





Koppelung Atmosphäre-Ozean

Paläoklima – Klimageschichte

Klimaverlauf & Klimaextreme

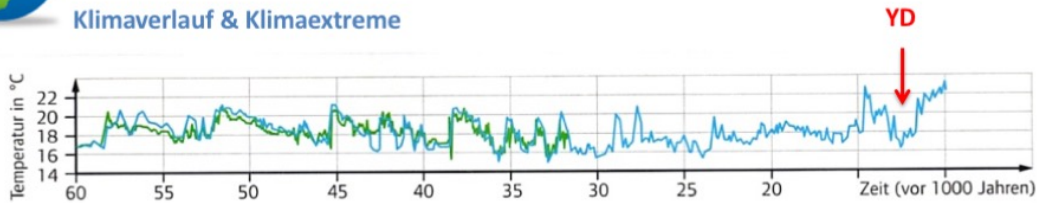


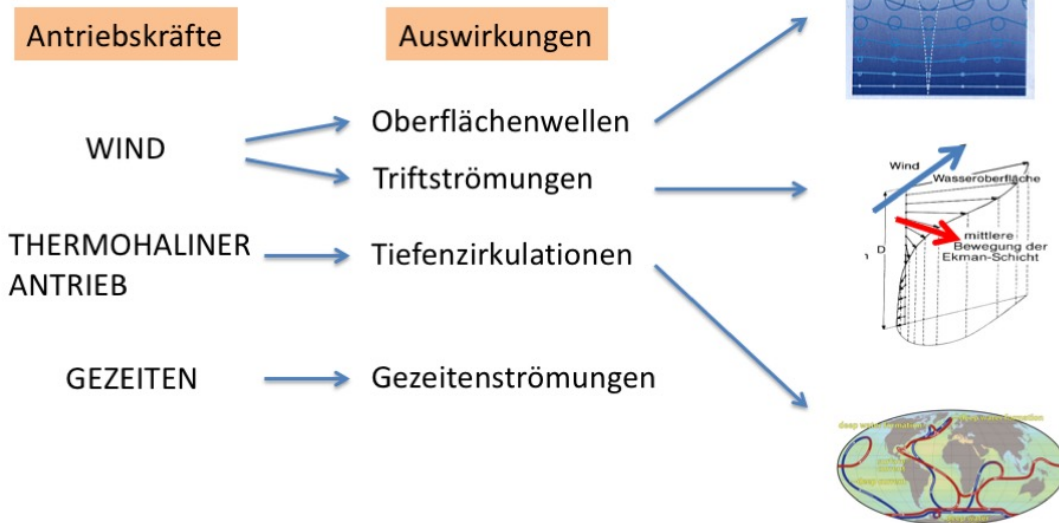
Abb: Temperaturrekonstruktion für Sedimente des subtropischen Atlantiks und der grönländischen Eiskerne  
Die unterschiedlichen Klimaarchive zeigen eine hervorragende Übereinstimmung

- ➔ Die letzten **glazialen Zyklen** zeigen ein **Sägezahnmuster** (schnelle Erwärmung – langsame Abk.)
- ➔ **Kaltperioden:** Verdriftung der Eisberge in südlichere Bereiche des Atlantiks. Mitgeführte Gesteinspartikel kamen im offenen Ozean, weit von den Kontinenten entfernt, zur Ablagerung (Dropstones)
- ➔ **Letzte Kaltperiode:** Vor 11.600 – 12.600 J. (Jüngere Dryas YD) – Temperaturrückgang in Europa von 3°-5°C. Temperaturabfall und Anstieg erfolgte in einem extrem kurzen Zeitraum von **30-50 Jahren**
- ➔ **Klimaschwankungen** (auch diejenigen mit dramatischen Ausmaßen) entsprechen dem Normalzustand des Geosystems Erde.  
Das Studium des Paläoklimas lässt uns das Klimasystem besser verstehen. Eine sinnvolle **Klimapolitik** ist erst dann möglich wenn man den durch den Menschen verursachten Anteil an der momentanen Klimaentwicklung abschätzen kann



Koppelung Atmosphäre-Ozean

Der bewegte Wasserkörper





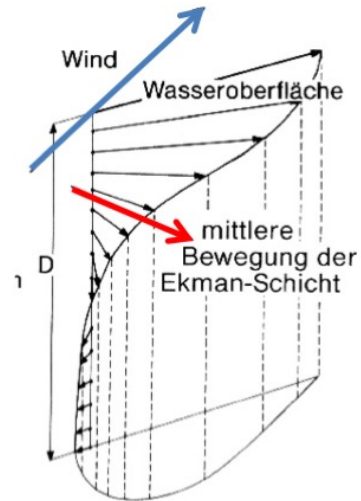
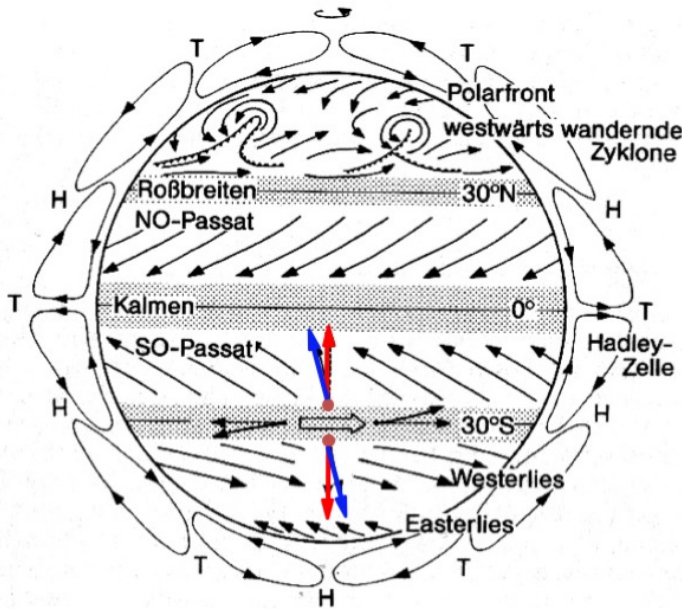


Koppelung Atmosphäre-Ozean

Der bewegte Wasserkörper  
globale Windsysteme

Luftzirkulationen der Atmosphäre (Winde)

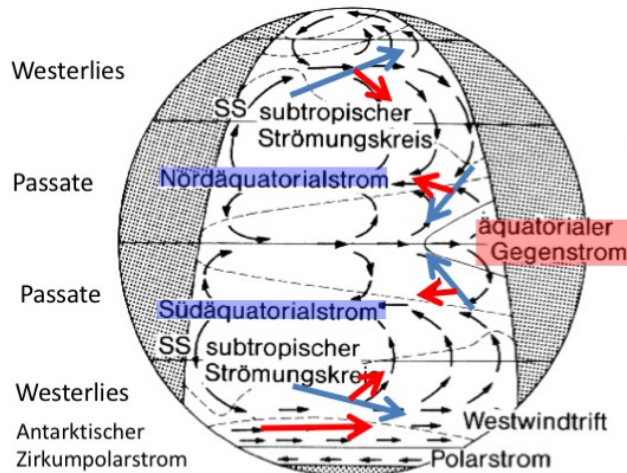
Windgetriebene Wasserschicht  
an der Oberfläche (Ekman Schicht)



Koppelung Atmosphäre-Ozean

Der bewegte Wasserkörper  
globale Strömungskreise

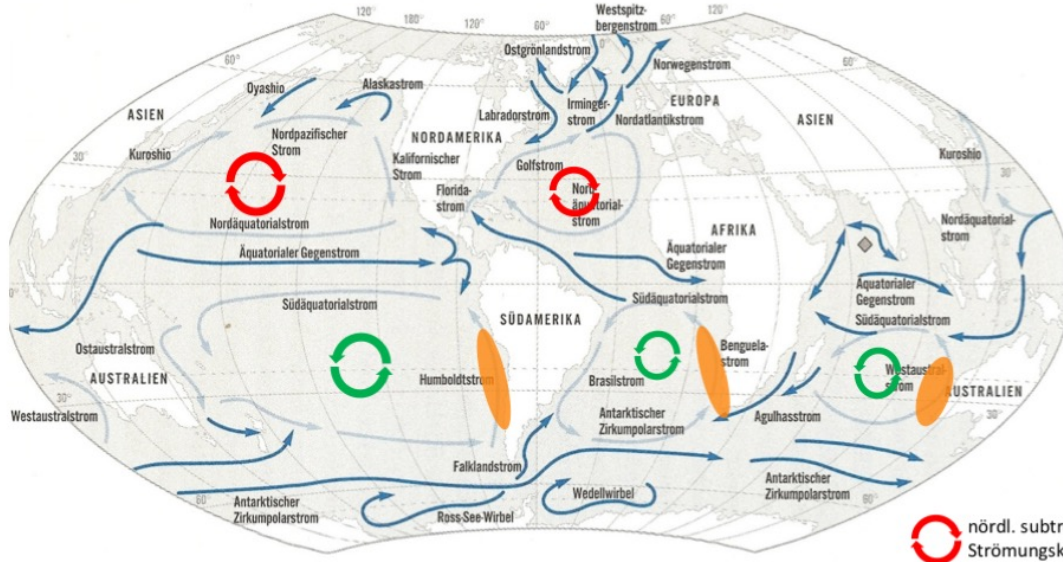
Blaue Pfeile ..... Windrichtungen  
Rote Pfeile ..... Wasserbewegung





Koppelung Atmosphäre-Ozean

Der bewegte Wasserkörper  
Meeresströmungen



→ große Subtropenwirbel   
 → sonstige wichtige Strömungen   
 ◇ Richtung hängt von der Jahreszeit ab

↻ nördl. subtropische Strömungskreise  
↻ süd. subtropische Strömungskreise

▭ Auftriebsgebiete (Upwellings) → Wirkung der Passate

Grafik: verändert nach Peter Palm, Berlin



Koppelung Atmosphäre-Ozean

Der bewegte Wasserkörper  
Entstehung von Auftriebsgebieten

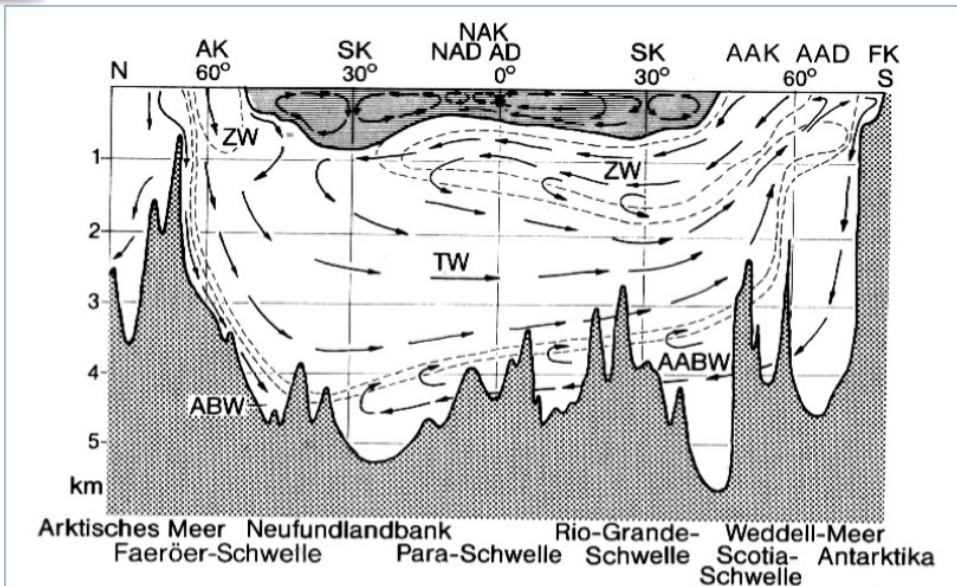






Koppelung Atmosphäre-Ozean

Der bewegte Wasserkörper  
 Thermohaline Zirkulation



AAAD = Antarktische Divergenz  
 AK = Arktische Konvergenz  
 AAK = Antarktische Konvergenz

