

**Gemeinsame Aufgabenpools der Länder**

**Pool für das Jahr 2025**

**Aufgaben für das Fach Biologie**

**Kurzbeschreibung**

Aufgabentitel	Seetang-Wälder
Anforderungsniveau	erhöht
Inhaltsbereiche	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Lebewesen in ihrer Umwelt               <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen                   <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Biotop und Biozönose: biotische und abiotische Faktoren</li> <li>◆ Einfluss abiotischer Faktoren auf Organismen: Toleranzkurven, ökologische Potenz</li> </ul> </li> <li>◆ Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Kohlenstoffkreislauf, Nahrungsnetz</li> <li>◆ Intra- und interspezifische Beziehungen: Räuber-Beute-Beziehungen</li> </ul> </li> <li>◆ Einfluss des Menschen auf Ökosysteme, Nachhaltigkeit, Biodiversität               <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Folgen des anthropogen bedingten Treibhauseffekts</li> <li>◆ Ökosystemmanagement: Ursache-Wirkungszusammenhänge, Bedeutung und Erhalt der Biodiversität</li> </ul> </li> </ul>
Materialien	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ M 1 Nahrungsbeziehungen im Seetang-Wald</li> <li>◆ M 2 Temperatureinfluss auf den Seetang-Wald</li> <li>◆ M 3 Kalkalgen</li> <li>◆ M 4 Laborexperimente mit Kalkalgen</li> <li>◆ M 5 Aussichten für das Ökosystem Seetang-Wald</li> </ul>
Quellenangaben	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ M 1 Lingenhöhl, D. (2020). Ohne Seeotter wirkt der Klimawandel schlimmer. In: Spektrum.de, Ökologie. <a href="https://www.spektrum.de/news/ohne-seeotter-wirkt-der-klimawandel-schlimmer/1768584">https://www.spektrum.de/news/ohne-seeotter-wirkt-der-klimawandel-schlimmer/1768584</a>, (letzter Zugriff: 25.01.2024)</li> <li>◆ M 2               <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Johnson, C. R. et al. (2011). Climate change cascades: Shifts in oceanography, species' ranges and subtidal marine community dynamics in eastern Tasmania. <i>Journal Of Experimental Marine Biology and Ecology</i>, 400(1–2), 17–32. <a href="https://doi.org/10.1016/j.jembe.2011.02.032">https://doi.org/10.1016/j.jembe.2011.02.032</a></li> <li>◆ Bland, A. (2017). As Oceans Warm, the World's Kelp Forests Begin to Disappear. <i>Yale Environment</i> 360.</li> </ul> </li> </ul>

	<p><a href="https://e360.yale.edu/features/as-oceans-warm-the-worlds-giant-kelp-forests-begin-to-disappear">https://e360.yale.edu/features/as-oceans-warm-the-worlds-giant-kelp-forests-begin-to-disappear</a> (letzter Zugriff: 25.01.2024)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ M 3 Schlichter, D. (1998). Ernährung und Karbonatproduktion zooxanthellater Steinkorallen. In: Meer und Museum Band 14, S. 13-27. <a href="https://www.deutsches-meeresmuseum.de/fileadmin/01_Stiftung_DMM/04_Wissenschaft/Publikationen/Meer_und_Museum/MuM_Band_14.pdf">https://www.deutsches-meeresmuseum.de/fileadmin/01_Stiftung_DMM/04_Wissenschaft/Publikationen/Meer_und_Museum/MuM_Band_14.pdf</a> (letzter Zugriff: 25.01.2024)</li> <li>◆ M 4 Rasher, D. et al. (2020). Keystone predators govern the pathway and pace of climate impacts in a subarctic marine ecosystem. <i>Science</i>, 369 (6509), p. 1351–1354. DOI: 10.1126/science.aav7515</li> <li>◆ M 5 Bland, A. (2017). As Oceans Warm, the World’s Kelp Forests Begin to Disappear. <i>Yale Environment 360</i>. <a href="https://e360.yale.edu/features/as-oceans-warm-the-worlds-giant-kelp-forests-begin-to-disappear">https://e360.yale.edu/features/as-oceans-warm-the-worlds-giant-kelp-forests-begin-to-disappear</a> (letzter Zugriff: 25.01.2024)</li> </ul>
<b>Hilfsmittel</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ digitales Hilfsmittel, das mindestens die Funktionalität eines WTR hat<sup>1</sup></li> </ul>
<b>fachpraktischer Anteil</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ nein</li> </ul>
<b>Hinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ keine</li> </ul>

