



Universität Hamburg



KlimaCampus

Sommer, Sonne, Strand: Die Physik der Ozeane

Johanna Baehr

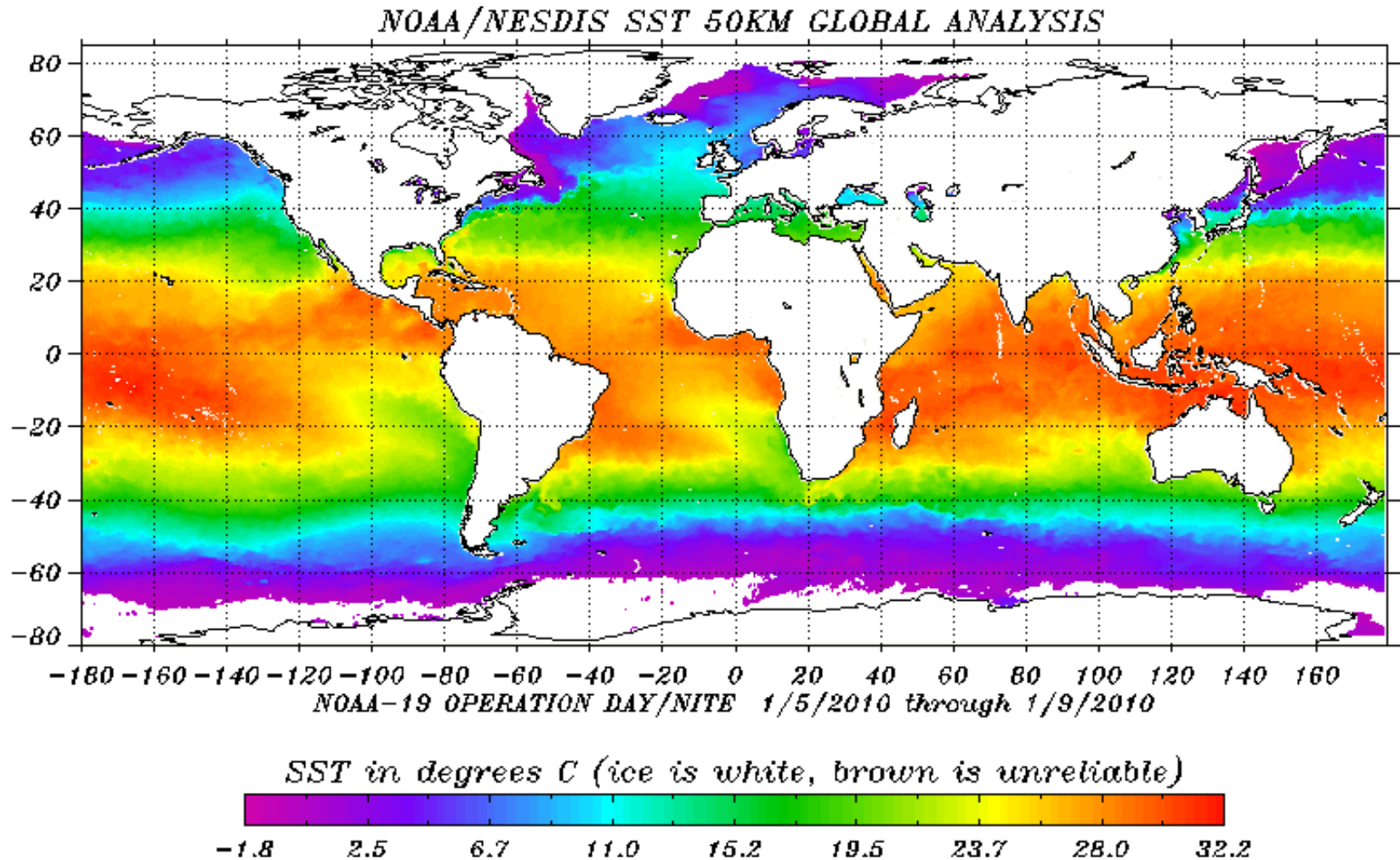
Institut für Meereskunde, KlimaCampus, Universität Hamburg

12. Januar 2009

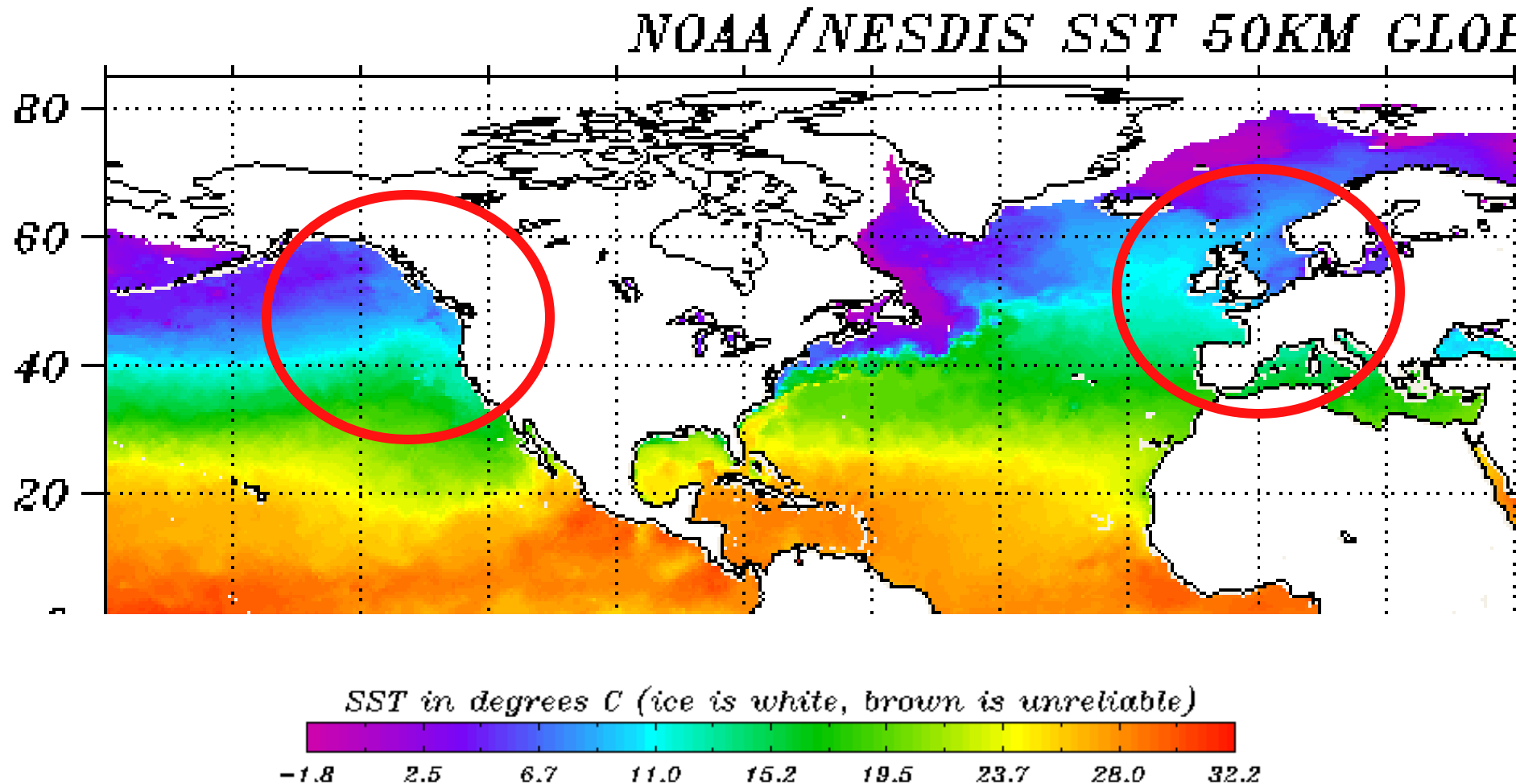
~~Sommer. Sonne. Strand:~~ Die Physik der Ozeane

