

Herwig Friesinger, Alois Stuppner (Hrsg.)

Mensch und Umwelt – Ökoarchäologische
Probleme in der Frühgeschichte

Österreichische Akademie der Wissenschaften
Philosophisch-historische Klasse

Mitteilungen der Prähistorischen Kommission

Seit 1.1.2013 ist die Prähistorische Kommission in das
Institut für Orientalische und Europäische Archäologie integriert.

Herausgegeben von Barbara Horejs

Band 84

Redaktion: Silvia Hack

Publikationskoordination: Estella Weiss-Krejci

Herwig Friesinger, Alois Stuppner (Hrsg.)

Mensch und Umwelt – Ökoarchäologische Probleme in der Frühgeschichte

Materialien des 17. Internationalen Symposiums
„Grundprobleme der frühgeschichtlichen Entwicklung
im mittleren Donauraum“, Wien, 29.11.–3.12.2004

Veranstalter:

Österreichische Akademie der Wissenschaften

Institut für Ur- und Frühgeschichte der Universität Wien

Archäologisches Institut der Akademie der Wissenschaften ČR, Brno

Archäologisches Institut der Akademie der Wissenschaften Slowakei, Nitra

Archäologisches Institut der Universität zu Köln, Abt. Archäologie der

Römischen Provinzen



VERLAG DER
ÖSTERREICHISCHEN
AKADEMIE DER
WISSENSCHAFTEN

Vorgelegt von
w. M. Herwig Friesinger
in der Sitzung vom 24. Oktober 2014

Veröffentlicht mit Unterstützung der Universität Wien,
Historisch-Kulturwissenschaftliche Fakultät, und der Abteilung
Wissenschaft und Forschung der Gruppe Kultur, Wissenschaft und
Unterricht des Amtes der Niederösterreichischen Landesregierung.



**Historisch-Kulturwissen-
schaftliche Fakultät**

**WISSENSCHAFT · FORSCHUNG
NIEDERÖSTERREICH**



Diese Publikation wurde einem anonymen,
internationalen Peer-Review-Verfahren unterzogen.
This publication has undergone the process
of anonymous, international peer review.

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation
in der Deutschen Nationalbibliografie, detaillierte bibliografische
Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Umschlagbild vorne: Säugetierknochen und
Fischreste aus Carnuntum (Foto: R. Gold)
Umschlagbild hinten: Brunnen aus Malacky-Vinohrádok
(Foto: K. Elschek)
Übersetzung des Cover Textes ins Englische: Lucia Schwarz

Lektorat: Gerhild Preßmair
Layoutkonzept: Thomas Melichar

Die verwendeten Papiersorten sind aus chlorfrei gebleichtem
Zellstoff hergestellt, frei von säurebildenden Bestandteilen
und alterungsbeständig.

Alle Rechte vorbehalten.
ISBN 978-3-7001-7670-1
ISSN 0065-5376
Copyright © 2015 by
Österreichische Akademie der Wissenschaften, Wien
Satz: Dr. Gerhard Withalm, 2500 Baden
Druck: Druckerei Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H.,
3580 Horn

<http://epub.oeaw.ac.at/7670-1>
<http://verlag.oeaw.ac.at>

Inhaltsverzeichnis

Vorwort der Herausgeberin der Reihe – 7

Herwig Friesinger, Alois Stuppner

Einleitende Bemerkungen – 9

I. Naturwissenschaftliche Beiträge

Michael Grabner, Rupert Wimmer, Hans Reschreiter

Vom Nutzen der Dendrochronologie für die Archäologie – 15

Burghart Schmidt, Wolfgang Gühle

Baumwachstum und Klima: Dendrochronologische Untersuchungen (Homogenitätsanalyse)
zum Nachweis von Niederschlagsmustern in Europa – 23

Thomas Fischer

Archäologisch-historischer Kommentar zu den neuen klimahistorischen Erkenntnissen von Schmidt/Gühle – 35

Hansjörg Küster

Grundzüge der Landschaftsentwicklung zwischen prähistorischer „Wildnis“ und Zivilisation – 39

Günther Karl Kunst

Wildtierreste als umwelthistorische Quellen in der Frühgeschichte: Eine Reflexion anhand
römerzeitlicher Beispiele aus Ostösterreich – 45

Christa Frank-Fellner

Molluskenschalen als archäologische und paläontologische Fundobjekte: Möglichkeiten für die Rekonstruktion
ehemaliger Umweltverhältnisse – 57

II. Archäologische Beiträge

Maciej Karwowski

Neue latènezeitliche Geweihfunde vom Oberleiserberg – 61

Karol Pieta

Landwirtschaftliche Geräte der Latènezeit in der Slowakei – 67

Andrzej Kokowski

Ein Beitrag zu den Studien über die Geschichte der gotischen Landwirtschaft in der römischen Kaiserzeit und in der frühen Völkerwanderungszeit – 87

Mária Hajnalová, Vladimír Varsík

Archäologische und botanische Untersuchungen in der kaiserzeitlichen Siedlung von Veľký Meder (SW-Slowakei) – 109

Salvatore Ortisi

Ökoarchäologische Aspekte der ländlichen Besiedlung Oberitaliens am Beispiel des Umlands von Mutina/Modena – 137

Franz Glaser

Landwirtschaftliche Basis spätantiker Höhensiedlungen in Noricum Mediterraneum – 145

Mária Hajnalová, Kristian Elschek

Ein dendrodatierter Brunnenfund des 8. Jhs. aus Malacky (Westslowakei): Archäobotanische und Archäologische Untersuchungen – 153

III. Historische Beiträge**Gerhard Dobesch**

Politik und Wirtschaft in Gallien in den ersten Jahrzehnten nach Caesar: Eine Skizze – 175

Karl Brunner

Die Sorge für das Paradies und das Lesen im Buch der Natur – 221

Abkürzungsverzeichnis – 229

Zum Symposium – 231

Verzeichnis der Autorinnen und Autoren – 235

Vorwort der Herausgeberin der Reihe

Das von Herwig Friesinger und Alois Stuppner herausgegebene Werk zu „Mensch und Umwelt – Ökoarchäologische Probleme in der Frühgeschichte“ ist der nun 84. Band der Mitteilungen der Prähistorischen Kommission (MPK). Im Jahr 2013 wurde die Prähistorische Kommission im Zuge von Reformen an der Österreichischen Akademie der Wissenschaften gemeinsam mit der Mykenischen Kommission und der Kommission für Ägypten und Levante zu einem gemeinsamen neuen Institut mit erweitertem Profil fusioniert – dem Institut für Orientalische und Europäische Archäologie (OREA). Die seit 1887 etablierten MPK werden in OREA weitergeführt und stellen auch in Zukunft das zentrale Publikationsorgan zur europäischen Ur- und Frühgeschichte dieses Institutes dar. Schließlich ist die österreichische Forschung zur Ur- und Frühgeschichte ein wesentlicher Eckpfeiler des Instituts. Die Einbettung dieser Forschung in europäische Fragestellungen demonstriert auch dieser Band deutlich.

Der Wiener Tradition im besten Sinne folgend ist der vorliegende Band eine interdisziplinäre Zusammenstellung aus naturwissenschaftlichen, archäologischen und historischen Beiträgen zu Fragestellungen, die im Rahmen eines Symposions 2004 diskutiert wurden. Die Veranstaltung, deren Ergebnisse hiermit vorgelegt werden, steht selbst in einer langen erfolgreichen Tradition. Das im Jahr 2004 bereits zum 17. Mal veranstaltete Symposion zu Grundproblemen der frühgeschichtlichen Entwicklung im mittleren Donau-

raum wurde in enger Kooperation mit fünf Institutionen aus vier Nationen organisiert. Auch wenn aufgrund einer etwas verzögerten Drucklegung nicht alle gehaltenen Vorträge in diesem Band erscheinen, ist den Herausgebern dennoch eine grundlegende und in sich konzise Zusammenstellung gelungen. Neben erstmaligen Vorlagen archäologischer und archäometrischer Primärdaten verschiedener Kategorien sind auch kulturhistorische und ökonomische Interpretationen und Modelle vertreten, die Mensch und Umwelt in ihrer Wechselwirkung auf verschiedene Weise beleuchten. Beiden Herausgebern sei an dieser Stelle herzlich gedankt.

Die Ur- und Frühgeschichte Europas bietet auch weiterhin ein breites Feld für archäologische Grundlagenforschung. Die Mitteilungen der Prähistorischen Kommission sind als international begutachtetes und weit verbreitetes Publikationsorgan eine wichtige Konstante in der österreichischen und europäischen Archäologie. In diesem Sinne wünsche ich dem 84. Band unserer traditionellen Reihe sowie seinen Autorinnen und Autoren eine breite und interessierte Leserschaft.

Barbara Horejs
 Direktorin des Instituts für Orientalische und Europäische
 Archäologie
 Wien, am 7. 5. 2015

Einleitende Bemerkungen

Herwig Friesinger, Alois Stuppner

Die wechselseitigen Beziehungen zwischen Mensch und Umwelt gewinnen in der archäologischen Forschung zunehmend an Bedeutung. Ist doch der Mensch Teil seiner Umwelt. Ursache für Veränderungen in der Umwelt und schließlich auch im Siedlungswesen sind Klimawandlungen und der wirtschaftende Mensch selbst. Der naturräumliche Kontext und die landwirtschaftliche Produktion spielen als natürliche Grundlage dabei eine erhebliche Rolle.

