

EXCELLENCE  
CLUSTER



TOPOI

PROJEKTBERICHT | RESEARCH REPORT

FORSCHERGRUPPE (A-III)  
ARCHÄOMETRIE/ARCHÄOINFORMATIK

---

## KLIMAMODELLIERUNG

Forschungsergebnisse im Zeitraum von  
01.10.2008 – 31.10.2011

## Mitglieder des Forschungsprojekts

---

**Prof. Dr. Jürgen Fischer**, Freie Universität Berlin, Topoi Principal Investigator

**Prof. Dr. Ulrich Cubasch**, Freie Universität Berlin, Topoi Principal Investigator

**Dipl. Met. Janina Körper**, Freie Universität Berlin, Wissenschaftliche Mitarbeiterin

**Dr. Sebastian Wagner**, Freie Universität Berlin, Senior Fellow

## Beschreibung der Forschungsfrage, des Vorgehens und der Ergebnisse

---

### Forschungsfrage

Das Projekt Klimamodellierung beschäftigte sich mit der Fragestellung, wie sich das Klima im Mittelmeerraum vom mittleren bis späten Holozän, i.e. in den vergangenen 6000 Jahren, entwickelt hat und inwiefern Klimaänderungen die jeweiligen Bewohner der Untersuchungsräume beeinflusst haben.

### Forschungsmethodik, Forschungsformate und Vorgehen

Im Projekt Klimamodellierung wurden globale Klimamodelle und Regionalisierungsmethoden, wie sie für Simulationen des heutigen und des zukünftigen Klimas genutzt werden, für die Vergangenheit eingesetzt.

Die wissenschaftliche Mitarbeiterin Dipl. Met. Janina Körper simulierte mit der sogenannten Zeitscheibentechnik für ausgewählte Zeitpunkte in den vergangenen 6000 Jahren das globale Klima in einer hohen räumlichen Auflösung. Sie nutze Vegetationsmodelle, um die Auswirkungen des sich ändernden Klimas auf die typische Vegetation der Untersuchungsgebiete zu analysieren. Darüber hinaus verwendete sie statistische Regionalisierungsmethoden, um von den archäologischen Partnern herangetragene Fragestellungen auf den jeweiligen Untersuchungsraum spezialisiert bearbeiten zu können.

Der Research Fellow Dr. Sebastian Wagner entwickelte ein statistisches Regionalisierungsverfahren, um aus vergleichsweise grob aufgelösten Klimamodelldaten für die meeroitische Stadt Naga Änderungen der Niederschlagssummen in den vergangenen 6000 Jahren ableiten zu können.

Das Verfahren zur Untersuchung der Klimaänderungen bezogen auf einen bestimmten Untersuchungsraum gliederte sich zwei Schritte. Zunächst wurde die Stellung des Untersuchungsortes im überregionalen Kontext analysiert. Beispielsweise kann festgestellt werden, inwiefern die statistischen Eigenschaften eines meteorologischen Parameters wie Niederschlag den Eigenschaften eines größeren Gebietes entsprechen. Außerdem wurde untersucht, inwiefern ein Transport einer Eigen-

schaft aus einem entfernten Raum für den Untersuchungsraum von Relevanz ist. Beispielsweise ist der Pegelstand des Nils nicht nur von lokalen Niederschlagsereignissen abhängig, sondern primär von der Niederschlagscharakteristik flussaufwärts. Um den Einfluss klimatischer Änderungen auf die Raumnutzung eines speziellen Raums zu untersuchen, wurden im zweiten Schritt Methoden angewandt und weiterentwickelt, die auf die Stellung des Untersuchungsgebietes im großräumigen Kontext angepasst sind. Beispielsweise wurden Niederschlagszeitreihen für das Siebenstromland auf Basis der vorherrschenden Anströmrichtung abgeleitet.