= Bewegung des Wassers
OHNE Biologie

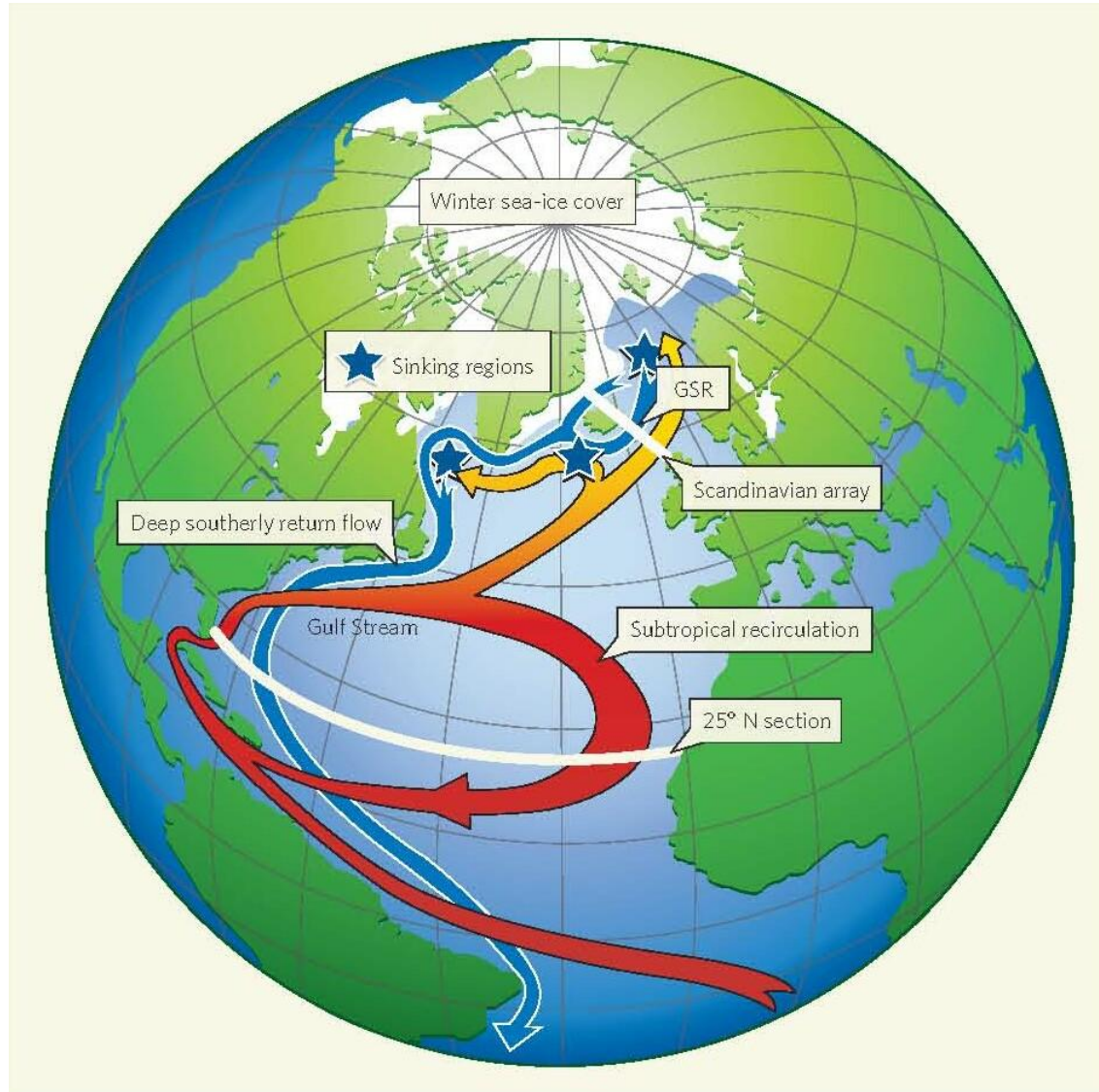
Oberflächentemperatur



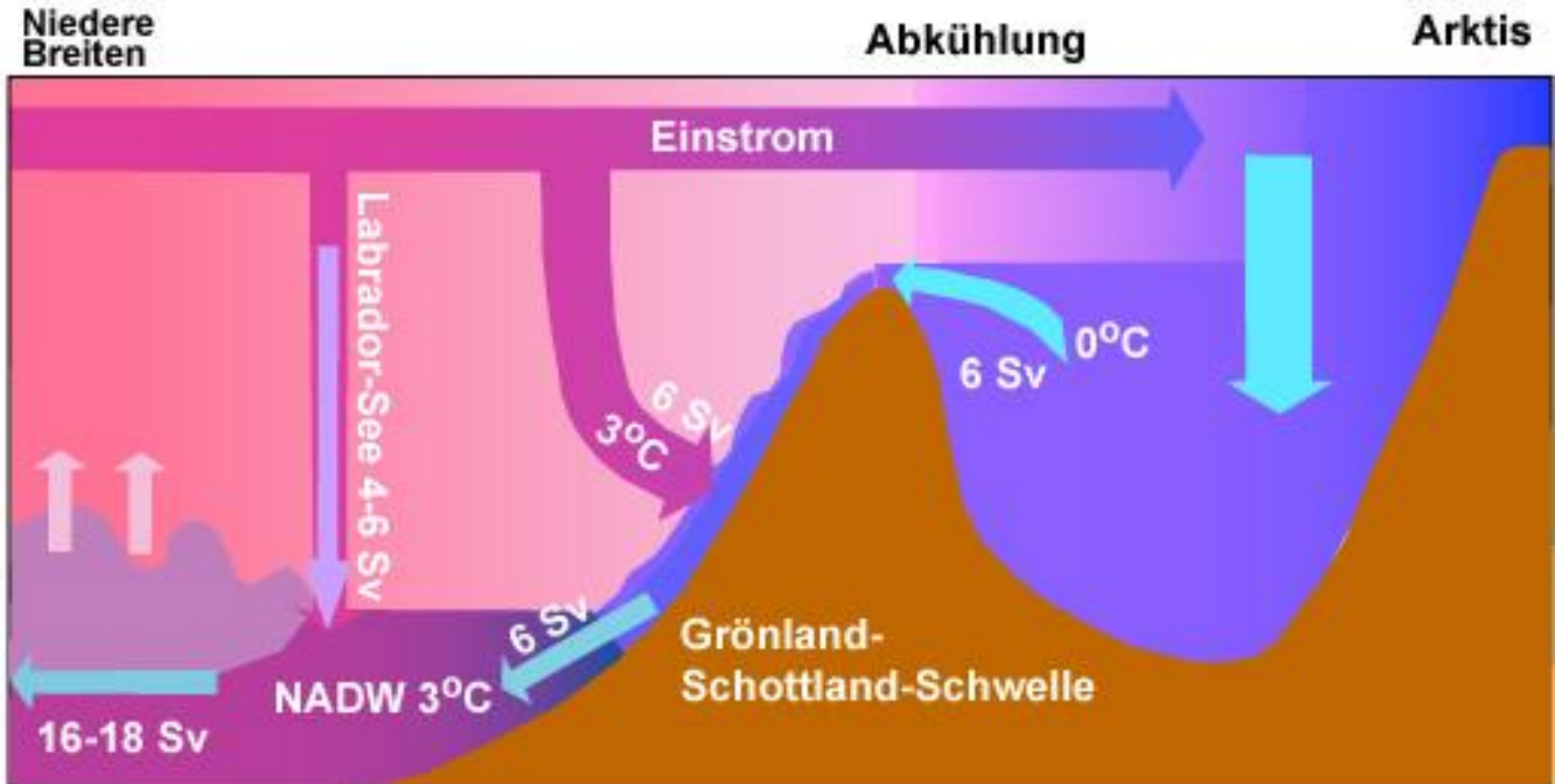
Oberflächentemperatur



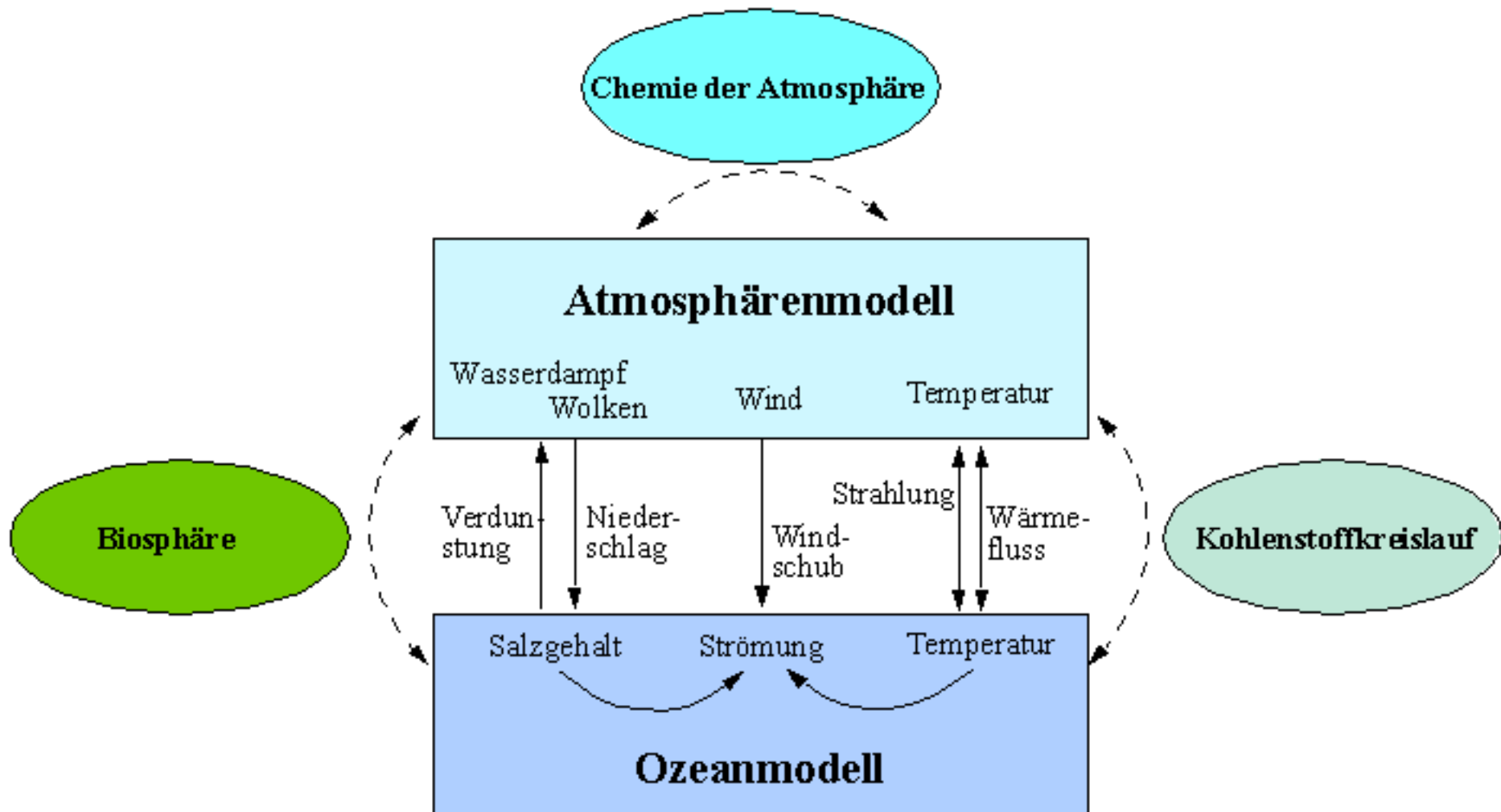
Nordatlantische Zirkulation



Nordatlantische Zirkulation

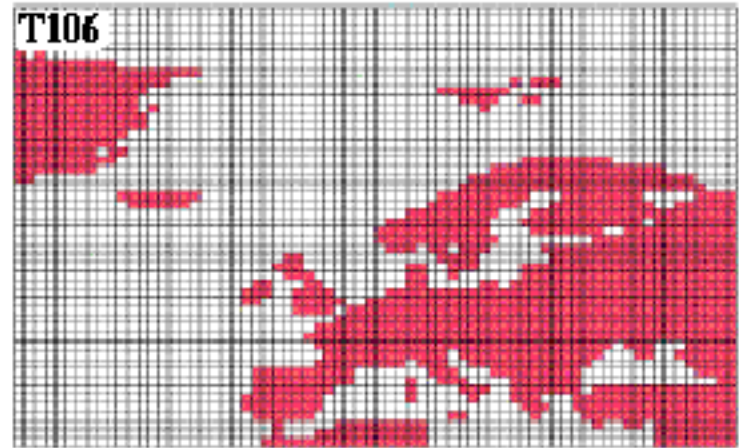
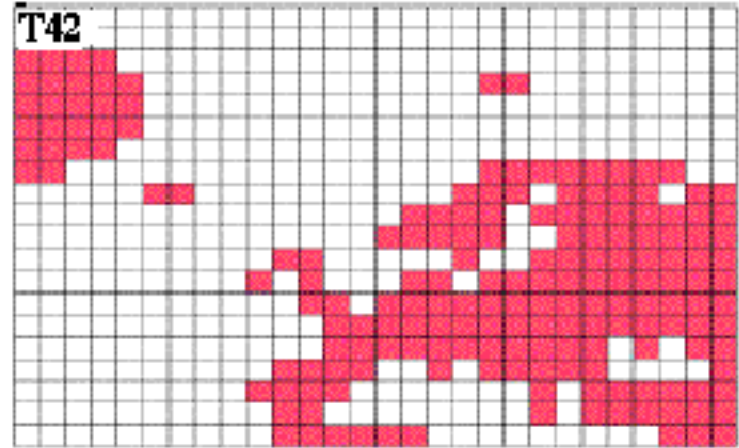
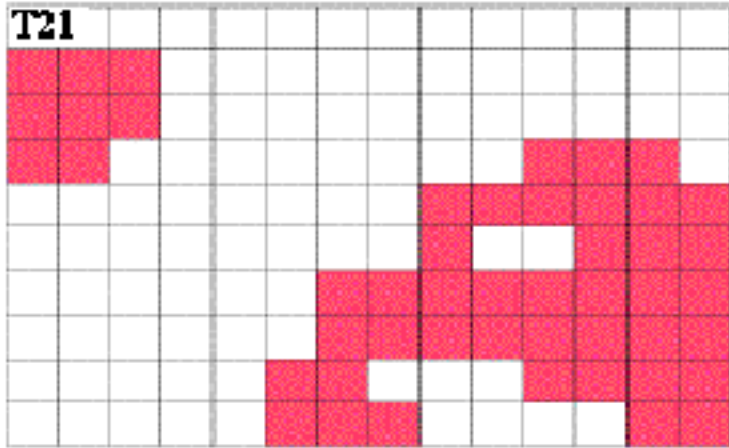