Im Rahmen des 17. Internationalen Symposiums *Grundprobleme der frühgeschichtlichen Entwicklung im mittleren Donaauraum*, das von der Prähistorischen Kommission der Österreichischen Akademie der Wissenschaften und dem Institut für Ur- und Frühgeschichte der Universität Wien gemeinsam mit dem Archäologischen Institut der Akademie der Wissenschaften ČR in Brno und dem Archäologischen Institut der Slowakischen Akademie der Wissenschaften in Nitra sowie dem Archäologischen Institut der Universität Köln, Abt. Archäologie der Provinzen, vom 29. November bis 3. Dezember 2004 in Wien organisiert wurde, befassten sich Wissenschaftler aus den Niederlanden, Deutschland, Polen, Tschechien, Slowakei, Ungarn und Österreich mit dem Thema „Mensch und Umwelt – Ökoarchäologische Probleme in der Frühgeschichte“.

Das Symposium widmete sich Fragen der Landschafts- und Vegetationsgeschichte, der Haustierhaltung und Viehzucht, der Land- und Waldwirtschaft, des Obst- und Gartenbaues, der Nahrungswirtschaft und Agrartechnologie sowie den Einflüssen des Klimas auf die Landwirtschaft von der Latènezeit bis ins Frühmittelalter.

Die Zusammenarbeit zwischen Historikern, Archäologen und Naturwissenschaftlern in diesem Forschungskontext hat in Wien schon eine etwas längere Tradition. Im Jahr 1990 trafen sich in Zwettl (NÖ) erstmals Archäobotaniker und Archäozoologen mit Historikern und Archäologen,

um gemeinsam Perspektiven der historischen Auswertung pflanzlicher und tierischer Reste zu diskutieren¹. Schon während des Symposiums zeigte sich das große Interesse der Historiker und Archäologen an der Anwendung naturwissenschaftlicher Methoden. Als eines der Ziele der damaligen Zwettler Tagung wurden die Konfrontation und das direkte Gespräch mit den in benachbarten Disziplinen tätigen Wissenschaftler genannt.

1993 wurde an der Universität Wien die Interdisziplinäre Einrichtung für naturwissenschaftliche Methoden in der Archäologie (IDEA) geschaffen, um die Zusammenarbeit von Naturwissenschaften und Archäologie zu unterstützen und zu fördern. Archäobotanik und -zoologie, Dendrochronologie, Bodenprospektion und Luftbildarchäologie waren nun in die archäologische Forschung fest eingebunden. Das 1998 daraus gebildete Forschungsinstitut (VIAS) ist seit dem Jahr 2006 als interdisziplinäre Forschungsplattform etabliert und z.B. in der Prospektion, in der Archäometallurgie und in den biologischen Wissenschaften wie Dendrochronologie, Archäobotanik und -zoologie sehr aktiv. Gleichzeitig formierte sich im Wiener Luftbildarchiv als neues archäologisches Forschungsfeld die Landschaftsarchäologie, was 2009 zu einem neuen Lehrstuhl mit Schwerpunkt Landschafts- und Umweltarchäologie am Institut für Urgeschichte und Historische Archäologie führte.

Die Wiener Tagung 2004 stellte als spezielles Thema die „Mensch-Umwelt-Beziehungen“ in den Mittelpunkt des Forschungskontextes. Archäologen, Archäobotaniker und -zoologen sowie Historiker waren gefordert, durch eine

¹ H. FRIESINGER, F. DAIM, E. KANELUTTI, O. CICHOCKI (Hrsg.), Bioarchäologie und Frühgeschichtsforschung. Berichte des Symposiums der Kommission für Frühmittelalterforschung, 13.–15. November 1990, Stift Zwettl, Niederösterreich. ArchA Monographien 2 (Wien 1993).

stärkere Einbindung naturwissenschaftlicher Ergebnisse praxisorientiert gemeinsam Lösungen und neue Perspektiven zu klima- und umweltgeschichtlichen Fragen zu erarbeiten und zu präsentieren.

Beispielhaft wurden durch Fachvorträge die Ursachen für Veränderungen in der Umwelt und im Siedlungswesen dargelegt. Insbesondere wurde dabei die Rolle des naturräumlichen Kontextes und der landwirtschaftlichen Produktion an Fallbeispielen untersucht und erörtert.

Leider haben nicht alle Referenten ihren Beitrag zum Druck abgegeben. Durch die lange Druckverzögerung sind einige Beiträge in der Zwischenzeit publiziert oder zu Monographien erweitert und veröffentlicht worden:

Marianne POLLAK, Stellmacherei und Landwirtschaft: Zwei römische Materialhorte aus Mannersdorf am Leithagebirge, Niederösterreich. Fundberichte aus Österreich – Materialheft A 16 (Wien 2006).

Falko DAIM / Nives DONEUS (Hrsg.), Halbturn I. Das kaiserzeitliche Gräberfeld und die Villa von Halbturn, Burgenland: Naturräumliche Voraussetzungen, Prospektion und Vorbericht. Monographien zur Frühgeschichte und Mittelalterarchäologie 10 (Innsbruck 2004) bes. 137–175.

Burghart SCHMIDT / Wolfgang GRUHLE mit archäologischen Beiträgen zur Bandkeramik von Andreas ZIMMERMANN und zur Römischen Kaiserzeit von Thomas FISCHER, Mögliche Schwankungen von Getreideerträgen – Befunde zur Rheinischen Linienbandkeramik und Römischen Kaiserzeit. Archäologisches Korrespondenzblatt 35, 2005, 301–316.

Jaroslav TEJRAL, Die nachträglichen germanischen Siedlungsaktivitäten am Burgstall bei Mušov. Versuch einer Interpretation. Přehled Výskumů 52, 2, 2011, 39–73.

Aus thematischen Gründen wurde ein bisher unveröffentlichter Beitrag von Burghart Schmidt und Wolfgang Gruhle in den Tagungsband aufgenommen, der schon bei der „Grundprobleme-Tagung“ 2003 in Nitra referiert wurde. Der damit zusammenhängende kurzgefasste archäologische Kommentar von Thomas Fischer wird als archäologischer Diskussionsbeitrag der Vollständigkeit halber und vor allem wegen des Zusammenhanges hier beigelegt. Er wurde später in der Zeitschrift Germania 84, 2006 aktualisiert und umfassend mit Fallbeispielen versehen vorgelegt.

Der Beitrag von Maciej Karwowski wurde als Manuskript aus der Posterpräsentation wegen der außergewöhnlichen Funde übernommen.

Der Tagungsband gliedert sich in drei Abschnitte: Der erste Abschnitt bringt Beiträge zur Rekonstruktion von Klima und Umwelt ur- und frühgeschichtlicher Siedlungen aus den Naturwissenschaften mit den in der Archäologie gängi-

gen Methoden und aus den in Nachbardisziplinen neu entwickelten Forschungsrichtungen. Es liegen Abhandlungen der Dendrochronologie, der Paläoökologie, der Archäobotanik und -zoologie und der Quartärmalakologie vor.

Dendrochronologie heißt nach MICHAEL GRABNER und Co-Autoren nicht nur die Datierung von Holzobjekten, sondern auch die Rekonstruktion der Wald- und Holznutzung, die Feststellung von Änderungen bei der Verwendung von Holzarten und die Hinweise auf den Klimaverlauf.

Als neues Verfahren in der Dendrochronologie favorisieren BURGHART SCHMIDT und WOLFGANG GRUHLE die Homogenitätsanalyse, deren Kurve für die Rekonstruktion des Klimas von Interesse ist. Im kurz gefassten archäologischen Kommentar verweist THOMAS FISCHER auf die Möglichkeit der kritischen Überprüfung archäologischer Ergebnisse und, bei einem positiven Resultat, zur Erklärung von vielfältigen historisch-kulturgegeschichtlichen Phänomenen. So sollten historische Prozesse und Umbrüche nicht nur politisch-kulturhistorisch begründet, sondern ebenso klimatische Einflüsse als mögliche Ursache berücksichtigt werden.

Die Paläoökologie untersucht die Zusammenhänge von Umwelt, Klima und menschlichen Einflüssen. Die aus Pollenablagerungen erhobenen und in Diagrammen dargestellten Daten spiegeln den Wandel von Ökosystemen und den Wandel des menschlichen Einflusses wider. HANSJÖRG KÜSTER hebt daher die Pollendiagramme als hervorragende Geschichtsquelle hervor. Aus ihnen lassen sich nicht nur die klimatische Entwicklung, sondern auch und vor allem die generellen Züge der Siedlungsentwicklung erschließen.

Bei den Tierknochenanalysen zählt das Haustier-Wildtier-Verhältnis zu den grundlegenden Beobachtungsqualitäten. Wildtiere erlauben z.B. Aussagen zu vergangenen Ökosystemen und zu deren Nutzung durch den Menschen. Anhand von Fallbeispielen aus Mautern an der Donau, Carnuntum-Zivilstadt, Halbturn und Zwingendorf erörtert GÜNTER KARL KUNST die Bedeutung der Wildtiere in frühgeschichtlichen Gesellschaften und deren Aussagekraft als umwelthistorische Quelle.

Ein junger Forschungszweig in der Quartärmalakologie untersucht die „prähistorischen“ Lebensgemeinschaften der Mollusken, da bestimmte Weichtiergemeinschaften nur in spezifischen Lebensräumen vorkommen. CHRISTA FRANK-FELLNER weist in ihrem Beitrag auf die Analyse der kleinen Muschel- und Schneckengehäuse hin, die eine Rekonstruktion ehemaliger Umweltverhältnisse wie Vegetation, Böden und Klima ur- und frühgeschichtlicher Epochen ermöglicht.

Der zweite Abschnitt des Tagungsbandes ist den archäologischen Beiträgen gewidmet, wobei der Fokus vor allem auf der Rekonstruktion der Landwirtschaft von der jünge-

ren Eisenzeit bis zum Frühmittelalter liegt. Eine primäre archäologische Quelle ist die Zusammenstellung und Analyse der landwirtschaftlichen Geräte, die technische Veränderungen und Innovationen in der Nahrungsmittelbeschaffung und in der Landwirtschaft wie der Bodenbearbeitung aufzeigen.

