Zeitschrift: Archäologie Bern : Jahrbuch des Archäologischen Dienstes des Kantons Bern = Archéologie bernoise : annuaire du Service archéologique du canton de Berne

Herausgeber: Archäologischer Dienst des Kantons Bern

Band: - (2018)

Artikel: Zur Entwicklung der Dendrochronologie am Bielersee 1978-2014

Autor: Francuz, John

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-787348

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 05.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Zur Entwicklung der Dendrochronologie am Bielersee 1978–2014

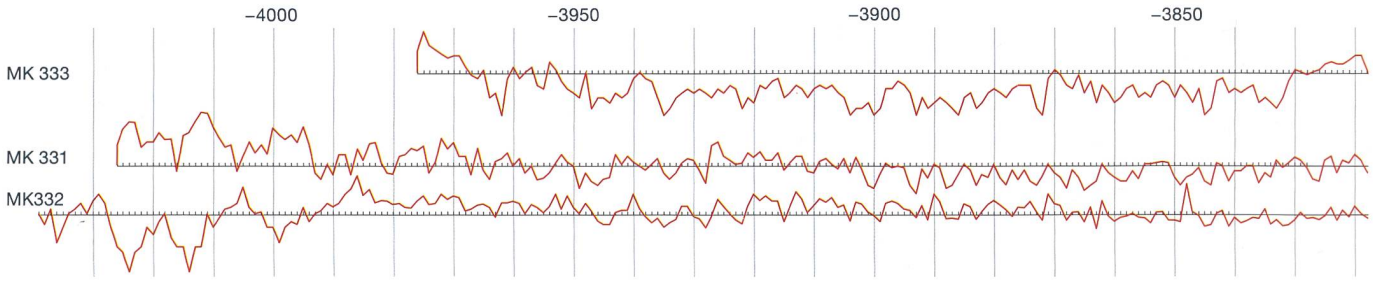
JOHN FRANCUZ

In den vergangenen 50 Jahren hat die dendrochronologische Methode herausragende Fortschritte erzielt und die schweizerische Archäologie und insbesondere die Erforschung der Pfahlbauten entscheidend geprägt. Es ist für die archäologische Forschung einzigartig, bestimmen zu können, in welchem Jahr – und im besten Fall in welcher Jahreszeit – die Bäume der im feuchten Boden erhaltenen Hölzer gefällt worden sind. Diese Datierungsschärfe ermöglicht detaillierte Einblicke in unsere Vergangenheit, indem neben einzelnen Häusern auch die Entwicklung ganzer Siedlungen rekonstruiert werden kann. Ebenso liefert das Fundmaterial – Keramik, Werkzeuge, aber auch Speisereste – aus jahrgenau datierten Siedlungs- oder Fundschichten unter anderem die Möglichkeit, technologische Entwicklungen zu erkennen, Ähnlichkeiten und Unterschiede zwischen verschiedenen Regionen zu untersuchen und die prähistorische Landschaft zu rekonstruieren.

Der Durchbruch in der Synchronisation von europäischen Jahrringkurven gelang Bruno Huber[1] in den späten 1950er-Jahren. An den Jahrringabfolgen von Hölzern, welche in den neolithischen Siedlungen Thayngen SH, Weier, Gachnang TG, Niederwil und im Kanton Bern in Seeberg, Burgäschisee[2] verbaut waren, konnte er nachweisen, dass die Eichen und damit das Bauholz der drei Siedlungen gleichzeitig gewachsen waren (Abb. 1–3). Der Nachweis, dass die drei Siedlungen zeitgleich bestanden hatten, war damals ein bahnbrechender Erfolg, welcher eine neue Dimension an Datierungsmöglichkeiten für die Archäologie bedeutete. 60 Jahre später ist die Dendrochronologie europa- und weltweit gut etabliert und wird als gängige Datierungsmethode in zahlreichen Institutionen der Archäologie und Denkmalpflege angewendet.

Abb. 1: Seeberg, Burgäschisee Süd. Blick auf das freigelegte Pfahlfeld während der Ausgrabung 1946.

1 Bruno Huber (1899–1969), ein Wissenschaftler am Forstbotanischen Institut zu München, wurde stark vom Erfolg der dendrochronologischen Arbeit an Kiefern von Andrew E. Douglass (Tucson, US) beeinflusst. 1937 begann Huber in Europa mit Experimenten zur dendrochronologischen Datierung. Erste Erfolge erzielte er in der Bildung einer «relativen Chronologie» in der «Wasserburg Buchau» am Federsee (Baden-Württemberg, DE). Vgl. Huber/Holdheide 1942.
2 Huber 1967; Huber/Merz 1963.



Dieser Beitrag handelt von den dendrochronologischen Untersuchungen prähistorischer Hölzer aus den unter Wasser liegenden Seeufersiedlungen am Bielersee. Anhand ihrer Untersuchung während der letzten 36 Jahre lassen sich die technologischen Veränderungen, Weiterentwicklungen und Ergebnisse der dendrochronologischen Methode hervorragend veranschaulichen. Damit wird zudem der Zeitabschnitt von den ersten dendrochronologischen Arbeiten im Archäologischen Dienst des Kantons Bern (ADB) im Jahr 1978 bis zur Pensionierung des Autors abgedeckt. Im Jahr 2014 durfte er das mittlerweile etablierte dendrochronologische Labor des ADB in der Aussenstelle Sutz-Lattrigen an seinen Nachfolger, Matthias Bolliger, übergeben.

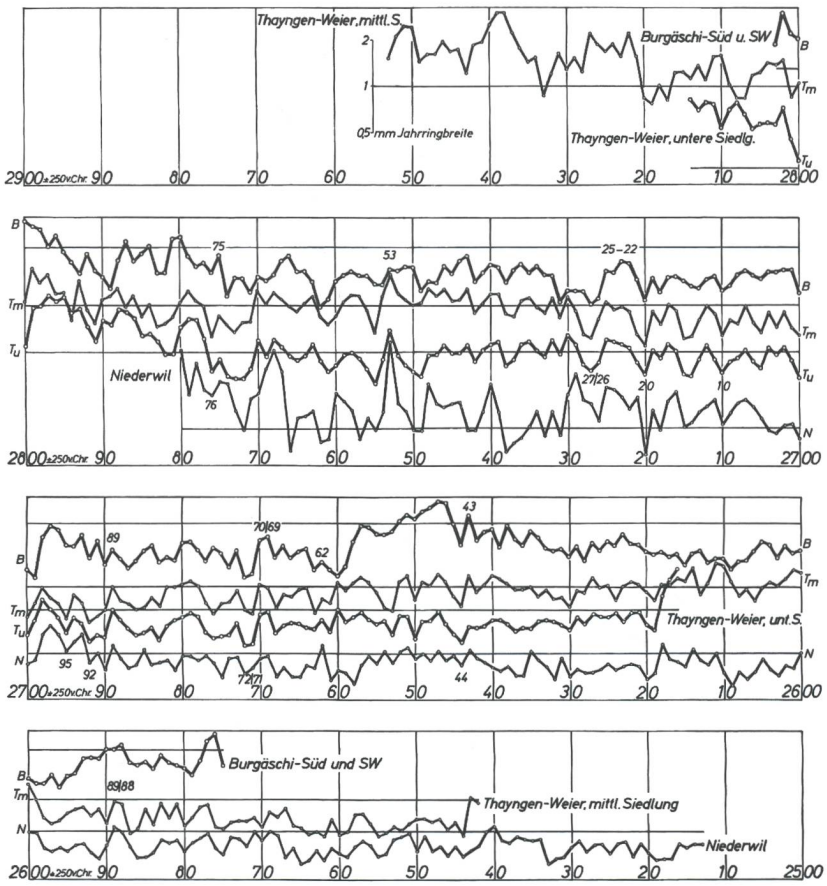


Abb. 2: Erste dendrochronologische Datierung von Schweizer Seeufersiedlungen durch Bruno Huber und Synchronisation der Mittelkurven aus Eichenhölzern verschiedener Siedlungen aus Thayngen SH, Weier, Seeberg, Burgäschisee und Gachnang TG, Niederwil. Die absolute Datierung basiert auf heute nicht mehr aktuellen Radiokarbondaten von 1963.

1

Die Entwicklung der Dendrochronologie im Kanton Bern

1.1

Die Grabung Twann, Bahnhof: Beginn der dendrochronologischen Forschung im Kanton Bern

Die Ausgrabung von Twann, Bahnhof 1974–1976 war die erste moderne, grossflächige Ausgrabung einer sogenannten Pfahlbaufundstelle im Kanton Bern respektive am Bielersee (Abb. 4). Die Grabungsfläche erstreckte sich über mehr als 2300 m² auf der ehemals flachen Strandplatte von Twann am Nordufer des Bielersees. In der Grabung sind mindestens 17 übereinander angelegte Siedlungen aus dem Zeitabschnitt des Klassischen Cortaillod bis zum Horgen (3835–2976 v. Chr.) sowie ein spätbronzezeitlicher Einbaum dokumentiert.[3] Anhand der zahlreichen stratifizierten Befunde sowie der grossen Mengen an Bauhölzern und Fundmaterial, die sich im feuchten Untergrund erhalten haben, konnte die moderne archäologische Ausgrabungs- und Auswertungsmethode entscheidend weiterentwickelt und modernisiert werden, namentlich im Bereich der absoluten Datierung.[4]

Während der Ausgrabung in Twann wurden über 10 000 Konstruktionshölzer, meist Pfähle aus Eichenholz, ausgegraben, systematisch dokumentiert und für dendrochronologische Analysen beprobt (Abb. 5). Um die vielen Hölzer dieser Pfahlfelder zu bearbeiten, wurde

3 Furger et al. 1977a; Furger et al. 1977b; Furger 1980; Orcel 1981; Stöckli (in Vorbereitung).
4 Winiger 1989, 219–229.

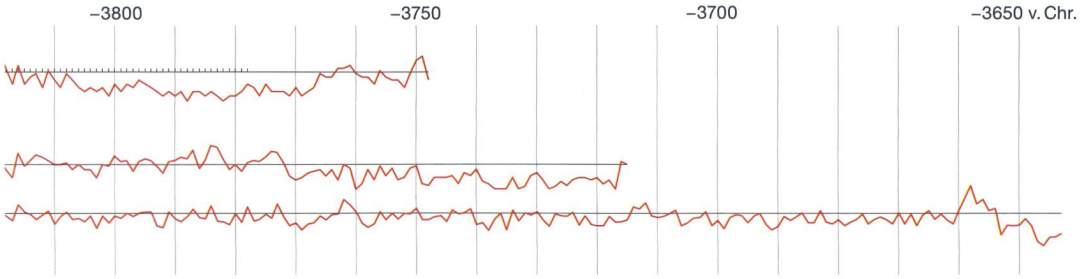


Abb. 3: Aktualisierte Synchronisation der Mittelkurven aus Abb. 2, welche absolut in die Jahre 4039–3643 v. Chr. datieren (nach Becker et al. 1985). Thayngen SH, Weier, Mittelkurve (MK) 331 (untere und mittlere Siedlung kombiniert): 4026–3715 v. Chr. Gachnang TG, Niederwil, MK 332: 4039–3643 v. Chr. Seeberg, Burgäschisee, MK 333: 3976–3748 v. Chr.

Abb. 4 (links): Twann, Bahnhof. Blick auf die Ausgrabung in den Abschnitten 6 und 7. Die Masse prähistorischer Hölzer, die während der Ausgrabung in Twann 1974–76 geborgen wurde, prägte die Entwicklung der Dendrochronologie in der Schweiz.

Abb. 5 (rechts): Twann, Bahnhof. Direkt auf der Ausgrabung wurden riesige Mengen von Holz, meist von Eichen, für die weitere Auswertung und dendrochronologische Untersuchung dokumentiert und verprobt.

ein Spezialteam eingesetzt und die Dendrochronologie als Datierungsmethode eingeführt. Das Team zur Bearbeitung der Hölzer bestand aus Ruth Jud, John Francuz, Heinz Schuler und Jürg Rychener.

Als die Ausgrabung in Twann im April 1976 abgeschlossen war, startete die Auswertung der riesigen Mengen an Fund- und Probenmaterial. Grosse Teile der Auswertung – darunter diejenige der Hölzer – wurden in einem eigens eingerichteten Büro an der Münstergasse 68 in Bern ausgeführt. Das Spezialteam zur Bearbeitung der Hölzer führte dort deren Dokumentation weiter, indem es von jeder Holzprobe unter dem Mikroskop die Holzart bestimmte und die Anzahl Jahrringe zählte (Abb. 6). Auffällige Hölzer wurden fotografiert, danach wurden die Holzproben nach Altersgruppen aufgeteilt luftdicht in Plastiksäcke abgepackt und für weitere Untersuchungen in Plastikboxen eingelagert. Weiter wurden die Form und Lage (Koordinaten) der Pfähle auf den Grundrissplänen überprüft. Mit Fortschreiten der Holzdokumentation wurde beschlossen, Pfähle für die geplante Auswertung dendrochronologisch zu datieren. Damit wurde der Grundstein gelegt für die Einführung und Entwicklung der Dendrochronologie im ADB.

Abb. 6: Bern, Münstergasse. Bestimmung der Holzarten in einem Aussenbüro des Archäologischen Dienstes des Kantons Bern im Jahr 1977. Neben der Holzartenbestimmung bildete die Erfassung der Anzahl Jahrringe und des Zustands der Hölzer die Grundlage für die dendrochronologischen Untersuchungen.

1.2

1970er- und 1980er-Jahre: Durchbruch dank des PC Olivetti P6060

Mitte der 1970er-Jahre existierten in Europa nur wenige auf Dendrochronologie spezialisierte Labors. In der Schweiz verfügten die Labors in Neuenburg und in Zürich über Erfahrung im Umgang mit grossen Mengen an prähistorischen Hölzern, wie sie in Twann geborgen wurden.

Anfangs während des Dendropraktikums an der Universität in Köln wurden die Jahrringbreitenmessungen an den Holzproben direkt auf einen Lochstreifen gestanzt (Abb. 7a). Diese wurden dann ins Rechenzentrum der Universi-

tät gebracht, wo die Lochstreifen in Lochkarten umgewandelt (Abb. 7b) und in den Hauptcomputer eingespiesen wurden. Darin wurden die Daten verarbeitet, und im besten Fall standen einige Stunden später – aufgrund der starken Auslastung des Computers durch zahlreiche Projekte aber oft erst Tage danach – die Berechnungen beziehungsweise die gemessenen Kurvenbilder als Ausdrucke zur Verfügung. Dieses Vorgehen war zeitaufwendig, ineffizient und kostspielig.

Das Dendrolabor in Zürich wurde damals vom Stadtarchäologen Ulrich Ruoff geleitet und war mit der Bearbeitung der prähistorischen Hölzer der Ausgrabung Zürich, Pressehaus beschäftigt. Dazu war von Ruoff das erste unabhängige, im Büro arbeitende Kleincomputer-Dendrosystem entwickelt worden.[5] Die Einführung des Personalcomputers Olivetti P6060 im Dendrolabor Zürich im Jahr 1976 bildete eine enorm zeitsparende technische Innovation und eine grundlegende Revolution für die dendrochronologische Analyse (Abb. 8).[6] Mit dem neuen System konnten alle Arbeitsschritte der dendrochronologischen Auswertung im Labor ausgeführt werden: angefangen bei der Messung der Jahrringbreiten über die statistische Auswertung bis zur grafischen Darstellung der Messdaten. Die ausgedruckten Kurvenbilder konnten danach optisch auf dem Leuchttisch korreliert werden.

Das Dendro-Auswertungsprogramm für die Olivetti P6060 wurde von Ruoff in der Sprache «Basic» programmiert und war das erste einer Reihe von Dendro-Auswertungsprogrammen, welche Ruoff in den folgenden drei Jahrzehnten entwickelte. Bis 2014 verwendeten die Dendrolabors in Zürich, Sutz, Chur und Brig das jüngste dieser Programme, «Dendroplus».

Auf Anfrage wurde dem ADB im Labor in Zürich[7] ein Arbeitsplatz für dendrochronologische Untersuchungen zur Verfügung gestellt. Dies unter der Auflage, dass der für Bern arbeitende Techniker bereits über Erfahrung in der Dendrochronologie verfügte. Um diese Arbeiten im Labor in Zürich zu ermöglichen, arrangierte Werner E. Stöckli, der Leiter der Auswertung von Twann, für ein Mitglied des Twanner «Holz-Teams» ein Praktikum bei Burghart Schmidt im Labor für Dendrochronologie der Universität Köln. Eine Auswahl geeigneter Eichenhölzer aus Twann sollte als Studienmaterial dienen. So fand sich der Autor im Januar 1978 im Institut für Prähistorische Archäologie an der Universität Köln wieder, um in fünf Wochen die Grundlagen der dendrochronologischen Methode zu erlernen. Zurück aus diesem Praktikum, startete im Februar 1978 die dendrochronologische Untersuchung der Hölzer aus Twann im Dendrolabor in Zürich.