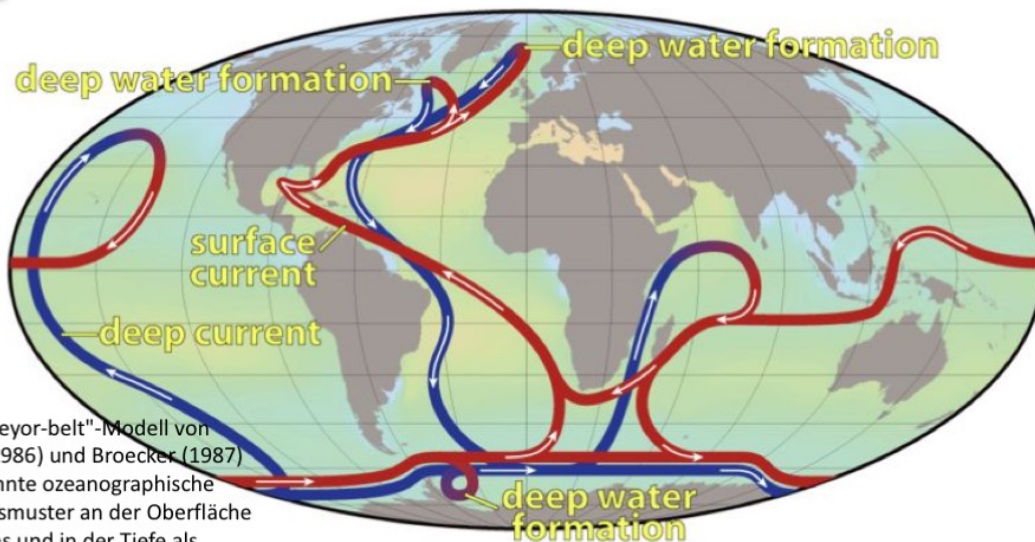
SK = Subtropische Konvergenz  
 AD = Äquatoriale Divergenz

aus J. Ott



Koppelung Atmosphäre-Ozean

Der bewegte Wasserkörper  
 Thermohaline Zirkulation



Das "conveyor-belt"-Modell von Gordon (1986) und Broecker (1987) faßt bekannte ozeanographische Strömungsmuster an der Oberfläche des Ozeans und in der Tiefe als Bestandteile eines globalen und in sich geschlossenen thermohalin angetriebenen Strömungskreislaufs auf.



Koppelung Atmosphäre-Ozean

Der bewegte Wasserkörper  
Thermohaline Zirkulation

Überblick über die globalen Werte

Dichte des Meerwassers	1024,8 kg/m <sup>3</sup>
Salzgehalt (Mittelwert)	35 psu (g Salz/1000g Wasser)
Temperaturen	
Gefrierpunkt	-2,0 °C (34 psu)
Anteil Ozean kälter als 10 °C	93 %
Anteil Ozean kälter als 4 °C	76 %
Mittelwert	3,8 °C
Mittlere Tiefe der Temperatursprungsschicht	200-800 m
Horizontale Geschwindigkeiten	1 m/s
Vertikale Geschwindigkeiten	max. 0,1 m/s
Aufstiegsgeschwindigkeiten	1-2 m/Tag; max. 10 m/Tag
Höchstgeschwindigkeiten	
Passagierschiff	18 m/s = 65 km/h
Delfin	11 m/s = 40 km/h

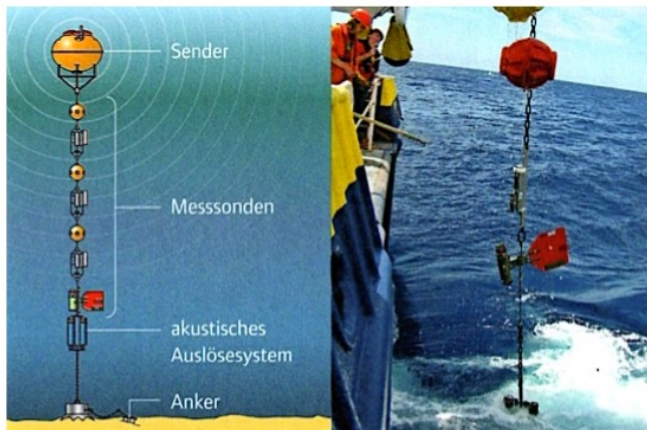
Zusammenfassung der Einflüsse



Koppelung Atmosphäre-Ozean

Der bewegte Wasserkörper  
Moderne Messmethoden

Ortsfeste Systeme



Aufbau und Ausbringen einer Messstation

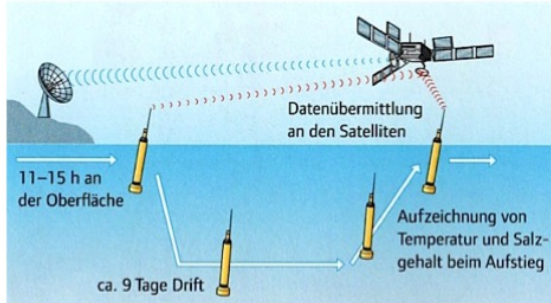
Cornelsen „Abenteuer Weltmeere“ S27-28



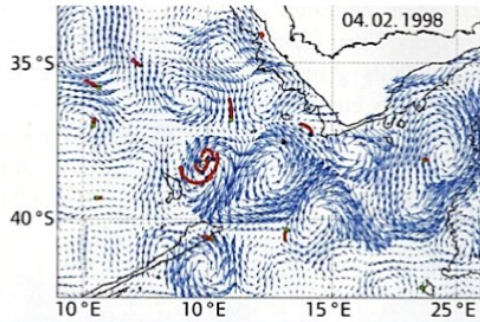


Koppelung Atmosphäre-Ozean

Mitbewegte Systeme



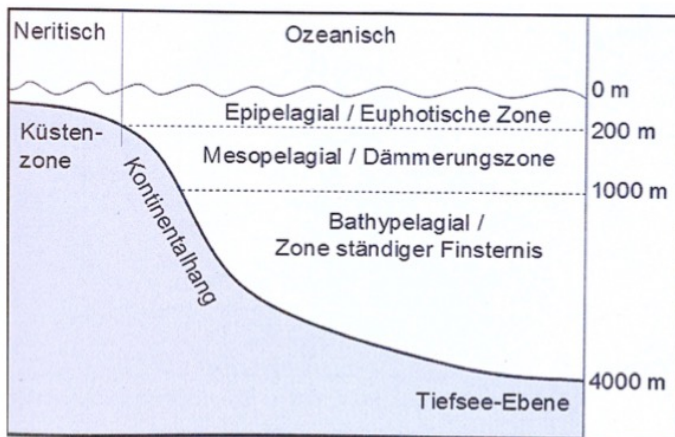
Der bewegte Wasserkörper  
 Moderne Messmethoden



Zonierung mariner Biome

Zonierung im Ozean

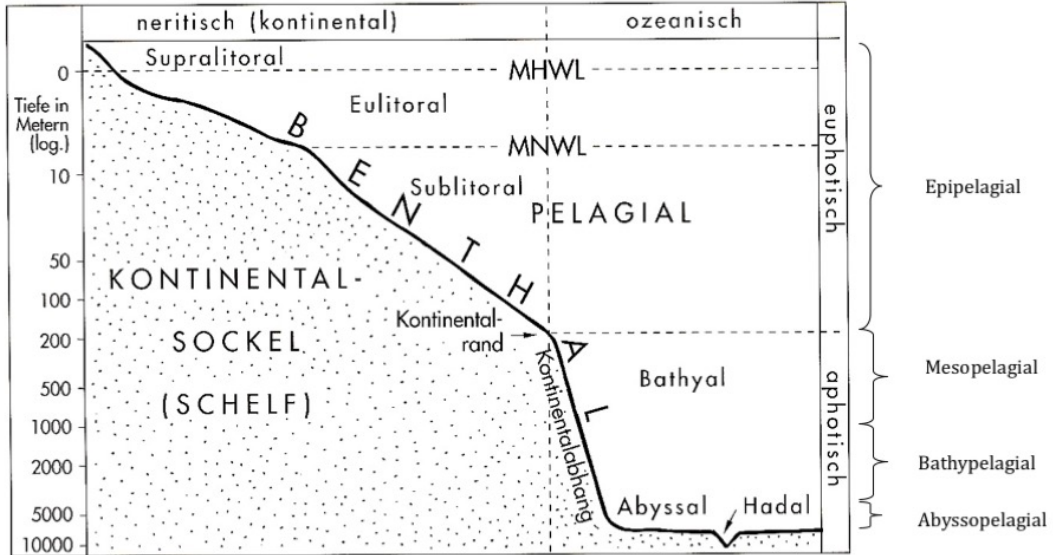
- Epipelagial: Positive Nettoprimärproduktion ist möglich
- Mesopelagial: Das eindringende Licht reicht nicht mehr für eine positive Nettoprimärproduktion
  - Fressen herabsinkender Nahrungspartikel
  - tagesperiodische Wanderungen
  - ontogenetische Wanderungen
- Bathypelagial: ständige Dunkelheit (Tiefsee)