MACIEJ KARWOWSKI legt ein latènezeitliches Gegenstandsensemble vom Oberleiserberg bei Ernstbrunn vor, dessen Funktion noch unklar ist. Eine Konstruktion mit Schnüren oder Riemen wird vermutet. Hinweise auf die Verwendung werden von einer Gebrauchsspurenanalyse abhängig gemacht.

Zahlreiche landwirtschaftliche Geräte zur Bodenbearbeitung, Ernte und Zubereitung von Nahrung entwickeln sich gerade in der jüngeren Latènezeit und römischen Kaiserzeit. KAROL PIETA verweist bei der Analyse der landwirtschaftlichen Eisengeräte aus der Slowakei auf jüngereisenzeitliche Innovationen in der Bodenbearbeitung durch den Hakenpflug und der einfachen sowie mehrreihigen Egge, und in der Heuernte durch die Verbreitung der langen Sense.

Die Landwirtschaft ist die wirtschaftliche Grundlage vieler kaiserzeitlicher Siedlungen im Barbaricum. Paläobotanische und -zoologische Analysen liefern neben den landwirtschaftlichen Geräten Angaben zu den angebauten Kulturpflanzen und Haustier- und Wildtierspektren. Standortveränderungen der Siedlungen, Klimawandel sind bei der Interpretation von Umbrüchen ebenso zu berücksichtigen wie der römische Einfluss auf die Auswahl der Arten und Anbaumethoden.

Nach ANDRZEJ KOKOWSKI ist man zwar über die Entwicklung der Landwirtschaft in Mittel- und Osteuropa durch die archäologischen und archäozoologischen sowie -botanischen Untersuchungen allgemein gut informiert, aber im speziellen mangelt es an Zusammenstellungen und Analysen von landwirtschaftlichen Geräten in den archäologischen Kulturen Mittel- und Osteuropas, bzw. gibt es nur einen geringen Prozentsatz an osteologischen und paläobotanischen Analysen. U. a. verweist er auf einen radikalen Umbruch in der Entwicklung der Viehzucht und des Ackerbaus bei den Goten durch die Verschiebung ihrer Siedlungsgebiete in südöstliche Richtung. Mögliche Ursachen sind die Veränderung des Klimas und der Umwelt. Hirse tritt an die Stelle von Gerste. Neue technische Errungenschaften wie die Verwendung des Hakenpfluges und der Drehmühle verbreiten sich. Römischer Einfluss wird dabei nicht ausgeschlossen.

Bei der Freilegung zweier germanischer Grubenhäuser in der kaiserzeitlichen Siedlung von Velký Meder (SW-Slowakei) gewannen MÁRIA HAJNALOVÁ und VLADIMÍR VARSÍK durch archäologische und botanische Untersuchungen

Hinweise auf das Spektrum der angebauten Kulturpflanzen und auf die die Siedlung umgebende Landschaft. Die Frage des römischen Einflusses in der Landwirtschaft kann nicht zufriedenstellend beantwortet werden und erfordert weitere Untersuchungen auch an anderen Plätzen.

Im römischen Reich war die überwiegend auf Überschussproduktion ausgerichtete Landwirtschaft wesentlich intensiver und spezialisierter strukturiert. Man konnte somit leichter auf wirtschaftliche Situationen und Umweltveränderungen reagieren, wenn die Böden und klimatischen Verhältnisse es erlaubten. Am Fallbeispiel des südlichen *ager Mutinensis* verfolgt SALVATORE ORTISI die Veränderungen in der ländlichen Besiedlung und überlegt als Ursache hinter dem verhältnismäßig schnellen Niedergang und der Aufgabe der meisten Höfe im Umland von *Mutina* (Modena) im späteren 2. und 3. Jh. n. Chr. ökologische Faktoren wie eine Klimaverschlechterung mit größeren Niederschlagsmengen und damit verbundene Bodenerosionen.

FRANZ GLASER bringt ausgehend von den archäozoologischen und -botanischen Untersuchungsergebnissen vom Hemmaberg bei Globasnitz einen umfassenden Überblick über die landwirtschaftliche Basis spätantiker Höhensiedlungen in Noricum Mediterraneum. U.a. erwähnt er, dass Rind und Schwein die wichtigsten Wirtschaftstiere und Lieferanten der Nahrungsversorgung sind. Die Rispenhirse mit einem Anteil von 71,6 % ist die häufigste Kulturpflanze. Getreide kam jedoch schon gereinigt in die Höhensiedlung und setzt entsprechende landwirtschaftliche Betriebe während der Völkerwanderungszeit in Tallage voraus.

Die archäologischen Beiträge schließen mit archäobotanischen und archäologischen Untersuchungsergebnissen in einer frühmittelalterlichen Siedlung des 7.–8. Jhs. n. Chr. aus dem slowakisch-niederösterreichischen Marchland. MÁRIA HAJNALOVÁ und KRISTIAN ELSCHKE stellen die Analysen aus einem dendrodatierten Brunnenfund des 8. Jhs. aus Malacky (Westslowakei) vor, die Hinweise auf landwirtschaftlich gezüchtete Pflanzenarten, gesammelte Früchte, verschiedene Baumarten, Heilpflanzen und Getreidearten brachten. Bedeutend sind 28 Weintraubenkörner, die der bisher älteste Beweis vom Weinrebenanbau in der Slowakei sind.

Als dritter und letzter Abschnitt des Symposiumsbandes folgen zwei historische Beiträge.

Die Jahre und Jahrzehnte nach Caesar waren eher selten ein ausdrückliches Thema der Forschung, weil man in ihnen keine Zeit besonderer Eigenheit und wichtiger Fragestellungen sah. Und doch ergeben sich für den Althistoriker GERHARD DOBESCH hier Möglichkeiten neuer Erkenntnisse, da noch nicht ganz ausgeschöpftes Quellenmaterial gerade

für die Wirtschaft, aber auch für die Politik in Gallien von Caesar bis Augustus interessante Grundlagen bietet.

Der zweite historische Beitrag befasst sich mit der Aussagefähigkeit von früh- und hochmittelalterlichen Textquellen, die eine Fundgrube für die früh- und hochmittelalterliche Realienkunde darstellen. Jedoch fragt nach KARL BRUNNER die Historie nicht nur nach der Umweltbewältigung, sondern auch nach den Bedingungen der Wahrnehmung im Umgang mit der Natur.

Abschließend gilt unser Dank allen, die zum erfolgreichen Ablauf der Tagung und der beiden Exkursionen nach Zeiselmauer und Elsarn im Strassertal beigetragen haben.

Zuschüsse der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, der Kulturabteilung der Niederösterreichischen Landesregierung und der Universität Wien halfen die Kosten zu tragen, wofür allen Stellen bestens gedankt sei.

Das Institut für Orientalische und Europäische Archäologie (ehemals Prähistorische Kommission) der Österreichischen Akademie der Wissenschaften übernahm dankenswerterweise die Herausgabe des Tagungsbandes mit den eingelangten Vorträgen.

Die Gesamtedaktion des Bandes lag in den Händen von Frau Mag. Silvia Hack. Frau Mag. Ulrike Schuh und Univ.-Doz. Dr. Estella Weiss-Krejci haben das Werk in der Druckphase betreut. Ihnen sei bestens gedankt. Gedankt sei auch Herrn Thomas Pertlwieser für den Entwurf des Covers. Für das Lektorat der Beiträge sind wir Frau Mag. Gerhild Preßmair zu Dank verpflichtet. Die sprachliche Korrektur der englischen Beiträge übernahm dankenswerterweise Frau Dr. Ingeborg Friesinger.

I. Naturwissenschaftliche Beiträge

Vom Nutzen der Dendrochronologie für die Archäologie

Michael Grabner, Rupert Wimmer, Hans Reschreiter

Zusammenfassung

Es gibt keinen anderen Organismus als den Baum, der in Form von Jahrringen die Vergangenheit jahrgenau aufzuzeichnen vermag. Für die Archäologie sind Jahrringe eine zuverlässige und deshalb wichtige Informationsquelle zur Datierung von Holzobjekten. Jedoch sind mit der Bereitstellung eines jahrgenauen Datums die Möglichkeiten der Jahrringanalyse noch nicht ausgeschöpft.

So können bei entsprechend hoher Funddichte an Holzobjekten auch Rekonstruktionen der Wald- und Holznutzung vorgenommen werden. Weiters können mögliche Änderungen im Laufe der Zeit bei der Verwendung einzelner Holzarten aufgezeigt werden. Hinweise auf den Klimaverlauf vergangener Zeiten eröffnen neue Erkenntnisse in der Geschichtsforschung (z. B. Siedlungsgeschichte).

Mit diesen wenigen Beispielen soll auf die Vielfalt an wertvollen Informationen hingewiesen werden, die möglicherweise auch in historischen Holzfunden gespeichert sind.

Einleitung

In der Archäologie spielen Holzfunde eine eher weniger prominente Rolle, dies auch deshalb, weil Holzfunde in größerem Umfang selten gemacht wurden¹. Mit der „Dendrochronologie“ ist Anfang des 20. Jahrhunderts eine Methode etabliert worden, die den unübertroffenen Vorteil der jahrgenauen Datierung liefert. Sie dient der Archäologie durch den Aufbau von langen Jahrringchronologien, mit deren Hilfe auch die Radiokarbondatierung geeicht wird. Durch Auswertung der Jahrringzuwächse lassen sich Zeitreihen erstellen, die sich über Jahrhunderte, ja über Jahrtausende erstrecken können². Bei der Datierung einer

Holzprobe besteht die Absicht, das Datum des zuletzt gebildeten Jahrringes auf der Probe zu bestimmen, im Idealfall ist das der Jahrring unter der so genannten Waldkante, d. h. des zuletzt zugewachsenen Jahrringes unterhalb der Rinde.

