

# FÄLLUNGSDATEN RÖMISCHER BAUHÖLZER

anhand einer 2350jährigen süddeutschen Eichen-Jahrringchronologie

BERND BECKER

Mit 9 Textabbildungen und 8 Tabellen

## Einleitung

Im Verlaufe einer vor rund zehn Jahren in Hohenheim begonnenen dendrochronologischen Bearbeitung subfossiler Eichenbaumstamm-Ablagerungen aus nacheiszeitlichen Flußschottern des Oberrhein-Main-Donaugebietes ist es gelungen, weite Zeitabschnitte der süddeutschen Eichen-Jahrringchronologie aus den vergangenen letzten 9000 Jahren zu rekonstruieren<sup>1</sup>. Die Zurückverlängerung der historischen Standardkurve<sup>2</sup> war allerdings mit teilweise erheblichen Schwierigkeiten verbunden. Dies hängt mit dem wechselvollen Verlauf der jungpostglazialen Flußgeschichte zusammen, die heute an Main<sup>3</sup> und Donau<sup>4</sup> durch ein umfangreiches Datenmaterial verfolgt werden kann. In den Schotterablagerungen der Flüsse im südlichen Mitteleuropa treten zwei jungpostglaziale Baumstamm-Haupthorizonte auf, die anhand synchroner Eichen in signifikanter Häufung entlang der untersuchten Kiesgruben nachweisbar sind. Es handelt sich dabei um Reste flußnaher Auwaldbestände, die in zwei zeitlich voneinander getrennten, jeweils mehrere Jahrhunderte andauernden Hochwasserphasen und rasch in die Talbreiten ausgreifender Flußlaufverlagerungen auserodiert und in neu gebildeten Schotterkörpern akkumuliert worden waren. Die Entstehung dieser beiden Baumstamm-Haupthorizonte datiert von 200 v. Chr. bis 200 n. Chr. sowie von 400 bis 800 n. Chr. Die für den Aufbau der Chronologie besonders hinderliche Fundlücke an subfossilen Bäumen zwischen 250 bis 400 n. Chr. ist nach geologischen und dendrochronologischen Befunden wahrscheinlich auf eine weitgehende Vernichtung der Auwälder im Verlauf der römischen Flußlaufverlagerungen zurückzuführen<sup>5</sup>. Dagegen dürfte das Ausbleiben von Baumstämmen in mittelalterlichen Schottern, an Donau und Main etwa ab dem neunten nachchristlichen Jahrhundert erfaßbar, auf eine zunehmende Rodungstätigkeit in den Tälern der Oberläufe hinweisen. Dies ist beispielsweise am oberen Main durch Jahrringdaten mittelalterlicher Flußverbauungen ab 1200 n. Chr. zu belegen. Die bemerkenswerten Häufungen von Eichenstämmen in den beiden jungpostglazialen Haupthorizonten ermöglichte rasch den Aufbau einer eisen-römischen wie auch einer frühmit-

<sup>1</sup> B. BECKER, Tree-ring dating and radiocarbon calibration in South Central Europe. *Radiocarbon* 22/2, 1980 (im Druck).

<sup>2</sup> B. HUBER/V. GIERTZ-SIEBENLIST, Unsere tausendjährige Jahrringchronologie durchschnittlich 57 (10–150)-fach belegt. *Sitz.-Ber. Österr. Akad. Wiss., Math.-naturw. Kl. Abt. 1 Bd. 18* (1968) 37–42.

<sup>3</sup> B. BECKER/W. SCHIRMER, Palaeoecological study on the Holocene valley development of the river Main, southern Germany. *Boreas* 6, 1977, 303–321.

<sup>4</sup> B. BECKER/B. FRENZEL, Paläoökologische Befunde zur Geschichte postglazialer Flußauen im südlichen Mitteleuropa. In: B. FRENZEL (Hrsg.), *Dendrochronologie und postglaziale Klimaschwankungen in Europa*. *Erdwiss. Forsch.* 12 (1977) 43–61.

<sup>5</sup> BECKER/SCHIRMER, Palaeoecological study<sup>3</sup>. – BECKER/FRENZEL, Paläoökologische Befunde<sup>4</sup>.

telalterlichen Auwaldeichenchronologie. Die Fundlücke zwischen beiden Flußphasen datiert aber unglücklicherweise ziemlich genau aus demselben Zeitabschnitt, aus dem auch die Archäologie in Süddeutschland bisher kaum dendrochronologisch auswertbare Eichenhölzer liefern konnte: So endet die Chronologie römischer Eichenbauhölzer 246 n. Chr., während die Jahrringserie alamannischer Baumsärge<sup>6</sup> erst um 398 n. Chr. beginnt. Leider war es nicht möglich, Herrn E. HOLLSTEIN vom Rheinischen Landesmuseum in Trier zum Austausch seines umfangreichen spätrömischen und frühmittelalterlichen Kurvenmaterials zu veranlassen<sup>7</sup>, obwohl Verfasser HOLLSTEIN bereits vor Jahren die Daten seiner frühmittelalterlichen Auwaldeichenserie zur Verfügung gestellt hatte. Diese seinerzeit bis 207 n. Chr. zurückreichende Chronologie hatte die sogenannte „Völkerwanderungslücke“ im archäologischen Holzfundmaterial bereits damals weitgehend überbrückt.

Eine Erweiterung dieser Serie gelang erst in diesem Jahr anhand von subfossilen Eichen aus dem Iller-Schwemmkegel in Neu-Ulm, die Frau PRESSMAR dankenswerterweise einer Jahrringanalyse zugänglich gemacht hatte. Mit diesen Jahrringmustern war dann auch eine endgültige Synchronisierung mit der eisen-römerzeitlichen Chronologie möglich. Diese Gesamtserie konnte schließlich vor wenigen Wochen über einen weiteren Stammfund aus Aalen-Nesslau (Ringfolge 744 bis 965 n. Chr.) an die historische Eichenstandardkurve des verstorbenen B. HUBER<sup>8</sup> angeschlossen werden.

In den vergangenen Jahren wurden unserem Labor durch Herrn D. PLANCK vom Landesdenkmalamt Baden-Württemberg ausgezeichnet erhaltene römerzeitliche Eichenholzkonstruktionen zur Bearbeitung überbracht. Eine Veröffentlichung von Fällungsdaten dieser Objekte, die bisher nur auf der Basis der bestehenden Synchronisierungen mit den publizierten Teilabschnitten der westdeutschen Eichenchronologie von HOLLSTEIN möglich war, war zwischenzeitlich zurückgehalten worden, nachdem von archäologischer Seite Bedenken gegen die Zeitstellung dieser Chronologie geäußert worden waren<sup>9</sup>. Darüber hinaus hatten SCHMIDT und SCHWABEDISEN<sup>10</sup> eine zeitliche Korrektur der westdeutschen Chronologie um  $27 \pm 5$  Jahre gefordert, die von HOLLSTEIN<sup>11</sup> anschließend auf genau 27 Jahre präzisiert wurde. Anhand der heute lückenlos vorliegenden süddeutschen Standardkurve kann diese Korrektur tatsächlich jahrgenau bestätigt werden.

### Bausteine der süddeutschen Eichen-Standardkurve von der Gegenwart bis 370 v. Chr.

In Abb. 1 sind die Bausteine der süddeutschen Standardkurve zusammengestellt. Wie bereits einleitend erwähnt, gelang die abschließende Verzahnung der Auwaldeichenserie (Ende 859 n. Chr.) mit der historischen Standardkurve über eine subfossile Eiche aus Aalen-Nesslau, die von

<sup>6</sup> B. BECKER, Eine Eichenchronologie der alamannischen Totenbäume und Grabkammerbretter von Hüfingen, Zöbingen und Oberflacht. Fundber. aus Bad.-Württ. 1, 1974, 545–564.

<sup>7</sup> E. HOLLSTEIN, Jahrringchronologien aus vorrömischer und römischer Zeit. *Germania* 45, 1967, 60–84. – Ders., Eichenchronologie Westdeutschlands und der Schweiz aus römischer und vorrömischer Zeit. In: B. FRENZEL (Hrsg.), *Dendrochronologie und postglaziale Klimaschwankungen in Europa*. *Erdwiss. Forsch.* 12 (1977) 16–24.

<sup>8</sup> HUBER/GIERTZ-SIEBENLIST, *Jahrringchronologie*<sup>2</sup>.

<sup>9</sup> D. BAATZ, Bemerkungen zur Jahrringchronologie der römischen Zeit. *Germania* 55, 1977, 173–179.

<sup>10</sup> B. SCHMIDT/H. SCHWABEDISEN, Jahrringanalytische Untersuchungen an Eichen der römischen Zeit. *Arch. Korrespondenzbl.* 8, 1978, 331–337.

<sup>11</sup> E. HOLLSTEIN, Bauholzdaten aus augusteischer Zeit. *Arch. Korrespondenzbl.* 9, 1979, 131–133.

