

# 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



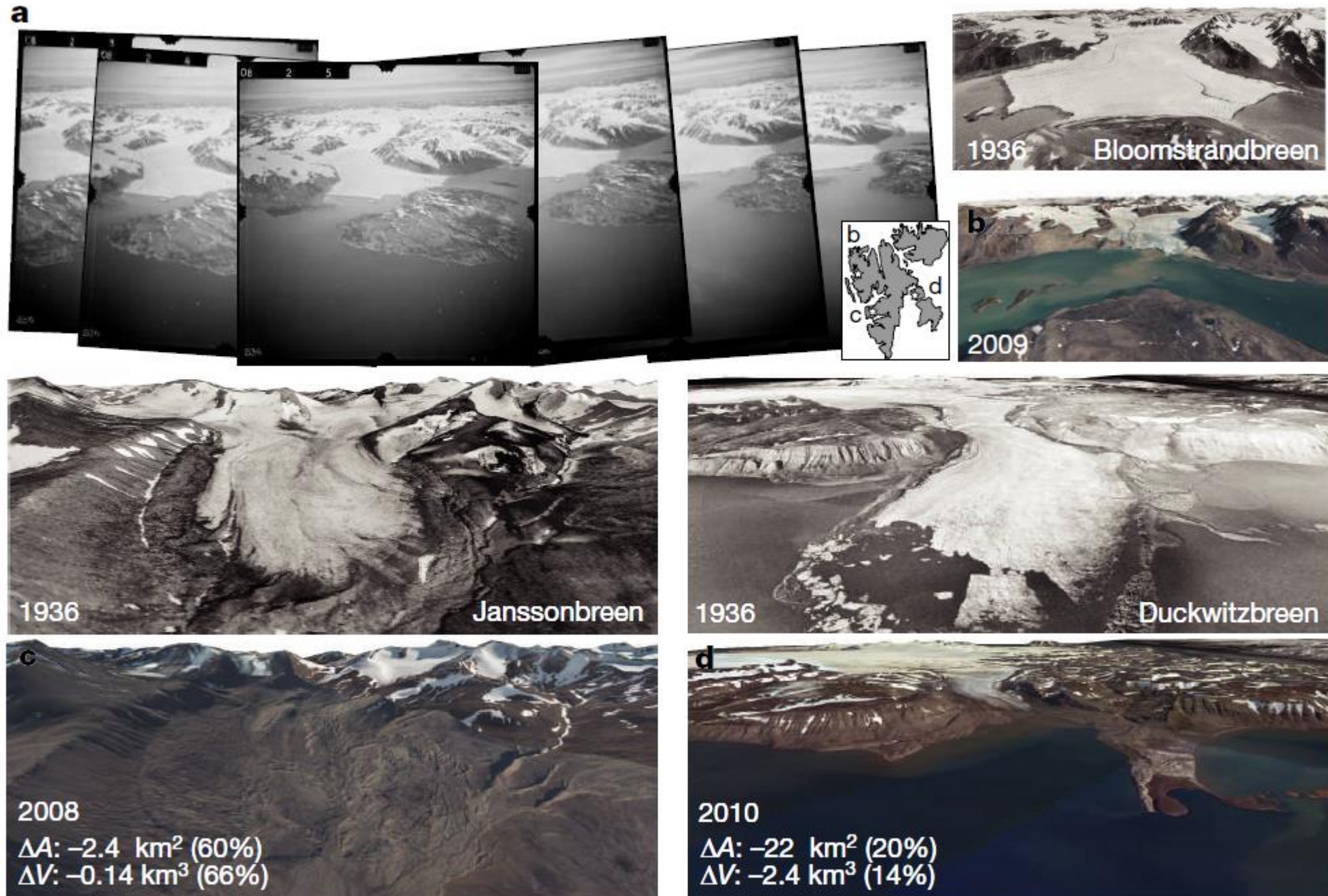
FACE-IT has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 869154.



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

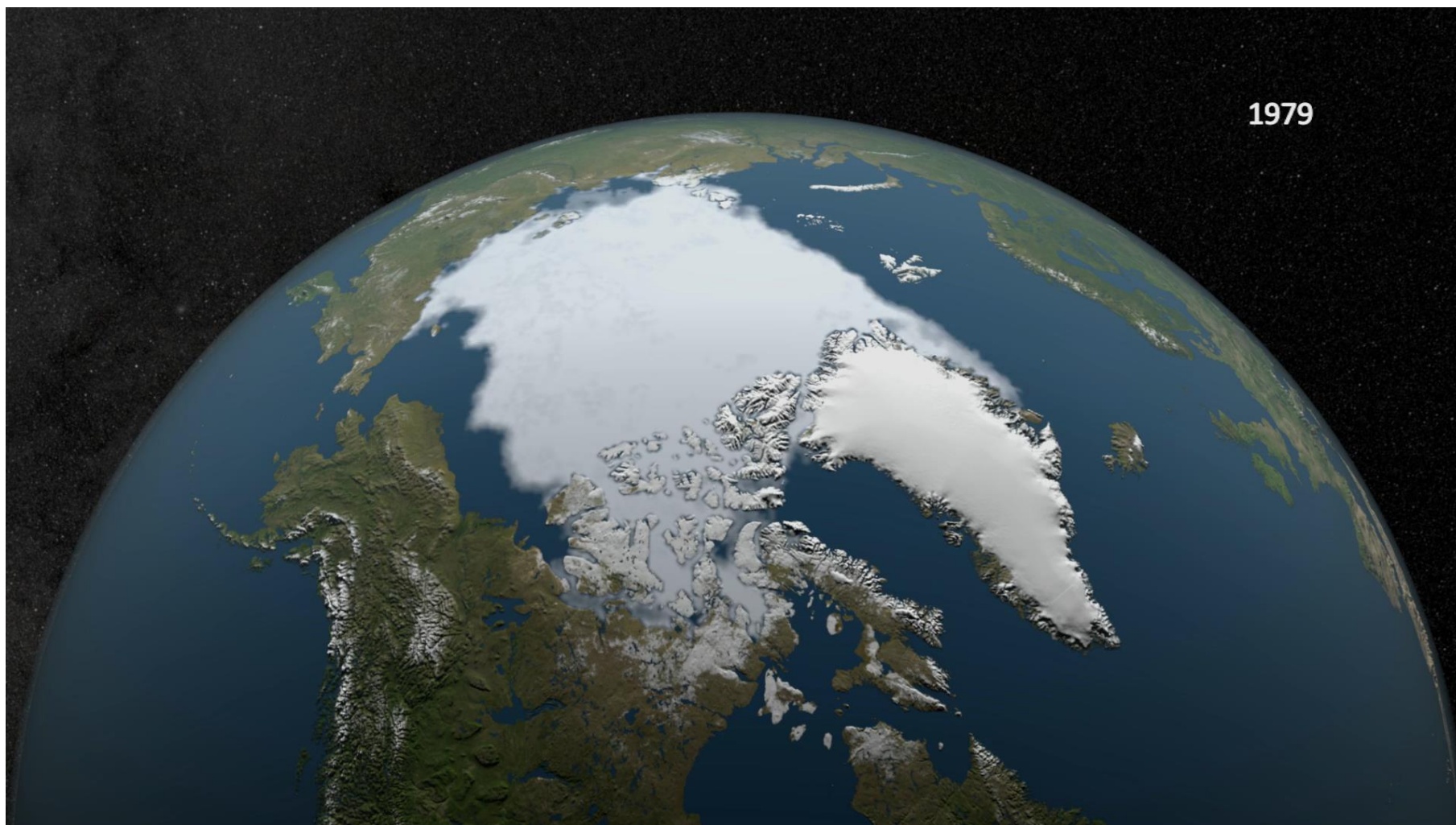
...von Spitzbergen bis nach Bremen



# „Kryosphären“-Verlust (Meereis & Gletscher)

Meereis

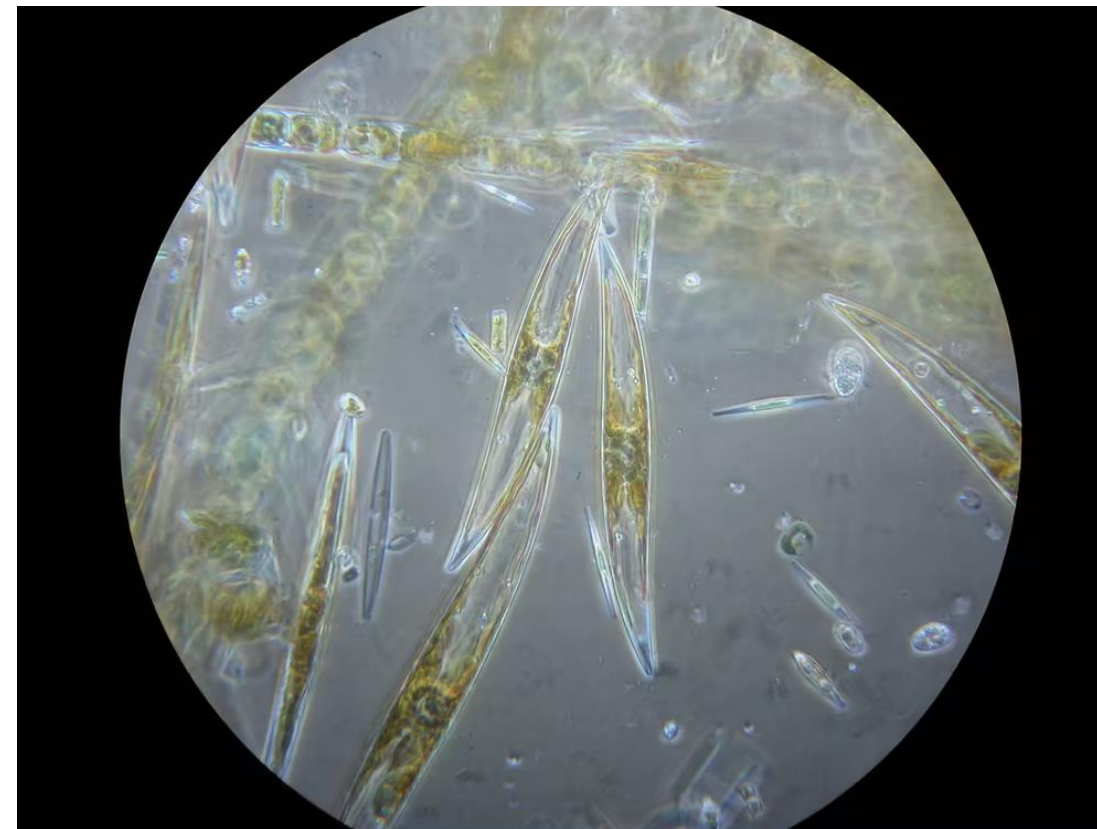
---



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



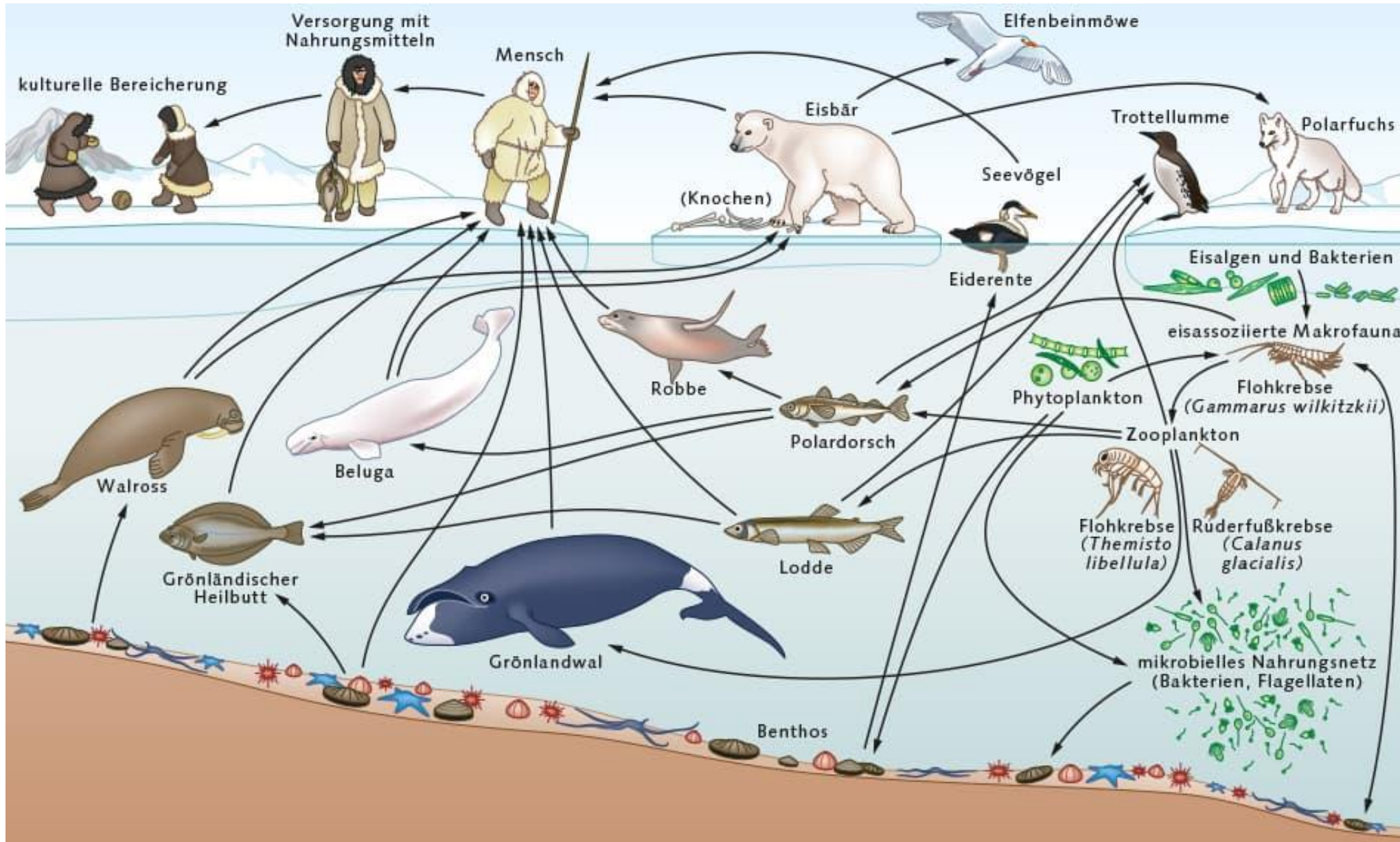
## Eisalgen als Basis der Ökosystems Meereis