Klimamodell = Differentialgleichungen



Hamburger Bildungsserver (HBS),
http://www.hamburger-bildungsserver.de/index.php?site=themen_klima

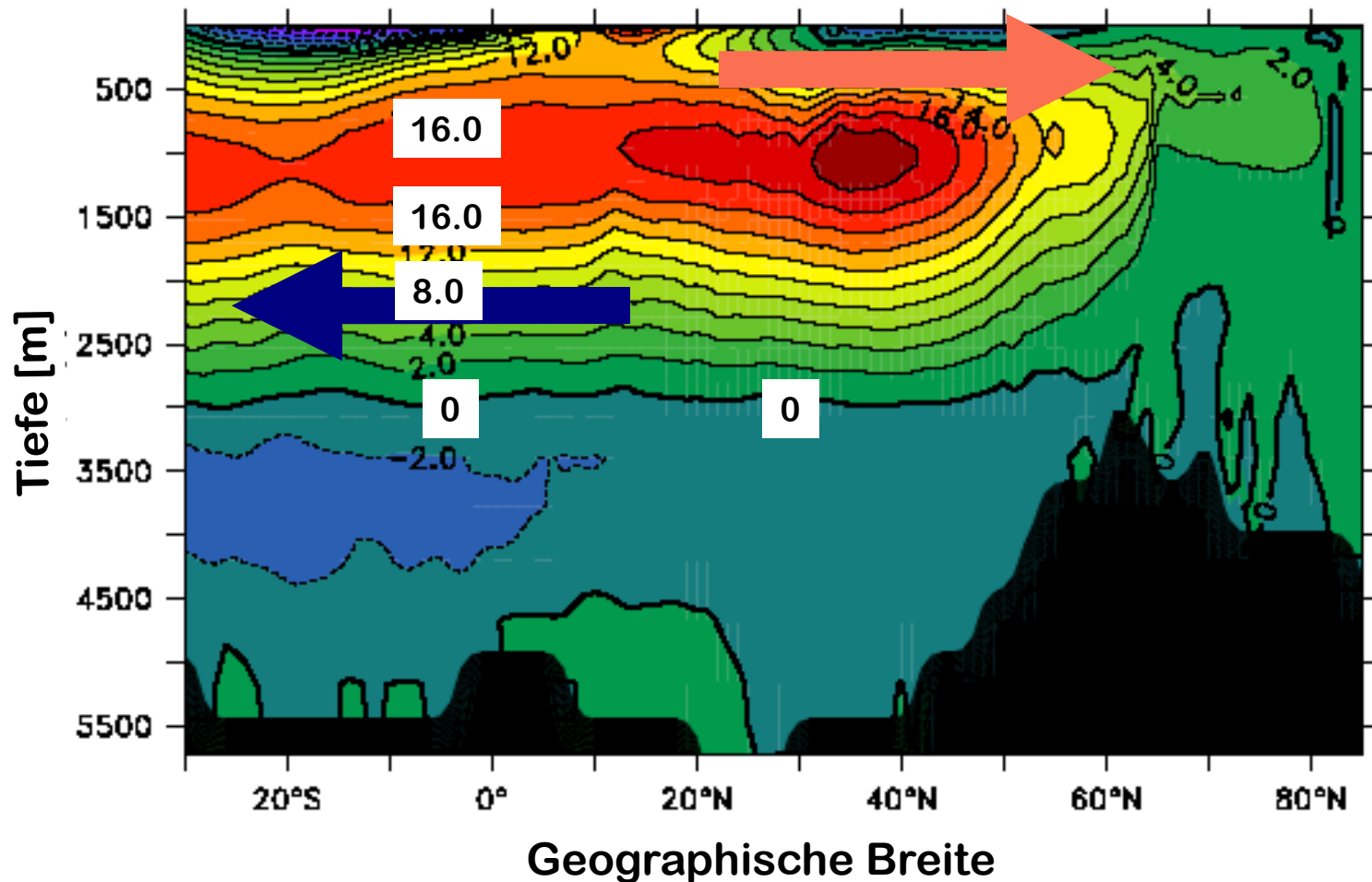
Klimamodell: unterschiedliche Auflösungen



Hamburger Bildungsserver (HBS),
http://www.hamburger-bildungsserver.de/index.php?site=themen_klima

http://www.hamburger-bildungsserver.de/index.php?site=themen_klima

Der Atlantik im Klimamodell



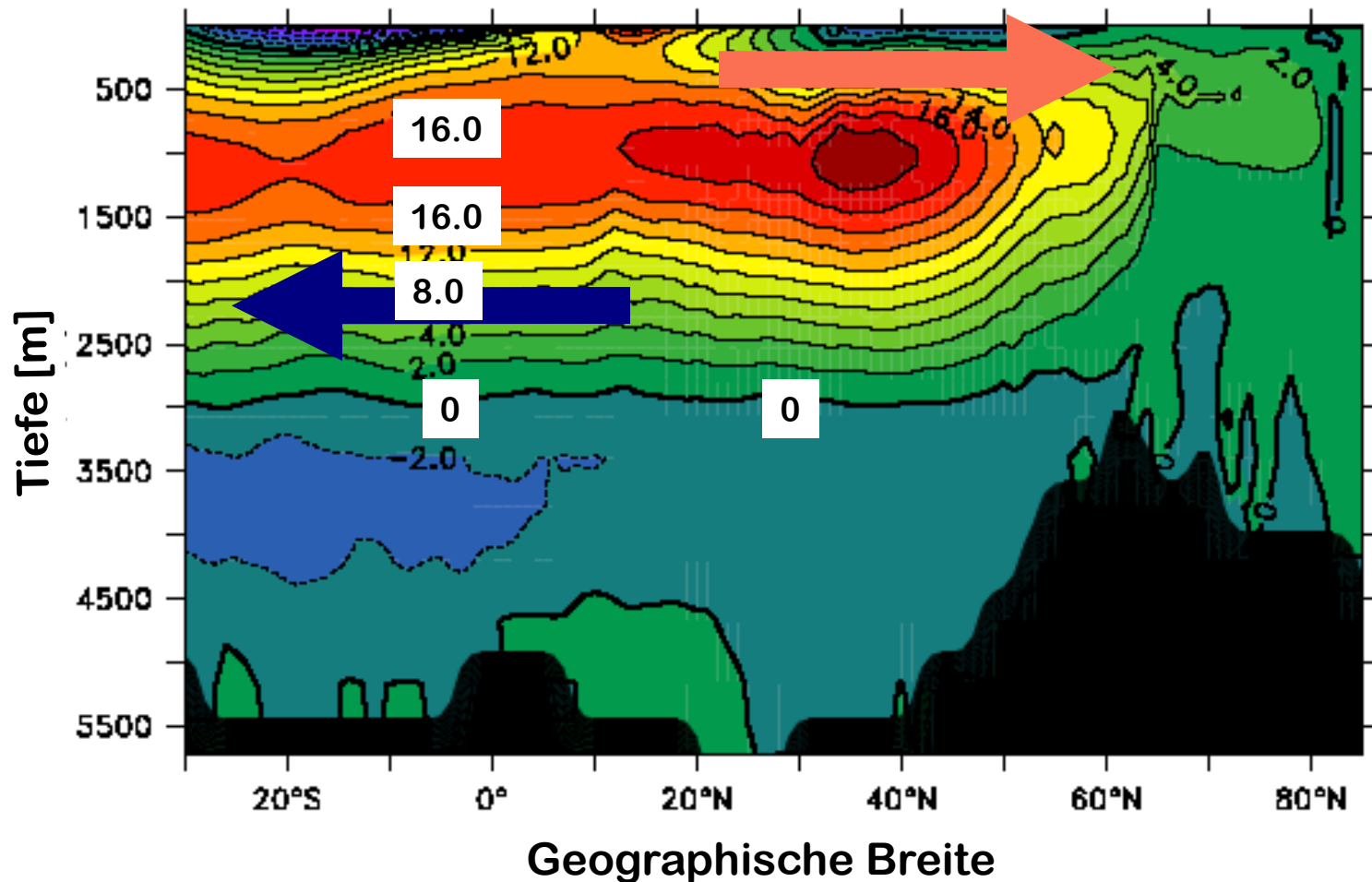
Umwälzrate: 15-20 Millionen m³ pro Sekunde [Sverdrup]

Meridional overturning circulation (MOC)

- MOC = polwärtiger Transport, vertikal und zonal (kummulativ) integriert
- Umwälzrate: 15-20 Millionen m³ pro Sekunde (Sverdrup),
1 Sverdrup = 10⁶ m³ s⁻¹

