

Antarktisches Mikroplankton und vergangene Klimawandel



Johan Renaudie
Museum für Naturkunde
2019-11-06

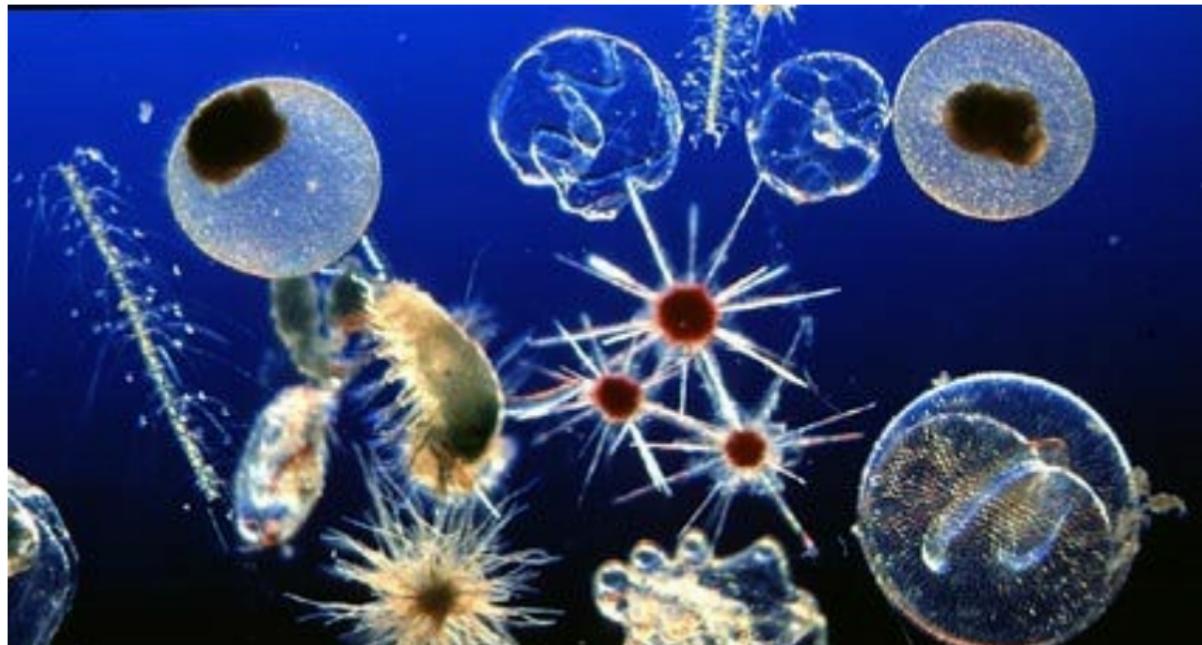
Outline

- Einführung in die Mikropaläontologie
- Kieselalgen und Klimawandel
- Die känozoische Evolution des südlichen Ozeans
- IODP Expedition 379: über die Stabilität des westantarktisches Eisschildes

Mikropaläontologie

Neben Fischen, Säugetieren und Arthropoden wird die Wassersäule von einer großen Biomasse einzelliger planktonischer Organismen (Protisten, Bakterien und Viren) bewohnt.

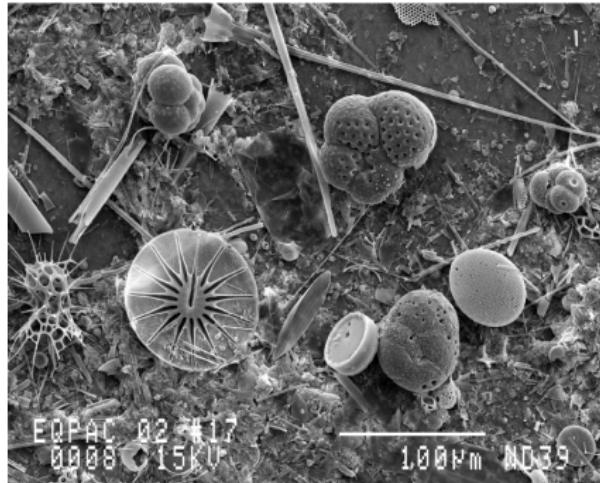
Unter den Protisten hat eine signifikante Fraktion eine permineralisierte Struktur.



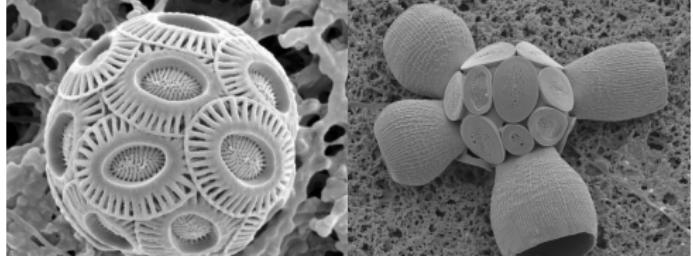
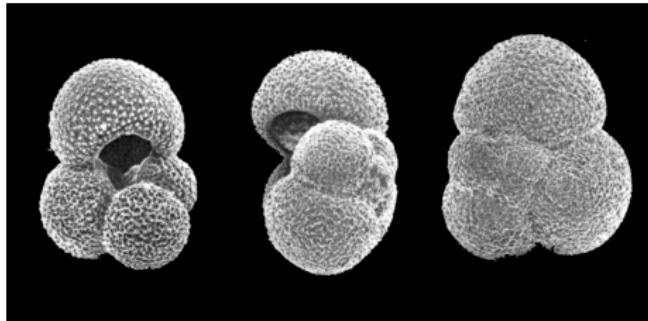
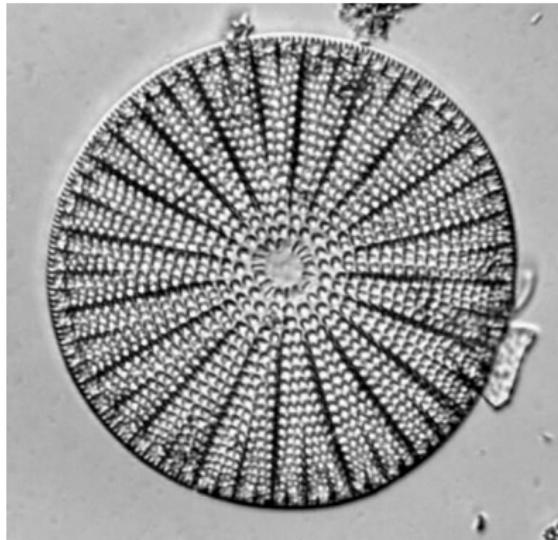
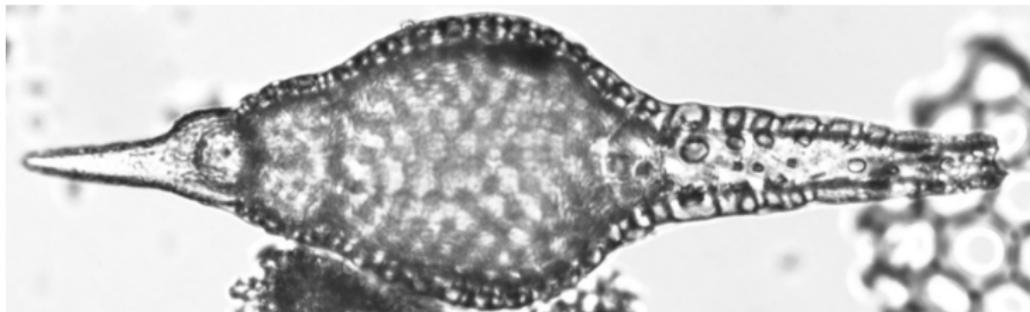
Mikropaläontologie

Diese Skelette können somit nach dem Absinken zu Bodensedimenten versteinern.

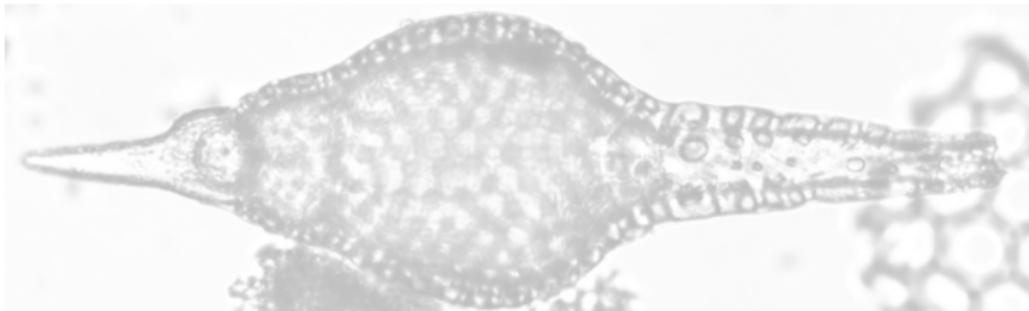
Es ist so verbreitet, dass die meisten marinen Sedimente fast ausschließlich aus Mikrofossilien bestehen.



