

Gegenwärtig beobachtete Klimafolgen in Küstenmeeren

Franciscus Colijn und Markus Quante

28. Februar 2018 Berlin



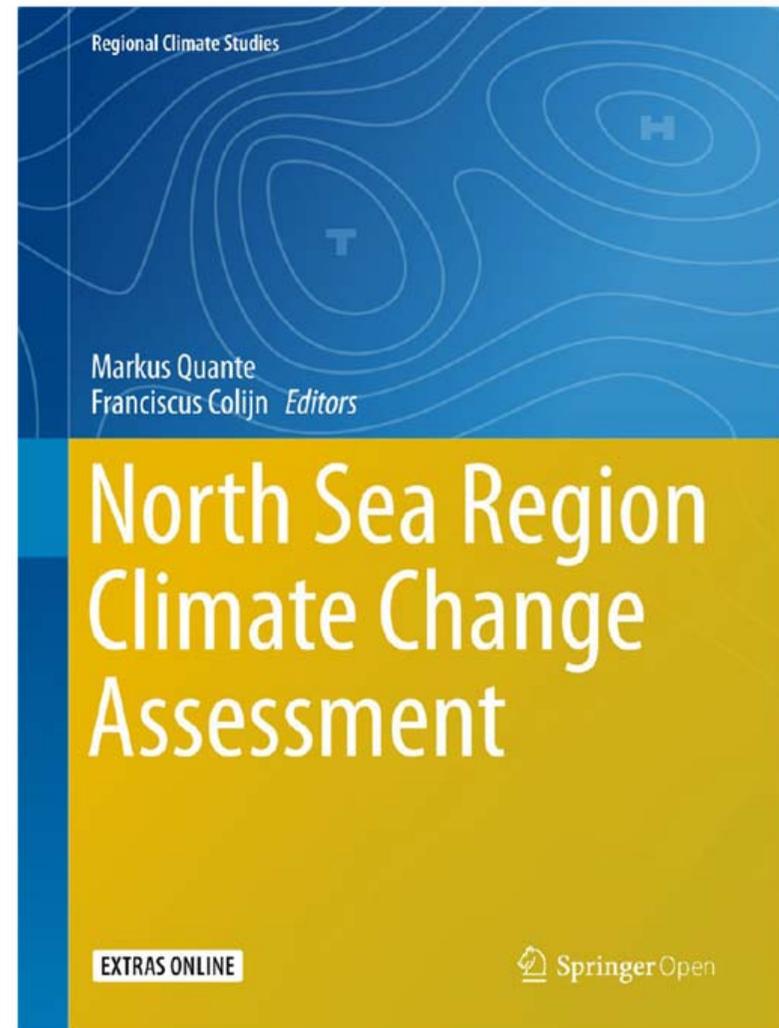
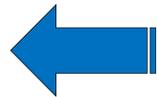
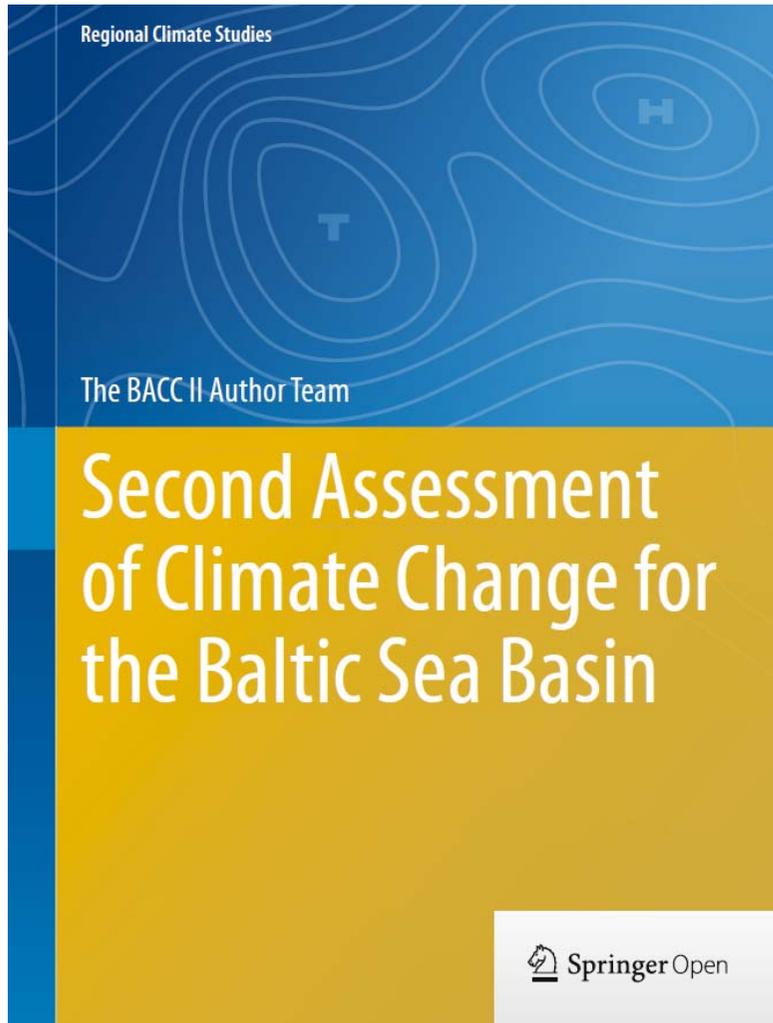
Kontakt: markus.quante@hzg.de, franciscus.colijn@hzg.de

Introduction



**Beobachtete Klimafolgen:
Assessment
North Sea (NOSCCA, 2016)
Baltic Sea (BACC-II)
Wadden Sea (QSR, 2017)
Antarctic coasts
Arctic coasts
Tropical waters
Speculations
Conclusions Assessment**

BACC und NOSCCA



2015

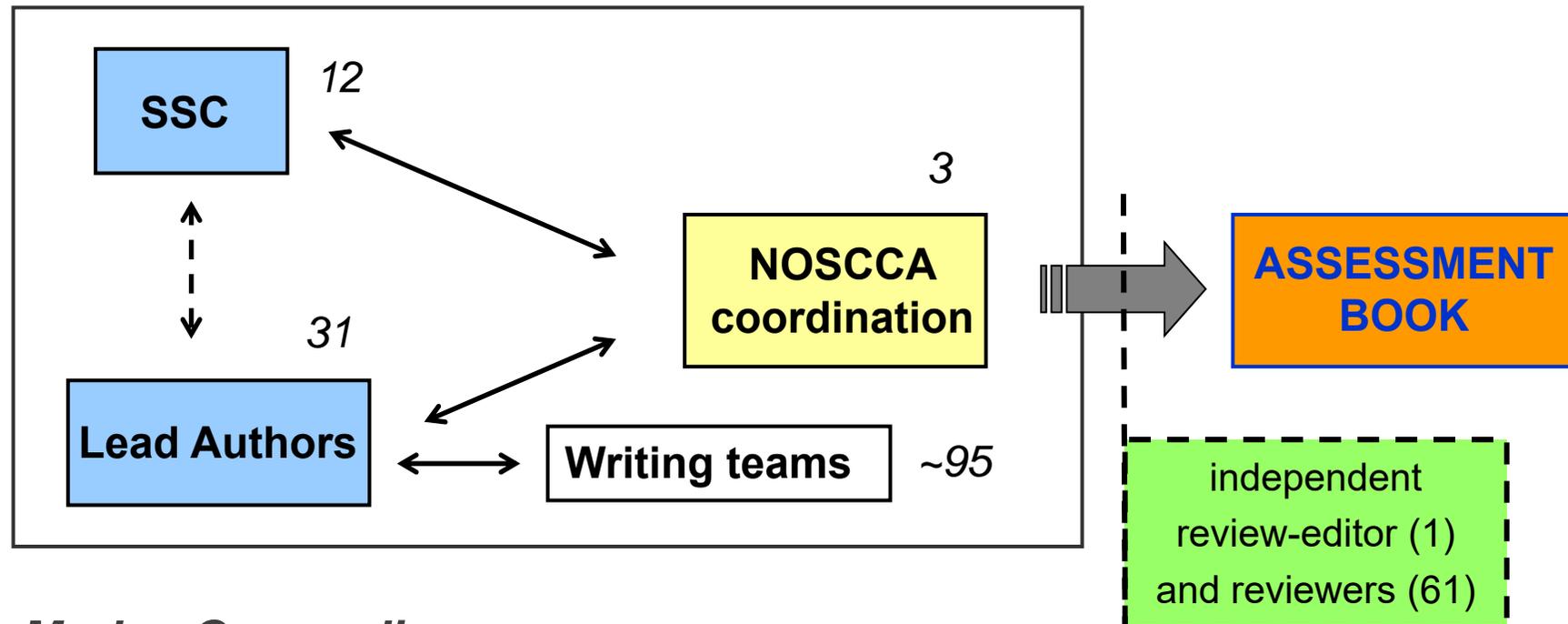
<http://www.springer.com/de/book/9783319160054>

F. Colijn, KDM, Berlin 2018

Quante, M., F. Colijn (eds.), 2016: *The North Sea Region Climate Change Assessment*. Springer Verlag Berlin Heidelberg (im Druck)

2016

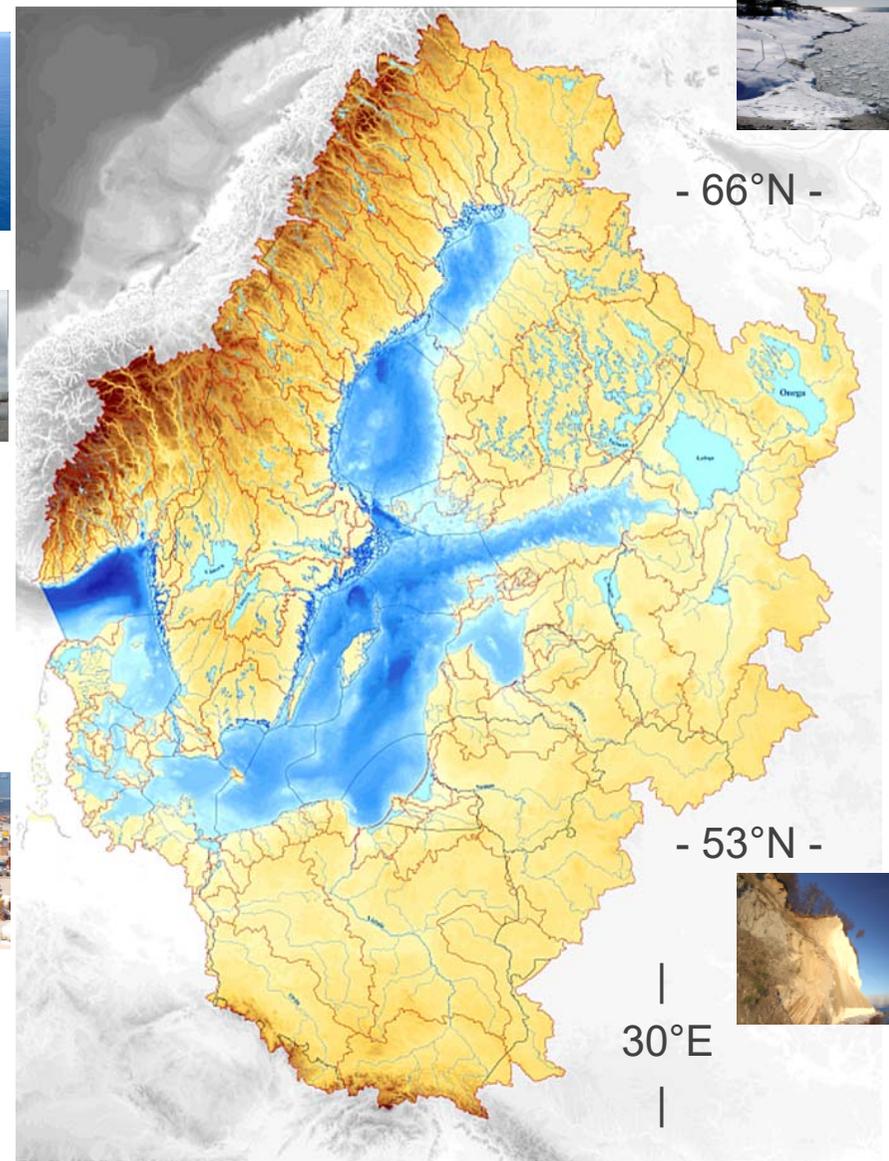
Wie funktioniert NOSCCA ?



