

**Ähnlichkeitsprofil (Homogenitätsgrad)  
von Jahrringchronologien Westeuropas  
während der letzten Jahrhunderte**

*Burghart Schmidt und Wolfgang Gruhle*

---

Burghart Schmidt: Universität zu Köln, Institut für Ur- und Frühgeschichte, Labor für Dendrochronologie  
Weyertal 125, D-50923 Köln, B.Schmidt@uni-koeln.de

Wolfgang Gruhle: Universität zu Köln, Institut für Kernphysik, Zülpicher Str. 77, D-50937 Köln



# Ähnlichkeitsprofil (Homogenitätsgrad) von Jahrringchronologien Westeuropas während der letzten Jahrhunderte

*Burghart Schmidt und Wolfgang Gruhle*

**Zusammenfassung** – Nach einem kurzen Überblick über die Forschungsgeschichte der Dendrochronologie zur Telekon-  
nektion wird die Ähnlichkeit zwischen den Jahrringchronologien Westeuropas und dem Himalajagebiet Nepals diskutiert.  
Die Ähnlichkeit beider Chronologien läßt vermuten, daß das Baumwachstum über Klimazonen hinweg auch durch langzeit-  
liche Änderungen der Solarstrahlung beeinflussen werden kann. Auf der Suche nach einer möglichen Erklärung haben wir  
eine neue Kenngröße aus den Jahrringkurven abgeleitet, die wir den Homogenitätsgrad des Wachstums nennen. Mit dieser  
neuen Methode der Homogenitätsanalyse haben wir einen Wachstumsparameter bei Bäumen gefunden, der im Gegensatz  
zur Jahrringbreite auch über regionale Klimagrenzen hinwegreicht und teilweise mit Änderungen der Sonnenaktivität  
korreliert

**Schlüsselwörter** – Jahresringe, Wuchshomogenität, Sonnenflecken, Telekonnektion.

**Abstract** – After a short review on the history of teleconnection in dendrochronology we will discuss the similarities of tree  
ring chronologies from Western Europe and Nepal/Himalaya. The similarity of both chronologies seems to lead to the the-  
sis, that tree growth – even in different climatic settings – is partly influenced by long term oscillations of solar  
activity. Searching for an explanation we derived a new growth parameter from the tree ring chronologies called growth ho-  
mogeneity. With this new method of measuring growth homogeneity we found a tree growth parameter which works – con-  
trary to the ordinary tree ring width – in larger dimensions than regional climate areas and correlates partly with changes in  
solar activity.

**Keywords** – tree rings, growth parameter, growth homogeneity/heterogeneity, solar activity, teleconnection.

## Einleitung

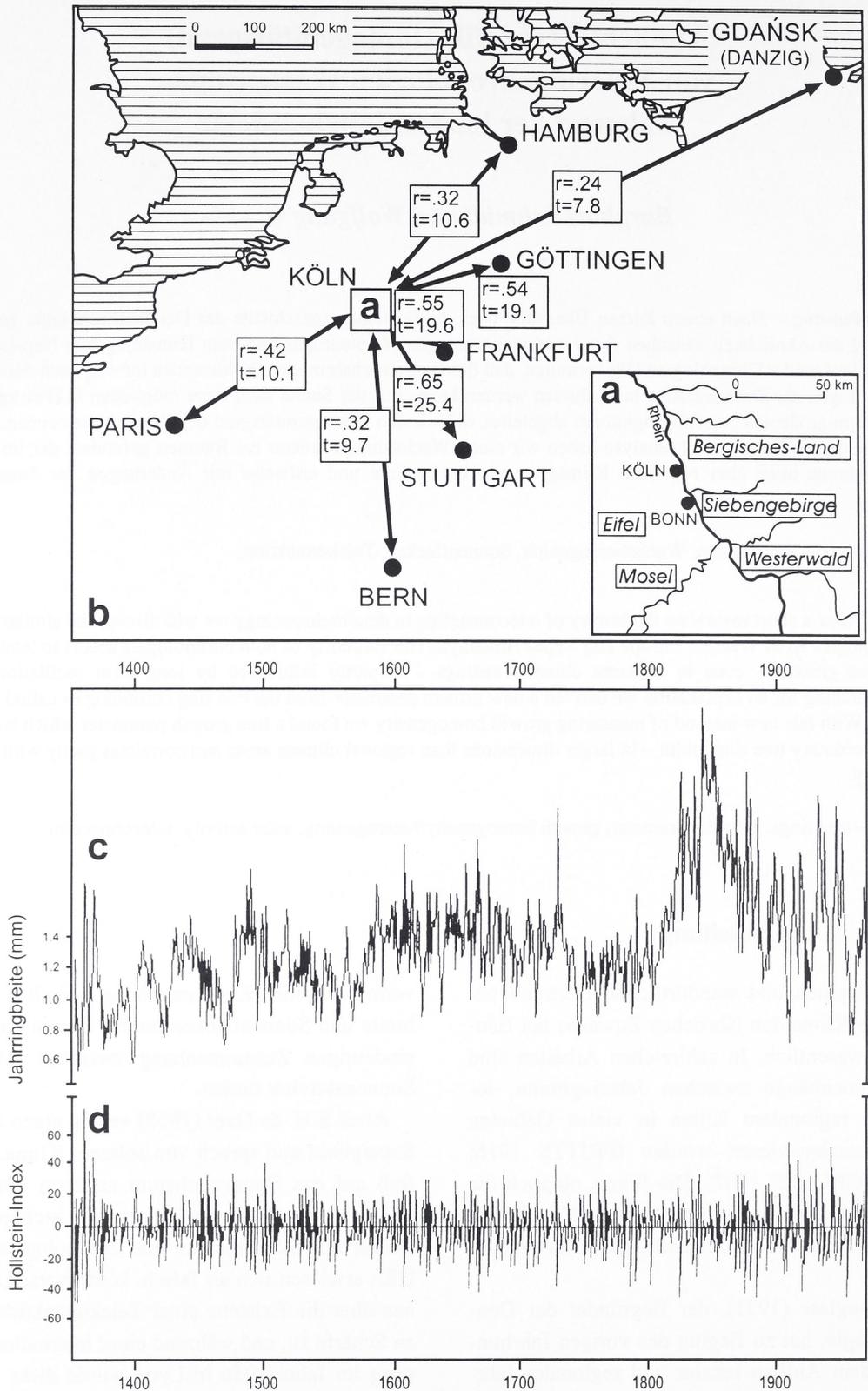
Neben endogenen und standörtlichen Faktoren be-  
einflußt das Klima den jährlichen Zuwachs bei Bäu-  
men ganz wesentlich. In zahlreichen Arbeiten sind  
die Zusammenhänge zwischen Jahrringbreite, lo-  
kalem und regionalem Klima in vielen Gebieten  
der Erde nachgewiesen worden (FRITTS 1976;  
SCHWEINGRUBER 1987). Die Frage, ob auch die  
Variation der solaren Strahlungsintensität Einfluß  
nimmt, konnte bisher noch nicht beantwortet wer-  
den.

