

# 3. EIN BEISPIEL AUS DER GESCHICHTSFORSCHUNG

## Der Aachener Dom

Kaiser Karl der Große ließ vor mehr als 1200 Jahren den Kernbau des Aachener Doms errichten – eine architektonische und technische Meisterleistung. Über die Jahrhunderte wurde weitergebaut und es entstand ein einzigartiges Bauensemble, das die Bauepochen von der Karolingerzeit bis ins 19. Jahrhundert repräsentiert. 1978 wurde der Aachener Dom als erstes deutsches Denkmal in die

Liste der Welterbestätten der UNESCO aufgenommen. In den letzten 20 Jahren wurde das Bauwerk aufwändig untersucht und saniert. Durch dendrochronologische Untersuchungen von Eichenpfählen aus der Fundamentgründung und eines Holzringankers im Oktogon konnte der Baubeginn des karolingischen Kernbaus um 794/95, die Vollen- dung um 803 angesetzt werden.

### *Der Ringankerbalken aus dem Aachener Dom*

Über Baubeginn und Vollendung der karolingischen Pfalz und Kirche in Aachen fehlen gesicherte historische Quellen. So konnte eine zeitliche Einordnung nur indirekt über historische Berichte versucht werden. Dass solche Datierungsversuche zu unterschiedlichen Annahmen führen, ist verständlich. Es ist zu fragen, inwieweit sich durch die Möglichkeiten der Dendrochronologie Datierungsansätze zu diesem berühmten Bauwerk ergeben (Abb. 36).

Als in den Jahren 2002/3 im oberen Teil des karolingischen Oktogons der Aachener Pfalzkapelle der Ringankerbalken aus Eichenholz freigelegt wurde, stellte sich die Frage, ob dieser Eichenbalken die dendrochronologischen Kriterien für eine sichere Datierung erfüllt, und ob bei einer Datierung auch ein Bezug zum Alter der Pfalzkapelle hergestellt werden könne (Schmidt, Heckner, Mainz, Neyses-Eiden, Frank u. Schaub 2009).

### *Untersuchungen des Ringankerbalkens im Jahr 1967*

Bereits im August 1967 wurden aus dem Ankerkanal (H 1) zwei Bruchstücke eines ca. 35 cm langen Fragments des Ringbalkens für eine dendrochronologische Untersuchung sichergestellt. Der Balken war durch Insektenbefall und Fäulnis sehr stark zersetzt.

Ernst Hollstein analysierte eine 42-jährige Ringfolge und datierte den jüngsten Ring in das Jahr 746. Nachdem er geschätzt hatte, wie viele Jahresringe bis zur Waldkante fehlten, erwog er eine Fälldatum um 790±6 n. Chr., mit dem Vermerk, dass dieser Datierungsvorschlag durch weitere Befunde abgesichert werden müsse, weil die untersuchte Jahrringsequenz für eine sichere Datierung sehr kurz sei. Hollstein führte später weitere Untersuchungen durch, mit dem Erfolg, dass sich die Sequenz des Ringankers auf 56 Jahr-