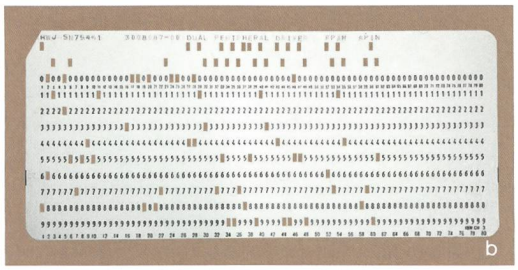


Abb. 7: Für die ersten dendrochronologischen Untersuchungen der Hölzer von Twann wurden die Messungen der Jahrringbreiten der Hölzer auf Lochstreifen (7a) erfasst, auf Lochkarten (7b) übertragen und von einem Techniker in den Hauptcomputer der Universität Köln eingespiesen.

Abb. 8: Arbeiten im Dendrolabor Zürich im Jahr 1978. Revolutionär für die Arbeiten war, dass dank der neuen Geräte die am Messtisch unter dem Mikroskop erfassten Jahrringbreiten (rechts) über ein Interface (Mitte) direkt an den Olivetti P6060 Mini-Computer (links) geleitet wurden. Dieser stellte die Messungen in Kurven dar, welche auf Thermopapier ausgedruckt werden konnten.

5 Ruoff 1979a.
6 Ruoff 1981.
7 Das Labor gehört heute zum Amt für Städtebau, der Unterwasserarchäologie, an der Seefeldstrasse 317, in 8008 Zürich.

1980 schaffte der ADB eine eigene Ausrüstung für dendrochronologische Untersuchungen an, bestehend aus einem Olivetti-P6060-Mini-Computer, Datenspeicher-Interface, einem Stereomikroskop und einem Messtisch zur Jahrringbreitenmessung. Weiterhin wurde der Arbeitsplatz in Zürich genutzt.

Die gleiche Ausrüstung schafften in den frühen 1980er-Jahren André Billamboz und sein Assistent Franz Herzig an, welche nach einem Praktikum bei Ruoff im Dendrolabor Zürich in Hemmenhofen (DE) am Bodensee ein eigenes Dendrolabor einrichteten, das im Landesamt für Denkmalpflege Baden-Württemberg angesiedelt war. Zwei weitere ehemalige Mitarbeiter des Dendrolabors in Zürich, Martin Schmidhalter und Mathias Seifert, gründeten Dendrolabors in Brig (1991) respektive in Chur (1996).

1.3

Das Bielerseeprojekt als Auslöser für die Gründung des Labors in Sutz

Mit dem Ziel, ein Inventar der Pfahlbaufundstellen am Bielersee zu erstellen, wurde 1984 vom ADB das «Bielerseeprojekt» initiiert.[8]

Zu Beginn dieses Projektes wurden in den Jahren 1984–1987 zahlreiche Holzproben aus Sondierungen im und um den Bielersee in der Aussenstelle des ADB im Dendrolabor Zürich bearbeitet.

Bei der besonders grossen Ausgrabung Vinelz, Strandboden von 1985 gab der damalige Leiter des Bielerseeprojektes, Josef Winiger, die eine Hälfte der Holzproben nach Zürich, die andere an das Dendrolabor Egger in Ins.[9] Dies einerseits, um die Geschwindigkeit bei der Bearbeitung zu erhöhen, andererseits, um zu überprüfen, ob die beiden Labors zu den gleichen Ergebnissen gelangten. Wir erfuhren erst später von diesem Direktvergleich der beiden Labors, und zu unserer Erleichterung waren beide Labors zu den gleichen Resultaten gekommen. Ebenso zeigte der Direktvergleich, dass das Verhältnis von datierbaren zu nicht datierbaren Proben in beiden Labors ähnlich ausfiel.

Je mehr in den nachfolgenden Jahren erosionsgefährdete Unterwasserfundstellen im Bielersee ausgegraben und Hölzer angesammelt wurden, umso wichtiger wurde eine enge Zusammenarbeit zwischen Dendrochronologie und Archäologie. Zur Beschleunigung des Arbeitsprozesses und zur Effizienzsteigerung wurde deshalb das Dendrolabor des ADB von Zürich an den Bielersee verlegt. Im Herbst 1988 wurde – mithilfe von Ruoff – das Dendrolabor des ADB gegründet. Diese Aussenstelle ist seither im von Rütte-Gut in Sutz stationiert (Abb. 9).

Das erste PC-System des Dendrolabors in Sutz war der in Zürich benutzte Olivetti P6060 mit dem unter Unix laufenden, neu eingeführten Interactive DOS-Betriebssystem. Vorteil dieses Systems war die kompaktere Desktop-Grösse, auf welche das von Ruoff neu in der Sprache «C» unter Unix programmierte Dendroprogramm angepasst war. Zusätzlich ermöglichte der DOS-Teil des Betriebssystems die Nutzung anderer Programme wie Microsoft Word, Lotus 1–3 oder dBASE. 1991 wurde der Olivetti P6060 durch ein neues PC-System ersetzt, auf welchem weiterhin Ruoffs Dendro-Programme genutzt wurden. 2003 wurden die Interactive Unix-/Dos-Geräte und das Dendroprogramm erneut ausgewechselt und das Arbeitsmaterial erneuert. Dabei wurde das Dendro-Auswertungsprogramm durch die neuste Version von Ruoffs Programm «Dendroplus» ersetzt. Letzteres war mit Microsoft Windows kompatibel, was die Kombination des Programms mit Windows- und Microsoft-Office-Anwendungen ermöglichte.

2

Strategie zur Datierung prähistorischer Hölzer

2.1

Von der Holzprobe zur Jahrringkurve

Die dendrochronologische Methode basiert auf dem Vergleich von Wachstumsmustern einzelner Hölzer. Im Querschnitt eines Baumstamms oder Holzpfahls ist der jährliche Zuwachs aller vergangenen Jahre anhand der einzelnen Jahrringe ablesbar. Die über mehrere Jahre gebildete Abfolge breiter und schma-

8 Winiger 1989; Suter 2017.
9 Das Dendrolabor (von Heinz und Kristina) Egger ist heute am Brauereiweg 11 in 3076 Worb beheimatet.

Abb. 9: Sutz, von Rütte-Gut. Das Dendrolabor des Archäologischen Dienstes des Kantons Bern wurde 1988 an den Bielersee verlegt und befindet sich noch heute im von Rütte-Gut. Das Bild zeigt den heutigen Zustand mit dem vorgelagerten Büropavillon der Tauchequipe, wo früher das Dendrolabor eingerichtet war. Heute befindet sich das Dendrolabor im ersten Geschoss des Altbaus hinter der Holzfassade. Blick nach Westen.

ler Jahrringe bildet ein – durch Klima, Wetter und Standort beeinflusstes – charakteristisches Wachstumsmuster des Baumes ab, welches mit einem Strichcode vergleichbar ist. Bei der dendrochronologischen Datierung werden unter den zahlreichen Hölzern eines Fundplatzes ähnliche Wachstumsmuster gesucht, in Kurvenbildern dargestellt miteinander verglichen und anhand der Überlappungstechnik (englisch: cross-matching) korreliert. Hölzer mit gleichen Wachstumstendenzen werden gruppiert und idealerweise können ihre Dendrokurven in eine absolut mit Kalenderjahren parallelisierte Standardkurve eingehängt werden.

Bei der Messung der Holzproben wird die Abfolge der Jahrringbreiten unter dem Mikroskop an mindestens zwei verschiedenen Stellen der Holzscheibe gemessen (Abb. 10 und 11). Diese verschiedenen Messkurven eines Holzes werden anschliessend gemittelt, um eine für das vermessene Holz repräsentative Wachstumskurve zu erstellen (Abb. 12). Sie bildet die Basis für den Vergleich der Wachstumstendenzen unterschiedlicher Hölzer. Je nach

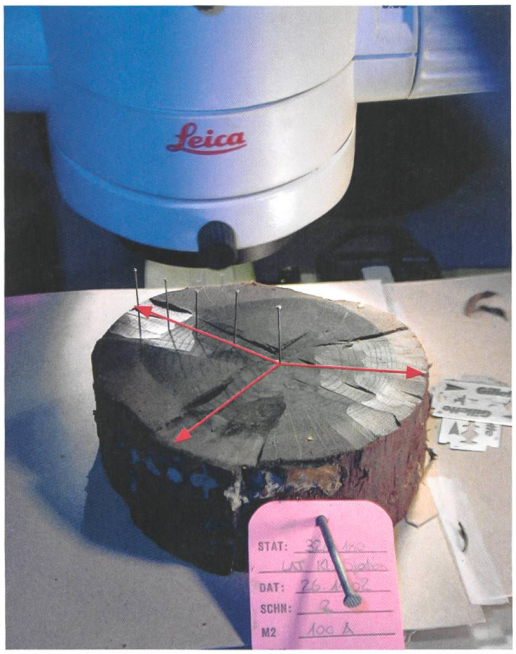


Abb. 10 (links): Auf dem Messtisch wird unter dem Mikroskop die Breite der Jahrringe gemessen. Die Messungen werden direkt an den Computer weitergeleitet, wo sie zu einer Wachstumskurve des Holzes zusammengefügt werden (vgl. Abb. 12).

Abb. 11 (rechts): Vor der Messung der Jahrringbreiten wird die Holzprobe mit einer Rasierklinge überarbeitet. Danach werden in verschiedenen Durchgängen an zwei bis drei Stellen der Probe die Jahrringbreiten vom Kern bis zum äussersten Jahrring (idealerweise bis zur Waldkante) gemessen.

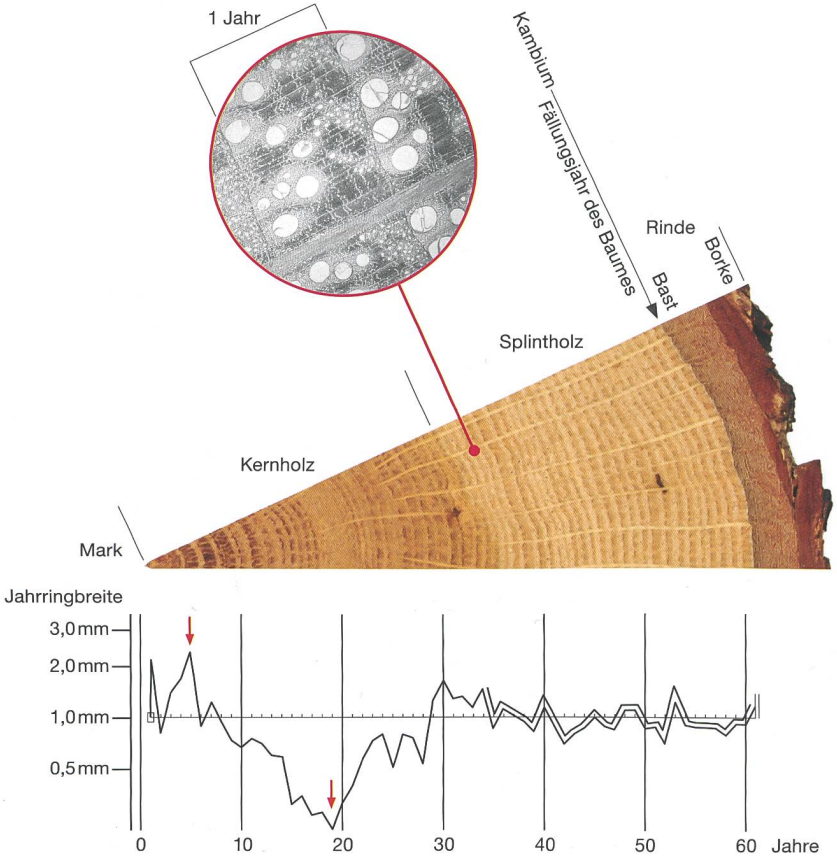


Abb. 12: Schematischer Aufbau einer Holzprobe anhand eines modernen Eichenholzes mit 61 Jahrringen (oben): Im Kern der Probe liegt das Mark, gefolgt von dunklem, hartem Kernholz und hellem, weichem Splintholz. Am Ende des Splintholzes befindet sich der letzte Jahrring, der das Fälljahr des Baumes anzeigt und sich direkt unter Bast und Rinde befindet. Die Messungen der Jahrringbreiten werden als Wachstumskurve des Baumes dargestellt (unten).

Standort und Wetter können die Jahrringbreiten innerhalb eines einzelnen Baumes wie auch zwischen gleichzeitig an verschiedenen Standorten gewachsenen Bäumen unterschiedlich ausfallen. Dennoch weisen Bäume – insbesondere solche der gleichen Art –, die zur gleichen Zeit unter ähnlichen Bedingungen gewachsen sind, meist vergleichbare Jahrringmuster auf. Vergleichbare Sequenzen unterschiedlicher Proben werden gruppiert und zu einer Mittelkurve zusammengerechnet. So entstehen Referenzkurven für einzelne Fundstellen, die den Ausgangspunkt für den Vergleich mit den Referenzkurven anderer Fundorte und mit Regionalchronologien bilden.

2.2

Von der Jahrringkurve eines Baumes zur Referenzkurve einer Fundstelle

Wie ein Blick auf den Pfahlplan der ausgegrabenen Siedlungen in der Bucht von Sutz-Lattrigen zeigt (Abb. 13) haben zahlreiche Konstruktionshölzer die vergangenen Jahrtausende überdauert. In den späten 1970er-Jahren galten Holzproben mit weniger als 50 Jahrringen als ungeeignet für eine dendrochronologische Datierung. Das Risiko einer falschen Datierung schien bei derart kurzen Jahrringsequenzen zu hoch. Daher wurden generell keine Proben mit weniger als 50 Jahrringen gemessen. Auch wenn dieses methodische Vorgehen grundsätzlich korrekt ist, stellte es die Dendrochronologie vor das Problem, dass grosse Mengen der Holzproben nicht genutzt werden konnten. Da über 81 Prozent der Hölzer aus den Siedlungen am Bielersee unter 50 Jahrringe aufweisen, hätte bei einer solchen Selektion der grösste Teil der Proben ausgeschlossen werden müssen (Abb. 14 und 15).[10] Entsprechend wurden neue Strategien im Umgang mit Holzproben jüngerer Bäume gesucht.

Die dendrochronologische Methode wurde schrittweise weiterentwickelt. Die ersten Versuche zur Datierung von Proben junger Bäume wurden an Hölzern mit 40–49 Jahrringen durchgeführt. Als deren Datierung gelang, wurde die Untersuchung auf Hölzer mit 30–39, 20–29,

10 Die Altersstatistik von 1989 beruht auf 7279 gemessenen Eichenproben aus den Seeufersiedlungen Twann, Bahnhof 1974, Sutz-Lattrigen, Rütte (V) 1985, Vinelz, XVII 1985, La Neuveville, Schafis 1986, Lüscherz 1986/87, Sutz-Lattrigen, Hauptstation (VII, Schnitte 1–6) 1988 und Sutz-Lattrigen, Riedstation (VI) 1988.