Die Grenzen der Zonierung variieren mit Sonneneinstrahlung und Wassertiefe



Zonierung mariner Biome

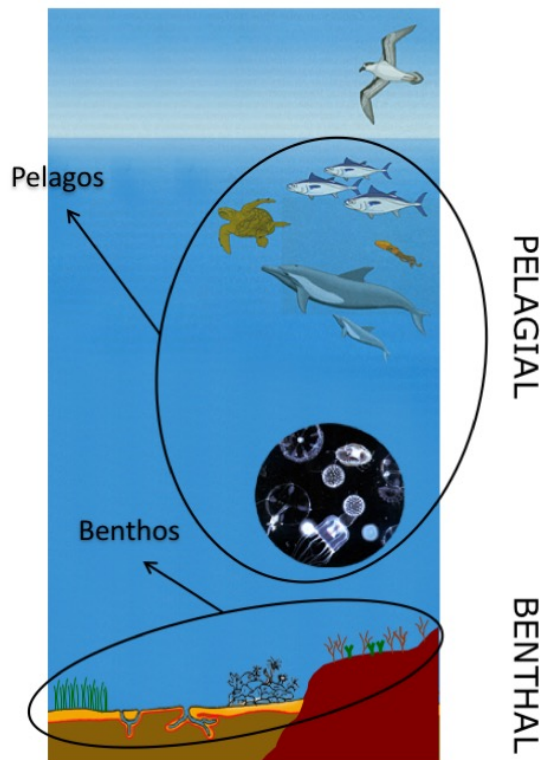


Vertikale Gliederung des marinen Lebensraumes.  
(MHWL = Mittlere Hochwasserlinie, MNWL = Mittlere Niedrigwasserlinie)

aus P.Emschermann



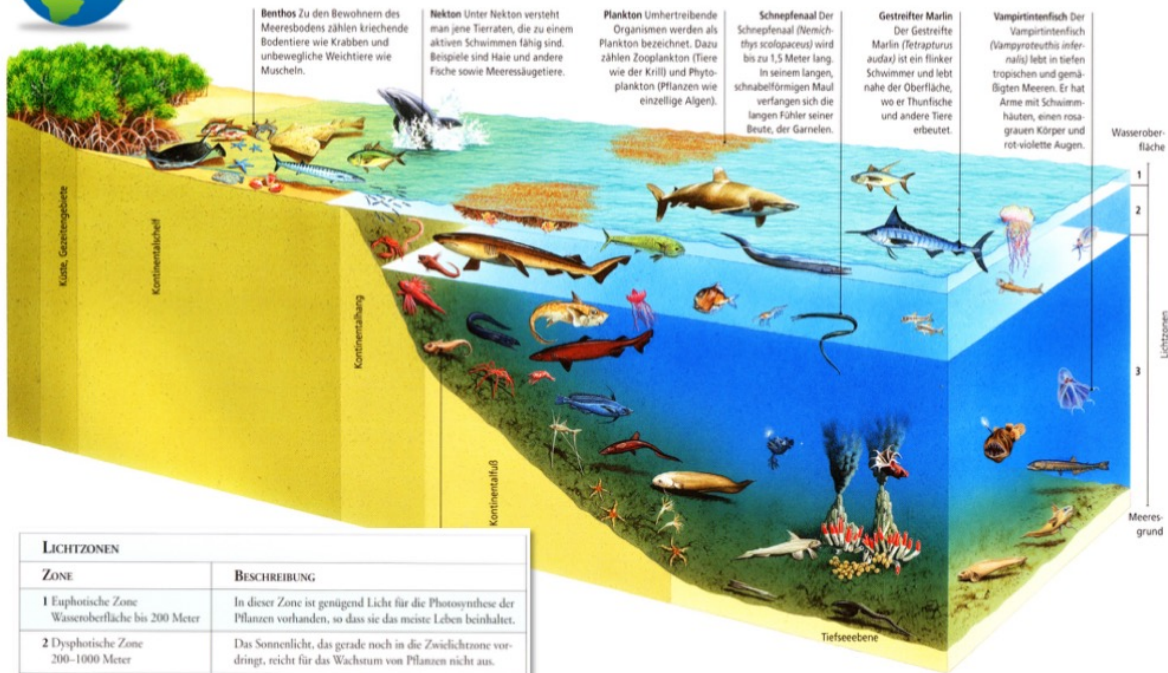
Lebensräume - Lebensformen







Zonierung mariner Biome



LICHTZONEN	
ZONE	BESCHREIBUNG
1 Euphotische Zone Wasseroberfläche bis 200 Meter	In dieser Zone ist genügend Licht für die Photosynthese der Pflanzen vorhanden, so dass sie das meiste Leben beinhalten.
2 Dysphotische Zone 200-1000 Meter	Das Sonnenlicht, das gerade noch in die Zwielichtzone vordringt, reicht für das Wachstum von Pflanzen nicht aus.
3 Aphotische 1000 Meter bis zum Boden	Mit Ausnahme des von den Tiefseetieren erzeugten Lichts (Biolumineszenz) ist es in dieser Zone vollkommen finstern.

Grafik: Ian Jackson/The Art Agency - National Geographic - Atlas der Ozeane - Hamburg 2010



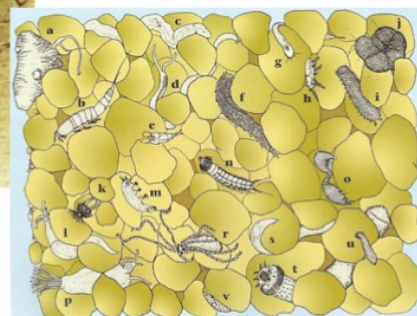
Lebensräume - Lebensformen

Organismen der Meeresküsten

Schlamm und Sand



aus „Abenteuer Weltmeere“ Cornelsen Verlag, Berlin 2011  
K. Knickmeier, C. Lohse, U. Sommer

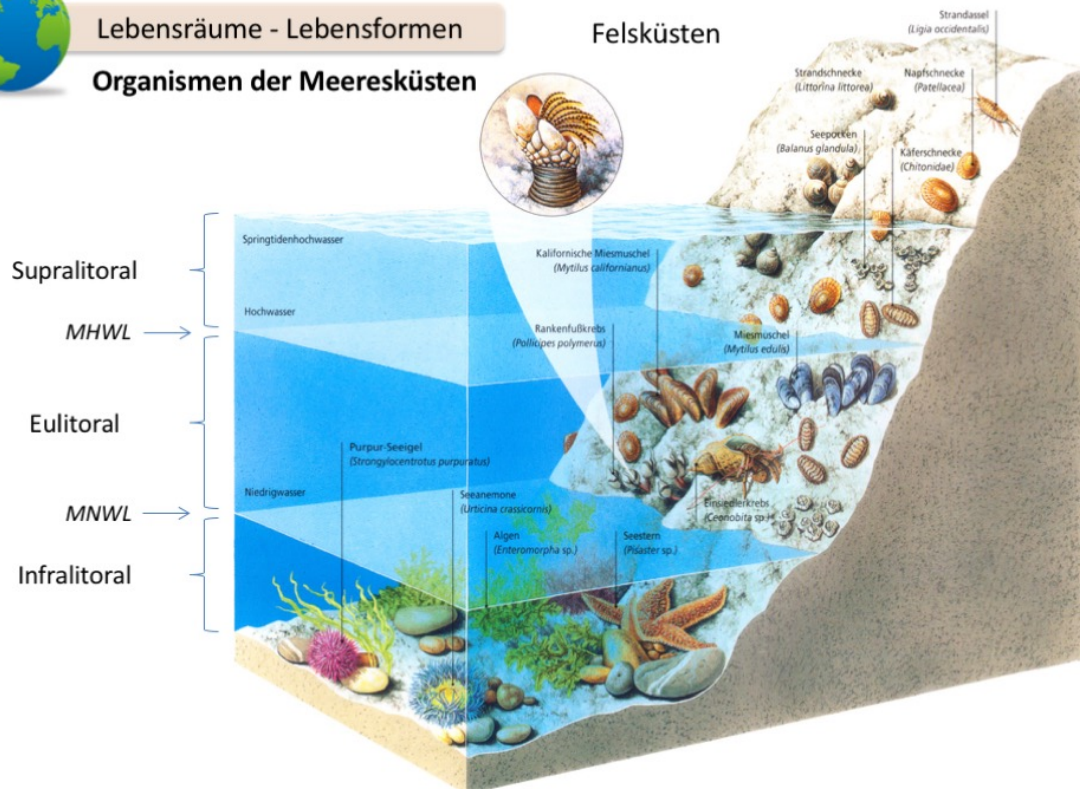


nach Higgins, aus Storch Welsch 1991



Lebensräume - Lebensformen

Organismen der Meeresküsten



Grafik: Ian Jackson/The Art Agency - National Geographic - Atlas der Ozeane - Hamburg 2010



Das Meer als Gesamtsystem

- Organische Produktion in der **euphotischen Wassersäule**
- Reine Konsumentengebiete
  - Mesopelagial
  - Bathypelagial
  - Abyssopelagial

**PRIMÄRPRODUZENTEN**

Synthese organischer Verbindungen aus anorganischen Materialien

**KONSUMENTEN**

- Aufnahme des organischen Materials
- Abgabe von Wärme
- Abgabe des organischen Materials in geänderter Form und chemischer Zusammensetzung





Das Meer als Gesamtsystem

**Die Kontrolle der Zyklen**

Die Zyklen des Meeres (Material & Energie) stehen zum Teil unter **biologischer Kontrolle**, zum größten Teil aber unter **physikalischer Kontrolle**

- Physikalische Kontrolle:
- Bewegung des Wasserkörpers  
 Von globalen Zirkulationen bis lokalen  
 Upwellingphänomenen
  - Einstrahlung
  - Erdrotation
  - Gravitation
  - physikalische Eigenschaften des Wassers



Mechanismen, die Prozesse zumindest teilweise von diesen bestimmenden, physikalischen Kräften unabhängig machen, sind von **hohem selektiven Vorteil**



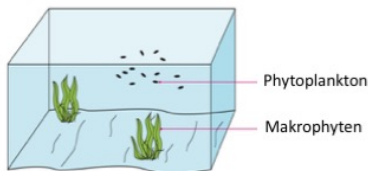
Dieser Umstand führte zur Entwicklung adaptiver Strategien im Ökosystem, die erhöhte räumlich-zeitliche Stabilität erzeugen.

Es gibt kein System im Ökosystem Meer, das nur von Außen oder nur von Innen gesteuert wird.



Das Meer als Gesamtsystem

**Primärproduktion**

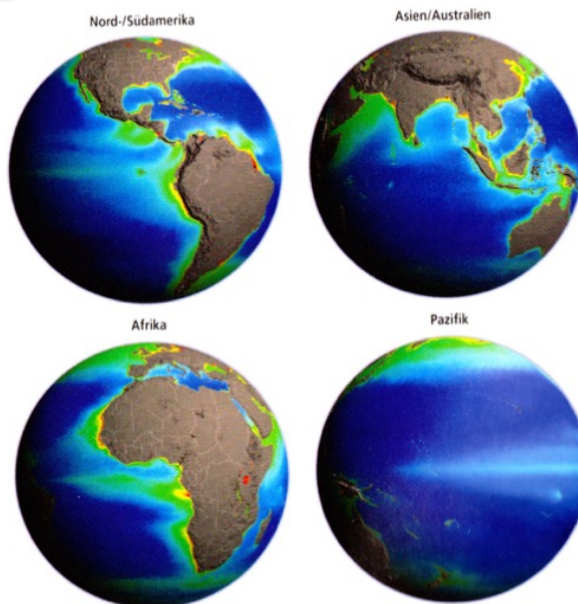


Fixierung von anorganischem Kohlenstoff zu organischem Kohlenstoff durch Photosynthese oder Chemosynthese.  
 Im Meer dominiert die Photosynthese



**Raten (gC/m<sup>2</sup>/Jahr):**

Korallenriffe	1500
Seegraswiesen	1000
Flussmündungsgebiete	800
Upwellings (z.B. Peru)	400
offener Ozean (tropisch)	<100
tropischer Regenwald	1200
Ackerland	600



**Durchschnittliche Verteilung von Chlorophyll:**

Die höchsten Konzentrationen findet man in Küstennähe und dort wo Tiefenwasser an die Oberfläche steigt. Dort findet man auch die höchste Produktionsrate an Biomasse.



