

Antarktisches marines Ökosystem - Warum Wale hören können müssen

Das Nahrungsnetz im Südpolarmeer ist für das **globale Klimasystem** und insbesondere die Gesellschaft von besonderer Bedeutung, weil es als **Kohlenstoffsenke** wirkt und der Menschheit eine Nahrungsquelle durch Krill- und Fischfang bietet. Daher ist die Kenntnis der Struktur und Funktion des Nahrungsnetzes und seiner Unterstrukturen elementar wichtig für das Verständnis der äußeren Einflüsse und deren Folgen für das Nahrungsnetz (nach McCormick et al. 2021).

Die Wissenschaftlerinnen Jasmin Groß und Elena Schall arbeiten als Nahrungsnetzökologin bzw. Bioakustikerin am Helmholtz-Institut für Funktionelle Marine Biodiversität der Universität Oldenburg und am Alfred-Wegener-Institut Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung (AWI) an der Erforschung der **Biodiversität**/biologische Vielfalt und der Ökosysteme in der Antarktis, insbesondere im **Südpolarmeer**. Ihr



Buckelwal in der Paradise Bay, Antarktis (Foto: Susanne Bohlig)

besonderes Interesse gilt dem antarktischen Nahrungsnetz und der Rolle der Wale in den Nahrungsbeziehungen. Konkret geht es um die Fähigkeit der Wale, Schallwellen im Wasser hören und nutzen zu können. Zu ihren Forschungsarbeiten haben sie drei Präsentationen für Lehrkräfte und ihren Schülerinnen und Schüler entwickelt.

Jasmin Stimpfle ist Wissenschaftlerin im Fachbereich ökologische Chemie am Alfred-Wegener-Institut Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung (AWI) und forscht in der Antarktis zur Bedeutung von Eisen für das pflanzliche Plankton (Phytoplankton) im Südpolarmeer. In ihrer Doktorarbeit beschäftigt sie sich damit, wie sich das begrenzte Vorkommen von **Mikronährstoffen** (vor allem Eisen und Mangan) auf das Wachstum und die **Physiologie** von einzelligen Algen (Phytoplankton) in der Antarktis auswirkt. Wie der Regenwald an Land, nimmt auch Phytoplankton im Ozean CO₂ für die Photosynthese auf und trägt dadurch dazu bei, unser Klima zu regulieren. Mit biologischen Experimenten versuchen sie besser zu verstehen, wie sich das Algenwachstum und dadurch der **Kohlenstoffkreislauf** verändern wird. Zusammen mit Emilia Sinkeviciute hat sie ein kleines Buch zur Bedeutung des Phytoplanktons für die Sauerstoffproduktion und die Wale geschrieben sowie Aufgaben für Schülerinnen und Schüler dazu entwickelt.

Zentrale Forschungsfragen sind: Warum sind Wale für das Ökosystem Südpolarmeer wichtig?

Wie wirken sich Eingriffe durch den Menschen wie der Klimawandel, die Schifffahrt oder die Fischerei auf die Walpopulation aus?



