

Arktische Fjorde ohne Eis?

Biologische und gesellschaftliche Auswirkungen des Gletscherverlustes

Kai Bischof

- Meeresbotanik, Fachbereich Biologie/Chemie, Universität Bremen
- MARUM - Zentrum für Marine Umweltwissenschaften, Universität Bremen

24. Januar 2022



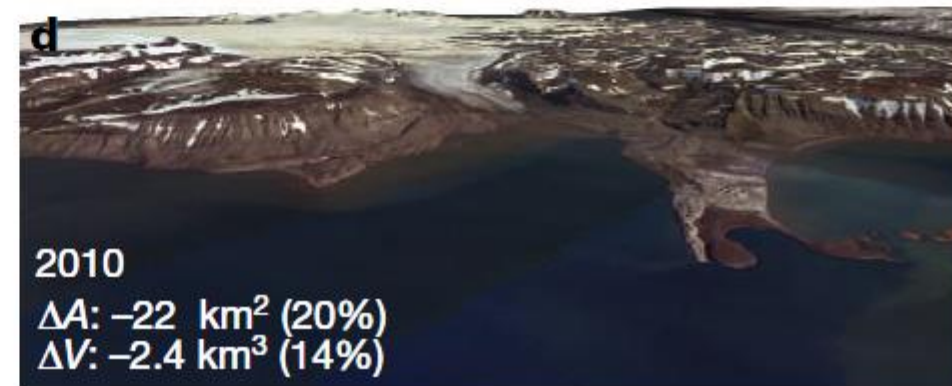
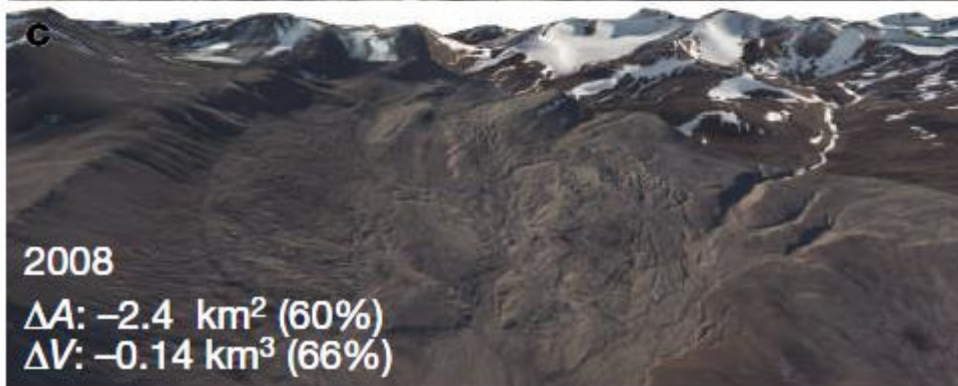
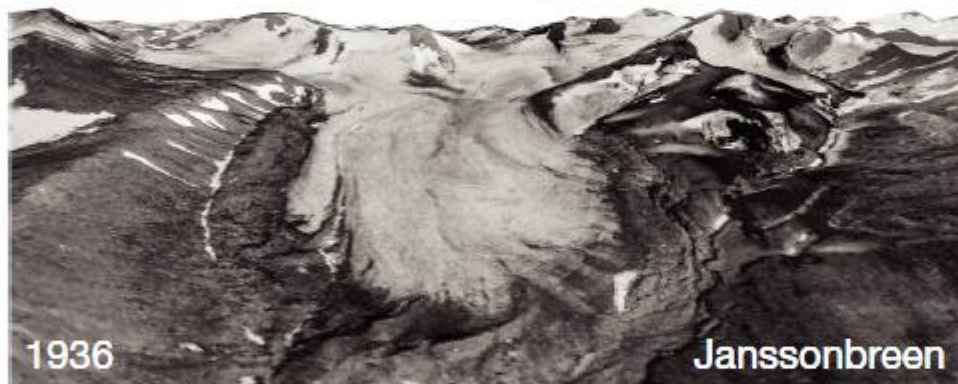
FACE-IT has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 869154.



21. Januar 2022:

Emily C. Geyman et al,
Historical glacier change on Svalbard
predicts doubling of
mass loss by 2100,
Nature (2022).

[DOI: 10.1038/s41586-021-04314-4](https://doi.org/10.1038/s41586-021-04314-4)





Kryosphäre: Meereis und Gletscher

Das EU-Projekt FACE-IT

Beispiele aus der Forschung

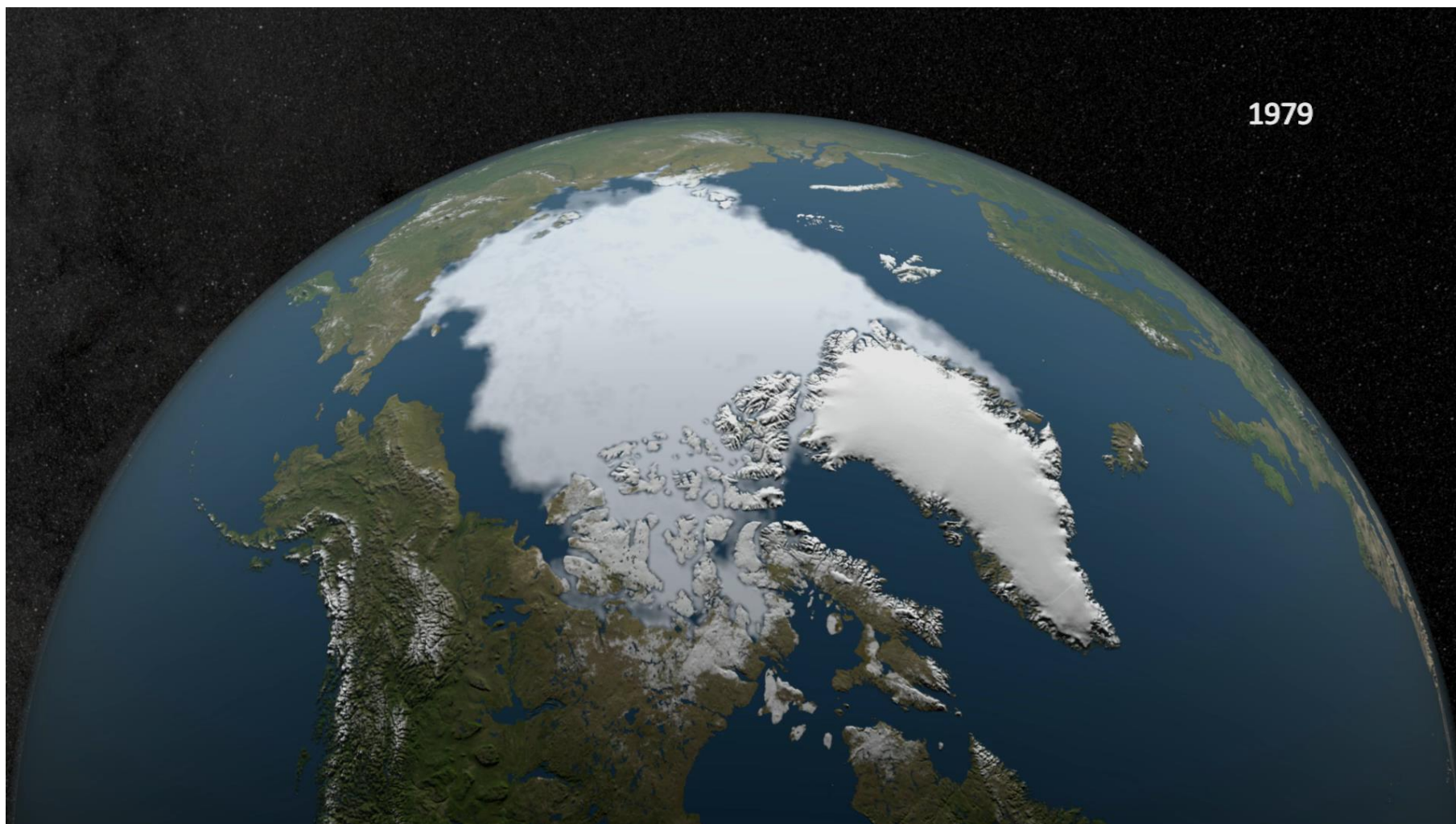
Auswirkungen...

...von den Algen zu den Menschen

...von Spitzbergen bis nach Bremen

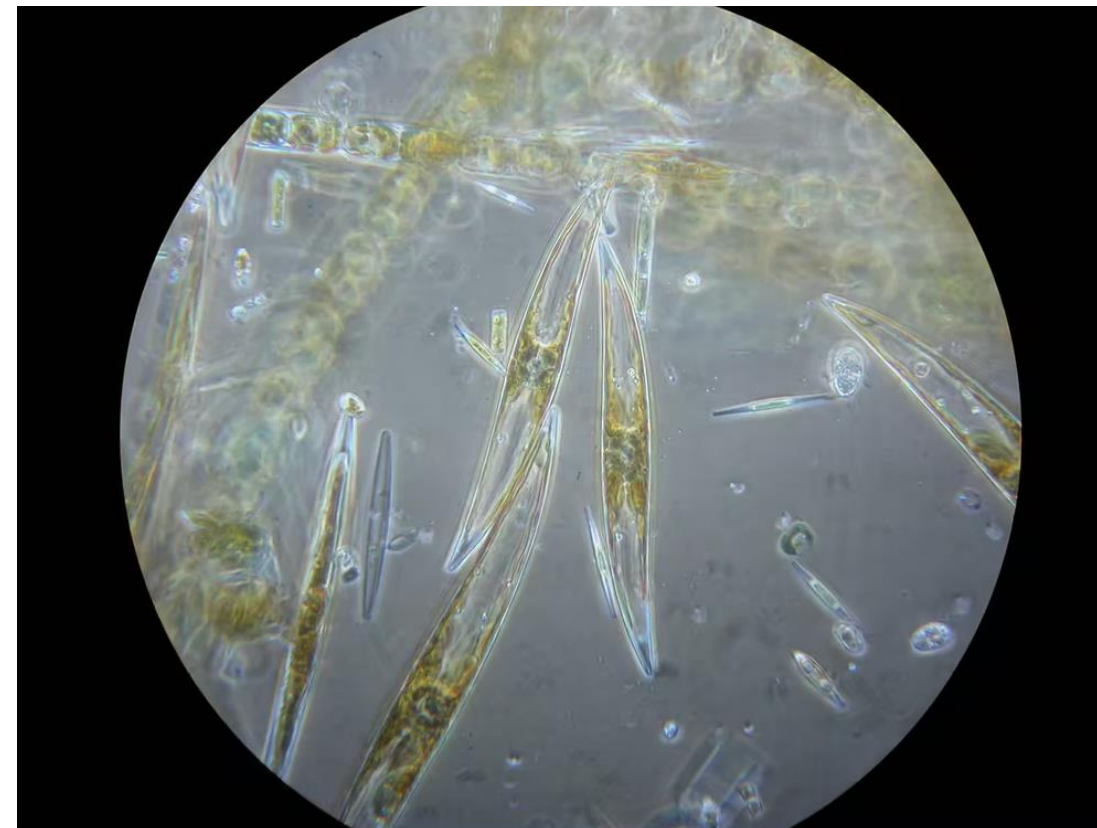
„Kryosphären“-Verlust (Meereis & Gletscher)

Meereis



NASA/Goddard Space
Flight Center Scientific
Visualization Studio
The Blue Marble data is
courtesy of Reto Stockli
(NASA/GSFC).

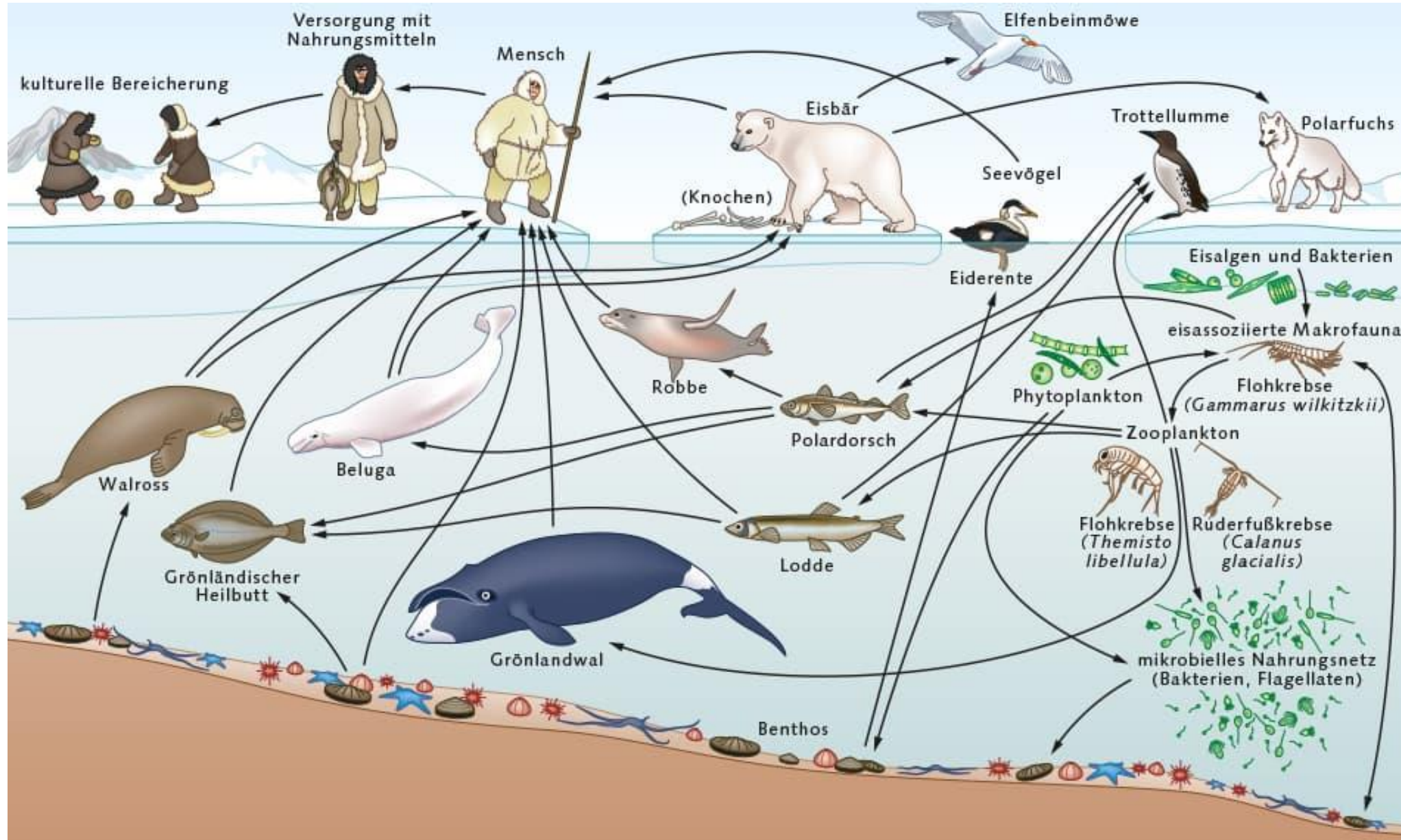
Eisalgen als Basis der Ökosystems Meereis



<https://skepticalscience.com/disappearing-sea-ice-changing-arctic-ecosystem.html>

Graham Underwood

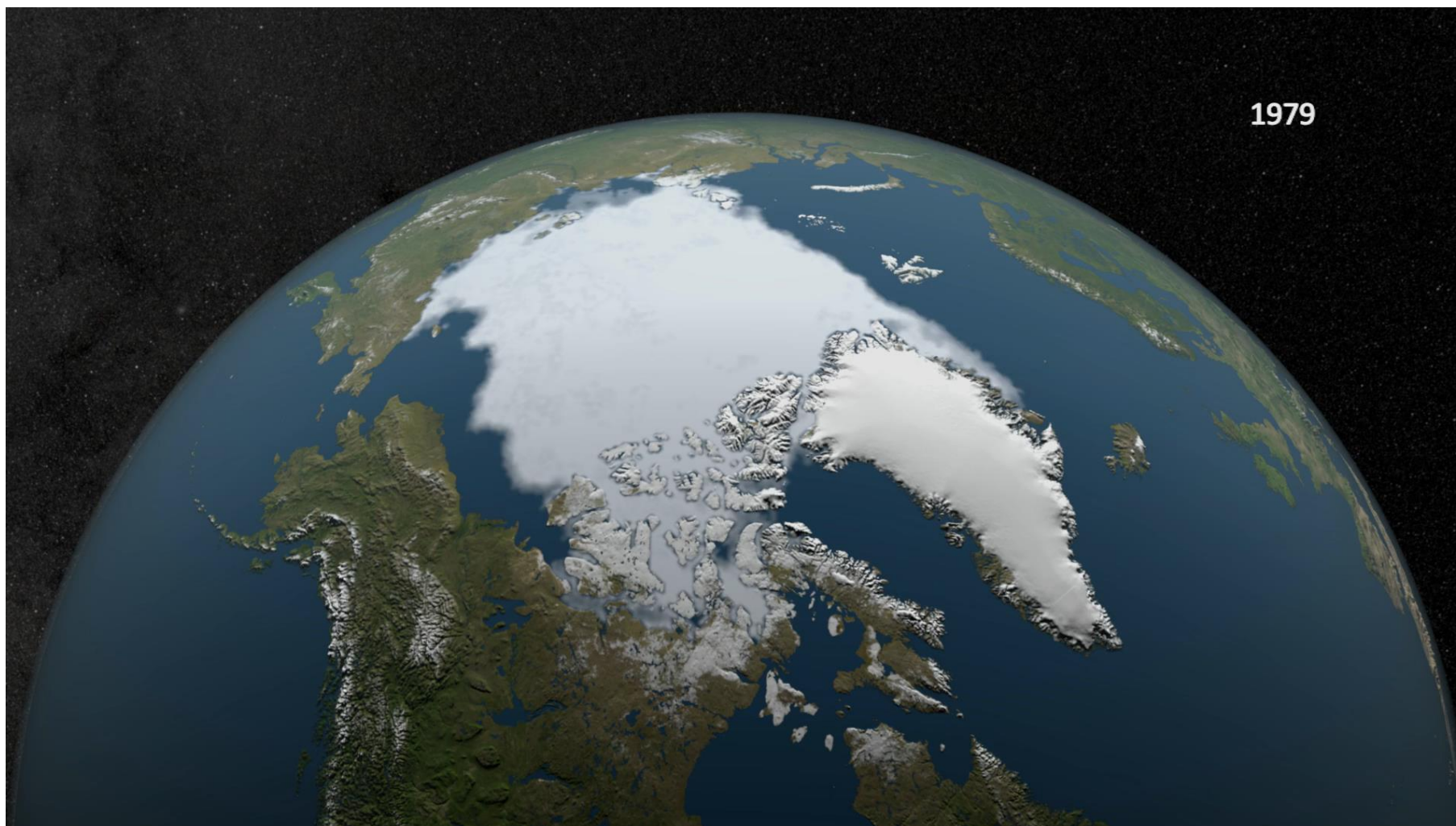
Ökosystem Meereis



Meereis – Kipp-Punkt („tipping points“)

Temperaturanstieg -> weniger Meereis -> weniger Strahlung reflektiert

-> mehr Energie absorbiert -> verstärkter Temperaturanstieg



NASA/Goddard Space
Flight Center Scientific
Visualization Studio
The Blue Marble data is
courtesy of Reto Stockli
(NASA/GSFC).

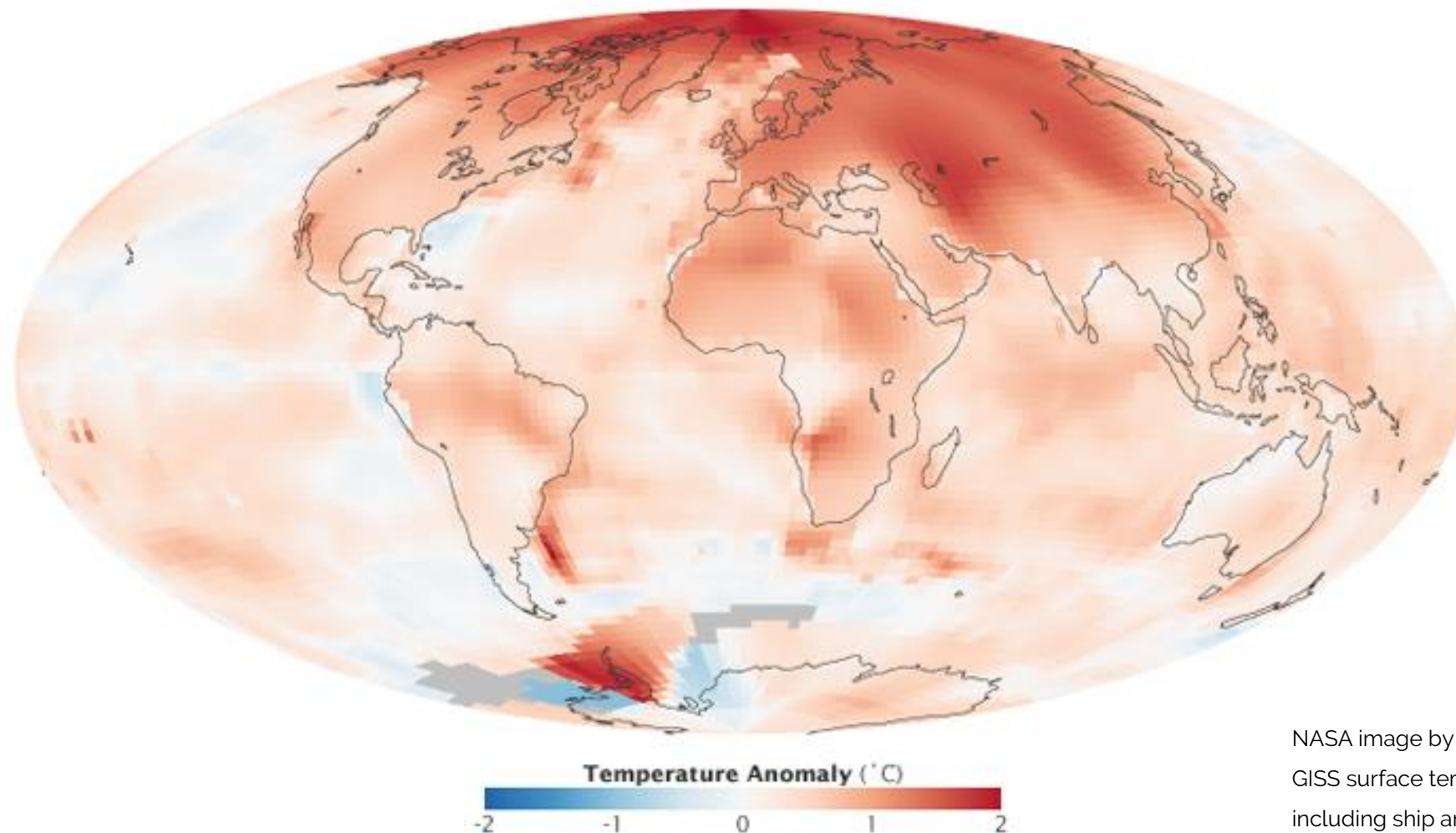
Arktische Amplifikation

Lufttemperatur-Anomalie

1951 - 1980

vs.

