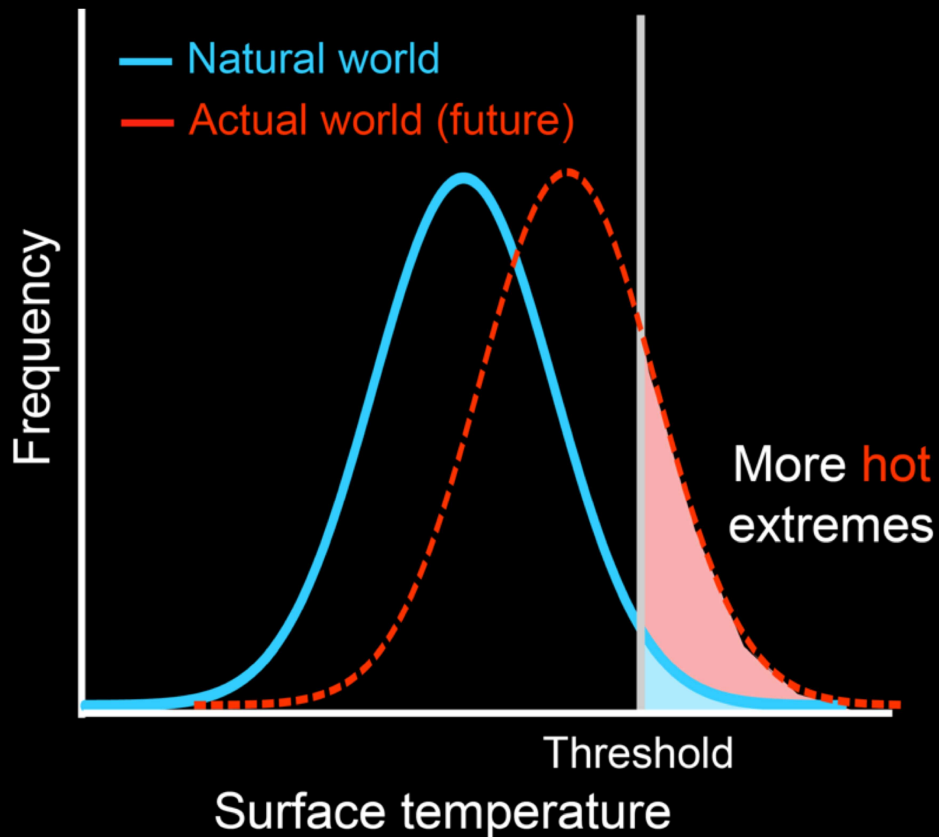
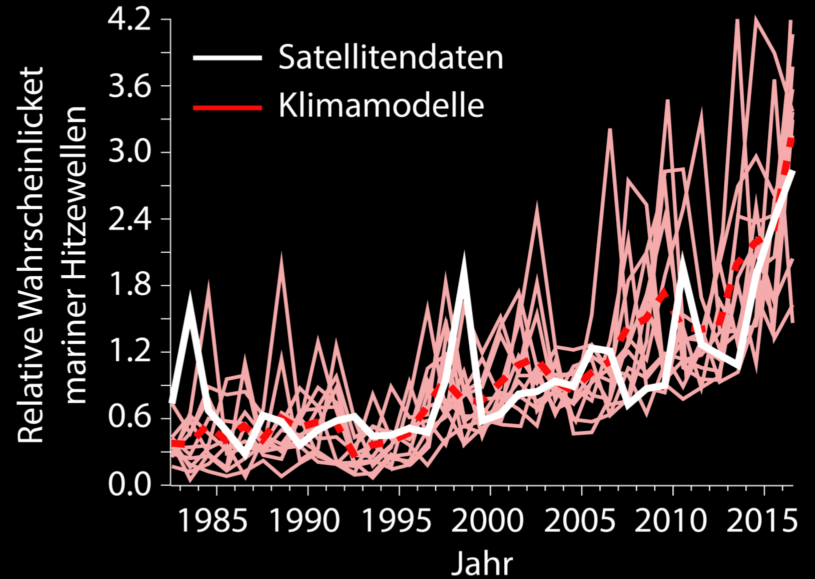
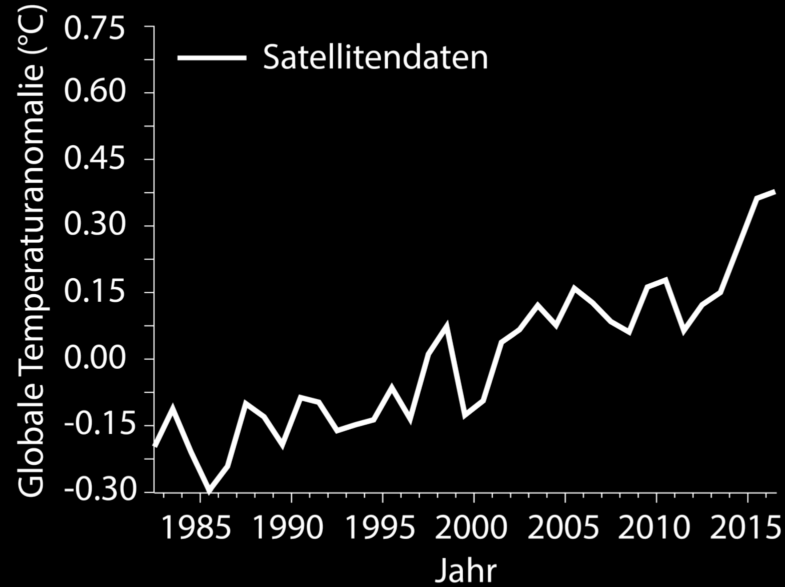


Mehr Extremereignisse durch Klimawandel



Zunahme von marinen Hitzewellen



Frölicher et al. (2018, Nature)

Die Wahrscheinlichkeit mariner Hitzetage hat sich zwischen 1982 und 2016 verdoppelt

Wie entstehen marine Hitzewellen?

El Niño:

global der wichtigste Treiber

Atmosphärische Störungen:

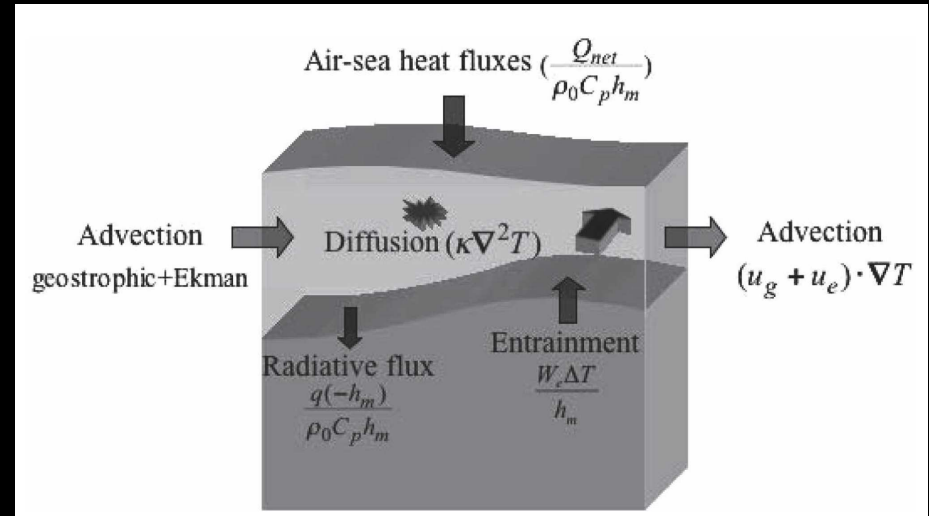
ungewöhnlich stabile Wetterlagen oder Änderungen der Winde. Können sich über positive Rückkoppelungseffekte mit dem warmen Meer verstärken

