

Dendrochronologie in der Praxis

Autor(en): **Orcel, Alain / Orcel, Christian / Hurni, Jean Pierre**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Mitteilungen des historischen Vereins des Kantons Schwyz**

Band (Jahr): **84 (1992)**

PDF erstellt am: **26.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-166808>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Dendrochronologie in der Praxis

Alain Orcel, Christian Orcel und Jean Pierre Hurni

Während des letzten Jahrzehntes hat sich in der Schweiz eine Datierungsmethode verbreitet, die dank ihrer absoluten Genauigkeit und ihrer Einfachheit bei den interessierten Fachleuten grossen Anklang gefunden hat. Es handelt sich um die Dendrochronologie (in diesem Wort findet man die griechische Wurzel Dendron, der Baum). Diese Methode erlaubt es festzustellen, in welchem Zeitabschnitt ein Baum gelebt hat und in welchem Jahr, ja sogar in welcher Jahreszeit, er gefällt wurde. Die Möglichkeit, mit dieser Genauigkeit Holz zu datieren, welches in Grabungen freigelegt wird oder in alten Gebäuden und Museumskollektionen erhalten ist, eröffnet den Archäologen und Denkmalpflegern neue und wichtige Perspektiven. Die hölzernen Zeugnisse aus historischer Zeit sind in wenigen Jahren zu wertvollen Aussagequellen geworden. Die Dendrochronologie, ihre Methode und ihre Anwendung in Gebäuden sollen hier vorgestellt werden.

I. Dendrochronologie als Datierungsmethode

Das Prinzip

Die Dendrochronologie ist eine Datierungsmethode, welche es erlaubt, die Periode zu bestimmen, in der ein Baum gelebt hat und in welchem Jahr er schliesslich gefällt worden ist. Die Methode beruht auf der Auswertung der Jahrringbreiten eines Holzes. Der Baum bildet jedes Jahr einen bestimmten Zuwachs, der sich im Querschnitt als Ring zu erkennen gibt (Abb. 1). Die Anzahl der Jahrringe gibt das Lebensalter des Baumes an. Die Breite der Jahrringe wechselt jedes Jahr in Abhängigkeit von verschiedenen Einflüssen. Der Hauptfaktor ist dabei die Witterung des betreffenden Jahres. Unter günstigen Bedingungen bildet der Baum einen breiteren Jahrring als bei ungünstigen. Die Jahrringe bilden so eine charakteristische Abfolge, welche den Wachstumsverlauf widerspiegelt. Für jede Baumart und für jedes geographische Gebiet ist es möglich, diesen Zuwachs Jahr für Jahr zurückzuverfolgen, indem man die Jahrringbreiten zahlreicher Hölzer misst und einen Katalog von parallelen Jahrringchronologien — einen sogenannten Jahrringkalender — erstellt. Wenn man das Wachstum

eines Holzes mit diesem Jahrringkalender, d.h. diesen Chronologien vergleicht, kann man das Zeitalter, in dem der Baum gelebt hat, und gegebenenfalls das Jahr, in dem er gefällt wurde, bestimmen.

Anwendung

Für die Eiche sind, dank einer über 6000jährigen Chronologie, Datierungen bis zum Jahre 4089 v. Chr. möglich (Orcel, 1985). Weitere Holzfundstücke aus dieser Epoche würden es ermöglichen, diese Grenze schnell bis zum Jahr 7000 v. Chr. hinauszuschieben.

Für die verschiedenen Nadelbaumarten wie Fichte, Föhre, Arve, usw. reichen die Chronologien für gewisse Gebiete bis zum Ende des 1. Jahrtausends zurück (Orcel, 1985). Was die Weisstanne betrifft, so können sogar Hölzer aus der römischen Zeit datiert werden (Orcel et al. 1992). Eine Lärchenchronologie, welche für den ganzen Alpenraum Gültigkeit hat, geht bis zum Jahre 688 zurück (Donati et Orcel, 1989).