2000 - 2009



NASA image by Robert Simmon, based on GISS surface temperature analysis data including ship and buoy data from the Hadley Centre. Caption by Adam Voiland.

„Kryosphären“-Verlust (Meereis & Gletscher)

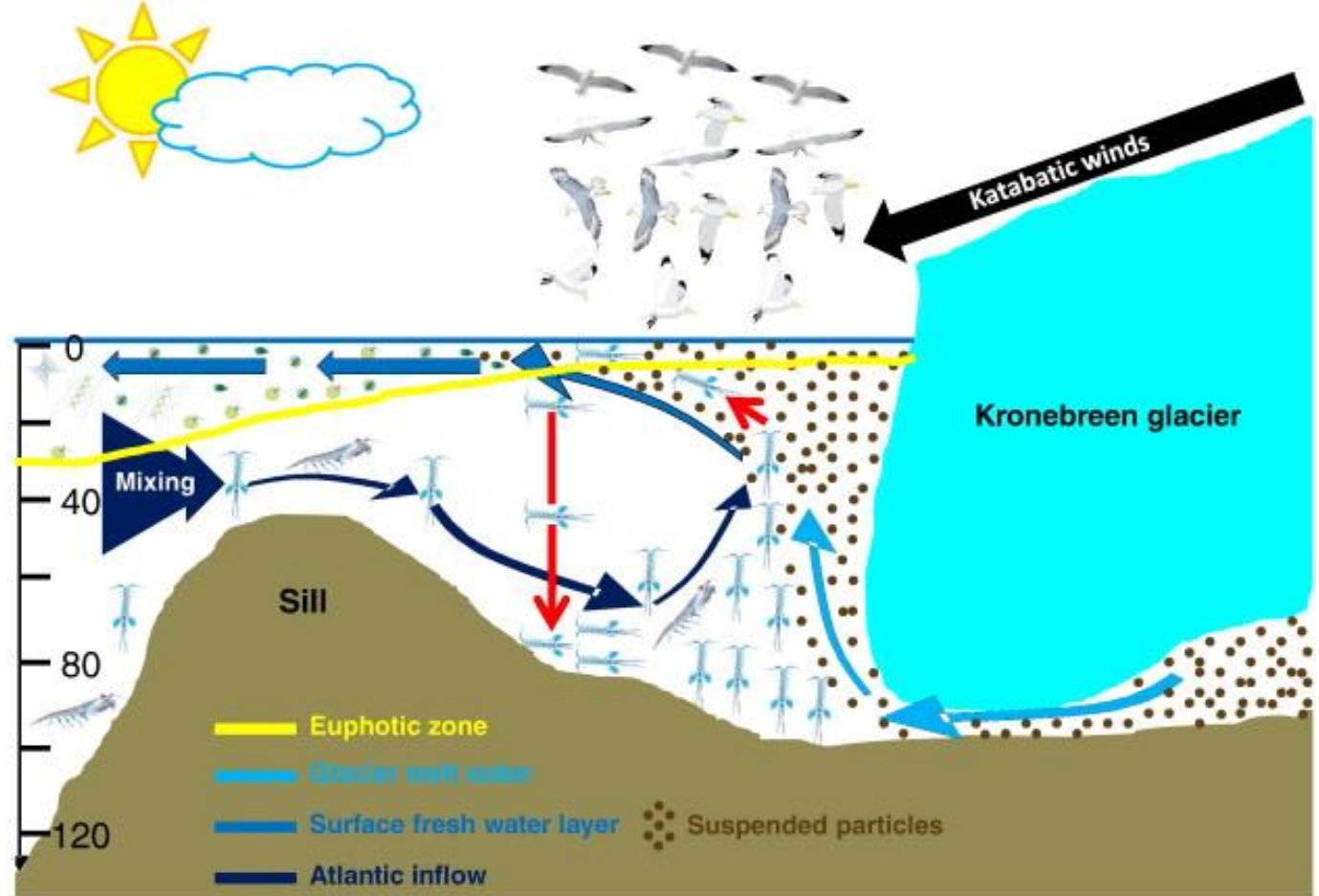
Gletscher



GW Gabrielsen

Gletscherfronten als
ökologische „Hotspots“

Ökosystem Gletscherfront



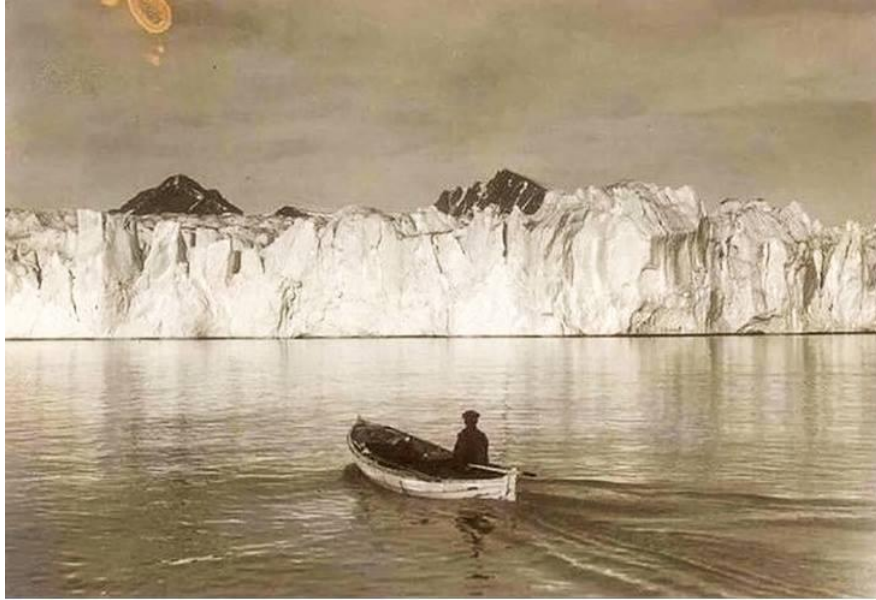
Lydersen et al. (2014)

The importance of tidewater glaciers for marine mammals and seabirds in Svalbard, Norway

Journal of Marine Systems 129, 452-471



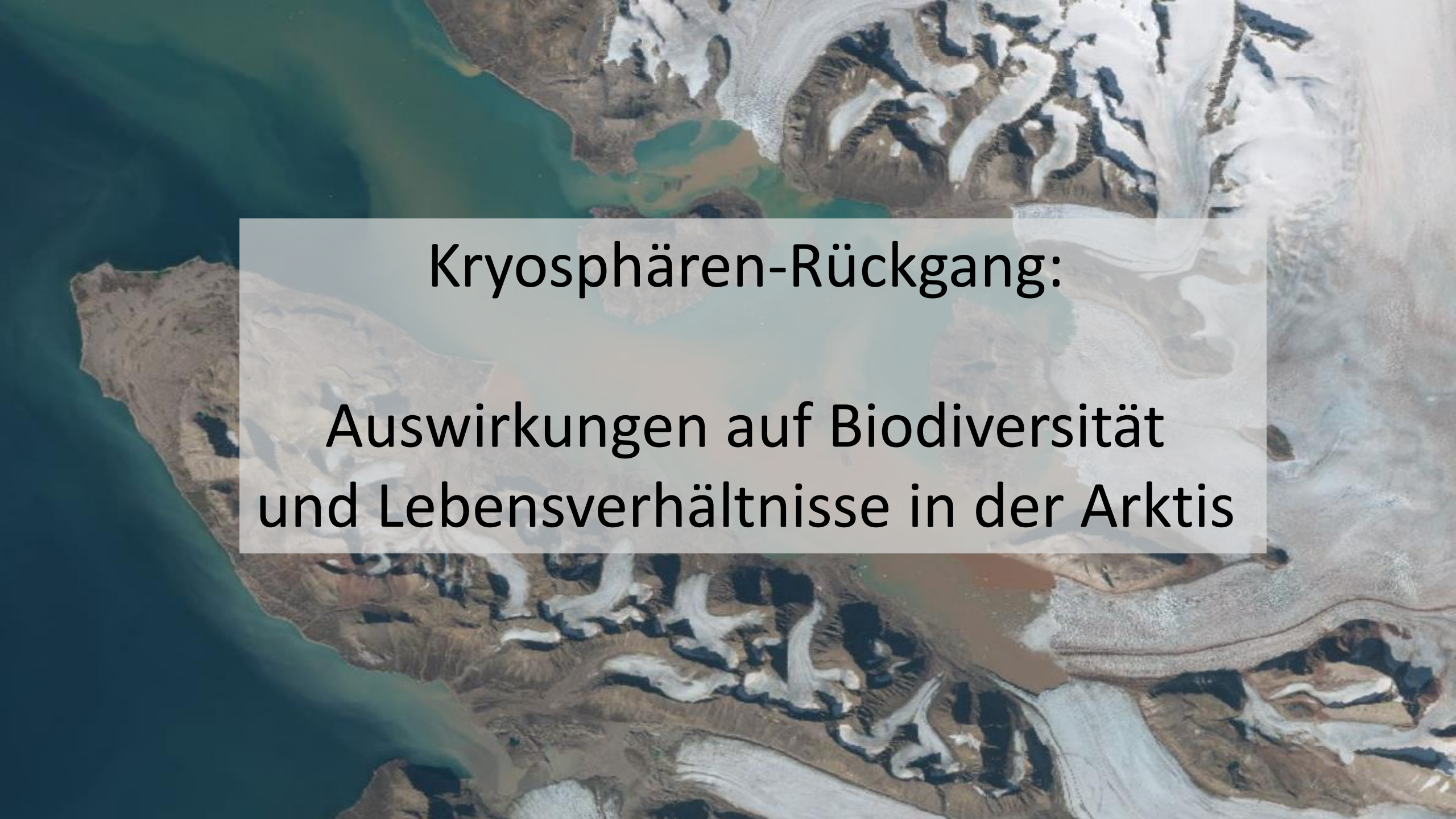
1919 - 2002



Rückzug bis zu
200 m / Jahr

„sea vs. land terminating“



An aerial photograph of a mountainous region. The terrain is rugged with brown and tan rocky slopes. Patches of white snow or ice are scattered across the mountain peaks and valleys. A large, dark blue lake is visible on the left side of the image. The overall scene depicts a high-altitude or alpine environment.

Kryosphären-Rückgang:

Auswirkungen auf Biodiversität
und Lebensverhältnisse in der Arktis

The Future of Arctic Coastal Ecosystems

Identifying Transitions in Fjord Systems and Adjacent Coastal Area



Konsortium

8 Länder
14 Partnerinstitutionen



Budget

6,4 Mio €



Koordination

Meeresbotanik, Universität Bremen, Deutschland



Förder-Nr.

869154



Dauer

November 2020 – Oktober 2024



Homepage

www.face-it-project.eu

The Future of Arctic Coastal Ecosystems

Identifying Transitions in Fjord Systems and Adjacent Coastal Areas



NORDLANDSFORSKNING
NORDLAND RESEARCH INSTITUTE



VESTLANDSFORSKING



廈門大學
XIAMEN UNIVERSITY

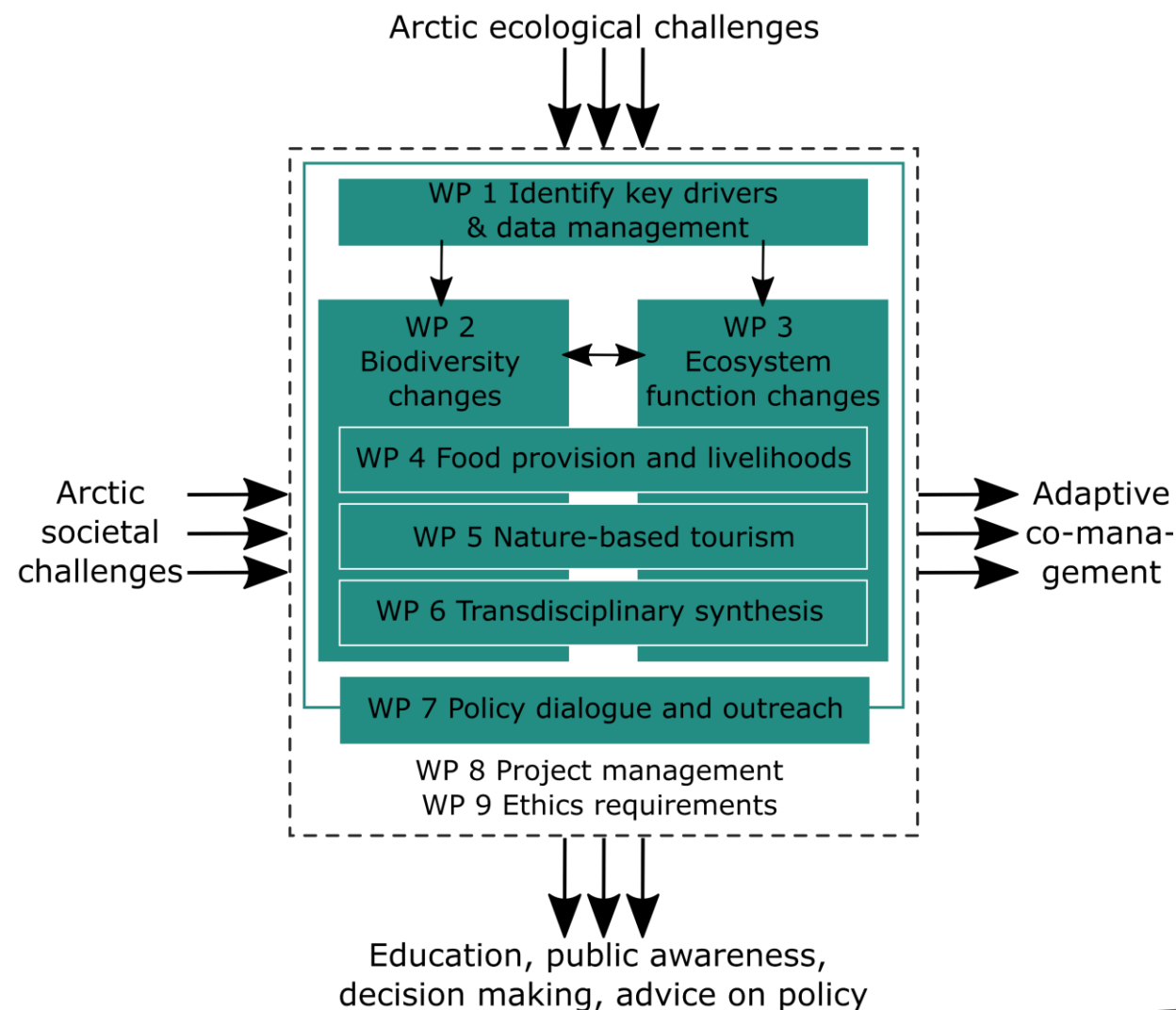


AALBORG UNIVERSITY

The Future of Arctic Coastal Ecosystems

Identifying Transitions in Fjord Systems and Adjacent Coastal Areas

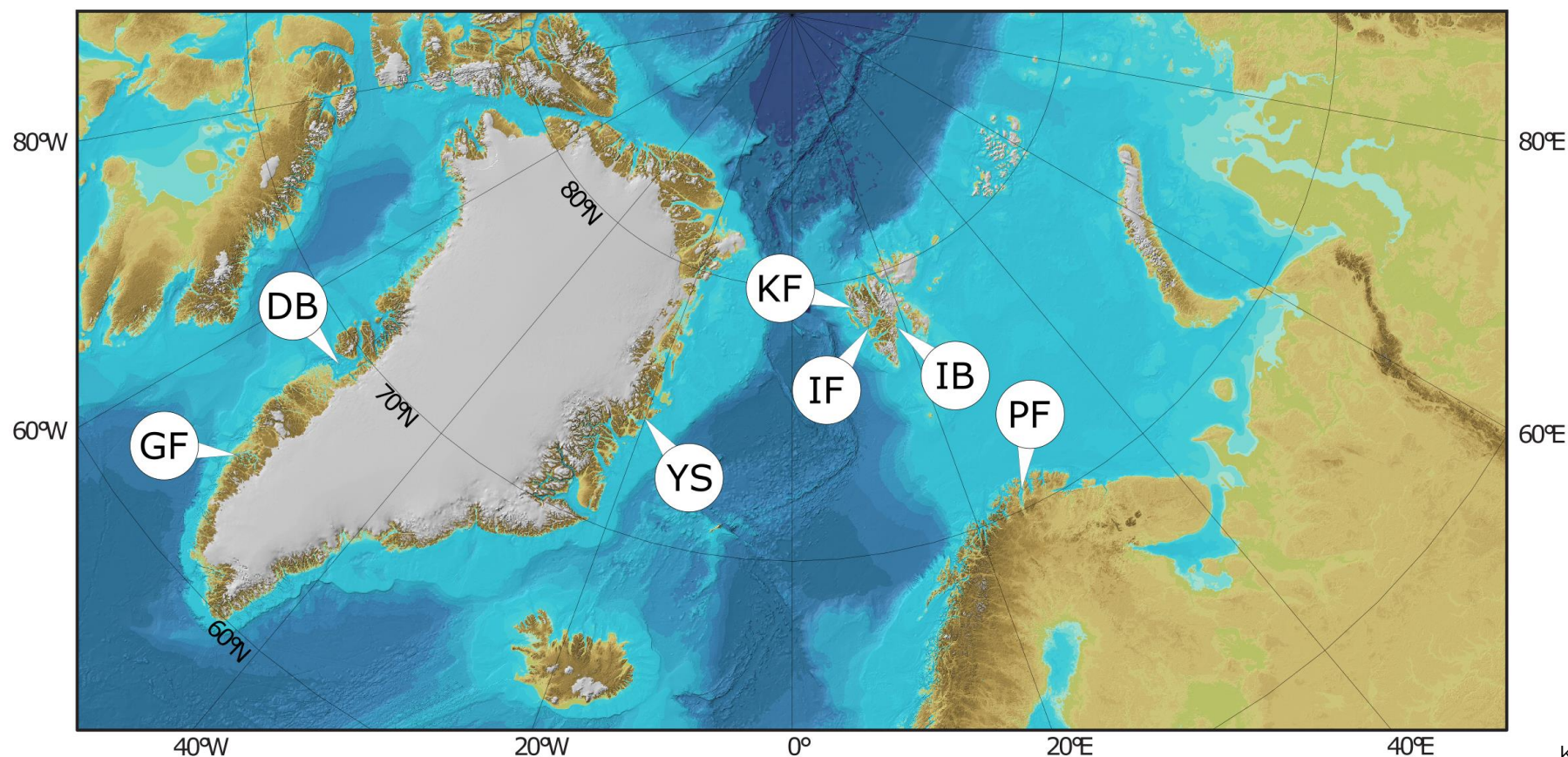
Adaptives Co-Management sozial-ökologischer Fjordsysteme unter dem Einfluss von Eis-Verlust und Biodiversitäts-Wandel



