

B. Becker, A. Billamboz, H. Egger,
P. Gassmann, A. Orcel, Chr. Orcel und U. Ruoff

Dendrochronologie in der Ur- und Frühgeschichte

Die absolute Datierung
von Pfahlbausiedlungen nördlich der Alpen im
Jahringkalender Mitteleuropas

ERRATUM

BITTE BEACHTEN SIE:

S. 52	BE	VINELZ LABOR ZUERICH 303	BEARBEITER	S = STUKER
S. 50, 51, 52	NE	AUVERNIER-SAUNERIE	BEARBEITER	O, E, S S = SIEBENLIST-KERNER
S. 51, 52	VD	YVERDON-AV.SPORTS	BEARBEITER	O, S S = SIEBENLIST-KERNER
S. 53	NE	AUVERNIER-BRENA	BEARBEITER	S = SIEBENLIST-KERNER
S. 53	NE	LE LANDERON	BEARBEITER	S = SIEBENLIST-KERNER

B. Becker, A. Billamboz,
H. Egger, P. Gassmann, A. OrceI,
Chr. OrceI und U. Ruoff

Dendrochronologie
in der Ur- und Frühgeschichte

Die absolute Datierung
von Pfahlbausiedlungen
nördlich der Alpen im Jahrringkalender
Mitteleuropas

Antiqua 11

Veröffentlichung der Schweizerischen Gesellschaft für Ur- und
Frühgeschichte

Publication de la Société Suisse de Préhistoire et d'Archéologie

Pubblicazione della Società Svizzera di Preistoria e d'Archeologia

1985

Verlag Schweizerische Gesellschaft für Ur- und Frühgeschichte Basel

B. Becker, A. Billamboz, H. Egger,
P. Gassmann, A. Orcel, Chr. Orcel und U. Ruoff

Dendrochronologie in der Ur- und Frühgeschichte

Die absolute Datierung
von Pfahlbausiedlungen nördlich der Alpen im
Jahringkalender Mitteleuropas

Gedruckt mit einem Beitrag der
Schweizerischen Bundesfeierspende
Gesamtherstellung: Fotorotar AG, Egg und Zürich
Copyright by Schweizerische Gesellschaft
für Ur- und Frühgeschichte, Basel 1985
Alle Rechte vorbehalten/Tous droits réservés
Printed in Switzerland

ISBN 3-908006-03-1

Inhaltsverzeichnis

B. Becker

1.	Die absolute Chronologie der Pfahlbauten nördlich der Alpen im Jahrringkalender Mitteleuropas	8
1.1.	Rückblick	8
1.2.	Der Aufbau der postglazialen Eichenchronologie in Hohenheim	8
1.2.1.	Überbrückung von Fundlücken in der jungpostglazialen Eichenchronologie	9
1.2.2.	Die Überbrückung der Hallstattzeit	10
1.3.	Belegdichte, statistische Daten und regionale Reichweite der südmitteleuropäischen Eichenstandardkurve	14
1.3.1.	Vorbemerkung zur Methode	14
1.3.2.	Belegdichte und Gleichläufigkeiten der Bausteine der Standardkurve	14
1.3.3.	Die geographische Reichweite der Hohenheimer Standardkurve	16
1.4.	Die Hohenheimer Auwaldeichenchronologie von 4000 bis 7800 v. Chr.	18
1.5.	Die Radiokarbon-Kalibration der postglazialen Eichenchronologie des Hohenheimer Labors	18
1.6.	Die Jahrringchronologien der urgeschichtlichen Pfahlbauhölzer und ihre dendrochronologische Absicherung	21
1.6.1.	Stand der Regional-Chronologien der Schweiz und Südwestdeutschlands	21
1.6.2.	Die statistische Absicherung der Synchronlagen zur südmitteleuropäischen Standardkurve	21
1.6.3.	Geographische Reichweiten in den Kurvenübereinstimmungen urgeschichtlicher Regionalchronologien Südmittel-europas	26
1.6.4.	Bemerkungen zur Splintgrendatierung	27
1.7.	Zusammenfassung	28

A. Billamboz unter Mitarbeit von F. Herzig

2.	Stand der Jahrringchronologien Oberschwabens und des Bodensees	30
2.1.	Die Entwicklung des Labors Hemmenhofen	30
2.2.	Die Jahrringchronologie Oberschwabens	31

2.3.	Die Jahrringchronologie des Bodenseeraumes	31
2.4.	Schlussfolgerungen	32

J. Francuz, M. Seifert, S. Stuker, U. Ruoff und K. Wyprächtiger

3.	Stand der Jahrringchronologie in der Nordostschweiz	36
3.1.	Die Hauptphasen der Entwicklung des Zürcher Labors	36
3.2.	Der Stand der Forschung	36

H. Egger und P. Gassmann, Labor Neuchâtel

4.	Stand der Jahrringchronologien in der Westschweiz	46
4.1.	Die Entwicklung des Labors Neuchâtel	46
4.2.	Das Neolithikum	47
4.3.	Die Bronzezeit	48
4.4.	Die eisenzeitlichen und römischen Daten	49

A. Orcel und Chr. Orcel

5.	Laboratoire Romand de Dendrochronologie	56
5.1.	Introduction	56
5.2.	La vocation du laboratoire	56
5.3.	Le fonctionnement du laboratoire	56
5.4.	Les analyses pour la periode historique	57
5.5.	Les analyses pour la préhistoire	57
5.6.	Les analyses pour les périodes de la Tène et romaine	57
5.7.	Une banque de données dynamique	58

Ulrich Ruoff

6.	Die neuen Daten der Jahrringchronologie für die Ur- und Frühgeschichte	62
6.1.	Gedanken zur Bedeutung der dendrochronologischen Forschung	62
6.2.	Über die notwendige Umsicht bei der Verwertung von Jahrringdaten	62
6.3.	Schlussbetrachtung	63
	Literaturverzeichnis	65

Vorwort

Die Dendrochronologie kann heute eine Menge von Daten zur Verfügung stellen, die in einem von der Gegenwart ununterbrochen bis gegen 4000 v. Chr. zurückreichenden Jahrringkalender genau fixiert sind – ein Arbeitsinstrument von grösster Bedeutung für die Archäologen Mitteleuropas.

Für die Schweiz und die unmittelbar angrenzenden Gebiete, wo in Ufer- und Moorsiedlungen der Stein- und Bronzezeit besonders viel Holz erhalten ist, spielt die dendrochronologische Forschung eine besondere Rolle. Die Wissenschaftliche Kommission der Schweizerischen Gesellschaft für Ur- und Frühgeschichte begrüsst deshalb das Erscheinen des vorliegenden Bandes, in dem die zuverlässigen Grundlagen der heutigen absoluten Altersangaben dargelegt werden, der aber auch aufzeigt, was in der Vergangenheit zu einigen Unstimmigkeiten geführt hat und wie diese Differenzen korrigiert werden können.

Die vorliegende Publikation wäre ohne gute internationale Zusammenarbeit nicht möglich gewesen. Dank der Grundlagenarbeit des Labors in Stuttgart-Hohenheim können die schweizerischen Labors heute ihre Teilchro-

nologien in eine durchgehende Standardchronologie einordnen. Umgekehrt konnten die deutschen Kollegen aus den in der Schweiz gemachten Erfahrungen mit sogenannten «Pfahlbauhölzern» und aus dem Datenaustausch ebenfalls manchen Nutzen ziehen. Mit schweizerischem Probenmaterial gelang auch die erste zuverlässige Verknüpfung von urgeschichtlichen Daten mit ganz bestimmten Kulturen.

Der Wert der Jahrringforschung ist in der Fachwelt anerkannt. Das beweisen die namhaften Beiträge, die sowohl die Deutsche Forschungsgemeinschaft als auch der Schweizerische Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung den Dendrochronologie Labors zur Verfügung stellen. Wir übernehmen gerne die Pflicht, im Namen der Autoren für diese Förderung ihrer Arbeit herzlich zu danken. Dank schulden wir auch dem Büro für Archäologie der Stadt Zürich, das sich zur Übernahme der Redaktions- und Drucklegungsarbeiten zur Verfügung gestellt hat.

Wissenschaftliche Kommission der Schweizerischen Gesellschaft für Ur- und Frühgeschichte.

1. Die absolute Chronologie der Pfahlbauten nördlich der Alpen im Jahrringkalender Mitteleuropas

1.1 Rückblick

Der verstorbene Forstbotaniker Prof. B. Huber hat schon vor mehr als zwei Jahrzehnten die Möglichkeiten der Dendrochronologie für urgeschichtliche Siedlungshölzer anhand von Jahrringanalysen schweizerischer Pfahlbaukonstruktionen aufgezeigt (Huber und Jazewitsch 1958). Eines der herausragendsten Ergebnisse dieser ersten Untersuchungen war zweifellos die erfolgreiche Synchronisierung der Jahrringkurven aus den neolithischen Stationen Thayngen-Weier, Burgäschisee und Niederwil. Damit war ein erster, exakter Nachweis dafür erbracht, dass Siedlungen der Pfyn- und Cortailod-Kultur zur selben Zeit an Seeufern und Mooren der Nord- und Westschweiz bestanden haben müssen. Seinerzeit war eine absolute dendrochronologische Datierung dieser Jahrringsequenzen noch nicht möglich (die Eichenstandardkurve reichte erst bis 832 n. Chr. zurück). B. Huber konnte aber in Zusammenarbeit mit H. E. Suess und C. W. Ferguson das tatsächliche Alter dieser neolithischen Stationen bereits radiometrisch sehr genau festlegen. H. E. Suess hatte anhand von ^{14}C Messungen an Jahrringproben der von Ferguson erstellten 6600-jährigen Sequenz der nordamerikanischen Grannenkiefer (*Pinus aristata*) die Notwendigkeit einer generellen Korrektur konventioneller Radiokarbonaten vor allem des dritten und vierten vorchristlichen Jahrtausends nachgewiesen. In einer ersten Anwendung dieser neuen Erkenntnisse veröffentlichten Ferguson, Huber und Suess schon 1966 dendrochronologisch korrigierte ^{14}C Alter für Thayngen, Untere Siedlung (3760 ± 40 v. Chr.) und für Thayngen, Mittlere Siedlung (3700 ± 40 v. Chr.). Diese Daten resultierten aus der Einpassung der an den Thayngern Hölzern gemessenen konventionellen ^{14}C Variationen in die Eichkurve der Grannenkiefer und die Korrektur der konventionellen Radiokarbonaten an der Jahrring-Zeitskala (Ferguson, Huber und Suess 1966).

Die jetzt anhand der Hohenheimer Eichenstandardkurve endgültig geglückte dendrochronologische Datierung der Hölzer aus Thayngen-Weier zeigt, dass diese ersten radiometrischen Altersbestimmungen bereits auf das Jahrzehnt genau gewesen sind. Zur damaligen Zeit war jedoch die Vorstellung, dass die bis dahin verwendeten konventionellen ^{14}C Daten für das schweizerische Neolithikum infolge eines im 4. Jahrtausend v. Chr. um rund sieben bis acht Prozent höheren ^{14}C Gehaltes der Erdatmosphäre um annähernd 700 Jahre korrigiert werden mussten, so umstürzend, dass diese ersten exakten Daten von der Archäologie mit grosser Skepsis aufgenommen wurden (Milojčić 1957, 1958, 1961, Guyan 1977).

In Fortführung der dendrochronologischen Arbeiten von B. Huber entstanden seit 1970 am Hohenheimer Jahrringlabor zunächst mehrhundert-, später dann über tausendjährige urgeschichtliche Eichenjahrringsequenzen, die jetzt zu einer lückenlosen, 6000 Jahre umfassenden

Standardkurve zusammengefasst werden konnten. Mit dieser südmitteleuropäischen Standardkurve sind die von Huber und seinen Mitarbeitern erstellten urgeschichtlichen Eichenserien von Zug/Sumpf, Auvernier, Thayngen, Burgäschisee und Niederwil kalenderjahr genau zu datieren.

Die Jahrringanalyse urgeschichtlicher Ufer- und Moorsiedlungen ist aber darüberhinaus in der Schweiz in den Jahrringlaboratorien in Zürich, Neuenburg und Moudon, seit einigen Jahren auch in Südwestdeutschland im Labor in Hemmenhofen mit Erfolg weitergeführt worden. Anhand der dendrochronologischen Analysen dieser Laboratorien kann heute der zeitliche Ablauf der Errichtung von Siedlungen an Seen und Mooren der Schweiz, entlang des Bodenseeufer und in Oberschwaben vom 9. Jahrhundert v. Chr. bis in das 38. Jahrhundert v. Chr. zurückverfolgt werden.

Diese später näher beschriebenen, kalenderjahr genauen Altersbestimmungen beruhen alle auf der Synchronisierung der Baumringsequenzen des jeweiligen Fundplatzes mit der südmitteleuropäischen Eichenstandardkurve des Hohenheimer Labors. Die Sicherheit der prähistorischen Dendrodaten hängt aber entscheidend davon ab, dass die aus mehr als 1300 Einzelkurven zusammengesetzte Chronologie des Hohenheimer Labors tatsächlich lückenlos in die Urgeschichte zurückführt, und dass beim Anschluss immer älterer Teilsereien über die Jahrtausende hinweg an keiner Stelle eine fehlerhafte Überbrückung vorgenommen wurde.

Der nachfolgende Abschnitt soll diese Fragen anhand einer Darstellung des Aufbaues und der Belegdichte der Standardkurve, sowie der statistischen Absicherung der wichtigsten Brückenglieder beantworten. Dabei soll auch gezeigt werden, inwieweit die Hohenheimer Standardkurve mit externen Eichenchronologien West- und Mitteleuropas überprüfbar ist. Schliesslich soll ein kurzer Überblick zur Radiokarbon-Kalibration der Sequenz gegeben werden. Dabei ist zu zeigen, dass auch mit radiometrischen Messungen eine Absicherung des Hohenheimer Jahrringkalenders möglich ist.

1.2 Der Aufbau der postglazialen Eichenchronologie in Hohenheim

E. Hollstein hat am Rheinischen Landesmuseum in Trier die Verlängerung der mittelalterlichen Eichenchronologie, welche B. Huber und Mitarbeiter erstellt hatten (Huber und Giertz-Siebenlist 1969), erfolgreich über die Bearbeitung von ur- und frühgeschichtlichen Hölzern aus archäologischen Grabungen bis in das erste vorchristliche Jahrtausend weitergeführt (Hollstein 1980). Im Hohenheimer Labor wurde dagegen seit 1970 ein anderer Weg eingeschlagen. Hier wurde versucht, die Dendrochronologie der Nacheiszeit anhand von Funden subfossiler Auwaldbäume weiterzuführen. Diese Baumstämme werden laufend in grosser Zahl aus den Kiesgruben in den Flusstälern von Donau, Main und Rhein und deren Nebenflüssen ausgebaggert, und sind daher in grosser Zahl verfügbar. Dieses Material bietet gegenüber prähistorischen Siedlungshölzern vor allem den grossen Vorteil, dass unsere Flüsse während der alljährlichen Hochwasser über viele Jahrtausende hinweg ufernahe Auwaldbäume abgeschwemmt und abgelagert

gert haben. Dieser Tatbestand hat die dendrochronologische Überbrückung mit schrittweise immer älteren, sich zeitlich überlappenden Eichenhölzern über derart grosse Zeiträume hinweg überhaupt erst möglich gemacht. Eine ausführliche Beschreibung der Dendrochronologie und Paläoökologie der subfossilen Auwaldeichen Südmitteleuropas und deren Bedeutung bei der Rekonstruktion der nacheiszeitlichen Flussgeschichte ist als Monographie 1982 veröffentlicht worden (Becker 1982).

Trotz dieser wohl einmalig günstigen Vorbedingungen sind auch nach 15jähriger Forschungsarbeit des Hohenheimer Labors in der nacheiszeitlichen Eichen-Jahrringchronologie, welche bis zur Einwanderung der ersten Eichen in die mitteleuropäischen Flusstäler vor rund 10'000 Jahren zurückführt, manche Abschnitte noch schwach belegt oder noch nicht endgültig überbrückt. Allerdings war von vorneherein nicht zu erwarten, dass unsere Flüsse über diesen immensen Zeitraum hinweg Jahrhundert für Jahrhundert kontinuierlich Baumstämme in ihren Schotterablagerungen begraben haben. Tatsächlich markiert der stufenweise Zusammenschluss der grossen, bereits vorher sehr genau radiometrisch datierten Hohenheimer Teilchronologien fast immer eine lange ausstehende Überbrückung von Zeitabschnitten, während derer die Einschotterung flussnaher Auwaldbäume weitgehend zum Erliegen gekommen war. Als besondere Erschwernis kommt

hinzu, dass solche jung- und mittelpostglazialen Stillstandsphasen der Flussablagerungen zeitlich mit Epochen zusammenfallen, während derer bis heute in Mitteleuropa archäologische Funde von Siedlungshölzern weitgehend ausgeblieben sind.

1.2.1 Überbrückung von Fundlücken in der jungpostglazialen Eichenchronologie

Der Aufbau des Jahrringkalenders des ersten nachchristlichen Jahrtausends verlief in Hohenheim zunächst zügig. Anhand des reichen archäologischen Fundmaterials konnten in Süddeutschland rasch Chronologien der Römer- wie auch der Alamannenzeit aufgebaut werden. Nachdem in den Flussauen zur Eisen- bis Römerzeit und während des Frühmittelalters weitverbreitete Baumstammlagen gebildet worden sind, gelang bald auch der Aufbau und die Synchronisierung zwischen den jeweils zeitgleichen Auwaldeichensequenzen und den beiden Chronologien aus archäologischen Stationen. Allerdings blieb bereits der allererste Anschluss frühgeschichtlicher Chronologien an die bis 832 n. Chr. zurückreichende Standardkurve von B. Huber über lange Zeit offen. Die Chronologie alamannischer Baumsärge und Grabkammerbretter endet schon im frühen siebten Jahrhundert, die Auwaldeichenfunde hören an der Donau 726 n. Chr. auf, an den Kiesgruben des Maintales datieren subfossile Eichen immerhin bis 859 n. Chr. Die endgültige Überbrückung



Abb. 1: Subfossile Auwaldeiche aus Donauschottern bei Blindheim. Der vor rund 5000 Jahren abgelagerte Stamm zeigt die Dimension und den Erhaltungszustand dieser Bäume, auf deren dendrochronologischer Bearbeitung der Aufbau einer lückenlosen 6000jährigen Eichenstandardkurve des Hohenheimer Labors resultiert.

wurde erst anhand von Eichenfunden aus dem Oberrhein möglich, deren Sequenz derzeit den Zeitraum von 254 bis 1164 n. Chr. umspannt. Darüberhinaus ist in Hohenheim eine Chronologie mittelalterlicher Eichenbauhölzer aus Württemberg erarbeitet worden, die lückenlos bis 744 n. Chr. zurückreicht. Der Anschluss der frühgeschichtlichen Auwaldeichenkurven ist daher über eine 420 Jahre überdeckende Synchronlage mit der historischen Eichenchronologie gesichert.

Weit schwieriger gestaltete sich die Überwindung der Fundlücke in der Völkerwanderungszeit. Die schon frühzeitig synchronisierten, mit hohen Probenzahlen belegten eisen- bis römerzeitlichen Auwaldchronologien reichten ebenso wie die Kurven der römischen Bauhölzer nur bis in das dritte Jahrhundert. Ihr Anschluss an die Chronologie alamannischer Baumsärge glückte schliesslich über einige subfossile Eichen aus dem Donautal bei Ulm und wurde später durch die Chronologie der Auwaldeichen des Oberrheins bestätigt. Die beiden Brückenschläge zum Anschluss der alamannischen und römerzeitlichen Chronologien haben 1981 die Eichenstandardkurve des Hohenheimer Labors bis 546 v. Chr. lückenlos zurückverlängert. Die Sequenz verläuft über den gesamten Bereich signifikant gleichläufig mit der westdeutschen Eichenchronologie von E. Hollstein, was beide unabhängig von einander aufgebauten Standardkurven bis in das fünfte vorchristliche Jahrhundert eindeutig gegenseitig absichert (Becker 1981).

1.2.2 Die Überbrückung der Hallstattzeit

Die Bearbeitung subfossiler Auwaldeichen von Oberrhein, Main und Donau ermöglichte auch in relativ kurzer Zeit den Aufbau spätbronzezeitlicher und neolithischer Teilchronologien, welche nach einigen Jahren anhand von 14-C Serienmessungen der Laboratorien in La Jolla und Groningen auch radiometrisch sehr genau datiert waren. Erste Synchronisierungen der neolithischen Chronologien von Thayngen, Burgäschisee und Niederwil, sowie der spätbronzezeitlichen Chronologie aus Zug/Sumpf (Becker 1979) zeigten auch bald die Anwendungsmöglichkeiten der Auwaldeichensequenzen für die Datierung vorgeschichtlicher Siedlungshölzer.

Grösste Schwierigkeiten bereitete dagegen über lange Zeit hinweg der Anschluss dieser urgeschichtlichen Chronologien an die bis 546 v. Chr. zurückreichende Standardkurve. Ursache war das fast vollständige Ausbleiben sowohl von Baumstämmen aus Flussablagerungen, als auch archäologischer Funde von Hölzern aus der Hallstattzeit. Die Chronologie spätbronzezeitlicher Seeufersiedlungen endet schon 848 v. Chr., die Chronologien der Auwaldeichen hören an der Donau 672 v. Chr., am Oberrhein 661 v. Chr. und am Main 584 v. Chr. auf. Lediglich die Maintalkurve konnte neuerdings mit einigen neuen Funden bis 540 v. Chr. weiter zur Gegenwart hin verlängert werden.

Leider hat sich die Hoffnung, dass vorgeschichtliche Bohlenwege und subfossile Eichen aus Mooren Norddeutschlands, die B. Schmid im Jahrringlabor des Institutes für Ur- und Frühgeschichte der Universität Köln in den vergangenen Jahren zusammengestellt hat (Schmidt 1981, Schmidt und Schwabedissen 1982), das sechste Jahrhundert v. Chr., durchgehend belegen könnten, bisher nicht erfüllt. Die urgeschichtlichen

Eichenchronologien Norddeutschlands enden um 650 v. Chr., während die dortigen Funde vorrömischer Eichenhölzer fast gleichzeitig mit der süddeutschen Chronologie erst wieder 545 v. Chr. einsetzen. Lediglich die von E. Hollstein, Trier, 1980 publizierte Eichenstandardkurve reicht mit Hölzern insbesondere aus Christenberg, Kirnsulzbach und Villingen-Magdalenenberg über 550 v. Chr. hinaus bis 724 v. Chr. zurück (Hollstein 1980).

Becker und Schmidt publizierten 1982 eine Synchronisierung der süd- und norddeutschen Chronologien mit der Jahrringkurve aus Kirnsulzbach, welche Bestandteil der Standardkurve des Trierer Laboratoriums ist. Damit schien die letzte verbliebene Lücke der Hohenheimer Standardkurve endgültig geschlossen zu sein. (Becker und Schmidt 1982, Becker 1983 a). Diese Überbrückung brachte aber bald Probleme, weil die anschliessend in rascher Folge in Hohenheim gelungenen Anschlüsse zunächst der bronzezeitlichen Chronologie (bis 2800 v. Chr.), dann der neolithischen Serie (bis 3900 v. Chr., Becker 1983 b) eine stets gleichbleibende Abweichung ihrer Radiokarbongehalte im Vergleich mit denjenigen in den entsprechenden Zeitabschnitten der Grannenkiefer erkennen liess. Sowohl die 14-C Serienmessungen von H. E. Suess (1000 bis 3900 v. Chr.), als vor allem auch die Radiokarbon Hochpräzisionskalibration der neolithischen Serie 3900 bis 3300 v. Chr., welche A. F. M. de Jong in Groningen anhand Hohenheimer Probenmaterials erstellt hatte (de Jong und Mook 1980) ergaben übereinstimmend eine rund 70 Jahre betragende zeitliche Differenz zwischen der radiometrischen und der dendrochronologischen Datierung der Hohenheimer Standardkurve, wie sie aus der Synchronlage mit der Trierer Standardkurve über die Kirnsulzbacher Hölzer resultierte.

Wie anlässlich der 11. Internationalen Radiokarbonkonferenz 1982 in Seattle vorgetragen, sollte diese Unstimmigkeit anhand einer damals schon begonnenen 14-C Hochpräzisionsmessung einer Probenserie der Hohenheimer Chronologie des ersten vorchristlichen Jahrtausends durch M. Stuiver, Seattle, geklärt werden (Becker 1983 c). Tatsächlich konnte M. Stuiver inzwischen eine 70-jährige Verschiebung der 14-C Gehalte genau im kritischen Bereich der Probenserie von 500 bis 600 v. Chr. nachweisen. Die Publikation dieser jetzt bis 2000 v. Chr. erweiterten 14-C Hochpräzisionsmessung an Hölzern des Hohenheimer Labors durch M. Stuiver wird anlässlich der 12. Radiokarbonkonferenz 1985 in Trondheim erfolgen (Stuiver und Becker, Radiokarbon, in Vorbereitung).

Der endgültige Anschluss der mitteleuropäischen Urgeschichtsschronologie im Bereich der Hallstattzeit ist 1984 in einer gemeinschaftlichen Arbeit der Jahrringlaboratorien in Belfast (M. G. L. Baillie u. J. Pilcher), Köln (B. Schmidt) und Hohenheim gelungen. Die drei Laboratorien haben dabei den Versuch unternommen, die vorhandenen Jahrringchronologien der ersten beiden vorchristlichen Jahrtausende aus Nordirland, England, Nord- und Süddeutschland miteinander zu korrelieren und gegenseitig abzusichern. Obwohl angesichts der beträchtlichen geographischen Entfernungen von vornherein keine hohen Gleichläufigkeiten zu erwarten waren, gelang in Köln und Belfast auf Anhieb eine sichere Synchronisierung zwischen nordirischen und norddeutschen Mooreichensequenzen des zweiten

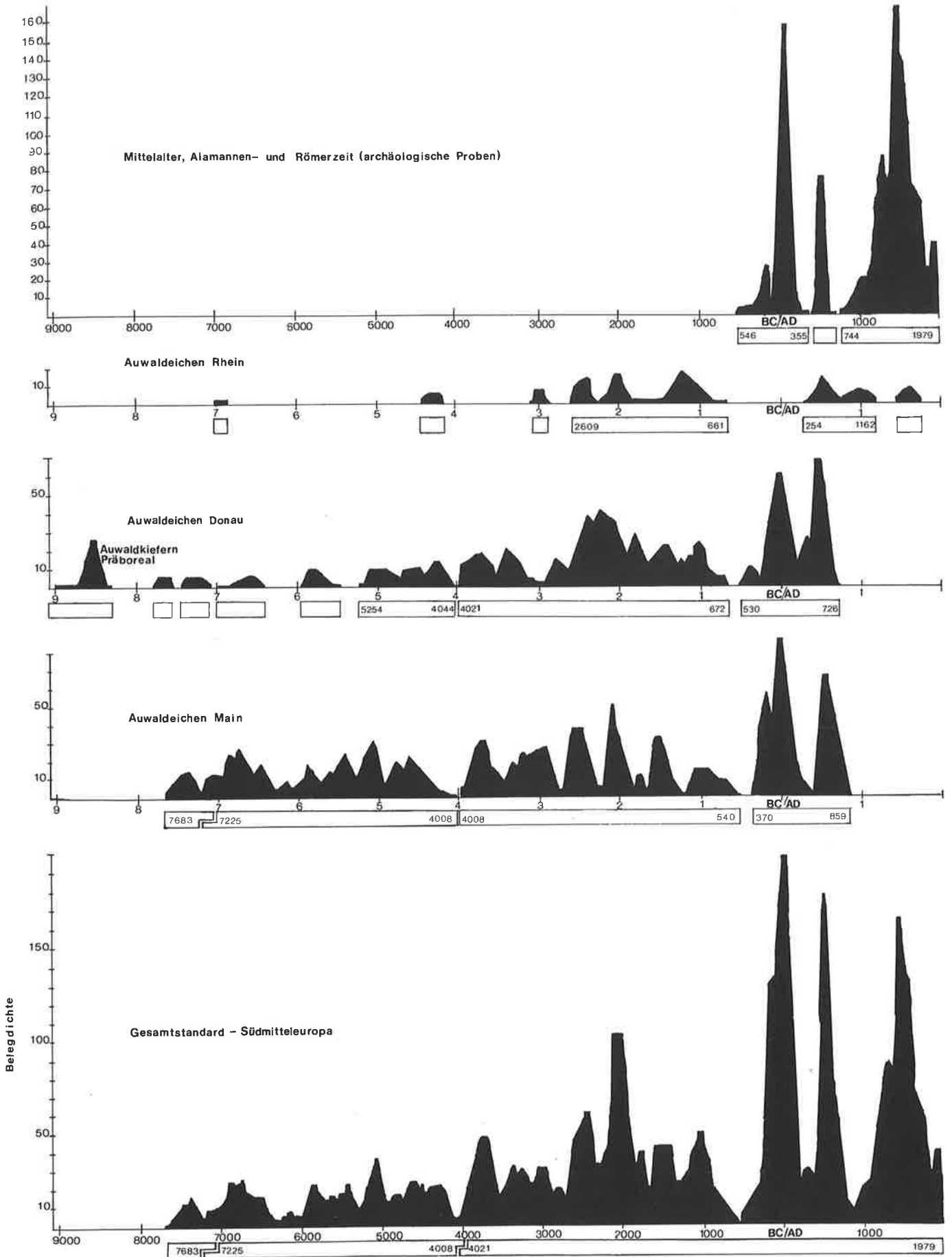


Abb.2 Belegdichte des Hohenheimer Eichenstandards. In dieser Grafik sind die urgeschichtlichen Proben der Labors Hemmenhofen, Moudon, Neuenburg und Zürich nicht berücksichtigt (vgl. Abb 17).

vorchristlichen Jahrtausends. Nachdem die bronzezeitliche Teilchronologie Norddeutschlands ihrerseits bereits in die Hohenheimer Standardkurve synchroni-

siert war, schien die lange urgeschichtliche Chronologie Nordirlands, welche gegen 200 v. Chr. endete, absolut datiert zu sein.

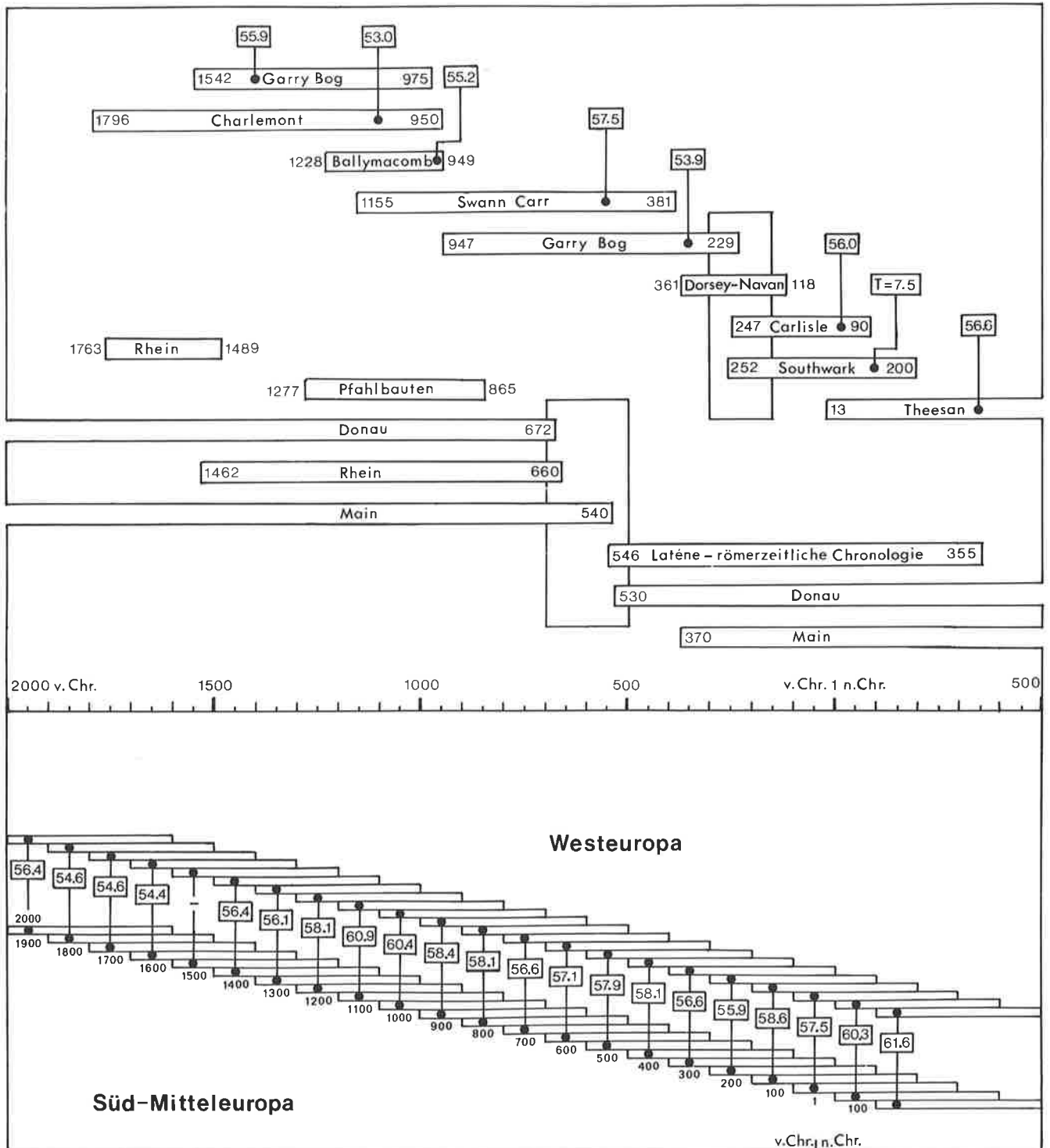


Abb. 3 Balkendiagramm der verschiedenen Haupt-Teilchronologien Englands, Irlands und Süd-Mitteuropas sowie Ergebnis eines Gleichläufigkeitstests mit 400-jährigen Ausschnitten aus den Eichenstandards. Bausteine der westeuropäischen und der südmitteleuropäischen Eichenstandardkurven des Zeitraumes von 2000 v. Chr. bis 500 n. Chr. Im oberen Teil sind die Gleichläufigkeitswerte der nordirischen und englischen Regionalchronologien mit der Hohenheimer Standardkurve angegeben. Für die englische Serie Southwark ist lediglich der T-Wert (7,5) verfügbar. Die kritischen Überlappungen beider Standardkurven gegen 550 v. Chr. (Hohenheim) und gegen 250 v. Chr. (Nordirland) sind eingerandet. Der untere Bildteil gibt die Gleichläufigkeiten der beiden Standardkurven dieses Zeitraumes im stufenweisen Test wieder. Einzelheiten siehe Text.

Kurz darauf erzielten Baillie und Pilcher in Belfast anhand von römischen Bauhölzern aus Southwark und Carlisle in England und mit eisenzeitlichen Eichen aus Navan und Dorsey in Nordirland eine unabhängige Synchronisierung ihrer Urgeschichtschronologie mit der nordirischen Standardkurve, die bis 13. v. Chr. zurückreichte. Nach diesen Anschlüssen datierte die Vorgeschichtschronologie Nordirlands um 71 Jahre älter als nach der Synchronisierung in die Hohenheimer Standardkurve. Damit war endgültig bewiesen, dass die Überbrückung der Hallstattzeit in den nord- und süddeutschen Sequenzen über die nach E. Hollstein in der westdeutschen Standardkurve eingepasste Kirnsulzbacher Mittelkurve nicht richtig sein konnte. Nach einer Verschiebung des Anschlusses der Hohenheimer Chronologie vor 546 v. Chr. um 71 Jahre zum Älteren hin war es dann sofort möglich, die beiden Eichenstandardkurven aus Belfast und Hohenheim Jahrhundert für Jahrhundert über das erste und zweite vorchristliche Jahrtausend hinweg miteinander zu synchronisieren, und über die bestehenden signifikanten Gleichläufigkeiten mit den norddeutschen Teilchronologien zu bestätigen.