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

Graham Underwood

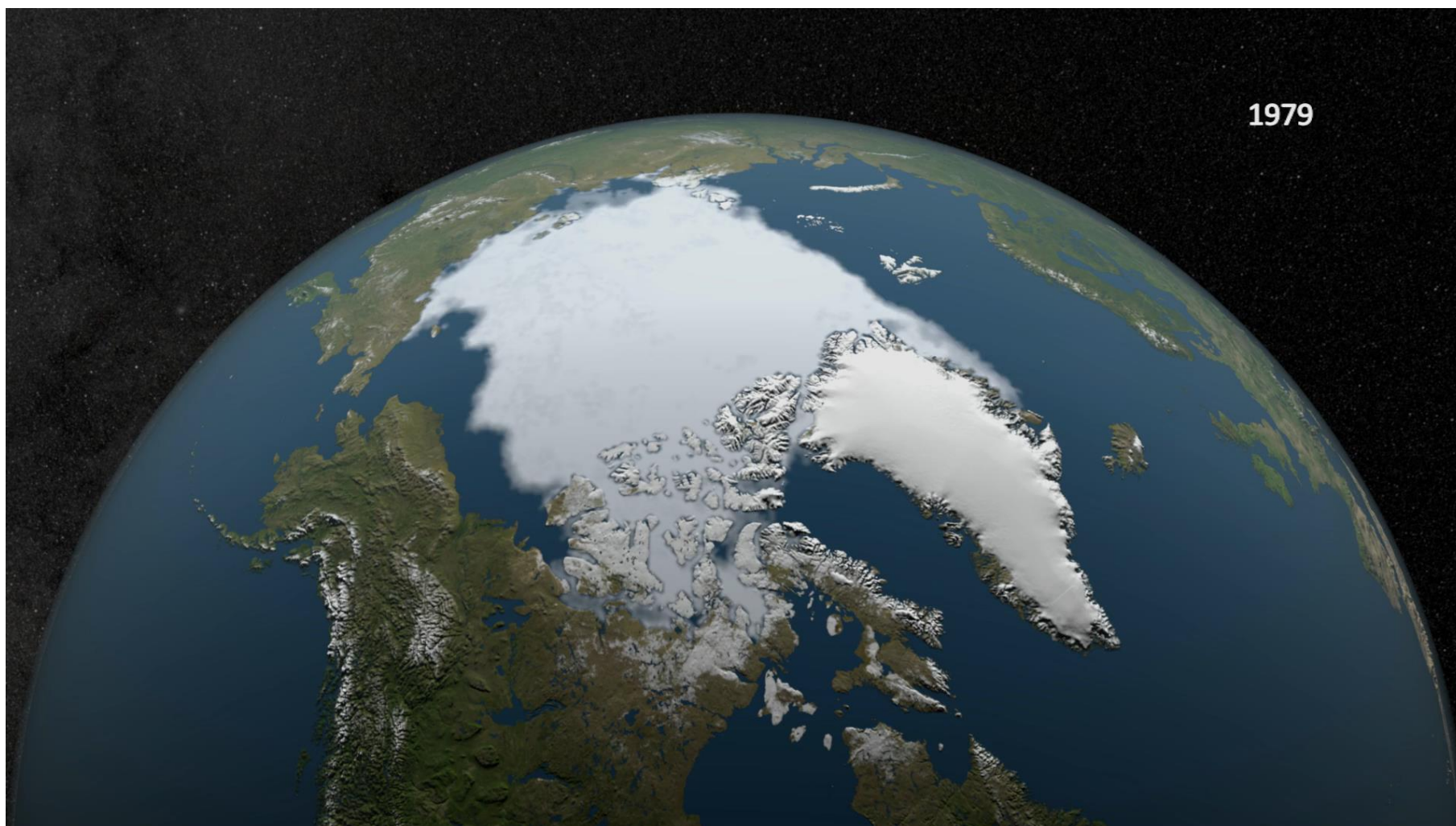
# Ökosystem Meereis





# 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).

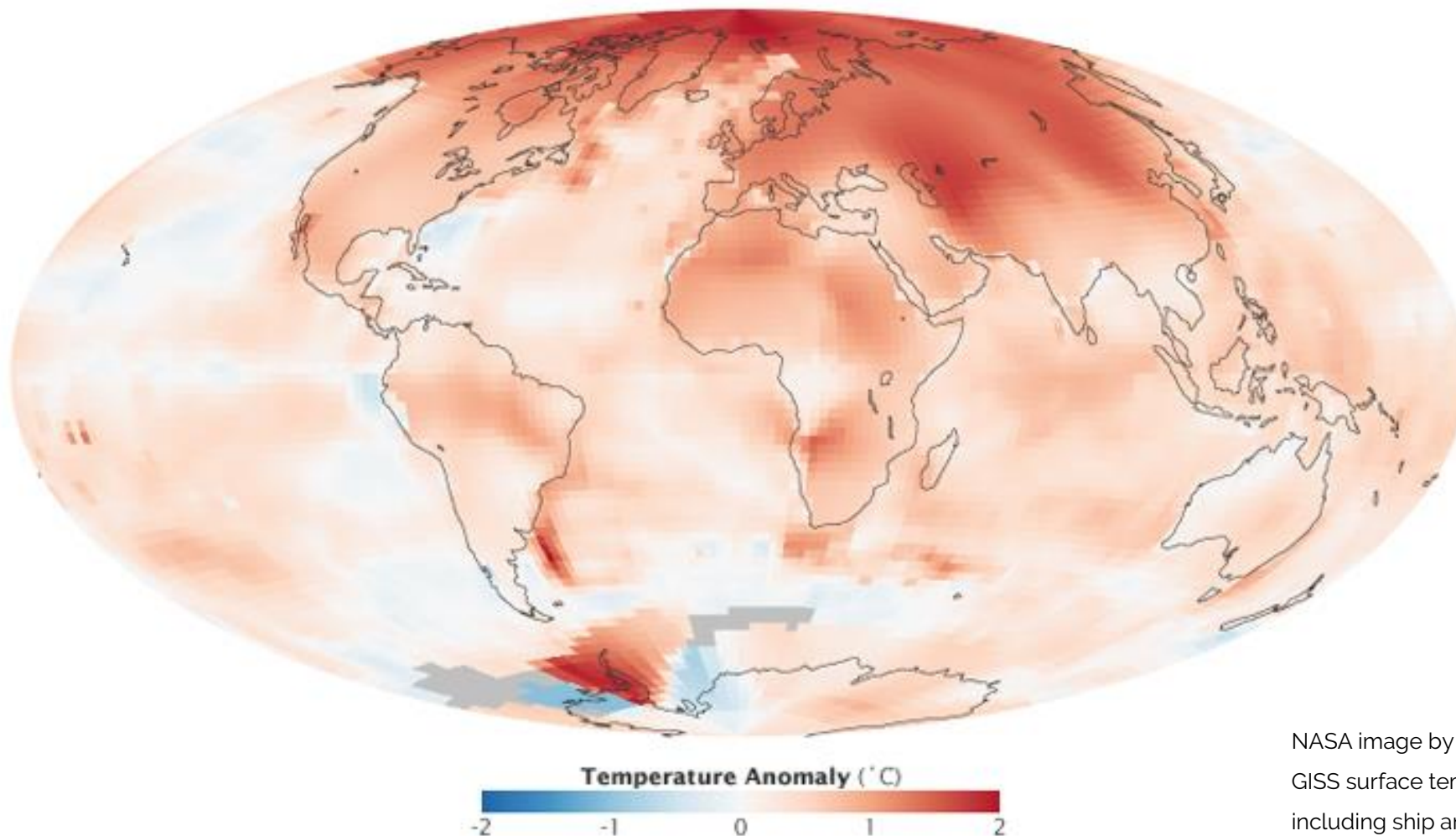
# Arktische Amplifikation

## 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)

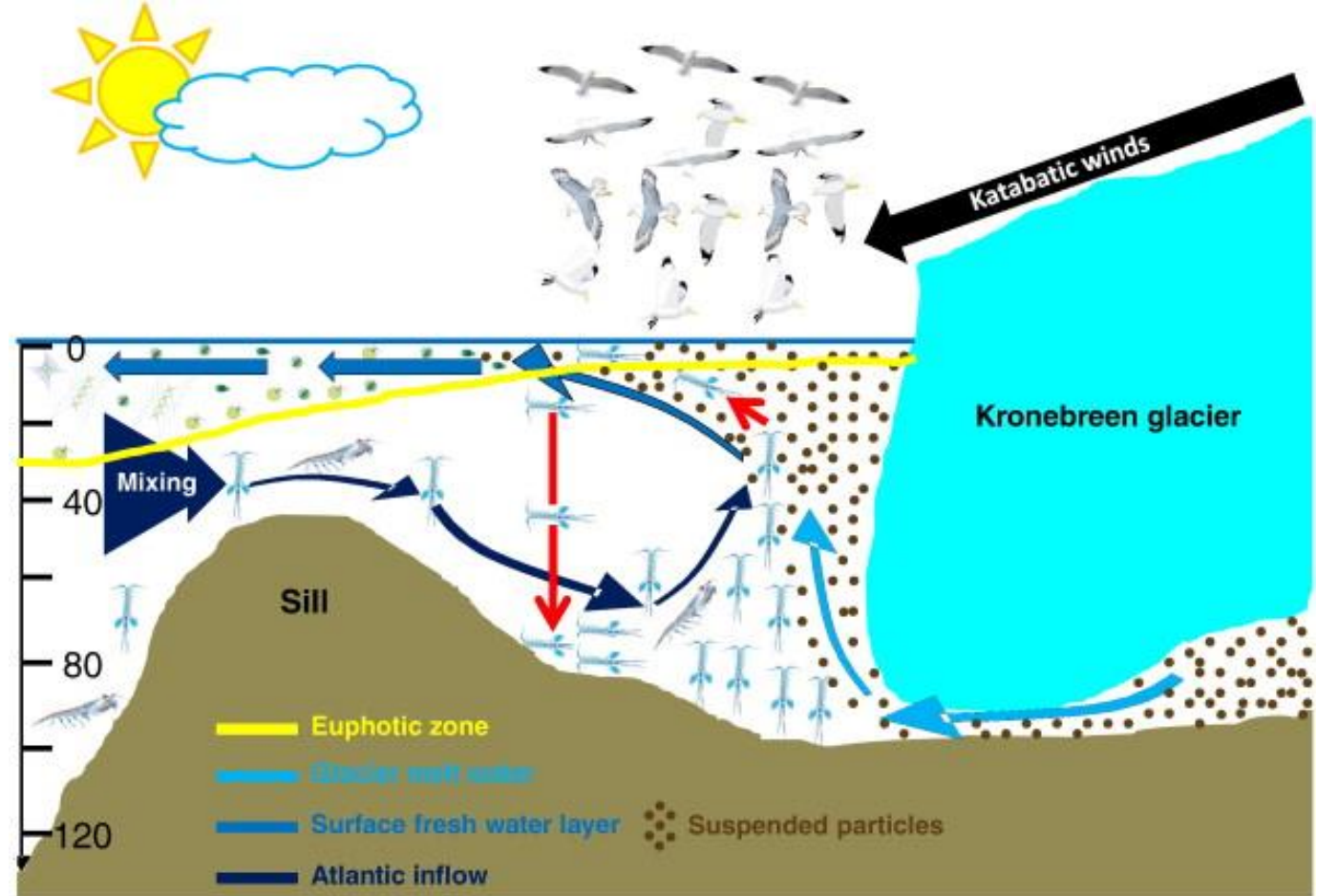
Gletscher



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**

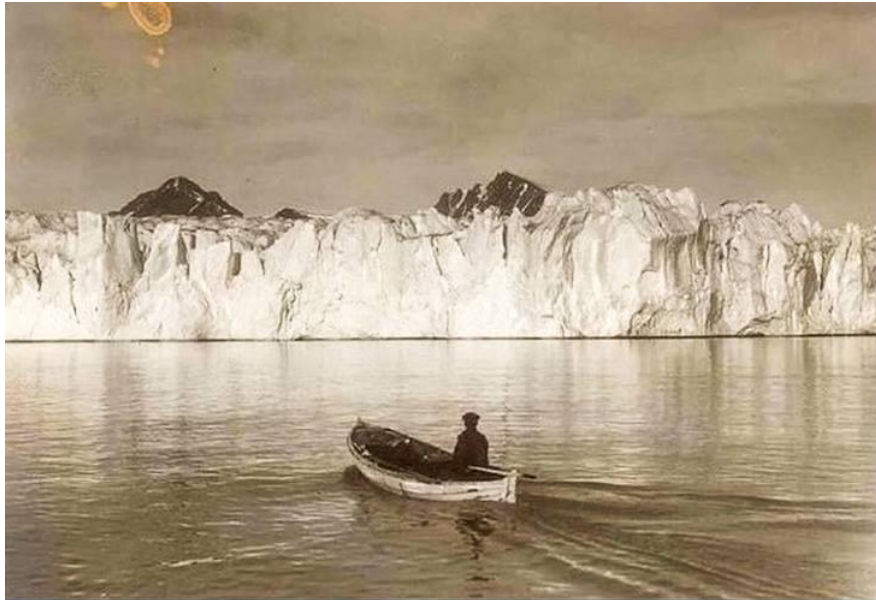
**Journal of Marine Systems 129, 452-471**







# 1919 - 2002



Rückzug bis zu  
200 m / Jahr

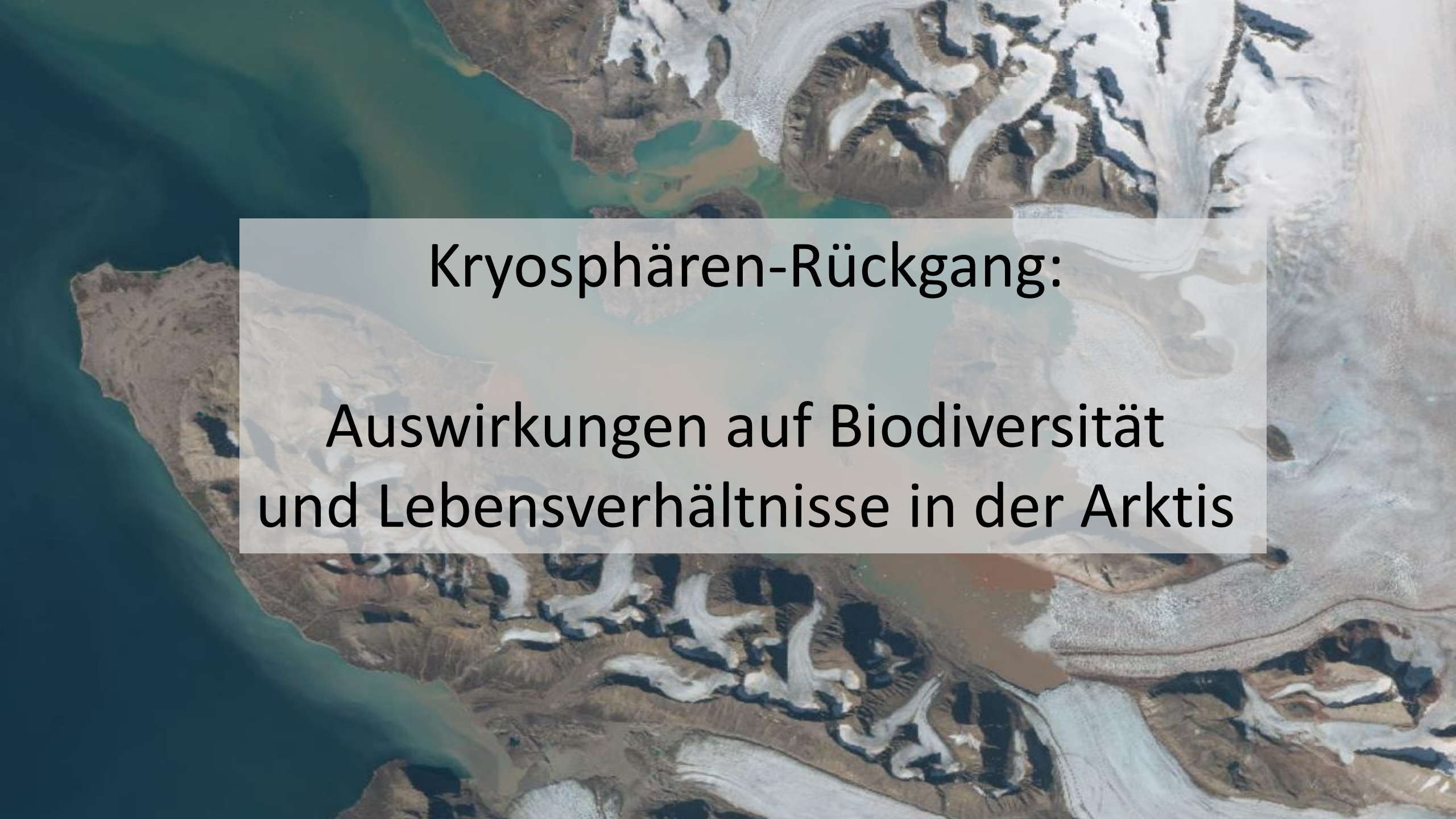
„sea vs. land terminating“









A satellite image of the Arctic region, showing a significant reduction in sea ice extent. The dark blue water of the Arctic Ocean is visible on the left, while the brown and tan landmasses of the Arctic archipelago are exposed. Large, irregular white patches of remaining sea ice are scattered across the water. The text is overlaid on a semi-transparent white rectangular box in the center of the image.

# 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](http://www.face-it-project.eu)

# The Future of Arctic Coastal Ecosystems

Identifying Transitions in Fjord Systems and Adjacent Coastal Areas



NORDLANDSFORSKNING  
NORDLAND RESEARCH INSTITUTE



AALBORG UNIVERSITY

VESTLANDSFORSKING



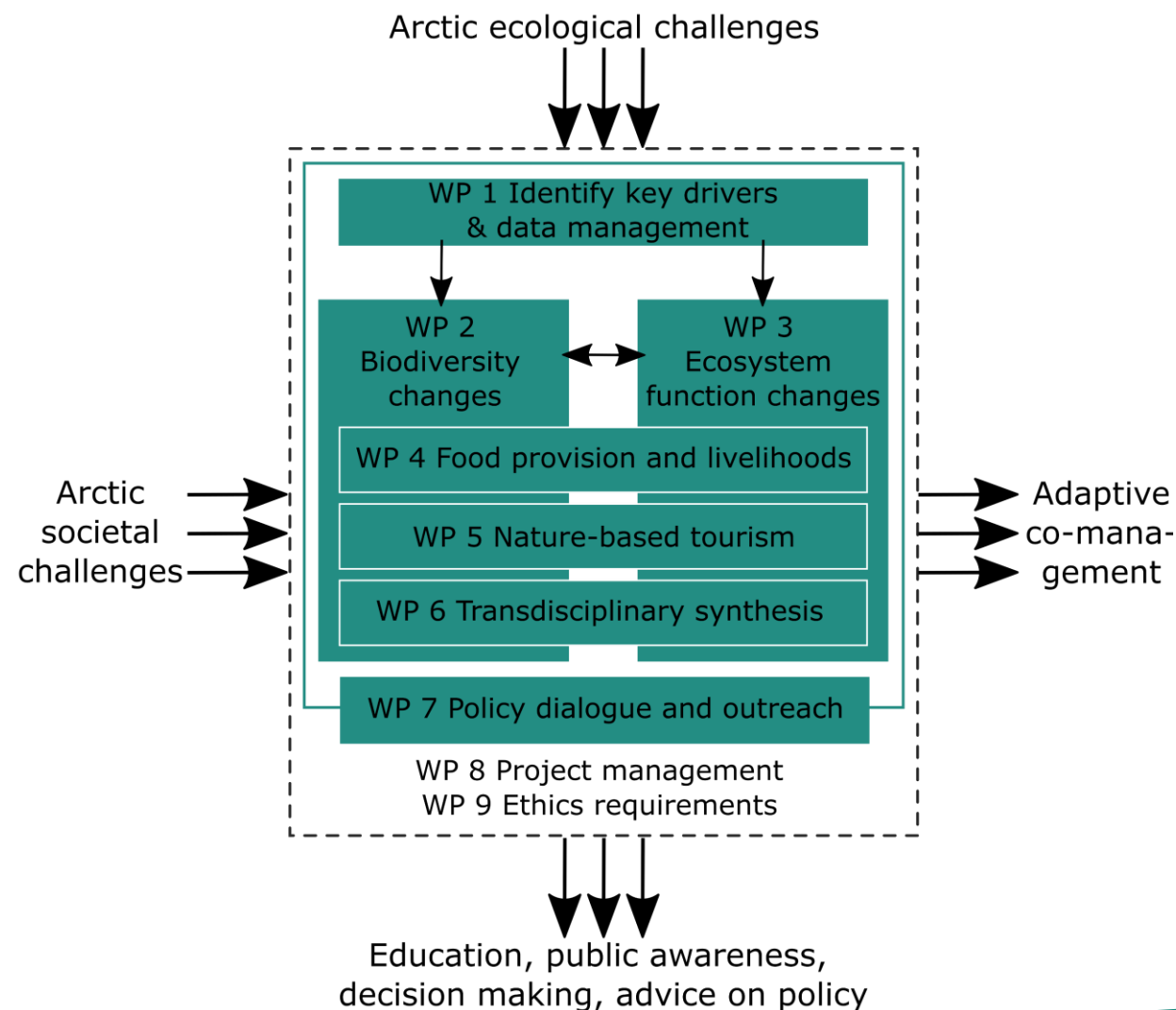
廈門大學  
XIAMEN UNIVERSITY



# The Future of Arctic Coastal Ecosystems

Identifying Transitions in Fjord Systems and Adjacent Coastal Areas

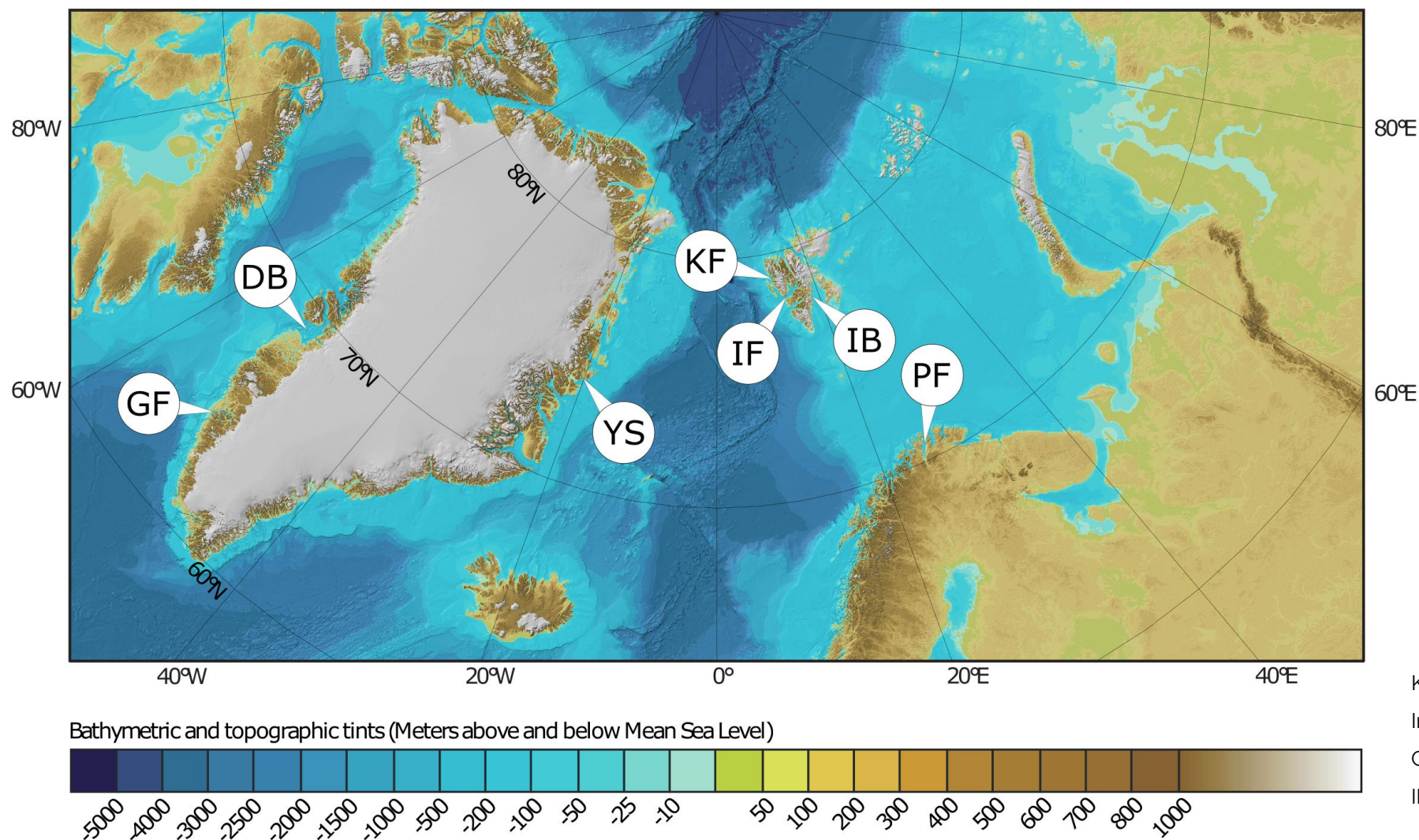
Adaptives Co-Management  
sozial-ökologischer Fjordsysteme  
unter dem Einfluss von  
Eis-Verlust und Biodiversitäts-Wandel