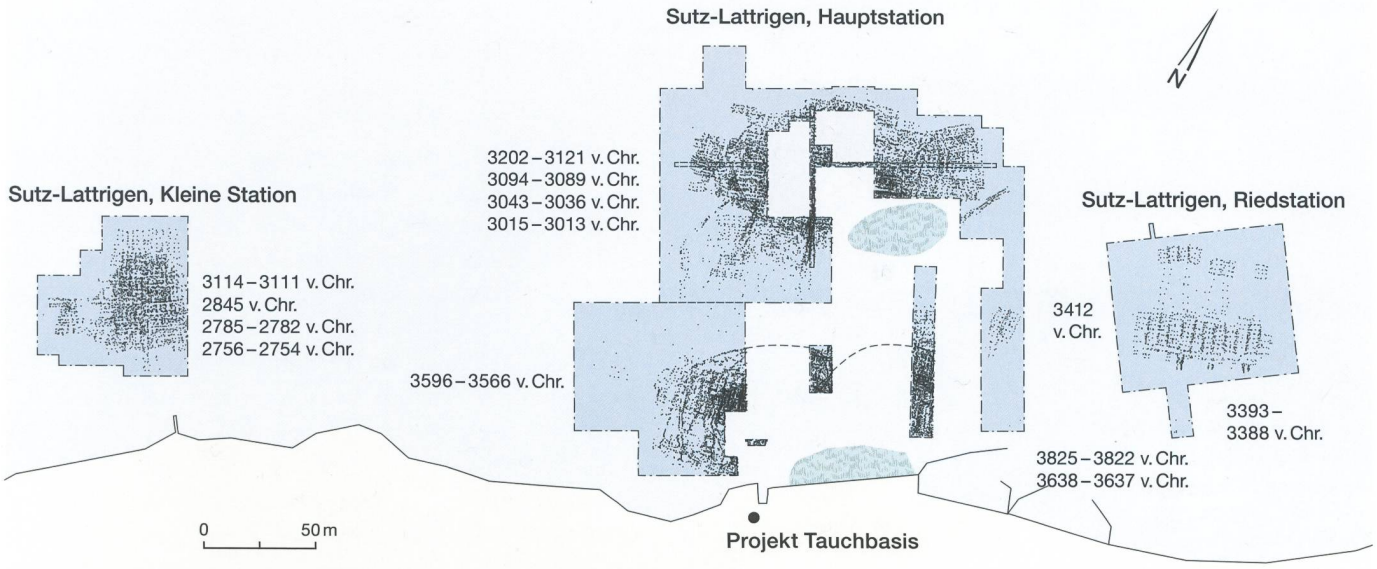


Abb. 13: Sutz-Lattrigen, Pfahlplan. In den Jahren 1988–2003 wurden in der Bucht von Sutz-Lattrigen umfangreiche Rettungsgrabungen durchgeführt. Der Plan zeigt, dass in der Bucht in der Zeit von 3825–2754 v. Chr. mit Unterbrüchen zahlreiche, horizontal leicht zueinander verschobene Siedlungen existierten, zu welchen jeweils zahlreiche Pfähle gehörten.

16–19 und schliesslich sogar 12–15 Jahrringen ausgedehnt. Zuletzt – mit jahrelanger Erfahrung und dank zahlreichen datierten Holzproben – wurde sogar versucht, Proben mit weniger als 12 Jahrringen zu datieren.[11] Zur Datierung kurzer Jahrringsequenzen wurden aus jeweils fünf bis sieben Hölzern mit eindeutig gleich verlaufenden Wachstumsmustern Mittelkurven erstellt (s. unten). Diese kurzen Mittelkurven wurden zunächst miteinander und dann mit den längeren Mittelkurven verglichen, synchronisiert und mithilfe der Referenzchronologie der Fundstelle zu datieren versucht (Abb. 16). Diese Methode erwies sich als sehr effektiv, obschon angemerkt werden muss, dass die Synchronisierung von Proben mit weniger als 20 Jahrringen spezielle Vorsicht verlangt: Meist ergibt nur ein Vergleich der Proben mit Waldkante ein überzeugendes Ergebnis. Von den Proben mit weniger als 16 Jahrringen konnte keine Probe sicher datiert werden. Nur in einem Fall wurde eine Datierung von 14 Eichenpfählen mit 12 Jahrringen vorgenommen, welche sehr ähnliche Wachstumsmuster aufwiesen (Abb. 17) Die 14 Pfähle befanden sich alle in einer kreisförmigen Struktur (Abb. 18, A). Aufgrund des Befundes ist eine Gleichzeitigkeit der Pfähle anzunehmen, was ihre Synchronisation erleichterte. Dennoch gelten solche Korrelationen aufgrund der wenigen Jahrringe aus dendrochronologischer Sicht als unsicher (Kategorie B, s. unten).[12]

Altersverteilung der gemessenen Eichen (Stand 1989)

Jahrringe	n	%
>200	11	0,2
100–199	153	2,1
90–99	75	1,0
80–89	131	1,8
70–79	217	3,0
60–69	294	4,0
50–59	532	7,3
40–49	1178	16,2
30–39	1257	17,3
20–29	1760	24,2
10–19	1504	20,7
4–9	167	2,3
Anzahl Proben	**7279**	**100,0**

Abb. 14: Altersstatistik der Konstruktionshölzer aus sieben der grössten ausgegrabenen Seeufersiedlungen des Bielersees (Twann, Bahnhof 1974, Sutz-Lattrigen, Rütte 1985, Vinelz 1985, La Neuveville, Schafis 1986, Lüscherz 1986/87, Sutz-Lattrigen, Hauptstation 1988, Sutz-Lattrigen, Riedstation 1988; Stand Jahr 1989).

11 Zu erwähnen ist, dass es sich hierbei um eine empirische Methodenentwicklung handelt, die sich auf die Analyse grosser Mengen von Holzproben aus prähistorischen Feuchtbodensiedlungen stützt. Für kleinere Bauholzspektren, insbesondere für solche aus unbekannten oder unterschiedlichen Fundkontexten, bleibt die Datierung kurzer Jahrringsequenzen problematisch.

12 Die dazugehörige Mittelkurve (MK) B801 stammt aus Sutz-Lattrigen, Solermatt (FP-Nr. 326.190.2006). Vgl. Francuz 2006; Hafner/Fischer/Francuz 2010.

Prozentualer Anteil der Altersgruppen der Eichenproben

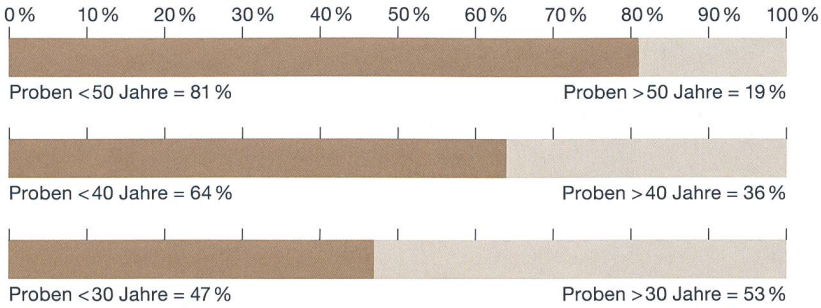


Abb. 15: Der Vergleich der Altersgruppen der Eichenhölzer zeigt, dass viele junge Hölzer verbaut wurden. 81 Prozent der Proben weisen weniger als 50 Jahrringe auf, 64 Prozent weniger als 40 und noch immer 47 Prozent weniger als 30 Jahrringe. Der hohe Anteil von Hölzern mit weniger als 50 Jahrringen machte neue Strategien bei der Dendrodatierung nötig.

Die jahrelange Erfahrung mit grossen Mengen prähistorischer Hölzer aus dem Bielersee zeigt also, dass auch Hölzer mit weniger als 50 Jahrringen korrekt datiert werden können. Wichtig für solche methodischen Fortschritte in der Dendrochronologie sind die intensiven Vergleiche der Jahrringkurven aller Proben nicht nur mit datierten Standardkurven, sondern auch mit den Einzelkurven möglichst vieler Hölzer und mit lokalen und regionalen Mittelkurven. Dadurch können gleiche Wachstumsmuster entdeckt, ähnliche Wachstumsgruppen gebildet, einzelne Datierungen ständig überprüft und Falschdatierungen eliminiert werden.

Für den Vergleich der Wachstumskurven und die Erstellung von Deckungsbildern sind zwar statistische Programme vorhanden, welche die Gleichläufigkeit zweier Kurven errechnen.[13] Dies erleichtert die dendrochronologische Arbeit stark, indem mögliche Korrelationen aufgezeigt werden. Dennoch ist noch immer der visuelle Vergleich entscheidend, ob zwei Wachstumskurven wirklich aufeinanderpassen oder ob Extremwerte die Statistik beeinflussen. Die Entscheidung zur Datierung der Hölzer ist somit noch immer stark von der Fertigkeit und der Erfahrung der einzelnen Dendrochronologen abhängig (Abb. 19). Fritz Schweingruber hielt dazu 1988 stellvertretend fest: «It is worth bearing in mind that dendrochronology is an empirical rather than a mathematical discipline [... and therefore; eingefügt durch den Autor] mistakes in dating can never be completely ruled out.»[14]

13 Folgende zwei statistische Verfahren fanden wir für die Korrelationsarbeit am nützlichsten: Test der Gleichläufigkeit zweier Proben ausgedrückt durch einen Korrelationskoeffizienten. Vgl. Eckstein/Bauch 1969; Vergleich des langfristigen Wachstumstrends zweier Kurven mittels Korrelationskoeffizient und t-Test. Vgl. Baillie/Pilcher 1973.
14 Schweingruber 1988, 77.

Schema zur Synchronisierung von Jahrringkurven

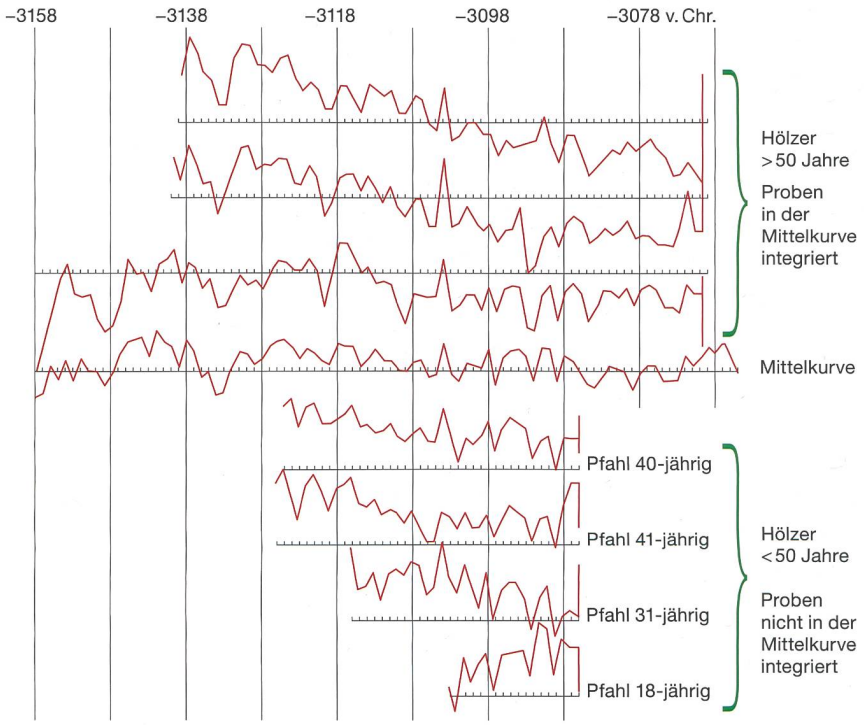
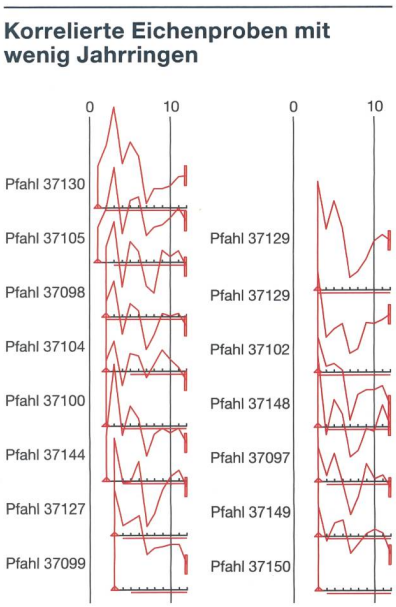


Abb. 16: Schema zur Synchronisierung von Jahrringkurven. Zunächst wird pro Fundstelle aus den Hölzern mit über 50 Jahrringen eine Referenzmittelkurve erstellt. Anschliessend werden Proben mit weniger Jahrringen untereinander gruppiert und synchronisiert und dann anhand der vorher erstellten Mittelkurve datiert, ohne dass diese kürzeren Jahrringkurven jedoch in die Mittelkurve integriert werden.



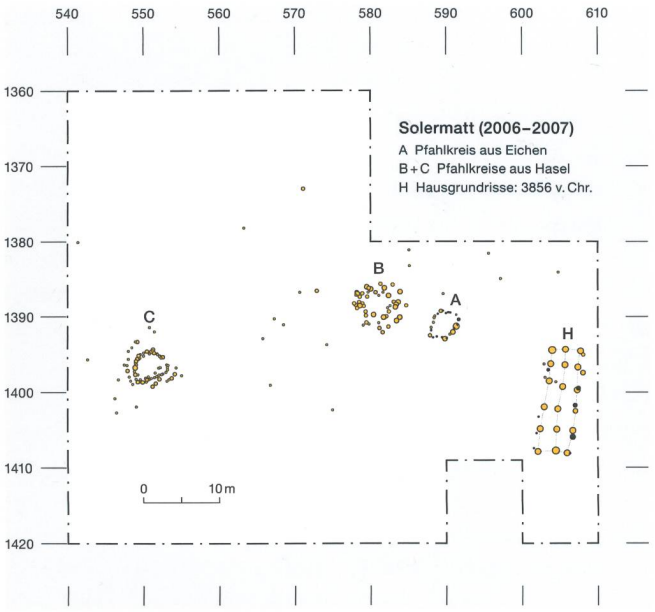


Abb. 17: Sutz-Lattrigen, Solermatt. Wachstumskurven der 14 Eichenpfähle mit nur 12 Jahrringen. Die jungen Hölzer konnten nur aufgrund der eindeutigen Befundlage – sie bildeten eine klar definierte, runde Struktur (s. Abb. 18, A) – korreliert werden.

Abb. 18: Sutz-Lattrigen, Solermatt. Der Pfahlplan zeigt den ältesten, dendrochronologisch auf das Jahr 3856 v. Chr. datierten, Hausgrundriss (H) am Bielersee. Daneben befinden sich drei dendrochronologisch nicht datierbare Pfahlkreise (A, B und C), welche anhand von Radiokarbondaten ins 43. Jahrhundert v. Chr. datiert werden.

2.2.1

Klassifizierung der Datierungssicherheit

Bei der Bearbeitung der Hölzer aus den Seeufersielungen von Twann im Jahr 1980 wurde ein System zur Kategorisierung der Datierungsqualität entwickelt.[15] Ob und in welcher Form eine Klassifizierung möglicher Datierungen vorgenommen werden soll, ist bis heute ein Diskussionsthema zwischen den verschiedenen Dendrolabors. Wie in der dendrochronologischen Auswertung von Twann beschrieben, sollten idealerweise nur Holzproben, welche eine hohe Übereinstimmung der Wachstumsbilder aufweisen und somit dendrochronologisch «sicher» datierbar sind, für weitere Untersuchungen berücksichtigt werden. Die Angabe «möglicher Datierungen» ist aus dendrochronologischer Sicht nicht sinnvoll und sollte nicht verwendet werden.

Die dendrochronologischen Untersuchungen zehntausender Hölzer aus den Ufersiedlungen des Bielersees zeigten jedoch, dass sehr unterschiedliche Situationen vorkommen können: Einerseits konnten nicht alle Wachstumskurven mit mehr als 50 Jahrringen gut miteinander oder mit Mittelkurven der Referenzchronologien synchronisiert werden. Andererseits treten immer wieder Probeserien mit 40 und weniger Jahrringen auf, die zweifelsfrei anhand verschiedener Referenzkurven datiert werden können. Auch Proben mit weniger als 30 Jahrringen und teilweise sogar Gruppen von Hölzern mit weniger als 20 Jahrringen zeigten gute Übereinstimmungen der Deckungsbilder. Häufig konnten diese Datierungen danach durch den archäologischen Kontext bestätigt werden, indem unter Einbezug der Daten junger Bäume klare Baustrukturen auf den Pfahlplänen erkannt werden konnten. Diesbezüglich wichtig ist, dass die dendrochronologische Analyse zunächst unabhängig vom Befund erfolgt, damit der archäologische Kontext danach zur Überprüfung der Daten genutzt werden kann.