Jasmin Groß



Elena Schall



Jasmin Stimpfle

Antarktisches marines Ökosystem - Warum Wale hören können müssen

Übersicht antarktisches Nahrungsnetz

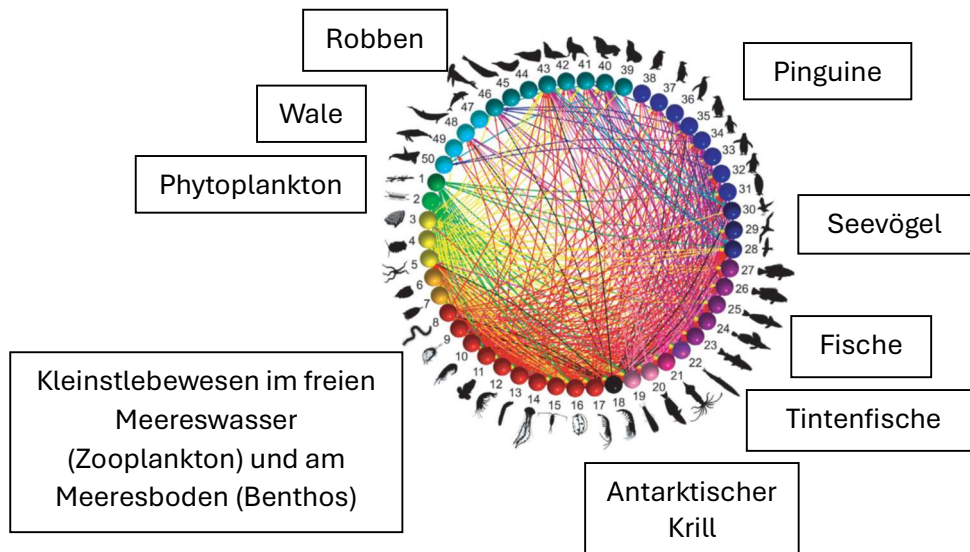


Abbildung 1: Antarktisches Nahrungsnetz für 50 Gruppen und ihre zugehörigen Interaktionen (verändert nach SCAR-Datenbank, in McCormack et al. 2020)

- 1 Aufgabe 1: Recherchiere alle im einleitenden Text markierten Begriffe. Fertige ein Glossar an.
- 2 Aufgabe 2: Beschreibe Abb. 1 und begründe, warum es sich bildlich um ein „Netz“ handelt.
- 3 Aufgabe 3: Wähle Beispiele für zwei Nahrungsbeziehungen in der Abbildung aus.
- 4 Aufgabe 4: Tausche dich mit deinem/er Sitznachbarn/in über antarktisches Phytoplankton und antarktischen Krill mit Hilfe der Informationen aus der Infobox aus.

Infobox I Antarktisches Phytoplankton und antarktischer Krill



Abbildung 2 a: Lichtmikroskopische Aufnahme von Phytoplankton: Die Kieselalge *Melosira arctica* lebt unter dem Eis. Die langen Ketten der einzelligen Algen sind sichtbar. Die Algen erscheinen orangebraun, wegen des Farbstoffs Fucoxanthin, durch den auch bei wenig Licht noch Photosynthese möglich ist. (Text und Foto: Alfred-Wegener-Institut / Madlen Franze)



Abbildung 2 b: Grün bis braun statt weiß: Eine von Eisalgen durchzogene Eisscholle in der Antarktis (Text und Foto: Alfred-Wegener-Institut / Mario Hoppmann)

<https://www.meereisportal.de/wissen/meereisbiologie/meereisbewohner/mikroalgen>



Abbildung 2 c: Maximal sechs Zentimeter lang und zwei Gramm schwer: Trotz seiner unscheinbaren Erscheinung spielt antarktischer Krill eine zentrale Rolle für das Leben im Südpolarmeer (Bild: Lukas Hüppe / Universität Würzburg)



Abbildung 2 d: Antarktischer Krill auf einer Fingerkuppe (Foto: Sophie Webb/NOAA)

Antarktisches marines Ökosystem - Warum Wale hören können müssen

Ausschnitt des antarktischen Nahrungsnetzes

1. Benthische Lebewesen
2. Kleines Phytoplankton
3. Großes Phytoplankton
4. Organische, absinkende Partikel
5. Zooplankton
6. Antarktischer Krill
7. Fische und Tintenfische
8. Manteltiere (Salpen)
9. Bartenwale
10. Pinguine
11. Robben
12. Große Fische (Riesen-Antarktis-Dorsch)
13. Zahnwale (Endkonsumenten)

