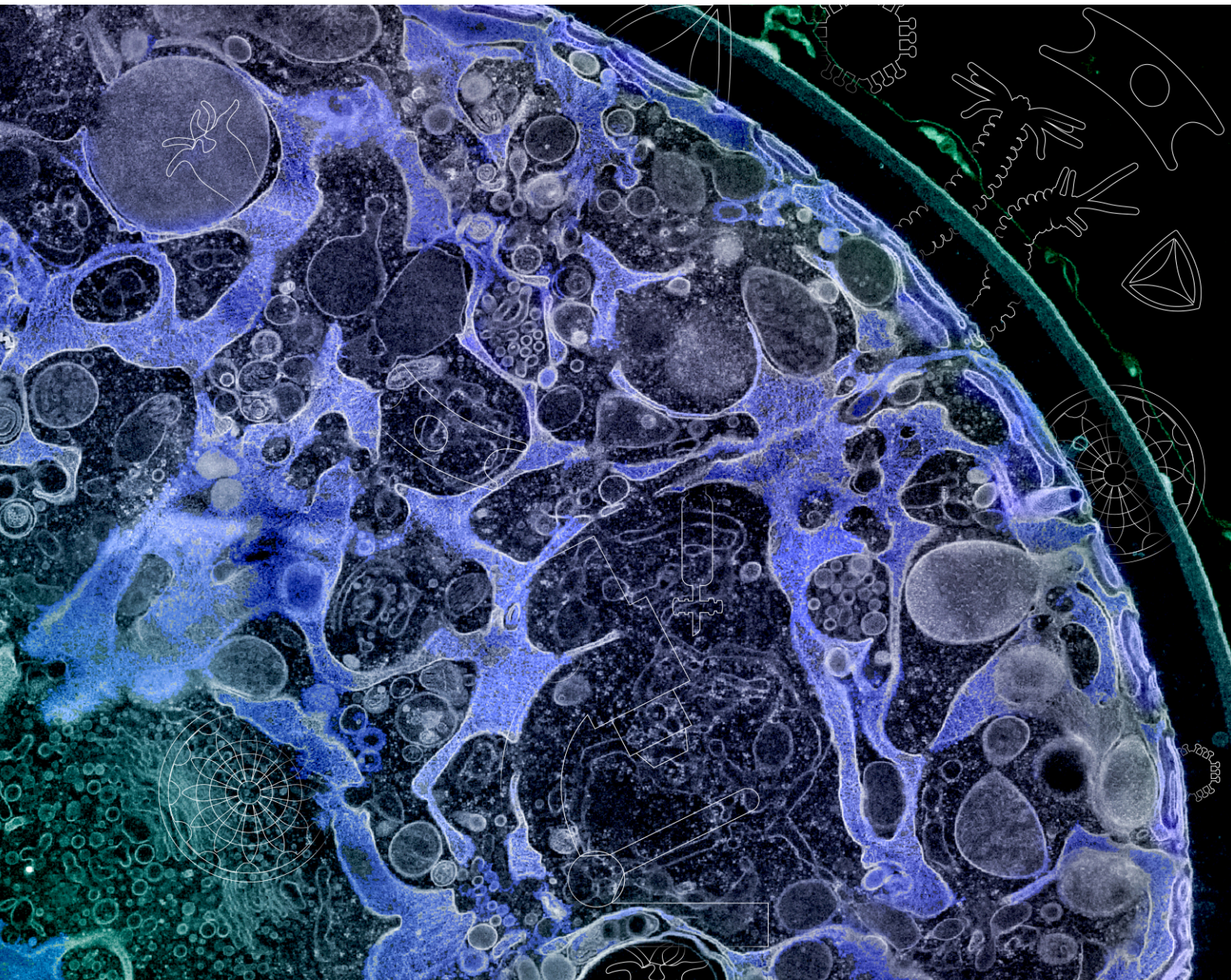


# Tauche ein in die Welt des Planktons mit dem Curiosity Mikroskop

Lernmaterialien



---

## EMBL

Das Europäische Laboratorium für Molekularbiologie (EMBL) ist Europas Forschungseinrichtung für Lebenswissenschaften. Als zwischenstaatliche Einrichtung werden wir von mehr als 25 Mitgliedstaaten unterstützt und sind an sechs europäischen Standorten tätig. In molekularbiologischer Grundlagenforschung untersucht das EMBL die Mechanismen des Lebens. Unsere Forschung treibt die Entwicklung neuer Technologien und Methoden in den Lebenswissenschaften voran und das EMBL fördert die breite Anwendung dieser Forschung zum Wohle der Gesellschaft.

## EMBL Science Education and Public Engagement

Die Science Education and Public Engagement-Abteilung (SEPE) des EMBL leitet und koordiniert die Wissenschaftsbildungs- und Public Engagement-Programme des Instituts.

Wir bauen auf der langen Geschichte von Wissenschaftsbildung und Public Engagement am EMBL auf und unterstützen das Bestreben des EMBL, unsere Forschung mit jungen Lernenden, Lehrkräften und der breiten Öffentlichkeit zu teilen und zu diskutieren.

Unsere inspirierenden Bildungsangebote geben Einblick in die naturwissenschaftlichen Erkenntnisse des EMBL. Die Angebote richten sich an europäische Lehrkräfte der Naturwissenschaften sowie an Kinder und Jugendliche zwischen 10 und 19 Jahren, unabhängig von ihren akademischen Fähigkeiten oder Herkunft.

Unsere Programme vermitteln komplexe, hochaktuelle Themen der lebenswissenschaftlichen Spitzenforschung in anschaulicher Weise und fördern das Entdecken von Forschungstrends, der naturwissenschaftlichen Methode und wissenschaftlicher Karrierewege. Die Angebote werden in enger Zusammenarbeit mit Forschenden des EMBL konzipiert und durchgeführt.

Besuchen Sie unsere Website für weitere Informationen zu den Aktivitäten des EMBL im Bereich der wissenschaftlichen Bildung: [embl.org/ells](http://embl.org/ells)



---

## Impressum & Haftungsausschluss

### Nutzungsbedingungen

Das Bildungsmaterialpaket steht unter der Lizenz Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0). Um eine Kopie dieser Lizenz einzusehen, besuchen Sie bitte <https://www.creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

### Haftungsausschluss für externe Websites

Links zu Nicht-EMBL-Webseiten werden als Serviceleistung und nur zu Informationszwecken zur Verfügung gestellt. Sie stellen keine Befürwortung oder eine Billigung durch das EMBL dar. Das EMBL steht in keiner Verbindung zu den Eigentümern der Inhalte dieser externen Seiten und trägt keine Verantwortung für die Richtigkeit, Rechtmäßigkeit oder den Inhalt der Inhalte der externen Seiten oder für die Inhalte der weiterführenden Links.

### Links zu externen Websites

Links zu Websites außerhalb des EMBL werden lediglich als Service und zu Informationszwecken bereitgestellt. Sie stellen keine Befürwortung oder Genehmigung durch das EMBL dar. Das EMBL hat keine Verbindung zu den Inhaltsinhabern dieser externen Websites und übernimmt keine Verantwortung für die Richtigkeit, Rechtmäßigkeit oder den Inhalt der externen Websites oder der darauf folgenden Links.

### Haftungsausschluss für Übersetzungen

Etwas Unstimmigkeiten oder Unterschiede, die sich aus der Übersetzung ergeben, sind nicht bindend und haben keine rechtliche Wirkung für die Einhaltung oder Anwendung.

#### Contact us

##### EMBL

Meyerhofstraße 1  
69117 Heidelberg  
Germany

Tel: +49 6221 387 8805  
Mail: [emblog-ells@embl.org](mailto:emblog-ells@embl.org)  
Website: [embl.org/ells](http://embl.org/ells)

**BIOcean5D** website: <https://www.biocean5d.org/>



## Inhaltsverzeichnis

<b>Lernmaterialien</b> .....	<b>0</b>
EMBL.....	1
EMBL Science Education and Public Engagement.....	1
<b>Impressum &amp; Haftungsausschluss</b> .....	<b>2</b>
Nutzungsbedingungen.....	2
Haftungsausschluss für externe Websites.....	2
Links zu externen Websites.....	2
Haftungsausschluss für Übersetzungen.....	2
<b>Inhaltsverzeichnis</b> .....	<b>3</b>
<b>Information für Lehrkräfte</b> .....	<b>4</b>
<b>Einführung</b> .....	<b>4</b>
<b>Überblick</b> .....	<b>4</b>
<b>Lernziele</b> .....	<b>4</b>
<b>Links zu Lehrplänen</b> .....	<b>5</b>
<b>Voraussetzungen</b> .....	<b>5</b>
<b>Arbeitsblatt 1 - Beobachtungen mit dem Curiosity Mikroskop</b> .....	<b>6</b>
<b>Probenvorbereitung und Beobachtungen mit dem Curiosity Mikroskop</b> .....	<b>7</b>
<b>Probenvorbereitung</b> .....	<b>7</b>
<b>Visualisierung unter dem Mikroskop</b> .....	<b>8</b>
<b>Arbeitsblatt 2 - Die Rolle von Plankton für Ökosysteme</b> .....	<b>13</b>
<b>Faktenblätter</b> .....	<b>23</b>
Plankton Faktenblatt.....	24
<b>Was können Sie mit dem Curiosity Mikroskop sehen?</b> .....	<b>28</b>
<b>Ozeanströmungen und das Wachstum von Plankton</b> .....	<b>30</b>
<b>Leitfaden für Lehrkräfte</b> .....	<b>35</b>
<b>Beispiel eines Unterrichtsplans</b> .....	<b>36</b>
Unterrichtseinheit 1 - Vor dem Unterricht.....	36
Unterrichtseinheit 1 - Im Unterricht (45 Minuten).....	37
Unterrichtseinheit 2 - Vor dem Unterricht.....	37
Unterrichtseinheit 2 - Im Unterricht (45 Minuten).....	38
<b>Weitere Links</b> .....	<b>39</b>
<b>Lösungsschlüssel</b> .....	<b>40</b>
<b>Referenzen</b> .....	<b>53</b>



---

## Information für Lehrkräfte

### Einführung

Der Fokus dieses Lernmaterials liegt auf Plankton als diverser Gruppe frei lebender Organismen in den Weltmeeren. Plankton bezeichnet in der Regel mikroskopisch kleine Organismen, die sowohl in Süß- als auch in Salzwasser vorkommen. Sie spielen eine entscheidende Rolle in marinen Ökosystemen, indem sie verschiedene trophische Nahrungsebenen miteinander verbinden und auch zum Kreislauf von Elementen wie Kohlenstoff und Stickstoff beitragen. Obwohl Plankton und marine Ökosysteme einen großen Teil der Erde einnehmen und für einen gesunden Planeten unerlässlich sind, kommen in Lehrplänen oft deutlich häufiger Themen zur Sprache, die die Landmasse betreffen, und marine Biodiversität und ähnliche Themen werden dabei vernachlässigt. Der Hauptzweck dieses Materials besteht darin, zum Wissen über unsere Ozeane beizutragen und in der Schulklasse Gespräche und Diskussionen anzuregen.

### Überblick

Das Material richtet sich an Schüler im Alter von 15-19 Jahren. Es besteht aus einem Arbeitsblatt für die SchülerInnen, einer Antworttabelle und Informationsblättern mit Informationen zu Plankton, dem Curiosity Mikroskop und Meeresströmungen. Im ersten Abschnitt des Arbeitsblatts verwenden die SchülerInnen das Curiosity Mikroskop und das Arbeitsblatt, um das planktonische Leben im Wasser zu untersuchen. Im zweiten Abschnitt des Arbeitsblatts, der keine Verwendung von Mikroskopen erfordert, konzentrieren sich die SchülerInnen auf die Rolle von Plankton in marinen Ökosystemen. Die Umsetzung aller Aufgaben dauert in etwa zwei Unterrichtsstunden. Beachten Sie bitte, dass die vorgeschlagene Dauer der Aufgaben nur eine grobe Schätzung ist und stark von Faktoren wie dem Vorwissen der SchülerInnen und der Art und Weise abhängt, wie Lehrkräfte die jeweiligen Aktivitäten in ihren Klassen umsetzen.

Um den SchülerInnen dabei zu helfen, sich mit der Biologie von Plankton und dessen Rolle im marinen Ökosystem vertraut zu machen, werden Informationsblätter zu Plankton, Meeresströmungen und dem Curiosity Mikroskop bereitgestellt.

### Lernziele

Die SchülerInnen sollen:

- Unterschiedliche Arten von Plankton identifizieren.
- Ein Lichtmikroskop bedienen.
- Sichtbare Details von Plankton beschreiben.
- Die Bedeutung von Plankton für marine Ökosysteme und Menschen erkunden.
- Visuelle Informationen interpretieren.



---

## Links zu Lehrplänen

International Baccalaureate	A2.2.3, A2.2.10, C4.2.2, C4.2.3, C4.2.6, C4.2.8, C4.2.10
GCSE	4.1.1.1, 4.1.1.5, 4.4.1.1, 4.7.1.3, 4.7.4.1, 4.7.5.3
AP - Fall 2020	2.1, 3.5, 8.2
Baden Württemberg	3.2.3, 3.3.4, 3.4.4 oder 3.5.4

## Voraussetzungen

Es wird empfohlen, dass die SchülerInnen vor der Arbeit mit dem Material mit den folgenden Konzepten vertraut sind: Zellen, Produzent, Konsument, Nahrungskette und Photosynthese.



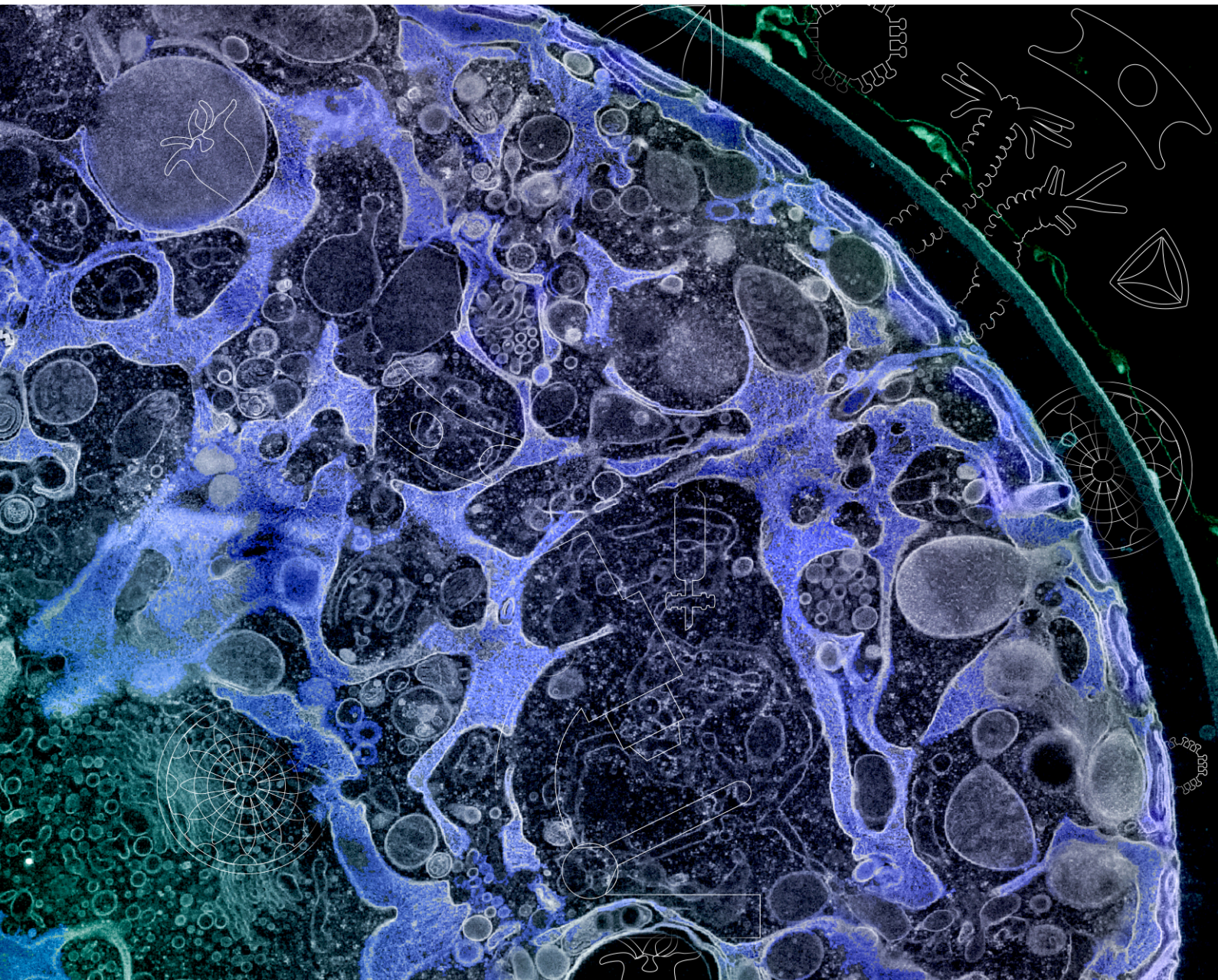
EMBL



BIOcean5D

# Tauche ein in die Welt des Planktons mit dem Curiosity Mikroskop

Arbeitsblatt 1 - Beobachtungen mit dem  
Curiosity Mikroskop



---

# Probenvorbereitung und Beobachtungen mit dem Curiosity Mikroskop

Das Curiosity Mikroskop ist ein Lichtmikroskop, das eine kleine LED als Lichtquelle verwendet. Im Gegensatz zu konventionellen Lichtmikroskopen hat das Curiosity Mikroskop kein Okular. Stattdessen befindet sich am unteren Teil des Mikroskops eine Kamera, die zur Beobachtung von Proben verwendet wird. Der Hauptteil des Mikroskops besteht aus Holz und umweltfreundlichen Farbstoffen.