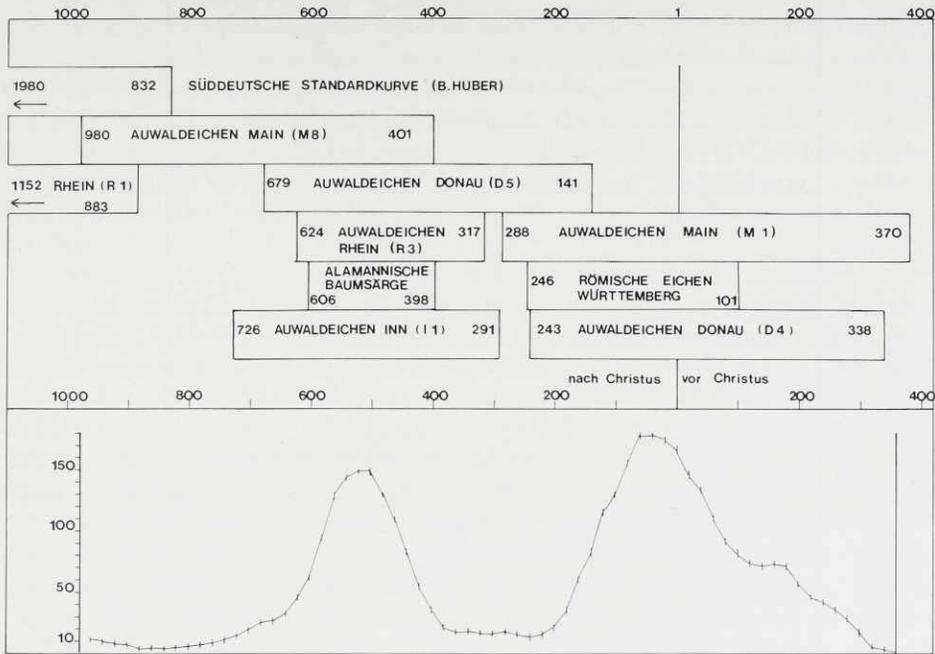


Abb. 1. Bausteine der süddeutschen Eichenchronologie zwischen 370 v. Chr. bis 1000 n. Chr. Die Belegdichte der Gesamtchronologie (Ringbreiten in Tabelle 5) ist im unteren Diagrammteil dargestellt.

744 bis 965 n. Chr. gewachsen ist. Die frühmittelalterliche Chronologie setzt sich aus regionalen Teilchronologien aus dem Maintal (401–859 n. Chr., 52 Stämme), dem Inntal (291–726, 7 Stämme), dem Oberrheintal (317–624, 9 Stämme) und dem Donautal (141–679, 80 Stämme) zusammen. Sie ist somit aus insgesamt 148 synchronen Auwaldeichen belegt. Hinzu kommen die Jahrringmuster alamannischer Baumsärge und Grabkammerbretter aus Hüfingen, Zöbingen, Oberflacht, Denkingen und Neudingen (398–606 n. Chr., 51 Kurven).

Die eisen-römerzeitliche Auwaldeichenchronologie besteht aus einer Donautalserie (338 v. Chr. – 243 n. Chr., 83 Stämme) und einer Maintalserie (370 v. Chr. – 288 n. Chr., 113 Stämme). Sie wird durch 81 Einzelkurven römerzeitlicher Bauhölzer zu insgesamt 277 Proben ergänzt. Die Belegdichte der Standardkurve (siehe Abb. 1 unten) beträgt zwischen 200 v. Chr. bis 160 n. Chr. über 50 (bis maximal 188) Einzelkurven, bewegt sich dann in dem lange Zeit problematischen Bereich von 160 bis 420 n. Chr. bei Werten um 20 Einzelkurven, um dann bis 600 n. Chr. erneut auf durchweg mehr als 50- (maximal 150-)fache Belegzahlen anzusteigen. Sicherlich ist die Chronologie zwischen 750 bis 900 noch schwach repräsentiert. Der Anschluß an die historischen Jahrringmuster ist jedoch gesichert, wie das Kurvendiagramm in Abb. 2 nachweist.

#### *Zur statistischen Absicherung der süddeutschen Regionalchronologien vor 900 n. Chr.*

Die statistische Sicherheit der Synchronisierungen des umfangreichen Kurvenmaterials läßt sich anhand eines im Rechenzentrum der Universität Hohenheim entwickelten Testprogrammes darstellen. Dieses Programm ermittelt die Gleichläufigkeitswerte (d. h. die prozentualen Anteile gleichsinnig zwischen zwei gegebenen Jahrringkurvenpositionen steigenden oder fallenden

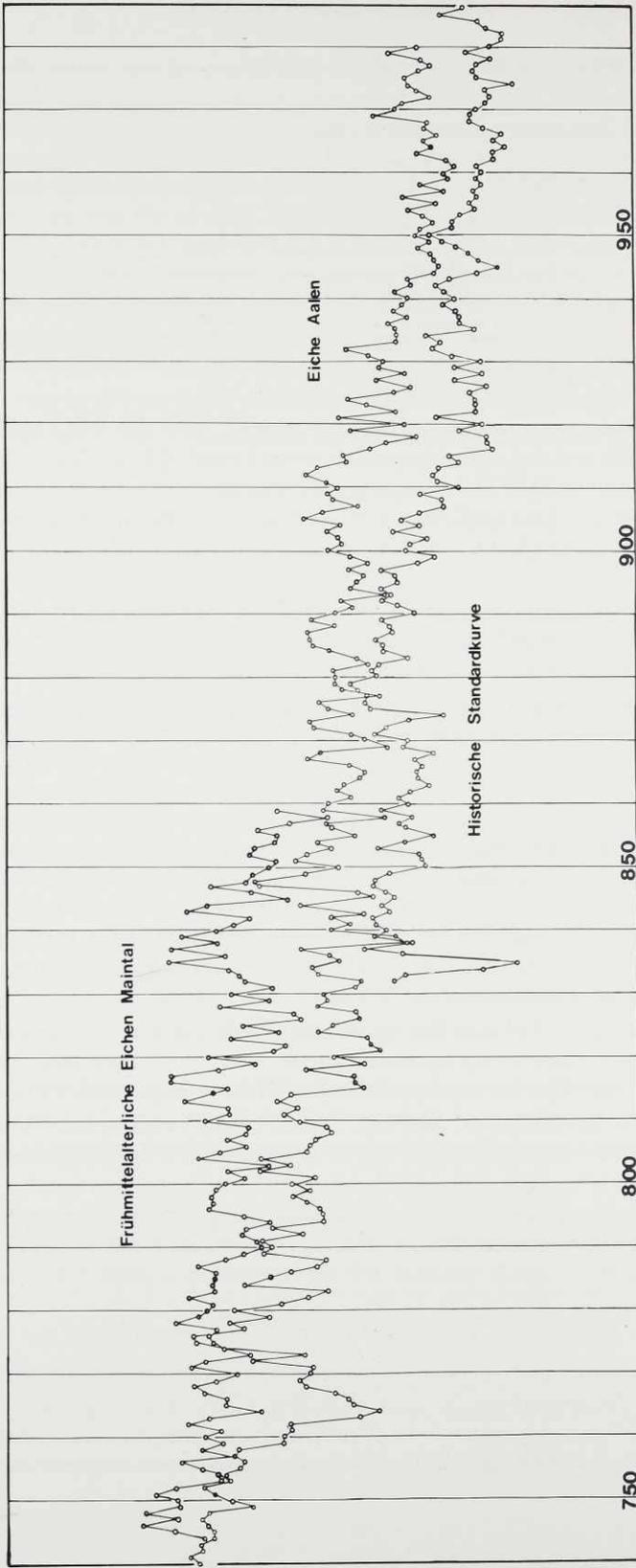


Abb. 2 Anschluß der frühmittelalterlichen an die historische Eichenchronologie Süddeutschlands über eine subfossile Eiche aus Aalen-Nesslau im Zeitraum 744 bis 980 n. Chr.

Ringbreiteschwankungen) sämtlicher innerhalb einer Chronologie vorhandenen Einzelkurven-überlappungen ab einer Mindestlänge von 50 Jahren. Hieraus kann dann die durchschnittliche prozentuale Übereinstimmung jeder Einzelkurve aus sämtlichen Synchronlagen zu den übrigen Einzelkurven errechnet werden, sodann der Gesamtdurchschnitt aller Kurvenvergleiche innerhalb der Chronologie sowie die Übereinstimmung jeder Einzelkurve zur Chronologie selbst. Ein Jahrringmuster ist in diesem Testverfahren dann gesichert synchronisiert, wenn dessen Gleichläufigkeitsmittel aus den synchronen Positionen zu allen übrigen Einzelkurven mit einfacher Standardabweichung über dem Zufallswert von 50 % liegt. Dieser Zufallswert von je 50 % übereinstimmenden bzw. gegenläufigen Ringbreiteschwankungen stellt sich bei derartig großen Datenfeldern sofort ein, wenn man absichtlich falsche Kurvenpositionen austestet (siehe dazu Abb. 3 unten). Bei richtiger Synchronisierung liegt dann das Mittel aus allen Einzelkurvenvergleichen bereits mit doppelter Standardabweichung über der 50-%-Marke. Schließlich muß sich dann die Ähnlichkeit zwischen Einzelkurve und Standardkurve nochmals signifikant erhöhen, ihr Mittelwert liegt bei sämtlichen hier ausgetesteten Regionalchronologien bereits mit vierfacher Standardabweichung über der Zufallsverteilung.

Dieses Gleichläufigkeitstestverfahren ist am Beispiel der eisen-römerzeitlichen Regionalchronologie der Donau in Abb. 3 graphisch dargestellt: Die Kurvenübereinstimmung bei absichtlich falsch berechneten Positionen variiert nur unerheblich um die Zufallsverteilung von 50 % (Mittelwert  $50,2 \pm 4,4$  %). In der synchronen Lage hebt sich die mittlere Gleichläufigkeit unter den Einzelkurven mit einem Wert von  $63,1 \pm 5,5$  % bereits mit doppelter Standardabweichung von der Zufallsverteilung ab. Die Korrelationen der Einzelkurven zu der hier mindestens 30fach belegten Mittelkurve erhöhen sich nochmals signifikant (Mittelwert  $71,8 \pm 3,9$  %), wobei die Variation deutlich geringer wird.