Die gegenseitigen statistischen Absicherungen der verwendeten nordirischen, englischen, nord- und süddeutschen Teilchronologien sind in der gemeinsamen Veröffentlichung der drei Laboratorien in «Nature» anhand von t-Testwerten dargestellt (Baillie, Pilcher, Schmidt und Becker 1984). In Ergänzung dazu zeigt die Abbildung 3 der vorliegenden Arbeit das Ergebnis eines Gleichläufigkeitstests zwischen den nordirischen und englischen Bausteinen der westeuropäischen Chronologie zur Hohenheimer Standardkurve.

Bei einem Gleichläufigkeitstest werden die von Jahr zu Jahr entweder ansteigenden oder fallenden Tendenzen der Ringbreitenschwankungen von Jahringkurven miteinander verglichen, und der prozentuale Anteil der über den gesamten Zeitraum auftretenden übereinstimmenden, also gleichläufigen Tendenzen berechnet. 50% Gleichläufigkeit zwischen zwei Kurven bedeutet Zufallsverteilung, 100% Gleichläufigkeit wäre ein absolut identischer Verlauf der interannuellen Ringbreitenschwankungen zweier Kurven. Erfahrungsgemäss treten bei über 100-jährigen Kurven in synchroner Lage Gleichläufigkeiten zwischen ca. 60% bis 75% auf. Dabei ist allerdings zu beachten, dass die statistische Sicherheit des Gleichläufigkeitstestes entscheidend von der Länge der verglichenen Kurven abhängig ist. So ist es durchaus möglich, dass bei mehrhundertjährigen Kurven synchrone Lagen mit weniger als 60% Gleichläufigkeit noch hochsignifikant, d. h. mit 99,99%-iger Wahrscheinlichkeit, abgesichert sein können. Einzelheiten zur Gleichläufigkeitsmethode finden sich bei Huber (1970) und Eckstein und Bauch (1969).

Die Belfaster Teilchronologien verlaufen im Gleichläufigkeitstest mit Ausnahme der kurzen Navan-Dorsay Serie gesichert zur Hohenheimer Standardkurve synchron. Die kritischen Überbrückungen in den beiden Vorgeschichtschronologien um 250 v. Chr. (Nordirland-England) und 550 v. Chr. (Hallstattzeit-Hohenheim) konnten ausserdem über einen stufenweisen Gleichläufigkeitstest abgesichert werden (Abb. 3 unten). Beide Standardkurven weisen über den Zeitraum von 3938 v. Chr. bis 783 n. Chr. mit 54% eine zwar niedrige, in

Anbetracht des Vergleichszeitraumes von 4721 Jahren aber doch hochsignifikante Gleichläufigkeit auf. Eine wesentlich höhere durchschnittliche Gleichläufigkeit zwischen den beiden Standardkurven war unter Berücksichtigung der grossen Klima- und Standortunterschiede nicht zu erwarten gewesen. Eine genauere, abschnittsweise Überprüfung der Chronologien hat aber gezeigt, dass die Gleichläufigkeiten in einzelnen Teilstücken überraschend stark ansteigen können. Dies geht aus einem Gleichläufigkeitstest des Zeitraumes von 2000 v. Chr. bis 500 n. Chr. hervor, bei welchem jeweils 400jährige Abschnitte miteinander verglichen wurden, wobei die Kurvenpaare jeweils um 100 Jahre fortlaufend verschoben worden sind. Aus diesem stufenweisen Kurvenvergleich zwischen der Belfaster und der Hohenheimer Eichenstandardkurve errechnen sich über die 22 den 2500-jährigen Zeitraum überdeckenden 40-Jahresabschnitte fortlaufend gesicherte Gleichläufigkeiten mit Werten zwischen mindestens 54,4% und maximal 61,6%. Ganz ähnliche Übereinstimmungen ergeben sich auch zwischen der nordirischen Standardkurve und den norddeutschen Chronologien von B. Schmidt. Die 14 hier möglichen Kurvenpaare zeigen Testwerte von 54,1 bis 62,0%. Nur der Teilblock von 1600 bis 1200 v. Chr. erreicht im Vergleich zwischen Belfast und Hohenheim keinen signifikanten Gleichläufigkeitswert, hier ist die Synchronlage aber zwischen Nordirland und Norddeutschland mit 55,1% eindeutig gesichert.

Beim Kurventest europäischer Vorgeschichtschronologien treten also in mehreren Abschnitten erstaunlich hohe Kurven-Übereinstimmungen auf. So steigen die Gleichläufigkeiten zwischen den beiden Standardkurven zwischen 800–1200 v. Chr. auf 60,9%, von 700–1100 v. Chr. auf 60,4%, von 1–400 n. Chr. auf 60,3% und zwischen 100–500 n. Chr. sogar auf 61,6%. Dies zeigt sehr klar, dass bei Fernkorrelationen von Standardkurven keine konstante Ähnlichkeit zu erwarten ist, weil sich hier stark wechselnde Einflüsse grossräumiger Wetterzirkulationen bemerkbar machen. Rein theoretisch wäre eine Synchronisierung vieltausendjähriger Eichenjahringserien auch dann noch nachweisbar, wenn zwar über den Gesamtzeitraum keine gesicherte Gleichläufigkeit mehr gegeben ist, sich aber zumindest einige, jeweils unabhängig in den beiden Serien zeitgleich datierte Abschnitte signifikant korrelieren lassen. Demgegenüber stellt sich aber die Absicherung der kritischen Abschnitte der Belfaster und der Hohenheimer Eichenchronologie als kontinuierliche Abfolge signifikanter Korrelationen dar: Die Überbrückung der Hallstattzeit ist in der Hohenheimer Standardkurve über die Teilserien von 800–400 v. Chr. bis 600–200 v. Chr. mit Werten von 56,6%, 57,1% und 57,9% mit der nordirischen Sequenz korreliert. Im kritischen Bereich der letzten Serie um 200 v. Chr. errechnen sich mit den hier überlappenden Serien von 600–200 v. Chr. bis 300 v. Chr.–100 n. Chr. Gleichläufigkeiten von 57,9%, 58,1%, 56,6% und 55,9% zur Hohenheimer Standardkurve.

Aus diesen statistisch mit verschiedenen Methoden nachgewiesenen Synchronisierungen resultiert eine definitive Absicherung sowohl der in Belfast erstellten, 7272 Jahre umfassenden Eichenchronologie Nordirlands, als auch der 6074-jährigen südmitteleuropäischen Eichenchronologie des Hohenheimer Labors.

1.3 Belegdichte, statistische Daten und regionale Reichweite der südmitteleuropäischen Eichenstandardkurve

1.3.1 Vorbemerkungen zur Methode

Die Methode der Dendrochronologie beruht darauf, dass das Mass der jährlichen am Stamm von Bäumen angelegten Zuwächse über grössere Landschaftsräume hinweg den jeweils herrschenden Klima- und Wetterbedingungen entsprechend gleichartig variiert. Es resultiert bei allen Baumindividuen eine in hohem Grad ähnliche, unverwechselbare Folge von Jahringbreitenschwankungen. Der Aufbau einer Standardkurve erfolgt in der Regel in mehreren Schritten. Zunächst werden Einzelkurven eines einzigen Standortes, beispielsweise subfossile Eichen aus einer Kiesgrube, gegenseitig zur Deckung gebracht. Die aus diesen Proben berechnete sogenannte Standortsmittelkurve gibt in ihrem Verlauf sowohl die Besonderheiten des Standortes und des Lokalklimas, wie auch überregionale Klimaeinflüsse wieder. Gelingt es, solche synchronen Stammgruppen aus verschiedenen Fundorten eines grösseren Gebietes zur Deckung zu bringen, errechnet sich aus der Mittelung aller Proben eine sogenannte Regionalchronologie. Im Kurvenverlauf dieser Regionalchronologie verschwinden bereits weitgehend die sich widersprechenden, eher zufälligen Ringbreitenschwankungen, welche auf individuelle oder lokale Einflüsse zurückgehen. Andererseits bleiben bei der Berechnung alle diejenigen Kurvenausschläge, welche in den Einzelkurven infolge des grossklimatischen Wettereinflusses über grössere Entfernungen hinweg in hohem Masse gleichsinnig ausgebildet sind, weitgehend erhalten. Sie prägen dann in Form der von B. Huber als Signaturen oder Weiserjahre bezeichneten Kurvenmaxima und -minima den Verlauf der Regionalchronologie (Huber 1970).

Es ist leicht einzusehen, warum bei den Kurvenvergleichen verschiedener Regionalchronologien meist auf Anhieb hohe Gleichläufigkeiten erkennbar werden. Ihre Ähnlichkeit beruht nämlich auf der Übereinstimmung vor allem derjenigen Signaturen, welche unter dem Einfluss grossräumiger Wetterzirkulation gebildet worden sind. Andererseits bestehen aber doch zwischen grösseren Regionen auch klimatische Unterschiede, welche sich in den Jahrringmustern ausprägen. Errechnet man aus mehreren, gegenseitig signifikant gleichläufigen Regionalchronologien eine sogenannte Standardkurve, so werden auch die regionalen Unterschiede im Kurvenverlauf weiter geglättet. Die aus dieser Mittelung resultierende Standardkurve repräsentiert mit ihren Signaturen also eindeutig nur noch solche Wettereinflüsse, die sich innerhalb des gesamten, anhand regionaler Chronologien erfassten geographischen Raumes in Form gleichsinniger Signaturen abgezeichnet haben.

Solche Signaturen werden vom Computer bei der Mittelbildung sämtlicher eingegebener Einzelkurven dadurch errechnet, dass die von Jahr zu Jahr in den synchronen Kurven auftretenden steigenden oder fallenden Ringbreitenschwankungen auf ihre Gleichläufigkeit hin überprüft werden. Wenn mehr als 75% der Kurventendenzen gleichsinnig sind, wird das betreffende Jahr in der Chronologie als Signatur markiert. Solche Signaturen können jedoch erst dann berechnet werden, wenn

mindestens drei Einzelkurven zur Verfügung stehen. Gesichert gilt eine Signatur dann, wenn sie anhand von mindestens 10 Einzelkurven verschiedener Standorte belegt ist.

In den verschiedenen Stufen der Standortsmittelkurven über die Regionalchronologie bis hin zur Standardkurve muss die Zahl der Signaturen aus den genannten Überlegungen heraus gesetzmässig abnehmen, wie nachfolgendes Beispiel zeigt:

Die Regionalchronologie subfossiler Auwaldeichen des Maintales weist ab 4007 v. Chr. über 3154 mit mehr als drei Kurven belegten Jahre hinweg 1450 Signaturen auf. In dieser Serie prägen die Signaturen demnach 46% des Gesamtkurvenverlaufes. In der Hohenheimer Standardkurve, die über den Zeitraum von 4030–540 v. Chr. nur zu einem Viertel bis maximal einem Drittel aus Maintalproben aufgebaut ist, treten noch 1170 Signaturen auf, welche 34,4% des Gesamtkurvenverlaufes ausmachen. Aus diesem Beispiel ist für die Datierungsarbeit abzuleiten, dass die Wahrscheinlichkeit einer erfolgreichen Synchronisation einer Einzelkurve umso höher ist, je dichter die Chronologie der betreffenden Region bereits belegt ist. Bei Kurvenmaterial immer weiter entfernter Fundstellen wird dagegen die Synchronisierung noch am ehesten über die Signaturen der Standardkurve gelingen, weil hier nach der signifikanten Übereinstimmung mit den zwar nicht mehr so häufig, aber über weite Entfernung gleichsinnig auftretenden Kurvenausschlägen gesucht wird.

1.3.2 Belegdichte und Gleichläufigkeiten der Bausteine der Standardkurve

Der Aufbau der Hohenheimer Standardkurve erfolgte über eine zunächst getrennte Erstellung regionaler Chronologien für die Flusslandschaften von Rhein, Main und Donau. Die Synchronisierung über die verschiedenen Fundorte des südlichen Mitteleuropas, einschliesslich der Datierungen von Sequenzen aus archäologischen Stationen, gelang vielfach erst nach dem Aufbau dieser Regionalchronologien. In diesem Stadium konnten dann auch neue Verlängerungen oder Überbrückungen der Chronologie einer Region durch Synchronisierung mit der Chronologie einer zweiten, schon besser belegten Region geprüft und abgesichert werden. Auf diese Weise wurde die Standardkurve stufenweise aufgebaut und über signifikante Korrelationen der Überlappungen zwischen den vielhundert- bis vieltausendjährigen Regionalchronologien laufend überprüft.

Die Sicherheit der Hohenheimer Standardkurve ist daher anhand der Belegdichten der Regionalchronologien, der Länge der gegenseitigen Kurvenüberlappungen, den Gleichläufigkeiten zwischen den Regionalchronologien und der Übereinstimmung der Kurvenverläufe der regionalen Chronologien mit den Signaturen der Standardkurve darzustellen.

Die Belegdichte der Standardkurve ist in Abbildung 2 unten graphisch dargestellt. Über die letzten 6000 Jahre sinkt die Belegung durch Einzelkurven nur an einer einzigen Stelle, nämlich zwischen 540 bis 680 v. Chr. unter die für die Ermittlung von Signaturen erforderliche Mindestzahl von 10 Proben. Mit Ausnahme des Zeitraumes von 750 bis 950 v. Chr. (Belegung noch unter 20fach) ist

Herkunft	Zeitraum v. Chr.	Zeitraum mit Belegdichte über 3 Kurven	Zahl der Signaturen	Anteil Signaturen in %
Maintal	4007 - 540	3145	1450	46,0
Donautal	4021 - 672	3141	1268	40,4
Rheintal*	3160 - 660	2501	551	44,3
Standard	4021 - 672	3405	1170	34,4

Abb. 4 Übersicht über die Zeitstellung und die Zahl der Signaturen der Main-, Donau- und Rheinchronologie sowie der daraus errechneten Hohenheimer Standardchronologie (* Zusammenfassung der vier Teilchronologien des Oberrheins).

Beginn v. Chr.	Jahre	STANDARD HOHENHEIM		Donau		Main		Rhein	
		GL	Sig	UL=J	GL	UL=J	GL	UL=J	GL
Donau 530	1256	81,4	96,2			1095	68,6	472	66,5
Donau 4021	3350	78,7	93,6			3336	63,6	1937	64,3
Main 370	1219	84,1	96,9	1095	68,6			595	63,0
Main 4008	3469	81,8	95,2	3336	63,6			1949	63,8
Rhein 254	909	74,9	84,4	472	66,5			595	63,0
Rhein 2538	1950	73,3	85,6	1937	64,3			1947	63,8

Abb. 5 Statistische Werte des Vergleichs der in Abbildung 4 aufgeführten Bausteine des Hohenheimer-Standards (GL = Gleichläufigkeitsprozent, Sig = Signaturübereinstimmung, UL = Überlappungslänge)

die Standardkurve an jeder Stelle sogar über 20fach, teilweise bis über 150fach belegt. Die beiden letzten mit geringen Probenzahlen repräsentierten Abschnitte sind identisch mit den bereits ausführlich erörterten Überbrückungen des frühen Mittelalters und der Hallstattzeit.

Damit ist der Verlauf der Standardkurve mit allen wichtigen Signaturen durchgehend und anhand einer Vielzahl von Proben weit verstreuter Fundorte des Rhein-Main-Donaugebietes herausgearbeitet. Lediglich im fünften und sechsten vorchristlichen Jahrhundert ist noch eine Erweiterung des Probenmaterials erforderlich. Die derzeit noch ausstehenden Synchronisierungen hallstattzeitlicher Eichenhölzer Südwestdeutschlands sind wahrscheinlich auf die noch ungenügende Belegdichte der Standardkurve in diesem Zeitabschnitt zurückzuführen.

Die langen urgeschichtlichen Regionalchronologien weisen gegenseitig ausnahmslos hochsignifikante Übereinstimmungen (Gleichläufigkeitswerte mit 99,99%iger Wahrscheinlichkeit) auf. So beträgt die Gleichläufigkeit zwischen den beiden Auwaldeichenserien von Main und Donau zwischen 4008 v. Chr. bis 672 v. Chr. über 3336 Jahre 63,6%. Die noch relativ schwach belegten oder nur über kurze Überlappungen synchronisierten Abschnitte innerhalb dieser beiden

Bausteine der Standardkurve sind aber nicht nur durch den gegenseitigen Vergleich, sondern zusätzlich auch durch hochsignifikante Synchronlagen zu den Rheintalchronologien abgedeckt, welche über den Zeitraum von 2609 v. Chr. bis 661 v. Chr. über insgesamt 1948 Jahre zur Donauserie 64,3%, zur Mainserie 63,8% Gleichläufigkeit aufweisen.

Hochsignifikante Kurvenübereinstimmungen bestehen auch zwischen den frühgeschichtlichen Regionalchronologien des Zeitraumes von 500 v. Chr. bis 1000 n. Chr. Hier stehen neben den Auwaldeichenchronologien zusätzlich die Chronologien latene- bis römerzeitlicher Bauhölzer und alamannischer Baumsärge aus Württemberg für die Kurvenvergleiche zur Verfügung.

Die subfossilen Eichen des Donautales weisen zu den anderen vier Regionalchronologien bei Kurvenüberlappungen von 305 bis 1095 Jahren Gleichläufigkeit zwischen 66,5% und 68,6% auf, für die Maintalserie errechnen sich Werte von 63,0% bis 68,6% (305 bis 1095 Jahre Überlappung), für den Rhein 57,4% bis 66,5% (305 bis 595 Jahre Überlappung). Die beiden aus archäologischem Fundmaterial erstellten Regionalchronologien zeigen zu den subfossilen Auwaldeichenchronologien Übereinstimmungen von 58,4% bis 67,4% (Latene-Römerzeit, Überlappungen 101 bis 703

Jahre) bzw. von 57,4% bis 66,6% (Alamannische Chronologie, Kurvenlänge 305 Jahre).

Als letztes Kriterium zur Absicherung der Synchronlagen kann die Übereinstimmung des Kurvenverlaufes der Regionalchronologien mit den Signaturen der aus dem gesamten Kurvenmaterial aller Regionen aufgebauten Standardkurve herangezogen werden. Dieser Signaturtest ist eine Gleichläufigkeitsberechnung, bei welcher aber nur noch der Verlauf der Kurventendenz der Vergleichskurve mit den Signaturen der Standardkurve berücksichtigt wird.

Im Signaturtest erreichen sämtliche über 1000jährigen Regionalchronologien subfossiler Auwaldeichen Übereinstimmungen zur Standardkurve, welche über 93% (!) liegen. Die kürzeren Auwaldeichensequenzen des Rheintales, und die nur 305 Jahre umfassende Eichenchronologie alamannischer Baumsärge weisen immer noch zwischen 85% bis 87% Übereinstimmung mit den Signaturen der Standardkurve auf. Diese Werte sind klare Hinweise dafür, dass die Signaturen der Hohenheimer Standardkurve tatsächlich überregionale Gültigkeit besitzen müssen.

1.3.3 Die geographische Reichweite der Hohenheimer Standardkurve

Die geographischen Entfernungen, über welche eine Standardkurve noch erfolgreiche Datierungen neuer Holzproben unbekanntes Alters ermöglicht, ist schwierig zu definieren, weil dendrochronologische Fernkorrelationen von mehreren Faktoren abhängig sind. E. Hollstein hat anhand des Probenmaterials seiner westdeutschen Eichenstandardkurve sehr klar den Zusammenhang zwischen Kurvenähnlichkeit und Entfernung der Wuchsorte beschrieben (Hollstein 1980). Demnach kann man sagen, dass die Gleichläufigkeiten von Eichenjahrringkurven mit zunehmender Distanz generell absinken. Die erfolgreiche Synchronisierung nordirischer und süddeutscher Vorgeschichtschronologien hat aber auch gezeigt, dass bei Eichenhölzern Fernkorrelationen über mehr als 1000 km dann noch möglich sind, wenn mehrhundertjährige Regionalchronologien oder Standardkurven miteinander verglichen werden können. Darüberhinaus ist aus dem stufenweisen Gleichläufigkeitstest der beiden europäischen Vorgeschichtschronologien erkennbar, dass die Übereinstimmungen von Jahrhundert zu Jahrhundert stark wechseln können. Die Reichweite einer Standardkurve dürfte in solchen Zeitabschnitten besonders gross sein, in denen grossräumige Wetterzirkulationen mit extremen Witterungsbedingungen in weiten Teilen Mitteleuropas gehäuft aufgetreten sind.

Dagegen scheint den Verschiedenheiten der Standorte und des Lokalklimas nach allen bisherigen Erfahrungen zumindest bei der Korrelation von gut belegten Chronologien eine unerwartet geringe Bedeutung zuzukommen. Ganz offensichtlich werden bei der Mittelkurvenbildung einer Vielzahl von Proben, die verschiedene Regionen umfassen, standörtlich oder lokal geprägte, und sich daher in ihren Jahrringbreitenschwankungen teilweise widersprechende Kurvenabschnitte so weit abgeschwächt, dass im allgemeinen Kurvenverlauf die Ähnlichkeiten von überregionalen, grossklimatisch bedingten Signaturen immer besser erkennbar werden.

Es wäre andernfalls kaum zu erklären, warum die postglazialen Eichenchronologien aus so verschiedenen Landschaften wie Flussauen (Auwaldeichen), Seeufern (Pfahlbauhölzern), atlantisch getönten Hochmooren (nordirische und norddeutsche Mooreichen) und Hügellandstandorten (z.B. römerzeitliche Bauhölzer) über weite Entfernungen hinweg signifikante Gleichläufigkeiten aufweisen.

Die Grenzen der geographischen Reichweite der Hohenheimer Eichenstandardkurve dürfte definitiv wohl erst dort erreicht sein, wo der Jahresgang des Klimas gegenüber demjenigen Mitteleuropas zu grosse Verschiedenheiten aufweist. So ist bisher in keinem Fall eine Synchronisierung von Eichenkurven aus dem Mittelmeergebiet gelungen, wie sie im Hohenheimer Labor etwa für die römischen Brückenfundamente aus dem Garigliano-Fluss bei Neapel versucht worden war. Es sei aber immerhin angemerkt, dass heutige Tannenbestände aus höheren Lagen des Apennin, wie auch Jahrringkurven von historischen Tannenhölzern aus der Toscana signifikante Gleichläufigkeiten zur mitteleuropäischen Tannenstandardkurve besitzen (Becker 1978). Bei Tannenhölzern der höheren Bergwaldstufe sind also Fernkorrelationen zwischen Mitteleuropa und dem Mittelmeergebiet noch eindeutig erkennbar.

Die Hohenheimer Eichenstandardkurve ist schwerpunktmässig aus Holzproben zusammengesetzt, deren Wuchsstandorte sich vom elsässischen und badischen Rheintal im Westen über das Main-Neckar-Regnitzgebiet und den süddeutschen Donaulauf einschliesslich dessen Voralpen-Nebenflüssen bis nach Oberösterreich erstrecken. Die Reichweite dieser Standardkurve lässt sich anhand gesicherter Synchronlagen mittelalterlicher, früh- oder urgeschichtlicher Eichenholzfundamente in die benachbarten Regionen von Ostfrankreich, West- und Ostschweiz, Böhmen, Niederösterreich, sowie auch Nordwest- und Norddeutschland hin verfolgen.

Im einzelnen sind anhand der Hohenheimer Standardkurve Eichenhölzer im Südwesten entlang der westschweizerischen Seenkette bis Genf (urgeschichtliche Seeufersiedlungen, siehe später), bis Besançon (mittelalterliche Bauhölzer, Material B. Lohrum, Freiburg) und entlang des Moseltals zwischen Metz und Thionville (subfossile Auwaldeichen) datiert worden. Nach Osten hin bestehen Synchronlagen mit subfossilen Eichenfunden entlang der Donau über Passau (Kiesgruben Innmündung), Linz bis nach Niederösterreich (Mansdorf bei Wien (Kurven publiziert in Becker 1982)). Darüberhinaus konnten neuerdings auch subfossile Auwaldeichen aus römerzeitlichen und frühmittelalterlichen Schotterablagerungen des Lusnica-Flusses bei Vlkov in Böhmen mit hoher Übereinstimmung datiert werden (Material Frau Rybnickova, Brno).

In Zusammenarbeit mit A. Delorme, welcher am Institut für Forstbenutzung der Universität Göttingen Dendrochronologien subfossiler Auwaldeichen erarbeitet hat, konnten vielfache Synchronlagen nach Norden hin nachgewiesen werden (Becker, Delorme und Schmidt 1977, Becker und Delorme 1978). Das Material umfasst subfossile Auwaldeichen aus Fundorten an Werra, Leine und Fulda bis nördlich von Göttingen. Die teilweise hohen Kurvenähnlichkeiten sind in Anbetracht der relativ kurzen Entfernungen zum Main, aus dessen Baum-

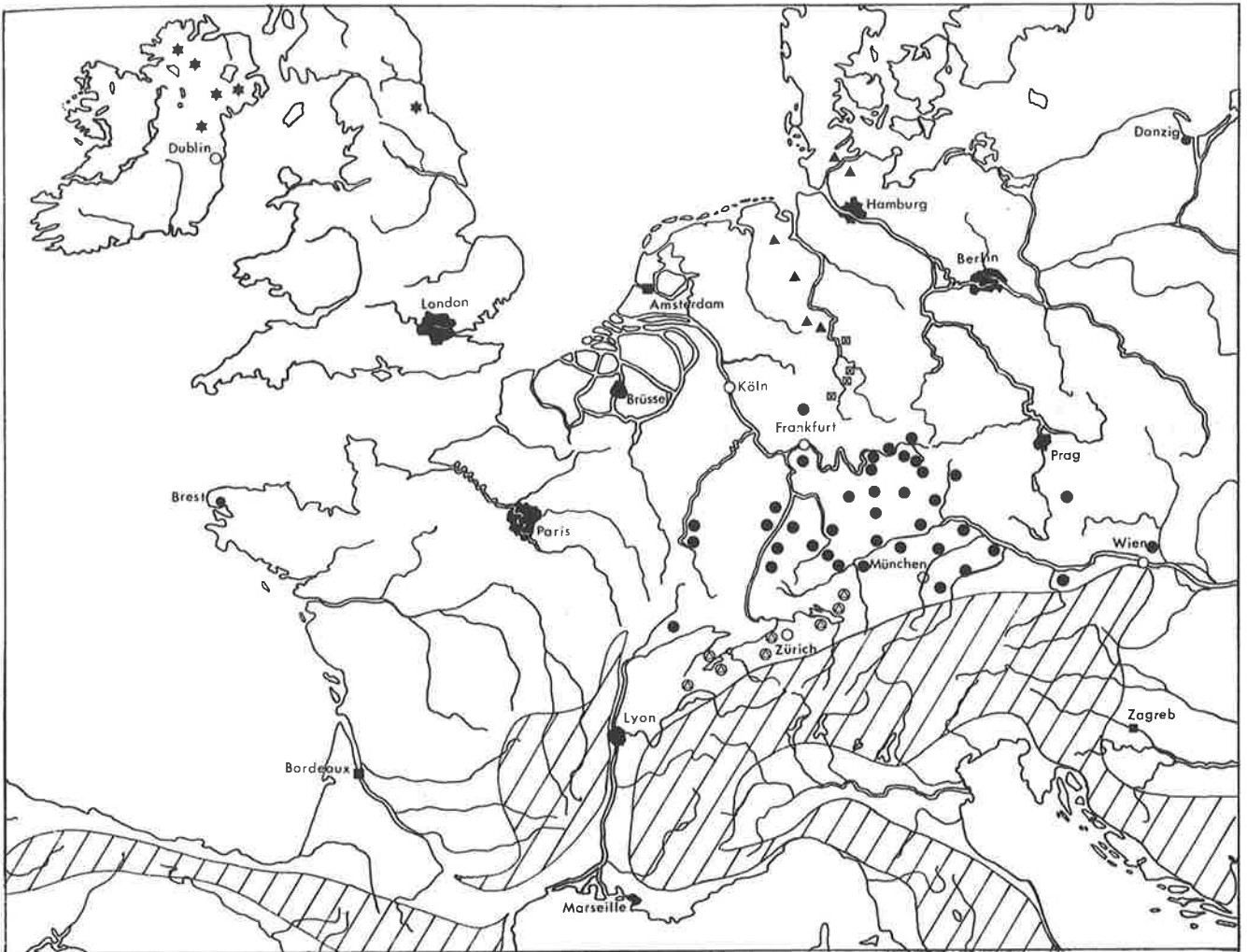


Abb. 6 Karte der Reichweite des Hohenheimer Standards.

⊙ = Gesicherte Synchronlagen von Urgeschichtschronologien der Schweiz und Süddeutschlands.

▲ = Auwaldeichen und Urgeschichtschronologien Nord- und Nordwestdeutschlands.

● = Wichtigste Fundorte des Hohenheimer Standards.

▣ = Auwaldeichen Labor Göttingen.

★ = Westeuropäische Standardkurve.

stammlagen ja ein guter Teil der Hohenheimer Standardkurve besteht, durchaus zu erwarten gewesen.

Sehr überraschend waren dagegen die Fernkorrelationen mit subfossilen Eichenhölzern urgeschichtlicher Bohlenwege aus Nord- und Nordwestdeutschland, welche B. Schmidt in Köln erarbeitet hat. Die Synchronisierungen dieser urgeschichtlichen Chronologien decken Fundorte bis nach Schleswig-Holstein ab. Dies ist vor allem deswegen bemerkenswert, weil die von D. Eckstein und Mitarbeitern am Institut für Holzbiologie der Universität Hamburg erstellten rezenten und mittelalterlichen Eichenchronologien der norddeutschen Tiefebene und Schlesiens (Eckstein et al. 1972) nur geringe Ähnlichkeiten zu den süddeutschen Standardkurven aufweisen (Delorme 1973).

Nach Westeuropa sind, wie ausführlich erläutert, Fernkorrelationen mit mehrhundert- bis über 1000-jährigen Chronologien aus England und Nordirland möglich. Ansonsten sind bisher Reichweiten der Hohenheimer Standardkurve nach Frankreich und entlang der Atlantikküste noch nicht überprüft worden. Nachdem jedoch die mitteleuropäische Eichenchronologie von E. Holl-

stein nach Westen hin mit synchronen Wuchsorten von den Seinequellen über die Ardennen bis nach Xanthen reicht (Abb. 3 in Hollstein 1980), und diese Standardkurve mit der süddeutschen Chronologie mit hohen Gleichläufigkeiten korrelierbar ist (Becker 1981), dürften Synchronisierungen mit beiden Standardkurven weiter nach Westen zum Atlantik hin keine generellen Schwierigkeiten bereiten.

Zusammenfassend zeigt dieser kurze Überblick, dass die in Hohenheim aufgebaute Eichenstandardkurve Südmittel Europas über weite Entfernungen hinweg auch in den angrenzenden Landschaftsräumen Mittel- und Westeuropas zur dendrochronologischen Datierung verwendet werden kann. Sicherlich werden Synchronisierungen einzelner, relativ kurzer Eichenjahringmuster mit zunehmenden Entfernungen nicht in jedem Falle gelingen. Wenn das zu datierende Fundmaterial aber aus größeren Probenreihen besteht, welche sich zu standörtlichen oder regionalen, mehrhundertjährigen Mittelkurven zusammenstellen lässt, sind Fernkorrelationen über den gesamten, bisher wenigstens in Einzelfällen durch Synchronlagen belegten Raum Mittel- und Westeuropas zu erwarten.

1.4 Die Hohenheimer Auwaldeichenchronologie von 4000 bis 7800 v. Chr.

Unsere Flüsse haben in ihren Schottern seit dem Spätglazial Baumstämme abgelagert, die bis heute erhalten geblieben sind. Die ältesten subfossilen Stämme, die im Hohenheimer Labor ausgewertet wurden, sind Kiefern und Birken, die ab dem Boelling-Interstadial in den Flusssedimenten auftreten (älteste 14-C Daten 12200 vor heute). Die Akkumulation ufernaher Kiefern hat vor allem an der Donau im Präboreal beträchtliche Ausmasse erreicht. In Hohenheim konnten anhand der zahlreichen Funde bereits Kiefernchronologien synchronisiert werden, die den Zeitraum von 10000 bis 9200 Radiokarbonjahren vor heute überspannen.

Erst am Ende des Präboreals, gegen 9200 Radiokarbonjahren vor heute, begann die Ablagerung von Eichen, die zu dieser Zeit aus ihren eiszeitlichen Rückzugsgebieten, wieder in unsere Flussauen eingewandert waren (Einzelheiten bei Becker 1982). Aus der Bearbeitung solcher subfossiler Eichen des älteren und mittleren Postglazials resultiert der Aufbau von zwei langen Auwaldeichenserien (vgl. Abb.2). Die erste Sequenz besteht aus einer lückenlosen, 3182 Jahre umfassenden Chronologie subfossiler Eichen des Maintales, die über insgesamt 2323 Jahre durch vier synchrone Teilchronologien des Donautales, am Anfang und Ende der Chronologie auch mit Eichen aus dem Oberrheintal überregional abgesichert ist. Das absolute Alter dieser mesolithischen Chronologie ist durch 14-C Kalibration ihres jüngeren Abschnittes in die Grannenkiefern-Eichkurve mit einem Fehlerbereich von maximal 25 Jahren bestimmt (Linick, Suess und Becker 1985. Radiokarbon). Die Sequenz überdeckt demnach den Zeitraum von 7225 bis 4044 v. Chr., und muss sich an ihrem jüngeren Ende bereits mit der Hohenheimer Standardkurve überlappen, die unter Einschluss der «Pfahlbaukurven» der Schweiz bis 4089 v. Chr. zurückreicht. Eine Synchronlage ist zwar bisher noch nicht erkennbar, jedoch sollte jede Verlängerung eines der beiden Kurvenenden in absehbarer Zeit zu deren endgültigem Zusammenschluss führen. Eine Synchronisierung der mesolithischen Chronologie wird die Standardkurve jedenfalls auf einen Gesamtzeitraum der letzten 9200 Jahre verlängern.

Anhand einer zweiten, noch älteren Auwaldeichenserie kann die postglaziale Chronologie um mindestens 450 weitere Jahre in die Vergangenheit zurückgeführt werden. Das Fundmaterial, in welchem tatsächlich Eichen aus den ersten nacheiszeitlichen Auwaldgenerationen synchronisiert sind, besteht aus einer 607-jährigen Chronologie von Main und Donau. Die Hölzer sind über die Grannenkiefern nicht mehr 14-C kalibrierbar, weil sie weit vor dem Beginn der Eichkurve liegen. Nach umfangreichen 14-C Serienmessungen datiert die Chronologie ungefähr von 7680 bis 7070 v. Chr., und verläuft demnach bereits 100 bis 200 Jahre zeitgleich mit dem Beginn der mesolithischen Standardkurve (die 14-C Serie wird von B. Kromer, Heidelberg, auf der 12. Radiokarbonkonferenz 1985 publiziert).

Die mesolithische Auwaldeichenchronologie dürfte nur noch in ihrem jüngeren Abschnitt für Datierungen urgeschichtlicher Siedlungshölzer in Frage kommen. Die derzeit ältesten dendrochronologisch auswertbaren

Eichenhölzer wurden bei Nachsondierungen des Fundplatzes Aichbühl durch H. Schlichtherle, Hemmenhofen, geborgen, und anhand einer 14-C Kalibration von B. Kromer/Heidelberg in das 44. Jahrhundert v. Chr. datiert (Kromer, Billamboz und Becker 1985, im Druck). Der mittel- und frühpostglazialen Auwaldeichenchronologie kommt aber insofern einige Bedeutung zu, als an diesen Baumringserien eine Kalibration der 14-C Daten des Mesolithikums weit über den Beginn der Grannenkiefern-Eichkurve hinaus möglich ist. Hierauf soll im nächsten Abschnitt ausführlicher eingegangen werden.