## Probenvorbereitung

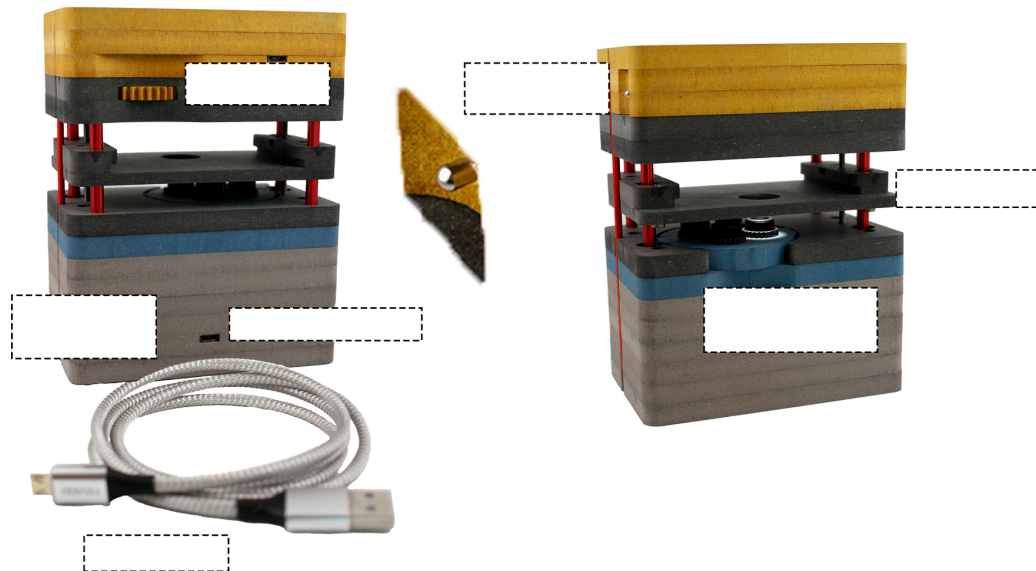
Spätestens 24 Stunden vor Ihren Beobachtungen:

1. Nehmen Sie mit einem Behälter A eine Wasserprobe von 200 ml aus einem nahen See, Teich, Fluss oder dem Meer.
2. Stellen Sie einen ebenso großen Behälter B auf die Arbeitsfläche und gießen Sie die Probe langsam durch das Sieb, bis etwa  $\frac{3}{4}$  der Gesamtprobe gesiebt ist. Stellen Sie das gesiebte Wasser, das sich im Behälter B gesammelt hat, beiseite. Dies ist der Durchfluss.
3. Halten Sie das Sieb über einen neuen Behälter C, wie zum Beispiel ein Becherglas, stülpen Sie es um und gießen Sie das verbleibende Viertel der Probe hindurch, um die konzentrierten Organismen aus dem Sieb im neuen Behälter C zu sammeln.
4. Überführen Sie nun einen Teil der konzentrierten Probe mit einer Plastikpipette in eine Petrischale. Hierbei können Sie eine der beiden folgenden Alternativen wählen:
  - a. Füllen Sie die ganze Petrischale mit der Probe und decke Sie sie mit dem Deckel ab. Um die Bildung einer Luftgrenzfläche zwischen dem Deckel und der Wasserprobe zu vermeiden, stellen Sie sicher, dass die Schale komplett aufgefüllt ist.
  - b. Bedecken Sie den Boden der Petrischale mit einer dünnen Schicht der von Ihnen vorbereiteten Wasserprobe und betrachten Sie sie ohne Deckel mit dem Mikroskop.



## Visualisierung unter dem Mikroskop

Beschriften Sie die Teile des Mikroskops in den folgenden Bildern (5 Minuten).



*Curiosity Mikroskop und seine Teile. Bild von: Noan Le Bescot, Plankton Planet*

Um das Mikroskop zu verwenden,

1. Verbinden Sie die Mikroskopkamera mit einem Bildschirm wie Ihrem Telefon, Tablet oder Smartboard mit dem mitgelieferten USB-C-Kabel.
2. Verwenden Sie auf Ihrem Bildschirmgerät die Kamera-App, um die Kamerabilder auf den Bildschirm zu übertragen.
3. Schalten Sie die LED-Lichtquelle\* mit dem Lichtschalter ein.
4. \*Um Schäden an den Augen zu vermeiden, schauen Sie NICHT direkt auf die Lichtquelle.
5. Platzieren Sie die Probe auf der Probenhalterplatte.
6. Beginnen Sie Ihre Beobachtung mit der kleinsten Vergrößerung.
7. Verwenden Sie die Objektivscheibe, um die Vergrößerung zu erhöhen/verringern.
8. Notieren Sie Ihre Beobachtungen im Aktivitätsblatt.

Mit den Curiosity Mikroskopen und diesem Bildungsmaterial werden wir einige der planktonischen Organismen erkunden und identifizieren, die wir im Wasser finden können. Nachdem Sie Ihre Probe auf den Probenhalter gelegt haben, betrachten Sie sie mit verschiedenen Vergrößerungen, beginnend bei der kleinsten bis zur größten Vergrößerung (**30 Minuten**). Verwenden Sie den verfügbaren Platz unten, um ein mit dem Mikroskop aufgenommenes Bild einer Planktonart einzufügen. Nutzen Sie die Vergrößerung, bei der Sie das Plankton am besten sehen können, und notieren Sie die verwendete Vergrößerung.

\*Sie können Ihre Beobachtungen auch zeichnen, anstatt Bilder aufzunehmen.



1. **Skizzieren** Sie die allgemeinen Eigenschaften des Planktons, das Sie beobachten, indem Sie die unten stehenden Fragen beantworten.
  - a. Schauen Sie sich Ihr Bild an und **überlegen Sie**, ob Ihr beobachtetes Plankton alleine oder in Kolonien lebt.
  - b. **Nennen** Sie die Farbe des Planktons, das Sie beobachten.
  - c. **Beschreiben** Sie die Form des Planktons.

.....

.....

.....

.....

2. Das Wort Plankton bedeutet „das Umhergetriebene“ und bezieht sich darauf, dass sie nicht gegen die Strömungen schwimmen können. Einige Planktonorganismen haben jedoch Körperteile, die es ihnen ermöglichen, sich in ruhigem Wasser zu bewegen. Während einige Planktonorganismen mithilfe von Cilien und/oder Geißeln umher schwimmen, nutzen andere Körperteile wie Beine zum Schwimmen. Unten sind Beispiele für Planktonorganismen und die Strukturen, die sie zum Schwimmen verwenden (4).



Wimpern: viele peitschenartige Fortsätze



Gelenkige Beine bei Organismen wie Krill und Copepoden

Abbildung 1. Plankton kann verschiedene Strukturen wie Geißeln, Flagellen oder gegliederte Beine verwenden, um im Wasser zu schwimmen. Wimperntierchen-Plankton aus *Phyto'pedia* (CC BY-NC-ND 3.0), UBC und der Antarktische Krill aus *Wikipedia* (CC BY-SA 3.0)

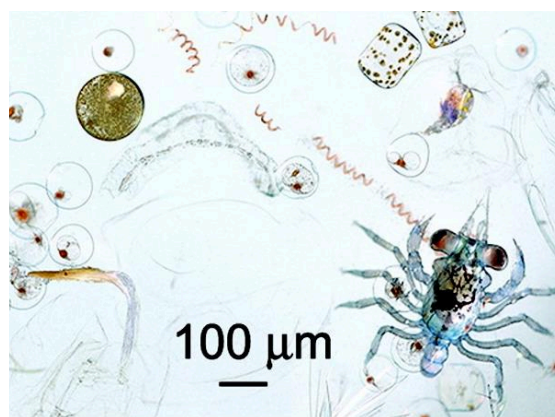
- a. Identifizieren Sie ein bewegtes Plankton zur Beobachtung und halten Sie es in einem Bild mit dem Mikroskop fest. Fügen Sie das Bild unten ein oder zeichnen Sie das Plankton in die Box.



- b. Beschreiben Sie seine Bewegung und notieren Sie die Struktur, die es zum Fortbewegen verwendet, ODER fügen Sie ein Bild der Struktur ein, das Sie mit dem Mikroskop aufgenommen haben (falls sichtbar).

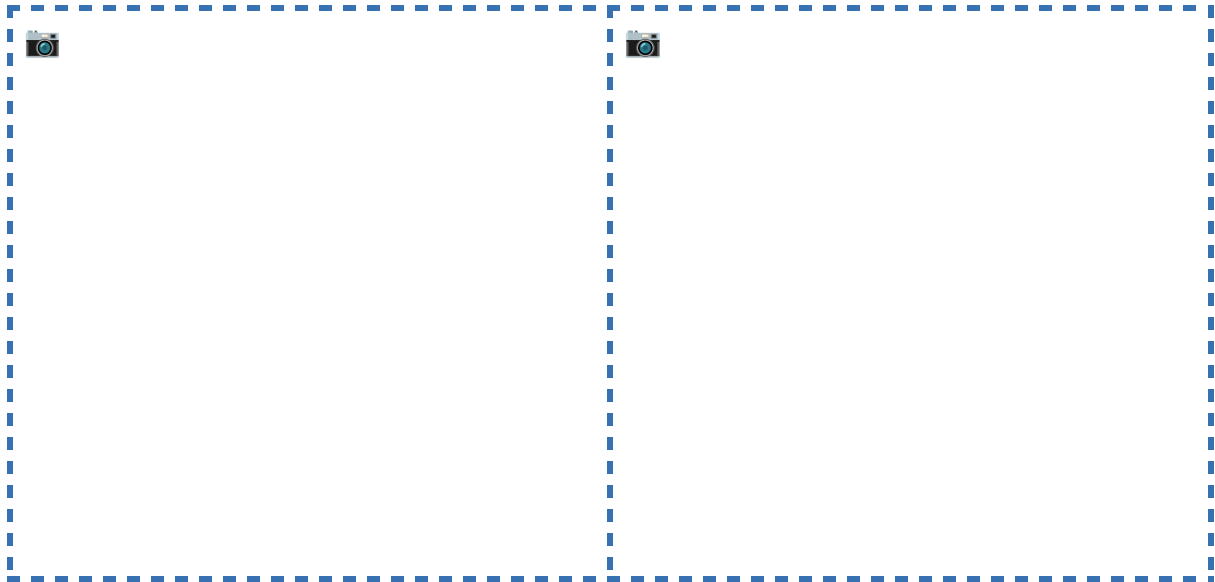


3. Während einige Planktonorganismen im Wasser tierischen Charakter haben (Zooplankton), sind andere eher pflanzenähnlich (Phytoplankton). Phytoplankton sind die häufigsten Lebensformen im Ozean. Dank des grünen Pigments Chlorophyll nutzen sie das Sonnenlicht, um Nahrung zu produzieren und zu wachsen. Chlorophyll kommt auch in Pflanzen vor und ist das Molekül, das sowohl Pflanzen als auch Phytoplankton ihre grüne Farbe verleiht. Zooplankton hingegen kann kein Sonnenlicht einfangen und hat kein Chlorophyll, daher ist es normalerweise nicht grün. Zooplankton jagt andere Organismen wie Phytoplankton, um sich zu ernähren, und kann daher auch kleine Mäuler, Arme, Klauen und im Fall von Quallen sogar Tentakel haben, mit denen sie Beute einfangen können. Unten ist eine Gruppe von Planktonorganismen. Beschriften Sie eines, von dem Sie glauben, dass es ein Phytoplankton ist. Beschriften Sie ein weiteres, von dem Sie glauben, dass es ein Zooplankton ist. Erklären Sie Ihre Überlegungen unten.



*Meeresmikroplankton fotografiert an Bord des NOAA-Schiffs Oscar Elton Sette vor Kona, 20. September 2006 von Jay Nadeau und anderen. (CC BY-SA 4.0)*

4. Nehmen Sie beim Betrachten der Wasserprobe mit Ihrem Mikroskop ein Bild von einem Phytoplankton UND einem Zooplankton auf und fügen Sie diese unten ein. Beantworten Sie die Fragen.



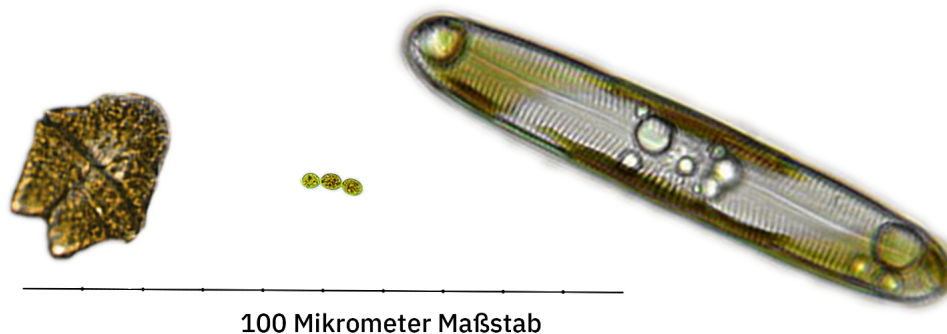
- a. **Geben Sie an**, ob sie alleine leben (solitär) oder in Kolonien.
- b. **Beschreiben** Sie das allgemeine Erscheinungsbild des Planktons unter Bezugnahme auf die unten stehenden Merkmale.
- i. Farbe, Form, sichtbare Strukturen (Rinnen, symmetrische einzelne Zellen)
  - ii. Vorhandensein von Klauen, Stacheln, Augen, Beinen und/oder Maul
  - iii. Vorhandensein von Geißel/n

# Tauche ein in die Welt des Planktons mit dem Curiosity Mikroskop

## Arbeitsblatt 2 - Die Rolle von Plankton für Ökosysteme



5. Unten finden Sie einen maßstabsgetreuen Vergleich von Individuen aus drei verschiedenen Gruppen von Phytoplankton. Der Maßstabsbalken ist 100 Mikrometer lang und in 10 Mikrometer Abschnitte unterteilt. Beziehen Sie sich auf das Plankton-Faktenblatt und **(5 Minuten)**:
- Identifizieren** Sie die Gruppe, zu der jedes Phytoplankton gehört, und **beschriften** Sie sie.
  - Schätzen** Sie die Größen der einzelnen Zellen jeder Gruppe mithilfe des Maßstabsbalkens.
  - Betrachten Sie die drei Phytoplanktonarten und **beschriften** Sie die sichtbaren Teile ihrer Zellen die Chlorophyll enthalten. **Erklären** Sie Ihre Überlegungen.



6. Ähnlich wie Ökosysteme auf dem Land sind auch Ozeanökosysteme auf Primärproduzenten wie Phytoplankton angewiesen, um den Erhalt anderer Organismen zu sichern. **Identifizieren** Sie in der unten stehenden schematischen Darstellung die Primärproduzenten und Konsumenten, die von ihnen abhängig sind, und beschriften Sie sie **(5 Minuten)**.



7. Beantworten Sie unter Bezugnahme auf Abbildung 5 des „Plankton“ Informationsblatts die folgenden Fragen **(10 Minuten)**:
- a. Wie würde sich die Anzahl der Pottwale ändern, wenn die Menge des Phytoplanktons in der Region abnimmt?
- b. Wie würde sich die Anzahl von Phytoplankton und Pottwalen ändern, wenn die Krillpopulation abnimmt?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

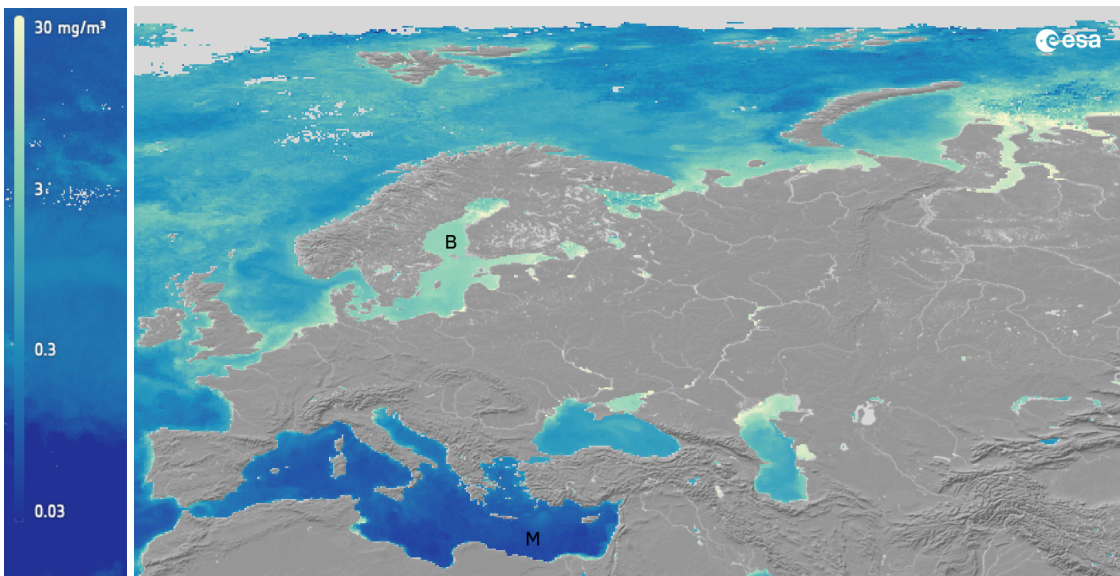
.....

.....

.....



