

# Klimavariabilität und absolute Zeitskala des Spätglazials aus einem Netzwerk von Jahrringchronologien Mitteleuropas

Michael Friedrich, Sabine Remmele, Simin Papenfuß

Institut für Botanik, Universität Hohenheim, D-70593 Stuttgart  
E-mail: [michaelf@uni-hohenheim.de](mailto:michaelf@uni-hohenheim.de); <http://www.prosimul.de>



## Einleitung und Ziele

Jahrringchronologien mit ihrer jährlichen Zeitskala sind die genauesten Klima- und Umweltarchive der Vergangenheit. Sie sind auch die Grundlage der weltweit gültigen  $^{14}\text{C}$ -Kalibration, die u.a. für die sichere Synchronisierung nichtlaminierter Klimaarchive von besonderer Bedeutung ist. Ziel des Projektes ist der Aufbau von absolut datierten Jahrringchronologien des Spätglazials und in Zusammenarbeit mit dem DEKLIM-Projekt von B.Kromer Entwicklung einer hochaufgelösten, hochpräzisen  $^{14}\text{C}$ -Kalibrationsreihe als Grundlage einer allgemein gültigen Chronostratigraphie des Spätglazials. Erst eine sichere, einheitliche, jährliche Zeitskala der wichtigsten Klimaarchive (Baumringe, Eis, Seesedimente) erlaubt die Untersuchung von Klimavariabilität und Telekonnektionen, bzw. Ablauf und Geschwindigkeit von Klimaänderungen im Spätglazial, als zum letzten Mal deutliche und abrupte Klimaschwankungen vorkamen.

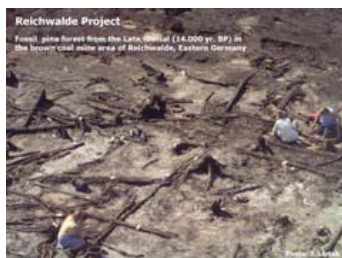


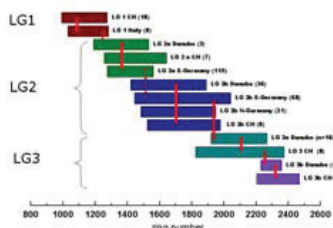
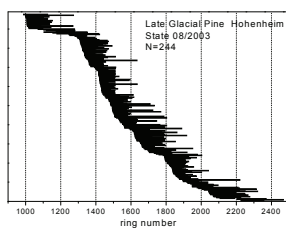
Abb.1 & 2

Lage der Fundstellen der spätglazialen Kiefern. In umfangreichen Feldkampagnen wurden eine große Zahl von subfossilen Kiefernstämmen und Stubben aus Kiesgruben der süddeutschen Flüsse geborgen. Von besonderer Bedeutung ist die Fundstelle Reichswalde in Sachsen, wo im Vorfeld des Braunkohle Tagebaus auf großer Fläche ein einzigartiger, subfossil erhaltener Kiefern-Birkenwald in Zusammenarbeit mit dem Landesamt für Archäologie Sachsen in situ ausgegraben werden konnte. Ein zusätzlich eingeworbene interdisziplinäres DFG-Projekt flankiert mit weiteren paläoökologischen Aspekten PROSIMUL I. Weitere wichtige Jahringdaten stammen aus der Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe K.F. Kaiser, WSL Birmensdorf und dem Laboratoire Romand de Dendrochronologie, Moudon u.a. Kooperationspartnern.



## Spätglaziale Jahrringchronologien

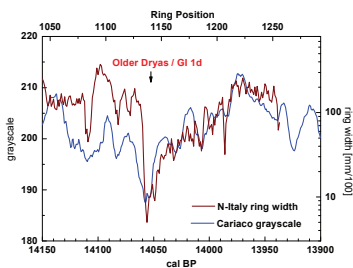
Von bislang über 500 untersuchten Kiefern konnten 244 zu einzelnen Regionalchronologien und diese zu mehreren Teilchronologien (LG1-3) verbunden werden (Abb. 3 und 4). Die Synchronisation aller Teilchronologien ist durch  $^{14}\text{C}$ -Serienmessungen abgesichert. Diese werden bei erfolgreicher dendrochronologischer Verknüpfung, ergänzt durch weitere  $^{14}\text{C}$ -Daten, als Kalibrationsdatensatz zur Verfügung stehen (Abb. 5). Der Vergleich der  $^{14}\text{C}$ -Serie mit den  $^{14}\text{C}$ -Daten aus den Warven des Cariaco-Beckens vor Venezuelas (Hughen et al., 2000) ermöglicht eine sehr genaue absolute Datierung der „floatenden“ Chronologie auf der Grundlage der Zeitachse der Cariaco-Warven, die synchron ist mit GISP2.