1.5 Die Radiokarbon-Kalibration der postglazialen Eichenchronologien des Hohenheimer Labors

1.5.1 Vorbemerkungen

Der Aufbau vieltausendjähriger Eichen-Jahringchronologien wäre ohne radiometrische Datierungen kaum möglich gewesen. Anders als bei archäologischen Holzfunden scheidet oft eine auch nur grobe zeitliche Einordnung der subfossilen Stammablagerungen aus, weil nacheiszeitliche Flussterrassen infolge eines meist sehr komplizierten Innenbaues bereits auf kurze horizontale Entfernungen sehr verschiedene Alter aufweisen können (Schirmer, 1983, Becker 1983 d). Aus diesem Grund waren die insgesamt 146 Radiokarbonaten, die M.A. Geyh am Niedersächsischen Landesamt für Bodenforschung in Hannover dankenswerterweise durchgeführt hat, für den Aufbau der ersten grösseren Teilchronologien eine entscheidende Hilfe (Liste der Daten in Becker 1982).

Nachdem solche Teilchronologien zu über 1000jährigen, in sich lückenlos belegten «floating chronologies» angewachsen waren, stieg das Interesse der Radiokarbonforschung an weitergehenden radiometrischen Analysen, weil damit neues Probenmaterial verfügbar wurde, anhand dessen die 14-C Variationen der postglazialen nordamerikanischen Grannenkiefernsequenz überprüft werden konnten. Das Hohenheimer Jahringlabor konnte hier die bereits vom verstorbenen Forstbotaniker B. Huber begonnene Zusammenarbeit mit H. E. Suess fortsetzen, aus welcher bereits die eingangs erwähnte, erfolgreiche 14-C Kalibration für die Hölzer aus Thayngen-Weier resultierte. Von 1974 bis 1982 haben Suess und dessen Mitarbeiter T.W. Linick am Mt. Soledad Radiocarbon Laboratory der University of California, San Diego/La Jolla, insgesamt 575 Radiokarbonanalysen an postglazialen Eichenjahringsequenzen des Hohenheimer Labors durchgeführt. Ein erstes Ergebnis war die Einpassung, und damit eine erste genaue Altersbestimmung der 14-C Variationen der neolithischen, bronzezeitlichen und spätbronzezeitlichen Auwaldeichenchronologien in die Grannenkiefern-Kalibrationskurve (Suess 1978). Diese Kalibrationen wurden später anhand spezieller Computerprogramme auch statistisch abgesichert (Kruse et al. 1980). Schliesslich gelang H. E. Suess gemeinsam mit M. Bruns und M. Rhein, Heidelberg, auch die Kalibration der mesolithischen Auwaldeichenchronologien (Bruns et al. 1983).

Heute sind die neolithischen bis spätbronzezeitlichen Sequenzen jahrgenau in der Hohenheimer Standardkurve datiert, während die Teilchronologien, anhand

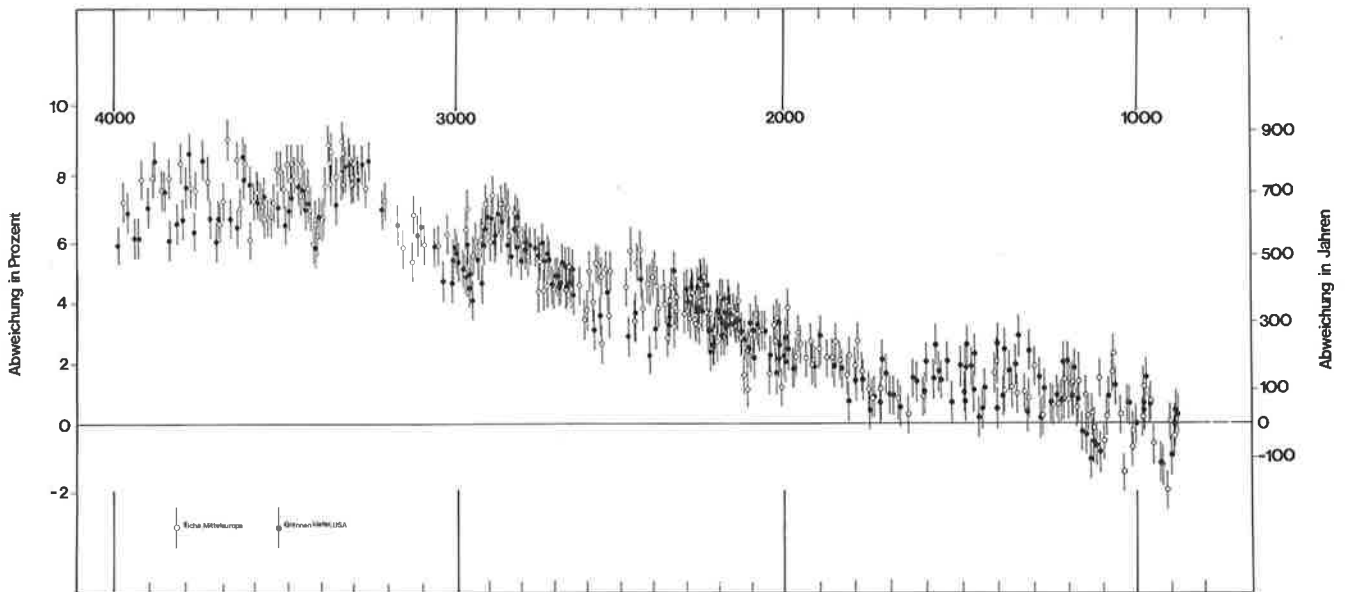


Abb. 7 Postglaziale Radiokarbonschwankungen in urchichtlicher Zeit ermittelt aufgrund von nordamerikanischen Grannenkiefern und südmitteleuropäischen Eichen (Linick, Suess und Becker 1985) – Jahrringsequenzen (nach Suess 1978).

derer die ^{14}C Messreihen des Zeitraumes von 7200 bis 4200 v. Chr., erstellt worden waren, immerhin zu einer lückenlosen «floating chronology» des Mesolithikums zusammengeschlossen sind. Auf dieser Grundlage haben Linick, Suess und Becker 1985 die Radiokarbongehalte mitteleuropäischer Eichen des Zeitraumes von 7225 v. Chr. bis 245 n. Chr. in zusammenfassender, tabellarischer Form publiziert (Linick, Suess und Becker 1985, Radiocarbon). Die Tatsache, dass die seinerzeit nur an «floating chronologies» ermittelten kalibrierten Radiokarbonalter des Zeitraumes von 3800 v. Chr. bis 900 v. Chr. von den jetzt bekannten, jahrgenauen Dendrodaten in keinem Fall um mehr als 10 (!) Kalenderjahre differieren, beweist die hohe Präzision der Radiokarbon-Eichung. Die Daten lassen darüberhinaus aber auch erkennen, wie gut die Schwankungen der ^{14}C Gehalte der nordamerikanischen Grannenkiefern mit denjenigen der mitteleuropäischen Eichen übereinstimmen. Ähnliches gilt für die Hohenheimer Teilchronologien von 7200 bis 4100 v. Chr., deren Zeitstellung zueinander im Vergleich zwischen den getrennten ^{14}C Kalibrationen und ihrer Lage nach der Synchronisierung zu einer geschlossenen Chronologie um weniger als 20 Jahre voneinander abweicht.

Abbildung 7 zeigt den Verlauf der postglazialen Radiokarbonschwankungen der Grannenkiefer über den Zeitbereich der Pfahlbauchronologien hinweg, wie ihn das Labor in La Jolla aus den Grannenkieferhölzern ermittelt hat (Suess 1978), sowie die ^{14}C Gehalte von Eichenjahrringproben der Hohenheimer Standardkurve des gleichen Zeitraumes (Linick, Suess und Becker 1985).

Betrachtet man zunächst nur den langfristigen Trend der ^{14}C Gehalte beider Baumringserien, so fällt sofort auf, dass offensichtlich noch zwischen 880 bis 1160 v. Chr. in den Baumringen Radiokarbonausgangswerte vorhanden waren, welche den heutigen Verhältnissen entsprechen haben. In den anschließenden drei Jahrtausenden, d. h. zwischen 1000 bis 4000 v. Chr. zeigen die Baumringproben aber zunehmend höhere Radiokarbongehalte. Diese steigen im zweiten vorchristlichen

Jahrtausend um 2,5% (Fehler 250 Jahre), liegen Anfang des dritten Jahrtausends bereits um fünf bis sieben Prozent (Fehler 400–560 Jahre) höher, und erreichen im vierten Jahrtausend Werte von teilweise mehr als acht Prozent (Fehler über 600 Jahre) über denjenigen der heutigen Atmosphäre. Diese erhöhten ^{14}C Gehalte liessen konventionelle Radiokarbonaten am Beginn des dritten und im vierten vorchristlichen Jahrtausend über 600 Jahre zu jung ausfallen, ehe anhand der Grannenkiefernsequenz eine Korrektur unter Berücksichtigung der erhöhten Ausgangswerte des ^{14}C Gehaltes möglich wurden.

Dieser generelle Trend wird nun überlagert von mittelfristigen, säkularen Schwankungen der ^{14}C Gehalte, den sogenannten «wiggles», deren Verlauf in den hier dargestellten Analysen des Labors La Jolla zwischen der nordamerikanischen Grannenkiefer und den mitteleuropäischen Eichen beispielsweise zwischen 2100 bis 2300 v. Chr., zwischen 2650 bis 3000 v. Chr., und nochmals von 3300 bis 3600 v. Chr. derart markante Übereinstimmungen zeigen, dass jede auch nur geringfügige Verschiebung einer der beiden dendrochronologischen Zeitskalen sofort zu einer erkennbaren Differenz des Verlaufes der ^{14}C Schwankungen führen würde.

Die Übereinstimmungen sowohl der langfristigen, wie vor allem auch der mittelfristigen Radiokarbonvariationen beider Baumringserien sind auch klare Belege für die Richtigkeit der beiden Jahrringkalender. Die signifikante Übereinstimmung der beiden unabhängig von einander an verschiedenen Baumringserien ermittelten Messreihen beweist aber vor allem nachdrücklich die Existenz langfristiger Veränderungen der atmosphärischen Radiokarbongehalte der nördlichen Hemisphäre. Dieses Phänomen hat erhebliche Konsequenzen für die archäologische Zeitskala, soweit sie auf konventionellen Radiokarbonaten aufgebaut ist. Die Radiokarbongehalte sowohl der nordischen, als auch der südmitteleuropäischen Eichenchronologie bestätigen ja eindeutig die zunächst nur von der Grannenkiefer her bekannte Notwendigkeit der dendrochronologischen Korrektur

der Radiokarbon-Zeitskala. Die 14-C Kalibration macht beispielsweise für das Mesolithikum eine Korrektur der konventionell gemessenen Radiokarbonaten entsprechend dem seinerzeit höheren 14-C Pegel um mindestens 1000 Kalenderjahre zum Älteren hin erforderlich. Die im tabellarischen Teil der Publikation Linick, Suess und Becker angegebenen 14-C Werte des sechsten und siebten vorchristlichen Jahrtausends führen über die Grannenkiefereichkurve hinaus noch weiter in die Vergangenheit zurück und ermöglichen eine erste genauere Abschätzung des Absolutalters konventioneller Radiokarbonaten bis in das achte vorchristliche Jahrtausend.

Die europäischen Eichenchronologien haben aber vor allem die Überprüfung der mittelfristigen 14-C Schwankungen (wiggles) ermöglicht. Hierfür hat die Radiokarbonforschung neue, wesentlich genauere Messverfahren entwickelt. So konnte G. Pearson in Belfast den Verlauf dieser «wiggles» anhand von Eichenproben der – seinerzeit noch nicht absolut datierten – nordirischen Eichenchronologie bis 4000 v. Chr. verfolgen (Pearson et al. 1983). Hochpräzisionsmessungen des Groninger Radiokarbonlabors, die A. F. M. de Jong an der Hohenheimer Eichenserie von 3200 bis 3800 v. Chr. durchgeführt hat, haben die Existenz dreier zeitlich aufeinanderfolgender, mittelfristiger 14-C Schwankungen bestätigt, welche H. E. Suess erstmals in der Grannenkiefer dieses Zeitraumes nachgewiesen hatte (de Jong, Mook und Becker 1979). Abb. 8 zeigt einen von H. E. Suess publizierten Vergleich dieser 14-C Variationen des vierten vorchristlichen Jahrtausends, wie er sich aus den unabhängig voneinander erarbeiteten Messreihen der Grannen-

kiefer (La Jolla), den an Hohenheimer Eichen gemessenen Daten des Labors La Jolla, und der Groninger Hochpräzisionsmessung der Hohenheimer Eichenjahringssequenz ergibt (Suess 1980).

Man kann aus der Graphik unschwer den innerhalb der Fehlergrenze der Messungen praktisch identischen Verlauf der drei Messreihen erkennen. Auf dieser Radiokarbon-Kalibration der neolithischen Eichenchronologie basierten die ersten von Becker, Egger, Orsel und Ruoff publizierten Dendrodaten des Schweizerischen Neolithikums (Becker et al. 1979). Der damalige Beginn (Nullpunkt) der Serie war entsprechend der de Jong'schen Kalibration auf 4035 v. Chr. festgesetzt worden. Nach dem heute vorliegenden, endgültigen Anschluss der Sequenz an die südmitteleuropäische Eichenstandardkurve datiert dieser Nullpunkt auf das Kalenderjahr 4039 v. Chr. Die 1979 veröffentlichten, kalibrierten Dendrodaten neolithischer Seeufersiedlungen der Schweiz müssen gegenüber der definitiven Jahrringdatierung demnach lediglich um vier Jahre zum Älteren hin verschoben werden.

Die Radiokarbon-Interkalibration europäischer Eichenchronologien auf der Grundlage von 14-C Hochpräzisionsmessungen wird anlässlich der 12. Internationalen Radiokarbonkonferenz im Juni 1985 in Trondheim von einer internationalen Arbeitsgruppe unter Federführung von M. Stuiver, Seattle, vorgelegt werden. Die Kalibration beruht auf den, wie erläutert, gegenseitig abgesicherten Eichenstandardkurven der Laboratorien in Belfast und Hohenheim und auf der Korrelation der an diesen Hölzern erstellten Messreihen (Laboratorien Belfast, Groningen, Heidelberg und Seattle). Die Veröffentlichung der Daten ist 1986 in «Radiokarbon» vorgesehen. Sie wird eine Kalibration konventioneller 14-C Analysen mit höchstmöglicher Genauigkeit sicherstellen.

Abschliessend soll nochmals darauf hingewiesen werden, dass alle heute vorliegenden 14-C Messreihen der Eichenstandardkurve des Hohenheimer Labors keinerlei systematische Abweichungen von den Radiokarbongehalten der nordamerikanischen Grannenkiefer erkennen lassen. Nach der Korrektur des hallstattzeitlichen Anschlusses der Chronologie besteht auch eine signifikante Übereinstimmung zwischen den 14-C Hochpräzisionsmessreihen der nordirischen Eichen (Pearson, Belfast) und der Hohenheimer Standardkurve (Messreihe M. Stuiver, pers. Mitteilung).

Der korrekte, fehlerfreie Aufbau der Hohenheimer Eichenstandardkurve der letzten 6000 Jahre ist demnach über signifikante Synchronlagen der Regionalchronologien subfossiler Auwaldeichen von Rhein, Main und Donau, über Synchronlagen zur Westeuropäischen Standardkurve, über signifikante Übereinstimmungen der 14-C Messreihen des Labors La Jolla mit der Grannenkiefersequenz, und über den Vergleich der an Hohenheimer Eichen erstellten 14-C Hochpräzisionsmessreihe mit derjenigen der westeuropäischen Chronologie von allen Seiten her überprüfbar gesichert.

Der nachfolgende Abschnitt wird zeigen, dass die neu erarbeiteten Eichenchronologien urgeschichtlicher Ufer- und Moorsiedlungen die Hohenheimer Standardkurve erneut über Jahrtausende hinweg bestätigen.

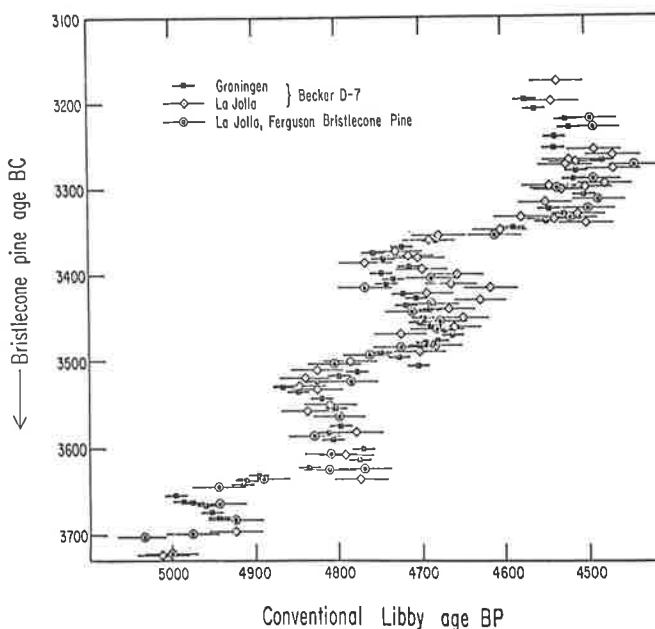


Abb. 8 Mittelfristige 14-C Schwankungen im 4. Jahrtausend v. Chr., wie sie unabhängig voneinander mit drei verschiedenen Messreihen (Grannenkiefer, 2mal Eiche) ermittelt wurden. Die Eichenchronologie D7 war seinerzeit nicht an den Standard angeschlossen. Auf der Einpassung ihrer «wiggles» in die Grannenkiefereichkurve basierte die 14-C Kalibration und damit die erste genauere Datierung der mit ihr bereits verknüpften schweizerischen Urgeschichtschronologien (nach Suess 1980).

1.6 Die Jahrringchronologien der urgeschichtlichen Pfahlbauhölzer und ihre dendrochronologische Absicherung

1.6.1 Stand der Regional-Chronologien der Schweiz und Südwestdeutschlands

Jahrringchronologien urgeschichtlicher Seeufer- und Moorsiedlungen der Schweiz sind von einem Teil der Autoren erstmals 1979 gemeinsam publiziert worden (Becker et al. 1979). Ein kurzer Überblick über die inzwischen in Hemmenhofen, Moudon, Neuchâtel und Zürich erarbeiteten Chronologien zeigt sofort den raschen Fortschritt der urgeschichtlichen Dendrochronologie, der in den letzten Jahren erreicht worden ist.

Im gegenwärtigen Stand der Forschung verzahnen sich die Jahrringkurven von neolithischen Siedlungen der Schweiz und Südwestdeutschlands zu einer lückenlosen, 1656-jährigen Chronologie des Zeitraumes von 4089 bis 2434 v. Chr. In den letzten Jahren ist eine Chronologie frühbronzezeitlicher Eichenhölzer aus Fundorten des gesamten Gebietes aufgebaut worden, welche von 1864 bis 1503 v. Chr. datiert. Hieran schliesst eine dritte, lange Chronologie spätbronzezeitlicher Hölzer aus Siedlungen der Westschweiz, Nordschweiz und des Bodenseegebietes an, deren 603-jährige Kurve 1450 v. Chr. beginnt und 848 v. Chr. endet. Mit diesen drei überregional gesicherten Teilchronologien haben die vier beteiligten Laboratorien rund 2600 Jahre eines Zeitraumes von 3200 Jahren dendrochronologisch erfasst, über welchen bisher datierte Hölzer aus Ufer- und Moorsiedlungen vorliegen. Die ältesten neolithischen Jahrringserien beginnen im 41. Jahrhundert v. Chr., die jüngsten enden im 9. Jahrhundert, wobei eine grössere Fundlücke nur noch zwischen dem 25. Jahrhundert und dem 19. Jahrhundert v. Chr. besteht.

Es würde den Rahmen dieser Arbeit übersteigen, wollte man die dendrochronologischen Datierungen sämtlicher in den nachfolgenden Abschnitten aufgeführter Holzkonstruktionen aus Ufer- und Moorsiedlungen einzeln darstellen. Die Erläuterungen der gegenseitigen Synchronlagen dieser Eichenhölzer, einschliesslich der

Datierungen an der Hohenheimer Standardkurve, soll daher anhand regionaler Chronologien erfolgen, welche die vier Laboratorien nach Austausch ihres gesamten Kurvenmaterials erstellt haben. Als eine regionale Untergliederung bot sich ein Süd-Nordprofil an, in welchem die urgeschichtlichen Jahrringkurven aus den Landschaften der Westschweiz/Dreiseengebiet, der Nordschweiz/Oberrrheingebiet, der Bodenseeufer, und Oberschwabens jeweils getrennt erfasst worden sind. An diese Gebiete schliessen sich weiter nach Norden die grossen Auwaldeichenchronologien des Hohenheimer Labors an, welche in die Kurvenvergleiche mit einbezogen wurden.

Da sich die Arbeitsgebiete der einzelnen Laboratorien räumlich überschneiden, war für die Berechnung der regionalen Chronologien von Pfahlbauhölzern eine Zusammenfassung des Kurvenmaterials verschiedener Bearbeiter unumgänglich. Die Chronologien der Region Westschweiz/Dreiseengebiet sind aus Daten der Laboratorien Moudon, Neuenburg und Zürich aufgebaut. Die Chronologien des Bodenseegebietes bestehen aus Fundmaterial der Laboratorien Zürich und Hemmenhofen, während die Oberschwäbischen Chronologien ausschliesslich in Hemmenhofen, diejenigen der Nordschweiz in Zürich bearbeitet worden sind.

Die Dokumentation über die dendrochronologische Bearbeitung der Fundplätze ist aus der Fundkarte (Abb.10) mit der zugehörigen Fundortliste, vor allem aber aus den detaillierten Aufstellungen der einzelnen Laboratorien in den nachfolgenden Kapiteln zu entnehmen.

1.6.2 Die statistische Absicherung der Synchronlagen zur südmitteleuropäischen Standardkurve

Sämtliche in den nachfolgenden Abschnitten aufgeführten Fällungsdaten urgeschichtlicher Siedlungshölzer der Schweiz und Südwestdeutschlands sind über die Synchronisierung der zugrunde liegenden Jahrringfolgen mit der Hohenheimer Eichenstandardkurve dendrochronologisch datiert. Die statistische Absicherung dieser Synchronlagen mit der Standardkurve erfolgte

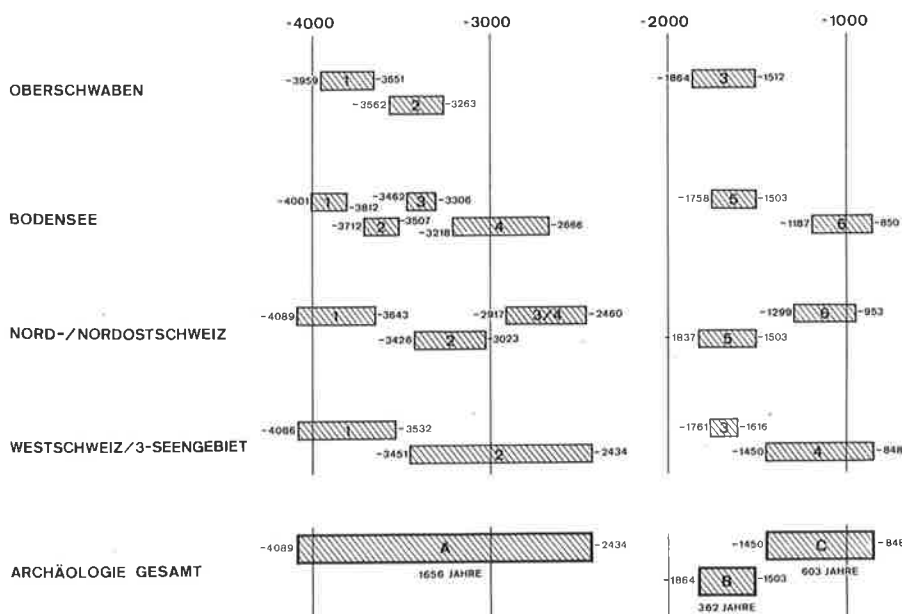


Abb. 9 Blockdiagramm der urgeschichtlichen Chronologien Südwestdeutschlands und der Schweiz (vgl. auch Kapitel 2 bis 5).

Labor Hemmenhofen:

Oberschwaben

- 1 Oedenahlen
- 2 Olzreutersee
- 3 Reute-Schorrenried
- 4 Schreckensee
- 5 Siedlung Forschner

Bodensee

- 6 Bodman-Schachen I
- 7 Bodman-Schachen II
- 8 Hagnau-Burg
- 9 Hornstaad-Hörnle I
- 10 Hornstaad-Schlössle
- 11 Litzelstetten-Krähenhorn
- 12 Nussdorf-Seehalde
- 13 Sippligen-Osthafen
(s.auch Labor Zürich)
- 14 siehe Labor Zürich
- 15 siehe Labor Zürich
- 16 Unteruhldingen-Stollenwiesen
- 17 Wangen-Hinterhorn

Labor Zürich:

- 13 Sippligen-Osthafen
- 14 TG/Steckborn-Schanz
- 15 TG/Steckborn-Turgi
- 18 ZH/Meilen-Schellen
- 19 ZH/Bauschanze
- 20 ZH/Meilen-Im Grund
- 21 ZH/Greifensee-Wildsberg
- 22 LU/Hitzkirch-Seematte
- 23 ZH/Feldmeilen-Vorderfeld
- 24 ZH/Mozartstrasse
- 28 ZH/Pressehaus und AKAD
- 29 ZH/Uetikon-Schifflande
- 30 ZH/Meilen-Rohrenhaab
- 31 SZ/Freienbach
- 32 ZH/Maur-Schifflande
- 33 ZH/Mythenschloss
- 34 ZH/Greifensee-Furen
- 35 ZH/Fällanden-Rietspitz
- 36 ZH/Horgen-Dampfschiffsteg
- 37 ZH/Erlenbach-Widen
- 38 ZH/Wollishofen-Strandbad
- 39 ZH/Erlenbach-Winkel
- 40 ZG/Zug-Sumpf
- 41 ZH/Alpenquai
- 42 ZH/Wollishofen-Haumesser
- 43 ZH/Grosser Hafner
- 44 ZH/Wädenswil-Hintere Au
- 45 ZH/Greifensee-Böschen
- 46 ZH/Kleiner Hafner
- 47 BE/Twann
- 48 BE/Vinelz
- 49 BE/Lüscherz
- 50 NE/Auvernier

- 51 TG/Eschenz-Mettlen
- 52 BL/Augst
- 53 ZH/Oberwinterthur
- 54 BS/Basel Murus Gallicus
- 55 GE/Genf Hafengöttin

Labor Neuchâtel:

- 56 VD/Morges
- 57 VD/Yverdon
- 58 VD/Corcelettes
- 59 NE/St. Aubin
- 60 NE/Bevaix
- 61 NE/Cortailod
- 62 NE/Hauterive
- 63 NE/St. Blaise
- 65 NE/Le Landeron
- 66 BE/St. Pierre
- 67 BE/Wingreis
- 68 BE/Kallnach
- 69 BE/Erlach
- 70 FR/Montilier
- 73 VD/Cudrefin
- 74 VD/Avenches-le Port
- 75 VD/Avenches-Eau noir
- 76 VD/Avenches
- 77 FR/Portalban
- 78 FR/Gletterens
- 79 FR/Estavayer-le Lac
- 80 SO/Solothurn
- 81 SO/Biberist
- 82 BE/Aegerten

Labor Moudon:

- 83 GE/Corsier-Port
- 84 GE/Les Paquis
- 85 VD/Yvonand
- 86 F/Sevrier Lac d'Annecy
- 87 F/Duingt Lac d'Annecy
- 88 F/Falotiers Le Mans
- 89 F/Sanguinet Bordeaux
- 90 F/Bretignols sur Mer
- 91 F/Conjux Lac du Bourget

Verwendete Daten anderer Labors:

- 25 BE/Seeberg-Burgäschisee
(Huber München)
- 26 SH/Thayngen-Weier (Huber München)
- 27 SH/Thayngen-Weier (Huber München)
- 64 NE/Pont de Thielle-Cornaux-les Sauges
(Hollstein Trier)
- 71 NE/La Tène (Hollstein Trier)
- 72 FR/Vully-le Haut (Hollstein Trier)

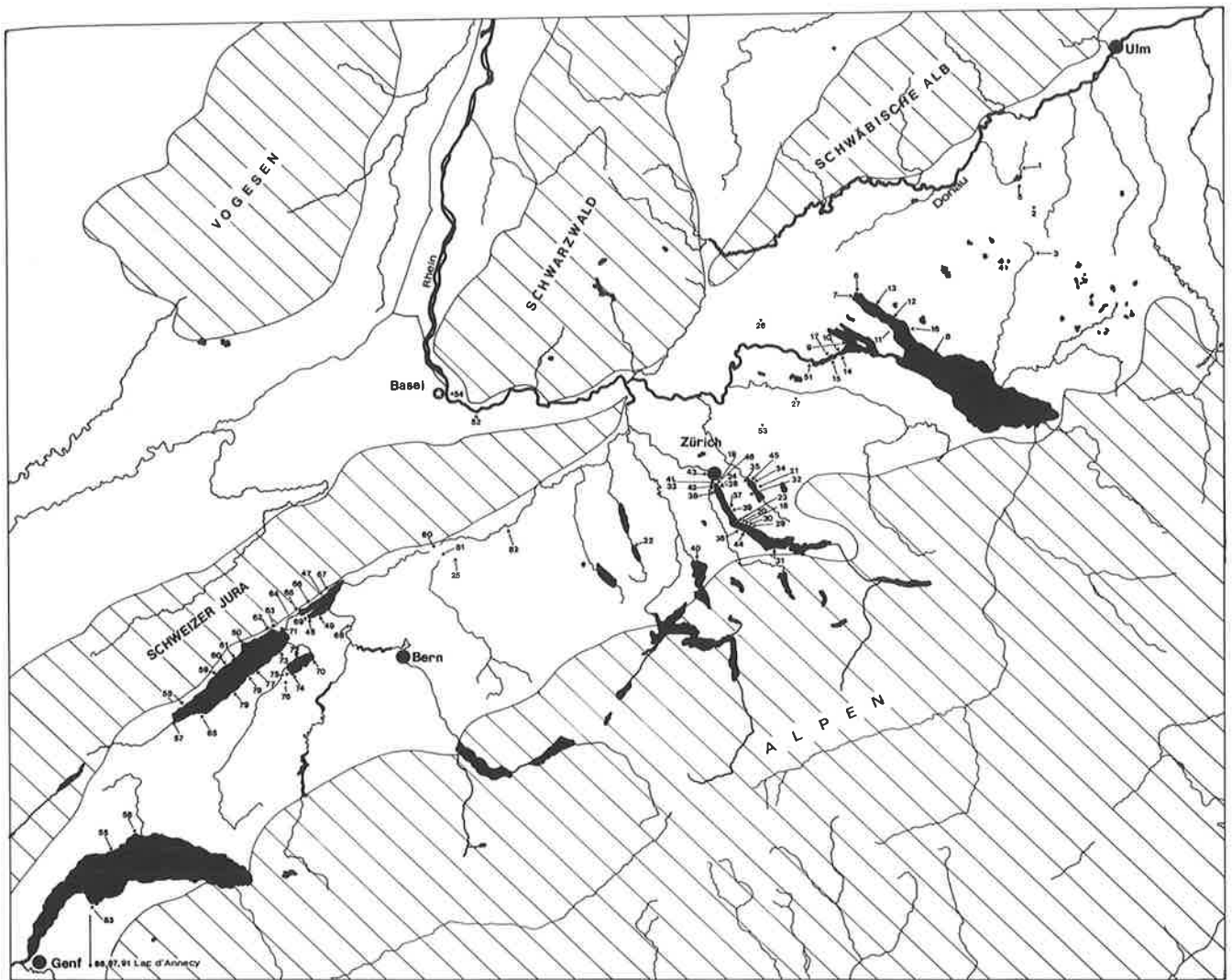


Abb.10 Fundorte der einzelnen Bausteine der urgeschichtlichen Chronologien Südwestdeutschlands und der Schweiz (vgl. auch Abb. 18-24).

	West-CH	Nord-CH	Bodensee	Oberschwaben	Donau	Main	Standard
West-CH		4 62,5	5 63,4	2 59,0	3 59,0	3 59,4	3 59,7
Nord-Ch	4 <u>62,5</u>		7 <u>69,3</u>	3 61,0	5 61,8	5 <u>63,8</u>	5 <u>66,2</u>
Bodensee	5 <u>63,1</u>	7 <u>69,3</u>		3 62,0	5 <u>63,8</u>	5 62,6	6 <u>65,7</u>
O.Schwaben	2 59,0	3 61,0	3 62,0		3 <u>67,3</u>	2 59,0	3 <u>65,7</u>
Donau	3 59,0	5 61,8	5 63,8	3 <u>67,3</u>		1 <u>63,6</u>	1 78,4
Main	3 59,4	5 63,8	5 62,6	2 59,0	1 63,6		1 81,8
Standard	3 59,7	5 <u>66,2</u>	6 <u>65,7</u>	3 <u>65,7</u>	1 78,4	1 81,8	

Abb.11 Gleichläufigkeitsprozent der urgeschichtlichen Teilchronologien im gegenseitigen Vergleich, in bezug zu den Auwaldchronologien von Main und Donau sowie zum Hohenheimer Auwaldstandard.

anhand von Gleichläufigkeitswerten, Signaturübereinstimmungen, sowie über t-Testwerte der insgesamt 18 vorliegenden regionalen Teilchronologien und der aus ihnen resultierenden drei grossen überregionalen Chronologien. Darüberhinaus wurden Gleichläufigkeiten und t-Testwerte für alle zeitlich überlappenden regionalen Teilchronologien berechnet, die in Abbildung 13 zusammengestellt sind.

Im Gleichläufigkeitstest erreichen von den 18 Regionalchronologien des Zeitraumes von 4089 bis 848 v. Chr. immerhin 16 hochsignifikant abgesicherte Gleichläufigkeiten zur Hohenheimer Standardkurve. Im Signaturtest bestehen in den datierten Lagen mit einer einzigen Aus-

nahme durchweg hochsignifikante Übereinstimmungen. Im t-Test, welcher im Gegensatz zu den Gleichläufigkeitstests nicht nur die Tendenz (steigend-fallend) der Kurven, sondern die Ringbreitenvariationen in ihren absoluten Werten berücksichtigt (Einzelheiten bei Baillie 1982, S.82 ff.), treten schliesslich wiederum mit einer Ausnahme eindeutige Übereinstimmungen bei Werten zwischen 4,7 bis 12,2 auf. Unter den 18 regionalen Chronologien befinden sich demnach lediglich zwei Kurven, deren Übereinstimmungen nicht in allen Gleichläufigkeitstests hochsignifikante Werte zur Standardkurve aufweisen. Es handelt sich zum ersten um die Sequenz Westschweiz 1 (4086 bis 3532 v. Chr.), deren Gleichläufigkeit zur Standardkurve bei 57,9% nur auf dem

Regionalkurven		Standardkurve Hohenheim					
		A	E	Gl.	Sig.	T	J
Westschweiz	W1	4086 - 3532		57,9	72,9	5,8	555
Nordschweiz	N1	4089 - 3643		64,4	70,9	7,9	375
Oberschwaben	O1	3959 - 3651		66,6	77,4	5,9	309
Bodensee	B1	4001 - 3812		61,9	73,7	3,9	190
Bodensee	B2	3712 - 3507		59,0	64,4	6,8	206
Westschweiz	W2	3451 - 2434		58,8	61,5	6,3	1018
Nordschweiz	N2	3426 - 3023		62,8	68,8	4,7	404
Nordschweiz	N3/4	2917 - 2460		63,7	73,7	7,9	458
Oberschwaben	O2	3562 - 3263		64,2	78,5	5,6	300
Bodensee	B3	3462 - 3306		66,7	73,2	4,1	157
Bodensee	B4	3218 - 2666		65,4	75,5	6,9	553
Nordschweiz	N5	1837 - 1503		65,0	77,6	6,8	335
Oberschwaben	O3	1864 - 1512		65,9	76,0	6,1	353
Bodensee	B5	1758 - 1503		69,0	78,3	5,8	256
Westschweiz	W3	1761 - 1616		63,4	77,8	2,9	146
Westschweiz	W4	1450 - 848		61,5	69,8	5,7	603
Nordschweiz	N6	1299 - 953		74,6	87,6	12,2	347
Bodensee	B6	1187 - 850		72,1	86,8	11,3	338

Abb. 12 Vergleich der urgeschichtlichen Teilchronologien mit dem Hohenheimer Standard (A, E = Anfangs- und Endjahr, Gl. = Gleichläufigkeitsprozent, Sig. = Signaturübereinstimmung, T = t-Wert, J = Jahresanzahl bzw. Länge)

99,0 %-Wahrscheinlichkeitsniveau gesichert ist. Dies dürfte auf die bereits beträchtliche Entfernung zu den Standorten der Auwaldeichenchronologien Süddeutschlands zurückzuführen sein, worauf später noch ausführlich einzugehen sein wird. Die Synchronlage der neolithischen Sequenz der Westschweiz ist aber mit einer hochsignifikanten Signaturübereinstimmung (72,9) und einem t-Wert von 5,8 eindeutig bestätigt. Die bisher 206 Jahre umfassende Regionalkurve Bodensee 2 (3712 bis 3507 v. Chr.) weist im Gleichläufigkeits- und Signaturtest nur Werte mit 99,0% bzw. 95,0% Wahrscheinlichkeit auf. Wie aus Abb. 9 leicht zu ersehen, schliesst die Chronologie Bodensee 2 eine Lücke, welche in den Regionalchronologien der anderen Landschaften gegen 3600 v. Chr. besteht, so dass in den Tests nur zur Chronologie Westschweiz 1 eine mit 181 Jahren ausreichend lange zeitliche Überlappung besteht. Die Synchronisierung dieser Kurve ist mit einer Gleichläufig-

keit von 60,6% zur Westschweizer Chronologie, wie auch mit einem t-Wert von 6,8 zur Standardkurve einwandfrei gesichert.