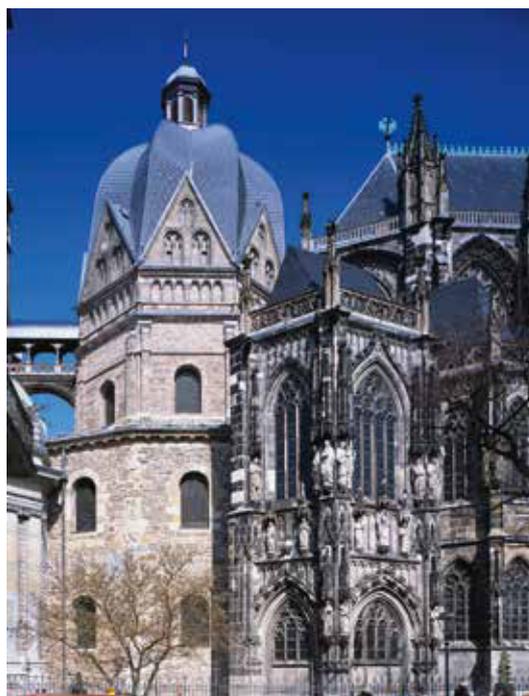


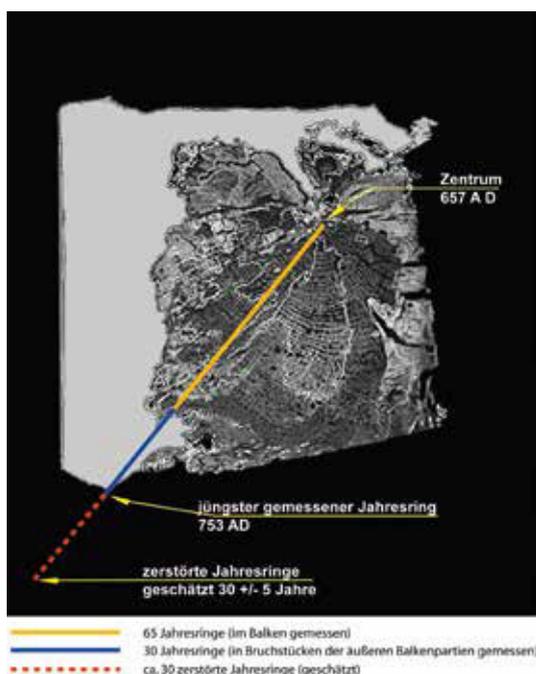
Abb. 36  
Blick auf das Oktogon  
des Aachener Doms.  
(Bildnachweis:  
Jann Höfer, LVR-Amt  
für Denkmalpflege im  
Rheinland.)

Abb. 37  
Der Ringankerbalken mit dem eingebrachten Gips. Balkenkante (links) und die Kanten des Gipses zeigen etwa die Maße des Ringankerkanals.



ringe erweitern ließ. Er bezeichnete das Jahr 759 für den jüngsten Ring als mögliches Fäljahr „nach 776 ( $\pm 10$ )“ (Hollstein 1980). Diese Datierung wurde kontrovers diskutiert, daher wurden Hollsteins Datierungen 1999 im Trierer Dendro-Labor überprüft. Es zeigte sich, dass die Daten den zwischenzeitlich in der Dendrochronologie entwickelten Qualitätsstandards nicht mehr entsprachen. So wurden die an 8 Stellen des Ringanker-Balkens vorgenommenen Messungen erneut getestet. Dabei ließen sich zwar 5 Messreihen einander relativchronologisch zuordnen, für die daraus resultierende 56-jährige Probenmittelkurve konnten jedoch beim Vergleich mit verschiedenen Referenzkurven keine eindeutig signifikanten Korrelationen festgestellt werden. Somit wurde der Ringanker als nicht datierbar gewertet.

Abb. 38  
Röntgenaufnahme des Ringankers. (Röntgenaufnahme: Fachhochschule Aachen, CT-Labor (Dipl. Ing. M. Taupitz).



### Probenentnahmen am Ringankerbalken in den Jahren 2002 und 2003

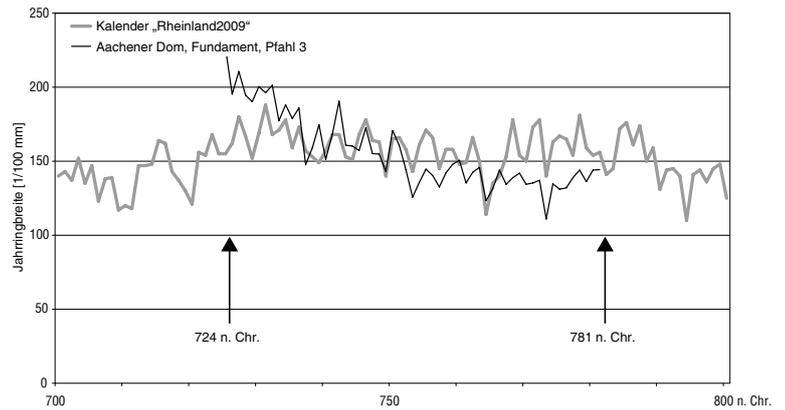
Im Zuge der Sanierungsmaßnahmen wurde 2002 am Oktogon auch der Holzringanker (H 1) in Höhe der Kapitelle an 2 Stellen freigelegt. Die erste Öffnung lag genau in der Südostecke des Oktogons zwischen den beiden Pilasterkapitellen. Der Zustand des Balkens erwies sich als ausgesprochen schlecht, dennoch waren Rückschlüsse auf die Eckverbindung des Ankers möglich: Die Balken wurden überblattet und im Eckpunkt mit einem vertikalen Eisensplint fixiert. Ob der Splint in die darunter liegende Steinlage eingreift, konnte nicht festgestellt werden. Der Ankerkanal zeigte in der endoskopischen Untersuchung einen sehr exakten und geradlinigen Verlauf.