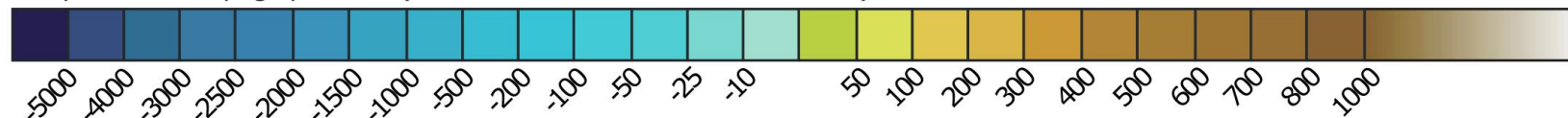
The Future of Arctic Coastal Ecosystems

Identifying Transitions in Fjord Systems and Adjacent Coastal Areas

hoch-arktisch
vs
im Wandel
vs
umgewandelt

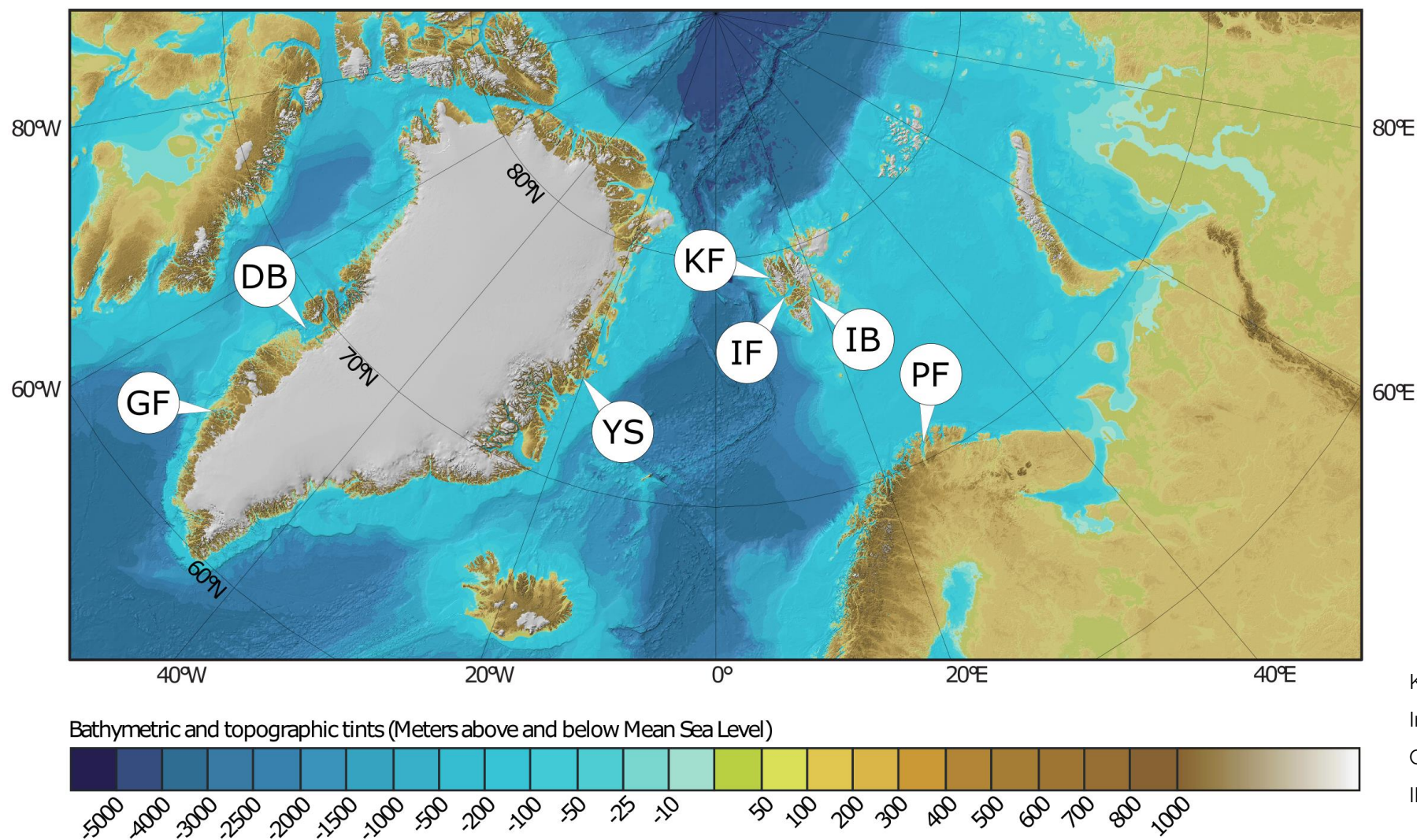


Bathymetric and topographic tints (Meters above and below Mean Sea Level)



Karte basierend auf: The International Bathymetric Chart of the Arctic Ocean IBCAO; Jakobsson et al. 2012

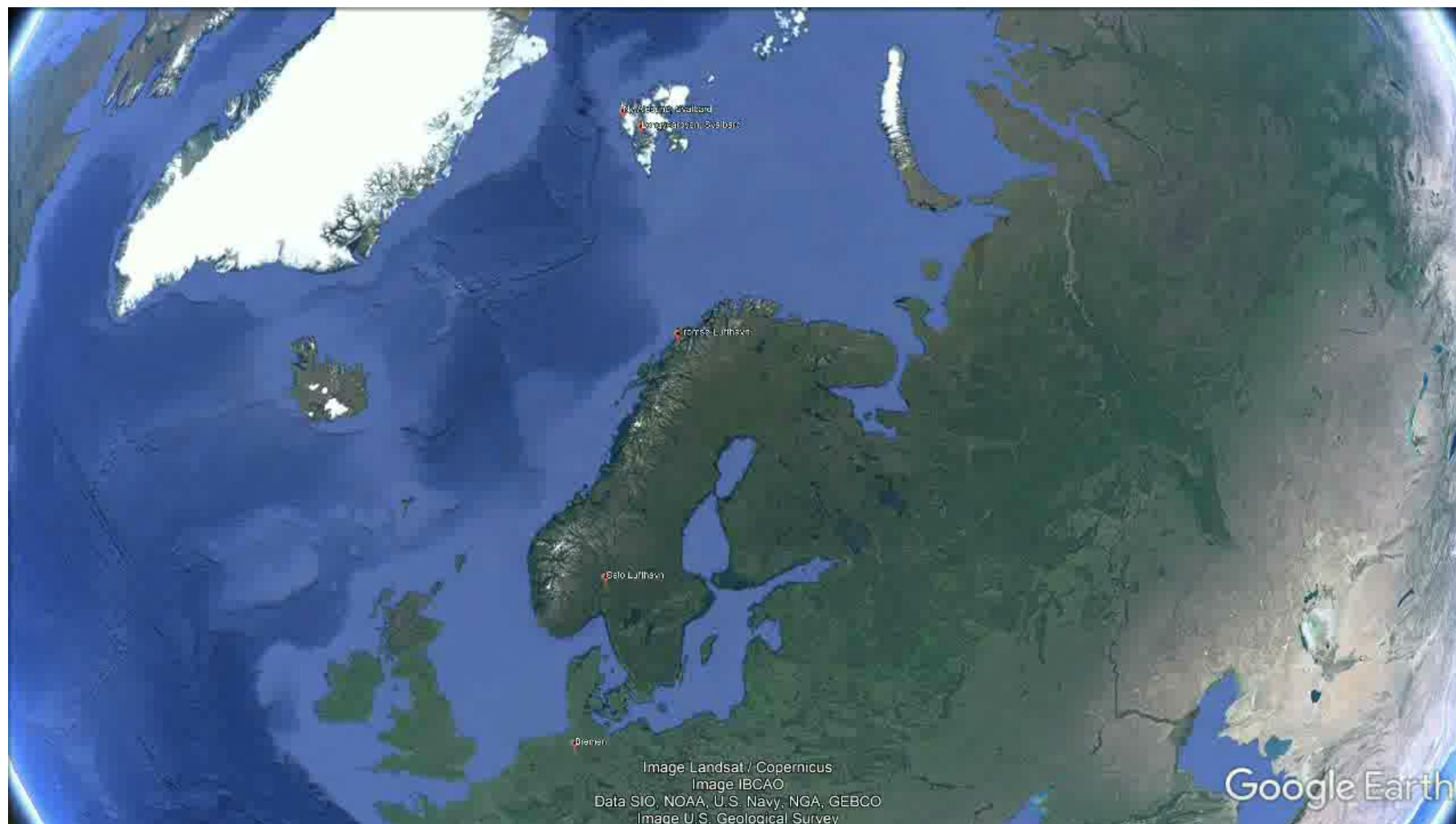
Beispiele aus der Forschung



Karte basierend auf: The International Bathymetric Chart of the Arctic Ocean IBCAO; Jakobsson et al. 2012

Kongsfjorden, Svalbard

Der best-untersuchtteste Fjord der Arktis



Kongsfjorden, Svalbard

Der best-untersuchtste Fjord der Arktis



video: S. Jungblut

Kongsfjorden, Svalbard

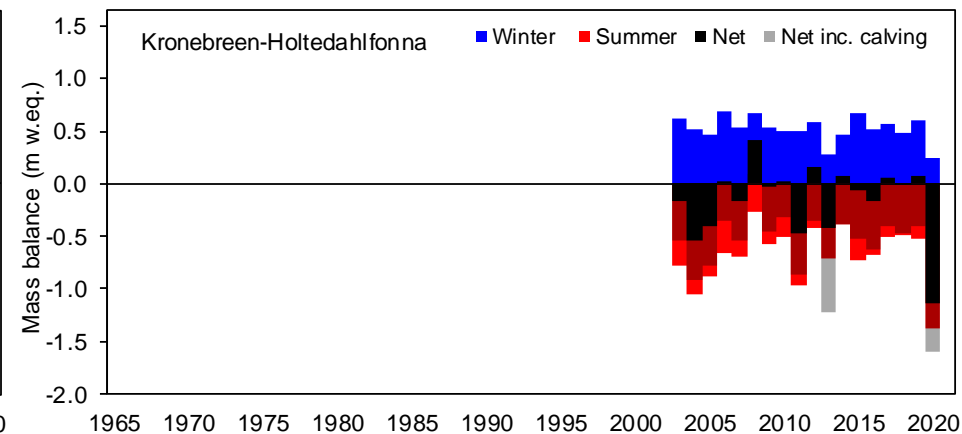
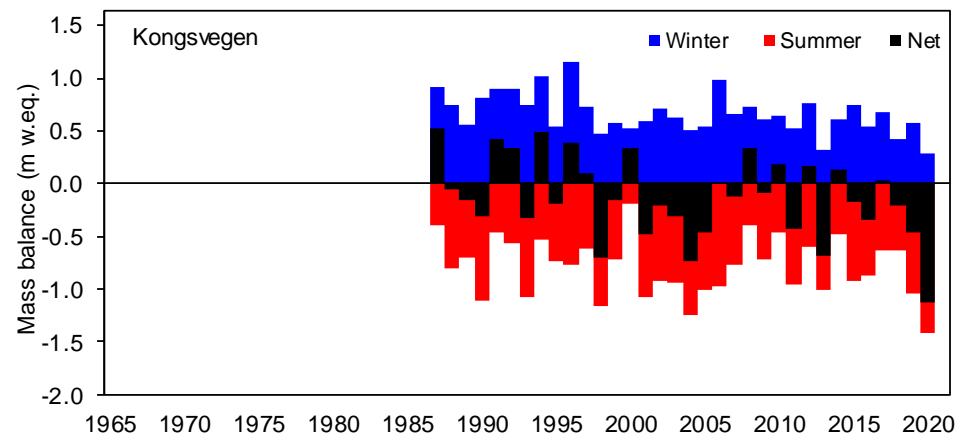
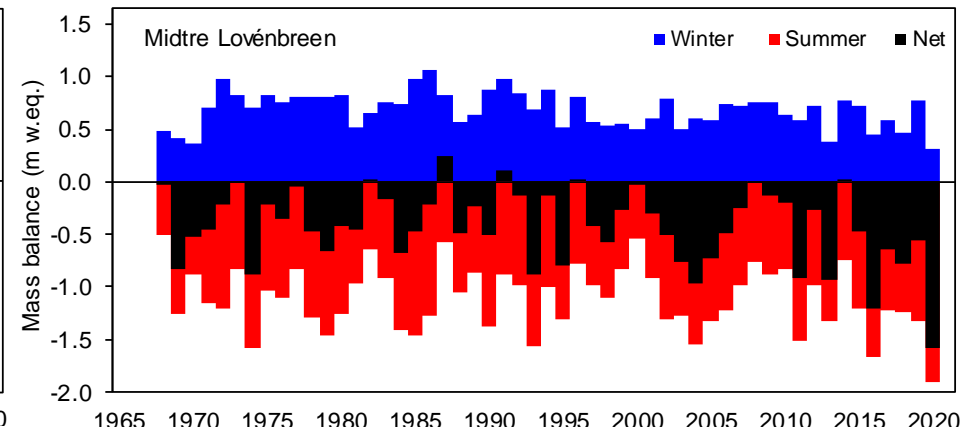
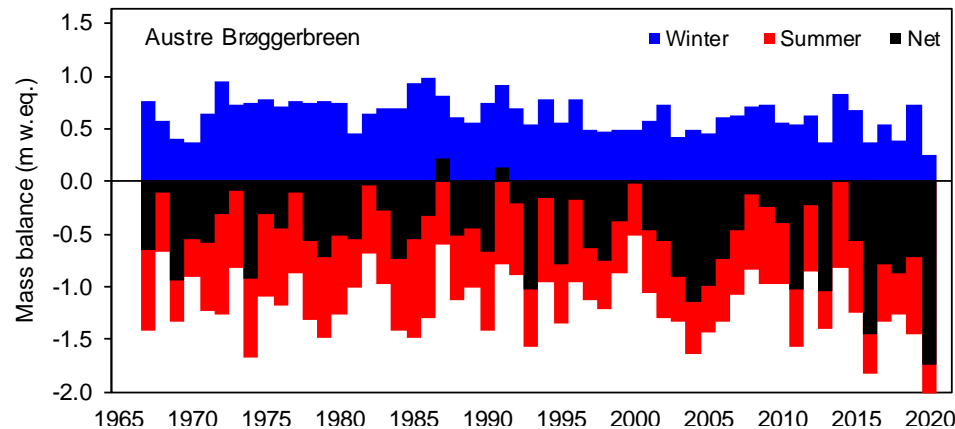
Der best-untersuchtete Fjord der Arktis



Karte:
<https://toposvalbard.npolar.no>

Gletscher im Kongsfjord, Spitzbergen

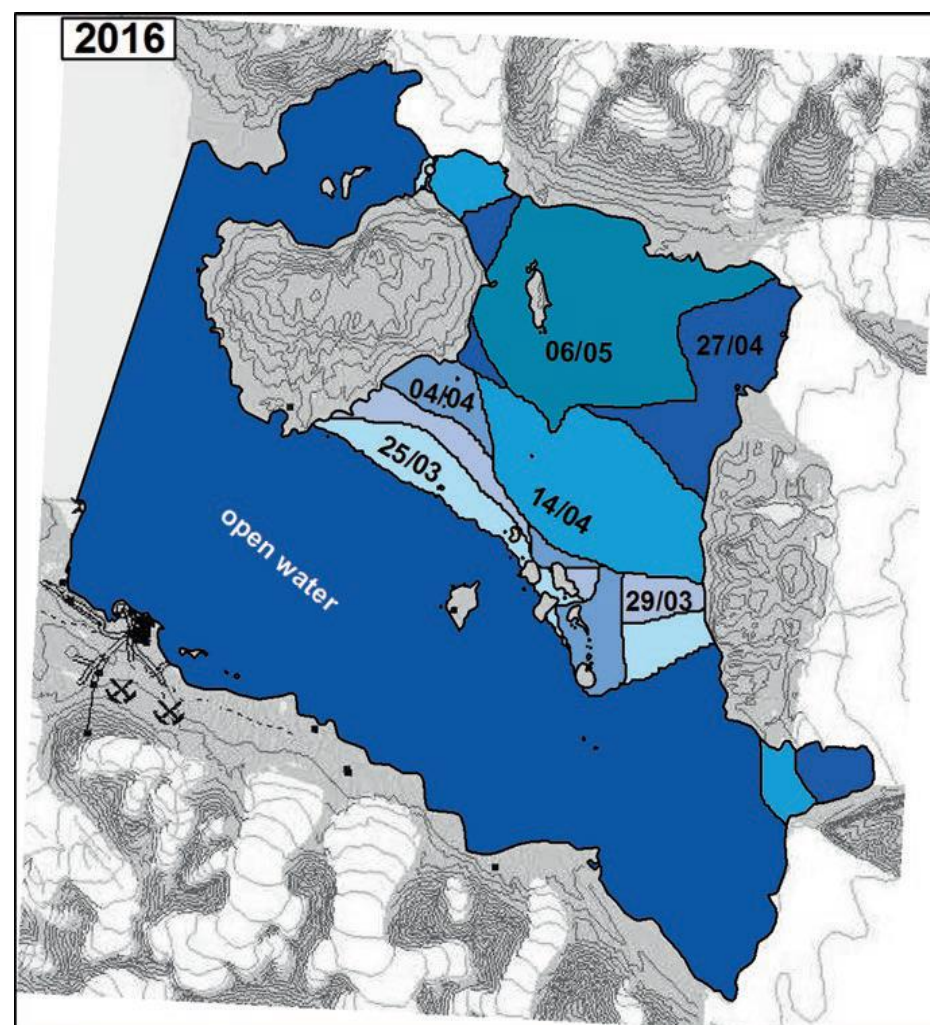
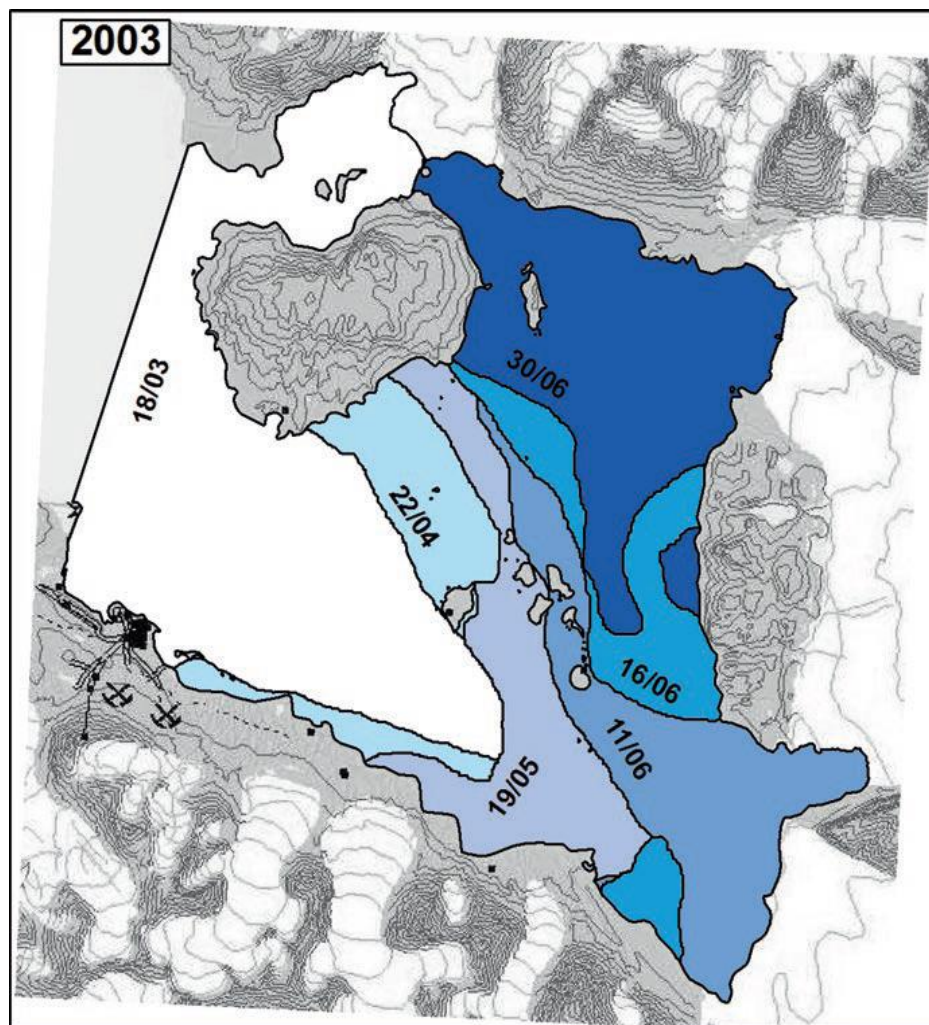
Negative Massenbilanzen



