



Climate change and consequences



Klimawandel und Folgen

Dr Frigga Kruse

<https://orcid.org/0000-0003-1778-1010>

Bilingual teaching module, Bachelor level
Part of „Einführung in die Polarbiologie“
Kiel University, 14.01.2022

Download available on

zenodo

- Define *Climate change*

- Cambridge Dictionary:

- “Changes in the world’s weather, in particular the fact that *it is believed* to be getting warmer as a result of human activity increasing the level of carbon dioxide in the atmosphere”

- Definier *Klimawandel*

- Duden:

- “Wandel des Klimas”

- Define *Consequences*
- Cambridge Dictionary:
- “A result of a particular action or situation, *often one that is bad* or not convenient”

- Definier *Folgen*
- Duden:
- “Etwas, was aus einem bestimmten Handeln, Geschehen folgt; Auswirkungen
- Konsequenz: Folge, Auswirkung”

- Have you talked about **climate change** today?

- Hast Du heute schon über den **Klimawandel** geredet?

"There's a grain of truth in every joke."

Farlex Dictionary of Idioms. (2015).



”

„Wir werden Seen.“

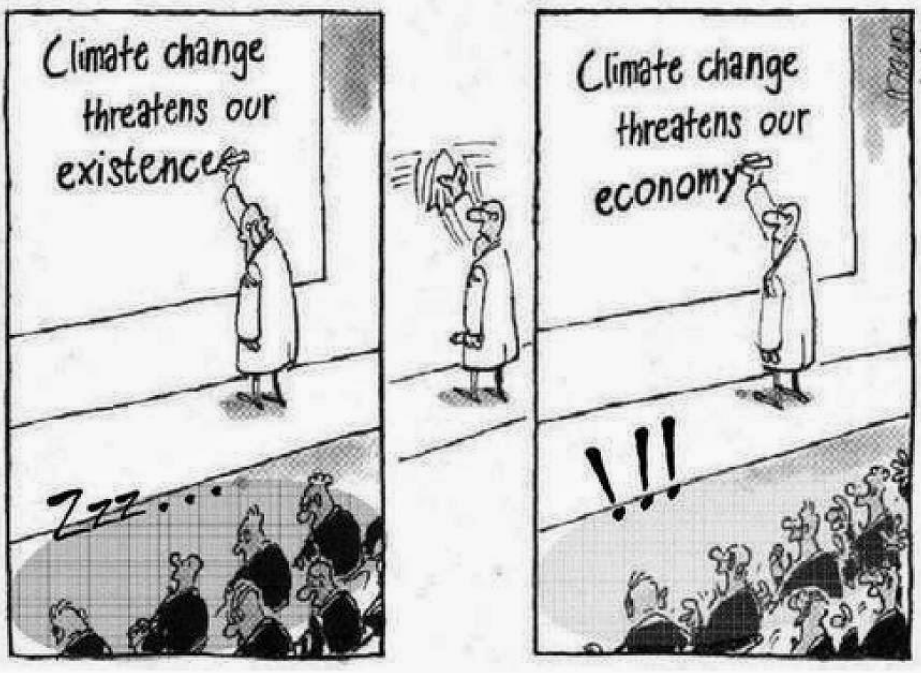
**Gletscher, nimmt
den **Klimawandel**
gelassen.**

SOHOMEN

”

• Have you talked about the **consequences** today?

• Hast Du heute schon über die **Folgen** geredet?



In the news when this presentation was first made:

Extreme weather:
Experts warn of
significantly more
damage

Only 27 percent of property
owners in the north insured
against heavy rain and floods

*In den Nachrichten als
diese Präsentation
gemacht wurde:*

Extremwetter: Experten warnen vor deutlich mehr Schäden

Nur 27 Prozent der Eigentümer im Norden gegen Starkregen und Hochwasser versichert

VON HEIKE STÜBEN

KIEL. Vollgelaufene Keller, abgedeckte Dächer, zerbeulte Autos: 38 Millionen Euro zahlten Versicherungen 2018 für solche Schäden in Schleswig-Holstein. Viele Hauseigentümer gingen aber leer aus: Denn nur 27 Prozent der Gebäude sind gegen Elementarschäden versichert. Angesichts des Klimawandels völlig unzureichend, heißt es bei Landesregierung und auch bei Haus & Grund.

Extremwetterereignisse wie Starkregen, Sturm, Hagel und Hochwasser werden nach einer Prognose von Klimawissenschaftlern und dem Gesamtverband der Versicherungswirtschaft GDV deutlich zunehmen und für mehr Schäden sorgen. Das werde vor allem die Sommer betreffen.

Im Vergleich zur Periode 1984 bis 2008 ist für Schleswig-Holstein bis 2040 ein Anstieg der Schäden von zehn bis 20 Prozent prognostiziert. Bis

2070 sogar um rund 60 Prozent, wenn keine einschneidenden Maßnahmen gegen den Klimawandel erfolgen. Extreme Stürme, die bisher alle 50 Jahre auftreten, gebe es dann alle zehn Jahre. „Es muss mit einer deutlich höheren Wahrscheinlichkeit mit Starkregen gerechnet werden als bisher angenommen“, sagt Andreas Becker, Klimaexperte beim Deutschen Wetterdienst.

Starkregen könne jeden Ort treffen. Dieses Risiko werde häufig unterschätzt, mahnt GDV-Präsident Wolfgang Weiler. „Vor allem Überschwemmungen durch Starkregen können jeden treffen. Ohne Komplettschutz steht im Extremfall die Existenz auf dem Spiel.“

Alexander Blažek von Haus & Grund Schleswig-Holstein sieht auch die Städte gefährdet: „Die Kanalisation muss auf Vordermann gebracht werden. Mehr Flächen müssen entsiegelt werden, um



**„Ohne Komplettschutz
steht im Extremfall die
Existenz auf dem Spiel.“**

Wolfgang Weiler, Gesamtverband
der Versicherungswirtschaft

Starkregen aufnehmen zu können.“

Für Umweltminister Jan Philipp Albrecht (Grüne) ist eine Doppelstrategie notwendig. Um den Klimawandel abzubremsen, sei konsequenter Klimaschutz notwendig. Dieser sei „keine Beschäftigungstherapie für eine Wohlstands-

gesellschaft, sondern essenziell. Ohne ihn werden die Folgen des Klimawandels auch bei uns noch gravierender sein.“ Gleichzeitig müsse man sich auf zunehmende Extremwetter vorbereiten. Das Land habe sein Konzept für den Küstenschutz angepasst und baue Klimadeiche. Albrecht: „Genauso sollten Privateigentümer sich gegen spielerische Schäden absichern.“

Auch Haus & Grund appelliert an Hauseigentümer, ihren Versicherungsschutz anzupassen. Während Hagel oder Sturm fast immer abgedeckt sind, seien nur 27 Prozent der Gebäude gegen Starkregen, Hochwasser und Schneedruck versichert. Die Elementarschadenversicherung sei je nach Risikozone unterschiedlich teuer, erklärt Blažek. „In Kiel kann man sich aber schon für einen zweistelligen Jahresbetrag gegen Elementarschäden versichern.“

» SICHERHEIT | IV

What happened next...

Billions in damage: Low "Bernd" brings Germany and Europe the most expensive natural disaster to date

In 2021, natural disasters hit people and businesses hard around the world. For the insurance industry, 2021 was the second most expensive year ever. Due to the flood disaster in the summer, Germany was also hit harder than ever before.

Was dann geschah...

Milliardenschäden: Tief «Bernd» bringt Deutschland und Europa die bisher teuerste Naturkatastrophe

2021 haben Naturkatastrophen weltweit Menschen und Unternehmen heftig getroffen. Für die Versicherungsbranche war 2021 das bisher zweitteuerste Jahr. Durch die Flutkatastrophe im Sommer war auch Deutschland so stark betroffen wie nie zuvor.

Michael Rasch, Frankfurt

10.01.2022, 16:47 Uhr



Hören



Merken



Drucken



Teilen



Teure Naturkatastrophen: Die durch Starkregen ausgelöste Flut zeitigte in der Stadt Marienthal im Landkreis Ahrweiler massive Schäden.

