

Mid Holocene Climate Variability in Northern Germany and Adjacent Oceans

Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Mathematisch-
Naturwissenschaftlichen Fakultät der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

vorgelegt von
Veronica Rohde Krossa

Kiel, Dezember 2014

1. Gutachter und Betreuer:
2. Gutachter:
Komitee der Mündlichen Prüfung:
Vorsitzender der mündlichen Prüfung:

Prof. Dr. Ralph Schneider
PD Dr. Mara Weinelt
Prof. Dr. Birgit Schneider
Prof. Dr. Mojib Latif

Tag der Disputation:

23.02.2015

Zum Druck genehmigt:

23.02.2015

Der Dekan:

Prof. Dr. Wolfgang J. Duschl

Erklärung

Hiermit erkläre ich an Eides statt, dass die vorgelegte Dissertation „Mid Holocene Climate Variability in northern Germany and adjacent Seas“, abgesehen von der Beratung durch meine akademischen Betreuer, in Inhalt und Form meine eigene Arbeit darstellt. Ferner habe ich weder diese noch eine ähnliche Arbeit an einer anderen Hochschule im Rahmen eines Prüfungsverfahrens vorgelegt. Diese Arbeit ist unter Einhaltung der Regeln guter wissenschaftlicher Praxis der Deutschen Forschungsgemeinschaft entstanden.

Kiel, den 12.12.2014

Veronica Rohde Krossa

Summary

In northern Germany and southern Scandinavia, high temperatures, low precipitation rates, and associated retreating or lacking continental glaciers characterized the mid Holocene period, also referred to as the Climate Optimum. At around 4000 cal. yr BP, the Neoglacial started a long-term cooling, increased precipitation, and re-advancing ice sheets and glaciers. Several major developments in more recent human history in northern Germany and southern Scandinavia occurred during the mid and late Holocene. One of the most radical changes included the transition from hunter-gatherer-fisher communities to societies relying on farming. First farming elements occurred at ~6000 cal. yr BP, however, it is not well understood why farming appeared around 2000 years later in northern Germany and southern Scandinavia compared to its adjacent southern regions. Many studies attribute climate change as the potential causing hunter-gather-fisher societies to increasingly adapt farming techniques that late. However, the ultimate effect of climatic and environmental changes on shifts in the economy of northern settlements is still debated because of a dearth of high-resolution regional paleo-climate reconstructions.

Therefore, this PhD thesis focused on the reconstruction of past climate conditions using different biomarker approaches derived from sediment cores in order to assess the potential effect of climate change on the onset of farming. The sediment cores were from sites in the Skagerrak located close to the landmass and at the continent adjacent to the settlements of these human groups. Consistent with first farming elements occurring at ~6000 cal. yr BP, a pronounced cooling of ~5-6°C reflecting an outflow of cold Baltic Sea water in the Skagerrak was documented. Concomitant, summers in northern Germany were most likely warm and dry, following a period of warm and wet climate conditions. This climate shift was probably associated with a major change from a maritime towards a more continental-dominated atmospheric pattern, manifested in strong seasonal contrast and more frequent cold winters and warm summers.

Such climate conditions and prevalent atmospheric circulation pattern over the Skagerrak and Baltic region most likely provoked invasive effects on the natural environment leading to a gradual restriction in natural food resources. Thereby, formerly hunter-gatherer-fisher societies were forced to adopt farming strategies to overcome periods of unfavourable climate conditions. Once fully adopted, the farming societies were even able to survive during periods of Baltic Sea hypoxia that largely affected the marine food resources, as evident in a human population density increase at ~5500 cal. yr BP.

The connection between regional climate change and the onset of human settlements relying on farming in northern Germany and southern Scandinavia promotes the hypothesis that climate change is an important factor within a succession of several events that resulted

in the adaption of agrarian techniques. Probably, a combination of multiple factors such as the vulnerability of natural ecosystems under Baltic Sea hypoxia and climatic stress as well as the better use of existing knowledge on agricultural strategies forced societies to adapt to changes in the environment. This was achieved by improving their living conditions that even caused an increase in human population on a regional scale under less hospitable climatic and environmental conditions, such as a strong seasonal temperature contrasts. This in turn suggests that climate change associated with a major shift in general atmospheric circulation pattern was a major factor leading to the establishment and expansion of fully developed farming groups in northern Germany and southern Scandinavia.