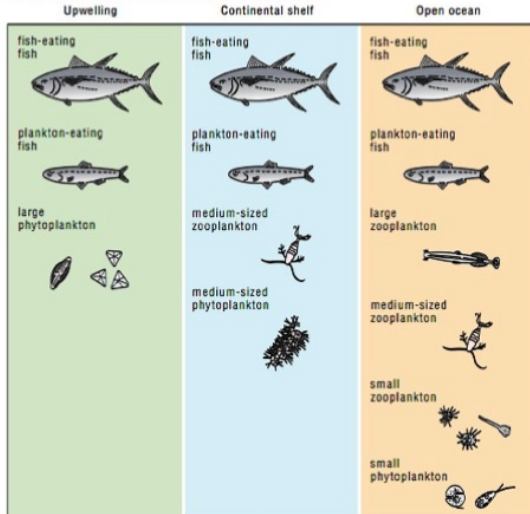
Das Meer als Gesamtsystem

Sekundärproduktion

Vergleich von Raten:

Starke Variationen in unterschiedlichen Meeresgebieten. Hängt ab von der Primärproduktion, der Länge der Nahrungskette (Anzahl der trophischen Ebenen) und dem Energietransfer von einem trophischen Level zum nächsten (Energieeffizienz)

Food chains for different ocean regions



Fish production for different ocean regions

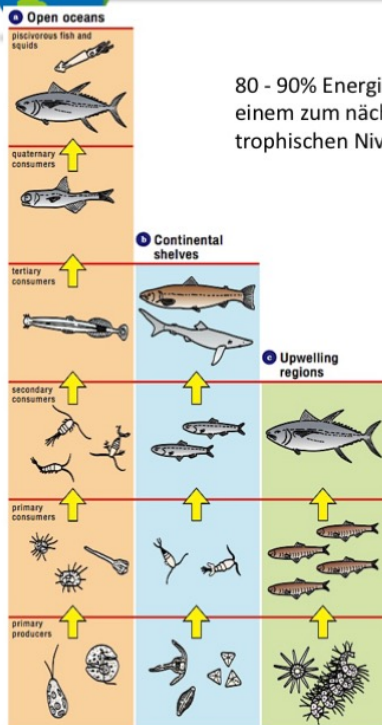
Region	Upwelling	Continental shelf	Open ocean
Mean primary productivity ● = 25 gC/m <sup>2</sup> /year	500	300	75
Number of trophic levels	2-3	4	6
Mean ecological efficiency	20%	15%	10%
Mean fish production (gC/m <sup>2</sup> /year)	45	1	0.00075

Grafiken: Diagram Visual Information Ltd

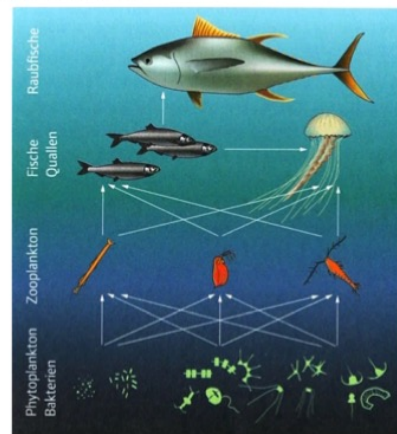


Das Meer als Gesamtsystem

Nahrungsketten - Nahrungsnetze



- a) **offener Ozean**
  - sehr kleines Phytoplankton
  - lange Nahrungskette
  - wenig Biomasse am Ende der Kette
- b) **Kontinentalschelf temp. Regionen**
  - Phytoplankton mittlerer Größe
  - Nahrungskette mittlerer Länge
  - große Vielfalt am Ende der Kette
  - Mäßige Biomasse am Ende der Kette
- c) **Auftriebsgebiete**
  - große Primärproduzenten
  - kurze Nahrungskette
  - große Biomasse am Ende der Kette



Quelle: Diagram Visual Information Ltd



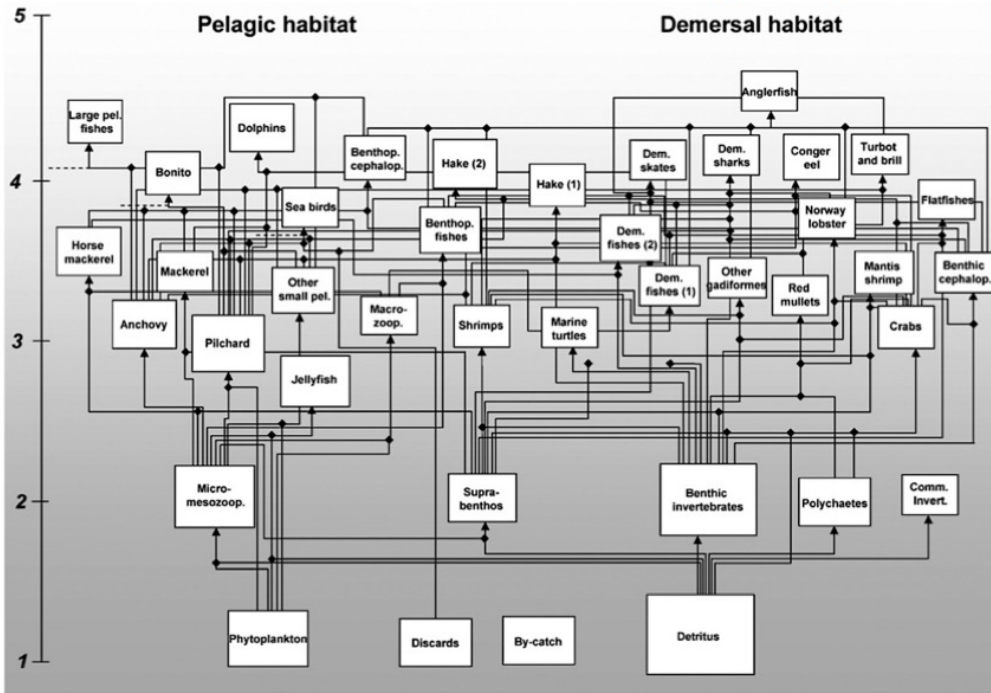


Das Meer als Gesamtsystem

Nahrungsketten - Nahrungsnetze

TL

Modell der Nördlichen- und Zentralen Adria mit 40 ökologischen Gruppen



Quelle: M. Coll et al. / Journal of Marine Systems 67 (2007) 119–154



Das Meer als Gesamtsystem

Nahrungsketten - Nahrungsnetze

Modell der Nördlichen- und Zentralen Adria mit 40 ökologischen Gruppen

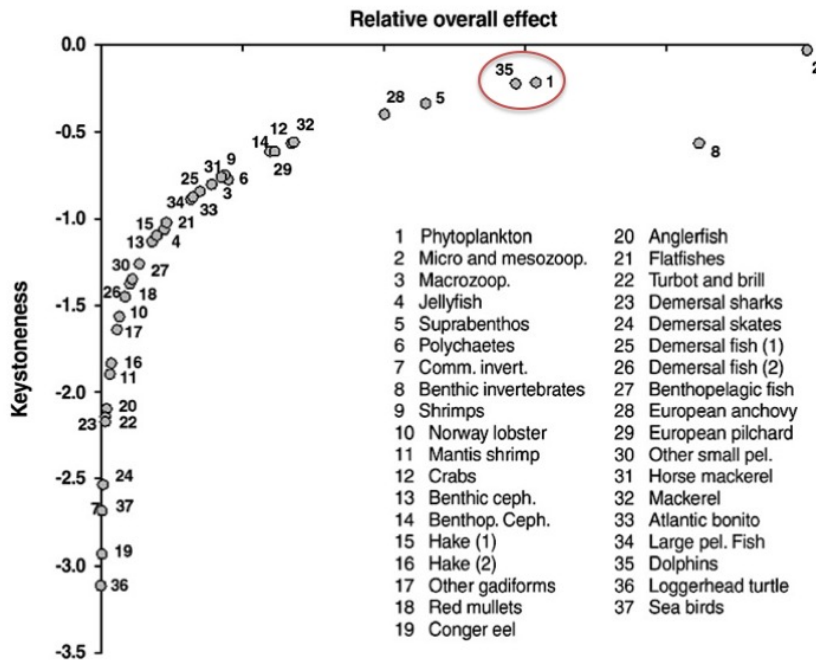


Abbildung: Keystoneness index (KSi) and overall effect ( $\epsilon_i$ ) of each functional group from the ecological model of the Adriatic Sea. Keystone groups are those with higher  $\epsilon_i$  and higher KSi (value close or greater than zero)

Quelle: M. Coll et al. / Journal of Marine Systems 67 (2007) 119–154



**Meeresfauna & Klimaereignisse**

**El Niño und die Peruanische Sardelle**

**El Niño & La Niña**

- ➔ Etwa alle vier Jahre schwächt entlang der Küste von Peru eine Winddrehung, die sogenannte Southern Oscillation (Luftdruckunterschied zwischen Tahiti und Australien), die größeren Meeresströmungen ab oder kehrt sie um.
- ➔ Das Aufsteigen kalten, nährstoffreichen Wassers wird dadurch in diesem Gebiet unterbunden.
- ➔ Die großräumige, hydrodynamische Veränderung stellt eine große Bedrohung für viele marine und terrestrische Tierbestände dar.
- ➔ Vermehrte Verdunstung des warmen Oberflächenwassers führt zur Zunahme von schweren Stürmen, die unter anderem die Landwirtschaft bedrohen

**Normal conditions**

A tongue of cold surface water indicating upwelling, extends from the Peruvian coast in January 1984.



**El Niño conditions**

At the height of an El Niño event, as here in January 1983, the upwelling is suppressed and the tongue of cold surface water is absent.



Grafiken: Science Visual Resources, Marine Science, The Diagram Group

Sea surface temperatures 32–54°F (0–12°C) 55–76°F (13–24°C) 77–86°F (25–30°C)



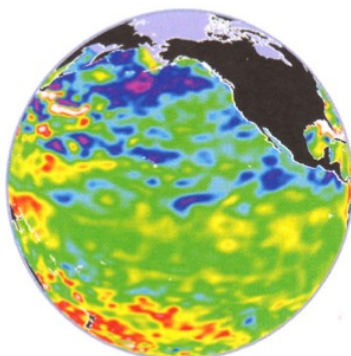
**Meeresfauna & Klimaereignisse**

**El Niño und die Peruanische Sardelle**

**El Niño & La Niña**

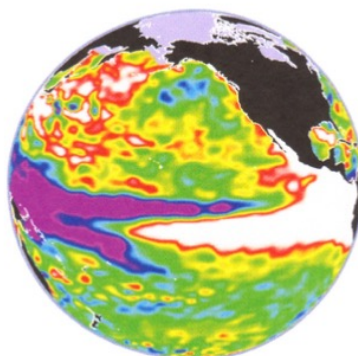
Mit dem TOPEX/Poseidon-Satelliten werden die Veränderungen in den Ozeanen beobachtet  
 Im Oktober 1997 hatte sich eine Warmwassermasse (weiße Fläche) entlang der gesamten Westküste von Nord- und Mittelamerika ausgebreitet

NORMALE BEDINGUNGEN



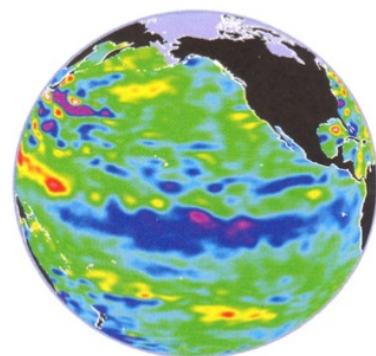
3. November 2003

EL NIÑO



18. Oktober 1997

LA NIÑA



8. November 1998

Grafiken: Will Pringl, Laurie Whiddon, Andrew Davies, National Geographic, Atlas der Ozeane