# The Future of Arctic Coastal Ecosystems

Identifying Transitions in Fjord Systems and Adjacent Coastal Areas

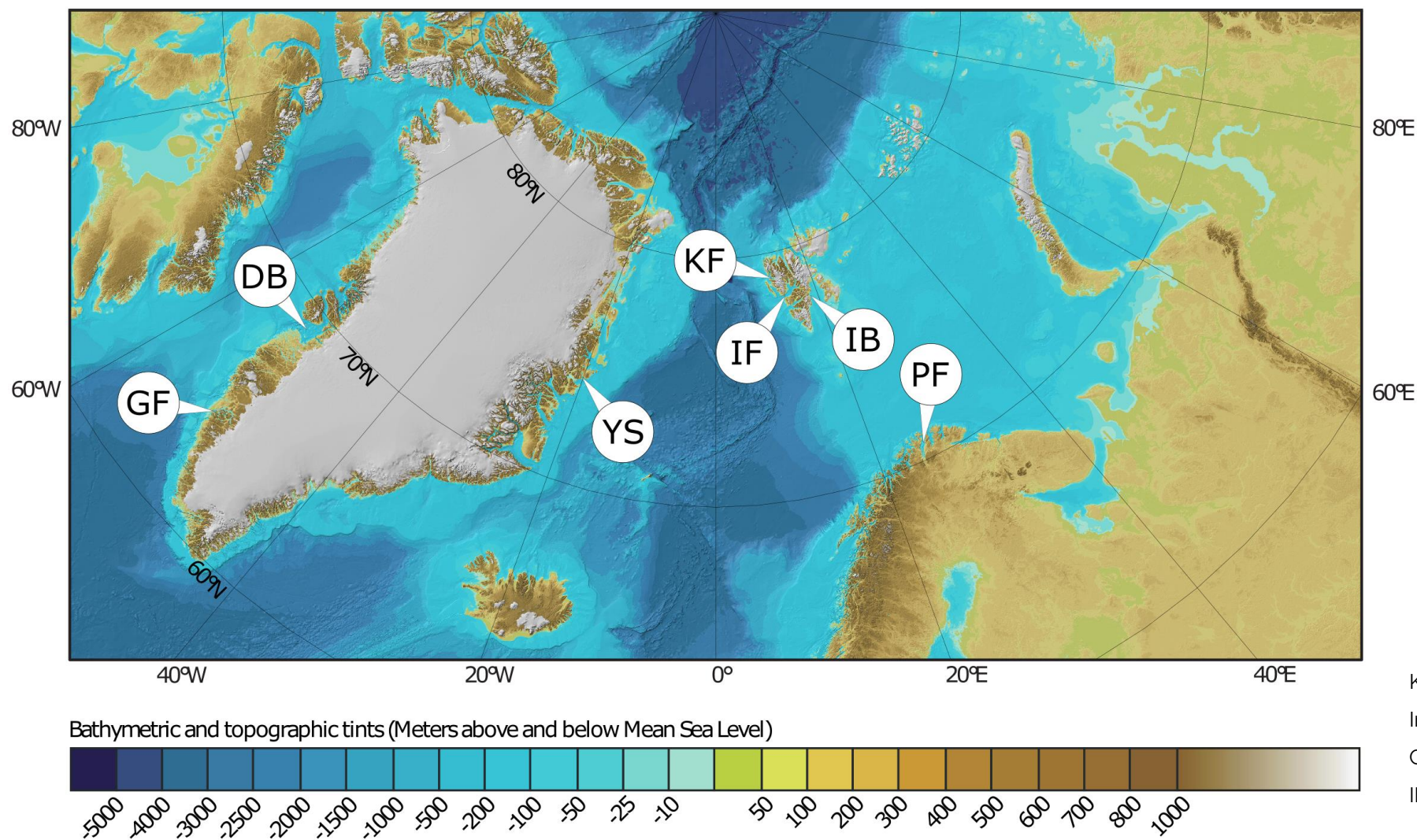
hoch-arktisch  
vs  
im Wandel  
vs  
umgewandelt



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



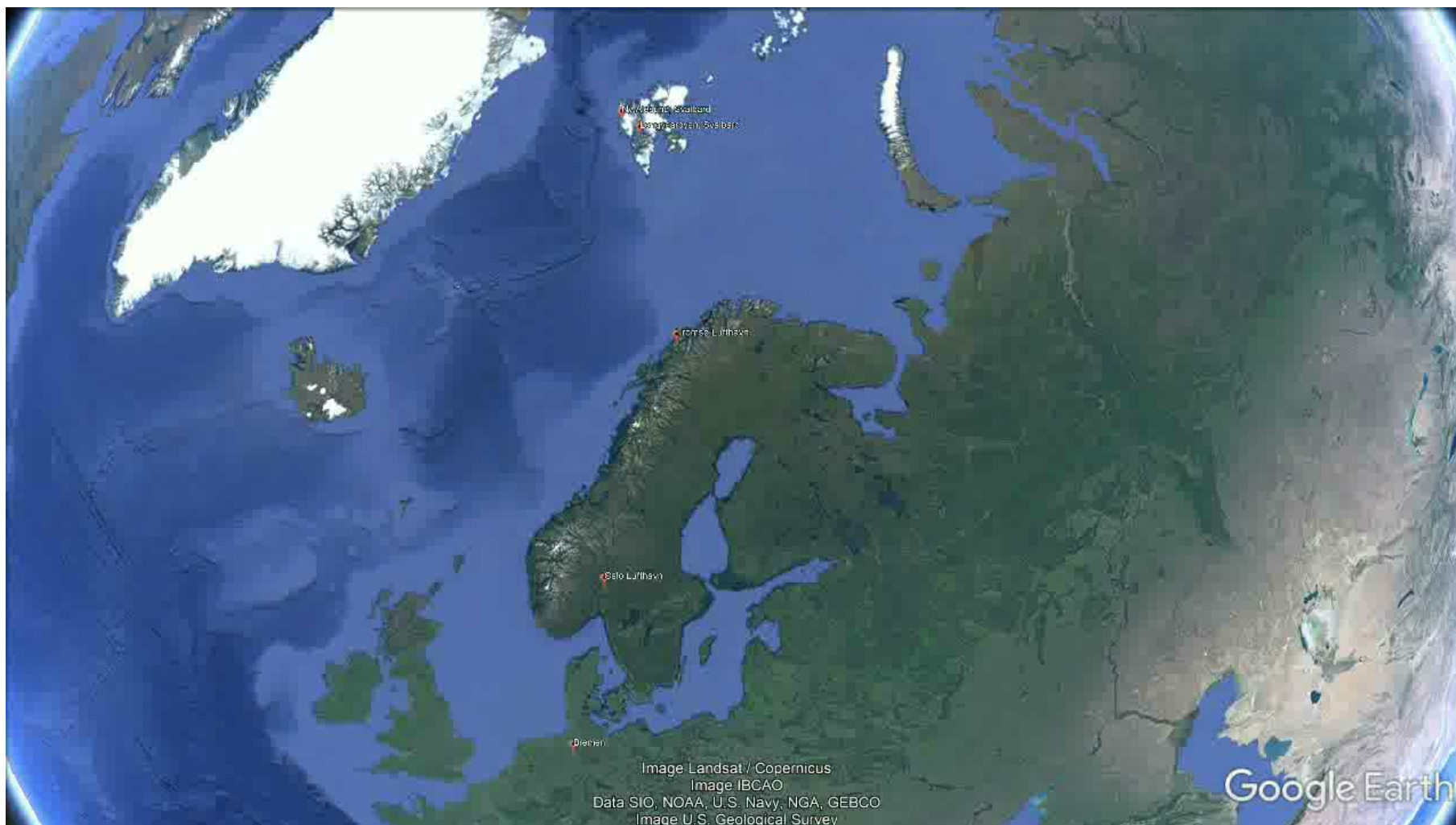
# Beispiele aus der Forschung



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

# Kongsfjorden, Svalbard

Der best-untersuchtete Fjord der Arktis





# Kongsfjorden, Svalbard

Der best-untersuchteste Fjord der Arktis



video: S. Jungblut

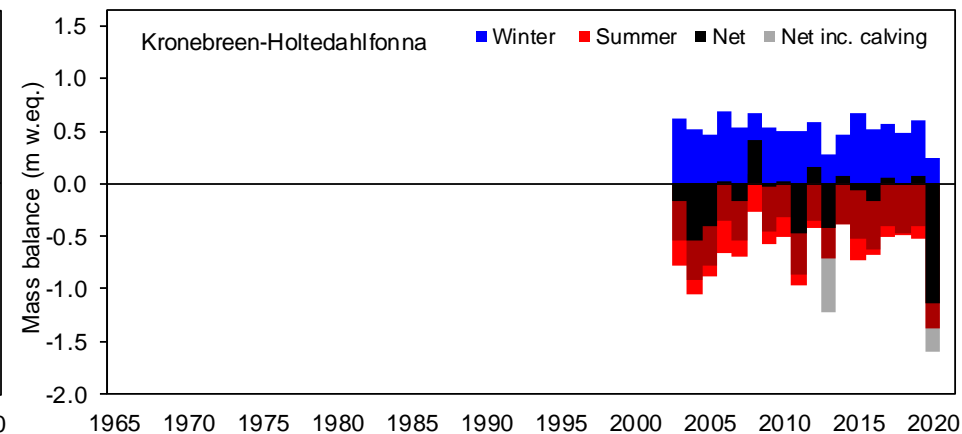
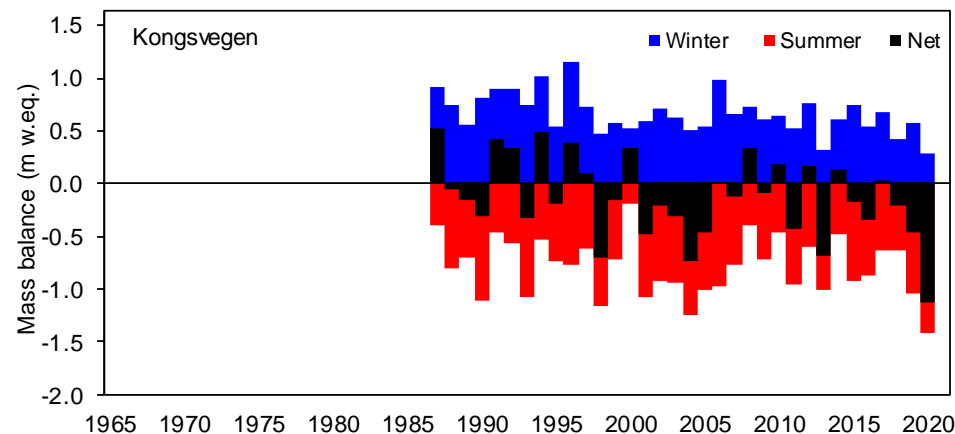
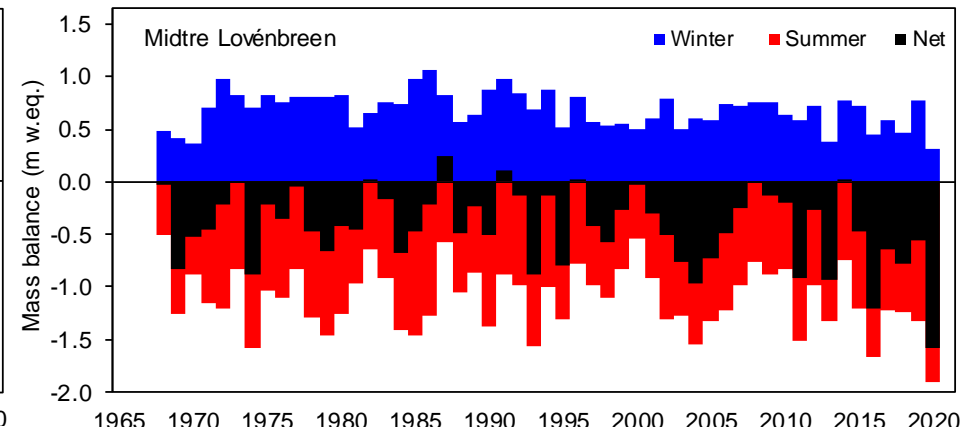
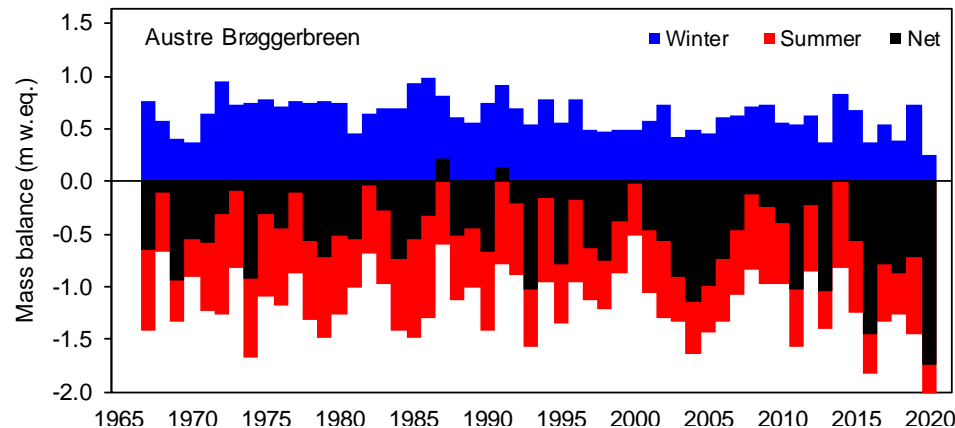
## Der best-untersuchteste Fjord der Arktis





# Gletscher im Kongsfjord, Spitzbergen

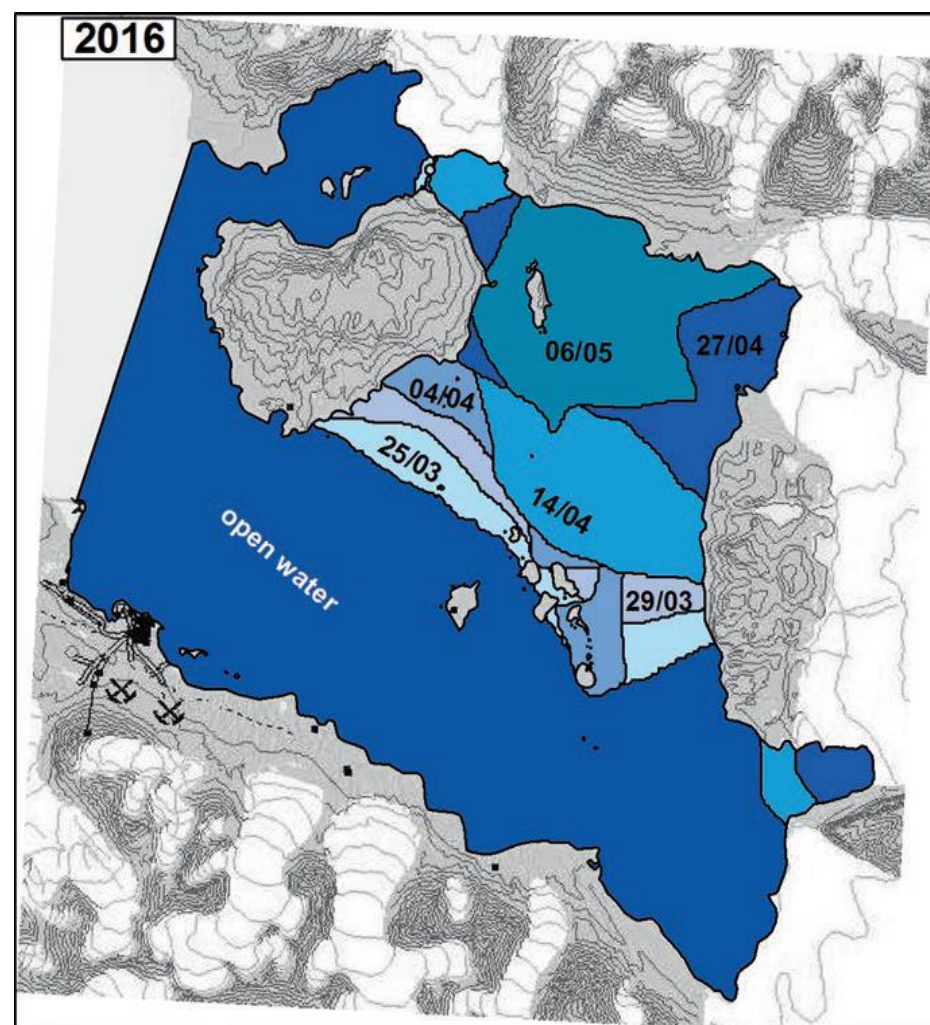
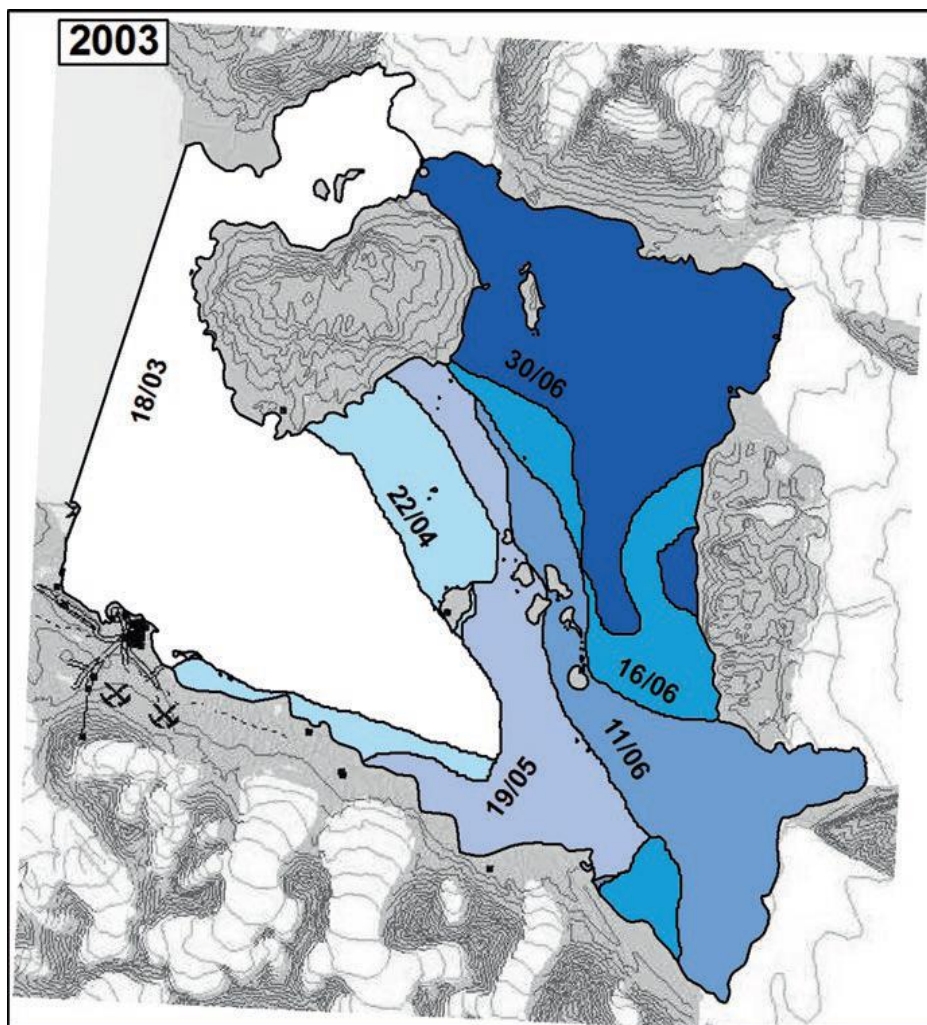
## Negative Massenbilanzen



Daten: NPI

# Meereis im Kongsfjord

Weniger und weniger...