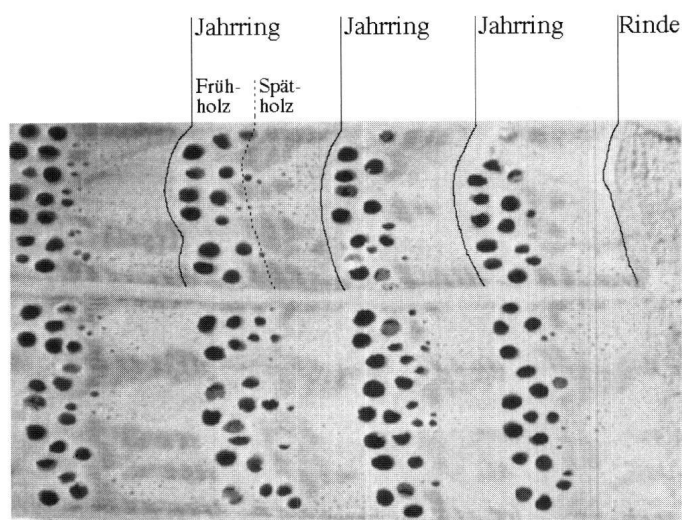


Abbildung 1: Makroskopischer Schnitt einer Eichenprobe. Ein Jahrring besteht aus porigem Frühholz, das sich hauptsächlich im Monat Mai bildet. Die Rinde (oben), im Kontakt zum Spätholz, zeigt an, dass die Eiche im Herbst oder im Winter geschlagen wurde. (Aufnahme LRD)

Nach den ersten Arbeiten erreicht eine Kastanienchronologie südlich der Alpen das Jahr 1550 (Donati et Orcel, 1988).

Für andere Baumarten, wie Buche, Nussbaum (Orcel et al., 1991), Erle, Esche, Pappel usw. können schon relative Datierungen wichtige Ergebnisse bringen. Jedes Stück Holz ist das Glied einer Kette. Die Erstellung einer solchen Kette erfordert eine enge Zusammenarbeit zwischen dem Lieferanten dieser Glieder und dem Dendrochronologen, der die Kette zusammenfügt. Jedes Stück Holz muss als vergängliches Fundgut betrachtet werden. Um so beruhigender ist die Tatsache, dass für dessen wissenschaftliche Nutzbarmachung in der dendrochronologischen Analyse bereits eine optimale Auswertung besteht. Sie liefert nicht bloss absolute Datierungen oder relative Chronologien, sie beantwortet beispielsweise auch Fragen der natürlichen Holzbeschaffenheit und Zusammengehörigkeit in Fundkomplexen und gibt in vielen andern Wissenschaftsgebieten, so in der Klimatologie, Ökologie, Archäowirtschaft u.a., wertvolle und unentbehrliche Informationen.

In bestehenden Gebäuden werden in den zu untersuchenden baulichen Strukturen an bestimmten Stellen Bohrkern von 5 mm Durchmesser aus verschiedenen Konstruktionshölzern entnommen (Abb. 2). Es müssen dies nicht ausschliesslich Balken mit ganzem Querschnitt sein, sondern es können auch bearbeitete und zersägte Bohlen und Bretter (z.B. Wand- oder Deckenbohlen) bestimmt werden. Bei Kunstgegenständen (z.B. Chorgestühl oder Altarbilder) werden die Messungen mit der Lupe am Objekt selbst vorgenommen, ohne dass die Holzsubstanz durch Bohrungen beeinträchtigt werden muss. In einigen Fällen wurden schon Datierungen aufgrund von Abdrücken der Jahrringfolge im Baumörtel erzielt, ja sogar Fotografien von Hölzern wurden analysiert.

Zwei bis drei Monate dauert die Auswertung im Labor, bis ein ausführlicher Untersuchungsbericht ausgeliefert werden kann. So sind die Denkmalpfleger, Historiker, Architekten und Restauratoren innert nützlicher Frist in der Lage, die Dendroergebnisse mit ihren eigenen Untersuchungen am Bau zu vergleichen und in den Gesamtkontext ihrer Fragestellung einzubauen.