Modus Operandi:

- NOSCCA ist eine unabhängige Initiative aus der Wissenschaft;
- vom Helmholtz-Zentrum Geesthacht initiiert und koordiniert;
- keine extra Mittel verfügbar, alle Beiträge auf freiwilliger Basis;
- Mitwirkende finanzieren sich aus eigenen Institutsmitteln

Die NOSCCA und BACC Regionen



Institutionen dahinter ...



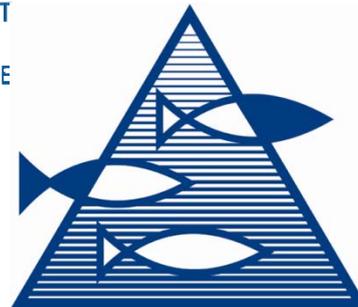
Royal Netherlands Meteorological Institute
Ministry of Infrastructure and the Environment



BUNDESAMT FÜR
SEESCHIFFFAHRT
UND
HYDROGRAPHIE



Cefas



National
Oceanography Centre
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL



ICES
CIEM
International Council for the Exploration of the Sea
Conseil International pour l'Exploration de la Mer



KlimaCampus



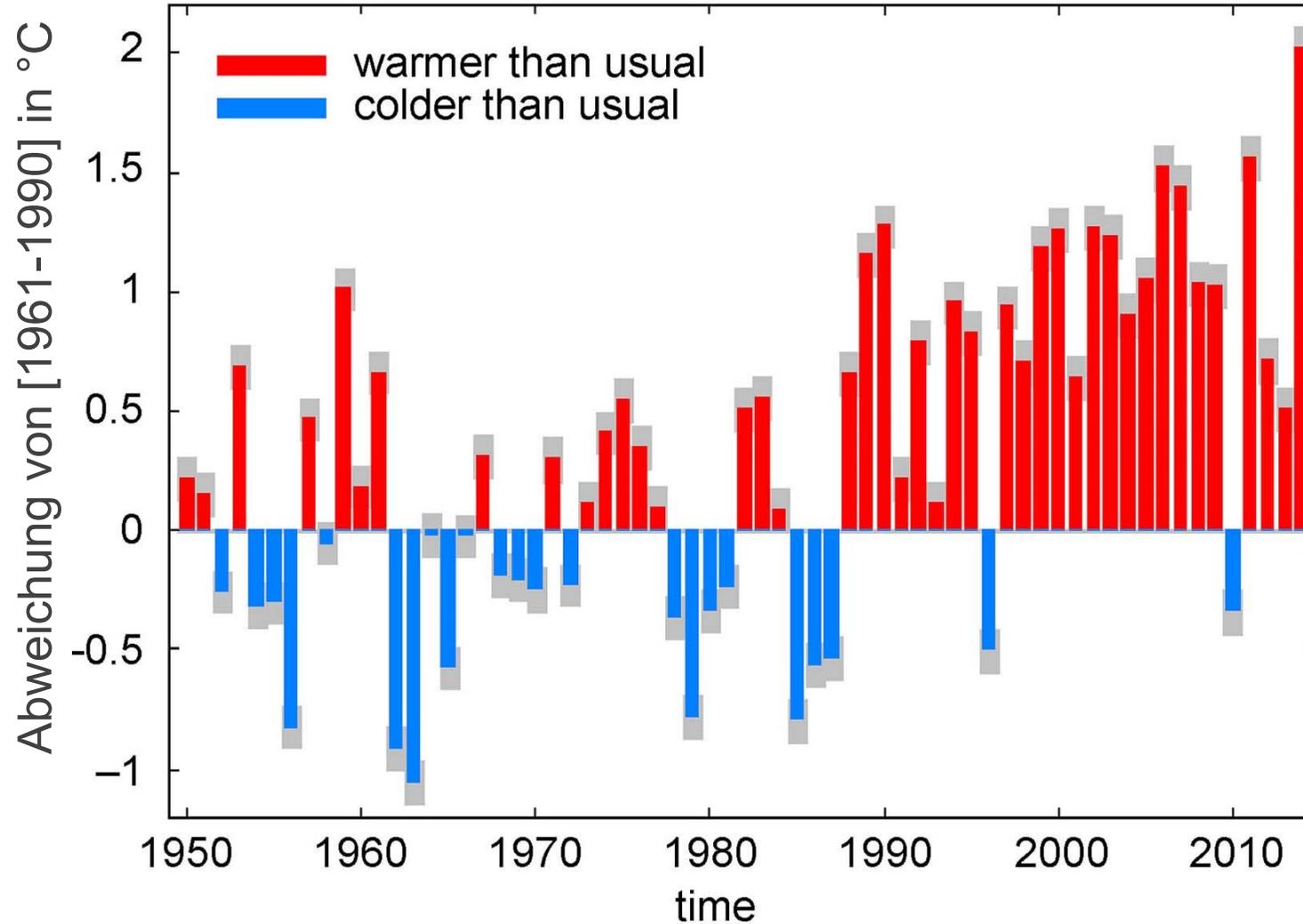
Supported by / exchange with (among others)

- **vergangene, rezente und zukünftige Veränderungen in physikalischen Systemen**
Atmosphäre, Meer, Süßwassereintrag, Kryosphäre
- **Klimawandelauswirkungen auf Umwelt und Ökosysteme**
marine, Küsten-, terrestrische, Süßwasser-Ökosysteme
Atmosphärenchemie, marine-, Süßwasser-Biogeochemie
- **Einfluss auf sozioökonomische Sektoren wie ...**
u.a. Fischereiwesen, Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Tourismus,
Energie, Offshore Aktivitäten, Luftqualität, Städtische Siedlungen,
Küstenschutz, Küstenzonenmanagement
- **Treiber des regionalen Wandels ...**
Globale Erwärmung, Aerosole, Landnutzung
- **Anhang:** NAO, Klimaprojektionen, Unsicherheiten, Szenarien
„Detection and Attribution“, Kommunikation

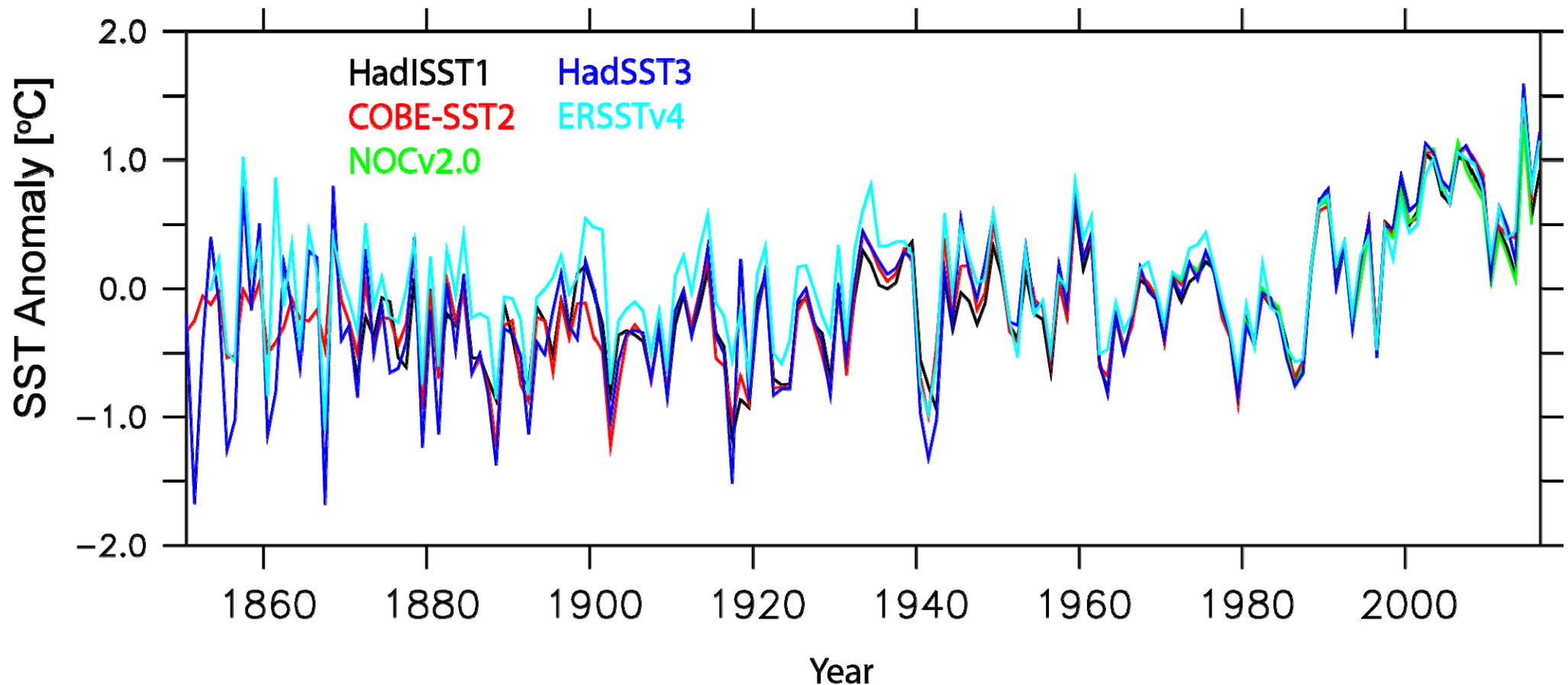
Temperaturentwicklung über Land im Nordseeraum 1950 - 2014



Temperatur über Land in der Nordseeregion



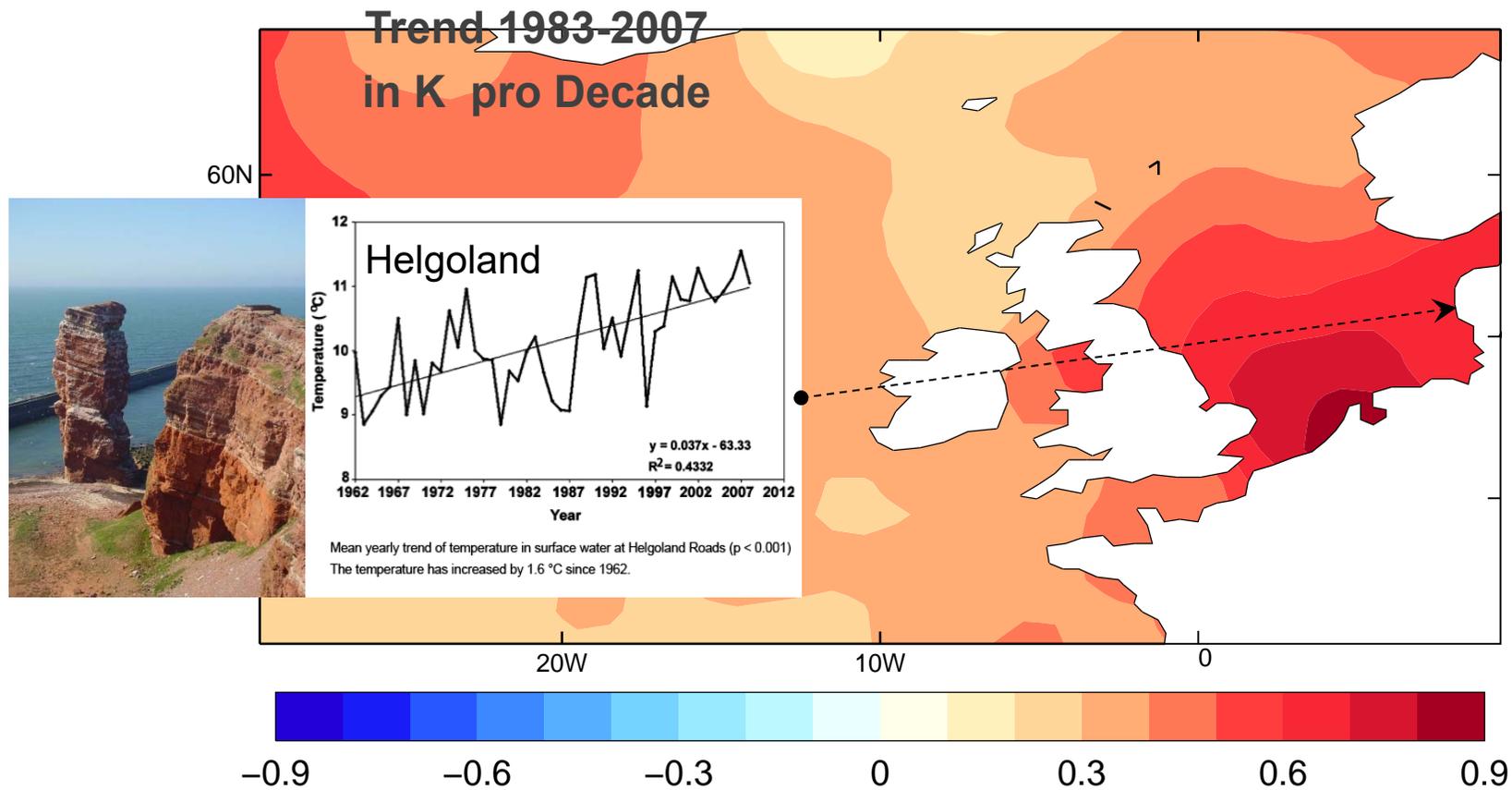
Change in SST for Greater North Sea



Annual SST-means from 1870 to 2016 relativ to 1971-2000 mean *(updated figure Elizabeth Kent, Southampton)*

