



**DEKLIM**

*Abschlußbericht*

**Stabile Isotope in hochauflösenden Sedimenten von  
Kraterseen als Ausdruck der Klimavariabilität  
(PROSIMUL II)**

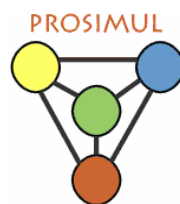
Berichterstatter  
**Andreas Lücke, Holger Wissel**

*Förderkennzeichen:  
01 LD 0001*

mit

**Netzwerkprojekt Abschlußbericht**

**Klimavariabilität des Spätquartärs in jährlicher bis  
hundertjähriger Auflösung: Vergleich von Proxy-Daten  
aus synchronisierten terrestrischen Archiven und  
numerischen Simulationen (PROSIMUL)**



Berichterstatter  
**Sabine Hanisch, Andreas Lücke, Antje Schwalb**

mit Beiträgen von  
**Michael Friedrich, Julie Jones, Sebastian Wagner, Martin Widmann**

*Förderkennzeichen:  
01 LD 0001, 01 LD 0002, 01 LD 0003, 01 LD 0301*

---

## **Berichtsteil I:**

### **Kurze Darstellung des Vorhabens**

## 1. Aufgabenstellung des Vorhabens

Im Projekt „Stabile Isotope in hochauflösenden Sedimenten von Kraterseen als Ausdruck der Klimavariabilität (PROSIMUL II)“ wurden lakustrine Sedimente aus Europa und Asien mittels geochemischer und isotopengeochemischer Methoden untersucht. Dabei wurden die folgenden Aufgabenstellungen bearbeitet:

- Eichuntersuchungen zur weiteren Aufklärung der grundlegenden Beziehung zwischen Isotopenverhältnissen und Klimavariablen im Seeökosystem.
- Aufstellung von Kohlenstoff- und Sauerstoffisotopen Chronologien anhand von Kraterseesedimenten aus dem späten Quartär mit einer Auflösung von 20-30 Jahren, um die langfristigen Entwicklung dieser Ökosysteme unter unterschiedlichen Klima- bzw. Umweltbedingungen zu beschreiben.
- Entwicklung von hochauflösenden Proxyzeitreihen (jährliche Auflösung oder Beprobung des Kernes mit gleichem Zeitabstand) für ausgewählte Zeitfenster, um daran Fragen der Periodizität, des Verlaufes und des Ausmaßes von Klimaveränderungen zu untersuchen.
- Regionaler Vergleich lakustriner Sedimentarchive aus Eifelmaarseen basierend auf Isotopenzeitreihen mit dem Focus auf der Umwandlung klimatischer Signale im Ökosystem und ihrer Archivierung im Sediment während des späten Quartärs.
- Erweiterung unserer Kenntnisse über die Wirkung unterschiedlicher Steuerfaktoren (externes und internes Forcing, Rückkopplungsmechanismen und interne Dynamik) auf die jeweiligen Umweltbedingungen bzw. auf die Randbedingungen des Seeökosystems und Herausarbeitung der klimarelevanten Faktoren.
- Untersuchung der Klimavariabilitäten des Spätglazials und des Holozäns in unterschiedlicher Zeitauflösung (jährlich, dekadisch und hundertjährlich).
- Klärung der Mechanismen rascher Klimaveränderungen in Europa (Einfluss des Nordatlantik, Veränderung der Einstrahlung).
- Entwicklung von Transferfunktionen mit dem Ziel, den klimarelevanten Informationsanteil einzelner Isotopenparameter zu identifizieren, um die Übersetzung von Isotopenzeitreihen in Klimazeitserien vornehmen zu können.
- Bearbeitung von Fragen der Synchronizität von Klimaveränderungen sowie Telekonnektionen zwischen Europa und Asien.
- Etablierung eines Multiproxy-Netzwerkes von Klimaparametern, um quantitative Informationen über die Entwicklung des Klimas in Europa während des Spätquartärs bereitstellen zu können.

Das Netzwerkprojekt „Klimavariabilität des Spätquartärs in jährlicher bis hundertjähriger Auflösung: Vergleich von Proxy-Daten aus synchronisierten terrestrischen Archiven und numerischen Simulationen (PROSIMUL)“ hatte darüber hinaus die folgenden gemeinsamen Fragestellungen. Diese Aufgabenstellungen wurden gemeinsam von PROSIMUL I, II und III sowie MIDHOL bearbeitet.

