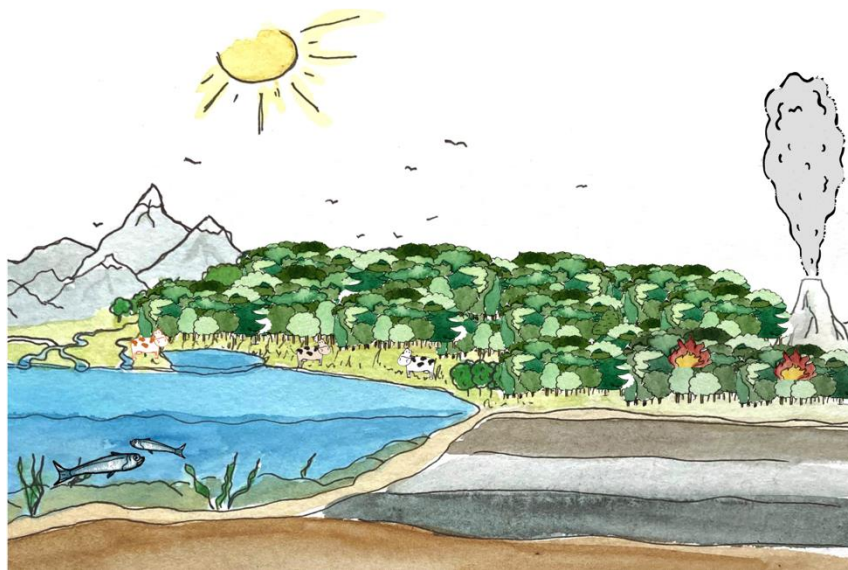
**Benötigtes/bereitgestelltes Material:** Druckvorlage Arbeitsblätter (1-3)

**Dauer:** ca. 20min

**Aufgabe 1:**

Schau dir die untenstehenden Bilder an. Schreibe die Gemeinsamkeiten bzw. Unterschiede auf.

Welches Bild könnte den natürlichen bzw. den menschengemachten Treibhauseffekt darstellen?




---

 Treibhauseffekt



---

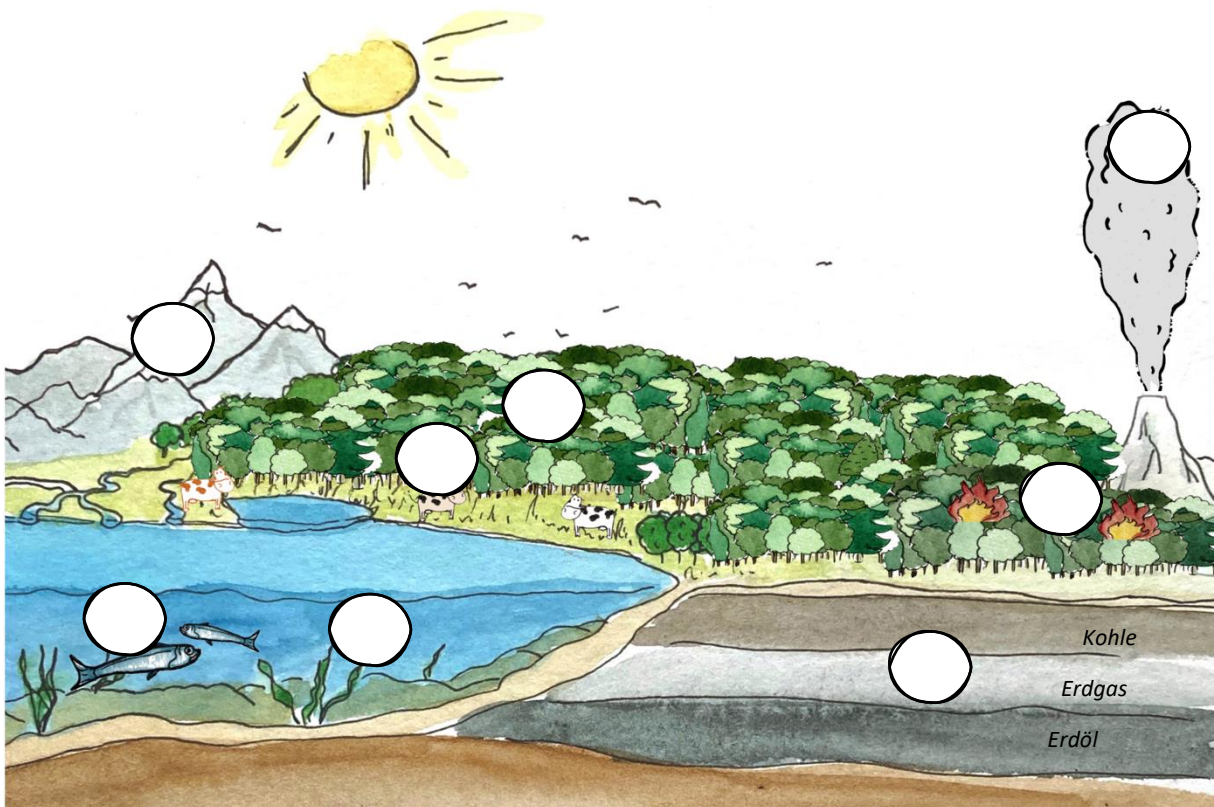
 Treibhauseffekt

## Aufgabe 2:

Nun finden sich Kreise in den Bildern. Diese stellen Lebewesen oder Orte dar, die Kohlenstoffdioxid aufnehmen bzw. abgeben.

Setze in die Kreise entsprechend einen Pfeil für die Abgabe von  $\text{CO}_2$  ( $\uparrow$ ) bzw. Aufnahme von  $\text{CO}_2$  ( $\downarrow$ ) (Arbeitsblatt 2 & 3).