8. Unten sehen Sie ein Satellitenbild, das die Chlorophyll-Intensität in Teilen des Atlantischen Ozeans aufgrund des Planktonwachstums zeigt. Neben dem Bild befindet sich eine Skala, welche den Farben die entsprechende Chlorophyll-Intensität zuordnet. Beantworten Sie die folgenden Fragen **(10 Minuten)**.
- Identifizieren** Sie die Farbe, die die höchste und niedrigste Chlorophyllkonzentration im Ozean zeigt ,auf der Farbskala, und **beschriften** Sie sie dementsprechend.
  - Identifizieren** Sie auf der unten stehenden Karte eine Region mit hoher und niedrige Chlorophyllkonzentration und **beschriften** Sie sie mit „hohe Chlorophyllkonzentration" oder „niedrige Chlorophyllkonzentration".
  - Betrachten Sie die Chlorophyll-Intensitätskarte und **prognostizieren** Sie mit einer Begründung, in welchem Bereich der Meere (in der Karte mit B bzw. M bezeichnet) mehr Plankton im Wasser enthalten ist.

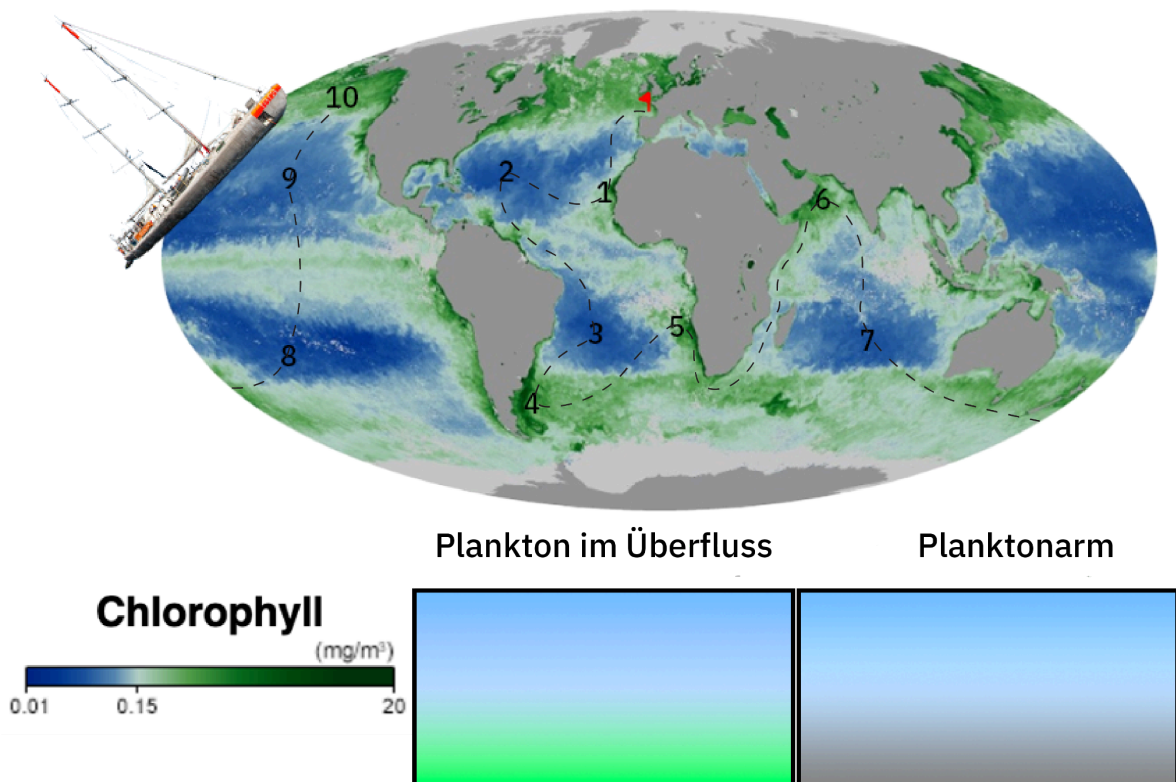


ESA-Klima aus dem Weltraum - Konzentration von Chlorophyll-a

- Erläutern** Sie, welche der beiden Planktongruppen (Zoo- oder Phyto) für diese von Satelliten erfasste Farbveränderung verantwortlich ist.

9. Phytoplankton zeigt eine ungleichmäßige Verteilung in den Weltmeeren. Daher sind bestimmte Bereiche der Ozeane reich an Phytoplankton, während es in anderen Bereichen fehlt. Beantworten Sie die folgenden Fragen mithilfe der entsprechenden Karten. (10 Minuten).

- a. Die folgende Weltkarte der Chlorophyllkonzentration zeigt, wo das Phytoplankton in der oberen Schicht des Ozeans am häufigsten vorkommt, und die Route des Forschungsschiffs Tara der Tara Ocean Foundation, entlang der die Proben genommen wurden (auf der Karte durch Zahlen gekennzeichnet). Die Route beginnt an der Küste Frankreichs (rote Flagge) und endet an Position 10. Betrachten Sie die Farbe der Meeresoberfläche an jedem Ort, an dem Proben genommen wurden, und identifizieren Sie die phytoplanktonreichen und -armen Teile des Ozeans. **Schreiben** Sie sie in die einzelnen Kästchen in der Abbildung unten.



Die Route der Tara in den Weltmeeren ist durch gestrichelte Linien dargestellt. Jede Zahl repräsentiert eine Probenahmestelle, an der die Wissenschaftler im Schoner Wasserproben an der Meeresoberfläche entnehmen, um das Vorkommen von Plankton zu untersuchen. Quelle des Weltbildes: NASA Earth Observatory

- b. Das Wachstum des Phytoplanktons im Ozean hängt von Faktoren wie der Verfügbarkeit von Sonnenlicht und Nährstoffen ab. Auf der unten stehenden Karte zeigen die blau markierten Regionen an, wo Nährstoffe aus der tieferen Umgebung an die Oberfläche aufsteigen, in einem Prozess, der als Auftrieb bezeichnet wird. Schauen Sie sich die Karte an und **geben Sie an**, ob die phytoplanktonreichen Regionen, die Sie zuvor aufgelistet haben, mit den Regionen des Nährstoffaufschwungs übereinstimmen.

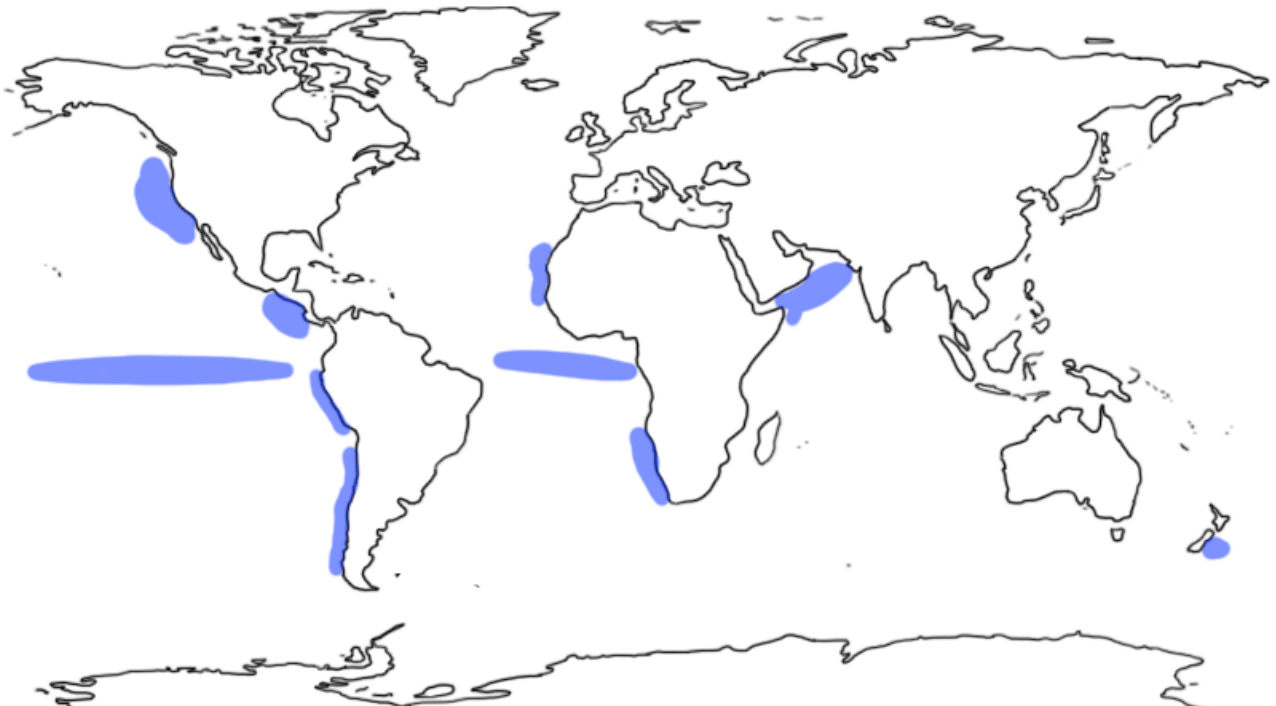


Abbildung 2. Wichtige Gebiete für den Nährstoffauftrieb in den Weltmeeren (blau).

- i. **Umreißen Sie** kurz, wie Nährstoffe zum Wachstum des Phytoplanktons beitragen können.

10. Die folgende Karte zeigt, wo die größten Populationen von Sardinen und Sardellen im Ozean leben. Sehen Sie sich die Karte an und beantworten Sie die Fragen (10 Minuten).

- a. Geben Sie anhand der Karte an, ob die größten Fischpopulationen in phytoplanktonreichen oder -armen Regionen leben. **Erläutern** Sie Ihre Überlegungen (5 Minuten).

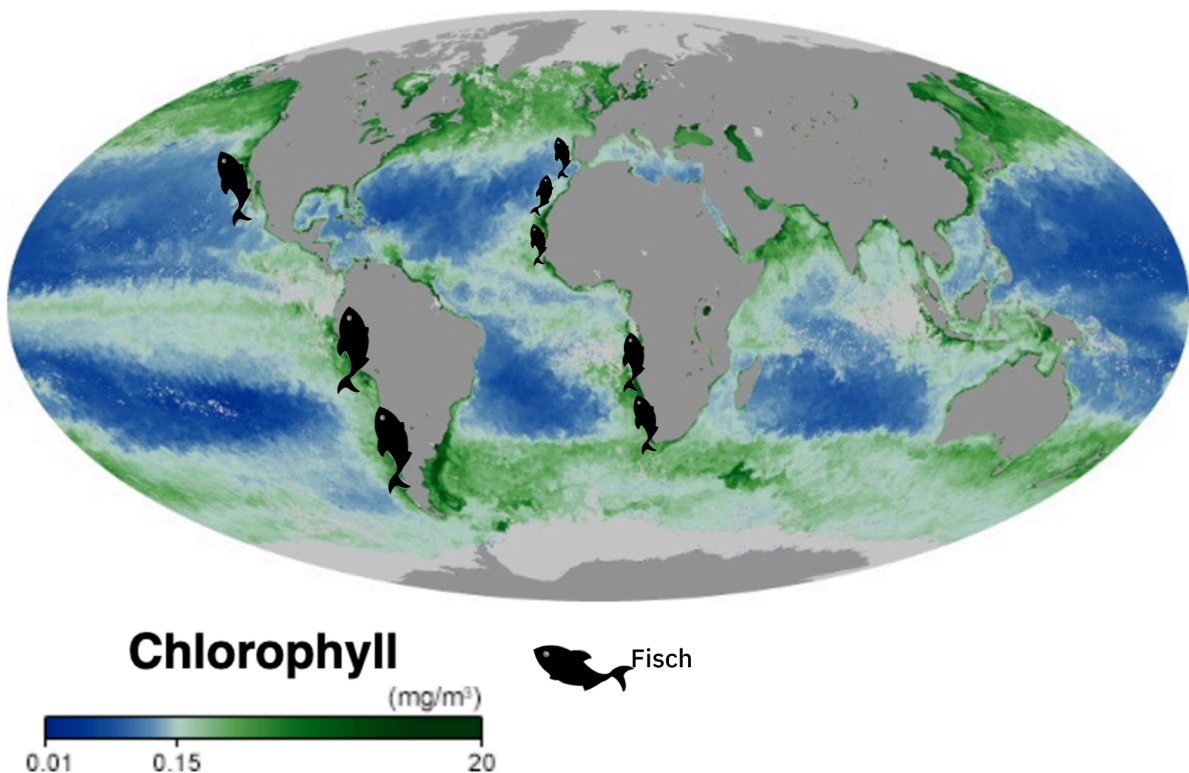
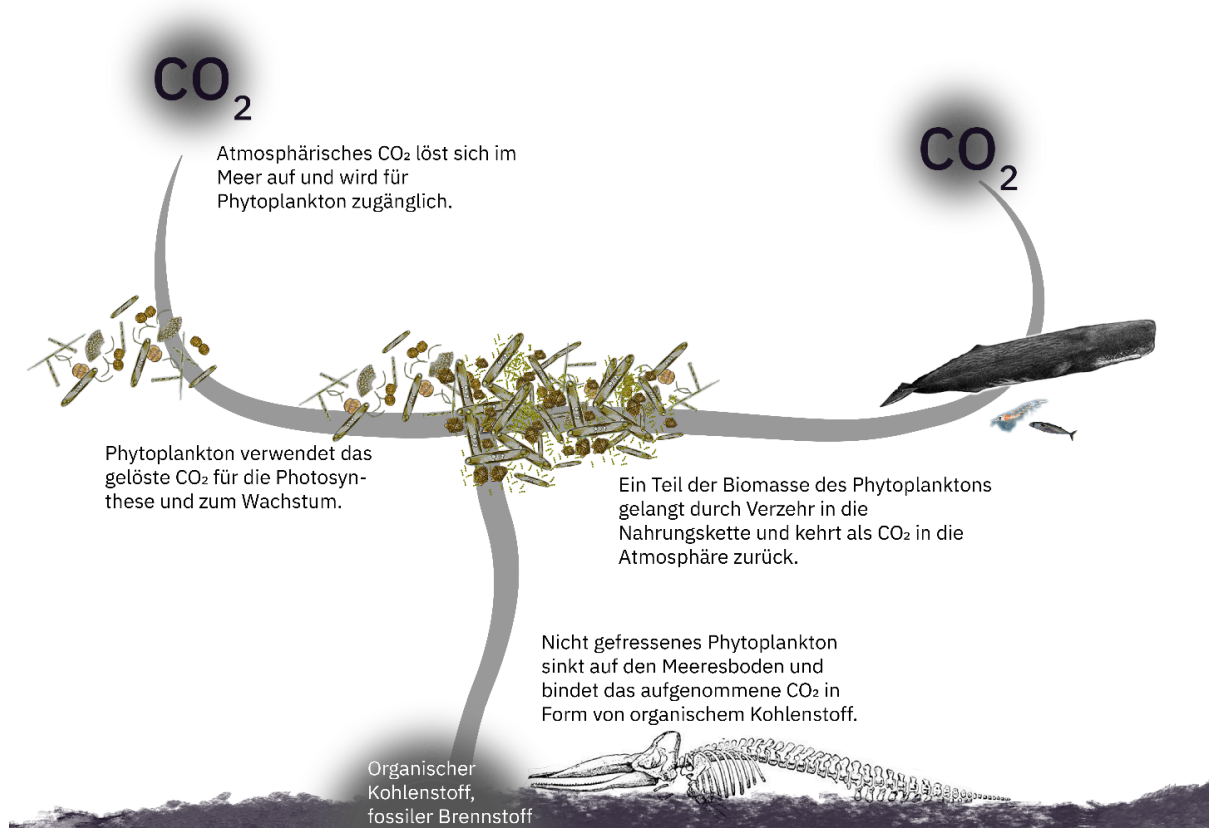


Abbildung 3. Die Hauptgebiete des Auftriebs tragen bis zu 20% des weltweiten Gesamtfischfangs bei (Adaptiert von Miller S et al., 2022).

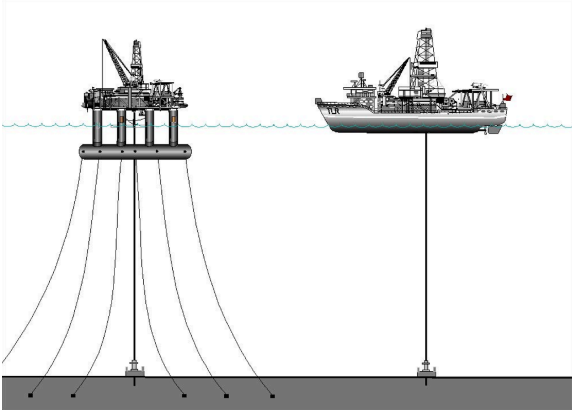
- b. **Umreißen Sie** kurz, die Rolle von Nährstoffen in den Fischpopulationen von Auftriebssystemen (5 Minuten).

11. Während Phytoplankton Photosynthese betreibt und wächst, nutzt es das aus der Atmosphäre ins Meer diffundierende  $\text{CO}_2$  und wandelt es in organischen Kohlenstoff um, um Masse zu produzieren oder anders ausgedrückt, um mehr Phytoplankton zu erzeugen. Während der Großteil dieses Phytoplanktons von marinen Organismen gefressen wird, sinkt der Rest zum Boden des Ozeans und nimmt das aufgefangene  $\text{CO}_2$  aus der Atmosphäre mit sich. Indem  $\text{CO}_2$  aus der Atmosphäre mithilfe von Phytoplankton aufgenommen und in seinen Tiefen gebunden wird, spielt der Ozean eine entscheidende Rolle bei der Regulierung des Klimas unseres Planeten. Die Extraktion des gebundenen Kohlenstoffs in Form von fossilen Brennstoffen und seine Freisetzung in die Atmosphäre sind eine Hauptursache für den Klimawandel (3).