II. Dendrochronologische Arbeitsmethode

An dieser Stelle sollen die Grundlagen der Arbeitsmethode des Labors (Laboratoire Romand de Dendrochronologie – LRD) vorgestellt werden.

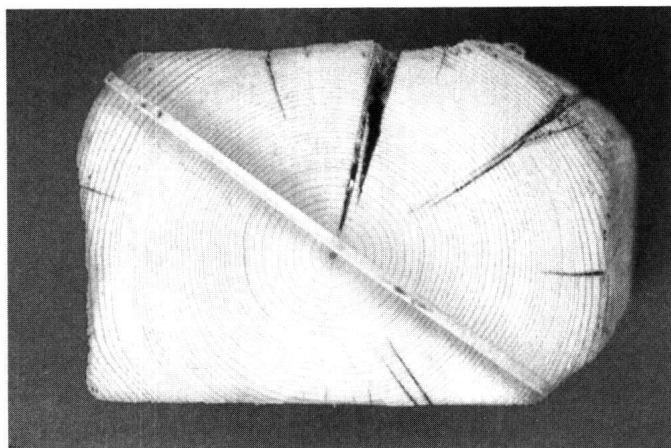


Abbildung 2: Querschnitt eines Fichtenbalkens, darauf gelegt ein Bohrkern. (Aufnahme LRD)

Die konsequente Anwendung der erarbeiteten wissenschaftlichen Methode hat es erlaubt, eine Vielzahl von historischen Baustrukturen, sowohl in der Schweiz als auch in Frankreich, Italien und dem Fürstentum Liechtenstein, zu datieren. Diese Ergebnisse setzen für zahlreiche Forscher wesentliche Merkmale innerhalb der letzten 6000 Jahre unserer europäischen Vergangenheit.

In diesem Zusammenhang bilden sowohl spezifische Hinweise und Auskünfte von andern Fachleuten, aber auch die Beobachtungen, die wir selbst bei der Probeentnahme gesammelt haben, wertvolle Forschungshilfen.

Uns erscheint hier die Feststellung wichtig, dass unsere wissenschaftlichen Entscheidungen stets am Prüfstein der Synchronisierung der Chronologien gefällt werden. Wir können dabei auf die wertvollen Erfahrungen abstellen, die wir bei der Bearbeitung sehr vieler Jahrringchronologien aus verschiedenen Regionen und Epochen und von den unterschiedlichsten Baumarten erworben haben. Auf diesem Gebiet ist die Praxis unersetzlich.

Holz, das untersuchte Material

Während der dendroanalytischen Arbeit ist es wesentlich, dass im Geiste immer gegenwärtig bleibt, dass jedem gemessenen Wert, jeder verarbeiteten Kurve, das Wachstum eines Baumes zugrunde liegt. Sonst beschränkt sich die Analyse bloss auf eine statistische Suche, die jeden Bezug mit der objektiven Wirklichkeit, dem Holz, verliert.

Hölzer derselben Baumart, die zur gleichen Zeit gewachsen sind, die der gleichen Witterung ausgesetzt

waren und aus derselben Region stammen, haben nicht genau dasselbe Wachstum. Man kann sie mit der menschlichen Bevölkerung vergleichen: Gewisse Merkmale vereinen sie, andere unterscheiden sie voneinander. Zum Glück wird aber das Wachstum der Hölzer überwiegend vom Klima beeinflusst. Beim jetzigen Stand unserer Kenntnisse stellen wir indessen fest, dass andere Beeinflussungsfaktoren einen Abweichungseffekt bewirken, den wir damit verringern können, dass wir eine Vielzahl von Hölzern analysieren. Ist dagegen die Zahl der untersuchten Hölzer gering, erschwert dies die Erfolgchancen unserer Analyse. Wenn man den Querschnitt eines Baumes betrachtet, so stellt man fest, dass sich das Mark nicht immer in der Mitte befindet und die Jahrringe nicht regelmässig konzentrisch sind. Der relative Wert der Wachstumsschwankungen von einem Jahr zum anderen kann dennoch ausgewertet werden. Diese Unregelmässigkeiten lassen aber die Unterschiede ahnen, die man beim Vergleich dendrochronologischer Kurven von Hölzern aus ein und derselben Periode antreffen kann.