Hannes P. Albert / Imago

In the news when this presentation was first made:

Climate, children, diseases

Doctors call for heat protection plan - Warmer world endangers the youngest in particular

In den Nachrichten als diese Präsentation gemacht wurde:

Klima, Kinder, Krankheiten

Mediziner fordern Hitzeschutzplan - Wärmere Welt gefährdet vor allem die Jüngsten

VON SIMONE HUMML

LONDON. Mit Blick auf einen neuen globalen Bericht zum Thema Klimawandel und Gesundheit haben deutsche Mediziner einen nationalen Hitzeschutzplan gefordert. Häufigkeit, Dauer und Intensität von Hitzewellen nähmen weiter zu, warnte Klaus Reinhardt, Präsident der Bundesärztekammer, am Donnerstag in Berlin. Die gesundheitlichen Auswirkungen des Klimawandels würden nicht irgendwann in weit entfernten Weltgegenden spürbar, sondern hier und heute.

Die medizinische Fachzeitschrift „The Lancet“ hatte am Donnerstag einen globalen Bericht zum Zusammenhang von Klimawandel und Gesundheit vorgelegt. Einen halben Monat vor der UN-Klimakonferenz in Madrid bilanzieren Experten darin die aktuellen und künftigen Auswirkungen. Gehe der CO₂-Ausstoß weiter wie bisher, werde ein heute geborenes Kind an seinem 71. Geburtstag im Schnitt in einer um 4 Grad wärmeren Welt leben, heißt es darin. Schon jetzt schädige der Klimawandel die Gesundheit vieler Menschen massiv.

„Das Thema Gesundheit spielte beim Klimawandel lange keine Rolle“, erläuterte Sabine Gabrys, Professorin für Klimawandel und Gesundheit an der Berliner Charité. Das habe sich geändert. Schon heute sind Auswirkungen auch hierzulande zu spüren. Nach einer Analyse des Helmholtz Zentrums München gibt es bereits jetzt mehr Herzinfarkte und Todesfälle infolge von Herz-Kreislauf-Erkrankungen an heißen Tagen. Das Problem kann nach dem „The Lancet“-Bericht noch ganz andere Dimensionen bekommen: Wenn sich nichts am Ausstoß von Treibhausgasen ändert, rechnen die Forscher bis zum Ende dieses Jahrhunderts mit jährlich fünf zusätzlichen Hitzewellen in Norddeutschland und mit bis zu 30 mehr in Süddeutschland.

Am stärksten durch Hitze gefährdet seien neben älteren Menschen Kinder und Säuglinge, chronisch Kranke und



Smog, Hitze und Mücken als Krankheitsüberträger: Die Klimaerwärmung gefährdet insbesondere Kinder. FOTOS: ROLEX DELA PENA, FRANK RUMPENHORST, GUSTAVO AMADOR, CHRISTIAN OHDE / DPA, IMAGO IMAGES

Arbeitskräfte im Freien, darunter Bauarbeiter und Landwirte. Zecken und Mücken als Überträger tropischer Infektionskrankheiten spielen mit steigenden Temperaturen auch in unseren Breiten zunehmend eine Rolle. West-Nil-Fieber wurde in diesem Jahr erstmals bei Menschen in Deutschland festgestellt, die sich mit dem Virus beim Stich heimi-

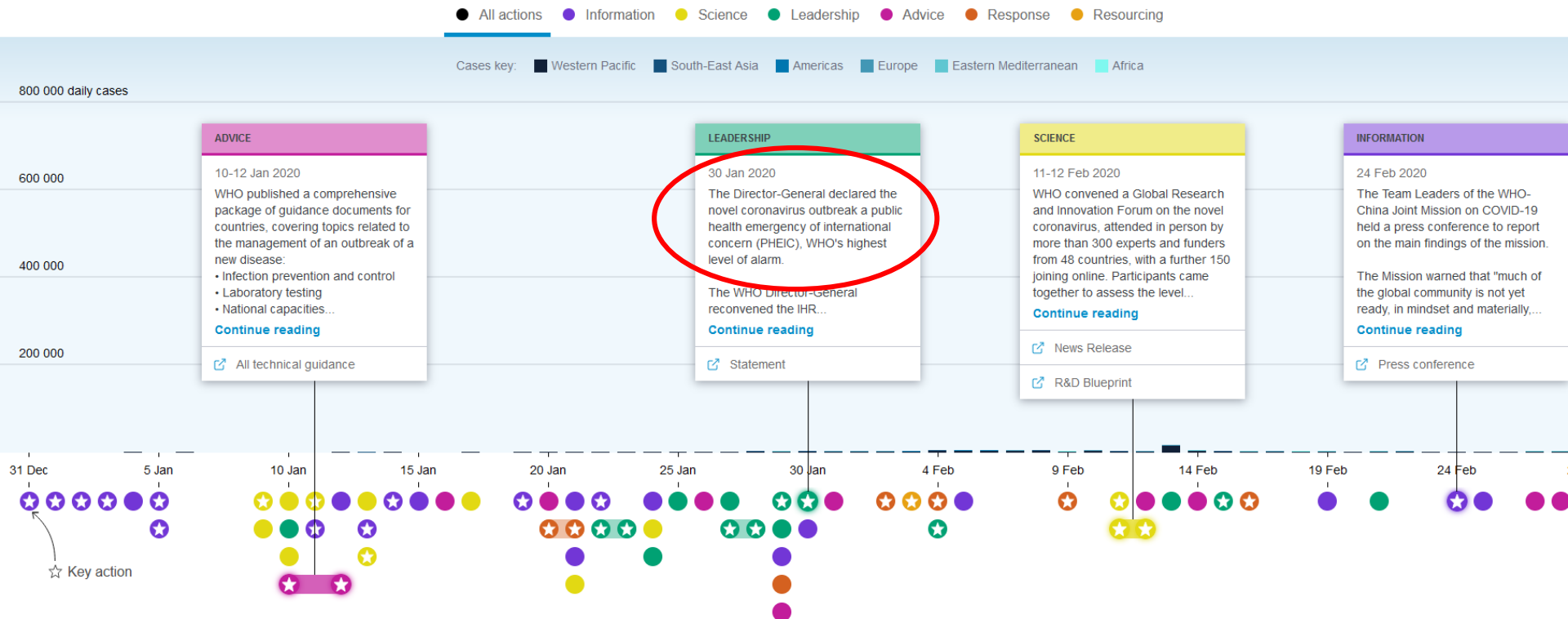
scher Mücken ansteckten. Zika-Infektionen wurden erstmals aus Südfrankreich gemeldet. Die Mücken können auch Dengue und Chikungunya übertragen. Hinzu kommt laut „Lancet“-Bericht eine Gruppe von Bakterien als zunehmende Gefahr, die Vibrien – auch in der Ostsee. Die Erreger können Magen-Darm- und Wundinfektionen verursachen.

Die Autoren haben vier Forderungen: eine schnelle und komplette Abkehr vom Kohlestrom weltweit sowie eine Sicherheit dafür, dass die reichen Staaten wie zugesagt den ärmeren ab 2020 jährlich 100 Milliarden Dollar an Klimaunterstützung geben. Zudem sei es notwendig, den öffentlichen Verkehr sowie das Gehen und Radfahren zu fördern. Wichtig sei es auch, in Gesundheitssysteme zu investieren, damit sie durch die Erderwärmung geschädigten Menschen helfen können und nicht zusammenbrechen.

What happened next... Was dann geschah...

Timeline: WHO's COVID-19 response

Click on the action circles below the chart to find out more.



<https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/interactive-timeline#>

30 Jan 2020: Die Generaldirektorin erklärte den Ausbruch des neuartigen Coronavirus zu einem internationalen Gesundheitsnotfall, der **höchsten Alarmstufe** der WHO.

Where do we start?!

Wo beginnen wir?!



© Timm Reckmann

Ask yourself,

"From what specific angle do I need to look at climate change in this lecture to make sense and use of it?"

For future purposes, always define your frame of reference! Research properly!

Frag Dich:

"Aus welchem spezifischen Blickwinkel muss ich den Klimawandel in dieser Vorlesung betrachten, um ihn sinnvoll nutzen zu können?"

Leg Dir für die Zukunft immer Deinen Bezugsrahmen fest! Recherchier gründlich!