Daten: NPI

Meereis im Kongsfjord

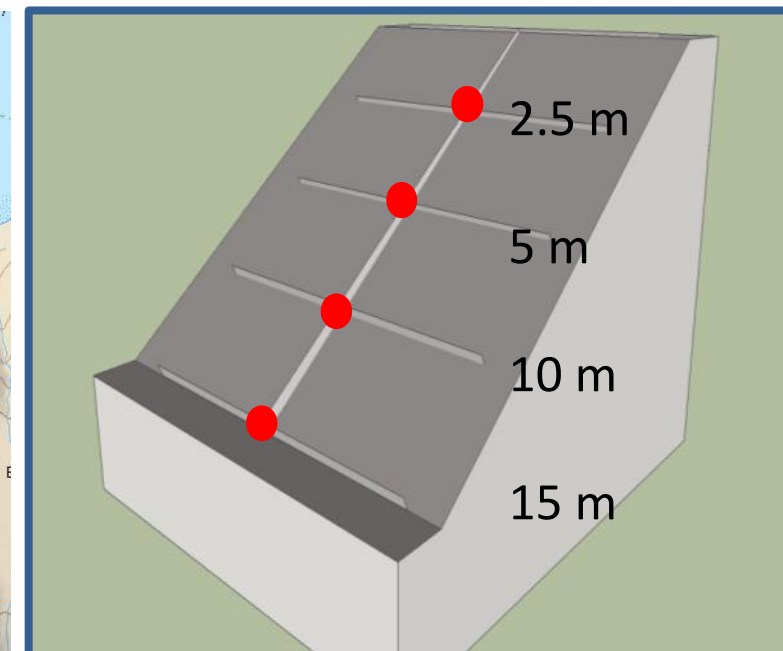
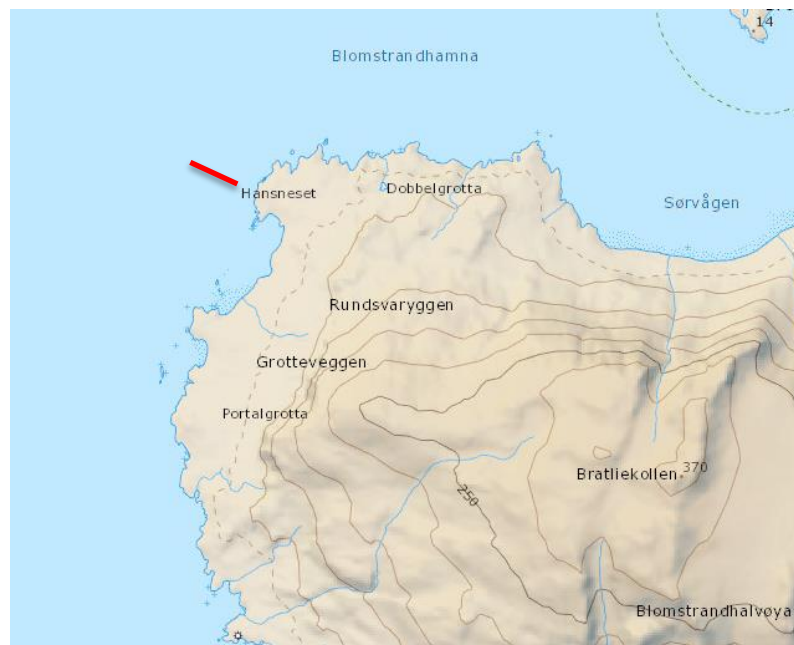
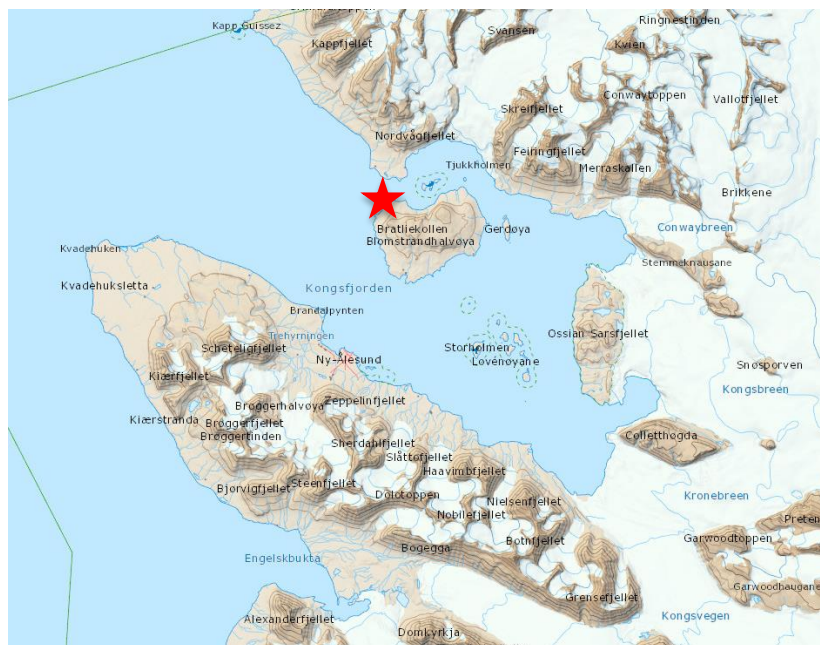
Weniger und weniger...



Daten: NPI

Der Kongsfjord im Wandel

Benthos-Untersuchungen bei Hansneset 1996/1998, 2012/2013, 2021

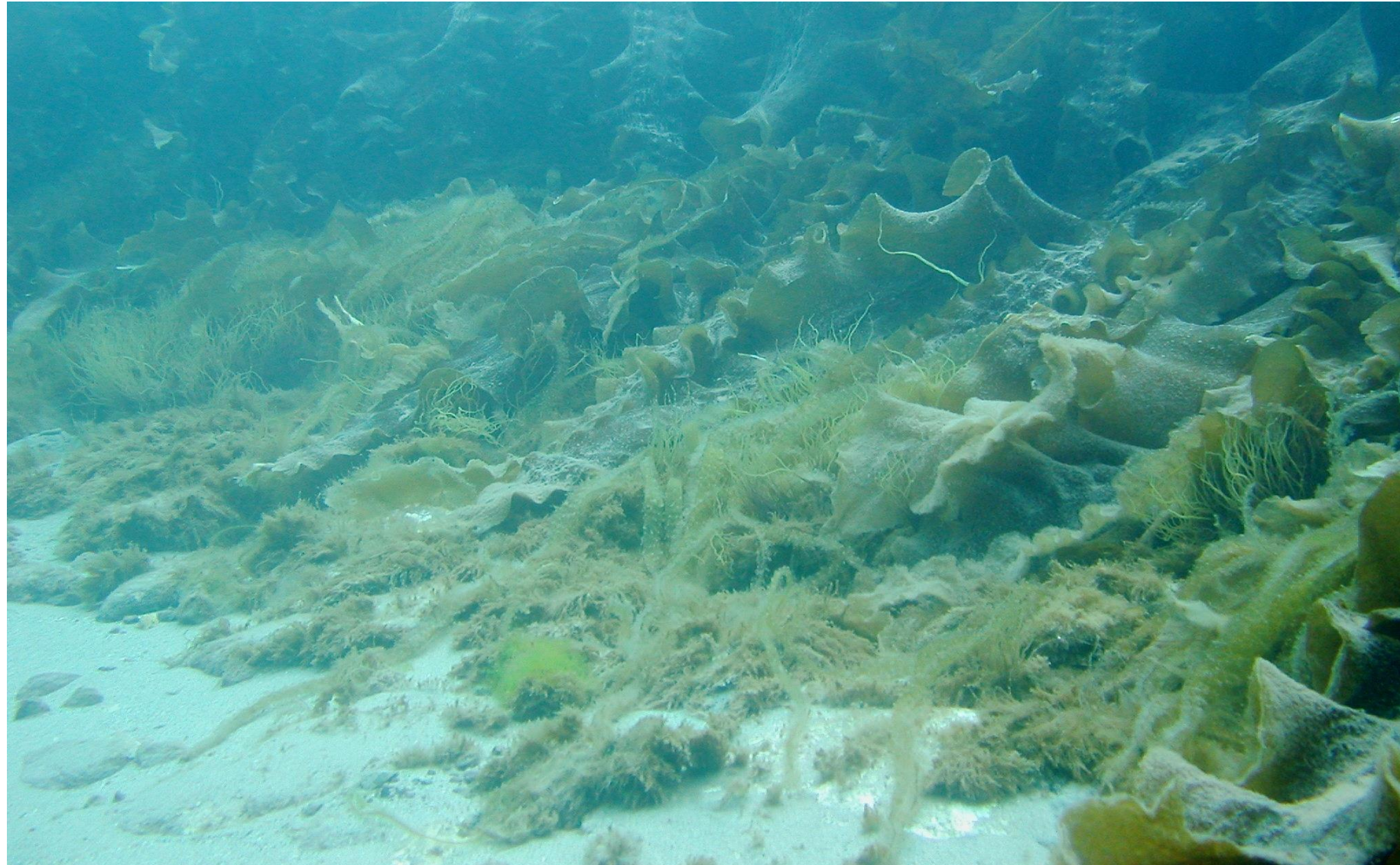


Karten: <https://toposvalbard.npolar.no>

Schema: AWI

Die Algen-Gemeinschaften im Kongsfjord verändern sich

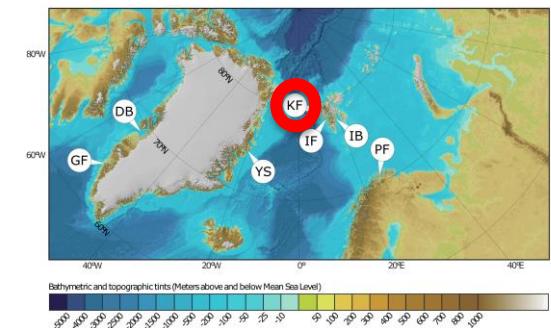
M. Schwanitz, AWI



Kongsfjorden, Svalbard

Beispiele aus der Forschung - Jahr 1

Makroalgen:
Tiefenverteilung,
Biodiversität,
kryptische Arten
Primärproduktion,
Barcode Library,
eDNA

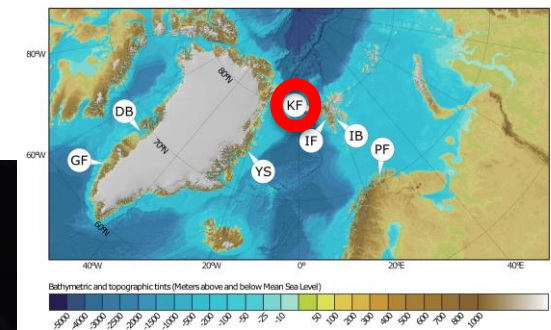
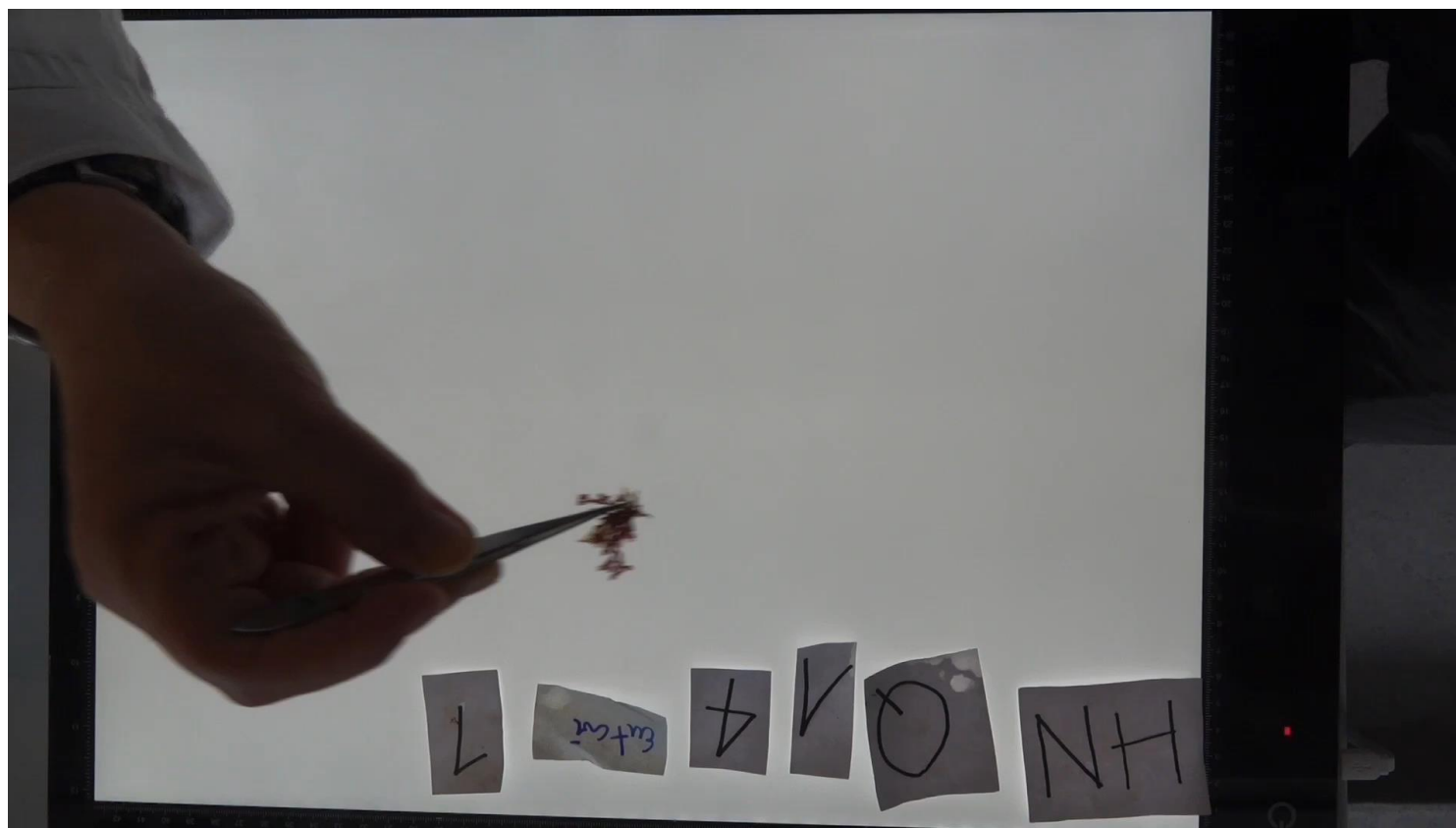


Fotos: S. Jungblut

Kongsfjorden, Svalbard

Beispiele aus der Forschung - Jahr 1

Makroalgen:
 Tiefenverteilung,
 Biodiversität,
 kryptische Arten
 Primärproduktion,
 Barcode Library,
 eDNA



Video: S. Jungblut

Kongsfjorden, Svalbard

Beispiele aus der Forschung - Jahr 1

Wissenschaftliches

Tauchen:

Probennahmen bei
Hansneset

Weiterführung von
Zeitreihen

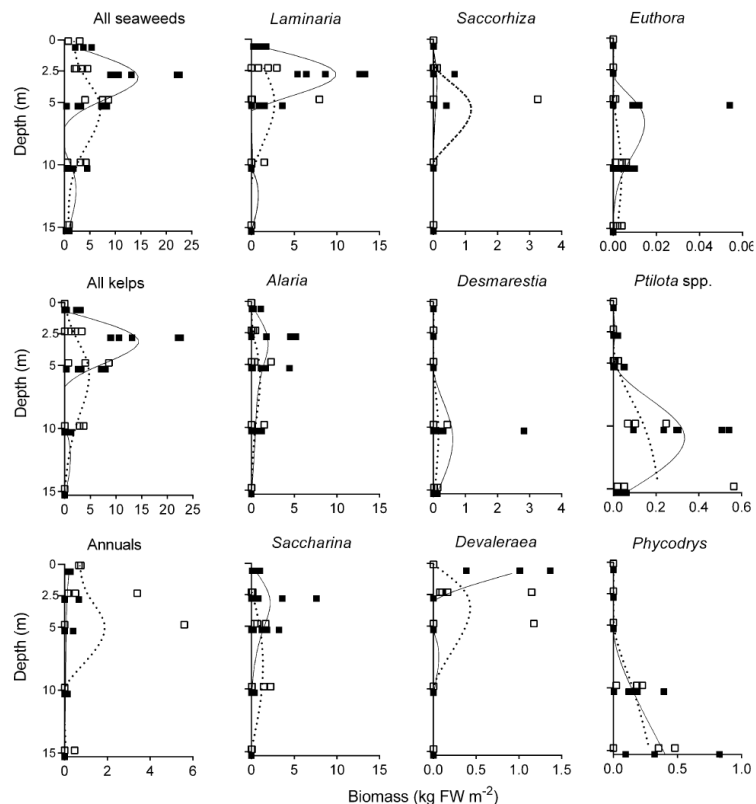
1996/1998

VS

2012/2013

VS

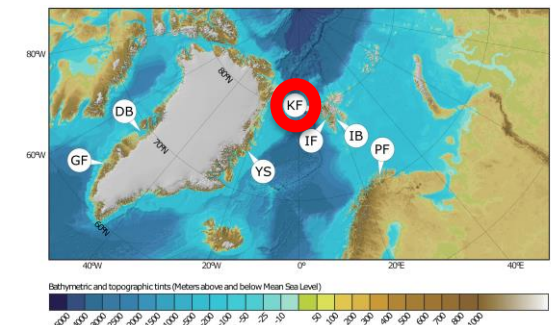
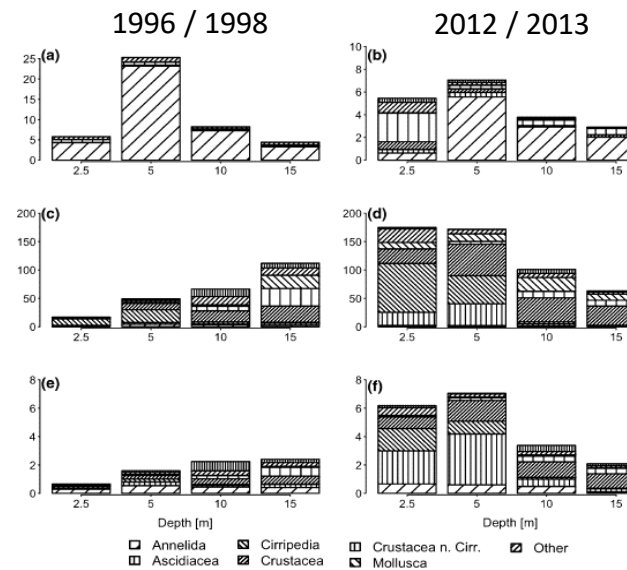
2021



Abundanz
[1000 ind. m⁻²]

Biomasse
AFDW
[g m⁻²]

Produktivität
[gC m⁻² yr⁻¹]



Artenzusammensetzung, Biomasse, Tiefenverteilung

Bartsch et al. 2016

Paar et al. 2016

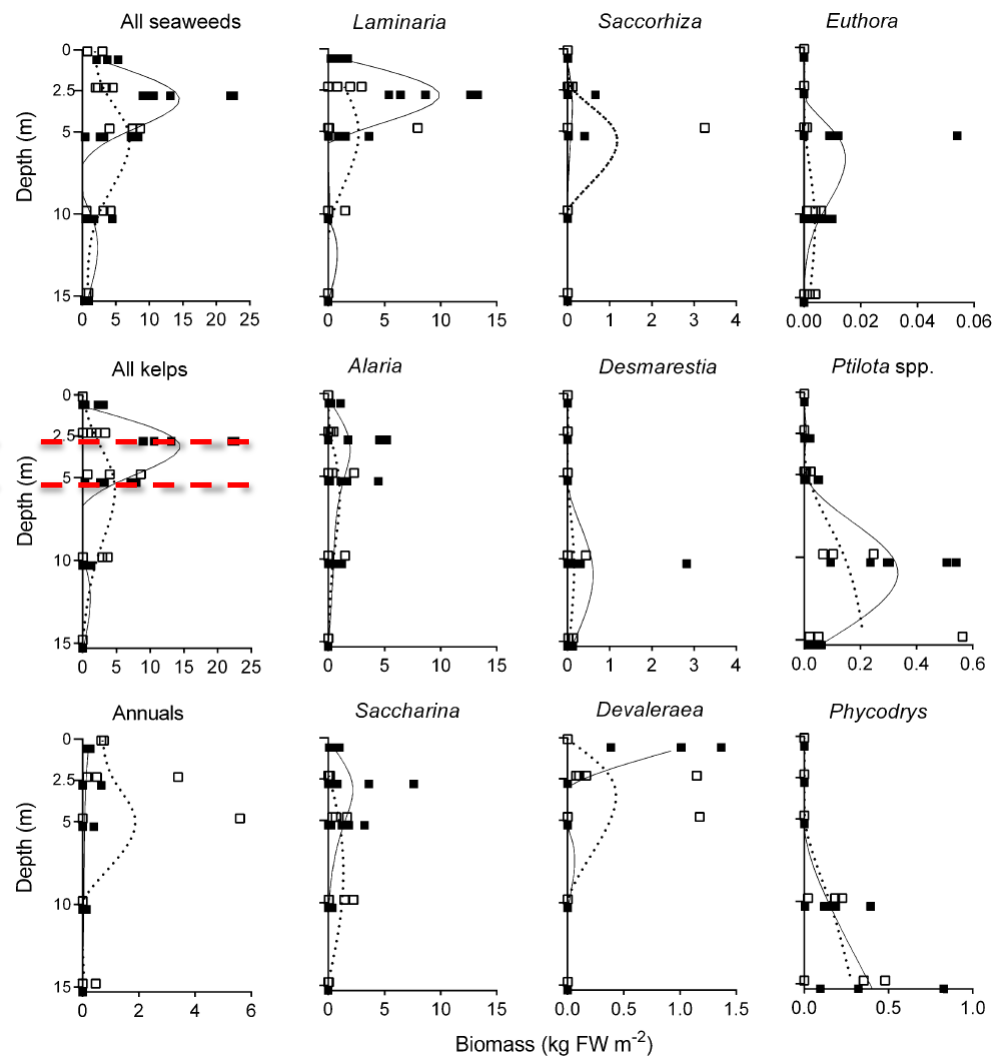
Der Kongsfjord im Wandel

Makroalgen bei Hansneset

2012 / 2013



1996 / 1998

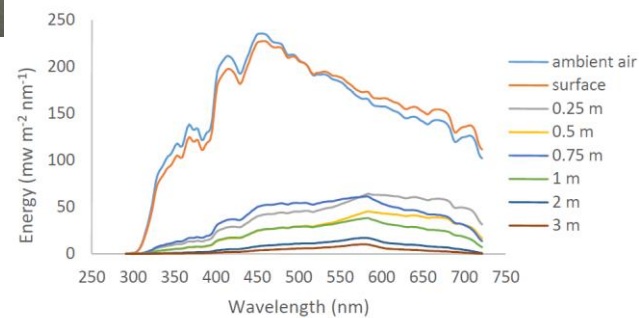
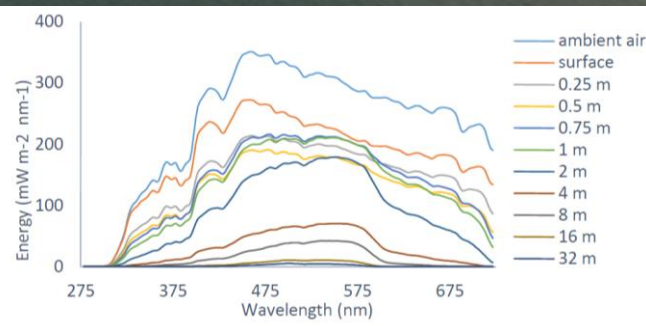
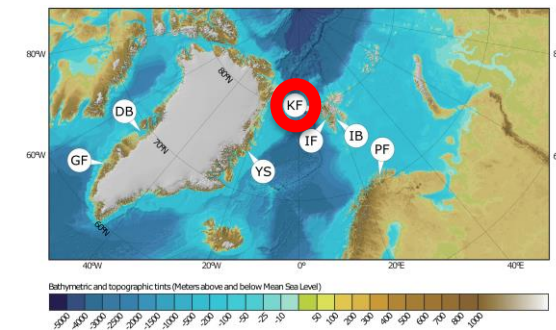