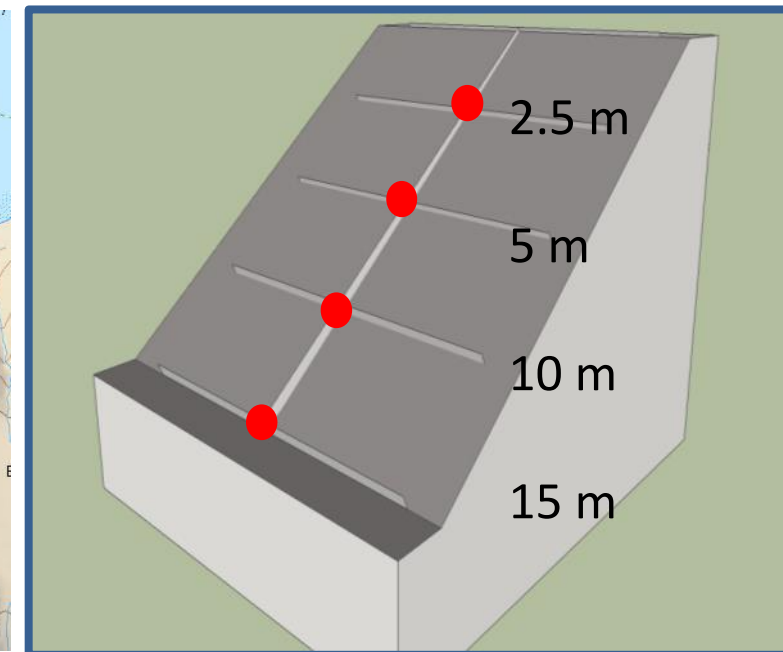
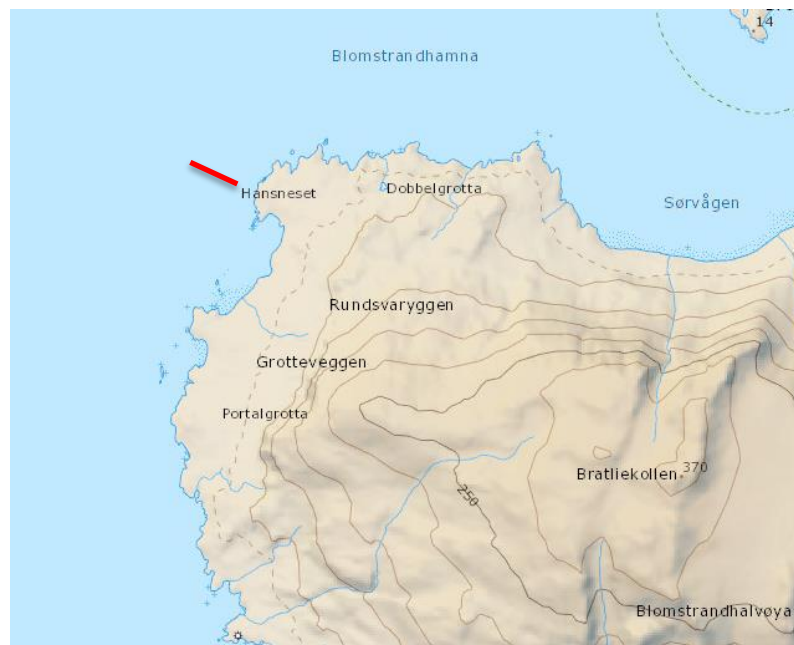
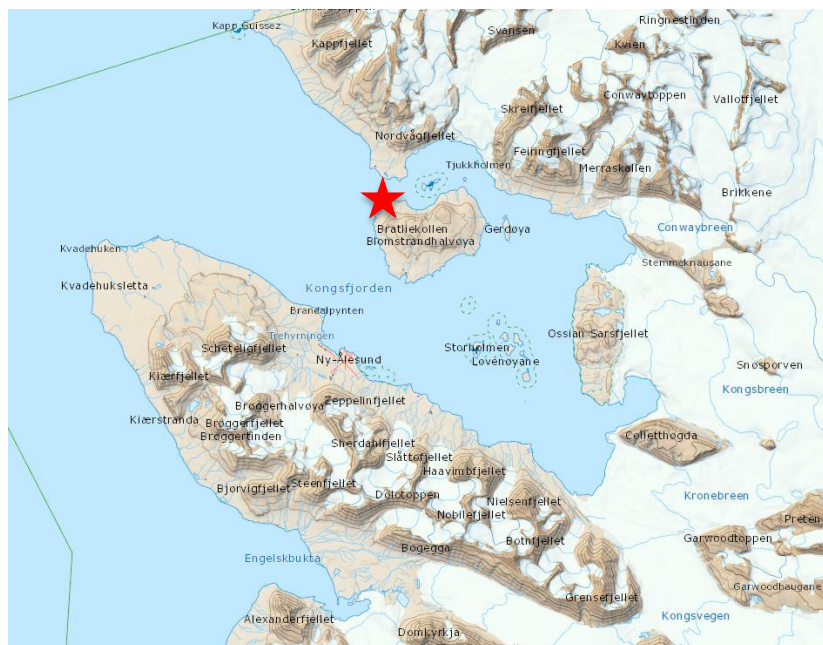


Daten: NPI



# 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,

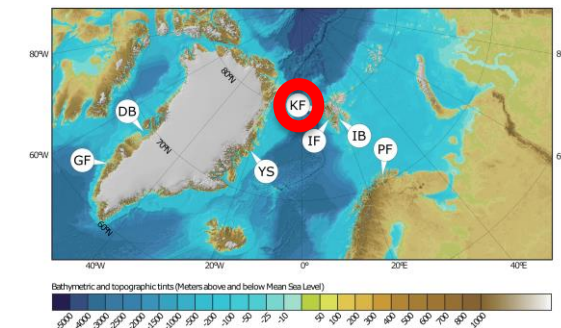
Biodiversität,

kryptische Arten

Primärproduktion,

Barcode Library,

eDNA



Fotos: S. Jungblut

# Kongsfjorden, Svalbard

Beispiele aus der Forschung - Jahr 1

Makroalgen:

Tiefenverteilung,

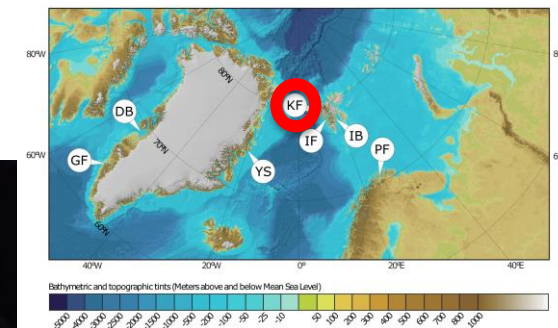
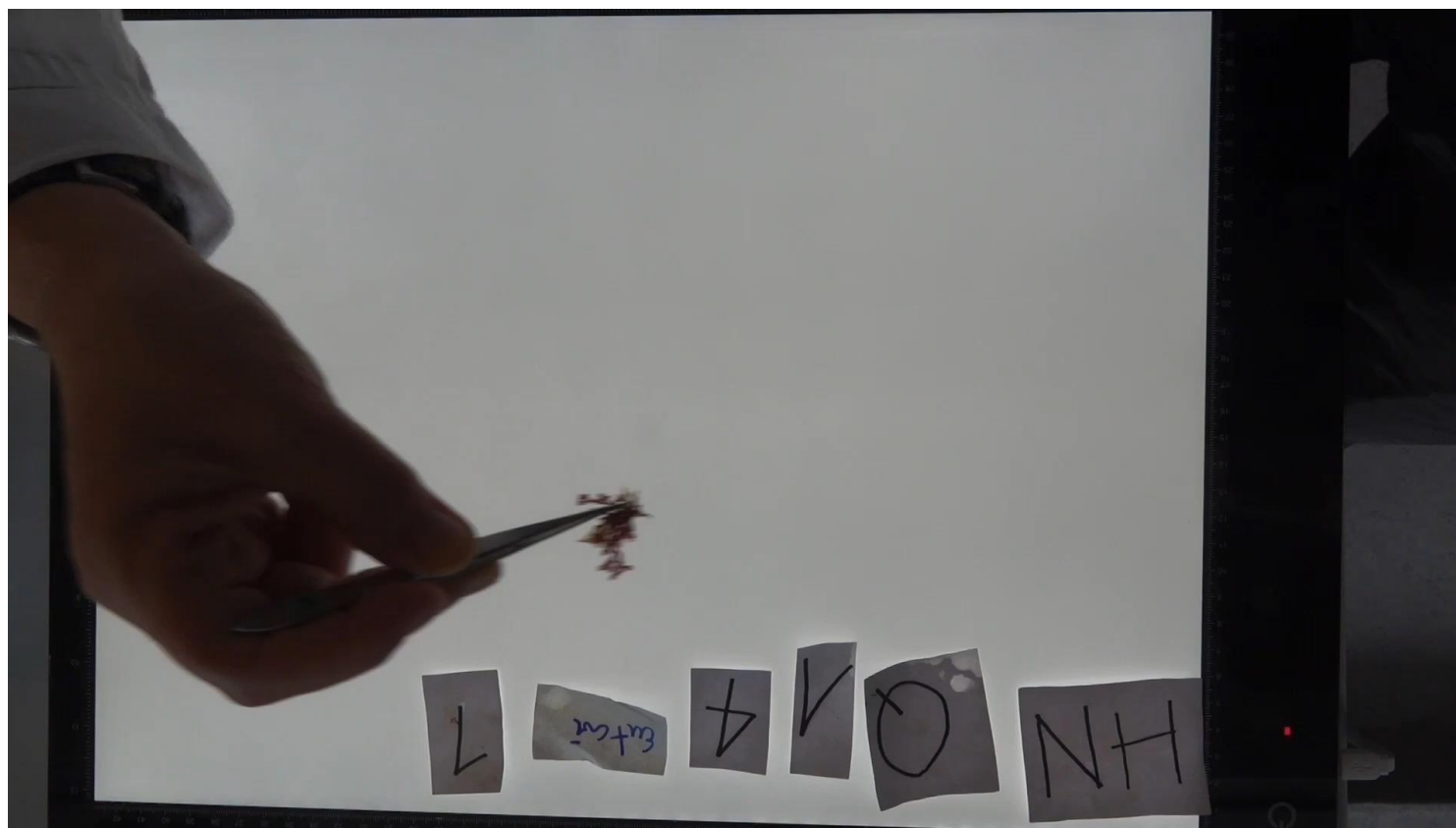
Biodiversität,

kryptische Arten

Primärproduktion,

Barcode Library,

eDNA



Video: S. Jungblut



# Kongsfjorden, Svalbard

Beispiele aus der Forschung - Jahr 1

Wissenschaftliches

Tauchen:

Probennahmen bei  
Hansneset

Weiterführung von  
Zeitserien

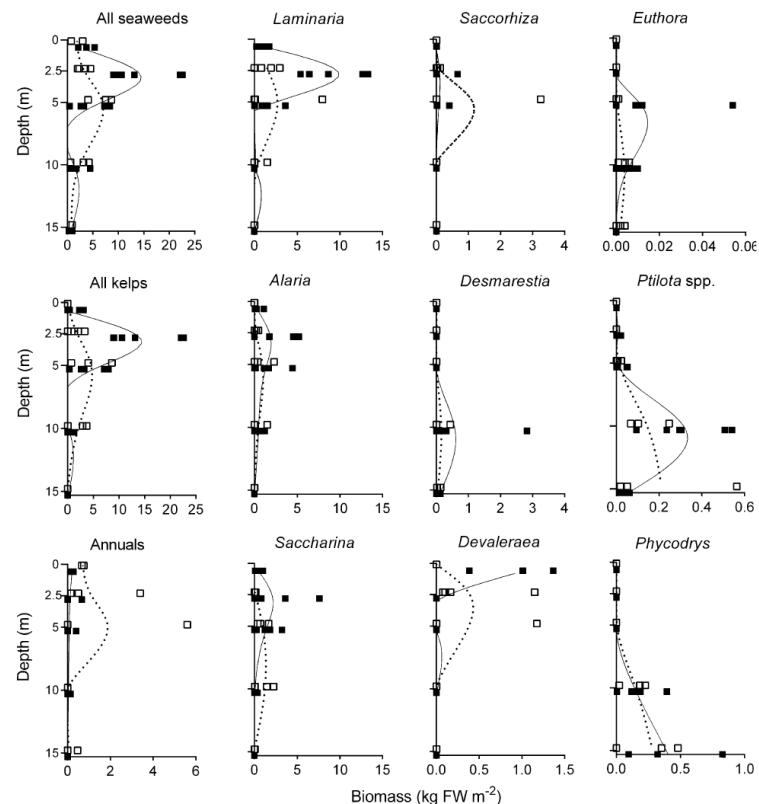
1996/1998

VS

2012/2013

VS

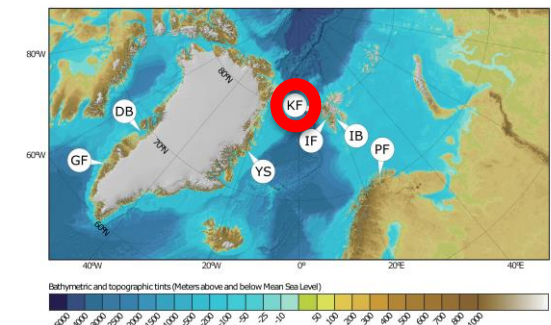
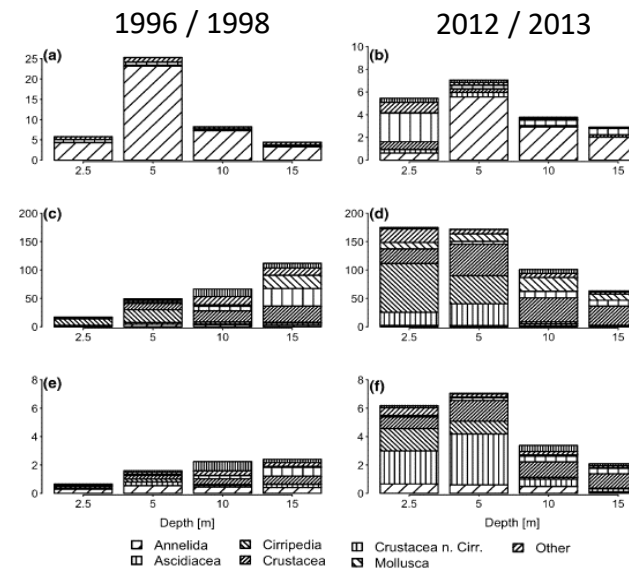
2021



Abundanz  
[1000 ind. m<sup>-2</sup>]

Biomasse  
AFDW  
[g m<sup>-2</sup>]

Produktivität  
[gC m<sup>-2</sup> yr<sup>-1</sup>]



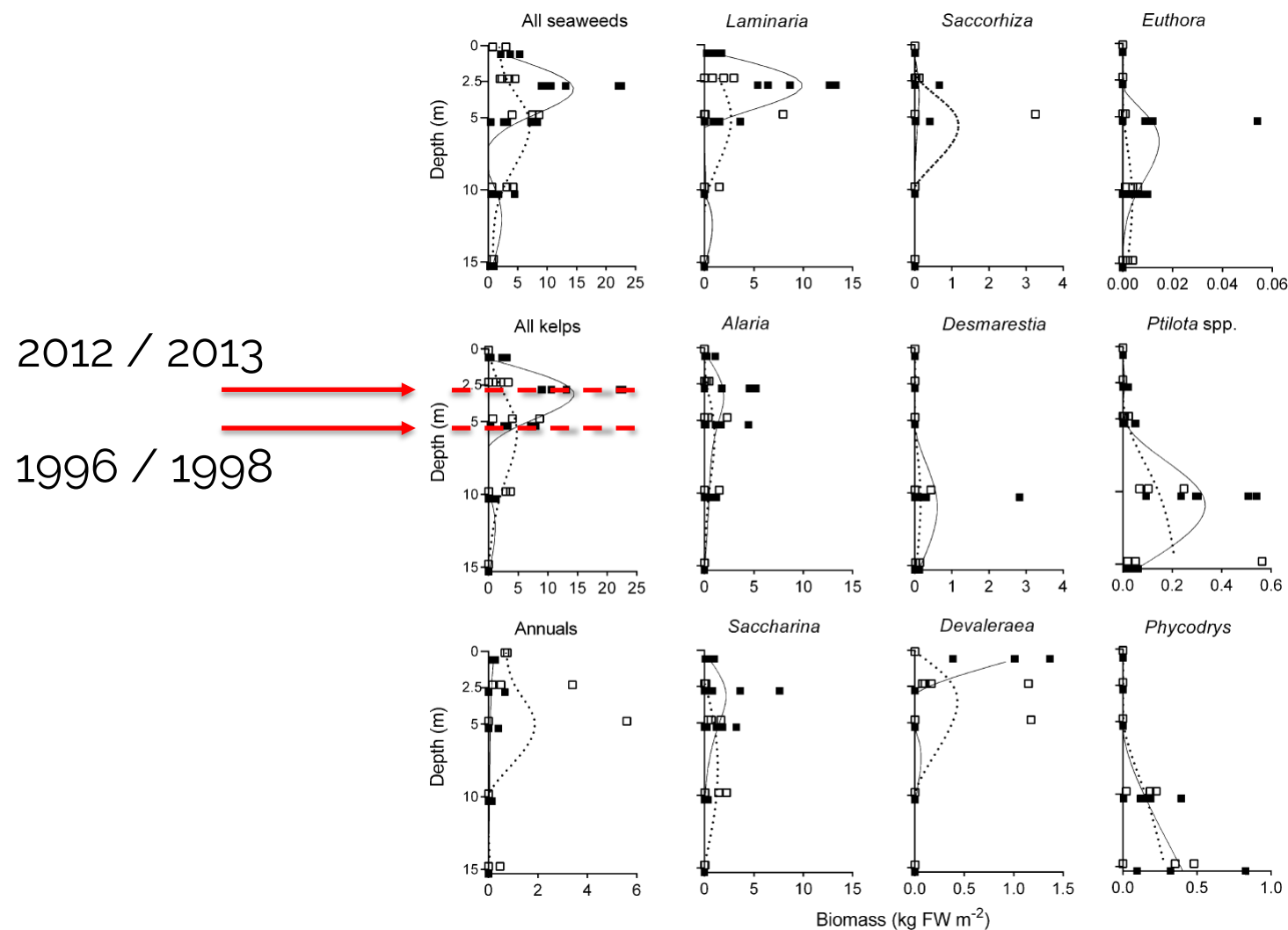
Artenzusammensetzung, Biomasse, Tiefenverteilung

Bartsch et al. 2016

Paar et al. 2016

# Der Kongsfjord im Wandel

Makroalgen bei Hansneset



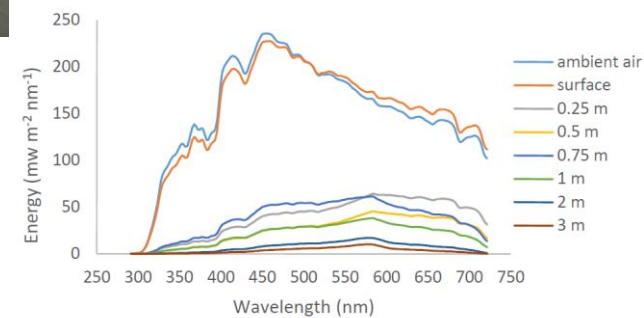
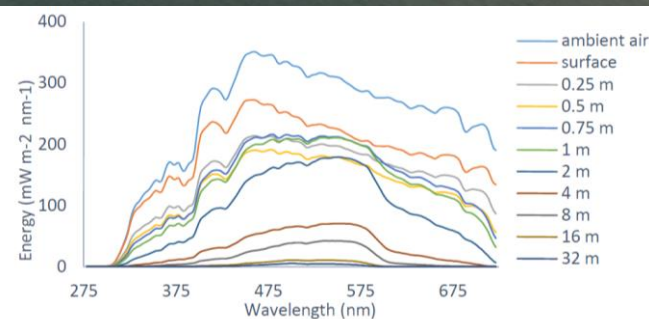
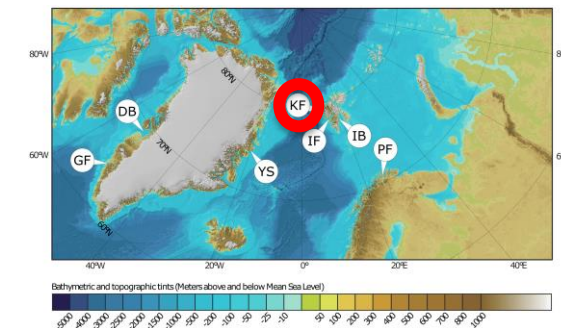
Bartsch et al. 2016