Die drei südmitteleuropäischen Urgeschichtschronologien, in denen das gesamte Kurvenmaterial bislang datierter Pfahlbaustationen zusammengefasst ist, erreichen im Test mit der Hohenheimer Standardkurve bei Gleichläufigkeiten zwischen 63 bis 68%, Signaturübereinstimmungen von 73% bis 82% und t-Werte von 8,2 bis 15,4 bemerkenswert hohe, durchweg hochsignifikante Werte (siehe Abbildung 14). Dies ist ein letzter, schlüssiger Beweis für die Richtigkeit der dendrochronologischen Daten. Darüber hinaus bestätigen diese Testwerte den Verlauf und die Signaturen der Standardkurve anhand eines externen, unabhängig aufgebauten Jahringmaterials über insgesamt mehr als zweieinhalb Jahrtausende.

	N1		O1		B1		B2	
	GL.	T	Gl.	T	Gl.	T	Gl.	T
W1	65,7	5,9	59,7	2,6	64,6	3,6	60,6	3,4
N1			65,6	4,1	64,6	3,0		
O1					63,9	1,4		

	N2		N3/4		O2		B3		B4	
	Gl.	T	Gl.	T	Gl.	T	Gl.	T	Gl.	T
W2	61,5	5,4	55,1	1,4	57,4	2,6	66,2	3,8	60,7	3,2
N2					58,9	2,4	65,0	4,4		
N3/4									70,5	4,2

	N5		O3		B5	
	Gl.	T	Gl.	T	Gl.	T
W3	75,9	5,6	57,2		68,3	2,9
N5			57,8	3,9	76,5	7,4
O3					63,8	5,0

	N6		B6	
	GL.	T	Gl.	T
W4	69,4	8,0	63,5	9,6
N6			79,5	13,2

Abb. 13 Gegenseitiger Vergleich der urgeschichtlichen Teilchronologien (Abkürzungen vgl. Abb. 12)

Zeitraum v. Chr.	Standard Hohenheim				Auwaldeichen Donau			
	J	GL%	Sig%	T	J	GL%	Sig%	T
A: 4089 - 2434	1584	63,6	73,5	15,4	1588	62,5	67,8	12,0
B: 1864 - 1503	362	65,9	81,8	8,2	362	62,6	75,2	6,6
C: 1450 - 848	603	68,4	81,9	8,2	603	63,5	70,0	5,8

Zeitraum v. Chr.	Auwaldeichen Main				Auwaldeichen Rhein			
	J	GL%	Sig%	T	J	GL%	Sig%	T
A: 4089 - 2434	1575	60,3	67,5	12,6	176	59,8	59,8	3,7
B: 1864 - 1503	362	60,7	68,9	5,9	362	58,4	60,0	2,4
C: 1450 - 848	603	67,6	74,9	6,9	603	67,1	76,0	4,8

Abb. 14 Vergleich der drei überregionalen urgeschichtlichen Chronologien der Schweiz und Südwestdeutschlands mit dem Hohenheimer Standard und den Auwaldchronologien von Donau, Main und Rhein (J = Jahresanzahl bzw. Länge, GL% = Gleichläufigkeitsprozent, Sig% = Signaturübereinstimmung, T = t-Wert)

1.6.3 Geographische Reichweiten in den Kurven- übereinstimmungen urgeschichtlicher Regionalchronologien Südmitteleuropas

Die Synchronlagen regionaler Eichenchronologien aus urgeschichtlichen Ufer- und Moorsiedlungen und subfossilen Auwaldeichenchronologien lassen im Süd-Nordprofil eine deutliche Beziehung zwischen geographischer Herkunft und der Höhe der Kurvenähnlichkeit erkennen. Ausgangspunkt dieser Untersuchung sind die in den Abbildungen 12 und 16 zusammengestellten Korrelationen, wobei die Gleichläufigkeiten der Vorgeschichtschronologien in Abbildung 15 in schematischer Form zu überblicken sind.

Die Zusammenhänge sollen am Beispiel der räumlich am weitest entfernten Regionalchronologien des Dreiseengebietes der Westschweiz im Süden, und der nördlichen Region Oberschwaben anhand der gut belegten Kurven der ersten Hälfte des vierten vorchristlichen Jahrtausends erläutert werden (siehe Abb. 16). Die neolithischen Eichenhölzer der Westschweiz weisen zu denjenigen der angrenzenden Landschaften der Nordschweiz, wie zu erwarten, die besten Übereinstimmungen auf (GL=65,7%, t=5,9). Die Ähnlichkeiten nehmen dann mit zunehmenden Entfernungen zu den nördlichen Herkunftsorten kontinuierlich ab und sinken zu den weitest entfernten Auwaldeichen des Maintales auf 57,2% bzw. 3,5. Demgegenüber haben die zeitlich entsprechenden Eichenhölzer der oberschwäbischen Siedlungen zur Westschweiz die geringsten Übereinstimmungen. Die Werte steigen zur Nordschweiz und zum Bodenseegebiet deutlich an. Die beste Synchron-

lage erweist sich jedoch zur Donaulandschaft (GL=67,2%), ehe die Gleichläufigkeit weiter nach Norden zur Mainsequenz erneut stark abnimmt.

In diesem Süd-Nordprofil besteht zwischen Gleichläufigkeit und t-Werten ein generell übereinstimmender, mit zunehmender Distanz der verglichenen Kurven abfallender Trend, doch zeigen die Gleichläufigkeiten in ihren Absolutwerten klarere Zusammenhänge. Sucht man jedoch nach der Übereinstimmung über grössere Entfernungen, so erweisen sich Signatur- und t-Testwerte als überlegen. Beim Vergleich zwischen Regionalchronologien mit der Standardkurve übertrifft beispielsweise die südliche Region Westschweiz im t-Wert (5,8) sogar die nördliche Provinz Oberschwaben (5,4), die nordschweizerische Chronologie erreicht zur Standardkurve im selben Zeitraum sogar einen t-Wert von 7,8. Die Übereinstimmungen dieser drei Serien mit den Signaturen der Standardkurve beträgt durchweg über 70%, hier macht sich aber bei der oberschwäbischen Chronologie die räumliche Nähe mit den höchsten Signaturwerten von 77,4% erneut deutlich bemerkbar.

Wie bereits anhand der Fernkorrelationen zwischen den südmitteleuropäischen und nordirischen Urgeschichtschronologien erörtert, gibt es Hinweise dafür, dass die Gleichläufigkeiten gleichzeitig gewachsener Eichenhölzer weit entfernter Landschaften im Verlauf der Jahrhunderte stärkeren Schwankungen unterworfen waren. Dies gilt offenbar auch für die süddeutschen und schweizerischen Urgeschichtschronologien des zweiten bis vierten vorchristlichen Jahrtausends. Die Synchronlagen der regionalen Chronologien (Abb. 12) blei-

ben über das Neolithikum in ihren Korrelationen auf etwa gleichbleibendem Niveau. In der Frühbronzezeit (Zeitraum 1850 bis 1500 v. Chr.) steigen die Ähnlichkeiten der Serien aus der Schweiz und Südwestdeutschland zur Standardkurve bereits merkbar an. Die höchste Übereinstimmung besteht jedoch zwischen den spätbronzezeitlichen Eichenhölzern der Nordschweiz und des Bodenseegebietes. Hier erreichen die Gleichläufigkeiten zur Standardkurve über 72%, die Signaturübereinstimmung mehr als 86%, und die t-Werte mehr als 11 (!). Die südmitteleuropäische Standardkurve weist zur gleichen Zeit erstaunlich gute Fernkorrelationen mit Eichen-

hölzern aus Norddeutschland, aber auch mit den entsprechenden Abschnitten der nordirischen Eichenstandardkurve auf. In Anbetracht dieser signifikanten Kurvenübereinstimmungen zwischen Eichenhölzern aus Standorten vom Genfersee über Süddeutschland bis zur Ostseeküste, aber auch bis Nordirland, muss man wohl davon ausgehen, dass zwischen 1500 bis 850 v. Chr. in Europa gehäuft Grosswetterlagen aufgetreten sein müssen, die über grosse Landschaftsräume hinweg die in dieser Zeit gebildeten Eichenjahrringmuster in hohem Masse geprägt haben.

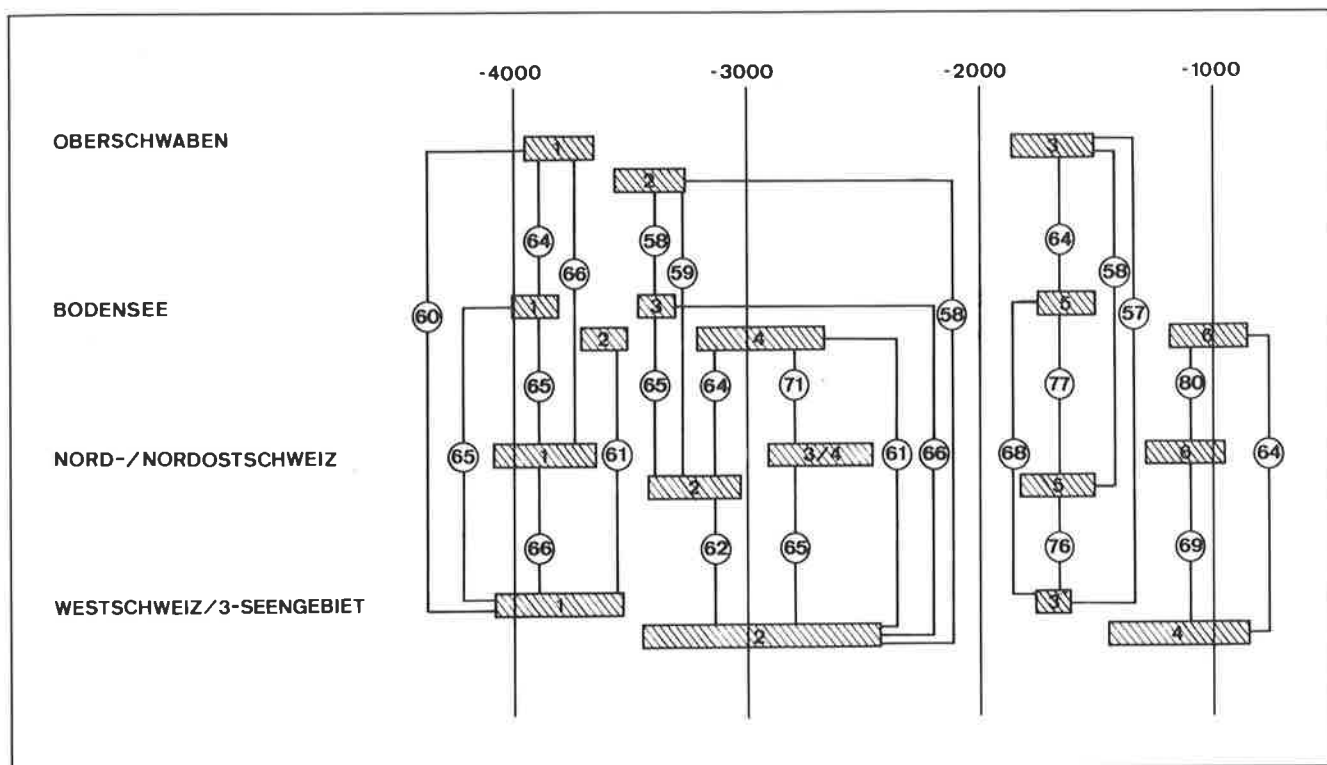


Abb. 15 Gleichläufigkeitstest zwischen den sich jeweils zeitlich überlappenden urgeschichtlichen Eichenchronologien der Westschweiz, Nordschweiz, des Bodenseegebietes und Oberschwabens über den Zeitraum von 4089 bis 848 v. Chr. Die Reihenfolge der Blöcke entspricht der geographischen Lage der Regionen im Süd-Nordprofil, so dass aus der Graphik auch die Beziehungen zwischen Kurvenübereinstimmungen und geographischen Entfernungen zwischen den Chronologien abzulesen sind.

1.6.4 Bemerkungen zur Splintgrenzendatierung

Die dendrochronologische Synchronisierung der Jahrringkurven, die hier kurz erläutert wurde, datiert zunächst nur den Wachstumszeitraum der an den Hölzern erhaltenen Jahresringe. Die eigentliche, archäologisch relevante Datierung ist jedoch die Festlegung der Fällungsdaten, welche den unmittelbaren Bezug zur Errichtung der betreffenden Konstruktionen herstellt. Fällungsdaten sind jedoch nur dann jahrgenau festzulegen, wenn an den Hölzern der letzte vor dem Absterben gebildete Zuwachs – die sogenannte Waldkante – erhalten ist.

Bei schlechtem Erhaltungszustand der Proben oder bei aussen abgebeilten Konstruktionsteilen kann dendrochronologisch zunächst nur das Endjahr der an den Holzquerschnitten vorhandenen Ringfolge datiert wer-

den. Bei Eichen ist das Fällungsdatum von Hölzern ohne Waldkante aber dann doch noch mit einem statistischen Spielraum von ± 10 Jahren festzulegen, wenn wenigstens Reste des leicht vergänglichen, an den Proben aber gut erkennbaren Splintholzes vorhanden sind. Einzelheiten zur Datierung über Splintholzgrenzen bei Eichen finden sich bei Hollstein (1965) und Becker (1981). Falls an keinem der Bauteile einer Konstruktion Splintholzreste feststellbar sind, kann die Jahrringanalyse lediglich ein frühestmögliches Fällungsdatum dadurch ermitteln, dass zum letzten erfassten Kernholzring der auf jeden Fall fehlende Splintholzanteil zugeschlagen wird. Dabei ist natürlich zu berücksichtigen, dass ein auf diese Weise errechnetes Datum um den unbekanntem Anteil fehlender Kernholzanteile zu alt ist, also nur einen *terminus ante quem non* darstellt.

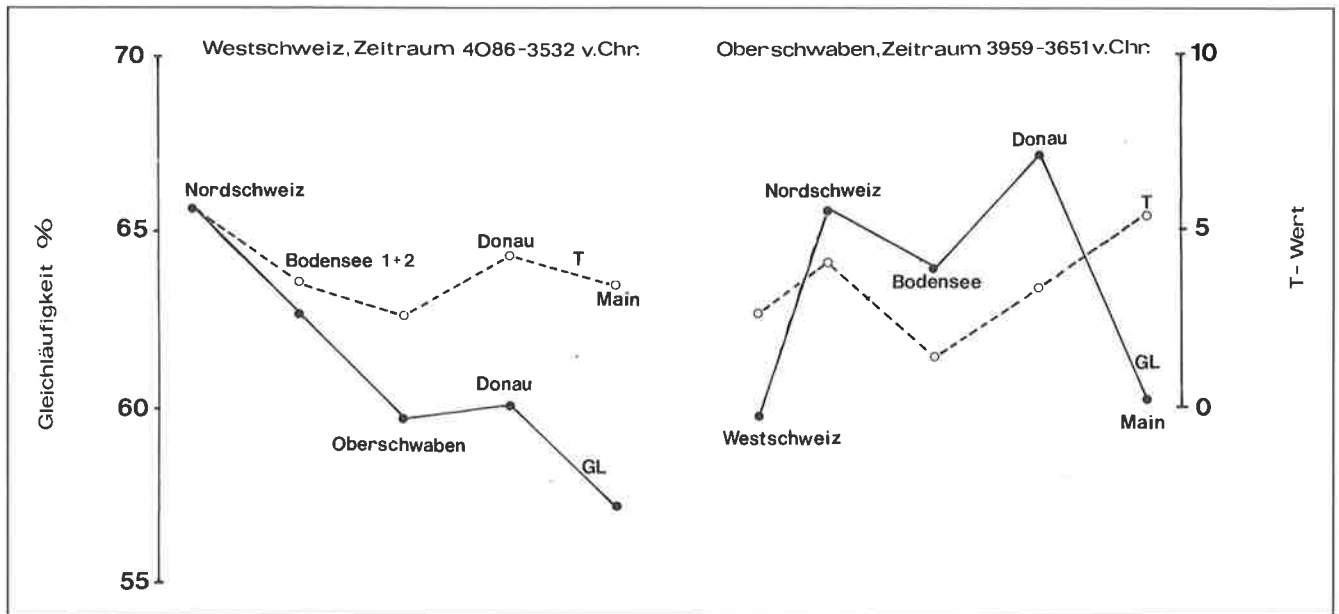


Abb. 16 Beziehungen zwischen Kurvenähnlichkeit und räumlicher Entfernung in urgeschichtlichen Eichenchronologien, dargestellt am Beispiel der neolithischen Chronologie der Westschweiz (Zeitraum 4086–3532 v. Chr.) und aus Oberschwaben (Zeitraum 3959–3651 v. Chr.). Im Süd-Nordprofil zeigt der Test am Beispiel der Westschweiz ein deutliches Gefälle sowohl der Gleichläufigkeiten (GL) wie der T-Werte (T). Gleiches gilt in umgekehrter Richtung für die neolithische Eichenchronologie Oberschwabens, wobei nach Norden (Donautal) die Gleichläufigkeit den höchsten Wert erreicht, dann aber zu der weiter entfernten Maintalserie rasch wieder absinkt.

1.7 Zusammenfassung

Aus den Ergebnissen der Synchronisierung von 18 regionalen Urgeschichtschronologien der Schweiz und Südwestdeutschlands mit den südmitteleuropäischen Auwaldeichenchronologien lassen sich zusammenfassend folgende Gesichtspunkte hervorheben:

Die Eichenjahrringchronologien urgeschichtlicher Pfahlbaukonstruktionen Südmitteleuropas sind in allen angewandten Testverfahren hochsignifikant mit der Hohenheimer Standardkurve synchronisiert. Die drei aus diesem Jahrringmaterial aufgebauten, mehrhundert- bis über tausendjährigen und überregional belegten Urgeschichtschronologien zeigen in den Korrelationen mit der Standardkurve so hohe Übereinstimmungen, dass an der Richtigkeit ihrer dendrochronologischen Datierung kein Zweifel bestehen kann. Diese unabhängig erstellten Chronologien der Schweiz und Südwestdeutschlands bestätigen damit extern den Verlauf und die Signaturen der entsprechenden Abschnitte der Hohenheimer Standardkurve zwischen 4000 bis 850 v. Chr. über insgesamt 2600 Jahre hinweg.

Für die praktische Arbeit bei der Jahrringanalyse urgeschichtlicher Siedlungshölzer zeigen die vorgelegten Testergebnisse, dass Synchronisierungen von Jahrringkurven anhand des jetzt vorliegenden Netzes von Regionalchronologien heute bereits Routinearbeit geworden sind. Dabei kann jede neue dendrochronologische Datierung von Holzfinden einer Region zusätzlich durch

Vergleiche mit den Chronologien benachbarter Landschaften überprüft und abgesichert werden. Falls im Fortschreiten der Analysen der beteiligten Laboratorien Holzfunde von Siedlungen aus archäologisch bisher noch nicht erfassten Zeitabschnitten bearbeitet werden, besteht jederzeit eine hohe Wahrscheinlichkeit ihrer Datierung an der lückenlos durchlaufenden Standardkurve. Zur sicheren Synchronisierung von Holzfinden aus weiter entfernten Stationen sollten jedoch zumindest mehrfach belegte, über 100-jährige Mittelkurven vorliegen.

Die in den letzten Jahren immer engere Zusammenarbeit zwischen den Jahrringlaboratorien der Schweiz und Süddeutschlands lässt in jedem Fall eine weitere Verdichtung und Erweiterung der urgeschichtlichen Eichenjahrringchronologie erwarten, wodurch die Grundlagen dendrochronologischer Datierungen von Hölzern der Urgeschichte in Zukunft weiter verbessert werden dürften.

Dies gilt bereits heute für die südmitteleuropäische Eichenstandardkurve nach der Einbeziehung des umfangreichen Kurvenmaterials urgeschichtlicher Siedlungshölzer, wobei darauf hinzuweisen ist, dass zur einwandfreien Darstellung der bestehenden Synchronlagen in der vorliegenden Arbeit für die Hohenheimer Standardkurve nur die unabhängig erarbeiteten Bausteine regionaler Auwaldeichenchronologien des Rhein-Main-Donaugebietes zugrunde gelegt worden waren.

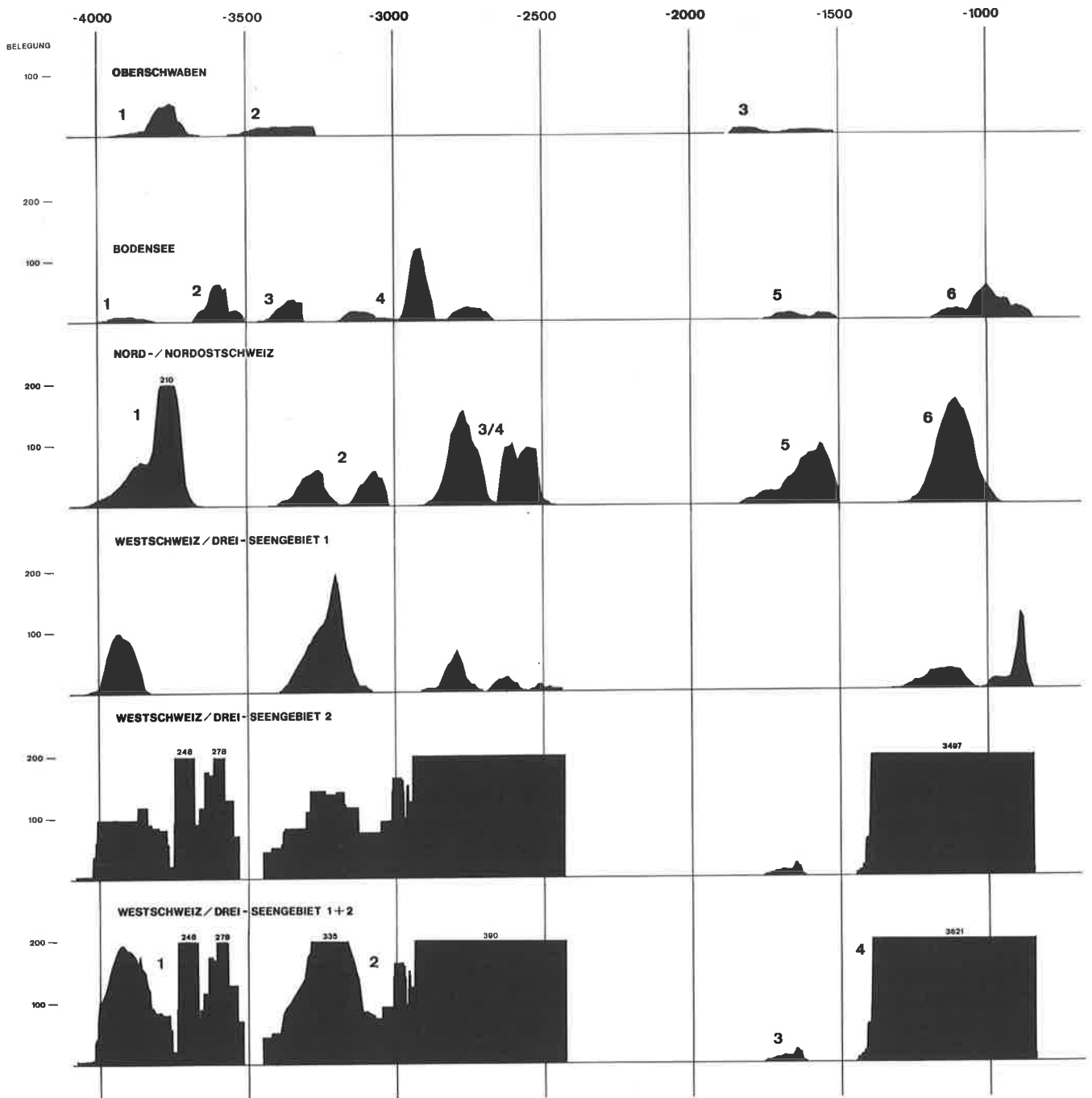


Abb.17 Belegichte der urgeschichtlichen Chronologien der Schweiz und Süddeutschlands

2. Stand der Jahrringchronologien Oberschwabens und des Bodensees

2.1 Die Entwicklung des Labors Hemmenhofen

Die Deutsche Forschungsgemeinschaft hat 1983 ein Schwerpunktprogramm (Siedlungsarchäologische Untersuchungen im Alpenvorland) eingerichtet, an dem die (Pfalhbauarchäologie) des Landesdenkmalamtes Baden-Württemberg und das Institut für Ur- und Frühgeschichte der Universität Freiburg massgeblich beteiligt sind. Im Rahmen dieses Programms werden zunächst zwei Siedlungen, und zwar die jungneolithische Ufersiedlung Hornstaad-Hörnle I am Bodensee und die früh-mittelbronzezeitliche Siedlung (Forschner) im Federseemoor vollständig ausgegraben. Das Hauptinteresse der Untersuchungen, welche von einem interdisziplinär besetzten Team unter Leitung von H. Schlichtherle in Hemmenhofen durchgeführt werden, gilt den Wechselbeziehungen zwischen Mensch und Umwelt.

Das archäodendrologische Labor Hemmenhofen befasst sich mit der Auswertung der Holzfunde dieser Siedlungen im weiteren Rahmen der etwa 100 urgeschichtlichen (Pfalbausiedlungen) Südwestdeutschlands. Die archäologische Auswertung der Holzfunde (Holzbearbeitungstechnik und Bauwesen) ist dabei im Arbeitsablauf eng mit der naturwissenschaftlichen Untersuchung (Holzanatomie, Dendrochronologie) gekoppelt. In der mit der siedlungsarchäologischen Zielsetzung verknüpften archäodendrologischen Problematik verbirgt sich ein synoptischer Versuch, den vielfältigen Fragenkomplex der Beziehungen zwischen Mensch, Holz und Wald abzuklären und die verschiedenen Vorgänge der Waldarbeit, des Siedlungsbaus und anderer mit Holz verbundener Aktivitäten des prähistorischen Menschen zu rekonstruieren (Billamboz und Schlichtherle 1982 a). Die Artbestimmung gibt zunächst Auskunft über die Holzauswahl der Siedler in Abhängigkeit von den lokalen Waldbeständen, vom technologischen Stand und der Kenntnis der artspezifischen Holzeigenschaften. Ein weiterer Schritt ist die chronologische Einordnung des im Verlauf der verschiedenen Besiedlungsphasen verwendeten Baumaterials mit Hilfe der Dendrochronologie. In diesem Beitrag soll nur das bisher aufgebaute chronologische Gerüst umfassender dargestellt werden.

Die bislang untersuchten Hölzer stammen sowohl aus den laufenden Grossgrabungen, als auch aus den zahlreichen Sondagen des (Projekts Bodensee-Oberschwaben), welche im Rahmen einer Bestandaufnahme der See- und Moorsiedlungen Südwestdeutschlands zwischen 1979 und 1982 durchgeführt wurden (Schlichtherle 1984 a). Einige Sequenzen aus den Siedlungen von Steckborn, die im Rahmen eines schweizerischen Nationalfonds-Projektes zur Erforschung des thurgauischen Bodenseeuferes im Labor Zürich erarbeitet worden sind (Hasenfrazz und Winiger 1985), sind beim Aufbau der Regionalchronologie des Bodensees mitberücksichtigt worden.

Die Synchronisierungsarbeiten haben rasch die Notwendigkeit eines regional getrennten Aufbaus von Jahrringchronologien für den Bodenseeraum, beziehungsweise für Oberschwaben, erkennen lassen. Der Grund dürfte in klimatischen Verschiedenheiten zu suchen sein, welche durch die Grenze des Weinbaugebietes um den Bodensee gegen Oberschwaben klar erkennbar wird. Dies macht wohl auch verständlich, warum die Regionalchronologie Oberschwabens zu den nach Norden hin angrenzenden Auwaldeichenchronologien des Donaulaufes die besten Übereinstimmungen aufweisen, während die Sequenzen der Stationen des Bodenseegebietes problemlos mit denjenigen der Nordostschweiz zu synchronisieren sind (Einzelheiten siehe Kapitel 1.6). Es war daher ein ausserordentlicher Vorteil, dass das Hemmenhofener Labor von Anbeginn der Arbeiten auf die damals bereits weiter fortgeschrittenen Eichenjahrringchronologien Süddeutschlands und der Schweiz zurückgreifen konnte.

Dendrochronologische Daten bronzezeitlicher Siedlungen sind bereits 1984 publiziert worden (Becker, Billamboz und Schmidt 1984). Sie beruhen auf der Synchronisierung einiger Lokalsequenzen in die seinerzeit nur 14-C kalibrierte Hohenheimer Standardkurve. Wie in den Abschnitten 2 und 4 ausführlich dargestellt, sind die Fälldaten dieser Stationen nach den Synchronlagen im heute lückenlosen Jahrringkalender um vier Jahre zum Älteren hin zu verschieben. Eine ausführliche Darstellung der neolithischen Dendrodaten befindet sich derzeit im Druck (Billamboz und Becker 1985). In der Abbildung 18 sind sämtliche bisher im Zeitraum zwischen 4000 und 800 v. Chr. synchronisierten Sequenzen eingetragen. Eine bisher noch nicht synchronisierte Sequenz aus der eponymen Station Aichbühl ist anhand von Radiocarbonserienmessungen auf den Zeitraum von 4390 bis 4280 BC datiert worden (Kromer, Billamboz und Becker 1985). Weitere Sequenzen aus Schussenrieder Moorsiedlungen Oberschwabens, sowie aus den Ufersiedlungen der Hornstaader Gruppe am Bodensee sind noch in Bearbeitung und lassen die Hoffnung, bald eine Brücke zwischen dem 14-C kalibrierten Datum von Aichbühl und dem kalenderjahrgenaue Datennetz schlagen zu können. Die Tabelle in Abbildung 18 birgt Auskunft sowohl über die Zusammensetzung der Regionalchronologien, als auch über die den jeweiligen Schlagjahren entsprechenden Dendro-Daten. Sämtliche Daten resultieren aus der Synchronisierung von Hölzern, die wenigstens 60 Jahrringe aufweisen. Einzig für die Bauphase 3541–3531 v. Chr. von Hornstaad-Hörnle I sind ringärmere Hölzer aufgrund weiterer Argumente im Rahmen einer grossflächigen Untersuchung mitberücksichtigt worden (Billamboz 1985).

Die Belegdichte der bislang erarbeiteten, hier dargestellten Jahrringsequenzen ist sehr unterschiedlich. Dies beruht einerseits auf der noch kurzen Dauer, die seit dem Beginn der Einrichtung unseres Labors verstrichen ist. Andererseits sind Zahl und Qualität der dendrochronologisch zu bearbeitenden Hölzer naturgemäss in hohem Masse vom Fundmaterial der Grabungsflächen abhängig, welche nach der Bedeutung der jeweiligen Fundplätze im Forschungsprogramm ausgewählt werden. So ist durchaus zu erwarten, dass verschiedene, bisher noch nicht datierte Sequenzen beim Fortschreiten der Grabungen durch höhere Belegdichte und Verlängerung der bisherigen Mittelkurven in Zukunft doch mit

einer der vorliegenden Regionalchronologien synchronisiert werden können.

2.2 Die Jahrringchronologie Oberschwabens

Wie schon erwähnt, konnte die Lokalsequenz aus Aichbühl radiometrisch in der Kalibrationskurve der süddeutschen Auwaldeichenserien zwischen 4390 und 4280 BC eingepasst und damit datiert werden (Kromer, Billamboz und Becker 1985). Da keine Splintringe vorhanden sind, stellt das hierbei ermittelte Schlagjahr von 4260 nur den frühestmöglichen Zeitpunkt der Fällung dar. Eine weitere, 200-jährige Sequenz aus der frisch entdeckten Schussenrieder Siedlung Hartöschle am nördlichen Federsee soll demnächst ebenfalls anhand von 14-C Serienmessungen datiert werden.

Die ersten in der südmitteleuropäischen Standardkurve eingepassten und damit jahrgenau datierten Sequenzen betreffen vier Siedlungen der Pfyner-Altheimer Gruppe, die aufgrund der Sondagen des Projekts Bodensee-Oberschwaben als ‚missing link‘ in der bisher bekannten, kulturellen Abfolge des oberschwäbischen Neolithikums anzusehen ist (Schlichtherle 1984 a). Die Zuordnung der Daten zu einzelnen Siedlungsphasen ist durch die Synchronisierung zahlreicher Hölzer aus der Kulturschicht gesichert: Verkohlte Bretter aus dem unteren Schichtpaket am Schreckensee, Pfähle und liegende Hölzer im Bauverband am Olzreutersee, Pfähle und Hölzer aus den Abfallhaufen in Reute-Schorenried und Bodenschwellen in Ödenahlen liessen sich zu einer Gesamtsequenz von 309 Jahren zwischen 3959 und 3651 v. Chr. zusammenfassen. Die bisher vorliegenden Schlagjahre dieser Siedlungen deuten auf eine relativ kurze Besiedlung von nur 88 Jahren, und zwar zwischen 3738 und 3650 v. Chr. hin.

Im Endneolithikum ist die Chronologie durch eine Lokalsequenz vom Schreckensee belegt, deren Ringfolge sich über den Zeitraum von 3562 bis 3263 v. Chr. erstreckt. Die anhand von Waldkanten auf 3265 bis 3263 v. Chr. datierte Bauphase ist durch die Verwendung von gross dimensionierten, engringigen, gespaltenen Eichenstämmen gekennzeichnet. Einige der synchronisierten Hölzer liegen im unteren Teil des zweiten Schichtpaketes in gutem stratigraphischen Zusammenhang mit Horgener Scherben, die erst in den Nachuntersuchungen 1982 aufgefunden worden sind (Schlichtherle 1984 b). Die noch schwache Belegung der endneolithischen Regionalchronologie lässt sich wohl darauf zurückführen, dass die endneolithischen Feuchtbodensiedlungen in Oberschwaben derzeit mit Funden aus lediglich zwei Stationen, nämlich Dullenried und Schreckensee, äusserst spärlich vertreten sind. Andererseits kann ein starker Rückgang der Verwendung von Eichenholz im Baumaterial zu dieser Zeit nicht ausgeschlossen werden, wie er sich im Holzartenspektrum der oberen Straten der Station Schreckensee abzeichnet, die der Fazies Goldberg III zugewiesen sind.