• In this lecture

1. Global climate change
2. Arctic climate change
3. Case study Svalbard
4. Consequences for Longyearbyen
5. Why does that matter?
6. Addressing change



• In dieser Vorlesung

1. Globaler Klimawandel
2. Arktischer Klimawandel
3. Fallstudie Spitzbergen
4. Folgen für Longyearbyen
5. Warum ist das wichtig?
6. Wandel bewältigen

1. Global climate change



IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change:

- Special report on the impacts of global warming of 1.5°C (2018)



IPCC, 2018: *Global warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty* [V. Masson-Delmotte, P. Zhai, H. O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J. B. R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M. I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, T. Waterfield (eds.)].

1. Globaler Klimawandel

IPCC: Zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimawandel:

- Sonderbericht über die Auswirkungen einer globalen Erwärmung um 1,5°C (2018)

<https://www.ipcc.ch/sr15/download/>

• Global climate change



• Globaler Klimawandel

INCREASING IMPACTS FROM 1.5°C TO 2°C

POPULATION EXPOSED TO WATER SCARCITY



EXTREME HOT DAYS



EXTREME COLD NIGHTS



POPULATION EXPOSED TO FLOODS



POPULATION EXPOSED TO DROUGHT



POPULATION EXPOSED TO SEA LEVEL RISE WITHOUT ADAPTATION



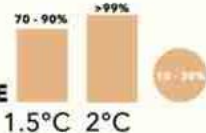
SEA LEVEL RISE



ARCTIC FREE OF SEA ICE IN SUMMER



CORAL DECLINE



LOSS OF HABITAT > 50%



PLANTS



VERTEBRATES

ECOSYSTEM TRANSFORMATION



DECLINE IN FISHERIES



POPULATION EXPOSED TO SEVERE HEAT WAVES



Source: IPCC Special Report on Global Warming of 1.5°C

Erhöhung der Auswirkungen von 1,5°C auf 2°C

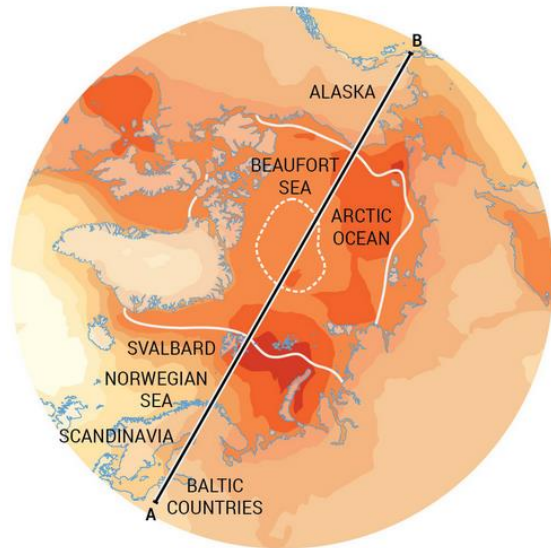
Viele globale Auswirkungen gelten auch für die Polarregionen.

Es wird zehnmal wahrscheinlicher, dass die Arktis im Sommer frei von Meereis sein wird.

2. Arctic climate change



2. Arktischer Klimawandel



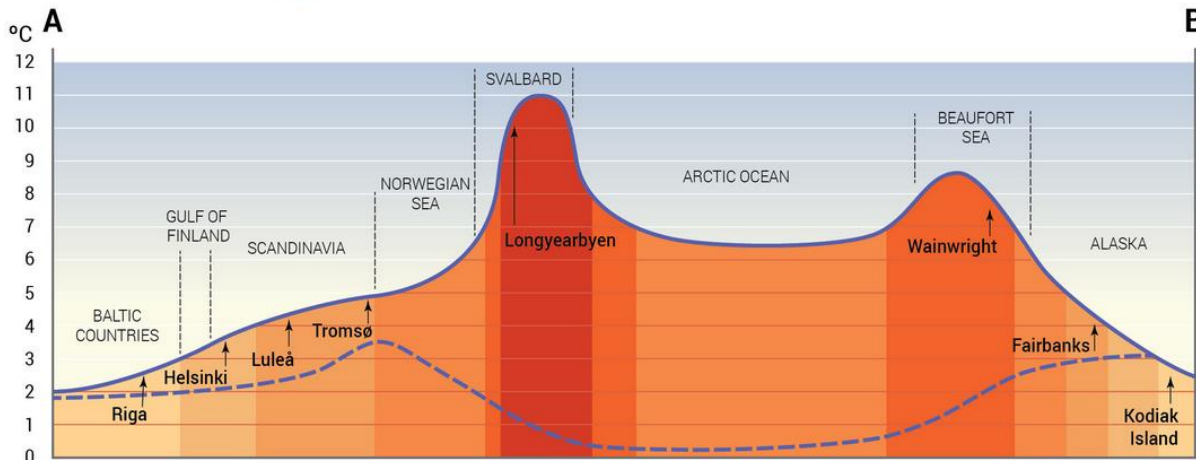
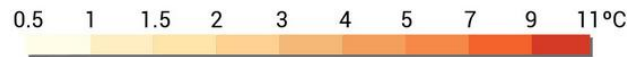
Arctic climate change

Projected changes in near-surface temperature (°C) along the 30° longitude east for the 2080s relative to 1986-2005 under the IPCC RCP4.5 scenario

- ... during the cold season (December–February)
- - - ... during the warm season (July–August)

Sea ice extent

- In September 1981
- - - Projection for autumn 2080–2100



Projizierte Änderungen der Oberflächen-temperatur (°C) entlang des 30. östlichen Längengrades für die 2080er Jahre

Nach diesem Szenario kann Spitzbergen in der kalten Jahreszeit mit einem Temperaturanstieg von 11 Grad rechnen!

• Arctic climate change



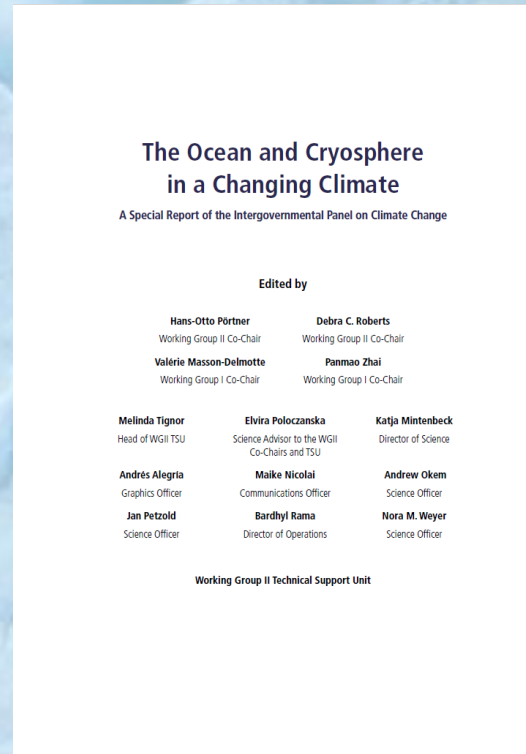
• Arktischer Klimawandel

IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change:

- Special report on the ocean and cryosphere in a changing climate (2019)

IPCC: Zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimawandel:

- Sonderbericht über den Ozean und die Kryosphäre in einem sich ändernden Klima (2019)