Zähle anschließend die Pfeile und schreibe die Anzahl der Pfeile in die entsprechenden Felder.



$\uparrow$  Anzahl **Abgabe** von  $\text{CO}_2$ : \_\_\_\_

$\downarrow$  Anzahl **Aufnahme** von  $\text{CO}_2$ : \_\_\_\_

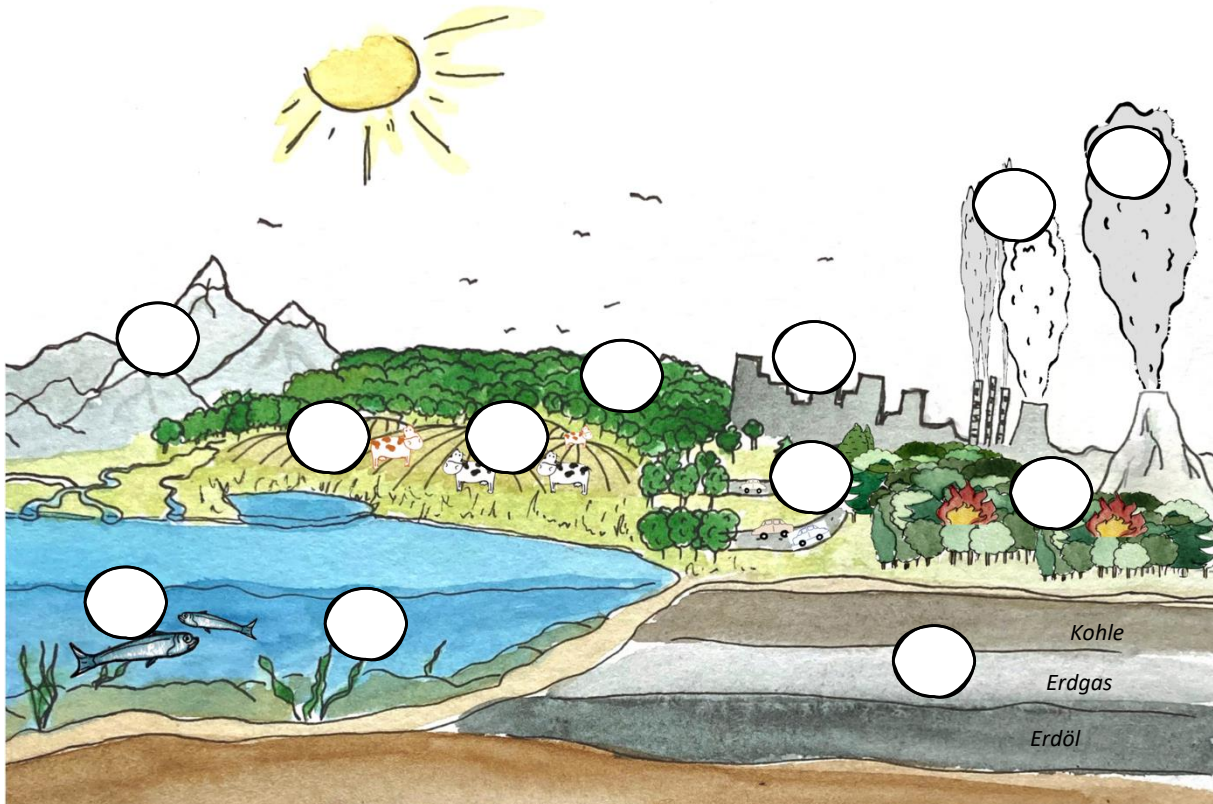
Füge folgende Begriffe in den untenstehenden Text ein:

Kohlenstoffdioxid ( $\text{CO}_2$ )

Gleichgewicht

Das System befindet sich im \_\_\_\_\_.

Es kann genauso viel \_\_\_\_\_ aufgenommen wie abgegeben werden.



↑ Anzahl **Abgabe** von CO<sub>2</sub>: \_\_\_\_

↓ Anzahl **Aufnahme** von CO<sub>2</sub>: \_\_\_\_

Füge folgende Begriffe in den untenstehenden Text ein:

Ungleichgewicht

menschlichen Eingriff

Landnutzungsänderungen

Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>)