A.E. Douglass (1971), der Begründer der Den-  
drochronologie, hat zu Beginn des vorigen Jahrhun-  
derts mit dem Aufbau lokaler und regionaler Jahr-  
ringchronologie im Südwesten der USA begonnen  
und konnte zahlreiche indianische Siedlungen, dar-  
unter die berühmte Felsensiedlung Mesa Verde, da-  
tieren. Seine dendroklimatologischen Analysen be-  
schränkten sich nicht nur auf die Einflußgrößen von  
Niederschlag und Temperatur, sondern er bezog  
auch die Variation der Solarstrahlung, insbesondere  
den 11jährigen Sonnenfleckenzyklus, mit ein. Er

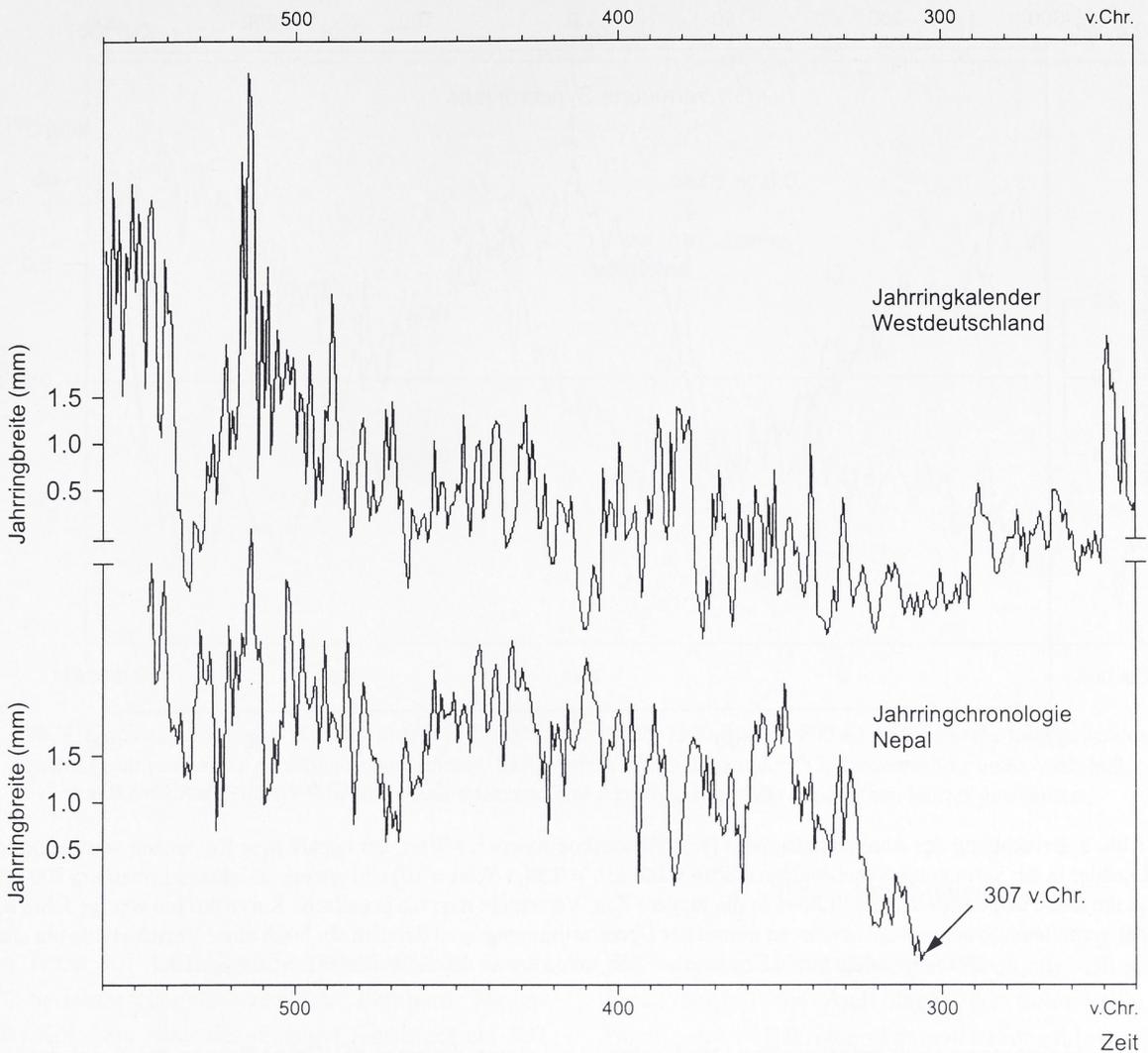
vermutete einen Zusammenhang zwischen Jahrring-  
breite und Sonnenfleckenanzahl, konnte aber keinen  
eindeutigen Zusammenhang zwischen Klima und  
Sonnenaktivität finden.

Auch E.H. de Geer (1935) vertrat einen ähnlichen  
Standpunkt und sprach von solarem Klima, das Ein-  
fluß auf das Baumwachstum ausüben könnte. Die  
von ihr durchgeführten Datierungen archäologischer  
Hölzer aus Skandinavien mit Chronologien aus den  
USA erwiesen sich als falsch, kontroverse Diskussio-  
nen über die Existenz einer Telekonnektion nahmen  
an Schärfe zu, und während einer internationalen Ta-  
gung im Jahre 1956 in Lyon wurde diese Idee ver-  
worfen (HUSTICH 1956).

Spätere Untersuchungen zur geographischen Reich-  
weite von Jahrringchronologien haben gezeigt, daß  
die Ähnlichkeit mit zunehmender Entfernung auf-  
grund regionaler Klimaunterschiede stetig abnimmt,  
wobei Gültigkeitsbereiche zwischen 300 und 700 km  
feststellbar sind (DELORME 1973; HOLLSTEIN



**Abb. 1** **a** Herkunft der fünf untersuchten Jahrringkalender in Westdeutschland (Distanz: 50-100 km); **b** Herkunft der acht untersuchten westeuropäischen Jahrringkalender (Distanz: ca 250-1200 km) mit Korrelationskoeffizienten (r) und t-Werte zur westdeutschen Chronologie; **c** 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 verwandt; **d** 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.