Häufigste felsbildende Mikrofossilien

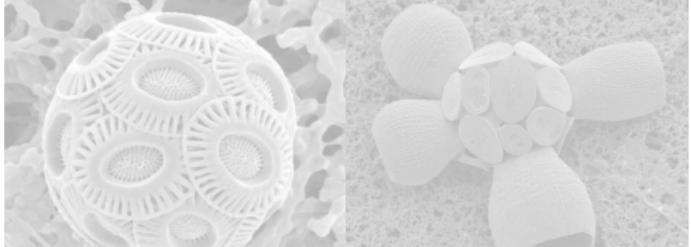


Häufigste felsbildende Mikrofossilien

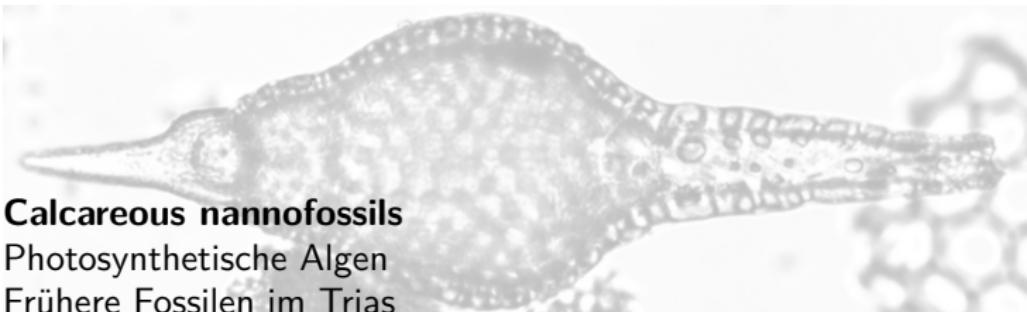


Foraminifera

Heterotrophe marine planktonische Protisten
Planktonische Formen erst seit der Kreidezeit und in der photischen Zone vorhanden
Benthische Formen seit Kambrium



Häufigste felsbildende Mikrofossilien



Calcareous nannofossils

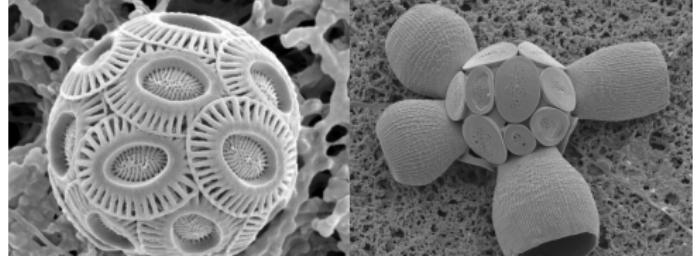
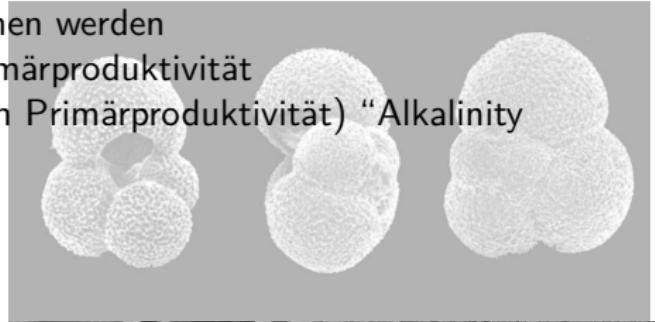
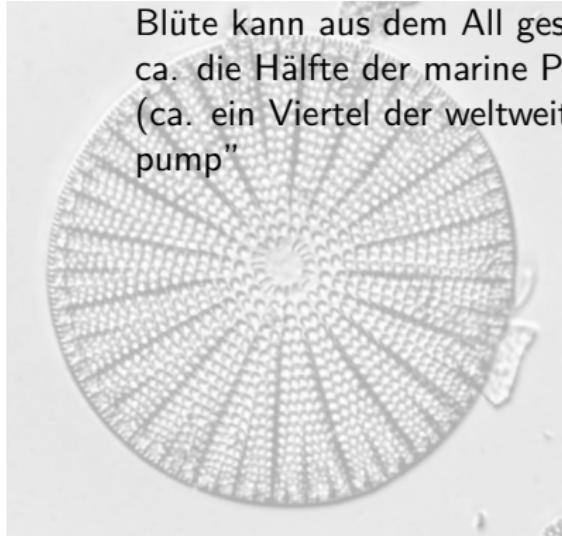
Photosynthetische Algen

Frühere Fossilien im Trias

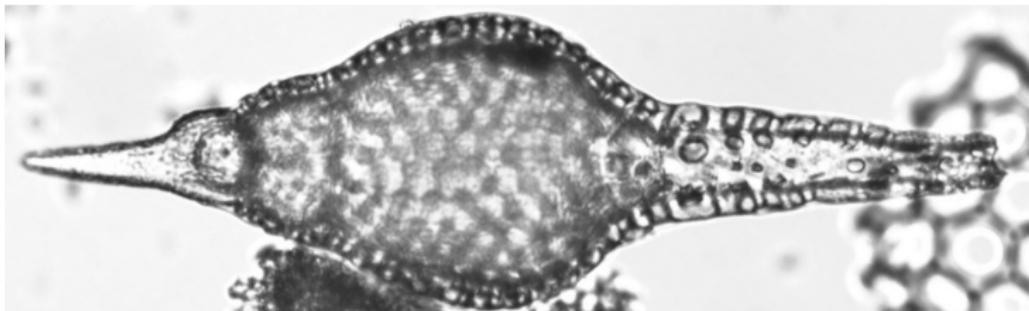
Blüte kann aus dem All gesehen werden

ca. die Hälfte der marine Primärproduktivität

(ca. ein Viertel der weltweiten Primärproduktivität) "Alkalinity pump"



Häufigste felsbildende Mikrofossilien



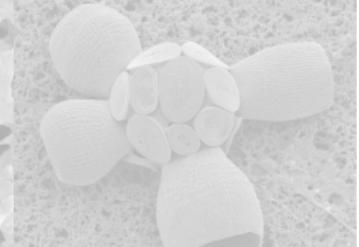
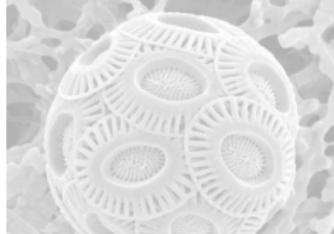
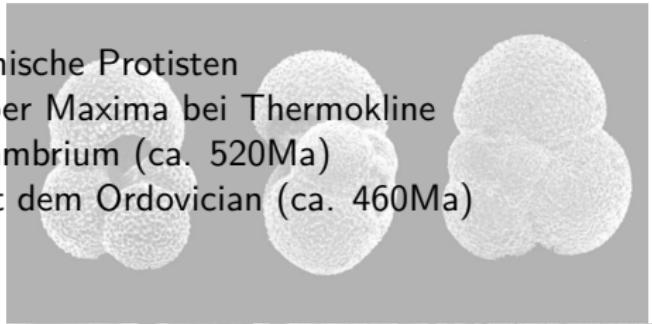
Radiolarien

Heterotrophe marine planktonische Protisten

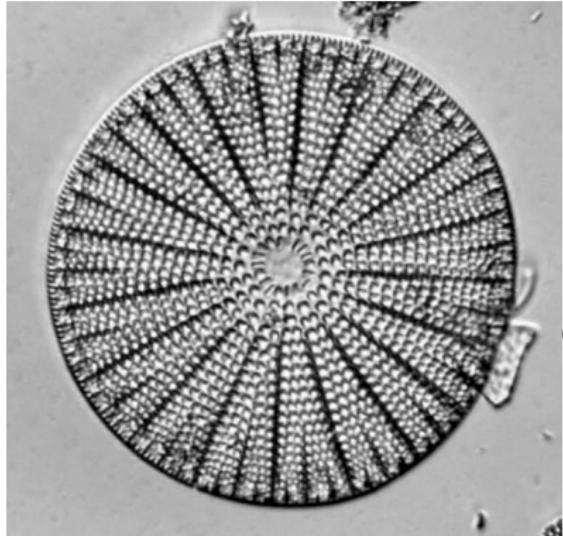
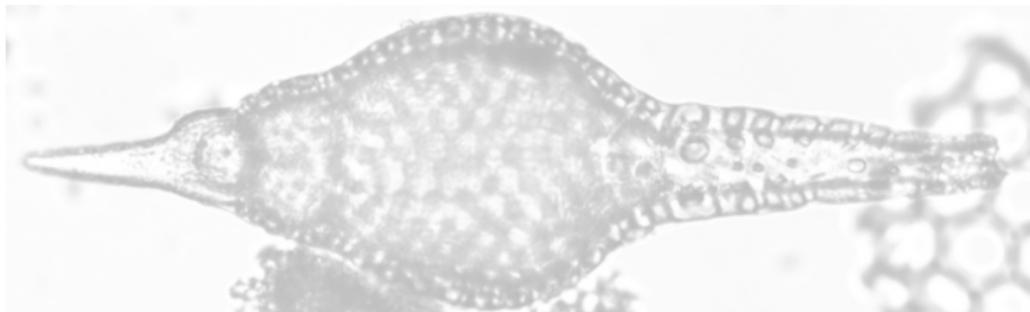
Vorhanden in allen Tiefen, aber Maxima bei Thermokline