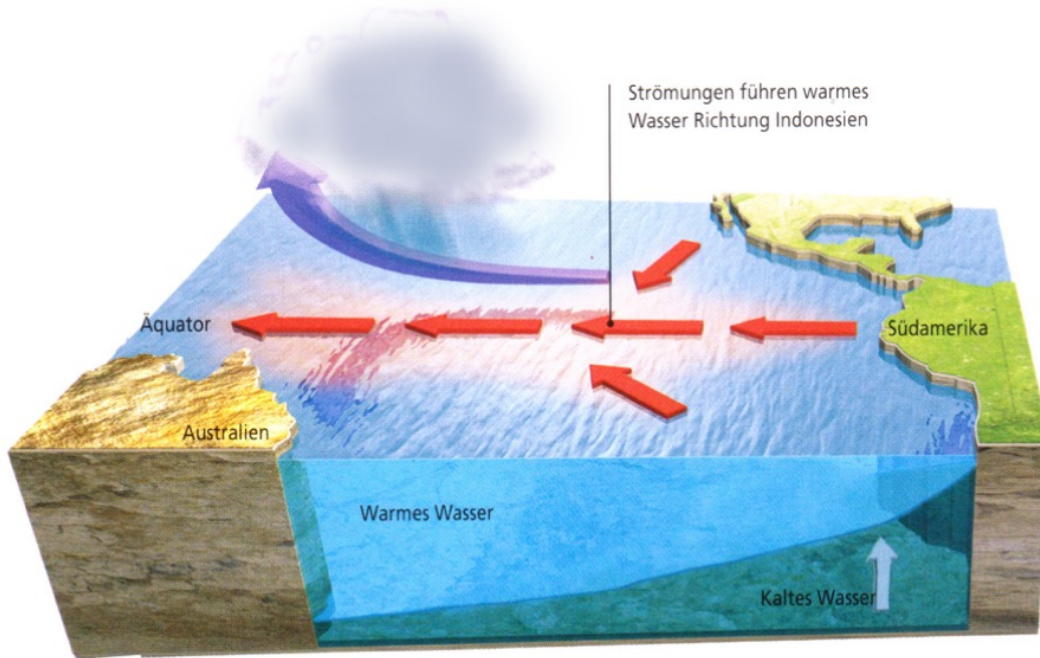




**Meeresfauna & Klimaereignisse**

**El Niño und die Peruanische Sardelle**

**Normale Wind- und Strömungsmuster**



Grafik: Mick Posen, The Art Agency, National Geographic, Atlas der Ozeane



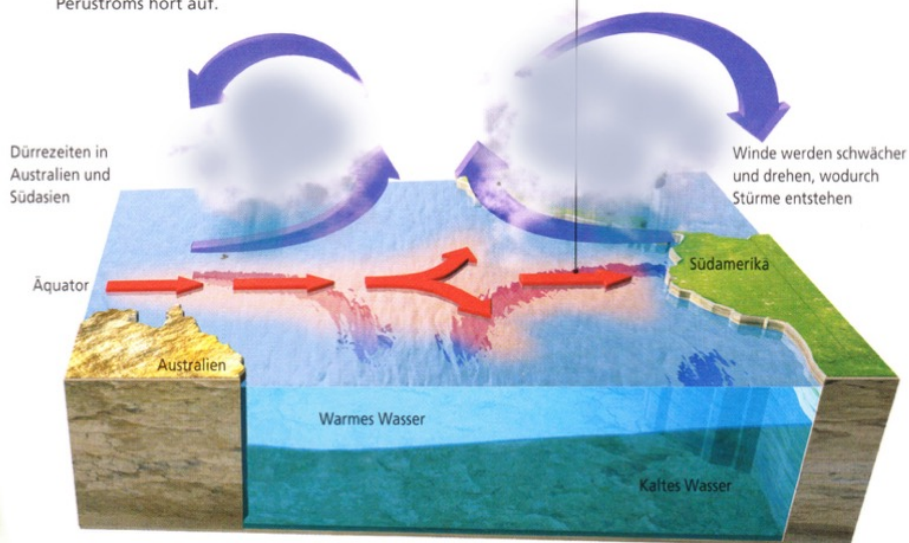
**Meeresfauna & Klimaereignisse**

**El Niño und die Peruanische Sardelle**

**Von Normal zu El Niño**

**Von normal zu El Niño**  
Ein El Niño entsteht, wenn der Luftdruck über dem Indischen Ozean steigt und über dem Pazifik fällt. Die Passatwinde flauen ab, und das Upwelling des Perustroms hört auf.

Warmwasserströmungen werden aufgehalten oder umgekehrt



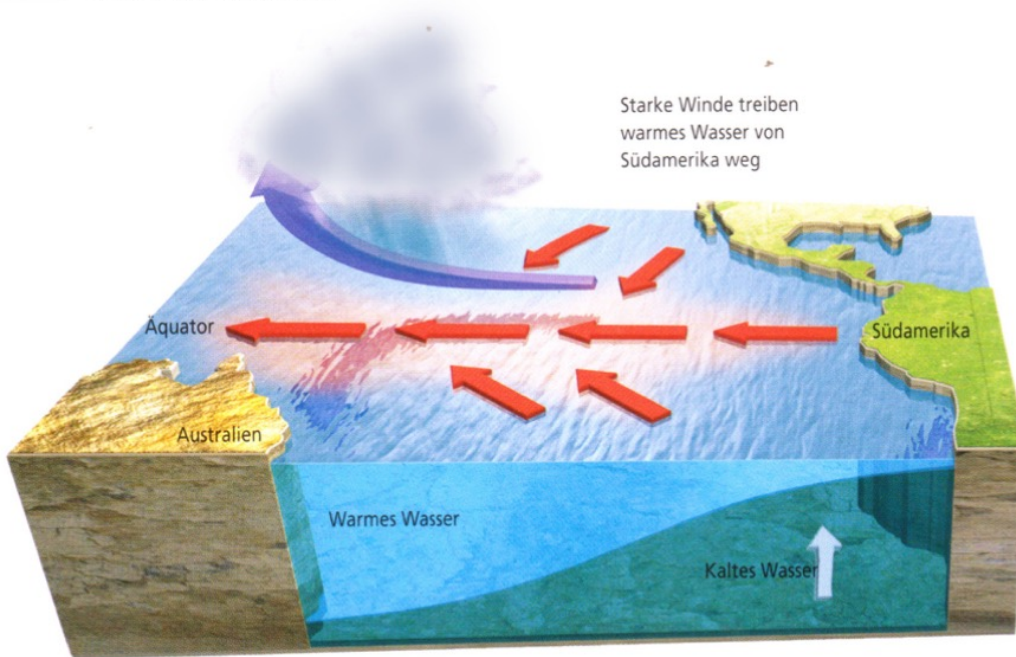
Grafik: Mick Posen, The Art Agency, National Geographic, Atlas der Ozeane



Meeresfauna & Klimaereignisse

El Niño und die Peruanische Sardelle

Von El Niño zu La Niña



Grafik: Mick Posen, The Art Agency, National Geographic, Atlas der Ozeane



Meeresfauna & Klimaereignisse

El Niño und die Peruanische Sardelle

Abb rechts:

Lebensräume charakteristischer Fischarten im östlichen Pazifik. Die Südamerikanische Sardelle (*Engraulis ringens*) ist in El-Niño-Zeiten besonders gefährdet, da das Upwelling vor der Küste ein für sie lebensnotwendiger Prozess ist

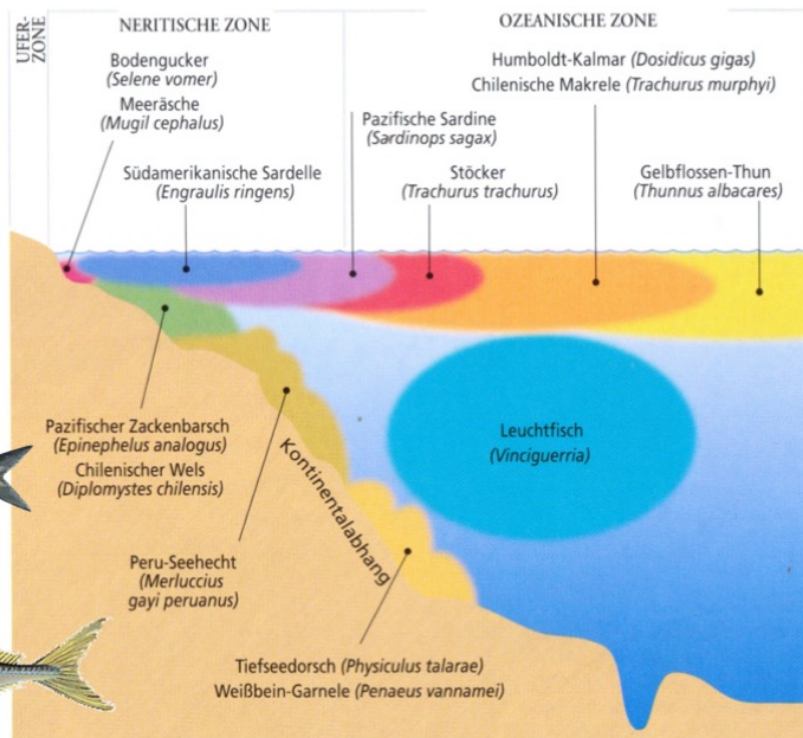
*Engraulis ringens*



*Sardinops sagax*



*Trachurus murphyi*



Grafik : Andrew Davies, Rmeative Communication, National Geographic, Atlas der Ozeane





**Meeresfauna & Klimaereignisse**

**El Niño und die Peruanische Sardelle**

- ➔ Das Humboldtstrom-Ökosystem steht unter dem direkten Einfluß des El Niño und wird durch Sardellenbestände dominiert.
- ➔ Die Peruanische Sardelle ist der größte Einarten-Fischbestand der Welt, mit einem Rekordfang von 12,5 Mio t in 1970 (siehe Abb unten), einem Fünftel des damaligen Weltfischereiertrags.
- ➔ Das alternierende Sardellen- und Sardinen-Regime bestimmt das Ökosystem und wird seinerseits vom Aufkommen des Phytoplanktons und daher auch vom El Niño gesteuert.
- ➔ El Niño →

- Seeseitiger Warmwasser-einfluß treibt die Sardellen an die Küste
- Ei- und Larvenkanibalismus nimmt durch die hohe Dichte zu
- Sardinen rücken an die Küste vor und fressen zunehmend Sardellen-eier
- Copepoden, die Hauptnahrung der Sardellen nimmt ab
- Die Fraßräuber (z.B. *T. Murphyi*) bevorzugen wärmeres Wasser und bedrängen zunehmend die Sardellen

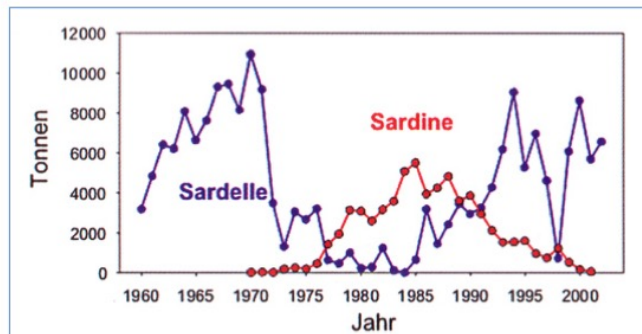


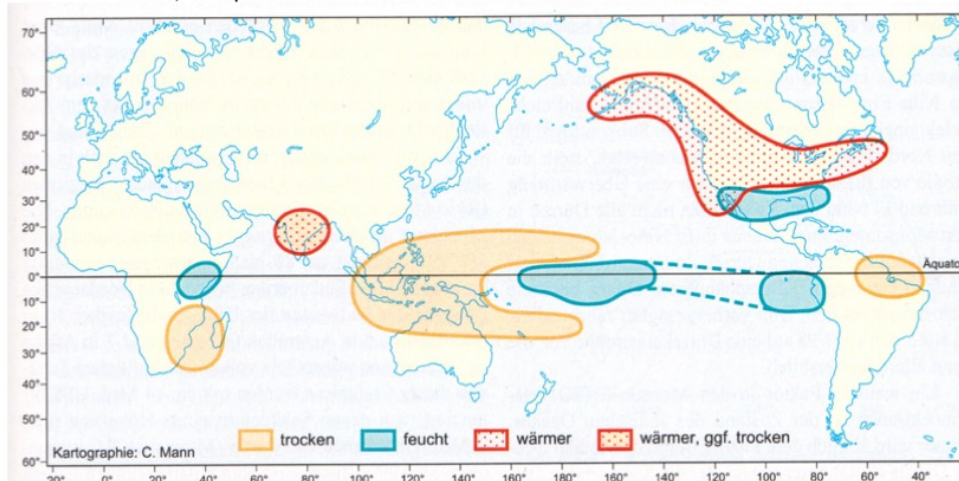
Abb. 2: Fänge der peruanischen Sardelle und Sardine von 1960 bis 2001. Verändert nach Alheit & Niquen 2004.