## **Ergebnisse**

Die großräumigen Klimaänderungen vom mittleren bis späten Holozän im Mittelmeerraum sind primär durch Änderungen der solaren Einstrahlung in Abhängigkeit der sogenannten Milankovic-Zyklen, i.e. zyklische Änderungen der Bahnparameter der Erdumlaufbahn um die Sonne, bestimmt. Der Jahresgang der Temperatur reagiert direkt auf die sich ändernde Einstrahlung. Dieses führt zu einer Abschwächung der Amplitude des Jahresganges mit sinkenden Sommer- und steigenden Wintertemperaturen im Verlauf der vergangenen 6000 Jahre.

Die Sahelzone, die semi-aride Übergangszone zwischen der Sahara und den Savannen südlich der Sahara, hat sich im Laufe der vergangenen 6000 Jahre um einige Grad nach Süden verschoben, was zu einer Aridifizierung der Gebiete am heutigen Südrand der Sahara geführt hat, so zum Beispiel auch in der meroitischen Stadt Naga (unpubliziert).

Für eine Einordnung der in diesem Projekt durchgeführten Klimasimulationen werden Klimarekonstruktionen aus Pollendaten und Seespiegeln herangezogen. Während die in den Zeitscheibenexperimenten in diesem Projekt simulierte Entwicklung der Jahresmitteltemperaturen gut mit Pollenrekonstruktionen übereinstimmt, wird die sommerliche Erwärmung Südeuropas analog zu anderen Modellstudien nicht wiedergegeben. Die großräumigen Charakteristika des simulierten Niederschlags für das mittlere Holozän zeigen eine gute Übereinstimmung mit rekonstruierten Seenspiegeln.

Klimaänderungen sind vor allem in Gesellschaften bedeutsam, deren Zukunftsfähigkeit bereits durch geringe Klimaänderungen gefährdet sein kann. Dies ist zum Beispiel dann gegeben, wenn die Wasserversorgung für Trinkwasser oder Landwirtschaft entweder von spärlichen Starkniederschlagsereignissen abhängt wie in Naga oder von schwankenden Pegelständen des Nils wie in Dashur (Bachelorarbeit Maria Slaby) bestimmt wird. Durch die Kombination von globalen Klimamodellen, statistischer Regionalisierung und einem hydrologischen Modell (in Zusammenarbeit mit Dr. Jonas Berking) konnte gezeigt werden, dass eine Verringerung der Frequenz von Starkniederschlagsereignissen, die im großen Hafirs gesammelt werden konnten, ein Grund für die Aufgabe der Stadt gewesen sein könnte.

Einige Untersuchungsräume in Topoi, wie zum Beispiel das Siebenstromland im heutigen Kasachstan oder die nördliche Schwarzmeerregion, weisen mehrere Klimazonen auf. Im Siebenstromland zeigen sich entsprechend auch Unterschiede zwischen der Berg- und Steppenstation. Die Steppenstation weist einen Trend zu weniger Niederschlägen im Verlauf der vergangenen 6000 Jahre auf, während für die Bergstation keine signifikanten Trends simuliert werden (unpubliziert).

### **Diskussion der Ergebnisse im Lichte der aktuellen Forschung**

Im Projekt Klimamodellierung wurden moderne Methoden der globalen und regionalen Klimamodellierung auf archäologische Fragestellungen angewendet, um somit interdisziplinären Mehrwert zu schaffen. International koordinierte Klimasimulationen vergangener Zeiträume konzentrieren sich derzeit primär auf das mittlere Holozän, bzw. das vergangene Millennium. Der Übergang vom mittleren bis späten Holozäns wurde bislang nur von wenigen Gruppen bearbeitet. Insbesondere die Anforderungen der archäologischen Fragestellungen, die eine hohe räumliche Auflösung notwendig machten, konnten in diesem Projekt durch innovative Lösungsansätze wie die Zeitscheibentechnik und statistische Regionalisierungsverfahren gelöst werden.

Die im Projekt entwickelten Ansätze wurden auf internationalen Tagungen vorgestellt und fanden in weiteren Projekten, wie zum Beispiel im Zisternenprojekt der Archäologie an der Universität Tübingen, Anwendung.