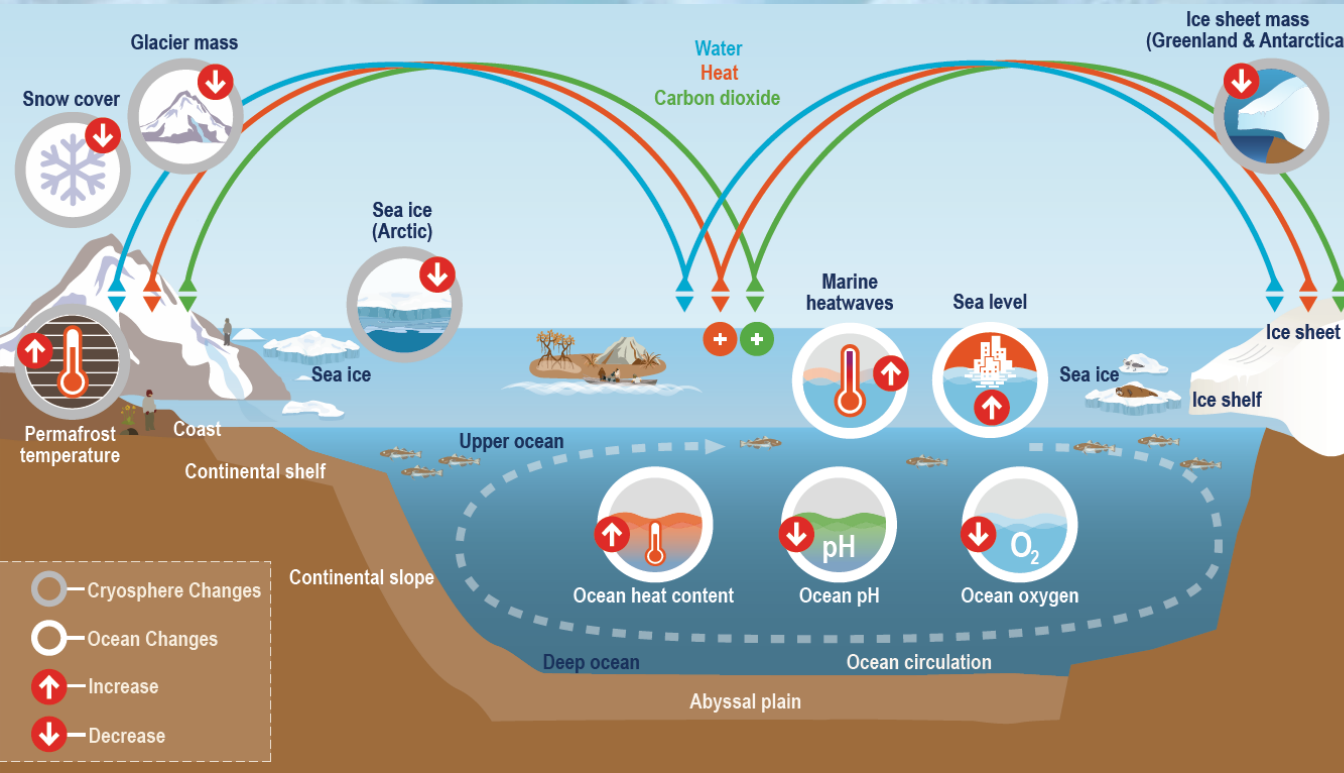
IPCC, 2019: IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, N.M. Weyer (eds.)].

<https://www.ipcc.ch/srocc/>

• Arctic climate change



• Arktischer Klimawandel



Schematische Darstellung der wichtigsten Komponenten und Veränderungen des Ozeans und der Kryosphäre sowie ihrer **Verbindungen im Erdsystem** durch die Bewegung von **Wärme**, **Wasser** und **Kohlendioxid**.

Box 1.1, Figure 1 | Schematic illustration of key components and changes of the ocean and cryosphere, and their linkages in the Earth system through the movement of heat, water, and carbon dioxide (Section 1.2). Climate change-related effects in the ocean include sea level rise, increasing ocean heat content and marine heat waves, ocean deoxygenation, and ocean acidification (Section 1.4.1). Changes in the cryosphere include the decline of Arctic sea ice extent, Antarctic and Greenland ice sheet mass loss, glacier mass loss, permafrost thaw and decreasing snow cover extent (Section 1.4.2). For illustration purposes, a few examples of where humans directly interact with ocean and cryosphere are shown.

IPCC, 2019: 79

Zu den Veränderungen gehören der Rückgang der arktischen Meereisausdehnung, der Massenverlust der antarktischen und grönländischen Eisschilde, der Massenverlust der Gletscher, das Auftauen der Permafrostböden und die abnehmende Ausdehnung der Schneedecke.

• Arctic climate change



• Arktischer Klimawandel

GRID ARENDAL
A UNEP Partner

ACTIVITIES PUBLICATIONS RESOURCES NEWSROOM ABOUT

Home > Publications > Global Linkages: A Graphic Look at the Changing Arctic (rev.1)

VITAL GRAPHICS

Global Linkages: A Graphic Look at the Changing Arctic (rev.1)

11 Mar 2019

Please note that the Climate Change section of the Global Linkages report was amended. This is because several scientists, including members of the Intergovernmental Panel on Climate Change, alerted us that not all of the statements were fully in line with its latest assessment.

PDF
VIDEOS
EBOOK

PRESS RELEASE
GRAPHICS
CITATIONS

More visual information about the changing Arctic from GRID-Arendal at <https://www.grida.no/publications/431>

Weitere visuelle Informationen über die sich verändernde Arktis erhältlich bei GRID-Arendal unter <https://www.grida.no/publications/431>

3. Case study Svalbard

- Completed 2019 with a new record →
- For **nine years**, the monthly average has been consistently above the average for the period 1961-1990
 - That is the age of a child in primary school!



3. Fallstudie Spitzbergen

- Beendet 2019 mit neuem Rekord →
- Seit **neun Jahren** liegt der Monatsdurchschnitt permanent über dem Durchschnitt der Periode 1961-1990
 - Das ist das Alter eines Grundschulkindes!

- Case study
Svalbard

- The climate is warming up
 - **three times** faster than in Oslo
 - **six times faster** than the global average



- Fallstudie
Spitzbergen

- Das Klima erwärmt sich
 - **dreimal schneller** als in Oslo
 - **sechsmal schneller** als im globalen Durchschnitt

- Case study
Svalbard

- Average temperature has risen by **5.6 °C** since 1961
 - Oslo **2 °C**
 - Global 0.9 °C



- Fallstudie
Spitzbergen

- Durchschnitts-temperatur ist seit 1961 um **5,6 °C** gestiegen
 - Oslo **2 °C**
 - Global 0,9 °C

- Case study
Svalbard

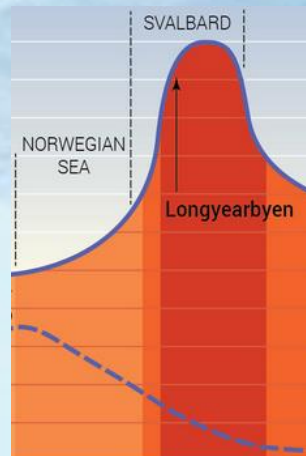
- In some months, the temperature in Longyearbyen was even 12 to 14 °C above the reference value.



- Fallstudie
Spitzbergen

- In einzelnen Monaten lag die Temperatur in Longyearbyen sogar 12 bis 14 °C über dem Vergleichswert.

Slide 15
Folie 15



- Case study
Svalbard

- *Not only affects Svalbard alone*
- In Svalbard, the **extent of sea ice** is crucial
- More and more warm Atlantic water
- The polar front is shifting north



- Fallstudie
Spitzbergen

- *Betrifft nicht nur Spitzbergen allein*
- In Spitzbergen ist die **Ausdehnung von Meereis** entscheidend
- Immer mehr warmes atlantisches Wasser
- Die Polarfront verschiebt sich nach Norden