- Synchronisierung von Proxy-Daten aus dendrologischen, lakustrinen und Eiskern-Archiven des Spätglazials.
- Untersuchung der natürlichen Klimavariabilität im Spätglazial und im Holozän sowie der Muster und Prozesse der Klima- und Umweltvariabilität mit jährlicher bis hundertjähriger Auflösung.

- Bestimmen der Geschwindigkeit und Amplitude von Klimaänderungen und von Perioden mit extremen Klimabedingungen sowie Nachweis von Episoden rascher Klimaänderungen und ökologischer Wechsel.
- Unterscheidung von externen Steuerfaktoren und internen Rückkopplungsmechanismen, die das Klima-System kontrollieren, sowie Bestimmung der Sensitivität des Klimasystems gegenüber Variationen der Steuerfaktoren.
- Entwickeln von Transferfunktionen zur Rekonstruktion von Niederschlag und Temperatur durch Quantifizieren des Transfers von Klimainformation in die Proxies.
- Extraktion quantitativer Klima-Proxies aus synchronisierten Archiven und Entwurf eines konsistenten Bildes der Klimaentwicklung in Europa.
- Überprüfen von Telekonnektionen in der Klimageschichte zwischen Europa und den amerikanischen Kontinenten und Asien sowie zwischen der nördlichen und südlichen Hemisphäre.
- Vergleich der heutigen Klimavariabilität mit der natürlichen, jährlichen bis hundertjährigen Klimavariabilität in der Vergangenheit für eine bessere Abschätzung zukünftiger Entwicklungen im Klima-System.
- Detektion von mit ECHO-G Läufen und anderen verfügbaren GCMs numerisch simulierten Klimavariabilitäten für bestimmte Zeitfenster.
- Evaluation der natürlichen Klimavariabilität mit Hilfe von ECHO-G Simulationen und Proxy-Daten, Vergleich verschiedener Modellergebnisse und Validierung von GCMs.
- Reproduktion der großräumigen Klima-Variabilität durch Modellläufe als Funktion primärer (orbitaler) und sekundärer (z.B. Vegetationsbedeckung) Steuerung.

## **2. Voraussetzungen für die Durchführung des Vorhabens**

Aufgrund der Begutachtung der Anträge wurde die geplante Modellierungskomponente (PROSIMUL IV) nicht für die Förderung vorgeschlagen. Daher mussten alle Arbeiten in Zusammenhang mit der Modellierung zunächst zurückgestellt werden. Durch gemeinsame Bemühungen von PROSIMUL und durch die Unterstützung durch den Projektträger und das Ministerium konnte in der zweiten Hälfte der Projektlaufzeit das Modellierungsprojekt MIDHOL gefördert werden. Durch eine intensive Zusammenarbeit war damit die Möglichkeit eröffnet, Arbeiten zum Vergleich von Proxydaten und Simulationsergebnissen durchzuführen. Von dieser Möglichkeit ist erfolgreich Gebrauch gemacht worden und es werden sich weitere gemeinsame Arbeiten ergeben. Das ursprünglich für die gesamte Projektlaufzeit von fünf Jahren ausgelegte dendrochronologische Projekt PROSIMUL I (M. Friedrich) konnte nur für die ersten drei Jahre gefördert werden. Aufgrund dieser Tatsache mussten sich die Arbeiten zum Vergleich lakustriner und dendrologischer Proxydaten auf den Zeitraum des Spätglazial konzentrieren. Diese Arbeiten konnten im Rahmen der Projektlaufzeit von PROSIMUL I erfolgreich durchgeführt werden. Für die weiteren Arbeiten zum Holozän standen lediglich die dendrologischen Daten aus PROSIMUL I für PROSIMUL II und III zur Verfügung. Auf das spezielle Fachwissen von Herrn Friedrich konnte aufgrund der Fördersituation leider weniger intensiv zurückgegriffen werden. Trotzdem konnten auch die Fragestellungen zum Holozän von PROSIMUL II und III erfolgreich bearbeitet werden.