Frühere Fossilen im mittel-Kambrium (ca. 520Ma)

Fortlaufende Fossilbericht seit dem Ordovician (ca. 460Ma)



Häufigste felsbildende Mikrofossilien



Kieselalgen

Photosynthetische Algen

Frühere Fossilien im frühe Kreidezeit (ca. 140Ma)

Heute:

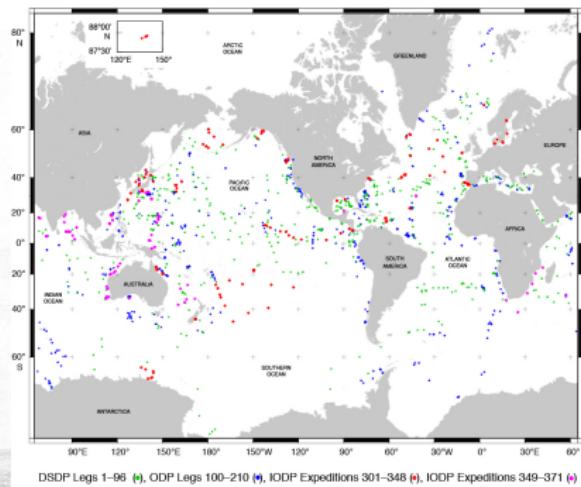
Hauptkohlenstoffsenke in die Tiefsee

Hauptexporteur von Silizium

die andere Hälfte der marine
Primärproduktivität

'Big Data' im Mikropaläontologie

Der Fossilienbestand dieser vier Gruppen ist sehr umfangreich und sehr gut untersucht. Dank der vielfältigen internationalen Bemühungen um wissenschaftliche Tiefseebohrungen seit den 1960er-Jahren (DSDP; ODP und IODP) haben wir an Hunderten von Standorten Daten zu Tausenden von Arten gesammelt, die vollständig das späte Jura bis heute abdecken. Landabschnitte erweitern ihre Bestand im Mesozoikum und Paläozoikum.



'Big Data' im Mikropaläontologie: Neptune (NSB) Datenbank

Neptune
Sandbox
Berlin

[About](#)

[Help](#)

[Search the database](#)

[Downloaded datasets](#)

[Recent Changes](#)



Search for occurrences

Fossil group:	<input type="text" value="Dolens"/>	Time span	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="10"/>	Ma	Ocean
Genus	<input type="text"/>	Longitude	<input type="text" value="10"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Species	<input type="text"/>	Latitude	<input type="text" value="90"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Ecological Province	<input type="text"/>		<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

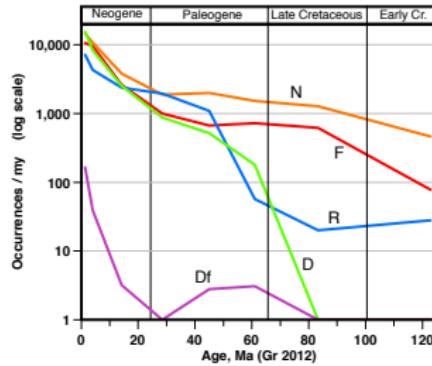
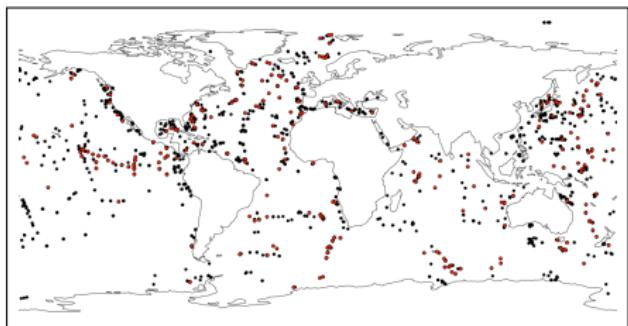
Options

- Restrict taxonomy using TNL.
- Filter out questionable identifications and taxa invalidly included in the fossil group.
- Filter out taxa with no valid rank.
- Filter out problematic sample occurrences (reworking, ...)
- Choose Age Scale:
- Filter out sites with age quality less than:
- Perform jaccard binning (top: % ; bottom: %)

You are currently logged in as Renatele. [Log Out](#) | [Search](#)

2019 Jan van Riel

<http://nsb-mfn-berlin.de>

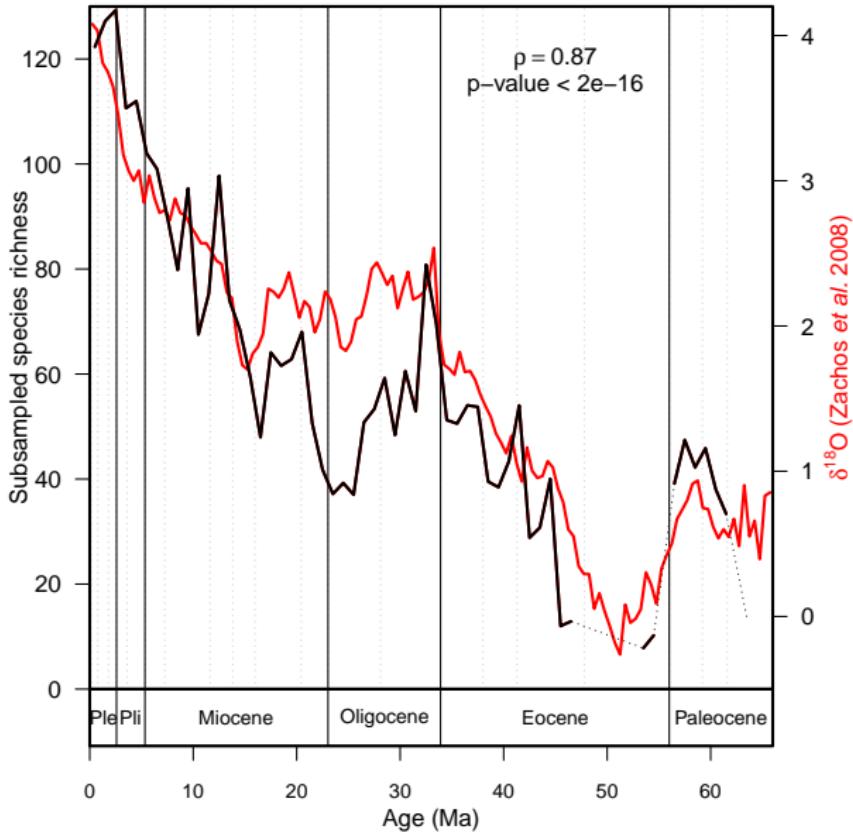


Mikropaläontologische Ereignis in Tiefseebohrungen mit einer komplexen stratigraphischen Lage, die ein zuverlässiges und genaues numerisches Alter für die meisten Proben ermöglichen

Anwendungen der Mikropaläontologie

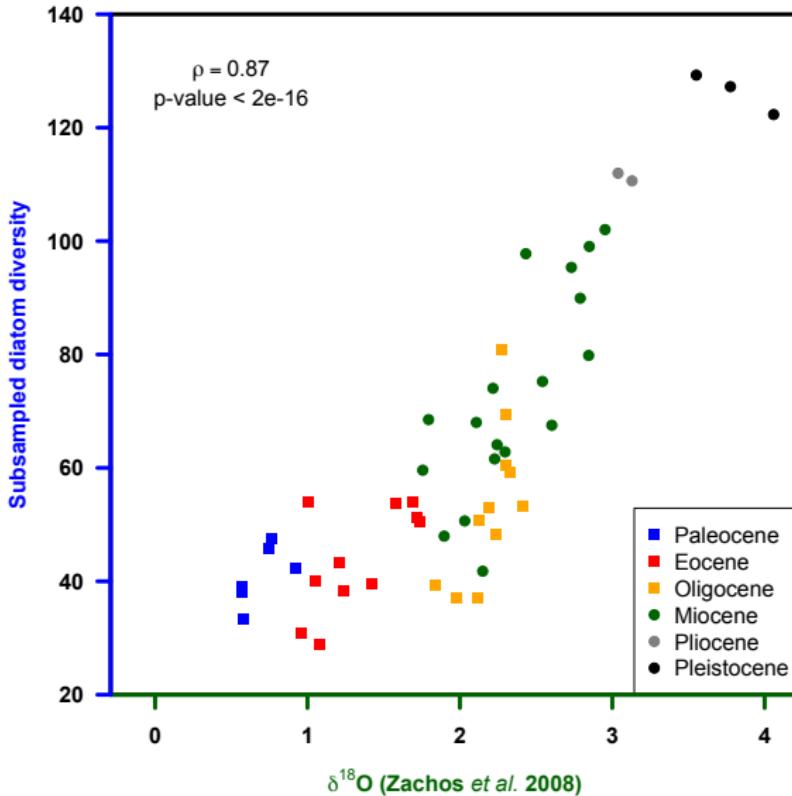
- Biostratigraphie:
Das Alter von Taxa wird mithilfe von Isotopen oder magnetischen Eigenschaften kalibriert und kann verwendet werden, um Sedimente zu datieren
- Evolutionsstudien:
reiche fossile Bericht von intraspezifischen Variationen und kontinuierliche Berichte von Veränderungen
- Umweltforschung:
Veränderungen der bis ins kleinste Detail erhaltenen Gemeinschaftsstrukturen + Isotopenzusammensetzung des Meerwassers lassen sich aus direkten Messungen an mikrofossilien Gehäuse ableiten