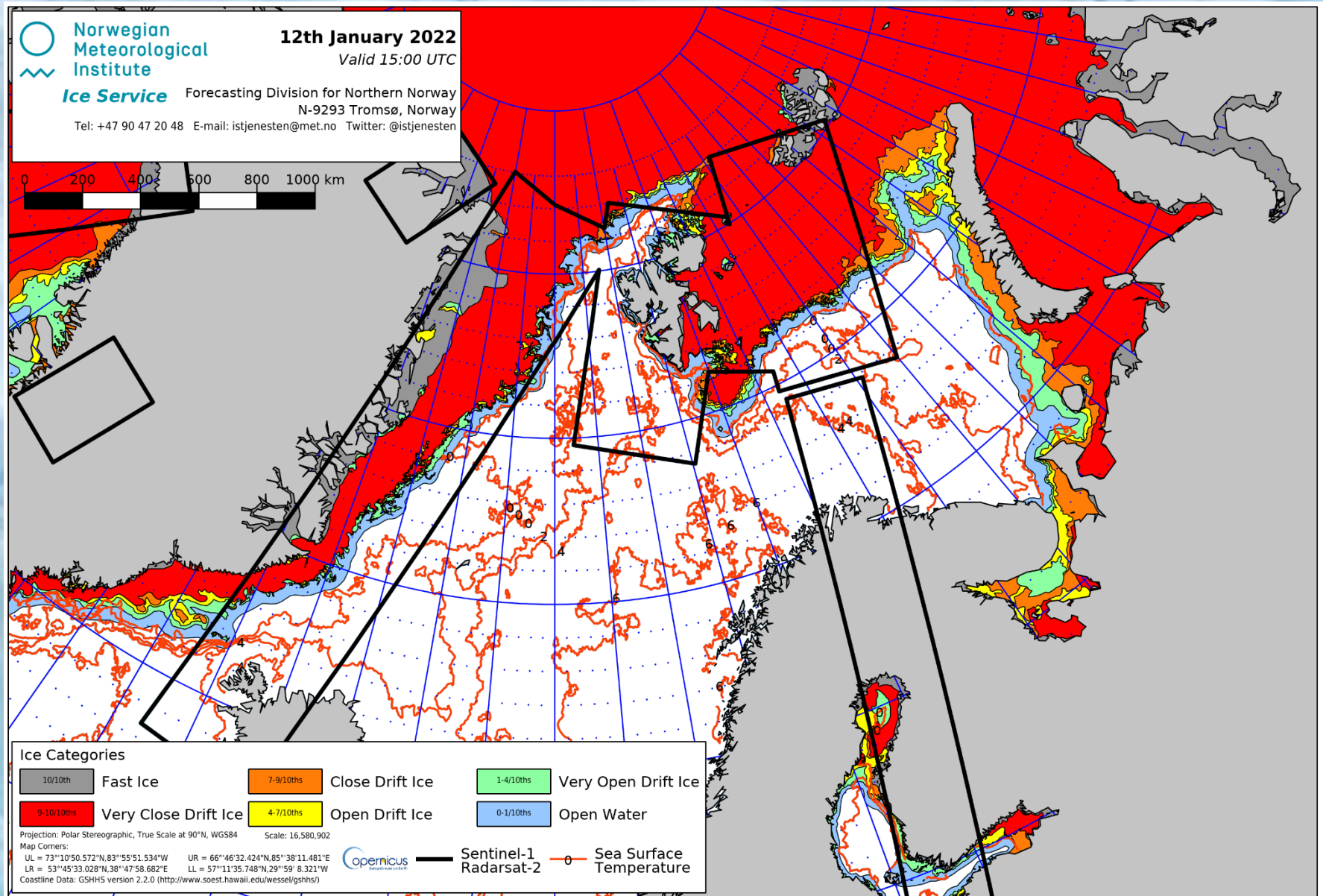
2019 Arctic sea ice minimum was **second lowest** after 2012.

Das arktische Meereisminimum 2019 war das **zweitniedrigste** nach 2012.



The ice chart of 12 Jan. 2022 shows **much open water.**

Die Eiskarte vom 12. Jan. 2022 zeigt **viel offenes Wasser.**



- Case study
Svalbard

- Rain in winter, which previously fell as snow
- The Isfjord and other fjords no longer covered by ice
- The danger of avalanches has increased



- Fallstudie
Spitzbergen

- Regen im Winter, der früher als Schnee fiel
- Der Isfjord und andere Fjorde tragen kein Eis mehr
- Die Gefahr von Lawinen ist gestiegen

Intact patterned ground (ice-wedge polygons) in Svalbard.



Intakter Frostmusterboden
(Eiskeilpolygone) in Spitzbergen.



Visible changes: Strong melting of the ice-wedges in Svalbard.



Sichtbare Veränderungen: Starkes Abschmelzen der Eiskeile in Spitzbergen.



Visible changes: Erosion of ice-wedges
in Svalbard.



Sichtbare Veränderungen: Erosion der
Eiskeile in Spitzbergen.



4. Consequences for Longyearbyen



4. Folgen für Longyearbyen



A community of
ca. 2000 inhabitants

• Consequences for Longyearbyen



• Folgen für Longyearbyen

NCCS: Norwegian Centre for Climate Services:

- Climate in Svalbard 2100 – a knowledge base for climate adaptation (2019)



NCCS: Norwegisches Zentrum für Klimadienste:

- Klima in Svalbard 2100 – eine Wissensbasis für die Klimaanpassung (2019)

Hanssen-Bauer et al. 2019. *Climate in Svalbard 2100 – a knowledge base for climate adaptation*. 207 pp

<https://repository.oceanbestpractices.org/handle/11329/1382>

- Longyearbyen
- **Lack of more suitable sites**
- Infrastructure confined to areas of potentially hazardous processes
 - Avalanches
 - Slushfalls
 - Debris flows
 - Rockfalls
 - Solifluction
 - Floods



- Longyearbyen
- **Mangel an geeigneten Standorten**
- Infrastruktur auf Bereiche mit potenziell gefährlichen Prozessen beschränkt
 - Schneelawinen
 - Matschlawinen
 - Steinschläge
 - Solifluktion
 - Überschwemmungen

• Atmosphere

• Temperature

- Annual mean in period 1971-2000 was $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Under high emission scenario (RCP8.5), median values suggest a warming by 7.4 and 8.7 $^{\circ}\text{C} \rightarrow$
- Annual temperature will increase to **above 0 $^{\circ}\text{C}$** before end of century



• Atmosphäre

• Temperatur

- Der Jahresmittelwert im Zeitraum 1971-2000 betrug $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Im Szenario mit hoher Emission (RCP8.5) deuten die Medianwerte auf eine Erwärmung um 7,4 und 8,7 $^{\circ}\text{C}$ hin \rightarrow
- Die Jahrestemperatur wird vor Ende des Jahrhunderts auf **über 0 $^{\circ}\text{C}$** ansteigen

- **Atmosphere**

- **Precipitation**

- Annual mean is about 200 mm; lower than driest Norway
- **Increase of annual precipitation by 40 % towards the end of the century**
- **Future heavy rainfalls**
- **More rain in winter**, a threefold increase



- **Atmosphäre**

- **Niederschlag**

- Das Jahresmittel liegt bei ca. 200 mm; niedriger als das trockenste Norwegen
- **Zunahme des Jahresniederschlags um 40% gegen Ende des Jahrhunderts**
- **Zukünftig schwere Regenfälle**
- **Mehr Regen im Winter**, eine Verdreifachung

- Atmosphere

- Wind

- “strong breeze”
(Beaufort 6) or more
on 60 days a year
- In last 40 years a
slight decline in
strong winds

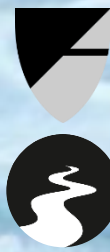


- Atmosphäre

- Wind

- „Starke Brise“
(Beaufort 6) oder
mehr an 60 Tagen im
Jahr
- In den letzten 40
Jahren ein leichter
Rückgang bei starken
Winden

- Hydrology, snow & glaciers
- River flow
- Longyearlva catchment small, 30 % covered by glaciers
- Runoff twice the observed precipitation (glacier melt)
- **Increase** in runoff towards middle of century
- **Weaker** towards the end



- Hydrologie, Schnee & Gletscher
- Flüsse
- Einzugsgebiet von Longyearlva klein, 30% von Gletschern bedeckt
- Abfluss doppelt so hoch wie der beobachtete Niederschlag (Gletscherschmelze)
- **Zunahme** des Abflusses gegen Mitte des Jahrhunderts
- Gegen Ende **schwächer**

- Hydrology, snow & glaciers

- Floods

- Observations very short and uncertain
- Majority of floods during snowmelt June/July
- Generally more rain, more flooding
- **Increase** towards the middle of the century



- Hydrologie, Schnee & Gletscher

- Überschwemmungen

- Beobachtungen sehr kurz und unsicher
- Die meisten Überschwemmungen während der Schneeschmelze im Juni / Juli
- Im Allgemeinen mehr Regen, mehr Überschwemmungen
- **Zunahme** gegen Mitte des Jahrhunderts

- Hydrology, snow & glaciers
- **Snow cover**
- No. of days with snow cover on the ground has decreased since 1970s
- High emission scenario: a reduction of six months
- **Max. annual snow storage will decrease as temperature and fraction of rain increases**



- Hydrologie, Schnee & Gletscher
- **Schneedecke**
- Die Anzahl der Tage mit Schneedecke am Boden ist seit den 1970er Jahren zurückgegangen
- Szenario mit hohen Emissionen: Reduzierung um sechs Monate
- **Max. jährliche Schneespeicherung nimmt mit steigender Temperatur und steigendem Regenanteil ab**

- Hydrology, snow & glaciers

- **Glaciers**

- The least glaciated region, ca. 30 % of land area
- “The long-term outlook for these glaciers is the same as elsewhere in Svalbard, namely they are expected to **lose mass** at an increasing rate.”