In der Tabelle 1 ist das Ergebnis des Gleichläufigkeitstests für die fünf großen Regionalchronologien zwischen 370 v. Chr. bis 859 n. Chr. zusammengestellt. Bei allen Serien liegt das Einzelkurvenmittel mit der geforderten doppelten Standardabweichung über der 50-%-Marke (Werte zwischen  $62,7 \pm 5,6$  bis  $64,3 \pm 6,0$  %) sowie im Vergleich mit der jeweiligen Regionalchronologie mit vierfacher Sicherheit ( $69,7 \pm 4,4$  bis  $71,2 \pm 4,0$  %) über der Zufallsverteilung.

Tabelle 1 Gleichläufigkeitstest zur Absicherung von Synchronlagen innerhalb von frühmittelalterlichen bis eisen-römerzeitlichen Regionalchronologien in Süddeutschland.

Herkunft	Zeitraum	Proben-Zahl	Gleichläufigkeit (%)	
			Einzelkurven	Chronologie
Maintal	408 n. – 859 n. Chr.	52	$64,3 \pm 6,0$	$72,1 \pm 5,4$
Donautal	141 n. – 679 n. Chr.	80	$62,7 \pm 5,6$	$69,7 \pm 4,4$
Maintal	370 v. – 288 n. Chr.	113	$62,5 \pm 5,8$	$70,5 \pm 4,4$
Donautal	338 v. – 243 n. Chr.	83	$63,1 \pm 5,2$	$71,2 \pm 4,0$
Röm. Bauhölzer Württemberg	101 v. – 246 n. Chr.	81	$62,8 \pm 6,1$	$71,1 \pm 4,3$

Die annähernd gleichbleibende hohe Übereinstimmung der Eichenjahrringmuster innerhalb der verschiedenen Landschaftsräume Süddeutschlands ist ein erster Hinweis auf die klimatische Prägung des Eichenwachstums im Verlauf der hier repräsentierten rund 1300 Jahre. Der Gleichläufigkeitstest zwischen den verschiedenen Regionalchronologien (siehe Tabelle 2) läßt darüber hinaus erkennen, daß die standörtlichen Verschiedenheiten gegenüber dem großklimatischen Einfluß eine untergeordnete Rolle spielen.

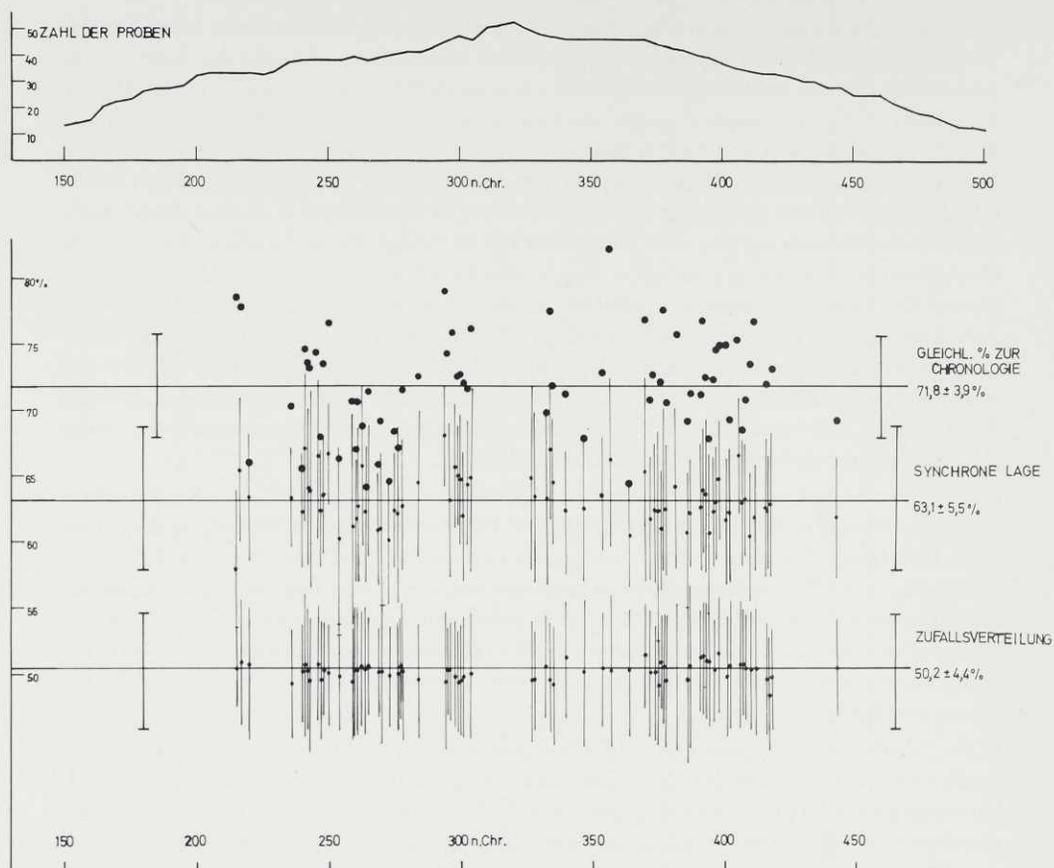


Abb. 3 Gleichläufigkeitstest zur statistischen Absicherung von Synchronlagen innerhalb einer Regionalchronologie, dargestellt am Beispiel der frühmittelalterlichen Eichenbaumstämme aus dem Donautal. Die durchschnittlichen Gleichläufigkeitsprozente (mit Standardabweichungen) der Einzelkurven sind über der Zeitskala jeweils in der Mitte der Wachstumszeiträume aufgetragen. Unten: Zufallsverteilung bei absichtlich falschen Kurvenpositionen. Mitte: Testergebnisse bei synchroner Lage, dicke Punkte oben: Gleichläufigkeiten der Einzelkurven zur Chronologie. Oben: Belegdichte der Chronologie.

Die Gleichläufigkeitswerte liegen für das Maintal bei 66,8, für das Donautal bei 66,0%, und zwar bei einer mittleren Kurvenüberlappung von 320 (204 bis 581) Jahren! Das Testergebnis für die römischen Bauhölzer und die frühmittelalterlichen Baumsärge und Grabkammerbretter belegt außerdem, daß offenbar keine signifikanten Unterschiede in den Jahrringmustern von Auwaldeichen des Oberrhein-Main-Donaugebietes einerseits und von Hügellandstandorten andererseits, in dem die Eichen des archäologischen Fundmaterials überwiegend gewachsen sein dürften, auftreten.

Der dominierende überregional einheitliche Klimaeinfluß erklärt schließlich auch den bemerkenswert großen geographischen Raum im südlichen Mitteleuropa, innerhalb dessen eisen-römische Regionalchronologien der Eichen miteinander gesichert synchronisiert werden können.

Tabelle 2 Gleichläufigkeitstest zwischen süddeutschen Regionalchronologien zwischen 370 v. Chr. bis 900 n. Chr.

	1	2	3	4	5	6	7	8	Mittel
Maintaleichen (1,4)	–	65,3	66,5	–	67,4	70,7	64,8	66,3	66,8%
Überlappung – Jahre		581	347		277	204	222	324	
Donautaleichen (2,5)	65,3	–	65,2	67,4	–	66,6	64,2	67,1	66,0%
Überlappung – Jahre	581		344	277		207	306	387	
1 Maintal			370 v. – 288 n. Chr.						
2 Donautal			338 v. – 243 n. Chr.						
3 Röm. Eichen Württemberg			101 v. – 246 n. Chr.						
4 Maintal			401 n. – 980 n. Chr.						
5 Donautal			141 n. – 679 n. Chr.						
6 Alam. Baumsärge Württemberg			398 n. – 606 n. Chr.						
7 Oberrheintal			317 n. – 624 n. Chr.						
8 Inntal			291 n. – 726 n. Chr.						

In der nachfolgenden Tabelle 3 sind in einem Nord-Süd-Profil insgesamt 16 synchrone Standortsmittelkurven des Zeitraumes 392 v. Chr. bis 246 n. Chr. zusammengetragen, deren Gleichläufigkeitswerte mit der Regionalchronologie von Main- und Donautal in Abb. 4 graphisch dargestellt sind.

Tabelle 3 Liste eisen-römerzeitlicher Standortsmittelkurven aus dem südlichen Mitteleuropa.

Westschweiz	La Tène	392 v. Chr. – 69 v. Chr.	LAMBERT
	Thielle	375 v. Chr. – 14 v. Chr.	HUBER
	Avenches	151 v. Chr. – 96 n. Chr.	LAMBERT
	Avenches	29 v. Chr. – 70 n. Chr.	BECKER
Rhein	Mainz	36 v. Chr. – 50 n. Chr.	HUBER
Mosel	Wederath	66 n. Chr. – 272 n. Chr.	HOLLSTEIN <sup>12</sup>
Saar	Dillingen/ Neunkirchen	9 n. Chr. – 212 n. Chr.	HOLLSTEIN <sup>13</sup>
Süddeutschland	Aalen	82 v. Chr. – 146 n. Chr.	BECKER
	Rainau-Buch	76 v. Chr. – 246 n. Chr.	BECKER
	Sulz/Neckar	63 v. Chr. – 79 n. Chr.	BECKER
	Köngen	62 v. Chr. – 120 n. Chr.	BECKER
	Murrhardt	26 v. Chr. – 146 n. Chr.	BECKER
	Schwabsberg	23 v. Chr. – 165 n. Chr.	BECKER
	Welzheim	18 v. Chr. – 172 n. Chr.	BECKER
	Mainhardt	8 n. Chr. – 194 n. Chr.	BECKER

Die Synchronisierungen der Main- und Donauchronologien sowie der römischen Chronologie Württembergs mit den westschweizerischen und den westdeutschen Standorten sind bei Kurvenlängen von mindestens 200 Jahren statistisch gesichert (siehe Tabelle 3 und 4). Allerdings werden anhand der durchschnittlichen Gleichläufigkeitswerte, wie besonders im Einzeltest (Abb. 4), auch Anhaltspunkte für eine regionale Gliederung erkennbar.