# Kongsfjorden, Svalbard

Beispiele aus der Forschung - Jahr 1

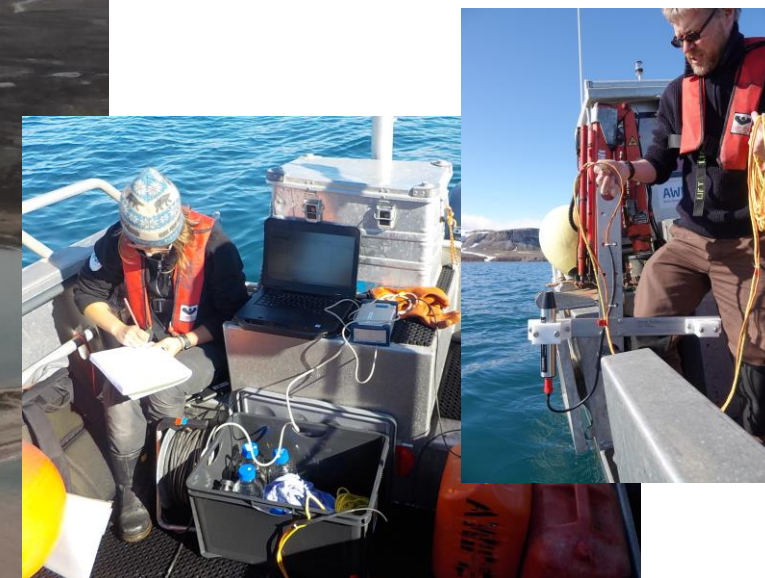
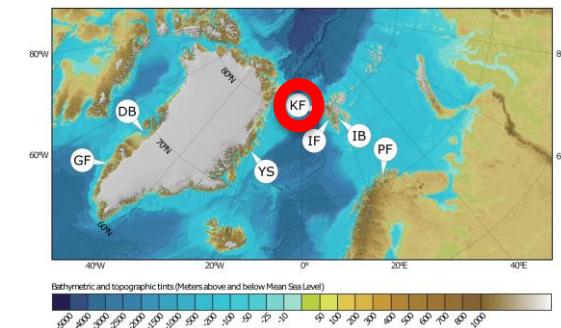
Licht-Klima unter  
terrestrischem  
Sediment-  
Einfluss



# Kongsfjorden, Svalbard

Beispiele aus der Forschung - Jahr 1

Licht-Klima unter  
terrestrischem  
Sediment-  
Einfluss

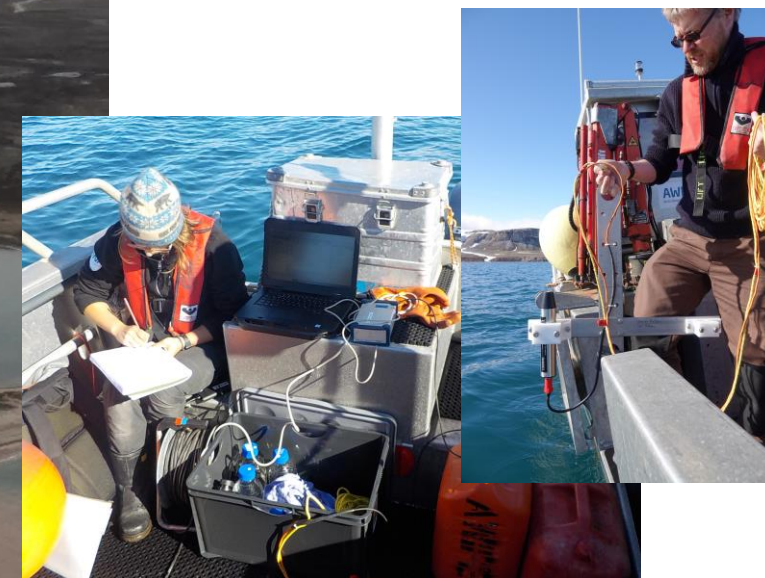
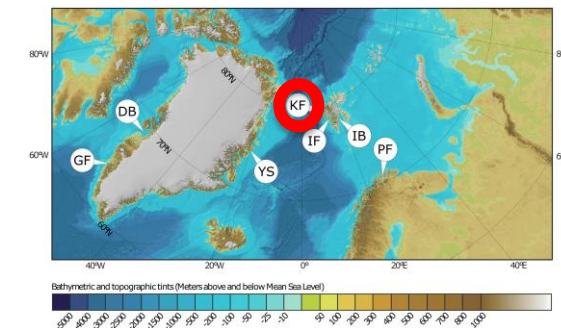




# Kongsfjorden, Svalbard

Beispiele aus der Forschung - Jahr 1

Licht-Klima unter  
terrestrischem  
Sediment-  
Einfluss



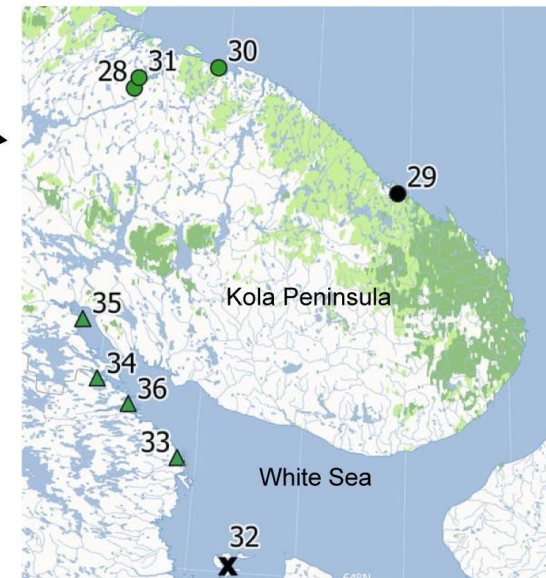
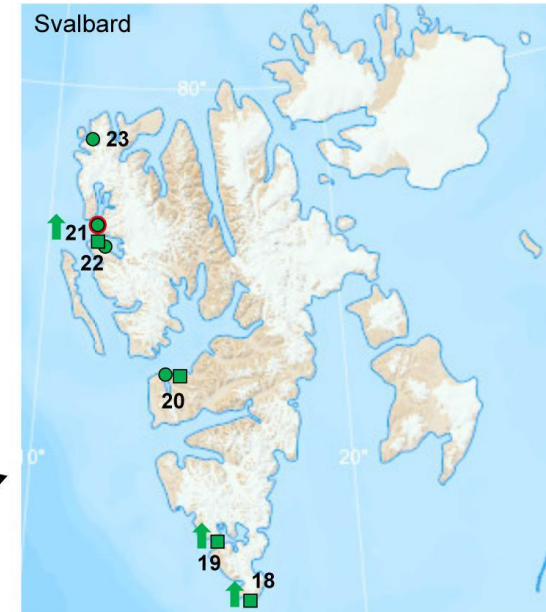
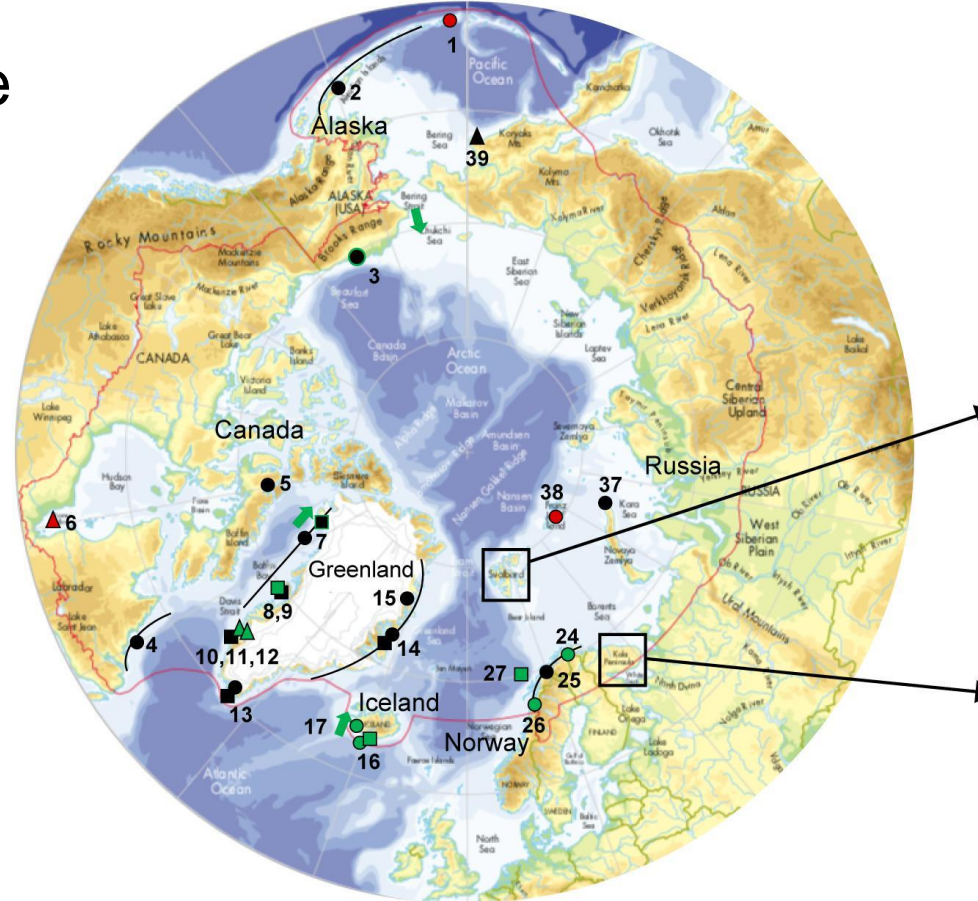
photos: Kai Bischof  
& S. Jungblut



# Veränderung der Algenvegetation in der gesamten Arktis?

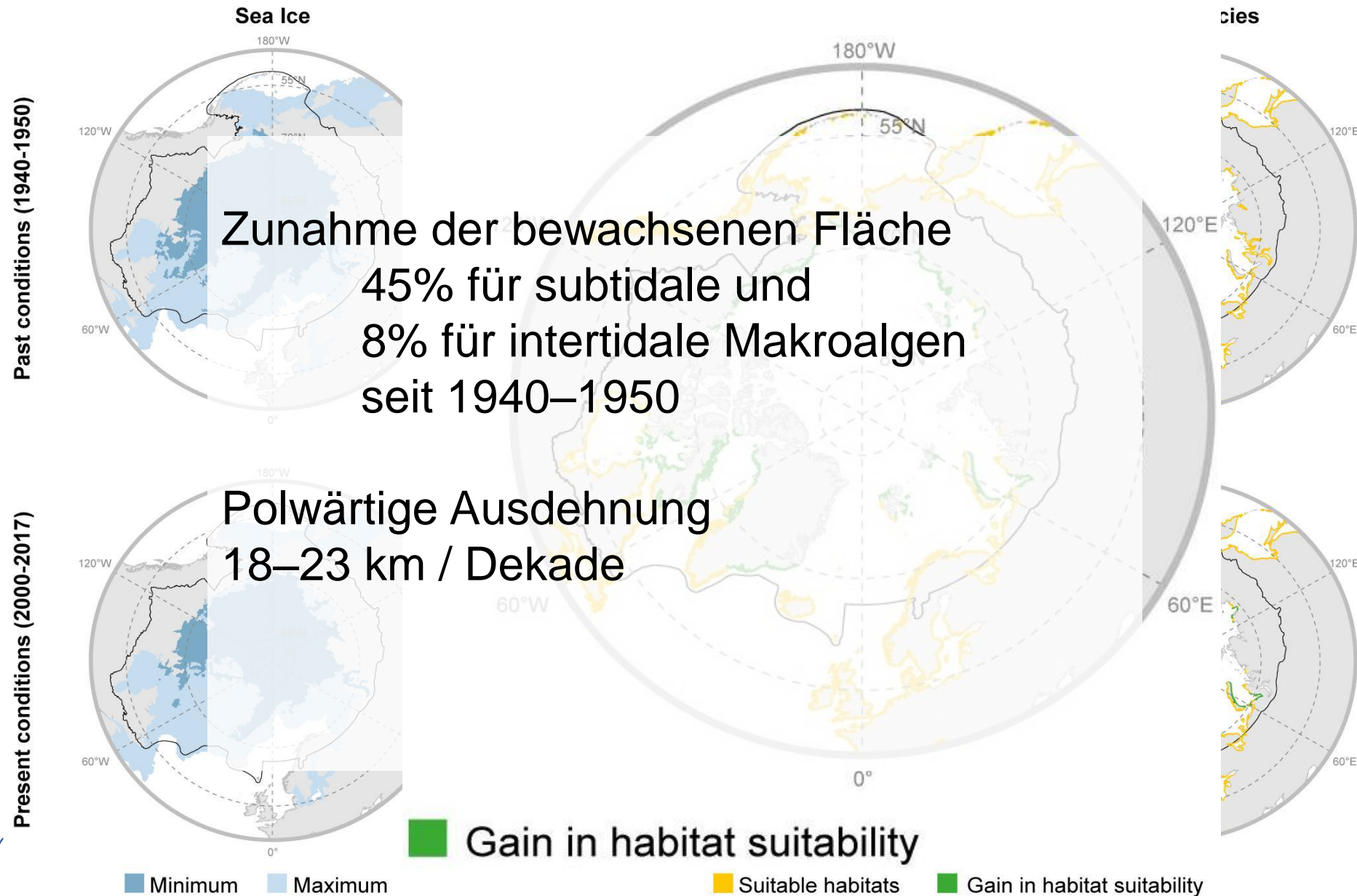
Krause-Jensen et al. 2020 Front Mar Sci: 617-638

## Imprint of Climate Change on Pan-Arctic Marine Vegetation



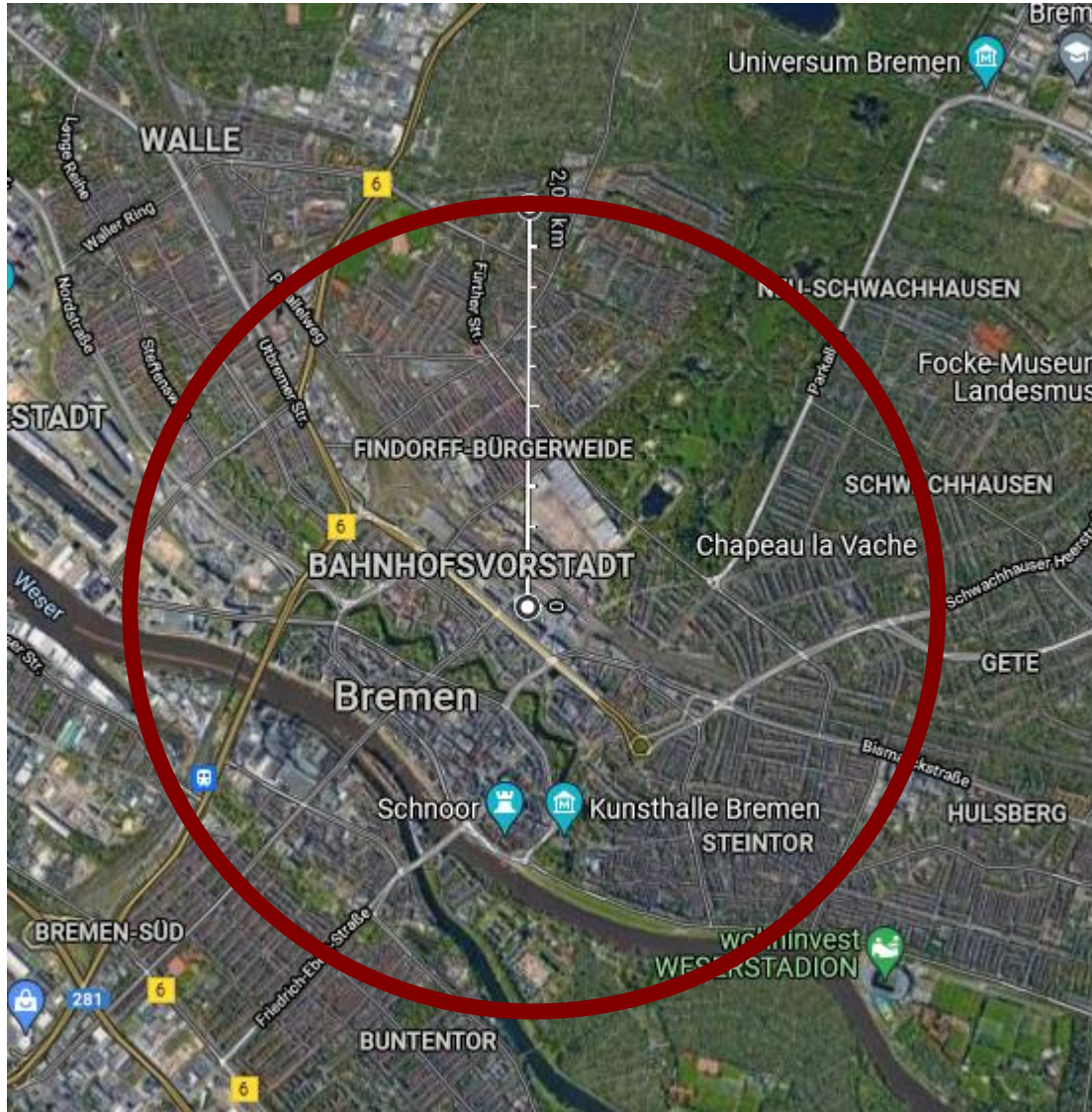


# Imprint of Climate Change on Pan-Arctic Marine Vegetation

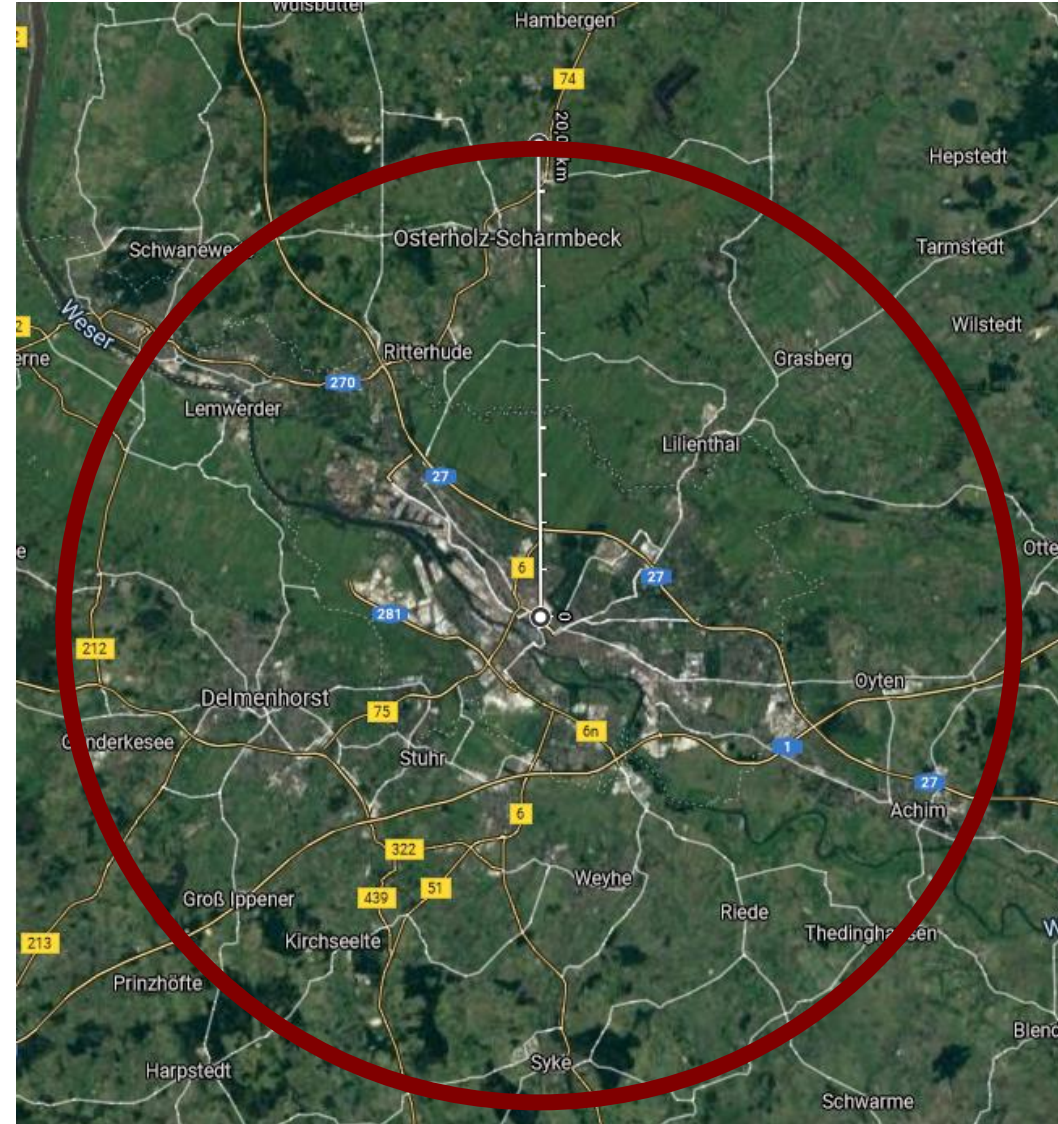




20 km / 10 Jahre: Ist das viel?