- Hydrologie, Schnee & Gletscher

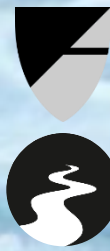
- **Gletscher**

- Die am wenigsten vergletscherte Region, ca. 30% der Landfläche
- "Die langfristigen Aussichten für diese Gletscher sind die gleichen wie für andere Gebiete in Spitzbergen, es wird nämlich erwartet, dass sie in zunehmendem Maße an **Masse verlieren**."

- Hydrology, snow & glaciers

- Erosion & sediment transport

- Longyearelva is a braided river system
- Channel stability maintained by removing flood deposits by **bulldozer**
- A **sedimentation dam** will be built
- Permafrost limits erosion



- Hydrologie, Schnee & Gletscher

- Erosion & Sediment-transport

- Longyearelva ist ein verzweigtes Flusssystem
- Kanalstabilität durch Entfernen von Hochwasserablagerungen mit dem **Bulldozer**
- Ein **Sedimentationsdamm** wird gebaut
- Permafrost begrenzt die Erosion

- Permafrost, landslides & avalanches

- **Permafrost & solifluction**

- Sensitive to warming
- Continuous temperature increase in the top 20 m
- RCP8.5: substantial thickening of active layer; temperatures in **top 10 m close to 0 °C** by end of century



- Permafrost, Erdrutsche & Lawinen

- **Permafrost & Solifluktion**

- Empfindlich gegen Erwärmung
- Kontinuierlicher Temperaturanstieg in den oberen 20 m
- RCP8.5: wesentliche Verdickung der aktiven Schicht; Temperaturen in den **oberen 10 m nahe 0 °C** bis zum Ende des Jahr-hunderts

- Permafrost, landslides & avalanches
- **Avalanches & landslides**
- Evidence of avalanches, landslides, rockfalls, debris flow **all around**
- Have caused **fatalities** and damage to infrastructure
- Higher focus on safe infrastructure



- Permafrost, Erdrutsche & Lawinen
- **Lawinen & Erdrutsche**
- **Überall** Spuren von Lawinen, Erdrutschen, Steinschlägen, Debris
- Haben **Todesfälle** und Schäden an der Infrastruktur verursacht
- Stärkerer Fokus auf sichere Infrastruktur

• Ocean

- Atlantic Water (AW) floods into fjords
- **Warm water** intrusions have a strong effect on seasonal sea ice cover
- Fjords shift from an Arctic to an **Atlantic state**
- Projected relative sea level change is -0.39 m; i.e. **sea level will sink**



• Ozean

- Atlantisches Wasser (AW) strömt in die Fjorde
- Das Eindringen von **warmem Wasser** hat einen starken Einfluss auf die saisonale Meereisbedeckung
- Fjorde verlagern sich von einem arktischen in einen **atlantischen Staat**
- Die projizierte relative Meeresspiegeländerung beträgt -0,39 m; der **Meeresspiegel wird sinken**

- Consequences:
Synthesis

- *"The projected changes in climate with increasing temperatures and precipitation, and increasing permafrost temperatures, will likely increase the frequency of all types of avalanches and landslides that already occur in the Longyearbyen area."*



- Folgen:
Synthese

- *"Die prognostizierten Klimaveränderungen mit zunehmenden Temperaturen und Niederschlägen und zunehmenden Permafrosttemperaturen werden wahrscheinlich die Häufigkeit aller Arten von Lawinen und Erdrutschen erhöhen, die bereits im Gebiet von Longyearbyen auftreten."*

• Synthesis

- *"In the ocean, the temperatures will rise, the sea ice will diminish, and the sea-level will most likely sink."*



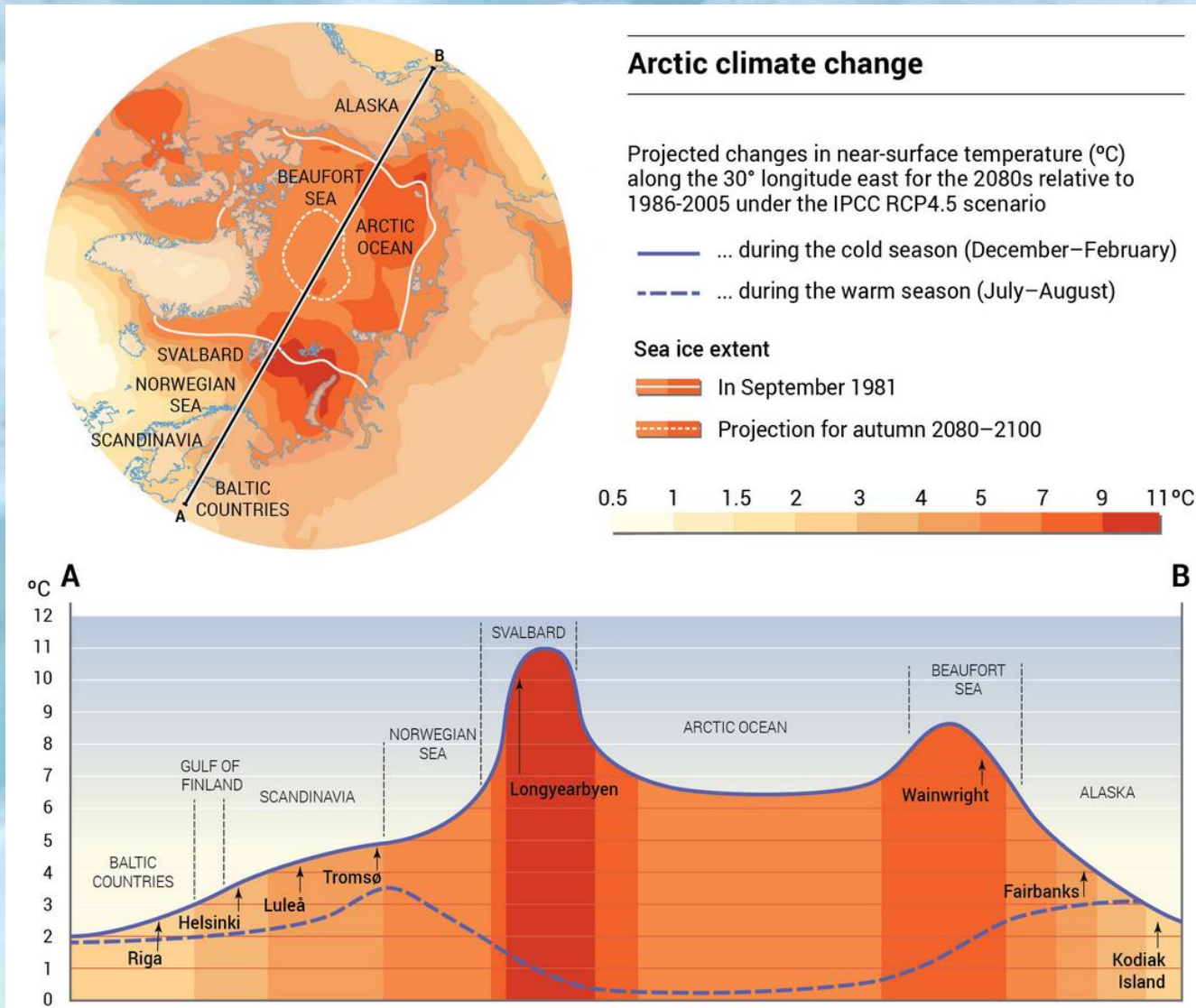
• Synthese

- *"Im Ozean werden die Temperaturen steigen, das Meereis wird sinken und der Meeresspiegel wird höchstwahrscheinlich sinken."*

5. Why does that matter?



5. Warum ist das wichtig?



• Why does that matter?

Klaus Doods & Mark Nuttall, 2019. *The Arctic. What everyone needs to know.*

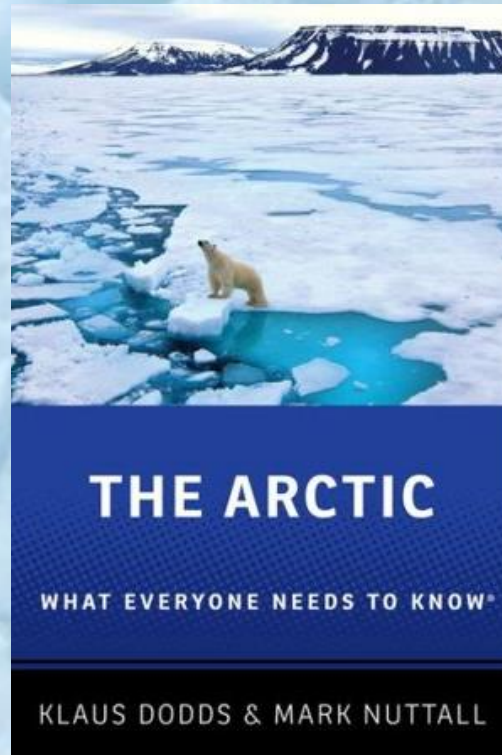
- *Ch. 5 Warming Arctic*
- *Subchapter titles are worded as questions.*
- *They are as follows...*



• Warum ist das wichtig?

