Wassertemperatur der Ozeane: Aktualisierung

geschrieben von Chris Frey | 1. Dezember 2020

Die allgemeine Definition des Begriffs „Klima“ beschreibt eine insgesamte Änderung der Temperatur oder des Niederschlags über einen Zeitraum länger als 30 Jahre. 100 Jahre wären viel besser. In diesem Zeitmaßstab erlangen Wassertemperaturen immer größere Signifikanz.

Die Ozeane bedecken 71% der Erde und enthalten 99,93% der Wärmeenergie („Wärme“) an der Oberfläche. Hier definieren wir die Erdoberfläche als alles zwischen dem Meeresboden und dem oberen Ende der Atmosphäre, ~22 km. Diese Berechnung und die notwendigen Referenzen sind in dieser Tabellenkalkulation detailliert aufgeführt. Zur Veranschaulichung der gewaltigen Auswirkungen der Ozeane sollten wir berücksichtigen, dass die Ozeane der Erde mehr Wärmeenergie enthalten als auf der Oberfläche und in der Atmosphäre der Venus, wo die Temperatur 464°C beträgt. Tatsächlich enthalten die Ozeane der Erde *viermal mehr* thermische Energie als die Venusatmosphäre, und dennoch haben die Ozeane eine Durchschnittstemperatur von weniger als 5°C. Eine Tabelle mit dieser Berechnung und den notwendigen Referenzen kann hier heruntergeladen werden.

Wir haben immer noch keine genauen Informationen über den gesamten Ozean, aber wir haben viel mehr als im Jahr 2016. CSIRO zeigt hier einen schönen Datensatz von 2009 mit Temperaturdaten bis 5.500 Meter (Ridgeway, Dunn, & Wilken, 2002). Die Universität Hamburg hat hier mehrjährige Daten bis 6500 Meter, aber ich konnte ihre NetCDF-Dateien mit R nicht lesen. Ich habe beide R-NetCDF-Pakete (ncdf4 und RNetCDF) ausprobiert, und keines von beiden konnte ihre Dateien öffnen. Wenn jemand weiß, wie man diese Dateien lesen kann, lassen Sie es mich wissen. In der Zwischenzeit konnten die CSIRO NetCDF-Dateien problemlos geöffnet werden, und wir können mit ihren Daten arbeiten, auch wenn sie nur ein Jahr umfassen. Abbildung 1 ist die durchschnittliche globale CSIRO-Ozeantemperatur von der Oberfläche bis 5.500 Meter.

