



Eiszeit oder Treibhaus?

Meeresströmungen und globale Erwärmung

Dokumentation zum Vortrag

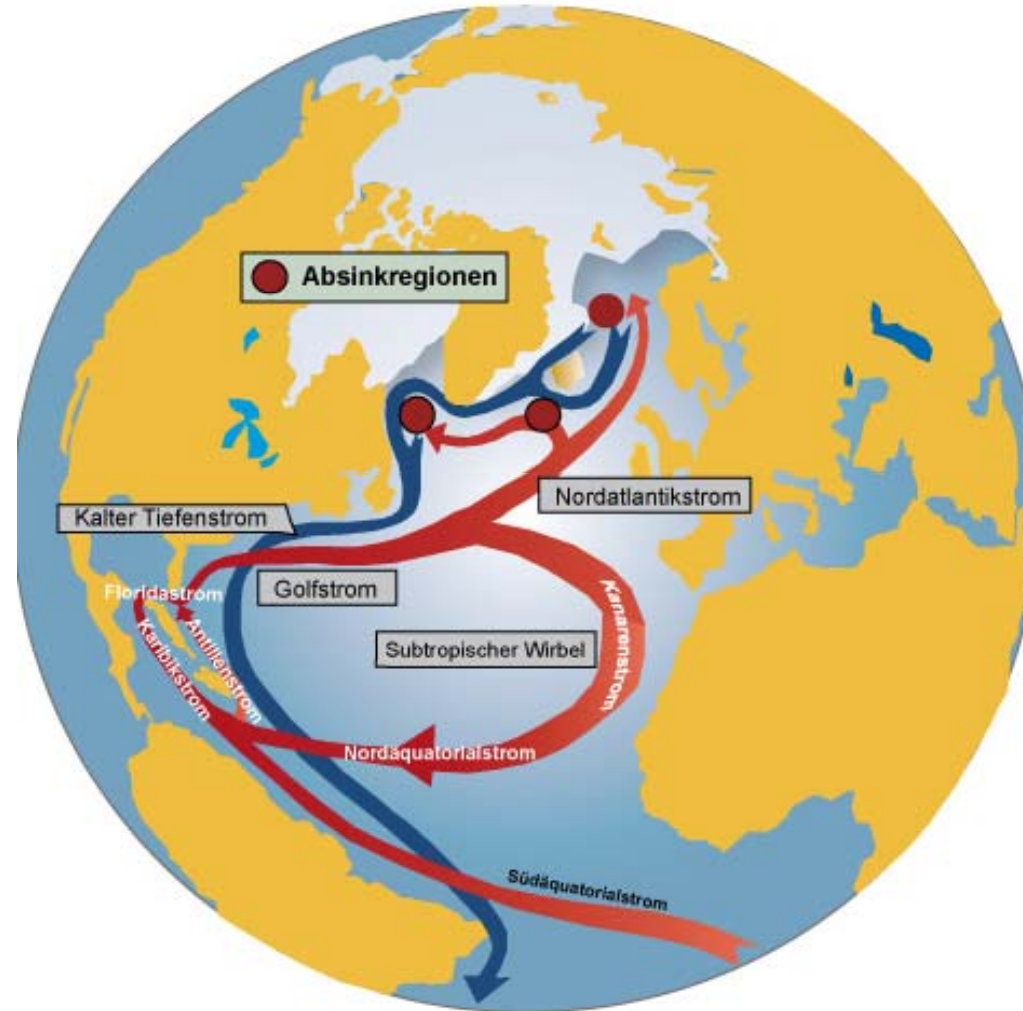
Referent: Prof. Dr. Jochem Marotzke

Max-Planck-Institut für Meteorologie

KlimaCampus, Hamburg

03.03.2010

Thermohaline Zirkulation (THZ) im Atlantik

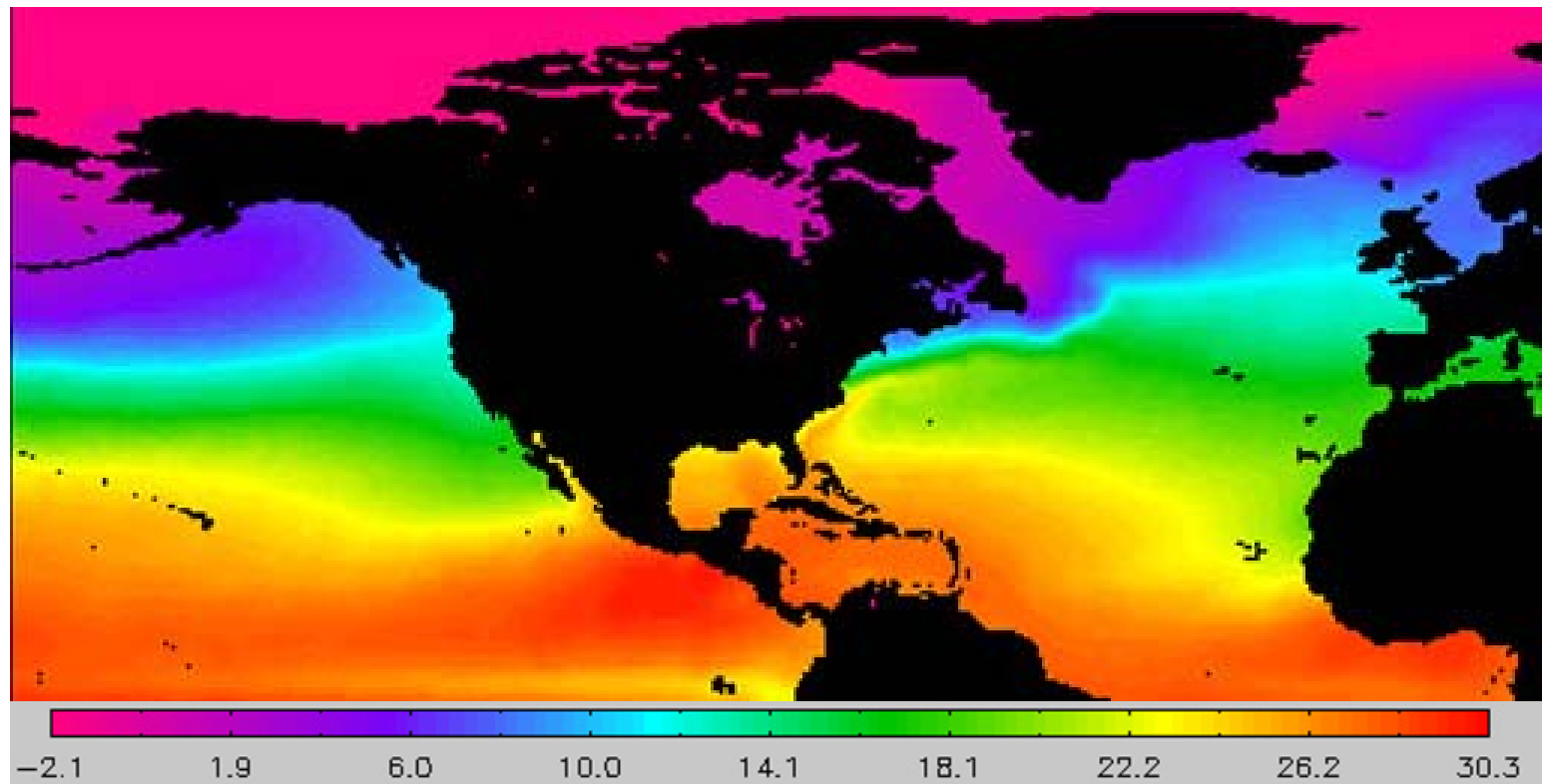


Quelle: Eigene Darstellung nach Detlef Quadfasel 2005

Thermohaline Zirkulation (THZ) im Atlantik

- Die thermohaline Zirkulation (THZ) im Nordatlantik ist Teil des weltumspannenden globalen Förderbandes, das durch alle drei Ozeane warme und kalte Wassermassen transportiert. Antriebskräfte dieser Zirkulation sind zum einen Winde, zum anderen durch Temperatur und Salzgehalt bedingte Unterschiede in der Dichte des Wassers.
- Im Nordatlantik spielen vor allem die Dichteunterschiede eine Rolle. Durch eine hohe Dichte sinken große Wassermassen im Norden ab und strömen in der Tiefe nach Süden. An der Oberfläche bewirkt das Absinken das Nachströmen von warmen Wassermassen von Süden, das den nordöstlichen Nordatlantik und damit Nordwesteuropa erwärmt. Der Golfstrom ist der südwestliche Teil dieses Systems, der nordöstliche ist der Nordatlantikstrom.