Die prinzipielle Leichtigkeit der dendrochronologischen Methode birgt das Risiko ihrer Überschätzung und ihres Missbrauchs durch Laienanwender in sich. Abgesehen vom richtigen technischen Ablauf einer dendrochronologischen Datierung, ist in diesem Zusammenhang Wissen über die biologischen Grundlagen und Zusammenhänge von Bäumen und des Holzes erforderlich.

In der Jahrringanalyse können dendrochronologisch datierte („crossdated“) Jahrringreihen mit weiteren Parametern wie beispielsweise holzanatomischen Merkmalen, Holzartenspektrum, Stammdurchmessern oder Ähnlichem verknüpft werden³. Für die Rekonstruktion der Klimavariabilität werden entsprechende Modelle mit Jahrringserien erstellt, in diesem Fall geht jeder Messwert aus einem Jahrring (Jahrringbreite, Dichteparameter etc.) direkt in die Rekonstruktion ein. Es können aber diskontinuierliche Informationen aus den Jahresringen gewonnen werden, wie z.B. extreme Umweltereignisse bzw. Ereignisse in Zusammenhang mit der Wald- und Holznutzung.

An Hand konkreter Beispiele aus dem Jahrringlabor der Universität für Bodenkultur Wien soll die Breite der Informationen aufgezeigt werden, welche sich aus den Jahresringen historischer Holzproben ablesen lassen. Diese Beispiele könnten durch jahrringanalytische Anwendungen aus der Literatur noch stark ergänzt werden⁴.

1 wie z. B. in Kleinmariazell; WIMMER u. a. 1997; LIEBERT u. a. 1998.

2 SCHWEINGRUBER 1983; BAILLIE 1995; WIMMER/VETTER 1999.

3 GRABNER 2005.

4 siehe z. B. SCHWEINGRUBER 1983; 1996; 2001; BAILLIE 1995; SCHMIDT /GRUHLE 2004; GRABNER 2005.

Aufbau einer Dendrochronologie

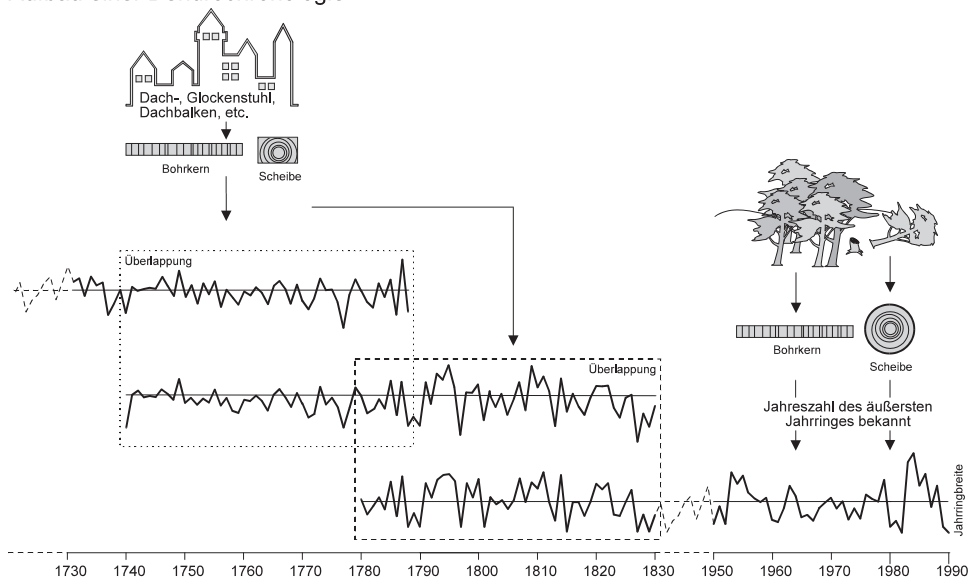


Abb. 1. Das Datierungsprinzip in der Jahrringforschung (aus LIEBERT 1996).

Die Methode der Dendrochronologie

Bäume weisen ein sekundäres Dickenwachstum auf, d.h. eine teilungsfähige Schicht – das Kambium – liefert durch Teilung nach innen Holzzellen und nach außen Rindenzellen. In kühl-feuchten, gemäßigten Klimagebieten bilden die Bäume jährlich einen Zuwachsring (Jahrring) aus. Die neu gebildeten Holzzellen werden jeweils an die vorhandenen angelagert. Ein lebender Baum bildet somit jährlich eine Zelhülle aus, die sich bildlich gesprochen jeweils aufs Neue über den gesamten Holzkörper des Baumes stülpt.

Die Reaktionsmechanismen sind äußerst komplex und laufen zwischen den einwirkenden Umweltfaktoren und verschiedenen Rezeptoren des Baumes ab. Fritts⁵ zeigte, wie sich eine herrschende Klimasituation, charakterisiert durch Temperatur und Niederschlag, über physiologische Mechanismen auf die Jahrringbildung auswirken kann. So wachsen im Allgemeinen Bäume in warmen und regenreichen Sommern besser als in darauf folgenden heißen und trockenen.

Die Unterschiede dieser beiden Witterungsverläufe einer Wachstumsperiode können sich in den Breiten dieser Baumringe abbilden. Diese Jahrringbreiten können gemessen und daraus kontinuierliche Chronologien erstellt werden. Die Synchronisation von Einzelkurven geschieht durch einen statistischen sowie visuellen Vergleich ihrer Jahrringverläufe, wobei bei ausreichender Anzahl an Proben der Aufbau einer immer weiter zurückliegenden

Jahrringreihe möglich ist⁶. Für ein größeres Gebiet gültige Chronologien setzen sich aus einer Vielzahl exakt datierter Jahrringserien zusammen, die von Einzelbäumen, von historischen Bauten sowie aus archäologischen Grabungen stammen können (siehe Abb. 1).

Die Datierung einer Holzprobe unbekanntes Alters erfolgt durch Vergleich mit der erstellten Standardchronologie, wobei zur Beurteilung der Datierung verschiedene statistische Hilfswerkzeuge herangezogen werden. Die statistischen Parameter liefern Hinweise auf mögliche Synchronlagen und die „Sicherheit“ einer Datierung wächst mit der zunehmenden Anzahl signifikanter Ergebnisse, bei gleichzeitiger visueller Überprüfung dieser Synchronlagen. Sind an den zu datierenden Holzproben noch Rindenreste („Waldkante“) zu sehen, kann jahrgenau das Fällungsdatum des Baumes ermittelt werden.

Datierung historischer Holzproben

In den letzten zehn Jahren wurden im Jahrringlabor der Universität für Bodenkultur an die 500 historische Objekte (hauptsächlich Baudenkmäler, Almhütten, Holztriftbauten, Kirchendachstühle, Ausgrabungen, Brunnenkästen, archäologische Grabungen⁷) sowie 114 verschiedene Wald-

5 FRITTS 1976.

6 STOKES/SMILEY 1968; SWETNAM u.a. 1985.

7 siehe dazu z. B. LIEBERT 1996; WIMMER u. a. 1997; GRABNER/WIMMER 1998; GRABNER 2002a; GRABNER u. a. 2004.

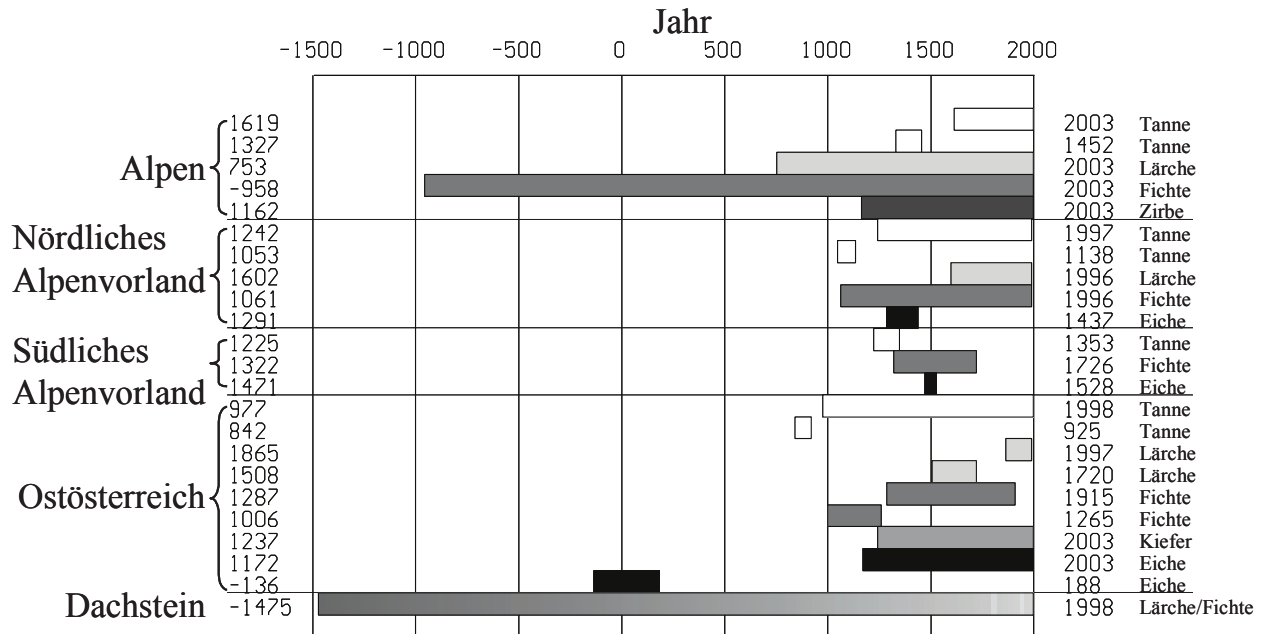


Abb. 2. An der BOKU erstellte Regionalchronologien für den Ostösterreichischen Raum, Stand Mai 2005.

standorte mit stehenden Bäumen⁸ beprobt und bearbeitet. Die Waldlandschaften Österreichs lassen sich nach geografischen, ökologischen bzw. klimatologischen Kriterien in verschiedene Gebiete gliedern, in denen sich für diese Regionen typische Waldstandorte und Waldgesellschaften ausgebildet haben⁹. Die Abgrenzung solcher, meist als Wuchsgebiete bezeichneter Naturräume ist für die Erstellung regional gültiger Jahrringchronologien sehr wertvoll. Die intensive Beprobung auf Basis klimatologisch-ökologischer Grundsätze führte zu repräsentativen Chronologien für das nördliche Alpenvorland, für den gesamten ostalpinen Bereich, für das südliche Alpenvorland sowie für Ostösterreich und das mit teils beachtlicher Länge (siehe Abb. 2).