Hitzewellen über dem Land:

erhöhte Wärmeaufnahme des Ozeans

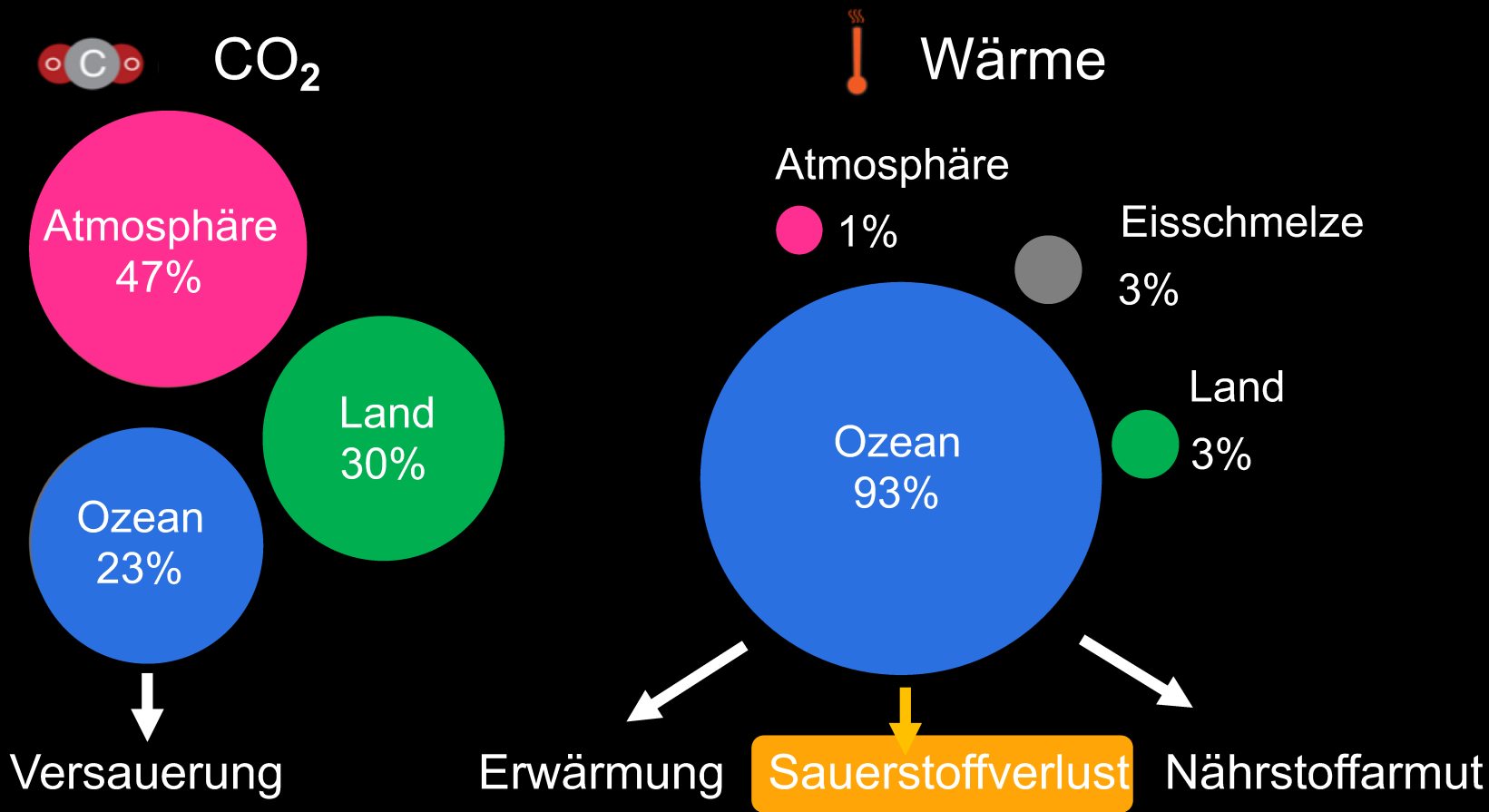
Ozeanisches Wetter:

turbulente Strömungen

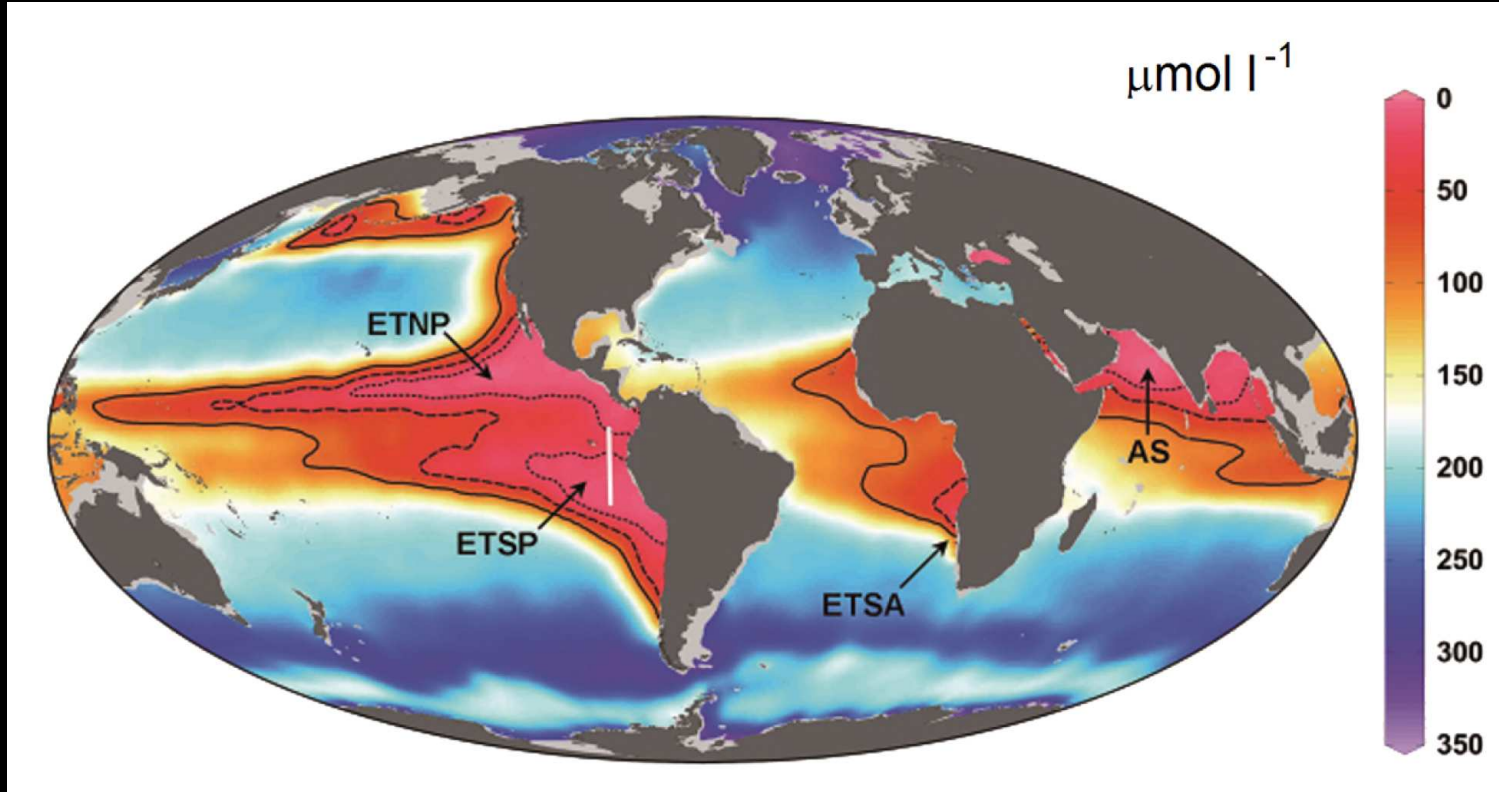


Dong et al. (2007, Journal of Climate)

Der Ozean verlangsamt die Erwärmung, aber...