## Überregionale Klimasignale aus spätglazialen Jahrringen

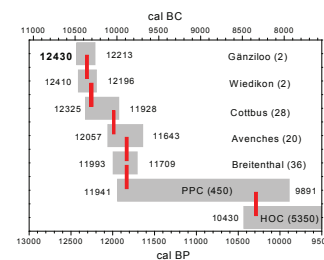
Die Jahrringbreiten der Kiefern zeigen starke und in verschiedenen Regionen gleichartig verlaufende Schwankungen auf, die die hohe Klimasensitivität des Zuwachses belegen. Die häufig nachweisbaren „Frostringe“, eine Schädigung des Holzgewebes durch starke Fröste während der Vegetationszeit und das sehr geringe Zuwachsniveau der Bäume, das heutigen hochalpinen Bäumen entspricht, lassen eine starke Abhängigkeit von den Sommertemperaturen vermuten. Dies sollte aber in weiteren Sensitivitätsstudien untersucht werden.

Der hohe Gehalt an überregionaler Klimainformation in den Bäumen zeigt sich im Vergleich der Ringbreiten zur Grauwertskala der Cariaco Warven, die als Proxy für die Passatwindstärke gedeutet wird (Hughen, 2000, 1998). Die beiden Reihen, die über  $^{14}\text{C}$ -Serien unabhängig synchronisiert sind, verlaufen auffallend gleichsinnig, was die Kälteschwankung GI1d als starken, abrupten und mindestens hemisphärischen Klimarückschlag belegt (Abb.6). Die extreme Geschwindigkeit (<10a) und die nur kurze Dauer dieses Klimaevents ist bemerkenswert.



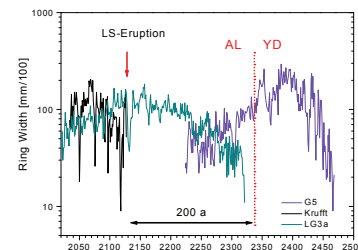
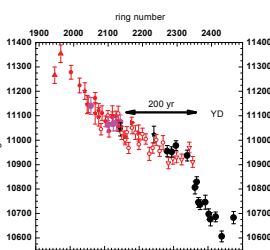
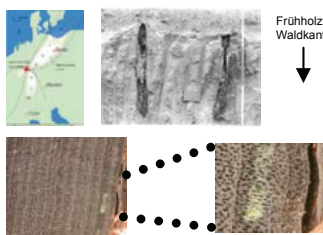
## Erweiterung der Jahrringchronologie

Die absolut datierte Kiefernchronologie (PPC) wurde überarbeitet und mit neu geborenen Proben und bislang floatenden Chronologien erheblich verlängert (Abb.7). Sie beginnt heute bei 12.430 BP und deckt nach der neuen Festlegung des Endes der YD bei 11.500 BP (Friedrich et al. in prep.) 840 Jahre der Jüngerer Dryas ab. Da die Allerød-Chronologie (BAPC) ca. 130 Jahre in die YD hineinreicht sind bislang 970 Jahre der YD mit Jahrringen abgedeckt. Zwischen den beiden Chronologien liegen noch immer 200  $^{14}\text{C}$ -Jahren. Wir vermuten daher für die Dauer der YD mehr als 1200 Jahre.



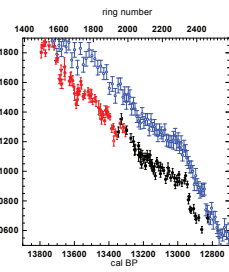
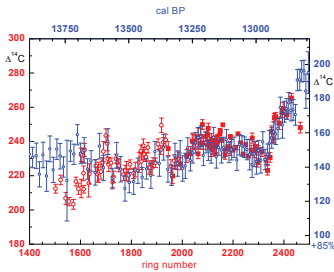
## Datierung des Laacher See Ausbruchs (LSE)

Der LST ist die wichtigste Markerlage des Spätglazials in Mitteleuropa, der für die Synchronisation von Sedimenten wichtig ist. Wir haben die Jahrringe verkohlter Pappelstämme, die beim Ausbruch des Vulkans verkohlt und im Tuff begraben wurden, untersucht (Abb.8a-d). Der Vergleich von Serien von  $^{14}\text{C}$ -Daten dekadischer Jahrringproben haben es uns ermöglicht den Datierungsspielraum soweit einzuengen, dass eine dendrochronologische Datierung möglich wurde (Abb.8,9). Daher können wir nun das exakte Jahr, sogar die genaue Jahreszeit (spätes Frühjahr Abb. 8cd) auf unserer noch „floatenden“ Jahrringchronologie angeben (Abb.10). Wenn es gelingt unsere spätglaziale Chronologie an die absolute Jahrringchronologie anzuhängen, werden wir das exakte Alter dieses prominenten Markers angeben können. Damit ist auch der exakte Beginn der YD datiert, der in den Sedimenten der Eifelmaare mit 200+/-10 Jahren nach dem LST bestimmbar ist (Abb.10).