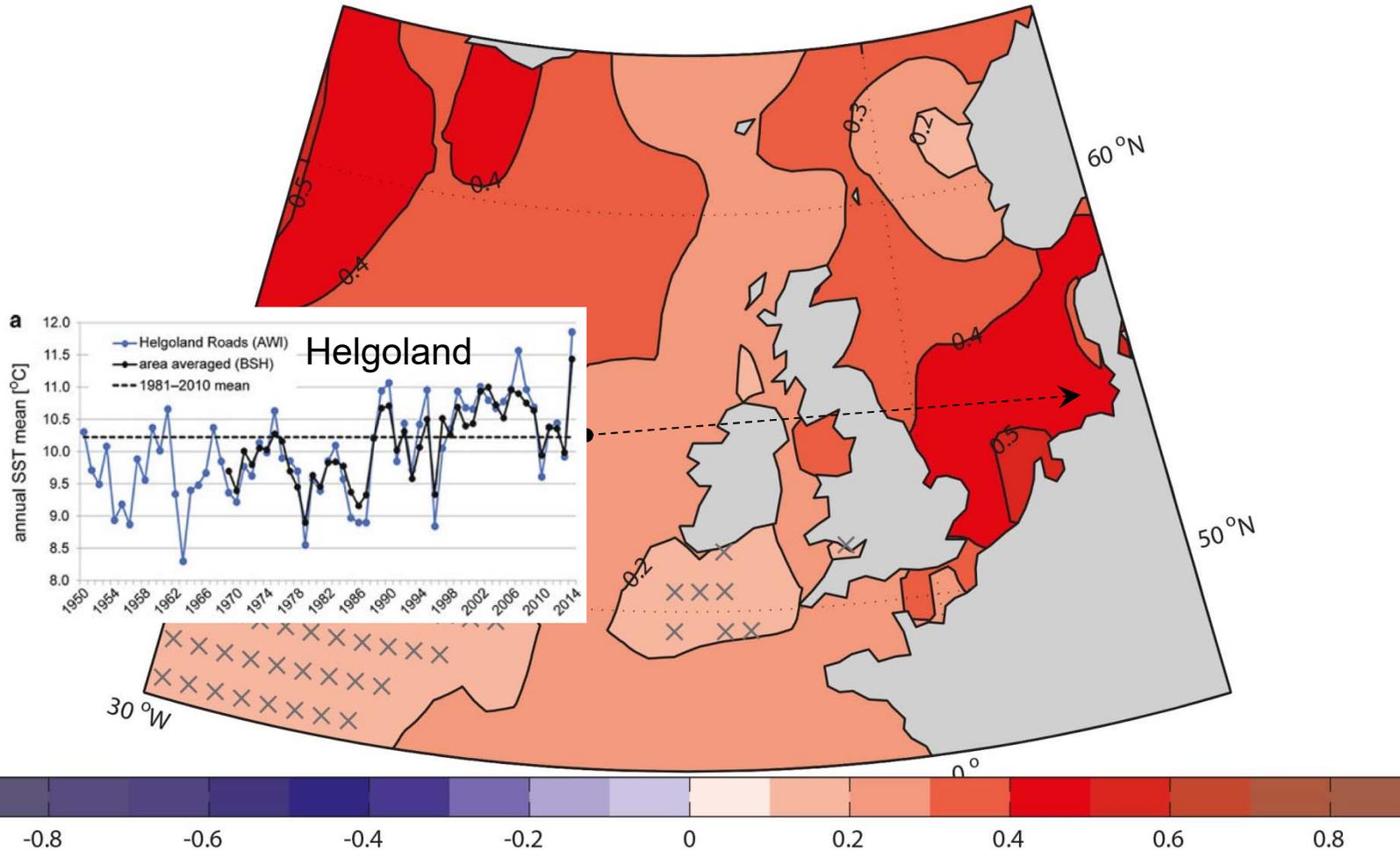
Huthnance, Weisse et al. NOSCCA Chapter 3 „Recent Change – North Sea“

Trend in Meeresoberflächentemperatur



Trend in SST

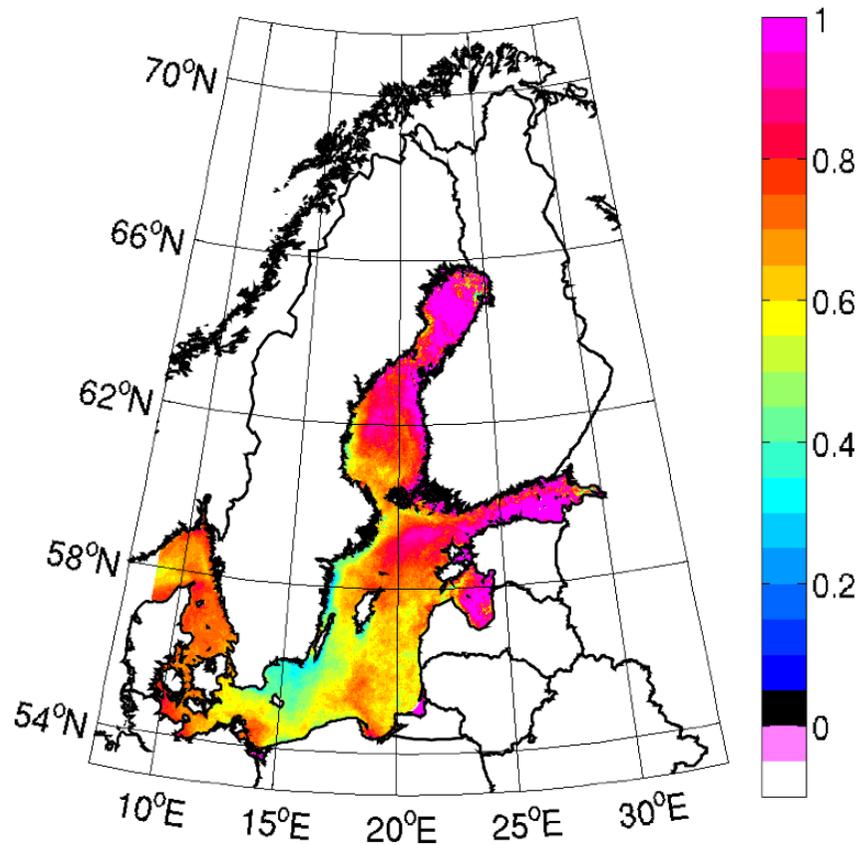
30-year trend (°C per decade) 1983-2012



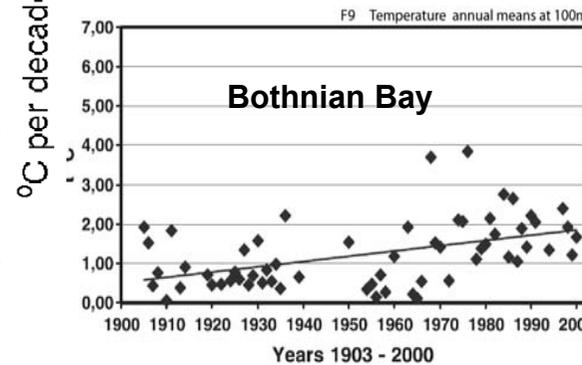
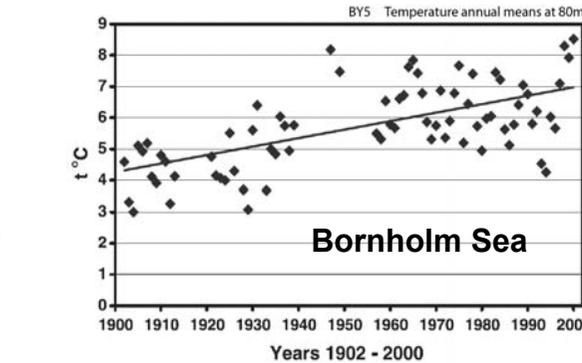
near-bed temperature rises as well

Huthnance, Weisse et al. NOSCCA Chapter 3 „Recent Change – North Sea“

Trend in Meeresoberflächentemperatur



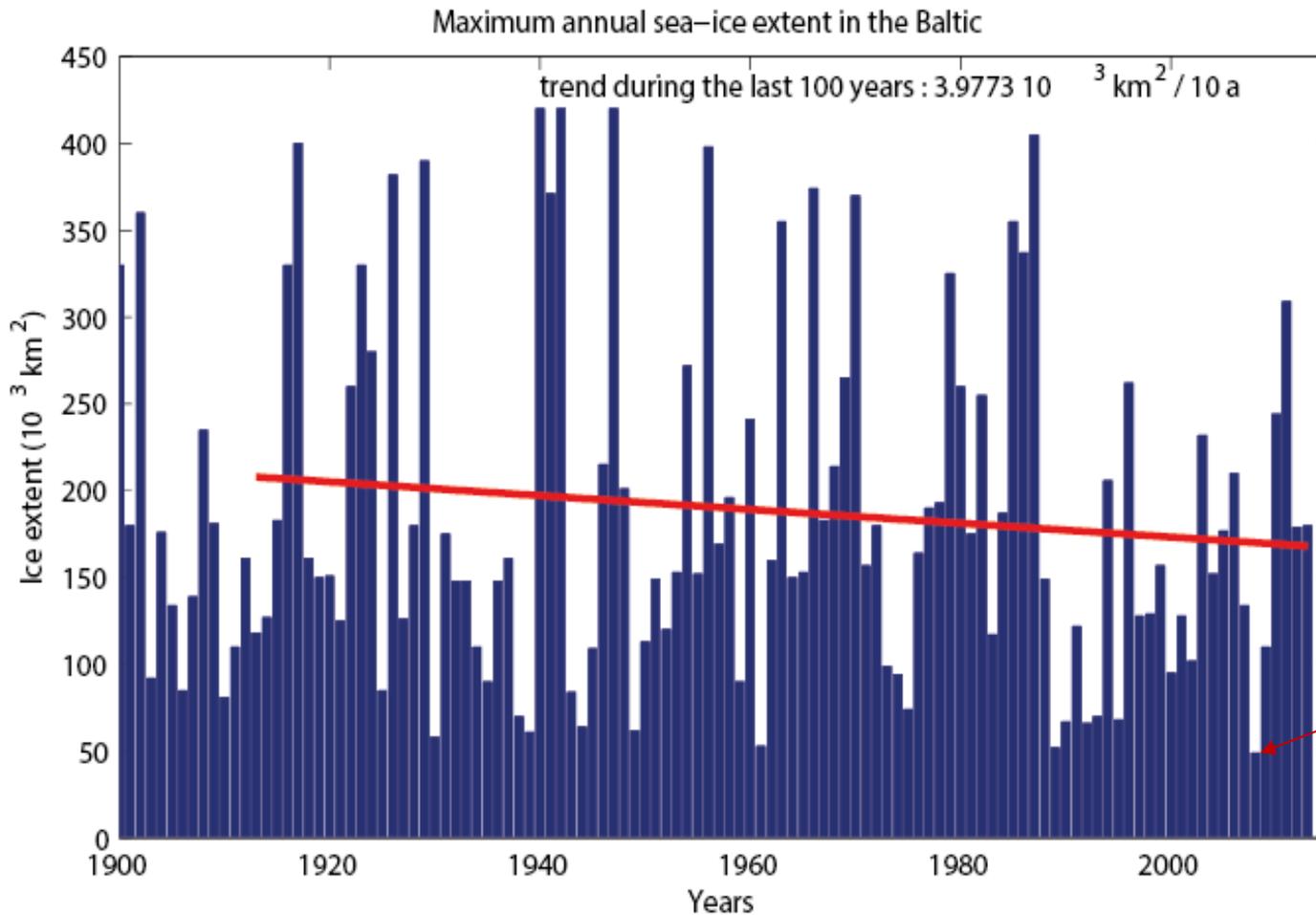
Linearer Trend in SST (Jahresmittel) 1990–2008
Satellitendaten BSH (Lehmann et al. 2011)