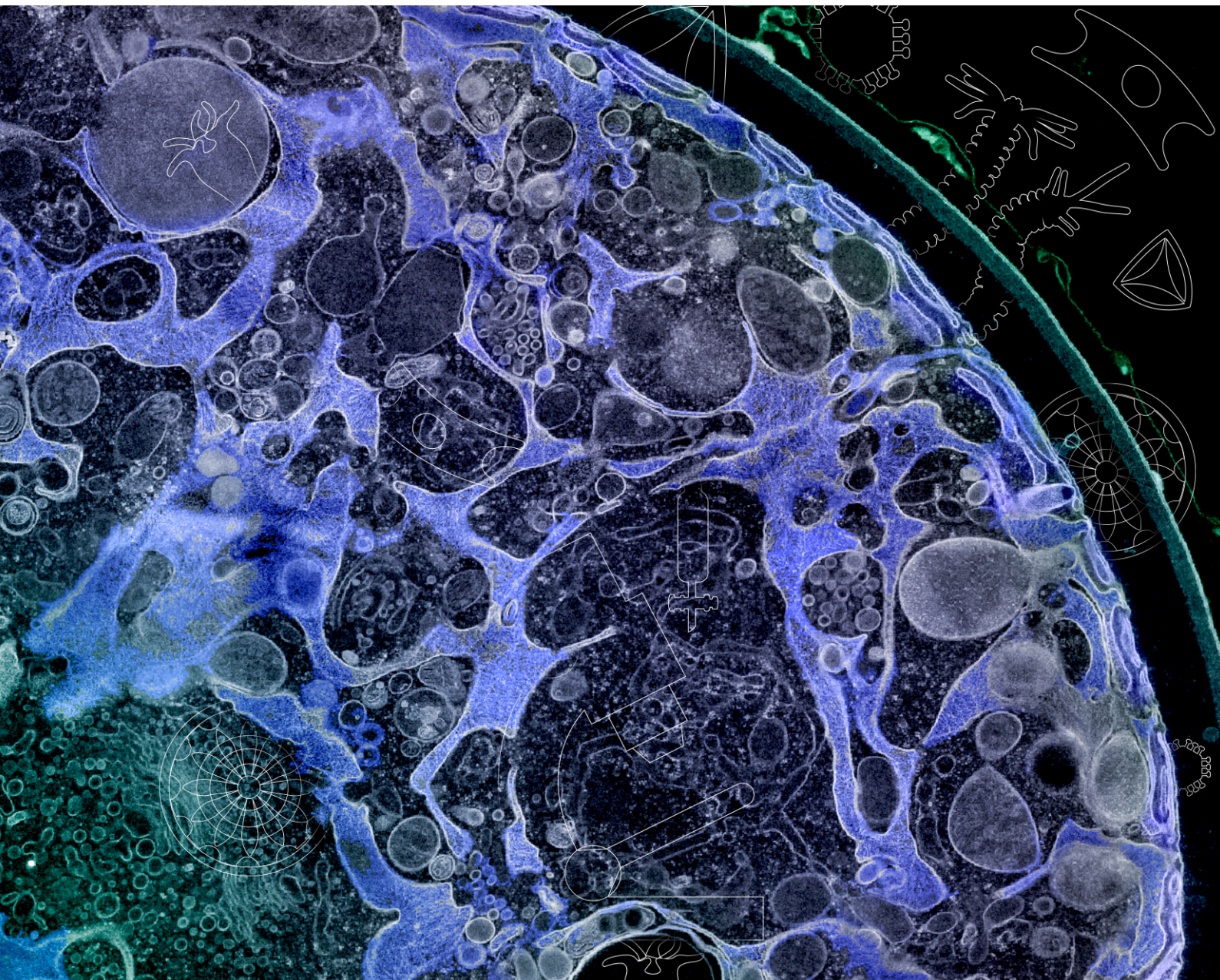
**Abbildung 5. Kohlenstoffkreislauf im Ozean.** Das  $\text{CO}_2$  aus der Atmosphäre wird im Meerwasser gelöst und steht dem Phytoplankton für die Photosynthese und das Wachstum zur Verfügung. Bei der Photosynthese wird anorganisches  $\text{CO}_2$  aus der Atmosphäre im Phytoplankton in Form von organischen Molekülen wie Kohlenhydraten und Proteinen gebunden. Ein Teil dieser wachsenden Planktonpopulation wird von anderen Meeresorganismen im Nahrungsnetz verzehrt. Das restliche Phytoplankton sinkt nach seinem Absterben auf den Meeresboden und wird Teil des Ozeansediments, das das atmosphärische  $\text{CO}_2$  für Jahrtausende unter dem Ozean festhält (7).

**Erklären** Sie unter Berücksichtigung der oben genannten Informationen, wie Offshore-Bohrungen als menschliche Aktivität in die verschiedenen Stadien des Kohlenstoffkreislaufs eingreifen (**10 Minuten**).

Menschliche Aktivität	Wo sie den Kohlenstoffkreislauf stört
<p>Offshore-Bohrungen: der Prozess des Bohrens durch den Meeresboden, um fossile Brennstoffe zu extrahieren, die in der Industrie und im Transport verwendet werden.</p> 	

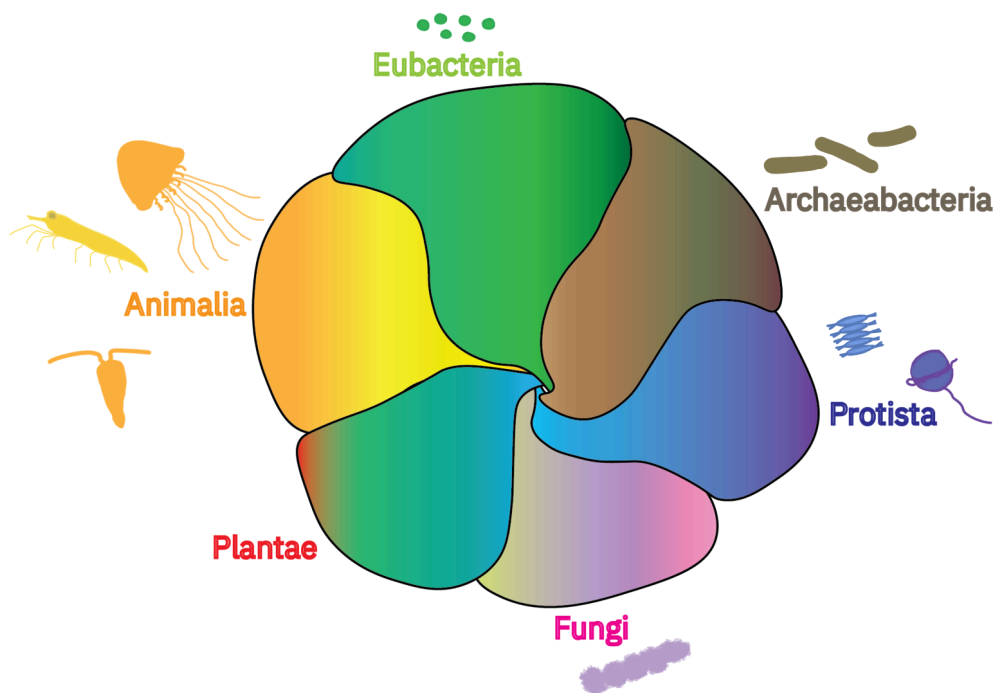
# Tauche ein in die Welt des Planktons mit dem Curiosity Mikroskop

Faktenblätter



## Plankton Faktenblatt

Der Begriff Plankton bezeichnet aquatische Organismen, die in verschiedenen Gewässern auf der Erde leben, wie zum Beispiel dem Ozean und Süßwasserquellen wie Seen und Flüssen. Das Wort „Plankton“ bedeutet im Altgriechischen „das Umhergetriebene“ und beschreibt, dass diese Organismen nicht aktiv gegen Wasserströmungen anschwimmen können, sondern stattdessen mit ihnen treiben. Plankton kann so groß wie Quallen oder so klein wie Cyanobakterien sein.

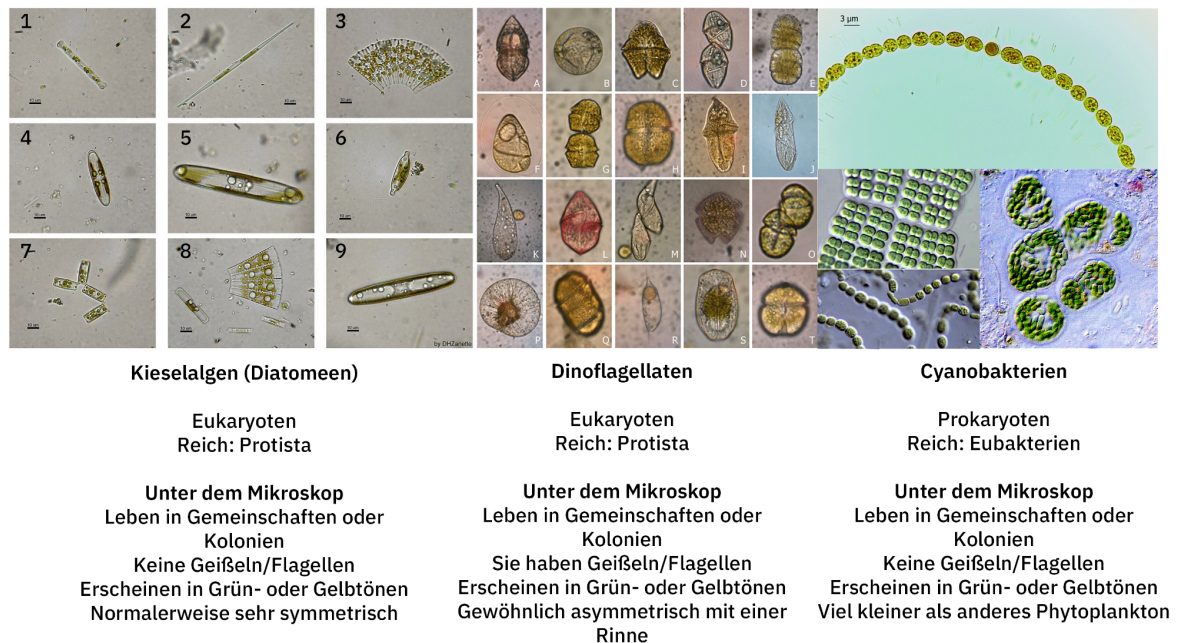


**Abbildung 1.** Plankton bezeichnet eine vielfältige Gruppe von Organismen. Der Begriff Plankton bezieht sich nicht auf eine wissenschaftliche Klassifikation von Organismen nach ihrer evolutionären Beziehung, sondern vielmehr auf eine umfangreiche Sammlung von Organismen, die Mitglieder in allen fünf Reichen der Lebewesen außer Plantae (Pflanzen) haben. Sie teilen die gemeinsamen Merkmale, im Wasser zu leben und mit Wasserströmungen zu treiben.

Abhängig von ihrer Fähigkeit, ihre eigene Nahrung durch Photosynthese zu produzieren, kann Plankton in zwei Gruppen unterteilt werden: **Phytoplankton** und **Zooplankton**. Phytoplankton kann eukaryotisch oder prokaryotisch sein und sieht sehr unterschiedlich aus. Obwohl strukturell sehr verschieden, ist eine gemeinsame Eigenschaft von Phytoplankton die Fähigkeit zur Photosynthese. Phytoplankton kann die Energie aus dem Sonnenlicht, CO<sub>2</sub> und H<sub>2</sub>O nutzen, um Zucker zu produzieren, von dem sich andere Organismen und sie selbst ernähren können. Das grüne Pigment Chlorophyll, das ihnen die Fähigkeit zur Photosynthese verleiht, gibt ihnen auch eine grüne Farbe. Obwohl alle Mitglieder des

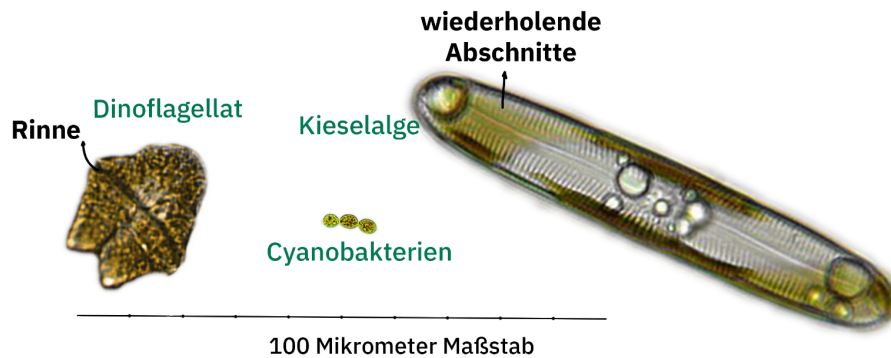


Phytoplankton, die die Fähigkeit zur Photosynthese haben, unterscheiden sich in verschiedenen zellulären Eigenschaften, die sie voneinander unterscheiden. Siehe Abbildung 2 unten für einen Vergleich zwischen verschiedenen Arten von Phytoplankton.



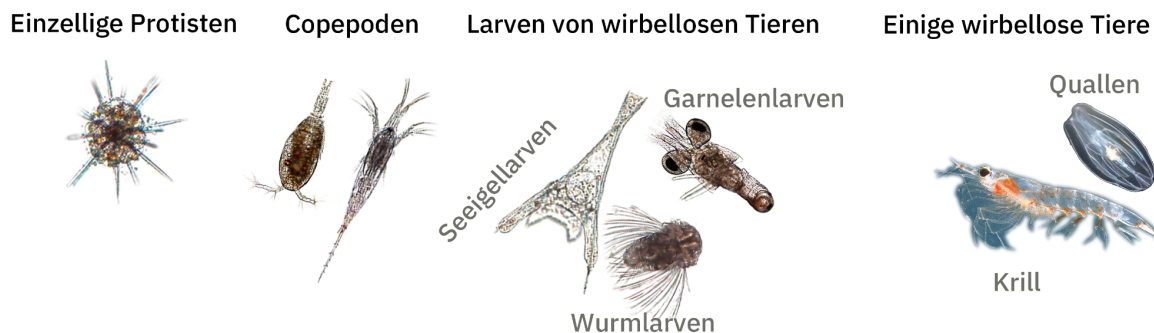
**Abbildung 2.** Eine Vielzahl von Phytoplankton. Phytoplankton sind eine Gruppe aquatischer Organismen, die Photosynthese betreiben können. Unter dem Mikroskop können sie sehr unterschiedlich aussehen. Die Bilder von Dinoflagellaten stammen aus Gárate-Lizárraga, Ismael, et al 2014. Alle anderen Bilder sind gemeinfrei.

Unter dem Mikroskop kann man sehen, dass Kieselalgen alleine (oder solitär) leben (siehe 4,5,6 und 9) oder Kolonien in Form von Ketten bilden (siehe 3, 7 und 8). Um sich zu schützen, baut die Kieselalgenzelle eine gläserne Hülle aus Siliziumdioxid. Kieselalgen sind im Allgemeinen symmetrisch. Dinoflagellaten können solitär leben (siehe A, C und T) oder Kolonien bilden (siehe D, E und G). Um sich zu bewegen, verwenden sie ihre Geißeln, die unter dem Mikroskop schwer zu sehen sein können. Im Gegensatz zu Kieselalgen haben Dinoflagellaten keine Zellhüllen aus Siliziumdioxid und sind normalerweise kleiner. Cyanobakterien sind prokaryotische Organismen. Sie leben isoliert oder in Kolonien (siehe Abschnitt Cyanobakterien). Sie haben keine Geißel. Im Vergleich zu Kieselalgen und Dinoflagellaten sind Cyanobakterien viel kleiner: Sie können hundertmal kleiner sein als eine Kieselalge. Unter dem Mikroskop sehen sie normalerweise aus wie Kugeln. In Abbildung 3, sind die drei Arten noch einmal mit einigen ihrer charakteristischen strukturellen Merkmale dargestellt.



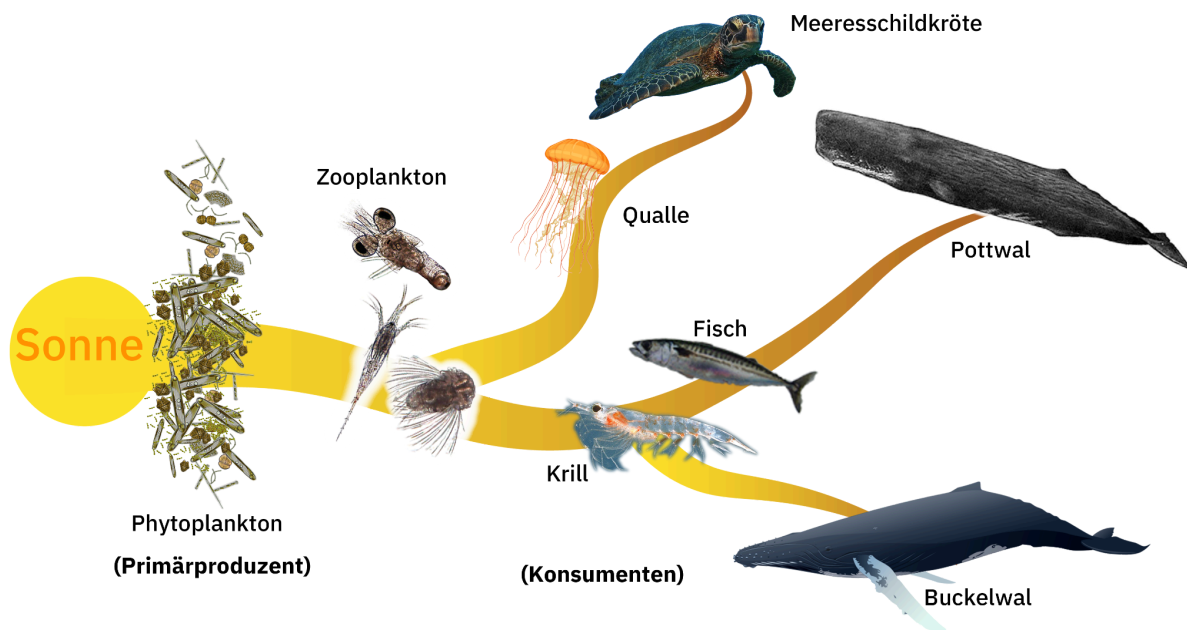
**Abbildung 3.** Größen- und morphologischer Vergleich verschiedener Arten von Phytoplankton. Phytoplankton kann so klein wie Cyanobakterien sein, die 2-3 Mikrometer lang sind, aber auch so groß wie Kieselalgen, die mehrere hundert Mikrometer lang sein können. Kieselalgen haben eine Zellwand aus Silika mit überlappenden und sich wiederholenden geometrischen Formen und Abschnitten. Eine sichtbare Rinne, die um die Zelle verläuft, teilt die Dinoflagellaten in zwei Abschnitte.