## **3. Planung und Ablauf**

Die Planung des Vorhabens PROSIMUL II und des Netzwerkprojektes PROSIMUL sah vor, dass zunächst die einzelnen Teilprojekte PROSIMUL I, II und III Proxydaten erarbeiten und Hypothesen formulierten. Darüber hinaus sollten gemeinsame Arbeiten zur Entwicklung von

Archiven von Proxydaten durchgeführt werden. Aufbauend auf diese Datenbasis wurden nachfolgend gemeinsame proxy-gestützte Hypothesen zur Klimaentwicklung formuliert und evaluiert. Diese Hypothesen wurden schließlich mit Hilfe von transienten Simulationsläufen eines globalen gekoppelten Klimamodells getestet. Dadurch sollten einerseits nicht valide Hypothesen ausgeschlossen werden, andererseits aber auch das Verhalten des Modells überprüft werden. Diese Arbeiten wurden entsprechend durchgeführt. Im Rahmen von Arbeitsgruppentreffen und Workshops kam es zu einem regelmäßigen Austausch von Teilprojektergebnissen, wurde die gemeinsame Interpretation und Hypothesenbildung vorgenommen und gemeinsame Manuskripte diskutiert.

#### Workshops und Meetings:

- 05/06 PROSIMUL-MIDHOL Workshop: Bodenseesedimente als Archive von Hochwasserereignissen, TU Braunschweig
- 05/06 DEKLIM Abschluss Symposium; Leipzig
- 02/06 SALSA-PROSIMUL-MIDHOL Workshop, ZMAW, Hamburg
- 03/05 PROSIMUL-MIDHOL Workshop: Vorbereitung des Beitrages zum Abschluss Symposium in Leipzig; Mainz
- 02/05 SALSA-PROSIMUL-MIDHOL Workshop: „Southern Westerlies“ und Veränderung des hydrologischen Regimes Patagoniens; TU Braunschweig
- 10/04 MIDHOL-PROSIMUL-SALSA Workshop; AWI Bremerhaven
- 03/04 MIDHOL-PROSIMUL-SALSA Workshop: Extreme Seespiegelschwankungen in Patagonien als Ausdruck von Änderungen in der globalen Zirkulation, TU Braunschweig
- 10/03 DEKLIM-Statusseminar; Bad Münstereifel
- 09/03 DEKLIM-Paläo-Bereichstreffen; Mainz
- 03/03 PROSIMUL-Arbeitstreffen: Telekonnektionen; TU Braunschweig
- 08/02 Internationaler ad-hoc Workshop (organisiert zusammen mit B. Kromer, Akademie der Wissenschaften, Uni Heidelberg): “Solar signatures in terrestrial archives”; Universität Heidelberg
- 04/02 PROSIMUL-Arbeitstreffen: Chronologie Spätglazial, Synchronisation Baumringe/Isotope, Interpretation von Proxies (Biomarker, Isotope), Umweltgeschichte im Einzugsgebiet des Bodensees, Spätholozän; Universität Heidelberg
- 02/02 DEKLIM-Kickoff Treffen: Austausch über bisherige Arbeiten, Ausblick und Planung der zukünftigen Zusammenarbeit; Bad Honnef

#### 4. Wissenschaftlicher Stand

Neuere Arbeiten im Hinblick auf die klimatischen Zustände des Spätglazials und des Holozäns wurden laufend berücksichtigt und einbezogen. Diese zeigten eine Reihe wissenschaftlicher Defizite auf. Das Holozän, früher beschrieben als eine Periode relativ stabiler Klimabedingungen scheint im Gegensatz zu diesen Annahmen durch eine deutlich höhere Variabilität und durch einige herausragende „klimatische Ereignisse“ gekennzeichnet gewesen zu sein. Zugleich mit diesen Vorstellungen die für die nördlichen höheren und mittleren Breiten und deren Ozeane gelten, haben sich auch neue Erkenntnisse über die Rolle der tropischen Ozeane im Hinblick auf einen möglichen Klimawechsel ergeben. Dies ist umso überraschender, als die Tropen bisher selbst während Zeiten starker Umbrüche in höheren Breiten als eine Region stabiler Klimaverhältnisse angesehen wurden. Sollten diese Erkenntnisse daher bestätigt werden, würde dies erheblichen Einfluss auf unsere Sichtweise der globalen Mechanismen nehmen. Ebenso hat sich im Hinblick auf die Frage nach einem global synchronen Verlauf von Klimaänderungen eine intensive Diskussion entwickelt, deren Beantwortung im Hinblick auf die möglichen Steuermechanismen von entscheidender Bedeutung ist. Zudem werden einige klimatische Steuerfaktoren neuerdings vor dem Hintergrund aktueller Erkenntnisse kontrovers diskutiert. Bisher haben wir keine ausreichenden Erkenntnisse über die Ausmaße dieser internen Rückkopplungen, die ihrerseits wiederum möglicherweise durch eine Veränderung von Ökosystemen beeinflusst werden. Die