15 Francuz 1980, 205–207

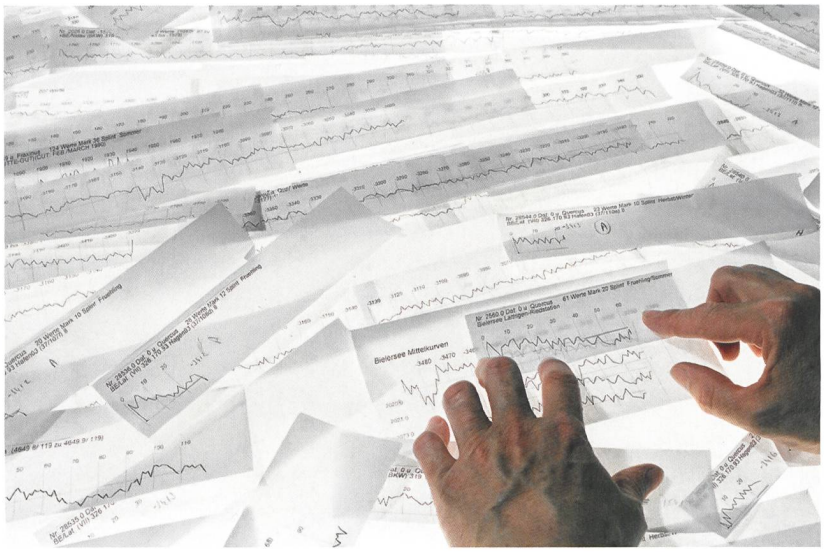


Abb. 19: Zur Arbeit eines Dendrochronologen gehört es, unzählige Jahrringkurven miteinander zu vergleichen. Die visuelle Übereinstimmung der Kurvenverläufe entscheidet letztlich, ob die Proben definitiv miteinander korreliert werden können.

Weiter zeigte sich, dass beim Vergleich der Wachstumskurven von Hölzern grob drei Fälle unterschieden werden können: Bei sicheren Datierungen weist die gute optische Übereinstimmung der Kurven auf eine sichere Synchronisation und eine verlässliche Datierung hin, was durch entsprechende statistische Werte unterstrichen wird. Bei anderen Proben decken sich die Kurven optisch nicht so klar, doch fallen die statistischen Korrelationswerte signifikant aus und es kommt lediglich eine einzige Datierungsmöglichkeit infrage. Wiederum andere Proben können an mehreren Stellen in der Referenzkurve eingepasst werden, weshalb mehrere Datierungen möglich sind, von denen aber nur eine richtig sein kann.

Um die Sicherheit der dendrochronologischen Datierungen zusammen mit den einzelnen Datierungen abzubilden, wurden daher von verschiedenen Labors Klassifizierungssysteme eingeführt, die sich in ihren Kriterien jedoch leicht unterscheiden. Am Material von Twann wurde folgendes, seither im Labor in Sutz gültiges System entwickelt (Abb. 20).

Kategorie «Standard»: Diese Kategorie umfasst Holzproben, welche mehr als 50 Jahrringe aufweisen, zweifelsfrei synchronisiert werden können und verlässliche statistische Werte aufweisen. Diese Hölzer werden benutzt, um Referenzchronologien aufzubauen, und dienen als Korrelationsbasis zur Synchronisation von Einzelhölzern, Standard- oder Referenzchronologien einer Siedlungskammer oder Region. In Einzelfällen wurden auch robuste und gut reproduzierbare Mittelkurven aus Holzproben mit 40–49 Jahrringen in die Kategorie Standard integriert.

Kategorie «A»: Sicher datiert. Die Proben dieser Kategorie können anhand der Referenzchronologie eindeutig datiert werden, unabhängig davon, wie viele Jahrringe die Probe aufweist.

Kategorie «B»: Unsicher datiert. Diese Proben weisen eine gut mögliche, aber keine sichere Korrelation mit einem Abschnitt der Referenzkurve auf.

Kategorie «C»: Sehr unsicher datiert. Proben dieser Kategorie können an mehreren Stellen in die Referenzkurve eingehängt werden. Die unsicheren Datierungen dieser Kategorie sollten nicht als Resultate publiziert werden (da von den möglichen Datierungen ja maximal eine richtig ist) und lediglich laborintern für eine künftige Überprüfung anhand neuer Datensätze genutzt werden.

Diese Klassifizierung der Dendrodaten in verschiedene Kategorien erwies sich als sehr nützlich. Die schnell ersichtliche Datierungsqualität erlaubt es, bei Auswertungen einfach zwischen sicheren und unsicheren Daten unterscheiden zu können.

2.3

Aufbau der Referenzchronologie einer Fundstelle oder Region

Aus den verschiedenen datierten Wachstumskurven einer Fundstelle oder Region kann eine Referenzchronologie erstellt werden. Idealerweise sind in die Referenzkurve lediglich Einzelkurven von Hölzern ohne Wachstumsanomalien und mit über 50 Jahrringen integriert, die zweifelsfrei miteinander synchronisiert werden können. Ziel ist eine für die gesamte Probenmenge repräsentative Referenzkurve, welche die Basis für alle weiteren dendrochronologischen Untersuchungen in dieser Region bildet.

Dazu werden alle Einzelkurven der Kategorie «Standard» gegengeprüft. Danach wird aus fünf bis sieben Einzelkurven mit klarer optischer Übereinstimmung, oft gepaart mit verlässlichen statistischen Korrelationswerten, eine Mittelkurve errechnet. Bei der Erstellung der Mittelkurve werden automatisch die Messgenauigkeit der Einzelkurven überprüft sowie einzelne Extremwerte durch das Mitteln ausgeglichen. Während der dendrochronologischen Untersuchung einer Fundstelle werden dutzende solcher Mittelkurven erstellt. Diese werden wiederum untereinander gegengeprüft und passende Sequenzen in längere Mittelkurven integriert. So wird versucht, die gesamte Datierungsspanne einer Fundstelle in einer Standortreferenzkurve zusammenzuhängen.

Bei der Erstellung von Mittelkurven werden vorzugsweise zunächst nur wenige Einzelkurven verwendet, welche von in derselben Jahreszeit gefällten Bäumen mit ähnlichen Wachstumsmustern und ähnlichem Alter stammen.

Die feine Gruppierung der Einzelkurven zu Beginn der dendrochronologischen Untersuchung schärft die visuelle Wahrnehmung von Unterschieden in den Wachstumsmustern der einzelnen Hölzer. Dadurch können abgesehen

Beispiele der Korrelationskategorien

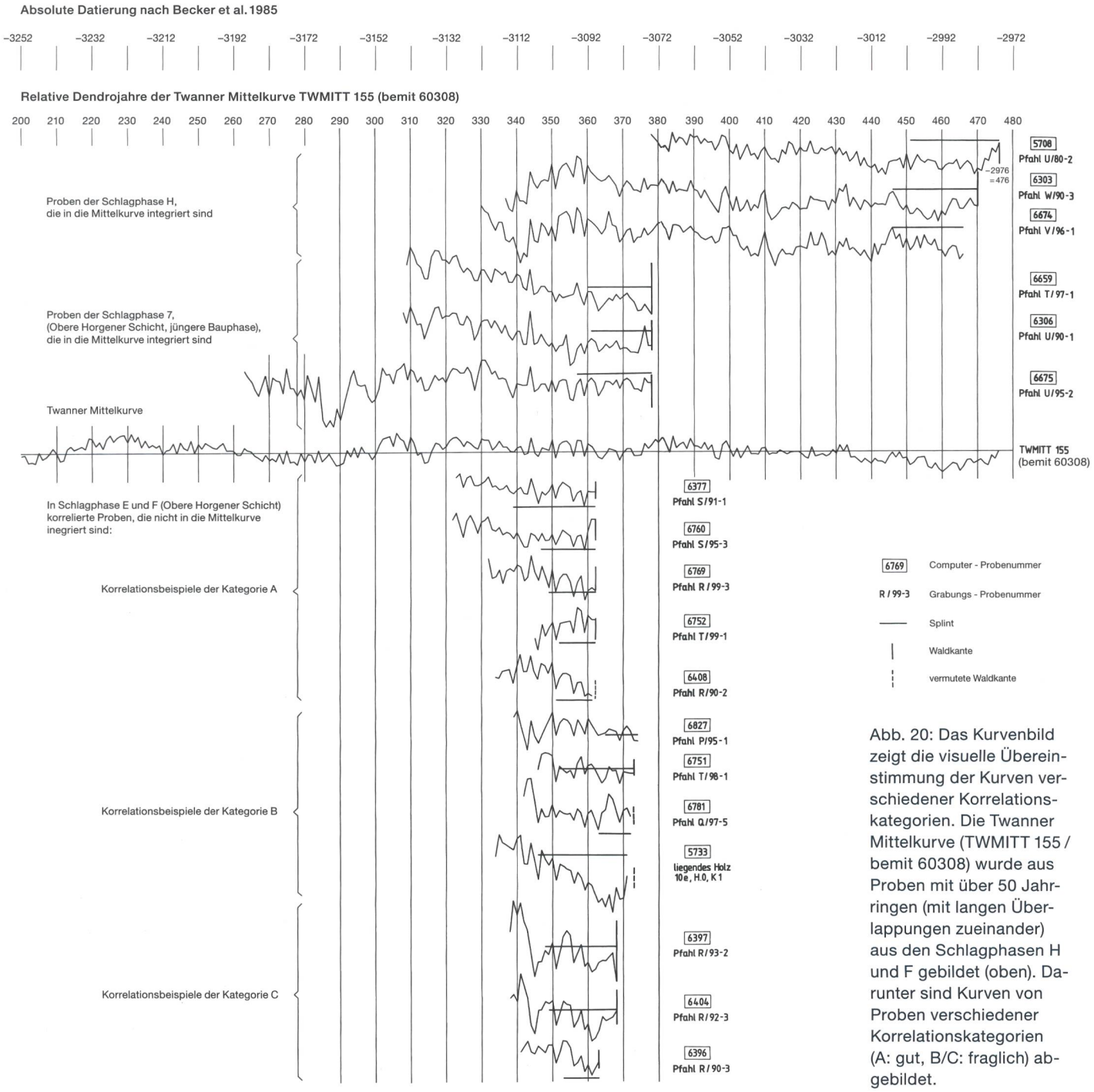


Abb. 20: Das Kurvenbild zeigt die visuelle Übereinstimmung der Kurven verschiedener Korrelationskategorien. Die Twanner Mittelkurve (TWMITT 155 / bemit 60308) wurde aus Proben mit über 50 Jahrringen (mit langen Überlappungen zueinander) aus den Schlagphasen H und F gebildet (oben). Darunter sind Kurven von Proben verschiedener Korrelationskategorien (A: gut, B/C: fraglich) abgebildet.

von der Datierung weitere interessante Informationen gewonnen werden. Etwa zum Standort des Baumes, der Waldwirtschaft, der Identifikation von Baustrukturen oder zur besseren Rekonstruktion der Siedlungsentwicklung.

2.4 Von der Referenzkurve zur Datierung

Der letzte und entscheidende Schritt besteht darin, die Mittelkurven eines Fundplatzes zeitlich absolut zu fixieren und damit zu datieren. Dieser Schritt bedingt eine absolut datierte Standardreferenzkurve, auch Referenzchronologie genannt, mit welcher die noch undatierte Mittelkurve verglichen werden kann. Eine Standardreferenzkurve wird aus überlappenden Sequenzen von Jahrringmittelkurven erstellt und kann über die Integration von Bäumen mit bekanntem Fälldatum zeitlich eingeordnet und mit Kalenderjahren gleichgesetzt werden (Abb. 21).

Die drei Mittelkurven der Siedlungen von Twann wurden 1980 und 1981 über die Standardreferenzkurve von Bernd Becker 1979 (*Postglaziale Eichenjahrringchronologie Süddeutschlands*[16]) datiert. Diese war mittels C14-Datierungen zeitlich fixiert, konnte aber noch nicht an die bis heute reichende Jahrringkurve angehängt werden. Im Jahre 1982 gelang es dank der Bearbeitung von eisenzeitlichen Hölzern aus Kirnsulzbach (Rheinland-Pfalz, DE), die sogenannt «schwimmende» Jahrringkurve der Bronzezeit an die bis heute reichende Chronologie anzuhängen. In der Folge arbeiteten zahlreiche Labors, insbesondere in Deutschland und in Nordirland, an der Erweiterung und methodischen Absicherung verschiedener Lokalchronologien. Dabei wurde dank zahlreichen C14-Datierungen erkannt, dass die im älteren Abschnitt der Jahrringkurve enthaltenen Hölzer (vor dem 6. Jh. v. Chr.) allesamt eine rund 70 Jahre betragende Abweichung zu den Denrodatierungen aufwiesen.[17] Die genaue Überprüfung ergab, dass eine falsche Synchro-

16 Becker 1979; Becker et al. 1979.
17 Becker et al. 1985, 10.

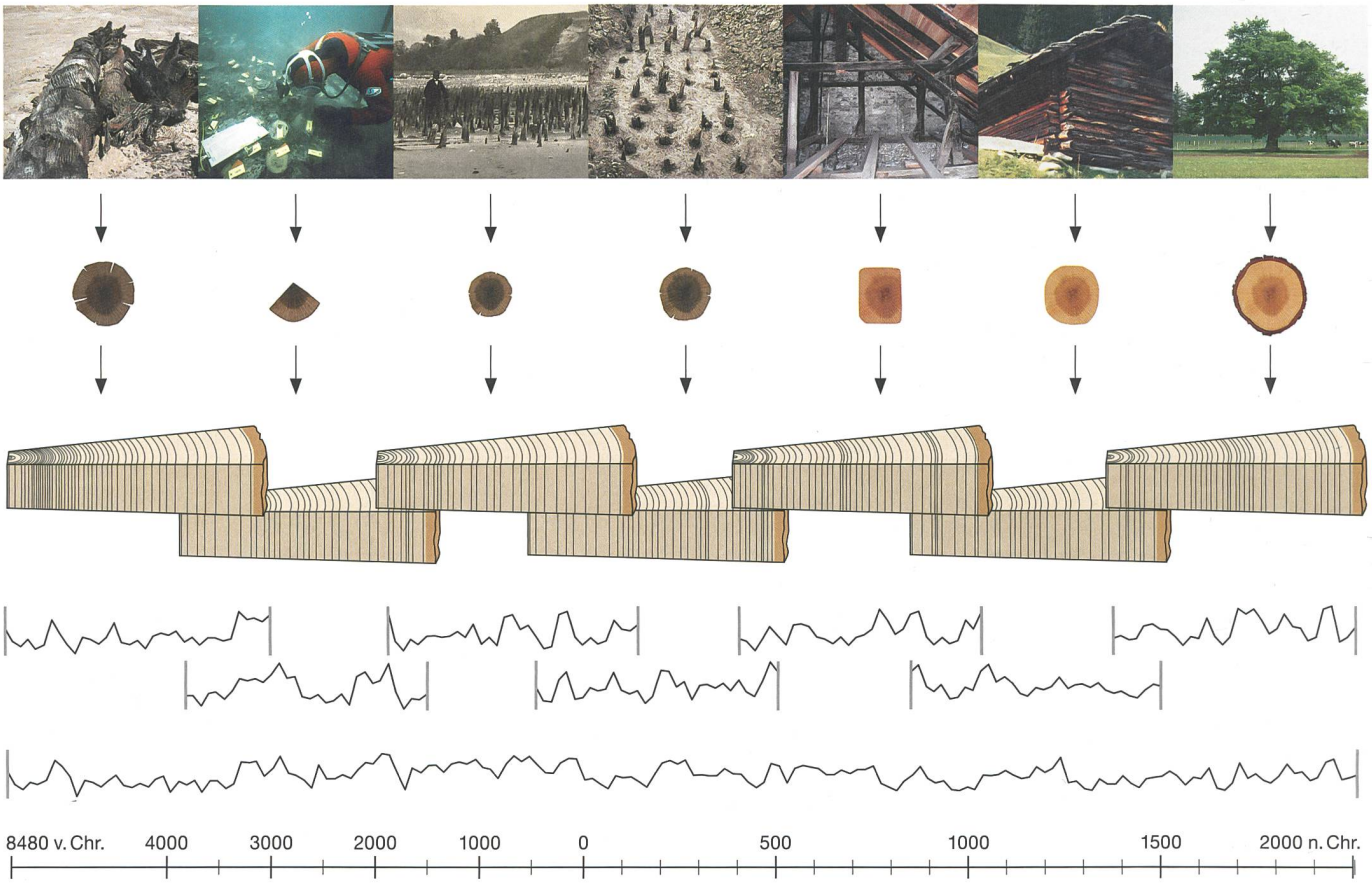


Abb. 21: Schematischer Aufbau einer Referenzchronologie. Durch Zusammenhängen zahlreicher Jahrringkurven mit überlappenden Bereichen wird die Referenzkurve immer weiter in die Vergangenheit zurück verlängert. In der Realität ist jedes Jahr durch dutzende, wenn nicht hunderte Proben, belegt. Die zentraleuropäische Eichenchronologie (Friedrich et al. 2004) und die Süddeutsche und Schweizerische Eichenchronologie (Becker et al. 1985) decken den Zeitraum von heute bis ins Jahr 8480 v. Chr. ab.

nisierung der Jahrringkurve von Kirnsulzbach zu dieser Verschiebung führte. Die Korrektur dieser Daten erlaubte im Jahre 1985 die Bildung der ersten verlässlichen, lückenlos bis um 4000 v. Chr. zurückreichenden Jahrringchronologie.[18]

In der Süddeutschen und Schweizer Eichenchronologie (SDSEC) sind auch zahlreiche Eichenchronologien aus Schweizer Seeufersiedlungen integriert, etwa die drei Mittelkurven aus Twann. Diese Standardreferenzkurve bildet bis heute die Basis aller dendrochronologischen Datierungen am Bielersee.[19]

2.5

Bedeutung der Belegungsdichte

Die Übereinstimmung der Jahrringmuster von Bäumen aus unterschiedlichen Fundstellen zeigt, dass die Jahrringbreiten eine allgemeine regionale Wachstumstendenz reflektieren. Je mehr Einzelproben aus einem Zeitabschnitt die gleichen Wachstumsmuster (sogenannte Signale) aufweisen, umso sicherer können die Einzelkurven miteinander korreliert werden. Es zeigt sich, dass Referenzkurven, die aus vielen Einzelkurven bestehen, besser mit anderen Jahrringchronologien synchronisiert werden können. Denn je breiter die Datengrundlage der Mittelkurve, desto weniger fallen individuelle Wachstumsschwankungen ins Gewicht. Generell ist festzuhalten, dass das Wachstumsbild einer Mittelkurve aus 18–30 Einzelkurven sich bei der Integration einer weiteren (korrekt korrelierten) Einzelkurve nicht mehr merklich verändert. Dies zeigt, dass der kollektive Wachstumstrend in jeder Einzelkurve enthalten ist, auch wenn er teilweise von lokal beeinflussten Wachstumsmustern überdeckt wird.[20] Mike Baillie strich in seiner Publikation *A Slice through Time* von 1995 heraus, dass Replikation (englisch: replication), das heisst die Wiederholung und Belegungsdichte von Kurven mit ähnlichen Wachstumsmustern, den Dendrochronologen Vertrauen in ihre Methode gibt.[21] Weiter nennt er drei Bedeutungsebenen der Replikation, welche hier zusammengefasst werden:[22]

Primäre Replikation: Wenn innerhalb einer Fundstelle Wachstumsmuster erkannt, Deckungsbilder erstellt und zu einer Referenzchronologie für die Fundstelle gemittelt werden.