<sup>12</sup> E. HOLLSTEIN, Dendrochronologische Datierung von Hölzern aus Wederath (Belgium). *Trierer Zeitschr. f. Gesch. u. Kunst* 35, 1972, 123–125.

<sup>13</sup> E. HOLLSTEIN, Eine römische Deichel aus Dillingen, Kreis Saarlouis. 21. Ber. d. Staatl. Denkmalpflege im Saarland 1974, 101–105.

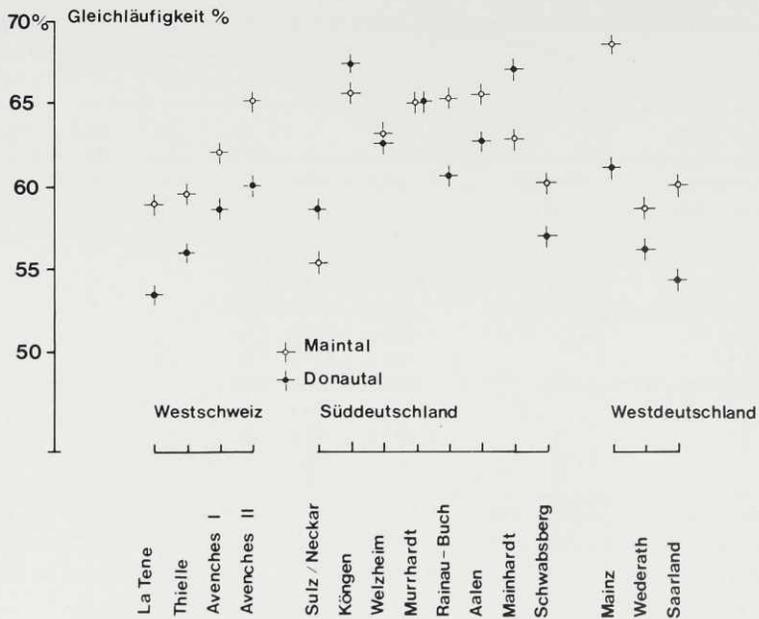


Abb. 4 Gleichläufigkeitstest zwischen den Auwaldeichenchronologien des Main- bzw. Donautales mit eisen-römerzeitlichen Standortschronologien aus dem südlichen Mitteleuropa (siehe Tabelle 3).

Tabelle 4 Durchschnittliche Gleichläufigkeitswerte süddeutscher Regionalchronologien zur Eisen-Römerzeit zu württembergischen und westdeutschen Standorten.

		Westschweiz	Württemberg	Westdeutschland
Maintal	370 v. Chr. – 288 n. Chr.	61,4 %	62,9 %	62,5 %
Württemberg	101 v. Chr. – 246 n. Chr.	62,7 %	73,7 %	62,0 %
Donautal	338 v. Chr. – 243 n. Chr.	57,0 %	62,7 %	57,2 %

So war die – gegenüber der Maintalchronologie – deutlich niedrigere Ähnlichkeit der Eichen aus dem Donautal zu den drei Standorten an Mittelrhein, Mosel und Saar aus der größeren geographischen Distanz durchaus zu erwarten. Recht überraschend stellt sich bei diesem Test aber heraus, daß die Serien des Maintals und aus Württemberg höhere Gleichläufigkeiten zu den westschweizerischen Standorten La Tène, Thielle und Avenches aufweisen als die zu diesen Serien nähergelegenen Auwaldeichen der Donau. Zur Eisen-Römerzeit reagieren die klimatisch begünstigten Wuchsstandorte von Mosel, Mittelrhein, Main über weite Entfernungen bis zu den westschweizerischen Seen, die sämtlich innerhalb oder unmittelbar benachbart zum Weinbaugbiet liegen, einheitlicher als die Auwaldeichen des demgegenüber klimatisch ungünstigeren Donautales. Interessanterweise hatten die Donaueichen ja auch im Einzelkurventest (Tabelle 1) die niedrigsten durchschnittlichen Kurvenübereinstimmungen gezeigt. Anders als im Verlauf des Neolithikums, wo die Donautal-Eichenchronologie des vierten vorchristlichen Jahrtausends infolge hoher Gleichläufigkeiten sowohl zum Maintal als zu den Eichen aus ost- und westschweizerischen Seeufersiedlungen entsprechend ihrer zentralen geographischen Lage das regionale Bindeglied für den Aufbau der über 2300jährigen neolithisch-bronzezeitlichen

Standardkurve darstellten<sup>14</sup>, ist bei römischer Chronologien das Material aus Nordwürttemberg und aus dem oberen Maingebiet offenbar für überregionale Synchronisierungen besser geeignet.

### *Radiokarboneichung der römischerzeitlichen Eichen-Jahrringskala*

In den vergangenen Jahren sind von H. E. SUESS, University of California, La Jolla, von A. F. M. DE JONG, Universität Groningen, und von M. BRUNS, Universität Heidelberg, umfangreiche Untersuchungen über die Radiokarboneichungen in Baumringen unserer postglazialen Auwaldeichenchronologien durchgeführt worden. Dabei konnte nachgewiesen werden, daß die Schwankungen in den C<sup>14</sup>-Gehalten der Erdatmosphäre, wie sie aus den Baumringen der über 7000-jährigen Borstenkiefernchronologie Nordamerikas<sup>15</sup> bekannt sind, mit hoher Übereinstimmung auch in den Jahresschichten unserer mitteleuropäischen Eichen auftreten<sup>16</sup>. Es ist heute möglich, europäische Jahrringserien unbekanntes Alters anhand ihrer Radiokarbonschwankungen mit der C<sup>14</sup>-Eichkurve der Borstenkiefernchronologie zu synchronisieren und damit innerhalb enger statistischer Grenzen eine absolute Altersbestimmung durchzuführen<sup>17</sup>: So konnte unsere neolithische Auwaldeichenchronologie anhand ihrer im vierten vorchristlichen Jahrtausend so ausgeprägten C<sup>14</sup>-Schwankungen mit einer Genauigkeit von rund zehn Jahren in die nordamerikanische Eichkurve eingepaßt werden.

Dies ermöglichte eine präzise Altersbestimmung von rund 50 neolithischen Seeufersiedlungen aus der West- und Ostschweiz über mehr als 1000 Jahre, deren Eichenjahrringkurven mit der Donautalserie synchron verlaufen<sup>18</sup>. SUESS<sup>19</sup> hatte auch die Radiokarboneichungen von Eichenjahrringen der eisen-römischerzeitlichen Serien aus Trier und Hohenheim analysiert. Diese C<sup>14</sup>-Kurve wurde jetzt anhand des neu entwickelten Verfahrens durch SUESS und LINICK nochmals mit der Eichkurve verglichen. Das Ergebnis war eine signifikante Übereinstimmung mit den Borstenkiefernwerten, und zwar übereinstimmend mit der Kalenderjahr-Zeitskala der süddeutschen Chronologie, wie aus Abb. 5 zu ersehen ist.

### *Ringbreiten der süddeutschen Eichen-Standardchronologie von 370 v. Chr. bis 1950 n. Chr.*

Die süddeutsche Eichen-Referenzkurve ist heute durch subfossile Auwaldeichenserien über das Jahr 832 n. Chr. hinaus bis 370 v. Chr. lückenlos rekonstruiert. Dieser Fortschritt ist vor allem einer Zusammenarbeit mit den Kollegen A. DELORME und B. SCHMIDT zu verdanken, mit denen seit Jahren ein umfassender Austausch des in den verschiedenen Labors jeweils erarbeiteten

<sup>14</sup> B. BECKER/CH. ORCEL/H. EGGER/U. RUOFF, Drei Beiträge zur Chronologie des Neolithikums der Schweiz. Zeitschr. f. Schweiz. Arch. u. Kunstgesch. 36, 1979, 91–96.

<sup>15</sup> C. W. FERGUSON, A 7104-year annual tree-ring chronology for bristlecone pine, *Pinus aristata*, from the White Mountains, California. Tree-ring. Bull. 29, 1969, 2–29.

<sup>16</sup> BECKER, Tree-ring dating<sup>1</sup>. – H. E. SUESS/B. BECKER, Der Radiokarboneichgehalt von Jahrringproben aus postglazialen Eichenstämmen Mitteleuropas. In: B. FRENZEL (Hrsg.), Dendrochronologie und postglaziale Klimaschwankungen in Europa. Erdwiss. Forsch. 12 (1977) 156–170. – A. F. M. DE JONG/W. G. MOOK/B. BECKER, Confirmation of the Suess wiggles. Nature 280, 1979, 48–49. – M. BRUNS/K. O. MUNNICH/B. BECKER, Natural radiocarbon variations from 200–800 A. D. Radiocarbon 22/2, 1980 (im Druck).

<sup>17</sup> H. H. KRUSE/T. W. LINICK/H. E. SUESS/B. BECKER, Computer-matched radiocarbon dates of floating tree-ring series. Radiocarbon 22/2, 1980 (im Druck).

<sup>18</sup> BECKER u. a., Beiträge zur Chronologie<sup>14</sup>.

<sup>19</sup> H. E. SUESS, La Jolla measurements of radiocarbon in tree-ring dated wood. Radiocarbon 20/1, 1978, 1–18.

Kurvenmaterials besteht<sup>20</sup>. Bei der nachfolgenden Tabelle der Ringbreiten ist das von HUBER und GIERTZ-SIEBENLIST<sup>21</sup> vorgelegte Datenmaterial der historischen Eichenchronologie Süddeutschlands, ab 832 n. Chr., mit einbezogen, das bisher nur als Kurvendiagramm zugänglich war. In einer weiteren Tabelle sind die Ringbreiten der Eichenchronologie römischer Bauhölzer aus Württemberg (von 101 v. Chr. bis 246 n. Chr.) zusammengestellt.