Bartsch et al. 2016

Kongsfjorden, Svalbard

Beispiele aus der Forschung - Jahr 1

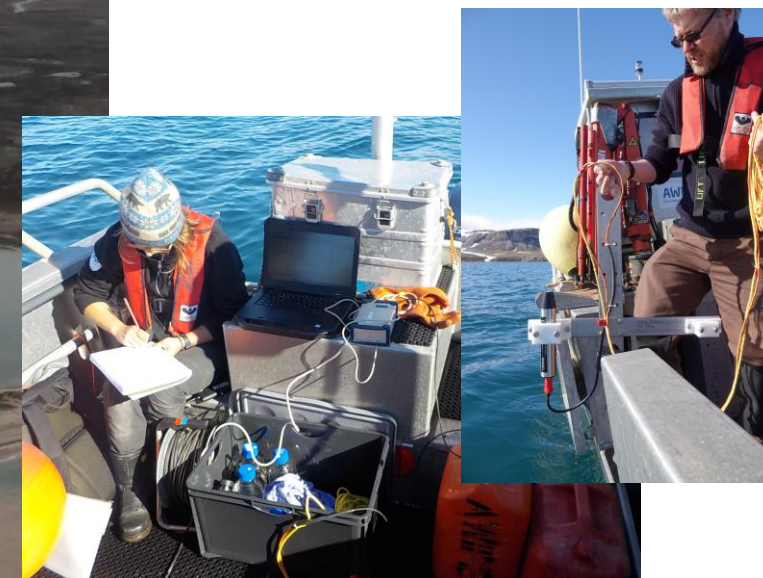
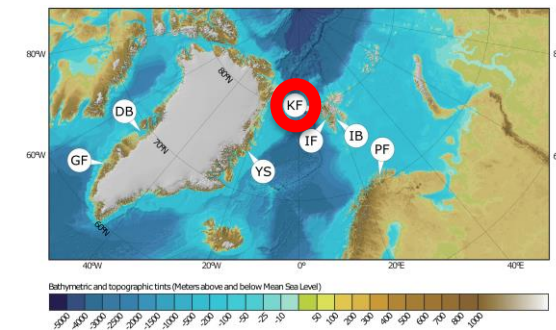
Licht-Klima unter
terrestrischem
Sediment-
Einfluss



Kongsfjorden, Svalbard

Beispiele aus der Forschung - Jahr 1

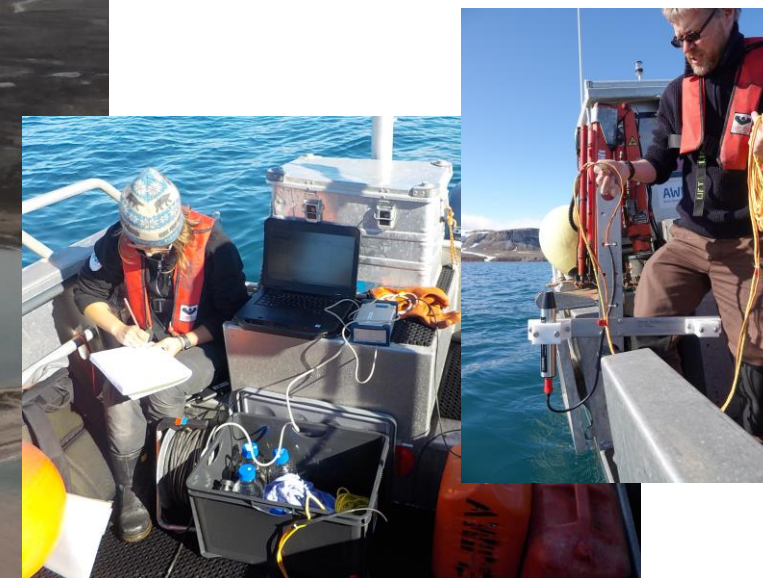
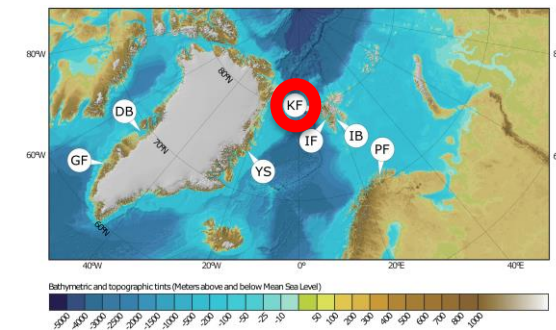
Licht-Klima unter
terrestrischem
Sediment-
Einfluss



Kongsfjorden, Svalbard

Beispiele aus der Forschung - Jahr 1

Licht-Klima unter
terrestrischem
Sediment-
Einfluss

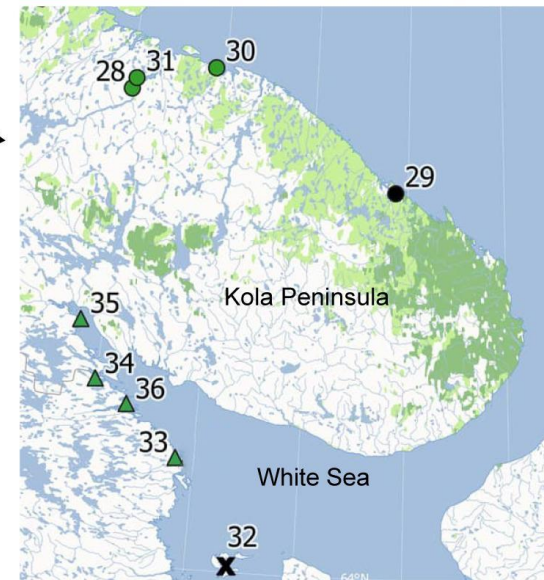
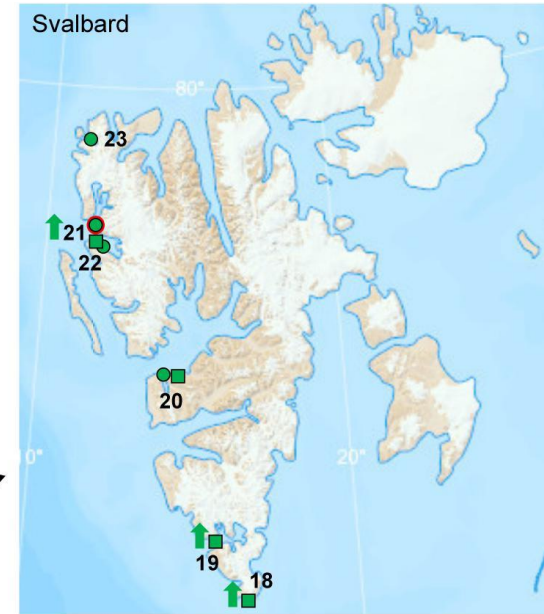
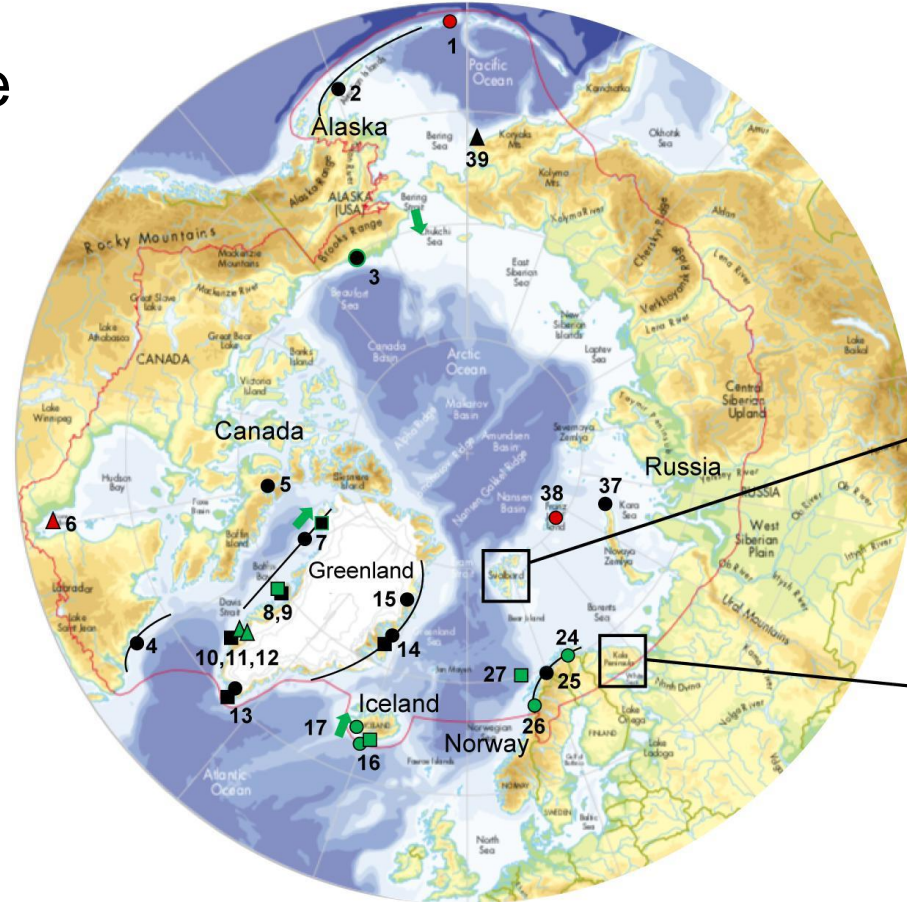


photos: Kai Bischof
& S. Jungblut

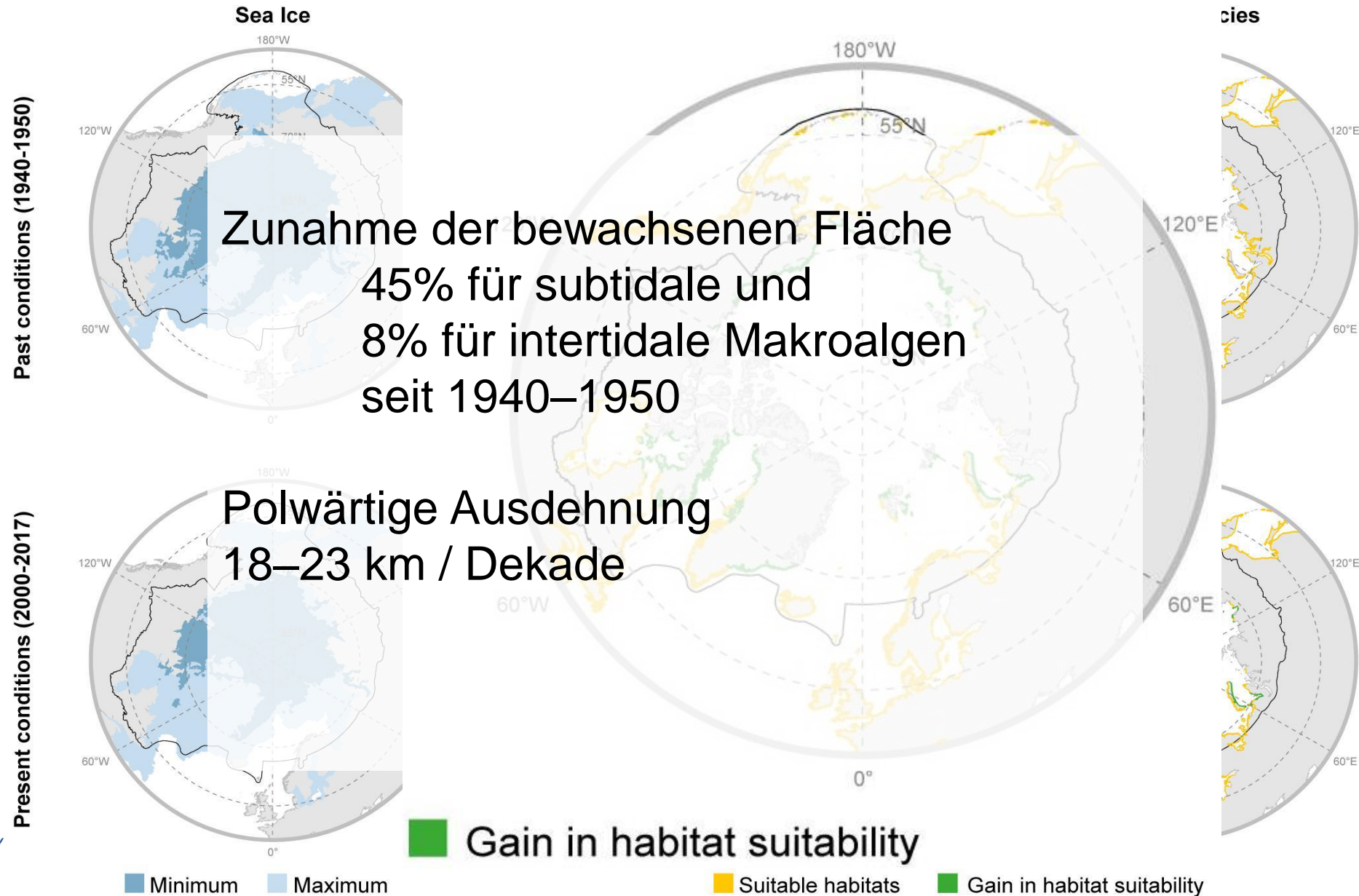
Veränderung der Algenvegetation in der gesamten Arktis?

Krause-Jensen et al. 2020 Front Mar Sci: 617-638

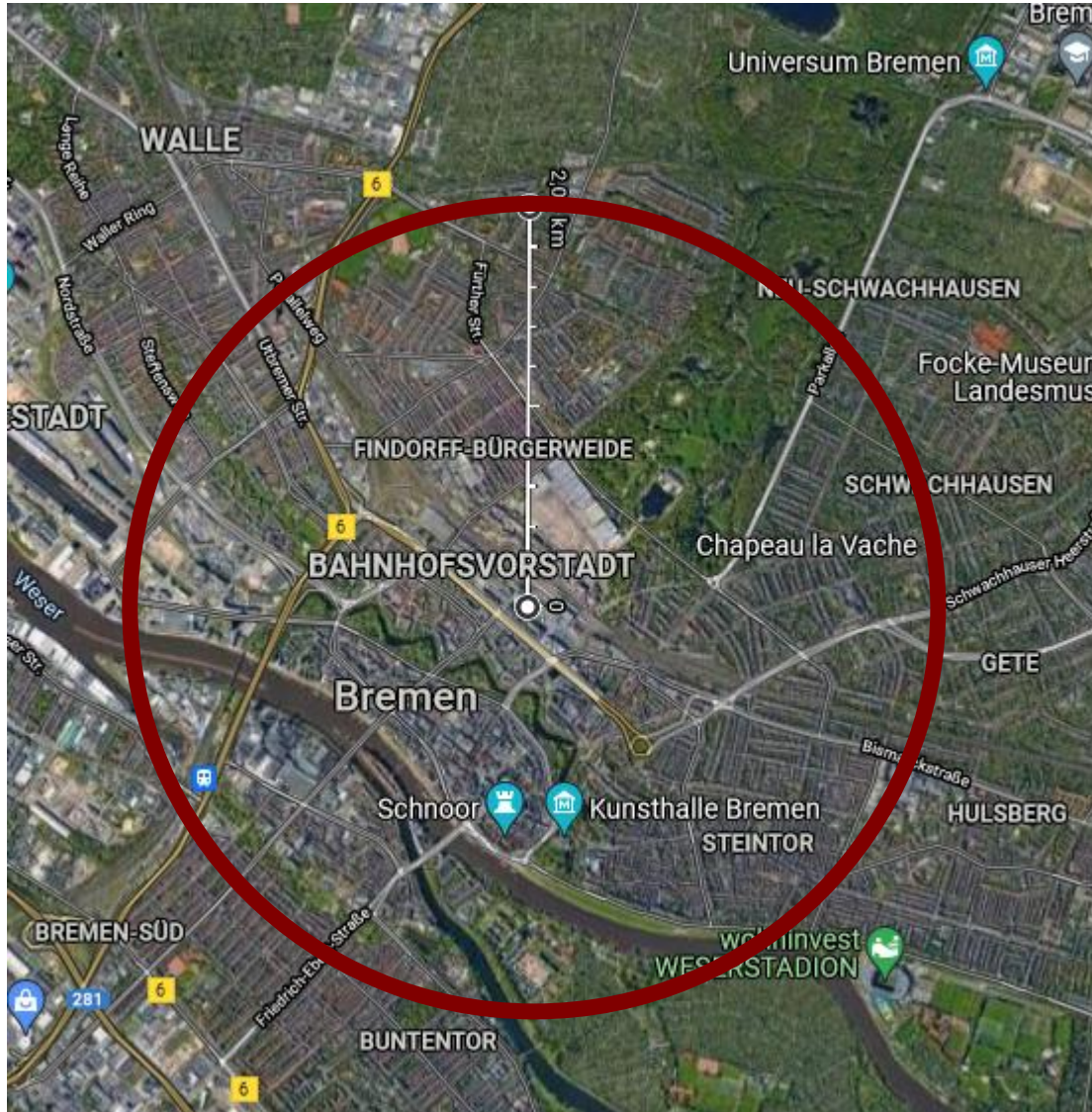
Imprint of Climate Change on Pan-Arctic Marine Vegetation



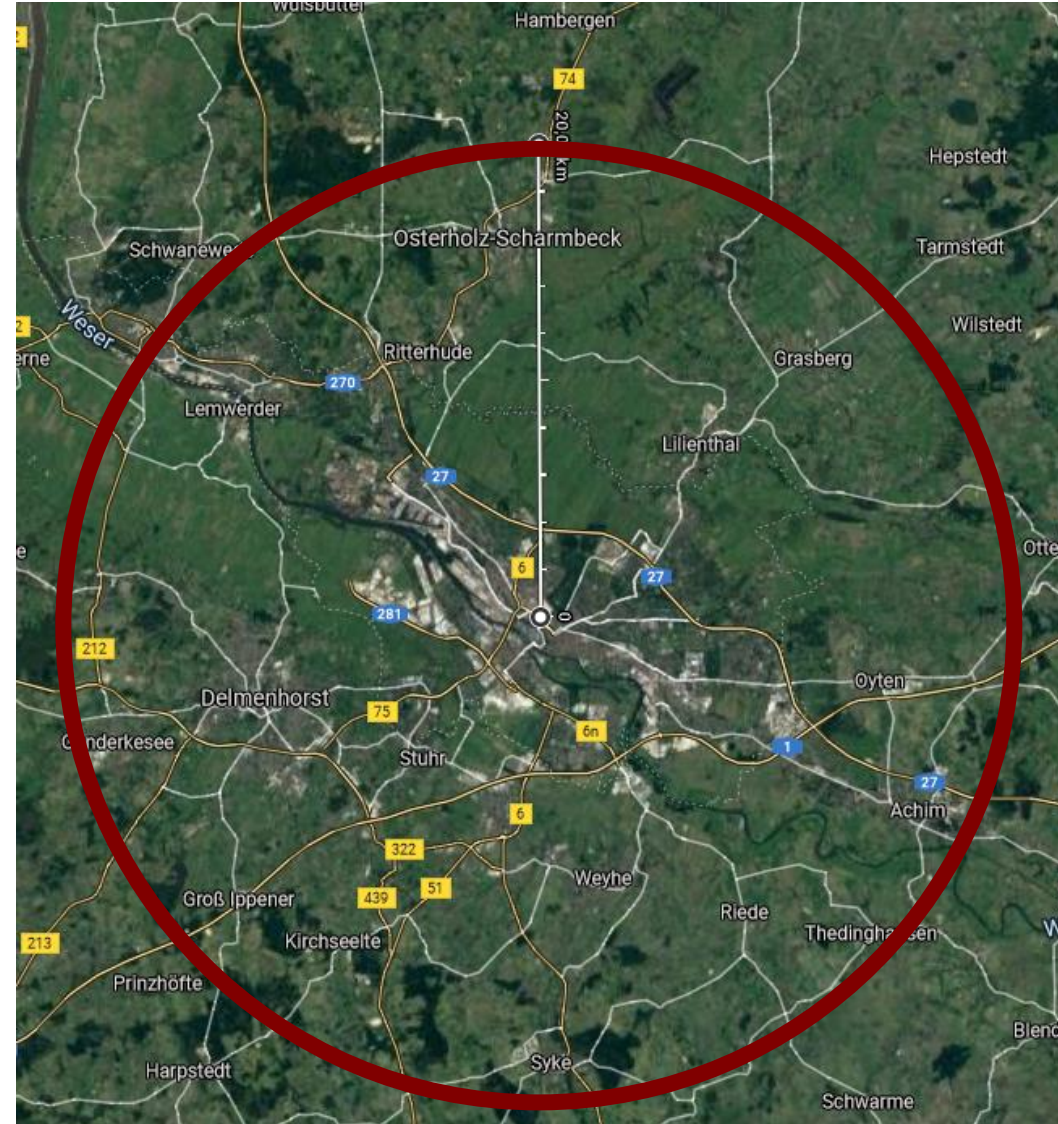
Imprint of Climate Change on Pan-Arctic Marine Vegetation



20 km / 10 Jahre: Ist das viel?