→ Erwärmung des
Oberflächen und
Tiefenwassers

→ Seit 1990 starke Erwärmung des
Oberflächenwassers im Bottnischen
und Finnischen Meerbusen

Seeisbedeckung Ostsee

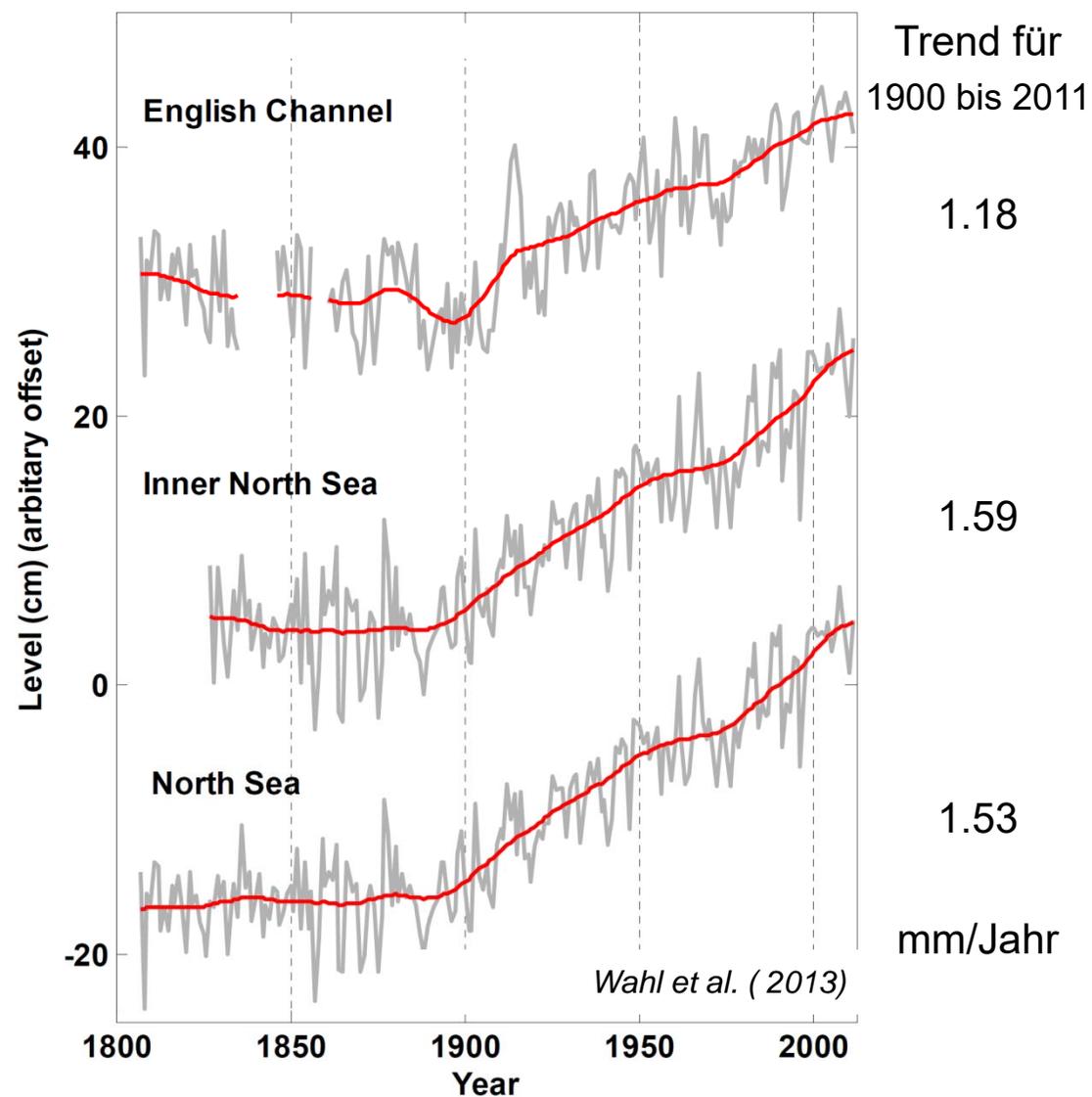
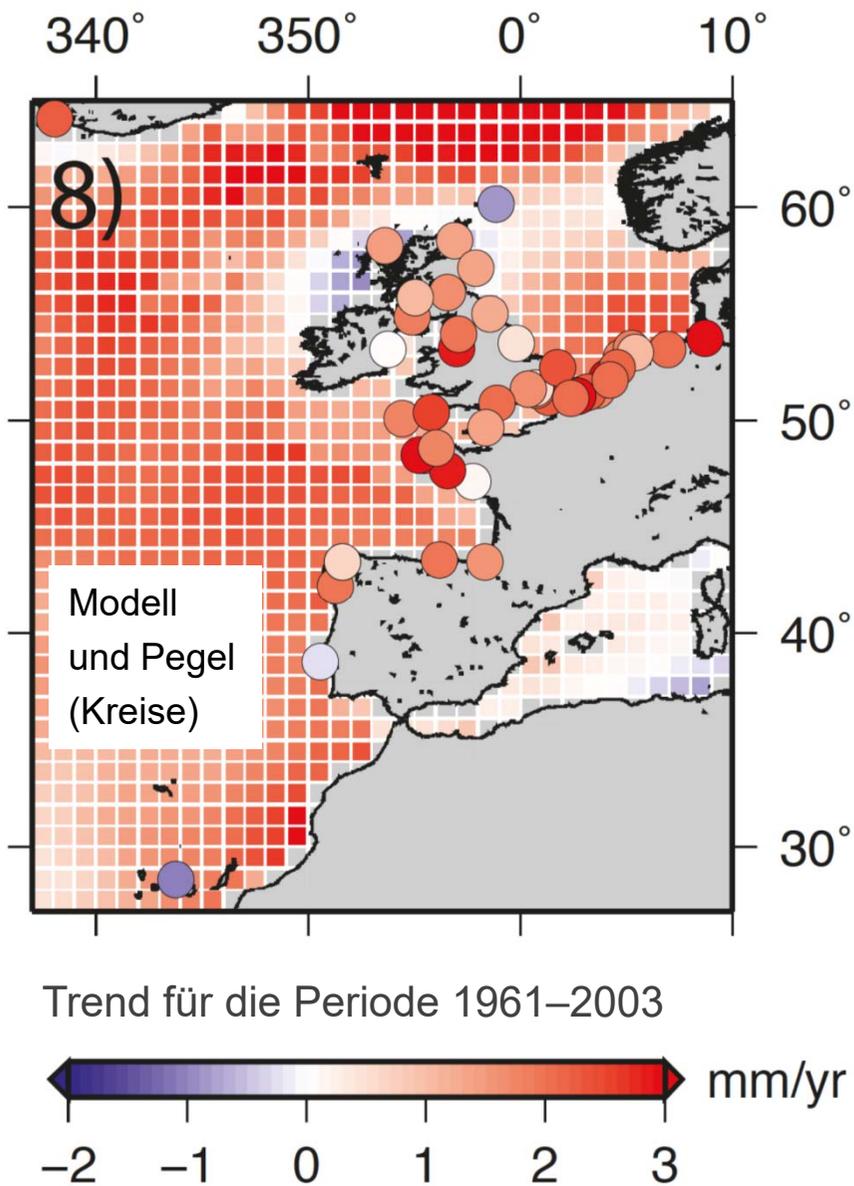


→ Zahl milder Winter hat zugenommen

Winter 2007/2008 geringste jemals verzeichnete Ausdehnung

Maximale Ausdehnung des Seeises, 1900–2012
Rote Linie zeigt einen Trend von $\sim 2\%$ pro Dekade

Meeresspiegel Nordsee

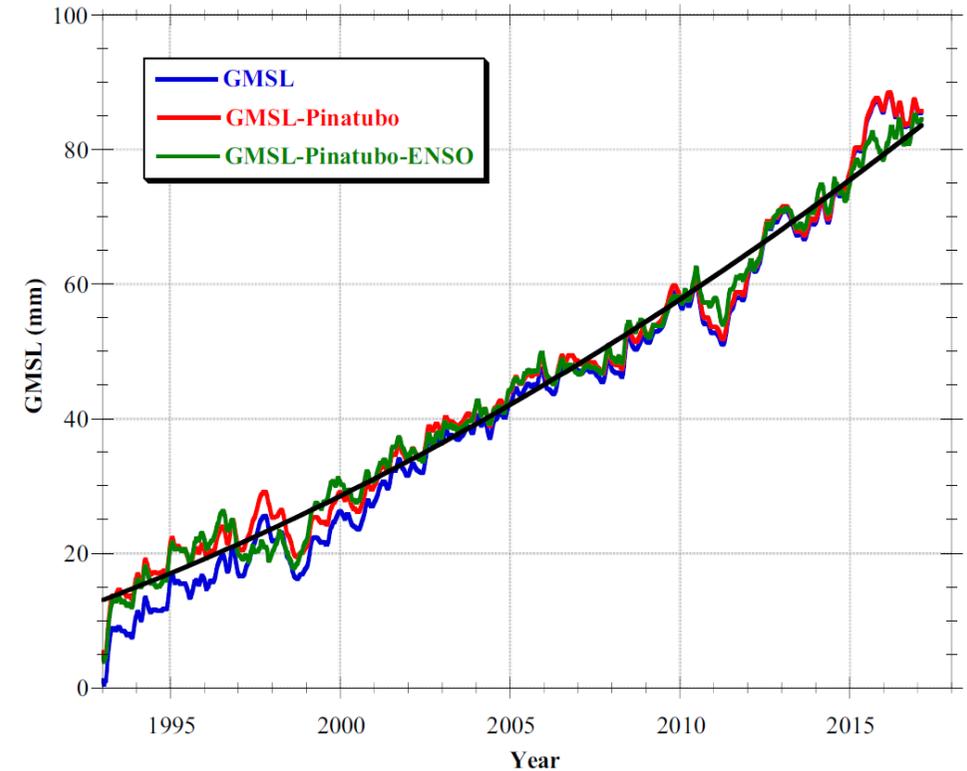


Recent paper: Nerem et al., 2018

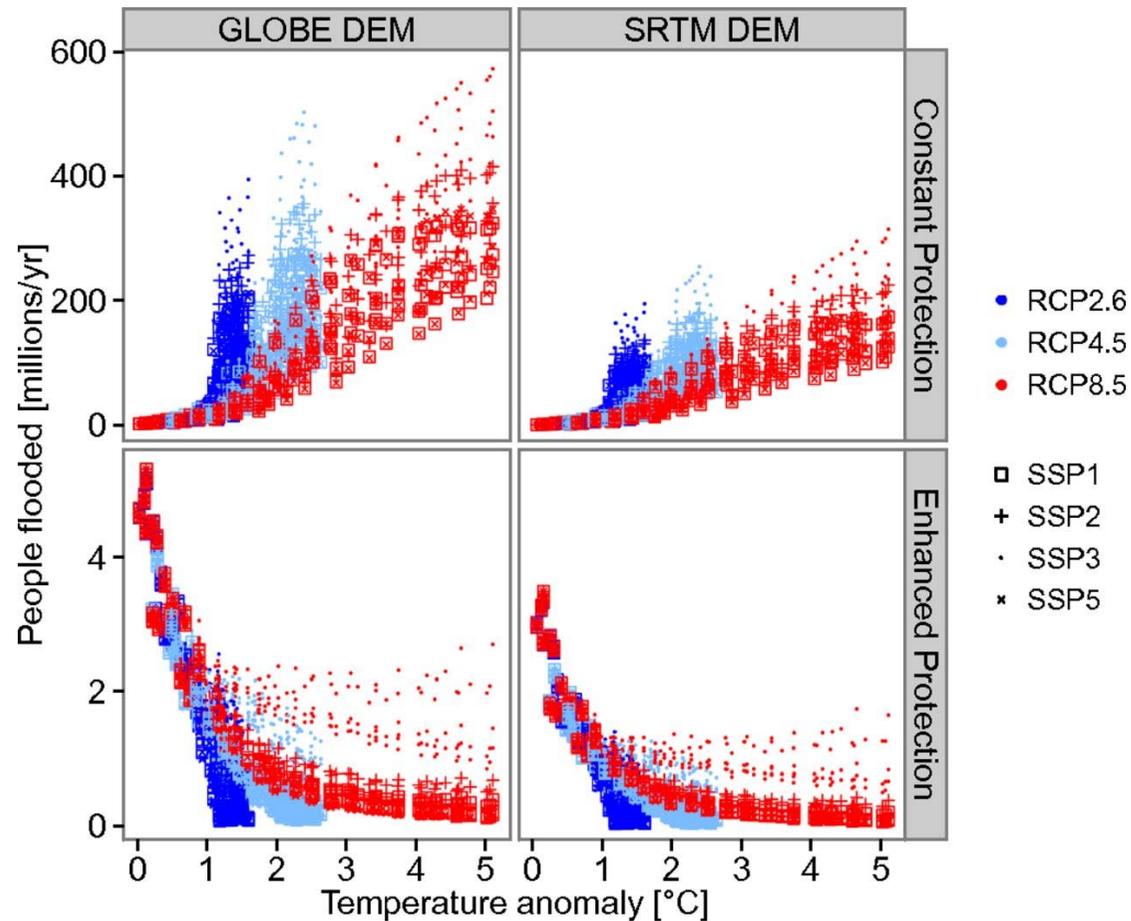
Climate change driven **accelerated** sea-level rise detected in the altimeter era, PNAS, January 9, 2018

„Satellite altimetry shows that global mean sea level is rising at a rate of 3 ± 0.4 mm/y since 1993.