Grundsätzlich ist es somit erwünscht, mehrere Messungen an einer Probe durchzuführen, um eine für die Holzprobe typische Kurve zu erhalten. Um beispielsweise eine einheitliche archäologische Struktur zu datieren, ist es unerlässlich, dass man eine ganze Probenserie untersucht, damit eine für das Klima in einer bestimmten Region und in einer gewissen Zeitspanne typische Kurve erarbeitet werden kann. Meistens ist es sehr schwierig und gewagt, das Alter eines einzelnen Holzes zu bestimmen. Um eine homogene, aus Hölzern einer einzigen Baumart bestehende Baustruktur zu datieren, braucht man in der Regel sechs bis acht Proben. Diese Zahl hängt selbstverständlich von der Beschaffenheit der zu untersuchenden Hölzer und von Kriterien ab, welche im folgenden dargelegt werden sollen.

Die Wahl der Proben und ihre Entnahme

Bei den dendrochronologischen Untersuchungen an Gebäuden hat die Wahl der Proben nach verschiedenen Kriterien zu erfolgen.

– Die Artenbestimmung der zu analysierenden Hölzer ist einer der wichtigsten Faktoren bei der Probenentnahme.

Die Lärche und die Fichte haben beispielsweise sehr unterschiedliche Wachstumseigenschaften. Bei der Lärche fehlen manchmal – klima- oder parasitenbedingt – einige

Jahrringe. Bei der Fichte stellt man oft grosse Wachstumsunterschiede fest, sogar bei Bäumen, die zur gleichen Zeit und im gleichen Gebiet gewachsen sind; nur dank der Analyse einer grösseren Anzahl von Proben lassen sich da die gemeinsamen Merkmale hervorheben. Es gibt dafür keine allgemeine Regel. Jeder zu analysierende Holzkomplex besitzt seine Eigentümlichkeit, welche durch die Holzart, das Klima, die Bodenbeschaffenheit oder die Lage bedingt ist.

– Ein zweiter grundlegender Faktor – nicht zu trennen vom ersten – bestimmt die Wahl und die Zahl der Proben. Eine grosse Anzahl Jahrringe verringert die Datierungsschwierigkeiten, wogegen es bei einer geringen Zahl von Jahrringen nötig wird, mehr Proben zu entnehmen. Der Dendrochronologe achtet selbstverständlich darauf, mit einem Minimum an Proben ein Maximum an Jahrringen zu erhalten.

– Einen dritten Faktor bildet die Existenz von Lokalchronologien. In gewissen Fällen ist es möglich, Hölzer aus einem geographischen Sektor mit Hilfe einer Chronologie aus einem anderen Sektor zu datieren. Grundsätzlich ist es aber sicherer, mit Lokalchronologien zu arbeiten. Je mehr Hölzer aus einer Region analysiert worden sind, desto einfacher ist es, vereinzelte weitere Hölzer zu datieren.

In den meisten Fällen ist die richtige Wahl der Proben ausschlaggebend für den Erfolg der dendrochronologischen Untersuchung. Daher sollten die Proben durch den Dendrochronologen selbst entnommen werden. Wir berücksichtigen den vorhandenen Bestand und achten auf Einzelheiten wie: Holzart, Wachstumsrhythmus der Hölzer, Anwesenheit des Splintes, Waldkante, Zahl der Jahrringe, Vorhandensein von Wachstumsstörungen durch Äste, Wurzelnnähe oder Wundstellen, Identifikation von wiederverwendeten Hölzern oder Reparaturen. Es ist wichtig zu wissen, ob die Probe vom Kopf oder vom Fuss des Baumes stammt; manchmal erweisen sich beide Optionen als notwendig. Auf einer entnommenen Probe halten wir jeweils fest, ob am Holz die Rinde (Waldkante) bzw. der Splint vorhanden war. Wenn aufgrund des schlechten Erhaltungszustandes des Holzes einige Jahrringe nicht entnommen oder nicht gemessen werden können, wird ihre Zahl an Ort und Stelle direkt bestimmt.