Landwirtschaft

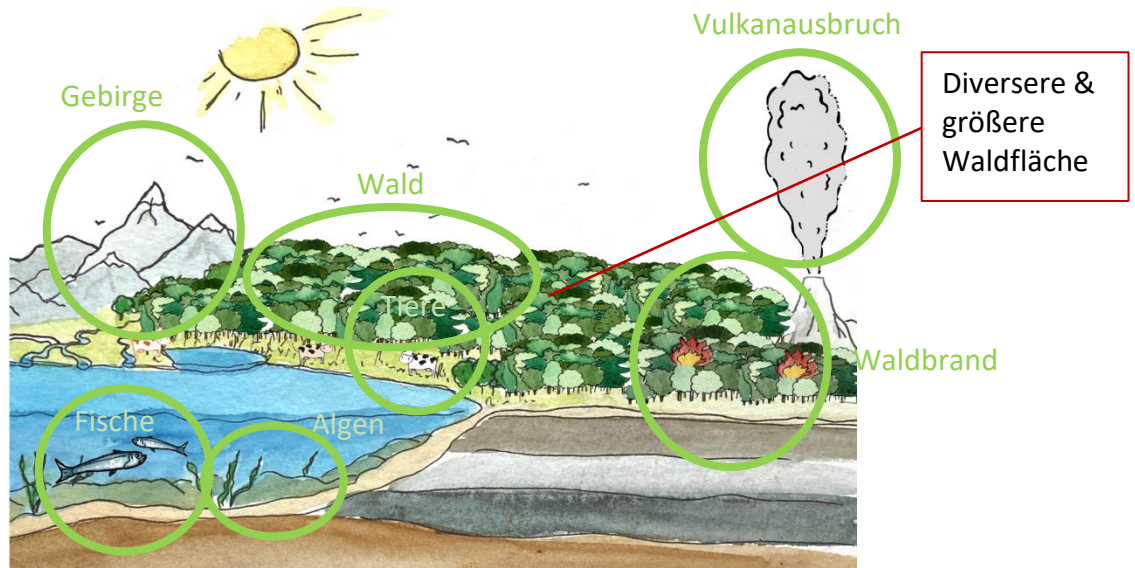
Verkehr

fossiler Brennstoffe

Das System befindet sich im \_\_\_\_\_. Durch den \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_ wird mehr \_\_\_\_\_ ausgestoßen, das in die  
 Atmosphäre gelangt. Diese Eingriffe beinhalten beispielsweise, die  
 \_\_\_\_\_, den \_\_\_\_\_, die Verbrennung \_\_\_\_\_  
 oder \_\_\_\_\_ wie beispielsweise Städtebau.

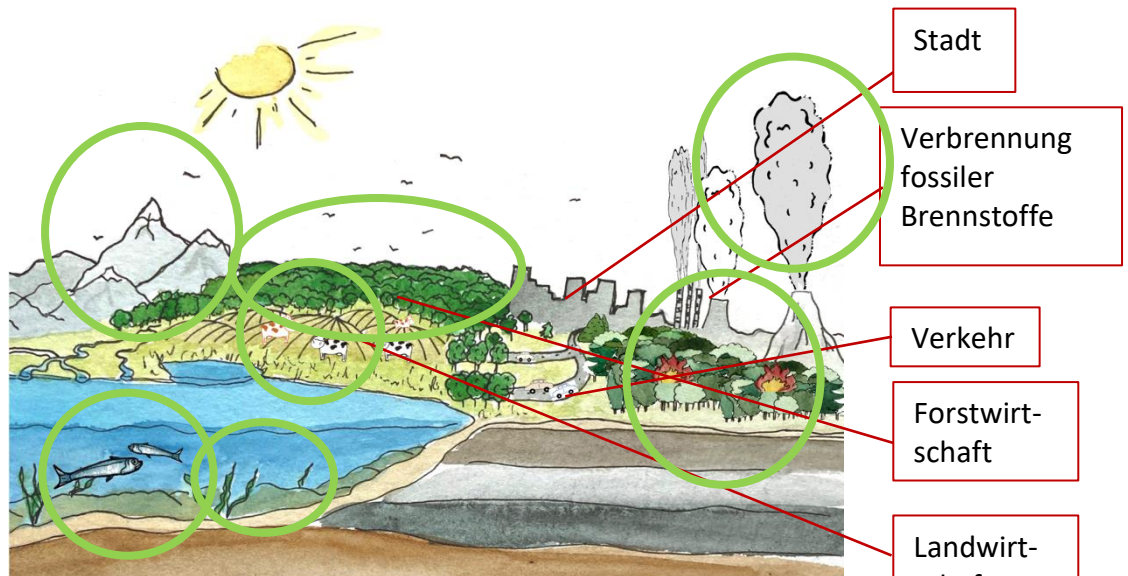


Aufgabe 1:



*natürlicher*

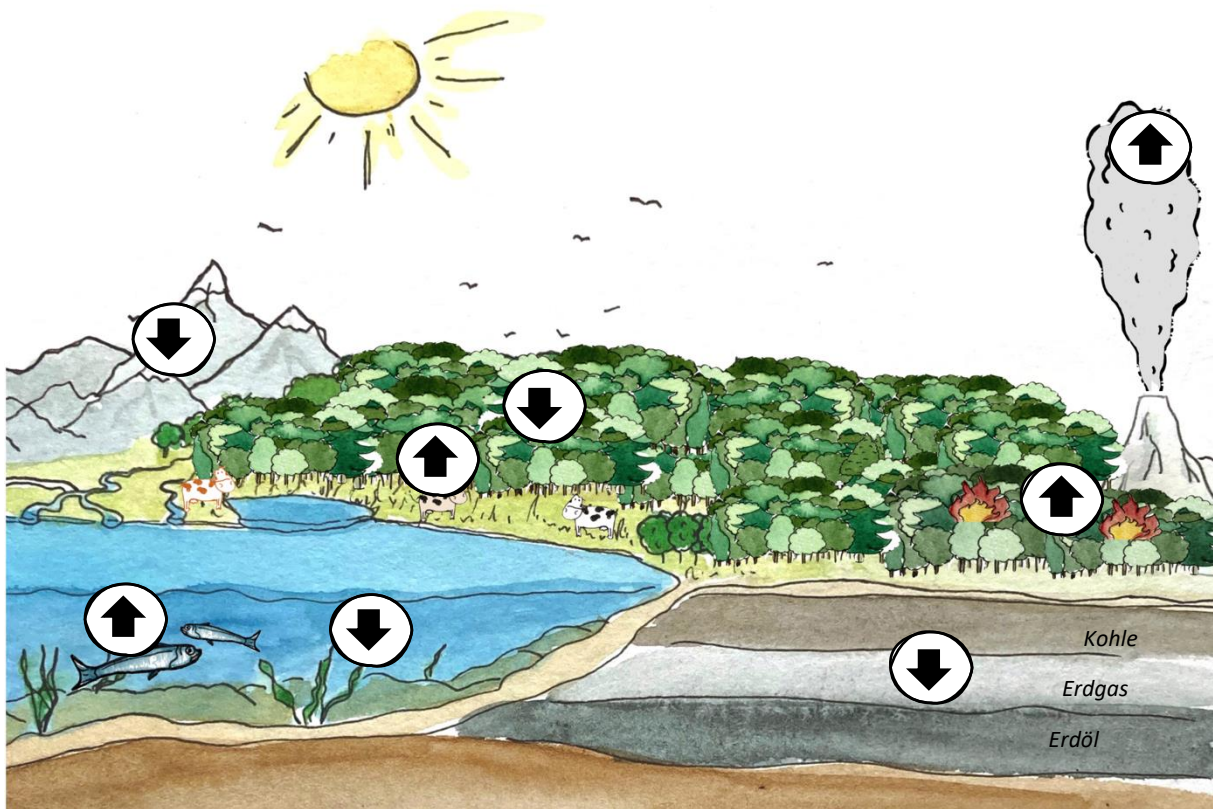
Treibhauseffekt



*menschengemachter*

Treibhauseffekt

Aufgabe 2:



↑ Anzahl **Abgabe** von CO<sub>2</sub>: 4

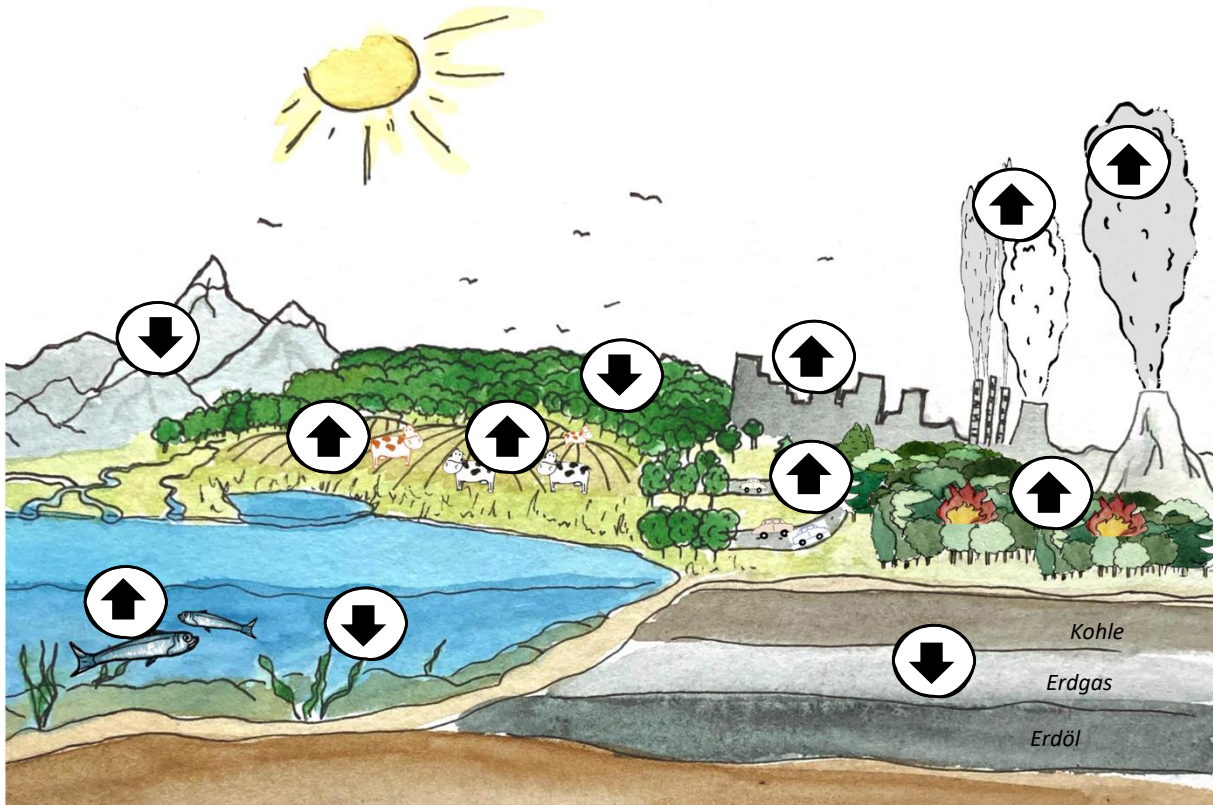
*(Vulkanausbrüche, Brände,  
Meerestiere z.B. Fische (Atmung),  
Landlebewesen z.B. Kühe (Atmung))*

↓ Anzahl **Aufnahme** von CO<sub>2</sub>: 4

*(Wälder, Pflanzen (Photosynthese),  
Speicherung im Boden, Gestein)*

Das System befindet sich im Gleichgewicht.

Es kann genauso viel Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>) aufgenommen wie abgegeben werden.



↑ Anzahl **Abgabe** von CO<sub>2</sub>: 9

↓ Anzahl **Aufnahme** von CO<sub>2</sub>: 4

*(Vulkanausbrüche, Brände, Meerestiere z.B. Fische (Atmung), Landlebewesen z.B. Kühe (Atmung), Verbrennung fossiler Brennstoffe (Energie), Verbrennung fossiler Brennstoffe (Verkehr)), Landwirtschaft, Landnutzungsänderung (Städtebau))*

*(Wälder, Pflanzen (Photosynthese), Speicherung im Boden, im Gestein)*

Das System befindet sich im Ungleichgewicht. Durch den menschlichen Eingriff wird mehr Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>) ausgestoßen, das in die Atmosphäre gelangt. Diese Eingriffe beinhalten beispielsweise, die Landwirtschaft, den Verkehr, die Verbrennung fossiler Brennstoffe oder Landnutzungsänderungen wie beispielsweise Städtebau.