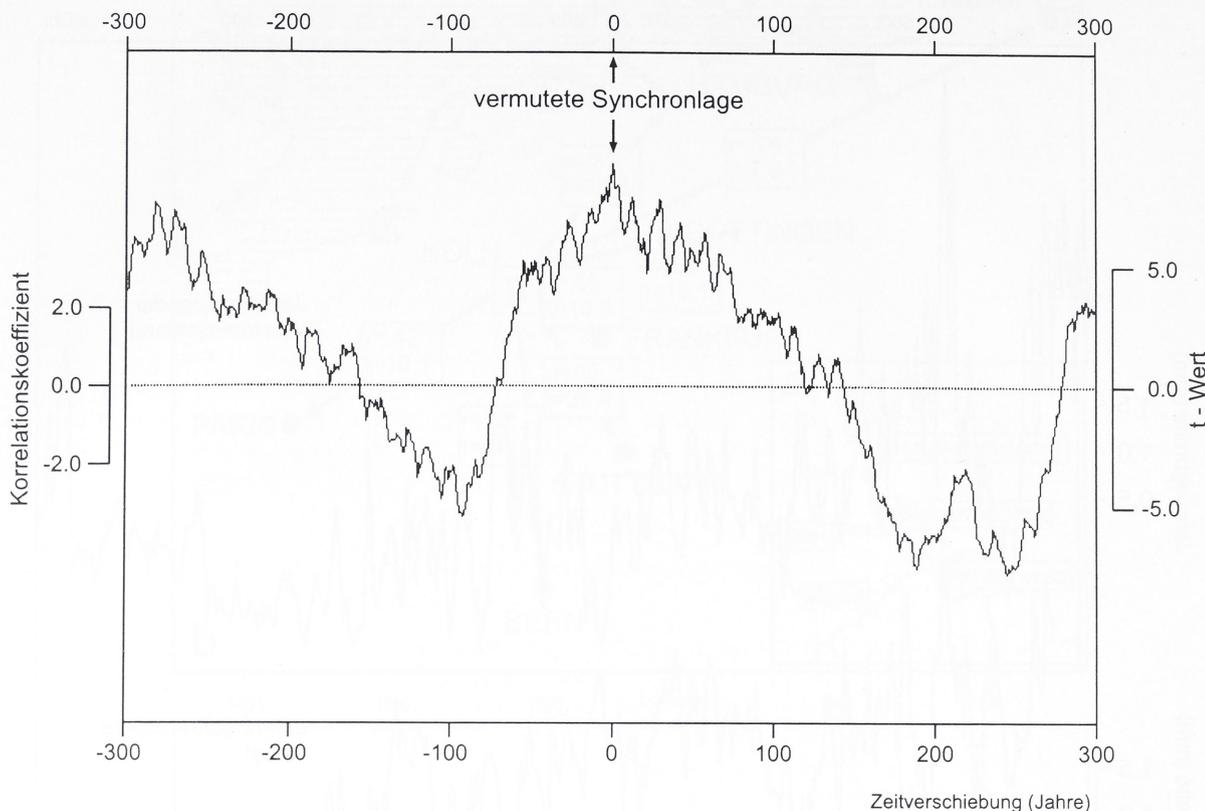
**Abb. 2** Gegenüberstellung des westdeutschen Eichenkalenders mit der Kiefernchronologie aus Nepal in der vermuteten Synchronlage. Nicht nur im langzeitlichen, sondern auch im jährlichen Wechsel der Jahringbreiten sind Ähnlichkeiten erkennbar. In dieser Position würde der jüngste Jahresring der nepalischen Hölzer in das Jahr 307 v.Chr. datieren.

### Ähnlichkeit von Jahringchronologien aus Nepal und Westeuropa

1980). Ähnlichkeiten über größere Entfernungen, wie etwa die relativ hohe Kurvenübereinstimmung zwischen Polen (Danzig) und Westdeutschland (900 km), sind seltener (Abb. 1b).

Sollte es tatsächlich einen eindeutigen Zusammenhang zwischen Baumwachstum und Sonnenflecken geben, dann müßten sich auch signifikante Wuchsübereinstimmungen im interkontinentalen Vergleich abzeichnen.

Im Rahmen eines Forschungsprojektes der Deutschen Forschungsgemeinschaft haben wir in Nepal (Südmustang, 2.800-3.450 m NN) einen 675jährigen Jahringkalender aus etwa 1.300 Hölzern (*Pinus wallichiana*, lebende Bäume, Bauhölzer, archäologische Holzfunde) aufgebaut (SCHMIDT 1992/1993; SCHMIDT et al. 1999). Diese für Datierungszwecke aufgebaute Regionalchronologie zeigt überraschend hohe Ähnlichkeit mit den Jahringkalendern Westeuropas im langzeitlichen Wuchstrend (SCHMIDT & GRUHLE 1995).



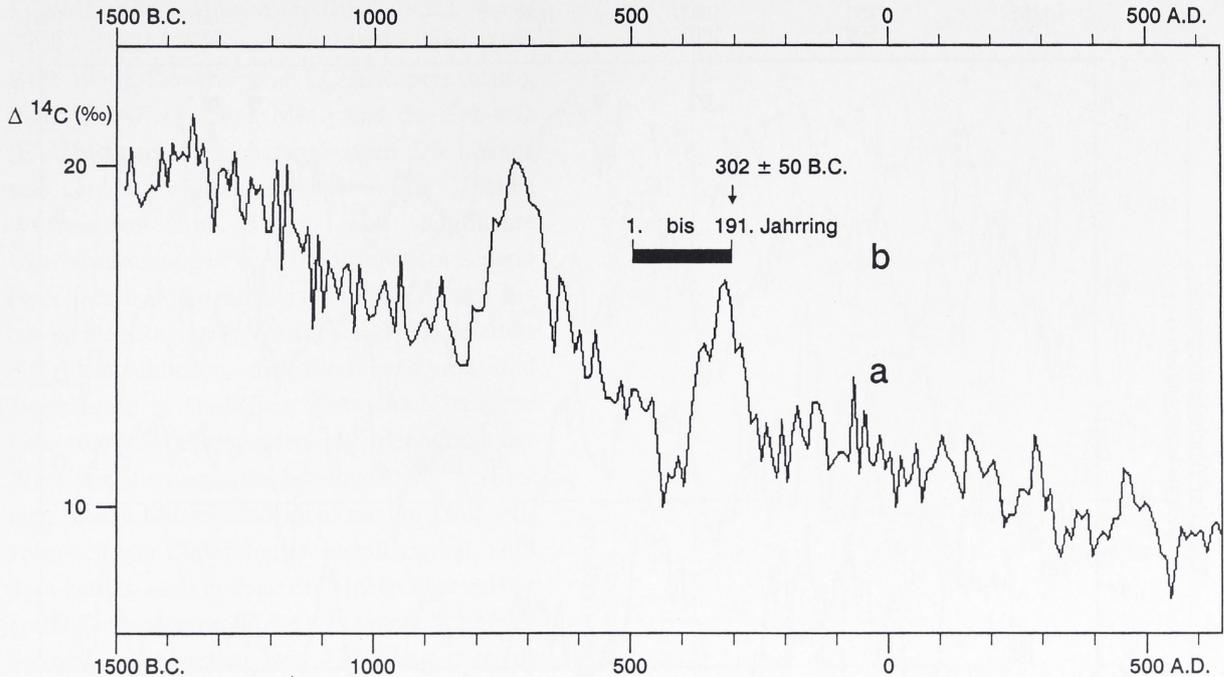
**Abb. 3** Berechnung des Ähnlichkeitsgrades (Korrelationskoeffizient  $r$ ,  $t$ -Wert) der nepalischen Kurve zum westdeutschen Kalender in der vermuteten Synchronlage (shift= 0 Jahre,  $r = 0.54$ ,  $t$ -Wert = 10) und jeweils in Jahresschritten um 300 Jahre in die ältere und entsprechen 300 Jahre in die jüngere Zeit. Verschiebt man die nepalische Kurve nur um wenige Jahre aus der vermuteten Synchronlage heraus, so nimmt der Übereinstimmungsgrad deutlich ab. Nach einer Verschiebung um etwa 280 Jahre in die ältere Zeit (shift= -280) treten erneut deutliche Übereinstimmungen auf.