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

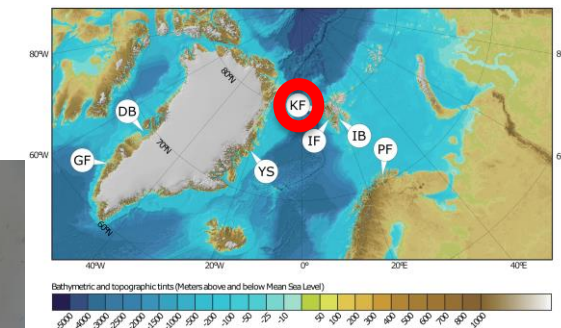
Assoziierte Fauna:

Tiefenverteilung,

Biodiversität,

Sekundärproduktion,

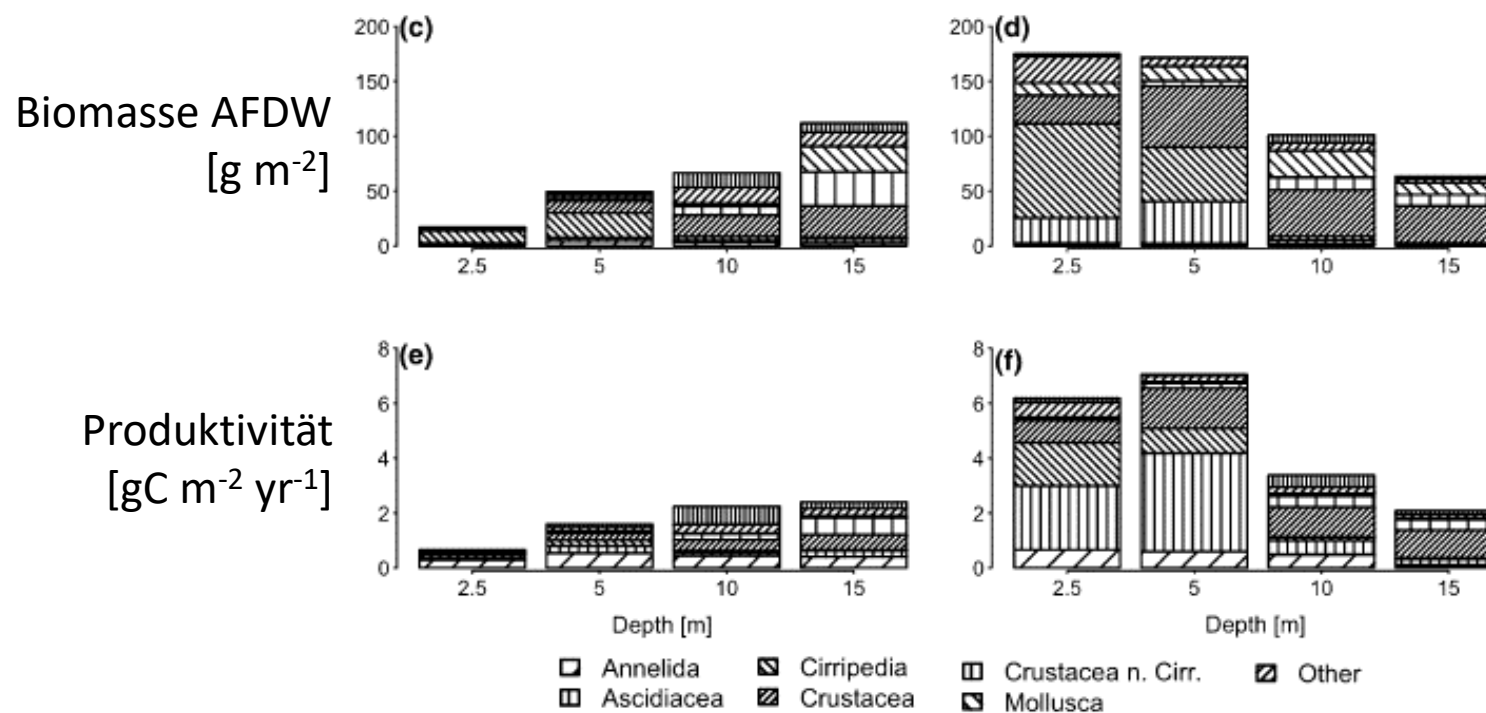
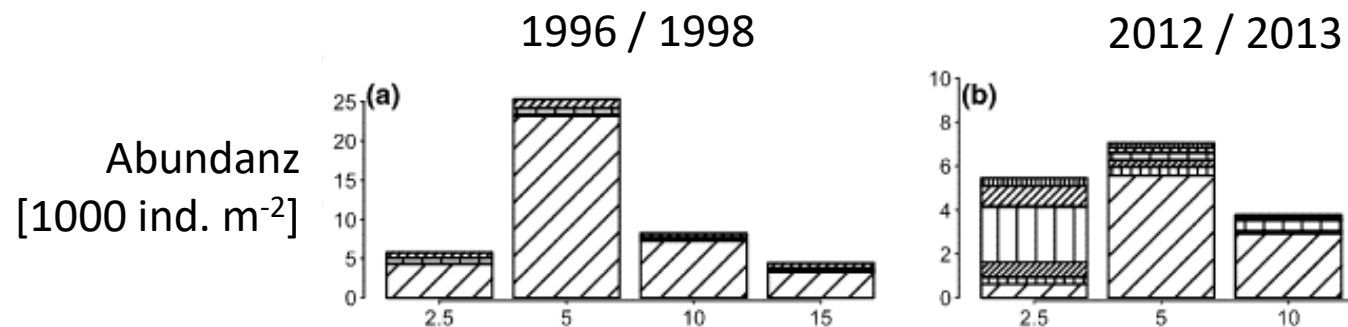
Barcode Library





# Der Kongsfjord im Wandel

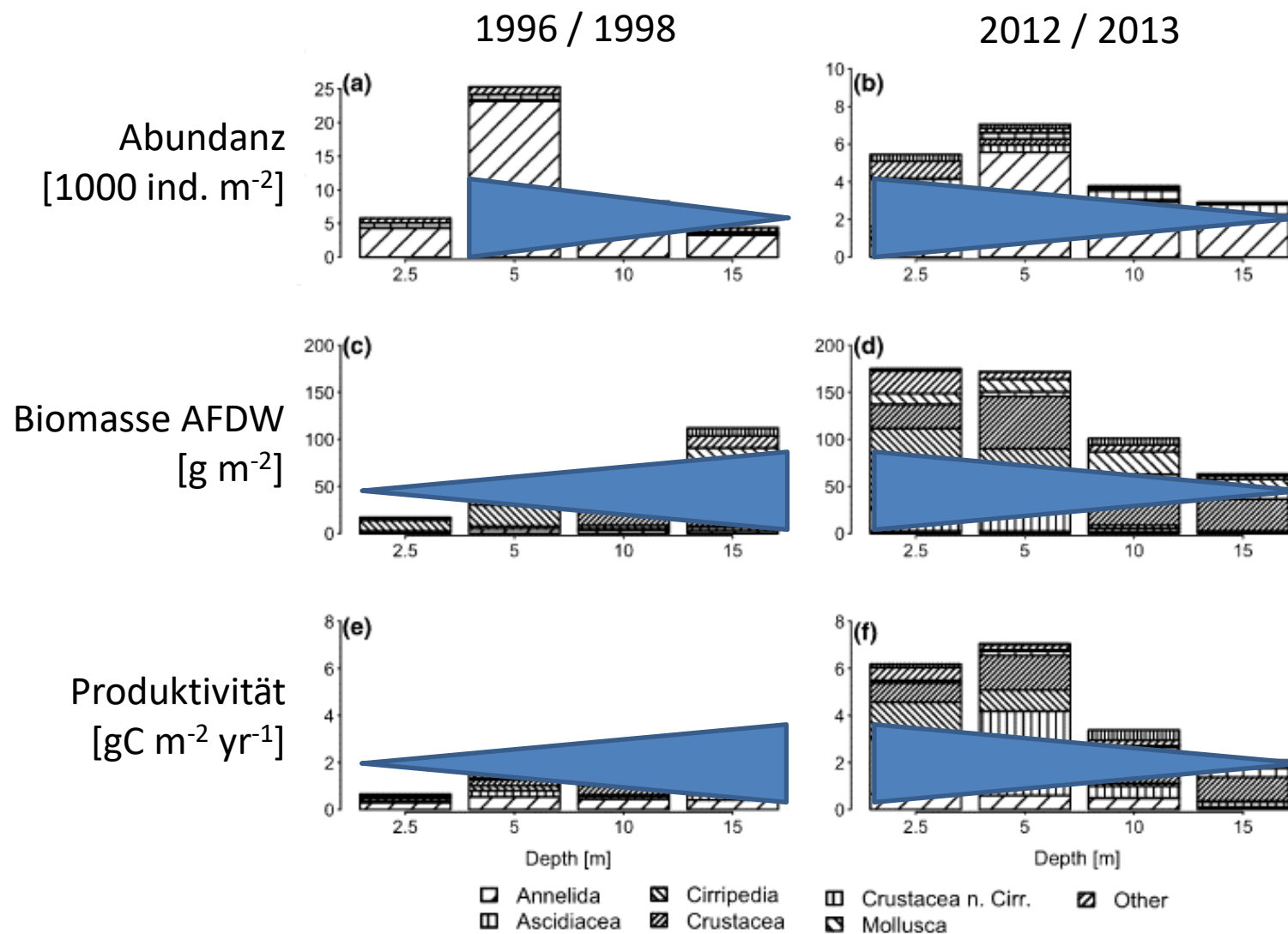
Macrozoobenthos bei Hansneset



Paar et al. 2016

# Der Kongsfjord im Wandel

Makrozoobenthos bei Hansneset



Paar et al. 2016



# Kongsfjorden, Svalbard

Beispiele aus der Forschung - Jahr 1

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

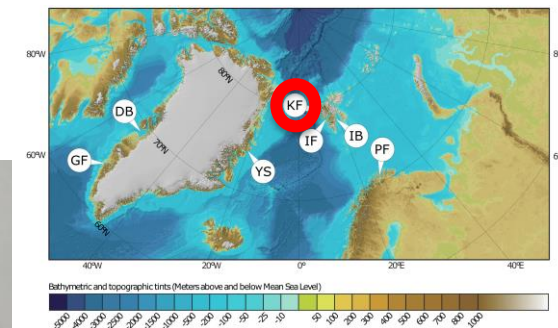


Foto: S. Jungblut



# Kongsfjorden, Svalbard

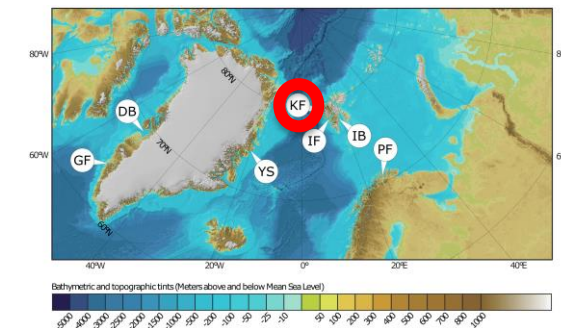
Beispiele aus der Forschung - Jahr 1

Mesokosmos-Experiment:

2 Monate

Kontrolle + 3 Treatments

4 Kelp-Arten + Seeigel





# Kongsfjorden, Svalbard

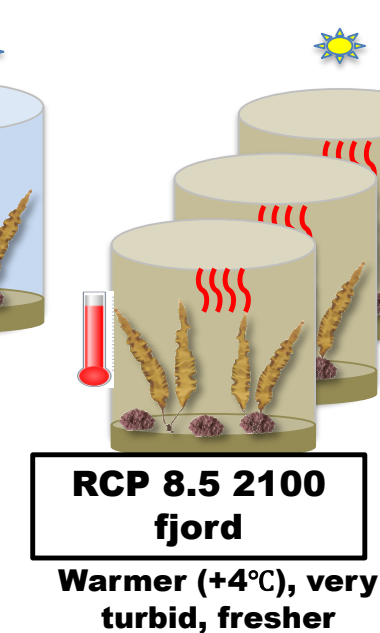
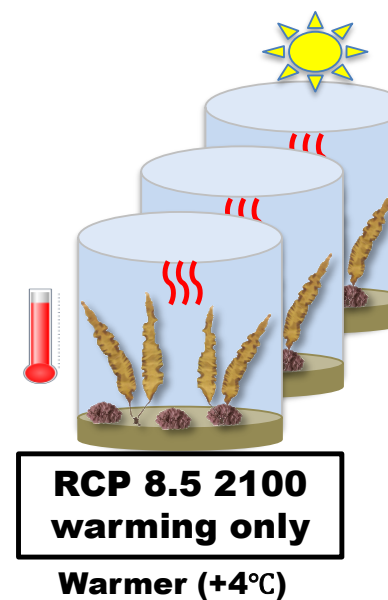
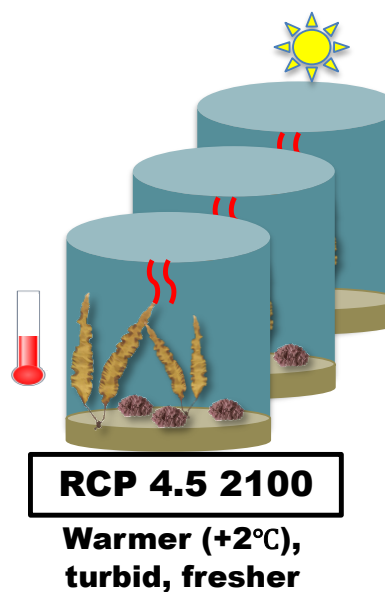
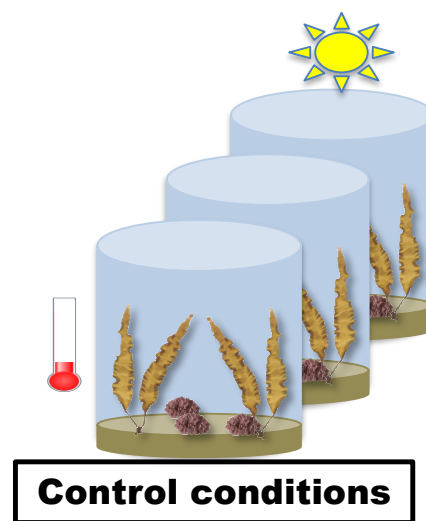
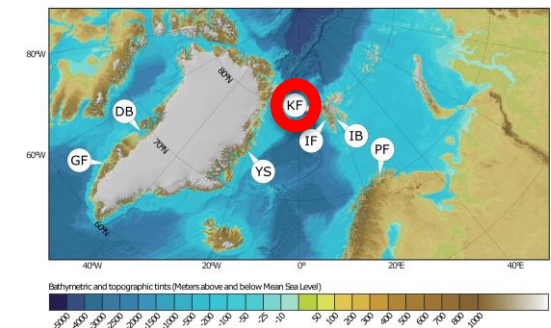
Beispiele aus der Forschung - Jahr 1

Mesokosmos-Experiment:

2 Monate

Kontrolle + 3 Treatments

4 Kelp-Arten + Seeigel



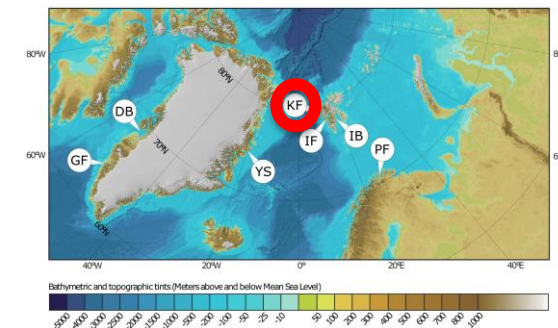
# Kongsfjorden, Svalbard

Beispiele aus der Forschung - Jahr 1

Mesokosmos-Experiment:

Messungen

- Photosynthese
- Respirations-Raten
- Wachstum





# Kongsfjorden, Svalbard

Beispiele aus der Forschung - Jahr 1

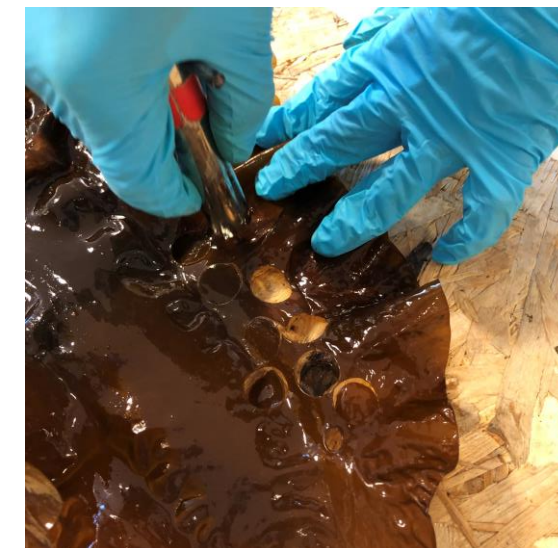
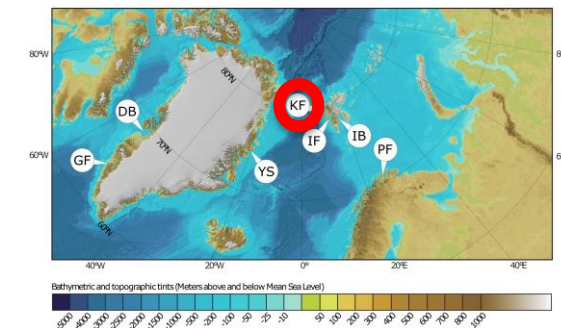
Mesokosmos-Experiment:

Messungen

- Photosynthese
- Respirations-Raten
- Wachstum

Probennahmen

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



Fotos: S. Jungblut

# Verändertes Nahrungsspektrum für Dreizehenmöwen im Kongsfjord

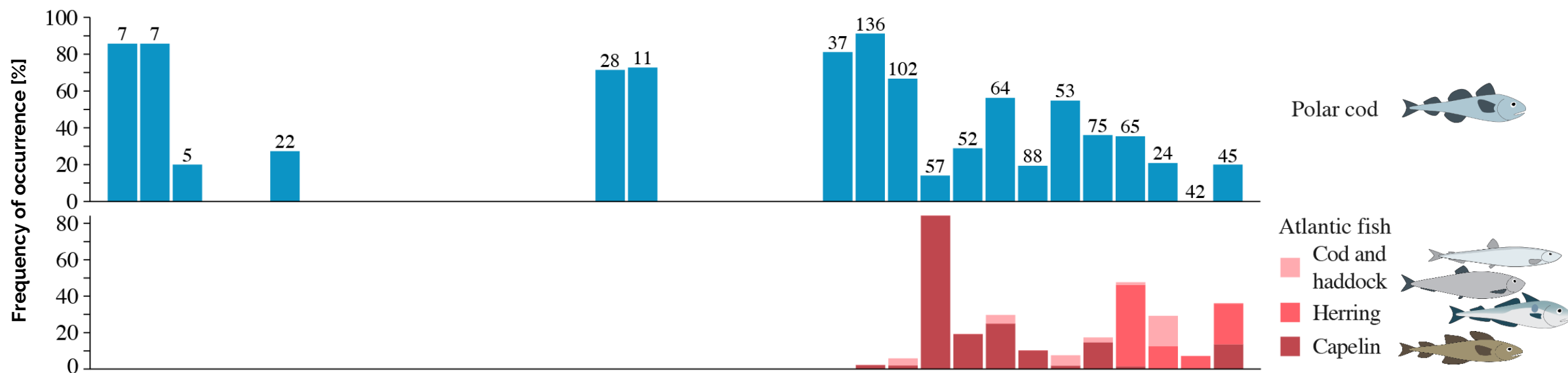
GW Gabrielsen





# Der Kongsfjord im Wandel

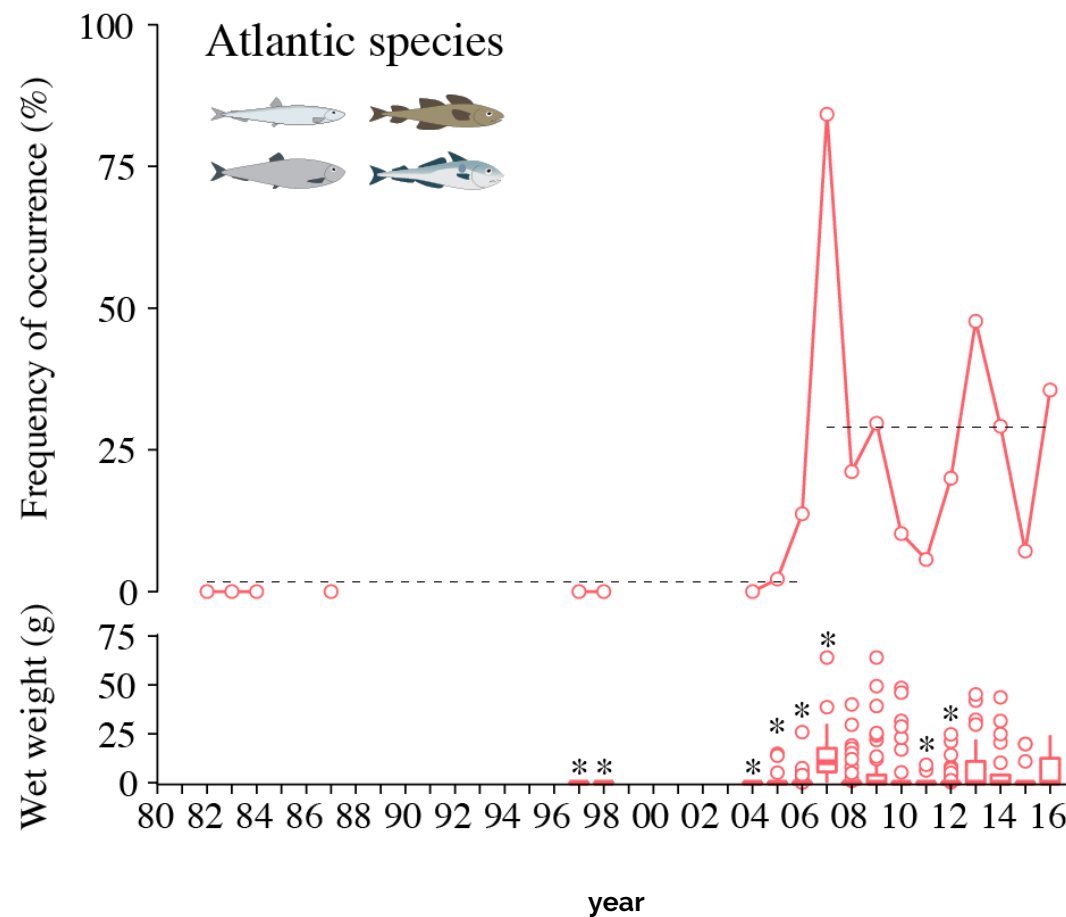
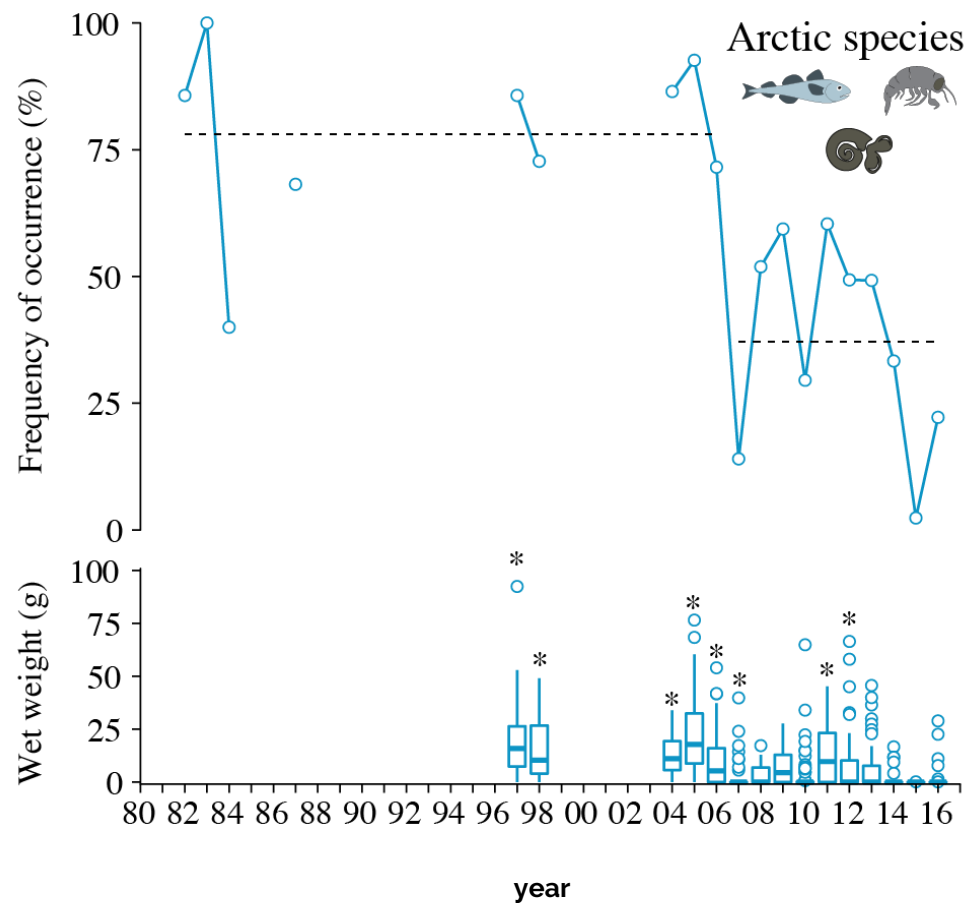
## Fische



Daten: NPI

# Der Kongsfjord im Wandel

## Fische

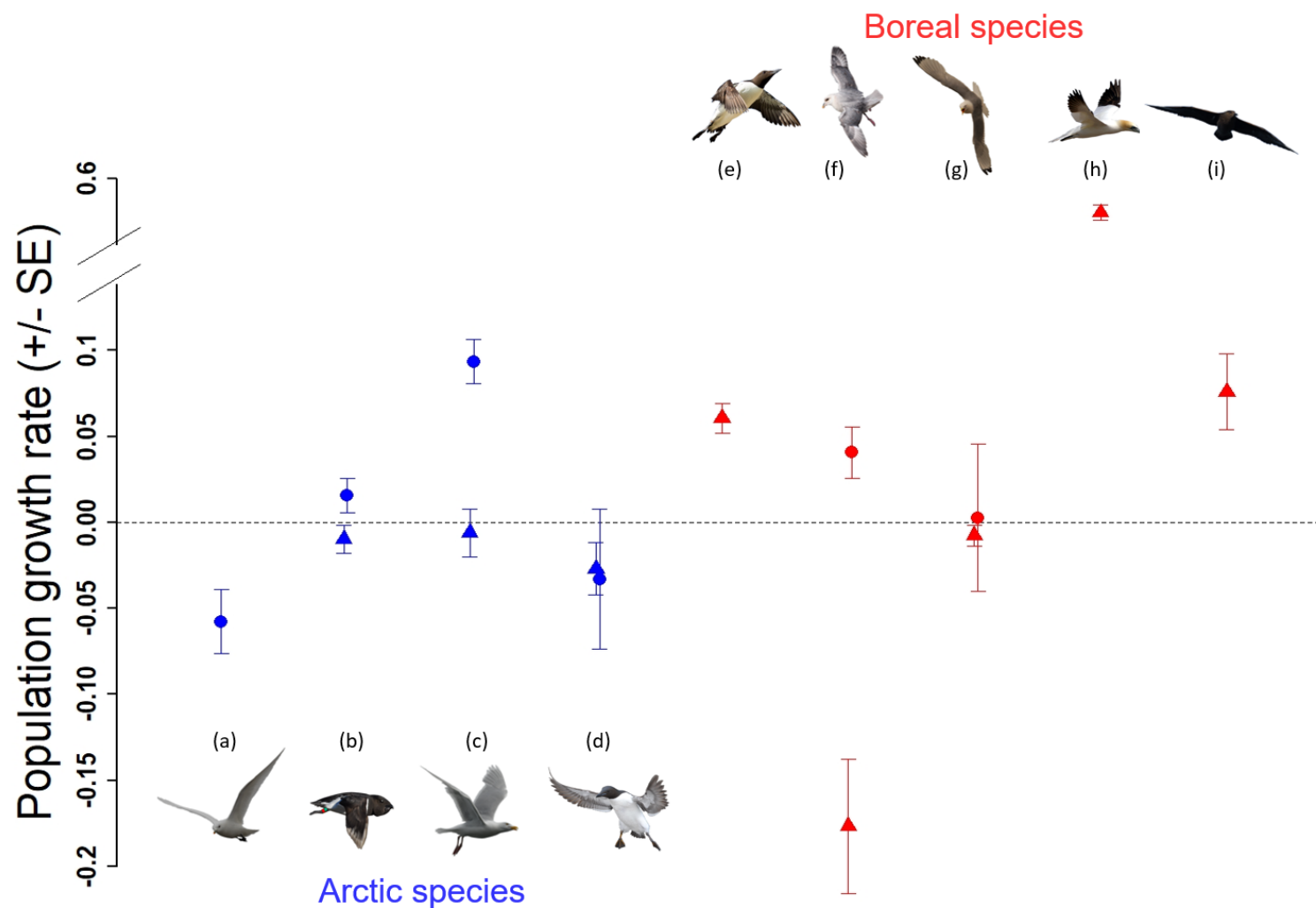


Daten: NPI



# Der Kongsfjord im Wandel

Seevogel-Gemeinschaften

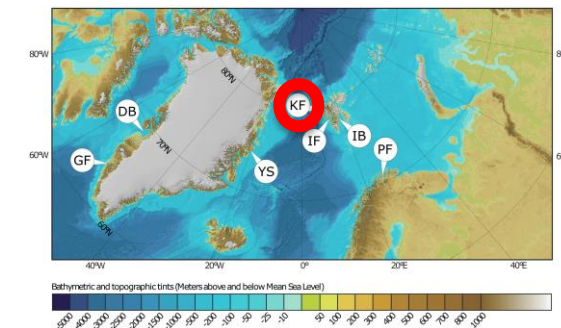


Daten: NPI

# Kongsfjorden, Svalbard

Beispiele aus der Forschung - Jahr 1

Weiterführung  
von Seevogel-  
und  
Meeressäuger-  
Zeitserien



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



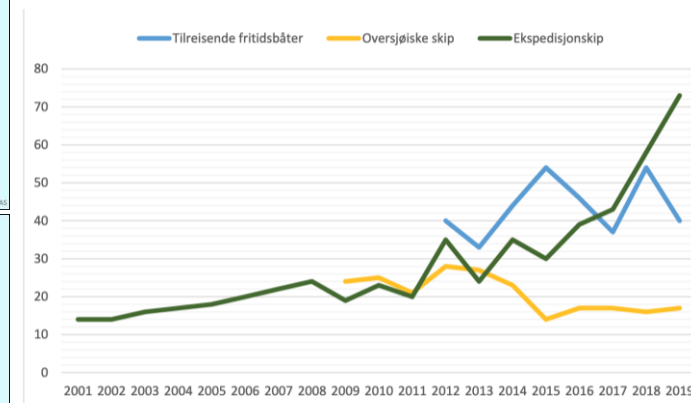
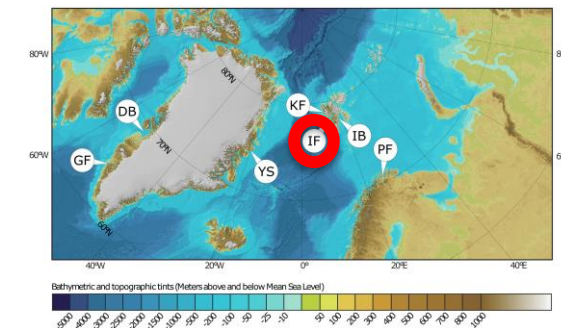
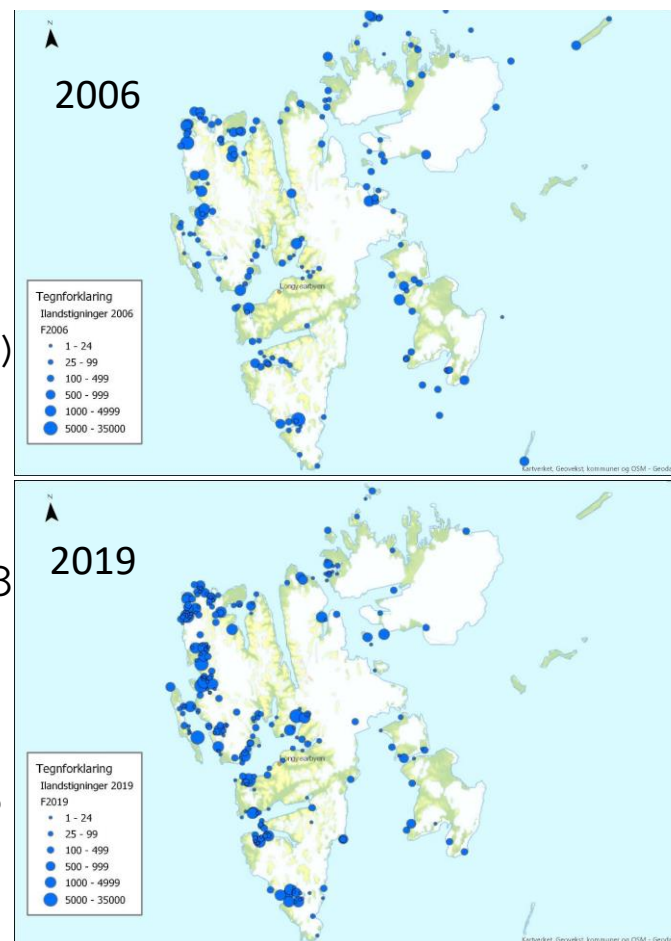


# Tourismus & Schifffahrt

# 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)?



Daten: Halvor Dannevig

Anlandung von Touristen



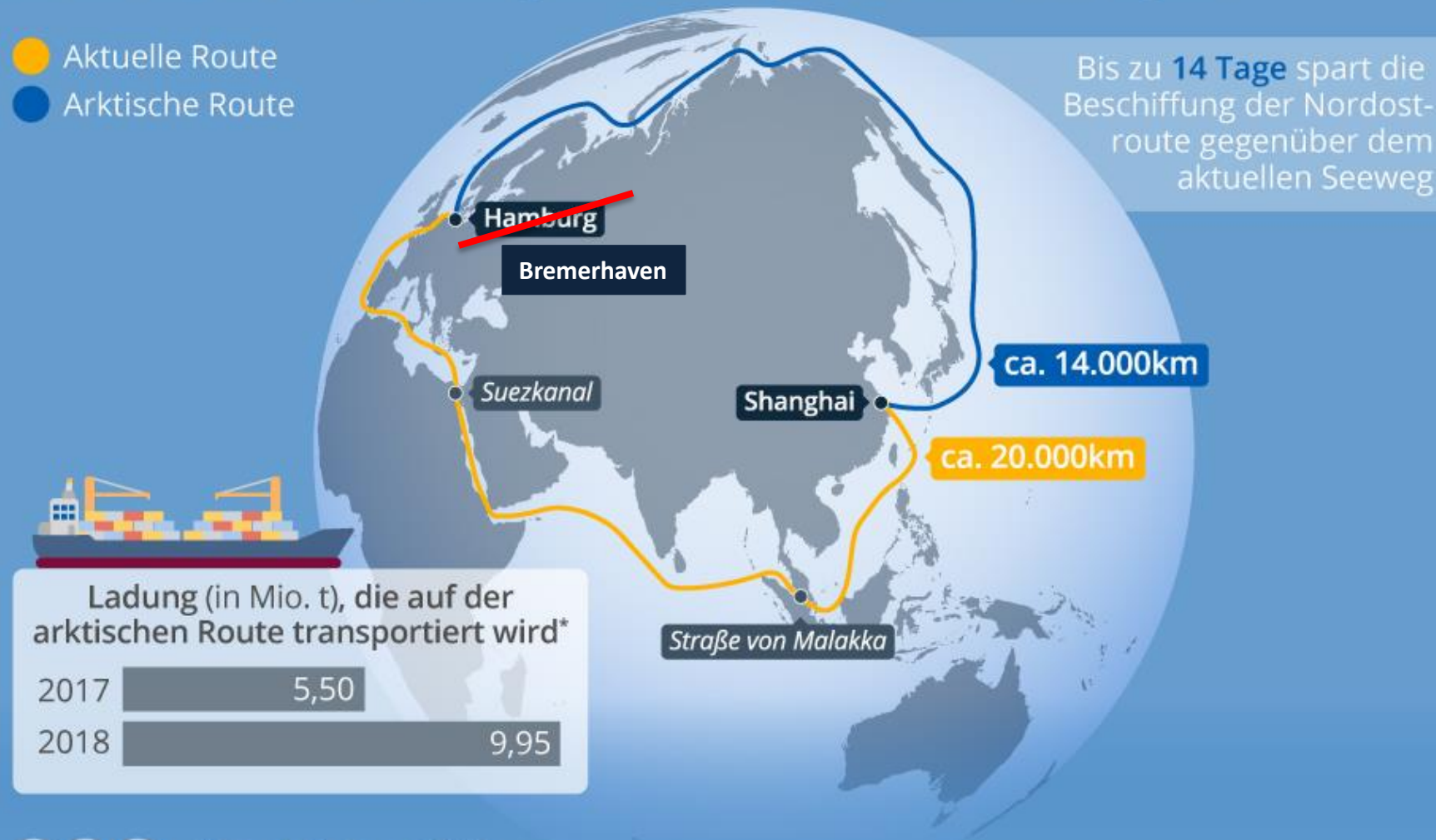


**Kapazitätsgrenzen?**  
**Kriterien für nachhaltigen Tourismus?**  
**Ökologische Indikatoren?**  
**Interessenausgleich?**