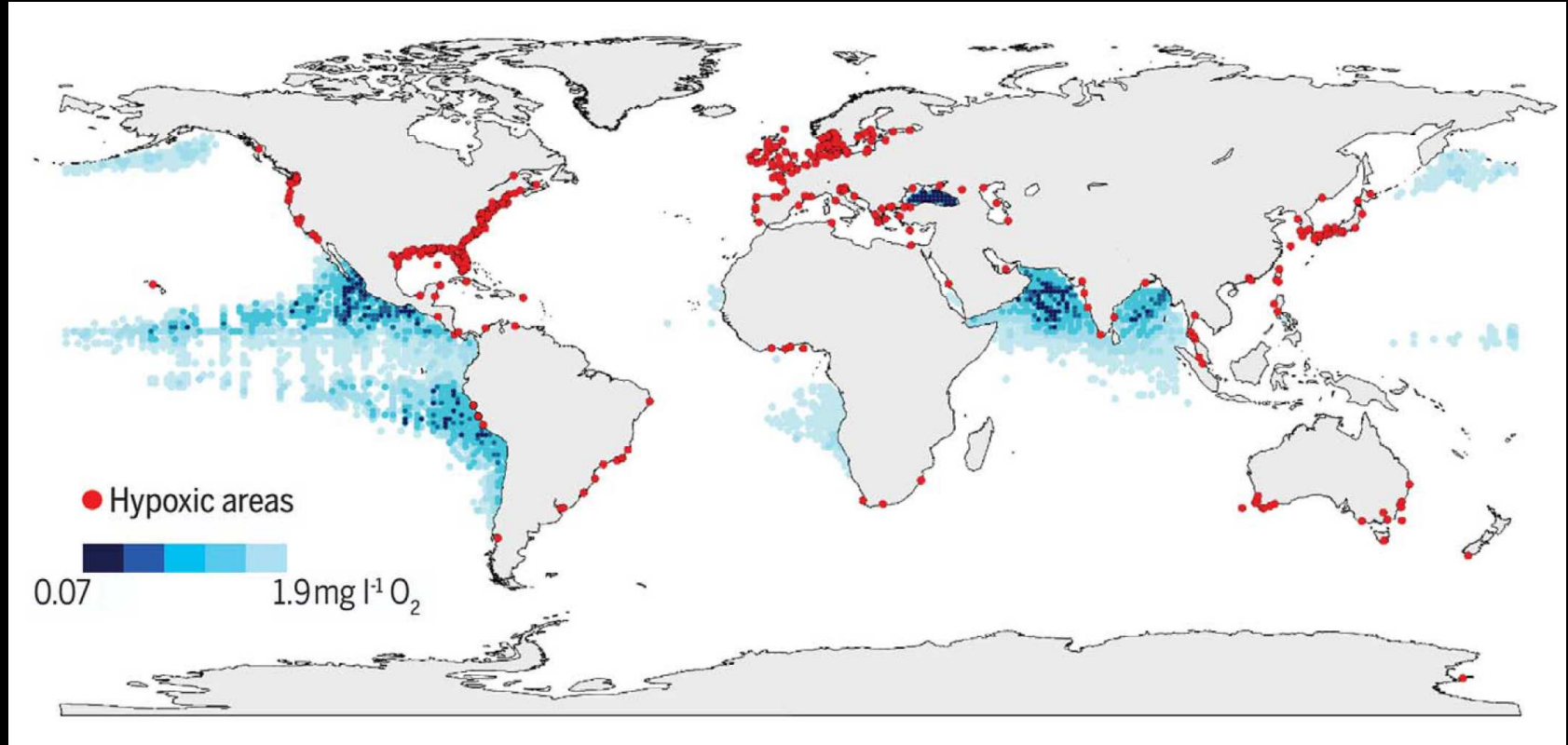


Heutige Sauerstoffverteilung auf 300m Tiefe



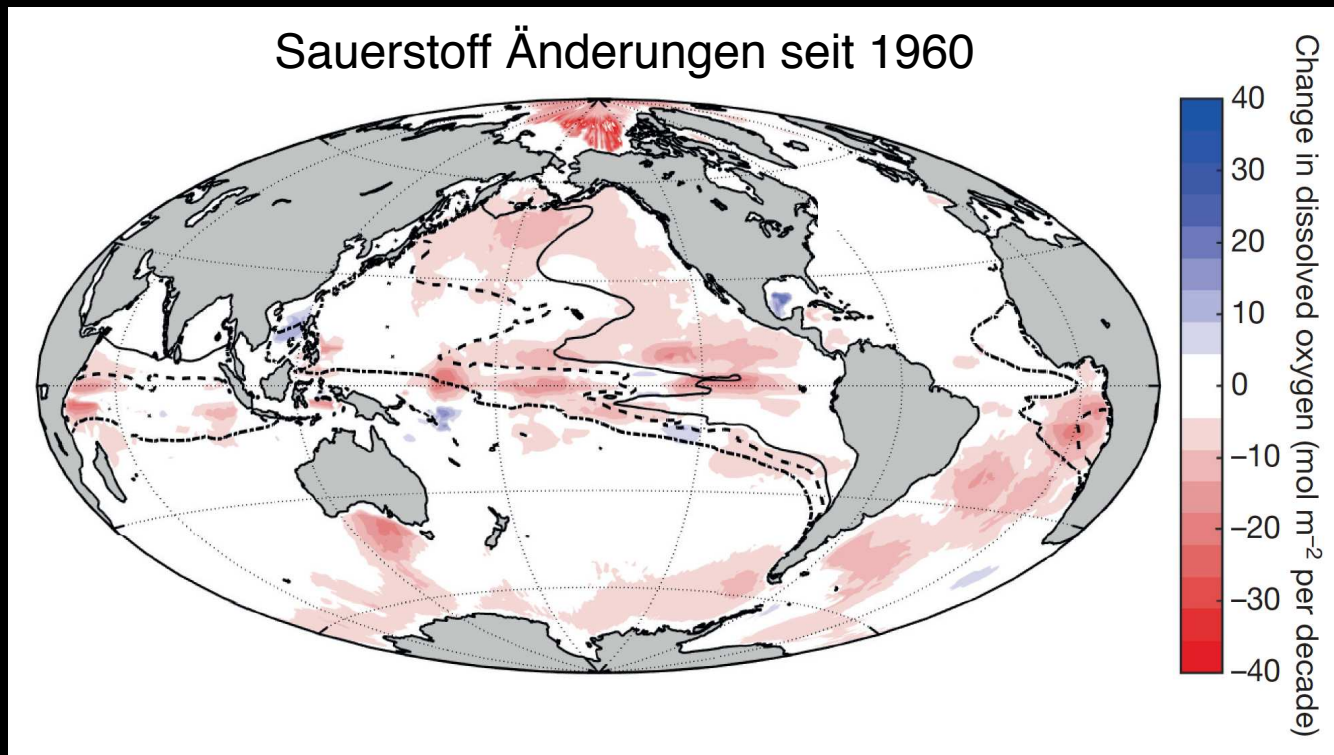
Breitburg et al. (2018, Science)