Eine weitere Öffnung wurde auf der Nordseite des Oktogons vorgenommen, nicht im Eckbereich, sondern etwa in der Mitte der Wandfläche. Die Erwartung, auf der regenabgewandten Seite den Holzbalken in einem besseren Zustand vorzufinden, bestätigte sich: Ein in seinen Dimensionen noch durchaus scharfkantiger Balken lag eingebettet im Mauerwerk (Abb. 37). Um das Holz bei der Entnahme möglichst weitgehend zu erhalten, wurde zunächst eine gegossene Gipsmanschette gelegt und erst danach vorsichtig seitlich rechts und links ein ca. 30 cm langes Stück des Balkens abgetrennt und aus dem Ankerkanal geborgen. Nach der Entnahme aus dem Mauerwerk erwies sich der Zustand des Balkenstücks als höchst fragil und stark verwittert. Es wurde zusammen mit mehreren losen Bruchstücken zur Untersuchung in das Kölner Labor gebracht. Um eine bildliche Darstellung der Jahresringstrukturen zu ermöglichen, fertigte das CT-Labor der Fachhochschule Aachen eine Röntgenschnittuntersuchung an (Abb. 38), auf der das Zentrum und die Jahresringe im inneren Bereich deutlich erkennbar sind. Eine endoskopische Untersuchung des Ankerkanals nach der Entnahme der erreichbaren Holzstücke zeigt den im Kanal verbliebenen Balken, der den Kanal noch weitgehend ausfüllt. Durch Abbau und Verwitterung von Holzsubstanz ist lediglich ein Hohlraum im oberen Bereich entstanden.

**Dendrochronologische Untersuchungen**

3 zur Verdichtung des Untergrundes unterhalb des Pfeilerfundaments des Umgangs eingerammte Eichenpfähle mit polygonalem Querschnitt wurden nach ihrer Entnahme im dendrochronologischen Labor der Universität zu Köln untersucht. Der im September 2007 geborgene kleine Pfahl 1 mit einem Durchmesser von 6 cm weist nur 25 Jahrringe auf, er schied somit für eine dendrochronologische Datierung aus. Erst Funde im März 2009 eröffneten neue Möglichkeiten einer dendrochronologischen Altersbestimmung. Bei Pfahl 2 konnten 46 Jahrringe vermessen werden, aber auch hier war eine sichere zeitliche Einordnung nicht möglich. Bei Pfahl 3, einem sechskantig bearbeiteten Spältling mit 57 Ringen (Abb. 44), bestanden aus statistischen Gründen etwas günstigere Bedingungen für eine Datierung (Schmidt, Heckner, Maintz, Neyses-Eiden, Frank u. Schaub 2009). Zunächst wurden im Kölner Dendro-Labor, in gleicher Weise wie beim Ringankerbalken, Serienmessungen vorgenommen, um gerätebedingte Fehlertoleranzen zu verringern. Darüber hinaus wurden mehrere Messstrecken angelegt, um baumimmanente Breitenschwankungen zu reduzieren. Die Überprüfung der Jahrringfolge dieses Pfahls ergab eine zweifelsfreie Datierung des jüngsten Ringes in das Jahr 781 n. Chr. (Abb. 45).

Da auch dieser Fundamentpfahl keine Waldkante hat, muss zur Ermittlung des Fälldatums bzw. des Fällintervalls wiederum – wie schon beim Ringankerbalken – von plausiblen Schätzkriterien ausgegangen werden. Nach den abgebeilten Flächen des Spältlings zu urteilen, dürfte am jüngeren Ende nur das Splintholz und sehr wenig Kernholz – wenn überhaupt – durch die Bearbeitung verloren gegangen sein, denn es macht nur Sinn, hier das anfällige Splintholz zu entfernen, aber nicht, den Pfahl durch weiteres Abtrennen von Kernholz schwächer zu dimensionieren (Abb. 46). Es ist in diesem Fall daher besonders wichtig, die Anzahl der ehemals vorhandenen Splintringe möglichst genau abzuschätzen, um die Altersbestimmung des Eichenpfahls weiter einzugrenzen. Häufig werden  $20 \pm 5$  Splintringe angesetzt, jedoch