Rekonstruktion der Wald- und Holznutzung

Anhand von Beispielen sollen hier Möglichkeiten der Rekonstruktion von Wald- und Holznutzungen mit Hilfe der Jahrringanalyse gezeigt werden.

Der archäologische Fundort Hallstatt zeichnet sich im Bereich des prähistorischen Salzbergbaues durch eine sehr hohe Anzahl an Holzfunden und das aus einem beschränkten und damit genau definierten Einzugsgebiet des dafür verwendeten Rohholzes aus. Die zahlreichen Funde aus den

verschiedenen prähistorischen Aufschlüssen, ob aus gezielt durchgeführten Grabungen oder zufällig entdeckt im Zuge des historischen Laugwerksbetriebs, konnten typologisch sowie teilweise über ¹⁴C-Bestimmungen datiert und gruppiert werden¹⁰. Bislang vorliegende dendrochronologische Ergebnisse erlauben zwar bereits eine zeitliche Zuordnung der gefundenen Hölzer, die wissenschaftlich einwandfreie Absicherung dieser Ergebnisse ist allerdings noch ausständig. Neben den Datierungsergebnissen können aber auch Aufschlüsse über Nutzungsdauer der Abbaugruben und dadurch eine Rekonstruktion der Bergbaugeschichte in Hallstatt erwartet werden.

In den letzten Jahren wurden im bronzezeitlichen Salzbergbau in Hallstatt alle erreichbaren Grubenhölzer beprobt. An den entnommenen Bohrkernen wurden die Holzart bestimmt¹¹ und die Jahrringbreiten vermessen. Die Bearbeitung von 451 Einzelproben aus dem bronzezeitlichen Christian-von-Tusch-Werk, Alter Grubenoffen, erbrachte folgende Holzartenverteilung: 47 % Fichte, 42 % Tanne, 9 % Rotbuche und jeweils 1 % Ahorn und Lärche. Das Ergebnis zeigt, dass die Holzartenverteilung von der heutigen Waldzusammensetzung nicht stark abweicht. Es ist anzunehmen, dass Rotbuche zu mehr als 9 % im Wald vertreten war. Rotbuche wurde zur Herstellung von Werkzeugstielen

⁸ z. B. STRUMIA 1999; SAURWEIN 2000; GRABNER/GINDL 2000; GRABNER 2001.

⁹ KILLIAN u. a. 1994.

¹⁰ BARTH 1973.

¹¹ WAGENFÜHR 1989.

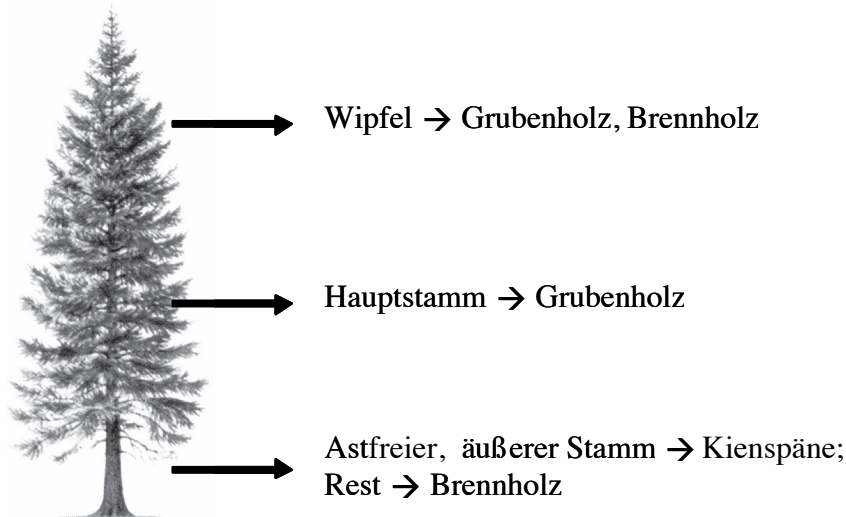


Abb. 3. Nutzung verschiedener Bereiche eines Baumes (Hypothese auf Grund der bisherigen Ergebnisse).

(Knieholzschäftungen) verwendet. Dies legt eine Nutzung der dabei anfallenden Reste als Brennholz nahe.

In prähistorischen Zeiten waren unter Tage Kienspäne neben einzelnen großen Feuern die einzige Lichtquelle und interessanterweise bestehen diese nicht aus harzreichem Kiefernholz, wie das Wortes „Kien“ vermuten ließe, sondern durchwegs aus Fichten-, Lärchen- und Tannenholz. Diese „Kienspäne“ mit einer Länge von circa einem Meter wurden aus astfreiem Holz gespalten. In vielen Bereichen des Salzbergbaues sind diese „Kienspäne“ massenhaft anzutreffen. Dabei drängen sich folgende Fragen auf: Wie war es möglich, eine solche große Menge an Spänen herzustellen? Was bedeutete die Herstellung der „Kienspäne“ für

die damalige Waldbewirtschaftung – wurden Bäume gezielt „behandelt“?

Wie erwähnt ist das Einzugsgebiet für Rundholz wegen der speziellen topografischen Lage sehr eingeschränkt. Nur kleinere Holzgegenstände wie Gefäße oder Werkzeugstiele wurden auch gehandelt und kamen somit aus größerer Entfernung nach Hallstatt¹². Aus archäologischen Erkenntnissen ist bekannt, dass Rundholz als Grubenholz, für die Erzeugung von Kien- (bzw. Leucht-)spänen, für die Errichtung oberflächlicher Gebäude¹³, sowie begrenzt auch für die Herstellung von Holzgefäßen und Werkzeugen eingesetzt wurde. Jede Nutzungsart stellt spezielle Anforderungen an das Rundholz. Für Grubenhölzer wurden nur gewisse

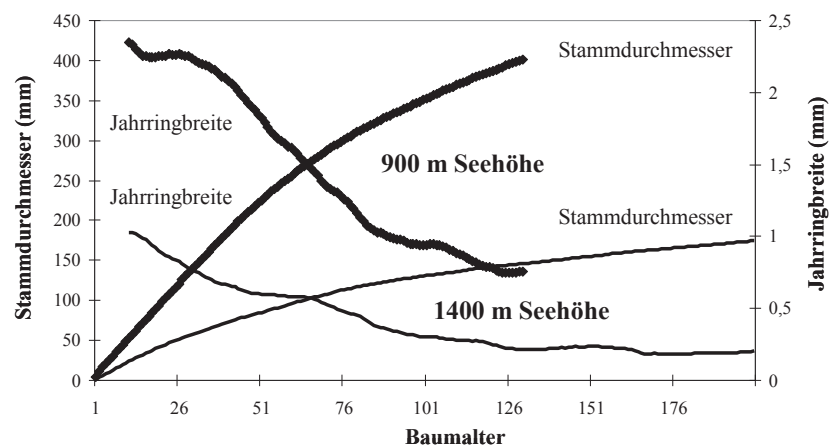


Abb. 4. Alterstrend und Durchmesserkurven in 900 m und in 1400 m Seehöhe, Hallstatt.

¹² BARTH/GRABNER 2003.

¹³ Blockbauten, BARTH/LOBISSER 2002.

Durchmesserklassen verwendet; die bei ausreichender Festigkeit nicht zu schwer sein durften. „Kienspäne“ wurden ausschließlich aus astfreiem Holz gefertigt.

Die Versorgung mit qualitativ hochwertigem, astfreiem Holz ist so vorstellbar (Abb. 3), dass die adulten, rindennahen Holzschichten der unteren Stammlänge in Wurzelnähe genutzt wurden, und zwar von Bäumen, die vornehmlich in engen Beständen wuchsen. Eine weitere Möglichkeit ist die Nutzung astfreier Bereiche zwischen den Astwirteln jüngerer, rasch wachsender Bäume. Zur Klärung dieser Frage wurden typische Alterstrendkurven für verschiedene forstliche Standorte in der Umgebung Hallstatt (900 m und 1400 m Seehöhe) ermittelt. Diese Alterstrendkurven geben an, welche Jahrringbreite in welchem Alter des Baumes zu erwarten ist. Weiters kann der Durchmesser der Bäume bei gegebenem Alter abgeschätzt werden (Abb. 4).