Sauerstoffmangel durch Überdüngung der Küstengebiete



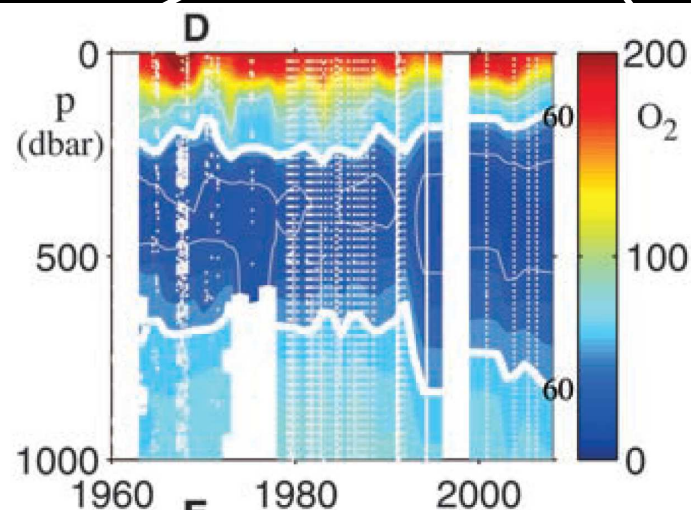
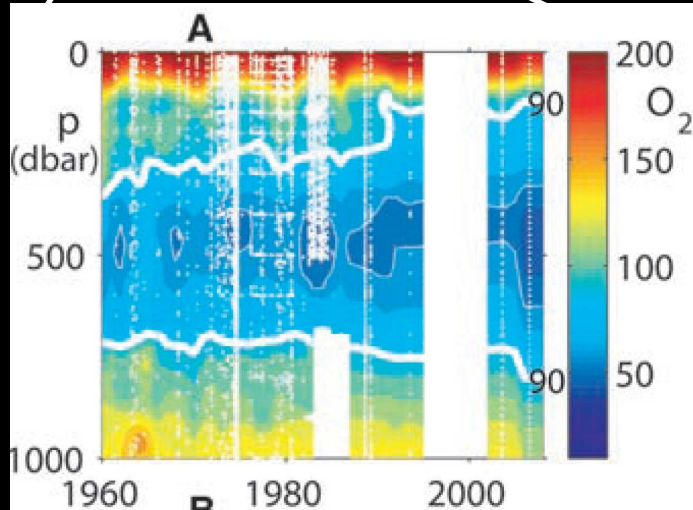
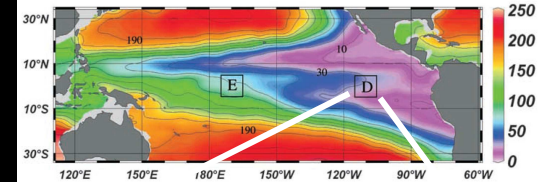
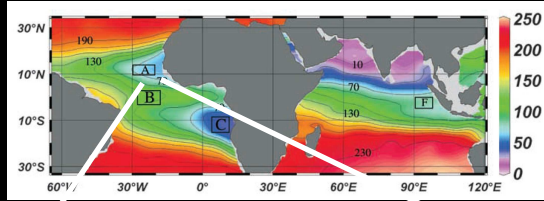
Breitburg et al. (2018, Science)

Die Weltmeere verlieren Sauerstoff



Der Sauerstoffgehalt des Ozeans hat seit 1960 um mehr als 2% abgenommen

Ausdehnung von Sauerstoffminimumzonen

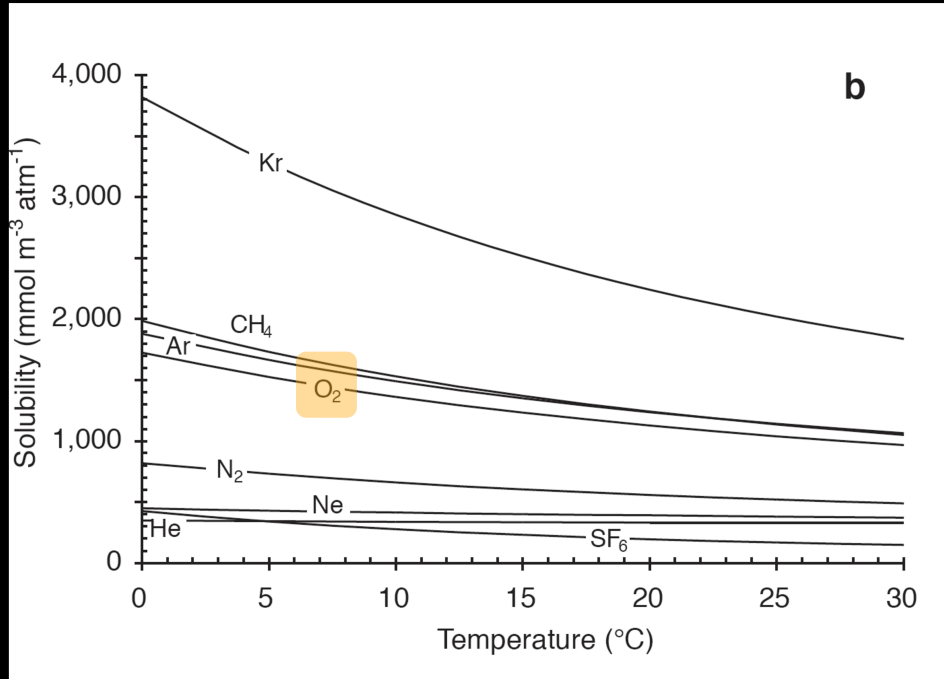


Stramma et al. (2008, Science)

Seit 1960 haben sich die Sauerstoffminimumzonen ausgedehnt

Wieso nimmt die
Sauerstoffkonzentration ab?

Löslichkeit von verschiedenen Gasen

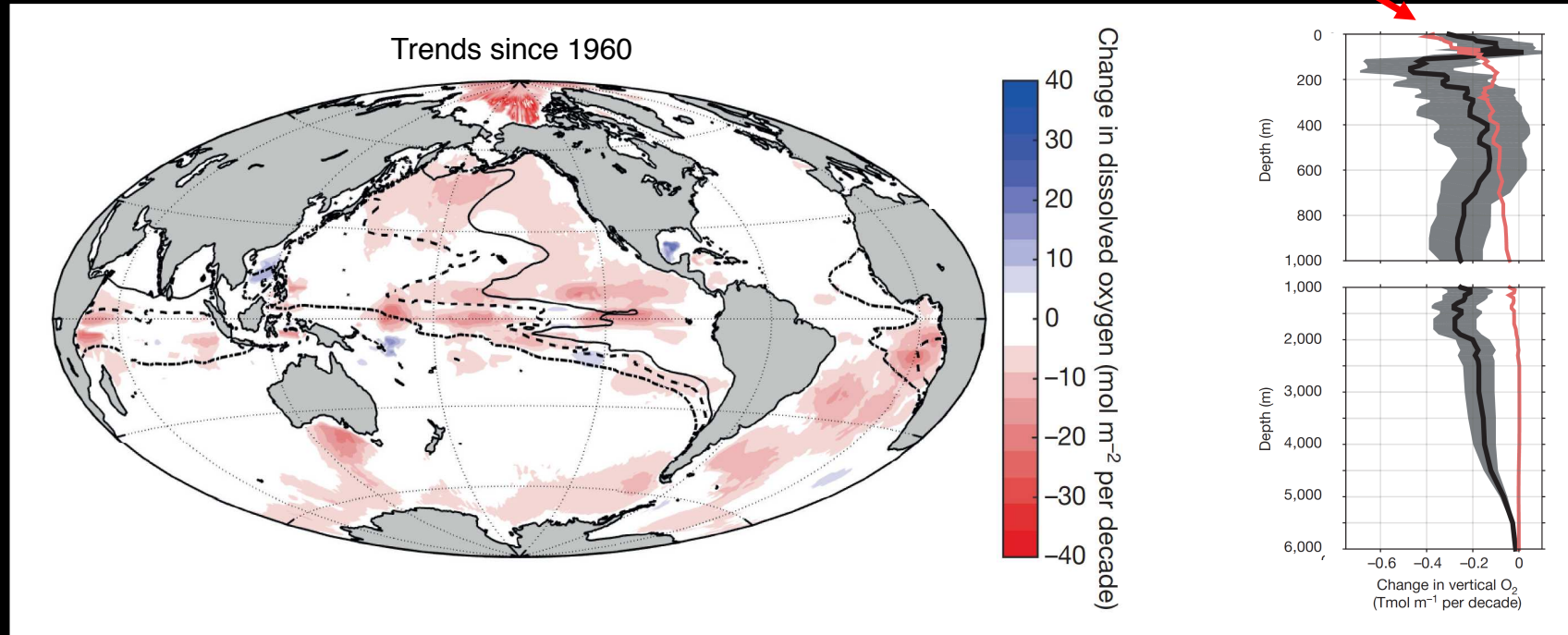


Sarmiento and Gruber (2006)