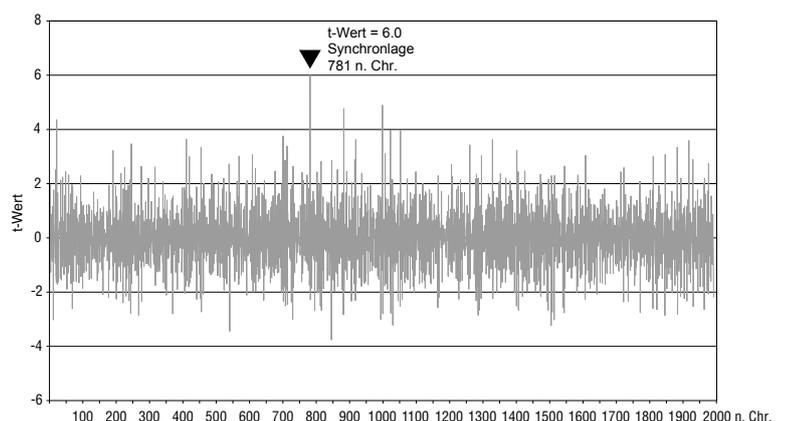


ist die Anzahl auch vom Alter des Baumes abhängig. Eine Untersuchung über Splintholzanteile bei Eichen (Schmidt u. a. 2000) zeigt einen Trend auf: Ältere Bäume haben mehr Splintholzringe als jüngere. In der Altersklasse von 51–75 Jahren finden sich Eichen mit  $17 \pm 5$ , und in den höheren Altersklassen tendenziell mit  $20 \pm 5$  Splintholzringen.

Unter Berücksichtigung noch fehlender Kernholzringe im Bereich des Zentrums favorisiert das Kölner Dendro-Labor einen Splintholzanteil von  $17 \pm 5$  Jahren, so dass mit einer Fällzeit frühestens um  $(781 \text{ n. Chr.} + 17 \pm 5)$   $798 \pm 5$  n. Chr., d.h. zwischen 793 und 803 n. Chr. zu rechnen ist. Da die Eiche mit einer mittleren Jahrringbreite von 2,21 mm schon breitringig ist, dürften beim Abbeilen keine oder eine fast vernachlässigbare Zahl an Kernholzringen verloren gegangen sein. Die angegebene Fehlerbreite bei den Splintringen von  $\pm 5$  Jahren könnte schon ausreichen, um das eventuell fehlende Kernholz mit in diese Zeitspanne einfließen zu lassen.

Abb. 44 Jahrringkurve des Gründungspfahls in synchroner Lage mit dem Kalender „Rheinland 2009“.

Abb. 45 Ähnlichkeitsüberprüfung des Fundamentpfahls mit dem Kalender „West- und Süd-deutschland“ von Christi Geburt bis zur Gegenwart. Eine Alternative zu dieser Datierung 781 n. Chr. zeichnet sich nicht ab.



schen Ergebnisse zur längerfristigen Vorhersage zukünftiger trockener bzw. nasser Sommer wenig geeignet. Auch befinden sich in

diesem Datensatz keine periodischen Strukturen, die Parallelen zum „Hundertjährigen Kalender“ zeigen.

## Überregionale Einflüsse auf das Baumwachstum

### *Vulkanausbrüche*

Während der vergangenen 500 Jahre warfen ca. 450 tätige Vulkane 50 km<sup>3</sup> Lava und mindestens 330 km<sup>3</sup> Lockermasse aus. Ihre Staubpartikel gelangten bis in die höheren Schichten von Troposphäre oder Stratosphäre. Dadurch wurde die Luft so getrübt, dass die Sonneneinstrahlung eingeschränkt und die Zirkulationsenergie vermindert wurde. Die durch herausgeschleuderte Staubmassen hervorgerufene Luftverunreinigung blieb, im Verhältnis zu der durch Menschen hervorgerufenen, freilich gering (Flohn 1967). Denn im Gegensatz zur eher stetigen Industriestaubproduktion gaben und geben Vulkane die Lockermasse explosionsartig in die Atmosphäre ab; ihre Auswirkung ist daher bereits nach relativ kurzer Zeit nachweisbar. Beim Ausbruch des Vulkans Katmai am 6. Juni 1912 in Alaska beispielsweise registrierte man in Kalifornien bis zu 20 % verringerte Strahlungswerte; in Algerien ging in den Monaten Juli und August die Sonneneinstrahlung um 18 % zurück. In Europa war der August kalt, gefolgt von einem September mit Kälterekord. Derartige über Erdteile hinwegreichende Naturereignisse können das Wachstum der Bäume verständlicherweise auch über große Entfernungen in ähnlicher Weise beeinträchtigen (Abb. 54).