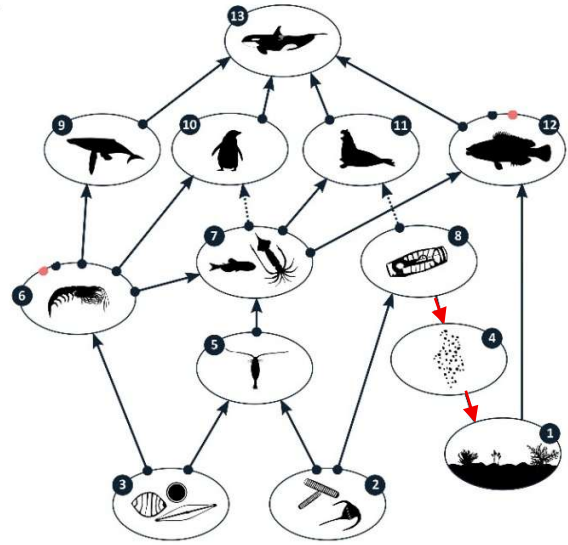







Abbildung 3: Vereinfachtes Nahrungsnetz des Südpolarmeeres (verändert nach McCormack et al. 2021). Anmerkung: Tintenfische sind keine Fische, sondern Weichtiere wie Schnecken und Muscheln!

Glossar

Benthisch: am oder im Meeresboden lebend
 Plankton: kleine Lebewesen, die von der Wasserströmung getrieben werden
 Phytoplankton: pflanzliches Plankton
 Zooplankton: tierisches Plankton
 Krill: kleine Krebstiere im freien Wasser

-  Aufgabe 1: Beschreibe den Ausschnitt des antarktischen Nahrungsnetzes in Abbildung 3. Beginne bei Ziffer 2 oder 3. Erkläre die andere Farbe der Pfeile zwischen 8 und 4 sowie zwischen 4 und 1.
-  Aufgabe 2: Begründe die zentrale Bedeutung von Phytoplankton (Ziffer 2 und 3) für das gesamte Nahrungsnetz in Abbildung 3.
-  Aufgabe 3: Benenne die in der Abbildung 3 vorkommenden Primärproduzenten und je zwei Konsumenten erster und zweiter Ordnung.
-  Aufgabe 4: Unterscheide Bartenwale von Zahnwalen in einer Tabelle: Vergleiche sie anhand der Abbildung 3 und arbeite Unterschiede hinsichtlich ihrer Nahrung heraus.
-  Aufgabe 5: In der Abb. 3 siehst du, dass Nr. 9 und 13 nicht die gleiche Nahrung und nicht die gleichen Fressfeinde haben. Recherchiere! Nutze dazu auch den QR-Code.



<https://wale.org/ueber-wale-und-delfine/wissen/barten-oder-zaehne/>

Abbildung 4: Fressender Buckelwal mit Barten in der Paradise Bay, Antarktis (Foto: Susanne Bohlrig)

Antarktisches marines Ökosystem - Warum Wale hören können müssen

Die Rolle der Wale im antarktischen Nahrungsnetz

Im Südpolarmeer herrscht ein Mangel an Mikronährstoffen (auch Mineralstoffe), die besonders pflanzliche Lebewesen wie das Phytoplankton im Meer zum Leben brauchen. Hier ist insbesondere das Element Eisen zu nennen. Es kommt im freien Meerwasser des Südpolarmees nur in sehr geringer Konzentration vor. Zudem ist die Verfügbarkeit für die pflanzlichen Organismen sehr beschränkt, da das Eisen fest von umgebenden Teilchen gebunden wird. Wale setzen jedoch mit ihren Ausscheidungen große Mengen Eisen ins Meerwasser frei, das im Stoffwechsel der Wale anders eingebunden wurde und in dieser Form vom Phytoplankton aufgenommen werden kann.