### 3. Biodiversität und Phytoplankton

--- Seiten 5-7 im Buch lesen (bis Ende von Kapitel 1) ---

#### Hintergrundinformationen zur Biodiversität und Phytoplankton

Biodiversität (auch: Biologische Vielfalt) beschreibt die Vielfalt des Lebens. Vor allem wird damit die Artenvielfalt assoziiert. Wissenschaftlich wird der Begriff in drei Ebenen unterteilt: die Vielfalt der Arten, der Lebensräume sowie die der genetischen Vielfalt.

Wir Menschen, die auf die Natur angewiesen sind, profitieren von den Leistungen, die durch die biologische Vielfalt gegeben werden. Sie sorgt für ein Gleichgewicht der Ökosysteme, die uns Wasser, Nahrung sowie medizinische Mittel bereitstellen. Zudem ist sie gegenüber Umweltänderungen widerstandsfähiger und kann diese besser abpuffern - ein wichtiger Faktor auch in Hinblick auf den Klimawandel.

Der Verlust der Vielfalt und das Artensterben haben in den vergangenen Jahren eine erhöhte Aufmerksamkeit erfahren. Dass es um die biologische Vielfalt nicht gutsteht, ist ein Thema, das bereits im 20. Jh. festgehalten wurde. Gegen Ende des Jahrhunderts (im Jahr 1992) wurde in Rio de Janeiro das Übereinkommen über die biologische Vielfalt ([CBD](#): Convention on Biological Diversity) geschaffen. Wissenschaftlich beraten wird die Politik seit 2012 vom Weltbiodiversitätsrat ([IPBES](#): Intergovernmental Panel of Biodiversity and Ecosystem Services).

Gründe für den voranschreitenden Verlust sind vielfältig. Vor allem der Einfluss des Menschen (durch Verbauung von Flächen, Überfischung, Intensive Flächennutzung etc.) als auch der Klimawandel und den damit einhergehenden Wetterereignissen tragen zum voranschreitenden Verlust der Biologischen Vielfalt bei. Dabei sind auf überwiegend terrestrischen Ökosystemen weltweit neben den Säugetieren auch Amphibien, Reptilien, Insekten sowie vor allem die Blütenpflanzen von dem stetigen Verlust betroffen.<sup>7</sup>

In marinen Ökosystemen steht es nicht besser um die Biodiversität und die natürliche Artenzusammensetzung von Phytoplankton wird sich bedingt durch den Klimawandel verändern. So zeigen zum Beispiel Experimente von Wissenschaftlern<sup>8</sup>, dass unter Bedingungen, wie sie im Jahr 2100 herrschen könnten (zum Beispiel erhöhte Wassertemperatur und ein niedrigerer pH-Wert durch Ozeanversauerung), nur wenige resistente Arten dominieren werden, was Auswirkungen auf die Resilienz des Ökosystems haben könnte.

---

<sup>7</sup> *The IUCN Red List of Threatened Species*. Verfügbar unter: <https://www.iucnredlist.org/en> (abgerufen: 11. September 2022).

<sup>8</sup> Zum Beispiel: Trimborn, S., Thoms, S., Brenneis, T., Heiden, J.P., Beszteri, S., Bischof, K., 2017b. Two Southern Ocean diatoms are more sensitive to ocean acidification and changes in irradiance than the prymnesiophyte *Phaeocystis antarctica*. *Physiol. Plant.* 160, 155–170.

Hancock, A.M., Davidson, A.T., McKinlay, J., McMinn, A., Schulz, K.G., Van Den Enden, R.L., 2018. Ocean acidification changes the structure of an Antarctic coastal protistan community. *Biogeosciences* 15, 2393–2410.

### 3.1. Die Bedeutung von (biologischer) Vielfalt

**Lernziele:** Vielfalt im Alltag aufzeigen und Bezug zur biologischen Vielfalt verstehen

**Benötigte/bereitgestellte Materialien:** Keine Materialien benötigt

**Methode:** Fragerunde & Hinleitung zum Thema: Vielfalt von Phytoplankton

**Dauer:** 5-10 min Einführung

**Einführung:**

- Begriff der Vielfalt klären: Fragerunde “Was bedeutet Vielfalt für euch?” “Wo findet ihr Vielfalt in eurem Alltag?”
- Hinarbeiten auf biologische Vielfalt: Fragerunde, was für verschiedene Blumen die SuS kennen (Gänseblümchen, Sonnenblume, Primel, etc.) und herausarbeiten, dass alle unterschiedlich sind (unterschiedliche Arten) aber eine Gemeinsamkeit haben, nämlich, dass es alles Blumen sind. Genauso gibt es Zellen, die sehr verschieden aussehen und verschieden groß sind aber trotzdem alle zum Phytoplankton gehören.