<sup>1</sup> siehe „Hinweise zur Verwendung von Hilfsmitteln“

## 1 Aufgabe

---

### Seetang-Wälder

Seetang-Wälder finden sich weltweit als artenreiche Lebensräume an Küsten mit gemäßigten Wassertemperaturen. Riesige, bis zu 70 m lange Braunalgen bilden unter Wasser die Grundlage regenwaldähnlicher Lebensgemeinschaften.

	<b>BE</b>
1 Stellen Sie das Nahrungsnetz im Seetang-Wald dar und ordnen Sie die Lebewesen den Trophiestufen zu (M 1).	8
2 Skizzieren Sie die Temperatur-Toleranzkurve für den Riesentang (M 2).	5
3 Stellen Sie schematisch den Kohlenstoffkreislauf im Seetang-Wald unter Berücksichtigung der Kalkalgen dar (M 1, M 3, M 4).	6
4 Fassen Sie die in Abbildung 1 dargestellten Laborexperimente zusammen und erklären Sie diese (M 3, M 4).	12
5 Diskutieren Sie die in Material 5 zitierte These zur Zukunft der „Seeigel-Wüste“ (M 1 bis M 5).	9

## 2 Material

---

### Material 1: Nahrungsbeziehungen im Seetang-Wald

In Meeres-Ökosystemen wie einem Seetang-Wald spielen Seeotter eine Schlüsselrolle. Wegen ihres dichten, weichen Fells wurden sie beinahe ausgerottet. Heute stehen sie unter strengem Schutz. Ihre Bestände sinken trotzdem in manchen Bereichen, z. B. weil sie vermehrt von Schwertwalen gefressen werden.

Die Seeotter fressen Schnecken, die den Bewuchs aus einzelligen Algen von Steinen abraspeln. Außerdem konsumieren die Seeotter auch Seeigel, die sich von Seetang und riffbildenden Kalkalgen ernähren.

Dort, wo die Seeotter verschwunden sind, vernichten die nun massenhaft auftretenden Seeigel zuerst die Seetang-Wälder, indem sie nachwachsende Tange fressen. Wenn diese leicht zugängliche Nahrung erschöpft ist, weichen die Tiere auf Kalkalgen aus. Neben den Seeottern können nur wenige Tiere, wie z. B. der Hummer, die stachelige Abwehr der Seeigel überwinden und sich von ihnen ernähren.

(in Anlehnung an: Lingenhöhl, 2020)

### Material 2: Temperatureinfluss auf den Seetang-Wald

Im Osten Tasmaniens ist die Temperatur an der Meeresoberfläche viermal so stark angestiegen wie im weltweiten Durchschnitt. Inzwischen erwärmt sich dort das Wasser im Sommer auf 18 °C. Das führt zu einem starken Rückgang der Seetang-Wälder. Diese Entwicklung begann Mitte des 20. Jahrhunderts und beschleunigte sich in den frühen 1990er Jahren.

Riesentang (*Macrocystis pyrifera*) ist auf kühles, mineralstoffreiches Wasser angewiesen. Er wächst erst ab 5 °C Wassertemperatur, am besten bei 10 °C bis 15 °C. Verschiedene Studien zeigen, dass ab 20 °C Wassertemperatur die Vermehrung des Riesentangs deutlich gehemmt wird und ab 23 °C der Tang seine Blätter abwirft.

(in Anlehnung an: Johnson et al., 2011, p. 17-32, Bland, 2017, S. 2., S.3.)