### *Die ‚Kleine Eiszeit‘ und der Wechsel zur frühneuzeitlichen Erwärmung*

Die ‚Kleine Eiszeit‘, die das mittelalterliche Klimaoptimum ablöste, dauerte etwa vom 15. bis in das 19. Jahrhundert. Die Zeitabschnitte von 1570 bis 1630 und von 1675 bis 1715 gelten als besonders kalt, wurden allerdings durch wärmere Phasen unterbrochen. Diese extreme Klimavariation wurde bisweilen als ein weltweit aufgetretenes Phänomen angesehen. Nach anderen Klimaforschern waren der Nordatlantikraum oder

auch die gesamte Nordhalbkugel besonders betroffen (vgl. u. a. Lamb 1989, Behringer, Lehmann u. Pfister 2005).

Auf der Suche nach weiteren weiträumigen Übereinstimmungen im Baumwachstum wurden hier nicht die für Datierungszwecke aufbereiteten Werte benutzt, sondern deren Rohdaten – d. h. die unmittelbar gemessenen Jahrringbreiten. Ein solcher Vergleich von Jahrringchronologien ist zulässig, wenn diese Chronologien aus einer möglichst großen Zahl an gleichmäßig überlappenden Baumkurven bestehen. Vergleicht man auf dieser Basis die Wachstumswerte selbst verschiedener Spezies, wie Eiche und Tanne aus Deutschland mit den Wachstumswerten von Kiefern aus Asien über die letzten Jahrhunderte, so fallen ähnliche Tendenzen von Langzeitschwankungen auf. Dagegen zeigen erwartungsgemäß die kurzzeitigen, d. h. jährlichen Wuchsschwankungen von Deutschland, Nepal und dem Karakorum keinerlei Übereinstimmungen.

Es ist nicht verwunderlich, dass sich die markanten Klimaspitzen dieser Epoche auch auf die Wachstumsleistung der Bäume auswirken (Abb. 55). Die stark belegten Jahrringkalender in Deutschland zeigen beispielsweise in mehr oder minderer Ausprägung rückläufige Wachstumsraten bei den Bäumen seit etwa 1400. Gegen 1800/1850 erreichen die Bäume dann wieder eine Wuchsleistung wie in der Zeit um 1400. An Bäumen aus Nepal und dem Karakorum lässt sich über diese lange Zeit ein ähnlicher Wuchsverlauf feststellen, der die Reichweite der Kleinen Eiszeit‘ auch dendrochronologisch markiert (Schmidt u. Gruhle 2001).

Eine ähnliche Situation könnte ebenfalls beim Bau des Brunnens von Mohelnice vorgelegen haben. Auch dieser Brunnen wurde auf einem Plateau angelegt (Tichý, 1998).

### Die Zeit von 4000 v. Chr. bis zur Gegenwart

Zum Vergleich mit der HG-Kurve wurden dendrochronologisch ermittelte Zeitmarken von Seeufersiedlungen und weiteren archäologischen Fundstellen herangezogen (Abb. 75–77, Tab 9). Die hier vorgestellten Bauphasen repräsentieren nur einen Teil der sehr umfangreichen Ergebnisse, die die Archäologie entlang der Seen erzielen konnte (Becker u. a. 1985, Billamboz u. a. 1996). Zwar ist keine strenge Beziehung zwischen den Siedlungsmarken und der HG-Kurve abzuleiten, doch es zeigt sich, dass eine größere Anzahl an Siedlungen in Zeiten rückläufiger Niederschläge (Rückgang des Seespiegels) angelegt worden ist. Eine nähere Abschätzung kann eher durch die Archäologie erfolgen.

Hierbei sollten dann auch kurzzeitige Schwankungen (Fensterbreite von 20 Jahren) berücksichtigt werden.

In Abbildung 76 deutet sich nach der HG-Kurve ein starker Rückgang der Niederschläge zwischen 40 v. Chr. und 425 n. Chr. an. Lamb (1989) fand in schriftlichen Quellen (b) Hinweise auf die Anzahl regenreicher/regenarmer Jahre in Italien, die auch auf einen starken Rückgang der Niederschläge während dieser Zeit hinweisen.

