

Forschungsthema des Monats Mai 2011

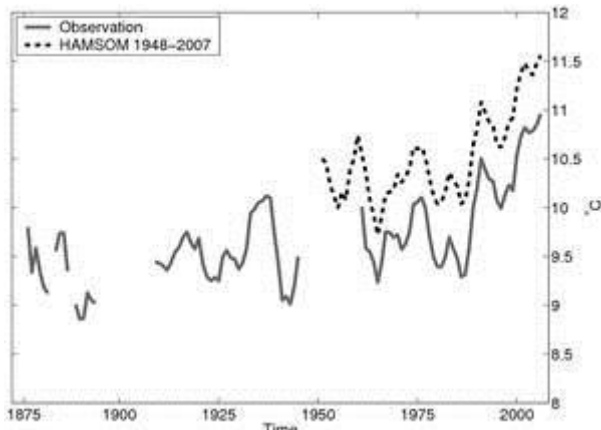


Abbildung 1: Helgoland Reede; laufendes-fünf-Jahresmittel für Messungen (graue Linie) und simulierte Temperaturen (schwarz gestrichelte Linie).

REKLIM Forschungsthema 1: Gekoppelte regionale Klimamodelle

Hindcast Simulation der Nordsee für den Zeitraum 1948-2007

Langfristige Veränderungen in der Hydrographie der Nordsee spielen eine entscheidende Rolle für das Verständnis von Änderungen im marinen Ökosystem. Mit Hilfe eines konsistenten dreidimensionalen Hindcasts (Nachhersage) für den Zeitraum von 1948-2007 ist es möglich, den physikalischen Zustand über einen längeren Zeitraum systematisch zu untersuchen.

Die Nordsee ist ein Randmeer des Nordostatlantiks mit einer relativ hohen Datendichte. Allerdings handelt es sich dabei entweder um punktuelle Langzeitmessungen (z. B. Helgoland Reede), befristete Messkampagnen mit Profilschnitten (z.B. BSH) bzw. Satellitenmessungen, wobei nur die Oberfläche erfasst werden kann oder Modellsimulationen über kürzere Zeiträume (30 Jahre). Mit dem baroklinen Randmeermmodell HAMSOM (HAMBURG Shelf-Ocean-Model) wurde ein Hindcast mit stündlicher Ausgabe von Wasserstand, Temperatur, Salzgehalt sowie den Strömungskomponenten u und v mit einer Auflösung von 20km für den Zeitraum 1948 bis 2007 angefertigt. Dieser dreidimensionale und konsistente Datensatz erlaubt die langzeitliche und räumliche Veränderung von Temperatur, Wärmeinhalt und der Thermokline zu untersuchen. Der Temperaturdatensatz ist unter anderem mit den Temperaturmessungen von Helgoland Reede (Biologische Anstalt Helgoland) verifiziert worden (Abb. 1). Das Modell hat einen Bias von 0.6°C , aber die positiven und negativen Trends in der Temperaturentwicklung werden auch vom Hindcast simuliert (Korrelation = 0.89). Bis Ende der 1970er Jahre wechseln sich positive und negative Trends im Hindcast ab. Ab den 1980er wurde ein Temperaturanstieg von bis zu $0.08^{\circ}\text{C}/\text{Jahr}$ (gleitendes 20-jähriges Mittel) gemessen und simuliert. Der Hindcast zeigt, dass die Temperatur der Nordsee in den letzten 20 Jahren (1988-2007) außergewöhnlich hoch war, und die dekadischen Trends die höchsten waren. Dieser positive Temperaturtrend ist auch im Wärmeinhalt der Nordsee wiederzufinden. HAMSOM simuliert einen positiven Trend mit bis zu $2 \times 10^5 \text{ Jm}^{-3}\text{Jahr}^{-1}$ für die Deutsche Bucht bzw. $0.5 \text{ Jm}^{-3}\text{Jahr}^{-1}$ für die nördliche Nordsee (Abb. 2). Für den Zeitraum 1951-1987 wird ein leicht negativer Trend simuliert.

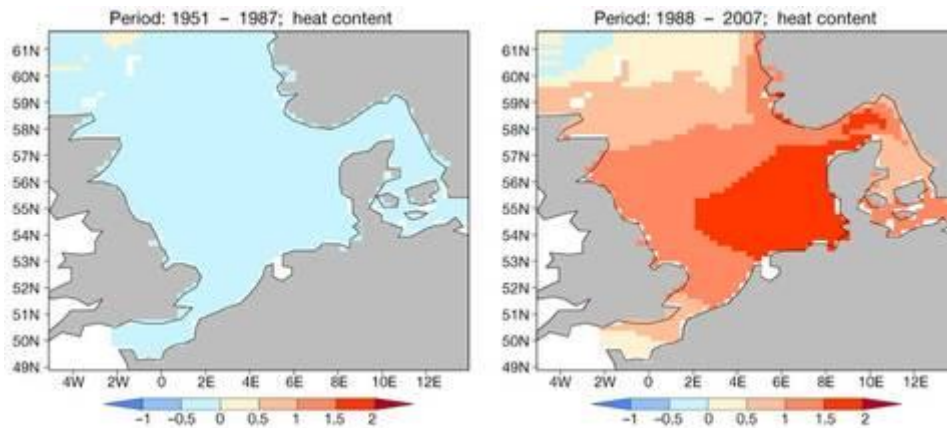


Abbildung 2: Lineare Trends für die Periode 1951 - 1987 (links) und 1988 - 2007 (rechts) für den Wärmeinhalt der Nordsee.