Diese Beobachtung stieß innerhalb der Dendrochronologie auf verhaltenes Interesse, weil langjährige Wuchstrends innerhalb einer Chronologie auch durch nicht-klimatische Faktoren (z.B. Alterstrend, Standortunterschiede) hervorgerufen sein können. Durch die hohe Belegdichte der nepalischen und westeuropäischen Chronologien dürften die langjährigen Trends aber nicht mehr zufällig sein, sondern überwiegend klimatische Ursachen haben. Eine hinreichende Erklärung für diese interkontinentale Übereinstimmung konnte damals nicht gefunden werden.

Ein günstiger Umstand half weiter. Aus einer Grabhöhle innerhalb unseres Untersuchungsgebietes in Südmostang konnten 20 Proben aus Bettsärgen entnommen werden (SIMONS 1996), aus denen sich eine 240jährige Chronologie bilden ließ. Da diese Jahrringkurve mit dem 675jährigen Kalender nicht datiert werden konnte, vermuteten wir ein höheres Alter. Nach einer ersten, vorläufigen  $^{14}\text{C}$ -Untersu-

chung datierten die Grabhölzer in das 4. Jahrhundert v.Chr..

Vergleiche dieser Hölzer mit dem westdeutschen Kalender führten zu einem überraschenden Ergebnis. Die nepalische Kurve ließ sich mit sehr großer Wahrscheinlichkeit über die westdeutsche Chronologie absolut datieren. In Abbildung 2 sind beide Chronologien in der vermuteten Synchronlage dargestellt. Um den Übereinstimmungsgrad in dieser Position abschätzen zu können, wurde die nepalische Kurve aus der Synchronlage heraus auf dem westdeutschen Jahrringkalender um 300 Jahre in die jüngere und entsprechen 300 Jahre in die ältere Zeit verschoben. Die Verschiebung erfolgte in Jahresschritten, wobei jeweils der Korrelationskoeffizient zwischen beiden Kurven berechnet wurde (Abb. 3). Die Darstellung zeigt, daß der Ähnlichkeitsgrad (Korr. Koeff.  $r = 0.54$ ,  $t$ -Wert = 10) in der vermuteten Synchronlage (shift = 0 Jahre Verschiebung) im Vergleichszeitraum von 600 Jahren am höchsten ist. Danach dürfte der jüngste Jahresring der Grabhölzer



**Abb. 4** **a** Schwankungen des atmosphärischen  $^{14}\text{C}$ -Gehalts zwischen 1500 BC und 500 AD. Als Ursache hierfür werden Strahlungsschwankungen der Sonne angenommen. Extrem starke Änderungen der  $^{14}\text{C}$ -Konzentration sind zwischen 300 und 800 BC aufgetreten. **b** In dieser Zeit starker solarer Aktivitäten sind die nepalischen Hölzer gewachsen.

im Jahre 307 v.Chr. gebildet worden sein. Durch  $^{14}\text{C}$ -Serienmessungen berechnete Bernhard Weninger, Köln, ein Alter des jüngsten Jahrringes auf  $302 \pm 50$  v.Chr. (SIMONS 1996). Das dendrochronologisch vermutete Alter wird durch die  $^{14}\text{C}$ -Datierung somit relativ genau bestätigt.