### Jahrringdaten römerzeitlicher Eichen-Bauhölzer aus Württemberg

In den vergangenen Jahren wurden bei Grabungen des Landesdenkmalamtes Baden-Württemberg eine Vielzahl ausgezeichnet erhaltener römerzeitlicher Bauhölzer geborgen. Die Fundorte Sulz, Marbach, Köngen, Schwabsberg, Rainau-Buch, Murrhardt, Welzheim, Mainhardt und Aalen erstrecken sich vom oberen Neckar im Süden bis hin zu den Löwensteiner Bergen im Norden. Die auffallende Einheitlichkeit des Jahrringbaues der verwendeten Eichenhölzer spricht für eine sorgfältige Auswahl der Bäume durch die römischen Zimmerleute. Bretter und Bohlen für Brunnen- oder Zisternenverschalungen, aber auch Palisadenpfähle zum Limesbau sind übereinstimmend aus regelmäßig gewachsenen, feinringigen und astfreien Bäumen angefertigt worden. Nur für die großdimensionierten Säulen der Principia-Vorhalle des Aalener Kastells wurden auch z. T. grobringige Eichen verwendet. Bevorzugt wurden 200- bis 250jährige Bäume, die trotz des engringigen Jahrringbaues die für die jeweiligen Bauhölzer erforderlichen Stammdurchmesser erreicht hatten. Vermutlich haben die Zimmerleute die Eichen aus dichtgeschlossenen Beständen ausgesucht, wo feinringig und astfrei gewachsene Baumschäfte unabhängig von der Standortsqualität am ehesten zu finden sind. Diese Auswahl hatte wahrscheinlich holztechnische Gründe: Langsam gewachsenes Eichenholz ist nämlich wesentlich leichter

Tabelle 5 Ringbreiten der süddeutschen Eichen-Standardchronologie von 370 v. Chr. (B. C.) bis 1950 n. Chr. (A. D.) in 1/100 mm. Die Zahlen sind durchgehend von links nach rechts zu lesen. Die den einzelnen Dekaden zugeordneten Jahre sind jeweils oben für den vor- bzw. nachchristlichen Abschnitt angegeben. Die Ringbreiten 1001 bis 1950 n. Chr. sind identisch mit der süddeutschen Eichenchronologie von HUBER und GIERTZ-SIEBENLIST<sup>22</sup>.

	0	8	7	6	5	4	3	2	1	0		0	8	7	6	5	4	3	2	1	0	
380 BC												370 BC	435	559	500	412	407	288	288	253	369	218
360 BC	315	266	272	216	264	217	266	264	211	295	350 BC	370	253	247	242	297	250	266	325	266	207	
340 BC	219	167	161	164	216	194	248	324	242	246	330 BC	248	187	241	285	121	264	278	286	293	245	
320 BC	258	244	212	239	252	314	196	232	224	245	310 BC	238	270	338	310	299	280	358	355	303	284	
300 BC	330	324	275	339	333	352	298	333	306	413	290 BC	314	330	368	358	317	317	332	330	329	240	
280 BC	218	244	265	336	312	291	295	268	269	216	270 BC	192	212	279	276	254	223	279	247	291	257	
260 BC	264	274	278	269	197	209	177	224	245	219	250 BC	218	255	239	240	262	197	191	187	218	194	
240 BC	200	236	221	192	159	168	222	223	244	177	230 BC	177	221	218	217	189	177	187	230	252	255	
220 BC	250	267	244	258	262	197	175	247	218	252	210 BC	267	228	190	228	201	196	210	173	205	235	
200 BC	188	223	202	237	215	230	220	208	226	242	190 BC	222	267	211	160	208	265	234	193	255	244	
180 BC	188	186	182	173	169	221	241	231	227	197	170 BC	193	209	200	211	191	229	239	223	261	256	
160 BC	250	211	213	217	209	202	218	288	238	228	150 BC	198	265	263	233	266	241	274	223	197	184	
140 BC	201	185	153	191	237	195	208	211	223	215	130 BC	263	229	198	202	206	212	203	220	183	173	
120 BC	225	221	215	216	187	175	159	156	205	199	110 BC	168	187	220	197	215	204	168	200	154	140	
100 BC	171	193	208	196	208	227	205	158	153	169	90 BC	231	162	173	182	199	199	237	186	209	192	
80 BC	178	196	181	195	191	161	174	204	225	192	70 BC	180	201	195	205	201	222	218	202	214	197	
60 BC	213	226	195	182	178	169	206	213	222	256	50 BC	221	211	237	172	194	207	150	216	162	149	
40 BC	173	168	169	188	148	207	187	180	187	231	30 BC	194	168	169	160	178	163	202	219	170	153	
20 BC	179	206	171	162	186	186	175	186	167	192	10 BC	188	176	173	140	140	139	142	174	160	→	

<sup>20</sup> B. BECKER/A. DELORME/B. SCHMIDT, Koordination der Jahrringforschung beim Aufbau einer postglazialen Eichenchronologie. In: B. FRENZEL (Hrsg.), Dendrochronologie und postglaziale Klimaschwankungen in Europa. Erdwiss. Forsch. 12 (1977) 143–146. – B. BECKER/A. DELORME, Oak chronologies for Central Europe. Their extension from medieval to prehistoric times. In: J. FLETCHER (Hrsg.), Dendrochronology in Europe. B. A. R. Internat. Ser. 51, 1978, 59–64.

<sup>21</sup> HUBER/GIERTZ-SIEBENLIST, Jahrringchronologie<sup>2</sup>.

<sup>22</sup> HUBER/GIERTZ-SIEBENLIST, Jahrringchronologie<sup>2</sup>.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2 AD	157	165	157	125	148	183	174	174	193	
20 AD	150	145	149	122	165	124	136	150	136	118
40 AD	145	166	169	179	185	160	135	151	128	
60 AD	155	159	155	160	144	145	167	126	121	118
80 AD	119	114	124	129	118	151	162	158	172	140
100 AD	120	161	171	113	120	125	117	126	126	113
120 AD	155	115	141	124	111	120	144	121	120	111
140 AD	133	137	115	129	96	133	114	122	130	140
160 AD	129	112	116	140	142	141	145	170	163	171
180 AD	146	124	138	158	168	154	145	135	141	161
200 AD	147	148	159	144	112	129	122	138	125	146
220 AD	120	150	141	163	179	170	213	168	176	202
240 AD	334	300	380	414	373	385	368	344	331	377
260 AD	238	324	350	289	269	224	311	224	227	260
280 AD	148	222	192	180	208	223	210	202	168	206
300 AD	254	203	230	249	230	221	283	250	173	246
320 AD	173	213	257	225	232	207	230	237	257	213
340 AD	228	204	211	187	185	188	225	174	181	190
360 AD	178	218	205	215	189	177	145	176	194	210
380 AD	243	268	206	267	323	311	316	394	326	291
400 AD	325	297	267	299	318	277	314	319	317	316
420 AD	280	284	252	234	225	283	283	315	342	353
440 AD	290	278	260	303	290	299	246	285	234	260
460 AD	285	234	230	205	214	211	260	233	225	192
480 AD	219	215	210	219	217	205	182	239	199	204
500 AD	209	194	195	208	198	165	188	186	189	148
520 AD	157	148	139	166	152	159	176	165	163	151
540 AD	124	128	161	153	154	152	124	148	137	140
560 AD	140	118	120	127	111	104	125	141	136	152
580 AD	144	139	159	152	134	147	140	162	154	172
600 AD	125	149	191	176	172	156	149	145	170	147
620 AD	117	152	162	147	131	132	165	154	172	180
640 AD	150	153	130	110	111	125	109	143	121	127
660 AD	119	123	115	150	142	152	152	127	111	117
680 AD	104	119	112	105	111	104	106	117	106	119
700 AD	101	102	107	112	104	113	97	119	110	87
720 AD	119	150	154	160	159	144	146	174	173	159
740 AD	188	198	185	178	166	184	199	188	193	140
760 AD	175	154	190	159	124	156	155	160	187	163
780 AD	167	160	171	150	174	181	155	173	142	147
800 AD	130	129	138	121	152	126	112	126	112	111
820 AD	121	111	97	105	106	113	103	107	123	113
840 AD	135	137	141	148	145	114	124	149	139	128
860 AD	128	121	125	106	114	108	107	122	103	116
880 AD	140	143	131	114	158	134	147	135	129	147
900 AD	121	117	103	129	109	125	114	95	99	117
920 AD	70	94	74	73	78	77	72	80	69	86
940 AD	82	98	85	86	71	64	70	85	102	117
960 AD	90	101	91	90	83	85	82	97	99	107
980 AD	77	85	86	90	91	113	105	94	78	94
1000 AD	82	110	126	139	126	113	105	100	116	124
1020 AD	116	177	155	176	174	118	161	174	132	190
1040 AD	173	144	105	108	103	155	132	126	98	118
1060 AD	168	142	129	148	116	158	165	181	216	185
1080 AD	210	144	216	203	184	200	200	187	224	265
1100 AD	200	194	111	113	115	103	129	134	132	152
1120 AD	200	160	197	198	176	142	142	134	137	127
1140 AD	213	200	153	195	187	195	179	192	160	184
1160 AD	179	187	150	139	110	85	89	79	132	140
1180 AD	147	153	166	173	142	171	181	187	126	158
1200 AD	116	161	144	153	139	104	140	116	132	131
1220 AD	124	147	126	126	131	126	135	119	113	139
1240 AD	155	126	140	127	121	150	142	161	137	155
1260 AD	140	123	108	124	129	121	142	102	119	132
1280 AD	126	115	135	132	115	111	127	97	110	116
1300 AD	110	115	132	124	116	132	122	123	139	156
1320 AD	116	155	165	147	134	139	97	124	140	146
1340 AD	108	134	144	150	131	145	142	137	135	152
1360 AD	142	142	181	161	168	159	165	142	142	161
1380 AD	200	197	211	203	216	190	242	226	216	203
1400 AD	168	184	185	177	171	165	165	159	150	148
1420 AD	108	148	106	108	135	132	142	153	148	155
1440 AD	126	127	110	126	124	126	155	115	103	121
1460 AD	113	92	76	84	73	97	97	102	118	106
1480 AD	118	132	124	119	132	135	148	165	142	148
1500 AD	139	152	145	94	90	139	170	161	145	165
1520 AD	118	145	132	123	155	123	145	145	171	171
1540 AD	129	152	148	126	135	155	132	123	135	190
1560 AD	165	135	184	156	135	132	121	100	129	110
1580 AD	116	123	103	102	123	126	132	113	103	119
1600 AD	118	97	92	84	87	106	110	129	113	116
1620 AD	81	68	81	100	87	103	87	110	87	85
1640 AD	97	97	100	106	90	82	94	97	106	100
1660 AD	97	110	116	110	115	110	116	94	90	90
1680 AD	155	110	126	139	111	94	84	148	145	134
1700 AD	116	135	135	129	150	135	147	135	132	113
1720 AD	137	142	132	126	129	148	129	177	140	139
1740 AD	132	110	113	97	97	84	106	119	113	129
1760 AD	97	129	90	129	116	103	119	123	126	116
1780 AD	135	126	132	155	126	119	113	116	145	165
1800 AD	119	168	139	158	168	174	150	190	161	181
1820 AD	158	165	139	197	195	197	223	153	177	213
1840 AD	123	123	129	158	145	150	135	152	152	165
1860 AD	216	232	232	229	207	174	200	259	226	229
1880 AD	145	177	181	184	184	161	155	152	139	158
1900 AD	168	165	174	190	184	158	168	184	161	132
1920 AD	181	158	200	177	156	139	148	187	152	135
1940 AD	132	132	129	142	148	145	150	123	119	152
10 AD	142	123	133	126	148	160	153	176	163	162
20 AD	146	120	164	142	155	152	149	171	135	150
30 AD	131	136	133	145	152	165	159	121	150	120
40 AD	136	138	125	118	133	115	131	131	131	132
50 AD	117	145	140	146	133	170	118	137	115	135
60 AD	114	141	136	126	130	133	133	152	132	159
70 AD	136	138	141	137	155	158	142	144	145	141
80 AD	118	124	128	123	122	114	149	136	128	141
90 AD	128	158	158	114	169	163	187	161	143	147
100 AD	166	151	157	147	156	179	152	159	154	161
110 AD	131	133	143	128	140	184	121	125	136	168
120 AD	260	218	236	275	263	307	245	195	255	296
130 AD	285	260	323	322	291	331	302	316	270	331
140 AD	239	249	214	200	248	265	283	224	207	170
150 AD	184	208	214	195	216	161	143	200	137	174
160 AD	243	187	220	224	236	214	211	191	178	177
170 AD	178	214	216	212	173	179	201	168	129	170
180 AD	198	194	170	167	196	223	199	187	190	198
190 AD	197	208	187	206	252	281	290	323	257	262
200 AD	296	271	291	343	350	382	329	343	383	294
210 AD	321	310	322	304	288	321	309	319	279	288
220 AD	324	301	283	328	236	298	303	255	293	259
230 AD	330	308	235	256	219	231	218	190	228	223
240 AD	206	180	178	231	192	198	176	213	158	198
250 AD	166	161	161	166	200	205	226	186	159	207
260 AD	138	149	200	156	165	177	184	185	190	188
270 AD	125	157	150	160	162	146	124	158	139	137
280 AD	144	120	141	158	136	148	146	144	152	161
290 AD	157	150	162	145	167	144	122	153	155	139
300 AD	157	121	126	142	144	141	163	156	147	166
310 AD	140	153	144	180	167	154	158	152	140	155
320 AD	160	149	154	147	156	128	133	152	143	140
330 AD	145	122	126	129	148	149	123	128	149	110