Sekundäre Replikation: Korrelation der Deckungsbilder von Mittelkurven unterschiedlicher Siedlungen (vgl. Abb. 23).

Dritte oder tertiäre Replikation: Übereinstimmung von Referenzchronologien, welche von verschiedenen Personen und Labors gebildet worden sind.

Die erste Ebene der Replikation wird eigentlich bereits mit der Messung mehrerer Radien einer Probe und deren Mittelung zur Jahrringkurve des Holzes erreicht. Diese Mehrfachmessung ist eine Selbstkontrolle der Messtechnik und hilft, Anomalien im Wachstumsmuster eines Holzes zu erkennen. Alle weiteren Arbeitsschritte, die replizierten Belegungsdichten sowie die Quervergleiche verbessern die Zuverlässigkeit dendrochronologischer Datensätze.

3

Die Entwicklung der Referenzchronologien des Bielersees

Primäres Ziel des Dendrolabors des ADB in Sutz war die Datierung der Hölzer aus den archäologischen Tauchgrabungen im Bielersee oder anderen Feuchtbodengrabungen im Seeland.[23] Weiter wurden sporadisch gefundene Mooreichen untersucht, welche für die Erweiterung der Referenzchronologie nützlich sein können.

---

18 Becker et al. 1985, 10. Die mitteleuropäische Eichenchronologie reicht mittlerweile zurück bis 8480 v. Chr. Vgl. Friedrich et al. 2004.

19 Becker et al 1985, 20, 36-45. Zwischen den von A. F. M. de Jong mithilfe von C14-Daten und dem sogenannten «Wiggel-matching» publizierten Datierungen in die Postglaziale Eichenjahrringchronologie Süddeutschlands (Becker 1979, Ruoff 1979b), die 1980 auch zur Datierung der Twanner Mittelkurve verwendet wurde, und der bis heute reichenden Standardreferenzkurve Beckers (Becker et al. 1985) beträgt die zeitliche Differenz nur gerade vier Jahre. Das 1980 publizierte Enddatum der Twanner Horgen-Mittelkurve, 2972 v. Chr. (Francuz 1980, 200), beträgt heute entsprechend 2976 v. Chr.

20 Dieses Phänomen kann gut in Abb. 23 beobachtet werden, wo die aus fünf Proben erstellte Mittelkurve aus Nidau, Agglolac gut mit den anderen Referenzchronologien des Bielersees, bestehend aus dem Abgleich von 39–175 Einzelproben, korreliert.

21 Baillie 1995, 27–28.

22 Baillie 1982, 85; Baillie 1995, 28.

23 Fast alle mittelalterlichen Hölzer aus dem Kanton Bern, welche in den Jahren 1986–2014 geborgen wurden, sind im Dendrolabor Egger untersucht worden, das 1986 von Heinz Egger gegründet wurde. Seit 2015 werden alle Hölzer – von prähistorisch bis neuzeitlich – im Dendrolabor des ADB untersucht.

Ein weiteres Ziel des Dendrolabors war der Aufbau von lokalen und regionalen Referenzchronologien. Dazu wurden aus den Mittelkurven der untersuchten Hölzer für jede Fundstelle eine Referenzchronologie gebildet, die in eine Referenzchronologie der Region Bielersee integriert wurde. Idealerweise deckt eine regionale Referenzchronologie die gesamte Zeitspanne ab, aus welcher archäologische Strukturen in der Region untersucht werden. Am Bielersee umfassen die Seeufersiedlungen eine Zeitspanne vom Jungneolithikum bis in die Spätbronzezeit, was etwa der Zeit von 4200–800 v. Chr. entspricht. Ein Ziel für die künftige Forschung ist die Erweiterung dieser Referenzchronologie, sodass sie künftig lückenlos von heute bis zu den ältesten Holzfunden aus postglazialen Wäldern reicht.

Im Folgenden wird die Entwicklung der Referenzchronologien der Bielerseeregion von der Gründung des Dendrolabors bis ins Jahr 2014 vorgestellt.

3.1

Die Referenzchronologie von Twann als Ausgangspunkt für die Regionalchronologie am Bielersee (1978-1982)

Im Zuge der dendrochronologischen Untersuchung der Hölzer aus der Grabung Twann, Bahnhof wurde 1979 die erste Referenzchronologie aus Eichenhölzern am Bielersee gebildet. Diese erste Referenzkurve umfasste 476 Jahrringe aus den Jahren 3451–2976 v. Chr. (Abb. 22).[24] Primäres Ziel der dendrochronologischen Auswertung der Hölzer aus Twann war ein Überblick zur Siedlungsgeschichte des Fundplatzes. Die Arbeit begann damit, innerhalb der vorhandenen Dendroproben lange Jahrringsequenzen zu finden und diese zu vermessen. Aufgrund des hervorragenden Erhaltungszustandes der Hölzer konnten wertvolle Erfahrungen bei der Erkennung von Jahrringmustern gewonnen werden. So gelang es bereits nach kurzer Zeit, eine zuverlässige Referenzchronologie für die Siedlungen aus der Horgener Zeit zu erstellen. Danach wurde anhand des Pfahlplans eine detailliertere Identifikation und Rekonstruktion einzelner Gebäude versucht. Dazu wurden in einer anhand der archäologischen Befunde definierten Zone von 100 m² alle vorhandenen Eichenpfähle mit mindestens 12 Jahrringen gemessen.

Danach wurden aus den vorhandenen Fälldaten der Hölzer Schlagphasen für die einzelnen, stratigrafisch übereinanderliegenden Schichtpakete gebildet. In diesem Arbeitsschritt wurde auch versucht, Hölzer mit nur wenigen Jahrringen zu datieren (s. oben). Um möglichst objektiv und unbefangen arbeiten zu können, wurde während der dendrochronologischen Analyse lediglich mit den Holznummern gearbeitet und die Pfahlpläne nicht konsultiert. Erst danach wurden die datierten Hölzer im Befundzusammenhang (Pfahlplan) betrachtet und mit den Archäologen zusammen nach Anhaltspunkten zur Rekonstruktion von Hausgrundrissen gesucht. Eine ähnliche Strategie wurde für die dendrochronologische Untersuchung der Hölzer aus den darunterliegenden Cortaillod-Schichten angewendet.[25]

Insgesamt wurden bis 1981 drei zeitlich nicht überlappende Referenzchronologien[26] für die Fundstelle von Twann erstellt, welche in den Jahren 4011–2976 v. Chr. liegen.[27] Die drei Twanner Referenzchronologien wurden danach in Beckers absolut datierte Standardreferenzchronologie für Süddeutschland und die Schweiz integriert.[28]

3.2

Vinelz, Ländti 1979, Port, Stüdeli 1980, Aegerten, Isel 1983 und Aegerten, Bürglen 1987

Parallel zu den Hölzern aus Twann wurden in den Jahren 1980–1983 auch Hölzer anderer Ausgrabungen im Seeland dendrochronologisch untersucht. Grössere Serien stammen aus den Ausgrabungen in Vinelz, Ländti (1979)[29] und Port, Stüdeli (1980),[30] wobei sich aus beiden keine Referenzkurven für die Fundstelle bilden liessen. Mit der Korrelation der römischen Eichenhölzer der Fundstellen Aegerten, Isel (1983) und Aegerten, Bürglen (1987) konnte zudem die

24 Francuz 1980, 200; Stöckli (in Vorbereitung).
25 Orcel 1981. Alex R. Furger hat die Befunde der Horgener Schichtpakete untersucht, Alain Orcel und Werner E. Stöckli diejenigen der Cortaillod-Siedlungen.
26 Francuz 1980; Francuz 1981.
27 Datierungen nach Becker et al. 1985.
28 Becker et al. 1985, 36–45.
29 Gross 1986.
30 Zwahlen/Suter/Francuz 2003.

Die erste Jahrringchronologie aus der Region Bielersee

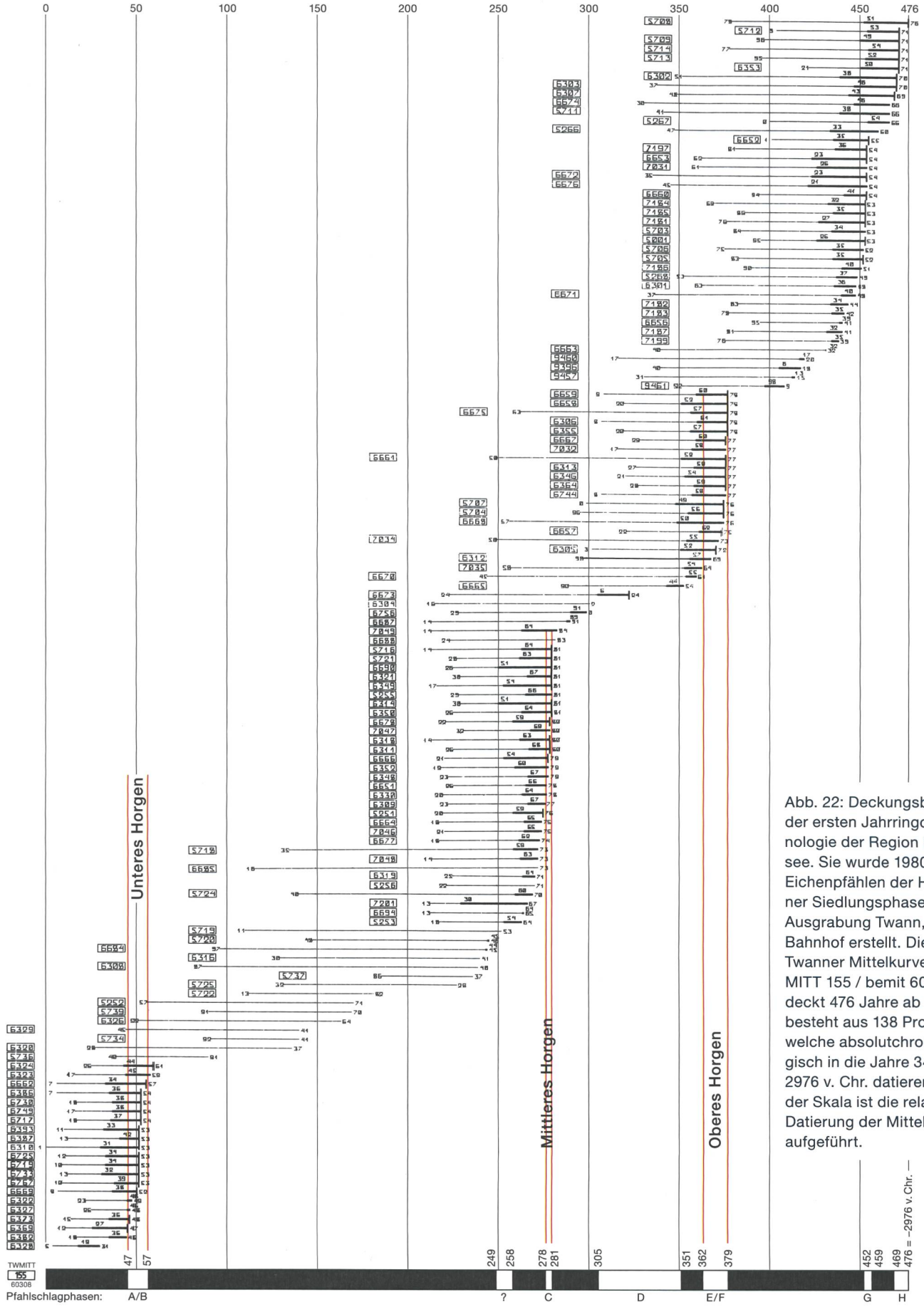


Abb. 22: Deckungsbild der ersten Jahrringchronologie der Region Bielersee. Sie wurde 1980 aus Eichenpfählen der Horgener Siedlungsphasen der Ausgrabung Twann, Bahnhof erstellt. Die Twanner Mittelkurve (TWMITT 155 / bemit 60308) deckt 476 Jahre ab und besteht aus 138 Proben, welche absolutchronologisch in die Jahre 3451–2976 v. Chr. datieren. In der Skala ist die relative Datierung der Mittelkurve aufgeführt.

erste Referenzchronologie aus römischer Zeit für das Seeland gebildet werden. Sie umfasste 107 Jahrringe von 31 Holzpfählen[31], welche dank Eichenpfählen aus Zurzach (AG) in die Jahre 263–369 n. Chr. datiert werden konnten.[32]

3.3

Bestandesaufnahme der Fundstellen am Bielersee (1984–1987)

Im Rahmen des sogenannten Bielerseeprojektes begann der ADB ab 1984 unter der Leitung von Josef Winiger mit Tauchuntersuchungen und Bohrkampagnen im und um den Bielersee. Ziel war es, erstmals den Stand der Erosion in den Seeufersiedlungen zu erfassen. Während des Projektes wurden grosse Mengen prähistorischer Hölzer aus den Sondiergrabungen geborgen, darunter zahlreiche Eichenpfähle. Aufgrund der guten Erfahrungen bei den dendrochronologischen Untersuchungen der Eichenpfähle aus Twann wurde entschieden, im Dendrolabor von allen Eichenproben – ungeachtet der Anzahl Jahrringe – die Jahrringbreite zu messen. Zusätzlich wurden Proben anderer Holzarten wie Esche (*fraxinus*) und Weisstanne (*abies alba*) standardmässig dendrochronologisch untersucht. Seltener vorkommende Holzarten wie Erle (*alnus*), Hasel (*corylus*) und Buche (*fagus*), welche grössere Wachstumsanomalien aufweisen und deshalb für dendrochronologische Untersuchungen weniger geeignet sind, wurden nur bei bestehenden archäologischen Fragestellungen untersucht. In den Jahren 1984–1987 wurden grosse Mengen prähistorischer Eichenhölzer aus Sutz-Lattrigen, Lüscherz, Vinelz und La Neuveville, untersucht, womit zuverlässige Referenzchronologien für diese Fundstellen erstellt werden konnten. Nach Abschluss der ersten Phase des Bielerseeprojektes bestand 1987 eine solide Basis für eine Regionalchronologie der Bielerseeregion, welche, mit Unterbrüchen, die Zeitspanne von 4011 bis 2626 v. Chr. abdeckte.[33]

3.4

Rettungsgrabungen im Bielersee (1988–1995)

Nachdem bei der Bestandesaufnahme der Fundstellen am Bielersee 1984–1987 der hohe Erosionsgrad der Seeufersiedlungen dokumentiert worden war, beschloss der Archäologische Dienst des Kantons Bern, die gefährdeten Fundstellen vor ihrem vollständigen Verschwinden zu untersuchen. In der Bucht von Sutz-Lattrigen wurden ab 1988 grosse Teile der stark erodierten Siedlungen ausgegraben und dokumentiert. Bereiche mit gut erhaltener Kulturschicht wurden zudem zum Schutz vor Erosion zugedeckt, um sie für die Nachwelt zu erhalten. Begonnen wurde mit Sondierschnitten in den Siedlungen der Hauptstation, danach folgte die Untersuchung der östlich davon liegenden Riedstation (Abb. 13). Die Ausgrabung letzterer sorgte schnell für eine Überraschung. Ziel der auf wenige Tage angelegten Unterwassergrabung war die Dokumentation einiger isolierter Pfähle in einer Tiefe von rund 1,5 m. Nur wenige Zentimeter unter der Oberkante des Seesediments kamen aber bereits viele Pfähle zum Vorschein.[34] Schliesslich wurde die Fundstelle in drei Tauchsaisons auf einer Fläche von 6000 m² ausgegraben, dokumentiert und beprobt. Von den 851 Eichenhölzern konnten 788 datiert werden (Kategorie A) und aus 175 Jahrringkurven eine 101 Jahre umfassende Mittelkurve gebildet werden (3488–3388 v. Chr.).[35] Der Pfahlplan dieser Fundstelle zeigt, dass mit den über 1000 Konstruktionshölzern die Überreste einer vollständigen Siedlung erfasst worden sind. Diese bestand aus 18 Häusern, die von Frühling 3393 bis Herbst/Winter 3389 v. Chr. erbaut worden waren (vgl. Abb. 26). Die Riedstation ist eine der am besten dokumentierten und die am vollständigsten rekonstruierbare Siedlung am Bielersee, weil anhand der bis auf die

31 Im Vergleich mit den neolithischen Eichenhölzern aus dem Bielersee wiesen die römischen Pfähle aus Aegerten einen höheren Durchmesser auf. Das ebenfalls schwarz verfärbte Kernholz war sehr hart, da sich die Zellulose noch nicht zersetzt hatte, was bei den häufig viel weicheren prähistorischen Hölzern aus dem Bielersee oft der Fall war. Das heller gefärbte Splintholz der Hölzer aus Aegerten war weich, blieb bei der Probenvorbereitung jedoch kompakt.