- Die Löslichkeit sinkt mit steigender Temperatur
- Die Löslichkeit eines Gases steigt mit steigendem molekularem Gewicht

Die Weltmeere verlieren Sauerstoff

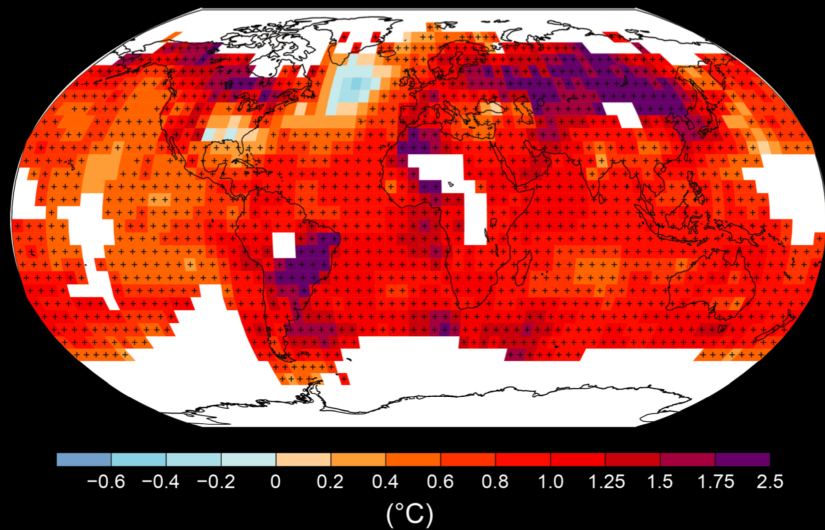
Löslichkeitseffekt



15% der Sauerstoffabnahme ist direkt auf höhere Wassertemperaturen zurückzuführen

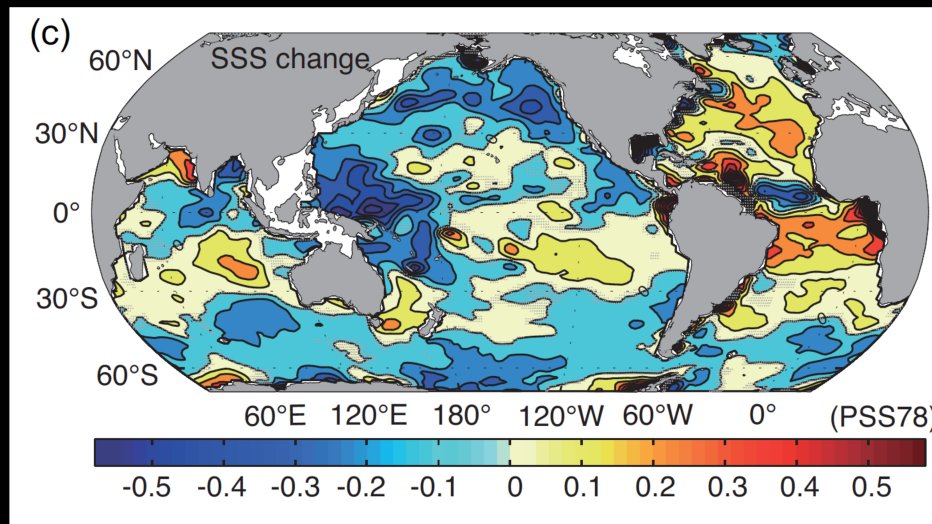
Temperatur- und Salzveränderung im Ozean

Temperatur



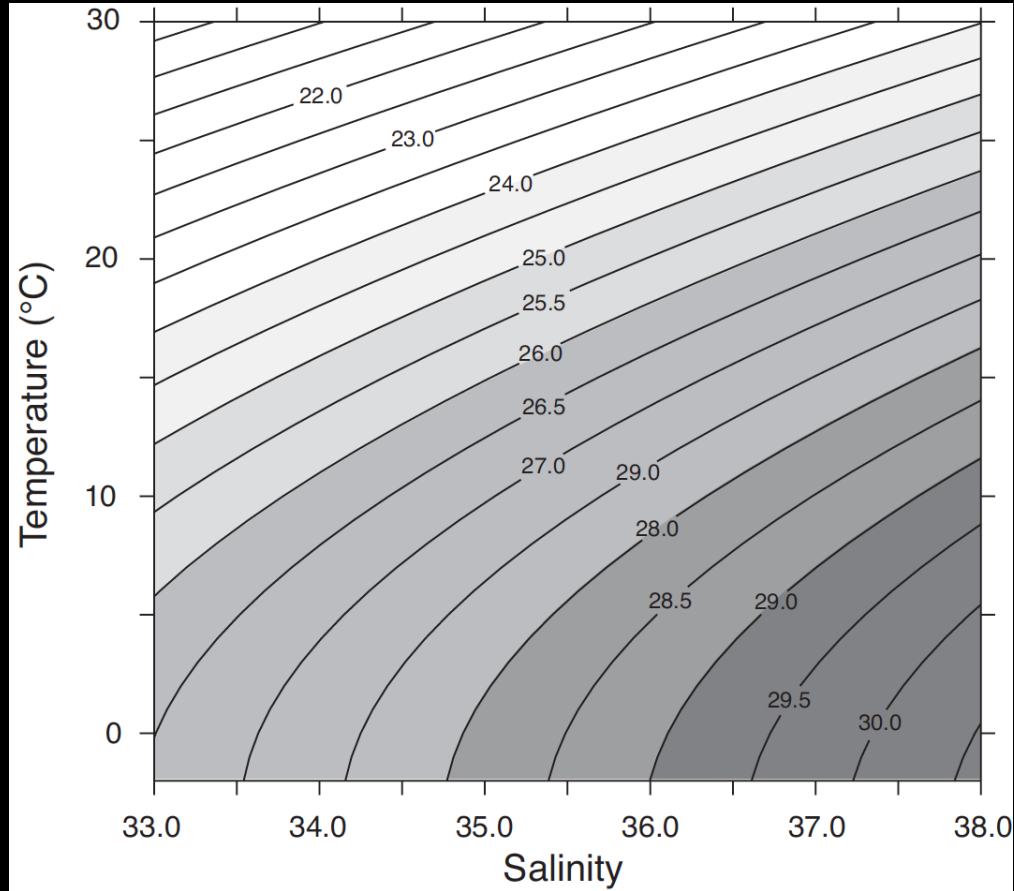
IPCC (2013)

Salinität (Cl⁻, Na⁺, etc.)