Känozoische marine Kieselalgendiversität



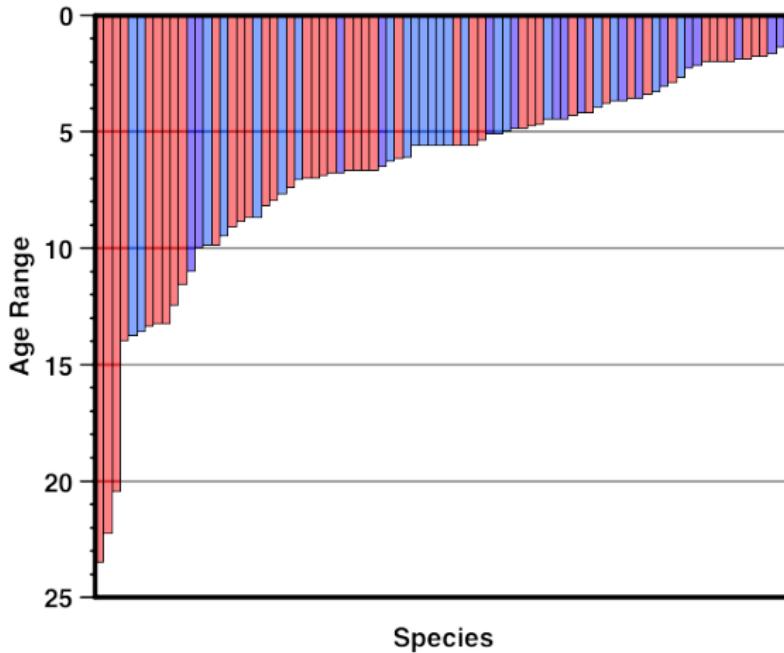
Modified from Renaudie et al.
2018 (Fossil Record).

Känozoische marine Kieselalgendiversität



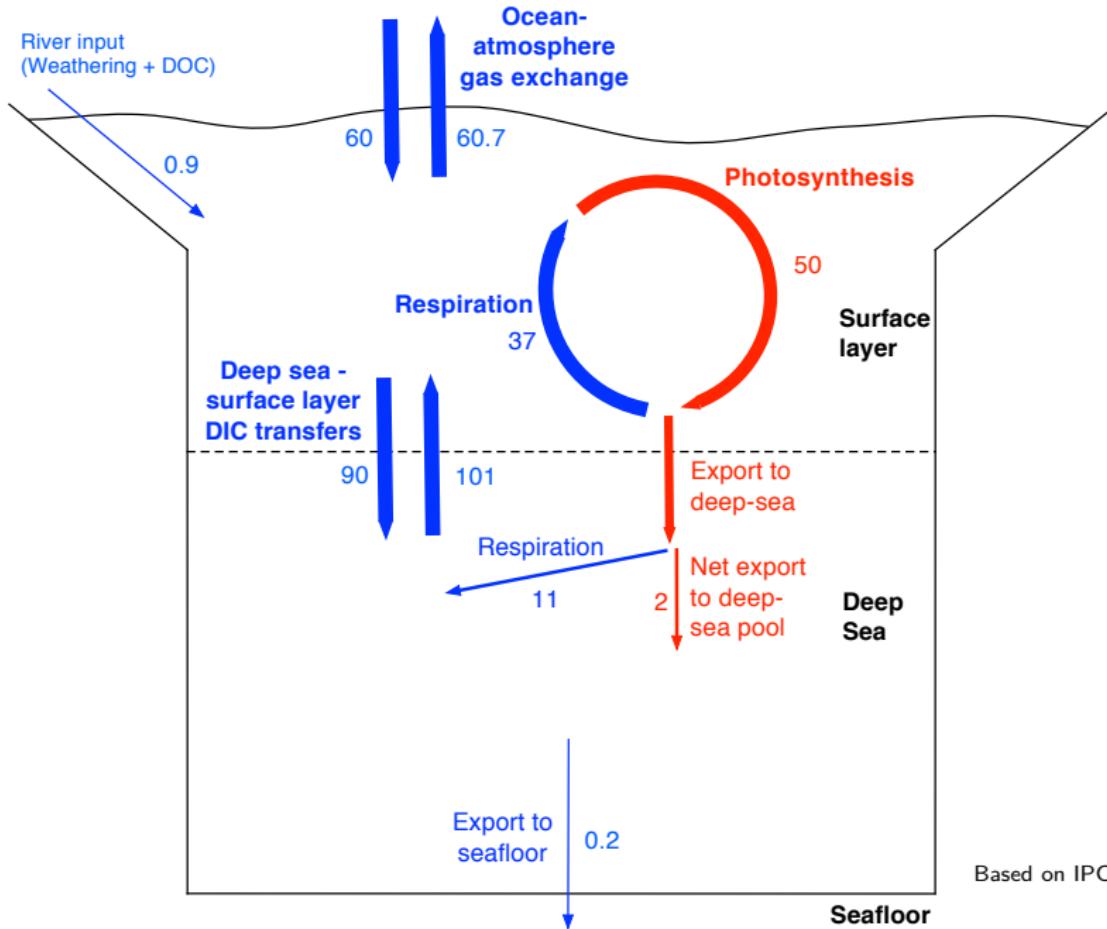
Sehr starke
Korrelation mit dem
Klimazustand:
Kaltes Klima = Sehr
vielfältige marine
Kieselalge Warmes
Klima = geringe
Diversität

Känozoische marine Kieselalgendiversität



ca. 80% der lebenden Arten sind seit 15 Ma erschienen = nach dem letzten warmen Ereignis (Middle Miocene Climatic Optimum) mit hohem Anteil polarer Arten

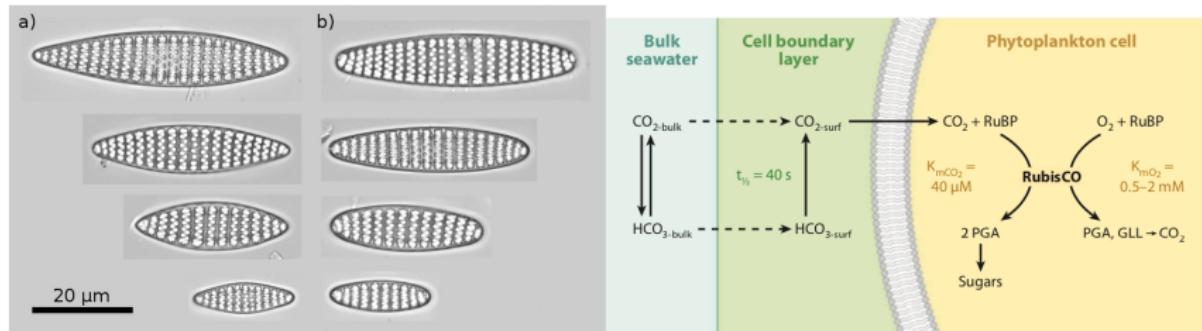
Kieselalgen und die marine Kohlstoffzyklus



Based on IPCC report.