Nach einer Datenlücke von 1500 Jahren ist die Regionalchronologie Oberschwabens durch die Lokalsequenz der ‚Siedlung Forschnen‘ erst wieder an der Wende der frühen zur mittleren Bronzezeit vertreten (Becker, Billamboz und Schmidt 1984). Diese Sequenz resultiert aus Analysen von Hölzern aus der ersten Grabungskam-

pagne des Schwerpunktprogramms der Deutschen Forschungsgemeinschaft. Ihre Belegdichte wird sich im Zuge der nächsten Kampagnen wahrscheinlich rasch erhöhen. Da die stratigraphischen Verhältnisse infolge von Erosion und Abtorfungen des Fundplatzes weitgehend ungeklärt sind, bleibt die präzise, kulturelle Zuweisung der dendrochronologisch ermittelten Bauphasen noch offen.

Für eine dendrochronologische Datierung der Spätbronzezeit in Oberschwaben fehlt es noch an geeigneten Fundstellen. In der einzigen bisher ausgegrabenen Siedlung, in der Wasserburg Buchau, ist in den Konstruktionen kaum Eichenholz verwendet worden. Dieser Befund kann möglicherweise dahingehend gedeutet werden, dass im oberschwäbischen Hügelland zu dieser Zeit unter dem Einfluss menschlicher Holznutzung Eichenmischwälder weitgehend in Buchenwälder umgewandelt waren. Dieser Vorgang zeichnet sich, wie erwähnt, bereits im endneolithischen Holzartenspektrum am Schreckensee ab.

2.3 Die Jahrringchronologie des Bodenseeraumes.

Die kurzen Jahrringsequenzen aus Siedlungen der Hornstaader Gruppe (zum kulturellen Begriff vgl. Dieckmann 1985) konnten bislang dendrochronologisch noch nicht datiert werden. Die zahlreichen radiometrischen Analysen von B. Kromer, Heidelberg, an verschiedenen ausgewählten Materialien aus dem Brandhorizont der Siedlung Hornstaad-Hörnle I lassen ein kalibriertes Datum um 4000 BC für diese Sequenzen erwarten. Im ersten Abschnitt der bereits vorliegenden Regionalchronologie des Zeitraumes von 4001 bis 3812 v. Chr. sind einige Hölzer aus den Siedlungen Sipplingen-Osthafen, Wangen-Hinterhorn und Litzelstetten-Krähenhorn synchronisiert worden. Die stratigraphische Korrelation ist durch die Datierung liegender Hölzer aus den untersten Schichten der beiden erstgenannten Stationen gesichert. Die zwischen 3843 und 3812 v. Chr. datierten Schlagjahre lassen sich mit der ersten Besiedlung von Thayngen-Weier in der Entwicklungsphase der Pfyner Kultur parallelisieren. In Sipplingen-Osthafen konnte dabei die weiter andauernde Verwendung von Pfahlschuhkonstruktionen in der Hornstaader Tradition nachgewiesen werden.

Am Ende des Jungneolithikums ist die Regionalchronologie mit Hölzern aus drei Siedlungen des Untersees aus dem Zeitraum zwischen 3712 und 3507 v. Chr. belegt. Dem aus dem Pfahlfeld von Hornstaad-Hörnle I bis ins Detail rekonstruierten Dorfplan (Billamboz 1985) entsprechen infolge einer starken Erosion nur die letzten Kulturschichtreste einer zweiten Besiedlung des Fundplatzes (Kulturschicht B, Dieckmann 1985). Bei den beiden anderen Stationen sind bis jetzt nur bescheidene Sondagen durchgeführt worden (Billamboz und Schlichtherle 1982 b, Hasenfratz und Winiger 1985), die bislang keine stratigraphische Korrelation der Daten anhand liegender Hölzer ermöglichten. Typologische Vergleiche zwischen den drei Stationen sowie eine Lokalisierung der im Bohmetz von Sondagen erfassten Kulturschicht in Wangen ermöglichen eine kulturelle Zuweisung der zwischen 3614 und 3507 v. Chr. datierten Bauphasen in die ausgehende Pfyner Kultur.

Der dritte Abschnitt der Regionalchronologie des Bodensees fällt in den Beginn des Endneolithikums. Die synchronisierten Hölzer stammen vor allem aus Sipplingen-Osthafen, aber auch aus Nussdorf-Seehalde. In Sipplingen-Osthafen gehören die wenigen datierten liegenden Hölzer zu der untersten der endneolithischen Schichten (Kolb 1984).

Die nächste, derzeit 533 Jahre umfassende Chronologie ist in drei Stufen aufgebaut worden. Zwischen 3218 und 2976 v. Chr. ist sie durch Pfähle aus Steckborn-Turgi und Sipplingen-Osthafen belegt. Für letztere Station sind die Zusammenhänge zwischen Dendrochronologie und Stratigraphie noch nicht im Detail abgeklärt. Zwischen 2994 und 2844 v. Chr. erreicht die Chronologie mit der Synchronisierung zahlreicher Hölzer aus Sipplingen-Osthafen ihr Maximum. Dichte, parallel zum Ufer laufende Pfahlreihen deuten auf ein stabileres Bauwerk hin, welches für eine längerfristige, nach den bisherigen Fällungsdaten 44 Jahre andauernde Besiedlung vorgeplant wurde. Zwischen 2881 und 2662 v. Chr. besteht der dritte Teil der Chronologie aus einigen Hölzern der Stationen Bodmann-Schachen II, Hornstaad-Schlössle I und Steckborn-Turgi. In allen drei Fällen sind schnurkeramische Scherben gefunden worden. In Hornstaad-Schlössle I konnte aufgrund einer Vielzahl synchroner Eichenpfähle über eine rund 80 Quadratmeter umfassende Grabungsfläche ein klarer Zusammenhang zwischen den Baubefunden und der inhaltlich homogenen Kulturschicht hergestellt werden. Die Befunde lassen wohl keinen Zweifel an einem früheren Auftreten der Schnurkeramik-Kultur bereits im 27. Jahrhundert v. Chr. Technisch-morphologische Aspekte der Hölzer, wie die länglichen, parallel angesetzten Beilhiebe an den mit charakteristisch polygonalen Querschnitten versehenen Pfahlspitzen, verweisen auf eine bemerkenswerte Sorgfalt bei der Bearbeitung. In den dendrochronologisch datierten Chronologien des Bodenseegebietes hat sich bisher noch kein Pendant zu den schweizerischen Sequenzen des 26. und 25. vorchristlichen Jahrhunderts gefunden. Auch hier sei angemerkt, dass das Ausbleiben entsprechender Daten erneut als Folge eines raschen Rückganges von Eichenbauholz zugunsten von Buche nicht ausgeschlossen werden kann.

Die letzten Phasen der Frühbronzezeit sind durch die Lokalsequenz von Bodman-Schachen I zwischen 1758 und 1503 v. Chr. belegt. Die Kurve konnte parallel zu der schweizerischen Sequenz von Zürich-Mozartstrasse aufgebaut werden. Die synchronisierten liegenden Hölzer stammen aus den zwei oberen Lagen einer dreischichtigen Stratigraphie. Das Fundmaterial ist dem Ensemble von Arbon-Bleiche nahe verwandt (Königer 1984). Die datierten Bauhölzer sind diesmal in besonders zweckmässige Baukonstruktionen eingefügt. Um

ein Einsinken der Häuser in den weichen Untergrund zu verhindern, wurden Tragpfähle in Grundplatten eingesetzt oder mit einem durch ein Loch gesteckten und auf Querhölzer abgestützten Pflock versehen.

Aus der Spätbronzezeit datieren Hölzer aus den Pfahlfeldern von Hagnau-Burg und Unteruhldingen, deren Ringfolgen sich über den Zeitraum zwischen 1187 und 850 v. Chr. erstrecken. In der ersten Station Hagnau-Burg ist die stratigraphische Korrelation zwischen den Baubefunden und den letzten Schichtkeilen an der seawärtigen Front des Pfahlfeldes noch unklar. In Unteruhldingen-Stollenwiesen lässt die totale Abspülung des Siedlungsareals keine Möglichkeit zur Abklärung der Zusammenhänge zwischen Baugeschichte und kultureller Entwicklung. Das bekannte Material ist den Phasen Hallstatt A2 und B3 zuzuweisen (Schöbel 1983). Bemerkenswert ist das nahezu identische Enddatum der Sequenz von Unteruhldingen-Stollenwiesen mit demjenigen der westschweizerischen Ufersiedlungen (vgl. Kapitel 4), das angeblich den «Untergang der Pfahlbauten» markiert.

2.4 Schlussfolgerungen.

Der vorliegende Beitrag verdeutlicht, dass es in Hemmenhofen innerhalb weniger Jahre gelungen ist, urgeschichtliche Eichenhölzer aus Pfahlbausiedlungen Südwestdeutschlands anhand der südmitteleuropäischen Eichenstandardkurve, sowie anhand regionaler Eichenchronologien der Schweiz dendrochronologisch zu datieren. Aus diesen Synchronlagen resultiert der Aufbau regionaler Teilchronologien für das Bodenseegebiet und für Oberschwaben, welche schon heute wesentliche Abschnitte des Zeitraumes zwischen 4000 bis 850 v. Chr. abdecken. Die Kurvenlängen und die Belegdichten dieser Chronologien werden sich voraussichtlich in Kürze weiter verbessern, nachdem unser Labor ständig neue Proben zur Auswertung geliefert bekommt, welche im Rahmen der Grossgrabungen des Schwerpunktprogramms der Deutschen Forschungsgemeinschaft, aber auch aus den parallel laufenden Rettungsaktionen der «Pfahlbauarchäologie Bodensee-Oberschwaben» stammen.

Abbildung 18 gibt einen vollständigen Überblick über die zum gegenwärtigen Zeitpunkt ermittelten Fällungsdaten urgeschichtlicher Ufer- und Moorsiedlungen Südwestdeutschlands. Es sei angemerkt, dass die Darstellung der Daten der beiden Siedlungen von Steckborn am südlichen Bodenseeufer, deren Kurven verabredungsgemäss in die Bodensee-Regionalchronologie eingearbeitet sind, den Kollegen des Zürcher Labors überlassen bleibt.

Abb. 18 Tabelle der im Labor Hemmenhofen erarbeiteten Lokalchronologien Oberschwabens und des Bodenseeraumes (vgl. auch das Blockdiagramm Abb. 19). ▶

ORTS- KUERZEL	SEQUENZEN	REFE- RENZ- NUMMER	AN- FANGS- JAHR	END- JAHR	ANZ. JAHR- RINGE	MAX. BE- LEG	SCHLAGPHASEN
	BODENSEE 1	PBO 1	-4001	-3812	190		JUNGNEOLITHIKUM
Wa	WANGEN-HINTERHORN	Wak 1	-3959	-3828	132	1	S -3824
Lk	LITZELSTETTEN-KRAEHENHORN	Lkm 100	-3983	-3812	172	2	W -3833 W -3812
Si	SIPPLINGEN-OSTHAFEN	Sim 104	-4001	-3840	162	5	W -3843 - -3840
	BODENSEE 2	PBO 2	-3712	-3507	206		ENDE JUNG- NEOLITHIKUM
Wa	WANGEN-HINTERHORN	Wam 100	-3685	-3586	100	3	W -3586
	STECKBORN-SCHANZ (CH)	Labor Zürich 267	-3712	-3556	157	7	W -3614 - -3613 S -3608 W -3557 - -3556 S -3552
Ho I	HORNSTAAD-HOERNLE I	Hom 1	-3678	-3507	172	57	W -3586 - -3582 W -3570 - -3562 W -3541 - -3531 W -3520 W -3511 - -3507
	BODENSEE 3	PBO 3	-3462	-3306	157		FRUEHES END- NEOLITHIKUM
Ns	NUSSDORF-SEEHALDE	Nsm 100	-3462	-3308	155	7	W -3333 - -3332 W -3309 - -3308
Si	SIPPLINGEN-OSTHAFEN	Sim 103	-3430	-3306	125	28	W -3330 W -3312 - -3306
	BODENSEE 4	PBO 4	-3218	-2666	553		ENDNEOLITHIKUM
	STECKBORN-TURGI (CH) LABOR ZUERICH 345		-3218	-3107	112	3	W -3107
Si	SIPPLINGEN-OSTHAFEN S.AUCH LABOR ZUERICH 129 UND 130	Sim1	-3193	-2864	330	128	W -3085 W -3077 W -3065 - -3061 S -2990 W -2908 - -2881 W -2875 - -2864
	STECKBORN-TURGI (CH) LABOR ZUERICH 346		-2834	-2695	140	2	S -2690
Hs I	HORNSTAAD-SCHLOESSLE	Hsm 1	-2881	-2672	210	18	W -2681
Bs II	BODMAN-SCHACHEN II	Bsm 105	-2818	-2666	153	4	W -2666

ORTS- KUERZEL	SEQUENZEN	REFE- RENZ- NUMMER	AN- FANGS- JAHR	END- JAHR	ANZ. JAHR- RINGE	MAX. BE- LEG	SCHLAGPHASEN
	BODENSEE 5	PBO 5	-1758	-1503	256		FRUEHBRONZE- ZEIT
Bs I	BODMAN-SCHACHEN I	Bsm 1	-1758	-1503	256	11	W -1644 W -1604 W -1593 W -1505 - -1503
	BODENSEE 6	PBO 6	-1187	-850	338		SPAETBRONZEZEIT
Ha	HAGNAU-BURG	Ham 1	-1187	-894	294	12	S -1060 W - 991
Uu	UNTERUHLDINGEN	Uum 1	-1178	-850	329	49	W - 975- -967 W - 955- -954 W - 929- -927 W - 917 W - 862- -850
	OBERSCHWABEN 1	PBO 10	-3959	-3651	309		JUNGNEOLITHIKUM
Oe	OEDENAHLEN	Oem 1	-3959	-3698	262	13	W -3698
Re	REUTE-SCHORRENRIED	Rem 1	-3848	-3731	118	28	W -3738 - -3731
Oz	OLZREUTERSEE	Ozm 1	-3932	-3707	226	11	W -3709 - -3707
Sr	SCHRECKENSEE	Srm 100	-3817	-3651	167	9	S -3650
	OBERSCHWABEN 2	PBO 11	-3562	-3263	300		ENDNEOLITHIKUM
Sr	SCHRECKENSEE	Srm1	-3562	-3563	300	15	W -3265 - -3263
	OBERSCHWABEN 3	PBO 12	-1864	-1512	353		FRUEHBRONZEZEIT
Sf	SIEDLUNG FORSCHNER	Sfm 1	-1864	-1512	353	9	W -1764 - -1759 W -1731 - -1730

ERKLAERUNGEN ZUR TABELLE:

W = WALDKANTE

S = UNGEFAEHRE WALDKANTE BEI
MAXIMAL 20 SPLINTJAHREN

-3807 - -3804 = SCHLAGPERIODEN VON/BIS
BEI ZEITLICHEM ABSTAND
DER WALDKANTEN \leq 5 JAHRE

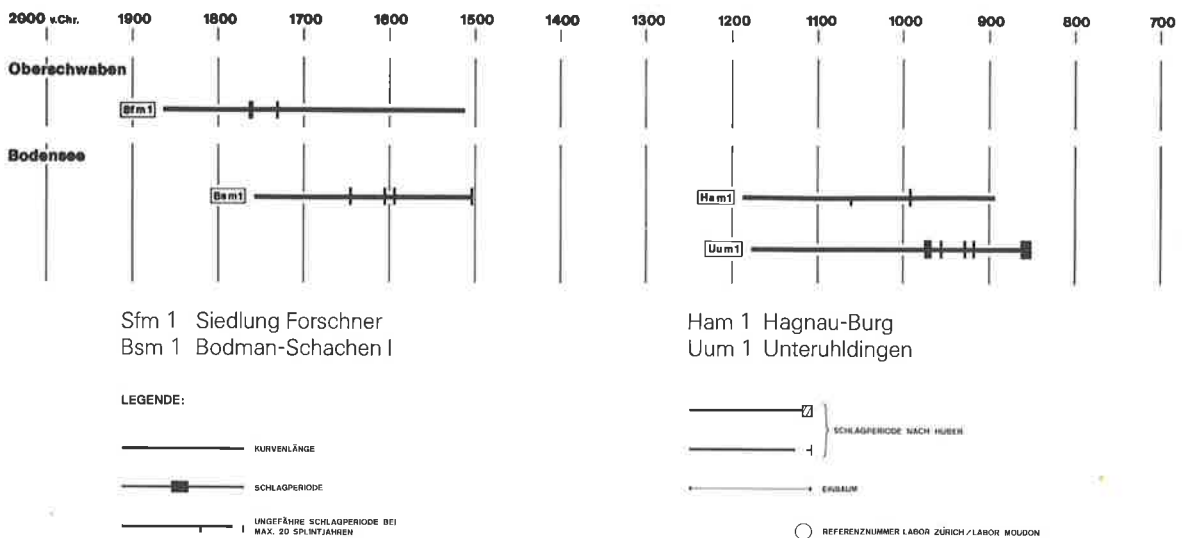
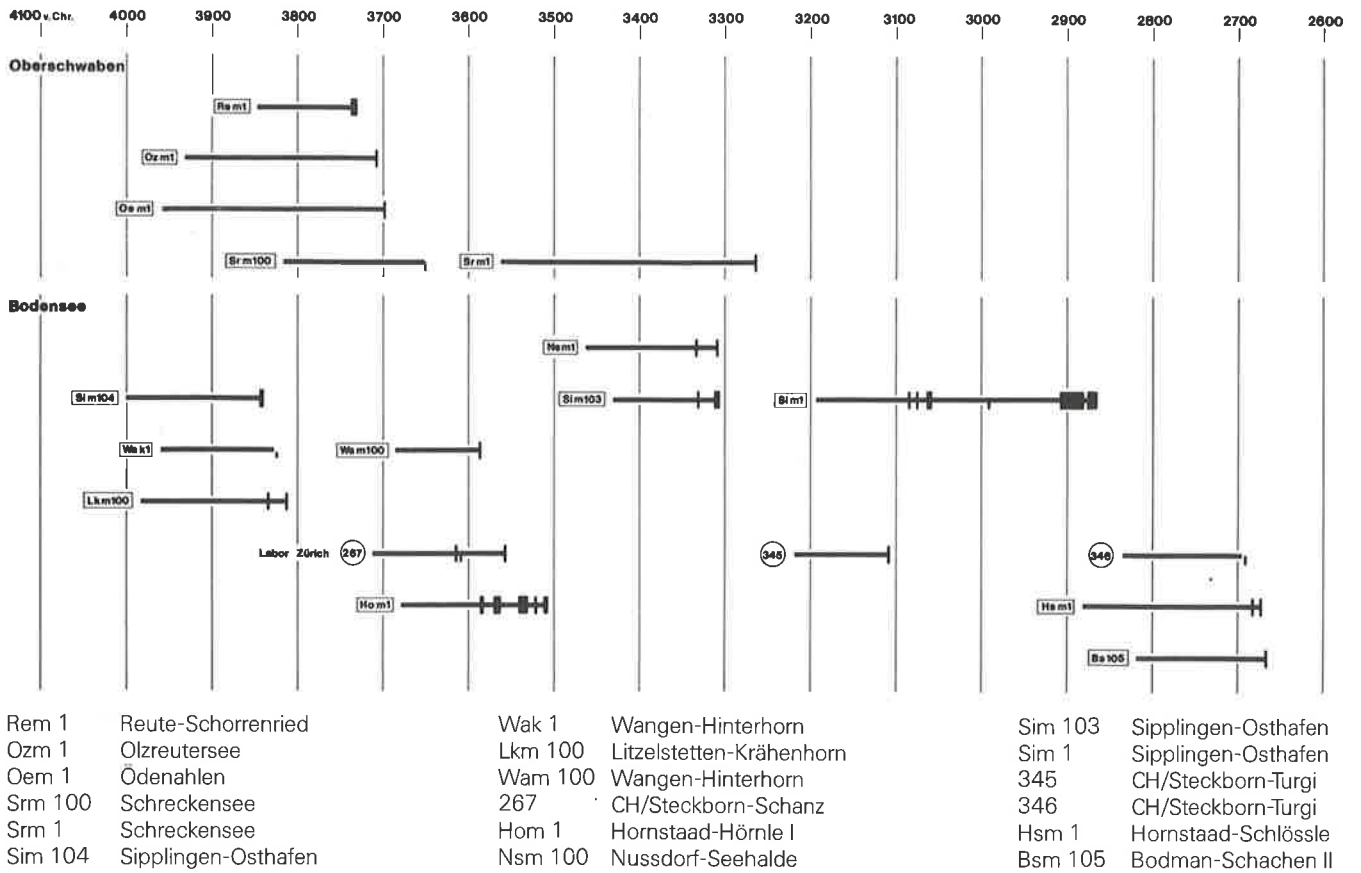


Abb.19 Blockdiagramm der Lokalchronologien Oberschwabens und des Bodenseeraumes.

3. Stand der Jahrringchronologien in der Nordostschweiz.

3.1 Die Hauptphasen der Entwicklung des Zürcher Labors

Der umfangreichste Teil der im Zürcher Labor analysierten ur- und frühgeschichtlichen Proben stammt von archäologischen Tauchuntersuchungen und Rettungsausgrabungen bei trockengelegten Ufersiedlungen am Zürichsee (Ruoff 1981c). Schon 1970 wurden auf Anregung des verstorbenen Altmeisters der Dendrochronologie in Europa, B. Huber, mit einem einfachen Messmikroskop die Jahrringbreiten von Proben ermittelt, die von Hand aufgezeichneten Kurven optisch auf dem Leuchtisch synchronisiert und die notwendigen Rechnungen unter Zuhilfenahme einer Additionsmaschine und eines Rechenschiebers ausgeführt. Einige Verbesserungen an der Messeinrichtung und schliesslich die Verwendung einer Eklundmaschine wurden vorgenommen, als wir eine möglichst vollständige Auswertung der vielen Proben der Rettungsausgrabung neolithischer Siedlungsreste in Feldmeilen anstrebten. Der an der Eidgenössischen Anstalt für das Forstliche Versuchswesen in Birmensdorf tätige Forstbotaniker O. U. Bräker wertete die von ihm vorgenommenen Messungen als erster in der Schweiz unter teilweiser Verwendung der Programme von D. Eckstein auf einem Grossrechner aus (Winiger 1976). Ein nächster Schritt der Rationalisierung wurde 1976 unternommen, als die Auswertung der Grabung Zürich-Pressenhaus bevorstand (Ruoff 1978). Die für jahrringchronologische Analysen geeigneten Eichenhölzer gingen in die Hunderte. Ein Microcomputer mit Printplotausrüstung zum automatischen Zeichnen der Kurven schien geeignet, die Leistungsfähigkeit des Labors stark zu steigern. Wir hatten uns nicht getäuscht, die automatische Ermittlung und Speicherung der Messtischverschiebungen auf Tastendruck hin sowie die ständige Verfügbarkeit des Rechners zur Auswertung waren grosse Vorteile (Ruoff 1981a). 1977 entschloss sich der Kanton Bern zur Analyse des ausserordentlich umfangreichen Materials der Grabung in Twann am Bielersee eine gleiche Apparatur mit Microcomputer anzuschaffen und mit uns in Laborgemeinschaft einzutreten. Vor vier Jahren konnten wir dann ein Kleincomputer-Mehrplatzsystem anschaffen, nachdem wir unser bisheriges System dem neuen Labor in Hemmenhofen veräussert hatten. Wir trugen damit nicht nur dem wegen verschiedener längerfristiger Projekte grösser gewordenen Mitarbeiterstab Rechnung, sondern schufen damit die Voraussetzung, sehr viel rascher arbeitende Programme entwickeln zu können. Auch die Automatisierung immer wieder gleich ablaufender Rechenarbeiten wurde vorangetrieben. Die durch Grabungen wie bei den neolithischen und bronzezeitlichen Siedlungsstellen Zürich-Kleiner Hafner (Ruoff 1981b) und Mozartstrasse (Höneisen 1982) auf viele Tausend Stück angewachsene Probenmenge kann nun besser bewältigt werden. Da der Anfall an Material von archäologischen Untersuchungen in Bauten des Mittelalters und der Neuzeit ebenfalls beträchtlich zugenommen hat, ist dies besonders wichtig. Die Kantonale Denkmal-

pflege Zürich hat unterdessen die Anlage des Kantons Bern und dessen bei uns arbeitenden Dendrochronologen übernommen und die Analyse der Proben von der wichtigen Fundstelle Zürich-Mythenschloss in Auftrag gegeben. Schon vorher sind in unserem Labor die Hölzer von der umfangreichen Rettungsgrabung im römischen Oberwinterthur untersucht worden (Zürcher 1985).

3.2 Der Stand der Forschung

Die bisher von unserem Labor publizierten Daten neolithischer Zeit müssen generell um -4 Jahre korrigiert werden, um die heute gültigen absoluten Werte zu erhalten. Die Chronologie reicht heute noch nicht bis in die Zeit der ältesten bekannten Ufer- und Moorsiedlungen in der Nord- und Zentralschweiz zurück. Es gelang weder die Schicht der Egolzwilerkultur beim Kleinen Hafner in Zürich noch die Schichten der Zürcher Gruppe des Cortaillods an dieser und anderen Fundstellen des Zürichsees zu datieren. In Meilen-Im Grund konnte bei einer Tauchsondierung ganz klar eine Überlagerung der Schicht der Zürcher Gruppe mit Seekreide und dann einer Schicht der Pfyner Kultur beobachtet werden (Kustermann und Ruoff 1980). Das Datum 3745 (Mittelkurve Nr. 158) muss eindeutig mit letzterer in Zusammenhang gebracht werden, da die älteren Pfähle bereits in der Seekreide zwischen den beiden Schichten abgewittert waren und somit von den jüngeren, die die Datierung erlaubten, unterschieden werden konnten. Ohne jeden Zweifel ist also die Zürcher Gruppe des Cortaillods – innerhalb derer sich aufgrund der Beobachtungen am Kleinen Hafner auch noch Entwicklungsstufen feststellen lassen – älter als die grosse Zahl der Funde des klassischen Cortaillods in der Westschweiz, mit denen sie immer wieder verglichen wird. Fundschichten des klassischen Cortaillods sind hingegen, wie die Dendrochronologie deutlich zeigt, zeitgleich mit Siedlungsfunden der Pfynerkultur in der Ostschweiz (vgl. Ruoff 1984a und Suter 1984). Schon vor der richtigen zeitlichen Ordnung der Cortaillodfunde konnte B. Huber dendrochronologisch Zusammenhänge mit dem Pfyner anhand von Proben von Burgäschi-Süd und Südwest, Thayngen-Weier und Niederwil nachweisen (Huber und Merz 1963). Die Daten von Thayngen-Weier (Winiger 1971) beziehen sich auf die beiden älteren Siedlungsschichten, während es sich bei den analysierten Proben von der Seematte um Stücke handelt, die keiner bestimmten kulturellen Hinterlassenschaft zugewiesen werden konnten.

Die Horgener-Kultur ist im Datenmaterial der Ostschweiz noch schlecht vertreten, obwohl es eine recht grosse Zahl von Ufersiedlungen gibt, von denen wir Funde dieser Kultur kennen und auch Pfahlproben zur dendrochronologischen Analyse gesammelt haben. Es hängt dies wohl damit zusammen, dass es bisher nicht gelang eine gute Regional-Mittelkurve des Zürichseegebietes aufzubauen, anhand derer auch kurze Lokalsequenzen sicher eingeordnet werden könnten. Wir schreiben deshalb auch die schwache Belegung dieser Zeit eher dem dendrochronologischen Forschungsstand, als einer besonderen siedlungsgeschichtlichen Situation zu. Jetzt wo gerade grössere Probenserien von Ausgrabungen bearbeitet werden, die unter anderem umfangreiches Horgener-Fundmaterial erbracht haben, deutet sich auch bereits eine Verdichtung an. Von Zürich-Mythenschloss, Zürich-Grosser Hafner und

-Kleiner Hafner liegen Kurven vor, die nicht schlecht zu anderen, sicher horgenerzeitlichen Kurven korrelieren, in den Vergleichstests aber nicht überall so klare Resultate ergaben, dass die Zuordnung als genügend gesichert bezeichnet werden dürfte. Wegen der Kürze der betreffenden Mittelkurven nahmen wir auch ein Ergebnis der Fundstelle Meilen-Im Grund nicht in die Übersicht auf. Wir möchten mit der Bekanntgabe der genauen Datierung noch zuwarten, bis wir über beweiskräftigere Testresultate verfügen.

Von Oberrieden-Riet gibt es Proben, die fast sicher von 3052 v. Chr. datieren. Die Mittelkurve passt hervorragend zu entsprechenden, absolut datierten Mittelkurven. Das Datum wurde nur deshalb nicht in die Zusammenstellung mit aufgenommen, weil wegen der nur 50jährigen Sequenz bei rein dendrochronologischer Beurteilung doch noch ein zu grosses Irrtumsrisiko in Kauf genommen werden müsste. Erst die archäologischen Argumente, die ebenfalls auf Horgener Zeitstellung hinweisen, erlauben es, das Datum als gesichert zu betrachten.

Von der Station, die der Horgenerkultur den Namen gab, nämlich Horgen-Scheller, besitzen wir eine auf 3049 v. Chr. datierte Einzelprobe. Da bei modernen Nachforschungen im 1923 ausgebagerten Hafengebäude durch die stadtzürcherische Tauchequipe eine grössere Zahl von Schichten zum Vorschein kam, darf aber das von diesem Ort stammende Material nicht einfach als Zeugnis einer einzigen kurzen Zeitperiode betrachtet werden.

Feldmeilen-Vorderfeld ist der einzige Fundort in unserer Region, wo die horgenerzeitlichen Daten dank grossflächigen Ausgrabungen z. T. einzelnen Kulturschichtlagen und damit deren Inhalt zugeordnet werden konnten. Da man die Analyse damals – es war wie oben erwähnt unser erstes grösseres Projekt – im wesentlichen auf Proben mit über 60 Jahrringen beschränkte, wurde jedoch nicht die Feinheit der Aussage erzielt, wie sie dann bei der Auswertung des Materials von Twann auch für die Horgener-Siedlungen möglich wurde. Alex R. Furger, der die Siedlungsreste der Horgener Kultur in Twann studierte, bringt die Daten um 3400 v. Chr. mit einer Siedlungsphase in Zusammenhang, die er als Unteres Horgen bezeichnet, die Daten um 3170 mit einem Mittleren Horgen und die Daten um 3080 mit einem Oberen Horgen (Francuz 1980).

Die Daten, die wir schnurkeramischen Schichten zugeordnet haben, führten schon vor längerer Zeit zu lebhaften Diskussionen, weil sie ein unerwartet hohes Alter der Schnurkeramik anzeigten und eine mindestens teilweise Parallelität zur Lüscherzerkultur im Gebiet der drei grossen Juraseen (Ruoff 1978 und 1979). Wir beschränken uns hier auf die Nennung derjenigen Fälle, aufgrund welcher heute die Verbindung von Daten und schnurkeramischen Siedlungsresten als gesichert gelten darf. Vorauszuschicken bleibt, dass noch nirgends die Kombination von Dendrochronologie und feinstratigraphischer Analyse fertig durchgeführt ist, sodass scharf umrissene Fundkomplexe zu den einzelnen Phasen genannt werden könnten.

Eine nochmalige Überprüfung der Situation bei der Fundstelle Zürich-Pressehaus bestätigte die Zugehörig-

keit der analysierten Pfähle mit Fälldaten um 2700 v. Chr. zu Strukturen, die wir wegen ihrer Ausrichtung und Ausdehnung mit den schnurkeramischen Siedlungsresten, hingegen nicht mit den tieferen Kulturschichten in Verbindung bringen können (Ruoff 1978 und 1984a). Zur Mittelkurve 118, die in der Tabelle von Abb. 20 und in der grafischen Übersicht Abb. 21 eingetragen ist, liessen sich unterdessen noch Kurven zuordnen, die eine weitere Schlagphase um 2716 v. Chr. belegen. Für Greifensee-Wildsberg haben wir bereits früher auf einen Pfahl hingewiesen (Ruoff 1980), der zur Serie der Mittelkurve 122 mit Schlagdaten um rund 2700 v. Chr. zählt und über die Oberfläche der schnurkeramischen Schicht hinausragt. Es scheint aufgrund der Beobachtungen zu Schichtsetzungen an diesem Fundort als wenig wahrscheinlich, dass ein Pfahl vom tieferliegenden Horgen durch die ganze schnurkeramische Ablagerung hinaufstiess.

Zwischen unseren jüngsten neolithischen und den frühbronzezeitlichen Daten besteht ein Lücke von über 800 Jahren. Diese Lücke ist also mehr als doppelt so gross wie der Unterbruch der Uferbesiedlung während der Mittelbronzezeit, auf den die frühere Forschung so nachhaltig hingewiesen hat. Dies deutet an, dass wir zwischen Spätneolithikum und ausgehender Frühbronzezeit mit einem grossen Rückgang oder sogar vollständigen Abbruch der Siedlungsaktivität längs unseren Seen zu rechnen haben. Wir kommen unten nochmals auf dieses Problem zurück.

Unsere bisher ältesten Jahrringdaten aus der Frühbronzezeit stammen von Proben aus der Ufersiedlung Meilen-Rohrenhaab, d. h. der Fundstelle, die 1854/55 zur Pfahlbautheorie Anlass gab. Es besteht kein Grund an der Verknüpfung dieser Daten aus der Mitte des 17. vorchristlichen Jahrhunderts mit der dortigen frühbronzezeitlichen Schicht zu zweifeln, nur können wir keinen so eindeutigen Befund wie für Meilen-Schellen vorlegen, wo es nachzuweisen gelang, dass das Holz von einigen Pfahlschuhen von der Basis der dortigen Kulturschicht im Zeitraum von 1647–1642 v. Chr. geschlagen worden ist. Mit dieser Datierung ist in Meilen-Schellen auch ein Hausgrundriss zu verbinden, der anhand von drei parallelen Reihen von Pfählen mit Pfahlschuhen erkenntlich war (Publikation in Vorbereitung).

Ebenfalls Daten aus der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts erzielten wir bei Proben, die wir in Feldmeilen-Vorderfeld dem Pfahlfeld südlich des Bereichs entnahmen, wo 1970 während Rettungsausgrabungen neolithische Siedlungsreste untersucht worden sind. Tongefässe und Bronzegegenstände, die Taucher beim systematischem Absuchen des Seegrundes geborgen hatten, wiesen schon vor den dendrochronologischen Analysen darauf hin, dass sich dort auch früh- und spätbronzezeitliche Siedlungsreste befinden mussten. Das Datum 1643 v. Chr. von Utikon können wir hingegen noch mit keinem Fundensemble in Zusammenhang bringen.

Bei der Rettungsgrabung Zürich-Mozartstrasse wurden nebst neolithischen Schichten auch eine dreiperiodige Kulturschicht aus der Frühbronzezeit und eine stark erodierte Schicht der Spätbronzezeit freigelegt (Höneisen 1982). Die bisher verfügbaren Jahrringdaten zur Frühbronzezeit weisen alle aufs Jahr 1503 v. Chr. Da dieses

Datum wesentlich jünger als die oben erwähnten Frühbronzezeitdaten ist, vermuten wir, dass es auf die jüngste der drei Wohnperioden weist. Die Auswertung des Grabungsbefundes ist jedoch noch nicht so weit gediehen, dass wir bereits zuverlässige Argumente dafür besitzen. Die spätbronzezeitlichen Daten haben wir bisher anhand der halbabsoluten Angaben, d.h. der 14-C Eichung, der Chronologie von Zug-Im Sumpf ermittelt, wie sie 1962 von B. Huber veröffentlicht worden ist. Die nun absoluten Daten weichen um 41 Jahre davon ab. Die besten Resultate besitzen wir vom Grossen Hafner. Pfahlschuhe in verschiedener Höhenlage innerhalb der dortigen, z.T. deutlich mehrlagigen Kulturschicht ermöglichten eine sehr gute Korrelation von bestimmten Funden mit den dendrochronologischen Ergebnissen. Wir können daraus schliessen, dass der Wechsel vom Ha A2- zum Ha B1-Typenspektrum in der zweiten Hälfte des 11. Jahrhunderts v. Chr. stattfand (Primas und Ruoff 1980, Primas 1982). Von den übrigen Ufersiedlungen,

bei denen die Untersuchung von Pfahlproben spätbronzezeitliches Alter ergab, kennen wir überall auch entsprechende Fundinventare. Nur in Greifensee-Böschchen verfügen wir jedoch noch über Anhaltspunkte, die die Zuordnung der Daten zu ganz bestimmten Siedlungsresten, nämlich Häusern in teilweiser Blockkonstruktion, mit den zugehörigen Kleinfunden erlauben (Ruoff 1984). Obwohl es sich offenbar um die Hinterlassenschaft eines Dorfes handelt, das nach verhältnismässig kurzer Zeit schon in einem Grossbrand seinen endgültigen Untergang fand, haben wir es doch auch hier mit der Formenwelt von Ha A2 und B1 zu tun.