Abbildung 6: Beziehungen zwischen Walen, Phytoplankton und Krill (Stimpfle & Sinkeviciute 2022)

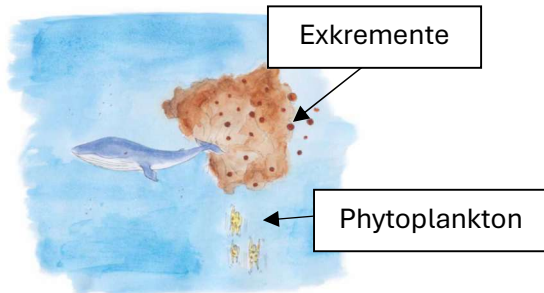
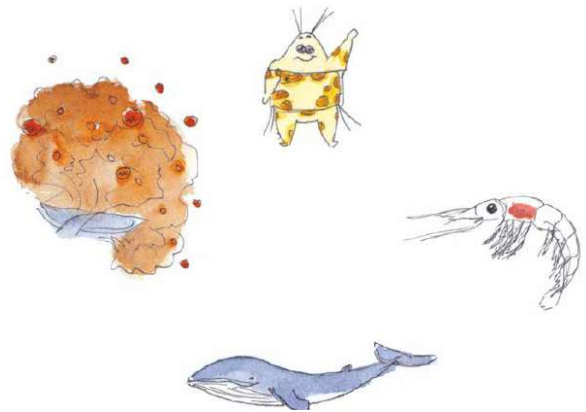


Abbildung 5: Abgabe von Exkrementen eines Wals im Südpolarmeer und die Bedeutung für das Phytoplankton (Stimpfle & Sinkeviciute 2022)

<https://apecs-germany.de/odontellina>



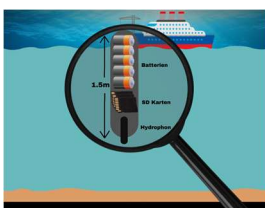
- 🔧 Aufgabe 1: Beschreibe Abbildungen 5 und analysiere die Beziehung zwischen Walen und Phytoplankton. Verbinde die vier Bildchen in Abb. 6 sinnvoll mit Pfeilen und beschrifte diese.
- 🔧 Aufgabe 2: Erläutere die Nahrungsbeziehungen und berücksichtige hierbei auch den einleitenden Text.
- 🔧 Aufgabe 3: Beantworte die erste Forschungsfrage aus der Einleitung und formuliere mit eigenen Worten die Bedeutung der Wale im antarktischen, marinen Ökosystem.



Hier geht's zu Informationen rund um Odontellina, die ein wichtiger Teil des antarktischen Phytoplanktons ist.

Nahrungssuche der Wale

Wale sind sehr große Lebewesen, die viel Nahrung benötigen. Die Frage ist daher, wie finden Wale ihre Nahrung? Oder anders formuliert: Warum müssen Wale hören können?



Aufgaben zu den Kurzvorträgen deiner Lehrkraft: Mache dir Notizen während des Vortrages.

- 🔧 Aufgabe 1: Fasse die physikalischen Grundlagen des Hörens aus dem Vortrag deiner Lehrkraft schriftlich zusammen.
- 🔧 Aufgabe 2: Stelle die Methoden zur Erfassung von Schallwellen im Ozean vor, die die Forscherinnen eingesetzt haben (Abbildung 8).
- 🔧 Aufgabe 3: Erläutere nun die Ergebnisse, die durch die Messungen gewonnen wurden. Vergleiche die verschiedenen Laute von Robben und Walen.
- 🔧 Aufgabe 4: Stelle eine Hypothese auf, warum Wale hören können müssen.

Abbildung 7 und 8: Nahrungssuche durch Klicks des Pottwals, die sogenannte Echolot. Messgerät zur Datenerhebung von Schallwellen im Ozean (Groß & Schall 2024)

Antarktisches marines Ökosystem - Warum Wale hören können müssen

Eingriffe in den Beutefang von Walen durch den Menschen und ihre Folgen I

Wale wurden bis etwa 1986 intensiv bejagt und ihr Bestand dezimiert. Seitdem erholen sich die Populationen. Aber auch aktuell gibt es Auswirkungen durch Tätigkeiten des Menschen, die die Walpopulationen beeinträchtigen.