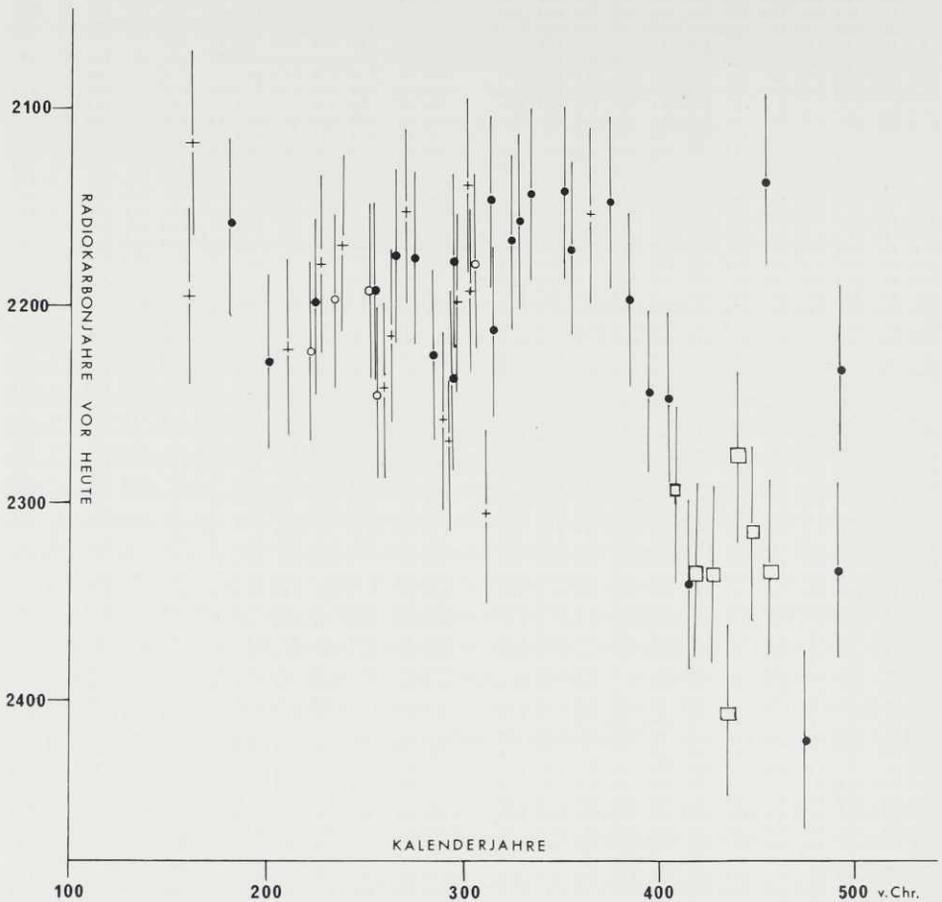


Abb. 5 Radiokarbongehalte von Baumringen der süd- bzw. westdeutschen Eichenchronologie und deren Kalibration mit der  $C^{14}$ -Eichkurve der nordamerikanischen Borstenkiefernchronologie im Zeitraum 500 bis 200 v. Chr. (Daten SUSS, La Jolla<sup>19</sup>). Borstenkiefer: Kreise; westdeutsche Eichen: Quadrate; süddeutsche Eichen: Kreuze.

zu bearbeiten als Eichen mit breiten Jahrringen, die infolge des zunehmenden, vor allem aus Holzfasern zur Festigkeit bestehenden Spätholzanteils wesentlich härter sind. Die Bauhölzer sind saftfrisch bearbeitet und verzimmert worden. Eine Zwischenlagerung zur Trocknung der gefällten Bäume war insofern auch nicht erforderlich, als eine Trocknung als Schutz vor Pilz- und Insektenbefall bei den ausnahmslos im Boden, vielfach direkt im Grundwasser verbauten Hölzern keinen Vorteil gebracht hätte. Aus dem gleichen Grund entfiel die Notwendigkeit einer sorgfältigen Entrindung der gefällten Bäume. So sind beispielsweise die Palisaden für den Bau des Limes in Schwabsberg aus markseitig aufgespaltenen Baumhälften errichtet worden, an denen die Rinde halbseitig belassen worden war. Das Fehlen von Schwundrissen an den in bo-

Abb. 6 Jahrringmuster römischer Eichenbauhölzer aus Württemberg, Kurvenausschnitt 180 v. Chr. bis 20 n. Chr. Innerhalb der Regionalchronologien auftretende Signaturen sind verstärkt gezeichnet. →