Temperatur Meeresoberfläche, Mai 2008



Temperatur Meeresoberfläche, Mai 2008

- Die Abbildung zeigt die Auswirkungen der thermohalinen Zirkulation auf die Meeresoberflächentemperatur in °C.
- So liegen die Temperaturen vor der Küste Schottlands um ca. 6 – 8 °C höher als die vor der Küste Südalaskas. Auch die Küstenregionen der südöstlichen USA profitieren deutlich von den warmen Wassermassen des Golfstroms.

Nomenklatur

Die in den Medien häufig gestellte Frage, ob durch den Klimawandel der Golfstrom abreißen könne, beruht auf einer falschen Begrifflichkeit. Es geht nicht um den Golfstrom, sondern um die thermohaline Zirkulation des Nordatlantikstroms.

→ Golfstrom:

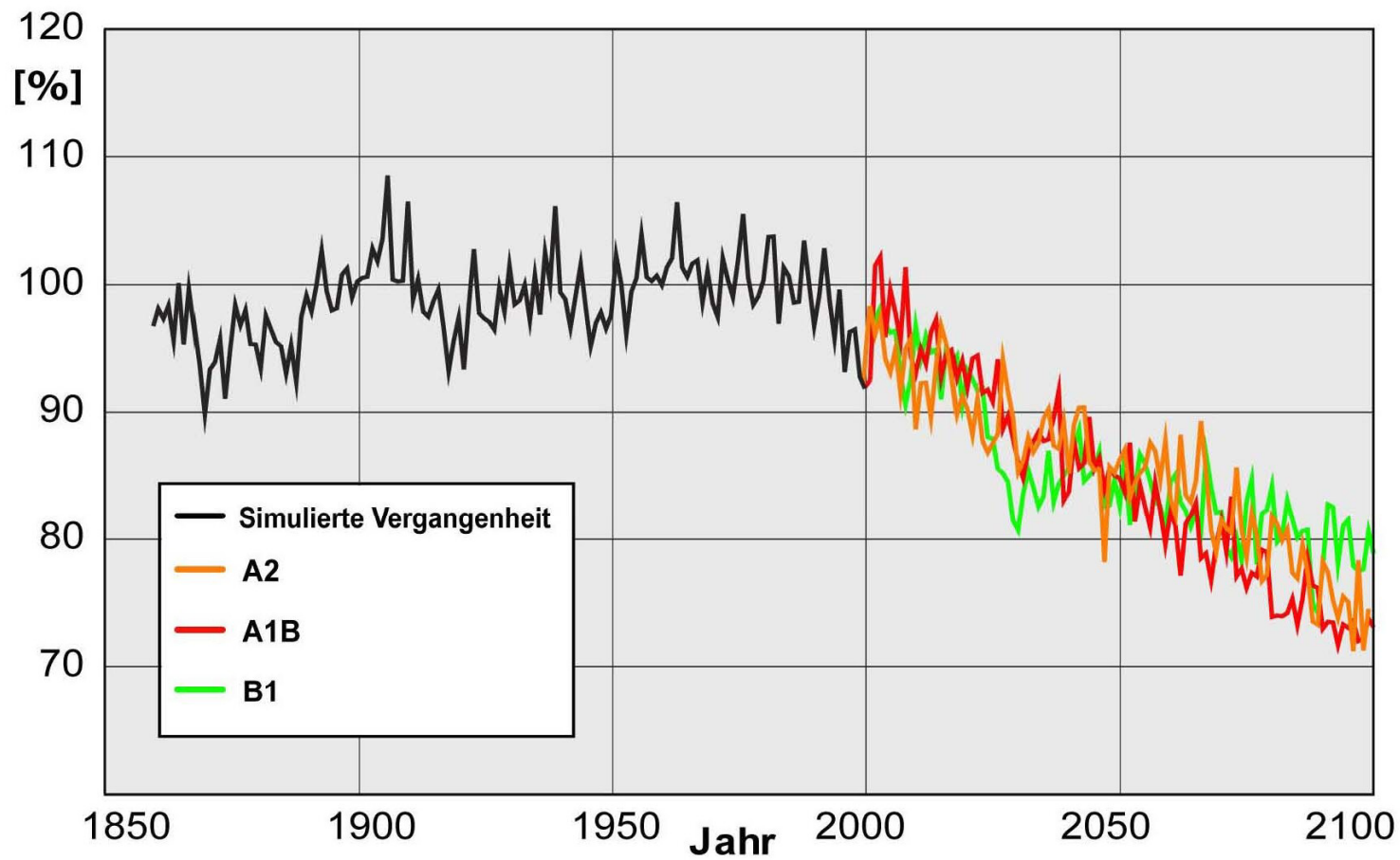
- Strahlstrom vor der amerikanischen Küste (Florida)
- Der Pazifik hat ein Gegenstück (Kuroshio)
- Der Golfstrom kann nicht abreißen, solange Winde wehen, die Kontinente bestehen und sich die Erde dreht