### Material 3: Kalkalgen

Kalkalgen sind fotosynthetisch aktive Organismen. Sie wandeln zudem in Wasser gelöstes Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>) in festen, kaum wasserlöslichen Kalk (Calciumcarbonat, CaCO<sub>3</sub>) um. Dieser Kalk bildet Skelette oder Kalkkrusten. Auch nach dem Tod der Algen bleibt dieses Kalkgerüst als unlöslicher Kalk bestehen. So bauten sich über tausende Jahre hohe Riffe auf. Da die Kalkalgen vor allem am Außenrand dieser Riffe siedeln, können diese immer weiter anwachsen. Die Kalkalgen schützen und verfestigen so die Riffe, die Lebensraum für zahlreiche andere Organismen bieten, wie z. B. den Seetang, der darauf haftet.

(in Anlehnung an: Schlichter, 1998, p. 13-27)

### Material 4: Laborexperimente mit Kalkalgen

Seeigel richten unter den Kalkalgen heute größere Schäden an als in früheren Jahrzehnten. Um die Gründe zu erforschen, führte man Laborexperimente durch, deren Ergebnisse in Abbildung 1 dargestellt sind. Das Algenskelett wurde bei einer Wassertemperatur von 6,5 °C und verschiedenen atmosphärischen CO<sub>2</sub>-Partialdrücken untersucht. Der atmosphärische CO<sub>2</sub>-Partialdruck (pCO<sub>2</sub>) entspricht dem CO<sub>2</sub>-Anteil am Gesamtvolumen der Luft. Neben dem vorindustriellen CO<sub>2</sub>-Partialdruck von 340 µatm wurde in einem zweiten Ansatz der gegenwärtige CO<sub>2</sub>-Partialdruck von 470 µatm untersucht. Im dritten Ansatz wurde der CO<sub>2</sub>-Partialdruck auf den Wert von 850 µatm erhöht, der voraussichtlich in naher Zukunft erreicht wird.

Eine Erhöhung des CO<sub>2</sub>-Partialdrucks in der Atmosphäre führt im Wasser zu einer vermehrten Bildung von Kohlensäure, die den gebildeten Kalk lösen kann.