Des Weiteren wurden mit HAMSOM Sensitivitätsstudien durchgeführt und gezeigt, welcher atmosphärische Antrieb den größten Einfluss auf die Temperatur in der Nordsee hat. In einem Sensitivitätsexperiment wurde der atmosphärische Antrieb verändert, d.h. für jeweils eine Antriebsvariable wurde der Jahresgang, z.B. Lufttemperatur, Wolkenbedeckung oder relative Feuchte über 60 Jahre gemittelt und mit dieser fixierten Antriebsvariable das Modell über eine Periode von 60 Jahren angetrieben. Die restlichen atmosphärischen Antriebsvariablen wurden beibehalten. Für zwei Sensitivitäts-experimente, bei denen die Windkomponenten und Druckfelder unverändert blieben, wurde jeweils ein Jahr heraus gesucht, in denen sehr kräftige (1990) bzw. schwächere Stürme (1957) vorkamen. In diesem Experiment wurde HAMSOM mit den jeweiligen Windkomponenten und Druckfeldern des Jahres über den gesamten Simulationszeitraum angetrieben. In Abbildung 3 zeigt der Kontrolllauf (rot) den Wärmeinhalt der Nordsee, der mit dem Hindcast berechnet worden ist. Zwischen 1950 und 1980 wechseln sich warme und kalte Perioden ab. Ab 1980 hat der Wärmeinhalt einen positiven Trend. Die Sensitivitätsexperimente zeigen, dass bis auf das Experiment mit der fixierten Antriebsvariablen Lufttemperatur, die anderen Experimente den gleichen Verlauf zeigen wie der Kontrolllauf, aber mit teilweise einem niedrigeren Wärmeinhalt (dunkelblau, wind strong). Der positive Trend, wie bei den anderen Experimenten mit den fixierten Antriebsdaten am Ende der Simulationsperiode, ist bei der fixierten Antriebsvariablen Lufttemperatur nicht zu sehen, d.h. dass die Lufttemperatur den größten Einfluss auf den Wärmeinhalt hat. Beim Experiment mit hohen Windgeschwindigkeiten führt die tiefe Durchmischung von kaltem Wasser bei kalten Wintern zu einem niedrigeren Wärmeinhalt. Normalerweise herrscht eine stabile Hochdrucklage bei kalten Wintern, und es kommt nicht zu dieser tiefen Durchmischung.

Dieser konsistente Datensatz eignet sich für weitere Untersuchungen z.B. Regimeänderung in der marinen Biologie oder Ökologie.

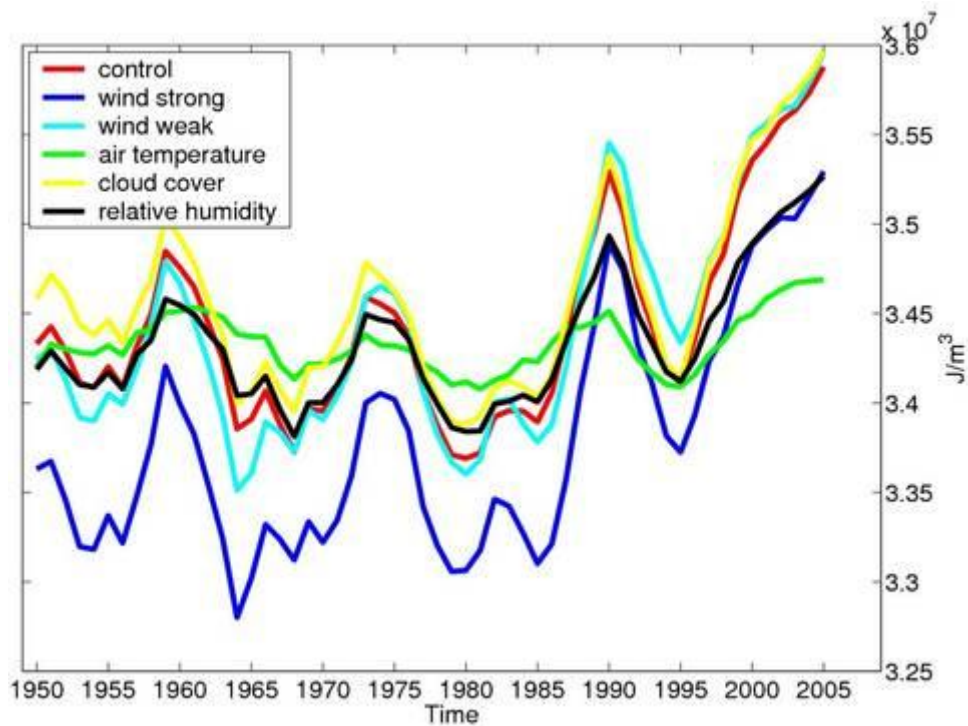


Abbildung 3: Wärmehalt (laufendes-fünf-Jahresmittel) aus den Sensitivitätsexperimenten; Kontrolllauf (rot); starker Sturm (dunkelblau), schwacher Sturm (hellblau), Lufttemperatur (grün), Wolkenbedeckung (gelb) und relative Feuchte (schwarz).

Veröffentlichungen:

Meyer, E.M.I., T. Pohlmann, R. Weisse, 2011. Thermodynamic variability and change in the North Sea (1948-2007) derived from a multidecadal hindcast. *Journal of Marine Systems*, 86, 35-44. DOI: 10.1016/j.jmarsys.2011.02.001