Über die Chronologien aus jüngerer, d.h. römischer bis moderner Zeit soll in einer anderen Publikation berichtet werden. Was Mittelalter und Neuzeit betrifft, so hat gegenüber dem Stand von 1979 (Schweingruber und Ruoff 1979) das Datenmaterial sehr beträchtlich zugenommen.

Abb. 20 Tabelle der im Labor Zürich erarbeiteten Lokalchronologien der Nordschweiz (vgl. auch das Blockdiagramm Abb. 21). ▶

KAN- TON	SEQUENZEN	REFERENZ- NUMMER	ANFANGS- JAHR	ENDJAHR	ANZAHL JAHRRINGE	BELEGUNG	SCHLAGPHASEN
	NORD- SCHWEIZ 1	309	-4089	-3643	447		PFYN-CORTAILLOD
ZH	MEILEN-FELDM. VORDERFELD	302	-4041	-3852	190	3	
BE	TWANN US	306	-4011	-3770	242	36	S -3838 - -3836 W -3807 - -3804 W -3787 - -3780 S -3768
LU	HITZKIRCH- SEEMATTE	141	-3929	-3758	172	2	W -3758
ZH	GREIFENSEE- WILDSBERG	123	-4002	-3752	251	7	S -3804 W -3788 W -3755 - -3752
ZH	MEILEN-IM GRUND	158	-3922	-3750	173	6	S -3745
SH	THAYNGEN- WEIER	331	-4026	-3715	312		W -3822 - -3761 S -3737 W -3722 - -3715
ZH	BAUSCHANZE	250	-4006	-3702	305	23	W -3713 - -3707 S -3700
ZH	MEILEN- SCHELLEN	225	-4089	-3699	391	37	W -3840 W -3827 - -3823 W -3811 W -3796 - -3795 W -3765 - -3764 W -3754 - -3748 W -3736 W -3726 S -3712 - -3709 S -3680
ZH	PRESSEHAUS- AKAD	148	-3829	-3688	142	157	S -3745 S -3732 W -3718 - -3708 W -3700 - -3698 S -3683
TG	NIEDERWIL	332	-4039	-3643	397		S -3707
ZH	MOZARTSTRASSE	321	-3808	-3661	148	25	S -3668 S -3657
SH	THAYNGEN- WEIER	117	-3653	-3585	71	11	S -3584
TG	STECKBORN- SCHANZ	267	-3712	-3556	157	7	W -3614 - -3613 S -3608 W -3557 - -3556 S -3552

KAN- TON	SEQUENZEN	REFERENZ- NUMMER	ANFANGS- JAHR	ENDJAHR	ANZAHL JAHRRINGE	BELEGUNG	SCHLAGPHASEN
BE	TWANN MS	307	-3752	-3532	221	70	W -3702 - -3698 W -3662 W -3649 - -3631 W -3622 - -3607 W -3596 - -3573 W -3563 - -3560 W -3532
	NORD- SCHWEIZ 2	310	-3426	-3023	404		HORGEN
ZH	MEILEN- FELDMEILEN	297	-3426	-3195	232	58	W -3239 - -3235 W -3213 - -3209 W -3195
TG	STECKBORN- TURGI	345	-3218	-3107	112	2	W -3107
ZH	MEILEN- FELDMEILEN	222	-3153	-3023	131	56	S -3080 W -3058 W -3032 - 3023
ZH	MEILEN- ROHRENHAAB	363	-3111	-2992	120	2	
BRD	SIPPLINGEN	129	-3128	-2976	207	6	W -3085 W -3035 S -2993 S -2986
BE	TWANN HORGEN	308	-3451	-2976	476	138	W -3405 - -3391 W -3203 W -3197 W -3176 - -3166 W -3155 S -3147 W -3128 W -3106 - -3101 W -3093 - -3074 W -3040 - -3034 W -3013 W -2999 - -2997 W -2984 - -2976
	NORD- SCHWEIZ 3	311	-2917	-2621	297		SCHNURKERAMIK LUESCHERZ
BRD	SIPPLINGEN	130	-2983	-2866	118	20	W -2895 - -2886 W -2875 - -2873 W -2866
ZH	ERLENBACH- WINKEL	226	-2854	-2765	90	10	W -2766 - -2765
ZH	UETIKON- SCHIFFLAENDE	192	-2832	-2747	86	11	W -2751 - -2747

KAN- TON	SEQUENZEN	REFERENZ- NUMMER	ANFANGS- JAHR	ENDJAHR	ANZAHL JAHRRINGE	BELEGUNG	SCHLAGPHASEN
ZH	WOLLISHOFEN- STRANDBAD	81	-2829	-2740	90	8	W -2749 S -2725
ZH	ERLENBACH- WIDEN	67	-2838	-2731	108	3	S -2731
ZH	MEILEN- SCHELLEN	327	-2862	-2710	153	16	S -2722 - -2715 W -2720 - -2718 W -2711 S -2709
BE	LUESCHERZ	68	-2848	-2703	146	10	W -2735 W -2726 W -2708 - -2703
ZH	MOZARTSTRASSE	322	-2864	-2700	165	19	W -2705 - -2700
ZH	HORGEN- DAMPFSCHIFF- STEG	57	-2816	-2698	119	3	S -2698
BE	VINELZ	303	-2923	-2695	229	4	S -2745 S -2710 S -2701 W -2695
TG	STECKBORN- TURGI	346	-3834	-2695	140	2	S -2690
ZH	FAELLANDEN- RIETSPITZ	131	-2866	-2692	175	18	W -2708 - -2705 W -2696 - -2692
ZH	PRESSEHAUS- AKAD	118	-2847	-2690	158	10	S -2710 W -2690
ZH	GREIFENSEE- WILDSBERG	122	-2875	-2688	188	16	W -2707 W -2695 - -2694 S -2686
ZH	GREIFENSEE- FUREN	104	-2837	-2681	157	7	S -2693 S -2686 S -2677
ZH	MYTHENSCHLOSS	324	-2917	-2680	238	24	W -2680
ZH	MAUR- SCHIFFLAENDE	132	-2761	-2674	88	3	W -2674
SZ	FREIENBACH	150	-2858	-2674	185	8	
ZH	MEILEN- FELDMEILEN	223	-2855	-2652	204	9	W -2746 W -2652
ZH	MEILEN- ROHRENHAAB	106	-2881	-2621	261	13	S -2682 S -2670 - -2666

KAN- TON	SEQUENZEN	REFERENZ- NUMMER	ANFANGS- JAHR	ENDJAHR	ANZAHL JAHRINGE	BELEGUNG	SCHLAGPHASEN
	NORD- SCHWEIZ 4	312	-2655	-2460	196		ENDSCHNUR- KERAMIK
ZH	MEILEN- SCHELLEN	326	-2611	-2507	105	22	W -2509 - -2507 S -2502
ZH	MOZARTSTRASSE	318	-2655	-2499	157	92	W -2603 - -2573 W -2516 S -2490
ZH	ERLENBACH- WINKEL	325	-2651	-2460	192	29	W -2552 - -2548 S -2543 W -2520 W -2512 - -2509 S -2501 W -2500 - -2498 W -2480 S -2476 - -2473 W -2460
	NORD- SCHWEIZ 5	313	-1837	-1503	335		FRUEHBRONZEZEIT
ZH	UETIKON- SCHIFFLAENDE	361	-1810	-1644	167	2	S -1643
ZH	MEILEN- SCHELLEN	365	-1867	-1641	227	42	S -1653 - -1638 W -1647 - -1641
ZH	MEILEN- ROHRENHAAB	315	-1837	-1602	236	21	S -1665 S -1652 - -1647 S -1625 S -1602
ZH	MEILEN- FELDMEILEN VORDERFELD	317	-1778	-1594	185	6	S -1645 W -1737 W -1602 S -1590
ZH	MOZARTSTRASSE	316	-1716	-1503	241	98	S -1513 - -1499 W -1503
	NORD- SCHWEIZ 6	314	-1299	-953	347		SPAETBRONZEZEIT
ZH	KLEINER HAFNER	320	-1253	-1085	169	3	
ZH	GREIFENSEE- BOESCHEN	186	-1299	-1042	258	24	W -1050 - -1042
ZH	ALPENQUAI	49	-1152	-1033	120	3	
ZH	WAEDENSWIL- HINTERE AU	181	-1222	-1017	206	7	W -1039 W -1034 W -1017

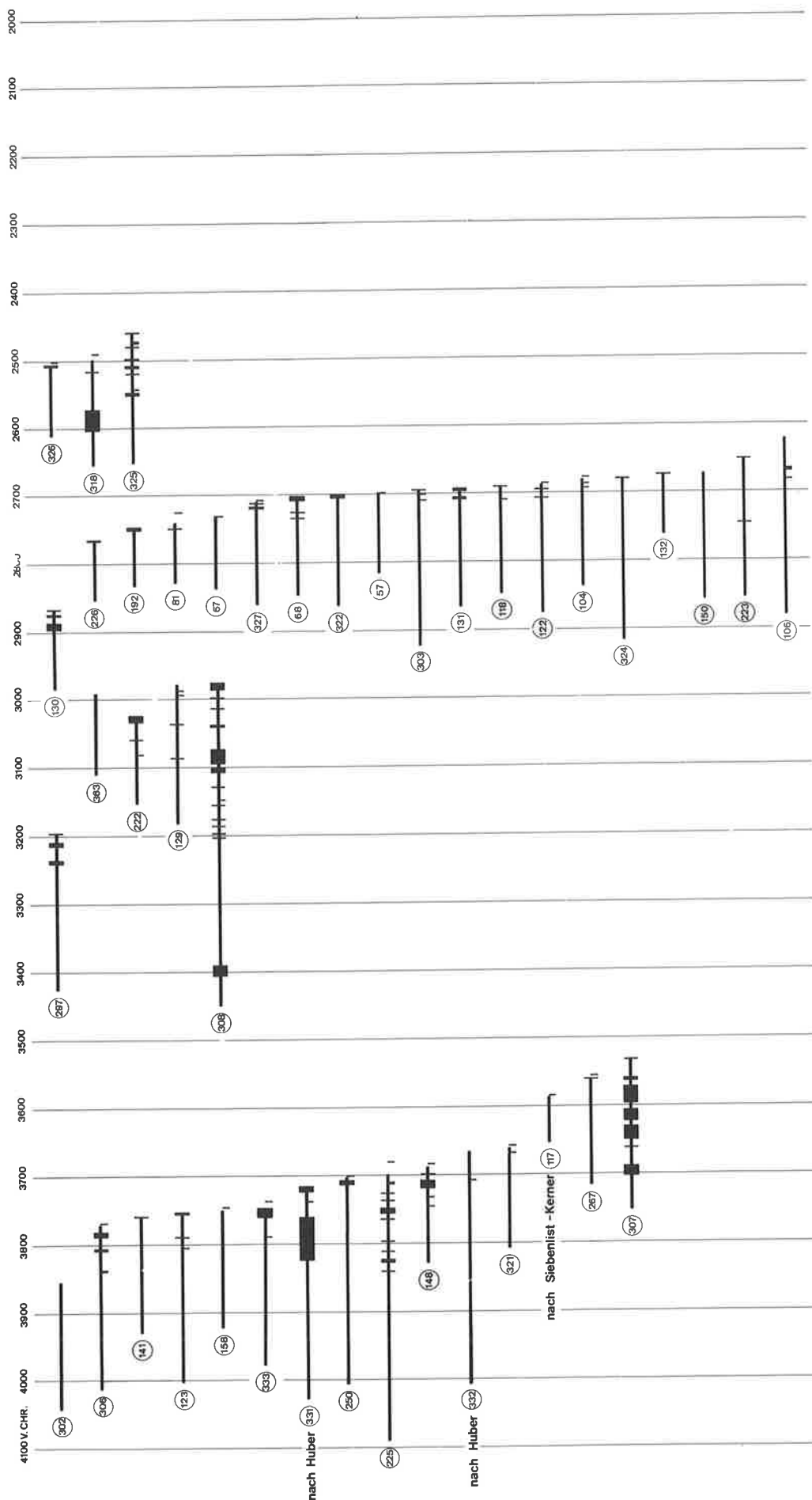
KAN- TON	SEQUENZEN	REFERENZ- NUMMER	ANFANGS- JAHR	ENDJAHR	ANZAHL JAHRRINGE	BELEGUNG	SCHLAGPHASEN
ZH	WOLLISHOFEN- HAUMESSER	59	-1259	-996	264	50	S -1054 S -1046 S -1040 S -1015 W -996
ZG	IM SUMPFF	2	-1241	-973	269	54	
ZH	GROSSER HAFNER	160	-1265	-967	299	51	S -1059 - -957 W -1055 W -1046 W -1036 W -1029 W -1007 W - 966
ZH	UETIKON	152	-1100	-966	135	2	
ZH	MEILEN- SCHELLEN	136	-1140	-964	177	7	S -958
ZH	MOZARTSTRASSE	319	-1275	-953	323	36	W -1053 W -1043 W -1034 S -998 - -953
NE	AUVERNIER	328	-1075	-911	165	2	S -922 W -911
	NORD- SCHWEIZ 7	352	-182	51	233		ROEMISCHE EPOCHE
GE	GENF- HAFENGOETTIN	102	-182	-100	83	1	
BS	BASEL- MURUS-GALLICUS	101	-141	-66	76	1	
BL	AUGST	115	-102	-19	84	3	S -3
TG	ESCHENZ- METTLER	44	-95	45	140	7	S 56
ZH	OBERWINTERTHUR	334	-143	51	195	61	S -2 - 53 W 7

ERKLAERUNGEN ZUR TABELLE:

W = WALDKANTE

S = UNGEFAEHRE WALDKANTE BEI
MAXIMAL 20 SPLINTJAHREN

-3807 - -3804 = SCHLAGPERIODEN VON/BIS
BEI ZEITLICHEM ABSTAND
DER WALDKANTEN <= 5 JAHRE



57	ZH/Horgen-Dampfschiffsteg	326	ZH/Meilen-Schellen
67	ZH/Erlenbach-Widen	327	ZH/Meilen-Schellen
68	BE/Lüscherz	331	SH/Thayngen-Weier
81	ZH/Wollishofen-Strandbad	332	TG/Niederwil
104	ZH/Greifensee-Furen	333	BE/Burgäschisee
106	ZH/Meilen-Rohrenhaab	363	ZH/Meilen-Rohrenhaab
117	SH/Thayngen-Weiher		
118	ZH/Pressehaus-AKAD		
122	ZH/Greifensee-Wildsberg		
123	ZH/Greifensee-Wildsberg		
129	BRD/Sippingen	303	BE/Vinelz
130	BRD/Sippingen	306	BE/Twann US
131	ZH/Fällanden-Rietspitz	307	BE/Twann MS
132	ZH/Maur-Schiffblände	308	BE/Twann Horgen
141	LU/Hitzkirch-Seematte	318	ZH/Mozartstrasse
148	ZH/Pressehaus-AKAD	321	ZH/Mozartstrasse
150	SZ/Freienbach	322	ZH/Mozartstrasse
158	ZH/Meilen-Im Grund	324	ZH/Mythen Schloss
192	ZH/Utetikon-Schiffblände	325	ZH/Erlenbach-Winkel
222	ZH/Meilen-Feldmeilen		
223	ZH/Meilen-Feldmeilen		
225	ZH/Meilen-Schellen		
226	ZH/Erlenbach-Winkel		
250	ZH/Bauschanze		
267	TG/Steckborn-Schanz		
297	ZH/Meilen-Feldmeilen		
302	ZH/Meilen-Feldmeilen-Vorderfeld		
267		130	
227		226	
308		192	
332		61	
331		67	
332		327	
366		66	
322		62	
57		57	
303		303	
131		131	
118		118	
222		222	
104		104	
924		924	
132		132	
110		110	
223		223	
106		106	

Abb. 21 a Blockdiagramm der neolithischen Lokalchronologien der Nordschweiz.

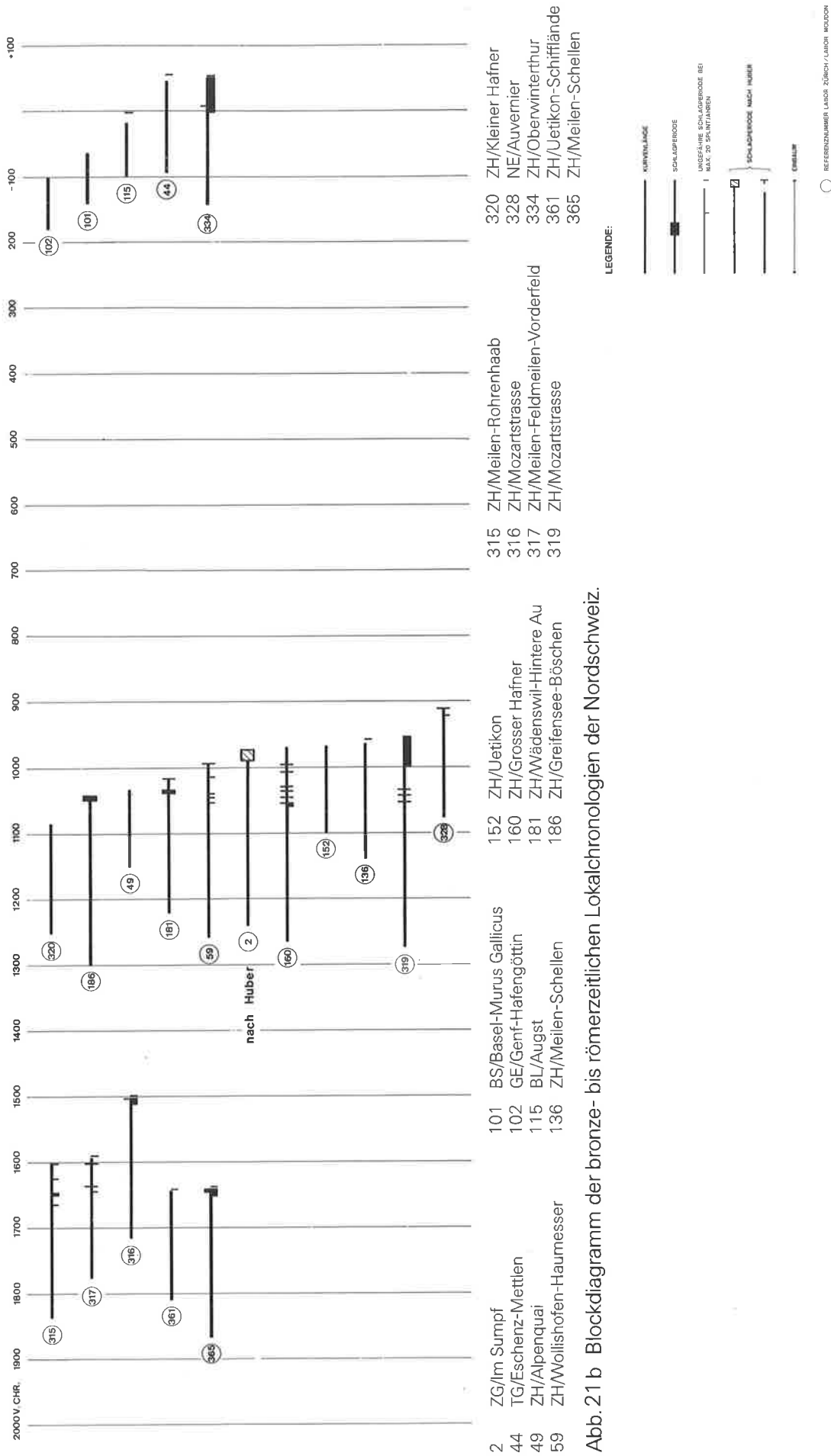


Abb. 21 b Blockdiagramm der bronze- bis römischen Lokalchronologien der Nordschweiz.

4. Stand der Jahrringchronologien in der Westschweiz

4.1 Die Entwicklung des Labors Neuchâtel

Das Dendrolabor wurde im Jahre 1975 unter dem Patronat des Schweizerischen Nationalfonds für die wissenschaftliche Forschung gegründet. Die administrative Leitung übernahm Michel Egloff, Kantonsarchäologe des Kantons Neuchâtel. Das Labor wurde also in den kantonalen archäologischen Dienst integriert und sollte hauptsächlich zur Analyse der Hölzer der verschiedenen neolithischen und bronzezeitlichen Siedlungen von Auvernier dienen. Die beiden ersten neuenburgischen Dendrochronologen, Christian Orcel und Georges-Noel Lambert, gingen sofort daran einen funktionsfähigen Betrieb einzurichten. Die erste, heute recht archaisch anmutende Ausrüstung wurde bei verschiedenen in- und ausländischen Firmen eingekauft und bald darauf in Betrieb genommen. Die damalige Ausrüstung bestand aus folgenden Geräten:

Messtisch mit starr aufgebauter Optik
Lochbandstanzer mit Tastatur verbunden (sämtliche Messprotokolle wurden «blind» eingetippt, Korrekturen auf dem Lochband waren nicht möglich)
Mechanische Rechenmaschine, die die Messwerte ausdrückte (einzige optische Kontrolle der Werte)

Die Lochbänder wurden auf dem damaligen Grossrechner der Universität Neuchâtel interpretiert und auf Lochkarten gedruckt. Georges-Noel Lambert entwickelte nach und nach die zur Auswertung der Messungen nötigen Programme, so dass uns bereits im Jahre 1977 folgende zur Verfügung standen:

3BANDE Interpretation der Lochbänder
ROSE Zeichnung der Wachstumskurven
BRIC Konstruktion von Mittelkurven
IRIS Gleichläufigkeitsrechnungen
DIVIZ Angleich fremder Messwerte an unsere Skala

Die engen Kontakte, die das Labor von Neuchâtel mit anderen Labors aufnahm, führten schliesslich zu einem regen Kurvenaustausch, der die inzwischen entstandenen Mittelkurven von Auvernier mit anderen Stationen zu synchronisieren erlaubte. Dazu stand uns folgendes Kurvenmaterial zur Verfügung:

Süddeutsche neolithische Chronologie (flottierend): Sie belegte ungefähr die Zeit von ca. 4000–3000 v. Chr.
Süddeutsche bronzezeitliche Chronologie (flottierend): Sie lag zwischen 1300 und 750 v. Chr.
Westdeutsche römische Chronologie (flottierend): Sie lag zwischen ca. 350 v. Chr. und 220 n. Chr.
Süd- und Westdeutsche Chronologien des Mittelalters: Sie waren absolut datiert und belegten die Zeit von ca. 820 n. Chr. bis heute. Es existierte damals schon eine gleichlange, süddeutsche Tannenchronologie.

Bereits im Gründungsjahr konnte Christian Orcel den ersten Artikel veröffentlichen. Erstmals war eine Strukturanalyse im Zusammenhang mit einer neolithischen

Siedlung möglich geworden. Die Publikation zeigt die ersten Häusergrundrisse der Siedlung des Baigneurs in Charavines (F).

Der ungeheure Aufschwung, den die Dendrochronologie in den folgenden Jahren erlebte, führte auch in Neuchâtel zur Weiterentwicklung und Perfektionierung des Labors. Die mühsame und mit vielen Manipulationen verbundene Methode der Messung mit Speicherung auf Lochbändern wurde im Jahre 1981 aufgegeben. Der Kauf eines Interfaces erlaubte den direkten Anschluss unserer Messapparate an den neuen Grossrechner der Universität. Zusätzlich erstand das Labor einen Plotter und einen Printer, so dass nun sämtliche Operationen direkt vom Labor aus gesteuert werden konnten. Einer der grössten Vorteile des neuen Konzepts bestand darin, nebst den Lochbändern auch die Lochkarten aufgeben zu können. Sämtliche Daten wurden von nun an auf Magnetplatten und -bänder im Rechenzentrum gespeichert. Georges-Noel Lambert vergrösserte unseren Programmkomplex und perfektionierte die schon bestehenden Programme.

In der Zwischenzeit hat vor allem das Dendrolabor von Hohenheim enorme Fortschritte im Aufbau sehr langer Chronologien gemacht. Die Standardkurven, die uns B. Becker zur Verfügung stellte, ermöglichten uns schon bald eine Synchronisation unserer mittlerweile recht zahlreichen Mittelkurven des Neolithikums und der Bronzezeit. Im Jahre 1983 konnte die Lücke zwischen dem Endneolithikum und der Frühbronzezeit geschlossen werden. Dies erlaubte uns bereits eine jahrgenaue relative Chronologie der verschiedenen Siedlungen zu publizieren, obwohl noch keine absolute Datierung geglückt war, sondern die Jahresangaben noch immer auf einer 14-CKalibrierung beruhten. Es dauerte schliesslich bloss noch zwei Jahre, bis auch die Unsicherheitsstelle von 700–550 v. Chr. ausgemerzt und absolute Daten bis ins Jahr 4089 v. Chr. veröffentlicht werden konnten.

Das Labor von Neuchâtel hat übrigens nebst der Datierung archäologischer Hölzer in Zusammenarbeit mit bauhistorischen Ämtern der näheren Umgebung eine mittelalterliche Chronologie von über tausend Jahren aufgebaut.

Kehren wir wieder zur Entwicklungsgeschichte zurück. Im Jahre 1977 wurde aufgrund der grossen Zahl der zu datierenden Hölzer von Auvernier Heinz Egger als dritter Mitarbeiter eingestellt. Im Jahre 1981 verliessen Georges-Noel Lambert und Christian Orcel das Labor. Ersterer gründete das «Laboratoire de Chrono-Ecologie du Quaternaire» an der Universität Besançon, Christian Orcel und sein Bruder Alain bauten ein auf privater Basis funktionierendes Labor – «Laboratoire de Dendrochronologie» – in Moudon auf. Die Ausgrabung Cortailod-Est, die über 2000 Pfähle lieferte, bewirkte 1982 die Einstellung von Patrick Gassmann in Neuchâtel. Er konnte im Jahre 1984 eine erste Grundrissanalyse von Cortailod-Est publizieren.

Im Jahre 1982 wurde mit der Unterstützung des Kantons ein Microcomputer gekauft, der uns erlaubte, die Messungen autonom, d.h. ohne direkten Kontakt mit dem Rechenzentrum auszuführen. Der Grossrechner dient uns weiterhin zur Bewältigung umfangreicher Programme.

Die Grossgrabung von Hauterive-Champréveyres sprengte die Kapazitäten des Labors, so dass Anfang 1985 wiederum eine zusätzliche Person für die Dendrochronologie gesucht und eine zweite vollständige Messanlage angeschafft werden musste. Seit April dieses Jahres arbeitet nun auch Nathalie Burri als Dendrochronologin für die oben erwähnte Ausgrabung. Die Finanzierung wurde wiederum vom Kanton Neuchâtel übernommen.

Heute ist das Labor in der Lage über tausend Datierungen pro Jahr zu liefern. Aufgrund der engen Zusammenarbeit des Labors mit der Archäologie werden auch immer wieder Erfolge bei der Erkennung von Hausgrundrissen erzielt.

In den zehn Jahren seiner Existenz hat das Labor von Neuchâtel eine beachtliche Zahl von Mittelkurven aufbauen können. Diese Mittelkurven stammen einerseits aus Auvernier und andererseits aus archäologischen Siedlungen der näheren Umgebung des Kantons Neuchâtel. Diese Mittelkurven oder Chronologien, gültig für den Raum Jura-Südfuss und Drei-Seen-Gebiet (See-land), decken vor allem das Neolithikum, die Spätbronzezeit, die eisenzeitlich-römische Epoche und das Mittelalter ab und sind wie folgt situiert:

Neolithikum:

4086 v. Chr. bis 3532 v. Chr. Cort. classique bis tardif

Neolithikum:

3051 v. Chr. bis 2434 v. Chr. Horgen bis Civ. Saône-Rhône

Frühbronze:

1761 v. Chr. bis 1616 v. Chr. Nur in Auvernier vertreten

Spätbronze:

1450 v. Chr. bis 848 v. Chr. Eichenchronologie

Spätbronze:

1004 v. Chr. bis 858 v. Chr. Tannenchronologie

Spätbronze:

1070 v. Chr. bis 861 v. Chr. Eschenchronologie

Eisenzeit:

546 v. Chr. bis 98 n. Chr. eisenzeitlich bis römisch

Mittelalter:

924 n. Chr. bis 1984 n. Chr. Eichenchronologie

Mittelalter:

1181 n. Chr. bis 1984 n. Chr. Tannenchronologie

4.2 Das Neolithikum

Die neolithische Eichenchronologie des Labors von Neuchâtel umfasst die Zeitspanne vom Cortaillod classique bis zur Civilisation Saône-Rhône. Sie enthält unter anderem sämtliche Mittelkurven, die anhand von Holzproben aus den verschiedenen neolithischen Ufersiedlungen von Auvernier erarbeitet wurden. Die folgende Tabelle gibt Auskunft über die Fundstellen und die dort durch Funde und datierte Mittelkurven belegten Kulturstufen. Alle darin aufgeführten Chronologien konnten nach und nach miteinander verknüpft werden, so dass es schliesslich gelang eine fast lückenlose Chronologie des Neolithikums vom Cortaillod classique bis zur Civilisation Saône-Rhône herzustellen.

Siedlung	Kulturzugehörigkeit
Auvernier:	
Auv.-Port	Cortaillod classique Cortaillod tardif Horgen (schlecht dokumentiert)
Auv.-Les Graviers	Horgen Lüscherzer Kultur
Auv.-La Saunerie	Cortaillod tardif Lüscherzer Kultur Civilisation Saône-Rhône
Auv.-La Tranchée du Tram	Horgen (schlecht dokumentiert) Lüscherzer Kultur (1 Pfahl)
Auv.-Le Ruz Chatru	Lüscherzer Kultur
Auv.-Le Brise-Lames	Lüscherzer Kultur
Auv.-Les Ténèvieres	Lüscherzer Kultur
Auv.-Bréna (Saunerie)	Civilisation Saône-Rhône
Weitere neolithische Siedlungen der Region:	
Hauterive-Champréveyres	Cortaillod classique Horgen
Montilier 71	Cortaillod classique
St. Aubin (Tivoli)	Cortaillod type Port-Conty
Burgäschi-See	Cortaillod classique (Pfyn)
Twann	Cortaillod classique Cortaillod tardif Horgen
Yverdon-Garage Martin	Cortaillod tardif
Gletterens 81	Horgen
Montilier-Platzbünden	Horgen
Portalban	Horgen Lüscherzer Kultur
Vinelz	Lüscherzer Kultur
Lüscherz	Lüscherzer Kultur
Yverdon-Avenue des Sports	Lüscherzer Kultur Civilisation Saône-Rhône
St. Blaise	Lüscherzer Kultur Civilisation Saône-Rhône

Diese Chronologie konnte – wie in Kapitel 1 beschrieben – anhand des Hohenheimer Eichenstandards eindeutig und sicher absolut datiert werden. Die jetzt gültigen absoluten Daten für das Neolithikum liegen vollständig im Bereich der Standardabweichung von ± 10 Jahren der bis anhin gebrauchten 14-C Daten, da sie bloss um vier Jahre älter werden. Die neuen, absoluten Dendrodaten des Neolithikums der Westschweiz sind in der Tabelle der Abbildung 22 zusammengefasst. Die Tabelle ist im Sinne einer Zusammenfassung zu verstehen. Die Zuordnungen zwischen Dendrodaten und archäologischen Kulturen ist nicht immer eindeutig. Um die Übersicht zu erleichtern, haben wir nahe beieinander liegende Schlagdaten zu einer Schlagphase zusammengefasst und vereinfacht einer Kultur zugeordnet.

Die vom Labor Neuchâtel bisher publizierten neolithischen Daten müssen wie folgt korrigiert werden:

Publikation kalibrierte Daten	absolute Daten
1977:	
2777 v. Chr. Lüscherz	2701 BC (- 76 Jahre)
2584 v. Chr. Saône-Rhône	2434 BC (- 150 Jahre)
1979:	
3781 v. Chr. Cort. classique	3784 BC (+ 4 Jahre)
2976 v. Chr. Horgen	2980 BC (+ 4 Jahre)
2697 v. Chr. Lüscherz	2701 BC (+ 4 Jahre)
1982:	
3783 v. Chr. Cort. classique	3787 BC (+ 4 Jahre)
3677 v. Chr. Cort. tardif	3681 BC (+ 4 Jahre)
3235 v. Chr. Horgen	3239 BC (+ 4 Jahre)
2697 v. Chr. Lüscherz	2701 BC (+ 4 Jahre)
1983:	
2363 v. Chr. Saône-Rhône	2434 BC (+ 71 Jahre)

Die verhältnismässig grosse Korrektur bei den 1977 publizierten Daten erklärt sich damit, dass damals die Hochpräzisionskalibration von Groningen noch nicht durchgeführt worden war. Erst diese erlaubte die so genaue 14-C Eichung des Standards, die seit der Publikation von 1979 als Basis für die Datenangaben zum Neolithikum diente. Die 1983 publizierten Daten der Civilisation Saône-Rhône sind 71 Jahre zu jung. Sie wurden damals aufgrund einer vermeintlich absolut datierten Chronologie ermittelt. Ihre Korrektur entspricht genau der Korrektur, die auch die 1983 publizierten bronzezeitlichen Daten zu erfahren haben.

4.3 Die Bronzezeit

Wie schon eingangs erwähnt, konnten wir auch die beiden bronzezeitlichen Chronologien eindeutig mit der Hohenheimer Standardkurve synchronisieren und somit jahrgenau datieren. Die überaus hohe Belegdichte der spätbronzezeitlichen Chronologie (über 3000fach belegt) spiegelt sich in einem sehr hohen Synchronisationswert wider. Die Gleichläufigkeit zwischen unserer spätbronzezeitlichen Chronologie und der Hohenheimer Standardkurve beträgt über 66,45%.

B. Schmidt, Köln, erklärt in seiner Publikation (Schmidt 1984) wie die Unsicherheitsstelle bei ca. 700–550 v. Chr. ausgemerzt wurde. Die von Schmidt korrigierte Chronologie wird durch die Hohenheimer Standardkurve bestätigt. Diese Korrektur bedeutet nun für die Datierung der Früh- und Spätbronzezeit folgendes: Die bis anhin gebräuchlichen, fälschlicherweise als absolut angenommenen Daten (Egger 1983) werden um 71 Jahre älter, verschieben sich also nach links (vgl. auch Kapitel 1).

Wieder einmal zeigt sich die fantastische Präzision der 14-C Kalibration, denn die jüngste Schlagphase von Auvernier-Nord wurde zur Zeit, als die Dendrochronologie noch keine absoluten Daten liefern konnte, aufs Jahr 839 v. Chr. datiert. Die absoluten Daten zeigen nun, dass die besagte Phase von Auvernier-Nord in Wirklichkeit auf 850 v. Chr. zu liegen kommt.