→ Thermohaline Zirkulation (THZ):

- Integrale Zirkulation, verknüpft mit Absinken in hohen Breiten
- Ausgeprägt im Nordatlantik, nicht vorhanden im Nordpazifik
- Kann im Prinzip abrupt abreißen und abrupte Klimaveränderungen hervorrufen

Die Unterscheidung ist wichtig, ansonsten gibt es Argumentationsschwierigkeiten bezüglich der Klimastabilität.

Simulierte Stärke der THZ im Atlantik (30*N)

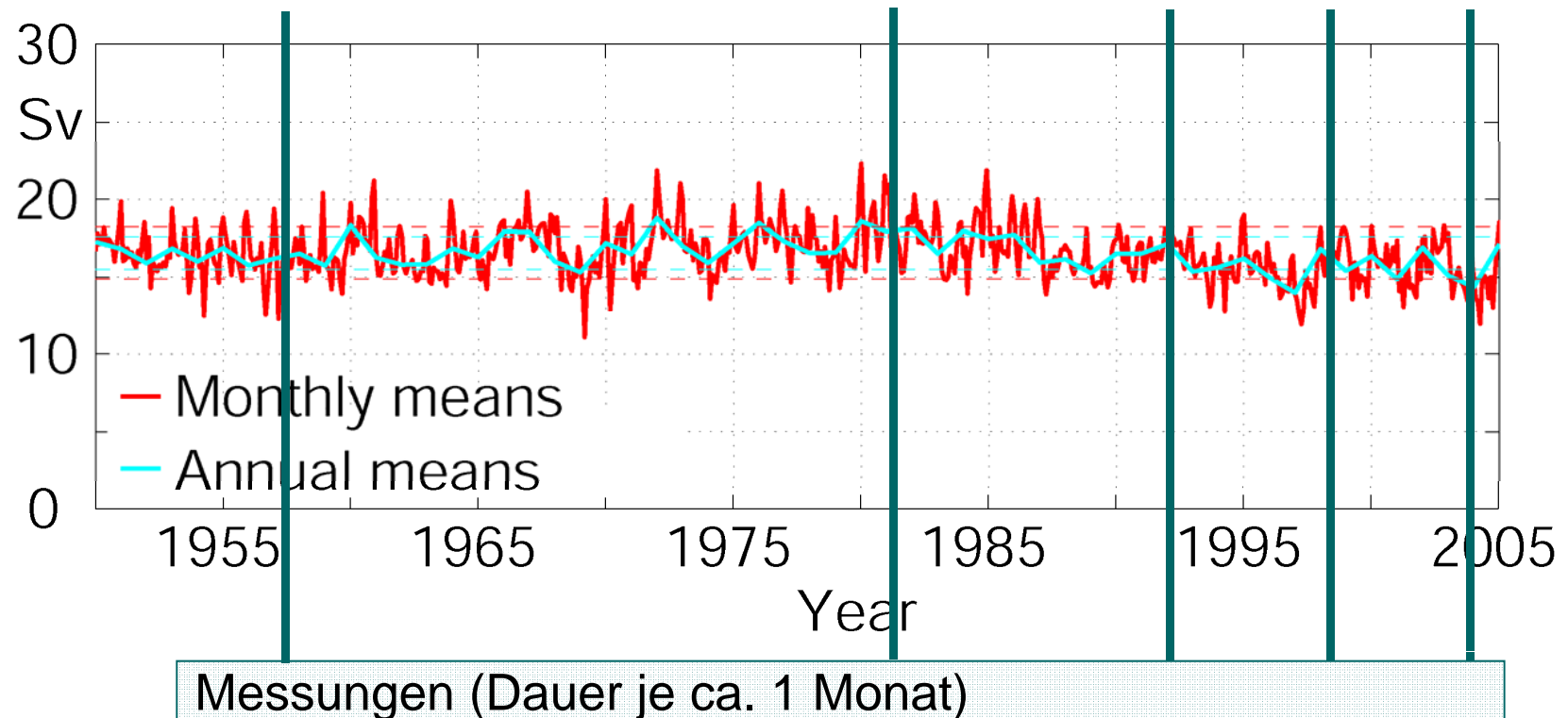


Quelle: DKRZ

Simulierte Stärke der THZ im Atlantik (30*N)

