Name: Datum: Klasse:

Antarktisches marines Ökosystem

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).

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

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 besonderes Interesse gilt dem antarktischen Nahrungsnetz und der Rolle der Wale in den Nahrungsbeziehungen. Im Zentrum der Arbeiten geht es um die Bedeutung des Meereises für das Ökosystem im Südpolarmeer. Zu ihren Forschungsarbeiten haben sie drei Präsentationen für Lehrkräfte und ihre 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 Mineralstoffen (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 CO_2 für die Photosynthese auf und trägt dadurch dazu bei, unser Klima zu regulieren. Mit biologischen Experimenten versucht 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.

Das zentrale Thema der Arbeitsblätter ist die Abhängigkeit der Lebewesen vom Meereis und seine spezifische Bedeutung für die marine Flora und Fauna des Südpolarmeeres.

Jasmin Groß

Elena Schall

Jasmin Stimpfle

Name: Datum: Klasse:

Antarktisches marines Ökosystem

Ausschnitt des antarktischen Nahrungsnetzes

Das Südpolarmeer, das sich um den Kontinent Antarktika erstreckt, ist im Südwinter zu einem großen Teil mit Meereis bedeckt. Dieses bildet ein einzigartiges Ökosystem mit einem dafür charakteristischen Nahrungsnetz, für das Meereis ein wesentlicher abiotischer Faktor ist.

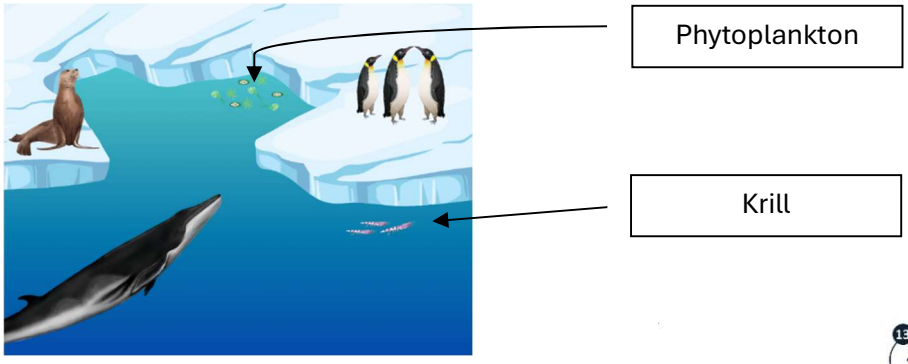


Abbildung 1: Wichtige Organismen im Südpolarmeer

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)

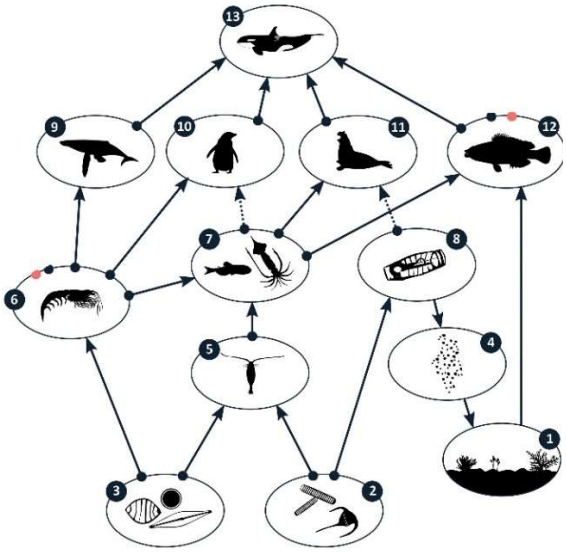


Abbildung 2: Vereinfachtes Nahrungsnetz des Südpolarmeeres (verändert nach McCormack et al. 2021). Anmerkung: Tintenfische sind keine Fische, sondern Weichtiere wie Schnecken und Muscheln!