Jede Probe wird mit Sorgfalt entnommen. Unser Ziel ist es dabei stets, eine dendrochronologisch wertvolle Jahrringchronologie erarbeiten zu können, zu deren Erstellung jede Probe einen notwendigen Baustein darstellt.

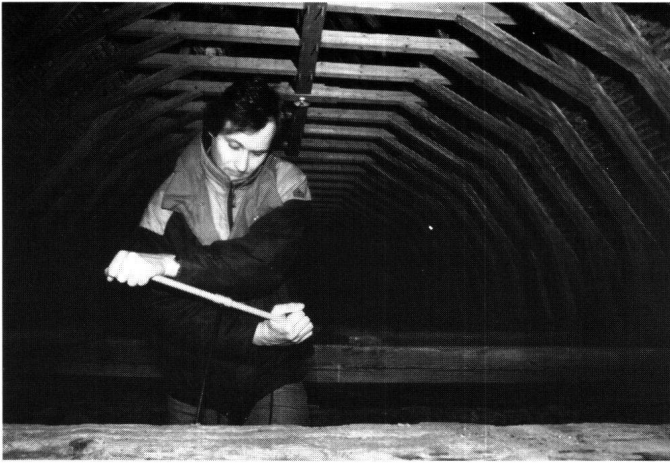


Abbildung 3: Bohrkernentnahme an einem Fichtenbalken in einem Dachstuhl, mit Hilfe des Handbohrers. (Aufnahme F. Busson)

Praktisch alle Probeentnahmen erfolgen mit Hilfe eines Handbohrers (Abb. 3). Die Proben haben die Form eines runden Bohrkernes von 5 mm Durchmesser. Die Bohrstelle und die Bohrwinkel werden nach genauen Beobachtungen gewählt. Von der Bohrtechnik hängt die Qualität der Proben und damit der weitere Verlauf der Analyse ab.

Grösste Aufmerksamkeit wird auch den Werkzeugen geschenkt. Der Bohrer wird regelmässig (nach fünf bis sechs Bohrungen) geschliffen. Ist der Bohrer schlecht geschliffen, so ist es einfach unmöglich, eine Probe korrekt zu entnehmen. Trifft man mit dem Bohrer auf einen Ast oder einen Nagel, so muss der ganze Bohrkopf neu geschärft werden. Dies geschieht immer an Ort und Stelle, denn der beste Schliff ist je nach Beschaffenheit des Holzes verschieden.

Die Probeentnahme verlangt vom Dendrochronologen auch eine robuste Konstitution. Die Bohrungen – durchschnittlich 50 an einem Tag – werden nämlich alle von Hand gemacht, und dies oft in den unmöglichsten Lagen, um an die beste Bohrstelle heranzukommen. Die gute Qualität der Proben und die auf dem Felde gesammelten Beobachtungen und Notizen erlauben es, die Laboranalysen unter günstigen Bedingungen in Angriff zu nehmen und erleichtern so die Arbeit wesentlich.

Hier ist die Feststellung wichtig, dass die eingehende Kenntnis des jeweiligen baugeschichtlichen Kontextes für die Auswahl der Proben und die Synchronisation der dendrochronologischen Kurven unentbehrlich ist. Je genauer die bauanalytische Vorgabe ist, desto kleiner ist die Gefahr

der späteren Fehlinterpretation der dendrochronologischen Ergebnisse aufgrund des Laborbefundes.

Die Arbeit im Labor

Nach der Entnahme im Feld werden die Proben im Labor vorbereitet. Die Bohrkerns werden mit einem Skalpell oder mit einer Rasierklinge so geschnitten, dass die Jahrringe in ihrer Struktur deutlich sichtbar werden.

Die Breite der Jahrringe wird dann auf einen Hundertstel Millimeter genau gemessen. Zu diesem Zweck wird die Probe unter einer Binokularlupe auf einen mobilen Wagen gelegt, dessen Verschiebungsdistanz von einer Jahrringgrenze zur anderen gemessen wird. Die Messwerte werden gleichzeitig in der angeschlossenen Computeranlage gespeichert (Abb. 4).