- Nach Modellberechnungen könnte durch den Klimawandel tatsächlich eine Abschwächung der THZ um 20 – 30 % bis zum Ende des 21. Jahrhunderts eintreten.
- Die Gründe dafür sind eine Erwärmung des Ozeanwassers sowie ein Süßwassereintrag durch höhere Niederschläge und das Abschmelzen von Eis in den Absinkregionen der THZ. Die Folge wäre für Europa jedoch keine Abkühlung, sondern aufgrund der globalen Temperaturzunahme nur eine geringere Erwärmung.

Modell: Stärke der THZ bei 26°N im Atlantik



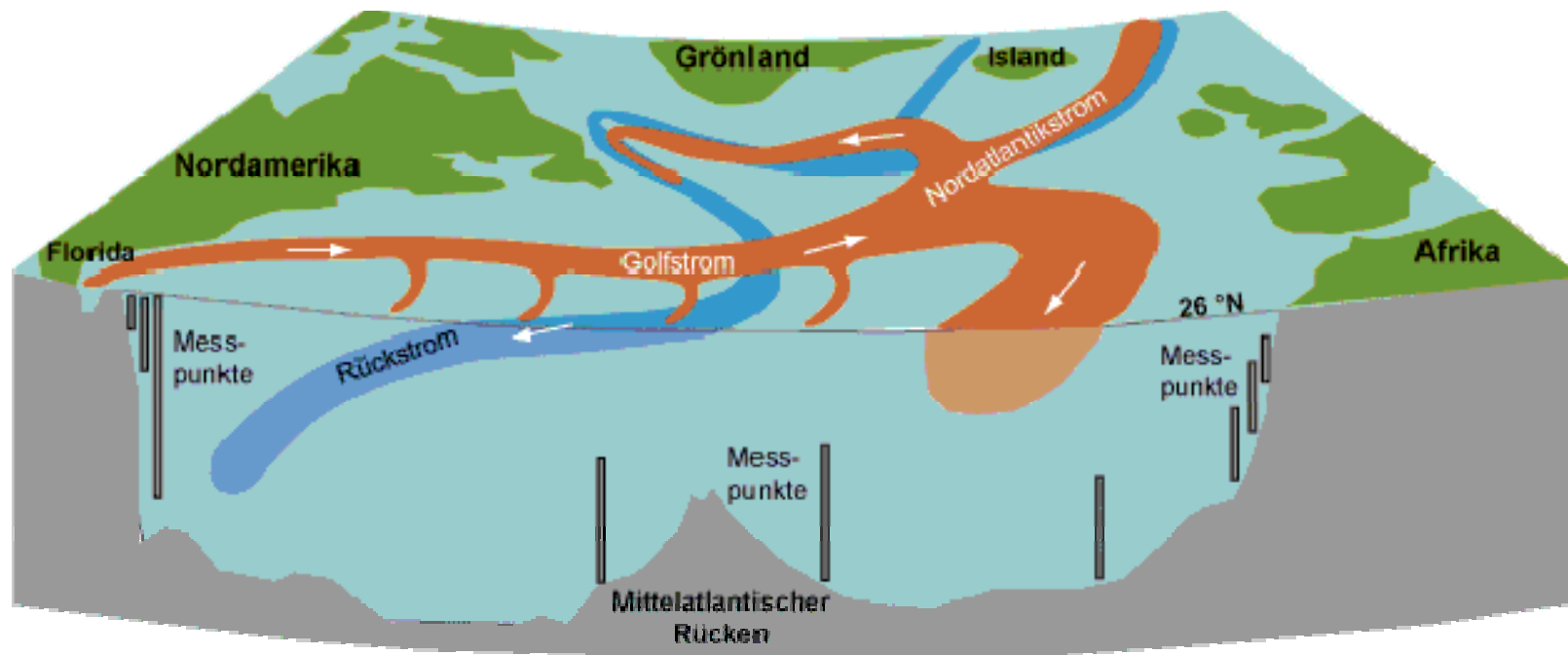
Quelle: Vortrag Prof. Marotzke, 03.03.2010

Modell: Stärke der THZ bei 26°N im Atlantik

Gibt es schon Anzeichen einer Abschwächung der THZ?