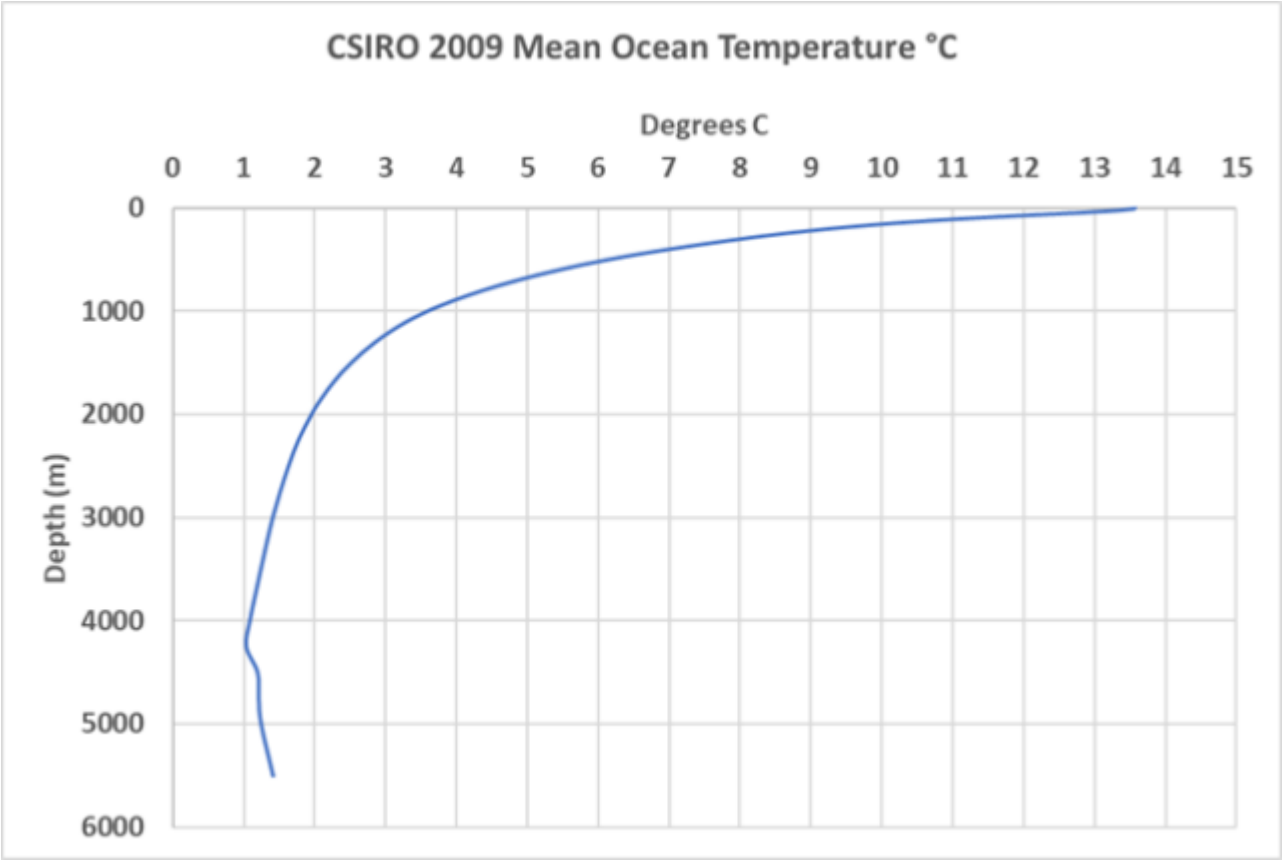

Abbildung 1: CSIRO 2009 globale Durchschnittstemperatur von der Oberfläche bis 5.500 Meter. Datenquelle: CSIRO.

Die Temperatur fällt auf ein Minimum von 1°C in ~4.250 Metern und beginnt dann zu steigen. Die Verteilung der Temperatur in 4.500 Metern Höhe ist in Abbildung 2 dargestellt.