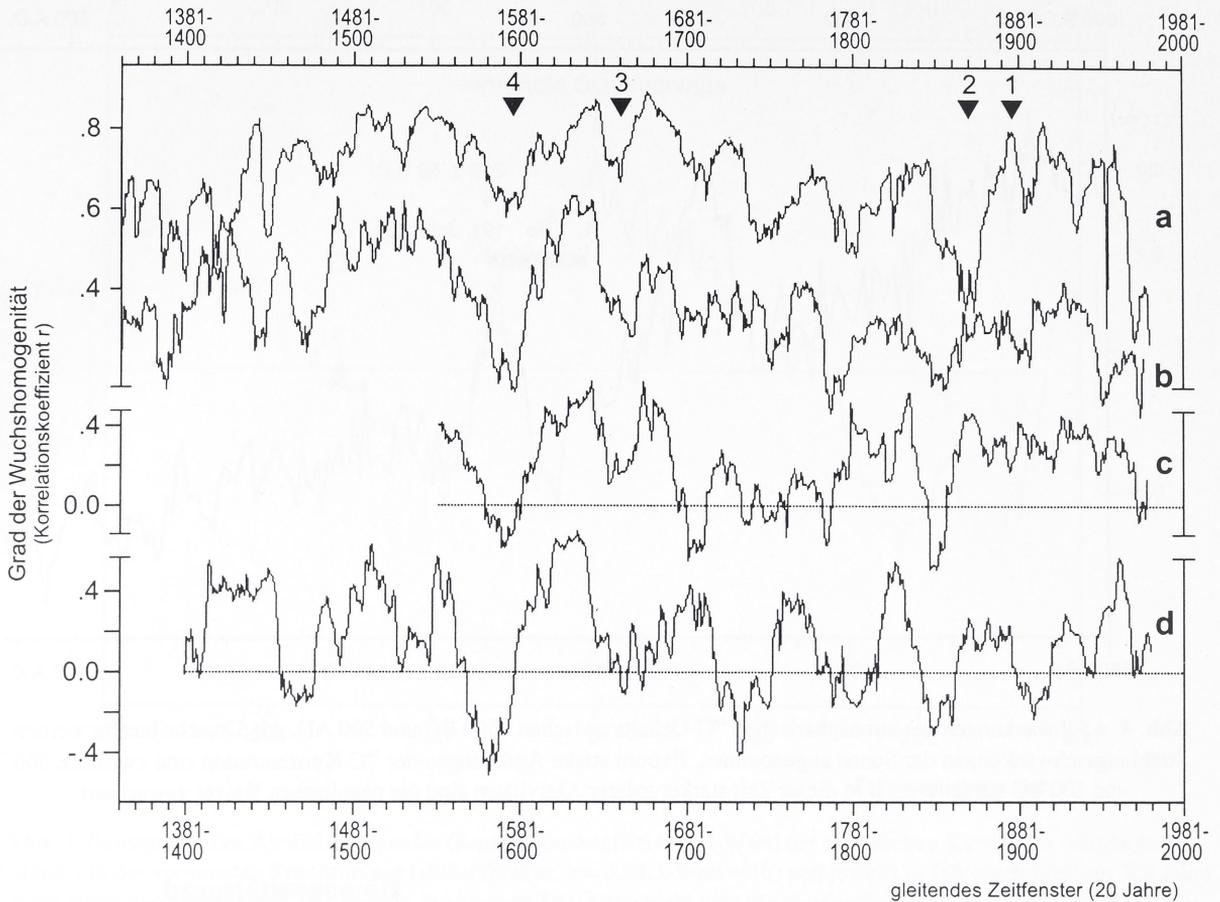
Welche Ursachen könnten die Wuchsübereinstimmung im 4. Jahrhundert v.Chr. über 9.000 km und zwischen sehr unterschiedlichen Klimazonen hervorgerufen haben? Wir vermuten einen Zusammenhang mit Schwankungen der Solarstrahlung. Während dieser Zeit ( $^{14}\text{C}$ -Physiker nennen diesen Zeitabschnitt "Hallstatt Desaster") sind starke Schwankungen des atmosphärischen  $^{14}\text{C}$ -Gehalts feststellbar (SCHMIDT & GRUHLE 1988; JIRIKOWIC et al. 1993; DAVIS et al. 1995; LASSEN & FRIIS-CHRISTENSEN 1995), als mögliche Folge starker Schwankungen der Solarstrahlung (Abb. 4). Wenige Jahrhunderte vor und nach dieser Zeit (geringere Schwankungen der  $^{14}\text{C}$ -Konzentration) wäre eine dendrochronologische Zuordnung der Kurven sehr wahrscheinlich nicht möglich gewesen.

### Homogenitätsgrad

Nach diesem Befund gehen wir davon aus, daß stärkere, langzeitliche Änderungen der Solarstrahlung (nicht der 11jähriger Sonnenfleckenzyklus) das Baumwachstum auch über Klimazonen hinweg beeinflussen. Da diese interkontinentale Ähnlichkeit schwer zu verstehen ist und mit der Analyse von Jahrringbreiten nicht hinreichend erklärt werden kann, haben wir eine neue Kenngröße aus den Jahrringkurven abgeleitet, die wir den **Homogenitätsgrad** des Wachstums nennen.

### Methode

Der Ähnlichkeitsgrad zwischen je zwei Chronologien wird als Korrelationsfunktion in einem gleitenden Zeitfenster von 20 Jahren berechnet. Zuvor werden alle Jahrringkurven auf Hollstein-Wuchswerte standardisiert (Abb. 1 d), um langzeitliche Wuchstrends zu unterdrücken. Werden alle Ringbreitenkurven eines Standortes oder einer Region untereinander korreliert (bei N Chronologien  $N \cdot (N-1) / 2$  Kurven) und aufsummiert, so ergibt sich jeweils eine



**Abb. 5** Zeitliche Schwankungen der Wachstumshomogenität bei Eichen aus Westeuropa: **a** Homogenitätsanalyse an Eichen aus einer kleinen Region in Westdeutschland (Köln/Bonn); **b** Homogenitätsanalyse an Eichen einer großräumigen Region Westeuropas; **c** Homogenitätsanalyse zwischen Eichen aus Polen und Frankreich; **d** Homogenitätsanalyse zwischen Eichen aus Polen und der Schweiz.

zeitlich schwankende, signifikante Homogenitätskurve für diese Region.

## Ergebnisse

### *Wachstumshomogenität bei Eichen im Rheinland (50-100 km)*

Die zeitlichen Schwankungen der Wachstumshomogenität bei Eichen wurden zunächst für eine kleinere Region (Köln/Bonn) ermittelt (Abb. 1a). Als Daten benutzen wir fünf Regionalchronologien (SCHMIDT 1990) für das Moselgebiet, die Eifel, das Bergische Land, das Siebengebirge und den Westerwald. Diese Jahrringkalender reichen etwa 600 Jahre zurück und wurden aus insgesamt 2.600 Eichen (lebende Bäume und Hölzer aus historischen Gebäuden) aufgebaut.

Durch den Vergleich der fünf Chronologien lassen sich 10 Homogenitätskurven (siehe Methode) berechnen, die in Abbildung 5 (a) zu einer Kurve zusammengefaßt sind. Die Wachstumshomogenität der westdeutschen Eichen zeigt charakteristische Veränderungen während den letzten Jahrhunderte, so zum Beispiel einen beginnenden Abfall der Homogenität um 1531/1550, der 1581/1600 ein Minimum erreicht (Marke 4). Auch in den Zeitspannen 1631/1650 (Marke 3) und 1855/1874 (Marke 2) war das Baumwachstum relativ uneinheitlich.