Nach den Messungen werden die Jahrringbreiten als Kurven aufgezeichnet, bei der die Ordinate (Y-Achse) die ausgemessene Jahrringbreite und die Abzisse (X-Achse) die Lebensdauer des Baumes, gemessen in Jahren, darstellen. Auf jeder Kurve stehen die Probennummer, die Baumart und gegebenenfalls die Anwesenheit des Marks, des Splintes, der Waldkante und der Jahreszeit, in der der Baum gefällt wurde. Aufgrund dieser Angaben und der vorausgegangenen Feldbeobachtungen werden die Kurven, den vorgegebenen homogenen Baustrukturen entsprechend, in Gruppen sortiert. Innerhalb jeder Gruppe werden dann die Kurven untereinander verglichen, um ihre synchrone Lage

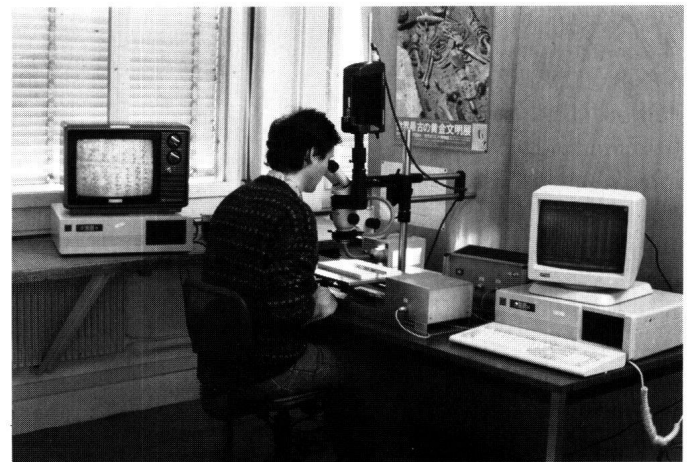


Abbildung 4: Die Messanlage. Die Probe liegt auf einem mobilen Wagen, unter der Binokularlupe. Die Vorwärtsbewegung des Wagens von einer Jahrringgrenze zur anderen, entsprechend der Jahrringbreite, wird gemessen und vom Computer direkt gespeichert. (Aufnahme LRD)