32 Eine Korrelation mit den datierten Pfählen aus Zurzach (Mittelkurve 375) gelang Mathias Seifert im Dendrolabor Zürich/Chur.

33 Winiger 1989.

34 Die oberen 10–20 cm des Seegrundes bestanden aus Steinen, Muschelschalen, Detritus, Lehm und enthielten stellenweise archäologische Funde wie Keramik, Knochen, Steinbeile, Silexpfeilspitzen und selten Fragmente von Textilien.

35 Weiter konnte eine Mittelkurve aus sieben Weisstannenproben mit 68 Jahrringen erstellt werden (Mittelkurve 62021). Diese decken den Zeitraum von 3457 bis 3390 v. Chr. ab.

Saison eines Kalenderjahres[36] genau datierbaren Bauhölzer die Siedlungsentwicklung detailliert nachgezeichnet werden kann.[37] Ebenso bestätigte die neue Referenzkurve der Riedstation diejenige der gleich alten Siedlung von Twann, Bahnhof (sogenanntes Unteres Horgen). Sie repräsentierte zu diesem Zeitpunkt zudem erst die zweite bekannte Siedlung aus der Zeit um 3400 v. Chr. in der gesamten Dreiseenregion. Auch für die Fundstelle Sutz-Lattrigen, Hauptstation wurden mehrere Mittelkurven erstellt, welche den Zeitraum von 4000 bis 3000 v. Chr. abdecken.

3.5

Nidau, BKW 1989 und 1991

Mit den Hölzern der Ausgrabung Nidau, BKW, aus dem Jahr 1989 konnte die Zeit um 3400 v. Chr. ein weiteres Mal abgedeckt werden.[38] Die Bäume für die Bauten dieser Siedlung wurden in den Jahren 3406–3398 v. Chr. gefällt,[39] wodurch am Bielersee der dritte Nachweis einer Siedlung aus der Zeit um 3400 v. Chr. gelang.

Heute sind aus diesem Zeitabschnitt in der Dreiseenregion mit Twann, Bahnhof, UH, Sutz-Lattrigen, Riedstation, Nidau, BKW, Lüscherz, Kleine Station, Sutz-Lattrigen, Neue Station, Nidau, Agglolac und Sutz-Lattrigen, Hauptstation sieben Siedlungen am Bielersee (Abb. 23) und mit Murten, Pantschau[40] eine weitere am Murtensee bekannt.

Weitere Hölzer der zweiten Ausgrabungsetappe von Nidau, BKW im Jahr 1991 brachten den Nachweis jüngerer Siedlungen aus der Horgener Zeit, mit Schlagphasen in den Jahren 3185–2979 v. Chr., und der späten Frühbronzezeit, mit Schlagjahren im Zeitraum 1628–1577 v. Chr.[41]

3.6

Das Bielerseeprojekt in den Jahren 1995–2012

Mitte der 1990er-Jahre wurde im ADB eine neue Ausgrabungsstrategie für Seeufersiedlungen eingeführt. Während in den vorherigen Jahren jeweils lediglich im Winterhalbjahr, in den Monaten Oktober bis März, Tauchgrabungen stattgefunden hatten und die Sommermonate zu deren Aufarbeitung genutzt worden waren, wurde ab 1995 das ganze Jahr über getaucht. Grund war die weit fortgeschrittene Erosion und die akute

36 Anhand des Entwicklungsstadiums der Zellen im äussersten Jahrring, direkt unter der Rinde, kann insbesondere bei Eichenhölzern die Jahreszeit bestimmt werden, in welcher ein Baum gefällt wurde. Aufgrund der jährlichen Erweiterung der Siedlung sowie der Verteilung der Hölzer innerhalb der einzelnen Bauten ist anzunehmen, dass die Hölzer kurz nach dem Fällen verbaut worden sind.
37 Hafner 1992; Hafner/Suter 2000, 49–58.
38 Francuz 2000, 18–25, 50–51.
39 Francuz 1997.
40 Hafner/Stapfer/Francuz 2016. Die Fundstelle Murten, Pantschau, wird ebd., 116–118, in die Jahre 3428–3425 v. Chr. datiert.
41 Diese Hölzer wurden von Willy Tegel im Dendrolabor in Sutz gemessen.

Datierte Mittelkurven um 3400 v. Chr. mit ähnlichen Wachstumsmustern am Bielersee

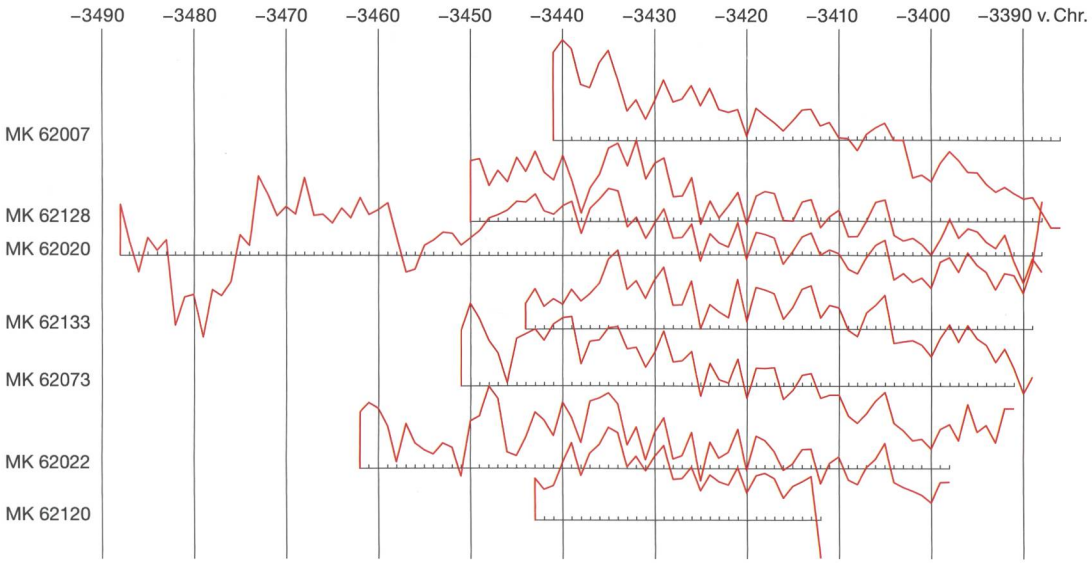


Abb. 23: Eichenmittelkurven um 3400 v. Chr. aus den Fundstellen Lüscherz, Kleine Station (Mittelkurve [MK] 62007; oben), Nidau, Agglolac (MK 62128), Sutz-Lattrigen, Riedstation (MK 62020), Sutz-Lattrigen, Neue Station (MK 62133), Twann, Bahnhof (MK 62073), Nidau, BKW (MK 62022) und Lattrigen, Hauptstation (MK 62120). Die ähnlichen Kurvenverläufe der sieben unabhängig voneinander erstellten Mittelkurven bestätigen die Korrelation und Datierung der in die Mittelkurven integrierten Einzelkurven. Zudem weisen sie auf ähnliche Wachstumsbedingungen in der ganzen Region Bielersee hin.

Abb. 24: Während einer Tauchsaison wurden jeweils zahlreiche Holzproben aus dem Bielersee ins Dendrolabor geliefert. Dort wurden sie sortiert und für die weitere Untersuchung vorbereitet.

Bedrohung der Seeufersiedlungen mit ihren tausenden von Pfählen. Fortan wurden grosse Flächen der bedrohten Siedlungen ausgegraben und dokumentiert und, damit einhergehend, grosse Mengen an Fundmaterial sowie zahlreiche Holzproben zur dendrochronologischen Untersuchung geborgen (Abb. 24). Um die rasch anwachsende Menge von Holzproben bewältigen zu können, musste die Bearbeitungsstrategie im Dendrolabor Sutz angepasst werden. Der Idealfall, jeweils die dendrochronologische Untersuchung einer Siedlung komplett abzuschliessen, bevor die Untersuchungen einer nächsten Siedlung angefangen wurden, überstieg in vielen Fällen die Kapazität eines einzelnen Dendrochronologen. Für die Projektplanung war es zudem nötig, möglichst schnell möglichst viele dendrochronologische Informationen über die ausgegrabene Siedlung zu bekommen. So sollten anhand der datierten Pfähle zumindest die Datierungsspanne jeder Siedlung erfasst und so viele Baustrukturen wie möglich identifiziert werden.

Wie bei den vorherigen Untersuchungen wurden alle Proben von Eichen, Eschen und Weisstannen gemessen und aus den Proben mit vielen Jahrringen pro Siedlung eine Referenzkurve gebildet. Bei grossen Siedlungen mit vielen Pfählen wurden aus Kapazitätsgründen vorerst auf die Feinarbeit und die Datierung der jahrringärmeren Hölzer verzichtet. Ab 2003 wurde zur Aufarbeitung der grossen Bestände noch nicht untersuchter Holzproben mit Daniel Steffen ein Mitarbeiter der Tauchequipe in die Holzartenbestimmung und die Jahrringmes-

Regional- und Standortchronologien am Bielersee

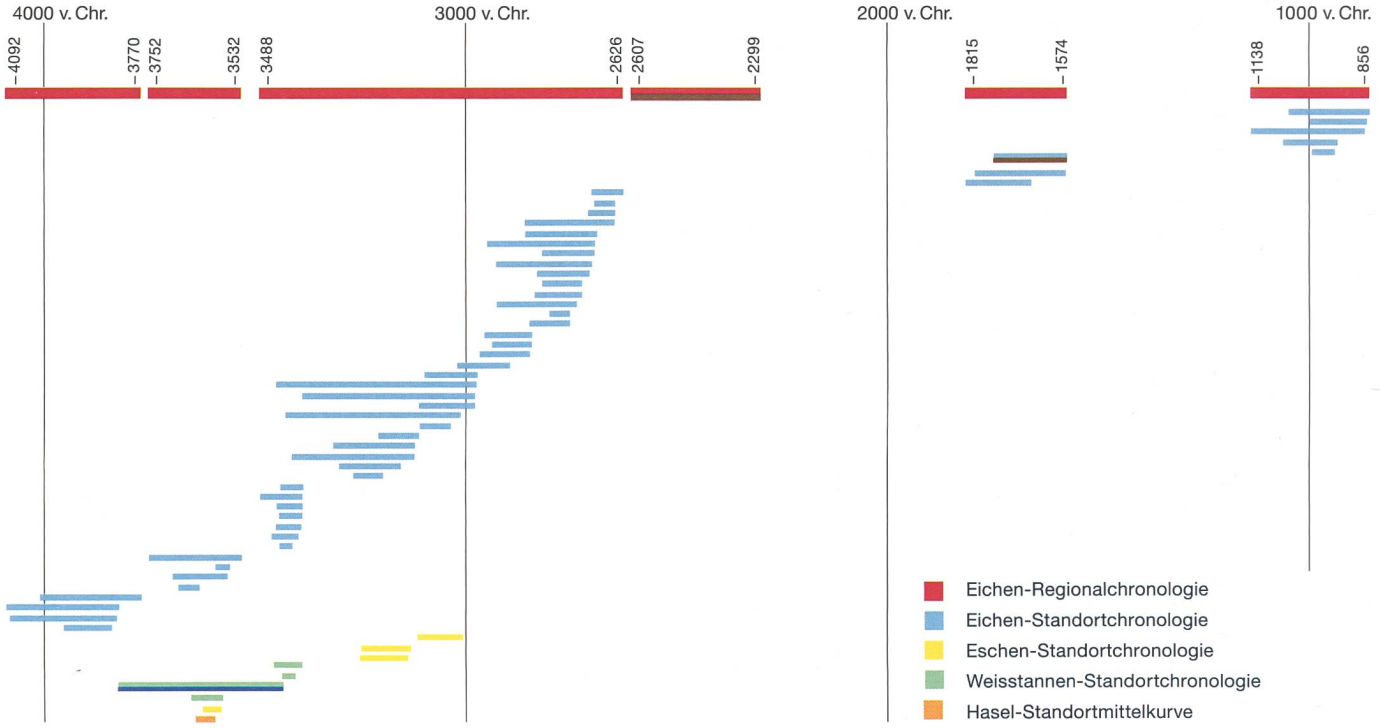


Abb. 25: Ein Überblick über die Standortchronologien am Bielersee zeigt, dass in dieser Region einige Zeiträume sehr gut belegt sind (Stand 2014). Bestehende Lücken in der Regionalchronologie können trotz Zunahme der dendrodatierten Proben nur selten geschlossen werden. Dies hängt damit zusammen, dass Seeufersiedlungen nur aus bestimmten Zeiträumen erhalten sind.