It is shown that this rate is accelerating with 0.084 ± 0.025 mm/y². This means that sea level rise will be doubling as compared to earlier estimates“.



Coastal flooding and climate change: number of people



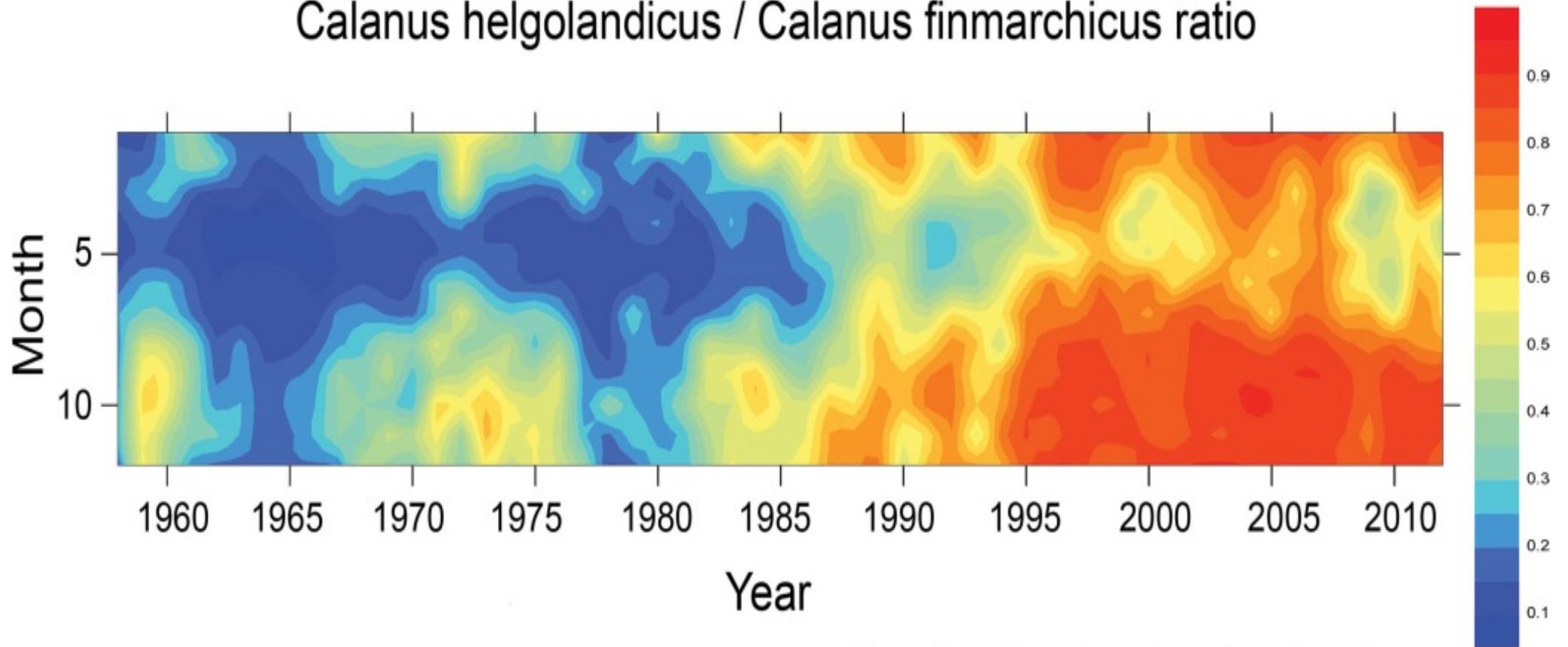
Source: Hinkel *et al.*
(2013)

Marine Organismen

Beispiel Ruderfußkrebse



Calanus helgolandicus / Calanus finmarchicus ratio



Temperaturänderung und geänderte Advektion sind die klimabezogenen Gründe

Edwards et al. (2014)

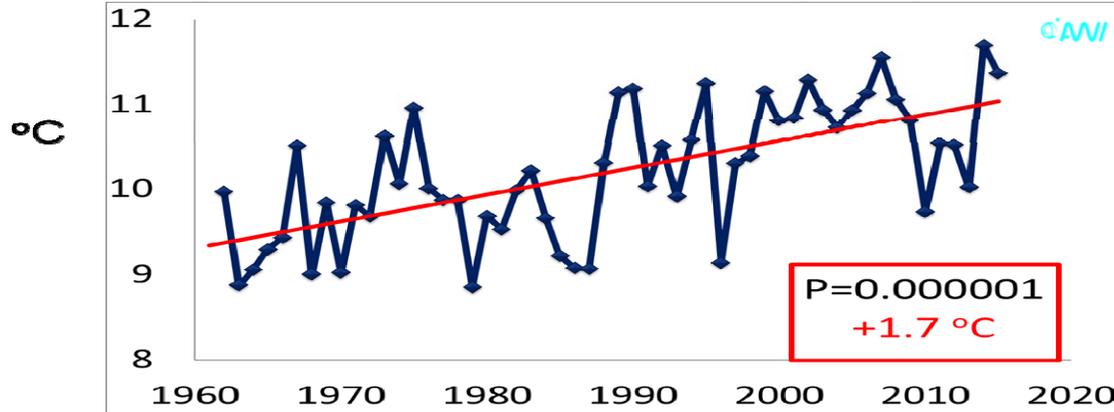
Brander, Ottersen et al. NOSCCA Kapitel „Environmental Impact – Marine Ecosystem“