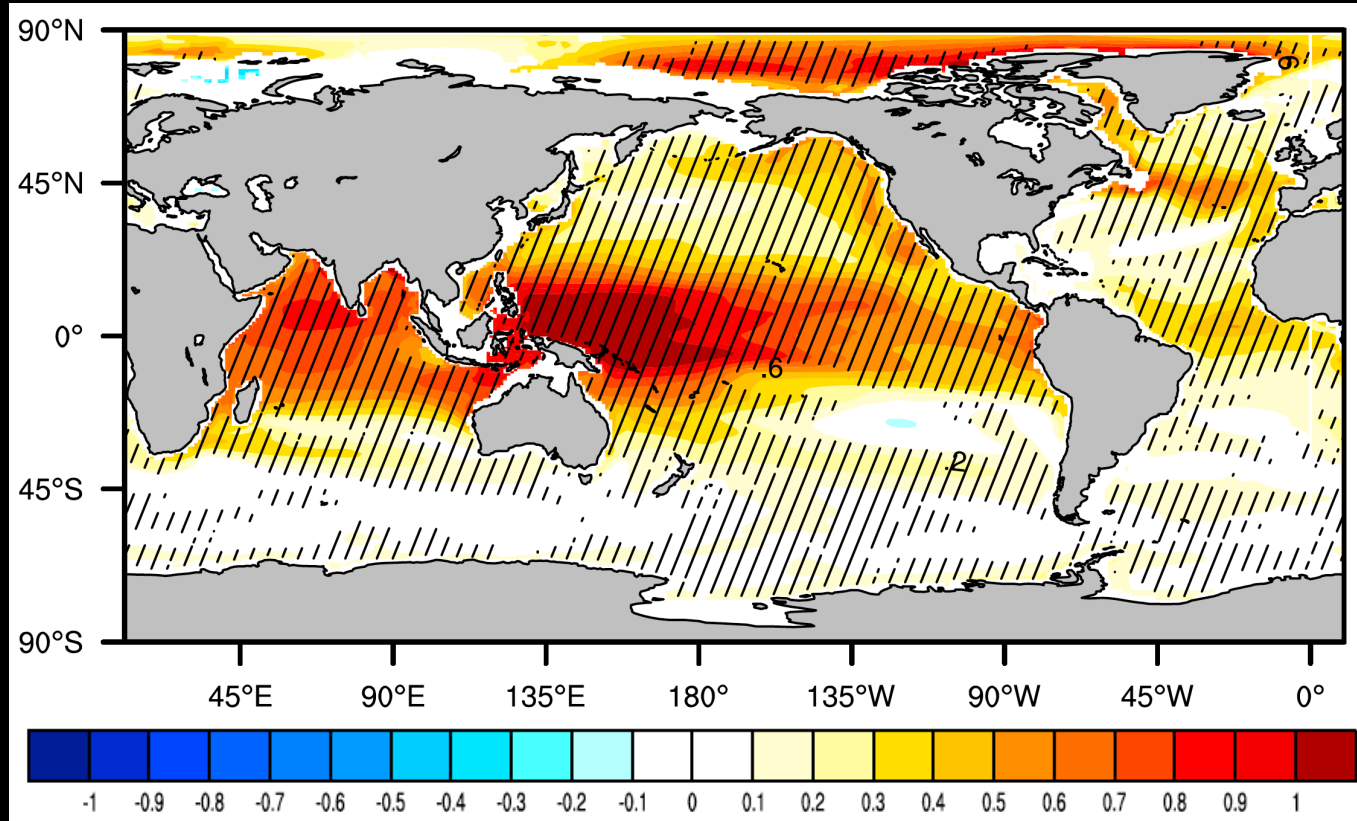


Durack and Wijffels (2010, Journal of Climate)

Temperatur – Salinitätsdiagramm



Erhöhte Stratifizierung und reduzierte Ventilation in einem wärmeren Ozean

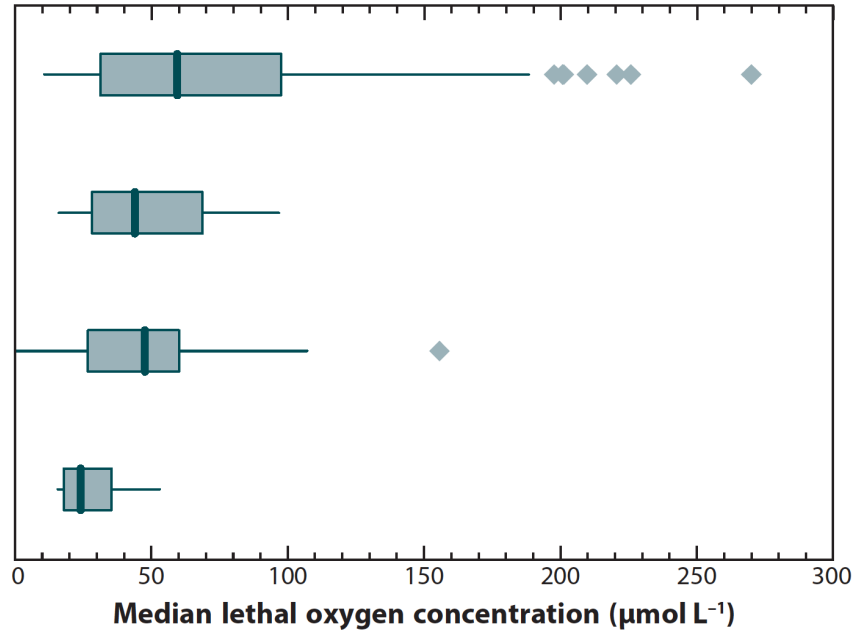


Capotondi et al. (2012, Journal of Climate)

Sauerstoffmangel bedroht marine Organismen

Krebstiere

Crustacea



Keeling et al. (2010, Annual Review of Marine Science)