Zurzeit werden bei „Kienspänen“ aus verschiedenen Bereichen des bronzezeitlichen Salzbergbaus sowohl die Jahrringbreiten als auch die Krümmungsradien der Jahrringe

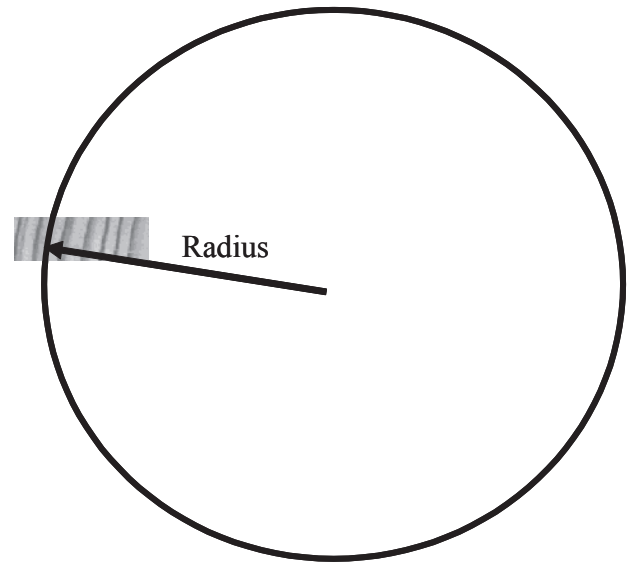


Abb. 5. Abschätzung des Baumdurchmessers aus der Krümmung der in Kienspänen vorhandenen Jahrringe.

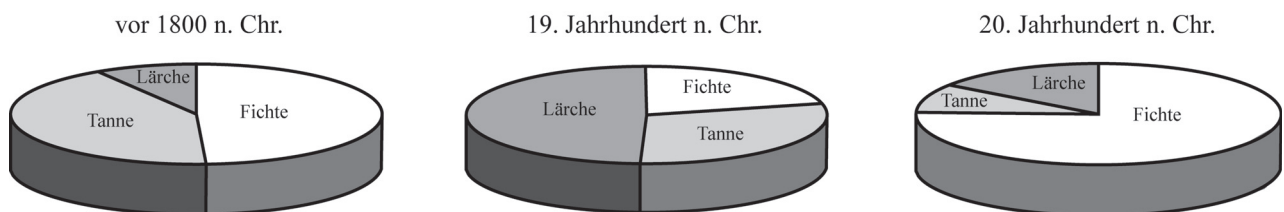


Abb. 6. Holzartenverteilung der Holztrifitanlagen im Wandel der Zeit (nach GRABNER u. a. 2004).

ermittelt (Abb. 5). Aus der Krümmung der Jahrringe konnte der Durchmesser des Baumstammes, aus welchem die Kienspäne gespalten wurden, abgeschätzt werden, d.h. es lässt sich rekonstruieren, ob die Kienspäne aus alten, astfreien Bäumen oder aus jungen Bäumen zwischen den Astwirteln gespalten wurden. Durch die Kombination der Abschätzungen der Durchmesser mit den gemessenen Jahrringbreiten können auch ungefähre Rückschlüsse auf die Herkunft (im Bereich der bronzezeitlichen Mundlöcher – rund 950–1100 m Seehöhe; bzw. gegen die Waldgrenze hin – rund 1500 m Seehöhe) der Bäume gezogen werden.

Wichtige Informationen zur Holznutzung sind aus möglichen Änderungen der Holzartenzusammensetzung, in Zusammenhang mit dem Wandel der Holzverwendung, ableitbar¹⁴. Jede Holzart hat bestimmte spezifische Eigenschaften, aus denen wiederum spezielle Einsatzgebiete abgeleitet werden können. So weist beispielsweise die Holzart

Lärche (*Larix decidua* Mill.) vor allem bei Verwendung unter Wasser eine erhöhte Dauerhaftigkeit auf¹⁵. In einer umfangreichen Studie über Holztrifitanlagen im Reichraminger Hintergebirge konnte festgestellt werden, dass sich der Einsatz bestimmter Holzarten über die Zeit verändert hat¹⁶. In der Arbeit von Grabner¹⁷ wurden einzelne Bauhölzer dendrochronologisch genau datiert. Die zur Errichtung der Trifitanlagen am besten geeignete Holzart – nämlich Lärche – wurde nur im 19. Jh. n. Chr. im größeren Umfang eingesetzt. Im 20. Jh. n. Chr. wurde hingegen die leicht verfügbare Fichte (*Picea abies* [L.] Karst.) verwendet (Abb. 6).

Bäume reagieren auf Veränderungen ihrer Umwelt, d. h. es gibt Reaktionen, die sich in der Jahrringbreite bzw. in anatomischen Details innerhalb der Jahrringe festlegen¹⁸.

14 SCHMER 2004.

15 GRABNER 2002b; GIERLINGER 2003.

16 GRABNER u. a. 2004.

17 GRABNER u. a. 2004.

18 FRITTS 1976; SCHWEINGRUBER 2001.

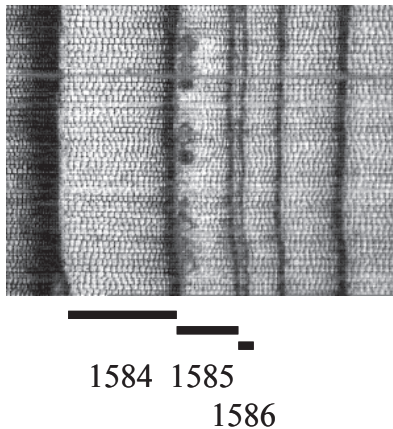


Abb. 7. Ausschnitt aus einer Jahrringsequenz eines Fichtenbaumes, der 1585 geschneitelt wurde.

So bilden z. B. Tannen in sehr trockenen Jahren schmale Jahrringe aus; oder Fichten bilden nach Nadelverlust sehr schmale Jahrringe aus. Diese Ereignisse können dendrochronologisch datiert werden. Als Beispiel sei die Rekonstruktion der Schneitelung von Fichten erwähnt. Unter Schneitelung versteht man die Entfernung von grüner Laub- bzw. Nadelmasse vom lebenden Baum. Schneitelung war eine gängige Methode, um Futterknappheit zu überwinden. Die geernteten Nadeln wurden an die Haustiere verfüttert, bzw. als Einstreu verwendet.

In Abb. 7 sind im Frühholz des Jahrringes 1585 traumatische Harzkanäle zu sehen. Es liegt hier eine Reaktion

auf die Nadelentnahme im Spätwinter bzw. frühen Frühjahr 1585 vor. Die Jahrringbreite 1585 ist auf Grund vorhandener Reservestoffe nicht viel schmaler als die der zuvor gebildeten Jahrringe. Jedoch hat sich im Jahrring 1586 der schlechte Benadelungszustand massiv ausgewirkt, es ist ein sehr schmaler Jahrring zu sehen. In den folgenden Jahren trat eine Erholung des radialen Dickenwachstums ein, und die Jahrringbreiten entsprechen wieder den üblichen Werten. Wenn man die Futterknappheit (Heu) als Hauptgrund der Schneitelung mitberücksichtigt, können sogar indirekte Aussagen über das Klima im Jahr 1584 getroffen werden. Im Jahr 1584 dürfte das Klima für die Heuernte ungünstig gewesen sein, was eine Futterknappheit im Winter 1584/1585 zur Folge hatte.

Rekonstruktion der Klimavariabilität (Dendroklimatologie)

Da die Dendroklimatologie ein sehr großes, eigenständiges Forschungsgebiet darstellt, sollen hier nur kurz die Grundgedanken anhand eines Beispiels dargestellt werden¹⁹.

Die Jahrringbreiten innerhalb eines Baumes unterliegen mehreren Einflüssen und die Palette reicht vom Klimateinfluss, dem Baumalter, Bestand und Konkurrenz, bis zu externen Wachstumsstörungen wie beispielsweise durch Luftschadstoffe. Als „Alterstrend“ wird das Phänomen bezeichnet, dass mit zunehmendem Alter der Bäume die Jahrringe immer schmaler werden²⁰. Zur Rekonstruktion des Klimas muss dieser Alterstrend und mögliche externe

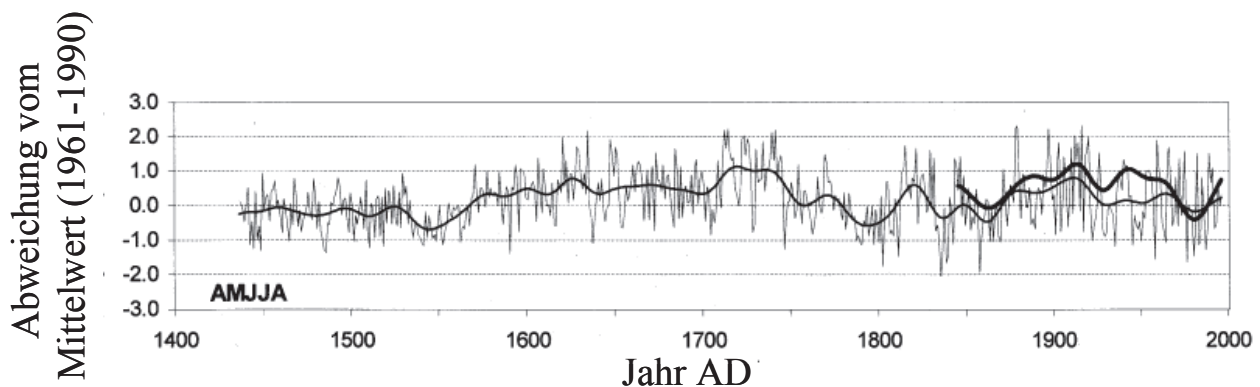


Abb. 8. Niederschlagsrekonstruktion (April bis August) für den Wiener Raum anhand von Schwarzkiefer-Jahrringen. Dargestellt ist die jährliche Rekonstruktion (dünne Linie), die Rekonstruktion mit einem 20-jährigen gleitenden Mittelwert geglättet und die Messreihe (Wien Hohe Warte), ebenfalls geglättet (dicke Linie) (aus STRUMIA 1999).