Ein Jahr



Zehn Jahre

Mögliche soziale Auswirkungen:

Perspektiven für die Algen-Aquakultur im hohen Norden?

Praktikabel?

Kosten/Nutzen?

Alternative Einkommensquelle?

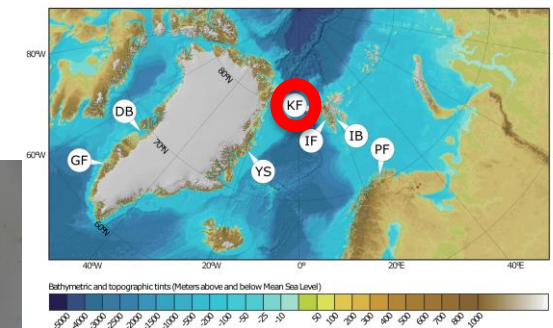
Akzeptanz?



Kongsfjorden, Svalbard

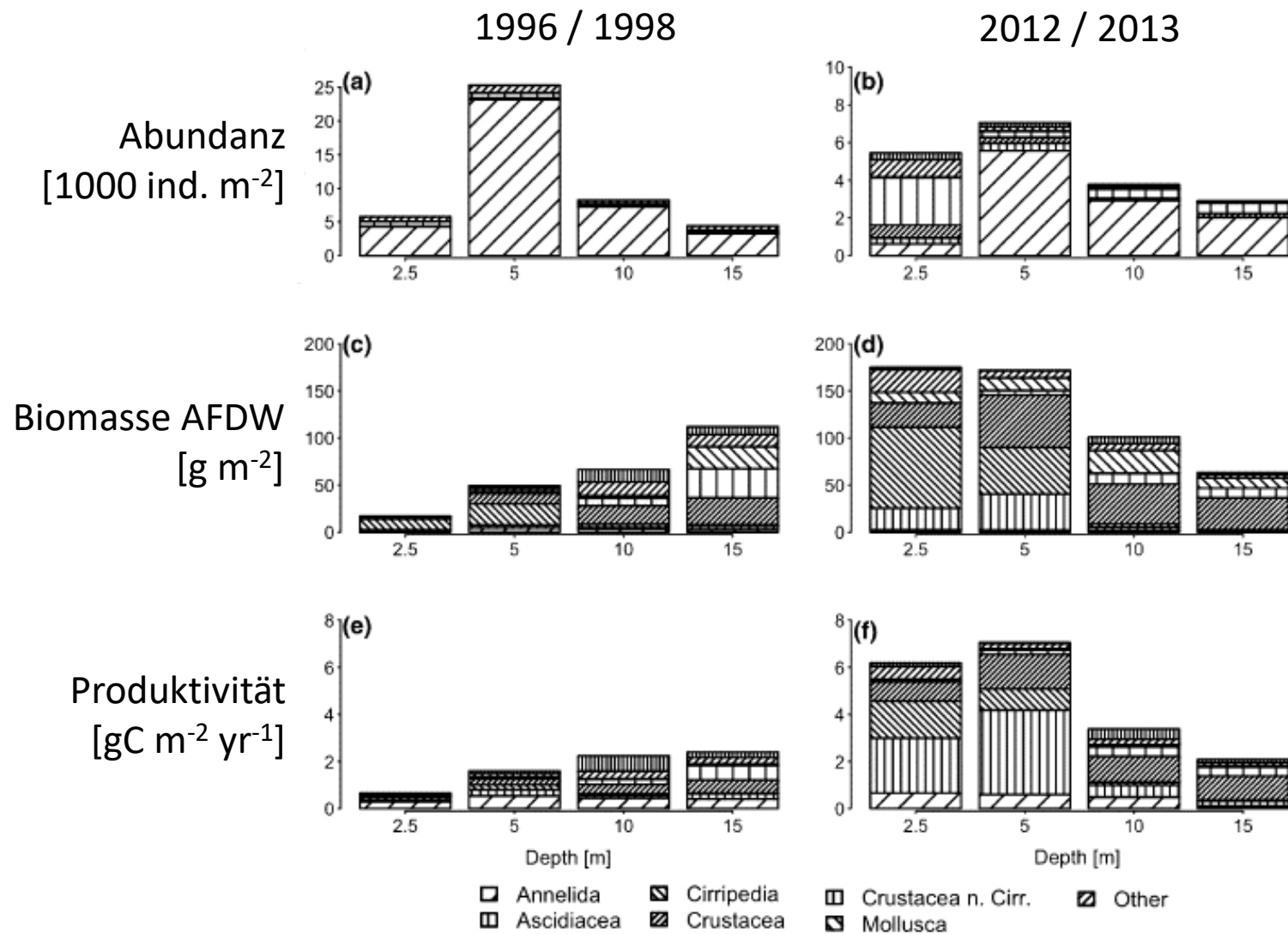
Beispiele aus der Forschung - Jahr 1

Assoziierte Fauna:
 Tiefenverteilung,
 Biodiversität,
 Sekundärproduktion,
 Barcode Library



Der Kongsfjord im Wandel

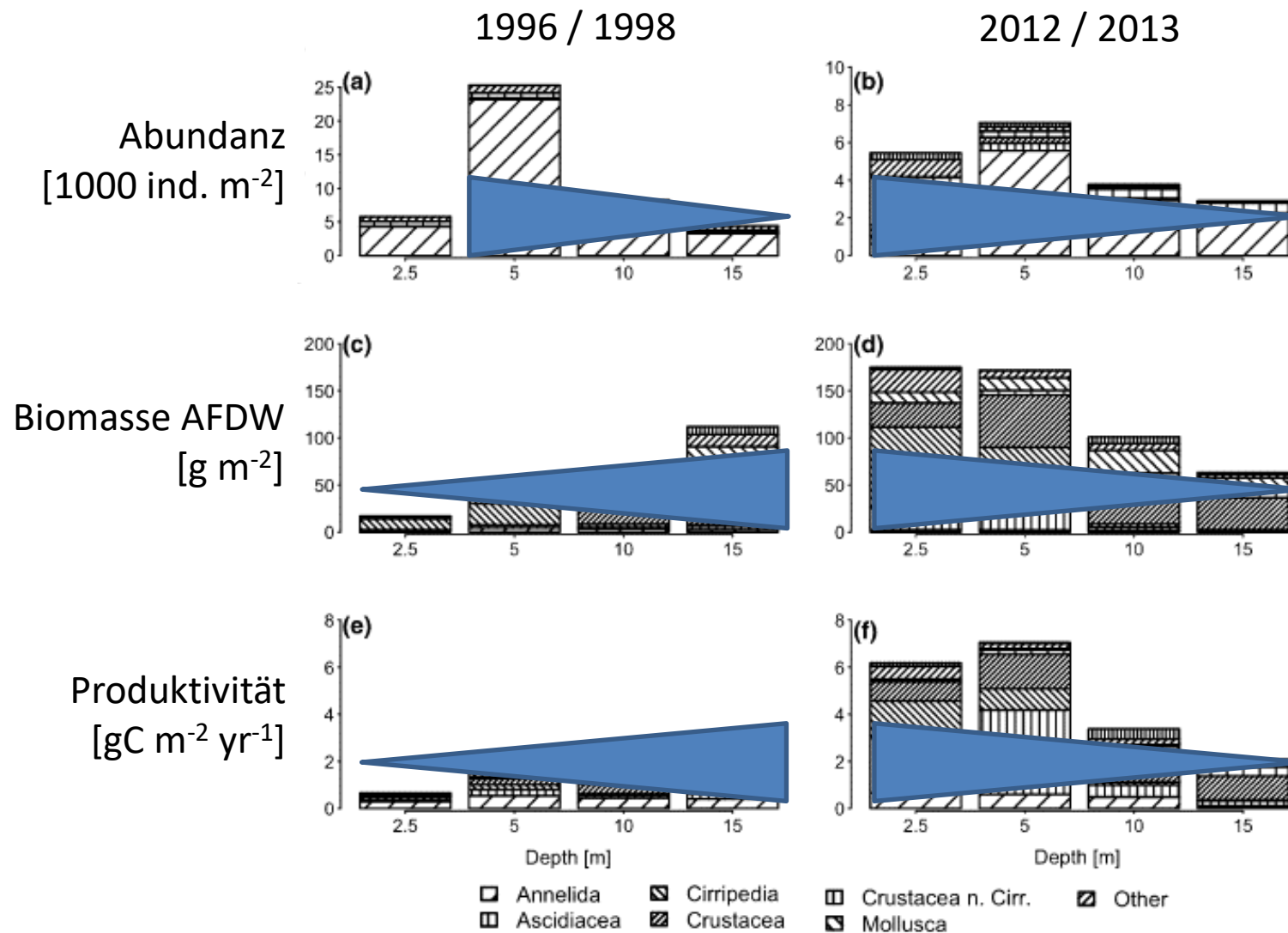
Macrozoobenthos bei Hansneset



Paar et al. 2016

Der Kongsfjord im Wandel

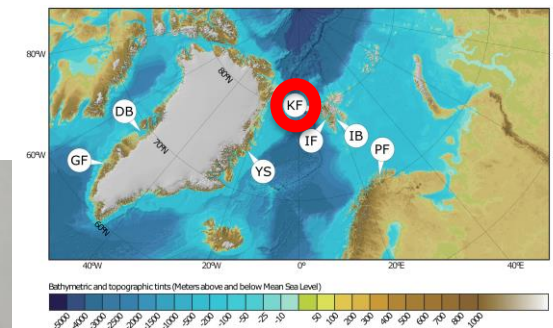
Makrozoobenthos bei Hansneset



Kongsfjorden, Svalbard

Beispiele aus der Forschung - Jahr 1

Fraßökologie von
Seeigeln:
*Strongylocentrotus
pusillus* &
S. droebachiensis
& wichtigste
Makroalgen per
Tiefe



Kongsfjorden, Svalbard

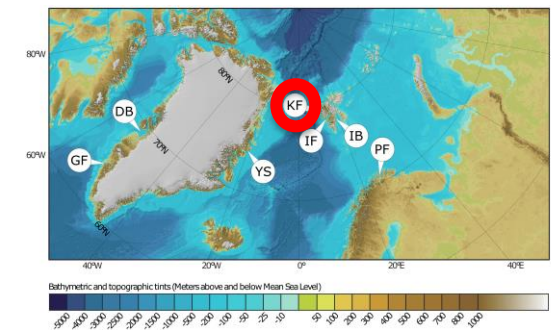
Beispiele aus der Forschung - Jahr 1

Mesokosmos-Experiment:

2 Monate

Kontrolle + 3 Treatments

4 Kelp-Arten + Seeigel



Kongsfjorden, Svalbard

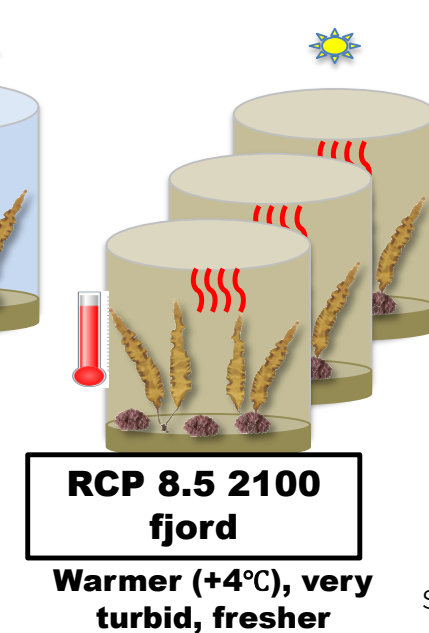
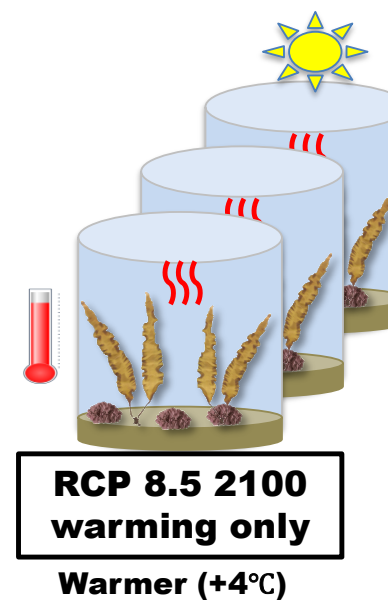
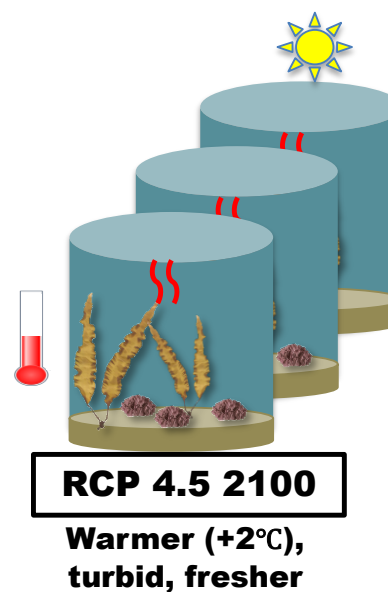
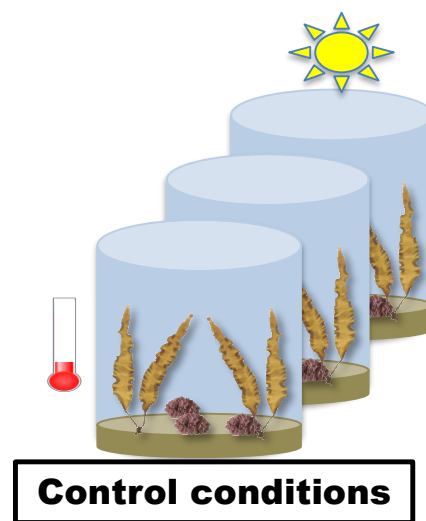
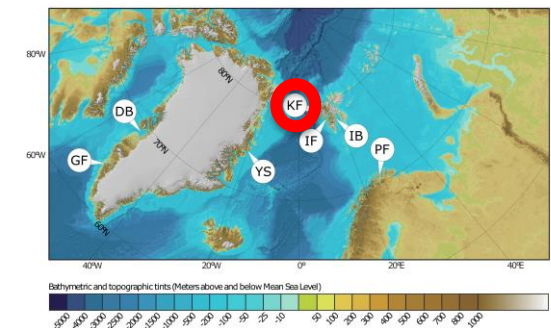
Beispiele aus der Forschung - Jahr 1

Mesokosmos-Experiment:

2 Monate

Kontrolle + 3 Treatments

4 Kelp-Arten + Seeigel



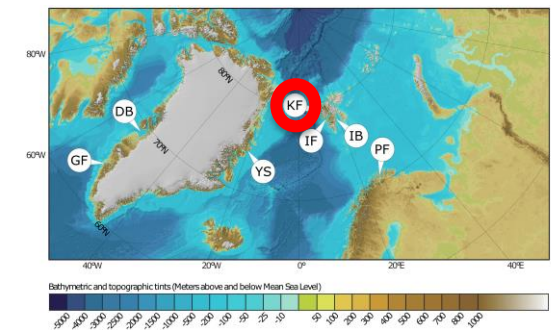
Kongsfjorden, Svalbard

Beispiele aus der Forschung - Jahr 1

Mesokosmos-Experiment:

Messungen

- Photosynthese
- Respirations-Raten
- Wachstum



Kongsfjorden, Svalbard

Beispiele aus der Forschung - Jahr 1

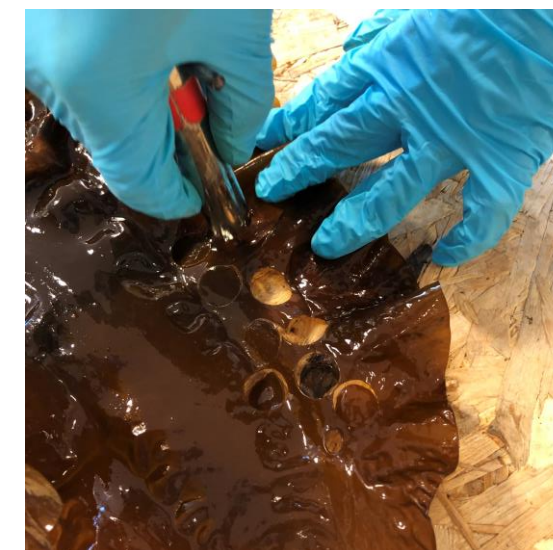
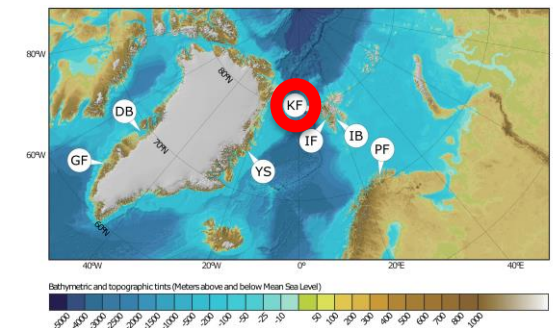
Mesokosmos-Experiment:

Messungen

- Photosynthese
- Respirations-Raten
- Wachstum

Probennahmen

- C:N
- Proteine
- Chlorophyll
- Transcriptomics
- Lipide (UBremen)



Fotos: S. Jungblut

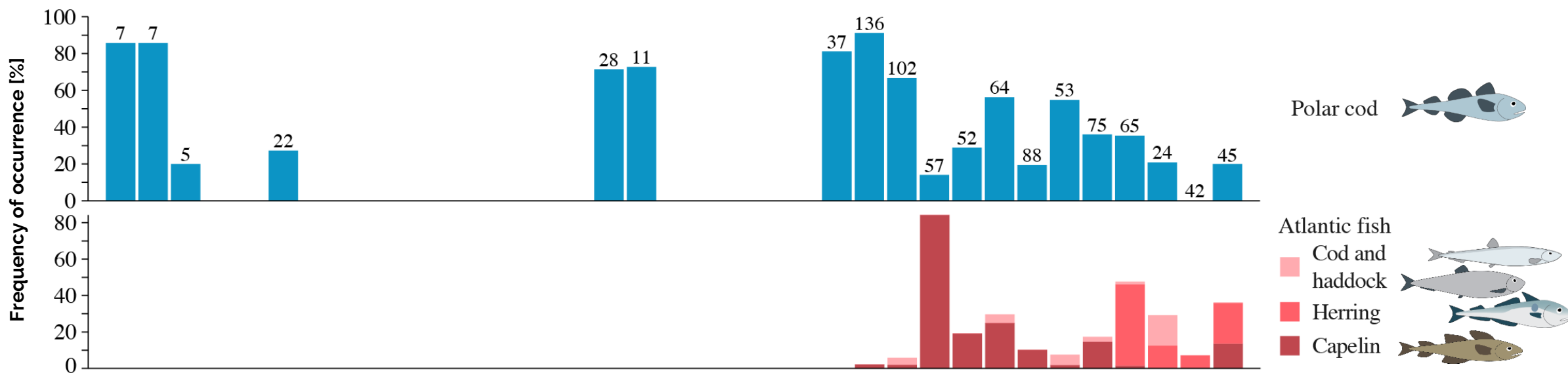
Verändertes Nahrungsspektrum für Dreizehenmöwen im Kongsfjord