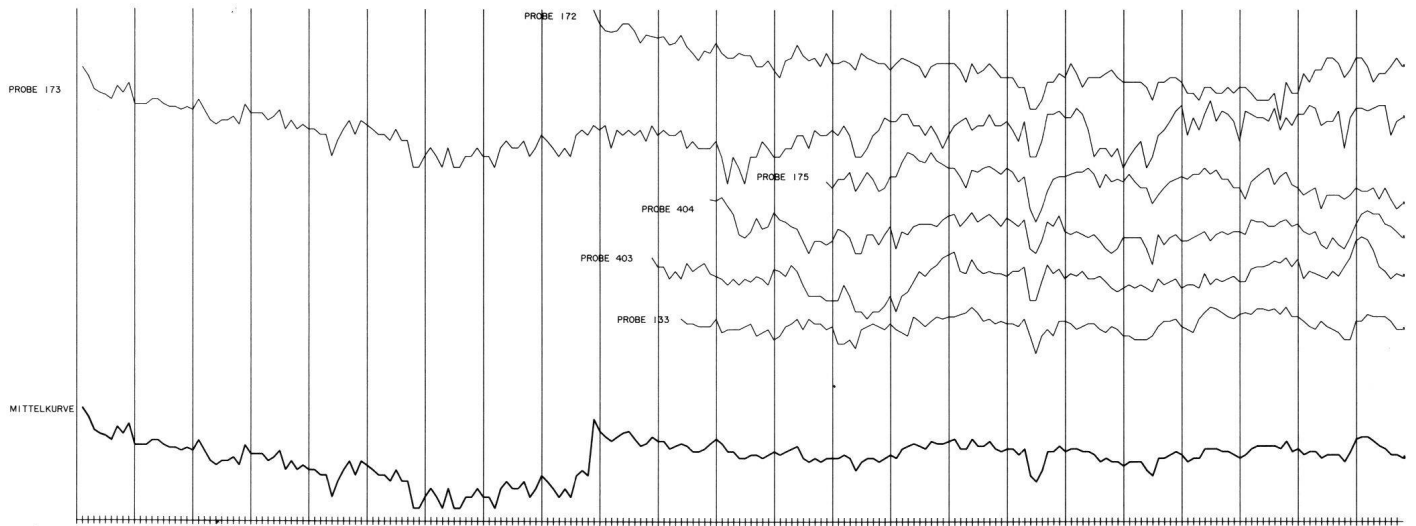


Abbildung 5: Die Synchronisation von dendrochronologischen Kurven. Oben sechs Kurven in synchroner Lage. Sie stellen die Jahrringbreiten von sechs Fichtenbalken aus dem Kellergeschoss des Hauses Bethlehem in Schwyz dar. Alle sechs Hölzer wurden im Herbst oder im Winter desselben Jahres geschlagen. Unten, die daraus erarbeitete Mittelkurve (X = Zeitachse; Y = Jahrringbreite).

herauszufinden. So erhält man für jede Baustruktur eine repräsentative Mittelkurve (Abb. 5). Diese widerspiegelt das Klima besser als eine Kurve aus einem einzigen Holz. Bei diesem Arbeitsvorgang werden die Kurven visuell auf dem Leuchttisch verglichen.

Die visuelle Suche der Synchronisation ist sicherer und schneller als die mit rechnerisch-statistischen Mitteln, wenn man die Rechenzeit und die langweilige Überprüfung der Ergebnisse für jedes einzelne Holz in Betracht zieht. Bemerkt sei noch, dass die statistischen Methoden es zwar erlauben, einen kleinen Anteil der Hölzer verhältnismässig leicht zu datieren, dass sie jedoch beim weitaus grössten Teil versagen. Für die archäologische oder denkmalpflegerische Auswertung ist dies bedauerlich, weil sie sowohl für die Ur- und Frühgeschichte als auch für das Mittelalter bloss zu mangelhaften Teilergebnissen verhilft. Bei der Arbeit der Kurven auf dem Leuchttisch kann sich der

Spezialist überdies den ganzen Korpus einprägen, den Wachstumstyp einschätzen, die Wachstumsstörungen orten und die Merkmale erkennen, die mehreren Hölzern gemeinsam sind.

Der nächste Arbeitsvorgang ist das Vergleichen der Mittelkurven der verschiedenen Baustrukturen untereinander. Das Ziel ist, dabei eine möglichst lange und möglichst gut belegte Gesamtmittelkurve für ein Gebäude oder eine Grabung zu erhalten. Gelingt dies, so widerspiegelt diese dendrochronologische Sequenz die gleichzeitige Einwirkung bestimmter klimatischer Schwankungen auf mehrere Hölzer, die meistens einem engen geographischen Raum entstammen.

Erst zu diesem Zeitpunkt der Analyse kann mit den besten Erfolgsaussichten zur absoluten Datierung der Mittelkurven geschritten werden. Dazu werden die lokalen Referenzchronologien herangezogen (Abb. 6).

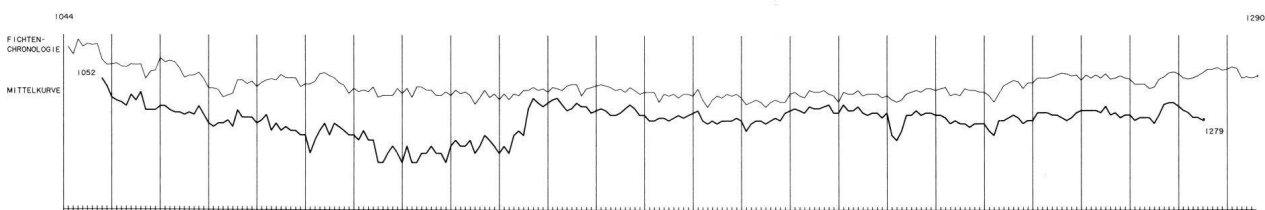


Abbildung 6: Datierung. Didaktisches Beispiel: die Mittelkurve der Hölzer aus dem Kellergeschoss des Hauses Bethlehem in Schwyz in synchroner Lage mit einer Fichtenchronologie voralpiner Herkunft. Fälldatum dieser Hölzer des Kellergeschosses : Herbst 1279 oder Winter 1280.