## $^{14}\text{C}$ -Kalibration und marines Reservoiralter

Die international gültige terrestrische  $^{14}\text{C}$ -Kalibration basiert vor der bisherigen absoluten Jahrringchronologie (11.900 BP) auf dem Datensatz von marinen Warven von Cariaco (Stuiver et al., 1998). Dazu wurde eine für holozäne Verhältnisse berechnete Reservoirkorrektur (400a) berücksichtigt. Der Vergleich der  $\Delta^{14}\text{C}$ -Reihen ermöglicht die genaue Synchronisation unserer jahringbasierten Reihen mit denen von Cariaco (Abb.11). Dabei zeigt sich, dass ab der Mitte Allerød (ca.11.800calBP) das Reservoiralter der „mixed layer“ des tropischen Ozeans von 400 auf 650 Jahren ansteigt (Abb. 12), und in der YD wieder auf holozäne Verhältnisse zurückgeht. Einesseits zeigt das, dass für die Kalibration terrestrischer  $^{14}\text{C}$ -Daten die bisherigen marine basierten Reihen schwierig sind, und andererseits weist es auf Veränderungen der Ozeanzirkulation während des Spätglazials.



## Fazit und Ausblick

Die Dendrochronologie des Spätglazials hat innerhalb des bisherigen Projektzeitraum einen gewaltigen Fortschritt erzielen können. Wir stehen kurz davor eine ununterbrochene, jahrgenaue Jahrringchronologie für die letzten 14.300 Jahre vorzulegen (Abb.13). Für den gesamten Zeitraum liegen die wesentlichen Teile für eine hochaufgelöste, terrestrische  $^{14}\text{C}$ -Kalibration vor, die noch weiter ergänzt werden muss. Von besonderer Bedeutung könnten sich Kiefern aus Tasmanien und der Schweiz erweisen, die die letzte Lücke abdecken (Abb.13). Der Vergleich mit der bislang zur terrestrischen Kalibration benutzten marinen Datensatz von Cariaco belegt die deutliche Änderung und Variabilität der für das Holozän berechneten  $^{14}\text{C}$ -Reservoirkorrektur während des Spätglazials. Zu einer rein terrestrischen, jahringbasierten  $^{14}\text{C}$ -Kalibration gibt es daher keine Alternative. Die Jahrringbreiten sind als Klimaproxy gut geeignet. Eine jahrgenaue Rekonstruktion der Sommertemperaturen erscheint möglich. Hier sind jedoch weitere Arbeiten nötig.

## Literatur

Friedrich, M., Krigging, M. and Vobroch, J. (in prep.-a) A Late Glacial Forest in the Light Mine of Reichswalde, Saxony, Germany. Dendrochronological, palynological and archaeobotanical investigations. Quarterly International. Friedrich, M., Kromer, B., Kaiser, K.F., Spink, M., Hughes, K.A. and Johnson, S.J. (2001) High-resolution climate signals in the floating forest chronology (Oxleyland forest) as reflected in European tree-ring chronologies compared to marine varves and ice-core records. Quaternary Science Reviews 20, 1223-1232. Friedrich, M., Remmele, S., Kromer, B., Kaiser, K.F., Spink, M., Krigging, M. (in prep.-b) A combined Late Glacial pine ring chronology of Central Europe for radiocarbon calibration. Radiocarbon. Friedrich, M., Remmele, S., Kromer, B., Kaiser, K.F., Spink, M., Krigging, M. (in prep.-c) The 200-year Holzmaar lake and pine strobilus chronology from Central Europe - A unique annual record for radiocarbon calibration and paleoenvironmental reconstructions. Radiocarbon. Hughes, K.A., Stuiver, M.J., Lajtha, K.C. and Overpeck, J.T. (2000) Synchronous radiocarbon and climate shifts during the last deglaciation. Science 289, 1951-1954. Kaiser, K.F., Friedrich, M., Kromer, B., Remmele, S., Spink, M., Remmele, S., Spink, M., Stuiver, M. and van der Pligk, H. (2002) Preliminary report of the first workshop of the IRTG-GLACIAR radiocarbon calibration workshop group. Radiocarbon 44, 83-87. Kaiser, K.F., Remmele, S., Spink, M., Stuiver, M., Kromer, B., McCormick, G., van der Pligk, H. and Spink, M. (1998) IRTG-GLACIAR Radiocarbon Age Calibration. Radiocarbon 40, 1041-1050.

