

Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät

Institut für Biowissenschaften

Fachgebiet: Meeresbiologie

Betreuer: Prof. Dr. Joanna Waniek

M.Eng. Oscar Dario Beltran Perez

(e-mail: oscar.beltran@io-warnemuende.de)

Phenology of phytoplankton blooms and its response to environmental changes in the Baltic Sea / Phänologie der Phytoplanktonblüten und ihre Reaktion auf Umweltveränderungen in der Ostsee

Changes in the occurrence of phytoplankton blooms have an effect on the entire Baltic Sea ecosystem. However, only a few phenological studies have been carried out, partly due to the natural variability of phytoplankton blooms and the temporal and spatial constraints this imposes on phytoplankton bloom detection. In this thesis, using in situ observations, a coupled physical-biological model and sediment trap samples, it has been possible to determine how the phenology of both diatom and cyanobacteria blooms is changing in the eastern Baltic Sea, and how these changes are related to environmental conditions. As cyanobacteria blooms regularly occur in the eastern Baltic Sea, an Optimum Environmental Window for the occurrence of cyanobacteria blooms was defined using in situ observations collected between 1990–2017. In addition, a physical-biological model was developed for a more detailed analysis of the inter-annual variability and phenology of diatom and cyanobacteria blooms over the last 30 years. The model results showed a significant trend in the onset and length of cyanobacteria blooms in the eastern Baltic Sea. Cyanobacteria blooms occurred 9 days earlier and lasted 15 days longer over the period 1990–2019. However, no significant trend was observed for diatom blooms during the same study period. Sediment trap samples collected at ca. 180 m depth in the Gotland Basin between 1999 and 2020 were also analyzed to determine the connection between processes in the upper part of the water column and the seafloor. The highest particle flux occurred mostly in April, July and November. The observed changes in the isotopic composition of the sinking particles indicated a shift in the phytoplankton community from silicon-rich species to nitrogen-fixing cyanobacteria over the year. The findings of this thesis provide new and valuable information for our understanding of phytoplankton blooms and underscore the importance of continued monitoring to understand the potential impacts of environmental changes on this fragile ecosystem.

Veränderungen im Auftreten von Phytoplanktonblüten haben Auswirkungen auf das gesamte Ökosystem der Ostsee. Bisher wurden jedoch nur wenige phänologische Studien durchgeführt, was zum Teil auf die natürliche Variabilität der Phytoplanktonblüten und die dadurch bedingten zeitlichen und räumlichen Einschränkungen bei der Erkennung von Phytoplanktonblüten zurückzuführen ist. In dieser Dissertation wurde mit Hilfe von in-situ Beobachtungen, einem gekoppelten physikalisch-biologischen Modell und Sinkstofffallenproben untersucht, wie sich die Phänologie von Kieselalgen- und Cyanobakterienblüten in der östlichen Ostsee verändert und wie diese Veränderungen mit den Umweltbedingungen zusammenhängen. Da Cyanobakterienblüten in der östlichen Ostsee regelmäßig auftreten, wurde ein Optimum Environmental Window für das Auftreten von Cyanobakterienblüten anhand von in-situ Beobachtungen zwischen 1990 und 2017 definiert. Zusätzlich wurde ein physikalisch-biologisches Modell entwickelt, um die interannuelle Variabilität und Phänologie von Diatomeen- und Cyanobakterienblüten der letzten 30 Jahre genauer zu analysieren. Die Modellergebnisse zeigten einen signifikanten Trend in Bezug auf das Auftreten und die Dauer von Cyanobakterienblüten in der östlichen Ostsee. Cyanobakterienblüten traten im Zeitraum 1990–2019 9 Tage früher auf und dauerten 15 Tage länger. Für die Kieselalgenblüte wurde im gleichen Zeitraum jedoch kein signifikanter Trend festgestellt. Sinkstofffallenproben, die zwischen 1999 und 2020 in einer Tiefe von ca. 180 m im Gotlandbecken gesammelt wurden, wurden ebenfalls analysiert, um den Zusammenhang zwischen den Prozessen im oberen Teil der Wassersäule und dem Meeresboden zu ermitteln. Es zeigte sich, dass der höchste Partikelfluss vor allem im April, Juli und November auftrat. Die

beobachteten Veränderungen in der Isotopenzusammensetzung der sinkenden Partikel deuteten auf eine Verschiebung der Phytoplanktongemeinschaft von siliziumreichen Arten zu stickstofffixierenden Cyanobakterien im Laufe des Jahres hin. Die Ergebnisse dieser Dissertation liefern neue und wertvolle Informationen zum Verständnis von Phytoplanktonblüten und unterstreichen die Bedeutung einer kontinuierlichen Überwachung, um die möglichen Auswirkungen von Umweltveränderungen auf dieses empfindliche Ökosystem zu verstehen.