Zusammenfassung

Hohe Temperaturen, geringe Niederschlagsraten und dadurch zurücktretende, oder fehlende Gletscher charakterisierten das mittelholozäne Klima in Norddeutschland und Südkandinavien. Diese Periode wird häufig als das mittelholozäne Klimaoptimum beschrieben. Um ~4000 Kalender Jahre vor heute (v. H.) beendete die neoglaziale Periode das Klimaoptimum, welches charakterisiert ist, durch eine langanhaltende Abkühlung, erhöhte Niederschläge und erneute Gletschervorstöße. Viele wichtige Ereignisse in der Entwicklung zu modernen Gesellschaften in Norddeutschland und Südkandinavien geschahen genau während dieses Zeitraums. Eine der radikalsten Veränderungen der Menschheitsgeschichte ist der Übergang von einer Jäger-, Sammler- und Fischergemeinschaft zu einer Viehzucht und Ackerbau betreibenden Gemeinschaft. Erste landwirtschaftliche Strukturen entwickelten sich um ~6000 Kalender Jahre v. H., etwa 2000 Jahre später als in den südlich angrenzenden Gebieten. Die Ursachen für die späte Entwicklung der Landwirtschaft in diesen Regionen sind bisher nur wenig erforscht. Viele Studien führen Klimaveränderungen als potentiellen Auslöser für den späteren Beginn der Landwirtschaft an. Aufgrund mangelnder, hochauflösender, regionaler Paläoklimarekonstruktionen ist die Auswirkung von klimatischen und ökologischen Veränderungen auf die Lebensweise in den nördlichen Siedlungen, fortlaufender Gegenstand aktueller Diskussionen.

Das Ziel dieser Doktorarbeit war die Erstellung von Temperatur und Niederschlagsrekonstruktionen aus dem Mittel- bis Spätholozän mittels verschiedener Biomarkermethoden an Sedimentkernen. Dabei sollte eine mögliche Verbindung zwischen Klimawandel, dem späteren Beginn der Landwirtschaft in Norddeutschland und Südkandinavien untersucht werden. Die Sedimentkerne stammen aus dem Skagerrak und aus Norddeutschland, von Lokationen die so nah wie möglich an den prehistorischen Siedlungen liegen. Mit dem Beginn der Landwirtschaft in Norddeutschland und Südkandinavien war zeitgleich eine starke Abkühlung von 5-6°C im Skagerrak zu erkennen, die mit einem verstärkten Ausstrom von Ostseewasser in Richtung Nordsee verbunden war. In Norddeutschland folgten damals warme und trockene Sommer auf eine Phase mit mildem und feuchtem Klima. Diese Veränderung beruhte wahrscheinlich auf einer großen Verschiebung des atmosphärischen Zirkulationsmusters, von einem maritimen- zu einem eher kontinental-dominierteren Klima. Daraus resultierten erhöhte Temperaturkontraste zwischen Sommer und Winter, sowie häufige auftretende warme Sommer und kalte Winter.

Solche Klimaverhältnisse und atmosphärischen Zirkulationsmuster über dem Skagerrak und der baltischen Region hatten vermutlich starke Auswirkungen auf die natürliche Umwelt, was zu einer allmählichen Einschränkung der natürlichen Nahrungsressourcen führte. Dadurch wurde die ursprüngliche Gemeinschaft von Jägern, Sammlern und Fischern gezwungen, landwirtschaftliche Strategien zu nutzen, um Zeiten von ungünstigen Klimabedingungen zu überstehen. Der Anstieg der Bevölkerungsdichte nach ~5500 Kalender Jahre v. H. lässt darauf schließen, dass die landwirtschaftlichen Gesellschaften nach ihrer vollständigen Entwicklung sogar in der Lage waren, starke Verknappungen der marinen Nahrungsressourcen, u.a. bedingt durch Phasen der Sauerstoffarmut in der Ostsee, zu überstehen.

Der Zusammenhang zwischen Klimaveränderungen und die Entstehung der Landwirtschaft in Norddeutschland und Südkandinavien zeigt, dass der Klimawandel, zusammen mit vielen Faktoren, eine sehr entscheidende Rolle bei der Ausbreitung und Manifestation von Ackerbau und Viehzucht spielte. Wahrscheinlich führte eine Kombination mehrerer Faktoren, wie u.a. die Anfälligkeit von natürlichen Ökosystemen auf sauerstoffarme Bedingungen in der Ostsee, klimatischer Stress und die Anwendung von vorhandenem landwirtschaftlichem Wissen dazu, dass die ursprüngliche Gemeinschaft von Jägern, Sammlern und Fischern sich zu einer Gesellschaft mit landwirtschaftlich erzeugter Nahrungsversorgung entwickelte. Dieser Zusammenhang deutet darauf, dass regionale Klimaveränderungen eine wichtige Rolle bei der Verbreitung und Manifestation der Landwirtschaft in Norddeutschland und Südkandinavien spielten.