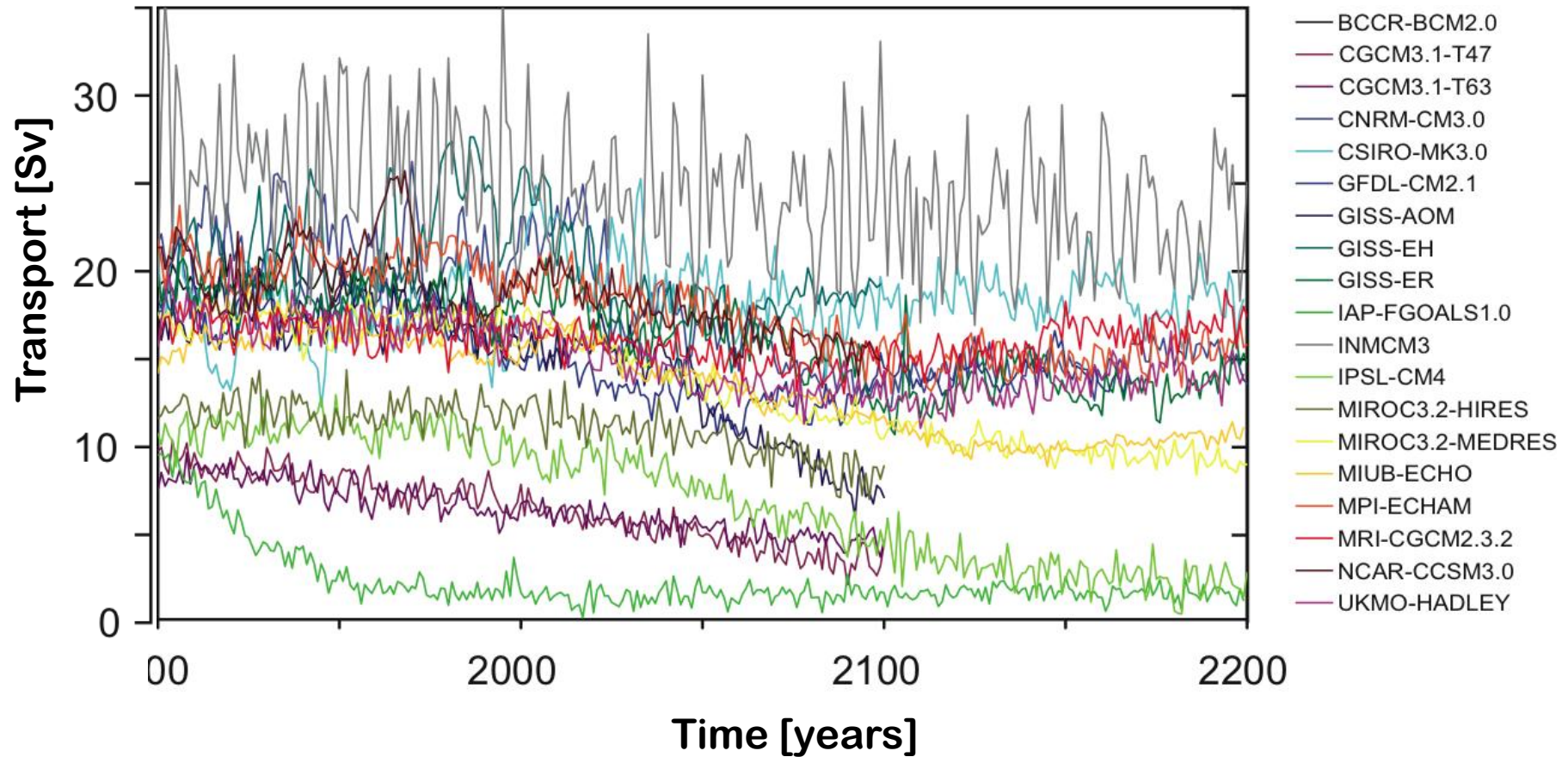
$$\Psi(y, z) = \int_{D(x,y)}^z \int_0^{L(y,z)} v(x, y, z) dx dz$$

Der Atlantik im Klimamodell



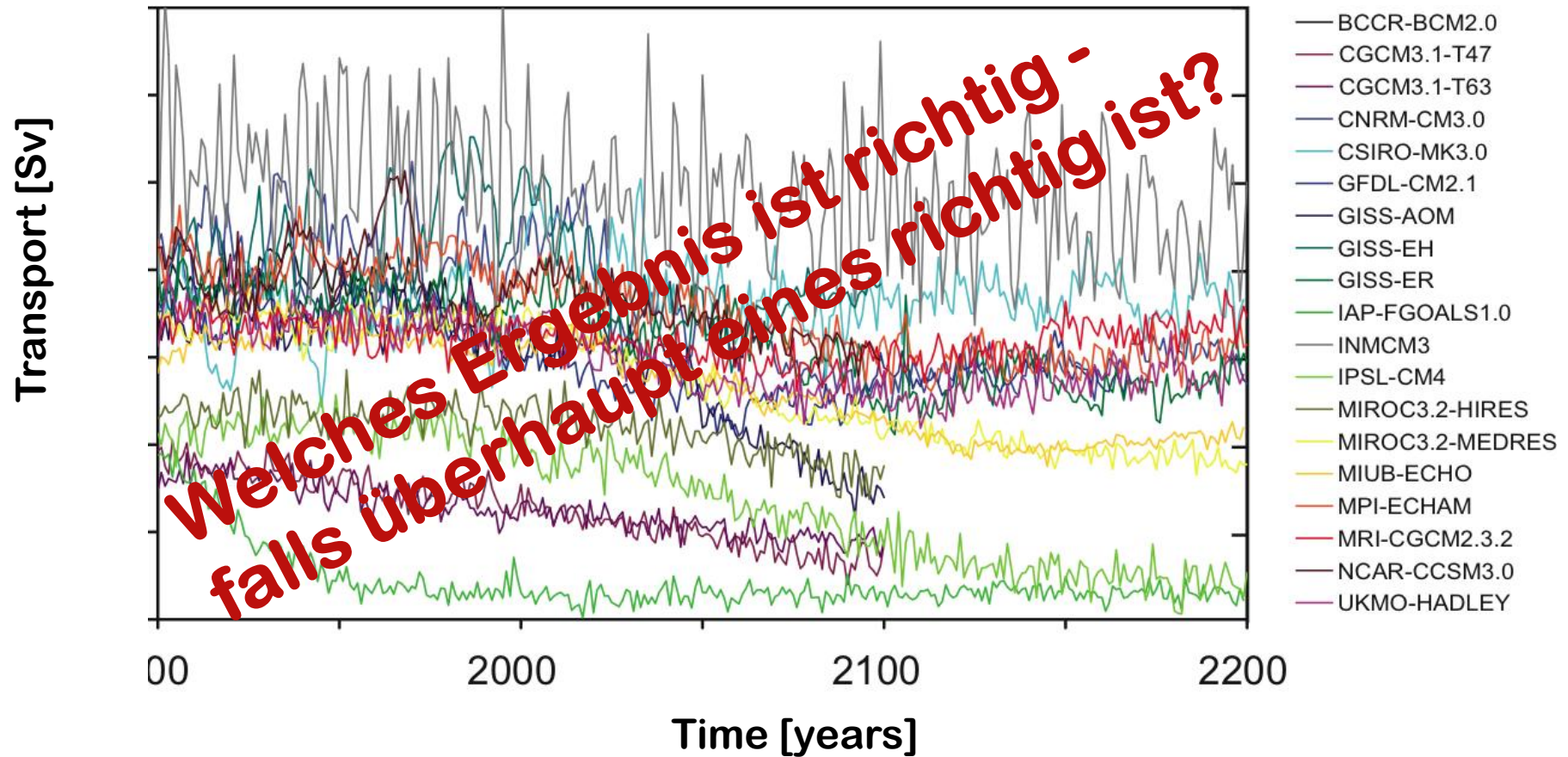
Umwälzrate: 15-20 Millionen m³ pro Sekunde [Sverdrup]

Simulationen mit verschiedenen Klimamodellen



IPCC AR4 (2007), Fig 10.15: <http://www.ipcc.ch/pdf/presentations/briefing-bonn-2008-06/physical-science-basis%20.pdf>

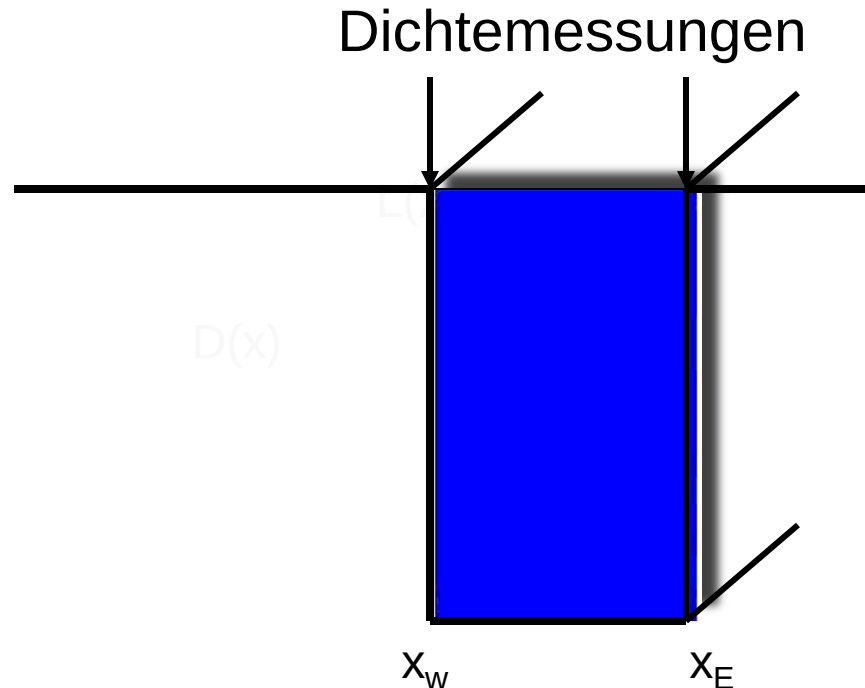
Simulationen mit verschiedenen Klimamodellen



IPCC AR4 (2007), Fig 10.15: <http://www.ipcc.ch/pdf/presentations/briefing-bonn-2008-06/physical-science-basis%20.pdf>

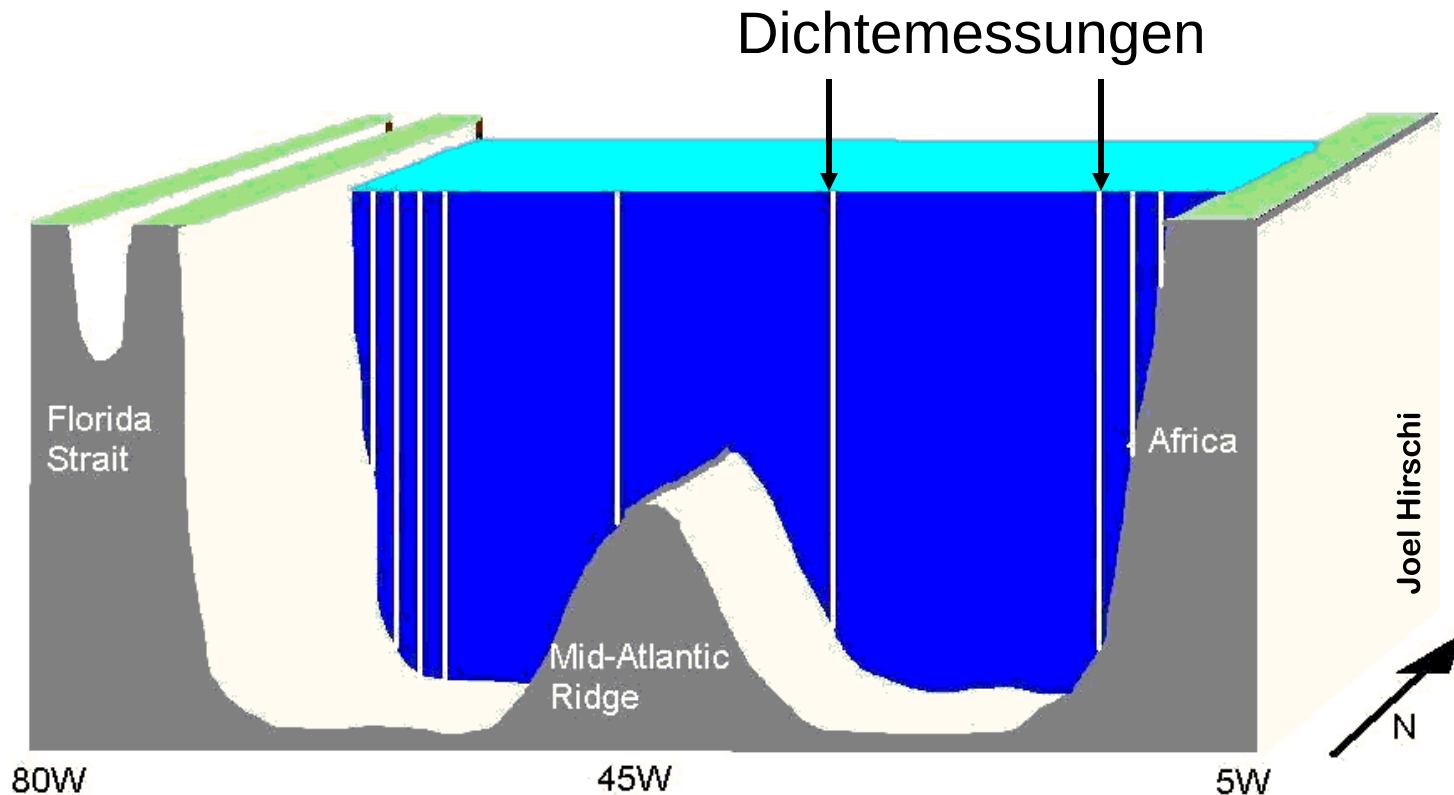
Dichtegradienten: Thermischer Wind

$$\Delta x \frac{\overline{\partial v(x, y, z)}}{\partial z} = -\frac{g}{\rho_0 f} (\rho(x_W, y, z) - \rho(x_E, y, z))$$