- Aufgabe 1: Beschreiben Sie die in Abbildung 1 dargestellten wichtigen Organismen im Südpolarmeer und Ihren Lebensraum.
- Aufgabe 2: Leiten Sie mit Hilfe der Abb. 2 mögliche Nahrungsketten in Abbildung 1 unter Berücksichtigung der passenden Fachbegriffe ab. Unterscheiden Sie dabei Barten- und Zahnwale (Ziffer 9 und 13).
- Aufgabe 3: Begründen Sie die zentrale Bedeutung von Phytoplankton (Ziffer 2 und 3) für das gesamte Nahrungsnetz in Abbildung 2.

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 zu dem Kurzvortrag Ihrer Lehrkraft: Machen Sie sich Notizen während des Vortrages.

- Aufgabe 4: Formulieren Sie Aussagen zur Bedeutung von Meereis für Phytoplankton, Pinguine, Robben, Wale und Krill.

Name: Datum: Klasse:

Antarktisches marines Ökosystem

Phytoplankton, seine Lebensgrundlagen und seine Bedeutung für das Ökosystem

Das Phytoplankton setzt sich im Südpolarmeer zu einem großen Teil aus Kieselalgen zusammen, die in den Salzkanälchen im Meereis leben. Sie werden daher auch Eisalgen genannt und färben das Meereis oft großflächig grün-braun. Daneben sind Phytoplankton-Blüten im freien Wasser unter dem Eis (Untereisblüten) ein recht häufiges Phänomen.

Abbildung 3: Phytoplankton und relevante Faktoren im marinen Ökosystem

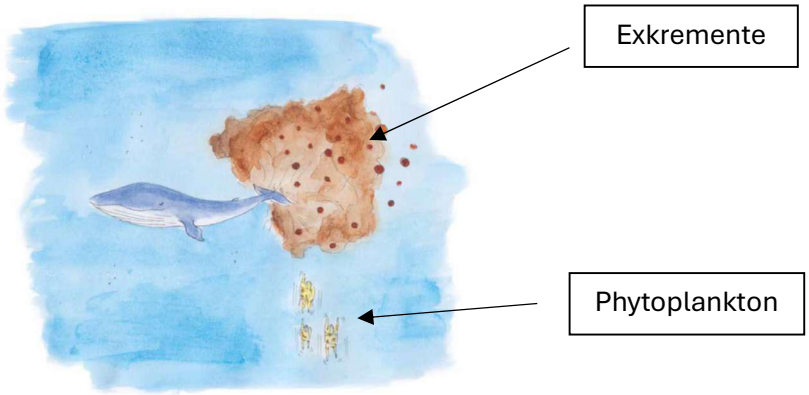
Aufgabe zu dem Kurzvortrag Ihrer Lehrkraft:
Machen Sie sich Notizen während des Vortrages.

- Aufgabe 1: Fassen Sie die Information aus dem Vortrag Ihrer Lehrkraft zum Phytoplankton in einem Text zusammen (Abbildung 3).
- Aufgabe 2: Bewerten Sie die Anwesenheit von Meereis für die Existenz und das Wachstum von Phytoplankton und diskutieren sie Ihr Ergebnis mit Ihrem Sitznachbarn oder Ihrer Sitznachbarin.
- Aufgabe 3: Analysieren Sie Abb. 4 im Hinblick auf eine weitere Mineralstoffquelle für das Phytoplankton.
- Aufgabe 4: Berechnen und vergleichen Sie die Konzentration von Eisen im Meerwasser des Südpolarmeeres mit dem Gehalt in Exkrementen von Walen in der Tabelle. Bewerten Sie daraufhin die Exkremente für die Eisenversorgung des Phytoplanktons.

Meerwasser Südpolarmeer	Walexkremente
0,05 – 0,2 nM (Balaguer et al. 2022)	146 mg/kg (Nicol et al. 2010)

- Aufgabe 5: Begründen Sie, warum Eisen insbesondere für Phytoplankton wichtig ist.