1) Changed Parameters and Drivers

1. Warming

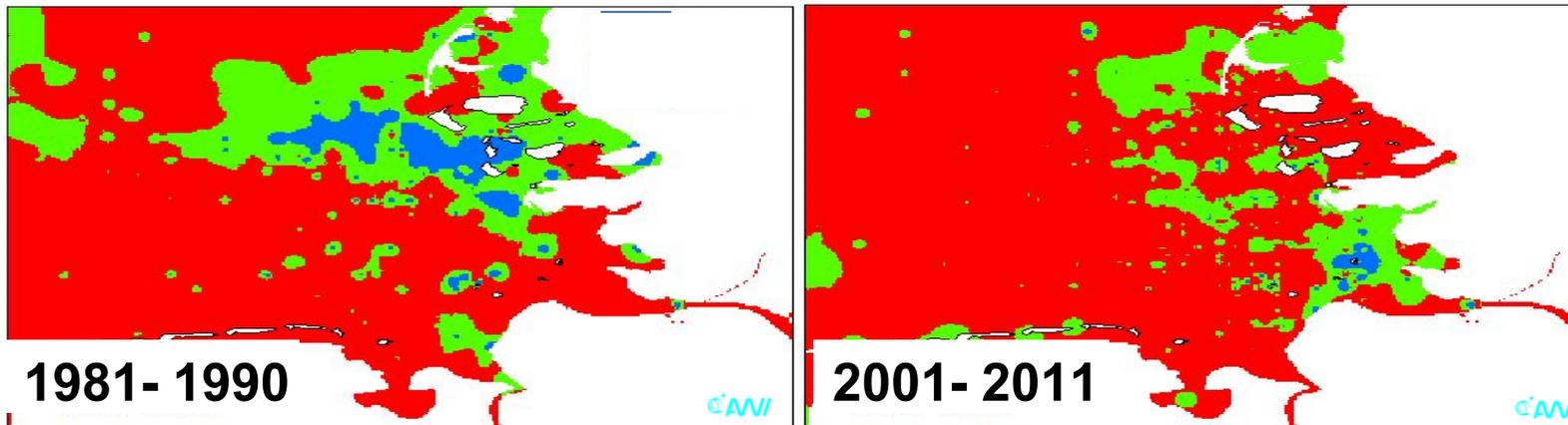
3. New Species

Helgoland Roads Time Series yearly means



Wiltshire et al 2015, 2017

2. Shifted N:P German Bight



Now a
P-Limited
system



N-Limited



Redfield

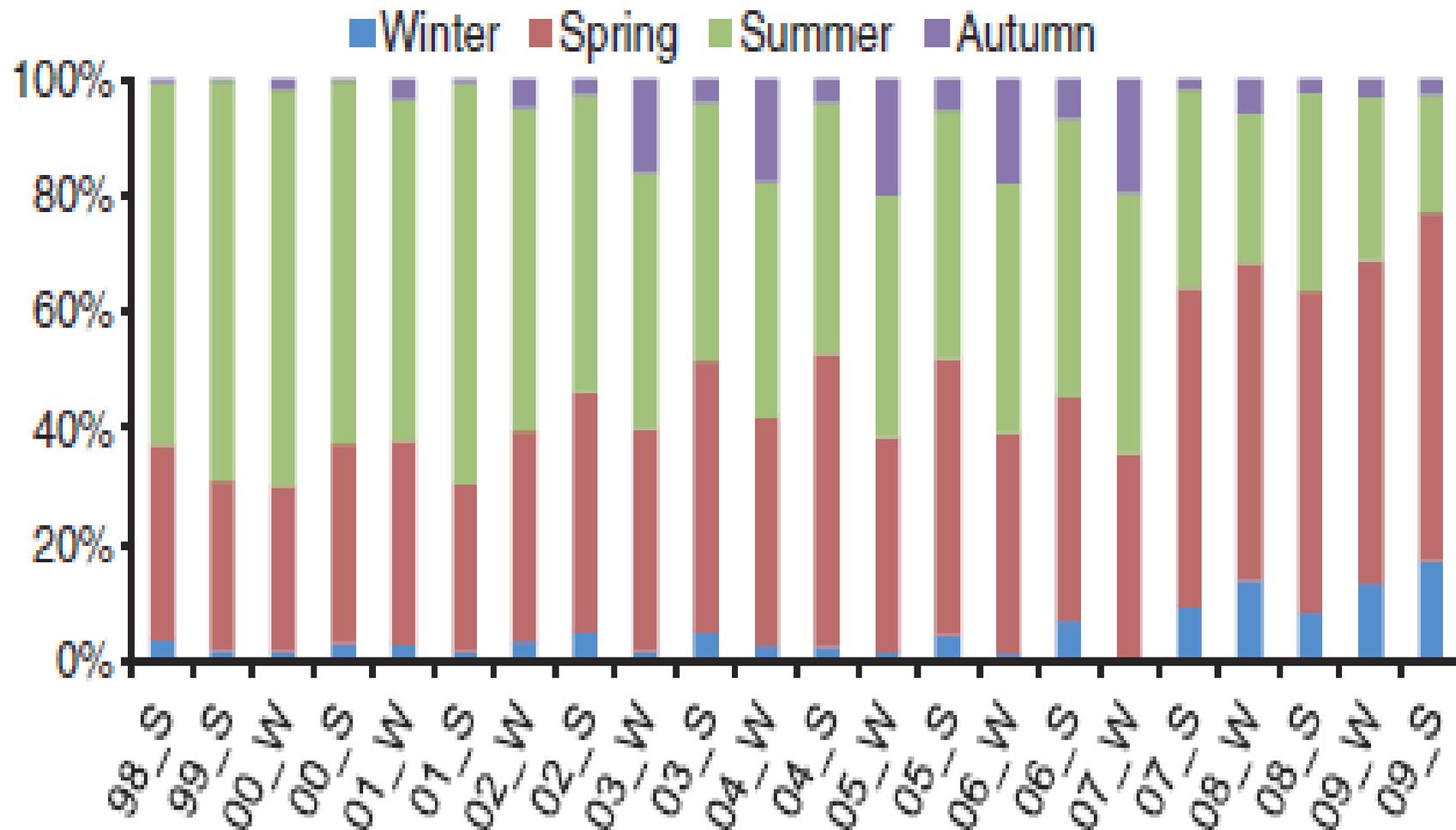


P-Limited

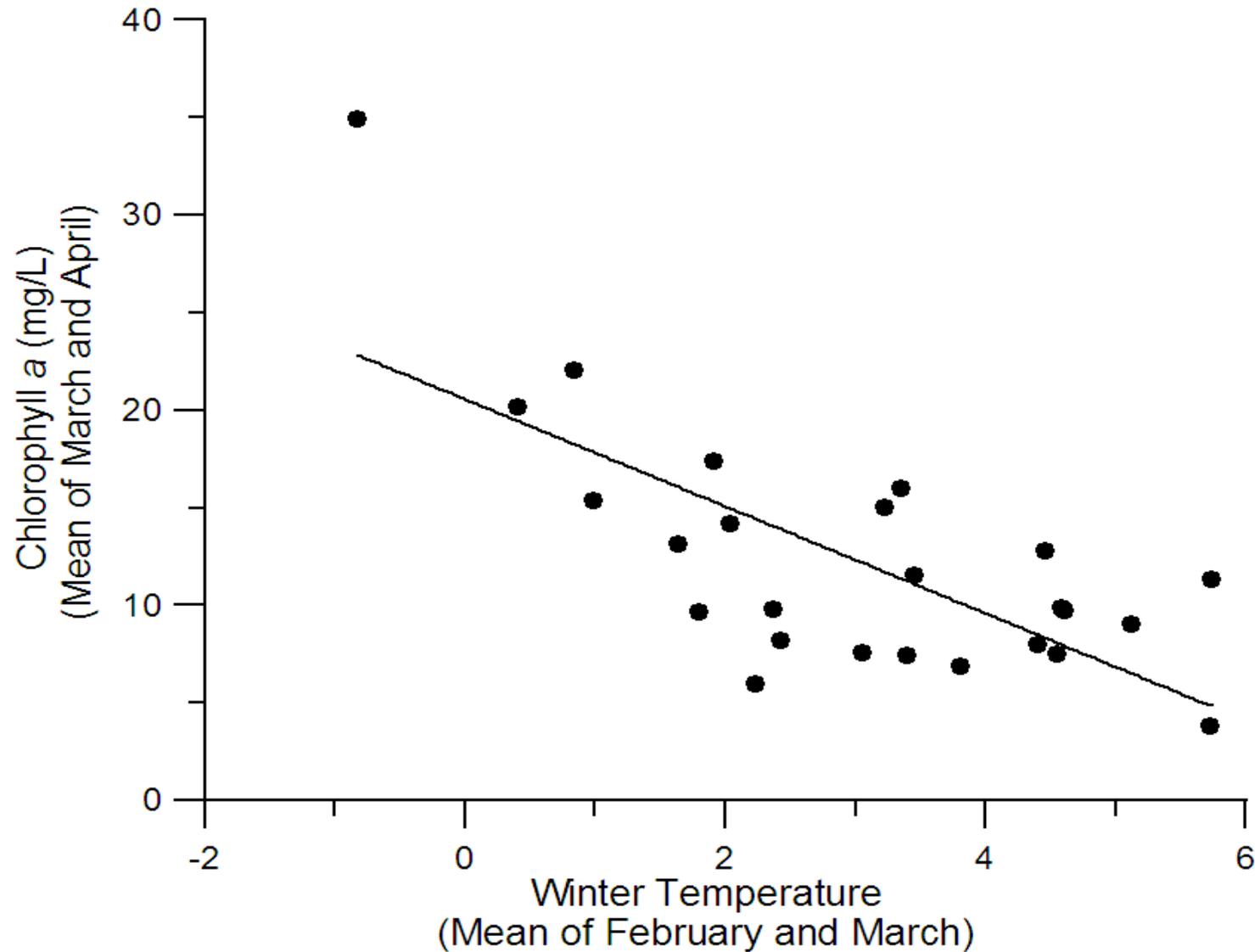
Wiltshire et al 2015, Sarker et al 2017

HELMHOLTZ

Veränderung in der Reproduktionszeit der Epifauna der Doggerbank



Auswirkung Wintertemperatur auf mittlere Phytoplanktonbiomasse (Wattenmeer, Sylt)





F. Colijn, KDM, Berlin 2018

70% der Fischarten haben auf Erwärmung reagiert, Verteilung und Häufigkeit haben sich verändert (Simpson et al. 2011).



Kabeljau/Cod

Foto: J.S. Müller, Flickr, CC BY-NC-SA 2.0

Zentren der Verteilung haben sich um Strecken zwischen **48 bis 403 km** verlagert (Perry et al. 2005).

Bodenfisch-Gruppe hat sich um **~3.6 m pro Dekade** zwischen 1980 und 2004 abgesenkt (Dulvy et al. 2008).

Pinnegar et al. NOSCCA Kapitel „Socio-Economic Impact – Fisheries“

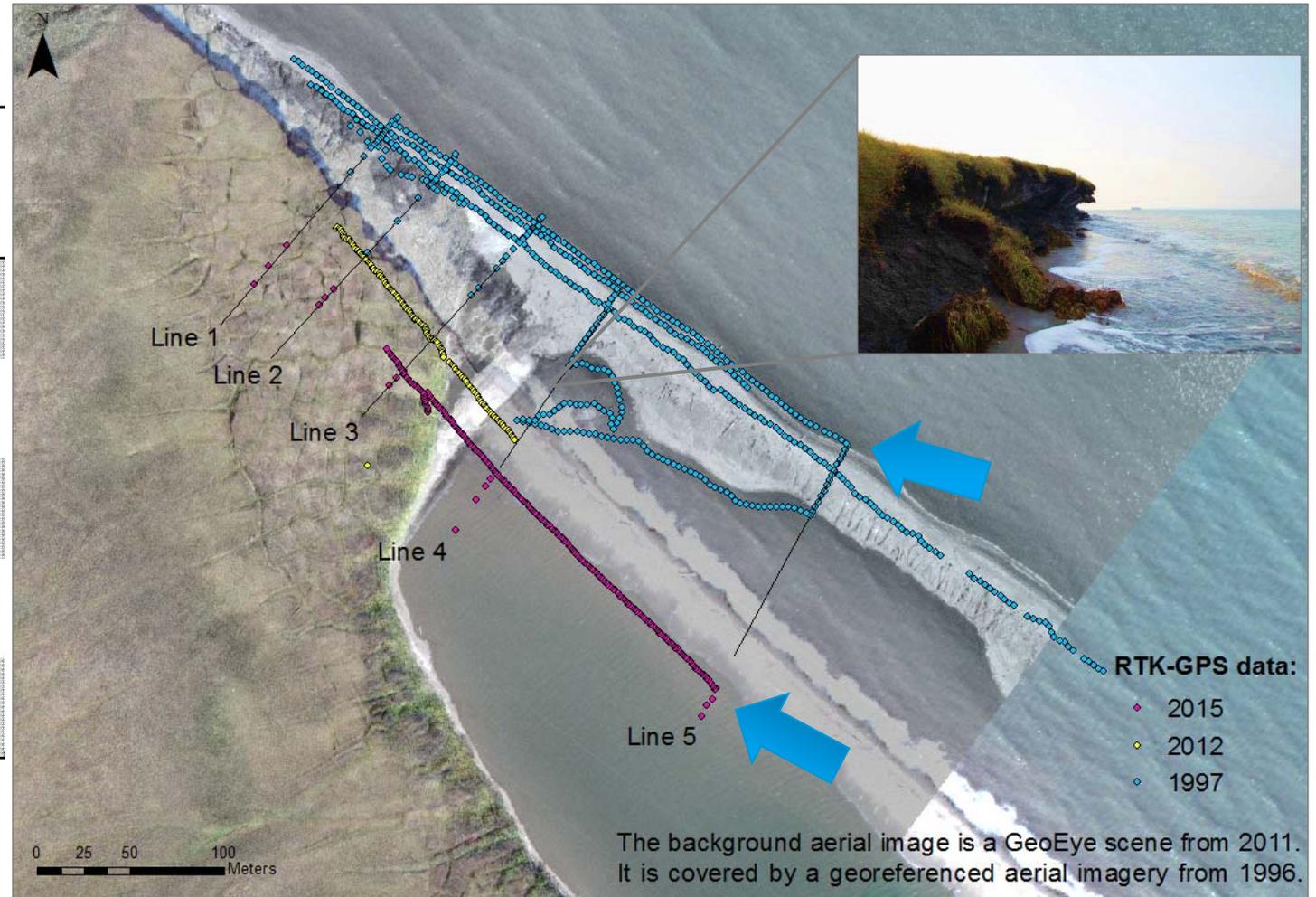


NUNATARYUK
ᓄᓐᑕᓂᓄᓐ



Stokes Point west

Time period	Erosion rate [m/a]
2014-2015	8.9
2007-2014	8.8
2006-2007	0.5
1999-2006	0.2
1997-1999	1.1



Konopczak, A., Manson, G., Lantuit H. In preparation

Anna Konopczak, Gavin Manson,
Hugues Lantuit

The West Antarctic Peninsula (WAP) – hotspot of global climate change

Climate change drives Antarctic pressure system

SAM +/- ENSO: La Niña -> northwesterly warm & moist winds

Massive warming since 2nd half of 20th century

air temperature 3°C /50y

Sea surface water 1°C /50y

➤ **80 % of WAP tidewater glaciers on retreat**

➤ **WAP coastal fords and shelf regions are changing**

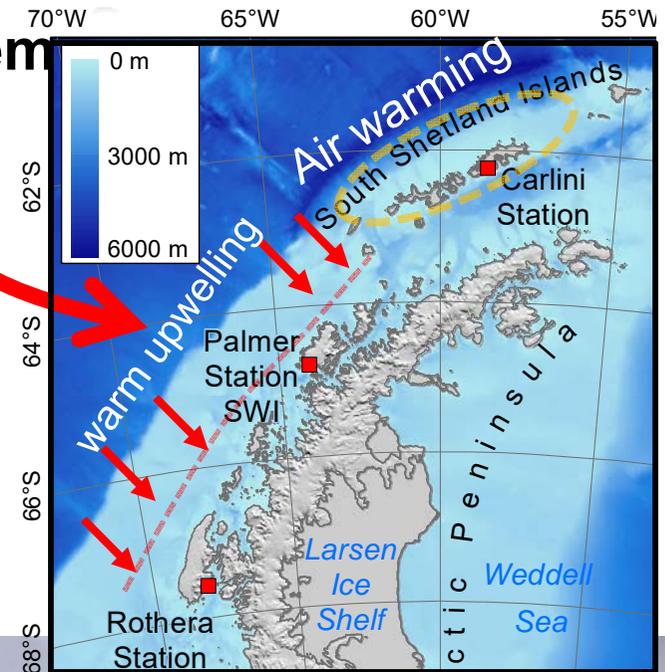


Foto: AWI



Consequences of coastal deglaciation:



Foto: Silva-Busso (IAA)

Reduced primary productivity

Strandings of starving krill
Absence of krill since 2009

Shifts in benthic community composition
caused by sedimentation



Rapid decline of
adelie penguin populations in
Northern sector of Antarctic Peninsula

Foto: V. Fuentes, CISM, Spain

Foto: AWI

Meeresspiegelanstieg

Tropische Küsten versinken

Gründe:

- Häufig kein (sinnvoller) Küstenschutz
- Absinken der Küsten durch Fehlnutzung (Grundwasserentnahme; Trockenlegung von Mooren und Sümpfen für Palmölplantagen)
- Verlust des natürlichen Schutzes (Riffe, Mangroven, Seegras)

Indonesien: Dorf und Felder; 20 cm/Jahr (vgl. Nordsee ca. 0.02 cm/Jahr)



Indonesien: Palmölplantage; Oxidation des Torfs



Verlust der Korallenriffe

Korallenbleiche, Verdrängung, Zerstörung

- Temperaturanstieg (Bleiche)
 - CO₂-Anstieg (Überwuchs, Bioerosion)
 - Eintrag von Sediment und Toxinen (z.B. Herbizide)
- Verlust von Lebensraum (Küstenerosion) und Einkommen (Fischerei, Tourismus, etc.)