¹⁹ Weitere Beispiele sind z. B. zu finden bei FRITTS 1976; HUGHES u. a. 1982; BRIFFA u. a. 1990; BRIFFA/MATTHEWS 2002; WIMMER u. a. 2000; GRABNER/GINDL 2000; HUGHES 2002.

²⁰ SCHWEINGRUBER 1983.

Störsignale, die pulsartig auftreten können, entfernt werden. Dafür werden verschiedene statistische Verfahren herangezogen²¹.

Abb. 8 zeigt eine Niederschlagsrekonstruktion für den Wiener Raum mittels Schwarzkieferbäumen²². Diese Bäume zeigten für den Zeitraum April bis August der laufenden Vegetationsperiode positive Zusammenhänge mit der Summe der Niederschläge; d. h. in einem Jahr mit trockenem Frühsommer/Sommer wuchs die Schwarzkiefer weniger als in einem vergleichsweise feuchten Jahr.

Die Rekonstruktion der Klimavariabilität spielt vor allem auch in der Siedlungsgeschichte und damit in der Archäologie bzw. in der Ur- und Frühgeschichte eine wesentliche Rolle. Durch den interdisziplinären Ansatz von Dendrochronologie und Archäologie lassen sich Wechselwirkungen zwischen dem Klima und Besiedlungsdynamik studieren.

Schlussfolgerungen

Holzfunde können neben dem Datum der Fällung des Baumes wesentliche Informationen zur Umweltsituation der Vergangenheit liefern. Die Bandbreite reicht dabei von der Rekonstruktion des Klimas, bis hin zur Rekonstruktion der Wald- und Holznutzung. Bei entsprechender Funddichte und jahringanalytischer Bearbeitung können Holzfunde über das Fälldatum hinaus einzigartige Informationen liefern. Die konsequente Bergung, Konservierung und Bearbeitung von Holzfunden muss daher prioritär sein und fordert weiters starke Interdisziplinarität.

Danksagung

Den Mitarbeitern des Jahrringlabors der Universität für Bodenkultur Wien Daniela Geihofer, Andrea Klein, Martin Weigl und Johannes Gelhart sei auf diesem Weg für die Unterstützung bei der Erstellung dieses Artikels gedankt.

Literatur

BAILLIE 1995

M. G. L. BAILLIE, A slice through time. Dendrochronology and precision dating (London 1995).

BARTH 1973

F. E. BARTH, Versuch einer typologischen Gliederung der prähistorischen Funde aus dem Hallstätter Salzberg. Mitt. Anthr. Ges. Wien 102, 1973, 26–30.

BARTH/LOBISSER 2002

F. E. BARTH/W. LOBISSER, Das EU-Projekt Archaeolive und das archäologische Erbe von Hallstatt. Veröff. aus dem NHM in Wien N. F. 29 (Wien 2002).

BARTH/GRABNER 2003

F. E. BARTH/M. GRABNER, Wirtschaftliche Fernbeziehungen des spätbronzezeitlichen Hallstatt. Mitt. Anthr. Ges. Wien 133, 2003, 85–89.

BRIFFA u. a. 1990

K. R. BRIFFA/T. S. BARTHOLIN/D. ECKSTEIN/P. D. JONES/W. KARLÉN/F. H. SCHWEINGRUBER/P. ZETTERBERG, A 1.400-year tree-ring record of summer temperatures in Fennoscandia. Nature 346(6283), 1990, 434–439.

BRIFFA/MATTHEWS 2002

K. R. BRIFFA/J. A. MATTHEWS, ADVANCE-10K: A European contribution towards a hemispheric dendroclimatology for the Holocene. The Holocene 12 (6), 2002, 639–642.

FRITTS 1976

H. C. FRITTS, Tree Rings and Climate (New York 1976).

GIERLINGER 2003

N. GIERLINGER, Chemistry, colour and brown-rot decay resistance of larch heartwood and FT-NIR based prediction models. Dissertation, Universität für Bodenkultur Wien (Wien 2003).

GRABNER/WIMMER 1998

M. GRABNER/R. WIMMER, Dendrochronologische Hausdatierungen in Krems. Fundber. Österreich 37, 1998, 63–64.

GRABNER/GINDL 2000

M. GRABNER/W. GINDL, Neue Jahrringchronologien vom Dachstein. Eine 1250-jährige Rekonstruktion der Sommertemperatur. Mitteilungen der ANISA 21, 2000, 20–30.

GRABNER 2001

M. GRABNER, Dendrochronologische Auswertungen in den Naturwaldreservaten Rosswald und Hutterwald. NaturLandSalzburg, Heft 1, 2001, 26–27.

GRABNER 2002a

M. GRABNER, Dendrochronologische Datierung der Holzfunde aus der Wehranlage Sand. Arbeitsber. Kultur- und Museumsver. Thaya 2-4, 2002, 975–976

GRABNER 2002b

M. GRABNER, Relationships among wood quality indicators of Larch wood grown in Europe. Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur (Wien 2002).

GRABNER u. a. 2004

M. GRABNER/R. WIMMER/J. WEICHENBERGER, Reconstructing the history of log-drifting in the Reichraminger

21 FRITTS 1976.

22 STRUMIA 1999; WIMMER u. a. 2000.

- Hintergebirge, Austria. *Dendrochronologia* 21 (3), 2004, 131–137.
- GRABNER 2005
M. GRABNER, Functional Tree-Ring Analysis: Wood as an information source to understand physiological, environmental and technological questions. Dissertation, Universität für Bodenkultur Wien (Wien 2005).
- HUGHES u. a. 1982
M. K. HUGHES/P. M. KELLY/J. R. PILCHER/V. C. LAMARCHE, JR., Climate from tree rings (Cambridge 1982).
- HUGHES 2002
M. K. HUGHES, Dendrochronology in climatology – the state of the art. In: P. CHERUBINI (Hrsg.), Tree rings and people. Conference Proceedings, Davos, Switzerland, September 2001. *Dendrochronologia* 20 (1–2 [special issue]), 2002, 95–116.
- KILLIAN u. a. 1994
W. KILLIAN/F. MÜLLER/F. STARLINGER, Die forstlichen Wuchsgebiete Österreichs. Eine Naturraumgliederung nach waldökologischen Gesichtspunkten. Schriftenreihe der Forstlichen Bundesversuchsanstalt Wien 82, 1994.
- LIEBERT 1996
S. LIEBERT, Eichenchronologie im Raum Wien. 1462–1995. Diplomarbeit, Universität für Bodenkultur Wien (Wien 1996).
- SAURWEIN 2000
H. SAURWEIN, Dendroklimatologische Untersuchungen an Fichte, Tanne und Lärche im Nationalpark Kalkalpen. Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur (Wien 2000).
- SCHMER 2004
T. SCHMER, Historische Holzverwendung anhand einiger Fallstudien in Niederösterreich. Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur Wien (Wien 2004).
- SCHMIDT/GRUHLE 2004
B. SCHMIDT/W. GRUHLE, Similar climatic conditions (teleconnection) between Europe and Asia, identified by a new method of tree-ring analysis and meteorological data. Proceedings of the EuroDendro 2004, September 15.–19. (Rendsburg 2004), 44.
- SCHWEINGRUBER 1983
F. H. SCHWEINGRUBER, Der Jahrring: Standort, Methodik, Zeit und Klima in der Dendrochronologie (Bern 1983).
- SCHWEINGRUBER 1996
F. H. SCHWEINGRUBER, Tree rings and environment. Dendroecology (Bern, Stuttgart, Wien 1996).
- SCHWEINGRUBER 2001
F. H. SCHWEINGRUBER, Dendroökologische Holzanalyse. Anatomische Grundlagen der Dendrochronologie (Bern, Stuttgart, Wien 2001).
- STOKES/SMILEY 1968
M. A. STOKES/T. L. SMILEY, An introduction to tree ring dating (Chicago 1968).
- STRUMIA 1999
G. STRUMIA, Tree-ring based reconstruction of precipitation in eastern Austria. Dissertation, Universität für Bodenkultur Wien (Wien 1999).
- SWETNAM u. a. 1985
T. W. SWETNAM/M. A. THOMPSON/E. K. KENEDY-SUTHERLAND, Using dendrochronology to measure radial growth of defoliated trees. United States Department of Agriculture, Forest Service 1985.
- WAGENFÜHR 1989
R. WAGENFÜHR, Anatomie des Holzes (Leipzig 1989).
- WIMMER u. a. 1997
R. WIMMER/M. GRABNER/St. LIEBERT, Dendrochronologische Altersbestimmung von Holzfunden aus der Grabung Kleinmariazell. *Fundber. Österreich* 36, 1997, 55–57.
- WIMMER/GRABNER 1998
R. WIMMER/M. GRABNER, Standardchronologien in Österreich für die dendrochronologische Datierung. *Arch. Österreich* 9/2, 1998.
- WIMMER/VETTER 1999
R. WIMMER/R. E. VETTER, Tree Ring Analysis: Biological, Methodological and Environmental Aspects (Oxon, New York 1999).
- WIMMER u. a. 2000
R. WIMMER/G. STRUMIA/F. HOLAWE, Use of false rings in Austrian pine to reconstruct early growing season precipitation. *Canadian Journal of Forest Research* 30, 2000, 1691–1697.

Baumwachstum und Klima: Dendrochronologische Untersuchungen (Homogenitätsanalyse) zum Nachweis von Niederschlagsmustern in Europa

Burghart Schmidt, Wolfgang Gruhle

Die Breite eines Jahrringes ist das Ergebnis vielfältiger, auf das Wachstum einwirkender Faktoren. In den jährlich unterschiedlichen Ringbreiten erkannte bereits Leonardo da Vinci im 15. Jahrhundert eine Beziehung zu den jährlich unterschiedlichen Niederschlägen.