### 3.2. Kreative Aufgabe: Die Vielfalt von Phytoplankton

**Lernziele:** Die Vielfalt von Phytoplankton kennenlernen; Kreativität anregen

**Methode:** Mandalas selbst gestalten und ausmalen

**Benötigte Materialien:** Zeichenpapier, bunte Stifte

**Bereitgestellte Materialien:**

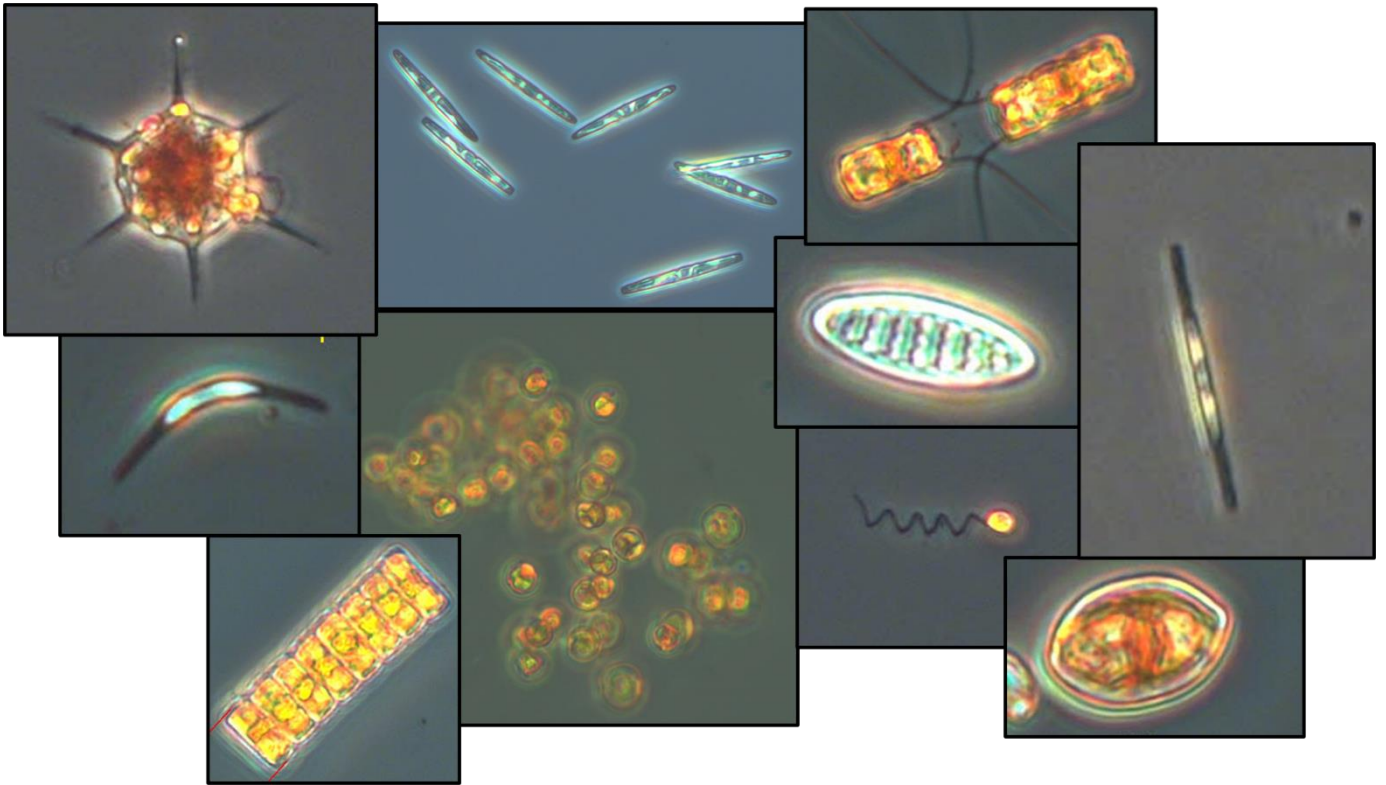
- Beispiel zur Umsetzung
- Mikroskopie Bilder von Phytoplankton (Anlage 2)

**Dauer:** 45 Minuten

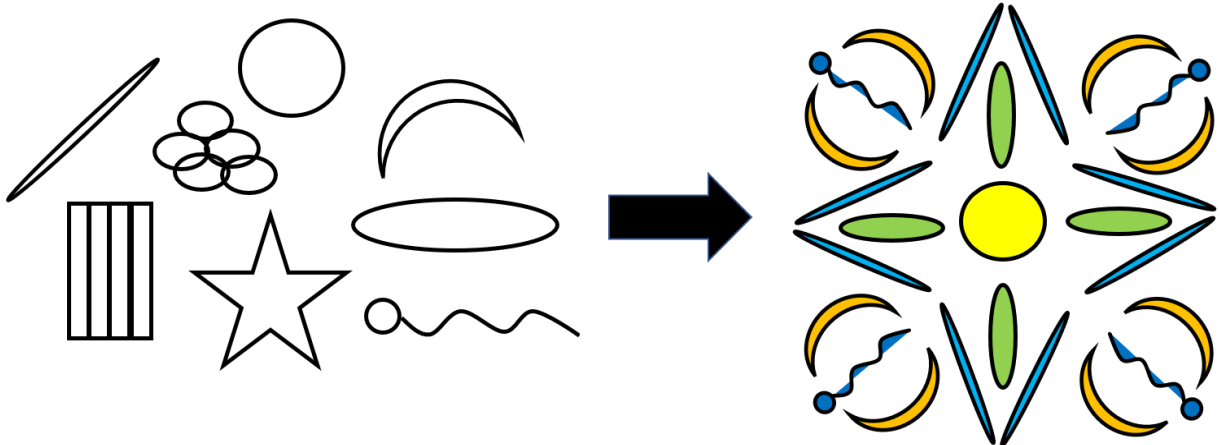
**Aufgabe:**

Mikroskopie Bilder von echtem Phytoplankton zeigen (Anlage 2) und erklären, dass ein Mikroskop Objekte, die man mit bloßem Auge nicht sehen kann sehr stark vergrößert (Bilder sind 640x vergrößert – Phytoplankton ist also nur einen Bruchteil so groß, wie ein Haar dick ist).

SuS sollen die verschiedenen Formen des Phytoplanktons erkennen und aufzeichnen (also z.B. Halbmond, Ellipse, Stäbchen, Kreisrund, Eckig, etc., siehe Beispiel auf S. 19) und dann aus der Kollektion von Formen ein Mandala gestalten – entweder komplett zeichnen oder auf buntem Papier ausschneiden und aufkleben.



Beispiel:



## 4. Das Spurenelement Eisen

--- Seiten 11-12 im Buch lesen ---

### Hintergrundinformationen zum Spurenelement Eisen

Eisen ist ein häufiges Element auf der Erde. Nicht nur Meeresalgen benötigen es für ihr Überleben (siehe Kapitel 1), sondern auch wir Menschen.