Zooplankton (zoo- bedeutet tierähnlich) sind Organismen, die nicht in der Lage sind, das Sonnenlicht zu nutzen, um ihre eigene Nahrung zu produzieren, und daher darauf angewiesen sind, andere Organismen wie Phytoplankton oder anderes Zooplankton zu konsumieren. Der Begriff Zooplankton umfasst sowohl einzellige Protisten aber auch mehrzellige Organismen wie Quallen. Die Gruppe umfasst auch die vorübergehenden planktonischen Larvenstadien von Tieren wie Seeigeln, Kraken oder Fischen.




**Abbildung 4.** Eine Vielzahl von Zooplankton. Zooplankton als Gruppe enthält verschiedene Arten von Organismen wie einzellige Protisten, mehrzellige Organismen wie die Copepoden (Ruderfußkrebse), Larven einiger Tiere und ausgewachsene Tiere wie Quallen und Krill. Bilder von Protisten, Copepoden und Larven: Noan Le Bescot, Plankton Planet. Qualle: Joseph F. Ryan, Wikipedia

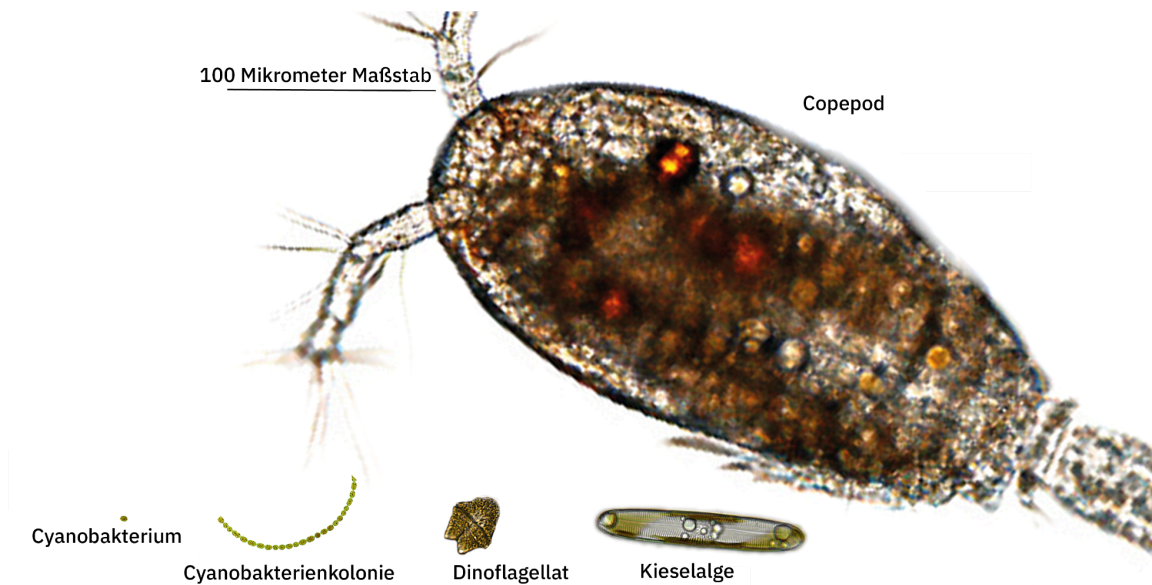
Zooplankton ernährt sich von im Wasser lebendem Phytoplankton. Die Mitglieder dieser Gruppe können ihre Beine, Klauen oder Tentakeln benutzen, um Beute zu fangen. Das Zooplankton wird wiederum von größeren Organismen gefressen. Quallen ernähren sich beispielsweise mit ihren Tentakeln von schwimmendem Zooplankton und werden selbst von Meeresschildkröten gefressen. Wale wiederum ernähren sich von Krill und Fischen, die sich von planktonischen Larven ernähren. Auf diese Weise wird die ursprünglich vom Phytoplankton eingefangene Lichtenergie selbst von den größten Meeressäugern wie Walen für ihr Überleben genutzt. Sowohl Phytoplankton als auch Zooplankton bilden zusammen die Grundlage der marinen Nahrungsnetze.



**Abbildung 5.** Phytoplankton bildet die Grundlage aquatischer Nahrungsnetze und unterstützt das Leben im Ozean. Indem sie die Energie aus dem Sonnenlicht in organische Masse umwandeln, wird Phytoplankton zur Nahrung für Zooplankton, das wiederum die Nahrung für verschiedene andere aquatische Organismen darstellt. Buckelwal und Qualle (Credits: biorender.com), Grüne Meeresschildkröte (Credits: NOAA)

 Scannen Sie den QR-Code, um zu Planktonbildern zu gelangen, die Sie in Ihrem Unterricht verwenden können. Die Bilder zeigen Proben, die entlang der TREC-Route gesammelt wurden. Die Bilder können eine großartige Ergänzung zu Ihrem Unterrichtsmaterial sein, um den Schülern die Artenvielfalt im Ozean näher zu bringen.

## Was können Sie mit dem Curiosity Mikroskop sehen?



Hier ist ein maßstabsgetreuer Größenvergleich verschiedener Arten von Plankton, die Sie mit einem Curiosity Mikroskop sehen könnten. Mit dem Curiosity Mikroskop können Sie Organismen so klein wie einzelne Cyanobakterien betrachten, die normalerweise nur zwischen 1-3 Mikrometern groß sind. Organismen oder Strukturen die kleiner sind als dies, sind in der Regel unter diesem Mikroskop schwer zu erkennen.

Unten ist eine Tabelle von Organismen und Strukturen, die Sie mit dem Curiosity Mikroskop betrachten können.

Organismen und Viren	Können sie mit dem Curiosity Mikroskop betrachtet werden?
Meeresviren	Nicht sichtbar unter dem Lichtmikroskop
Einzelnes Cyanobakterium	Sichtbar, aber aufgrund der geringen Größe schwer zu erkennen
Cyanobakterienkolonie	Sichtbar
Dinoflagellaten	Sichtbar

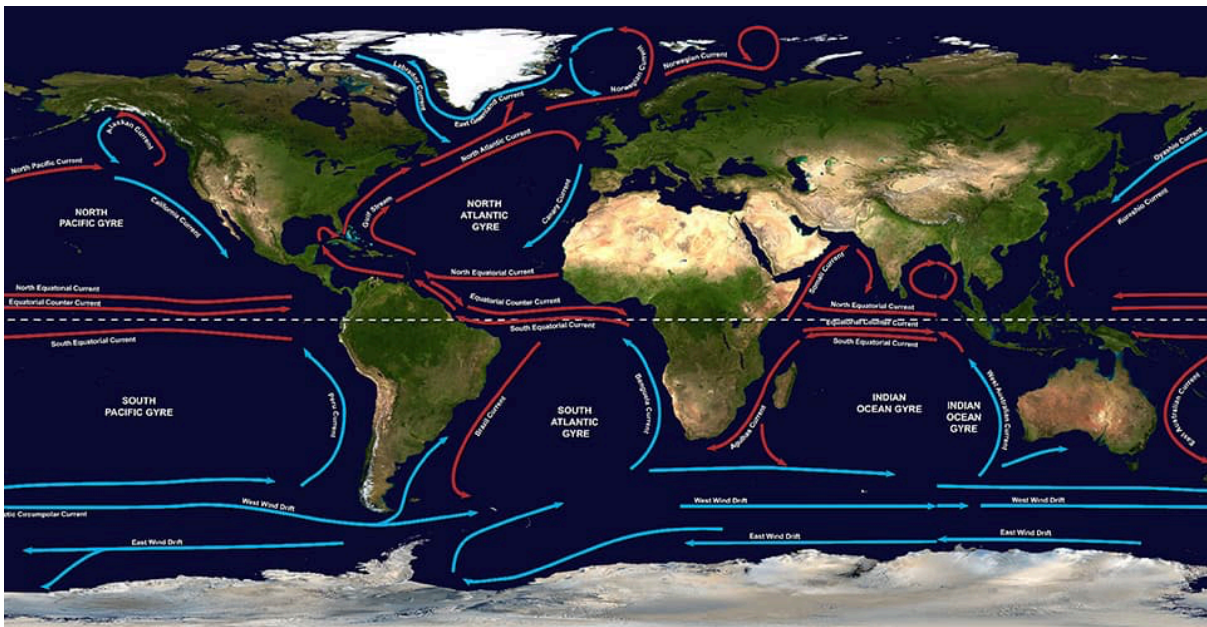
---

Kieselalgen (Diatomeen)	Sichtbar
Geißeln von Dinoflagellaten	Sichtbar, aber schwer zu erkennen. Suchen Sie nach einer schlagenden haarähnlichen Struktur
Ruderfußkrebse (Copepoden)	Leicht sichtbar
Antennen, Beine und Klauen von Zooplankton	Sichtbar

## Ozeanströmungen und das Wachstum von Plankton

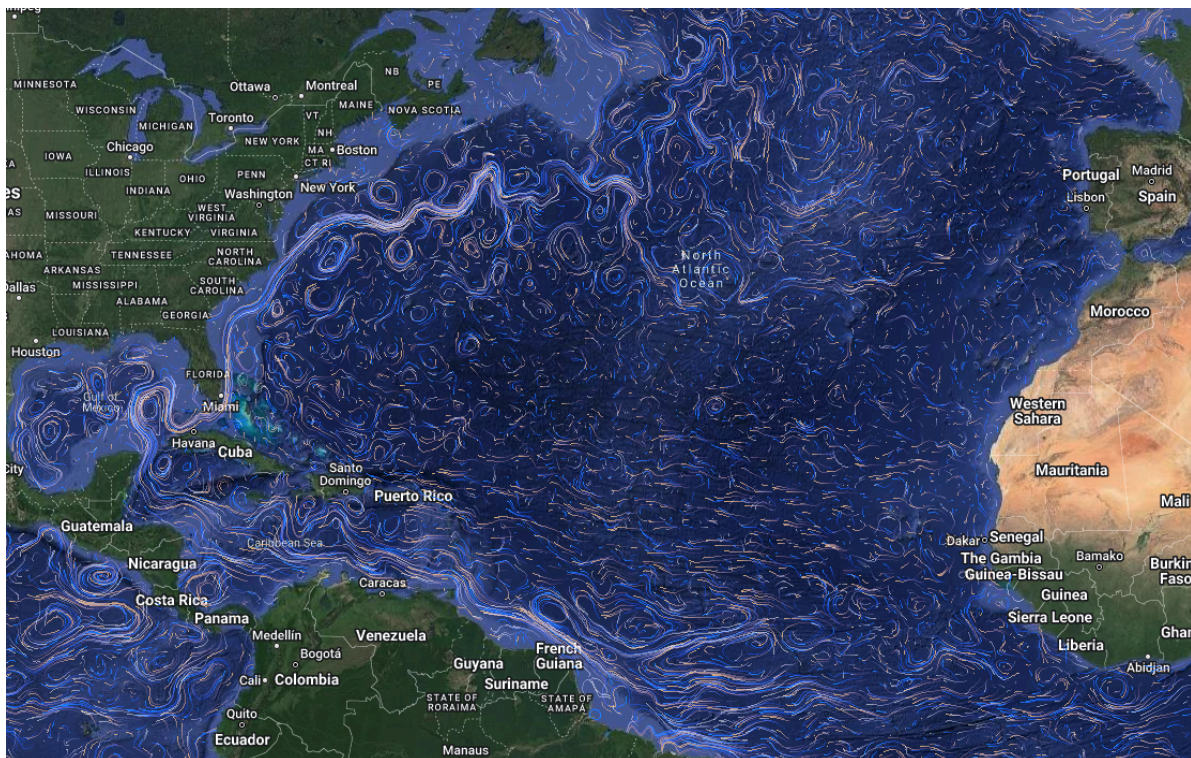
Ein interessantes Merkmal der Ozeane ist die Tatsache, dass das Wasser aufgrund der Rotation der Erde um ihre eigene Achse sowie globaler Winde ständig in Bewegung ist. Wenn die starken Winde über die Oberfläche der Ozeane wehen, bewegt sich das Oberflächenwasser und erzeugt saisonale und dauerhafte Wasserströmungen wie Auftrieb und Wirbel.

Wirbel sind große Massen zirkulierenden Wassers im Ozeanbecken. Der Welt-Ozean hat fünf große Wirbel, deren kollektive Bewegung zum Beispiel Nährstoffe über den Planeten transportiert. Unten ist eine Weltkarte, die die fünf wichtigsten Ozeanwirbel zeigt.



**Abbildung 1.** Die Oberfläche des Ozeans ist ständig in Bewegung. Das Oberflächenwasser der Ozeane befindet sich in einem ständigen Fluss, der durch die wehenden Winde und die Rotation der Erde um ihre Achse ausgelöst wird. Bildnachweis: NOAA

Der Nordatlantik-Wirbel zum Beispiel setzt sich aus westlichen und östlichen Strömungen zusammen, die Wasser, Wärme und Nährstoffe bewegen. Diese Strömungen werden auch als Grenzströmungen bezeichnet. Während die westlichen Strömungen (Golfstrom und der Nordatlantikstrom) warmes Wasser aus dem Süden nach Norden transportieren, führt der Kanarenstrom im Osten kalte Wassermassen von Norden nach Süden. Diese östliche Strömung des Nordatlantik-Wirbels ist im Vergleich zur nährstoffarmen westlichen Strömung reich an Nährstoffen.



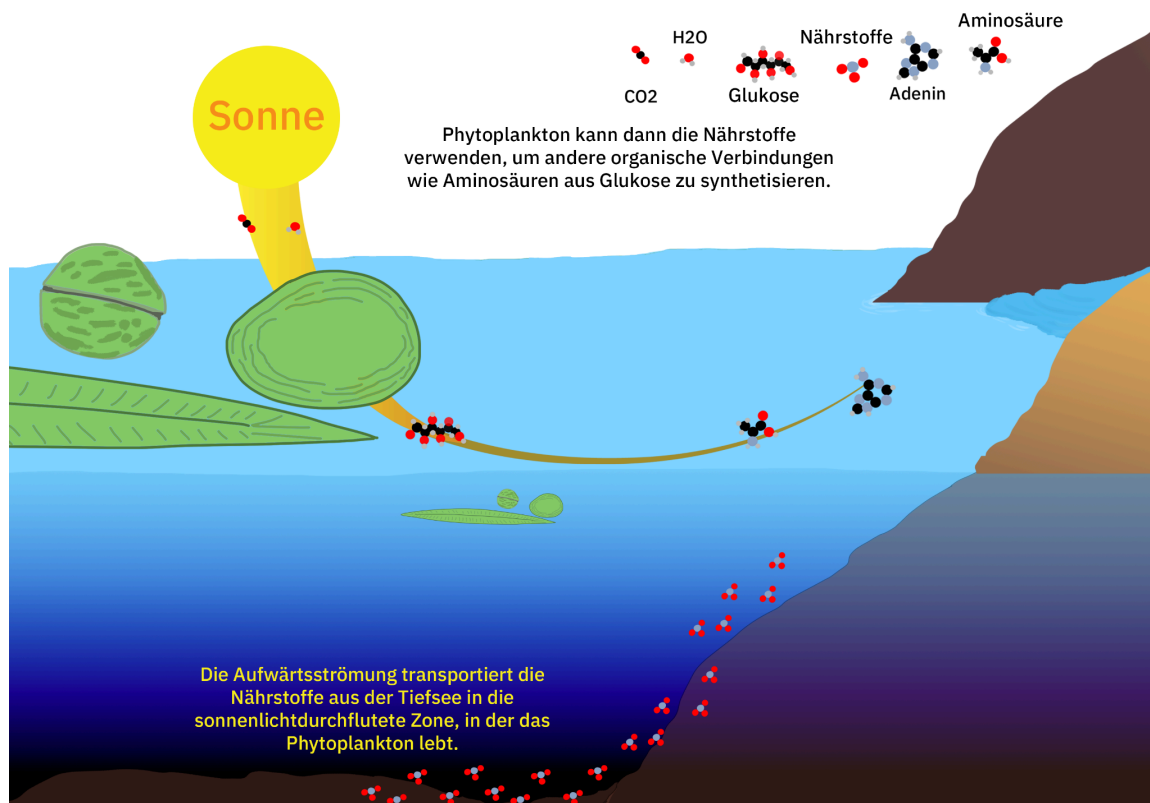
*Abbildung 2. Oberflächenströmungen in Teilen des Atlantischen Ozeans visualisiert im Ocean Virtual Laboratory der ESA. Die lange westliche Strömung des Nordatlantik-Wirbels erstreckt sich von Süden nach Norden mit zahlreichen kleineren Strömungen, die an der Oberfläche zirkulieren. Beachten Sie, die vielen Oberflächenströmungen unterschiedlicher Größe.*

Klicken Sie auf den Link [hier](#) oder scannen Sie den QR-Code, um zu sehen, wie sich die Oberflächenströmungen des Ozeans aktiv bewegen.