GW Gabrielsen



Der Kongsfjord im Wandel

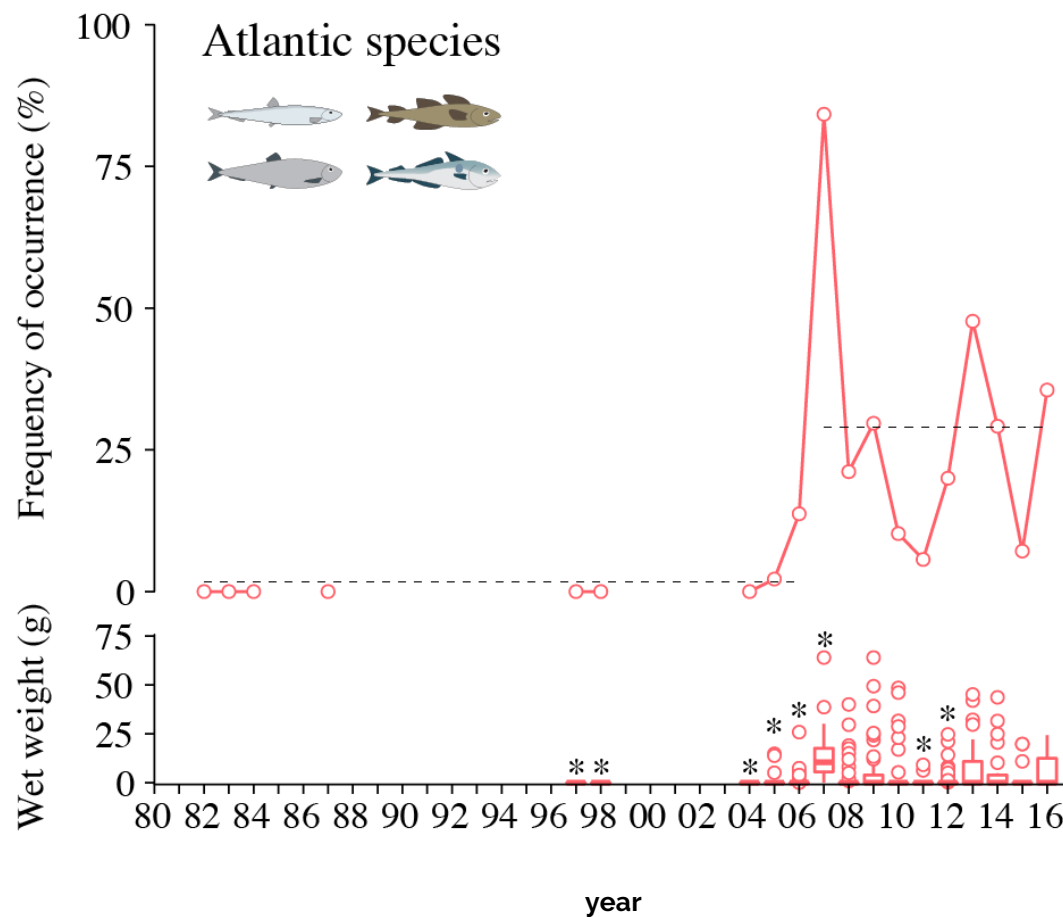
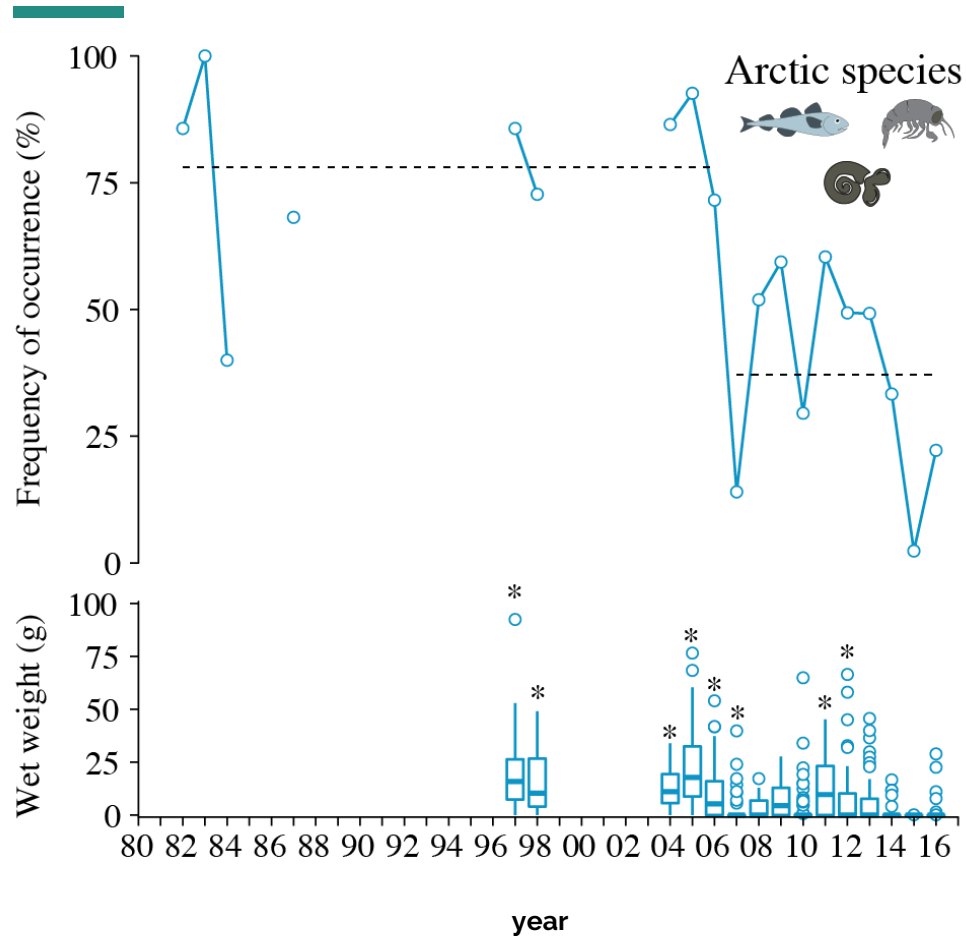
Fische



Daten: NPI

Der Kongsfjord im Wandel

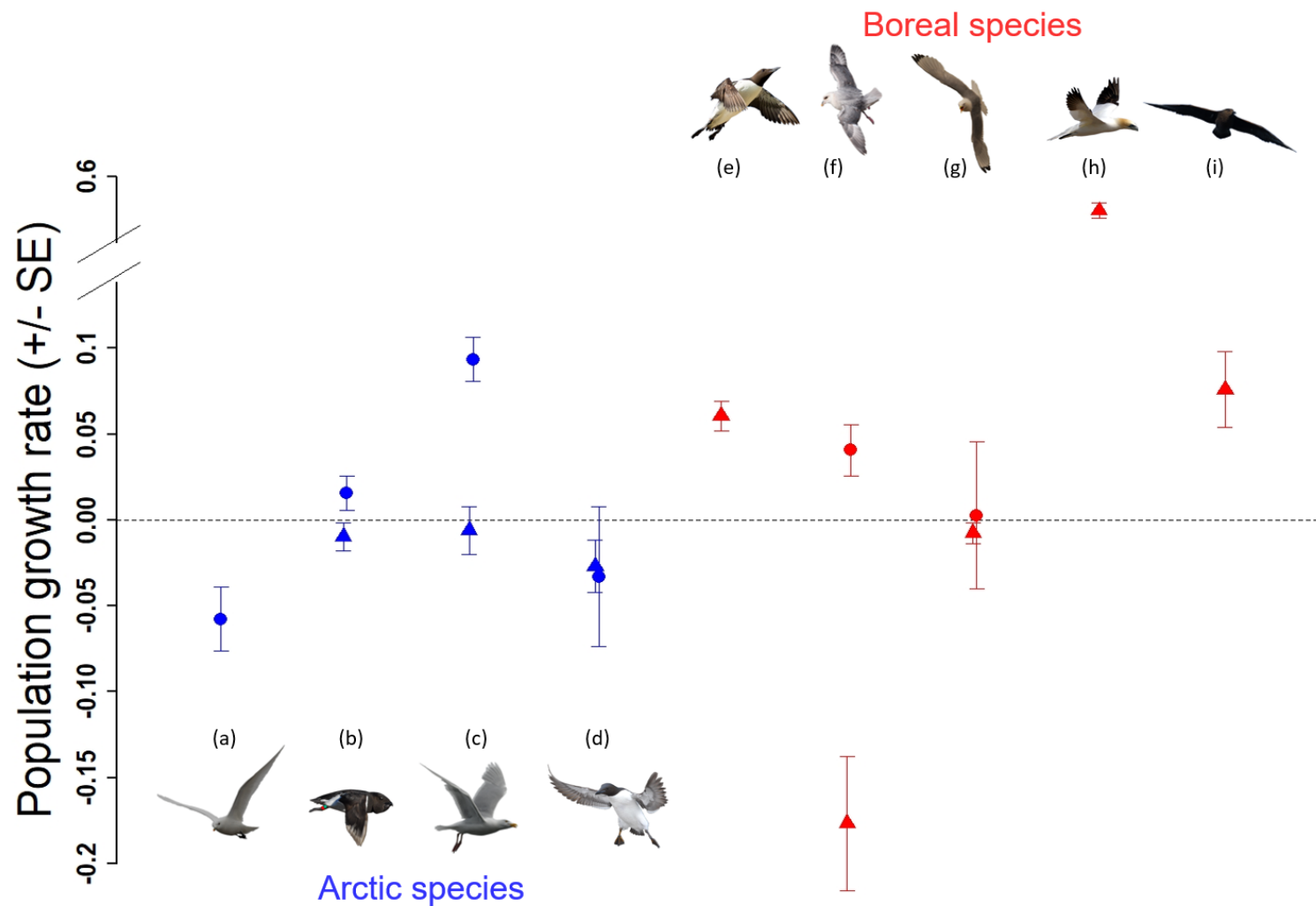
Fische



Daten: NPI

Der Kongsfjord im Wandel

Seevogel-Gemeinschaften

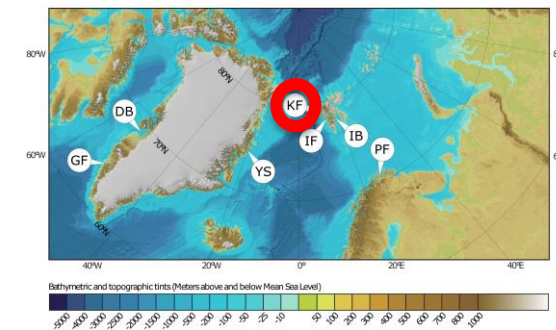


Daten: NPI

Kongsfjorden, Svalbard

Beispiele aus der Forschung - Jahr 1

Weiterführung
von Seevogel-
und
Meeressäuger-
Zeitreihen



Fotos: S. Jungblut

Mehr Seehunde, statt Ringelrobben, im Kongsfjord



Konsequenzen einer schrumpfenden Kryosphäre:

- Meereis, Gletscherfronten
- Biodiversität, Nahrungsnetze, Ökosystemfunktionen



Soziale Dimension:

Lebensverhältnisse, Nahrungsgrundlagen (Fischerei, Jagd), Tourismus

-> Ko-Produktion von Wissen

= Integration von traditionellem und lokalem Wissen in wissenschaftliche Forschung

= Grundlage für Erarbeitung von Anpassungsstrategien und Managementoptionen

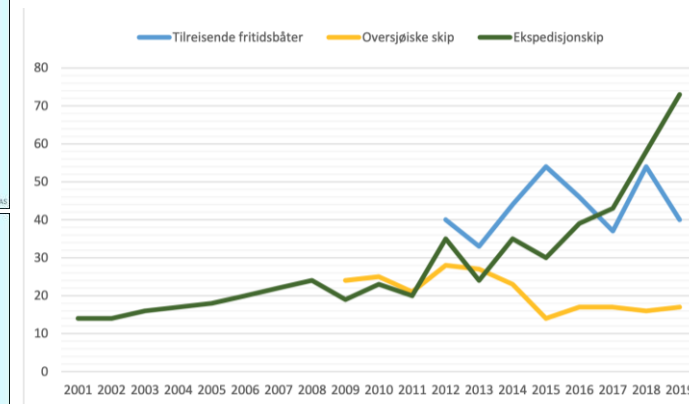
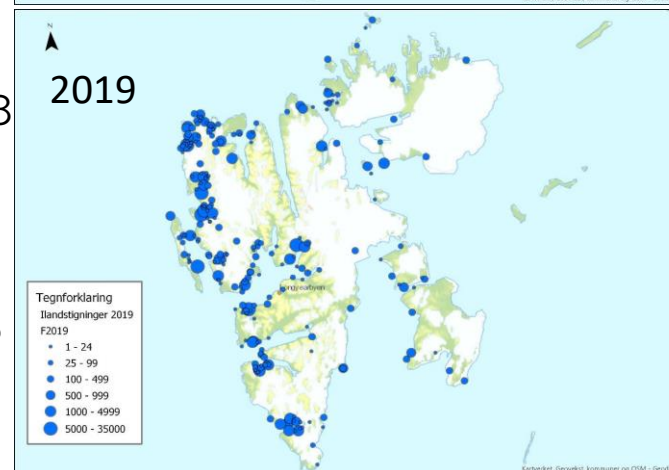
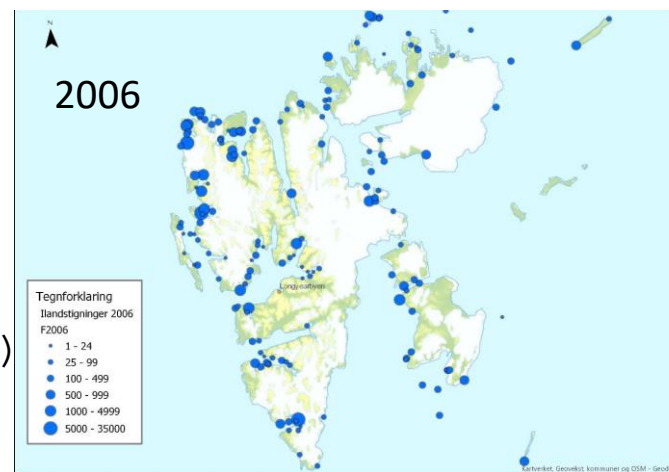
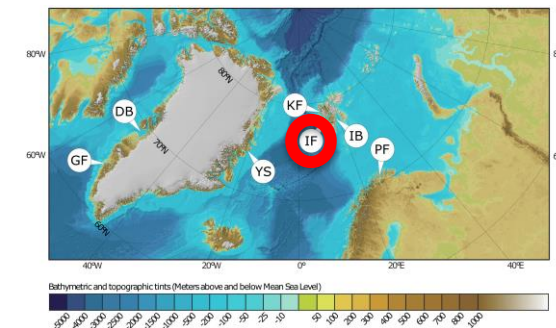


Tourismus & Schifffahrt

Isfjorden, Svalbard

Beispiele aus der Forschung - Jahr 1

- Nachhaltigkeit und adaptive Kapazität in Arktis-Tourismus?
- Steigende Nachfrage, z.B. "Expeditions-Schiffe" (<500)
- Tourismus als Folge und Antrieb des Wandels
 - Longyearbyen: 50.000 Kreuzfahrttouristen in 2018
 - Meereis-Abnahme öffnet neue Wege & Ziele
 - "Last-Chance-Tourism"
 - Streßfaktor (z.B. Säuger & Vögel, invasive Arten)?



Anlandung von Touristen

Daten: Halvor Dannevig



Kapazitätsgrenzen?

Kriterien für nachhaltigen Tourismus?

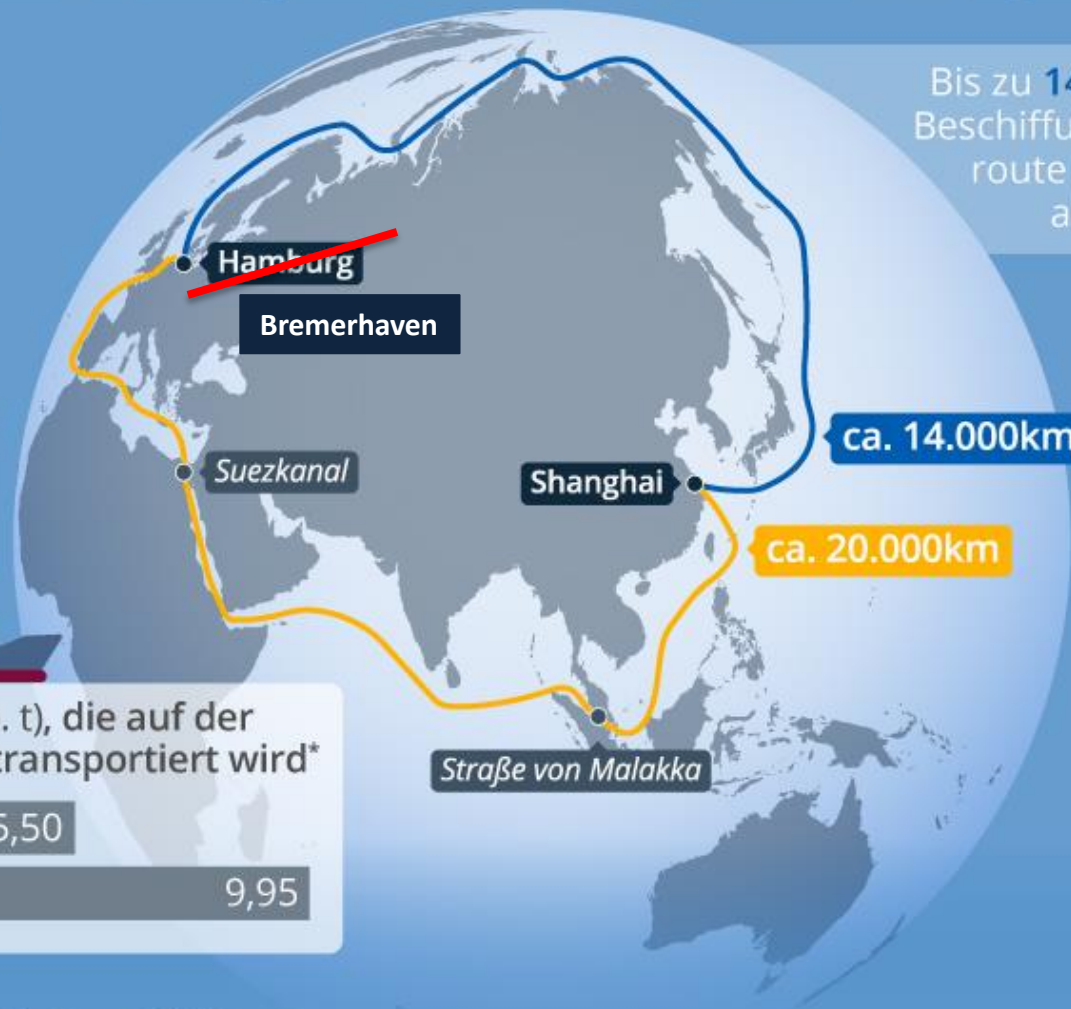
Ökologische Indikatoren?

Interessenausgleich?

Nordostpassage bald offen für den Güterverkehr?

Nördlicher und südlicher Seeweg zwischen Europa und Ostasien im Vergleich

- Aktuelle Route
- Arktische Route



Ladung (in Mio. t), die auf der arktischen Route transportiert wird*

2017	5,50
2018	9,95

Arktis:

- kürzere Reisezeit, weniger Sprit
- Gefahr durch Eis?
- befahrbar Juli-November
- russische Küste
- derzeit 2% des Welthandels

Suez-Kanal:

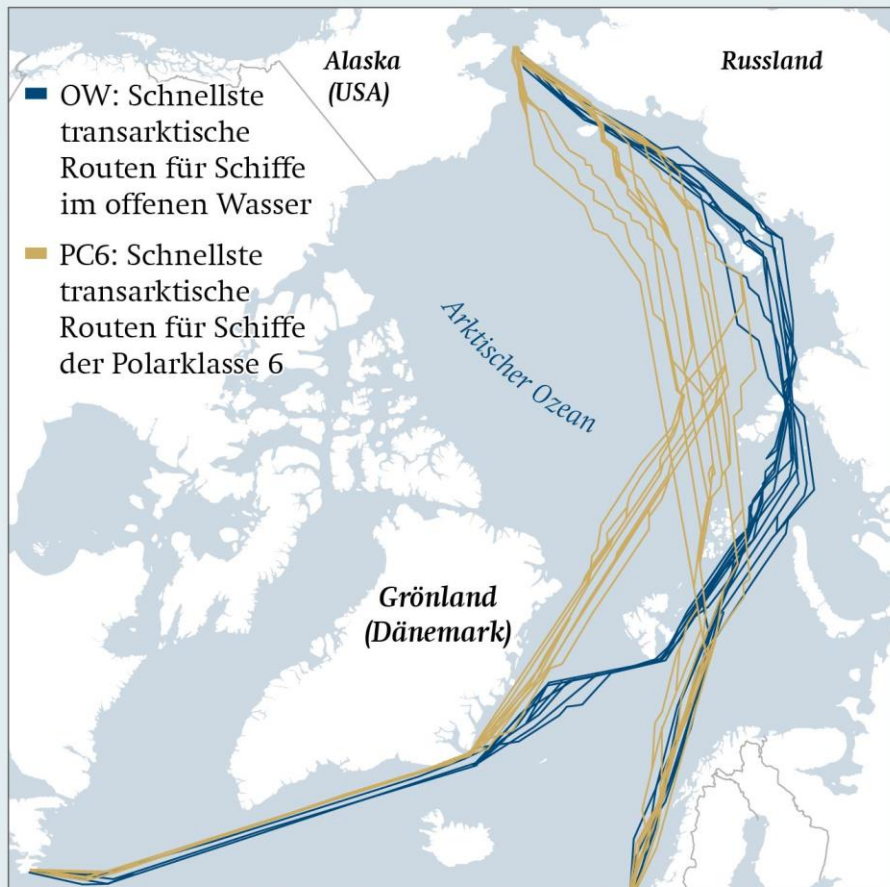
- längere Reisezeit, mehr Sprit
- Suez-Kanal als Nadelöhr, politische Stabilität?
- das ganze Jahr über schiffbar
- ca. 20.000 Containerschiffe pro Jahr vor Corona