Muscheln

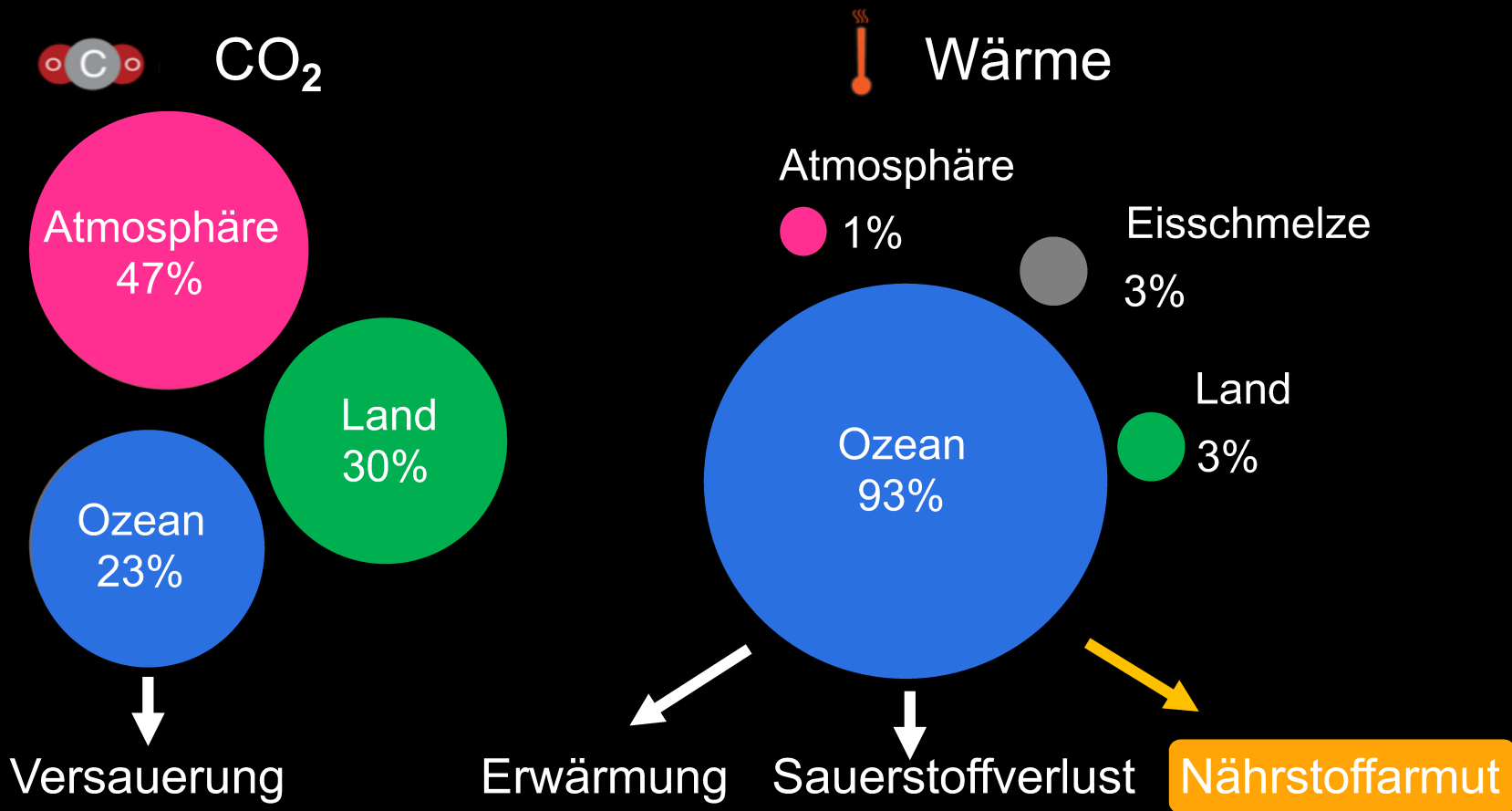
Bivalva

Schnecken

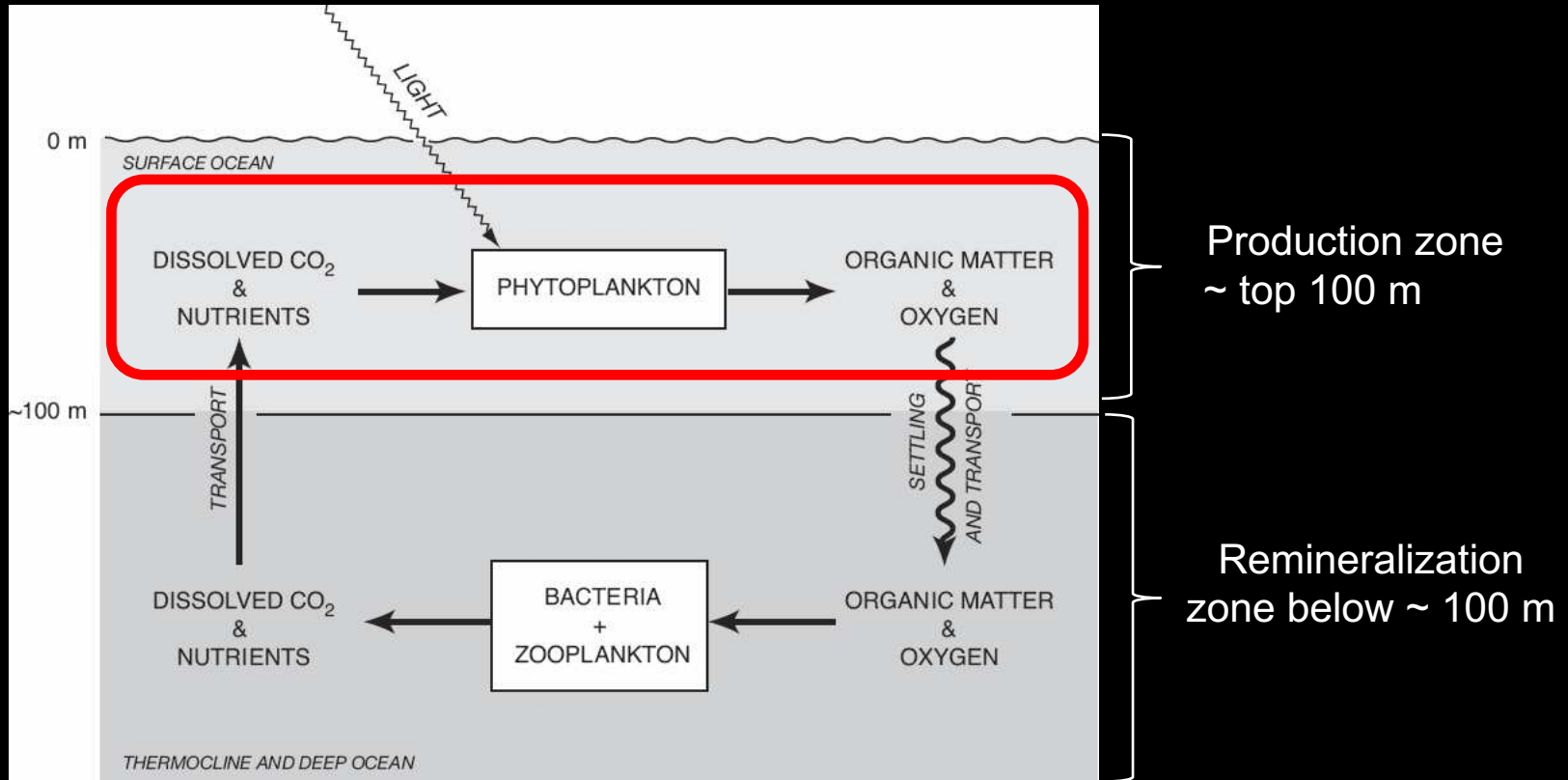
Gastropoda

- Fällt der Sauerstoff unter bestimmte niedrige Schwellenwerte, werden Organismen verdrängt
- Sauerstoffmangel führt zu Veränderungen in biogeochemischen Reaktionen im Ozean

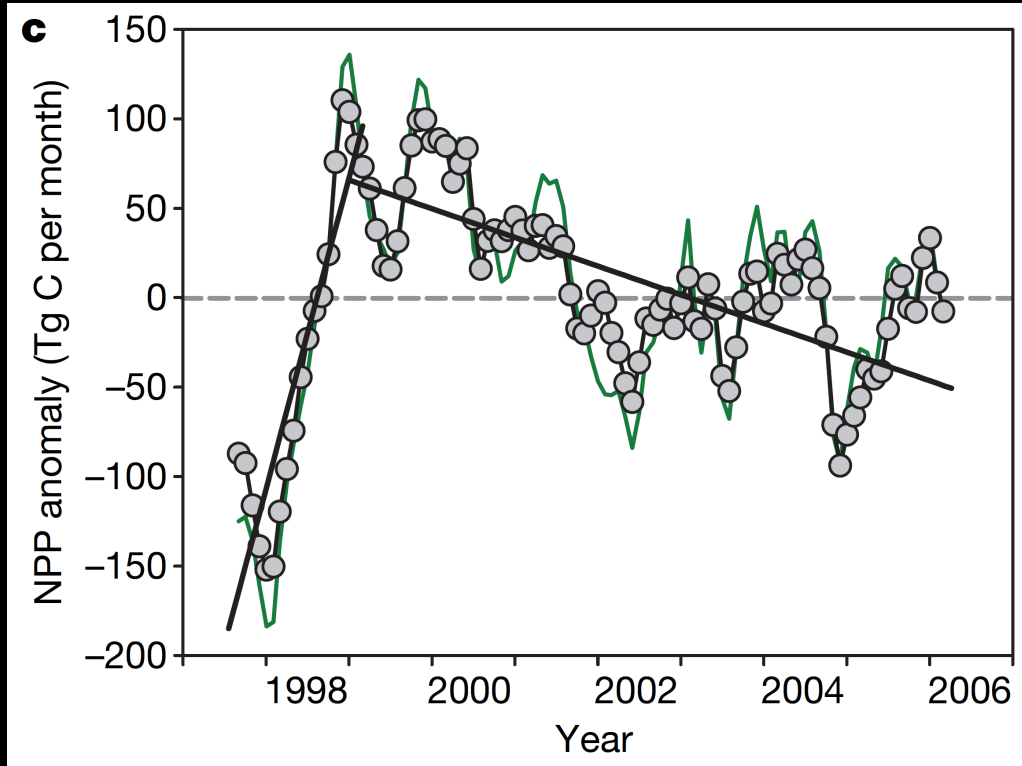
Der Ozean verlangsamt die Erwärmung, aber...