### *Wachstumshomogenität bei Eichen in Westeuropa (250-1.200 km)*

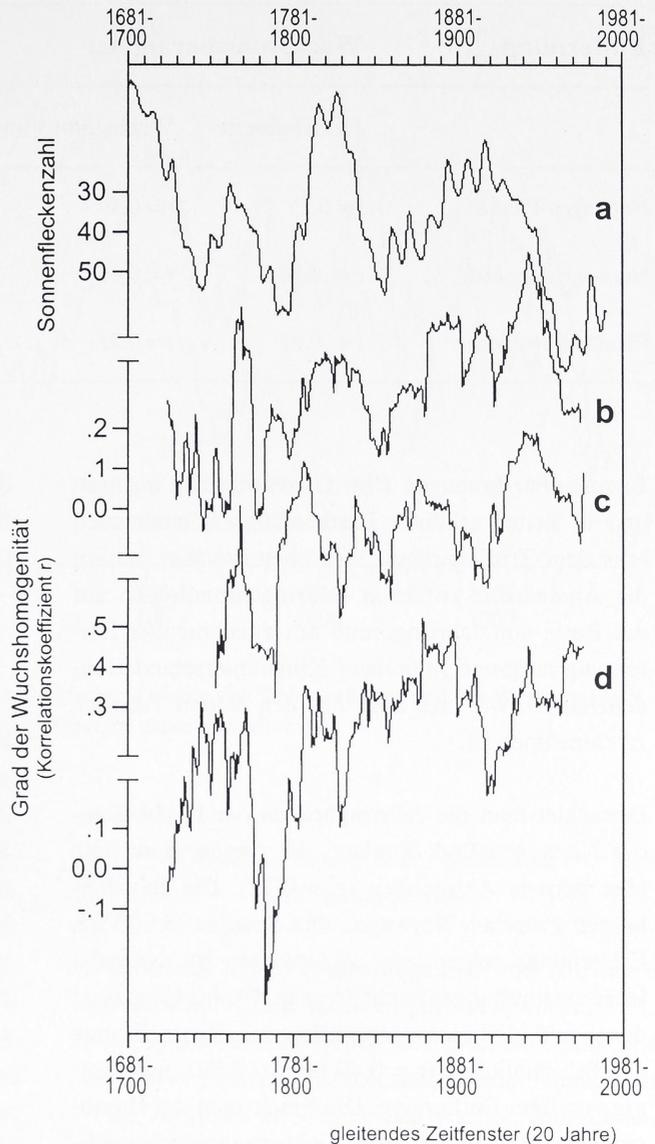
Für die Analyse in dieser großräumigen Region wurden acht Jahrringkalender aus Norddeutschland (ECKSTEIN, pers. Mitt.), dem Weserbergland (DE-

LORME 1972), Hessen (HUBER 1965), West- (HOLLSTEIN 1980) und Süddeutschland (HUBER 1969), Frankreich (PILCHER, pers. Mitt.), Polen (WAZNY, pers. Mitt.) und der Schweiz (EGGER, pers. Mitt.) herangezogen. Die hieraus resultierende Homogenitätskurve für Eichen Westeuropas (Abb. 5 (b)) zeigt signifikante Übereinstimmungen ( $r = 0.60$ ) mit dem separat berechneten Homogenitätsverlauf der Eichen aus der kleinen Region in Westdeutschland. Hieraus läßt sich schließen, daß die Eichen groß- und kleinräumig in ähnlichem Takt durch exogene Faktoren beinflußt werden, die den Grad der Wachstumshomogenität/-heterogenität bestimmen. Diese Muster sind nicht nur im Gruppenvergleich von Chronologien identifizierbar, sondern bereits auch in Paarvergleichen über relativ große Entfernungen (Polen / Frankreich, Polen / Schweiz) nachweisbar, wie Abbildung. 5 (c, d) zeigt.

Für eine erste Analyse wurden Klimadaten aus Köln, Trier und Aachen für die Zeit von 1851-1996 herangezogen. Im Zeitfenster 1875-1894 (Abb. 5 (a), Marke 1) mit einem Maximum der Wachstumshomogenität ( $r = 0.80$ ), sind die Niederschläge von Januar bis Dezember überdurchschnittlich hoch, besonders in den Monaten Juni und Juli (10% über dem langjährigem Mittel). Im Zeitintervall von 1855/1874 (Abb. 5 (a), Marke 2) war das Baumwachstum besonders heterogen, die Klimadaten belegen unterdurchschnittliche Niederschläge von Januar bis Dezember und wiederum besonders deutlich in den Monaten Juni und Juli (13% unter dem langjährigen Mittel). In den Vorjahresmonaten November, Dezember und auch noch im Januar waren die Temperaturen tiefer als im langjährigen Mittel.

Um die geographische Reichweite dieser Homogenitätsmuster zu prüfen, analysierten wir Bäume aus Finnland (vier Chronologien [SCHWEINGRUBER, pers. Mitt.]), Norwegen (sechs Chronologien [SCHWEINGRUBER, pers. Mitt.]) und aus Spanien (sechs Chronologien [SCHWEINGRUBER, pers. Mitt.]).

Wie aus Abbildung 6 (b, c, d) zu entnehmen ist, zeigen die Homogenitätskurven der Bäume Finn-



**Abb. 6** Homogenitätsanalyse an Bäumen innerhalb Finnlands, Norwegens und Spaniens. Lang- und kurzzeitigen Übereinstimmungen sind erkennbar. Hohe Wachstumshomogenität erreichen die Bäume tendenziell in Zeiten, in denen wenige Sonnenflecken beobachtet wurden.

lands und Norwegens, aber auch diejenige der Bäume Spaniens (1.700-2.100 m NN) über eine Entfernung von 3.000 km deutliche Übereinstimmung. Auch die Homogenitätskurven Westeuropas (Abb. 5) verlaufen in ähnlichem Trend.

Dies zeigt, daß der Wachstumsparameter Homogenität überregionale Gültigkeit hat. Wir vermuten, daß die Varianz der Solarstrahlung Einfluß auf den Grad der Wachstumshomogenität nimmt (Abb.6 (a)), wobei in Zeiten geringer Sonnenfleckenaktivität die

Entfernung	Wachstumsparameter	
	Jahrringbreite	Wachstumshomogenität
Norwegen-Finnland	$r = 0.25$	$r = 0.59$
Norwegen-Spanien	$r = -0.10$	$r = 0.40$
Finnland-Spanien	$r = -0.01$	$r = 0.51$

**Tab. 1** Vergleiche zwischen Bäumen aus Norwegen, Finnland und Spanien (Korrelationskoeffizient  $r$ ), unterteilt nach den beiden Wachstumsparametern Jahrringbreite und Wachstumshomogenität.

Bäume eher homogen ('im Gleichschritt') wachsen und in Zeiten erhöhter Fleckentätigkeit tendenziell 'aus dem Tritt' geraten. Wie oben erwähnt, nimmt die Ähnlichkeit zwischen Jahrringchronologien auf der Basis von Jahrringbreite mit zunehmender Entfernung aufgrund regionaler Klimaunterschiede tendenziell ab, wie dies auch aus den beiden Tabellen zu entnehmen ist.

Betrachtet man die Jahrringbreiten der Nachbarländer Norwegen und Finnland, so zeigen diese eine eher geringe Ähnlichkeit ( $r = 0.25$ ). Die Jahrringkurven zwischen Norwegen und Spanien (3.000 km Entfernung) zeigen, wie zu erwarten ist, keinerlei Übereinstimmungen mehr ( $r = -0.10$ ). Im Gegensatz dazu sind die Homogenitätskurven dieser Bäume deutlich ähnlicher, ( $r = 0.40$  bis  $r = 0.59$ ), unabhängig von ihrer Entfernung. Die Reichweite der Homogenitätsmuster endet somit nicht an regionalen Klimagrenzen.

#### *Homogenitätsgrad Westdeutschlands und Westeuropas*

Nach den ersten Ergebnissen deutet sich schon an, daß auch der Homogenitätsgrad – ebenso wie die Jahrringbreite – von exogenen Faktoren, insbesondere klimatischen Faktoren, abhängt.