### Die Zeit von 500 v. Chr. bis 500 n. Chr.

Auf einige archäologische Befunde zwischen 500 v. Chr. und 500 n. Chr. wird in Abbildung Abb. 77 näher eingegangen. Zur Erfassung auch kurzzeitiger Schwankungen wurde die Wuchshomogenität hier im Korrelationsfenster von 20 Jahren berechnet und mit archäologischen Befunden verglichen. In römischer Zeit, von etwa 40 v. Chr. bis etwa 180/190 n. Chr., dürfte nach der HG-Kurve das Klima niederschlagsreich gewesen sein. Ab 200 n. Chr. änderte sich das Klima sehr markant. Mit Ausnahme einer Unterbrechung in der Mitte des 3. Jahrhunderts wurde es zunehmend kontinentaler und dieser Trend zu zunehmender Trockenheit endete erst um 420/430 n. Chr.

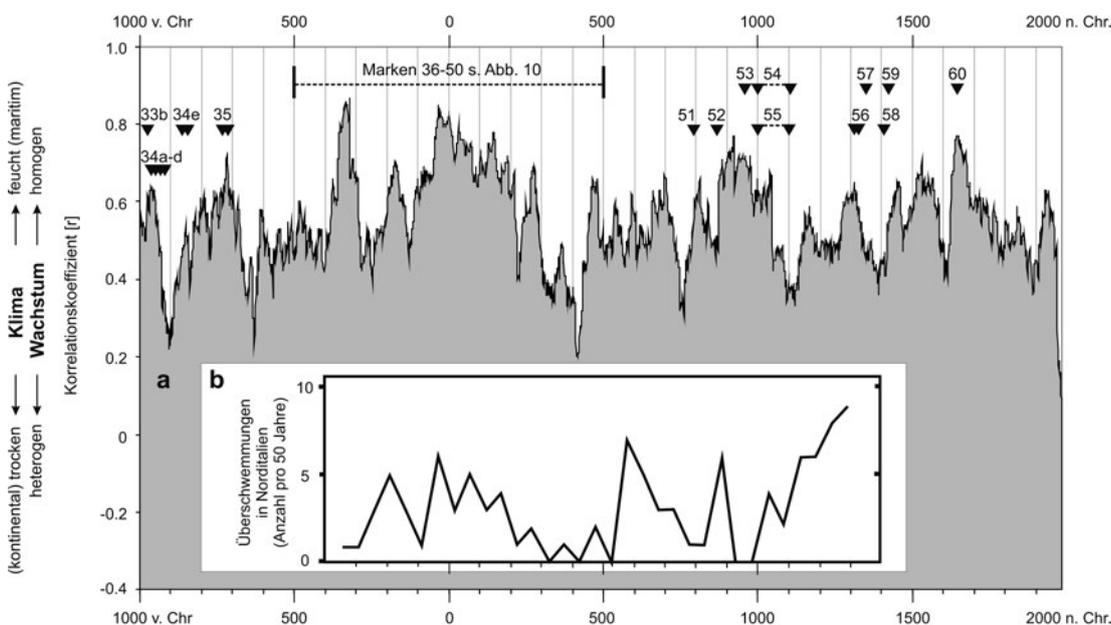


Abb. 76

- a) Berechnung der Wuchshomogenität von 1000 v. Chr. bis 2000 n. Chr. mit archäologischen Befunden (Korrelationsberechnung in einer Fensterbreite von 50 Jahren).  
 b) Häufigkeitsverteilung von Überschwemmungsereignissen in Norditalien aus der Zeit von 400 v. Chr. bis 1300 n. Chr. (nach Lamb 1989). Eine zunehmende Trockenheit zwischen Christi Geburt und 500 n. Chr. ist auch hier erkennbar.

Während dieser Zeit, zwischen 250 und 450 n. Chr., zeichnet sich sowohl im westdeutschen Braunkohlentagebauegebiet (Schmidt u. a. 2003b) als auch im Bergischen Land (Gechter 2001) eine deutliche Fundlücke ab. Diese Siedlungslücke, die auffällig mit der beschriebenen Trockenphase einhergeht, lässt hier einen ursächlichen Zusammenhang vermuten.