Als essenzielles Spurenelement kann Eisen vom menschlichen Körper nicht selbst produziert und muss deshalb mit der Nahrung aufgenommen werden. Dabei ist es für viele Funktionen im menschlichen Körper von wichtiger Bedeutung wie z. B. zur Bildung von Hämoglobin, dem Sauerstofftransport oder für den Energiestoffwechsel.

Neben tierischen Produkten, wie rotem Fleisch, gehören auch Früchte, Gemüse, Hülsenfrüchte, Samen sowie Nüssen zu guten Eisenlieferanten.

Je nach Geschlecht oder Alter werden unterschiedliche Mengen an Eisen empfohlen<sup>9</sup>. Diese sogenannten Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr werden von der Deutschen Gesellschaft für Ernährung e. V. herausgegeben. Für Frauen ist die benötigte Zufuhr ab der Pubertät höher, da sie aufgrund der Menstruation einen regelmäßigen Blutverlust haben.

In Zusammenhang mit anderen Lebensmitteln kann Eisen besser oder schlechter aufgenommen werden. So kann Vitamin C die Aufnahme von Eisen fördern, während Milchprodukte, Tee oder Kaffee die Eisenaufnahme hemmen.<sup>10</sup>

### Weiterführende Informationen:

Bedeutung des Spurenelements Eisen für den menschlichen Körper, z.B.:

<https://link.springer.com/article/10.1007/s15006-021-9608-1>

**Lernziele:** Bedeutung des Eisens für Meeresalgen verstehen; Verständnis über das Spurenelement Eisen und dessen Bedeutung für den Menschen erhalten

**Methode:** Zuordnungsspiel

**Bereitgestelltes Material:** Druckvorlage: Kärtchen mit Lebensmittel und Beschreibung

**Dauer:** ca. 15-25min

**Inhalt:** In 2er Teams (oder in Gruppen) sollen die SuS das Zuordnungsspiel lösen; die Lösung kann gemeinsam mit der Klasse besprochen werden; zusätzlich kann Das Thema und die Lebensmittel zum Anlass genommen werden gemeinsam ein Gericht zuzubereiten

#### Mögliche Einführung

Kurze Einführung mit der gemeinsamen Erarbeitung von Antworten folgender Fragen:

- Welche Bedeutung hat Eisen für Meeresalgen? Kennt ihr Nahrungsmittel, die Eisen enthalten? Welche Bedeutung könnte es für uns Menschen haben?
- SuS werden einige Lebensmittel (Unterstützung durch Bild oder echte Lebensmittel) vorgestellt, die Eisen enthalten

**Anschluss:** Zuordnungsspiel

<sup>9</sup> <https://www.dge.de/wissenschaft/referenzwerte/eisen/?L=0>

<sup>10</sup> <https://www.bfr.bund.de/cd/28370>

**Kidneybohne**

Ich bin eine **Hülsenfrucht**.

Häufig werde ich in Gerichten wie Chili sin Carne (Chili ohne Fleisch) bzw. Chili con Carne (Chili mit Fleisch) zugefügt.

**Kichererbse**

Ich bin eine **Hülsenfrucht**.

Häufig werde ich püriert und in Form von Hummus (zusammen mit etwas Knoblauch, Gewürzen & Semsammus) verspeist.

**Haselnuss**

Ich bin der **Samen** eines Strauches.

Häufig bin ich der nussige Bestandteil einer Nougatcreme.

**Brokkoli**

Ich bin ein grünes **Gemüse**.

Roh, als auch gekocht, kann ich gegessen werden. Dabei schmeckt der Stiel als auch die Krone von mir.



### Brennnessel



Ich bin eine **Wildpflanze** mit feinen Nadeln.

Neben meinen eisenhaltigen Samen, werden meine Blätter u. a. für einen bekömmlichen Tee oder Salat genutzt.

### Petersilie



Ich bin ein **Kraut**, das häufig zum Dekorieren genutzt wird – glatt oder gekräuselt.

Ich schmecke hervorragend in deiner Kräuterbutter oder als Pesto im Nudelgericht.

### Alge



Ich lebe im Wasser.

Neben Salaten kann ich auch als Ummantelung von Sushi genutzt werden.

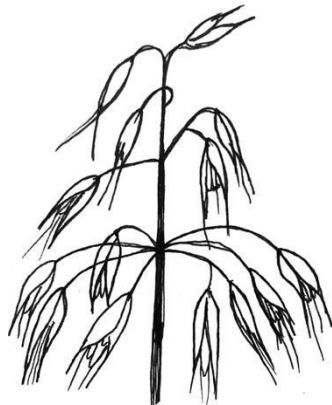
### Roggen



Ich bin ein **Getreide**.

Meine Körner werden häufig zu Mehl klein gemahlen und dann zu Brot verarbeitet.

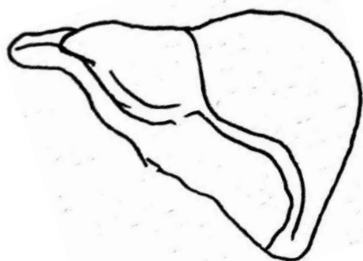
### Hafer



Ich bin ein **Getreide**.

Meine Körner werden oft zerquetscht und als Haferflocken ins Müsli vermengt.

### Rindsleber



Ich bin eine **Innerei** eines Tieres.

Häufig werde ich mit Zwiebeln schmackhaft gemacht.

### Brombeere



Ich gehöre zu den **Früchten**.

Ich bin dunkel-lila gefärbt und mein Strauch ist mit Stacheln durchsetzt.

### Johannesbeere



Ich gehöre zu den roten **Früchten**.

Ich schmecke sehr säuerlich und werde gerne in süße Speisen eingearbeitet.