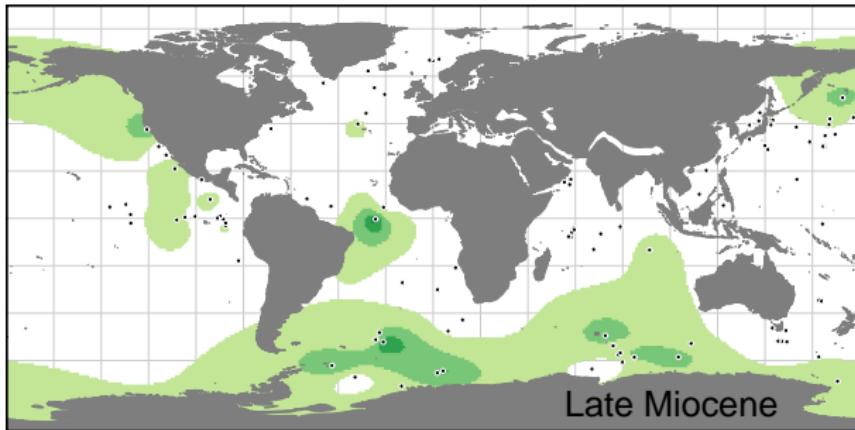
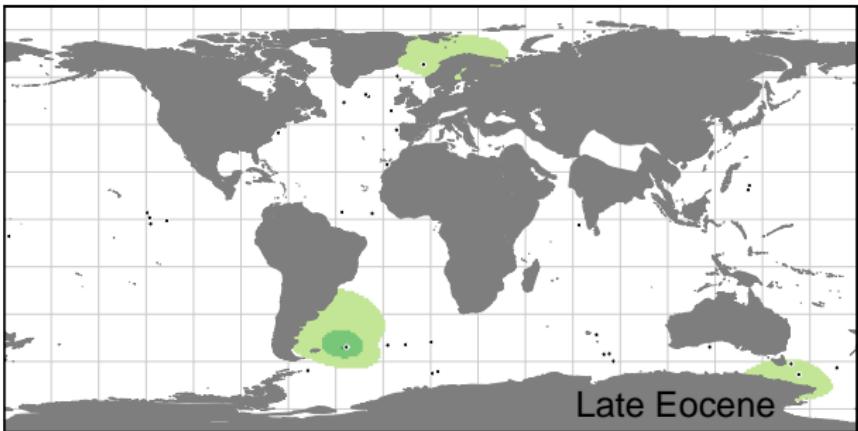
Kieselalgen als haupte Kohlenstoffexporteure

- Complex carbon concentrating mechanisms
- Efficient RuBiSCo even in CO₂-depleted environment
- Silica shell act as ballast
- Main carbon exporter: *Fragilariaopsis kerguelensis* in the Southern Ocean.



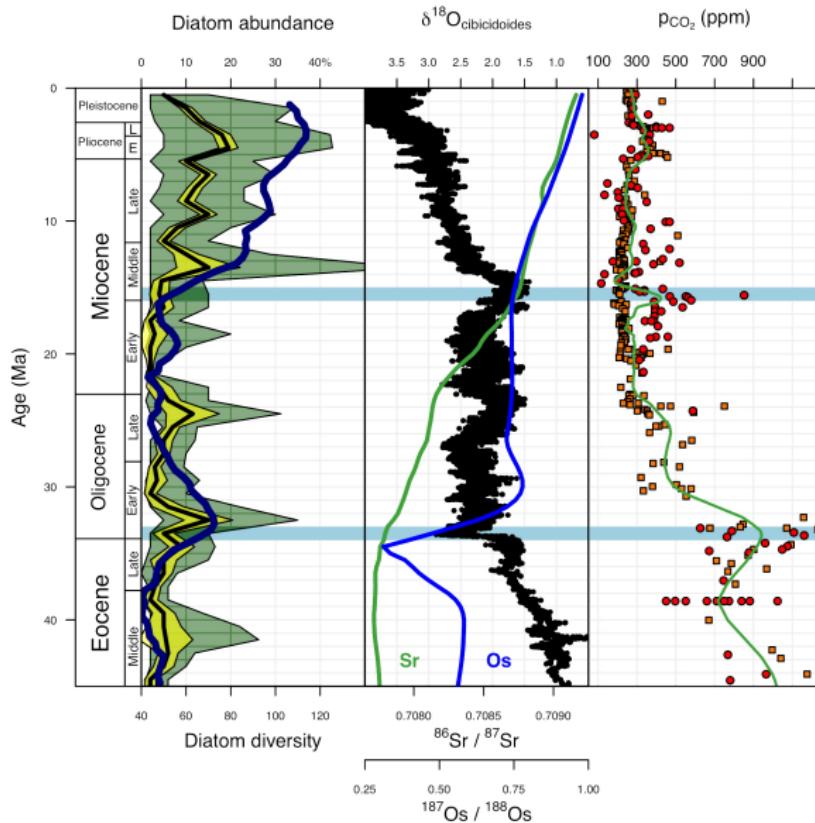
From Kloster et al. 2018; Reinfelder 2011.

Känozoische Veränderungen der Kieselalgenhäufigkeit in Sedimenten



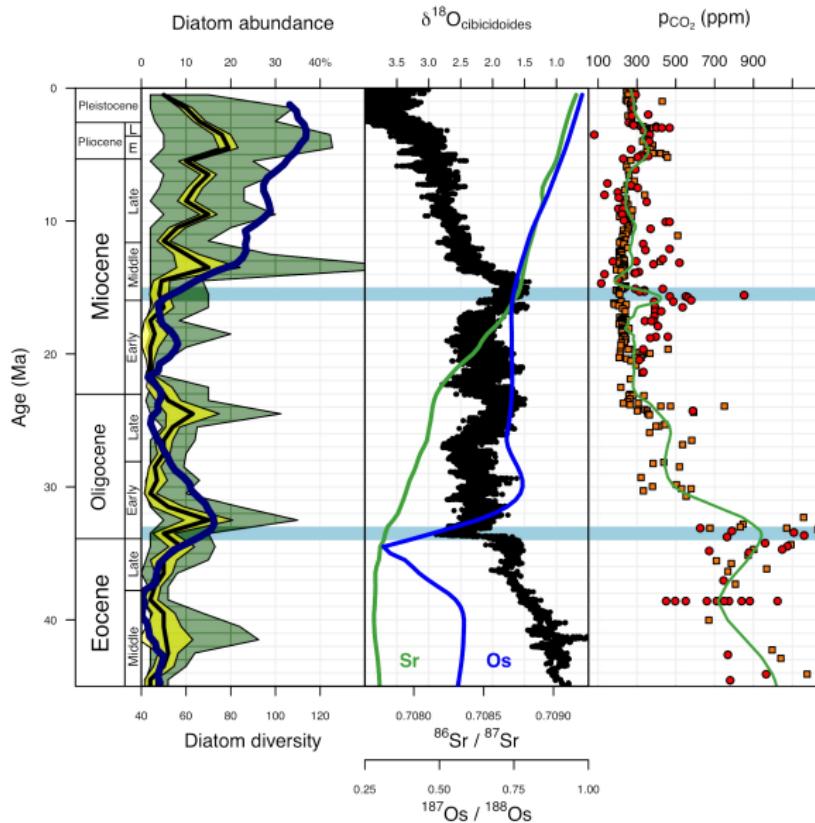
Modified from Renaudie 2016
(Biogeosciences).

Känozoische Veränderungen der Kieselalgenhäufigkeit in Sedimenten



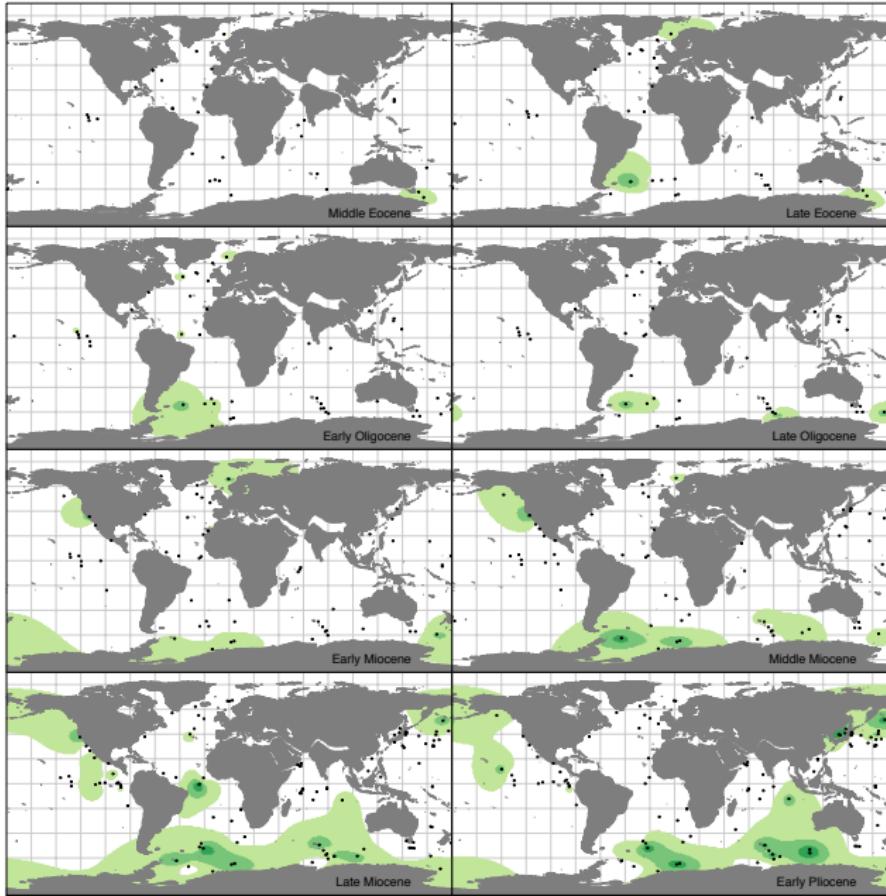
Modified from Renaudie 2016
(Biogeosciences).