Klaus Doods & Mark Nuttall, 2019. [Die Arktis. Was jeder wissen muss]

- *Kapitel 5 Erwärmende Arktis*
- *Die Titel der Unterkapitel sind als Fragen formuliert.*
- *Sie lauten wie folgt...*



Klaus Doods & Mark Nuttall, 2019. *The Arctic. What everyone needs to know.*
Oxford: University Press.

- “Why does a warming Arctic matter?”

- Arctic societies face **disruption and expensive challenges** (which are global, too)
- Scientific and public **anxiety** in some, **denial** in others
- “having more data [...] does not necessarily lead to greater comprehension”



- “Warum ist die Erwärmung der Arktis wichtig?”

- Arktische Gesellschaften sind mit **Störungen und teuren Herausforderungen** konfrontiert
- Wiss. und öffentliche **Ängste** in den einen, **Verleugnung** in den anderen
- “Mehr Daten [...] führen nicht unbedingt zu einem besseren Verständnis”

- “What, so far, has been the impact of warming in the Arctic?”



- “Was war bis jetzt die wichtigste Auswirkung in der Arktis?”



www.arcticcentre.org

- “What, so far, has been the impact of warming in the Arctic?”
- Growing social science literature capturing local experiences of crisis and risk
- Peoples of the Arctic have exhibited a great degree of social and cultural creativity
- “Poster communities” for resilience



- “Was war bis jetzt die wichtigste Auswirkung in der Arktis?”
- Wachsende sozialwiss. Literatur, die lokale Erfahrungen mit Krisen und Risiken aufzeichnet
- Die Völker der Arktis haben ein hohes Maß an sozialer und kultureller Kreativität gezeigt
- „Aushängeschild“ für Belastbarkeit

- “How is climate change influencing the Arctic today?”



- “Wie wirkt sich Klimawandel heute auf die Arktis aus?”

Anthrax spores melted out of the ground in the Russian Arctic in 2016.



In der russischen Arktis schmolzen 2016 Anthrax-Sporen aus dem Boden.

e360.yale.edu

- “How is climate change influencing the Arctic today?”
- Climate change is not new
- **Speed and extent!**
- One dramatic example: heat wave in 2016 caused Siberian permafrost to release human and reindeer bodies, incl anthrax spores and bacteria →
- Culling of over 2000 reindeer

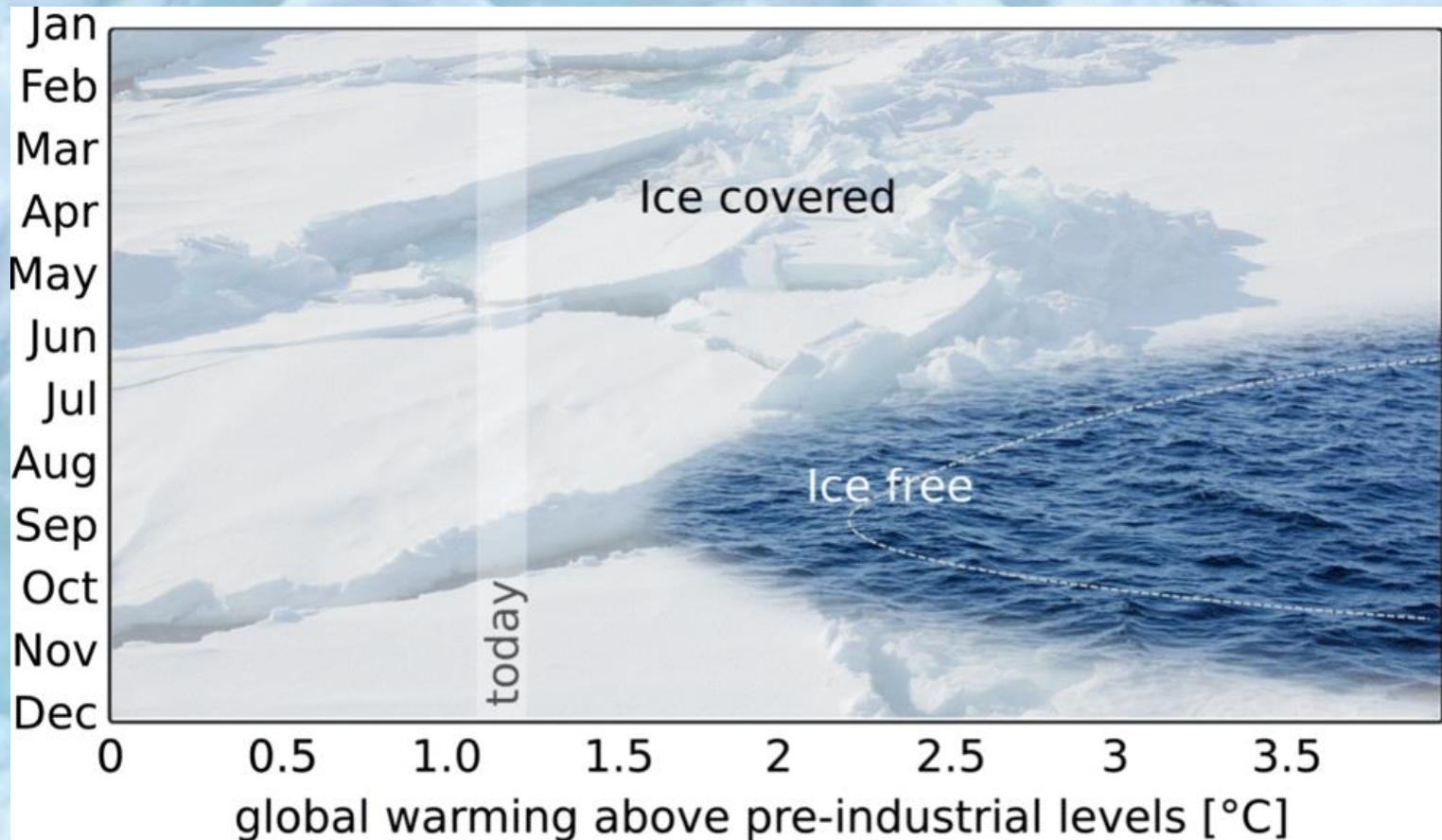


- Wie wirkt sich Klimawandel heute auf die Arktis aus?
- Der Klimawandel ist nicht neu
- **Geschwindigkeit und Umfang!**
- Ein dramatisches Beispiel: Durch die Hitzewelle im Jahr 2016 setzte der sibirische Permafrost menschliche und Rentierkörper frei, einschließlich Milzbrand-Sporen und Bakterien →
- Tötung von über 2000 Rentieren

- “What will an ice-free Arctic Ocean mean?”



- “Was wird ein eisfreies Polar-meer bedeuten?”



Notz & Stroeve, 2018

- “What will an ice-free Arctic Ocean mean?”