Dichtegradienten: Thermischer Wind

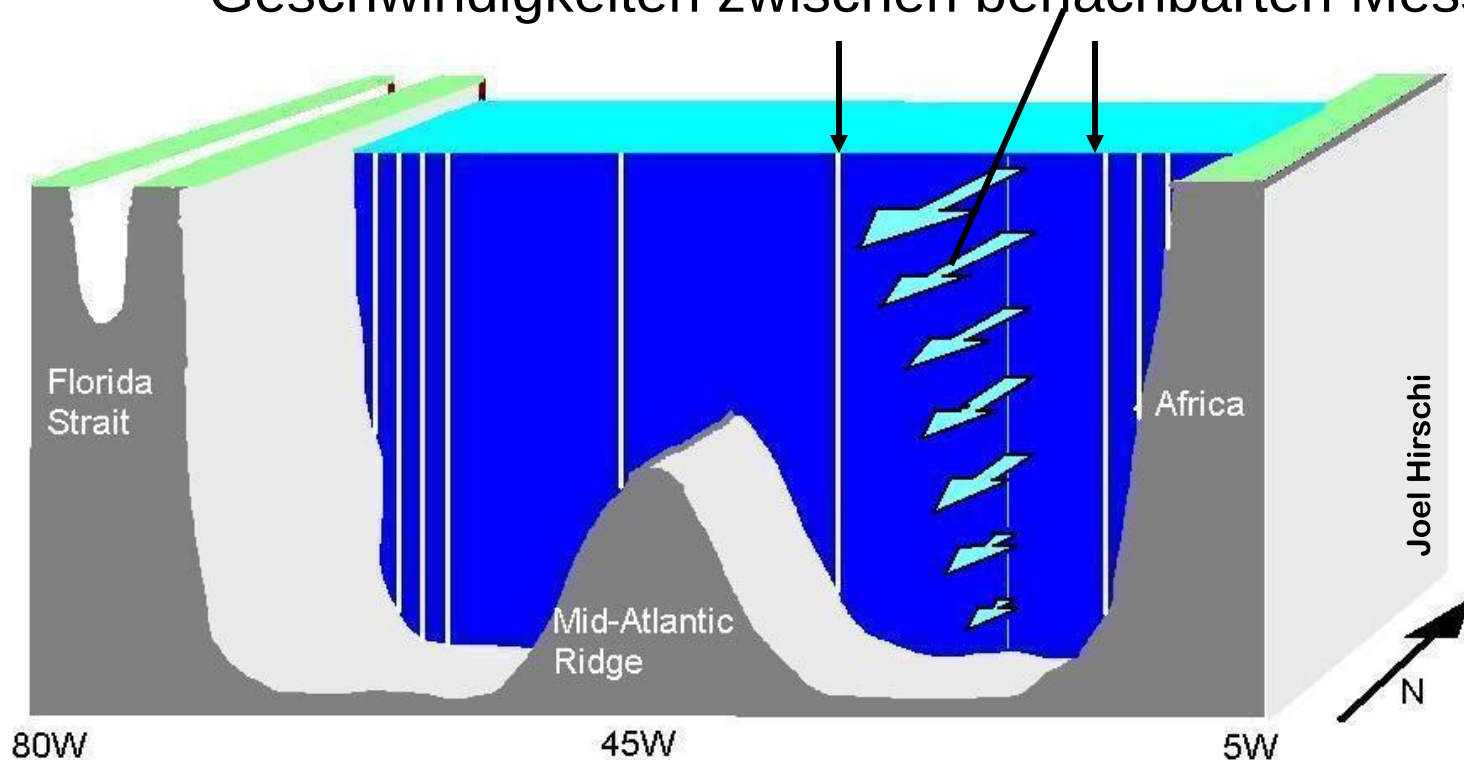
$$\Delta x \frac{\partial v(x, y, z)}{\partial z} = -\frac{g}{\rho_0 f} (\rho(x_W, y, z) - \rho(x_E, y, z))$$



Dichtegradienten: Thermischer Wind

$$\Delta x \frac{\partial v(x, y, z)}{\partial z} = -\frac{g}{\rho_0 f} (\rho(x_W, y, z) - \rho(x_E, y, z))$$

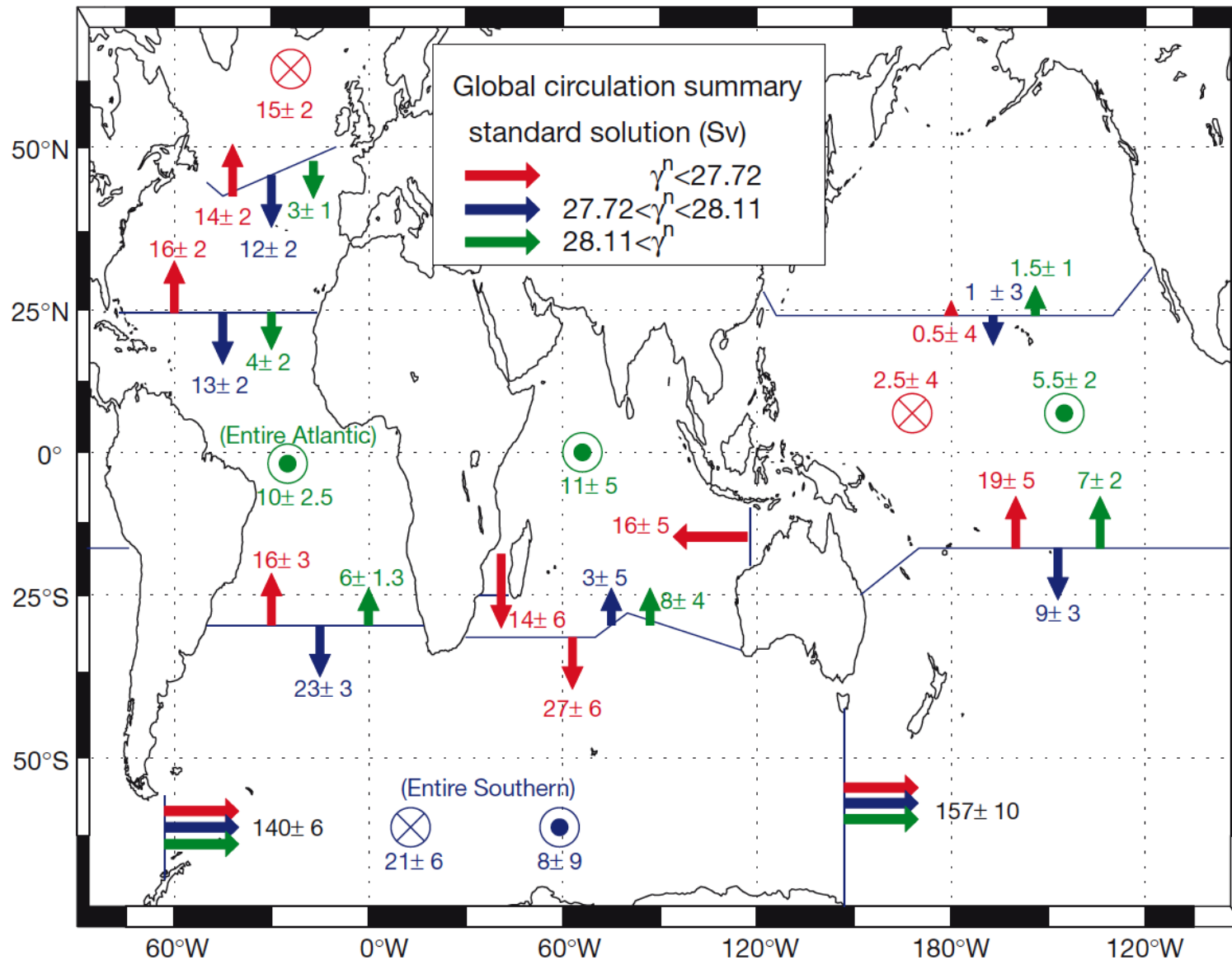
Geschwindigkeiten zwischen benachbarten Messungen



A row of small, decorated white cups on a wooden deck, with a larger white cup behind them. The cups feature various designs, including text like "0.80", "0.95", "AMP", "3 m", and "HARRY W", as well as drawings of a heart, a sailboat, a palm tree, and two cartoon faces. The background shows the white hull of a boat with some rust.