Känozoische Veränderungen der Kieselalgenhäufigkeit in Sedimenten



Zwei Ereignisse: im späte Eozän und im mittel Miozän.
Beide sind bekannte Kühlungs- (schwarze) und CO₂-Entnahmeereignisse (rot).

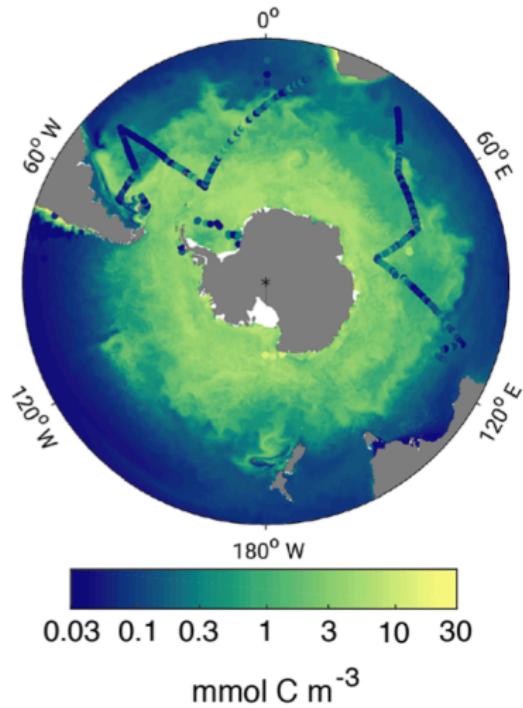
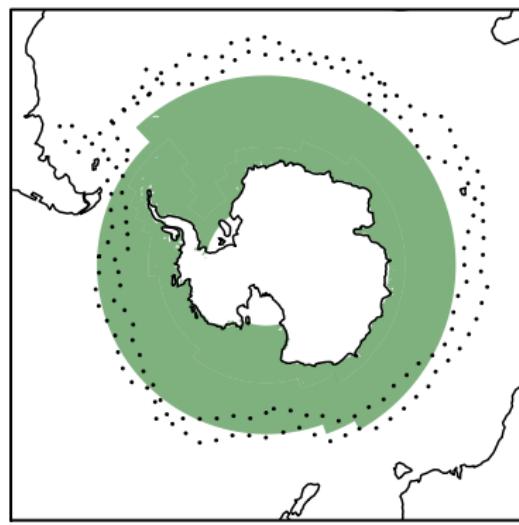
Känozoische Veränderungen der Kieselalgenhäufigkeit in Sedimenten



Modified from Renaudie 2016
(Biogeosciences).

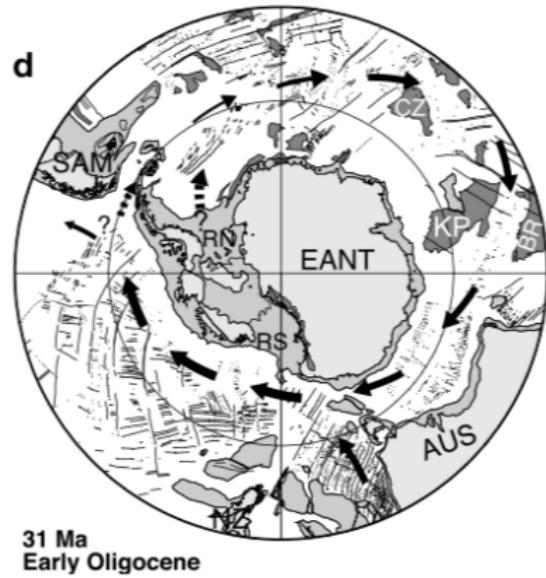
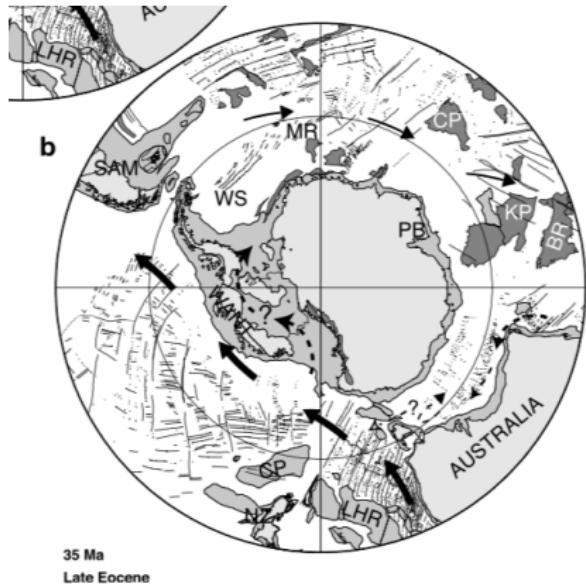
Heutige südliche Ozean

Die nördliche Grenze ist die Polarfront (starker Temperaturgradient), die hauptsächlich durch den Circum Antarctic Current verursacht wird. Planktonisches Biom, das stark von Kieselalgen dominiert wird, was es zum weltweit wichtigsten Exportgebiet für Kohlenstoff macht.



Die Gründung des ostantarktische Eisschildes in spätes Eozän

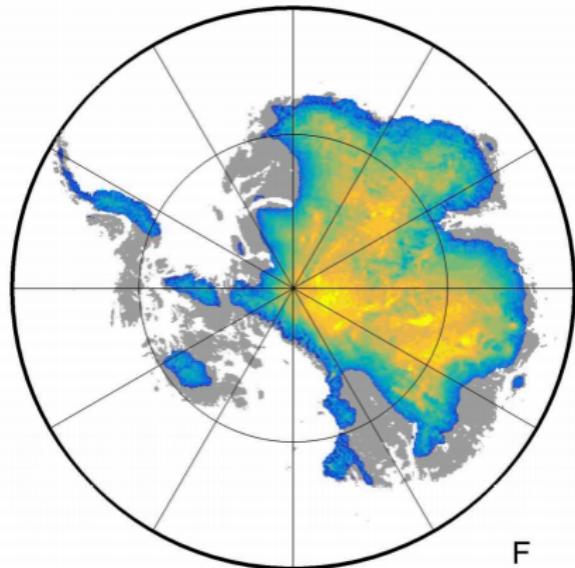
Die Öffnung der Drake- und Tasman-Passage ermöglicht die Bildung des Circum Antarctic Current, der den südliche Ozean thermisch isoliert.



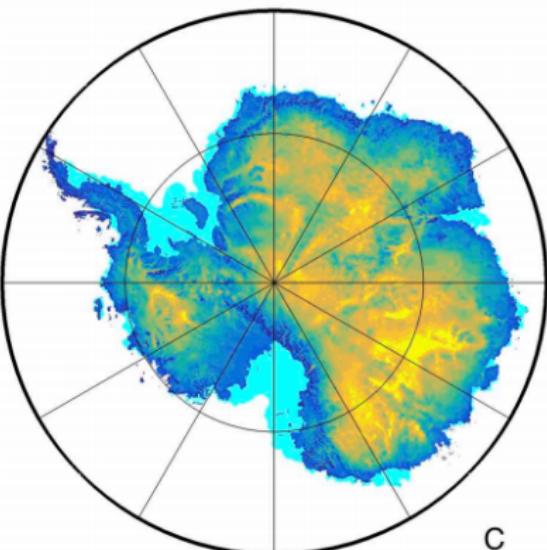
from Lawver & Gahagan 2003

Die Neogene Gründung des westantarktische Eisschilds

Datum unbekannt aber wohl im Miozän



F



C

from Gasson et al. 2016 PNAS

Polar Oceans, Plankton and Oceanic Carbon Sequestration in a warm high $p\text{CO}_2$ world (DAAD MOPGA-GRI)

Tectonic drives changes in ocean circulation & increases in weathering
→ increased polar ocean areal extent & nutrients
→ polar diatom diversify & increase in abundance
→ increases in global plankton export productivity
→ drawdown of $p\text{CO}_2$.