Wenn der Wind über den Ozean bläst, schiebt er das Oberflächenwasser weg. Um den Raum zu ersetzen, den das weggeblasene Wasser hinterlassen hat, bewegt sich Wasser aus tieferen Zonen des Ozeans vertikal nach oben und füllt den verfügbaren Raum auf. Dieser Prozess wird als Auftrieb bezeichnet. Während des Auftriebs bewegt sich kaltes und nährstoffreiches Wasser von unten nach oben und transportiert Nährstoffe aus der Tiefsee an die Oberfläche (1).

Sobald diese Nährstoffe in der durch Sonnenlicht beleuchteten Zone, in der Phytoplankton lebt, verfügbar sind, kann das Phytoplankton diese Nährstoffe (verschiedene stickstoff- und phosphorreiche Verbindungen) nutzen, um andere organische Verbindungen wie Nukleinsäuren und Aminosäuren zu bilden, die entscheidende Bausteine für die Entstehung neuer Zellen sind. Aber um das zu tun, müssen sie zunächst Photosynthese betreiben, um Glukose zu erzeugen, aus der dann andere organische Verbindungen synthetisiert werden können.



**Abbildung 3.** Der Auftrieb transportiert Nährstoffe aus der Tiefsee an die durch Sonnenlicht beleuchtete Oberfläche, wo sich das Phytoplankton befindet. Phytoplankton ist photoautotroph und kann nur in der durch Sonnenlicht beleuchteten Zone des Ozeans existieren, wo die Verfügbarkeit von Nährstoffen begrenzt ist. Nährstoffe sind Verbindungen, die kritische Elemente wie Stickstoff (N) und Phosphor (P) für das Wachstum von Phytoplankton enthalten.

Wenn Phytoplankton im Ozean Sonnenlicht und Nährstoffe zum Wachsen verwendet, nimmt ihre Zahl zu. Manchmal kann ihre Zahl so groß werden, dass sie große Gewässer grün färben, was dann selbst aus dem Weltraum zu sehen ist. Dieses starke Wachstum ist als (Algen-)Blüte bekannt.



Phytoplankton nutzt Energie aus dem Sonnenlicht und Nährstoffe aus dem Wasser um zu wachsen.

Mit zunehmender Anzahl färben sie das Meerwasser mit ihren Pigmenten und werden aus dem Weltraum sichtbar.

Sonnenlicht



Nährstoffe



**Abbildung 4.** Wenn ausreichend Licht und Nährstoffe vorhanden sind, blüht Phytoplankton. Das Wachstum von Phytoplankton wird durch den Zugang zu Nährstoffen und Sonnenlicht begrenzt. Das Vorhandensein beider Faktoren im Übermaß kann das Wachstum von Phytoplankton-Populationen auslösen, die aus dem Weltraum sichtbar sind. Das Bild ganz rechts zeigt eine Satellitenaufnahme von blühendem Phytoplankton in der Nähe der Republik Irland (2).

---

**i** Um das Wachstum des Phytoplanktons in den Weltmeeren im Laufe des Jahres zu verfolgen, besuchen Sie die Climate from Space-Website der Europäischen Weltraumorganisation (ESA) unter <https://cfs.climate.esa.int/index.html#/> und befolgen Sie die folgenden Schritte:

- **Klicken** Sie unten rechts auf der Webseite auf 2D.
- **Wählen** Sie oben rechts aus den „Daten Layers“/„Data Layers“ die Option „Farbe des Ozeans“/„Ocean Colour“.
- **Verwenden** Sie den Schieberegler unten, um zu sehen, wie das Wachstum des Phytoplanktons und die Farbe des Ozeans im Laufe der Jahre und Jahreszeiten innerhalb eines Jahres variieren.

**Warum wollen wir das Wachstum des Phytoplanktons in den Weltmeeren verfolgen?** Indem wir verfolgen, wann und wo Phytoplankton blüht, können wir verstehen, wie der Klimawandel die Biologie dieser Organismen beeinflusst und wie andere Organismen, die auf Phytoplankton angewiesen sind, langfristig von diesen Veränderungen beeinträchtigt werden können. Zusätzlich ist Phytoplankton der Produzent in aquatischen Nahrungsnetzen und versorgt andere Organismen mit Nahrung. Bestimmte Arten von Phytoplankton können jedoch auch für größere Organismen wie Meeressäugetiere und Menschen giftig sein. Das Wissen darüber, wo diese Organismen blühen, kann daher hilfreich sein, um zu vermeiden, dass Menschen vergiftet werden.

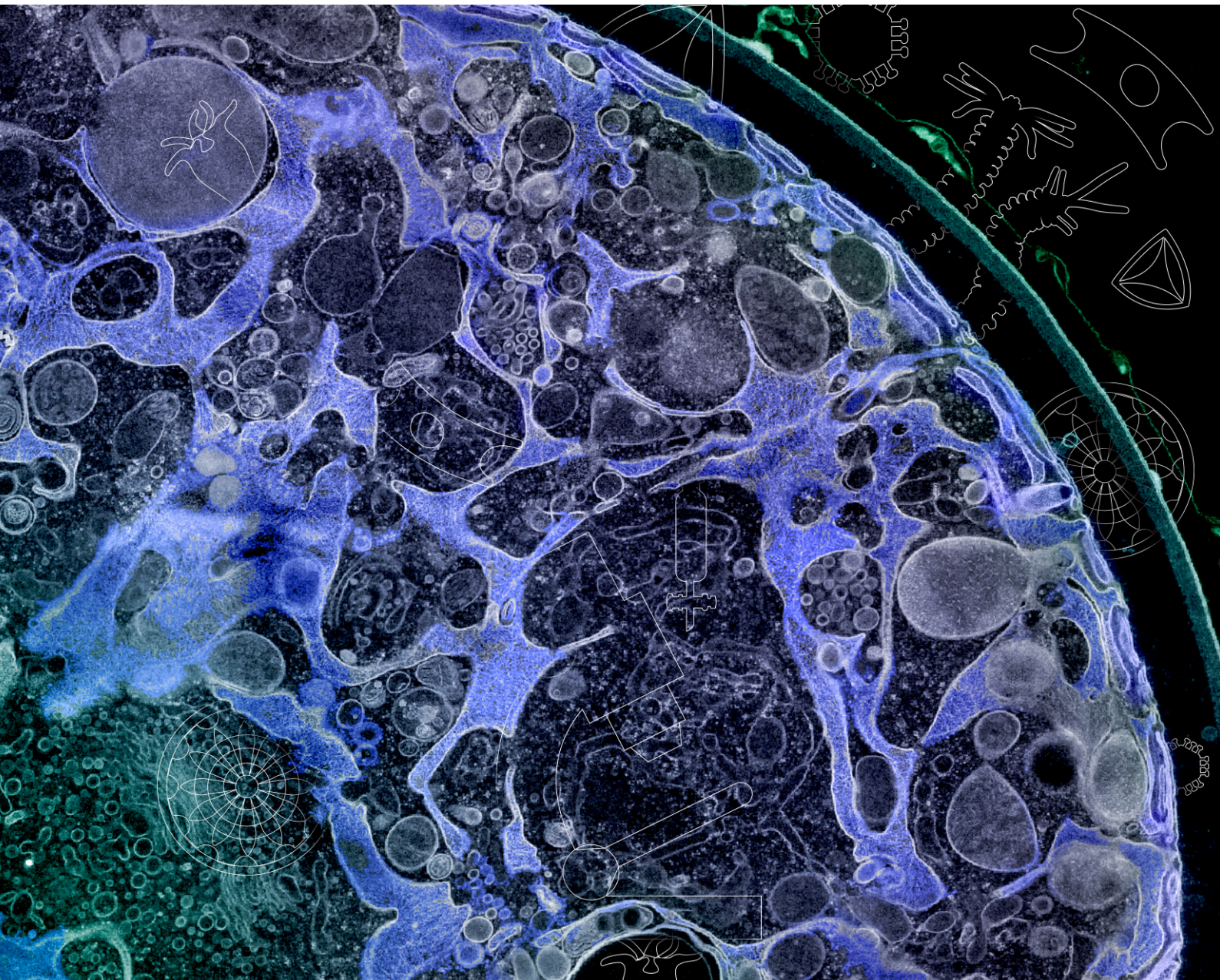
EMBL



BIOcean5D

# Tauche ein in die Welt des Planktons mit dem Curiosity Mikroskop

Leitfaden für Lehrkräfte



## Beispiel eines Unterrichtsplans

### Unterrichtseinheit 1 - Vor dem Unterricht

Die Schüler überprüfen das Plankton-Informationsblatt und beantworten die folgenden Fragen.

1. **Definieren** Sie den Begriff 'Plankton'.
2. **Nennen** Sie zwei Beispiele für planktonische Organismen aus dem Informationsblatt.
3. In Bezug auf Abbildung 2 nennen Sie die Phytoplanktongruppe(n), die ihre DNA im Zellkern speichern.
4. **Ordnen** Sie die Planktonproben unten den Kategorien Phytoplankton und Zooplankton zu.



5. Unten sehen Sie eine Larve eines Meereswurms. **Beziehen** Sie sich auf das Nahrungsnetz und geben Sie an, von welchem Organismus die Larve abhängt, um zu überleben, und welcher Organismus wiederum von der Larve abhängt.



---

## Unterrichtseinheit 1 - Im Unterricht (45 Minuten)

Beginnen Sie die Stunde, indem Sie einige der oben genannten Fragen stellen, um zu überprüfen, ob die auf dem Plankton-Informationsblatt dargestellten Konzepte verstanden wurden, und wiederholen Sie diese bei Bedarf (10 Minuten).

Geben Sie eine kurze Einführung in das Mikroskop und seine Bestandteile (5 Minuten).

Teilen Sie den SchülerInnen das Arbeitsblatt "Beobachtungen von Plankton unter dem Mikroskop" und das Informationsblatt "Was kann man mit einem Curiosity Mikroskop sehen" aus und vervollständigen Sie das Arbeitsblatt, indem Sie mit den Beobachtungen\* mit dem Mikroskop beginnen (30 Minuten). Je nach Klassengröße können Sie auch Gruppen von zwei oder drei SchülerInnen bilden und sie einer Station zuweisen.

\*Abhängig von der verfügbaren Zeit kann die Lehrkraft entweder die SchülerInnen ihre eigenen Proben aus einem nahegelegenen Gewässer sammeln lassen oder die Wasserproben in den Unterricht mitbringen, damit die SchülerInnen diese für die Mikroskopie vorbereiten können.

Hinweis: Curiosity Mikroskope sind nur direkt kompatibel mit Bildschirmen, die über einen Typ-C-Anschluss verfügen.

## Unterrichtseinheit 2 - Vor dem Unterricht

Die SchülerInnen lesen das Informationsblatt zu den Meeresströmungen und dem Nährstofffluss und beantworten die folgenden Fragen.

1. **Beziehen** Sie sich auf Abbildung 1 der Meeresströmungen und geben Sie den Namen des Ozeanwirbels an, der Ihrem Wohnort am nächsten liegt.
2. **Zeichnen** Sie ein Diagramm des Nordatlantikwirbels mit seinen Hauptströmungen.
3. **Skizzieren** Sie den Vorgang des Auftriebs.
4. Unten ist ein Diagramm, das zeigt, wie die Sonnenenergie von Phytoplankton genutzt wird. Verwenden Sie die folgende Abbildung mit Ihren SchülerInnen und lassen Sie sie die Fragen beantworten. (Abbildung entnommen aus Abbild)
  - a. **Beschriften** Sie auf dem Diagramm die Namen der Moleküle.
  - b. **Kreisen** Sie den Teil des Diagramms ein, der den Prozess der Photosynthese zeigt.
  - c. **Kreisen** Sie den Teil des Diagramms ein, der die Synthese von Nukleinsäuren und Aminosäuren aus Glukose zeigt.



## Weitere Links

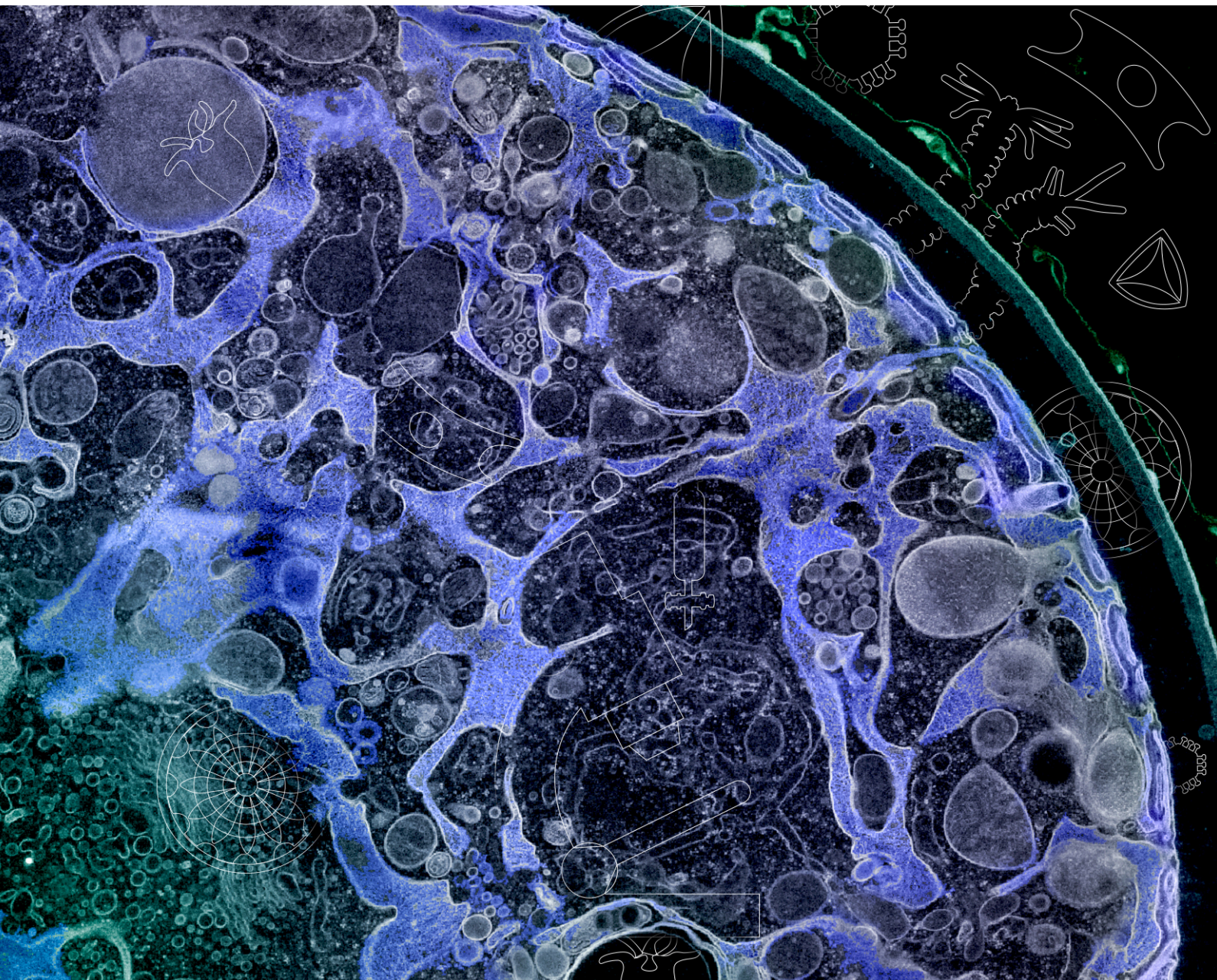
Im Folgenden finden Sie eine Sammlung von Materialien, mit denen Sie weitere Themen im Bereich Ökologie und Biodiversität erkunden können.

Quelle	Kurzbeschreibung
<a href="https://www.embl.org/ells/teachingbase/nexus-island/">https://www.embl.org/ells/teachingbase/nexus-island/</a>	Die Unterrichtsressource "Nexus Island" konzentriert sich auf die Wechselwirkung zwischen Organismen, nicht lebenden Umweltfaktoren und Menschen sowie deren Abhängigkeiten und Anpassungsstrategien.
<a href="https://seos-project.eu/oceancurrents/oceancurrents-c04-p03.html">https://seos-project.eu/oceancurrents/oceancurrents-c04-p03.html</a>	Diese Webseite bringt die Meereswissenschaften näher, indem sie sich auf die Eigenschaften des Ozeans und seine Rolle bei der Erhaltung des Lebens konzentriert.
<a href="https://naturalhistory.si.edu/sites/default/files/media/file/greatplanktonsinkoff.pdf">https://naturalhistory.si.edu/sites/default/files/media/file/greatplanktonsinkoff.pdf</a>	Erkunden Sie die Welt der Planktonorganismen und erstellen Sie Ihre eigenen.
<a href="https://oceanservice.noaa.gov/facts/plankton.html">https://oceanservice.noaa.gov/facts/plankton.html</a>	Diese kurze Lektüre führt in die Welt der Planktonorganismen ein und erklärt, warum sie wichtig sind.
<a href="https://planktonid.geomar.de/en?page=root&amp;extra_args=%7B%7D">https://planktonid.geomar.de/en?page=root&amp;extra_args=%7B%7D</a>	Ein entscheidender Aspekt bei der Erforschung von Planktonorganismen ist ihre korrekte Identifizierung. Tragen Sie zur planktonischen Forschung bei, indem Sie das verlinkte Spiel spielen.
<a href="https://divediscover.whoi.edu/hydrothermal-vents/vent-life-2/">https://divediscover.whoi.edu/hydrothermal-vents/vent-life-2/</a>	Erkunden Sie das Leben an hydrothermalen Quellen und entdecken Sie, wie Gemeinschaften tief im Ozean ohne Sonnenlicht entstehen.
<a href="https://noc.ac.uk/education/educational-resources/online-learning">https://noc.ac.uk/education/educational-resources/online-learning</a>	Das National Oceanography Centre bietet eine Vielzahl von Ressourcen an, um mehr über den Ozean zu erfahren.