Bereits bei den westdeutschen Eichen aus den Kleinregionen des Bergischen Landes, des Siebengebirges und des Westerwaldes sind schon die charakteristischen Homogenitätsmuster ausgeprägt, die auch für Westeuropa ermittelt wurden (Abb. 7). Beide Homogenitätskurven zeigen signifikante Übereinstimmungen ( $r = 0.62$ ,  $t$ -Wert = 19.6); somit haben

die berechneten Homogenitätsmuster aus dieser Kleinregion bereits überregionale, westeuropäische Gültigkeit.

#### *Homogenitätsgrad und Klima*

Nach ersten Untersuchungen von Homogenitätsgraden und Klimadaten (Köln) scheinen die Bäume in Zeiten kälterer Winter mit feuchtem Sommer einheitlicher zu wachsen als in regenärmeren Jahren mit durchschnittlichen Wintertemperaturen. Demnach könnte der Homogenitätsgrad im westdeutschen/westeuropäischen Raum mit Änderungen der Sommerniederschläge und Wintertemperaturen in Zusammenhang gebracht werden.

#### *Wuchshomogenität in Westeuropa und Sonnenaktivität*

Die Homogenitätsmuster westdeutscher/westeuropäischer Eichen sind wahrscheinlich Zeiger von Niederschlags- und Temperaturänderungen in dieser Region.

Die Homogenitätskurve für Westdeutschland zeigt eine signifikante Übereinstimmung ( $r = -0.68$ ) mit der Häufigkeit von Sonnenflecken (Bei einer zeitlichen Verzögerung der Homogenitätskurve um 7 Jahre).

Da auch bei weiteren Homogenitätskurven Westeuropas eine solche zeitliche Verzögerung (5-10 Jahre) zur Sonnenfleckenkurve erkennbar ist, dürfte dieser shift von etwa 7 Jahren nicht zufällig sein.

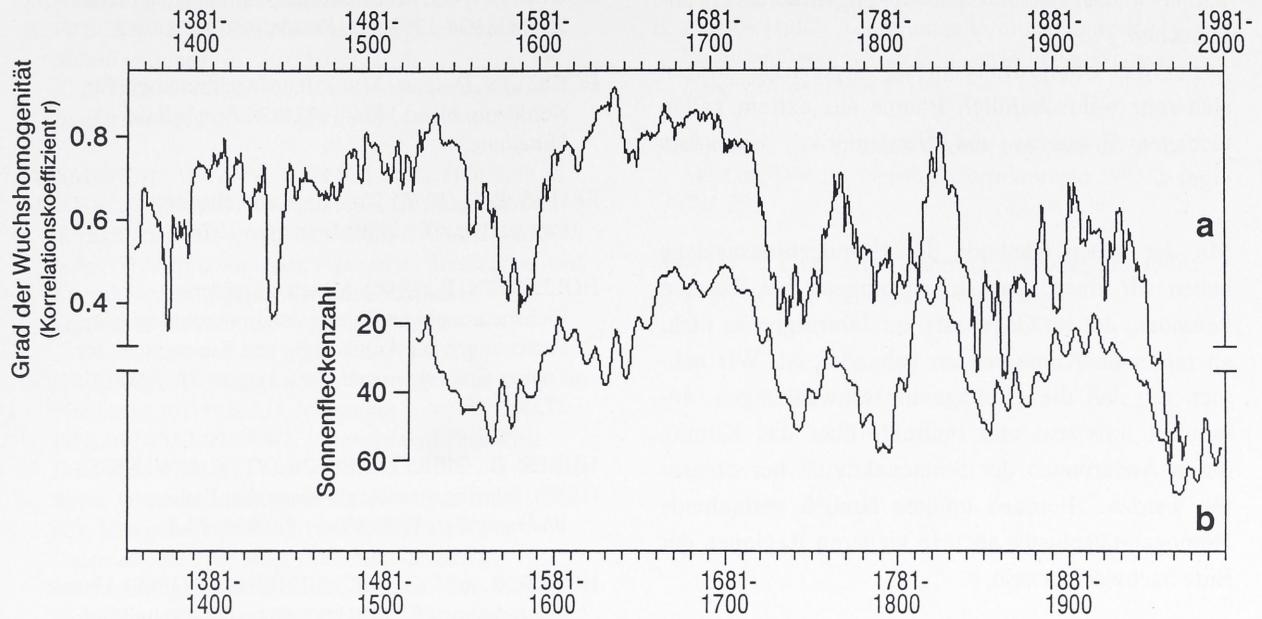


Abb. 7 a Homogenitätskurve des Eichenwachstums des Bergischen Landes, des Siebengebirges und des Westerwaldes; b Sonnenfleckenzahlen (20jähriges gleitendes Mittel).

Somit scheint kein direkter und unmittelbarer Zusammenhang zwischen Solarstrahlung und Wuchshomogenität zu bestehen. Die relativ hohe Übereinstimmung zwischen Strahlungsaktivität der Sonne und der Wuchshomogenität Westdeutschlands/Westeuropas könnte ein Indiz dafür zu sein, daß das Klima Westeuropas auf die Sonnenaktivität mit einer zeitlichen Verzögerung von etwa 7 Jahren reagiert. Bei rückläufiger Strahlungsaktivität z.B. setzt nach etwa 7 Jahren eine Tendenz zu erhöhten Jahresniederschlägen und kälteren Wintern ein, das Baumwachstum ist eher homogen, die Bäume wachsen 'im Gleichschritt'.

*Wuchshomogenität in Nordeuropa und Sonnenaktivität*

Die Muster der Wuchshomogenität von Norwegen stimmen mit denen Westeuropas noch tendenziell ( $r = 0.39$ ) überein. Zwischen den Sonnenflecken und den norwegischen Wuchsmustern ist die Ähnlichkeit – im Vergleich zu Westeuropa – schon deutlich abgeflacht ( $r = -0.38$ ); und bei den finnischen Wuchsmustern ist kein Zusammenhang mehr erkennbar ( $r = -0.08$ ).

Nach diesen Ergebnissen scheint das Gebiet Westeuropas besonders geeignet zu sein, um die möglichen Zusammenhänge zwischen Sonnenaktivität,

Entfernung	N (Daten)	Korr. Koeff. r	t-Wert
Skandinavien --- Spanien	254	$r = 0.57$	$t = 10.9$
Skandinavien --- Nepal	256	$r = 0.67$	$t = 14.3$
Spanien --- Nepal	258	$r = 0.47$	$t = 8.5$

Tab. 2 Ähnlichkeit von Homogenitätskurven aus Skandinavien, Spanien (1.700-2.100 m NN) und Nepal (2.900-4.100 m NN). Wahrscheinlich reflektieren die Homogenitätsschwankungen der Bäume dieser drei Regionen zeitliche und weit reichend klimatische Schwankungen auf der Nordhalbkugel. Die Homogenitätswerte zeigen, im Gegensatz zu Westeuropa, keine signifikanten Übereinstimmungen mit den Sonnenfleckenzahlen.