- Vor einigen Jahren hat eine Meldung über die bereits erfolgte Abschwächung der THZ um 30 % Aufsehen erregt. Es gab jedoch bis dahin nur fünf Messkampagnen von je einem Monat Länge. Die Abbildung zeigt diese Messungen durch die grünen Balken. Die rote und grüne Linie zeigen mögliche Schwankungen der THZ in den letzten ca. 50 Jahren durch Modellberechnungen. Der Vergleich punktueller Messungen kann keinen Trend belegen.
- Wahrscheinlich ist, dass sich die Stärke der THZ bisher nicht signifikant verändert hat.

Messung der THZ bei 26.5°N im Atlantik

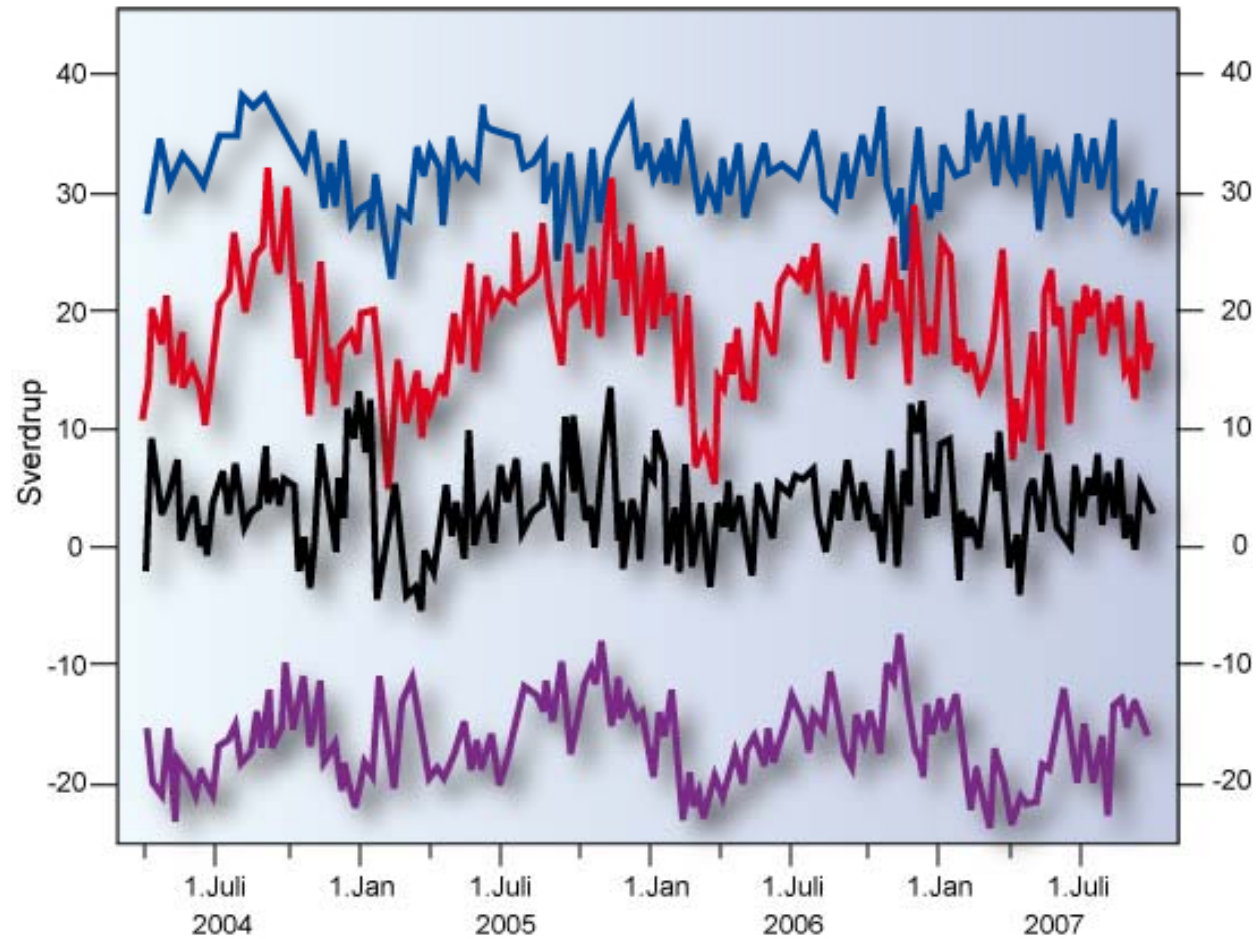


Quelle: Eigene Darstellung nach Church 2007

Messung der THZ bei 26.5°N im Atlantik

- Seit 2004 gibt es eine sehr aufwendige kontinuierliche Messkampagne durch britische und deutsche Forscher, die einzige, die einmal über ein Trendverhalten der THZ verlässlich Auskunft geben kann.
- Gemessen wird vor der Ostküste Floridas, sowohl an der Oberfläche wie in größeren Tiefen beiderseits des Mittelatlantischen Rückens und vor der Ostküste Afrikas.
- Damit kann sowohl die Stärke des Golfstroms wie die der Rückströme in der Tiefe erfasst werden. Zweimal im Jahr, im Frühjahr und Herbst, werden hier Daten über die Strömungsintensität der thermohalinen Zirkulation gewonnen.

THZ bei 26.5°N im Atlantik, beobachtet (2004 – 2007)



Quelle: Eigene Darstellung nach
Cunningham et al. 2010

THZ bei 26.5°N im Atlantik, beobachtet (2004 – 2007)

- Die bisherigen Messergebnisse zeigen starke Schwankungen innerhalb weniger Monate und von Jahr zu Jahr. Eine Abschwächung der THZ lässt sich nicht erkennen.
- Gemessen werden die Strömungen in der Einheit Sverdrup (10^6 m^3 pro Sekunde). Die Stärke des Golfstroms (blau) beträgt danach 31,7 Sv, die der THZ (rot) 18,5 Sv, die der windgetriebenen Oberflächenströme (schwarz) 3,5 Sv und die des Rückstroms im Ozeaninnern (lila) 16,6 Sv.

Zusammenfassung