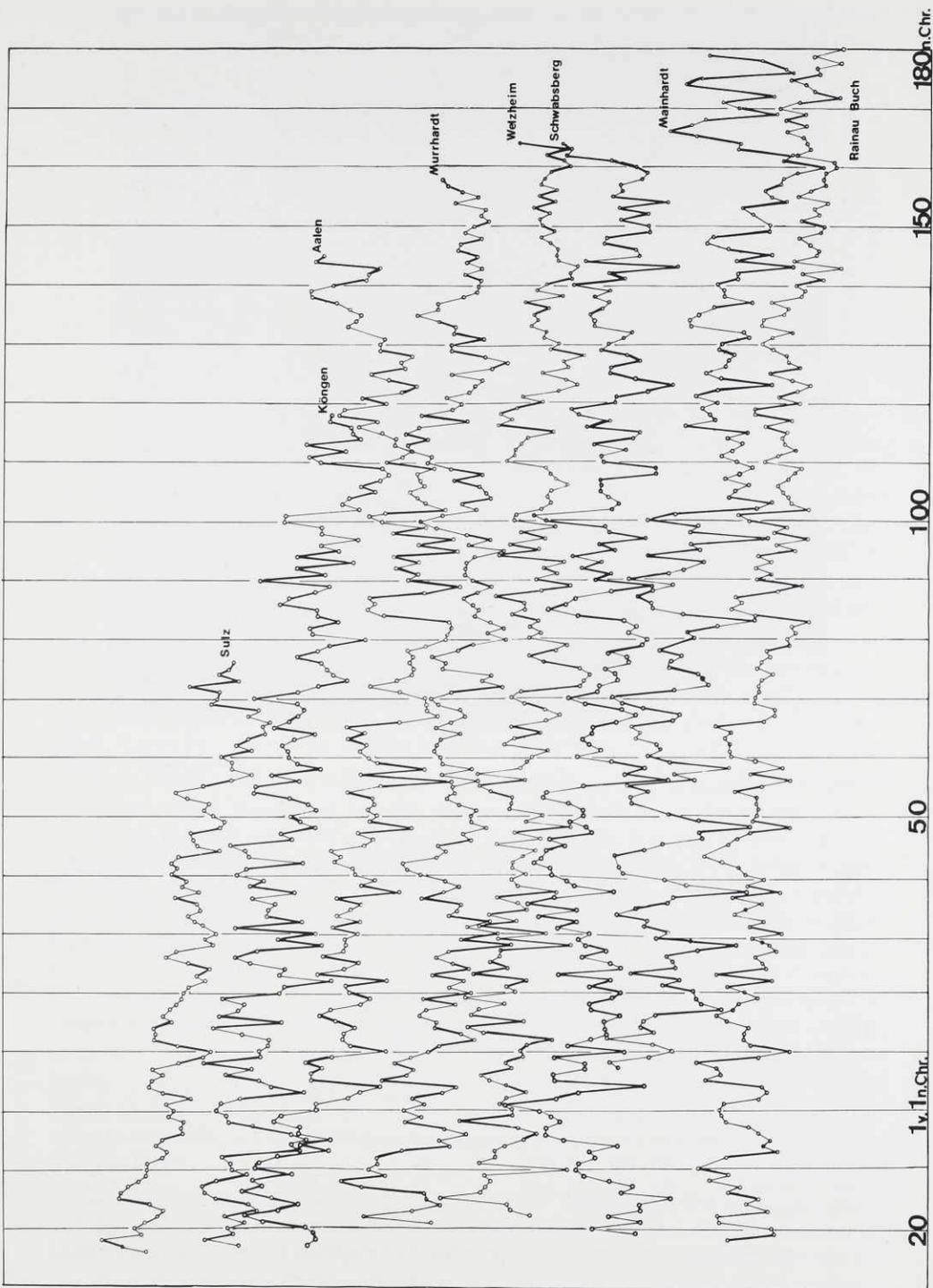


Tabelle 6 Ringbreiten der römertimeichen Eichenchronologie aus Württemberg von 101 v. Chr. (B. C.) bis 246 n. Chr. (A. D.) in 1/100 mm.

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0		9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	
120 FC											110 BC											98 90
100 FC	55	71	103	120	146	278	192	159	158	148	90 BC	293	184	222	170	187	173	237	307	311	224	
80 FC	210	276	263	243	206	164	184	243	297	184	70 BC	199	216	260	200	225	142	181	204	247	238	
60 FC	233	218	210	245	181	155	169	174	225	247	50 BC	219	167	227	162	192	215	133	184	116	131	
40 FC	147	157	139	170	132	198	184	169	169	185	30 BC	165	155	168	157	157	151	181	198	150	156	
20 FC	200	207	138	158	176	210	196	221	175	229	10 BC	206	187	134	142	130	142	152	185	179		
0 AD	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
0 AD		176	180	141	127	130	196	181	177	217	10 AD	140	114	144	150	153	158	157	180	160	148	
20 AD	143	140	158	115	182	128	135	154	131	116	30 AD	146	114	161	132	172	150	141	167	112	146	
40 AD	137	160	165	179	192	177	165	148	141	103	50 AD	136	134	138	144	150	167	148	101	147	107	
60 AD	133	158	156	160	169	156	179	126	114	122	70 AD	143	151	133	124	122	114	131	128	124	128	
80 AD	108	106	106	104	93	141	164	155	165	122	90 AD	98	145	123	139	120	149	104	125	91	126	
100 AD	113	159	168	94	105	111	114	113	112	104	110 AD	98	134	125	111	122	119	115	147	118	152	
120 AD	152	112	133	110	94	115	135	108	114	111	130 AD	130	137	125	114	148	145	132	124	133	117	
140 AD	114	122	97	109	78	120	97	98	109	114	150 AD	92	92	106	95	102	85	109	100	93	92	
160 AD	89	81	88	111	110	122	118	145	121	131	170 AD	101	128	119	82	106	123	128	95	98	85	
180 AD	111	87	99	103	91	102	104	92	113	99	190 AD	116	96	97	99	101	107	98	113	124	121	
200 AD	137	120	154	133	117	155	149	158	153	162	210 AD	132	152	148	138	159	205	122	173	144	199	
220 AD	156	220	214	239	250	215	311	179	203	255	230 AD	314	243	220	232	155	234	224	136	229	247	
240 AD	313	315	246	503	816	497	491				250 AD											

denfeuchtem Zustand präparierten Querschnittsflächen aller untersuchten Objekte liefert darüber hinaus einen direkten Nachweis dafür, daß die ermittelten Fällungsdaten ohne zeitliche Verzögerung mit dem Jahr der Errichtung der jeweiligen Holzkonstruktion gleichzusetzen sind. Sofern zumindest an einem der innerhalb einer Konstruktion verbauten Eichen Splint bis zur Waldkante (d. h. dem letzten unter der Rinde gebildeten Jahrring) erhalten geblieben ist, läßt sich das Baudatum sogar bis zur Jahreszeit der Fällung präzisieren: Angabe von Sommerfällung in Tabelle 8 bedeutet, daß der jüngste Zuwachs nur noch als Frühholz ausgebildet ist. Die Eichen sind hier während der Wachstumsperiode im Frühsommer gefällt und noch im gleichen Jahr verbaut worden. Bei Waldkanten mit vollständig ausgebildetem äußerstem Jahrring kann die Fällung erst nach Abschluß des Jahreszuwachses erfolgt sein, das Baudatum liegt dort in einem Zeitraum zwischen dem Herbst des angegebenen Jahres bis zum Frühjahr des nachfolgenden Jahres.

Wenn Datierungen lediglich über erhaltene Splintholzreste ohne sicheren Nachweis von Waldkanten möglich waren, wurde das Fällungsjahr mit der in unserem Labor angesetzten Splintholzvariation von  $20 \pm 10$  Jahren nach dem zeitlichen Mittel der Kernholz-Splintübergänge abgegrenzt. Mit dieser Zeitspanne wird – wie schon bei den alamannischen Baumsärgen und Grabkammerbrettern aus Württemberg dargestellt<sup>23</sup> – die innerhalb des untersuchten Materials tatsächlich zu beobachtende Splintringvariation abgedeckt: Die Splintringanteile von 24 römertimeichen Eichen mit Waldkantendatierungen (200 bis 250jährige Bäume) liegen im Mittel

Tabelle 7 Zeitliche Eingrenzung des frühestmöglichen Fällungsjahres römischer Eichenholzkonstruktionen ohne erhaltene Splintholzanteile. Alle Zeitangaben n. Chr.

Objekt	Datierung der Kernholzendjahre	Variation	Frühestmögl. Mittelwert	Fällungsjahr nach jüngstem Endjahr
Köngen, Brunnen	105, 105, 114, 121	16	131 ± 10	141 ± 10
Rainau, Zisterne 10	123, 128, 134, 140	17	151 ± 10	160 ± 10
Rainau, Zisterne 1	132, 137, 147	15	159 ± 10	167 ± 10
Mainhardt, Brunnen	172, 175, 175, 181, 194	22	199 ± 10	214 ± 10

<sup>23</sup> BECKER, Eichenchronologie<sup>6</sup>.



Abb. 7 Rainau-Buch, Ostalbkreis. Grabung 1978: Holzverschalung von Zisterne 2 (nach Arch. Ausgrabungen 1978, 53 Abb. 25).

bei 18 Jahrringen mit einer Streubreite von mindestens 11 bis höchstens 27 Jahrringen. Lediglich ein einziger weitringiger Eichenpfahl mit insgesamt nur 47 Jahrringen aus der Verfüllung der Zisterne 13 in Rainau-Buch liegt mit 8 Splintringen bis zur Waldkante außerhalb der Variation von  $20 \pm 10$ .

Wesentlich schwieriger wird die Rekonstruktion der Fällungsdaten bei den Objekten, an deren Eichenhölzern nirgends Splintholzreste vorhanden sind. Hier kann nur ein frühestmögliches Datum für die Errichtung des Baues eingegrenzt werden, und zwar einmal über das jeweils jüngste Kernholzendjahr einer Probenserie oder über das zeitliche Mittel der Kernholzendjahre. Der zweite Ansatz bietet sich dann an, wenn die Probenendjahre sich zeitlich innerhalb der Splintholzvariation von  $\pm 10$  Jahren annähern. In diesen Fällen besteht dann eine gewisse Wahrscheinlichkeit dafür, daß an den Hölzern keine größeren Kernholzzonen abgebeilt wurden oder weggefault sind.

Die Kernholzendjahre liegen bei drei der vier in Tabelle 7 aufgeführten Konstruktionen innerhalb der 20-Jahres-Splintvariation (Köngen, Rainau-Buch, Zisternen 1 und 10). Hier hat der Datierungsansatz nach dem mittleren Kernholzendjahr ebensoviel Wahrscheinlichkeit wie derjenige nach dem jüngsten Endjahr. In Tabelle 8 ist daher der mit beiden Methoden errechnete zeitliche Spielraum für das früheste Fällungsdatum berücksichtigt. Bei den Brettern aus dem



Abb. 8 Welzheim, Rems-Murr-Kreis; Ostkastell. Grabung 1979: unterste Brunnenschalung von Brunnen 2 (siehe Arch. Korrespondenzbl. 9, 1979, 413 ff.).