Korallenbleiche 2016, Großes Barriereriff, Australien



© Caitlin Seaview Survey

Gesundes Riff, Thailand

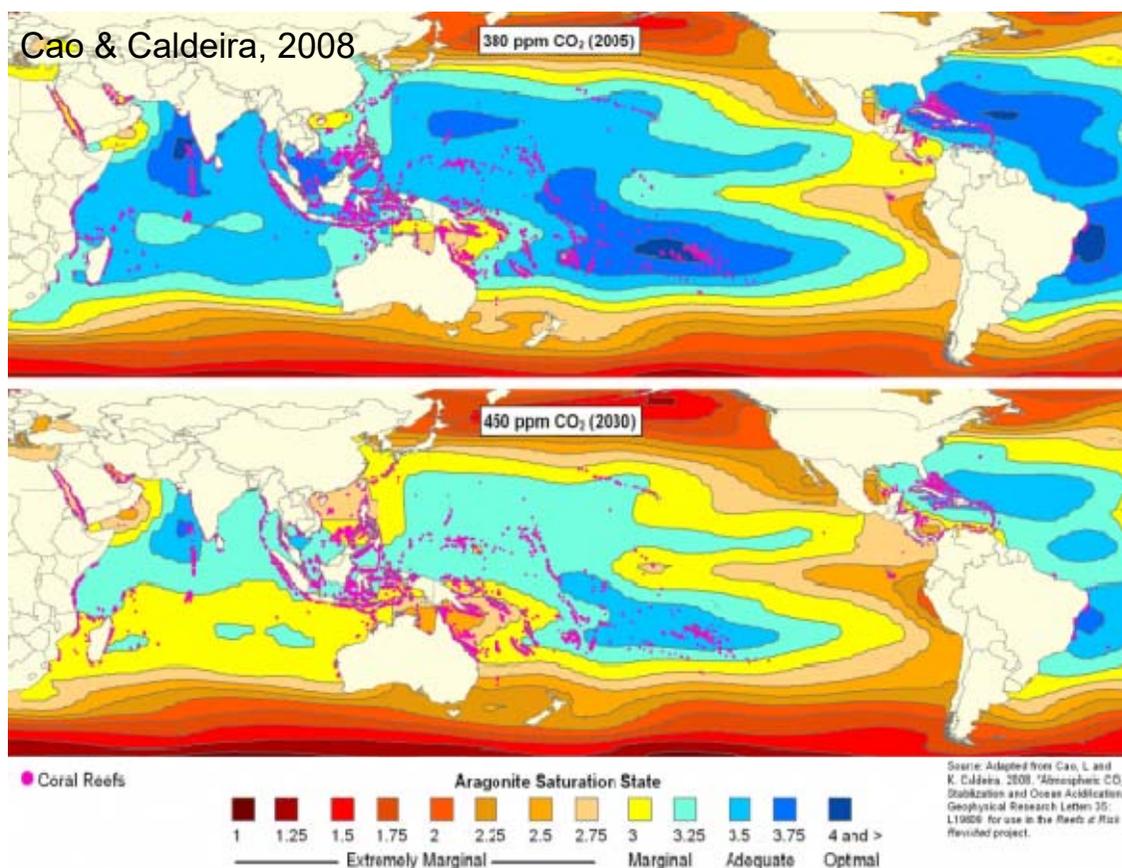


© ZMT

Verlust der Korallenriffe

Korallenbleiche, Verdrängung, Zerstörung

- Temperaturanstieg (Bleiche)
 - CO₂-Anstieg (Überwuchs, Bioerosion)
 - Eintrag von Sediment und Toxinen (z.B. Herbizide)
- Verlust von Lebensraum (Küstenerosion) und Einkommen (Fischerei, Tourismus, etc,)



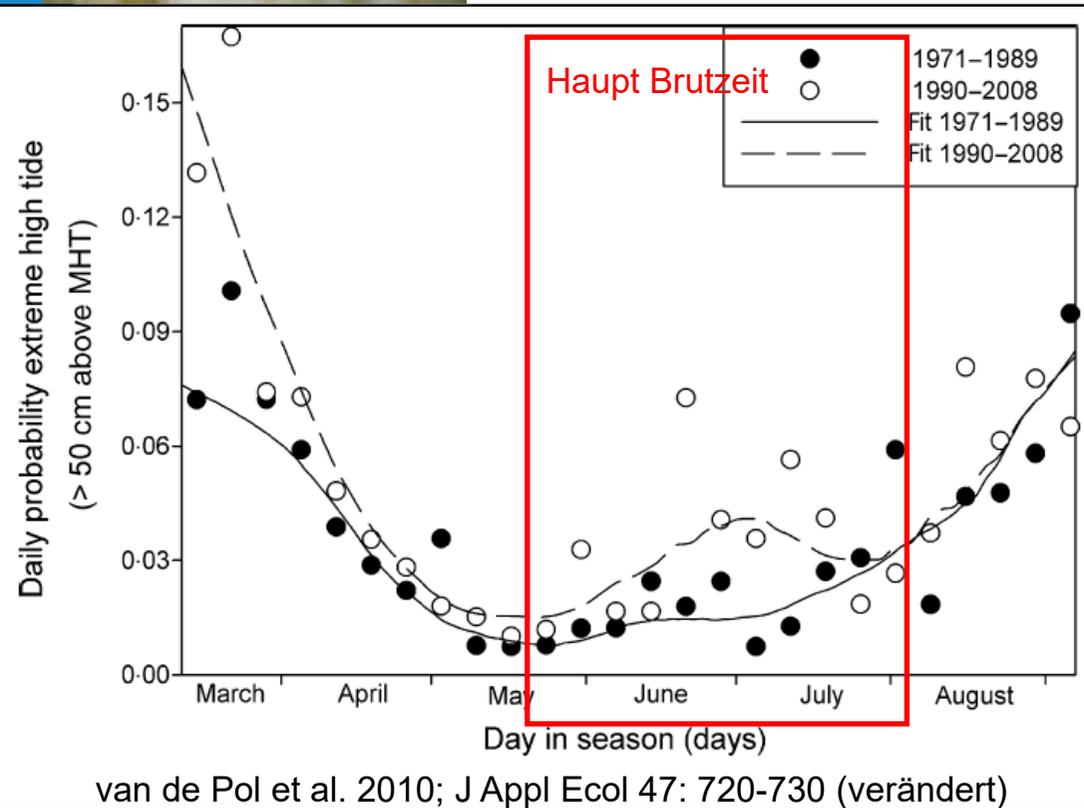
Kritische Sättigung für Riffe: 3.3 (blau)

Hoegh-Guldberg et al. 2007



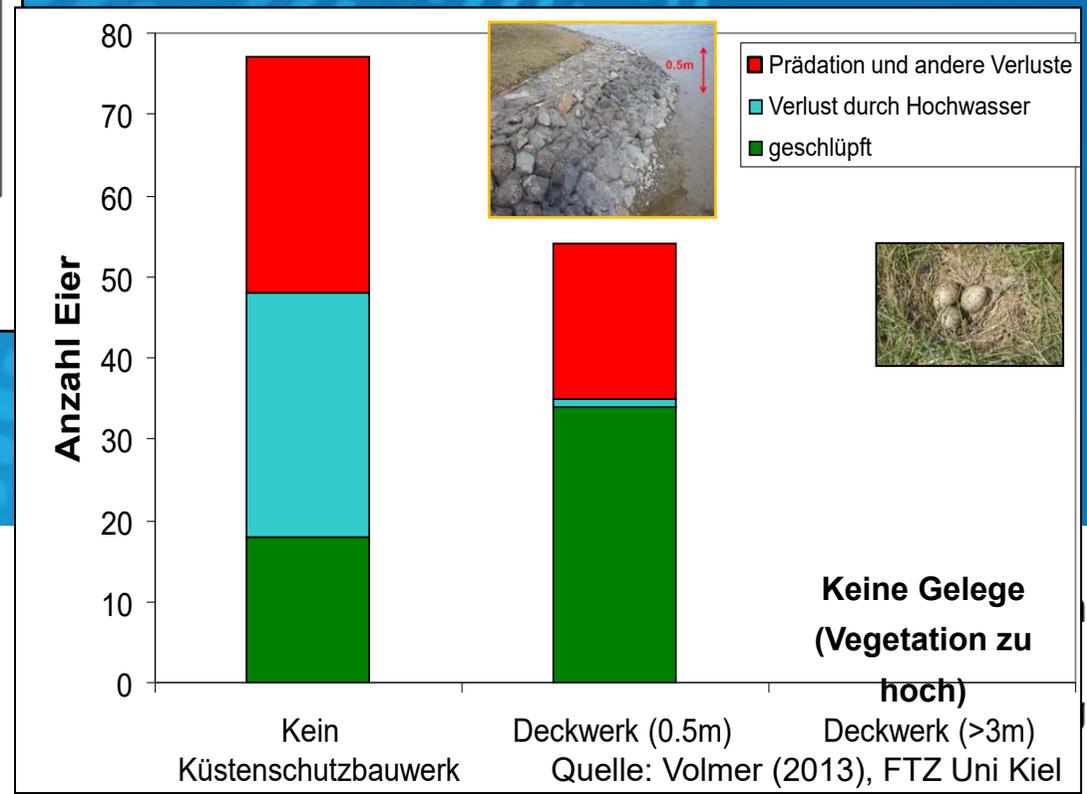


Zunehmende Sommerstürme beeinflussen Bruterfolg im Vorland



Wahrscheinlichkeit von extremem Hochwasser im Sommer inzwischen stark
→ Immer schlechterer Bruterfolg bei Vögeln

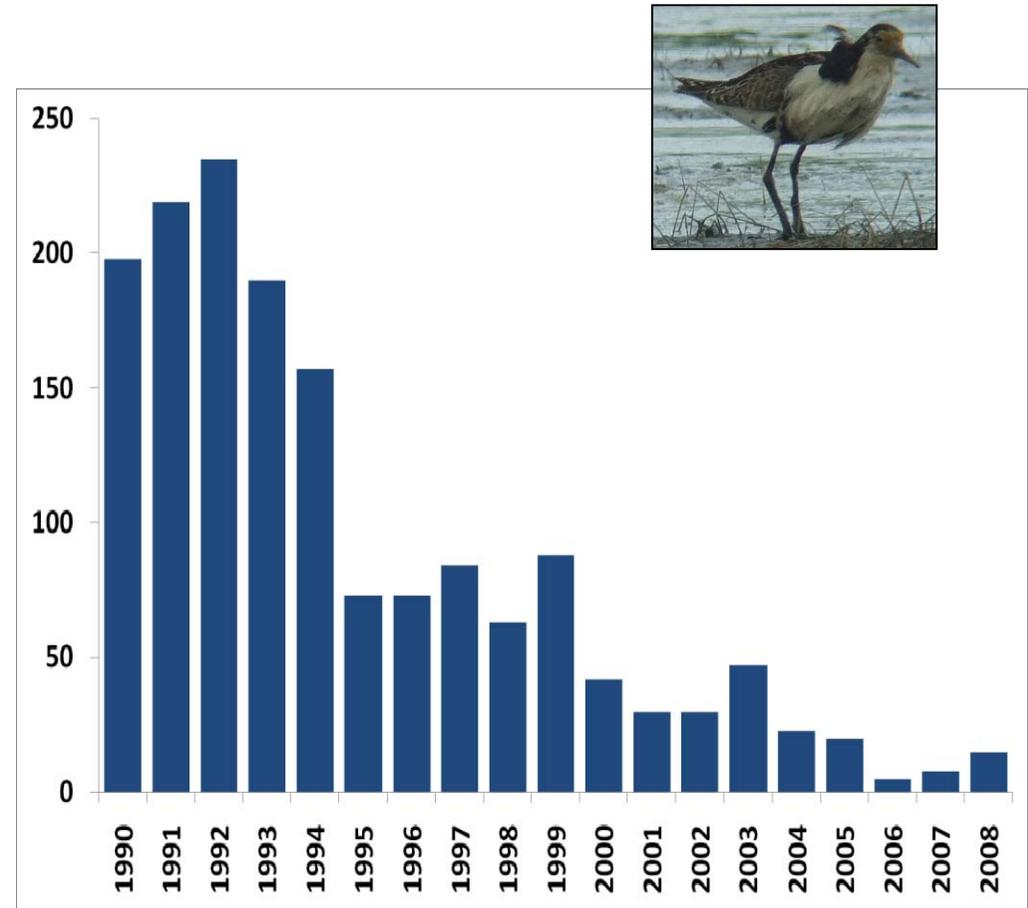
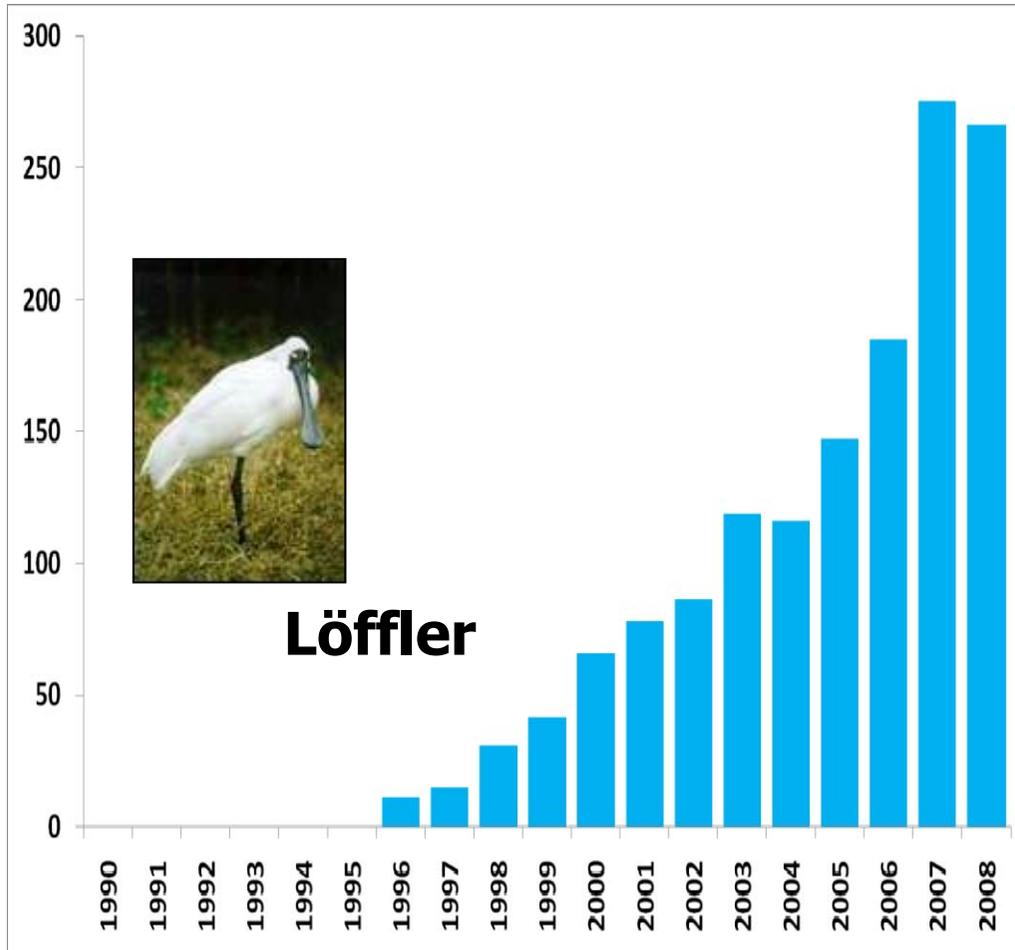
→ Küstenschutzbauwerke können Gelege sichern