**Meeresfauna & Klimaereignisse**

**El Niño – Globale Auswirkungen**

- ➔ El Niño hat unter den bekannten Klimaphänomenen die stärksten Fernwirkungen
- ➔ El Niño wird selbst durch drei weitere atmosphärische Oszillationen beeinflusst
- ➔ El Niño verändert:
  - atmosphärische Wärme- und Feuchteflüsse
  - Druck- und Windfelder
  - ozeanische Strömungssysteme
  - Dicke, Temperaturen und Salinität ozeanischer Schichten



Mit El Niño verbundene Telekonnektionen verändert nach ROPELEWSKI & HALPERT (1987) und ROPELEWSKI (1999)



Meeresfauna & Klimaereignisse

Der Kabeljau, das Klima & gescheiterte Fischereipolitik

FILM: Der Kabeljau



Meeresfauna & Klimaereignisse

Der Kabeljau, das Klima & gescheiterte Fischereipolitik

FILM: Der Kabeljau



Der Golfstrom trifft den Labradorstrom  
Kaltes und nährstoffreiches Wasser



Der Kabeljau, robust und vermehrungs-  
freudig, ein Erfolgsrezept der Natur



Der Superjahrgang von 2003 durch  
günstige Temperaturen und Strömungen



Die Walther Herwig III fischt vor  
Grönland





**Meeresfauna & Klimaereignisse**

**Der Kabeljau, das Klima & gescheiterte Fischereipolitik  
FILM: Der Kabeljau**



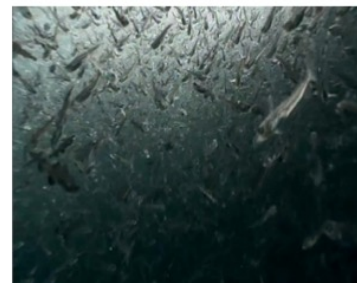
Die Wissenschaftler verfolgen das Heranwachsen der Jahrgänge. Kommt der 2003er bis zum Ablachen?



Die COD-Barone. Getrockneter Stockfisch läßt sich ideal transportieren



Von Neuengland aus geht es bis nach Afrika und Asien. Der Handel blüht



Das Vermehrungspotential scheint gigantisch



**Meeresfauna & Klimaereignisse**

**Der Kabeljau, das Klima & gescheiterte Fischereipolitik  
FILM: Der Kabeljau**



Neue Schiffe werden entwickelt. Der englische Schoner



Die Dory Fischerei mit Langleinen und von Hand



Herstellung von Trockenfisch in den englischen Häfen



Die Doryfischerei. Heute nur mehr ein Touristengag. Der Kabeljau ist verschwunden

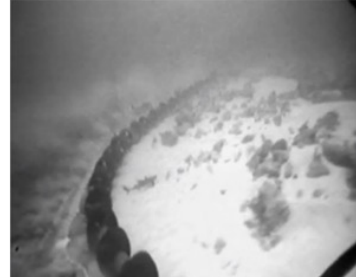


Meeresfauna & Klimaereignisse

Der Kabeljau, das Klima & gescheiterte Fischereipolitik  
FILM: Der Kabeljau



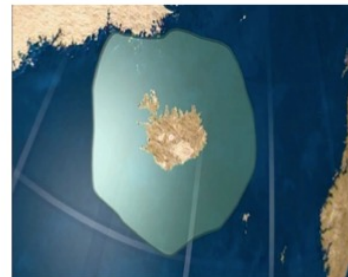
Motorisierte Fischkutter. Der Anfang vom Ende



Moderne Schleppnetzfisherei – Ein Albtraum



Fabriksschiffe mit Kühltechnik



Island erweitert seine Hoheitsgewässer von 4 auf 200 Seemeilen



Meeresfauna & Klimaereignisse

Der Kabeljau, das Klima & gescheiterte Fischereipolitik  
FILM: Der Kabeljau



Der Kabeljaukrieg zwischen England und Island



Auch Kanada richtet die neue 200sm Zone ein



1992 Die Regierung zieht die Notbremse. Ein Moratorium für Kabeljau wird verhängt



Der Fischereiminister wird angefeindet. 30.000 Fischer verlieren ihren Job





Meeresfauna & Klimaereignisse

Der Kabeljau, das Klima & gescheiterte Fischereipolitik  
FILM: Der Kabeljau



Der Kabeljau kehrt nicht zurück.  
Hummer nehmen seinen Platz ein



Ein neuer Einwanderer – Die Arktische  
Seespinne



Die Lodde – Ein Beutefisch der Kabeljaus  
vermehrt sich



Die Fischerei zieht mit den  
Veränderungen mit



Meeresfauna & Klimaereignisse

Der Kabeljau, das Klima & gescheiterte Fischereipolitik  
FILM: Der Kabeljau



Das Kabeljauküssen – Ein Gag der  
Sportfischerei



Der 2003er Jahrgang wurde entgegen  
der Empfehlungen abgefischt



Kabeljauzucht in Norwegen.  
Eine Alternative ?



Mit Nährstoffen angereicherte Rädertierchen  
werden an die Larven verfüttert



Meeresfauna & Klimaereignisse

Der Kabeljau, das Klima & gescheiterte Fischereipolitik  
FILM: Der Kabeljau



Mit über 10cm Länge kommen die Larven auf die Farm im Fjord. Das Futter wird maschinell gereicht



15m tiefe Netzkäfige



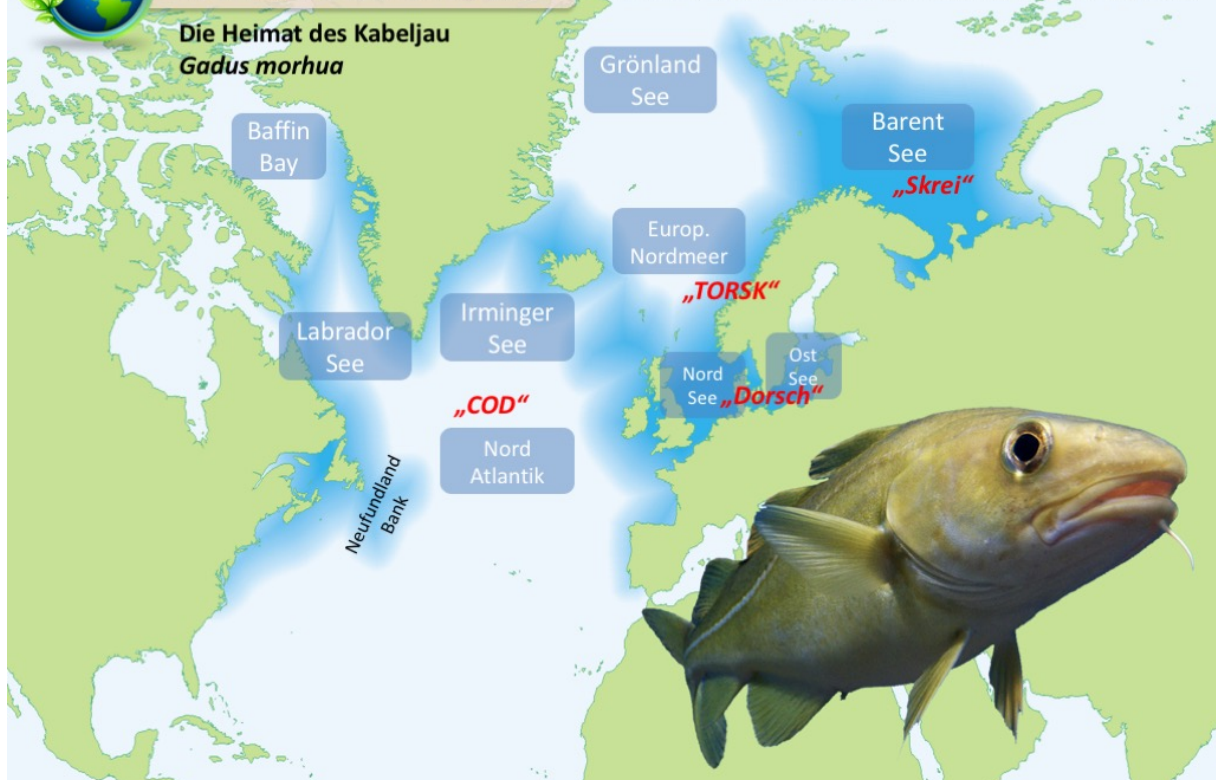
Auf den Lofoten wird nachhaltig gefischt



Meeresfauna & Klimaereignisse

Der Kabeljau, das Klima & gescheiterte Fischereipolitik

Die Heimat des Kabeljau  
*Gadus morhua*







**Meeresfauna & Klimaereignisse**

**Kabeljau – das grönländische Beispiel**

Quelle: Manfred Stein 2011 vTI-Institut für Seefischerei Hamburg

**Die historische Entwicklung der Bestände**

- ➔ Erste Aufzeichnungen stammten aus dem 16. Jhd
- ➔ Die historische Entwicklung der Bestandsschwankungen korrelieren gut mit Klimadaten
- ➔ Maximale Bestandsgrößen hingen immer mit einer Erwärmung arktischer und subarktischer Regionen zusammen