Im Südpolarmeer herrscht grundsätzlich ein Mangel an Mineralstoffen, die besonders pflanzliche Lebewesen wie das Phytoplankton im Meer zum Leben brauchen. Hier ist besonders das Element Eisen zu nennen, aber auch Stickstoff und Phosphor. In Abbildung 4 ist eine Mineralstoffquelle für das Phytoplankton zu sehen (Stimpfle & Sinkeviciute 2022).



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

Abbildung 4: Mineralstoffquelle im Südpolarmeer (Stimpfle & Sinkeviciute 2022)

Name: Datum: Klasse:

Antarktisches marines Ökosystem

Das antarktische Meereis

Das Südpolarmeer ist im Winter durch Meereis geprägt, das im ausgehenden Winter (September) eine Fläche zwischen 17 und 19 Millionen km² bedeckt (Meereisportal.de 2025).

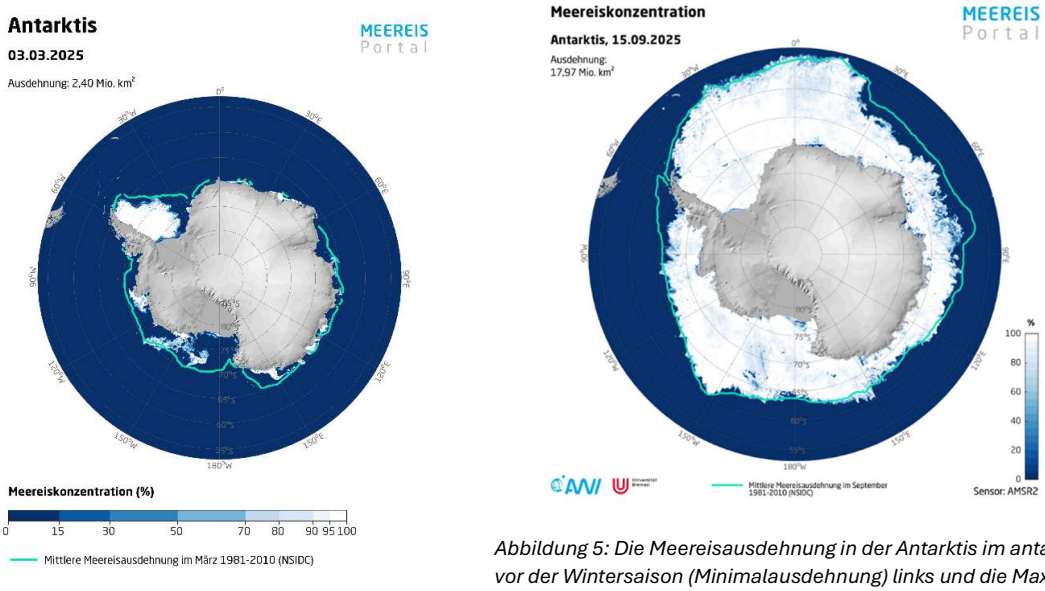


Abbildung 5: Die Meereisausdehnung in der Antarktis im antarktischen Herbst vor der Wintersaison (Minimalausdehnung) links und die Maximalausdehnung im Frühling rechts (Meereisdaten von März 2025 und September 2025 stammen von www.meereisportal.de, Förderung: REKLIM-2013-04)