Beispiel einer Standortchronologie

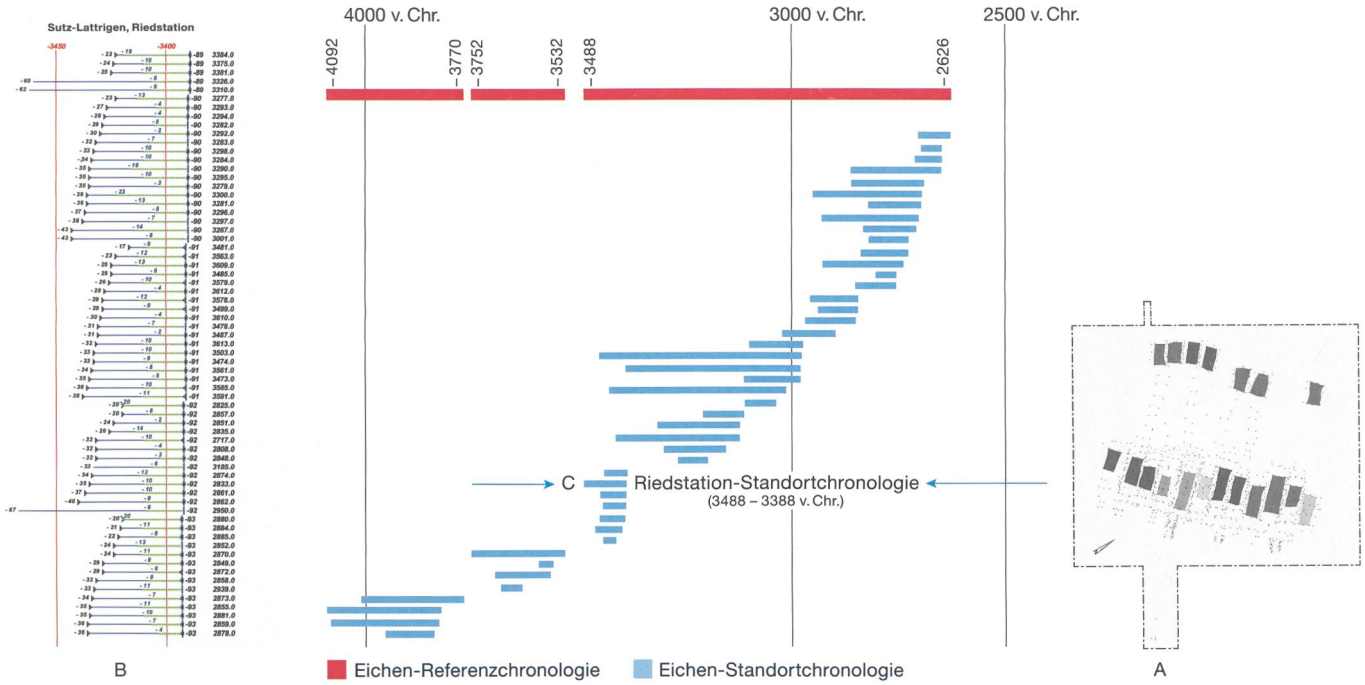


Abb. 26: Die Standortchronologie der Fundstelle Sutz-Lattrigen, Riedstation (A) besteht aus 175 Proben (B), hat einen Umfang von 101 Jahrringe und ist in die Jahre von 3488–3388 v. Chr. datiert (C). Anhand der Schlagjahre der datierten Pfähle konnte die Entwicklung der Siedlung rekonstruiert werden. Ähnlich wie die Beispiele in Abb. 26 sind auch Standortreferenzchronologien anderer Siedlungen, aus repräsentativen, datierten Pfählen, aufgebaut.

sung eingeführt. Somit konnte er zwischen seinen Taucheinsätzen fortan die Arbeiten im Dendrolabor unterstützten, was eine grosse Hilfe darstellte.[42] Im Herbst 2013 absolvierte Brigitte Rychen Bangerter im Rahmen ihres Archäologiestudiums ein Praktikum im Dendrolabor in Sutz, während welchem sie einen Teil der Hölzer der Fundstelle Sutz-Lattrigen, Rütte[43] bearbeitete. Die Arbeit an dieser Fundstelle führte 2014 der Nachfolger des Autors, Matthias Bolliger, während seiner Einarbeitungszeit im Labor in Sutz weiter. Diese temporäre Personalaufstockung im Dendrolabor Sutz half, Rückstände bei der Untersuchung der Holzproben abzubauen. Dennoch muss noch viel Arbeit geleistet werden, bis alle Holzproben der Unterwassergrabungen der vergangenen Jahre vollständig untersucht und datiert sind und deren Resultate für archäologische Auswertungen zur Verfügung stehen.

3.7

Stand der Referenzchronologien für die Region Bielersee im Jahr 2014

Nach über 30 Jahren Arbeit im Dendrolabor in Sutz sind die prähistorischen Epochen der Bielerseeregion dendrochronologisch gut untersucht. Abb. 25 zeigt einen Überblick über die bis 2014 erstellten Referenzchronologien der Siedlungen am Bielersee. Insgesamt wurden über 100 Chronologien (datierte und undatierte Mittelkurven verschiedener Holzarten) aus knapp 3000 Hölzern von rund 35 Fundstellen/Siedlungen erstellt. Die erwähnten Referenzkurven der Fundstellen sowie auch die Einzelkurven der datierten Proben dienen als verlässliche Grundlage zur Korrelation, zur Erstellung von Mittelkurven und zur Datierung künftiger Hölzer aus der Region (Abb. 26). Zudem stehen mit den Holzproben respektive den Jahrringkurven grosse Mengen datierter Hölzer der künftigen Forschung zur Verfügung, beispielsweise zur Erforschung von Besiedlungsdynamik und Waldwirtschaft. Erste Interpretationen zum Zusammenhang zwischen Siedlungsdynamik und Waldwirtschaft führte Peter J. Suter anhand von Wachstumsmerkmalen der Eichenhölzer aus den Siedlungen Sutz-Lattrigen, Rütte und anderen Bielerseestationen aus den Jahren um 2700 v. Chr. durch.[44]

42 Francuz/Steffen 2009, 66–69.
43 Suter/Fischer/Francuz 2014, 184–193.
44 Suter/Francuz 2010; Suter 2017; Suter/Francuz (in Vorbereitung).

Kurvenbild datierter Eichen aus Flusskies in Utzensdorf

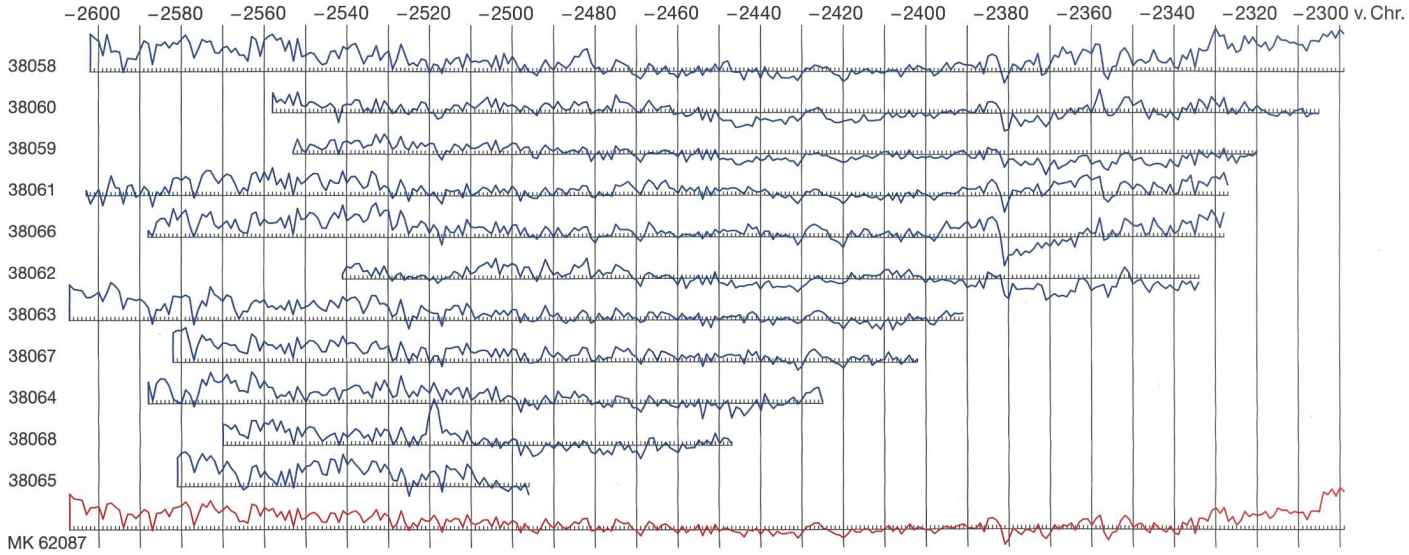


Abb. 27: Jahrringkurven und daraus erstellte Mittelkurve (MK) von Eichenhölzern aus dem Kiesbett der Emme in Utzenstorf, Unterdorfstrasse 22 (oben). Die Hölzer decken eine Zeitspanne von 309 Jahren ab und datieren in die Jahre 2607–2299 v. Chr. Impressionen der mächtigen Eichenstämme und Daniel Steffen bei der Messung einer Scheibe (unten).

3.8 Bestehende chronologische Lücken

Im letzten Jahrzehnt hat sich das Bild der dendrochronologisch abgedeckten Zeitabschnitte nur wenig geändert (Abb. 25) und nur wenige chronologische Lücken konnten geschlossen werden. Dies scheint die Grenzen des verfügbaren Materials zu reflektieren, da die Seeufersiedlungen und damit die dort gefundenen Hölzer aus den immer gleichen Zeitabschnitten mit tiefen Seespiegelständen stammen.[45] Die Siedlungen wurden bei tiefen Pegelständen auf den Strandplatten errichtet und bewohnt. Bei ansteigenden Seespiegeln wurden sie vermutlich aufgelassen und vom See respektive von Seekreide überdeckt, während die Bewohner weiter vom einstigen Ufer entfernt neue Siedlungen errichteten. Hölzer, welche bei erneutem Absinken der Seespiegel frei an der Luft lagen, zersetzten sich und sind heute nicht mehr erhalten.

Nur neues Material, welches aus anderen Fundkontexten stammt, kann beim Schliessen der chronologischen Lücken helfen. So decken Eichenhölzer aus Utzenstorf, Unterdorfstrasse 22 und Büetigen, Bockengrien, die bei Untergrundarbeiten aus den ehemaligen Flussläufen der Emme respektive der Aare geborgen wurden, neue Zeitabschnitte ab.[46] Aus den elf Hölzern von Utzenstorf konnte eine 309 Jahrringe umfassende, Kategorie-A-datierte Referenzkurve erstellt werden, die den Zeitraum von 2607 bis 2299 v. Chr. belegt. Dadurch kann

45 Furger 1980, 189–191; Suter 2013, 72.
46 Francuz/Steffen 2009, 66–69.

Kurvenbild datierter Eichen aus Flusskies in Büetigen

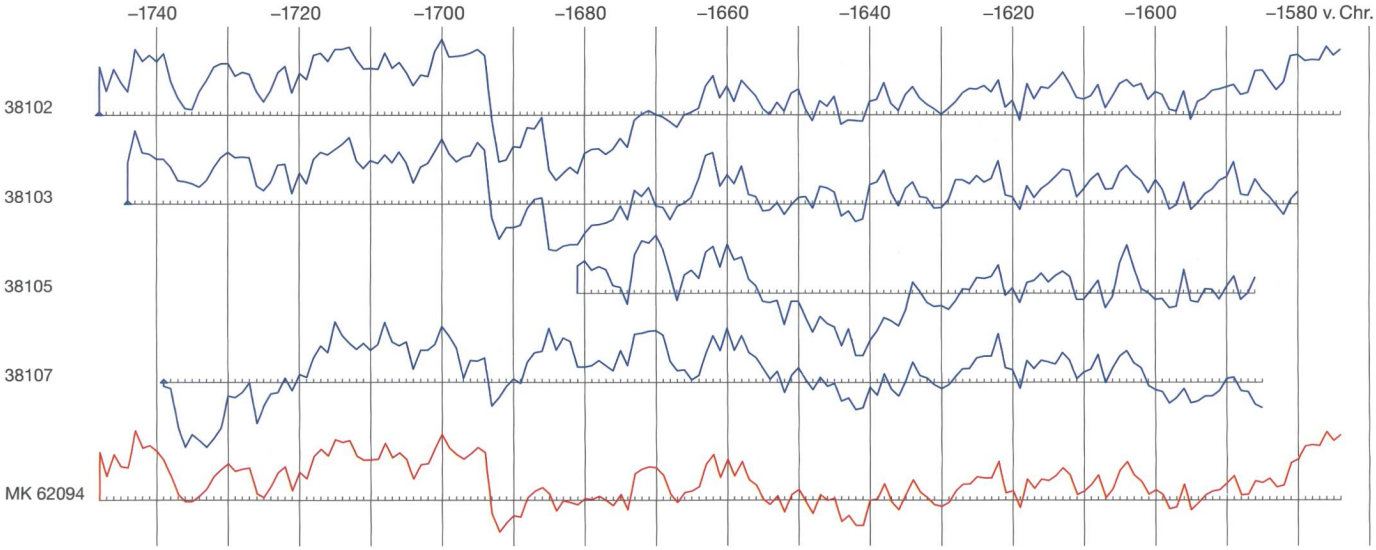


Abb. 28: Jahrringkurven und daraus erstellte Mittelkurve (MK) von Eichenhölzern aus dem Flusskies der alten Aare bei Büetigen (oben). Die Hölzer decken eine Zeitspanne von 175 Jahren ab und datieren in die Jahre 1748–1574 v. Chr. Impressionen und Probenentnahme der mächtigen Eichenstämme (unten).

die 800 Jahre lange Lücke zwischen Neolithikum und Frühbronzezeit verkleinert werden (Abb. 27). Aus der Fundstelle bei Büetigen konnte aus vier Hölzern eine 175 Jahrringe umfassende, Kategorie-A-datierte Referenzkurve erstellt werden. Sie deckt die Zeitspanne von 1748 bis 1574 v. Chr. ab und bestätigt die vorhandene Referenzkurve aus der Frühbronzezeit (Abb. 28). Die beiden Referenzkurven liefern zudem neue Informationen über die Klimaentwicklung.

Ein durch eine Schlammlawine verschütteter Wald in Malleray im Berner Jura lieferte zahlreiche Proben prähistorischer Weisstannen. Elf davon decken einen Zeitraum von 392 Jahren ab und datieren in die Jahre 3826–3435 v. Chr. (Abb. 29). Mit diesem Fund wird die regionale jungsteinzeitliche Weisstannenchronologie bedeutend erweitert. Auch in Zukunft wird eine systematische Suche nach subfossilen, natürlich abgelagerten Hölzern helfen, die Lücken in der Regionalchronologie des Seelandes zu füllen.

4

Dendrochronologie gestern, heute und morgen

Nach über 40 Jahren moderner archäologischer Forschung, bei welcher zahlreiche dendrochronologische Untersuchungen durchgeführt wurden, zählt der Bielersee wohl weltweit zu jenen Regionen mit den am intensivsten erforschten Seeufersiedlungen. Seit 1978 wurden im Dendrolabor des ADB tausende von Hölzern gemessen, untersucht und datiert und eine enorme Datensammlung angelegt. Die Fällzeitpunkte zahlreicher Hölzer konnten jahrgenau, manchmal sogar bis auf die Jahreszeit genau,

Kurvenbild von einer Schlammlawine überschütteten und datierten Weisstanne aus Malleray

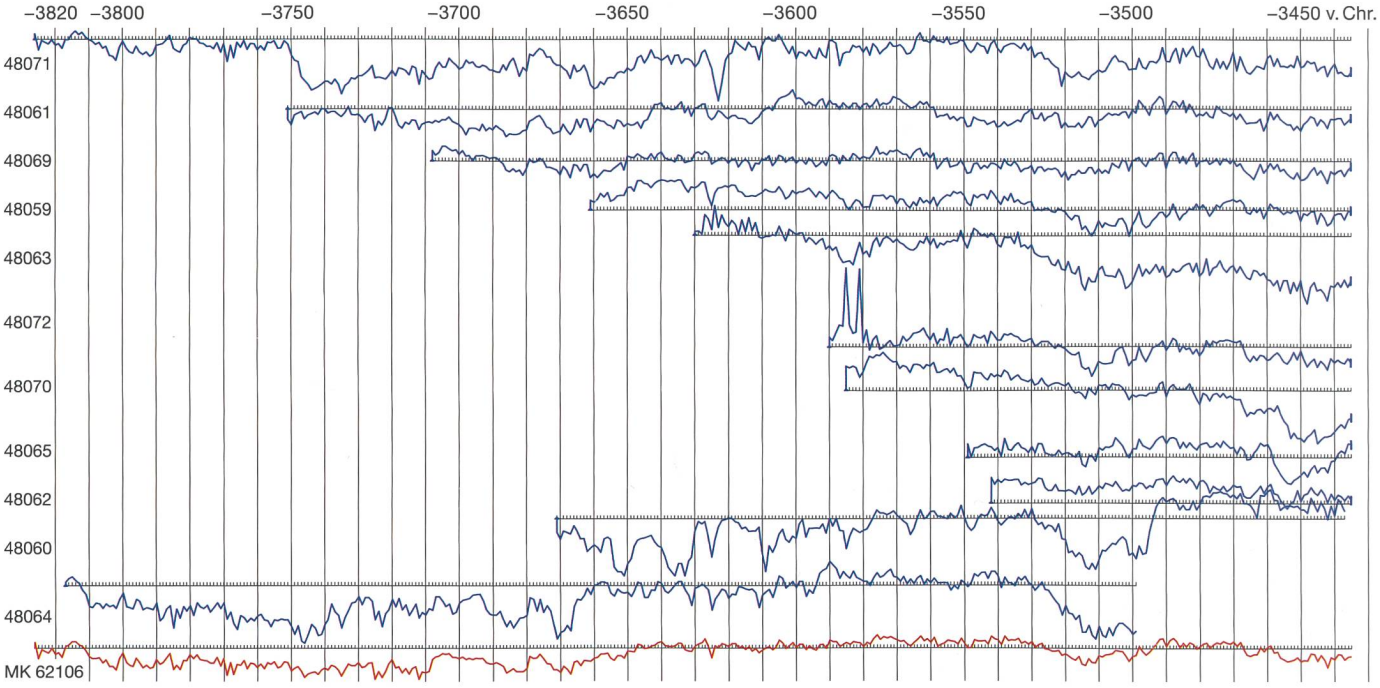


Abb. 29: Jahrringkurven und daraus erstellte Mittelkurve (MK) prähistorischer Weisstannen eines durch eine Schlammlawine verschütteten Waldes in Malleray im Berner Jura. Die Hölzer decken einen Zeitraum von 392 Jahren ab und datieren in die Jahre 3826–3435 v. Chr. Impressionen der mächtigen Weisstannenstämme (unten).

datiert werden. Damit bildet die Dendrochronologie die Grundlage für die Rekonstruktion zahlreicher Hausgrundrisse, Siedlungsgeschichten und Siedlungsabfolgen.