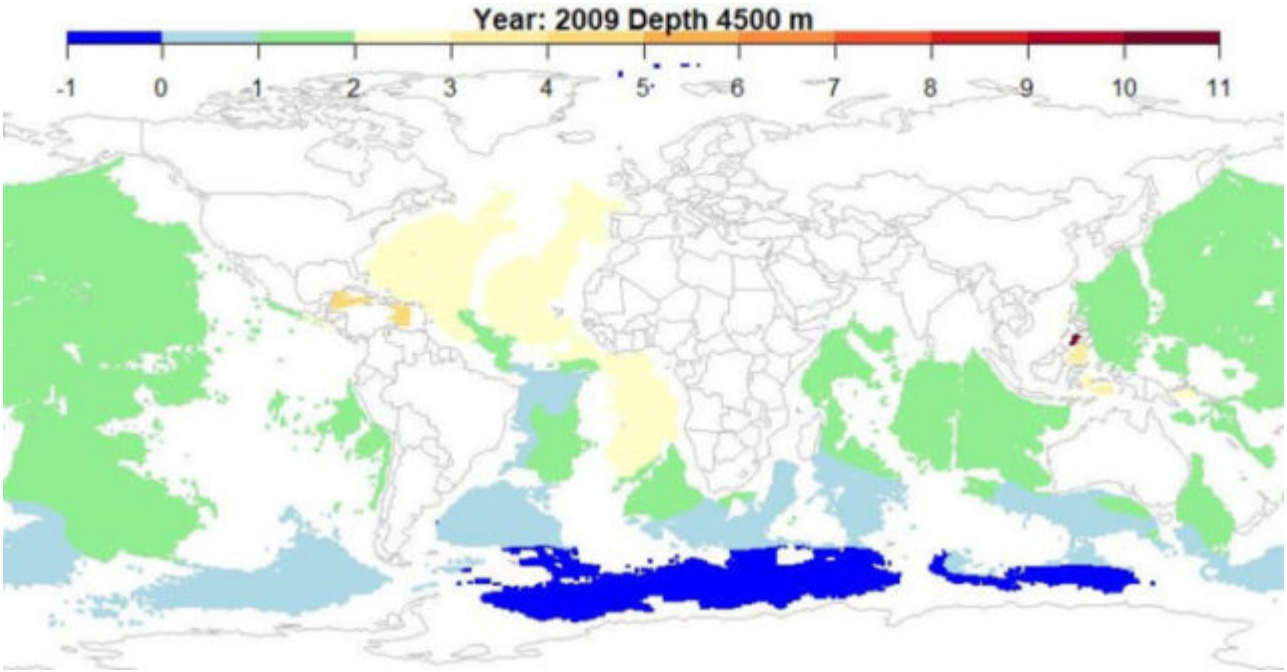

Abbildung 2. CSIRO Meerestemperatur auf 4.500 Metern. Die weißen Flächen auf der Karte sind flacher als 4.500 Meter.

Bei diesen Temperaturen sind Anzeichen der thermohalinen Zirkulation zu erkennen. Es ist noch unklar, wie oft das Ozeanwasser vollständig umgewälzt wird. Unter Umwälzen verstehen wir die Zeit, die das Oberflächenwasser benötigt, um vollständig mit dem Tiefenwasser einen Kreislauf zu bilden und dann wieder an die Oberfläche zurückzukehren. Dieser Prozess dauert wahrscheinlich mindestens 1.000 Jahre. Es ist der wichtigste langfristige Wärmeaustauschprozess an der Erdoberfläche. Wenn die Erde also mehr Wärmeenergie von der Sonne oder CO_2 – oder was auch immer die Erwärmung verursacht – erhält, dauert es tausend Jahre oder länger, bis sie durch die Ozeane zirkuliert. Abbildung 3 zeigt eine Karte, die die Wege zeigt, die das Wasser durch die Tiefsee nimmt.