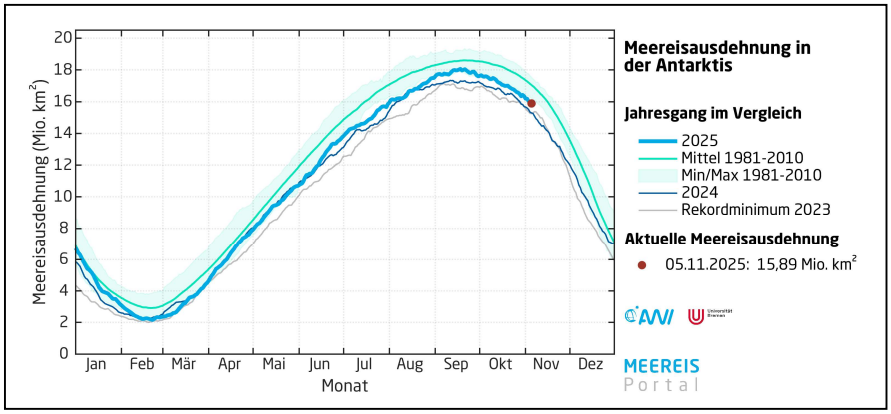


Abbildung 6: Veränderungen der Meereisfläche in der Antarktis im zeitlichen Vergleich

- Aufgabe 1: Beschreiben Sie die Abbildung 5 und 6 im Hinblick auf die Flächenveränderungen des Meereises.
- Aufgabe 2: Recherchieren Sie die aktuelle Situation auf der Seite des Meereisportals: https://www.meereisportal.de/.

Aufgabe zu dem Kurzvortrag Ihrer Lehrkraft: Machen Sie sich Notizen während des Vortrages.

- Aufgabe 3: Beurteilen Sie die Entwicklung der Meereisfläche in den dargestellten Jahren (Abbildung 6).

Name: Datum: Klasse:

Antarktisches marines Ökosystem

Die Rolle von Meereis für das antarktische Ökosystem

Das Meereis ist ein Teil des antarktischen Ökosystems (s.a. Abbildung 1). Die zentrale Forschungsfrage für die Wissenschaft ist, ob es als solches eine Bedeutung für das Ökosystem hat oder nicht. Und wenn ja, welche Bedeutung das Meereis und welche Auswirkungen sein Rückgang auf das Ökosystem hat. Zur Beantwortung spielten die Fragen nach dem geographischen Lebensraum der Organismen eine zentrale Rolle: An welchem Ort sind sie zu welchem Zeitpunkt (1), welches sind die Nahrungsquellen (2) und wo werden diese gefunden (3)?

Forschungsfrage 1: Wo liegt das Verbreitungsgebiet von Robben und Walen?

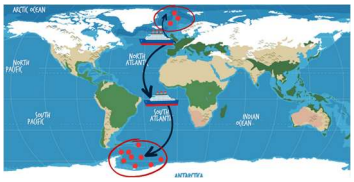


Abbildung 7: Das Untersuchungsgebiet in der Antarktis, in das das deutsche Polarforschungsschiff Polarstern für wissenschaftliche Untersuchungen einmal im Jahr für mehrere Monate fährt

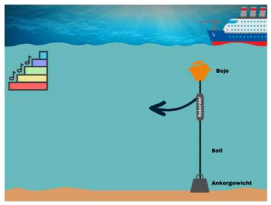


Abbildung 8: Aufzeichnung von Schallwellen im Ozean durch Hydrophone, das sind Unterwassermikrophone. Rechts das am Ozeanboden fixierte Messgerät und links die Aufzeichnung der Laute eines Blauwals

Aufgaben zu dem Kurzvortrag Ihrer Lehrkraft: Machen Sie sich Notizen während des Vortrages.

- Aufgabe 1: Erläutern Sie die Methodik zur Erfassung der Verbreitungsgebiete von Walen und Robben (Abbildung 7 und 8).
- Aufgabe 2: Beschreiben Sie die Laute von Walen und Robben mit eigenen Worten (Abbildung 9).
- Aufgabe 3: Benennen Sie das Hauptverbreitungsgebiet von Walen und Robben in der Antarktis. Nutzen Sie dafür einen Atlas.
- Aufgabe 4: Begründen Sie die Schlussfolgerungen der Forscherinnen.