Klima- und Wachstumsschwankungen näher zu untersuchen.

Für die Überprüfung dieser Ergebnisse dürften sich sehr wahrscheinlich Bäume aus extrem kalten Gebieten Eurasiens und Nordamerikas besonders eignen.

Mit der neuen Methode der Homogenitätsanalyse haben wir einen Wachstumsparameter bei Bäumen gefunden, der im Gegensatz zur Jahrringbreite nicht an regionale Klimagrenzen gebunden ist. Wir nehmen an, daß die Homogenitätsschwankungen, zumindest teilweise und indirekt (über das Klima), durch Änderungen der Sonnenaktivität hervorgerufen werden. Hiernach müßten ähnlich verlaufende Homogenitätsmuster auch in weiteren Regionen der Erde nachweisbar sein.

### Dank

Unser Dank gilt Fritz Schweingruber, Dieter Eckstein, Tomasz Wazny, Heinz Egger und John Pilcher für die Verwendung von Jahrringchronologien. Außerdem danken wir Fritz Schweingruber und Bernhard Weninger für ihre Diskussionsbereitschaft und Hilfe. Bitte richten Sie Korrespondenz und Materialnachfragen an B.Schmidt@uni-koeln.de.

### Literatur

- DAVIS, O.K., KAIMEI, D., DEAN, J.S., PARKS, J. & KALIN, R.M. (1995) Radiocarbon Dating of Buried Trees and Climate Change in Western Oklahoma. *Radiocarbon* 37, No. 2, 1995, 611-614.
- De GEER, E.H. (1935) Prehistoric bulwark in Gotland biochronologically dated. *Geografiska Annaler* 1935, 501-531.
- DELORME, A. (1972) Dendrochronologische Untersuchungen an Eichen des südlichen Weser- und Leineberglandes. *Dissertation Universität Göttingen* 1972.
- (1973) Über die Reichweite von Jahrringchronologien unter besonderer Berücksichtigung mitteleuropäischer Eichenchronologie. *Prähistorische Zeitschrift* 48, 1973, 133-143.
- DOUGLASS, A.E. (1971) Climate cycles and tree growth. *Cramer, Lehre. Reprints of Articles from 1919, 1928 and 1936*. 1971.

- EGGER, H. (pers. Mitt.) Jahrringchronologien für die Schweiz 924-1989 AD. *Persönliche Mitteilung*.
- ECKSTEIN, D. (pers. Mitt.) Jahrringchronologie für Norddeutschland 1376-1972 AD. *Persönliche Mitteilung*.
- FRITTS, H.C. (1976) Tree rings and climate. London/New York/San Francisco 1976.
- HOLLSTEIN, E. (1980) Mitteleuropäische Eichenchronologie. Trierer dendrochronologische Forschungen zur Archäologie und Kunstgeschichte. *Trierer Grabungen und Forschungen* 11, 1980, 273S.
- HUBER, B., GIERTZ-SIEBENLIST, V. & W. NIESS (1965) Jahrringchronologie hessischer Eichen. *Büdingers Geschichtsblätter* 5, 1964, 29-81.
- HUBER, B. & V. GIERTZ-SIEBENLIST (1969) Unsere tausendjährige Eichenchronologie durchschnittlich 57-(10-150-) belegt. *Sitzungsbericht der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Abt. I*, 178, 1969, 37-42.
- HUSTICH, I. (1956) Correlation of Tree-Ring Chronologies of Alaska, Labrador and Northern Europe. *Acta Geographica* 15, 3, 1956
- JIRIKOWIC, J.L., KALIN, R.M. & O.K. DAVIS (1993) Tree-Ring 14C as a Possible Indicator of Climate Change. *AGU Geophysical Monograph* 78. Washington DC 1993, 353-366.
- LASSEN, K. & E. FRIIS-CHRISTENSEN (1995) Variability of the solar cycle length during the past five centuries and the apparent association with terrestrial climate. *Journal of Atmospheric and Terrestrial Physics* 57/8, 1995, 835-845.
- PILCHER, J., Sechs Jahrringchronologien für Frankreich 1531-1979 AD, Id-number FRAN001-FRAN005.RWL, FRAN007.RWL (*International Tree-Ring Data Bank-ITRDB*).
- SCHMIDT, B. (1992/1993) Dendrochronological Research in South Mustang. *Ancient Nepal, 1992/1993*, 20-33.
- SCHMIDT, B. & W. GRUHLE (1988) Radiokohlenstoffgehalt und Dendrochronologie. *Naturwissenschaftliche Rundschau*, 41/5, 1988, 177-182
- (1995) Langjährige gleichläufige Wachstumsschwankungen bei Bäumen in Europa und Asien. *Spektrum der Wissenschaft* 4, 1995, 18-24.

- SCHMIDT, B., KÖHREN-JANSEN, H. & K. FRECKMANN (1990) Kleine Hausgeschichte der Mosellandschaft. In: SCHMIDT, B. & K. FRECKMANN (Hrsg.) *Dendrochronologie und Bauforschung. Band 1*. Köln 1990.
- SCHMIDT, B., WAZNY, T., MALLA, K., HÖFS, E. & M. KHALESSI (1999) Chronologies for historical Dating in High Asia/ Nepal. In: WIMMER, R. & R.E. VETTER (eds.) *Tree-Ring Analysis. Biological, Methodical And Environmental Aspects*. CAB International . London 1999, 205-211.
- SCHWEINGRUBER, F.H., Vier Jahrringchronologien für Finnland 1701-1978AD, Id-number FINL017-FINL020.RWL (*International Tree-Ring Data Bank-ITRDB*).
- Sechs Jahrringchronologien für Norwegen 1485-1978 AD, Id-number NORW001-NORW006.RWL (*International Tree-Ring Data Bank-ITRDB*).
  - Fünf Jahrringchronologien für Spanien 1609-1977 AD, Id-number SPAI001-SPAI005.RWL (*International Tree-Ring Data Bank-ITRDB*).
- SCHWEINGRUBER, F.H., BRÄKER, O.U. & E. SCHÄR (1987) Temperature Information from a European Dendroclimatological Sampling Network. *Dendrochronologia* 5, 1987
- SIMONS, A. (1996) Das Kollektivgrab Mebrak 63 im Mustang-Distrikt, Nepal. *Eurasia Antiqua* 1996/2, 383-395.
- WAZNY, T. (pers. Mitt.) Jahrringchronologie für Polen 996-1985 AD. *Persönliche Mitteilung*.