Bei den datierten Siedlungen in der Westschweiz handelt es sich um die hier zusammengestellten:

Siedlung	Zeitphase
Auvernier:	
Auv-Tranchée du Tram:	Frühbronzezeit, Bronze ancien 4
Auv-Nord:	Spätbronzezeit, Hallstatt B final
Auv-Les Graviers:	Spätbronzezeit, Hallstatt B ancien
Auv-Bréna:	Spätbronzezeit, schlecht dokumentiert
Weitere Stationen:	
Cudrefin (isol. Haus):	Spätbronzezeit, kein arch. Material
Morges, Les Roseaux:	Spätbronzezeit, Material unbekannt
Avenches, Eau Noire:	Spätbronzezeit, Hallstatt B1 und B2
Hauterive-Champréveyres:	Spätbronzezeit, Hallstatt B ancien
Le Landeron (Töpferei):	Spätbronzezeit, Hallstatt B ancien
Cartailod-Est:	Spätbronzezeit, Hallstatt B ancien
Cort. Les Esserts:	Spätbronzezeit, Hallstatt B final
Bevaix-Sud:	Spätbronzezeit, schlecht dokumentiert

Da die bronzezeitlichen Siedlungen bedeutend kurzlebiger waren als die neolithischen, können unter gewissen Vorbehalten den verschiedenen archäologischen Fundmaterialien mehr oder weniger genaue Daten zugeordnet werden. Als Beispiel seien die beiden spätbronzezeitlichen Siedlungen Cortailod-Est und Auvernier-Nord erwähnt. Die den rochnologische Analyse der Gesamtheit der Pfähle – es handelt sich um ca. 1700 Proben – der Station Cortailod-Est lieferte eine Chronologie, deren Schlagphasen in einem Intervall von bloss 55 Jahren (1010–955 v. Chr.) liegen. Es muss also angenommen werden, dass sämtliches archäologisches Material in einem direkten Zusammenhang mit dieser kleinen Zeitspanne liegt. Ein ähnliches Bild ergibt sich auch in bezug auf die Siedlung Auvernier-Nord: Die bis jetzt bekannten Schlagphasen (es wurden ca. 2/3 der Pfähle analysiert) liegen in einem kleinen Intervall von bloss 28 Jahren, nämlich zwischen 878 und 850 v. Chr. Da bei dieser Station nur eine einmalige Besiedlung während der Spätbronzezeit festzustellen war – nur eine Kulturschicht zwischen sterilen Schichten –, darf hier auch das archäologische Kleinfundmaterial als ziemlich genau datiert gelten.

Ein freistehendes, anscheinend nicht zu einem Siedlungskomplex gehörendes Haus in Cudrefin stellt eine Besonderheit dar. Das Haus wurde aus Pfählen gebaut, die man alle im Jahre 1050 v. Chr. gefällt hat. Leider fehlen dazu jegliche archäologischen Kleinfunde.

Die regionalen Chronologien der Spätbronzezeit zeigen eine sehr grosse Ähnlichkeit untereinander, so dass uns bei dieser Epoche ein sehr hoher Datierungserfolg beschieden ist. So konnten in der Siedlung Auvernier-Nord über 80% und in der Siedlung Cortailod-Est gar über 95% der Proben einwandfrei datiert werden. Die klimatische Situation der beiden Jahrhunderte, die den Siedlungsaktivitäten der Spätbronzezeit vorangingen, scheint äusserst ausgewogen und über weite Gebiete sehr ähnlich gewesen zu sein. Die Chronologien dieser Zeit zeichnen sich durch sehr hohe Gleichläufigkeiten mit weit entfernten Regionalchronologien (Zürich, Süd-deutschland) aus. Zudem erkennt man eine grosse Ähnlichkeit im Wachstum artunterschiedlicher Hölzer, was zur Datierung unserer spätbronzezeitlichen Tannen- und Eschenchronologien auf der Eichenchronologie führte.

Die Synchronisation unserer spätbronzezeitlichen Eichenchronologie mit der Hohenheimer Standardkurve ist dementsprechend hoch und zweifelsfrei. Die absoluten, aufgrund der Hohenheimer Skala gesicherten Daten der Bronzezeit in der Westschweiz sind in den Tabellen von Abbildung 22 zusammengefasst.

4.4 Die eisenzeitlich und römischen Daten

Der Vollständigkeit halber sei hier noch auf die Daten der wenigen Siedlungen der eisenzeitlich-römischen Epoche aufmerksam gemacht. Diese Daten sind seit 1980 (Hollstein 1980) absolut und bleiben unverändert. Auch sie sind in der Tabelle Abbildung 22 und im Blockdiagramm Abbildung 23 zu finden.

KANTON	SEQUENZEN	BEAR- BEITER	ANFANGS- JAHR	END- JAHR	ANZ. JAHR- RINGE	MAX. BELEG	SCHLAGPHASEN
	WESTSCHWEIZ 1		-4049	-3532	518		CORTAILLOD CLASSIQUE
FR	MONTILIER	0	-4027	-3843	185	28	W -3853 - -3843
NE	ST.AUBIN-TIVOLI	0	-4023	-3829	195	5	S -3834 - -3827
NE	HAUTERIVE- CHAMPREVEYRES	E,G	-4079	-3803	277	3	S -3808 - -3801
NE	AUVERNIER-LE PORT	O,E	-4016	-3787	230	23	W -3791 - -3787 S -3787 - -3785
BE	TWANN US LABOR ZUERICH 306	F	-4011	-3770	242	36	S -3838 - -3836 W -3807 - -3804 W -3787 - -3780 S -3768
BE	BURGAESCHI	Hu	-3976	-3748	228	129	W -3760 - -3748
NE	AUVERNIER-LE PORT	O,E	-3750	-3681	70	157	W -3728 - -3681 S -3681 - -3679
	WESTSCHWEIZ 1		-4049	-3532	518		CORTAILLOD TARDIF
NE	AUVERNIER-SAUNERIE	O,E,S	-3665	-3633	33	27	W -3637 - -3633
NE	AUVERNIER-LE PORT	O,E	-3676	-3621	56	19	W -3627 - -3621
NE	AUVERNIER-SAUNERIE	O,E,S	-3630	-3597	34	22	W -3600 - -3597
VD	YVERDON-G.MARTIN	0	-3619	-3581	39	127	W -3588 - -3581
NE	AUVERNIER-LE PORT	O,E	-3648	-3550	99	59	W -3560 - -3550
BE	TWANN MS LABOR ZUERICH 307	F	-3752	-3532	221	70	W -3702 - -3689 W -3662 W -3649 - -3631 W -3622 - -3607 W -3596 - -3573 W -3563 - -3560 W -3532
	WESTSCHWEIZ 2		-3451	-2434	1018		HORGEN
FR	GLETTERENS	E	-3423	-3288	136	7	S -3286 - -3281 S -3270 - -3266
NE	AUVERNIER-LE PORT	O,E	-3388	-3239	150	6	W -3239 S -3238 - -3236
FR	PORTALBAN	0	-3383	-3177	207	20	S -3167 - -3162

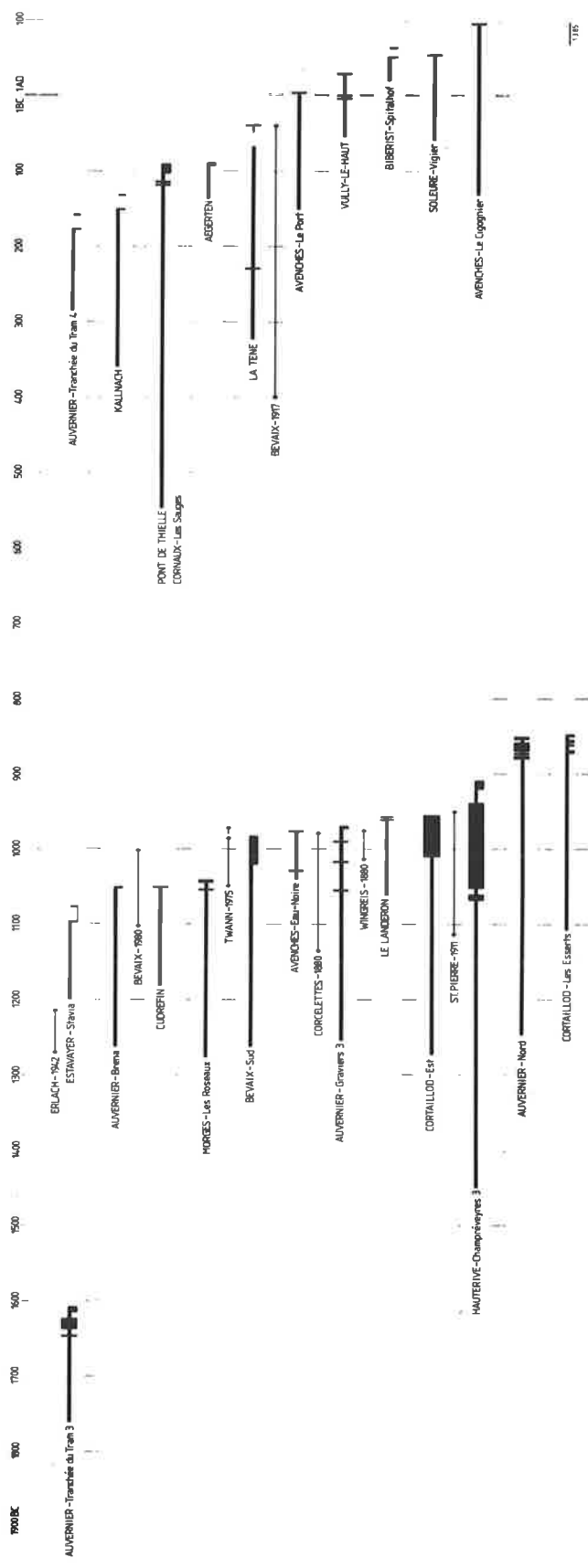
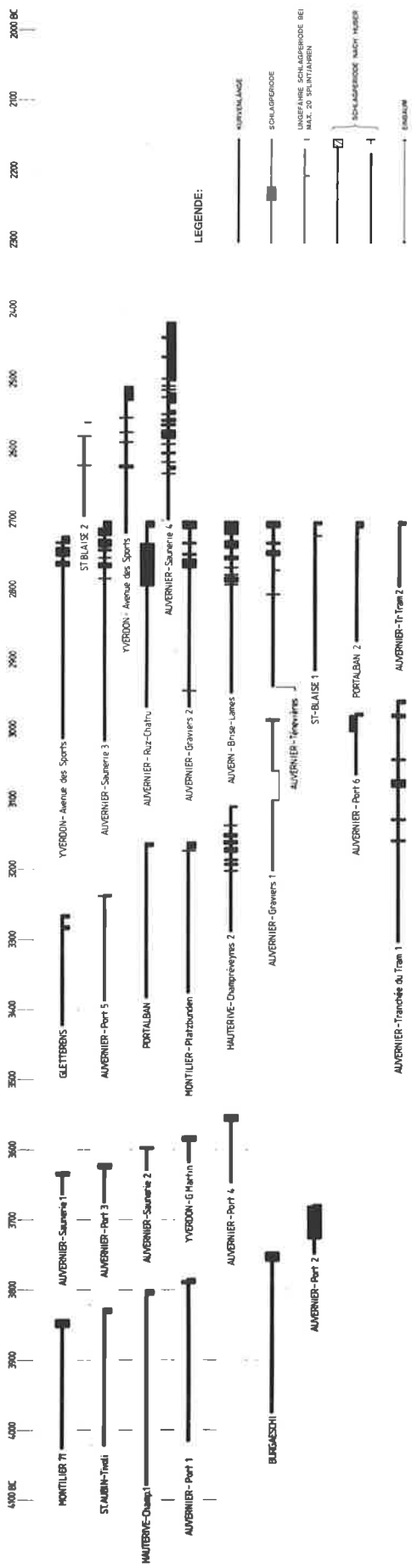
KANTON	SEQUENZEN	BEAR- BEITER	ANFANGS- JAHR	END- JAHR	ANZ. JAHR- RINGE	MAX. BELEG	SCHLAGPHASEN
FR	MONTILIER- PLATZBUENDEN	F	-3376	-3173	204	5	W -3173 S -3170 - -3160
NE	HAUTERIVE- CHAMPREVEYRES	O,E	-3289	-3129	161	42	W -3203 W -3195 - -3193 W -3187 - -3185 W -3176 - -3168 W -3163 - -3159 W -3154 - -3149 W -3138 S -3112 - -3110
NE	AUVERNIER-GRAVIERS	O	-3202	-2985	218	6	W -2988 - -2985
BE	TWANN HORGEN LABOR ZUERICH 308	F	-3451	-2976	476	138	W -3405 - -3391 W -3203 W -3197 W -3176 - -3166 W -3155 S -3147 W -3128 W -3106 - -3101 W -3093 - -3074 W -3040 - -3037 W -3013 W -2999 - -2997 W -2984 - -2976
NE	AUVERNIER-LE PORT	O,E	-3065	-2979	87	19	W -3002 - -2979 S -2979 - -2976
NE	AUVERNIER-TR. TRAM	O,E	-3304	-2962	342	27	W -3159 - -3157 W -3130 - -3128 W -3082 - -3070 W -3043 - -3041 W -2982 - -2977 S -2962 - -2958
	WESTSCHWEIZ 2		-3451	-2434	1018		LUESCHERZ
VD	YVERDON-AV. SPORTS	O,S	-3014	-2729	286	21	W -2765 - -2758 W -2752 - -2738 W -2734 - -2731 S -2729 - -2725
NE	AUVERNIER-SAUNERIE	O,E,S	-3016	-2711	306	50	W -2784 W -2767 - -2760 W -2753 W -2744 - -2742 W -2739 - -2727 W -2722 - -2711 S -2710 - -2701
NE	AUVERNIER- RUZ-CHATRUZ	O	-2968	-2710	259	26	W -2793 - -2734 S -2710 - -2701

KANTON	SEQUENZEN	BEAR- BEITER	ANFANGS- JAHR	END- JAHR	ANZ. JAHR- RINGE	MAX. BELEG	SCHLAGPHASEN
NE	AUVERNIER-BR. LAMES	0	-2947	-2701	247		W -2792 W -2788 - 2780 W -2778 W -2767 W -2756 - -2750 W -2740 - -2728 W -2720 - -2701
NE	AUVERNIER-TENEVIERE	0,E	-2936	-2701	236	42	W -2806 S -2770 W -2750 - -2743 W -2733 - -2730 W -2709 - -2701
NE	ST. BLAISE	0	-2915	-2705	211	3	S -2722 - -2720 S -2705 - -2701
NE	AUVERNIER-GRAVIERS	0	-2967	-2701	267	29	W -2942 W -2768 - -2756 W -2748 - -2746 W -2733 - -2732 W -2711 - -2701
FR	PORTALBAN	0	-2872	-2701	172	21	S -2710 - -2701
NE	AUVERNIER-TR. TRAM	0,E	-2975	-2708	268	1	S -2705 - -2701
BE	VINELZ LABOR ZUERICH 303	S	-2923	-2695	229	4	S -2745 S -2710 S -2701 W -2695
	WESTSCHWEIZ 2		-3451	-2434	1018		CIVILISATION SAONE-RHONE
NE	ST. BLAISE	0	-2696	-2623	74	2	W -2623
VD	YVERDON-AV. SPORTS	0,S	-2719	-2530	190	20	W -2626 - -2621 W -2588 W -2576 W -2555 W -2530 - -2510
NE	AUVERNIER-SAUNERIE	0,E,S	-2699	-2434	266	208	W -2634 S -2628 - -2624 W -2618 W -2606 - -2603 W -2592 W -2584 - -2571 W -2565 - -2564 W -2560 - -2558 S -2558 - -2555 W -2548 S -2547 - -2543 S -2534 - -2518

KANTON	SEQUENZEN	BEAR- BEITER	ANFANGS- JAHR	END- JAHR	ANZ. JAHR- RINGE	MAX. BELEG	SCHLAGPHASEN
NE	AUVERNIER-SAUNERIE						W -2525 W -2516 - -2515 W -2508 S -2502 - -2417 W -2498 W -2470 W -2467 W -2442 W -2440
	WESTSCHWEIZ 3		-1761	-1616	146		FRUEHBRONZEZEIT
NE	AUVERNIER-TR. TRAM	O, E	-1761	-1616	146	27	W -1648 W -1637 - -1625 S -1616 - -1610
	WESTSCHWEIZ 4		-1450	-848	603		SPAETBRONZEZEIT
FR	ESTAVAYER-STAVIA	E	-1200	-1097	104	1	
NE	AUVERNIER-BRENA	S	-1263	-1062	202	2	S -1052
VD	CUDREFIN	O	-1182	-1050	133	18	W -1050
VD	MORGES-LES ROSEAUX	O	-1277	-1042	236	10	W -1056 W -1044 - -1042
NE	BEVAIX-SUD	G	-1104	-1001	104	9	S -1020 - 983
VD	AVENCHES-EAU NOIRE	O	-1040	-974	67	5	W -1030 W - 974
NE	AUVERNIER-GRAVIERS	O	-1254	-973	282	12	W -1055 W -1018 W -990 S -973 - -970
NE	LE LANDERON	S	-1061	-957	105	25	W -961 - -960 W -957
NE	CORTAILLOD-EST	G	-1273	-955	319	1600	W -1010 - -955
NE	HAUTERIVE- CHAMPREVEYRES	E, G	-1450	-910	541	1470	S -1068 - -1061 W -1052 - -938 S -919 - -910
NE	AUVERNIER-NORD (QU)	E, O	-1247	-850	398	350	W -878 - -875 W -872 - -870 W -868 - -858 W -854 - -850
NE	AUVERNIER-NORD (AB)	E	-1004	-858	147	356	W -871 - -861 W -861 - -858
NE	AUNERNIER-NORD (FR)	E, O	-1070	-861	210	54	W -871 - -861

KANTON	SEQUENZEN	BEAR- BEITER	ANFANGS- JAHR	END- JAHR	ANZ. JAHR- RINGE	MAX. BELEG	SCHLAGPHASEN
NE	CORTAILLOD- LES ESSERTS	E	-1109	-848	262	12	S -871 - -868 S -861 - -860 S -858 - -855 S -848 - -847
BE	ERLACH/CERLIER	E	-1272	-1216	57	EINB	
NE	BEVAIX-1980	E	-1104	-1001	104	EINB	
BE	TWANN/DOUANNE-1975	E,G	-1051	-986	66	EINB	S -972
VD	CORCELETTES-1880	E	-1137	-978	160	EINB	
BE	VINGRAVE/WINGREIS	E	-1015	-975	41	EINB	
BE	ST.PIERRE-1911	E	-1113	-949	165	EINB	
	WESTSCHWEIZ 5		-546	78	625		EISENZEITLICH- ROEMISCHE EPOCHE
NE	AUVERNIER-TR.TRAM	E	-286	-178	109	1	
BE	KALLNACH	E	-360	-152	209	1	
NE	PONT DE THIELLE- CORNAUX-LES SAUGES	Ho,E	-546	-116	431	28	W -120 W -116 W -103 - -93
BE	AEGERTEN	E	-137	-93	45	6	S -93 - -90
NE	LA TENE	Ho	-323	-68	256	2	W -229 W -38
NE	BEVAIX-1917	E,O	-401	-39	363	EINB	W -39
VD	AVENCHES-LE PORT	O	-151	5	157	32	W 5
FR	VULLY-LE HAUT	Ho	-54	31	86	4	W -4 W 1 W 31
SO	BIBERIST-SPITALHOF	E	22	54	33	42	
SO	SOLOTHURN-VIGIER	E	-59	-56	116	6	W 56
VD	AVENCHES-TEMPLE DU CIGOGNIER	O	-131	-98	230	16	W 98

Abb. 22 Tabelle der im Labor Neuchâtel erarbeiteten Lokalchronologien der Westschweiz; E = Egger, F = Francuz, G = Gassmann, Ho = Hollstein, Hu = Huber, O = Orcel, S = Stuker (vgl. auch das Blockdiagramm Abb. 23).



51 Abb. 23 Blockdiagramm von Lokalchronologien der Westschweiz (vgl. auch Abb. 24 und 25)

5. Laboratoire Romand de Dendrochronologie

5.1 Introduction

En préhistoire, les séquences dendrochronologiques établies sur le plan local ou régional ont pu être datées dans l'absolu après de nombreux échanges réalisés entre laboratoires au niveau européen.

La présente synthèse, fruit de ces échanges, met en valeur les différentes étapes de construction de la chronologie du chêne et ses aboutissements.

Le groupe de travail réunissant les auteurs du présent volume a établi un plan de publication prévoyant la mise en valeur des travaux réalisés dans ce domaine par chaque laboratoire. Les grandes lignes de ce plan sont les suivantes:

- Etablissement des séquences locales par laboratoire et pour chaque site étudié.
- Etablissement des références régionales de chaque laboratoire. Dans ce chapitre 5 nous présentons uniquement les résultats obtenus dans le cadre du Laboratoire Romand de Dendrochronologie (LRD). Les travaux réalisés par Ch. Orcel dans le cadre du laboratoire de Neuchâtel sont présentés par ce dernier, page 46 ff.
- Etablissement par les différents laboratoires de 3 séquences de référence communes couvrant la Suisse Occidentale, la Suisse Orientale et l'Allemagne du Sud.
Dans ce but, la banque de données présentée dans les deux chapitres ci-dessus a été regroupée avec celle du laboratoire de Neuchâtel pour la région des 3 lacs et avec celle du laboratoire de Zurich pour le lac de Bienne.
- Comparaison et mise en valeur des relations existant entre ces différentes références régionales et la courbe standard de Hohenheim (D). Cette étude commune est présentée page 21 ff.
- Répertoire et datation des périodes d'occupation pour tous les sites palafittiques étudiés.

C'est donc sur la base de ce plan que nous présentons ici une brève synthèse des travaux du Laboratoire Romand de Dendrochronologie (LRD) en précisant dans quel contexte ceux-ci ont été réalisés.

Les laboratoires de dendrochronologie à vocation archéologique devaient essentiellement axer leurs travaux sur la constitution de chronologies régionales en analysant tous les bois des sites étudiés, quel que soit leur âge, afin de donner une image précise de la chronologie relative des sites archéologiques et de leur durée d'occupation. En respectant cette règle, la recherche des structures d'habitation pouvait être réalisée en parallèle avec toutes les chances d'aboutir positivement.

A l'inverse, les laboratoires qui n'ont pas vocation archéologique pouvaient, sans conséquence, prélever ponctuellement et partiellement des échantillons, les sélectionner arbitrairement, et ne conserver que ceux dont le type de croissance est commun pour assurer la constitution d'une chronologie continue.

Ces 2 types de recherche sont complémentaires mais divergent énormément quant à l'application de la méthode de travail.

En outre, dans le 1^{er} cas les critères retenus pour synchroniser une série d'échantillons sont très nombreux et souvent « empiriques ». Dans le 2^e cas, le choix est réalisé essentiellement sur la base des résultats statistiques. Là encore, le choix réalisé est beaucoup trop sélectif et trop rigide pour la dendrochronologie à vocation archéologique.

Il est fréquent de constater que des bois jeunes ou ayant un type de croissance trop spécifique sont éliminés par la rigueur des coefficients statistiques de synchronisation. Toutefois, sur la base d'autres critères, essentiellement visuels, ils constituent des groupes homogènes. Dans ce cas, le nombre conséquent de bois composant ces groupes finit par faire ressortir leur caractère commun et les séquences ainsi obtenues sont alors acceptées au niveau des coefficients. Il est donc important que le dendrochronologue à vocation archéologique ne base pas ses recherches uniquement sur la statistique. Celle-ci peut être une précieuse aide si elle est utilisée à bon escient.

5.2 La vocation du laboratoire

Apporter aux historiens et aux préhistoriens, dans les plus brefs délais, des informations capitales, variées et précises, en exploitant intégralement et dans leur contexte les bois des bâtiments ou gisements étudiés, demeure la principale vocation du Laboratoire Romand de Dendrochronologie.

A la demande des archéologues, grâce à son organisation et à son équipement, le LRD a exploité, depuis le 15 janvier 1982, environ 6000 échantillons se répartissant sur 250 mandats différents.

Ces mandats couvrent un important secteur géographique et concernent des bois des périodes récente, historique, romaine, protohistorique et néolithique. Tous ont fait l'objet d'un rapport précis et détaillé rendu dans les meilleurs délais.

Sur cette base et dans de nombreux cas, les archéologues ont pu orienter précisément leurs travaux de fouille.

5.3 Le fonctionnement du laboratoire

Le Laboratoire Romand de Dendrochronologie est un laboratoire de service, non subventionné, conçu pour répondre systématiquement et rapidement aux demandes des intéressés quelles que soient la quantité de bois à analyser et les origines des demandes. Le prix des analyses est fixé en fonction de leur coût réel et afin d'assurer le fonctionnement scientifique et économique du laboratoire.

De notre activité principale découle une importante banque de données qui conditionne toutes nos investigations visant à la constitution de chronologies. En constante évolution, cette banque de données constitue la source idéale de renseignements indispensables à de nombreuses recherches.

5.4 Les analyses pour la période historique

Pour la période historique, les analyses du chêne et des conifères débouchent quasi systématiquement sur la datation des structures étudiées ①.

Pour cette période, les bois sont généralement datés dans l'absolu, directement sur les séquences de référence dendrochronologiques constituées par le LRD, à savoir:

Suisse Occidentale: conifères 0085 LRD	1061 ans	923–1983
Suisse Occidentale: chêne 0085 LRDO	973 ans	1011–1983
Suisse Orientale: conifères 9004 ALL	789 ans	1195–1983
Suisse Orientale: chêne 9002 ALL	855 ans	1128–1982
Suisse Tessin ②: conifères 0005 TES	1130 ans	855–1983
Liechtenstein: conifères 9002 LF	373 ans	1321–1693
Liechtenstein: conifères 9005 LFR	113 ans	1727–1839
Liechtenstein: chêne 9000 FLQ	134 ans	1671–1804
France Sud/Est: Dauphiné Chartreuse: conifères 9005BOV	379 ans	1232–1610
Dauphiné Chartreuse: conifères 9000 ISER	247 ans	1737–1983
Rhône/Alpes: chêne 9999 FRHQ	368 ans	850–1217
chêne 746 RLG	160 ans	1025–1184
chêne 8008 RLG	449 ans	1273–1721
chêne 9000 OC-M	220 ans	1435–1654
chêne 9000 BRP	158 ans	1826–1983
chêne 8000 FRAN	146 ans	1838–1983
France Ouest: Le Mans chêne: ILMR	175 ans	1807–1981

Dans certains cas, nos recherches s'appuient sur les références de laboratoires allemands.

L'analyse des autres essences végétales comme le noyer, le tilleul etc... débouche sur des chronologies relatives des ensembles comparés. Ces essences végétales pourront être datées dans l'absolu lorsque le nombre de bois analysés permettra la constitution des séquences de référence suffisamment étayées.

① Pour la période historique les bois de nombreux édifices ou objets classés ont été analysés.

Pour cette période, nous ne publions pas les fiches d'identité des objets, ni le détail des phases d'abattage des bois, souvent très complexes pour un même édifice, et qui ne présentent que peu d'intérêt s'ils ne sont pas situés précisément dans leur contexte. Compte tenu de l'excellente couverture de ces références régionales, celles-ci devront être reconstituées pour réaliser la mise en valeur de secteurs géographiques plus restreints lorsque seront réalisées des études spécifiques, dendrochronologiques, climatologiques, ou écologiques par exemple.

L'archivage systématique de cette importante banque de données en continuelle évolution laisse ouvertes d'intéressantes perspectives de recherche.

5.5 Les analyses pour la préhistoire

Pour la préhistoire, à la demande des Services Archéologiques des cantons de Fribourg, Genève et Vaud et du Fonds National Suisse, les bois de divers sites lacustres (fig. 25) ont fait l'objet d'analyses dendrochronologiques.

L'organisation des structures d'habitation est étudiée parallèlement à la datation des bois et donne d'excellents résultats même sur de très jeunes bois.

Nous présentons ci-dessous, par période et par site, un inventaire des références locales et régionales obtenues et des phases d'abattage reconnues pour le chêne (fig. 24–25).

Les résultats concernant les autres essences végétales et les structures d'habitation ne sont pas présentés ici.

D'autres analyses concernant la France ont été réalisées, en outre, sur des bois provenant des sites lacustres des lacs d'Annecy et du Bourget. Vu l'excellente synchronisation existant entre les références de ces secteurs et celles du Léman, la logique veut que nous ne dissociions pas ces travaux et que ceux-ci soient présentés globalement.

Synthèse des références dendrochronologiques régionales, de leurs composantes et des périodes d'abattage.

5.6 Les analyses pour les périodes de la Tène et romaine

Pour les périodes de la Tène et romaine ③, les analyses réalisées concernent en particulier trois secteurs bien distincts. D'une part, le secteur d'Avenches et d'Yverdon sur le Canton de Vaud (CH), dont les premières dates ont été obtenues par comparaison directe des séquences sur les références d'Allemagne.

D'autre part, le secteur du Mans (F), dont les séquences ont pu être datées sur la séquence du Canton de Vaud, après avoir procédé à des analyses et à des tests sur des bois actuels.

Enfin, le secteur de Bordeaux (F), dont les séquences ont pu être datées, toujours par système de dérive et de relais, sur celle du Mans.

5.7 Une banque de données dynamique

Compte tenu du nombre important de sites étudiés annuellement, la banque de données du laboratoire est en perpétuelle évolution, et bien que les références obtenues lors de l'exploitation d'un site soient systématiquement intégrées aux références globales du laboratoire, les synthèses que nous sommes amenés à réaliser ne sont plus à jour lors de leur parution.

② Pour le Tessin, nous avons publié la référence du mélèze: 1014–1982 (A. Orcei, C. Orcei, P. Donati – *Ricerca Dendrocronologica per l'area Ticinese – STSNT – Anno LXXI Avril 1984*) en émettant des réserves concernant le raccord réalisé aux environs de 1619. Depuis, des analyses complémentaires ont permis d'apporter la correction nécessaire.

Par ailleurs, certaines parties de la séquence ont été étayées. Celle-ci couvre actuellement 1130 ans, de 855 à 1984.

③ voir fig. 3

Deux exemples illustrent cette dynamique: Le premier concerne la période médiévale, le second la préhistoire.

Alors que la séquence de référence provisoire pour le Tessin était publiée, nous réalisons dans le même temps la version définitive et portons le début de la séquence de l'année 1014 à l'année 855.

Pour la préhistoire, alors que nous achevons la présente synthèse nous avons réalisé des analyses portant sur des bois de la gravière du Duzillet à Bex. Ceux-ci fournissent une séquence située entre les années 3599 av. J.-C. à 3379 av. J.-C. Cette séquence couvre donc pour la Suisse Occidentale le trou de 80 ans existant entre la fin de la période Cortaillod et le début des séquences Horgen. D'autres analyses des bois de ce site sont en exploitation et feront prochainement l'objet d'un rapport final déposé auprès du Service des Bâtiments et Archéologie du canton de Vaud.

Fonctionnant comme laboratoire de service et réalisant la plupart des analyses à court terme, il est pratiquement impossible d'estimer le moment favorable à la publication d'une synthèse globale. C'est la raison pour laquelle les rapports d'analyses déposés systématiquement aux intéressés font acte.

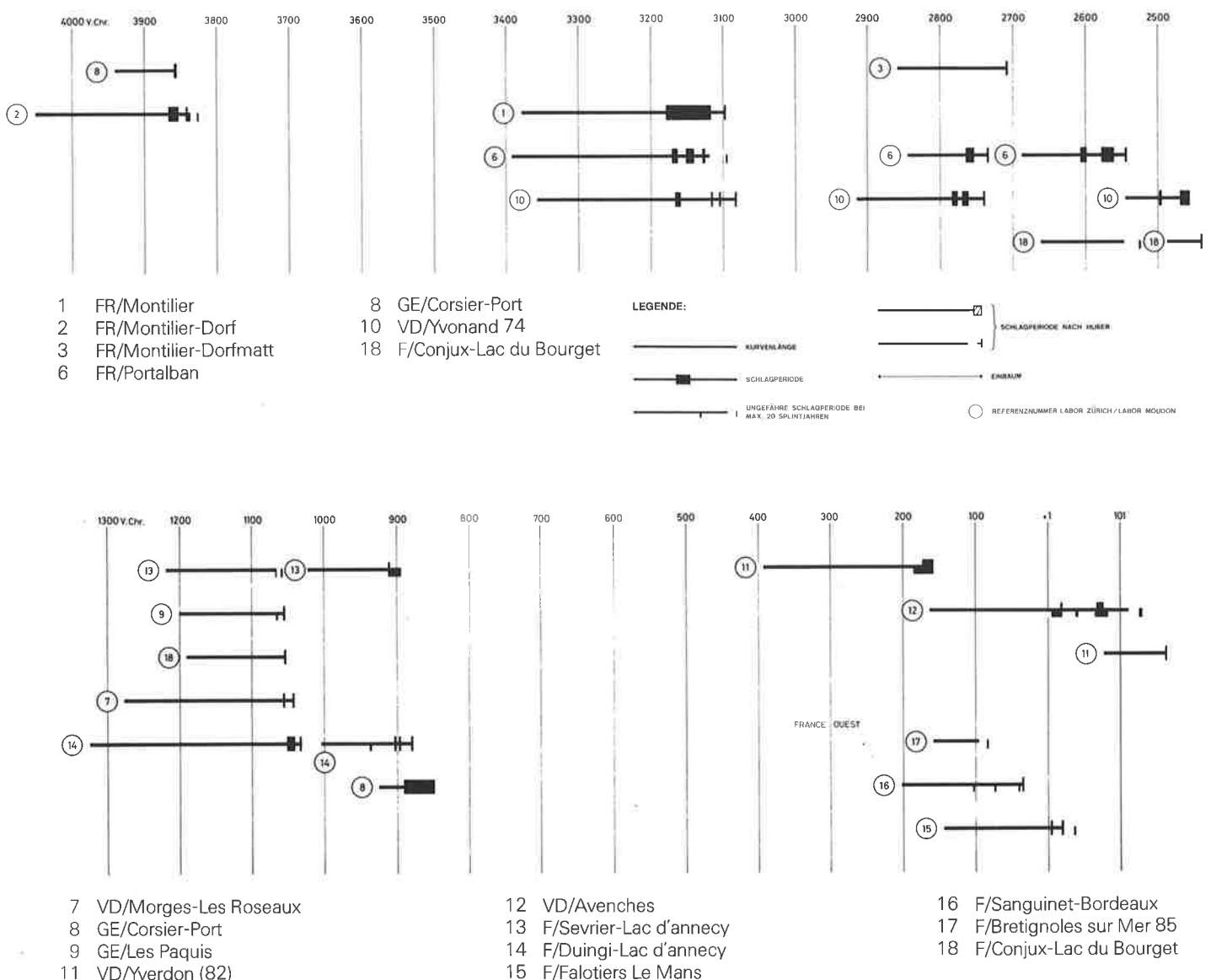


Abb. 24 Blockdiagramm von Lokalchronologien der Westschweiz (vgl. auch Abb. 22 und 23)

CANTON SITES		SEQUENZES	DEBUT	FIN	NOMBRE DE CERNES	COU- VER- TURE	PHASES
	WESTSCHWEIZ 1	0001COR	-4050	-3842	209		CORTAILLOD
GE	CORSIER-PORT	7012GCP	-3941	-3856	86	13	W -3859 - -3856
FR	MONTILIER-DORF	9010MTC	-4050	-3842		108	W -3867 - -3854 W -3842 S -3837 S -3826
	WESTSCHWEIZ 2	0001HOR	-3392	-3082	311		HORGEN
FR	MONTILIER SECTEUR PRODILLIER SECTEUR Q SECTEUR S	7777FMO	-3379	-3098	282	160 8	W -3168 - -3167 1 S -3152 1 W -3132 1 S -3124
	SECTEURS A et B SECTEUR S					144 3	W -3179 - -3118 W -3098 - -3097
FR	PORTALBAN SECTEUR 33	0001PAQ	-3392	-3120	273	81	W -3171 - -3164 W -3152 - -3142 W -3129 - -3126
VD	YVONAND 74	7044YD	-3357	-3082	276	42	W -3167 - -3160 W -3117 W -3105 - -3104 W -3083 - -3082
	WESTSCHWEIZ 2	0001LUS	-2915	-2704	212	81	LUESCHERZ
VD	YVONAND 74	7043YD	-2915	-2740	176	37	W -2784 - -2777 W -2770 - -2762 W -2740
FR	PORTALBAN SECTEURS 26-27	0001PA	-2845	-2735	111	32	W -2765 - -2754 W -2735
FR	MONTILIER- DORFMATT	8001MT	-2859	-2708	152	12	W -2708
	WESTSCHWEIZ 2	0001CSR	-2688	-2456	233		CIVILISATION SAONE-RHONE
FR	PORTALBAN SECTEURS 26-27	0002PAQ	-2688	-2544	145	25	W -2607 - -2599 W -2578 - -2561 W -2544
VD	YVONAND	7041YD	-2545	-2456	90	24	W -2498 - -2495 W -2469 W -2464 - -2463 W -2456

CAN- TON	SITES	SEQUENZES	DEBUT	FIN	NOMBRE DE CERNES	COU- VER- TURE	PHASES
	HORS REFERENCE						
F	CONJUX-LAC DU BOURGET	2CLB	-2662	-2548	115	1	
F	CONJUX-LAC DU BOURGET	9008CLB	-2487	-2440	48	16	W -2440
	WESTSCHWEIZ 4	0001BRO	-1324	-1033	292		BRONZE FINAL
F	SEVRIER- LAC D'ANNECY	9006ACH	-1218	-1066	153	4	S -1058
GE	LES PAQUIS	9000GPA	-1200	-1056	145	5	W -1056 - -1055
F	CONJUX-LAC DU BOURGET	7000CLB	-1190	-1054	137	6	W -1054
VD	MORGES-LES ROSEAUX	9000RO	-1277	-1053	225	9	W -1056 W -1044 - -1042
F	DUINGI-LAC D'ANNECY	9005ARO	-1324	-1033	292	14	W -1051 - -1041 W -1033
	WESTSCHWEIZ 4	0002BRO	-1022	-850	152		BRONZE FINAL
F	SEVRIER-LAC D'ANNECY	9000ACH	-1022	-900	123	10	W -910 W -903 - -895
F	DUINGI-LAC D'ANNECY	9000ARO	-1004	-880	125	6	W -903 - -902 W -896 W -880 - -879
GE	CORSIER-PORT	7006GCP	-925	-850	76	153	W -891 - -858 W -850 - -849
	WESTSCHWEIZ 5	0001ROM	-393	164	558		LA TENE/EPOQUE ROMAINE
VD	YVERDON-PHILOSOPHES	9005VYP	-393	-159		15	W -173 - -172 W -161 - -160 W -159 - -158
VD	AVENCHES FOUILLES 81 "SOUS ROUTE"	133AP	-105	6	112	1	S 6
	INSULA 14	2BAN	-95	-39	57	1	
		1050AN	-102	-25	78	1	S 10
	INSULA 15	2AAV	-98	-11	88	1	S 10
	INSULA 14	90002INS	-163	20	184		W 20
	INSULA 14/15	9000INS	-9	53	62		S 39 S 42 S 66
	PORT LES JONCS	9117	-93	-10	84		
		9116	-10	68	79		W 68

CAN- TON	SITES	SEQUENZES	DEBUT	FIN	NOMBRE DE CERNES	COU- VER- TURE	PHASES
VD	AVENCHES ENCEINTE ROMAINE TOUR 14	9000ERA	-49	72	122	27	W 72
		9000AVT	-41	57	102	3	S 72
	FOUILLES 83 ERA 83 T12 ET T9	6ERA	29	74	46	1	S 74
	BARQUE	8003ERA	-77	76	854	6	W 77
	FOUILLES 81	BA4AV	-25	107	103	1	
	CANAL ROMAIN	1AV	-10	111	122	1	
VD	YVERDON (82) ST ROCH 15-17	9100SR	78	164	87	8	164
	FRANCE OUEST						
F	BRETIGNOLES SUR MER 85	INA	-158	-97	62	1	S -84
F	SANGUINET-BORDEAUX	6000SAN	-202	-35	168	8	S -103 S -74 S -40 W -35
F	FALOTIERS LE MANS	7000LM	-124	21	146	20	S -2 W 4 - 5 W 19 W 21 S 37
	BOIS FOSSILES:						
F	LYON-GUILLOTIERE	1RGLA(QU)	-2711	-2541	171	1	
BE	BUEREN A.AARE	1FAR (QU)	-2165	-1849	317	1	
FR	RIED	9000RE(QU)	-1647	-1479	169	1	W -1479
F	GALAVAYSON HAUTERIVES DROME	1HAUT(RS)			384	1	C-14: 33500+-1100 B.P.