Questions:

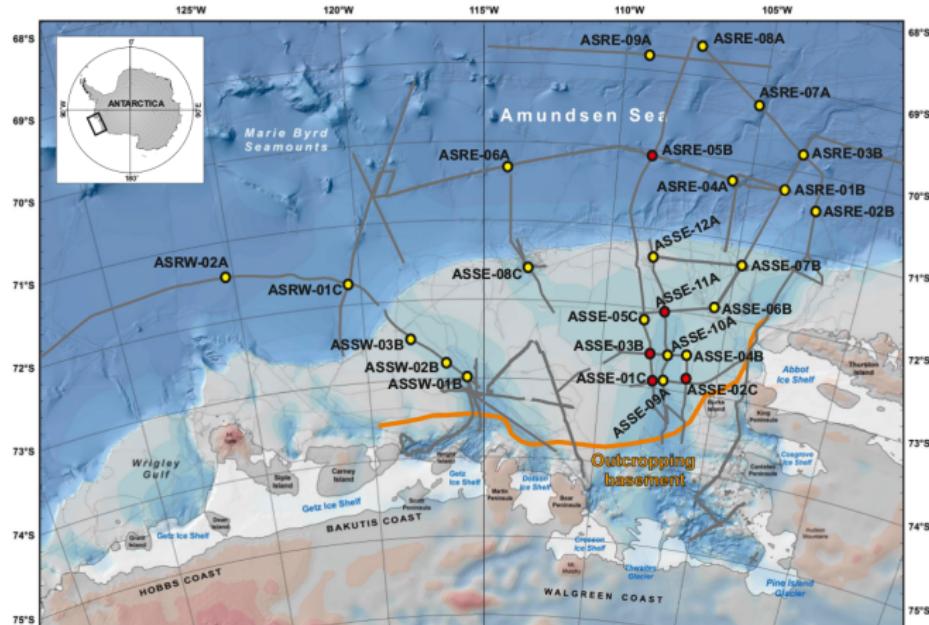
1. How much did the Southern Ocean increase in areal extent between the Eocene and Oligocene?
2. How did ocean export productivity change between the Eocene and Oligocene?
3. What effect did these changes in polar ocean environments have on the evolution of species of siliceous plankton?

DAAD

**MAKE OUR
PLANET
GREAT AGAIN**

IODP Expedition 379: über die Stabilität des westantarktischen Eisschilde

Von Januar bis März 2019 nahm ich als Radiolarienspezialist an einer Tiefseebohrungsexpedition in die Amundsensee teil, um die Fluktuationen des Westantarktischen Eisschildes in den letzten 10 Millionen Jahren zu erfassen.



IODP Expedition 379

EXPEDITION 379 Science Party



Amundsen Sea West Antarctic Ice Sheet

INTERNATIONAL OCEAN DISCOVERY PROGRAM

January 18 - March 20

2019

30 wissenschaftlicher MitarbeiterInnen aus 12 Länder.

IODP Expedition 379

EXPEDITION 379



Amundsen Sea West Antarctic Ice Sheet
INTERNATIONAL OCEAN DISCOVERY PROGRAM

January 18 - March 20
2019

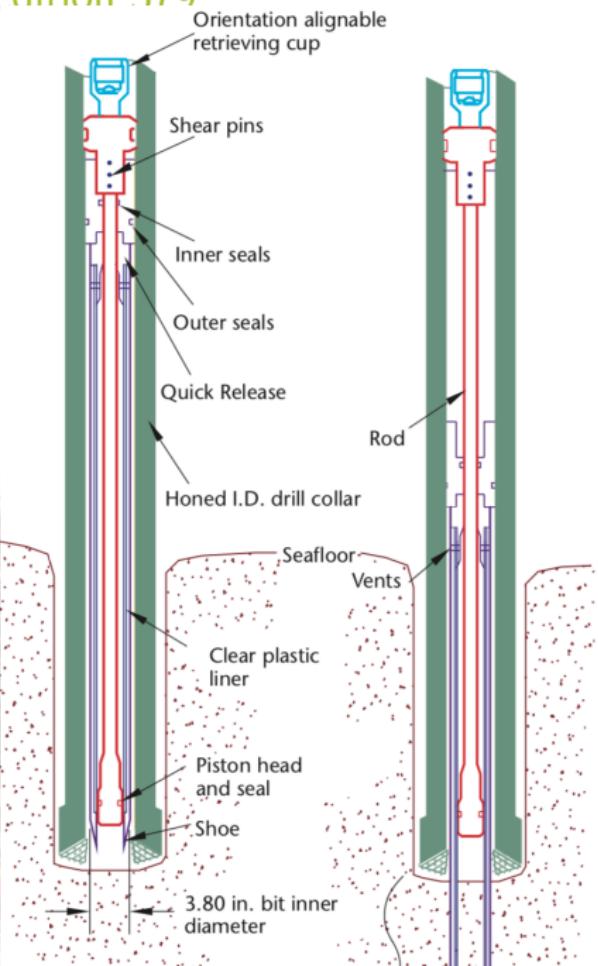
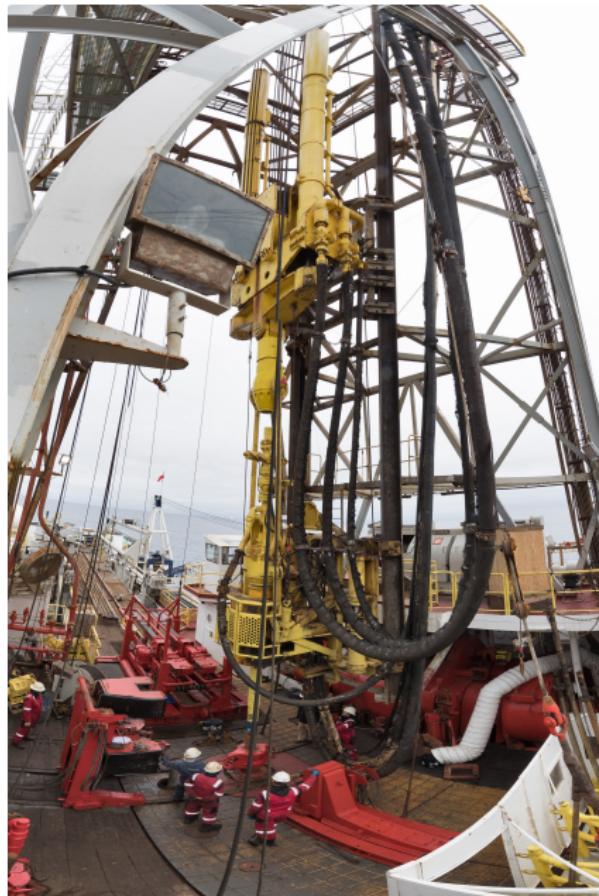
... plus 23 wissenschaftliche Techniker und 64 Besatzungsmitglieder.