Biologische Pumpe

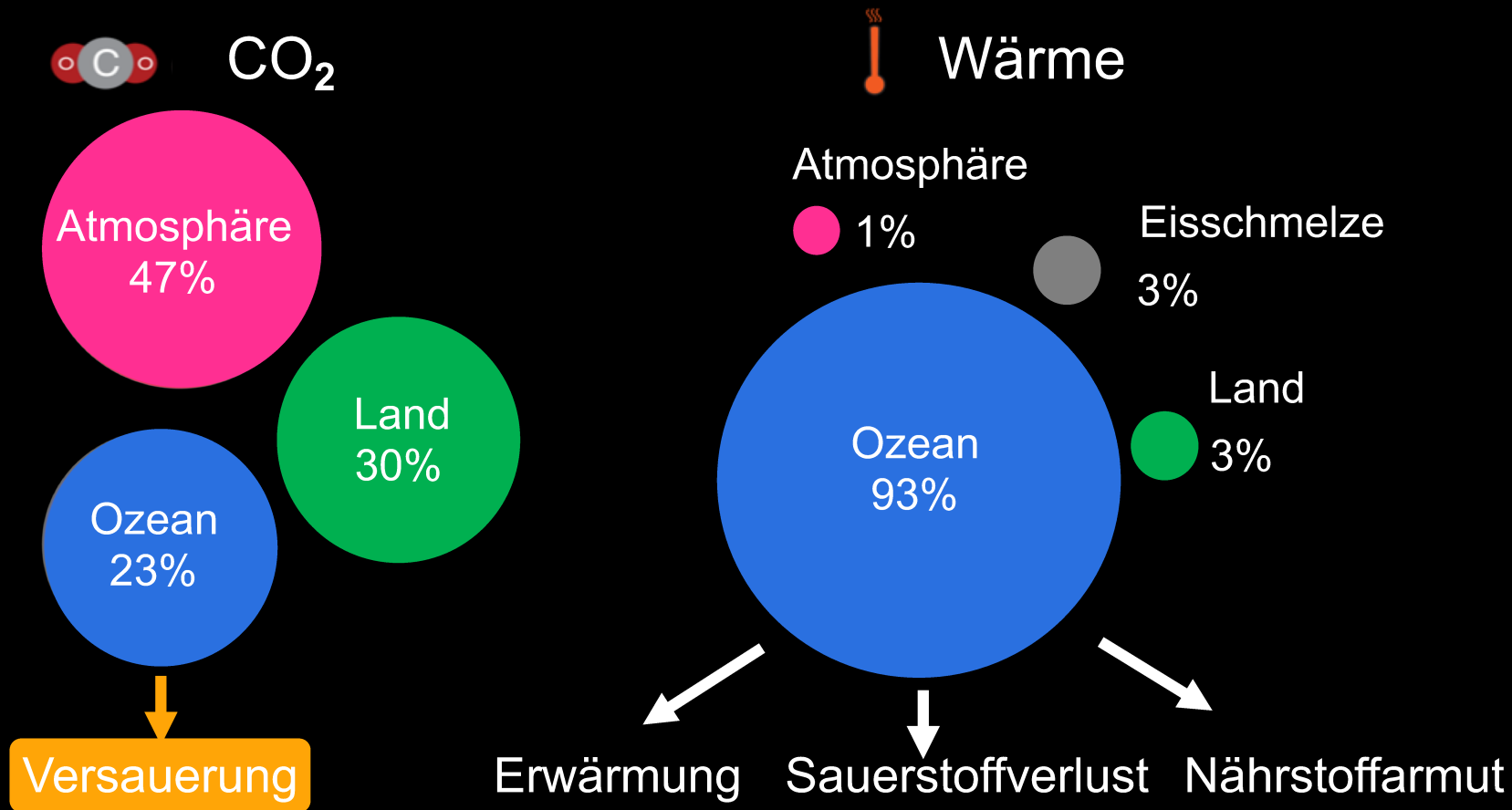


Beobachtungen zeigen keinen klaren Trend

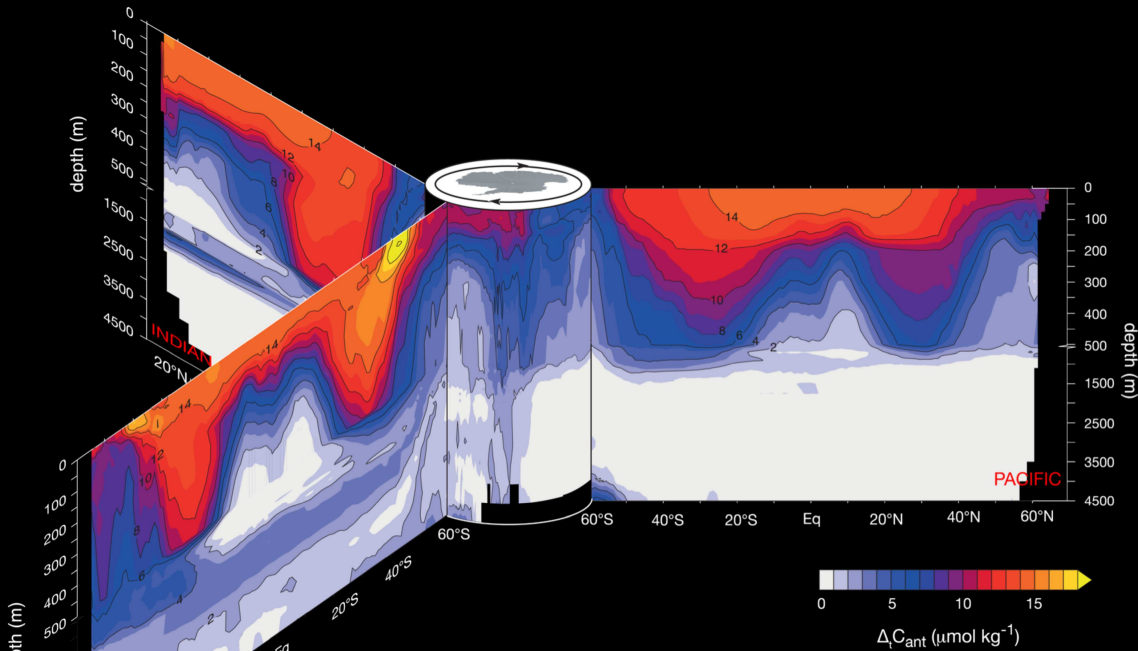


Behrenfeld et al. (2006, Nature)

Der Ozean verlangsamt die Erwärmung, aber...



Anthropogenes CO₂ im Ozean



- Kumulierte Aufnahme von anthropogenen CO₂ 1750-2016: 160 GtC ± 20 GtC
- Führt zu einer Reduktion von 83 ppm in der atmosphärischen CO₂ Konzentration