ERKLAERUNGEN ZUR TABELLE:

W = WALDKANTE

S = UNGEFAEHRE WALDKANTE BEI
MAXIMAL 20 SPLINTJAHREN

-3807 - -3804 = SCHLAGPERIODEN VON/BIS
BEI ZEITLICHEM ABSTAND
DER WALDKANTEN <= 5 JAHRE

Abb. 25 Tabelle der im Labor Moudon erarbeiteten Lokalchronologien der Westschweiz (vgl. auch das Blockdiagramm Abb. 24).

6. Die neuen Daten der Jahrringchronologie für die Ur- und Frühgeschichte

6.1 Gedanken zur Bedeutung der dendrochronologischen Forschung

Die dendrochronologischen Datierungen der letzten 10 Jahre haben unser Bild vom Neolithikum wesentlich verändert. Dies bewies bereits die erste gemeinsame Publikation von 1979, obwohl damals für Neolithikum und Bronzezeit erst die relative Abfolge völlig gesichert war, bei den absoluten Jahresangaben jedoch noch eine gewisse Unsicherheit bestand. Siedlungen von Kulturen wie Pfyn und Cortaillod erwiesen sich in vielen Fällen um mehr als 500 Jahre älter als solche der Horgener-Kultur. Die auffallenden Unterschiede in der materiellen Hinterlassenschaft hatten plötzlich nicht mehr das Gewicht, das sie solange besaßen, als man noch glaubte, die Änderungen seien in einer kurzen Zeitspanne eingetreten. Die einzelnen Kulturphasen wurden merklich länger, als man angenommen hatte. Selbst grosszügige Schätzungen wurden übertroffen. Akzeptierte man diese Resultate – wegen der drückenden Evidenz der übereinstimmenden Arbeiten von verschiedenen Labors musste man wohl oder übel – so war auch gegen die durch 14-C Kalibration der Hohenheimer Referenzkurve gewonnenen halbabsoluten Datierungen kaum mehr viel einzuwenden. Pfyn und Cortaillod, die bis dahin fast durchwegs mit dem Zeitraum von 3000 bis 2500 v. Chr. in Verbindung gebracht worden waren, erhielten ein um fast tausend Jahre höheres Alter. Daten von schnurkeramischen Siedlungen lagen nicht wie erwartet im Endabschnitt des 3. Jahrtausends, sondern in vielen Fällen zwischen 2700 und 2600 v. Chr. Frühbronzezeitliche Siedlungen gelang es zunächst nicht zu datieren, hingegen besaßen wir bereits eine Reihe von Ergebnissen für die Spätbronzezeit. Diese wichen kaum nennenswert von den Erwartungen ab.

Die ersten Zusammenstellungen dendrochronologischer Datierungen des Neolithikums und der Bronzezeit zeigten schlagartig, dass der ganze Reichtum der sogenannten Pfahlbauafunde die beiden Epochen doch nur sehr ungleich und lückenhaft zu erleuchten vermochte. Die dendrochronologischen Arbeiten der letzten Jahre haben dies weitgehend bestätigt. Es liegen nun zwar auch einige jüngere schnurkeramische Daten um 2460 v. Chr. und solche der Frühbronzezeit zwischen 1665 und 1499 v. Chr. vor; es ist aber völlig ungewiss, ob es überhaupt aus der ganzen Zeit dazwischen irgendwelche Ufer- oder Moorsiedlungsfunde gibt. Die Lücke der Mittelbronzezeit, von der man in der Pfahlbauaforschung immer wieder gesprochen hat, ist offenbar weder die einzige noch die grösste. Die Kenntnis dieser Schwachstellen im vorliegenden archäologischen Quellenmaterial ist eine Voraussetzung für alle historischen Ausdeutungsversuche und Wegweiser bei der Suche nach entscheidenden neuen Aufschlüssen.

Zur Hallstatt-, Latène- und römischen Zeit brachte die Dendrochronologie keine so unerwarteten Ergebnisse wie bei den älteren Epochen. Die Zuverlässigkeit und die Genauigkeit verleiht den Daten aber gleichwohl hervor-

ragende Bedeutung. Manche Fragen der Feinchronologie werden einer Lösung zugeführt. Die Unabhängigkeit der Methode von archäologischen Überlegungen ist ein gewaltiger Vorteil. Allzu oft übernehmen wir ja einmal erarbeitete Stufengliederungen und übertragen sie bedenkenlos auf weitere Fundmaterialien. Das verallgemeinernde Ordnungsprinzip wird dann nicht selten mit dem realen Einzelfall verwechselt und man schenkt den nur schwachen Stützen im ganzen Indiziengebäude zuwenig Beachtung. Die provinzialrömische Forschung bildet dabei übrigens keineswegs eine Ausnahme und es ist gut, dass manchmal ein Jahrringdatum eine konventionelle Datierung in Frage stellt oder wenigstens zur genaueren Prüfung der dahinter stehenden Argumente zwingt.

Die Möglichkeit, genaueste absolute Daten zu erhalten, ist von grundsätzlicherer Bedeutung für die ur- und frühgeschichtliche Archäologie als es auf den ersten Blick den Anschein macht. Die genaue Festlegung in Zeit und Raum macht den Einzelfall greifbarer. Es werden gewissermassen Ereignisse fassbar, die bei genügender Verdichtung der Fälle nicht nur Zustandsbilder bleiben, sondern ein Geschehen verdeutlichen. Die rein archäologischen Methoden der Chronologie kommen kaum darum herum, eine ganze Reihe von blossen Annahmen zu Hilfe zu nehmen. Es spielt zum Beispiel die Einschätzung der Erneuerungsbereitschaft bzw. des Erneuerungswillens des urgeschichtlichen Menschen in den verschiedenen Lebensbereichen eine grosse Rolle. Absolute Daten versetzen uns dagegen in die Lage aus der Kenntnis der Geschwindigkeit einer Entwicklung auf die einem Menschenkreis zur Verfügung stehenden geistigen und technischen Voraussetzungen rückzuschliessen.

6.2 Über die notwendige Umsicht bei der Verwendung von Jahrringdaten

Zu den Nachteilen dendrochronologischer Daten gehört, dass sie nur das Fälldatum des Baumes oder gegebenenfalls den Zeitpunkt seines natürlichen Absterbens bezeichnen. Wo in einer Konstruktion längere Zeit gelagertes Holz eingebaut oder Teile von einer älteren Anlage wiederverwendet wurden, gibt uns die Jahrringanalyse also nur einen Terminus post quem. Lediglich um einen solchen handelt es sich auch in den vielen Fällen, in denen der vom Baum zuletzt angelegte Jahrring nicht mehr vorhanden ist. Etwas besser steht es, wenn der Dendrochronologe wenigstens ein bisschen Splintholz an der Probe feststellen kann. Da das Splintholz, der äussere lebendige, bei Eiche z. B. schon durch andere Färbung gut erkennbare Teil immer eine in gewissen Grenzen schwankende Anzahl Jahrringe aufweist, ist es dann doch möglich eine ziemlich genaue Datierung anzugeben. Bei der Eiche liegt die durchschnittliche Jahrringzahl des Splintholzes bei rund 20. Mehr als 40 Jahre Splintholz sind so selten, dass wir diesen Fall praktisch ausschliessen dürfen. Der Archäologe, der dendrochronologische Ergebnisse verwertet, muss sich deshalb vergewissern, was das angegebene Datum bezeichnet: einen letzten erhaltenen Ring des Kernholzes, einen Ring des Splintholzes, das aufgrund der Splint-Kernholzgrenze und einer Statistik über Splintjahranzahlen ermittelte wahrscheinlichste Fäl-lungsjahr oder das anhand deutlich erkenntlichem,

natürlichen letzten Jahring (Waldkante) absolut genau bestimmte Fällungsjahr. Im letzten Fall gibt es allenfalls noch die Möglichkeit zwischen Holz zu unterscheiden, das in der Vegetationsperiode und solchem das nachher geschlagen wurde. Das neue Jahr des Baumes beginnt erst im späten Frühling. Dort wo der Dendrochronologe keine Fällung in der Vegetationsperiode nachweist, könnte diese immer auch im Beginn, d. h. im Winter oder Frühling des auf das angegebene Datum folgenden Jahres stattgefunden haben. Daran ist vor allem dann zu denken, wenn Daten der Dendrochronologie mit historisch bezeugten Ereignissen, also Kalenderjahren verglichen werden.

Manche Auftraggeber, deren Proben nicht datiert werden konnten, wollen wenigstens ein ungefähres Datum wissen. Die Frage hat etwa soviel Sinn, wie wenn ich die Auskunftsperson, die wegen ungenügender Angaben eine Telefonnummer nicht nennen kann, um eine ungefähre Nummer bitte. Die einzige Chance bei zunächst nicht datierbaren Proben doch noch zu einem Ergebnis zu kommen, ist die Einengung des möglichen Datierungsspielraumes aufgrund von Indizien nicht dendrochronologischer Art, z. B. indem bei einer Probe, zu der man bei der Einlieferung nur die Herkunft aus einer Ufersiedlung nannte, nun noch die Zuordnung zu einer bestimmten Kulturstufe bekannt gibt.

Häufig wird der Frage zu wenig Beachtung geschenkt, ob die Probe wirklich die Fundgruppe oder die Konstruktion datiert, die zur Diskussion steht. Nicht nur die oben erwähnte Wiederverwendung oder längere Lagerung kann uns missleiten. Bei den Ufer- und Moorsiedlungen ist während der Grabung oder blossen Probeentnahme unerkannte Mehrperiodizität ein nicht zu unterschätzendes Problem. Welcher Pfahl zu welcher aufgedeckten Schicht zu rechnen ist, vermag man oft auch bei sorgfältigster Feldarbeit nicht zu klären. Der nach Lehrbuch beim Einschlagen unweigerlich entstehende Verzug der bereits vorhandenen, also älteren Kulturschichten ist oft nicht einmal bei eigens zu dieser Abklärung angelegten Profilen zu sehen. Selbst die Fälle lassen sich nicht immer eindeutig bestimmen, bei denen infolge von Schichtsetzung die Pfahlköpfe jüngere Ablagerungen durchstossen haben. Schliesslich ist daran zu erinnern, dass an zahlreichen Orten die zu den datierten Pfählen gehörigen Kulturschichten einer gründlichen Erosion zum Opfer gefallen sind, die kaum mehr als einzelne Artefakte zurückliess. Wenn wir in dieser Publikation nur diejenigen Daten berücksichtigt hätten, bei denen vom Ausgrabungsbefund her die Zuordnung zu einem geschlossenen Fundkomplex wirklich klar gegeben ist, wäre der Umfang um mehr als die Hälfte vermindert worden.

Bei Zweifeln über die Richtigkeit einer Datierung, darf sich die Überprüfung nie allein auf die Laborarbeit

beschränken, sondern man muss auch abklären, wie sicher die Probe in den Kontext gehört, der datiert werden sollte. Denken wir auch daran, dass in jedem Stadium von der Entnahme bis zur Publikation Verwechslungen vorgekommen sein könnten.

Jedermann wird in den Schemata dieser Publikation die Konzentration der Daten in gewissen Zeitabschnitten und daneben die grossen Lücken auffallen. Bei den Ufer- und Moorsiedlungen ist man geneigt daraus auf eine stark schwankende Siedlungsaktivität an den Seen zu schliessen und langfristige Überflutungen dafür verantwortlich zu machen. Der Schluss ist jedoch nicht ganz so zwingend, wie es scheint. Es könnte sein, dass es sich bei manchen unbelegten Zeiträumen noch immer um Forschungslücken handelt. Die Referenzkurve von Hohenheim, die ohne Unterbruch von der Gegenwart bis 4000 v. Chr. zurückführt, bedeutet noch lange nicht, dass wir in allen Abschnitten die gleiche Chance haben, eigene Proben datieren zu können. Die sichere Einordnung ist oft erst möglich, wenn es vorher gelingt, die Jahringbreitenkurven einer Anzahl von Proben zu korrelieren und daraus eine längere Mittelkurve zu errechnen. Besteht einmal eine solche sogenannte Lokalchronologie, dann werden hingegen im selben geographischen Raum nicht selten sofort gleich noch weitere zugehörige Proben gefunden. Die Konzentration des Bearbeiters auf den gerade interessierenden Zeitabschnitt mag diesen Multiplikationseffekt noch verstärken. Fälle, in denen diese Erklärung nicht ausreicht, etwa Häufung ganz bestimmter Fällungsjahre unter dem Probenmaterial von verschiedenen Siedlungen, finden sich in diesem Band allerdings auch.

Nicht vergessen dürfen wir endlich, dass unsere urgeschichtliche Chronologie nur eine Eichenchronologie ist. Die ältesten Ufer- und Moordörfer im behandelten Raum vermochten wir wohl deshalb noch nicht zu datieren, weil Eiche ein damals eher selten verwendetes Bauholz zu sein scheint. Bei dendrochronologischen Untersuchungen und der Auswertung ihrer Resultate muss also auch paläoökologischen und paläoökonomischen Faktoren Beachtung geschenkt werden.

6.3 Schlussbetrachtung

Mit der vorliegenden Publikation ist ein wichtiger Meilenstein auf dem Weg der Dendrochronologie Mitteleuropas erreicht. Dem Archäologen werden lange Listen sicherer Datierungen in die Hand gegeben. Er kann sich anhand der gegenseitigen Verknüpfungen der verschiedenen Teilchronologien davon überzeugen, dass die unabhängige Arbeit verschiedener Labors immer wieder zu denselben Resultaten führte. Dies ist der wichtigste und überzeugendste Beweis für die Richtigkeit der in mancher Hinsicht einzigartigen Ergebnisse.

Literaturverzeichnis

- AAVA (1985): Les cahiers du musée 8. Service cantonal des forêts, rue Caroline 11bis, 1014 Lausanne.
- Baillie, M. G. L. (1982): Tree-Ring Dating and Archaeology.
- Bauer, S. (1983): Methoden, Probleme und Ergebnisse dendrochronologischer Datierung spätbronzezeitlicher Uferstrandstationen im Schweizer Mittelland (Zürich-, Greifen- und Zugersee). Ungedruckte Magisterarbeit/Universität München.
- Becker, B., Delorme, A. und Schmidt, B. (1977): Koordination der Jahrringforschung beim Aufbau einer postglazialen Eichenchronologie. In: Dendrochronologie und postglaziale Klimaschwankungen, Erdwiss. Forschung XIII.
- Becker, B. (1978): Dendroecological zones of Central European forest communities. In: Dendrochronology in Europe, Intern. Series 51: 101ff.
- Becker, B. und Delorme, A. (1978): Oak chronologies for Central Europe. Their extension from medieval to prehistoric times. In: Dendrochronology in Europe, Intern. Series 51: 59 ff.
- Becker, B., Orsel, Ch., Egger, H. und Ruoff, U. (1979): Drei Beiträge zur Chronologie des Neolithikums in der Schweiz. Becker, B., Die postglaziale Eichenjahrringchronologie Süddeutschlands und ihre Bedeutung für die Datierung neolithischer Chronologien aus der Schweiz. Zeitschrift für Schweizerische Archäologie und Kunstgeschichte 36, 2: 91f.
- Becker, B. (1979): Holocene tree-ring series from southern Central Europe for archeologic-dating, radiocarbon calibration and stable isotope analysis. Radiocarbon Dating, Proc. 9. Int. Conf.: 554 ff.
- Becker, B. (1981): Fällungsdaten römischer Bauhölzer anhand einer 2350jährigen süddeutschen Eichen-Jahrringchronologie. Fundberichte aus Baden-Württemberg 6 (Festschrift für Hartwig Zürn): 369ff.
- Becker, B. (1982): Dendrochronologie und Paläoökologie subfossiler Baumstämme aus Flussablagerungen. Ein Beitrag zur nacheiszeitlichen Auenentwicklung im südlichen Mitteleuropa. Mitteilungen der Kommission für Quartärforschung der Öster. Akademie der Wissenschaften 5 (Habilitationsschrift).
- Becker, B. und Schmidt, B. (1982): Verlängerung der mitteleuropäischen Eichenjahrring-Chronologie in das zweite vorchristliche Jahrtausend (bis 1462 v. Chr.). Archäologisches Korrespondenzblatt 12: 101ff.
- Becker B. (1983 a): Prehistoric dendrochronology for archeological dating. Hohenheim oak series present to 1800 BC. PACT 8: 503 ff.
- Becker B. (1983 b): Dendrochronology and Calibration of the Radiocarbon Timescale. In: Eckstein, E., Wrobel, S. und Aniol, R. W., Dendrochronology and Archaeology in Europe. Mitteilungen der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft 141: 61ff.
- Becker B. (1983 c): The long-term Radiocarbon trend of the absolute German oak tree-ring chronology, 2800 to 800 BC. Radiocarbon 25, 2: 197 ff.
- Becker B. (1983 d): Postglaziale Auwaldentwicklung im mittleren und oberen Maintal anhand dendrochronologischer Untersuchungen subfossiler Baumstammablagerungen. In: Schirmer, W., Hrsg. Holozäne Talentwicklung – Methode und Ergebnisse, Ged. Jb., Reihe A, Heft 71: 45 ff.
- Becker, B., Billamboz, A. und Schmidt, B. (1984): Dendrochronologische Untersuchungen in der Siedlung Forschnen (Federsee) und in weiteren bronzezeitlichen Siedlungen Südwestdeutschlands. Berichte zu Ufer- und Moorsiedlungen Südwestdeutschlands 1. Materialhefte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg 4: 53 ff.
- Billamboz, A. et al. (1982): La station littorale d'Auvernier-Port. Cadre et évolution. Auvernier 5, Cahiers Romands d'Archéologie 25.
- Billamboz, A. und Schlichtherle, H. (1982 a): Das Holz der Pfahlbausiedlungen. Archäodendrologie im Projekt Bodensee-Oberschwaben. Denkmalpflege in Baden-Württemberg. Nachrichtenblatt des Landesdenkmalamtes 11: 68 ff.
- Billamboz, A. und Schlichtherle, H. (1982 b): Moor- und Seeufersiedlungen – Die Sondagen 1981 des Projekts Bodensee-Oberschwaben. Archäologische Ausgrabungen in Baden-Württemberg 1981: 36 ff.
- Billamboz, A. (1985): Erste archäodendrologische Untersuchungen im Pfahlfeld von Hornstaad-Hörnle I am westlichen Bodensee. Berichte zu Ufer- und Moorsiedlungen Südwestdeutschlands 2. Materialhefte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg 7 (im Druck).
- Bois Aubert, J.-L. (1982): Le Néolithique Moyen de la Saunerie – fouille 1972 – 1975. Auvernier 3, Cahiers Romands d'Archéologie 23.
- Bocquet, A. et Musée d'Annecy (1984): Archéologie des lacs et des rivières (Vingt ans de recherches subaquatiques en France). CNRAS, 58 bis rue des Marquisats, 74006 Annecy (F).
- Bruns, M., Rhein, M., Linick, T. W. and Suess, H. E. (1983): The atmospheric 14-C level in the 7 th millenium BC., PACT 8: 511ff.
- Burnouf, J., Guillot, O. et al. (1984): Pont du Rhone – La Guillotière. Rapport d'activité Dir. Ant. Hist. Rhône Alpes, 23 rue Roger Radisson, 69005 Lyon (F).
- Chronique des fouilles archéologiques (1982, 1983 et 1984): canton de Vaud monuments historiques et archéologie, Lausanne (CH).

- Delorme, A. (1973): Über die geographische Reichweite von Jahrringchronologien unter besonderer Berücksichtigung mitteleuropäischer Eichenchronologien. *Prähistorische Zeitschrift* 48, 2: 133 ff.
- Dupraz, J. (1984): Une mine de fer dans les limites du désert de la Grande Chartreuse. Actes du colloque sur les fondations de Chartreuse, IX centenaire Gde Chartreuse (F).
- Dieckmann, B. (1985): Die neolithischen Ufersiedlungen von Hornstaad-Hörnle am westlichen Bodensee, die Grabungskampagne 1983/84. Berichte zu Moor- und Ufersiedlungen Südwestdeutschlands 2. Materialhefte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg 7 (im Druck).
- Eckstein, D. und Bauch, J. (1969): Beitrag zur Rationalisierung eines dendrochronologischen Verfahrens und zur Analyse seiner Aussagesicherheit. *Forstwiss. Centralblatt* 88: 230 ff.
- Eckstein, K., Mathien, K. und Bauch, J. (1972): Jahrringanalyse und Baugeschichtsforschung (Aufbau einer Jahrringchronologie für die Vier- und Marschlande bei Hamburg). Abh. Verh. naturwiss. Ver. Hamburg NF 16: 73 ff.
- Egger, H. (1980): Analyse dendrochronologique de quelques pieux d'Hauterive-Champveyres (1979–1980). *Musée Neuchâtelois* 1980, 4: 169 ff.
- Egger, H. (1983): Die absolute Datierung der Sâone-Rhône-Kultur und der Bronzezeit in der Westschweiz. *Dendrocronologia* 1: 37 ff.
- Ferguson, C. W., Huber, B. und Suess, H. E. (1966): Determination of the Age of Swiss Lake Dwellings as an example of dendrochronologically-calibrated radiocarbon dating. *Zeitschrift für Naturforschung* 21, 7: 1173 ff.
- Feuillet, M. P. et Guilhot, O. (1985): Anse château des Tours, Dir. Ant. Hist. Rhône Alpes, 23, rue Roger Radisson, 69005 Lyon (F).
- Fonds National Suisse de la recherche scientifique (1984/85): PNR 16, Bulletins 1 et 2.
- Francuz, J. (1980): Dendrochronologie. In: Furger, A., Die Siedlungsreste der Horgener Kultur. Die neolithischen Ufersiedlungen von Twann 7: 197 ff.
- Gassmann, P. (1984): Dendrochronologie: 100 000 cer nes sur Cortailod-Est. *Archäologie der Schweiz* 1984, 2: 63 ff.
- Guyan, W. U. (1977): Archäologie und Dendrochronologie der jungsteinzeitlichen Moordörfer Thayngen-Weier. In: B. Frenzel, Hrsg., *Dendrochronologie und postglaziale Klimaschwankungen in Europa*, Erdwiss. Forschungen XIII: 126 ff.
- Hasenfratz, A. und Winiger, J. (1985): Ufersiedlungen am Bodensee. Archäologische Untersuchungen im Kanton Thurgau 1981–1983.
- Huber, B. u. Jazewitsch, W. v. (1958): Jahrringuntersuchungen an Pfahlbauhölzern. *Flora*, 146: 445–471.
- Huber, B. und Merz, W. (1962): Jahrringchronologische Untersuchungen zur Baugeschichte der urnenfelderzeitlichen Siedlung Zug-«Sumpf». *Germania* 40: 44 ff.
- Huber, B. und Merz, W. (1963): Jahrringchronologische Synchronisierung der jungsteinzeitlichen Siedlungen Thayngen-«Weier» und Burgäschisee-Süd und -Südwest. *Germania* 41: 1 ff.
- Huber, B. (1967): Seeberg, Burgäschisee-Süd, Dendrochronologie. *Acta Bernensia* II, 4.
- Huber, B. und Giertz-Siebenlist, V. (1969): Unsere tausendjährige Eichen-Jahrringchronologie durchschnittlich 57(10–150)fach belegt. *Sitzungsbericht der Österr. Akademie der Wissenschaften, Mathem.-naturw. Kl., Abt. I*, 178/1–4: 37 ff.
- Huber, B. (1970): Dendrochronologie. In: Freund, H., *Handbuch der Mikroskopie in der Technik* V, 1: 171 ff.
- Hollstein, E. (1980): Mitteleuropäische Eichenchronologie. *Trierer Grabungen und Forschungen*, XI.
- de Jong, A. F. M., Mook, W. G. und Becker, B. (1979): Confirmation of the Suess wiggles 3200–3800 B. C. *Nature* 280: 48 f.
- de Jong, A. F. M. und Mook, W. G. (1980): Medium term atmospheric 14-C variations. *Radiocarbon* 2: 267 ff.
- Kolb, M. (1984): Taucharchäologische Untersuchungen im Osthafen von Sipplingen, Bodenseekreis. *Archäologische Ausgrabungen in Baden-Württemberg* 1983: 62 ff.
- Königer, J. (1984): Tauchsondagen in früh- bis mittelbronzezeitlichen Ufersiedlungen am Schachenhorn, Bodman-Ludwigshafen, Kreis Konstanz. *Archäologische Ausgrabungen in Baden-Württemberg* 1983: 67 f.
- Kromer, B., Billamboz und Becker, B. (1985): Kalibration einer 100jährigen Jahrringsequenz aus der Siedlung Aichbühl (Federsee). *Berichte zu Ufer- und Moorsiedlungen Südwestdeutschlands* 2. Materialhefte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg 7.
- Kruse, H. H., Linick, T. W., Suess, H. E. und Becker, B. (1980): Computer-matched radiocarbon dates of floating tree-ring series. *Radiocarbon* 22, 2: 260 ff.
- Kustermann, A.-Ch. und Ruoff, U. (1980): Neue Befunde zum Ostschweizer Neolithikum: Die Zürcher Gruppe. *Archäologisches Korrespondenzblatt* 10: 221 ff.
- Linick, T. W., Suess, H. E. und Becker, B. (1985): La Jolla measurements of Radiocarbon in South German oak tree-ring chronologies. *Radiocarbon* (in Vorbereitung).

- Lambert, G. und Orcel, Ch. (1977): L'état de la dendrochronologie en Europe occidentale et les rapports entre dendrochronologie et archéologie en Suisse. *Archives suisses d'anthropologie générale* 41, 2: 73 ff.
- Milojicic, V. (1957): Zur Anwendbarkeit der 14-C Datierungen, *Germania* 35, 1957: 102 ff., 36, 1958: 409 ff. und 39, 1961: 434 ff.
- Orcel, Ch. (1978): Application dendrochronologique à l'étude structurelle des sites archéologiques palustres de Suisse et de France Alpine. *Revue d'Archéométrie* 4.
- Orcel, Ch. und Egger, H. (1979): Die dendrochronologische Situation des Neolithikums in der Westschweiz. Vgl. Becker, B., Orcel, Ch., Egger, H. und Ruoff, U.
- Orcel A., Orcel, Ch. et Donati, P. (1984): *Ricerca dendrochronologica per l'area Ticinese*. STSNT LXXI, 4.
- Orcel, A. et Orcel, Ch. (1982–84): 250 rapports dendrochronologiques archivés dans les divers services concernés par ces analyses.
- Pearson, G. W., Pilcher, J. R. and Baillie, M. G. L. (1983): High precision 14-C measurements of Irish oak to show the natural 14-C variations from 200 B. C. to 4000 B. C. *Radiocarbon* 25,2: 179 ff.
- Pilcher, J. R., Baillie, M. G. L., Schmidt, B. und Becker, B. (1984): A 7272-year-tree-ring chronology for western Europe. *Nature* 312, No.5990: 150 ff.
- Primas, M. und Ruoff, U. (1980): Die urnenfelderzeitliche Inselfiedlung «Grosser Hafner» im Zürichsee. *Tauchausgrabung 1978–1979*. *Germania* 1981: 31ff.
- Ramseyer, D. (1982): L'industrie en bois de cerf du site néolithique des Graviers. *Auvernier* 3, *Cahiers Romands d'Archéologie* 23.
- Ramseyer, D. (1985): la dendrochronologie et l'interprétation des structures d'habitats néolithiques. L'exemple de Montilier-Platzbünden (Lac de Morat, Suisse). *Bul. SPF* 82, 1.
- Ruoff, U. (1974): Zur Frage der Kontinuität zwischen Bronze- und Eisenzeit in der Schweiz.
- Ruoff, U. (1976): Tauchuntersuchungen bei der Pfynner Siedlung Horgen-«Dampfschiffsteg». *Jb. Schweiz. Gesellschaft für Urgeschichte* 59: 67 ff.
- Ruoff, U. (1978): Die schnurkeramischen Räder von Zürich-«Pressehaus». *Archäologisches Korrespondenzblatt* 8: 275 ff.
- Ruoff, U. (1979) Neue dendrochronologische Daten aus der Ostschweiz. Vgl. Becker, B., Orcel, Ch., Egger, H. und Ruoff, U. (1979)
- Ruoff, U. (1980 a): Vgl. Kustermann und Ruoff.
- Ruoff, U. (1980 b): Eine aufschlussreiche Tauchsondierung im Greifensee (ZH). *Archäologie der Schweiz* 3: 68 f.
- Ruoff, U. (1981a): Ein Kleincomputer im Dienste der Archäologie. *Archäologie und Naturwissenschaften* 2: 265 ff.
- Ruoff, U. (1981b): Die Ufersiedlungen an Zürich- und Greifensee. *Helvetia archaeologica* 45/48: 19 ff.
- Ruoff, U. (1981c): Altersbestimmung mit Hilfe der Dendrochronologie. *helvetia archaeologica* 45/48: 89 ff.
- Ruoff, U. (1984): Der Ausgrabungsbefund in den Arealen Zürich-Pressehaus und Akad. In: Kustermann, A.-Ch., Die jungneolithische Pfynnergruppe im unteren Zürichsee-Becken. *Zürcher Studien zur Archäologie* 2: 9 ff.
- Ruoff, U. (1985): Dendrochronologie. In: Lichardus, J. und Lichardus-Itten, M., *La protohistoire de l'Europe, Le néolithique et le calcolithique, III Problèmes et directions de recherche*: 582 ff.
- Schirmer, W. (1983): Die Talentwicklung au Main und Regnitz seit dem Hochwürm. *Ged. Jahrbuch, Reihe A*, 71: 11 ff.
- Schmidt, B. (1981): Beitrag zum Aufbau der holozänen Eichenchronologie in Mitteleuropa. *Archäologisches Korrespondenzblatt* 11: 361 ff.
- Schmidt, B. und Schwabedissen, H. (1982): Ausbau des mitteleuropäischen Eichen-Jahrringkalenders bis in neolithische Zeit (2061 v. Chr.). *Archäologisches Korrespondenzblatt* 12: 107 f.
- Schmidt, B. und Freundlich, J. (1984): Zur absoluten Datierung bronzezeitlicher Eichenholzfunde. *Archäologisches Korrespondenzblatt* 1984, 2: 233 ff.
- Schlichtherle, H. (1984 a): Die Sondagen des «Projekts Bodensee-Oberschwaben» als Vorbereitung neuer siedlungsarchäologischer Forschungen in den Seen und Mooren Südwestdeutschlands. *Berichte zu Ufer- und Moorsiedlungen Südwestdeutschlands 1. Materialhefte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg* 4: 9 ff.
- Schlichtherle, H. (1984 b): Moor- und Ufersiedlungen – Die Sondagen 1983 des «Projekts Bodensee-Oberschwaben». *Archäologische Ausgrabungen in Baden-Württemberg* 1983: 51 ff.
- Schöbl, G. (1984): Die spätbronzezeitliche Siedlung von Unteruhldingen, Bodenseekreis. *Archäologische Ausgrabungen in Baden-Württemberg* 1983: 71 ff.
- Stuiver, M. und Becker, B. (1986): Radiocarbon time-scale calibration 2000 BC–1950 AD. *Radiocarbon* (in Vorbereitung).
- Suess, H. E. (1978): La Jolla measurements of radiocarbon in tree-ring dated wood. *Radiocarbon* 20,1: 1 ff.

Suess, H. E. (1980): radiocarbon geophysics. Endeavour, New Series 4,3: 113 ff.

Suter, P.J. (1984): Zürich-Bauschanze, Grabung 1983. Jb. Schweiz. Gesellschaft für Ur- und Frühgeschichte 67: 7 ff.

Winiger, J. (1971): Das Fundmaterial von Thayngen-Weier im Rahmen der Pfyn-Kultur. Monographien zur Ur- und Frühgeschichte der Schweiz 18: besonders 16 ff.

Winiger, J. (1976): Feldmeilen-Vorderfeld. Die Ausgrabungen 1970/71. Antiqua 5: besonders 48 ff.