Klimaeffekte im Brutvorkommen an der deutschen Nordseeküste



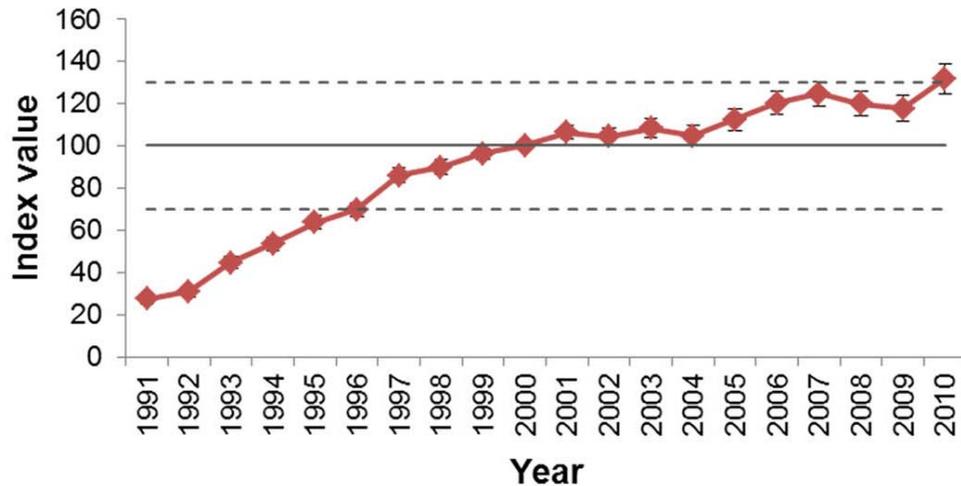
Kampfläufer



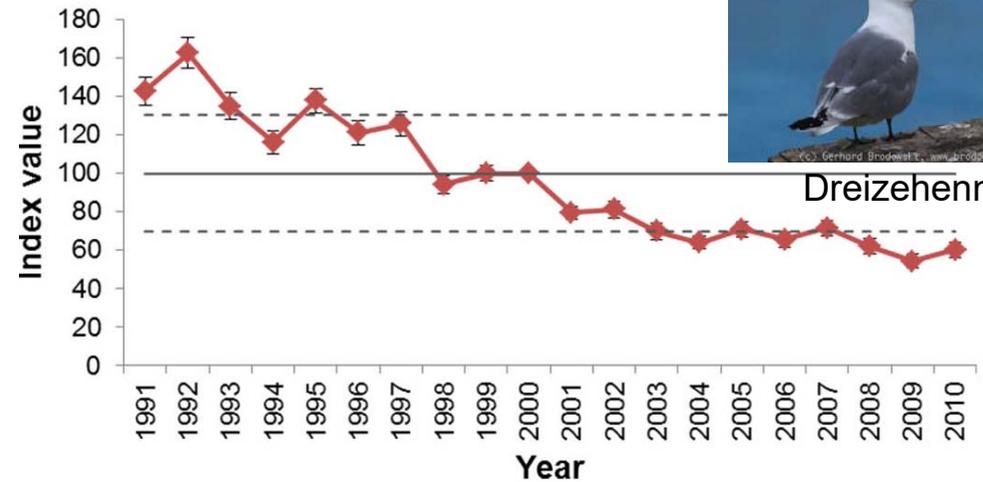
Courtesy Garthe, FTZ

Seevögel

Lesser black-backed gull



Black-legged kittiwake

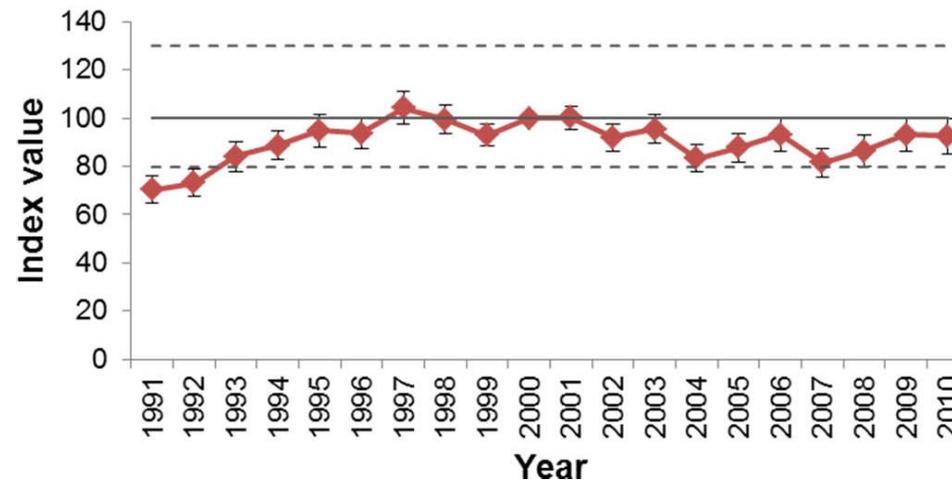


Dreizehenmöwe



Heringsmöwe

Common guillemot

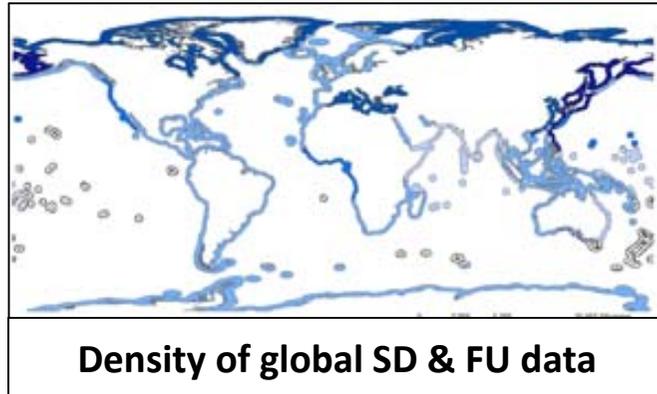


Trottellumme

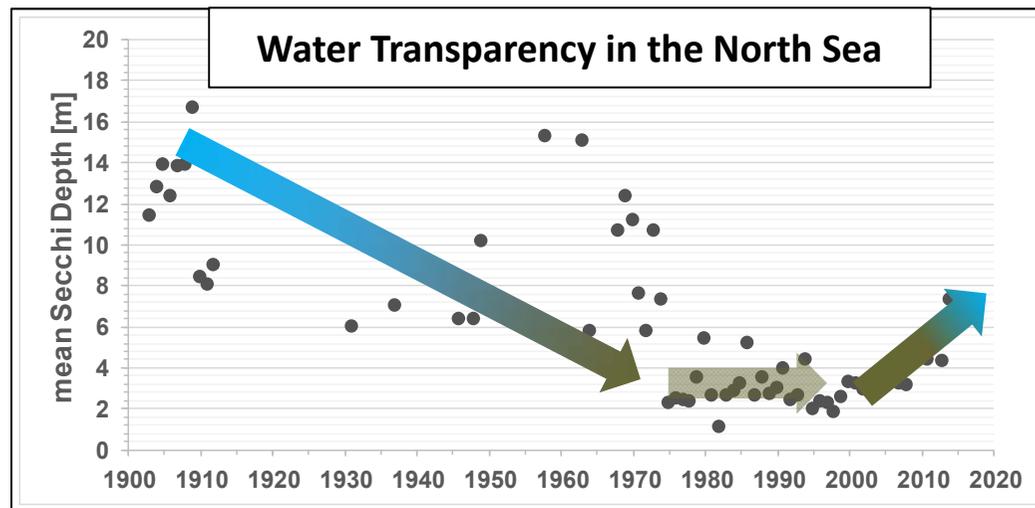
Seevögelaufkommen zeigt unterschiedliche Trends; Einfluss von KW auf z.B. Brut, Verhalten, Migration

Details: Garthe in Brander, Ottersen et al. NOSCCA Kapitel „Environmental Impact – Marine Ecosystem“

Global Scale
↓
Regional Scale
↓
Local Scale



- Analysis of a global set of SD & FU data
- 100 year transparency and water color trends vary depending on region and season
- Especially for southern hemisphere, data is insufficient for long-term trend analysis



- Overall decreasing transparency
- Different phases in the past
- Trends regionally different
- Increasing transparency in the future?
- 15 years of data



- Oceanographic parameters
- Near surface remote sensing
- Wadden Sea as important and unique ecosystem

Abschließende Bemerkungen

- Initiativen internationaler Wissenschaftler stellen unter dem Akronymen BACC 2 und NOSCCA Assessments zum Klimawandel in der Ostsee und Nordseeregion zusammen. (*BACC 2 in 2015, NOSCCA in 2016*)
- Auch der Nord- und der Ostseeraum spüren den Klimawandel und sie werden ihm auch weiterhin ausgesetzt sein. (Erwärmung Luft u. Wasser, Meeresspiegelanstieg, Versauerung,...)
- Es zeigen sich Veränderungen in den Ökosystemen und diese werden sich - abhängig von den Minderungsmaßnahmen – verstärken.



Abschließende Bemerkungen

- Erhebliche natürliche Variabilität in der Nord- und Ostseeregion auf der jahres- bis multidekadischen Skala ist eine besondere Herausforderung für die Projektion der Auswirkungen von Klimaveränderungen (gilt insbes. für windbeeinflusste Größen: lokaler Meeresspiegel, Sturmfluten, Wellen, Zirkulation, Transporte)
- Verfügbare regionale Projektionen nicht immer konsistent
- **weiterer Forschungsbedarf, speziell Ökosystemverständnis**
- **Langzeitbeobachtungen sind unheimlich wichtig in Bezug auf Verständnis von Klimafolgen**



Danke ! Gibt es Fragen ?