- **Distinctiveness of marine ecosystem is changing;** more Atlantic/Pacific
- **Loss of under-ice habitat**
- Fish may migrate north →
- Increased fishing in international waters →
- Overexploitation
- Economic benefits as well as social and economic costs

- “Was wird ein eisfreies Polarmeer bedeuten?”
- **Die Besonderheit des marinen Ökosystems ändert sich;** mehr Atlantik/Pazifik
- **Verlust des Lebensraums unter dem Eis**
- Fische können nach Norden wandern →
- Verstärkte Fischerei in internationalen Gewässern →
- Übernutzung
- Wirtschaftlicher Nutzen sowie soziale und wirtschaftliche Kosten

6. Addressing change

IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change:

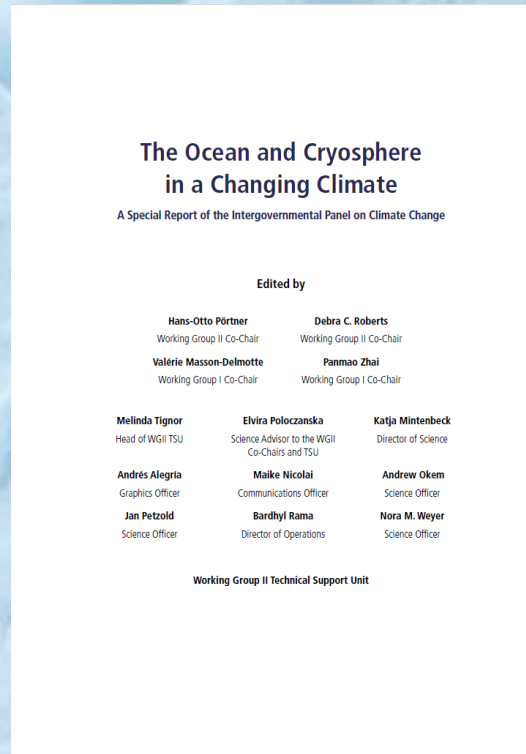
- Special report on the ocean and cryosphere in a changing climate (2019)



6. Wandel bewältigen

IPCC: Zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimawandel:

- Sonderbericht über den Ozean und die Kryosphäre in einem sich ändernden Klima (2019)



IPCC, 2019: IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, N.M. Weyer (eds.)].

<https://www.ipcc.ch/srocc/>

➤ General strategies



➤ Generelle Strategien

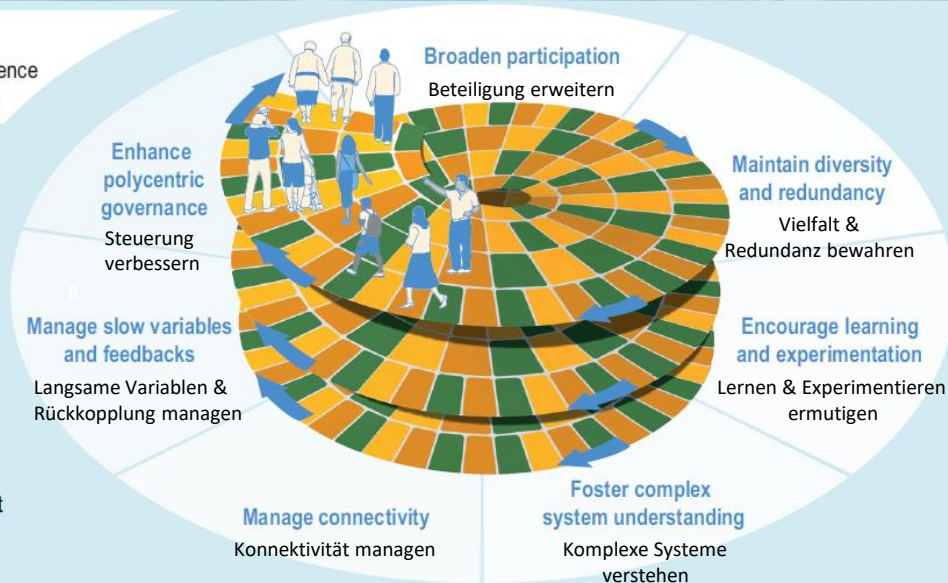
General strategies

for enhancing social-ecological resilience to support climate-resilient pathways

Time

The implementation of resilience strategies is supported by:

- Problem recognition & framing
- Policy innovation & institutional fit
- Enabling socio-political setting



Es wurden allgemeine Strategien zur Verbesserung der sozial-ökologischen Resilienz ermittelt, um klimaresiliente Wege zu unterstützen.

Gelb: Problemerkennung und -konzeption; orange: politische Innovation und institutionelle Anpassung; grün: förderliche sozio-politische Rahmenbedingungen.

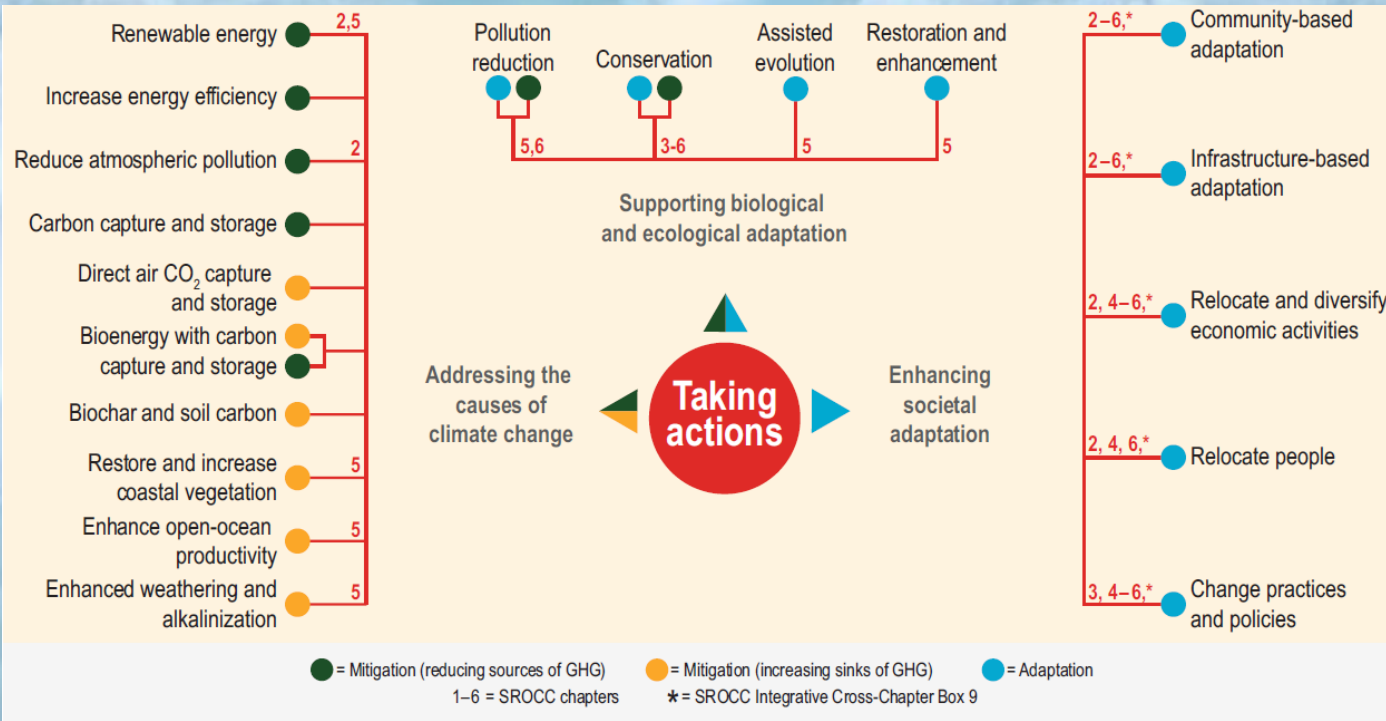
Figure CB2.2 | General strategies for enhancing social-ecological resilience to support climate-resilient pathways have been identified. The seven strategies are adapted from synthesis papers by Biggs et al. (2012) and Quinlan et al. (2016), the illustration of the climate-resilient development pathway (CRDP) builds on Figure SPM9 in the IPCC 5th Assessment Report (AR5) (IPCC, 2014).

IPCC, 2019: 89

➤ Taking actions



➤ Maßnahmen ergreifen



Überblick über die wichtigsten Maßnahmen zur Eindämmung des Klimawandels und zur Anpassung an die beobachteten und erwarteten Veränderungen.

Grün: Reduzierung der Treibhausgase; gelb: Erweiterung der Treibhausgas-Senken; blau: Anpassung.

Figure 1.2 | Overview of the main ocean-cryosphere mitigation and adaptation measures to observed and expected changes in the context of this report. A longer description of these measures are given in SM1.3. Solar radiation management techniques are omitted because they are covered in other IPCC 6th Assessment Report (AR6) products. Governance and enabling conditions are implicitly embedded in all mitigation and adaptation measures. Some governance-based measures (e.g., institutional arrangements) are not included in this figure but are covered in Cross-Chapter Box 3 in Chapter 1 and in Chapters 2 to 6. GHG: greenhouse gases. Modified from Gattuso et al. (2018).

Work in progress...  In Arbeit...



SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS



Who's who



Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Mathematisch-
Naturwissenschaftliche Fakultät



Addendum