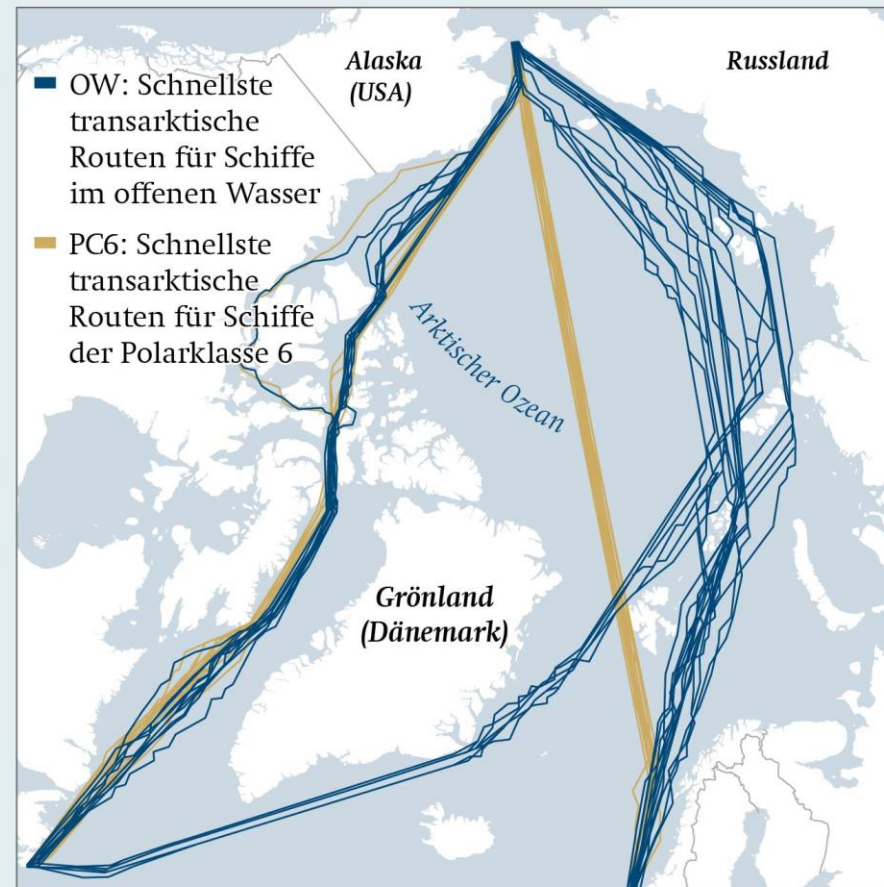
Maritime Wirtschaft

Arktische Passagen 2006–2015 und 2040–2059

2006–2015



2040–2059



Arktis:

- kürzere Reisezeit, weniger Sprit
- Gefahr durch Eis?
- befahrbar Juli-November
- russische Küste
- derzeit 2% des Welthandels

Suez-Kanal:

- längere Reisezeit, mehr Sprit
- Suez-Kanal als Nadelöhr, politische Stabilität?
- das ganze Jahr über schiffbar
- ca. 20.000 Containerschiffe pro Jahr vor Corona



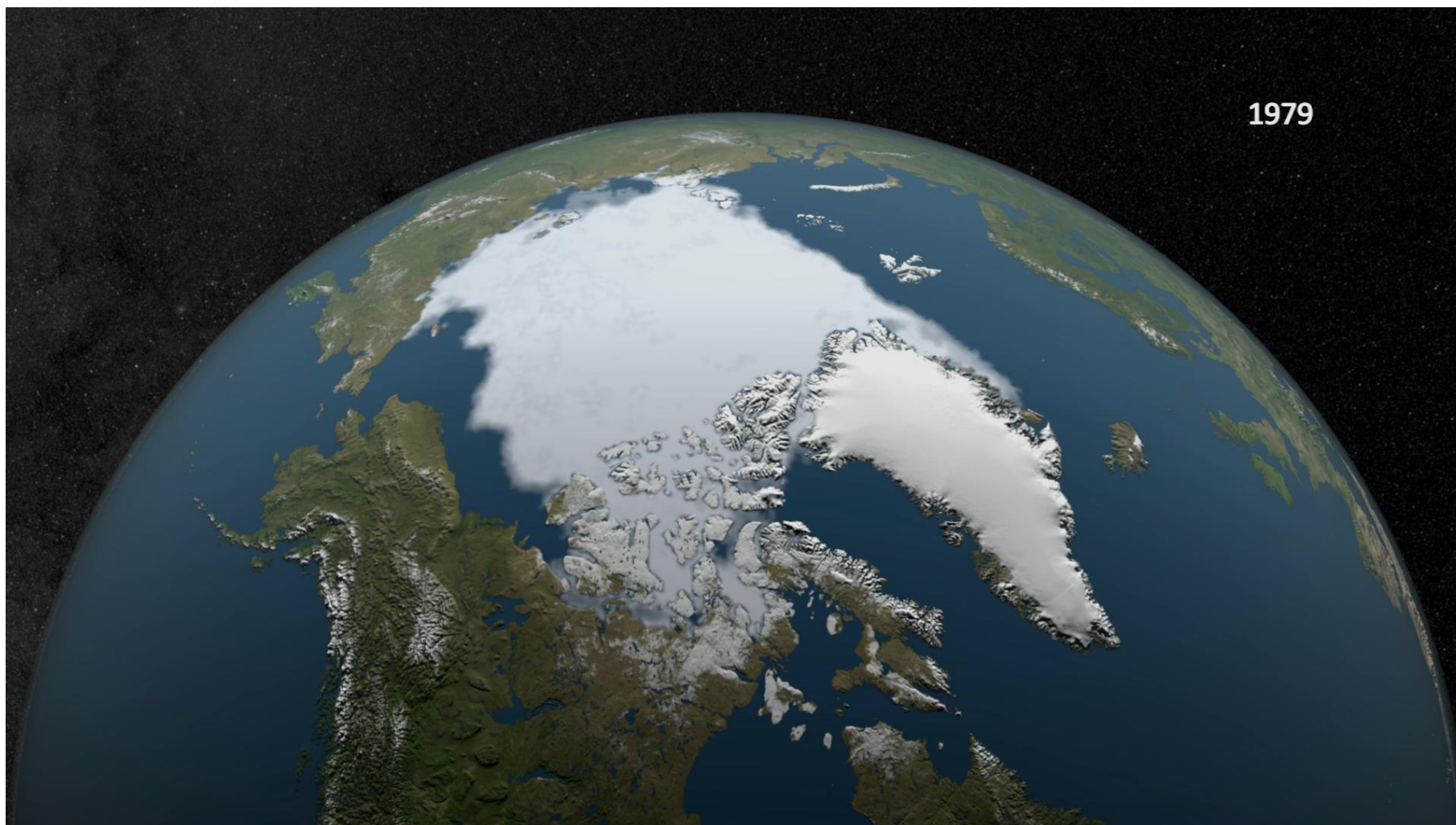
Maritime Wirtschaft

Übersetzung und Anpassung: 2020 Stiftung Wissenschaft und Politik (SWP)

www.swp-berlin.org/publications/assets/Studie/2020S14/images/2020S14_Arktis_002.jpg

Vom Kongsfjord & Spitzbergen...

...zu einer pan-arktischen und human-sozialen Perspektive

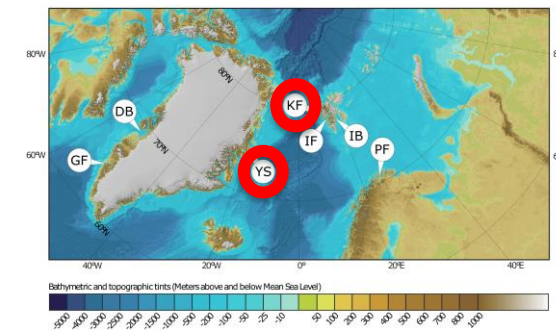
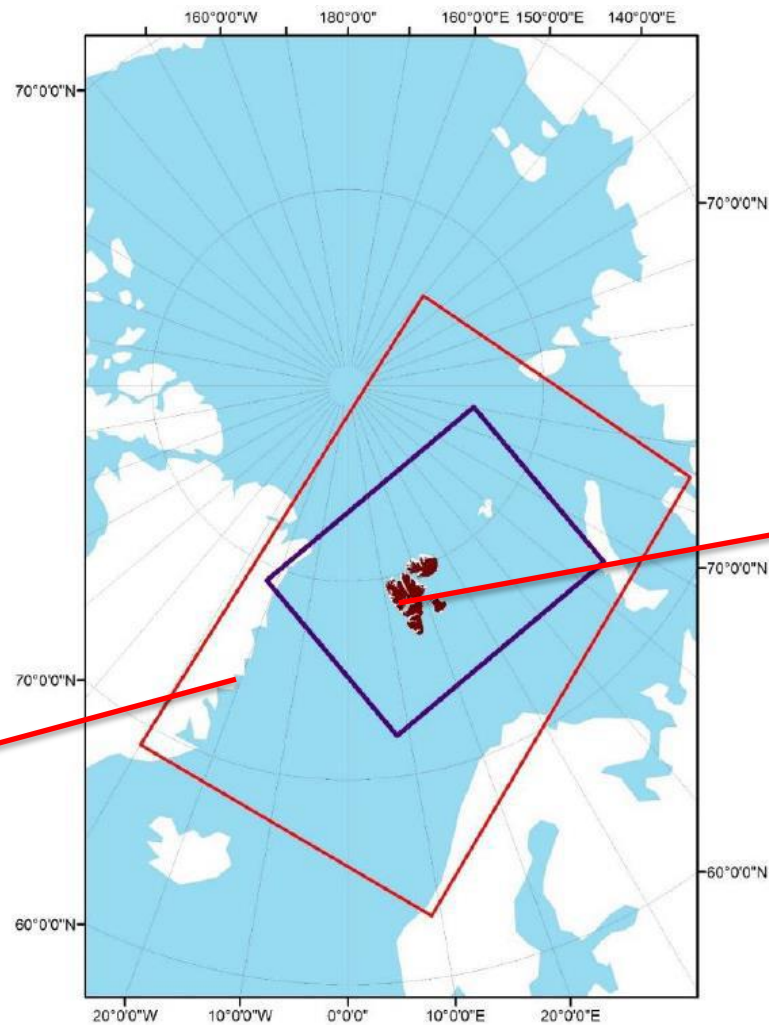
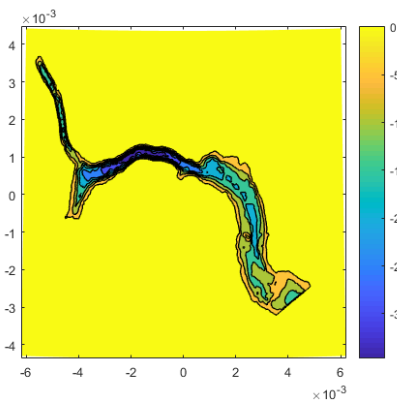


NASA/Goddard Space
Flight Center Scientific
Visualization Studio
The Blue Marble data is
courtesy of Reto Stockli
(NASA/GSFC).

Kongsfjorden, Svalbard & Young Sound, Grönland

Beispiele aus der Forschung - Jahr 1

- Verfeinerung des Kongsfjorden-Models
- Übertragung auf den Young Sound



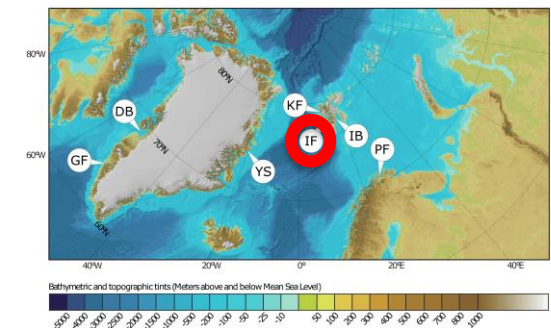
Karten: Pedro Duarte

Isfjorden, Svalbard

Beispiele aus der Forschung - Jahr 1

Autonome Monitoring
Plattform (Unterwasser-
Kameras, ADCP,
Lichtsensoren)

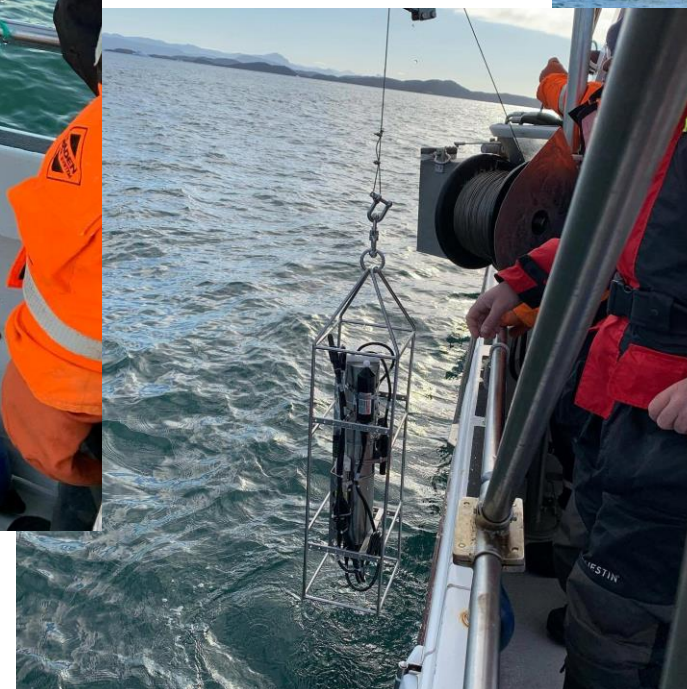
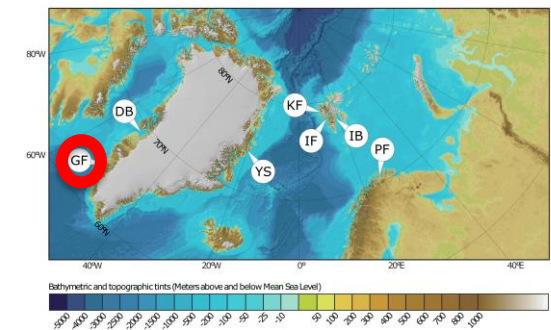
Untersuchung der
Benthos-Gemeinschaft
in Billefjorden



Nuup Kangerlua (Godthåbsfjorden), Grönland

Beispiele aus der Forschung - Jahr 1

- monatliches Nuuk-Monitoring-Program
- Neue Datensätze für Primärproduktion-Zeitserien
- Neue R-Skripte zur Auswertung



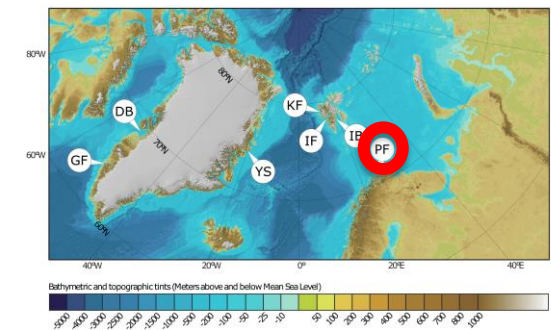
Fotos: Else Ostermann



Porsangerfjorden, Finnmark, Norwegen

Beispiele aus der Forschung - Jahr 1

- jährliche Zeitserie der Benthos-Gemeinschaft
- Modellierung der Primärproduktion

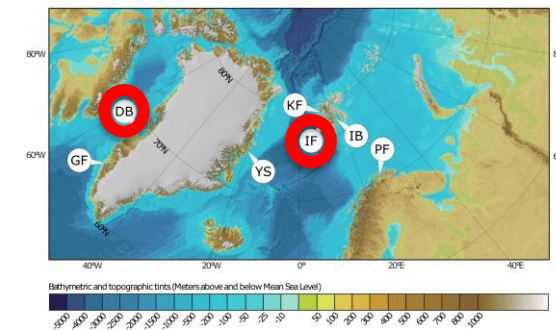


Fotos: Laurene Merillet

Disko-Bucht, Grönland & Isfjorden, Svalbard

Beispiele aus der Forschung - Jahr 1

- Svalbard: Analyse von Literatur-Übersichten, Politik-Dokumenten, (grauer) Tourismus-Management-Literatur
- Disko Bay: Erkundung, Verknüpfen mit Interessensgruppen und Informanten, Interviews (Tourismus & Fischerei)

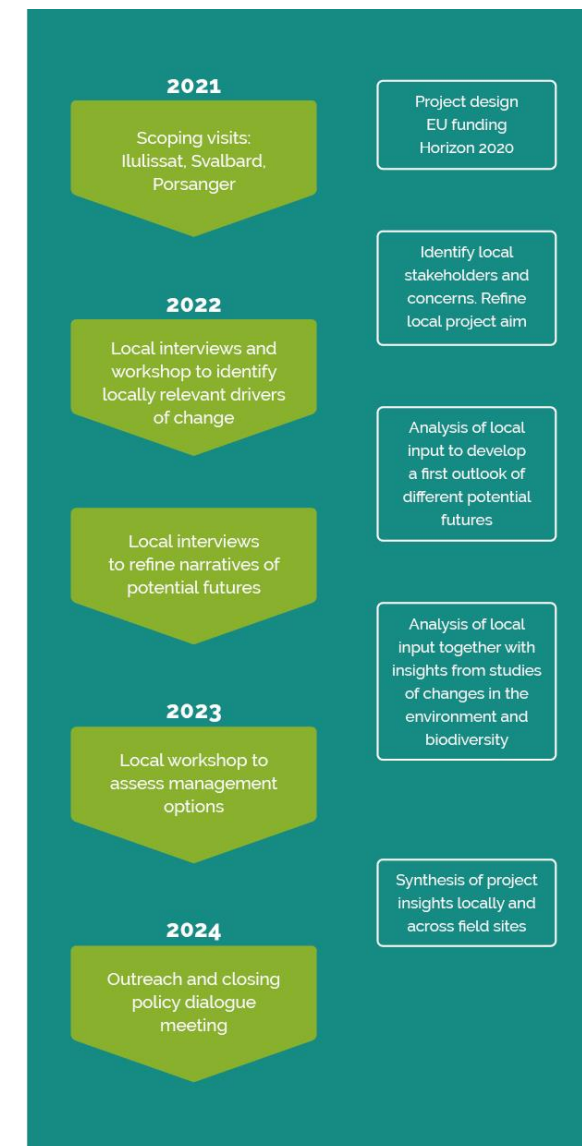
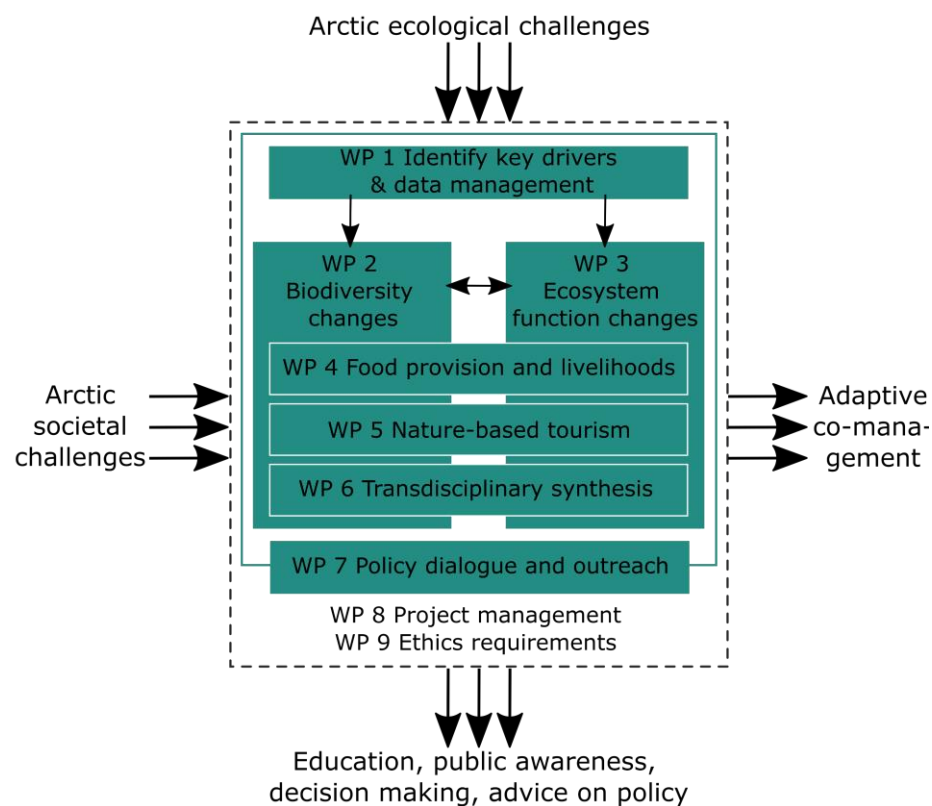


Fotos: Naja Carina Steenholdt

Wie geht's weiter?

Jahr 2 - 4

- UBremen-Team
 - Porsangerfjorden 2022
 - Young Sound 2023
- Sozialwissenschaften
 - Interviews & Workshops
 - Scenario Workshops
 - Synthese (WP 6)
 - Wissenstransfer und Politik-Beratung



Wie geht's weiter?

Ko-Produktion von Wissen

Politik-
Beratung



Natur-basierter
Tourismus




Fotos: Lill Rastad Bjørst,
Greete K. Hovelsrud &
Halvor Dannevig




Lebensgrundlagen /
kulturelle Identität




Vielen Dank!

 kbischof@uni-bremen.de

 www.face-it-project.eu
(under construction)

 @FACEITArctic

 @FACEITArctic

 @face_it_arctic

 @The FACE-IT Project



GW Gabrielsen



FACE-IT has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 869154.