Auf eine weiträumige Gültigkeit dieser Trockenphase weist Lamb (1989) hin und schreibt hierzu: „Während des römischen Zeitalters benutzten Kamelkarawanen jahrhundertlang (von ungefähr 150 v. Chr. bis 300 n. Chr.) die über den asiatischen Kontinent verlaufende Große Seidenstraße für den Handel mit chinesischen Luxusgütern. Aufgrund der Wasserspiegelschwankungen des Kaspischen Meeres sowie durch Untersuchungen über periodische Flüsse und Seen und aufgrund verlässlicher Siedlungen in Sinkiang und Zentralasien ist bekannt, dass im vierten nachchristlichen Jahrhundert eine Trockenperiode den Verkehr entlang dieser Route zum Erliegen brachte.“

Ab der Mitte des 5. Jahrhunderts dürften sich dann die Niederschläge wieder auf einem durchschnittlichen Niveau bewegt haben. Archäologische Funde und dendro-

chronologische Datierungen belegen, dass zeitgleich ab der Mitte des 5. Jahrhunderts die Siedlungstätigkeit im westdeutschen Braunkohlentagebauegebiet wieder zunimmt.

Aber auch während der feuchteren Phase des 1. und 2. Jahrhunderts sind kurzzeitige Trockenjahre feststellbar (Abb. 77). Für fast alle Zeiten, in denen sich in der HG-Kurve trockene Sommer abzeichnen, lassen sich Baumaßnahmen (Hafenbau, Brückenbau) nachweisen, die in solchen niederschlagärmeren Jahren bei niedrigerem Wasserstand einfacher durchgeführt werden konnten.

Ein niedriger Wasserstand (trockene Sommer seit 45 n. Chr.) könnte z. B. bei der Festlegung des Baubeginns der Rheinbrücke bei Koblenz im Jahr 48 n. Chr. eine Rolle gespielt haben.

Unter Berücksichtigung eines niedrigen Wasserstandes lässt sich die hohe Präzision der Pfahlstellungen (Richtung und Abstand der eingerammten Eichenstämmen variierten nur sehr geringfügig) besser verstehen.

Nicht so eindeutig lässt sich der Bau der Konstantinbrücke erklären. In einer in Trier gehaltenen Lobrede auf Kaiser Konstantin im Jahr 310 n. Chr. wird bereits der Bau dieser Brücke erwähnt. Genau zu die-

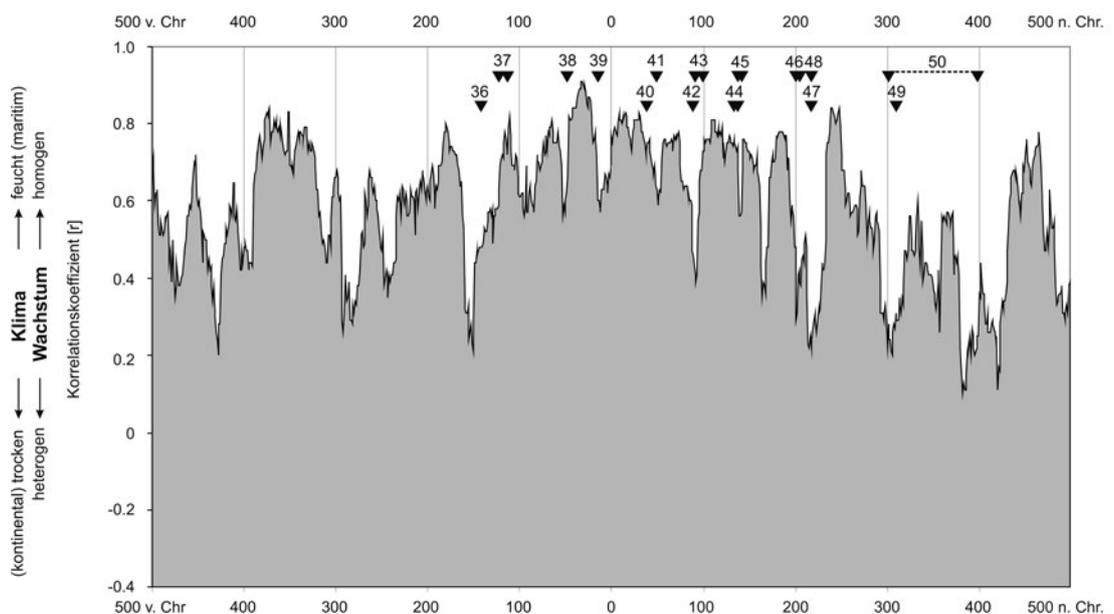


Abb. 77 Berechnung der Wuchshomogenität von 500 v. Chr. bis 500 n. Chr. mit archäologischen Befunden (Korrelationsberechnung in einer Fensterbreite von 20 Jahren).

sem Zeitpunkt deutet die HG-Kurve auf einen extrem niedrigen Wasserstand hin. Nach dendrochronologischen Untersuchungen ist die Brücke aber erst im Jahr 336 n. Chr. entstanden, als bereits die Niederschläge wieder angestiegen waren. Es wäre denkbar, dass der Brückenbau zwar um 310 begonnen worden ist, aber erst nach einer Unterbrechung bis zum Jahre 336 setzten schließlich die Hauptarbeiten zur Fertigstellung der Brücke ein.