IODP Expedition 379



Bohrschiff JOIDES Resolution

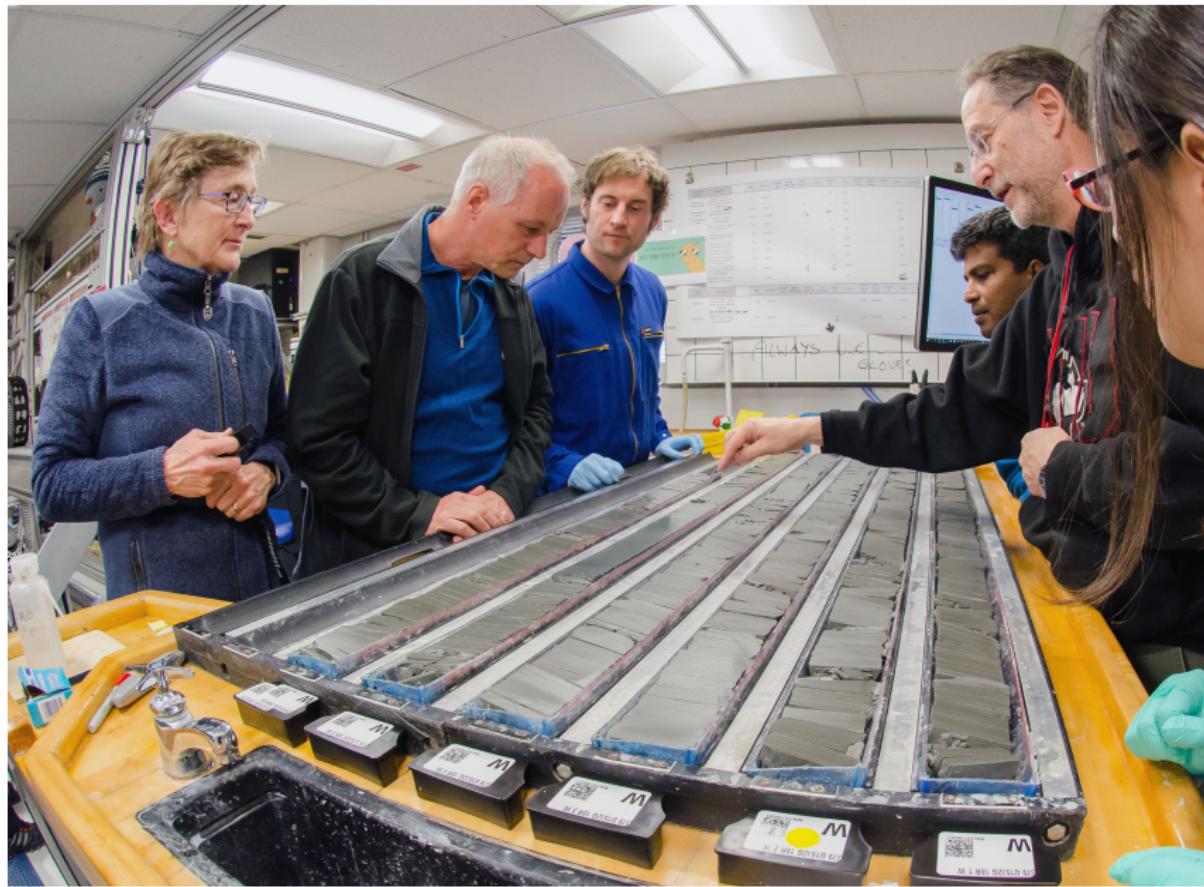
IODP Expedition 379



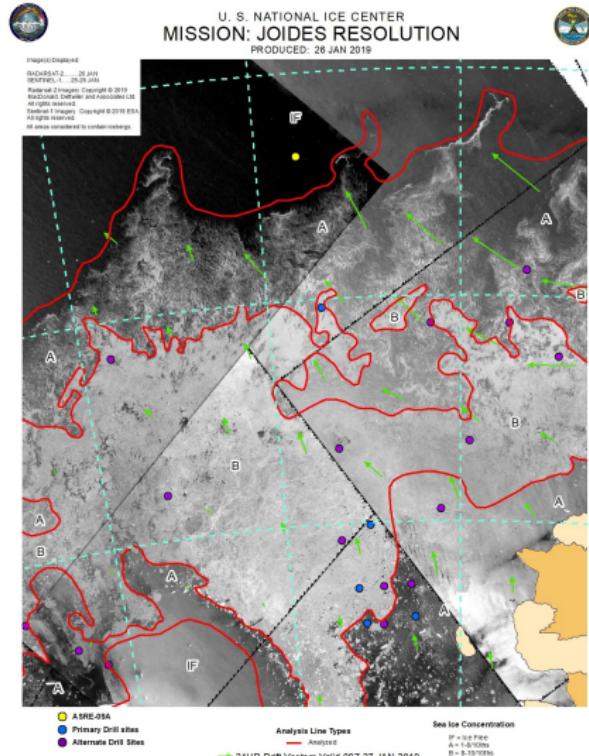
IODP Expedition 379



IODP Expedition 379



IODP Expedition 379



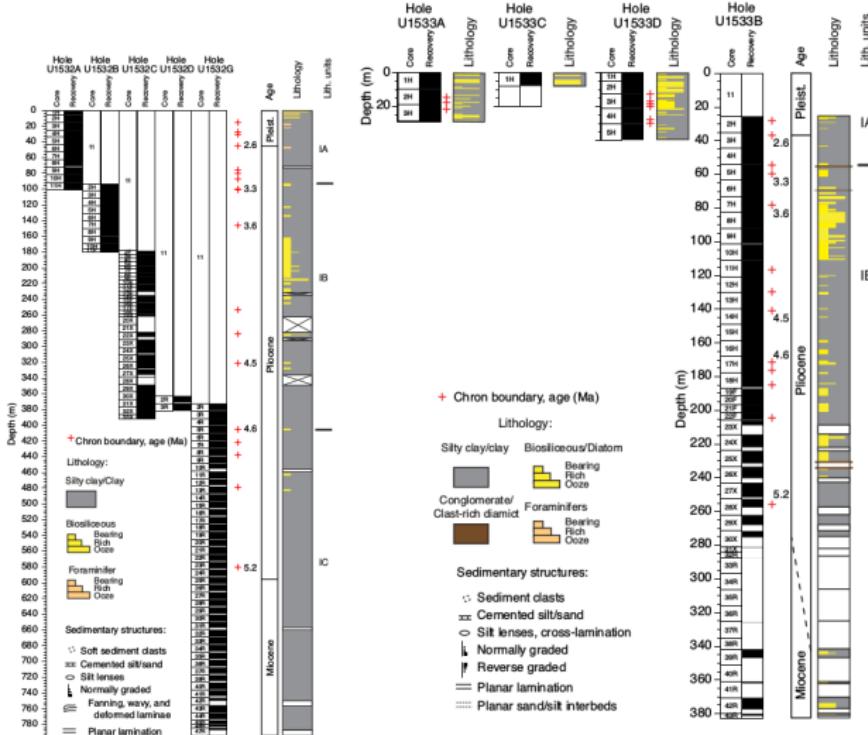
Leider waren viele Bohrstellen aufgrund der Meereisausdehnung nicht zugänglich ...

IODP Expedition 379



... und wir hatten Schwierigkeiten beim Bohren, weil 755 Eisberge auf uns zukamen.

IODP Expedition 379



Trotzdem haben wir uns ca. erholt. 1 km Pliozän-Pleistozän-Sedimenten

IODP Expedition 379



Darunter mehrere Aufzeichnungen über den Kollaps / Rückzug der Eisdecke. Noch viel Arbeit, um den genauen Zeitpunkt und das Ausmaß dieser Kollapse herauszufinden.

IODP Expedition 379



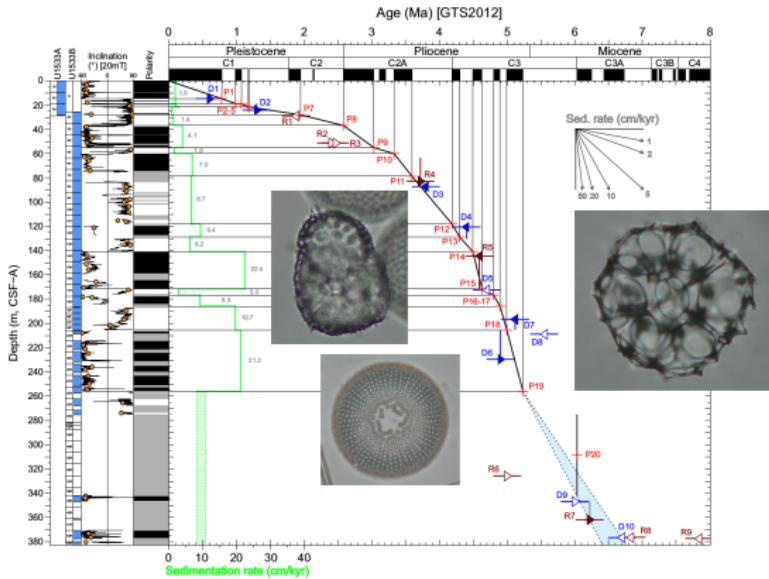
Eisfloßtrümmer von Gesteinen, die von den Kontinenten abgefressen wurden, lassen uns wissen, wo sie abgefressen wurden und somit das Ausmaß des Kollapses.

IODP Expedition 379



Eisfloßtrümmer von Gesteinen, die von den Kontinenten abgefressen wurden, lassen uns wissen, wo sie abgefressen wurden und somit das Ausmaß des Kollapses.

IODP Expedition 379



... während Kieselalgen und Radiolarien uns dabei helfen, den genauen Zeitpunkt und die Erholungsgeschwindigkeit herauszufinden.

IODP Expedition 379



Not all antarctic marine life was microscopic though

Summary

- Die Lebensgeschichte des Planktons ist eng mit dem Klima verbunden
- Mikrofossilien sind das ideale Werkzeug, um das Paläoklima zu untersuchen
- Laufende ungelöste Fragen:
 - Wie stark hat sich der Kieselalgenanstieg im Südpolarmeer auf das känozoische Klima ausgewirkt?
 - Wie oft ist der Eisschild der Westantarktis zusammengebrochen, und was noch wichtiger ist, wie schnell ist er zurückgewachsen?

Danke fürs Zuhören.

Vielen Dank an meine MitarbeiterInnen am MfN Berlin:

David Lazarus, Volkan Özen, Gabrielle Rodrigues de Faria, Gayane Asatryan, Sylvia Salzmann, Sarah Trubovitz, Effi-Laura Drews, Simon Böhne.

... und die 'Expedition 379 Scientists':

Karsten Gohl, Julia Wellner, Adam Klaus, Thorsten Bauersachs, Steve M. Bohaty, Margot Courtillat, Ellen A. Cowan, Marian S. R. Esteves, Marcelo De Lira Mota, Jon Fegyveresi, Thomas Frederichs, Liu Gao, A. Ruthie Halberstadt, Claus-Dieter Hillenbrand, Keiji Horikawa, Masao Iwai, Ji-Hoon Kim, Theresa King, Johannes Klages, Sandra Passchier, Michelle Penkrot, Joe Prebble, Waliur Rahaman, Benedict Reinardy, Delaney Robinson, Reed Scherer, Christine Siddoway, Li Wu, Masako Yamane.

Und Danke auch an Dr Buchwitz und Frau Jansen für die Einladung!


Leibniz-Gemeinschaft



JOIDES Resolution
Science Operator



IODP
INTERNATIONAL OCEAN
DISCOVERY PROGRAM



EUROPEAN CONSORTIUM FOR
OCEAN RESEARCH DRILLING



DAAD

MAKE OUR
PLANET
GREAT AGAIN