## 5. Nahrungsnetze

--- Buch bis zum Schluss lesen ---

### Hintergrundinformationen zu Nahrungskreisläufen/Nahrungsnetzen

Nahrungsnetze veranschaulichen die komplexen Nahrungsbeziehungen ("wer frisst wen") zwischen Organismen in einem Ökosystem und berücksichtigen dabei alle möglichen Wechselbeziehungen, im Gegensatz zu den linear dargestellten Nahrungsketten. Innerhalb eines Nahrungsnetzes können diese Organismen dann in verschiedene Kategorien eingeteilt werden, die Trophische Ebenen genannt werden. An der Basis stehen autotrophe Organismen, die Primärproduzenten, gefolgt von mehreren Leveln an Konsumenten (Herbivore vor Carnivoren). Deutlich wird dadurch auch, dass egal welches Glied wegfällt, die Auswirkungen das ganze Netz beeinträchtigen. Wie bereits im Kapitel über die Biodiversität erwähnt, wird der Klimawandel sich auch auf die natürliche Artenzusammensetzung von Phytoplankton auswirken, was wiederum schwer vorauszusehende Veränderungen in der Nahrungsqualität für Zooplankton (Primärkonsumenten) mit sich bringt und in dieser Konsequenz dann auch die von uns als Nahrungsquelle genutzten Fischbestände beeinträchtigen könnte.

**Lernziel:** Zusammenhang von biologischen Kreisläufen anhand von einem kleinen Ausschnitt eines antarktischen Nahrungsnetzes verstehen

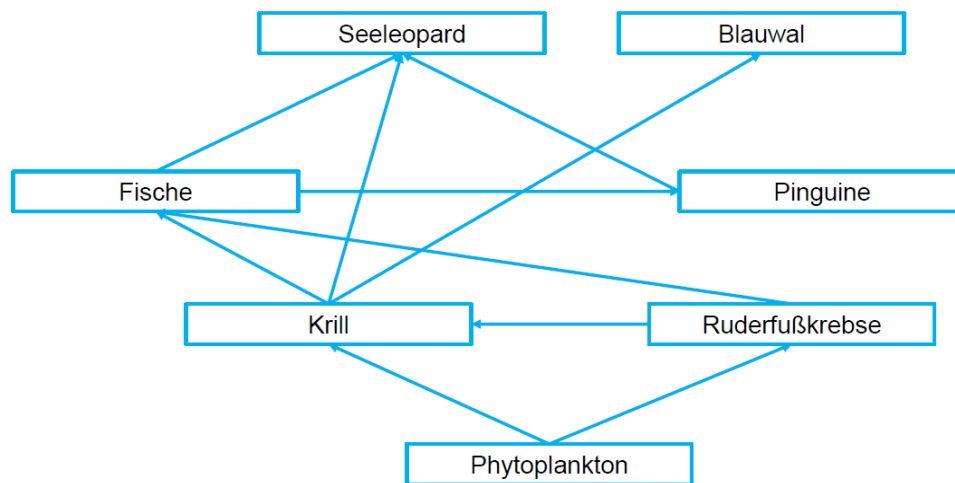
**Benötigte Materialien:** Ausgedruckte Kärtchen

**Bereitgestellte Materialien:** Kärtchen mit Stellung der Organismen innerhalb des Nahrungsnetzes

**Dauer:** 20 min

#### **Inhalt:**

Die Klasse wird in 7er Gruppen aufgeteilt. Jedes Kind bekommt ein Kärtchen, auf dem es einen Organismus zugeordnet bekommt und auf dem steht, welcher andere Organismus sich von ihm ernährt. Die Kinder sollen sich in der Gruppe organisieren und so aufstellen, dass jeder jeweils auf die Organismen zeigt (mit Händen und Füßen), von denen er gefressen wird.



### Überlegung:

- Was passiert mit dem Nahrungsnetz, wenn das Phytoplankton wegfällt?  
→ Phytoplankton ist die Grundlage für alle anderen Lebewesen. In diesem Beispiel würde das Nahrungsnetz komplett zusammenbrechen und keines der anderen Tiere könnte überleben.
- Was passiert, wenn Seeleoparden und Blauwale wegfallen?  
→ Fische und Pinguine hätten keine Feinde mehr und würden sich extrem vermehren, wodurch die Zooplanktonbestände (Krill und Ruderfußkrebse) sehr stark dezimiert werden, wodurch sich wiederum Phytoplankton vermehrt. Das Nahrungsnetz gerät aus dem Gleichgewicht! Veränderung auf höchster trophischer Ebene wirkt sich auch auf die niedrigste trophische Ebene aus!

**Fazit:** Egal, welches Glied man aus dem Nahrungsnetz entfernt, es führt immer dazu, dass das Nahrungsnetz aus dem Gleichgewicht gerät und nicht mehr funktioniert.

<p><b>Phytoplankton</b> (Mikroalgen)</p>  <p>Wird von Krill und Ruderfußkrebse gegessen</p>	<p><b>Krill</b> (Krebstiere)</p>  <p>Wird von Fischen, Seeleoparden und Blauwalen gegessen</p>
<p><b>Ruderfußkrebse</b> (kleine Krebstiere)</p>  <p>Werden von Krill und Fischen gegessen</p>	<p><b>Fische</b></p>  <p>Werden von Pinguinen und Seeleoparden gegessen</p>
<p><b>Pinguine</b></p>  <p>Werden von Seeleoparden gegessen</p>	<p><b>Seeleoparden</b></p>  <p>Haben keine natürlichen Feinde in der Antarktis und werden von niemandem gefressen</p>
<p><b>Blauwale</b></p>  <p>Haben keine natürlichen Feinde in der Antarktis und werden von niemandem gefressen</p>	