# Tauche ein in die Welt des Planktons mit dem Curiosity Mikroskop

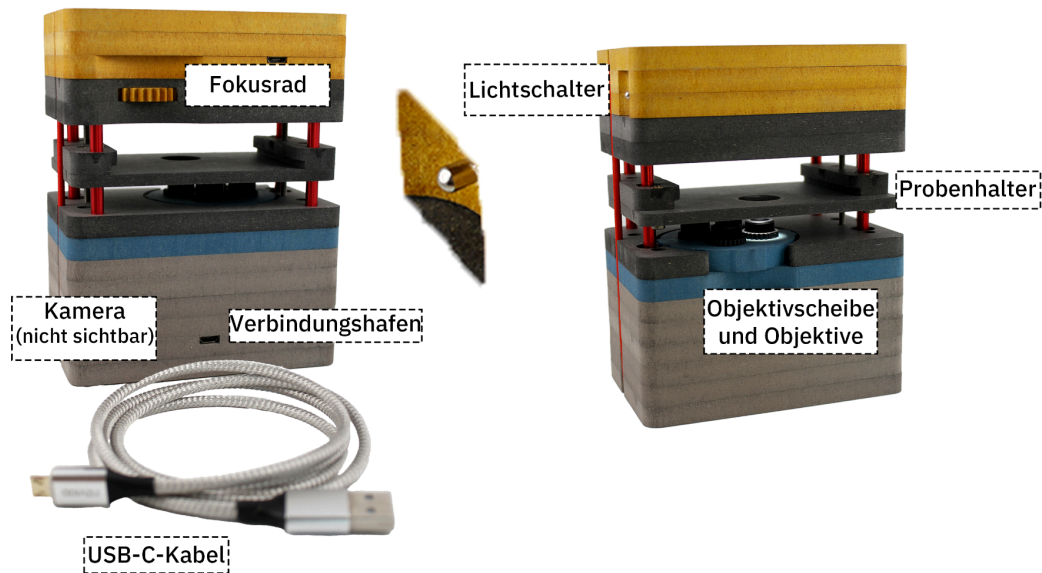
Lösungsschlüssel





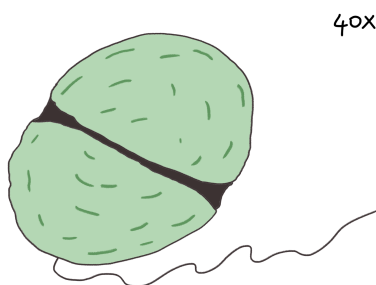
## Lösungsschlüssel

### Visualisierung unter dem Mikroskop



Mit den Curiosity Mikroskopen und diesem Bildungsmaterial werden wir einige der planktonischen Organismen erkunden und identifizieren, die wir im Wasser finden können. Nachdem Sie Ihre Probe auf den Probenhalter gelegt haben, betrachten Sie sie mit verschiedenen Vergrößerungen, beginnend bei der kleinsten bis zur größten Vergrößerung (**30 Minuten**). Verwenden Sie den verfügbaren Platz unten, um ein mit dem Mikroskop aufgenommenes Bild einer Planktonart einzufügen. Nutzen Sie die Vergrößerung, bei der Sie das Plankton am besten sehen können, und notieren Sie die verwendete Vergrößerung.

\*Sie können Ihre Beobachtungen auch zeichnen, anstatt Bilder aufzunehmen.



**Skizzieren** Sie die allgemeinen Eigenschaften des Planktons, das Sie beobachten, indem Sie die unten stehenden Fragen beantworten.

- 
- a. Schauen Sie sich Ihr Bild an und **überlegen Sie**, ob Ihr beobachtetes Plankton alleine oder in Kolonien lebt.  
Das Plankton lebt alleine, es ist Einzelgänger.
  
  - b. **Nennen** Sie die Farbe des Planktons, das Sie beobachten.  
Es ist hellgrün.
  
  - c. Beschreiben Sie die Form des Planktons.  
Das Plankton hat insgesamt eine ovale und asymmetrische Form. Durch eine Rinne, die entlang der Mitte des Planktons verläuft, sind zwei Teile voneinander getrennt. An einem Ende ist eine Geißel (Flagellum) zu sehen.

Das Wort Plankton bedeutet „das Umhergetriebene“ und bezieht sich darauf, dass sie nicht gegen die Strömungen schwimmen können. Einige Planktonorganismen haben jedoch Körperteile, die es ihnen ermöglichen, sich in ruhigem Wasser zu bewegen. Während einige Planktonorganismen mithilfe von Cilien und/oder Geißeln umher schwimmen, nutzen andere Körperteile wie Beine zum Schwimmen. Unten sind Beispiele für Planktonorganismen und die Strukturen, die sie zum Schwimmen verwenden (4).

- a. Identifizieren Sie ein bewegtes Plankton zur Beobachtung und halten Sie es in einem Bild mit dem Mikroskop fest. Fügen Sie das Bild unten ein oder zeichnen Sie das Plankton in die Box.
  
- b. Beschreiben Sie seine Bewegung und notieren Sie die Struktur, die es zum Fortbewegen verwendet, ODER fügen Sie ein Bild der Struktur ein, das Sie mit dem Mikroskop aufgenommen haben (falls sichtbar).

Die SchülerInnen können möglicherweise eine gerichtete Bewegung des Planktons beobachten. Hierzu werden ihre Zilien oder Geißeln verwendet, wobei die Bewegung wie folgt beschrieben werden kann:

Das Plankton bewegt sich ununterbrochen in eine bestimmte Richtung, bis es auf eine Barriere stößt und die Richtung ändert. Nach der Richtungsänderung schwimmt das Plankton ununterbrochen weiter.

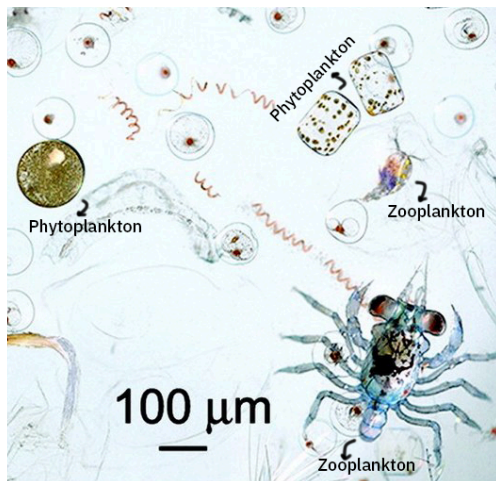
Alternativ können die Schüler auch die Bewegung von Ruderfußkrebse erfassen, die beim Schwimmen kurze Sprünge zeigen, wobei die Beschreibung wie folgt sein könnte:



Das Plankton bewegt sich mit Sprüngen / periodischen Schlägen durch das Wasser, wobei es seine Beine verwendet. Nach jedem Sprung hält das Plankton an und setzt seine Bewegung fort, indem es die gleiche Bewegung wiederholt.

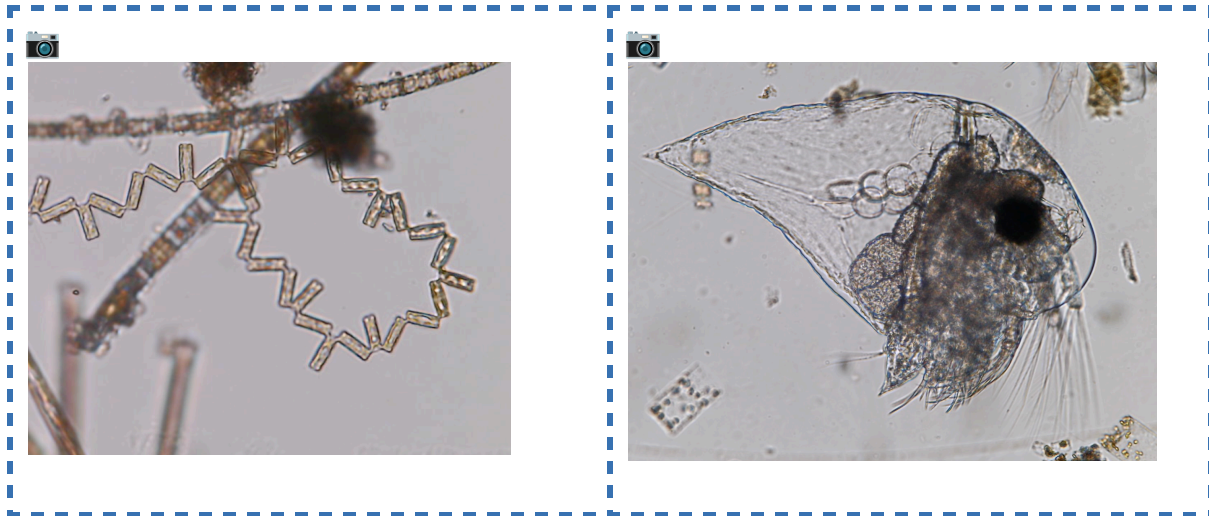


Während einige Planktonorganismen im Wasser tierischen Charakter haben (Zooplankton), sind andere eher pflanzenähnlich (Phytoplankton). Phytoplankton sind die häufigsten Lebensformen im Ozean. Dank des grünen Pigments Chlorophyll nutzen sie das Sonnenlicht, um Nahrung zu produzieren und zu wachsen. Chlorophyll kommt auch in Pflanzen vor und ist das Molekül, das sowohl Pflanzen als auch Phytoplankton ihre grüne Farbe verleiht. Zooplankton hingegen kann kein Sonnenlicht einfangen und hat kein Chlorophyll, daher ist es normalerweise nicht grün. Zooplankton jagt andere Organismen wie Phytoplankton, um sich zu ernähren, und kann daher auch kleine Mäuler, Arme, Klauen und im Fall von Quallen sogar Tentakel haben, mit denen sie Beute einfangen können. Unten ist eine Gruppe von Planktonorganismen. Beschriften Sie eines, von dem Sie glauben, dass es ein Phytoplankton ist. Beschriften Sie ein weiteres, von dem Sie glauben, dass es ein Zooplankton ist. Erklären Sie Ihre Überlegungen unten.



Phytoplankton sind photosynthetische Organismen, die Chlorophyll enthalten, das ihnen die grüne Farbe verleiht. Daher könnten Organismen mit grüner Pigmentierung Phytoplankton sein. Zooplankton sind Organismen, die sich von anderen Organismen ernähren und kein Chlorophyll enthalten. Da sie darauf angewiesen sind, andere Organismen zu jagen, um sich zu ernähren, können sie Augen, Klauen und Beine haben, die ihnen bei der Erkennung und Erfassung von Beute helfen können. Die Garnelenlarve in der Ecke zum Beispiel hat Klauen, Beine und Augen.

Nehmen Sie beim Betrachten der Wasserprobe mit Ihrem Mikroskop ein Bild von einem Phytoplankton UND einem Zooplankton auf und fügen Sie diese unten ein. Beantworten Sie die Fragen.



- a. **Geben Sie an**, ob sie alleine leben (solitär) oder in Kolonien.

Phytoplankton: Kolonie

Zooplankton: Einzelgänger

- b. **Beschreiben** Sie das allgemeine Erscheinungsbild des Planktons unter Bezugnahme auf die unten stehenden Merkmale.
- Farbe, Form, sichtbare Strukturen (Rinnen, symmetrische einzelne Zellen)
  - Vorhandensein von Klauen, Stacheln, Augen, Beinen und/oder Maul
  - Vorhandensein von Geißel/n

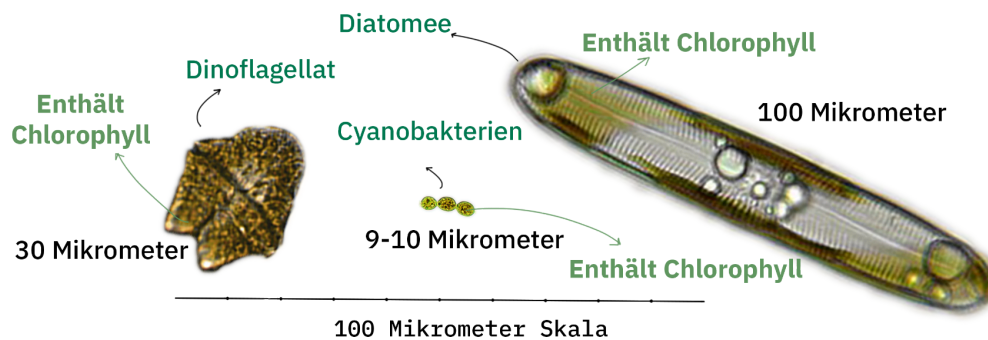
Die Phytoplankton-Kolonie hat eine blassgelbe bis grünliche Farbe. Die einzelnen Zellen scheinen an den Ecken miteinander verbunden zu sein und sie bilden dadurch eine kettenähnliche Struktur. Einzelne Zellen sind symmetrisch und sehen wie Rechtecke aus.

Das Zooplankton hat einen transparenten und farblosen Körper mit sichtbaren Umrissen. Am Körper befinden sich Beine und haarähnliche Strukturen. Über den Beinen ist auch ein dunkler schwarzer Fleck sichtbar, der ein Auge des Zooplanktons darstellen könnte.

Unten finden Sie einen maßstabsgetreuen Vergleich von Individuen aus drei verschiedenen Gruppen von Phytoplankton. Der Maßstabsbalken ist 100 Mikrometer lang und in 10 Mikrometer Abschnitte unterteilt. Beziehen Sie sich auf das Plankton-Faktenblatt und **(5 Minuten)**:

- a. **Identifizieren** Sie die Gruppe, zu der jedes Phytoplankton gehört, und **beschriften** Sie sie.

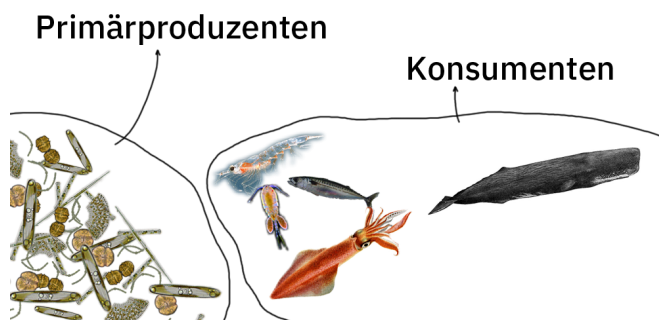
- b. **Schätzen** Sie die Größen der einzelnen Zellen jeder Gruppe mithilfe des Maßstabsbalkens.
- c. Betrachten Sie die drei Phytoplanktonarten und **beschriften** Sie die sichtbaren Teile ihrer Zellen die Chlorophyll enthalten. **Erklären** Sie Ihre Überlegungen.



Das Chlorophyllpigment hat eine grüne Farbe. Das Vorhandensein von Chlorophyll in Zellen und Geweben lässt diese Strukturen daher ebenfalls grün erscheinen. Ähnlich wie Pflanzen enthalten auch Phytoplankton Chlorophyll in ihren Zellen (speziell in Chloroplasten bei Eukaryoten), was sich unter dem Mikroskop grün oder in verschiedenen Schattierungen erscheinen lässt. Daher könnten Teile der Zelle, die grün erscheinen, Chlorophyll enthalten.

Ähnlich wie Ökosysteme auf dem Land sind auch Ozeanökosysteme auf Primärproduzenten wie Phytoplankton angewiesen, um den Erhalt anderer Organismen zu sichern.

**Identifizieren** Sie in der unten stehenden schematischen Darstellung die Primärproduzenten und Konsumenten, die von ihnen abhängig sind, und beschriften Sie sie **(5 Minuten)**.



---

Beantworten Sie unter Bezugnahme auf Abbildung 5 des „Plankton“ Informationsblatts die folgenden Fragen **(10 Minuten)**:

Wie würde sich die Anzahl der Pottwale ändern, wenn die Menge des Phytoplanktons in der Region abnimmt?

Ein Rückgang der Phytoplanktonzahlen würde zu einem Rückgang der Gesamtzahl des Zooplanktons führen, das von ihnen abhängt. Ein Rückgang der Zooplanktonzahlen würde auch zu einem Rückgang der Anzahl von Organismen (wie dem Wal) führen, die sich von ihnen ernähren.