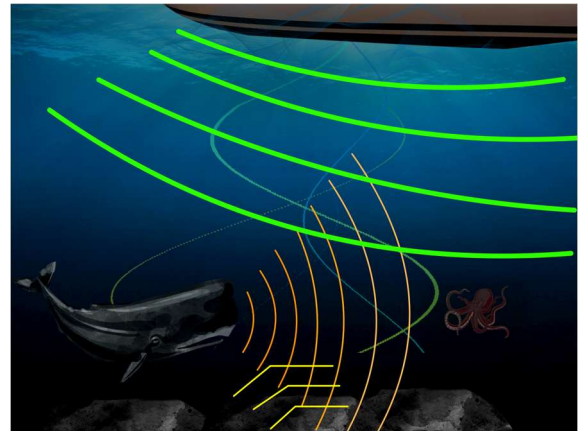


Abbildung 9: Pottwal auf Nahrungssuche und Schallwelleneintrag durch ein Schiff (Groß & Schall 2024)

Aufgaben zu den Kurzvorträgen deiner Lehrkraft:

Mache dir Notizen während des Vortrages.

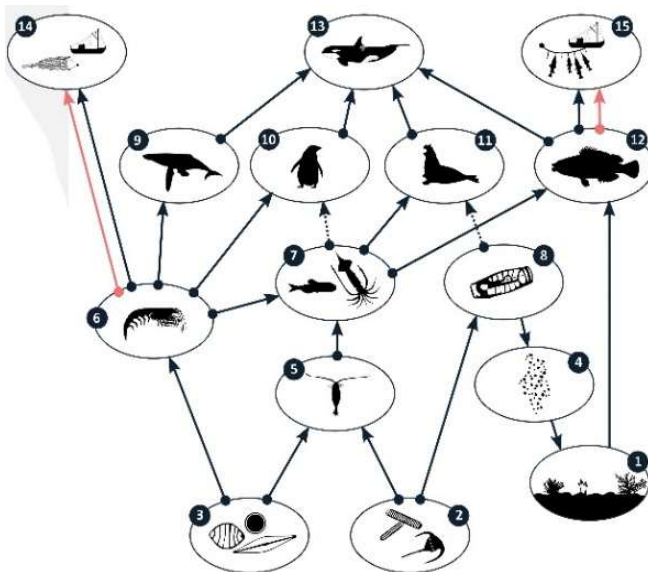
- 1 Aufgabe 1: Fasse die Information aus dem Vortrag deiner Lehrkraft zum Einfluss von Schiffsgeräuschen im Ozean auf das Finden von Beute durch Wale in einem Text zusammen (Abbildung 9).
- 1 Aufgabe 2: Beurteile die Wirkung der Geräusche vor dem Hintergrund des Schiffsaufkommens. Aktuelle Informationen dazu findet ihr bei Marine Traffic (siehe QR Code 1, <https://www.marinetraffic.com/en/ais/home/centerx:-24.5/centery:-66.0/zoom:4>) und beachte dabei die aktuelle, jahreszeitlich abhängige Ausbreitung des Meereises (siehe Abbildung 12 und 13 und QR Code 2, <https://www.meereisportal.de/>).



1



2



- 1 Aufgabe 3: Analysiere Abbildung 10 im Hinblick auf den Krill- und Fischfang. Gehe auf deren Bedeutung für das Phytoplankton ein.
- 1 Aufgabe 4: Stelle das aktuelle Aufkommen von Fischereischiffen im Südpolarmeer fest und bewerte es. Klicke auf die Schiffssignaturen um zu erfahren, ob es sich um ein Fischereischiff handelt (siehe QR Code 1).
- 1 Aufgabe 5: Nehme Stellung zu der Aussage der Abbildung 10, dass es illegalen und nicht regulierten Krill- und Fischfang gibt.

