

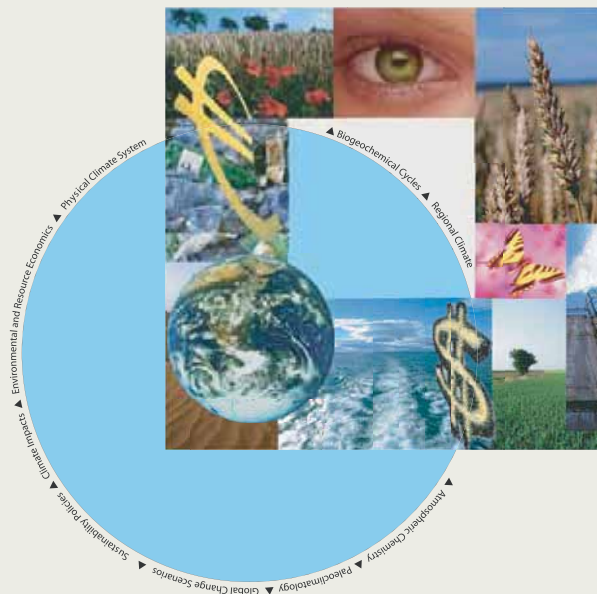


International Max Planck Research School on EARTH SYSTEM MODELLING

Atmospheric forcing of decadal Baltic Sea level variability in the last 200 years: A statistical analysis

Birgit Hünicke

PhD Thesis prepared within the
International Max Planck Research School on
Earth System Modelling



GKSS 2008/4

Atmospheric forcing of decadal Baltic Sea level variability in the last 200 years: A statistical analysis

(Vom Department Geowissenschaften der Universität Hamburg als Dissertation angenommene Arbeit)

Birgit Hünicke

130 pages with 32 figures and 3 tables

Abstract

This study aims at the estimation of the impact of different atmospheric factors on the past sea-level variations (up to 200 years) in the Baltic Sea by statistically analysing the relationship between Baltic Sea level records and observational and proxy-based reconstructed climatic data sets. The focus lies on the identification and possible quantification of the contribution of sea-level pressure (wind), air-temperature and precipitation to the low-frequency (decadal and multi-decadal) variability of Baltic Sea level.

It is known that the wind forcing is the main factor explaining average Baltic Sea level variability at inter-annual to decadal timescales, especially in wintertime. In this thesis it is statistically estimated to what extent other regional climate factors contribute to the spatially heterogeneous Baltic Sea level variations around the isostatic trend at multi-decadal timescales. Although the statistical analysis cannot be completely conclusive, as the potential climate drivers are all statistically interrelated to some degree, the results indicate that precipitation should be taken into account as an explanatory variable for sea-level variations. On the one hand it has been detected that the amplitude of the annual cycle of Baltic Sea level has increased throughout the 20th century and precipitation seems to be the only factor among those analysed (wind through SLP field, barometric effect, temperature and precipitation) that can account for this evolution. On the other hand, precipitation increases the ability to hindcast inter-annual variations of sea level in some regions and seasons, especially in the Southern Baltic in summertime. The mechanism by which precipitation exerts its influence on Baltic Sea level is not ascertained in this statistical analysis due to the lack of long salinity time series. This result, however, represents a working hypothesis that can be confirmed or disproved by long simulations of the Baltic Sea system – ocean, atmosphere and land.

Der atmosphärische Antrieb der dekadischen Variabilität von Ostseewasserstand in den letzten 200 Jahren: eine statistische Analyse

Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wird durch statistische Analyse der Beziehung von Wasserstandsdaten und Klimadaten (Beobachtungen und auf Proxydaten basierende Rekonstruktionen) der Einfluss verschiedener atmosphärischer Faktoren auf die Wasserstandsschwankungen der Ostsee in den

letzten 200 Jahren untersucht. Das Hauptaugenmerk liegt auf der Identifikation und der möglichen Quantifizierung des Beitrags von Bodenluftdruck (Wind), Lufttemperatur und Niederschlag auf die dekadische bis multi-dekadische Variabilität von Wasserstand in der Ostsee. Es ist bekannt, dass der Wind als treibende Kraft den Hauptfaktor für die mittleren Wasserstandsschwankungen in der Ostsee darstellt. In der vorliegenden Dissertation wurde statistisch untersucht, in welchem Maße andere regionale Klimafaktoren zu den räumlich verschiedenen Wasserstandsvariationen um den isostatischen Trend auf multidekadischen Zeitskalen beitragen können. Auch wenn eine statistische Analyse keine endgültige Beantwortung dieser Fragestellung liefern kann, da die untersuchten Klimafaktoren miteinander in Beziehung stehen, so konnte mit Niederschlag ein Faktor identifiziert werden, der einen signifikanten Beitrag zur Erklärung der Wasserstandsschwankungen in der Ostsee liefern kann. Einerseits konnte nachgewiesen werden, dass die Amplitude im Jahreszyklus von Ostseewasserstand innerhalb des 20. Jahrhunderts angestiegen ist und Niederschlag statistisch gesehen der einzige der untersuchten Faktoren (Wind durch das Bodenluftdruckfeld, barometrischer Effekt, Lufttemperatur, Niederschlag) ist, der diese Entwicklung erklären kann. Andererseits erhöht Niederschlag die Fähigkeit von Nachvorhersagen („Hindcasts“) von Wasserstandsschwankungen in bestimmten Regionen und Jahreszeiten auf interannualen Zeitskalen. Der Mechanismus, durch den der Einfluss von Niederschlag auf den Ostseewasserstand beschrieben werden kann, konnte aufgrund fehlender Langzeitreihen (z.B. von Salzgehalt) nicht näher untersucht werden. Dennoch zeigt das erzielte Ergebnis neue Aspekte auf und liefert eine neue Arbeitshypothese, welche bei zukünftigen Langzeitsimulationen des Ostseesystems – Ozean, Atmosphäre und Land – geprüft werden sollte.