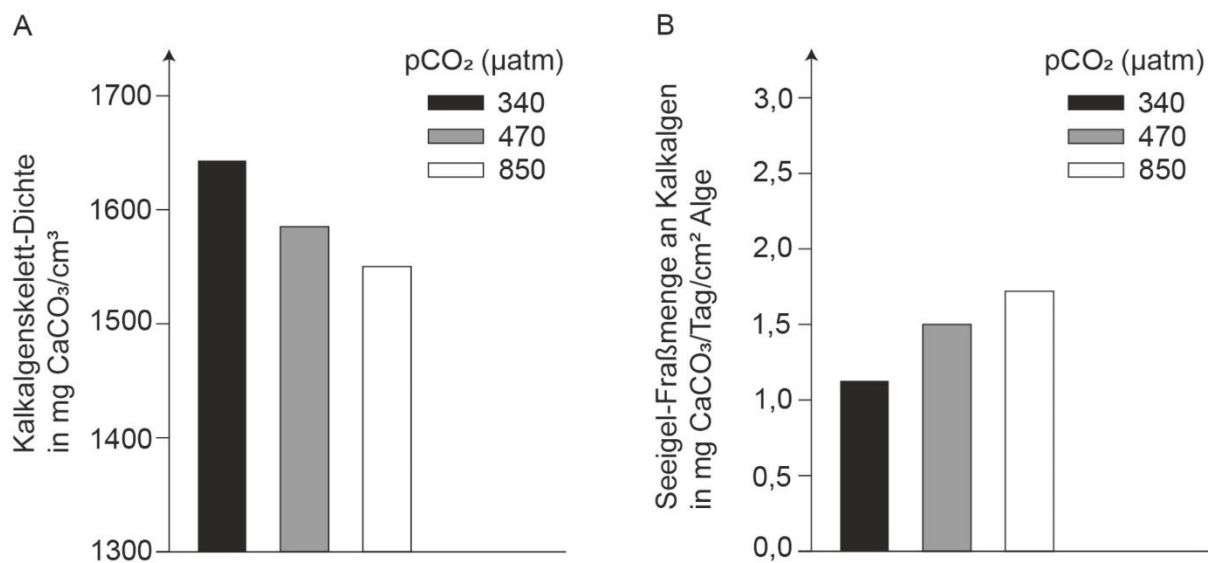


Abb. 1: Auswirkung verschiedener CO<sub>2</sub>-Partialdrücke in der Atmosphäre;  
 A: auf die Kalkalgenskelett-Dichte;  
 B: auf die Kalkalgen-Zerstörung durch Seeigelfraß

(verändert nach: Rasher et al., 2020, p. 1351–1354, S. 3, Abb. 3 A, 3B)

### Material 5: Aussichten für das Ökosystem Seetang-Wald

In den letzten Jahrzehnten erwärmte sich das Meer vor den Küsten Australiens und Tasmaniens um 1,6 °C. Parallel dazu verschwanden die üppigen Seetang-Wälder an vielen Standorten dieser Küstenregionen nahezu vollständig. Seetang, der bisher große Teile der Meeresoberflächen in Küstennähe bedeckte, starb im warmen, mineralstoffarmen Wasser ab. Zeitgleich verstärkt auftretende Seeigelpopulationen fraßen die verbliebene Vegetation größtenteils ab, so dass Wissenschaftler schon von einer „Seeigel-Wüste“ sprechen – trostlosen Meeresgebieten, die weitgehend frei von Leben sind.

In diesem Zusammenhang wird folgende These diskutiert: „Wenn ein Gebiet erst mal in eine Seeigel-Wüste umgekippt ist, gibt es faktisch keine Chance auf eine Erholung.“

(in Anlehnung an: Bland, 2017)

### 3 Erwartungshorizont

Der Erwartungshorizont stellt für jede Teilaufgabe eine mögliche Lösung dar. Nicht dargestellte korrekte Lösungen sind als gleichwertig zu akzeptieren.

		BE/AFB										
		I	II	III								
1	Darstellen:		4									
	<pre> graph LR     A[Seetang] --&gt; C[Seeigel]     B[Kalkalgen] --&gt; C     D[einzellige Algen] --&gt; E[Schnecken]     C --&gt; F[Seeotter]     E --&gt; F     F --&gt; G[Hummer]     F --&gt; H[Schwertwal]             </pre>	2	2									
Zuordnen: <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width:25%;">Produzenten</td> <td style="width:25%;">Konsumenten I. Ordnung</td> <td style="width:25%;">Konsumenten II. Ordnung</td> <td style="width:25%;">Konsumenten höherer Ordnung</td> </tr> <tr> <td>Seetang, Kalkalgen, einzellige Algen</td> <td>Schnecken, Seeigel</td> <td>Seeotter, Hummer</td> <td>Schwertwal</td> </tr> </table>		Produzenten	Konsumenten I. Ordnung	Konsumenten II. Ordnung	Konsumenten höherer Ordnung	Seetang, Kalkalgen, einzellige Algen	Schnecken, Seeigel	Seeotter, Hummer	Schwertwal			
Produzenten	Konsumenten I. Ordnung	Konsumenten II. Ordnung	Konsumenten höherer Ordnung									
Seetang, Kalkalgen, einzellige Algen	Schnecken, Seeigel	Seeotter, Hummer	Schwertwal									
2	Skizzieren:	5										