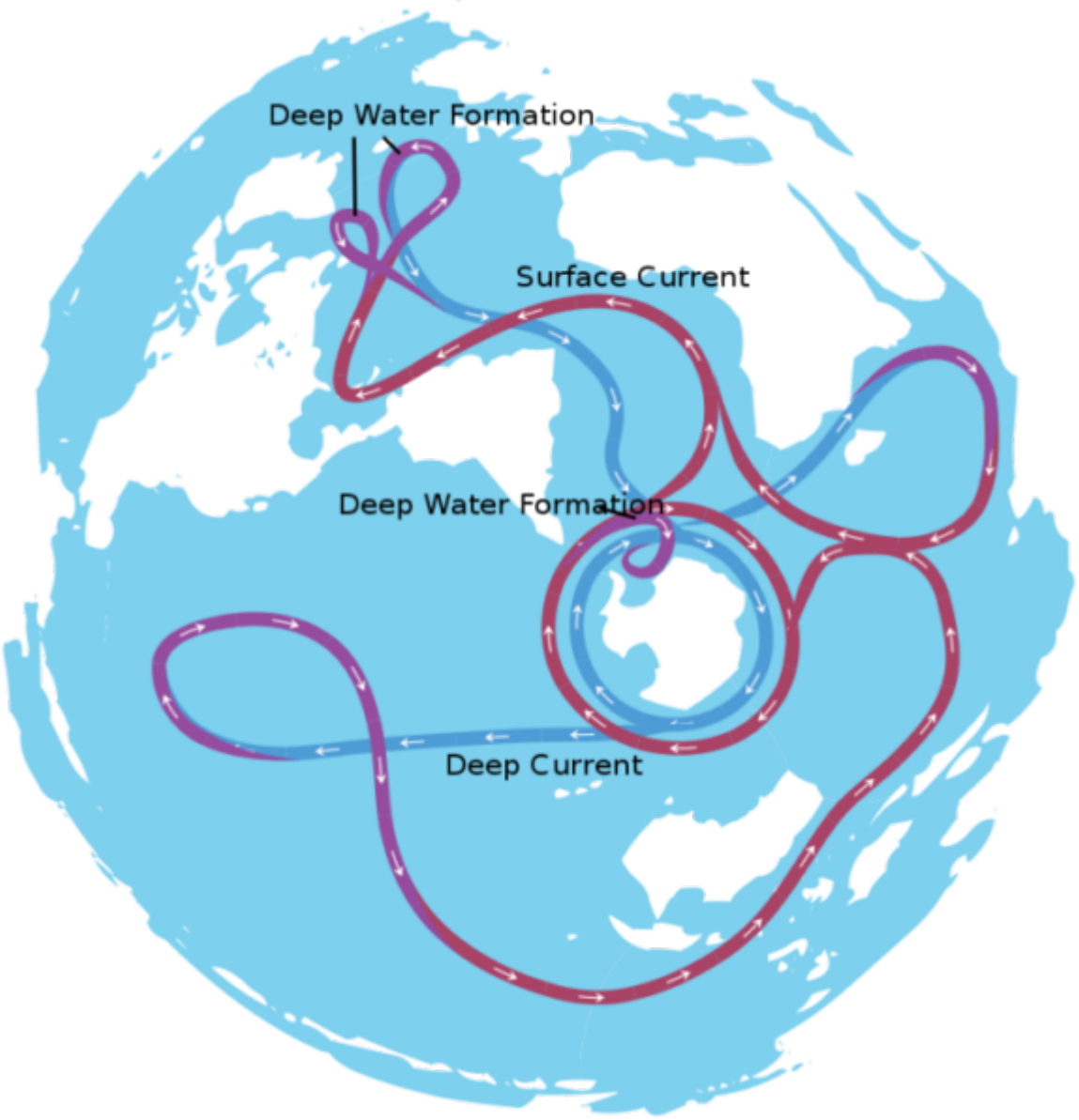

Abbildung 3. Die Hauptwege, die das Tiefenwasser auf seinem Weg von

der Oberfläche in die Tiefsee nimmt und dann tausend oder mehr Jahre später wieder auftaucht. Beachten Sie, dass sich die Antarktis in der Mitte der Karte befindet. Das liegt daran, dass sich alle Ozeane nur im Südlichen Ozean treffen, der die Antarktis umgibt. Quelle: Von Avsa – Wikimedia, CC BY-SA 3.0.

Wie wir in Abbildung 3 sehen können, sinkt Oberflächenwasser im Nordatlantik und im Südlichen Ozean in die Tiefe. Dann beginnt es, um die Welt zu reisen, durch alle Ozeane. Es steigt vor allem im Indischen Ozean, im Südlichen Ozean und im Pazifik wieder auf. Da sich das Tiefenwasser aus dem Atlantik heraus bewegt, aber hauptsächlich in den anderen Ozeanen aufsteigt, hat der Atlantik einen etwas niedrigeren Meeresspiegel als die anderen Ozeane. Siehe auch (Reid, 1961). Aufsteigendes Tiefenwasser ist weiter verbreitet als absinkendes Oberflächenwasser. Diese NASA-Website enthält eine gute Diskussion und Animation der thermohalinen Zirkulation.