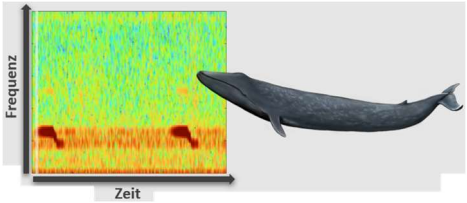


Abbildung 9: Aufzeichnung der Laute eines Blauwals

Forschungsfrage 2: Was fressen Robben und Wale?

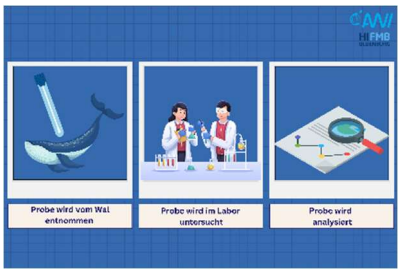


Abbildung 10: Methodik zur Erfassung der Nahrung von Walen

- Aufgabe 5: Beschreiben Sie die Methodik zur Erfassung des Nahrungsspektrums von Walen und Robben.
- Aufgabe 6: Stellen Sie einen Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Walpopulationen und der Nahrung her. Ordnen Sie die Bedeutung dieser Forschungsarbeiten in den ökologischen Gesamtzusammenhang ein.

Forschungsfrage 3: Wo fressen Wale?

- Aufgabe 7: Erklären Sie die Methodik, die Wissenschaftler nutzen, um heraus zu bekommen, wo Wale fressen (Abbildung 11).
- Aufgabe 8: Stellen Sie einen Bezug zu dem in der Abbildung dargestellten Meereis her.

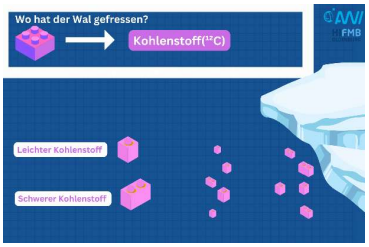


Abbildung 11: Methodik zur Erfassung des Ortes im Ozean, an dem Wale gefressen haben

Name: Datum: Klasse:

Antarktisches marines Ökosystem

Die Abhängigkeit der Bartenwale vom Meereis

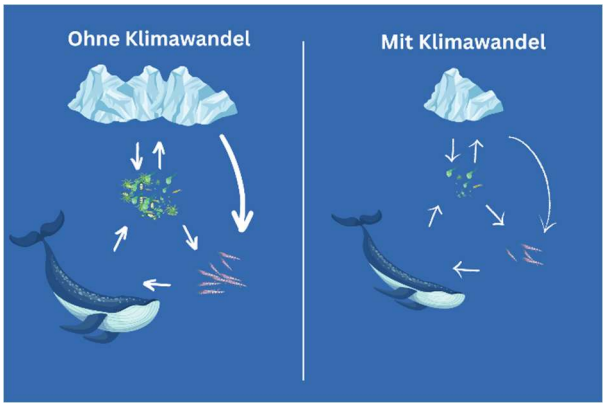


Abbildung 12: Folgen des Klimawandels auf das antarktische, marine Geoökosystem

- Aufgabe 1: Beschreiben Sie die Abb. 12 und ziehen Sie Rückschlüsse auf die Auswirkungen des Klimawandels auf das marine Ökosystem der Antarktis.
- Aufgabe 2: Analysieren Sie die in Abb. 13 dargestellten Zusammenhänge.