Beobachtete Atlantikzirkulation



Beobachtete Atlantikzirkulation bei 26N

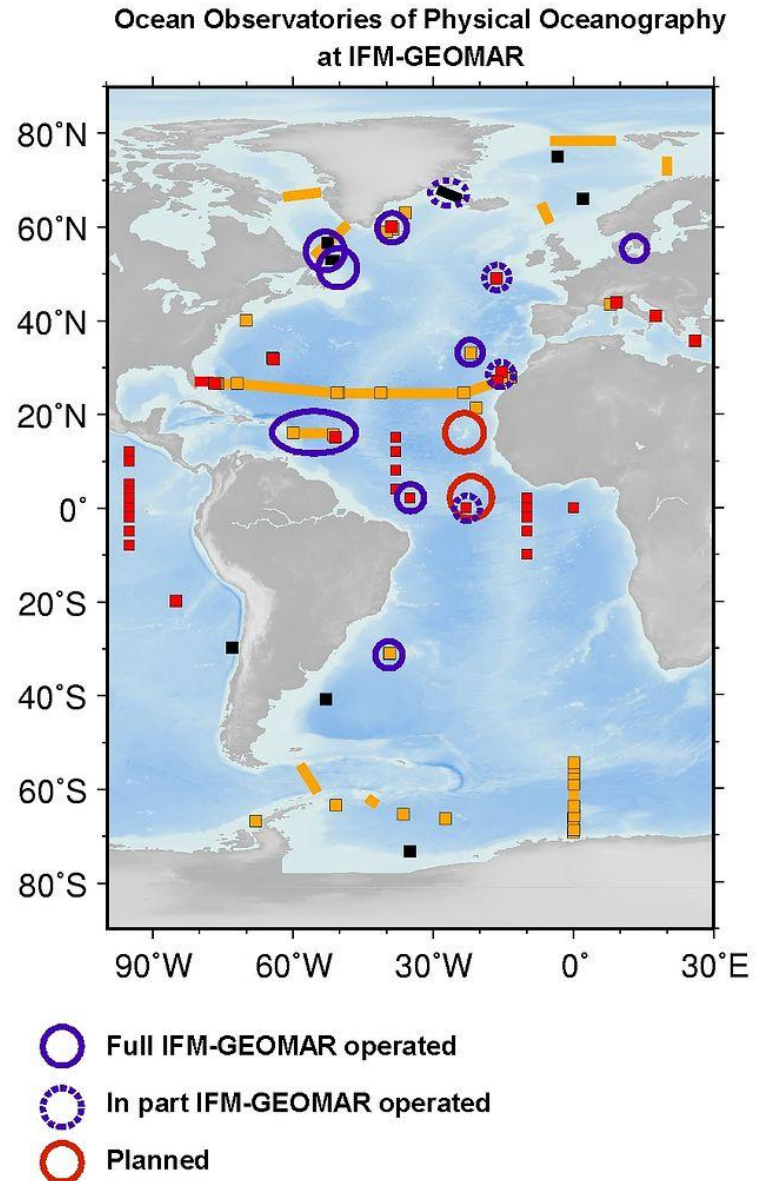
Bryden et al. (2005): Abschwächung der MOC um 30%,
2004 relativ zu 1957 (und 1992)

	1957	1981	1992	1998	2004
Shallower than 1,000 m depth					
Gulf Stream and Ekman	+35.6	+35.6	+35.6	+37.6	+37.6
Mid-ocean geostrophic	−12.7	−16.9	−16.2	−21.5	−22.8
Total shallower than 1,000 m	+22.9	+18.7	+19.4	+16.1	+14.8
1,000–3,000 m	−10.5	−9.0	−10.2	−12.2	−10.4
3,000–5,000 m	−14.8	−11.8	−10.4	−6.1	−6.9
Deeper than 5,000 m	+2.4	+2.1	+1.2	+2.2	+2.5

Weitere Beobachtungen

Keine Änderungen in den Randströmen (BARINGER & LARSEN, 2001) und im subpolaren Wirbel (SCHOTT ET AL., 2006) beobachtet.

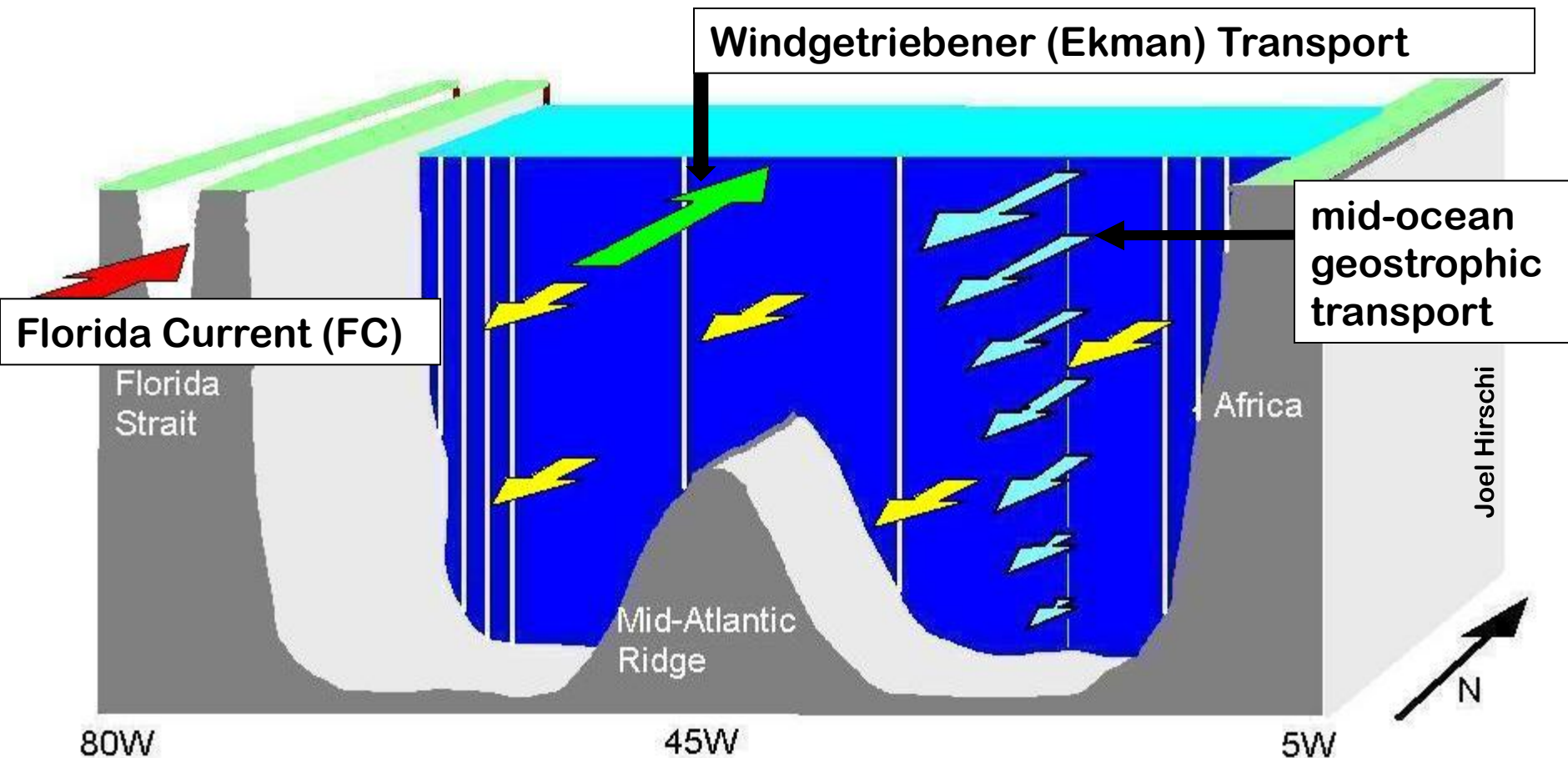
Keine Abkühlung über dem Nordost-Atlantik beobachtet. Erwartung: 1°C bei 30% MOC Abschwächung (R. WOOD IN KERR, 2005).



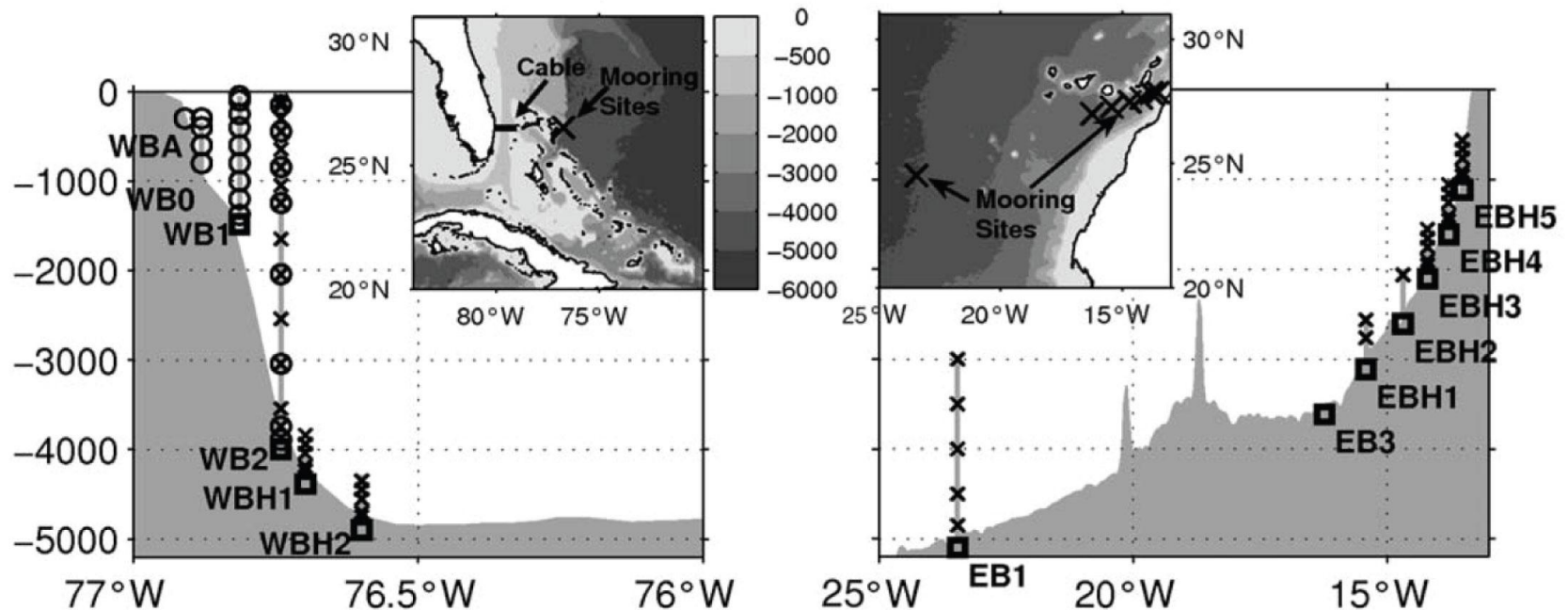
UK/US RAPID MOC Beobachtungen bei 26N

- MOC als Summe von 3 beobachtbaren Komponenten:

MOC = Ekman + FC + mid-ocean korrigiert zur Massenbilanzerhaltung

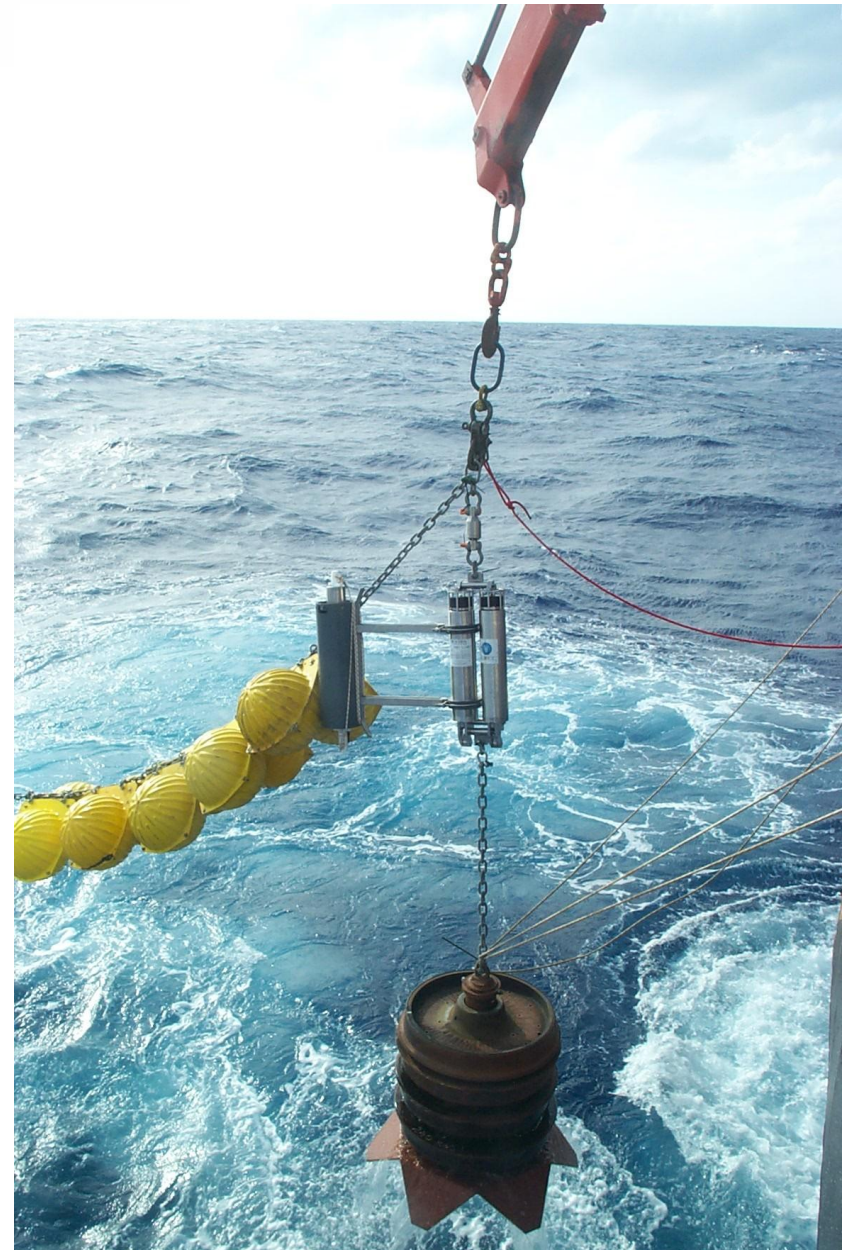
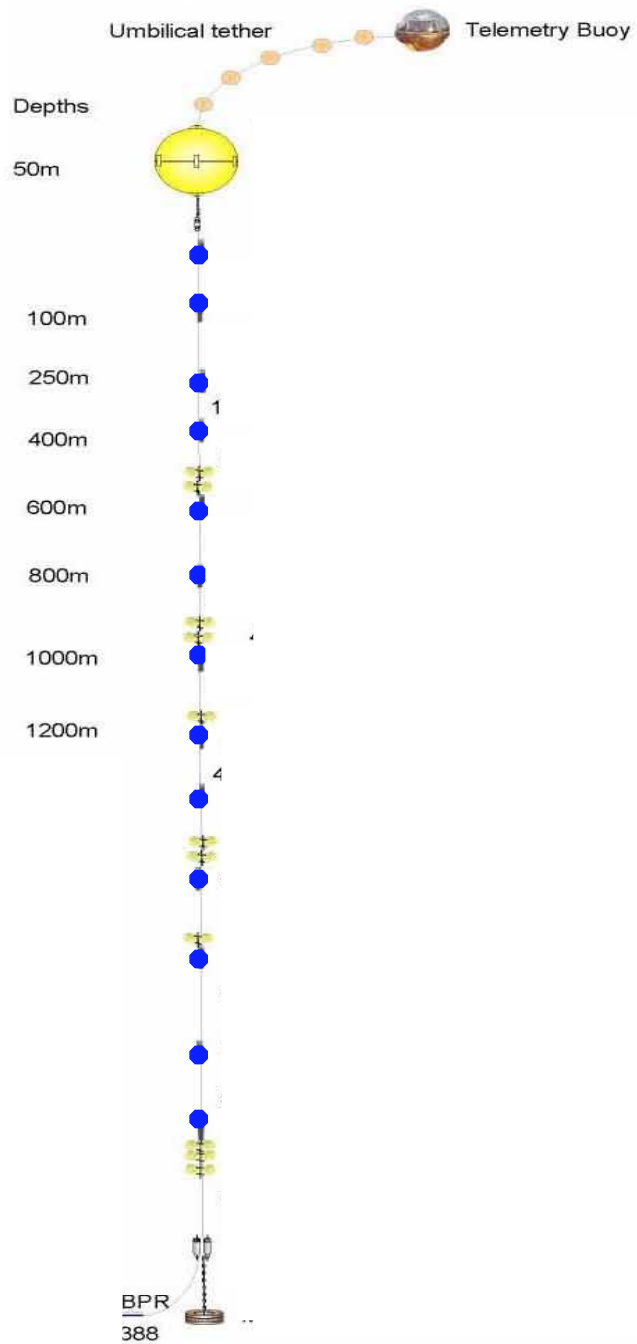


RAPID 26N array



- Kontinuierliche Messungen seit 03/ 2004
- Florida Strassen Transport mittels alten Telefonkabel beobachtet (BARINGER & LARSEN, 2001)
- Wind stress vom Satelliten QuickScat

Figure 13: Mooring Diagram of EB3

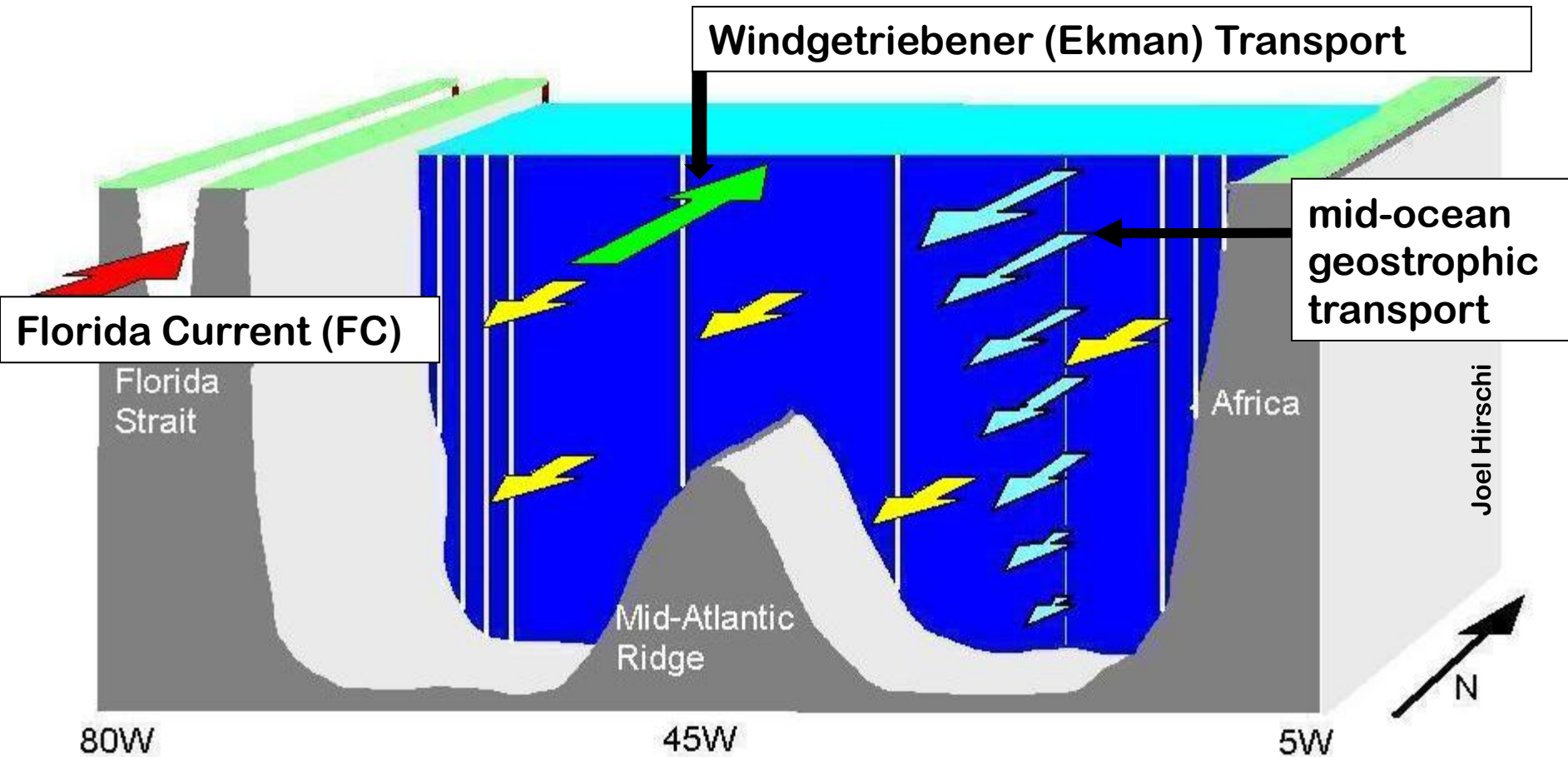


RAPID 26.5N EB3 - At Sea

UK/US RAPID MOC Beobachtungen bei 26N

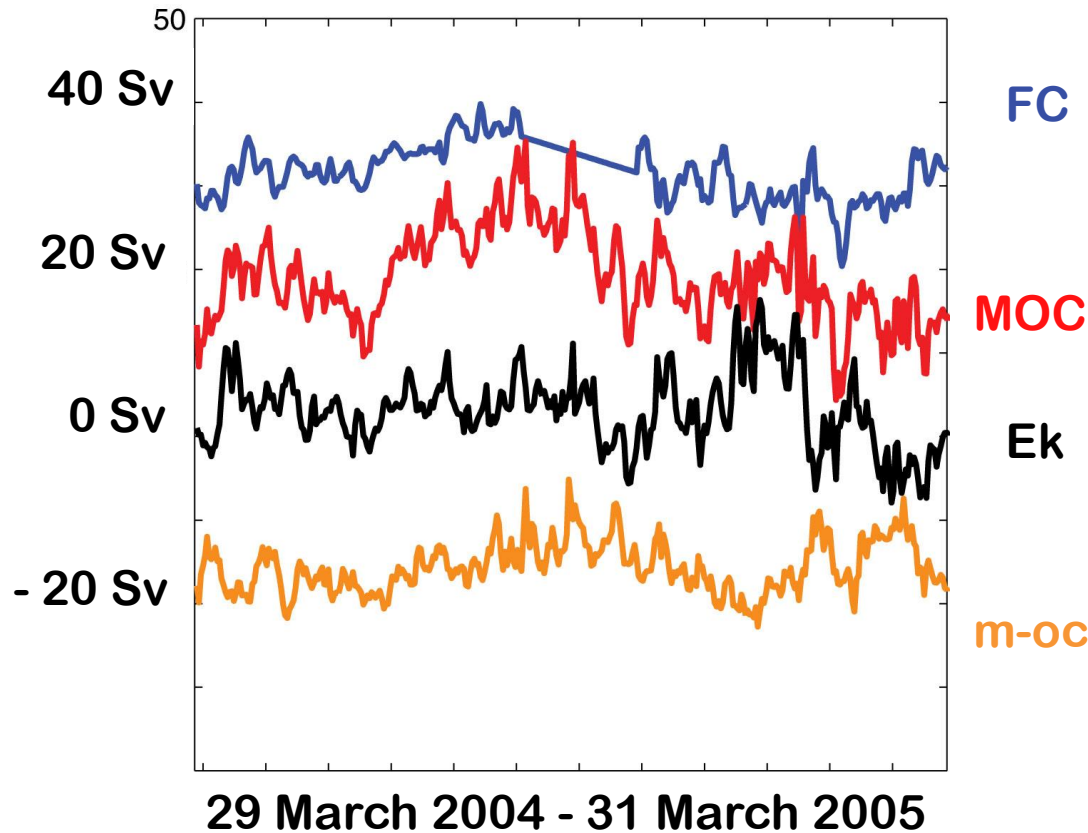
- MOC als Summe von 3 beobachtbaren Komponenten:

MOC = Ekman + FC + mid-ocean korrigiert zur Massenbilanzerhaltung



RAPID 26N array: 1. Auslegeperiode

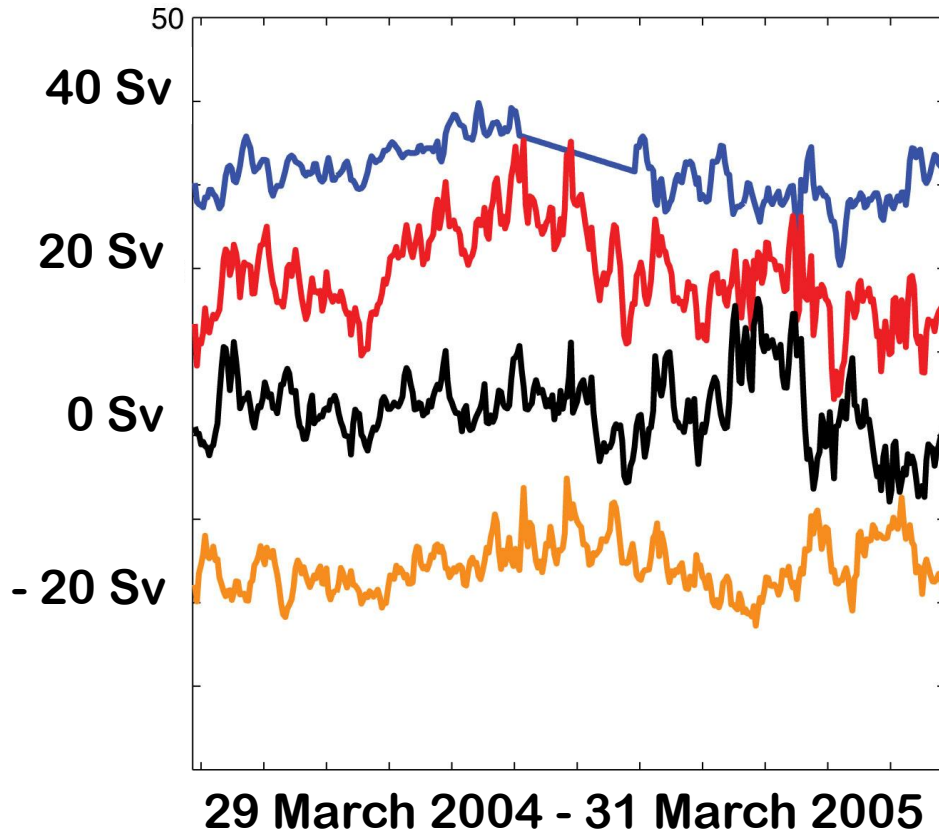
MOC = Ekman + **FC** + **mid-ocean**_{korrigiert}



Beobachtete vs simulierte MOC

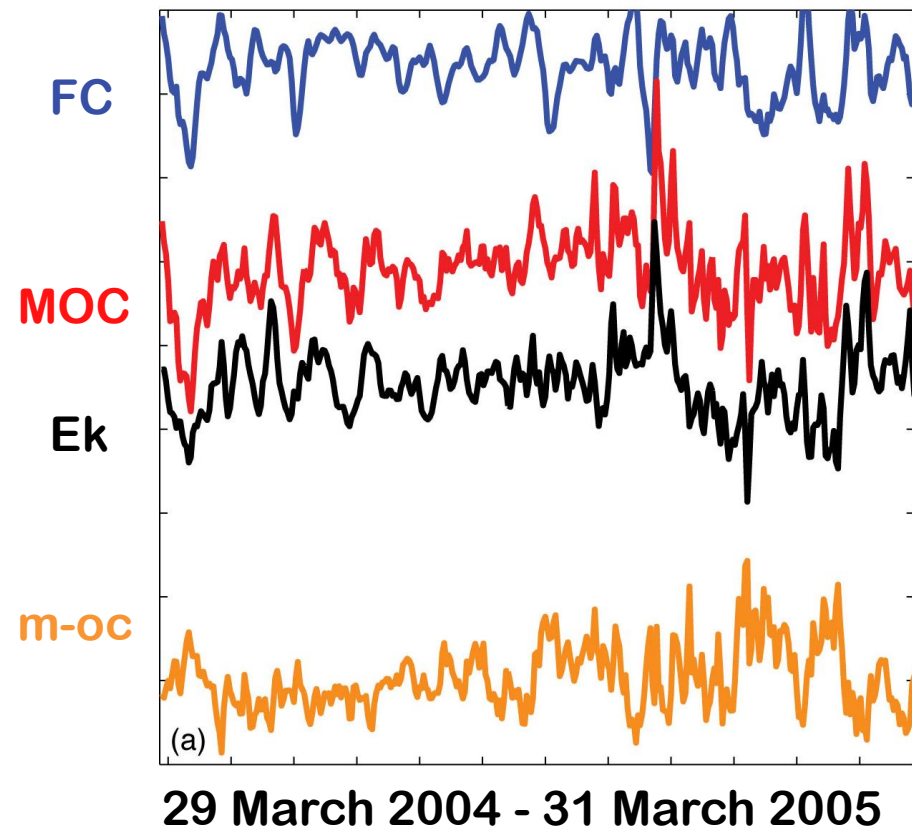
RAPID array
Beobachtungen

MOC = Ekman + **FC** + **mid-ocean**_{korrigiert}



ECHAM5/MPI-OM
gekoppeltes Modell

Mid-ocean = **MOC** - Ekman - **FC**



Ozeanographie = Physik der Ozeane

Prozesse im Ozean/ Meeresströmungen beschreiben und verstehen mit Hilfe von

- **Beobachtungen (vom Schiff, Verankerungen, Floats, Fernerkundung, ...),**
- **Modellen (einfache Boxmodelle, ..., gekoppelte Klimamodelle),**
- **Theorie**
- **auf unterschiedlichen räumlichen Skalen (lokale Prozesse, ..., Ozeanbecken),**
- **auf unterschiedlichen Zeitskalen (windgetriebene Strömungen, ..., Klimavariabilität)**
- **Schnittstellen: Meteorologie, Meereschemie, marine Geophysik, Biogeochemie, marine Biologie.**

Ozeanographiestudium in Hamburg

Bachelorstudiengang Geophysik & Ozeanographie

WS1 LP32	Einführung I V4, LP4	Mathematik 1 V4 + Ü2, LP 8	Physik 1 (ExpPhys+TheorPhys) V7+Ü3, LP 12		Physikalisches Praktikum P5, LP 6	
SS1 LP28	Einführung II V4, LP4	Mathematik 2 V4 + Ü2, LP8	Physik 2 (ExpPhys+TheorPhys) V7 + Ü3, LP 12)		Physikalisches Praktikum P5, LP 6	
WS2 LP30	Fluiddynamik V3+Ü2,LP7	Datenverarbeitung & Programmierung in den Geowissenschaften V2+Ü4, LP7	G: Wellen und Signale V2+Ü1, LP4 O: Messmethoden & Fernerkundung, V2+Ü1, LP4		Mathematik 3 V4 + Ü2, LP 8	Phys. Prakt. LP 4
SS2 LP30	Zeitreihenanalyse V2+Ü2, LP6	Berufs- und Seepraktikum S2+P5, LP8	Numerische Methoden in den Geowissenschaften V2+Ü1, LP4	WissArb (V2) LP3	G: Angewandte Geophysik I V2+Ü2, LP6 O: Regionale Ozeanographie V2+Ü2, LP6	Wahlfach (V2),LP3
WS3 LP30	Seminar S2 LP3	G: Geophysikalische Messübung Ü5, LP6 O: Ozeanische Messübung Ü5, LP6	G: Angewandte Geophysik II V2+Ü2, LP6 O: Modellierung V2+Ü2, LP6	G: Spez I (Interpretation) V2, LP3 O: Küste- & Schelfmeer V2 LP3	G: Spez II (GIS) V2, LP3 O: Gezeiten V2, LP3	Wahlfach (V6), LP9
SS3 LP30	Bachelor Arbeit LP12	G: Seismologie V2+Ü2, LP6 O: Dynamische Ozeanographie V2+Ü2, LP6		G: Geodyn&Geothermie V2+Ü2, LP6 O: Klima V2+Ü2, LP6		Wahlfach (V4), LP6

Ozeanographiestudium in Hamburg

- Aufnahmevoraussetzung: Abitur
- erstes Studienjahr: nahezu identisch mit Physik- oder Meteorologiestudium
- zweites Studienjahr: See- und Berufspraktikum und fachspezifische Vertiefungen, die für beide Disziplinen Geophysik und Ozeanographie wichtig sind.
- drittes Studienjahr: Großteil der Spezialisierung in entweder Geophysik oder Ozeanographie, plus 6-wöchige Bachelor Abschlussarbeit.
- B.Sc.: 40-45 Studienanfänger pro Jahr. Kleine Lehrveranstaltungen und gute Betreuungsrelation.
- Im Anschluss MSc in Ozeanographie möglich (2 Jahre).

Berufsperspektiven

- Wissenschaft
- Ingenieurbüros,
- Forschungszentren,
- Behörden und öffentlicher Dienst,
- Non Profit Organisationen/ UN,
- Rückversicherungen,
- Auch Abwanderung in verwandte Industrie möglich
- Ausserdem Energie- und Ölindustrie (mehr Geophysik).

Warum Ozeanographie studieren?

Sie sind neugierig auf den Ozean und scheuen sich nicht vor

- **Mathematisch-physikalischer Denkweise,**
- **Programmiersprachen,**
- **Englisch.**

Ozeanographie bietet Ihnen:

- **Kleine und internationale Community (auch kleiner Studiengang),**
- **Thema mit gesellschaftlicher Relevanz,**
- **Vergleichsweise junge Wissenschaft.**

Oceanographers (at) work



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Johanna.Baehr@zmaw.de

Fachschaft Ozeanographie: ifm-fsr@lists.zmaw.de

www.ifm.uni-hamburg.de