#### *Vergleich der HG-Kurve mit der Einlagerungsrate subfossiler Eichen in den Flussschottern von Main, Lahn und Weser*

Während des Aufbaus der westeuropäischen Jahrringchronologien in den vergangenen Jahrzehnten wurde, wie bereits angesprochen, deutlich, dass die aus den Flussschottern des Main, der Weser und der Lahn geborgenen Eichenstämmen in verschiedenen Zeiten in unterschiedlicher Anzahl einsedimentiert worden sind. Diese unterschiedliche Einlagerungsrate während der letzten 10.000 Jahre haben Spurk u. a.

(2002) weiter untersucht und mit  $\Delta^{18}\text{O}$  Daten (Grönland, GRIP Eisbohrkerne) verglichen. Die Variationen der  $\Delta^{18}\text{O}$  Daten verlaufen in ähnlicher Weise wie die unterschiedlichen Anhäufungen der eingelagerten Eichenstämmen.

Da die Häufung der unterspülten Aueneichen zunächst von unterschiedlichen Wasserständen der Flüsse (maritime/kontinentale Wetterlagen) abhängig ist, müssten sich Übereinstimmungen zwischen HG-Kurve und Einlagerungsrate der Eichenstämmen abzeichnen.

Um 6000 v. Chr. wurden z. B. am Main, an der Weser und der Lahn sehr wenige Stämme eingelagert. Die Anzahl der Bäume nimmt bis etwa 5000 v. Chr. deutlich zu, nach der HG-Kurve war diese Zeit feucht. Auch der Rückgang der Holzfunde bis 4000 v. Chr. entspricht dem Verlauf der HG-Kurve. Um etwa 3800, 3000, 1000 und 700 v. Chr. dürfte es nach den HG-Werten wieder feuchter gewesen sein, auch sind die Eichen an den Flüssen von Main, Weser und Lahn (Urz u. a. 2002) während dieser Zeit wieder zahlreicher.

## Der dritte Klimaindikator: Der Mobilitäts-Index (Gruhle-Index)

### *Ein Anzeiger temporärer Änderungen zwischen „Ruhe und Unruhe“*

Ebenso wie etwa bei den Weiserjahren und dem Homogenitäts-Index lassen sich auch beim Mobilitäts-Index (Mo-Index) Klimasignale nachweisen.

Wie bereits erwähnt, ist das Klimageschehen in unseren Breiten derart dynamisch und komplex, dass trotz eines weltweit dichten Beobachtungsnetzes verlässliche Wetterprognosen nur für wenige Tage im Voraus möglich sind. Dennoch wird seit jeher versucht, das Witterungsgeschehen zu verstehen, indem nach Gesetzmäßigkeiten gesucht wird, wie etwa in den Bauernregeln. Solche Klimabilder können zeitweise zutreffen – vielfach stimmen sie nicht. Das unbeständige Wetter der 1950/60er Jahre beispielsweise – es hieß damals, das Wetter spiele verrückt – wurde in der Öffentlichkeit mit den damals häufigen Atombombenversuchen in Verbindung gebracht.

Klimageschehen, das zeitweilig **„wie aus dem Ruder läuft“** ist Gegenstand dieser Untersuchung. Gesucht wird nach Anzeichen ruhigerer und unruhigerer Perioden im Verlauf des Baumwachstums und nach eventuellen Parallelen im Verlauf des Klimas.

Das hier behandelte Wachstumsmuster kann bereits am Querschnitt eines Baumes erkannt werden. Aus physikalischer Sicht können die jährlich unterschiedlichen Ringbreiten eines Baumes als Mess- bzw. Wegstrecken gesehen werden. Da die Bäume in unseren Breiten von etwa Mitte April bis etwa Mitte September wachsen (Vegetationszeit), werden die unterschiedlich breiten Jahrringe in einer verhältnismäßig „konstanten Zeitspanne“ von etwa 20 Wochen (mit Abweichungen in einer Größenordnung von etwa  $\pm 2$  Wochen) gebildet.

Das Verhältnis Wegstrecke zur Zeiteinheit