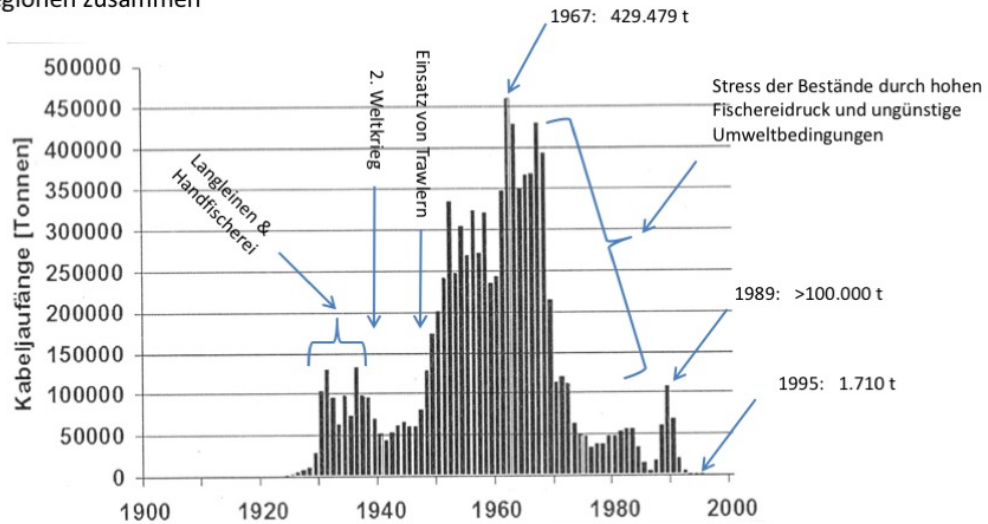


Abb: Jährliche Kabeljaufänge in grönländischen Gewässern (aus HORSTEDT 2000)



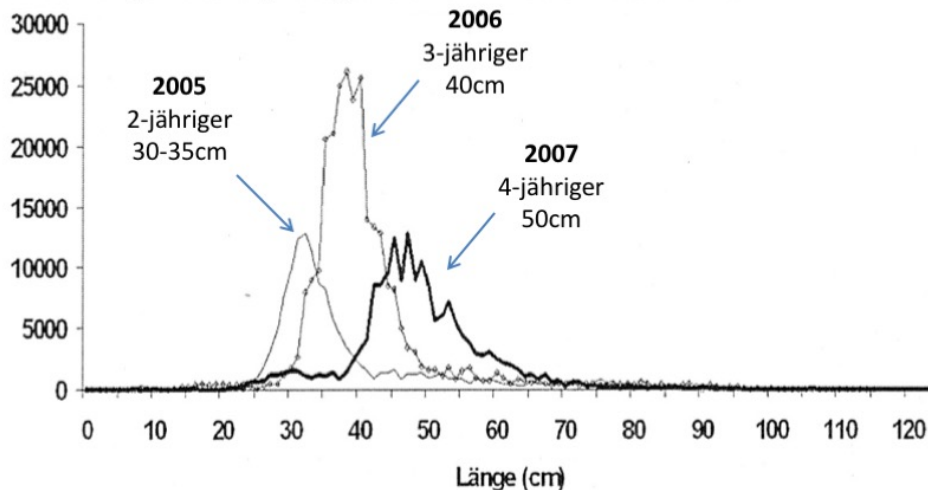
**Meeresfauna & Klimaereignisse**

**Kabeljau – das grönländische Beispiel**

**Die historische Perspektive**

- ➔ 2003 wurden um Grönland ungewöhnlich viele 0-Gruppen Kabeljau gefunden. Günstige klimatische Verhältnisse im Ozean um Grönland seit Mitte der 1990er und keine Kabeljaufischerei ließen diesen Jahrgang zum Hoffnungsträger für eine zukünftige Kabeljaufischerei in grönländischen Gewässern werden
- ➔ In der Abbildung lässt sich das Heranwachsen des 2003er Jahrganges gut verfolgen

Abb: Längenverteilung Kabeljau Grönland zwischen 2005 und 2007





## Meeresfauna &amp; Klimaereignisse

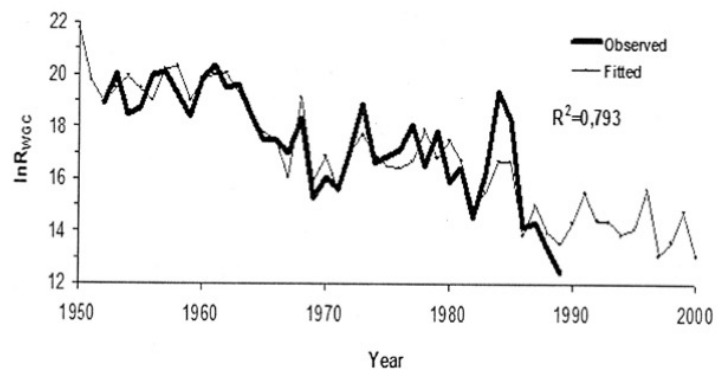
## Kabeljau – das grönländische Beispiel

## Die gescheiterte Fischereipolitik

- ➔ Es wurde die Empfehlung der Wissenschaftler an die grönländische Regierung, den Kabeljau vor West- und Ostgrönland nicht zu befischen, ignoriert.
- ➔ Man sollte zumindest nicht vor dem Jahr 2009, in dem der 2003er Jahrgang geschlechtsreif wurde und erstmalig für Nachwuchs sorgen könnte, fischen.
- ➔ Der Bestand erholte sich nur im Gebiet um Ostgrönland wo kommerziell nicht gefischt werden darf. Dort hält sich jetzt der Laicherbestand der 2003er Jahrgänge auf. In den übrigen Gebieten, in denen eine Fischerei erlaubt war, sanken die Bestandszahlen weiter.
- ➔ Inzwischen hat Grönland die Notbremse gezogen und schloss im offshore-Bereich ab 2009 die Kabeljaufischerei (Mittlerweile sind ohnehin andere Zweige der Fischerei im Gebiet ertragreicher geworden)

Abb:  
Modellierung der Westgrönland  
Kabeljau Rekrutierung (aus STEIN &  
BOROVKOV 2004)

Modellierungsparameter:  
- Lufttemperaturen in der  
Dänemarkstrasse  
- Zonale Windkomponenten in der  
Dänemarkstrasse  
- negativer Trend der Zeitreihe



## Meeresfauna &amp; Klimaereignisse

## Kabeljau – das grönländische Beispiel







Meeresfauna & Klimaereignisse

Kabeljau – das grönländische Beispiel



Meeresfauna & Klimaereignisse

Kabeljau – das grönländische Beispiel

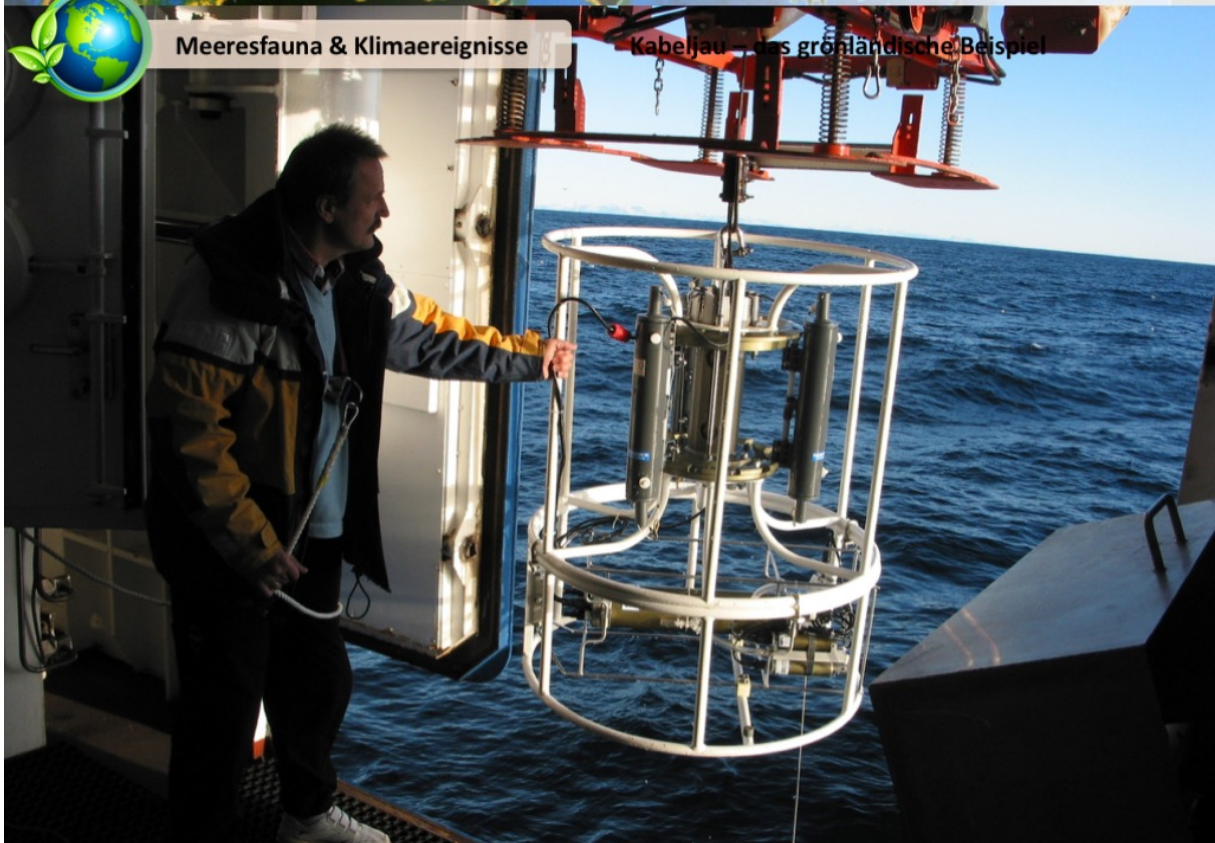






Meeresfauna & Klimaereignisse

Kabeljau – das grönländische Beispiel



Meeresfauna & Klimaereignisse

Kabeljau – das grönländische Beispiel







Meeresfauna & Klimaereignisse

Kabeljau – das grönländische Beispiel



Meeresfauna & Klimaereignisse

Meereis und globales Klima

- ➡ **Meereis als Dämmschicht** bremst den Wärmeaustausch zwischen Atmosphäre und Ozean. Kalte, schwere Luftmassen über der Eisfläche bilden starke Hochdruckgebiete und zu den angrenzenden Tiefdruckgebieten entstehen starke Winde (z.B. Westwindgürtel der mittleren Breiten)
- ➡ **Meereis beeinflusst die Strahlungsbilanz der Erde** (Albedo) und spielt damit eine wichtige Rolle im Klimasystem
- ➡ **Meereis beeinflusst die Konvektion im Ozean** und die Bildung von Tiefen- und Bodenwasser
- ➡ **Klimaschwankungen** führen zur Veränderung der Meereisausdehnung in den Polargebieten
- ➡ Die Schrumpfung des Meereises könnte den **Klimawandel verstärken**