Sind die Mittelkurven lang und gut belegt, so können wir auch entferntere Referenzchronologien benutzen, falls wir noch über keine lokalen Chronologien verfügen.

In dieser Auswertungsphase können wir bei den Recherchen die statistischen Hilfsmethoden gebrauchen. Die statistischen Resultate werden aber immer visuell auf dem Leuchttisch überprüft, und zwar innerhalb einer Datierungszeitspanne, die nicht unsinnig weit gefasst ist, aber auch nicht zu eng, damit wenig wahrscheinliche Hypothesen nicht zum vornherein ausgeschlossen werden können.

Die Verwendung von rechnerisch-statistischen Hilfsmitteln vor dieser Phase der absoluten Datierung beeinträchtigt die visuelle Abschätzungsfähigkeit des Dendrochronologen. Seine Arbeit beschränkt sich dann auf das Überprüfen von Übereinstimmungen und schliesst eine Suche auf der Basis gemeinsamer Merkmale der erarbeiteten Kurven aus. Die Informatik und die zahlreichen Computer-Programme, die wir in diesem Zusammenhang benutzen, sind vorab Werkzeuge zur Datenverwaltung und für den Zugriff auf vorhandene Daten und bloss erst in zweiter Linie Datierungshilfsmittel.

Wird einer dieser hier beschriebenen Untersuchungsschritte vernachlässigt, so gelingen die Datierungen kaum oder bloss sehr mangelhaft.

Werden dagegen alle Phasen streng respektiert, so gelingen die Datierungen meist vollumfänglich.

Um Hölzer aus einem archäologischen Kontext zu datieren, ist dies unseres Erachtens das geeignete Verfahren, auch wenn die Suche nach andern analytischen Wegen oft verlockend erscheint. Von Bedeutung ist jedoch primär das erbrachte Resultat.

Abgabedatum des Manuskripts: 28.8.92

Bibliographie

Orcel 1985: Orcel A., Orcel Chr., 1985. Laboratoire Romand de Dendrochronologie. In: *Dendrochronologie in der Ur- und Frühgeschichte. Die absolute Datierung von Pfahlbausiedlungen nördlich der Alpen im Jahrringkalender Mitteleuropas*, Antiqua 11, SSPA, Basel, pp. 56–61.

Orcel 1985: Orcel Chr., Orcel A., 1985. Etat des recherches en mars 1985. In: *Dendrochronologia 3*. Archeonatura, Verona, pp. 153–176, 15 illustrations.

Orcel et al. 1992: Orcel A., Orcel Chr., Tercier J., 1992. Etat des recherches dendrochronologiques concernant l'âge du Fer à Yverdon-les-Bains. In: *L'âge du Fer dans le Jura. Acte du 15e colloque de l'association française pour l'étude de l'âge du Fer. Pontarlier (France) et Yverdon-les-Bains (Suisse)*, 9–12 mai 1991, pp. 301–308.

Donati et Orcel, 1989: Donati P., Orcel A., Orcel Chr., 1989. Dendrochronologia e monumenti nell'area ticinese. In: *Revue suisse d'Art et d'Archéologie*, volume 45, cahier 4. Schwengler AG, Zürich, pp. 277–294.

Donati et Orcel, 1988: Donati P., Orcel A., Orcel Chr., 1988. Constitution d'une référence dendrochronologique du châtaignier pour le territoire tessinois: premier résultats. In: *Dendrochronologia 6*, pp. 111–129.

Orcel et al., 1991: Orcel A., Orcel Chr., Tercier J., 1991. La dendrochronologie appliquée aux stalles gothiques. In: *Stalles de la Savoie médiévale. Musée d'art et d'histoire, Genève*. Edition de l'Unicorn, Genève, pp. 75–79.