- **Klimamodell** des MPI-M (IPCC-Szenario A1B):
 - Bis 2080 wird das Meereis im arktischen Sommer vollständig verschwunden sein
 - Bis 2100 wird die thermohaline Zirkulation (THZ) im Atlantik („Europas Warmwasserheizung“) um 30 % schwächer sein
 - Zusätzlicher Treibhauseffekt 3- bis 4-mal stärker als Einfluss der abgeschwächten THZ
- Für die THZ im Nordatlantik wurde ein kontinuierliches Beobachtungssystem installiert. Erste Ergebnisse:
 - Keine Anzeichen einer Abschwächung – trotz früherer (Fehl)-Alarme
 - Erstaunlich hohe Veränderlichkeit über wenige Monate
 - Nur Dauermessungen können langfristige Veränderungen zuverlässig erfassen

Quellenangaben

- F 2: Eigene Darstellung nach Detlef Quadfasel (2005): Oceanography: The Atlantic heat conveyor slows, Nature 438, 565-566
- F 4: Bildungswiki Klimawandel:
http://wiki.bildungserver.de/klimawandel/index.php/Erw%C3%A4rmung_des_Ozeans, letzter Zugriff 17.03.2011,
ursprünglich Sea Surface Temperature des NOAA Satellite and Information Service,
http://www.osdpd.noaa.gov/PSB/EPS/SST/data/FS_km5000.gif, letzter Zugriff 16.05.2008
- F 7: Max-Planck-Institut für Meteorologie (2006): Klimaprojektionen für das 21. Jahrhundert, Hamburg, Abb. 15
- F 9: Angefertigt von Jun. Prof. Johanna Baehr, KlimaCampus Hamburg, Genehmigung zur Veröffentlichung: Prof. J. Marotzke, E-Mail vom 24.11.2010, bestätigt durch J. Baehr, E-Mail vom 24.03.2011
- F 11: Eigene Darstellung nach John A. Church (2007): Oceans. A Change in Circulation?, Science 17, 908-909
- F 13: Eigene Darstellung nach S. Cunningham et al. (2010): The present and future system for measuring the Atlantic meridional overturning circulation and heat transport, Proceedings of the "OceanObs '09: Sustained Ocean Observations and Information for Society" Conference. ESA Publication, WPP-306. OceanObs '09, Venice, Italy - http://eprints.ifm-geomar.de/10041/1/Cunningham_ThePresentandFuture.pdf, letzter Zugriff 17.03.2011