# Nordostpassage bald offen für den Güterverkehr?

Nördlicher und südlicher Seeweg zwischen Europa und Ostasien im Vergleich

- Aktuelle Route
- Arktische Route



## 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

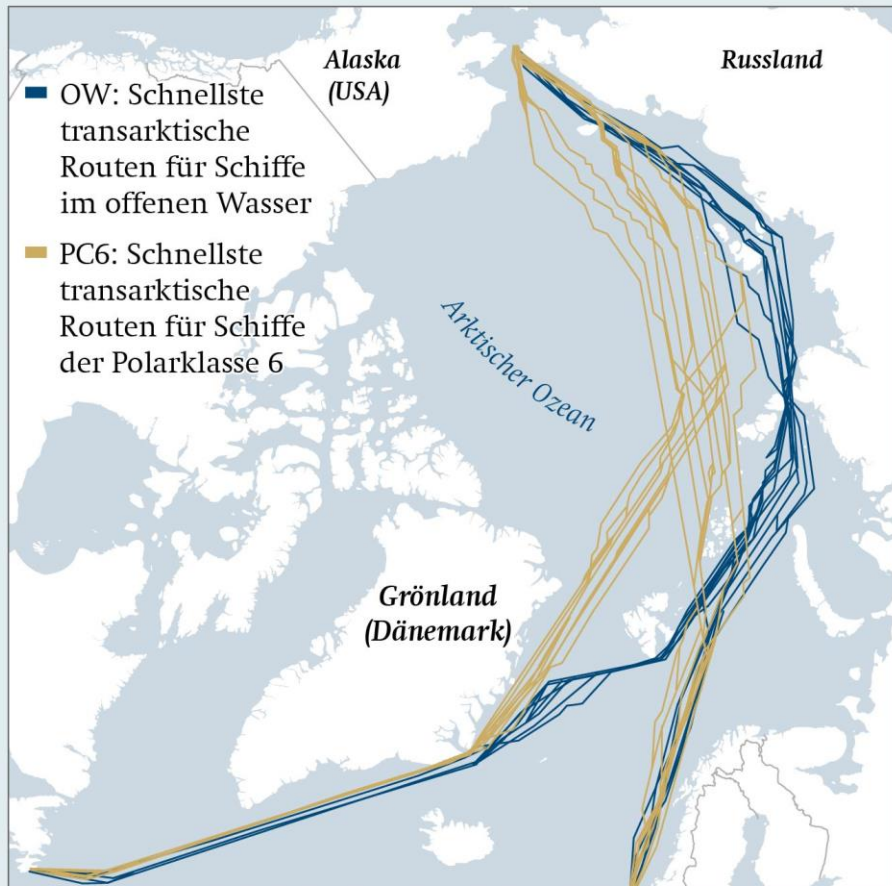


Maritime Wirtschaft

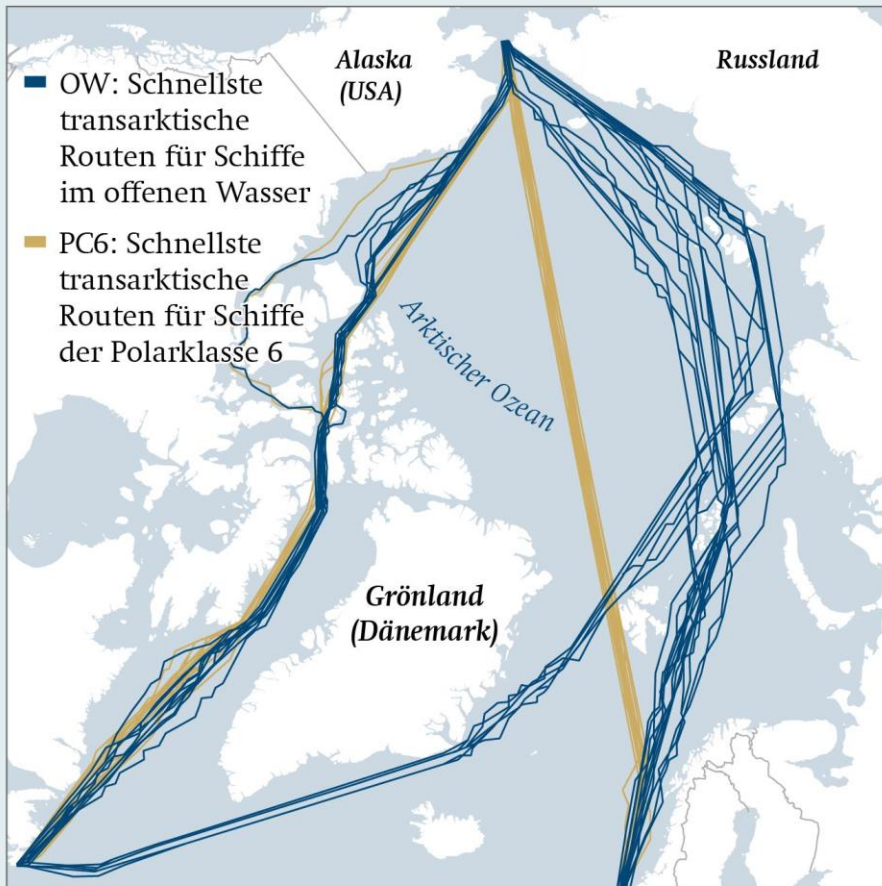


# Arktische Passagen 2006–2015 und 2040–2059

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



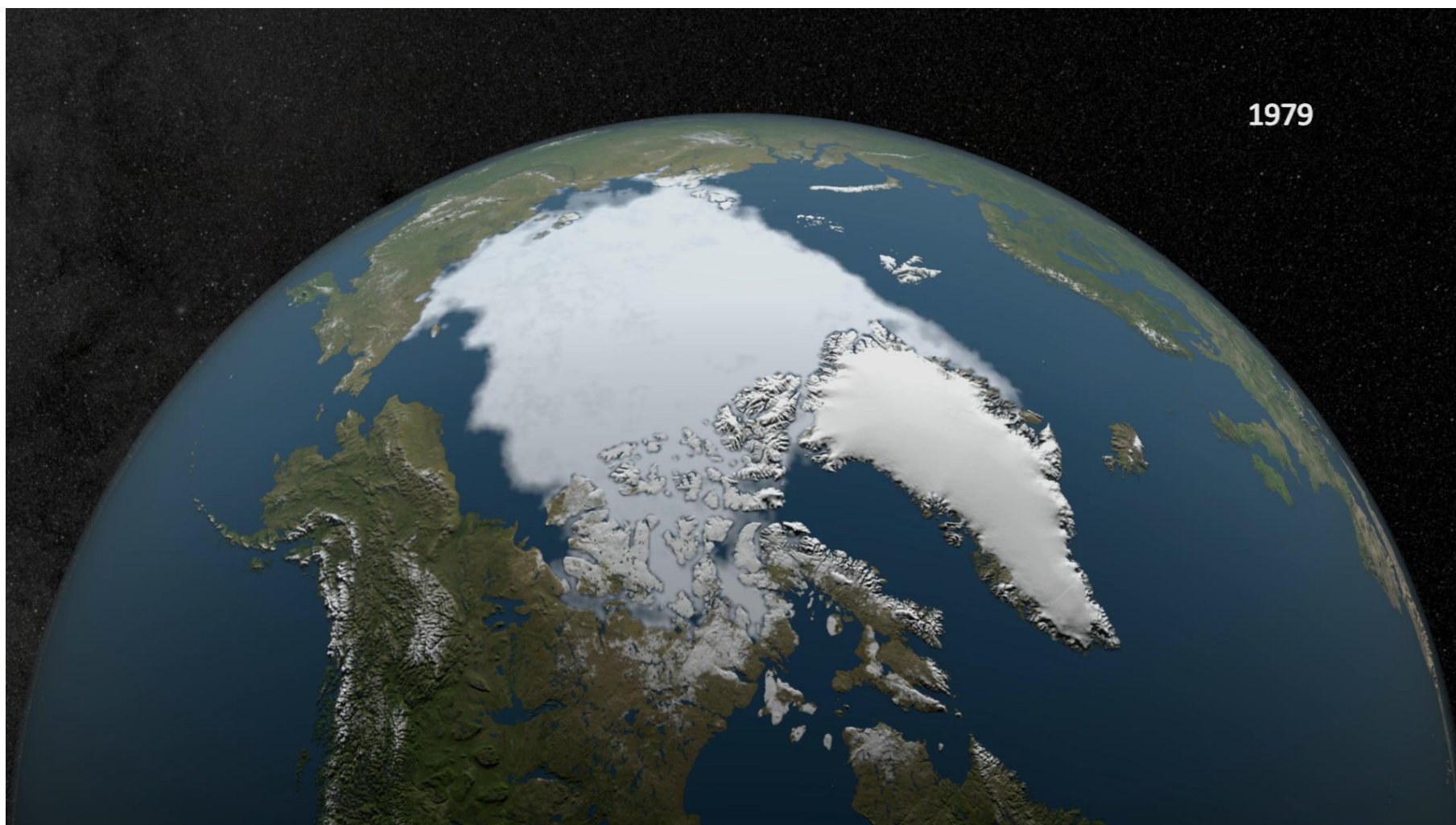
Maritime Wirtschaft

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

[www.swp-berlin.org/publications/assets/Studie/2020S14/images/2020S14\\_Arktis\\_002.jpg](http://www.swp-berlin.org/publications/assets/Studie/2020S14/images/2020S14_Arktis_002.jpg)

# Vom Kongsfjord & Spitzbergen...

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



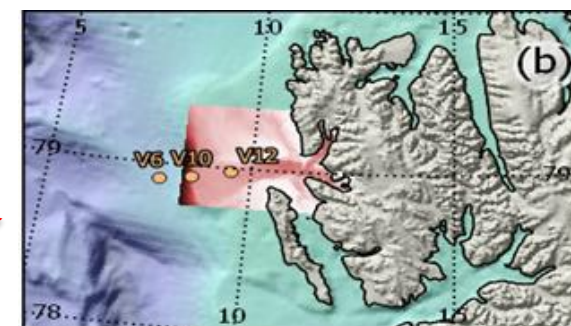
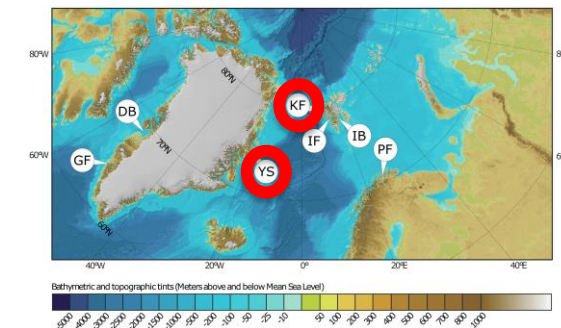
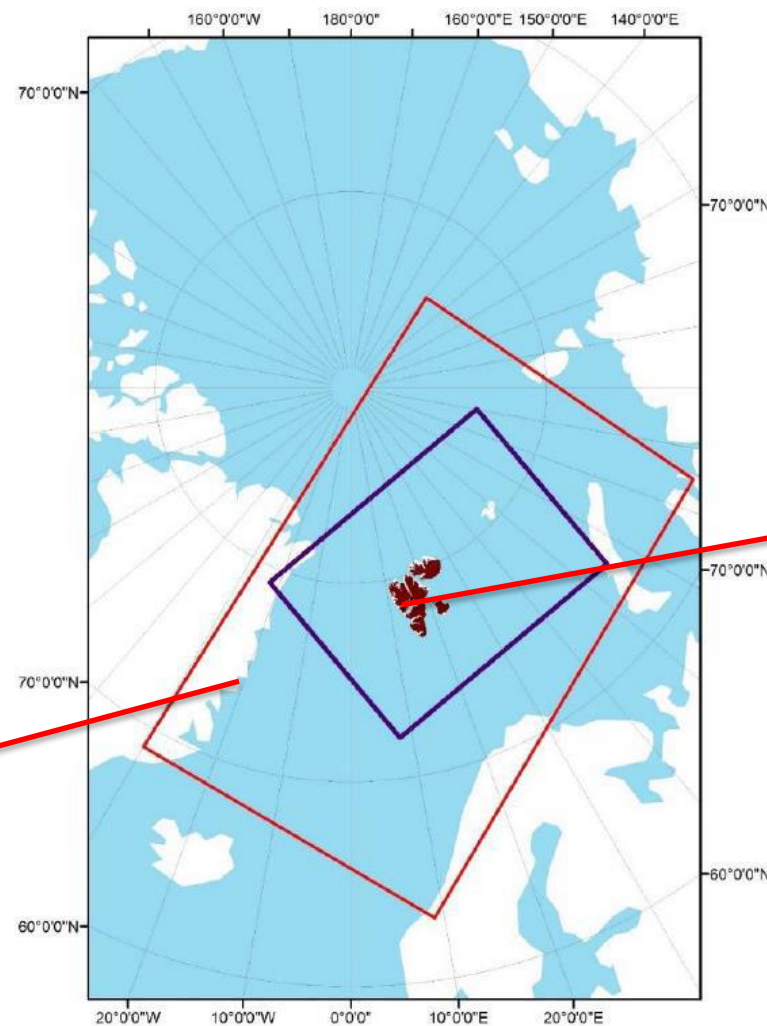
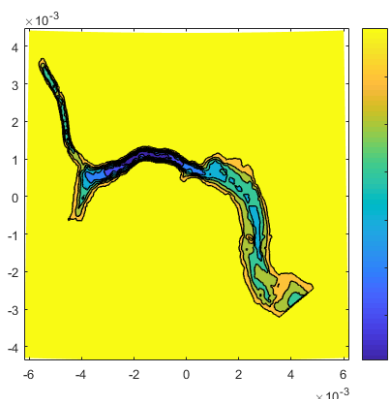
NASA/Goddard Space  
Flight Center Scientific  
Visualization Studio  
The Blue Marble data is  
courtesy of Reto Stockli  
(NASA/GSFC).



# Kongsfjorden, Svalbard & Young Sound, Grönland

Beispiele aus der Forschung - Jahr 1

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



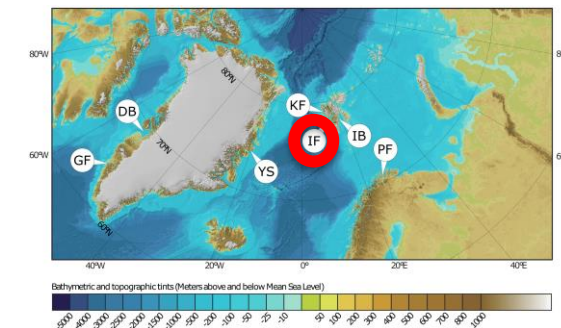
Karten: Pedro Duarte

# Isfjorden, Svalbard

Beispiele aus der Forschung - Jahr 1

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

Untersuchung der  
Benthos-Gemeinschaft  
in Billefjorden



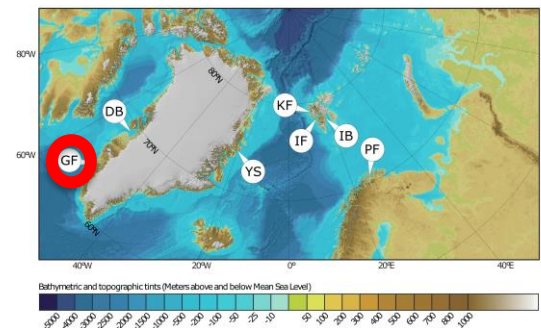
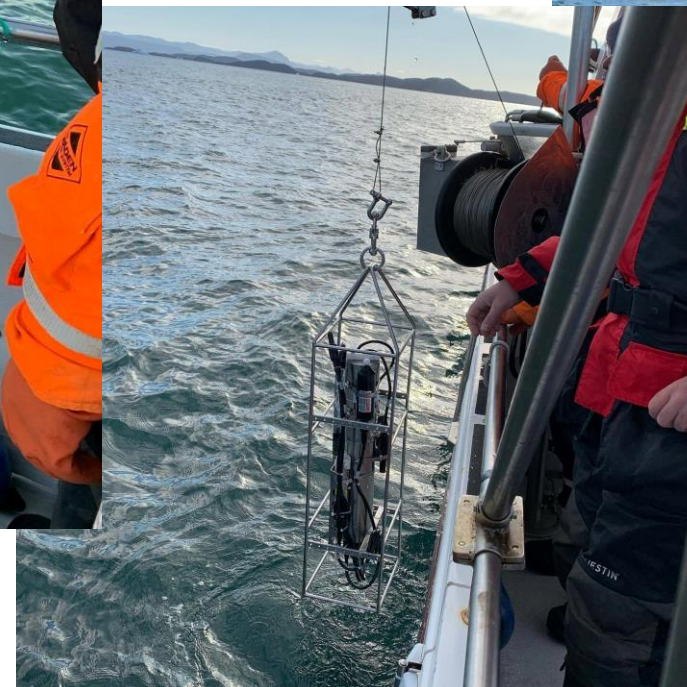
Fotos: S. Jungblut &  
Samira Terzenbach



# Nuup Kangerlua (Godthåbsfjorden), Grönland

Beispiele aus der Forschung - Jahr 1

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



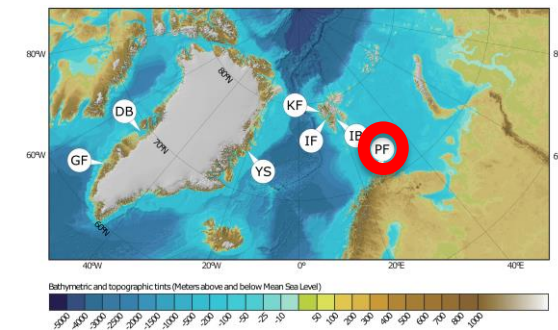
Fotos: Else Ostermann



# Porsangerfjorden, Finnmark, Norwegen

Beispiele aus der Forschung - Jahr 1

- jährliche Zeitserie der Benthos-Gemeinschaft
- Modellierung der Primärproduktion



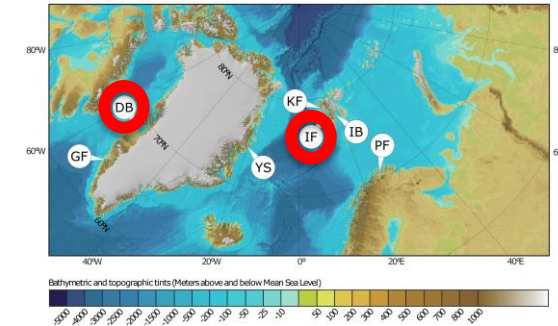
Fotos: Laurene Merillet



# 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)

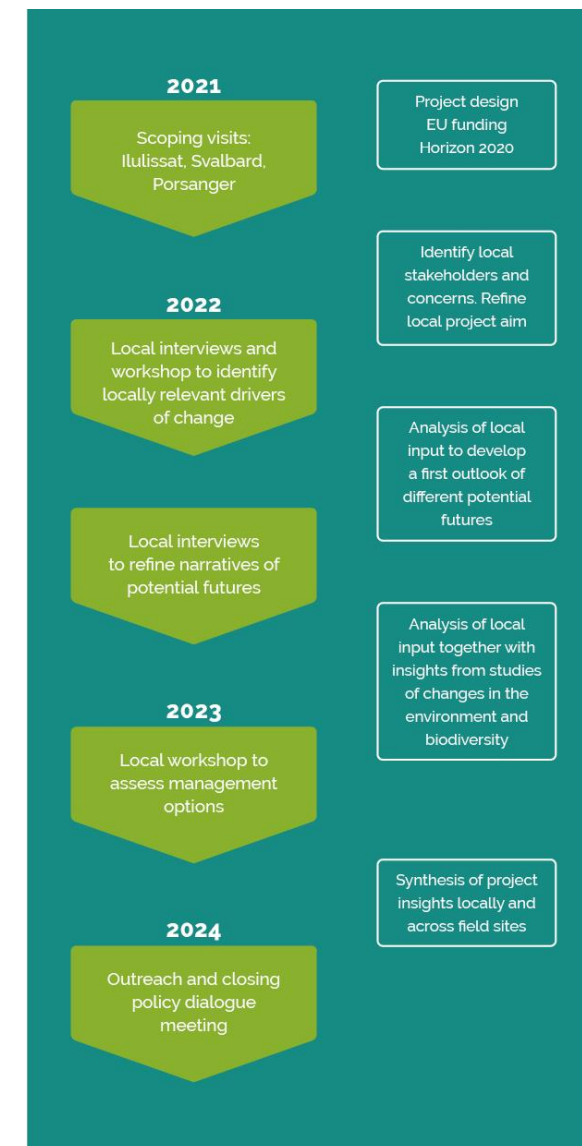
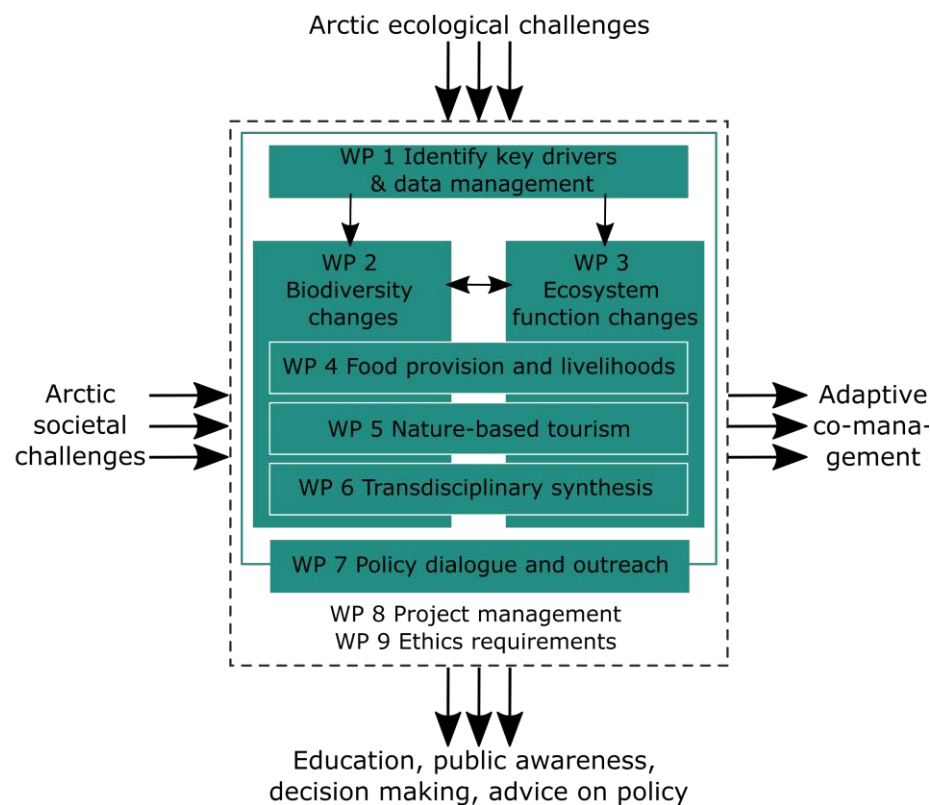


Fotos: Naja Carina  
Steenholdt

# 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](http://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.