Abbildung 2 zeigt einige gemischte Temperaturen im südlichen Atlantik, neben Südamerika und dem südlichen Afrika, was darauf hindeutet, dass dort ein gewisser Auftrieb stattfinden könnte. Der meiste Auftrieb scheint jedoch im Pazifik, im südlichen und im Indischen Ozean zu erfolgen.

Diskussion und Fehlerabschätzung

Leider reichen gute Daten zur Meerestemperatur nur bis ins Jahr 2004 zurück. Die uns vorliegenden Daten deuten darauf hin, dass sich die Ozeane mit einer Rate von 0,4°C pro Jahrhundert [in deutscher Übersetzung beim EIKE hier] erwärmen. Die Zykluszeit der Ozeane beträgt jedoch über 1.000 Jahre, und die Aufzechnung reicht nur etwa 15 Jahre zurück, so dass dies sehr spekulativ ist. Wenn sich die Ozeane jedoch wirklich nur um 0,4°C pro Jahrhundert erwärmen, scheint es sehr unwahrscheinlich, dass die Spekulationen über eine rasche und gefährliche Erwärmung der Atmosphäre Anlass zur Sorge geben.

Das Raster von Jamstec (Hosoda, Ohira, & Nakamura, 2008), das wir für den flacheren (< 2.000 m) Teil unserer Analyse verwendet haben, liefert uns eine Fehlerabschätzung. Es handelt sich um eine Schätzung des räumlichen Fehlers, der auch als Gitterfehler bezeichnet werden kann. Mit anderen Worten, haben wir genug Daten, um die Karte genau zu erstellen? Abbildung 4 ist eine Karte dieses Fehlers nach Jahr und Tiefe.