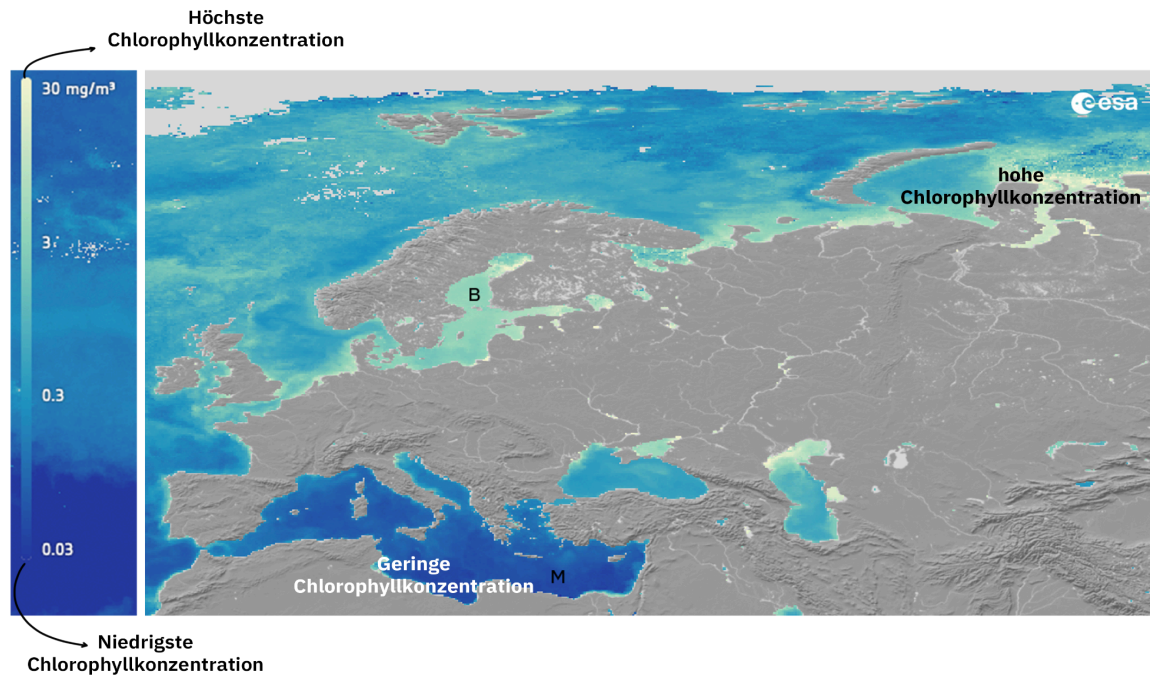
Wie würde sich die Anzahl von Phytoplankton und Pottwalen ändern, wenn die Krillpopulation abnimmt?

Ein Rückgang der Anzahl von Krill würde bedeuten, dass es weniger Konsumenten gibt, die sich von Phytoplankton ernähren. Unverzehrt würden die Zahlen von Phytoplankton zunehmen. Der gleiche Rückgang der Krillpopulation würde auch zu einem Rückgang der Anzahl von Walen führen.

Unten sehen Sie ein Satellitenbild, das die Chlorophyll-Intensität in Teilen des Atlantischen Ozeans aufgrund des Planktonwachstums zeigt. Neben dem Bild befindet sich eine Skala, welche den Farben die entsprechende Chlorophyll-Intensität zuordnet. Beantworten Sie die folgenden Fragen **(10 Minuten)**.

- Identifizieren** Sie die Farbe, die die höchste und niedrigste Chlorophyllkonzentration im Ozean zeigt ,auf der Farbskala, und **beschriften** Sie sie dementsprechend.
- Identifizieren** Sie auf der unten stehenden Karte eine Region mit hoher und niedrige Chlorophyllkonzentration und **beschriften** Sie sie mit „hohe Chlorophyllkonzentration“ oder „niedrige Chlorophyllkonzentration“.
- Betrachten Sie die Chlorophyll-Intensitätskarte und **prognostizieren** Sie mit einer Begründung, in welchem Bereich der Meere (in der Karte mit B bzw. M bezeichnet) mehr Plankton im Wasser enthalten ist.





Die grünliche Färbung auf der Karte repräsentiert die Menge an Chlorophyll und somit den Reichtum an Phytoplankton in der Region. Bei Betrachtung der Karte hat die mit B bezeichnete Ostsee-Region mehr Phytoplankton im Meer, das auch andere Planktonarten wie Zooplankton ernähren kann. Daher enthält der mit B bezeichnete des Ozeans mehr Plankton.

**Erläutern** Sie, welche der beiden Planktongruppen (Zoo- oder Phyto) für diese von Satelliten erfasste Farbveränderung verantwortlich ist.

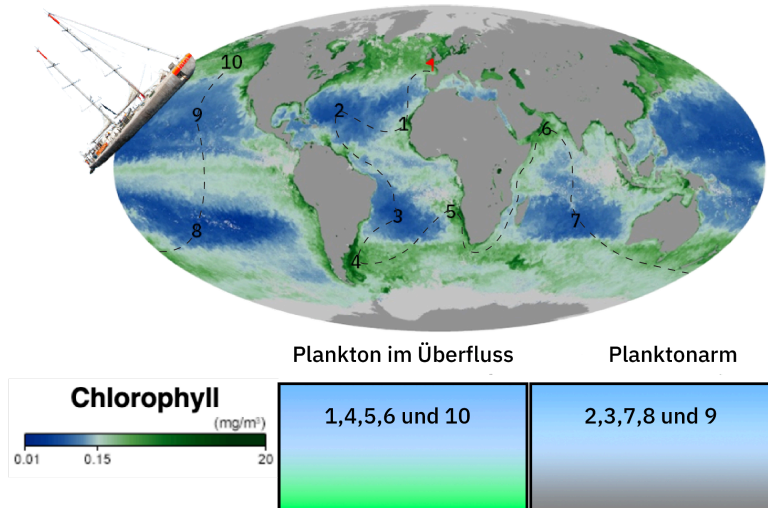
Die Farbe, die von Satelliten erfasst wird, stammt vom Chlorophyllpigment des Phytoplanktons. Das Vorhandensein von grünem Phytoplankton in großen Mengen färbt das Meer grünlich. Daher sind Phytoplanktonorganismen direkt für die Farbveränderung verantwortlich.

Phytoplankton zeigt eine ungleichmäßige Verteilung in den Weltmeeren. Daher sind bestimmte Bereiche der Ozeane reich an Phytoplankton, während es in anderen Bereichen fehlt. Beantworten Sie die folgenden Fragen mithilfe der entsprechenden Karten. **(10 Minuten)**.

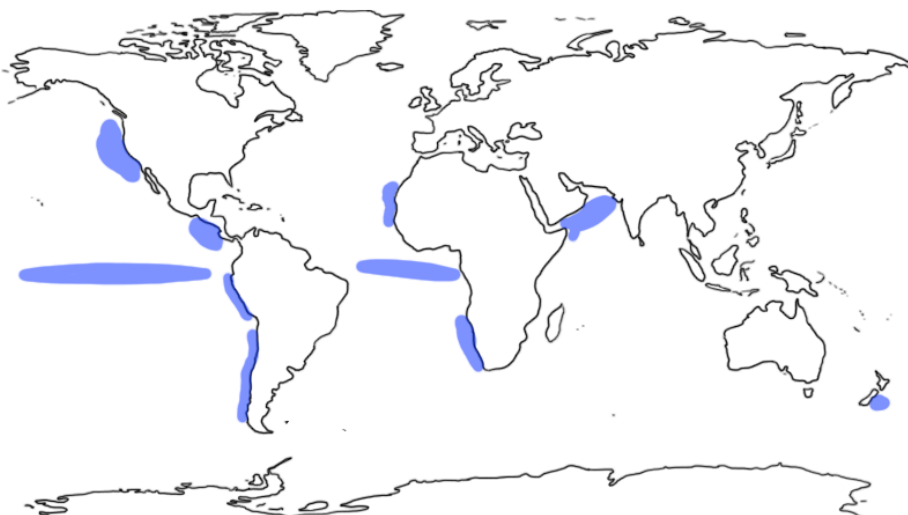
- Die folgende Weltkarte der Chlorophyllkonzentration zeigt, wo Phytoplankton am stärksten wächst, sowie die Route des Forschungsschiffs Tara der Tara Ocean Foundation, entlang derer Proben genommen wurden (markiert durch Zahlen auf der Karte). Die Route beginnt an der Küste Frankreichs (rote Flagge) und endet am Standort 10. Betrachten Sie die Ozeanfarbe an jedem Ort, an dem Proben genommen wurden, und **identifizieren** Sie die



phytoplanktonreichen und -armen Teile des Ozeans. **Schreiben** Sie sie in die einzelnen Kästchen, die Sie im folgenden Diagramm sehen.



- d. Das Wachstum des Phytoplanktons im Ozean hängt von Faktoren wie der Verfügbarkeit von Sonnenlicht und Nährstoffen ab. Auf der unten stehenden Karte zeigen die blau markierten Regionen an, wo Nährstoffe aus der tieferen Umgebung an die Oberfläche aufsteigen, in einem Prozess, der als Auftrieb bezeichnet wird. Schauen Sie sich die Karte an und **geben Sie an**, ob die phytoplanktonreichen Regionen, die Sie zuvor aufgelistet haben, mit den Regionen des Nährstoffaufschwungs übereinstimmen.



---

Ja, die zuvor identifizierten phytoplanktonreichen Regionen stimmen mit den Auftriebsgebieten überein.

**Umreißen Sie** kurz, wie Nährstoffe zum Wachstum des Phytoplanktons beitragen können.

Phytoplankton verwenden Sonnenlicht, CO<sub>2</sub> und H<sub>2</sub>O, um organische Moleküle wie Zucker (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>) herzustellen.

CO<sub>2</sub> und H<sub>2</sub>O enthalten keine Elemente wie N und P, die ebenfalls für die Entwicklung von Organismen wichtig sind. Phytoplankton verwendet die nährstoffreichen Verbindungen von N und P, die durch Auftrieb an die Oberfläche gelangen, um andere organische Verbindungen wie Nukleinsäuren und Aminosäuren zu synthetisieren. Diese werden wiederum für den Aufbau von DNA und Proteinen verwendet.

Sobald diese organischen Verbindungen synthetisiert sind, kann sich Phytoplankton vermehren.

Die folgende Karte zeigt, wo die größten Populationen von Sardinen und Sardellen im Ozean leben. Sehen Sie sich die Karte an und beantworten Sie die Fragen **(10 Minuten)**.

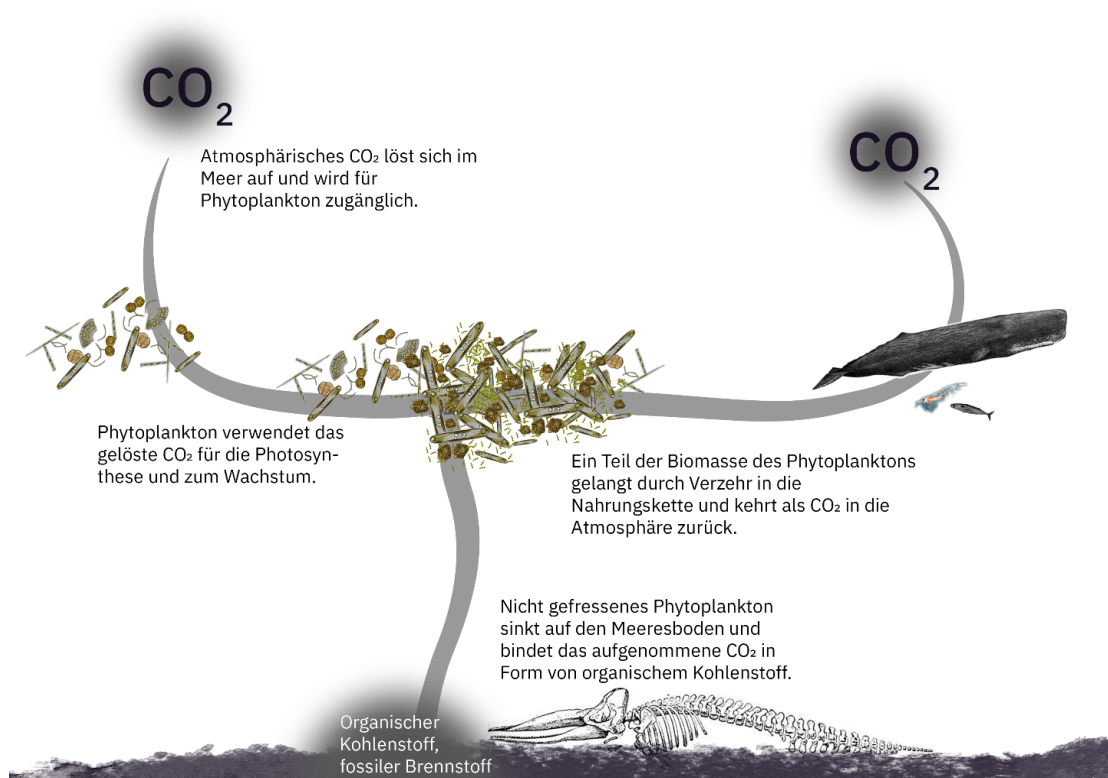
- a. Geben Sie anhand der Karte an, ob die größten Fischpopulationen in phytoplanktonreichen oder -armen Regionen leben. **Erläutern** Sie Ihre Überlegungen **(5 Minuten)**.

Die größten Fischpopulationen überlappen mit den phytoplanktonreichen Regionen. Als Produzenten im Ozean bildet Phytoplankton die Grundlage der Nahrungsnetze. Gewässer mit reichlich Phytoplankton unterstützen auch das Wachstum anderer Arten von Plankton wie Zooplankton, das sich von Phytoplankton ernährt. Das Vorhandensein von Zooplankton zieht größere Tiere wie Fische, Vögel und Meeressäuger in dieselben Gebiete, um sich von ihnen zu ernähren.

- b. **Umreißen Sie** kurz, die Rolle von Nährstoffen in den Fischpopulationen von Auftriebssystemen **(5 Minuten)**.

Aufgewirbelte Nährstoffe liefern die notwendigen Verbindungen, die Phytoplankton zur Synthese von Proteinen und DNA-Molekülen verwendet, und helfen diesen Organismen, sich zu vermehren. Eine Zunahme der Anzahl von Phytoplankton führt zu einer vermehrten Anwesenheit von Konsumentenorganismen wie Fischen, die von ihnen abhängig sind.

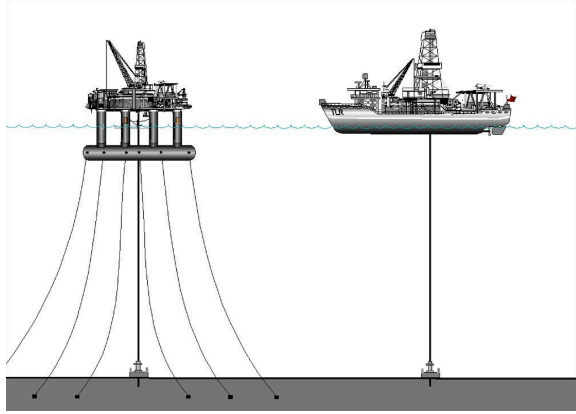
Während Phytoplankton Photosynthese betreibt und wächst, nutzt es das aus der Atmosphäre ins Meer diffundierende  $\text{CO}_2$  und wandelt es in organischen Kohlenstoff um, um Masse zu produzieren oder anders ausgedrückt, um mehr Phytoplankton zu erzeugen. Während der Großteil dieses Phytoplanktons von marinen Organismen gefressen wird, sinkt der Rest zum Boden des Ozeans und nimmt das aufgefangene  $\text{CO}_2$  aus der Atmosphäre mit sich. Indem  $\text{CO}_2$  aus der Atmosphäre mithilfe von Phytoplankton aufgenommen und in seinen Tiefen gebunden wird, spielt der Ozean eine entscheidende Rolle bei der Regulierung des Klimas unseres Planeten. Die Extraktion des gebundenen Kohlenstoffs in Form von fossilen Brennstoffen und seine Freisetzung in die Atmosphäre sind eine Hauptursache für den Klimawandel (3).



**Erklären** Sie unter Berücksichtigung der oben genannten Informationen, wie Offshore-Bohrungen als menschliche Aktivität in die verschiedenen Stadien des Kohlenstoffkreislaufs eingreifen (**10 Minuten**).

Menschliche Aktivität	Wo sie den Kohlenstoffkreislauf stört
Offshore-Bohrungen: der Prozess des Bohrens durch den Meeresboden, um	Die Offshore-Bohrungen und die Förderung von fossilen Brennstoffen entziehen dem

fossile Brennstoffe zu extrahieren, die in der Industrie und im Transport verwendet werden.



Meeresboden organischen Kohlenstoff, was verhindert, dass das von Phytoplankton aufgenommene CO<sub>2</sub> in den Tiefen des Ozeans bleibt. Der extrahierte organische Kohlenstoff (fossile Brennstoffe) kann dann von Menschen genutzt werden.

---

## Referenzen

1. Kämpf, J., Chapman, P. (2016). The Functioning of Coastal Upwelling Systems. In: Upwelling Systems of the World. Springer, Cham.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-319-42524-5\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-319-42524-5_2)
2. Sigman, D. M. & Hain, M. P. (2012) The Biological Productivity of the Ocean. Nature Education Knowledge 3(10):21
3. Causes and Effects of Climate Change. (n.d.).  
<https://www.un.org/en/climatechange/science/causes-effects-climate-change>
4. Kiørboe, T. (2016). Observing zooplankton with high speed video.  
<https://www.tkboe.aqua.dtu.dk/research-areas/observing-zooplankton-with-high-speed-video>
5. Miller S, Lopera L and Bracco A (2022) Why Are the Eastern Margins of Ocean Basins Full of Fish?. Front. Young Minds. 10:704120.  
<https://doi.org/10.3389/frym.2022.704120>
6. Gárate-Lizárraga, Ismael. (2014). Unarmored dinoflagellates present during a bloom of Ceratoperidinium falcatum in Bahía de La Paz, Gulf of California. Revista de biología marina y oceanografía, 49(3), 577-587.  
<https://dx.doi.org/10.4067/S0718-19572014000300014>
7. “Carbon Cycle.” National Oceanic and Atmospheric Administration,  
[www.noaa.gov/education/resource-collections/climate/carbon-cycle](http://www.noaa.gov/education/resource-collections/climate/carbon-cycle).