Abbildung 10: Vereinfachtes Nahrungsnetz des Südpolarmeeres und Eingriffe durch Krill- und Fischfang: Nr. 14 und 15. Die roten Pfeile stellen den illegalen Krill- und Fischfang dar (verändert nach McCormack et al. 2021)

Antarktisches marines Ökosystem - warum Wale hören können müssen

Eingriffe in den Beutefang von Walen durch den Menschen und ihre Folgen II



Abb. 11: Einfluss des Klimawandels auf das Ökosystem des Südpolarmeers (Groß & Schall 2025). Hinweis: Krill frisst die Algen (Eisalgen) an der Unterseite des Eises!

Aufgabe 6: „Übersetze“ die Pfeile in Abbildung 11. Welche der folgenden Aussagen trifft zu? Vergleiche die Aussagen und markiere die richtige Antwort:

- ☐ Weniger Eis bedeutet mehr Algen, weil die Algen aus dem Eis freigesetzt werden
- ☐ Weniger Eis bedeutet mehr Algen, weil die Meeresfläche mit offenem Wasser damit größer ist und das Algenwachstum dadurch gefördert wird
- ☐ Weniger Eis bedeutet weniger Algen, weil sie sich langfristig weniger vermehren können

Aufgabe 7: Interpretiere die Graphiken (Abbildung 11). Nutze den Vortrag deiner Lehrkraft und verfasse selbst einige Sätze dazu. Beachte dabei die Veränderungen der Meereisausdehnung in den vergangenen Jahrzehnten (Abbildung 12 und 13, QR Code 2).

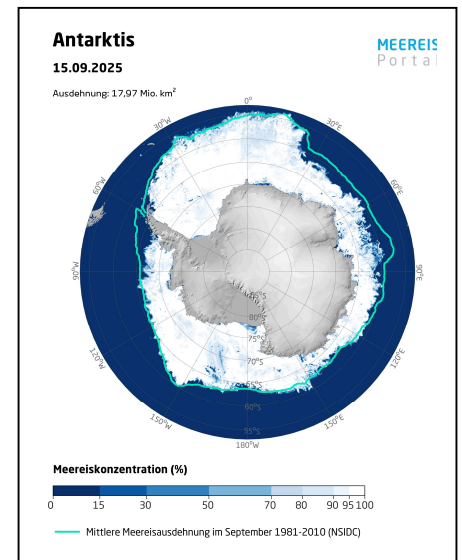


Abbildung 12: Winterliche Ausdehnung des Meereises in der Antarktis im September 2025

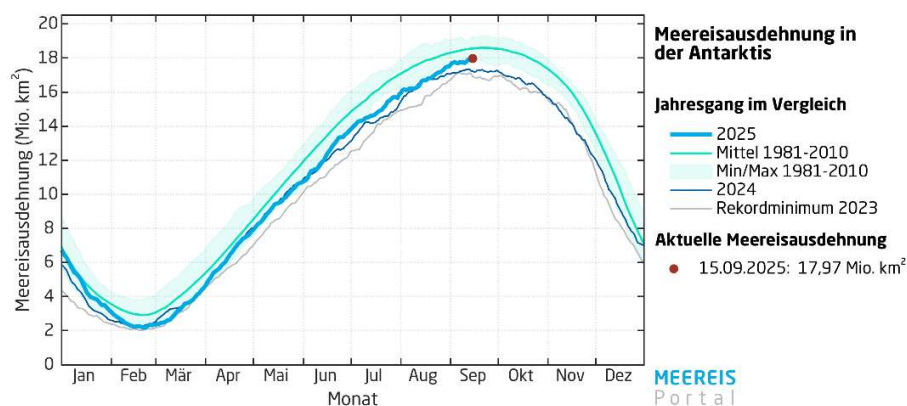


Abbildung 13: Veränderung der Meereisausdehnung in der Antarktis im Jahresverlauf für ausgewählte Jahre und im Mittel 1981-2010

Aufgabe 8: Formuliere deine Erkenntnisse zur zweiten Forschungsfrage im einleitenden Text, indem du die Auswirkungen der aktuellen menschlichen Eingriffe auf die Walpopulationen im Südpolarmeer zusammenfasst und bewertest.