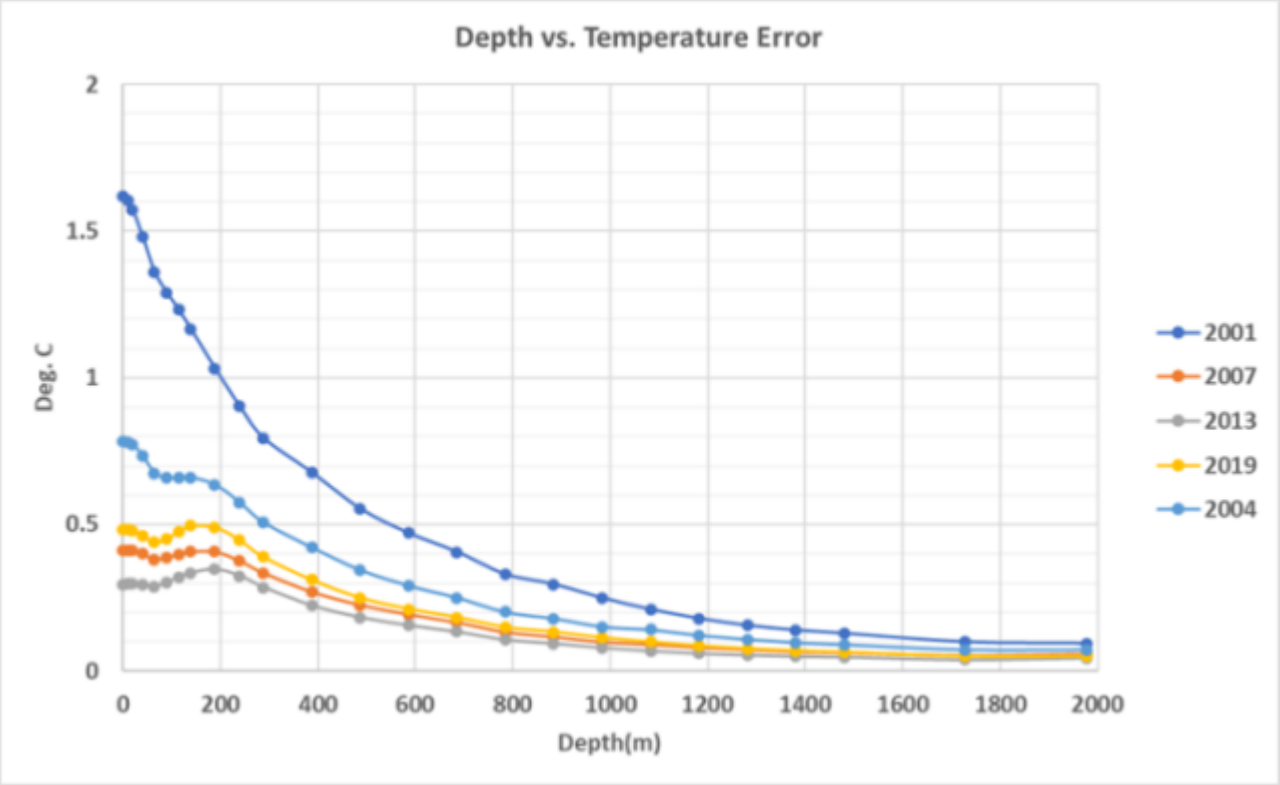

Abbildung 4. Jamstec-Gitterfehler in Grad C. Datenquelle: Jamstec.

Wie wir in Abbildung 4 sehen können, war der Fehler im Jahr 2001 recht hoch, bis eine Tiefe von etwa 1400 Metern erreicht wurde. Bis 2004 waren Tiefen unter 1.000 Meter in Ordnung. Wie Abbildung 1 zeigt, sind Tiefen unter 1.000 Meter sehr variabel, und es werden hohe Fehler erwartet. Diese flacheren Gewässer interagieren mit dem Oberflächenwetter, insbesondere in der so genannten „gemischten Schicht“. Die gemischte Schicht ist eine seichte Zone, in der Turbulenzen eine nahezu konstante Temperatur von der Ober- bis zur Unterseite der Schicht verursacht haben. Die Dicke der gemischten Schicht variiert je nach Jahreszeit und Gebiet, liegt aber im Durchschnitt bei etwa 60 Metern. Die Temperatur der gemischten Schicht spiegelt auf komplexe Weise die Oberflächentemperatur der letzten Wochen wider.

Unserer Ansicht nach ist der Versuch, das Ausmaß und die Geschwindigkeit der atmosphärischen Erwärmung nur aus Messungen der Meeresoberflächen- und der atmosphärischen Temperatur abzuleiten, töricht und zum Scheitern verurteilt. Der wahre „Kontrollknopf“ der langfristigen Temperaturveränderung sind die Ozeane. Sie regulieren die Oberflächentemperaturen durch ihre enorme Wärmekapazität. Allein die gemischte Schicht hat über 22 Mal die Wärmekapazität der gesamten Atmosphäre bis in eine Höhe von 22 km. Die Regulierung der atmosphärischen Temperaturen durch die Ozeane gibt uns auch viel Zeit, um festzustellen, ob die globale Erwärmung wirklich eine Bedrohung darstellt. Derzeit liegen uns nur etwa fünfzehn Jahre Daten über die Meerestemperaturen vor, aber in weiteren fünfzehn Jahren werden wir Daten über einen „klimatischen“ Zeitraum haben. Wenn der Erwärmungstrend

der Ozeane im Jahr 2035 immer noch weniger als ein Grad pro Jahrhundert beträgt, haben wir sehr wenig Grund zur Sorge.

Ich habe R für die Berechnungen in den Abbildungen verwendet, aber Excel, um die Grafiken zu erstellen. Wenn Sie die Details meiner Berechnungen überprüfen möchten, können Sie meinen CSIRO R-Quellcode hier herunterladen.

Link: https://wattsupwiththat.com/2020/11/28/ocean-temperature-update/

Übersetzt von Chris Frey EIKE