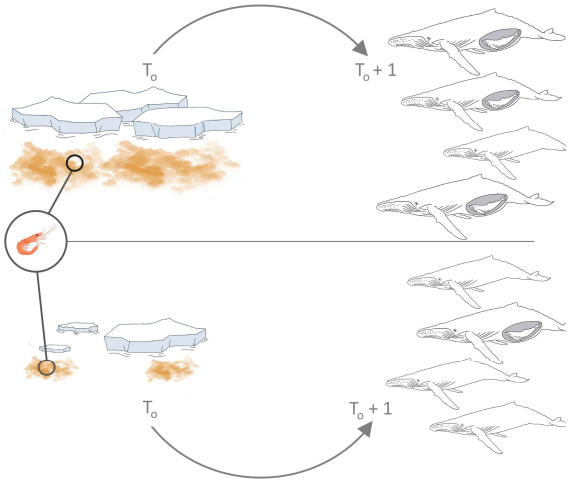


Abbildung 13: Der Zusammenhang zwischen Meereis, der Populationsgröße von Krill und der Schwangerschaftsrate bei Buckelwalen im Südpolarmeer. T0 ist der Zeitpunkt des beginnenden Eisrückgangs, T0+1 ist ein Jahr später (Graphik R. Jones, in Pallin et al. 2022)

- Aufgabe 3: Überprüfen Sie Ihre Aussagen zu Abb. 13 unter Hinzuziehung von Abb. 14. Vergleichen Sie zunächst der Zeitpunkt des Eisrückgangs mit der Größe der Krillpopulation. Analysieren Sie nun die Daten der Schwangerschaftsanomalie bewertend und vergleichen Sie sie mit den Eisrückgangs- und Krillpopulationsdaten. Ziehen Sie Schlussfolgerungen aus den vorangegangenen Erkenntnissen.
- Aufgabe 4: Bearbeiten Sie abschließend die zentrale Themenstellung in einem kurzen Fazit. Schreiben Sie einen Text zur Bedeutung des Meereises für das antarktische Ökosystem und gehen sie auf die Auswirkungen seines Rückgangs als Folge des Klimawandels ein.

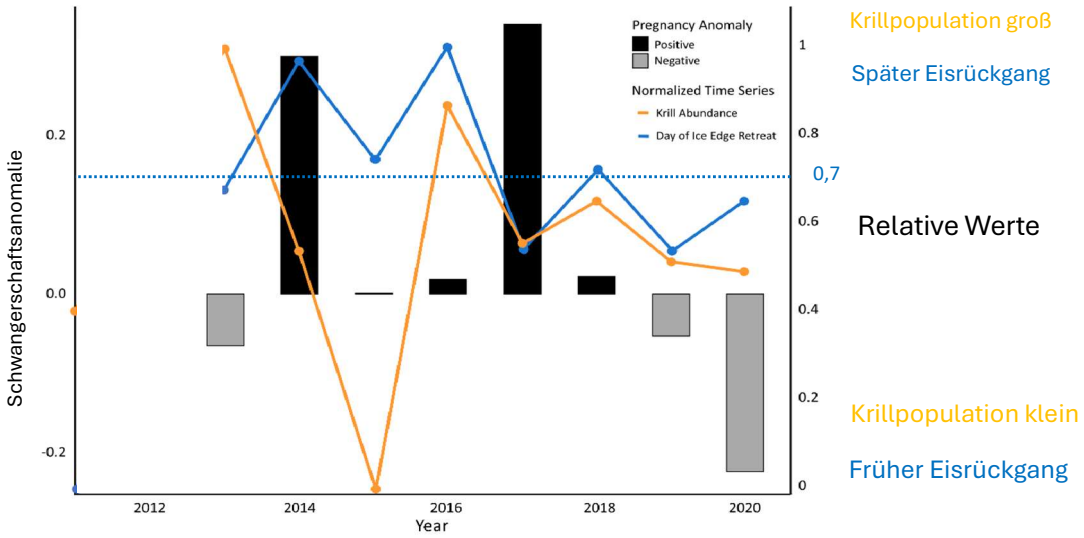


Abbildung 14: Die Abhängigkeit der Schwangerschaftsrate bei Buckelwalen vom Krillvorkommen und Zeitpunkt des Eisrückgangs im Frühjahr. Die blaue Linie zeigt mit Werten zwischen 0,8 und 1 einen späten und mit geringen Werten unter 0,7 einen frühen Rückgang der Meereisdecke. Die orangene Linie verdeutlicht die Populationsgröße des Krills mit maximaler Größe bei 1 (Pallin et al. 2022)