Brunnen Mainhardt differieren die Kernholzendjahre bereits um 22 Jahre. Nachdem die Hölzer außen verkohlt sind, dürften hier auch Teile der äußeren Kernholzzonen zerstört sein. Daher wird bei diesem Objekt der Ansatz nach dem jüngsten Kernholzjahr ( $214 \pm 10$ ) dem Fällungsdatum wohl am nächsten kommen.

Die römische Bautätigkeit in Württemberg läßt sich anhand von 19 Fällungsdaten für die Errichtung von Brunnen und Zisternen in Sulz, Köngen, Murrhardt, Rainau-Buch und Welzheim, für eine vermutete römische Hafenanlage am Neckar in Marbach, das Fundament der Principia-Vorhalle des Reiterkastells Aalen sowie für die Errichtung der Limespalisade in Schwabsberg vom Ende des 1. bis Anfang des 3. Jahrhunderts n. Chr. erfassen. Allein im Kastellvicus Rainau-Buch liefern 11 Fällungsdaten Belege für eine kontinuierliche Siedlungstätigkeit zwischen 160 bis 229 n. Chr. Aus Holzfunden in Brunnenverfüllungen können auch bereits erste zeitliche Anhaltspunkte für die Aufgabe einzelner Konstruktionen angegeben werden, und zwar einmal für die verkohlten Eichenbretter der Brunnenfüllung aus Mainhardt sowie für drei Eichenhölzer aus der Füllung der Zisterne Nr. 13 in Rainau-Buch. Bei beiden Objekten handelt es sich um bearbeitete Hölzer, die ursprünglich zu einem ganz anderen Verwendungszweck verarbeitet worden waren, ehe sie in die Verfüllungen eingebracht wurden. Ihre Jahrringdaten haben daher zu-

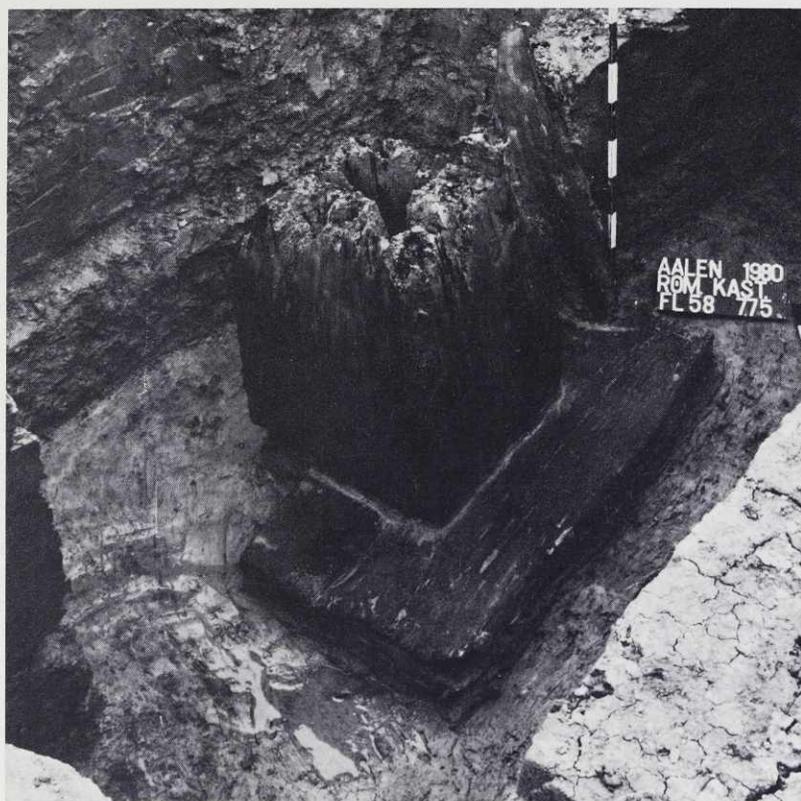


Abb. 9 Aalen, Ostalbkreis. Grabung 1980: Eichenständer der älteren Bauphase der Principia-Vorhalle.

nächst keinen unmittelbaren zeitlichen Zusammenhang mit den Verfüllungen selbst. Das frühestmögliche Fällungsdatum der Eichen aus dem Brunnen in Mainhardt um  $214 \pm 10$  gibt nur einen anhaltweisen Zeitpunkt für ihre möglicherweise wesentlich spätere Einbringung in die Füllung, sie sind nämlich durchwegs außen angekohlt. Die Aufgabe der Zisterne Nr. 13 in Rainau-Buch ist dagegen zeitlich schon genauer zu erfassen. Zwei bearbeitete Eichen mit Waldkante aus der Füllung datieren 244 („Wasserrinne“) und 246 n. Chr. (Pfahl). Ein drittes, nicht bearbeitetes Holzstück, an dem leider nur die Splintgrenze erhalten ist, läßt sich auf  $261 \pm 10$  n. Chr. einengen. Alle drei Proben sind weitringig gewachsen und weisen weniger als 50 Jahrringe auf, was erklärt, daß die Splintringzahlen der beiden Waldkantenhölzer mit 8 beziehungsweise 12 Ringen an der unteren Splintringvariationsgrenze liegen. Daher wird das Fällungsjahr an der unteren Grenze der Splintringvariation liegen. Aus diesem Grund dürfte auch das Absterbejahr des unbearbeiteten Holzes wohl kaum später als 250–255 n. Chr. anzusetzen sein.

### Schlußbetrachtung

Die römerzeitliche Eichen-Jahrringchronologie ist in Mitteleuropa durch ein bemerkenswert dichtes Netz regionaler Teilchronologien über das Oberrhein-Main-Donaugebiet bis hin zu den

Tabelle 8 Jahrringdaten römischerzeitlicher Eichenbauhölzer aus Württemberg. Alle Zeitangaben n. Chr. WK = Waldkante, S = Sommerfällung.

Fundort	Objekt	Proben- zahl		Fällungsjahr
Sulz	Brunnen	8		97 ± 10
Marbach	Hafenanlage	1	frühestens:	107 ± 10
Köngen	Brunnen	5	(frühestens: 131)	141 ± 10
Murrhardt	Brunnen	5	WK-Rinde	159
Aalen	Principia-Vorhalle	7		160 ± 10
Rainau-Buch	Zisterne 11	4		160 ± 10
Rainau-Buch	Zisterne 10	4	(frühestens: 151)	160 ± 10
Rainau-Buch	Zisterne 2	3	WK	160
Rainau-Buch	Zisterne 9	5	WK-Rinde	160
Schwabsberg	Limespalisade	7	WK-Rinde	165
Welzheim	Brunnen 2	3	WK	165
Rainau-Buch	Zisterne 1	3	(frühestens: 159)	167 ± 10
Rainau-Buch	„Damm“	4	S-WK	175
Rainau-Buch	Zisterne 8	7		184 ± 10
Welzheim	Brunnen 1	8		190 ± 10
Rainau-Buch	Zisterne 13/1	3	WK	202
Rainau-Buch	Zisterne 2A	6		205 ± 10
Mainhardt	Brunnenfüllung	8	frühestens:	214 ± 10
Rainau-Buch	Zisterne 13/2	3	WK	215
Rainau-Buch	Zisterne 7	2	S-WK	229
Rainau-Buch	Zisterne 13/3, Rinne	1	WK	244
Rainau-Buch	Zisterne 13/3, Pfahl	1	WK	246
Rainau-Buch	Zisterne 13/3, Holz	1		261 ± 10,
			wahrsch. nicht später als	250 – 255

Westschweizer Seen einerseits, bis zum Mittelrhein und zur Mosel andererseits repräsentiert. Die Fülle des sowohl in Form subfossiler Stämme in jungpostglazialen Flußschottern wie in vorrömischen und römischen Bauhölzern erhaltenen und ausgewerteten Fundmaterials läßt heute Jahrringsynchronisierungen dieses Zeitbereiches mit einer weiten geographischen Reichweite zu. Der Aufbau einer lückenlosen süddeutschen Eichen-Standardkurve bis 370 v. Chr. ermöglicht absolute dendrochronologische Altersbestimmungen römischer Eichenhölzer. Sie bestätigt darüber hinaus die von SCHMIDT und SCHWABEDISEN geforderte Korrektur der römischen Eichenchronologie Westdeutschlands um 27 Jahre zum jüngeren Alter hin<sup>24</sup>. Die in diesem Beitrag dargestellten Fällungsdaten römischer Bauhölzer aus Württemberg sind anhand der hier publizierten Ringbreitentabellen der Referenzkurve, wie auch der römischerzeitlichen Teilchronologie selbst, objektiv überprüfbar.

*Anschrift des Verfassers:*

Dr. BERND BECKER, Institut für Botanik  
Garbenstraße 30  
7000 Stuttgart 70

<sup>24</sup> Nach Fertigstellung des Manuskriptes hat E. HOLLSTEIN vom Rheinischen Landesmuseum in Trier die Daten der von ihm erstellten Westdeutschen Eiche-Jahrringchronologie publiziert (E. HOLLSTEIN, Mitteleuropäische Eichenchronologie. Trierer Grabungen u. Forschungen 11, 1980, 273 Seiten). Nach der dort vorgenommenen Korrektur seiner Jahrringdaten aus römischer und vorrömischer Zeit um 27 Jahre zum jüngeren Alter hin besteht jetzt eine gesicherte Übereinstimmung zwischen der süd- und der westdeutschen Eichenstandardkurve auch im römischen und vorrömischen Zeitabschnitt.