Die klimatologische Erforschung von Jahrringbreiten wird seit Anfang des 20. Jahrhunderts betrieben. Hierbei wurden solche Gebiete bevorzugt, in denen ein Klimafaktor begrenzend auf das Wachstum der Bäume einwirkt.

So hängt in den Trockengebieten der Erde der jährliche Zuwachs in hohem Maße von den Niederschlagsmengen ab¹, während die Bäume in den Höhenlagen nahe der Baumgrenze sowie in den borealen Waldzonen eine deutliche Temperatur- und Lichtabhängigkeit zeigen².

Im temperierten und humiden Klimagebiet Westeuropas ist dagegen der Zusammenhang zwischen Jahrringbreite und Klima weniger eindeutig, weil die Einflussgrößen von Temperatur *und* Niederschlag über die Zeit hinweg nicht gleichbleibend sind, sondern Schwankungen unterliegen können (z. B. während des hochmittelalterlichen Klimaoptimums oder während der mittelalterlichen Kaltphasen, der sogenannten Kleinen Eiszeit). Nähere Untersuchungen dieser komplexen Gegebenheiten sind in Europa erst möglich, seitdem geeignete statistische Verfahren und Computerverfahren zur Verfügung stehen³.

Dendroklimatologische Untersuchungen an Eichen in Westdeutschland haben z.B. mit den von Fritts⁴ entwickelten

Verfahren ergeben, dass sich nur etwa 26 % der Jahrringbreiten klimatisch erklären lassen⁵.

Dieses Ergebnis konnte nicht befriedigen, denn die regionalen Jahrringchronologien z. B. Nord-, West- und Süddeutschlands zeigen einen relativ hohen Übereinstimmungsgrad, der indirekt belegt, dass sich noch ein wesentlich größerer klimatischer Anteil hinter den Jahrringbreitenschwankungen verbergen muss.

Wuchshomogenität/-heterogenität: Ein Ähnlichkeitsprofil von Jahrringchronologien im gleitenden Zeitfenster

Ausgang unserer Untersuchungen war die in der Dendrochronologie schon seit langem bekannte Beobachtung, dass die Ähnlichkeit des Baumwachstums zwischen den verschiedenen Regionen durch die Zeit hinweg nicht konstant ist, sondern deutliche Unterschiede aufweisen kann.

Beispiel 1: Bronzezeit

Bereits beim Aufbau der Eichenchronologien für den nord- und westdeutschen Raum fiel auf, dass der Ähnlichkeitsgrad der Jahrringkurven bronzezeitlicher Hölzer im Zeitraum von etwa 2000–1000 v. Chr. überdurchschnittlich hoch ist. So stimmen zum Beispiel die Jahrringmuster der Eichen Norddeutschlands sowohl mit denen Nordirlands als auch Süddeutschlands über eine relativ ungewöhnlich große Entfernung von jeweils mehr als 1000 km so deutlich überein, dass sie zweifelsfrei zueinander datiert werden konnten⁶. Eine derart hohe Übereinstimmung ist im Zeitraum der letzten 7000 Jahre auffällig.

1 z. B. DOUGLASS 1914; FRITTS 1976.

2 z. B. FRITTS 1976; BRIFFA u. a. 1990; HUGHES u. a. 1994; ESPER u. a. 2002.

3 FRITTS 1976.

4 FRITTS 1976, 21.

5 ECKSTEIN/SCHMIDT 1974, SCHMIDT 1977; ECKSTEIN u. a. 1979.

6 PILCHER u. a. 1984; SCHMIDT/GRUHLE 1988; BECKER/SCHMIDT 1990.

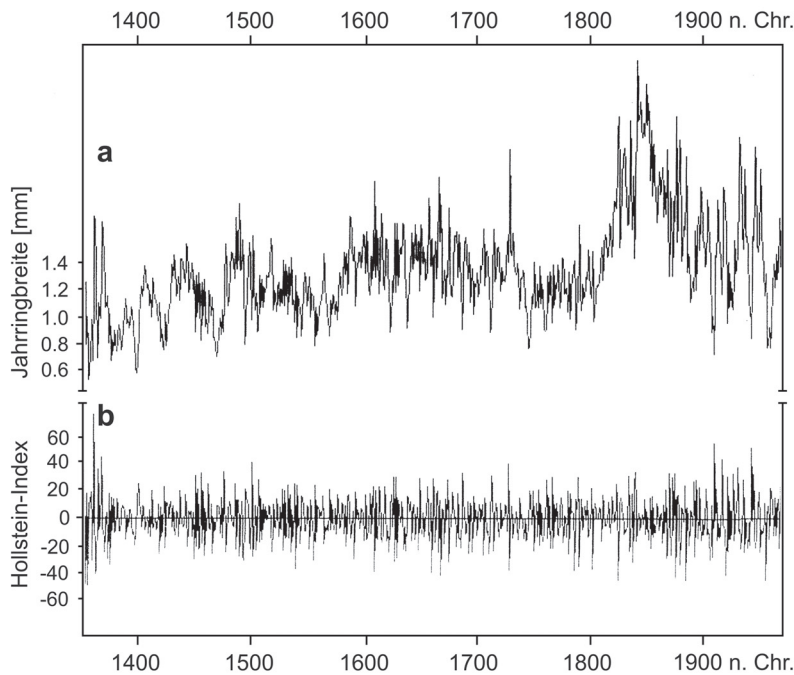


Abb. 1. a) Die Jahrringchronologie für das Moselgebiet, als Beispiel für typische Jahrringbreitenschwankungen von Kalendern (Rohdaten) mit Langzeitschwankungen. Die Schwankungen um 1800/1850 beruhen nachweislich auf Standortunterschieden und sind somit nicht klimatisch bedingt. Für die folgenden Analysen werden daher keine Rohdaten verwendet. b) Jahrringchronologie für das Moselgebiet. Beispiel für die Transformation der Jahrringbreiten $b(i)$ zum Hollstein-Index; $Y(I) = 100 \ln(b(i)/b(i-1))$, um niederfrequente und nicht klimatisch bedingte Wuchsschwankungen zu eliminieren.

Beispiel 2: Hallstattzeit und römische Kaiserzeit

Ein extremer Ähnlichkeitsunterschied im Baumwachstum wurde bei den Holzfunden aus den Grabungen des römischen Militärlagers in Oberaden besonders deutlich. Die Hölzer, mit dem Fälldatum 11 v. Chr., sind in ihrem Jahrringbild extrem einheitlich und daher besonders gut datierbar. Die Datierung dieser Hölzer kann mit *allen* Kalendern Nord-, West- und Süddeutschlands zweifelsfrei erfolgen.

Dagegen bereitete die Datierung der Eichen eines latènezeitlichen Brunnens, der ebenfalls innerhalb der römischen Anlage gefunden wurde, besondere Schwierigkeiten, da die Bäume sehr uneinheitlich gewachsen sind. Sie konnten dendrochronologisch (407 v. Chr. oder 250 v. Chr.) zunächst nicht sicher datiert werden⁷. Bei der Datierung von Hölzern aus der Hallstattzeit hat die Dendrochronologie bereits innerhalb kleinerer Wuchsgebiete (50–100 km) beachtliche Schwierigkeiten, weil zeitgleiche Bäume dieser Zeitspanne eine relativ geringe Wuchsübereinstimmung aufweisen. Die dendrochronologischen Datierungsmöglichkeiten sind in dieser Zeit deutlich eingeschränkt.

Da wir hinter diesen zeitlichen Schwankungen zwischen tendenziell homogenem und tendenziell heterogenem Baumwachstum klimatische Ursachen vermuten, haben wir den Grad der Wachstumsübereinstimmung bei Eichen in Westeuropa berechnet⁸.

Verfahren zur Berechnung der Wuchshomogenität

Wir berechnen den *Homogenitätsgrad* (HG-Grad) als Korrelationsfunktion zwischen zwei Jahrringkurven in einem gleitenden Zeitfenster von 20 bzw. 50 Jahren. Zuvor werden die Jahrringbreiten in „Wuchswerte“ transformiert⁹, um langjährige Wachstumstrends zu unterdrücken (Abb. 1, a, b).

Werden sämtliche Jahrringkurven eines Standortes bzw. mehrerer Standorte oder einer Klimaregion untereinander korreliert (bei N Jahrringkurven sind es $N \cdot (N-1)/2$ Korrelationskurven) und in einer Mittelwertkurve zusammengefasst, so entsteht daraus eine zeitlich schwankende *Homogenitätskurve* (HG-Kurve) pro Standort bzw. Region. Sie beschreibt den Zeitverlauf hoher oder niedriger Ähnlichkeit des Wachstums.

In den HG-Kurven der folgenden Abbildungen wird in jedem Jahrespunkt die Wuchshomogenität des vorangegangenen Zeitfensters dargestellt, also jeweils im Endpunkt dieses Zeitintervalls.

Um die statistische Unsicherheit niedrig zu halten, muss eine Mindestzahl von 10 Bäumen je Standort oder Region vorliegen. Das Gleitfenster sollte höchstens 50 Jahre breit sein, um auch kurzzeitige Variationen zu erfassen.

Mathematische Wege zur exakten Signifikanzberechnung stehen noch aus: etwa der Einfluss von kleineren Fensterbreiten oder etwa der Anzahl der Paarkorrelationen (z.B. entstehen aus 10 Bäumen bereits 45 Korrelationskurven). In

⁷ SCHMIDT 1992.

⁸ SCHMIDT/GRUHLE 2001; 2003a; 2003b; 2006.

⁹ HOLLSTEIN 1980.