Die Jahrringmessungen lieferten ebenso die Materialbasis zur Erstellung von Referenzchronologien einzelner Siedlungen sowie der gesamten Region Bielersee, welche vom Jungneolithikum bis in die Spätbronzezeit reichen. Weiter konnten zahlreiche Daten in die überregionale Referenzkurve integriert werden und die Methode der Dendrochronologie in der Schweiz mitentwickelt werden. Die verschiedenen Referenzkurven bilden eine solide Grundlage für die künftige dendrochronologische Forschung.

Aus den zahlreichen – aufgrund der fortgeschrittenen Erosion grossflächig ausgegrabenen – Seeufersiedlungen konnte zwar eine grosse Menge an Hölzern datiert werden. Dennoch sind aus ökonomischen Gründen nach wie vor zahlreiche Hölzer nicht untersucht und es existieren noch immer Auswertungslücken bei der Dendrochronologie. Mindestens von fünf Seeufersiedlungen sind noch rund 11 500 gemessene Holzproben zu datieren, um die dendrochronologische Untersuchung der ausgegrabenen Seeufersiedlungen zu vervollständigen und das Potenzial der geborgenen Hölzer zu nutzen. Da bei der Ausgrabung neuer Fundstellen jeweils das frisch geborgene Holz sofort präpariert und gemessen und für stra-

tegische Entscheide bei laufenden Ausgrabungen erste Hölzer datiert werden mussten, wuchs die Menge der nicht bearbeiteten Hölzer weiter an. Ohne deren Aufarbeitung besteht die Gefahr, dass unersetzbare Informationen aus diesen Hölzern ungenutzt bleiben.

Die Referenzchronologie des Bielersees, welche auch als Basis für Datierungen aus anderen Regionen genutzt werden kann, ist aufgrund ihres grossen Forschungspotenzials also auch künftig weiter zu ergänzen, zu überprüfen und zu komplettieren.

Zum Schluss ist nicht zu vergessen, dass die vorhandene Datenbasis nicht nur zur archäologischen Datierung dienen kann, sondern auch ein einzigartiges, unersetzliches Archiv für andere Forschungsrichtungen, beispielsweise die Klimatologie oder Umweltwissenschaften, bildet und hohes Forschungspotenzial aufweist.[47]

Zusammenfassung

Während der letzten 50 Jahre erzielte die Dendrochronologie als Datierungsinstrument der archäologischen und historischen Forschung enorme Fortschritte. In diesem Beitrag werden Entwicklungen der Dendrochronologie im Zeitraum von der Einführung im Labor des Archäologischen Dienstes des Kantons Bern im Jahr 1978 bis zur Pensionierung des Autors vorgestellt. Der Fokus liegt dabei auf den Erfahrungen mit Hölzern, meist Eichen, die aus den Seeufersiedlungen des Bielersees geborgen wurden. Dabei wird die Problematik bei der Korrelation und Datierung von Hölzern junger Bäume mit wenigen Jahrringen diskutiert, welche den grössten Teil der Holzproben aus diesen Siedlungen bilden. Weiter wird die Methodik zum Aufbau von Referenzkurven vorgestellt und ein Überblick über die Chronologien der untersuchten Seeufersiedlungen und die Regionalchronologie des Bielersees gegeben (Stand 2014). Letztere deckt eine Zeitspanne von 3237 Jahren ab und umfasst Hölzer, die in die Jahre 3856–856 v. Chr. datieren. Weiter werden Lücken in den Referenzchronologien thematisiert und Möglichkeiten aufgezeigt, wie diese mithilfe von Hölzern aus anderen Befundkontexten geschlossen werden können.

Résumé

Durant les cinquante dernières années, la dendrochronologie a fait d'énormes progrès en tant qu'outil de datation en archéologie et en recherche historique. La présente contribution retrace les développements de la dendrochronologie depuis son introduction, en 1978, dans le Laboratoire de dendrochronologie du Service archéologique du canton de Berne, jusqu'au départ à la retraite du soussigné. Les expériences réalisées avec les bois, généralement du chêne, échantillonnés sur les sites littoraux du lac de Bienne en constituent le point central. C'est dans ce cadre que la problématique de la corrélation et de la datation de bois issus de jeunes arbres, caractérisés par peu de cernes de croissance, sera discutée ; la majeure partie des échantillons prélevés sur les sites en question relèvent de cette catégorie. Ensuite, la méthode d'élaboration des courbes de référence sera exposée et un aperçu des chronologies des sites littoraux étudiés et de la chronologie régionale du lac de Bienne (état 2014) sera présenté. Cette dernière couvre un intervalle de 3237 années et regroupe des bois datés entre 3856 et 856 av. J.-C. Enfin, il sera question des lacunes dans les chronologies de référence et des solutions pour les combler, notamment au moyen de bois provenant d'autres contextes de découverte.

47 Postscriptum: The ADB has grown and developed remarkably over the 40 years that I have been privileged to witness and be part of. However, one thing that has stayed constant throughout is the enthusiasm, motivation, skills and resourcefulness of its workers. I am deeply grateful and indebted to the many people who have helped, supported, guided and, at different phases, accompanied me, in this four-decade long adventure. It has been an honour and privilege to have met and worked with so many capable, generous and unique people and I thank you all for your help and support over the years. I also thank the multi-headed being called the 'Archäologische Dienst des Kantons Bern' for creating the space, opportunity and resources to allow us to dig deeper into Kanton Bern's exciting heritage and uncover more of its unique past… and of course giving the possibility to date ancient wood with dendrochronology! Die Jahrringe vermehren sich, der Baum wird älter, aber das Splintholz bleibt frisch und wächst noch weiter!

Literatur

Baillie/Pilcher 1973
Michael G. L. Baillie und Johnathan R. Pilcher, A simple crossdating program for tree-ring research. Tree-Ring Bulletin 33. Tuscon 1973, 7–14.

Baillie 1982
Michael G. L. Baillie, Tree-Ring Dating and Archaeology. London 1982.

Baillie 1995
Michael G.L. Baillie, A Slice through time. Dendrochronology and precision dating. London 1995.

Becker 1979
Bernd Becker, Die Postglaziale Eichenjahrringchronologie Süddeutschlands und ihre Bedeutung für die Datierungen neolithischer Chronologien der Schweiz. Zeitschrift für Schweizerische Archäologie und Kunstgeschichte 36/2. Zürich 1979, 91–92.

Becker et al. 1979
Bernd Becker et al., Confirmation of the Seuss wiggles, 3200–3700 BC. Nature 280. London 1979, 48–49.

Becker et al. 1985
Bernd Becker, André Billamboz, Heinz Egger, Patrick Gassmann, Allain Orcel, Christian Orcel und Ulrich Ruoff, Dendrochronologie in der Ur- und Frühgeschichte. Die absolute Datierung von Pfahlbausiedlungen nördlich der Alpen im Jahrringkalender Mitteleuropas. Antiqua 11. Basel 1985.

Eckstein/Bauch 1969
Dieter Eckstein und Josef Bauch, Beitrag zur Rationalisierung eines dendrochronologischen Verfahrens und zur Analyse seiner Aussagesicherheit. Forstwissenschaftliches Centralblatt 88. Berlin 1969, 230–250.

Francuz 1980
John Francuz, Dendrochronologie. In: Alex R. Furger, Die Siedlungsreste der Horgener Kultur. Die neolithischen Ufersiedlungen von Twann 7. Bern 1980, 197–210.

Francuz 1981
John Francuz, Dendrochronology. In: Alain Orcel, Les vestiges des villages Cortaillod. Die Neolithischen Ufersiedlungen von Twann 12. Bern 1981, 185–198.

Francuz 1997
John Francuz, Dendrochronologie, Teil 1, Nidau BKW. Laborbericht Stand 29.11.1997. Archäologischer Dienst des Kantons Bern, Gemeindearchiv, FP-Nr. 319.121.1989.

Francuz 2000
John Francuz, Dendrochronology. In: Albert Hafner und Peter J. Suter, –3400. Die Entwicklung der Bauerngesellschaften im 4. Jahrtausend v. Chr. am Bielersee. Ufersiedlungen am Bielersee 6. Bern 2000, 18–25.

Francuz 2006
John Francuz, Sutz Solermatt. Laborbericht Stand 31.08.2007. Archäologischer Dienst des Kantons Bern, Gemeindearchiv, FP-Nr. 326.190.2006.01.

Francuz/Steffen 2009
John Francuz und Daniel Steffen, Büetigen, Bockengrien und Utzenstorf, Unterdorfstrasse 22. Jahrringchronologien von subfossilen Eichenstämmen aus Kiesablagerungen in alten Flussbetten von Emme und Aare. Archäologie Bern 2009. Jahrbuch des Archäologischen Dienstes des Kantons Bern 2009. Bern 2009, 66–69.

Friedrich et al. 2004
Michael Friedrich, Sabine Remmele, Bernd Kromer, Jutta Hofmann, Marco Spurk, Klaus Felix Kaiser, Christian Orcel und Manfred Küppers, The 12 460-Year Hohenheim oak and pine tree-ring chronology from central Europe. A unique annual record for Radiocarbon calibration and paleoenvironment reconstruction. Radiocarbon 46/3.Tuscon 2004, 1111–1122.

Furger et al. 1977a
Alex R. Furger, Alain Orcel, Werner E. Stöckli und Peter J. Suter, Vorbericht. Die neolithischen Ufersiedlungen von Twann 1. Bern 1977.

Furger et al. 1977b
Alex R. Furger, Brigitta Ammann, Marcel Joos und Helga Liese-Kleiber, Der bronzezeitliche Einbaum und die neolithischen Sedimente. Die neolithischen Ufersiedlungen von Twann 3. Bern 1977.

Furger 1980
Alex R. Furger, Die Siedlungsreste der Horgener Kultur. Die neolithischen Ufersiedlungen von Twann 7. Bern 1980.

Gross 1986
Eduard Gross, Vinelz-Ländti. Grabung 1979. Die neolithischen und spätbronzezeitlichen Ufersiedlungen. Bern 1986.

Hafner 1992
Albert Hafner, Lattrigen VI-Riedstation. Siedlungsplan und Baugeschichte. Ufersiedlungen am Bielersee 4. Bern 1992.

Hafner/Suter 2000
Albert Hafner und Peter J. Suter, –3400. Die Entwicklung der Bauerngesellschaften im 4. Jahrtausend v. Chr. am Bielersee. Ufersiedlung am Bielersee 6. Bern 2000.

Hafner/Fischer/Francuz 2010
Albert Hafner, Jürgen Fischer und John Francuz, Sutz-Lattrigen, Abschluss der Rettungsgrabungen Neue Station und kommende Aufgaben. Archäologie Bern 2010. Jahrbuch des Archäologischen Dienstes des Kantons Bern 2010. Bern 2010, 132–135.

Hafner/Stapfer/Francuz 2016
Albert Hafner, Regine Stapfer und John Francuz, Die Bucht von Sutz-Lattrigen. Vom Neolithikum bis in die Bronzezeit. In: Archäologisches Landesmuseum Baden-Württemberg, Landesamt für Denkmalpflege Baden-Württemberg (Hrsg.), 4000 Jahre Pfahlbauten. Begleitband zur grossen Landesaustellung Baden-Württemberg. Stuttgart 2016, 116–118.

Huber/Holdheide 1942
Bruno Huber und Wilhelm Holdheide, Jahrringchronologische Untersuchungen an Hölzern der bronzezeitlichen Wasserburg Buchau am Federsee. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft 60, 1942/5, 261–283.

Huber/Merz 1963
Bruno Huber und Walter Merz, Jahrringchronologische Synchronisierungen der jungsteinzeitlichen Siedlungen Thayngen-Weier und Burgäschisee Süd und Südwest. Germania 41. Berlin 1963, 1–9.

Huber 1967
Bruno Huber, Seeberg, Burgäschisee-Süd. Dendrochronologie. In: Karl Brunnacker et al., Seeberg, Burgäschisee-Süd. Teil 4: Chronologie und Umwelt. Acta Bernensia 2. Bern 1967. 145–165.

Orcel 1981
Alain Orcel, Les vestiges des villages Cortaillod. Die Neolithischen Ufersiedlungen von Twann 12. Bern 1981.

Ruoff 1979a
Ulrich Ruoff, Die Methode der Jahrringmessung. Zeitschrift für Schweizerische Archäologie und Kunstgeschichte 36/2, 1979, 70–73.

Ruoff 1979b
Ulrich Ruoff, Neue Dendrochronologische Daten aus der Ostschweiz. Zeitschrift für Schweizerische Archäologie und Kunstgeschichte 36/2, 1979, 94–96.

Ruoff 1981
Ulrich Ruoff, Ein Kleincomputer im Dienste der Archäologie. Archäologie und Naturwissenschaften 2. Bonn 1981, 265–282.

Schweingruber 1988
Fritz H. Schweingruber, Tree Rings. Basics and application of Dendrochronology. Dordrecht 1988.

Suter 2013
Peter J. Suter, Das Leben am See – Wirtschaft, Haus, Handwerk, Verkehr, Austausch. In: Archäologischer Dienst des Kantons Bern (Hrsg.), Die Pfahlbauer. Am Wasser und über die Alpen. Bern 2013, 63–87.

Suter/Francuz 2010
Peter J. Suter und John Francuz. Dendrochronologie, Datierung – Dorfgeschichte – Waldnutzung der Ufersiedlung Sutz-Lattrigen-Rütte am Bielersee. In: Irenäus Matuschik, Christian Strahm, Beat Eberschweiler, Gerhard Fingerlin, Albert Hafner, Michael Kinsky, Martin Mainberger und Gunter Schöbel (Hrsg.), Vernetzungen. Aspekte siedlungsarchäologischer Forschungen. Festschrift für Helmut Schlichtherle zum 60. Geburtstag. Freiburg i. Br. 2010, 179–205.

Suter/Fischer/Francuz 2014
Peter J. Suter, Jürgen Fischer und John Francuz, Sutz-Lattrigen, Rütte. Erste Ergebnisse der Tauchuntersuchungen 2011–2013. Archäologie Bern 2014. Jahrbuch des Archäologischen Dienstes des Kantons Bern 2014. Bern 2014, 184–193.

Suter 2017
Peter J. Suter, –2700. Die Entwicklungen der Bauerngesellschaften im 3. Jahrtausend v. Chr. am Bielersee. Ufersiedlungen am Bielersee 8. Bern 2017.

Suter/Francuz (in Vorbereitung)
Peter J. Suter und John Francuz, 2774–2648 v. Chr. Dendrochronologische Analysen an spät- bis endneolithischen Dorfanlagen am Südufer des Bielersees. In: AG Neolithikum, Siedlungsstrukturen im Neolithikum – Zwischen Regel und Ausnahme. Fokus 7. Kerpen-Loogh (in Vorbereitung).

Stöckli (in Vorbereitung)
Werner E. Stöckli, Schlussbericht über die Ausgrabungen (1974–1976) und Auswertungen (1976–1982) von Twann. Mit einem Kommentar von 2017. Die neolithischen Ufersiedlungen von Twann 21. Bern (in Vorbereitung).

Winiger 1989
Josef Winiger, Bestandesaufnahme der Bielerseestationen als Grundlage demographischer Theoriebildung. Ufersiedlungen am Bielersee 1. Bern 1989.

Zwahlen/Suter/Francuz 2003
Hanspeter Zwahlen, Peter J. Suter und John Francuz, Stratigraphie und Befunde. In: Hanspeter Zwahlen, Die jungneolithische Siedlung Port – Stüdeli. Ufersiedlungen am Bielersee 7. Bern 2003, 18–33.