3	Darstellen:	4	2	
4	Zusammenfassen: <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Dargestellt sind Algenskelettdichte und Algenskelett-Zerstörung durch Seeigelfraß in Abhängigkeit vom CO<sub>2</sub>-Partialdruck, diese entspricht verschiedenen Zeitpunkten</li> <li>◆ Algenskelettdichte nimmt bei steigendem CO<sub>2</sub>-Partialdruck ab</li> <li>◆ Bei steigendem CO<sub>2</sub>-Partialdruck nimmt die Geschwindigkeit der Zerstörung des Algenskeletts pro Kalkalgen-besiedelter Fläche zu</li> </ul> Erklären: <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Ursache für die geringere Dichte ist die Zersetzung des Kalks durch die sich verstärkt bildende Kohlensäure bei höherem CO<sub>2</sub>-Partialdruck</li> <li>◆ Dieser Prozess erschwert den Kalkalgen den dauerhaften Aufbau von schützenden Kalkskeletten</li> <li>◆ Das dünne Kalkskelett ermöglicht, dass sie leichter von Seeigeln gefressen und somit zerstört werden</li> </ul>		6	
5	These stimmt: <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ These bezieht sich auf Jahrzehnte dauernde beständige Beobachtungen;</li> <li>◆ Wichtige Produzenten fehlen in der Nahrungskette</li> <li>◆ Wiederansiedlung von Lebewesen kann zumindest nur über einen langen Zeitraum erfolgen</li> <li>◆ Wenn zusätzlich die Erhöhung des CO<sub>2</sub>-Partialdrucks voranschreitet, wird dem Seetang und anderen dort bisher angesiedelten Pflanzen und Tieren eine Wiederansiedlung kaum mehr möglich sein, da dem Seetang ein Riff zum Anhaften fehlt. Abbaurate der Kalkskelette ist sehr hoch.</li> </ul> These stimmt nicht: <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Den Seeigeln fehlt die Nahrungsgrundlage, sodass diese sterben oder abwandern werden. Dadurch ist es grundsätzlich möglich, dass es zur Wiederansiedlung von Produzenten kommt und sich auch das weitere Nahrungsnetz wieder erholt.</li> <li>◆ Unter der Voraussetzung, dass die Erwärmung der Meere und der Anstieg des CO<sub>2</sub>-Partialdrucks gestoppt oder sogar rückgängig gemacht werden kann, könnte es zur langsamen Wiederansiedlung von Seetang und Kalkalgen kommen.</li> </ul> Ergebnis der Abwägung: Aussage ist vermutlich korrekt, wenn keine Maßnahmen		2	2
			1	2
				2

	ergriffen werden.			
	<b>Summe<sup>2</sup></b>	<b>11</b>	<b>19</b>	<b>10</b>

<sup>2</sup> Bei jeder Aufgabe liegen die Anzahlen der Bewertungseinheiten – abhängig vom Anforderungsniveau – in den Bereichen, die der folgenden Tabelle zu entnehmen sind:

Anforderungsniveau	erhöht			grundlegend		
Anforderungsbereich	I	II	III	I	II	III
Anzahl der BE	11 - 13	17 - 21	8 - 10	10 - 12	13 - 16	4 - 6

## 4 Standardbezug<sup>3</sup>

---

Teilaufgabe	Kompetenzbereich			
	S	E	K	B
<b>1</b>	1, 2		2, 5, 9	
<b>2</b>	2		2	
<b>3</b>	6		2, 9	
<b>4</b>	6	1, 9	5, 10	
<b>5</b>	4	11	10, 14	2, 9

## 5 Bewertungshinweise

---

Die Bewertung der erbrachten Prüfungsleistungen hat sich für jede Teilaufgabe nach der am rechten Rand der Aufgabenstellung angegebenen Anzahl maximal erreichbarer Bewertungseinheiten (BE) zu richten.

Für die Bewertung der Gesamtleistung eines Prüflings ist ein Bewertungsraster<sup>4</sup> vorgesehen, das angibt, wie die in den drei Prüfungsteilen insgesamt erreichten Bewertungseinheiten in Notenpunkte umgesetzt werden.

<sup>3</sup> Zu jeder Teilaufgabe sind zu jedem Kompetenzbereich die Nummern der Standards gemäß den Bildungsstandards für die Allgemeine Hochschulreife genannt, die zur Bearbeitung der Teilaufgabe erforderlich sind.

<sup>4</sup> Das Bewertungsraster ist Teil des Dokuments „Beschreibung der Struktur“, das auf den Internetseiten des IQB zum Download bereitsteht.