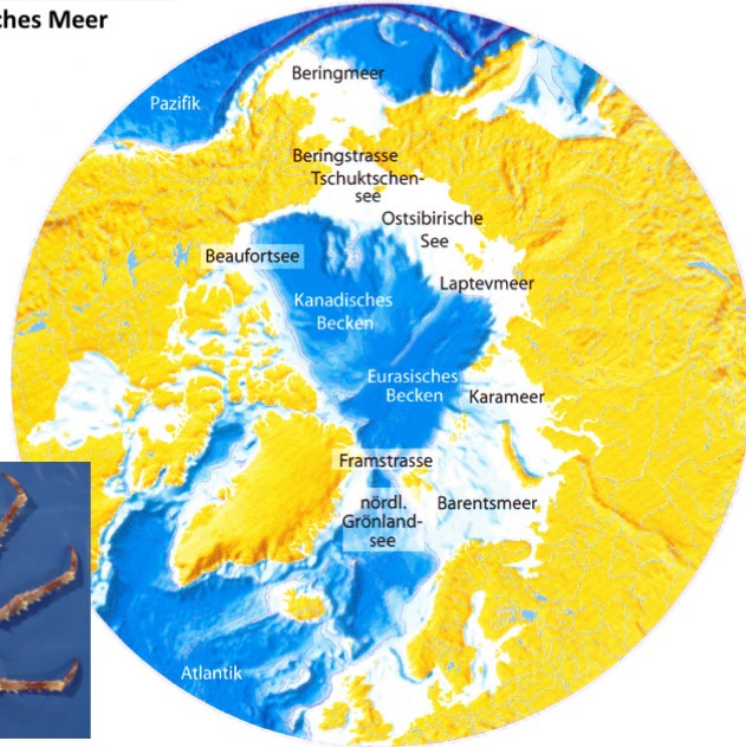




**Meeresfauna & Klimaereignisse**

**Lebensraum Arktisches Meer**

Abb:  
Bathymetrische Übersichtskarte  
des Arktischen Ozeans und der  
angrenzenden Randmeere (Karen  
v. Juterzenka, Michael K. Schmid  
2006)

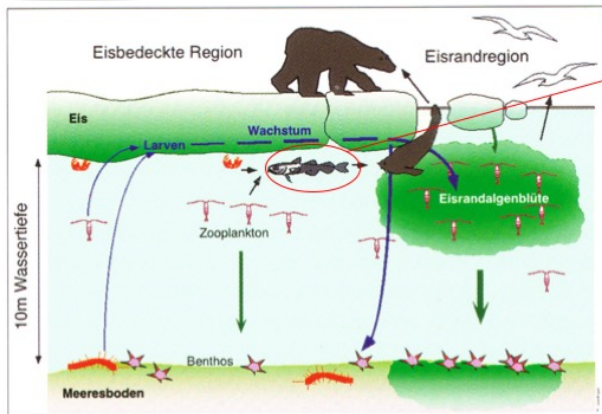


**Kamtschatka Krabbe**  
*Paralithodes camtschatica*



**Meeresfauna & Klimaereignisse**

**Lebensraum Arktisches Meereis**



*Boreogadus saida* als wichtige Schnittstelle zwischen  
Eisamphipoden, Eisbären, Ringelrobben und diversen  
Eiswalen

Abb oben: Schelfregionen des Kanadischen Beckens. Schema  
der Verbindung zwischen Meeris, Wassersäule und  
Meeresboden. Die Pfeile illustrieren beispielhaft Nahrungsnetz-  
Zusammenhänge (Rolf Gradinger, Bodil Bluhm 2006)

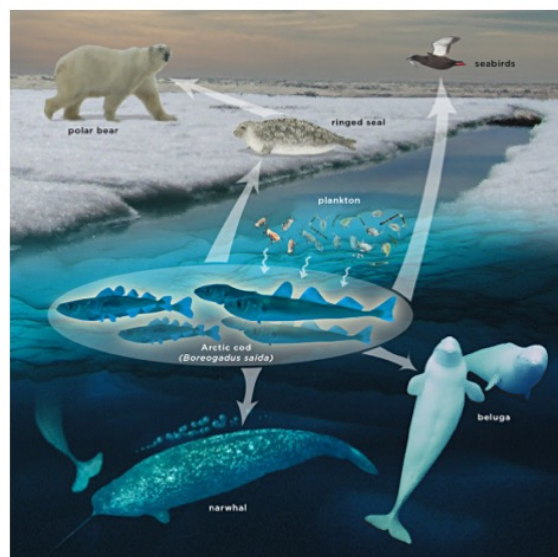


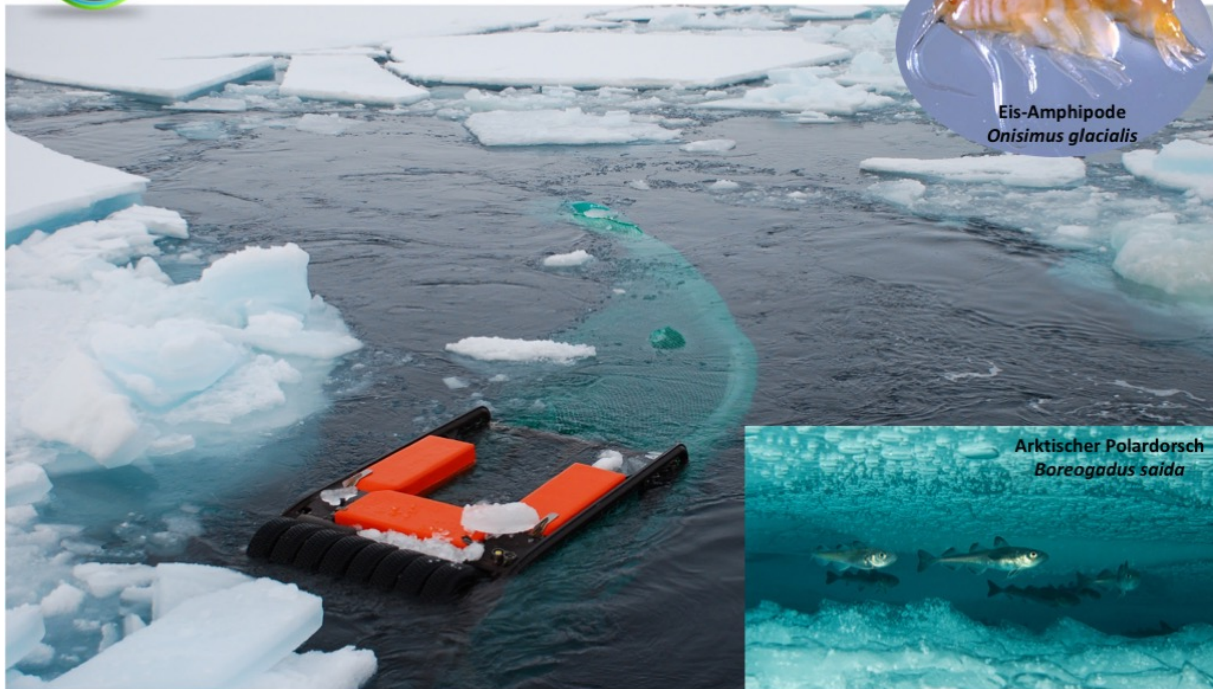
Abb: Oceans North, The Pew Charitable Trusts





Meeresfauna & Klimaereignisse

Lebensraum Arktisches Meereis



Eis-Amphipode  
*Onisimus glacialis*

Arktischer Polardorsch  
*Boreogadus saida*

Das SUIT (Surface and Under Ice-Trawl) im Einsatz im Eis während der ICEARK Expedition ARK27-3 im Sommer 2012 am Forschungseisbrecher "Polarstern"; Foto: B.Lange



Meeresfauna & Klimaereignisse

Das polare Meereis – die fortschreitende Schmelze

- ▶ **Positive Rückkoppelung** des Erwärmungsprozesses (Eis und Schnee haben eine **hohe Albedo**)
  - ▶ Die Meereisfläche schrumpfte seit 1976 um etwa 2,8% pro Jahrzehnt (> **1 Mio km<sup>2</sup>** insgesamt)
  - ▶ Seit Mitte des 20.Jhd haben sich die Temperaturen in Alaska **um 3°C** erhöht
  - ▶ Bei fortschreitender Erwärmung könnte die **Arktis in 30 Jahren im Sommer eisfrei** sein
  - ▶ Innerhalb von 20-40 Jahren **verringerte sich das Eisvolumen um 40%** (von >3m auf <2m Dicke)
  - ▶ Selbst bei drastischer Verringerung herkömmlicher Energienutzung wird die Temperaturerhöhung bis zum Jahre 2100 mindestens 2°C betragen, da die Atmosphäre mit einer zeitlichen **Verzögerung von Jahren bis Jahrzehnten** auf die steigende Konzentration von Treibhausgasen reagiert
- Die Frage, ob diese Veränderungen ein Zeichen von globalem Klimawandel sind oder aber innerhalb der natürlichen Variabilität interdekadischer Zyklen (NAO, PDO, AO) liegen, wird noch immer diskutiert.

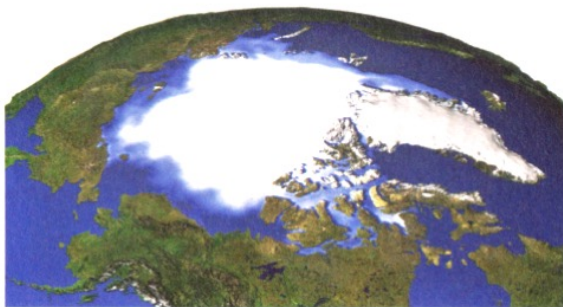


Abb: Arktische Eisbedeckung September 1979 (links) und 2005 (rechts)  
Quelle NASA aus „Abenteuer Weltmeere“, Cornelsen Verlag, Berlin (2011)



## Meeresfauna &amp; Klimaereignisse

## Das polare Meeres – die fortschreitende Schmelze

Die Fläche des arktischen Meereises nimmt seit vielen Jahren ab. Damit wird das Eis im Sommer künftig den Zugang zu unerschlossenen Erdgas- und Erdölvorkommen freigeben. Zudem ergeben sich mit der Nordost- und Nordwestpassage neue Schifffahrtswege, die kürzer als die Strecke nach Panama- und Suezkanal sind.

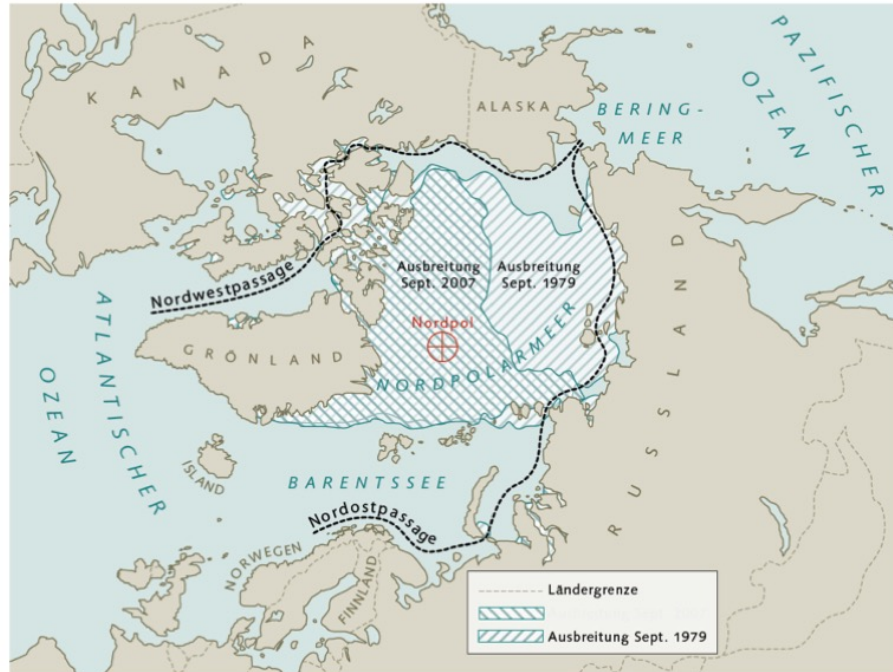


Abb: nach Kaleschke, Klimacampus Universität Hamburg, aus World Ocean Review 2010, maribus