

dendron

DENDROCHRONOLOGISCHE
HOLZALTERSBESTIMMUNGEN
HAUS ZUR LÖFFELBURG
RYN 24
BEROMÜNSTER, LU

... Damit wird klar, dass die untersuchten Deckenbalken des Erdgeschosses und die untersuchten Bodenbretter und Schwellen des Obergeschosses (wie angenommen) von der selben Bauphase stammen. Frühest mögliches Baudatum: Frühjahr 1616...

Im Auftrag von Herrn Hans-Christian Steiner, Kantonale Denkmalpflege Luzern

Basel, Juli 2018

INHALTSVERZEICHNIS	SEITE
1. DIE DENDROCHRONOLOGISCHE HOLZALTERBESTIMMUNG	1-6
2. ZIEL UND MATERIAL	7
3. SYNCHRONISATION DER JAHRRINGBREITENKURVEN	7-8
4. DATIERUNG DER BAUPHASEN UND FOLGERUNGEN	8
ÜBERSICHTSTABELLE Aufstellung aller analysierten Proben, mit Angaben zur Baumart, zur Position der Bauhölzer, zur Datierung der Jahrringsequenzen und zur Waldkante.	9
ABBILDUNGEN Jahrringbreitenkurven der datierten Proben als Zeitreihen in synchroner Lage. Vergleich mit den wesentlichsten Referenzchronologien.	10
ANHANG 1: DATENTABELLEN	11-14
ANHANG 2: PLÄNE UND SKIZZEN ZUR POSITION DER UNTERSUCHTEN BAUHÖLZER	15-16

1. DIE DENDROCHRONOLOGISCHE HOLZALTERSBESTIMMUNG

Die folgenden sechs Seiten sind den Berichten von dendron jeweils vorangestellt und richten sich vor allem an Bauforscher(innen), Archäolog(inn)en und Denkmalpfleger(innen); sie dienen als Nachschlagewerk, bieten Einblick in die Methode und erleichtern die Interpretation der Resultate. Für Dendrochronolog(inn)en gibt es keinen Berufsverband, keine geschützte Berufsbezeichnung und – die Methode betreffend – auch keine international anerkannten Konventionen. Deshalb wird auch darüber informiert, wie man sich vor zweifelhaften Anbietern schützt, die (erwiesenermassen und wiederholt) seit Jahrzehnten falsch datieren.

INHALT	SEITE
1.1 DAS PRINZIP	1
1.2 DIE METHODE IM EINZELNEN	2
PROBENTNAHME UND -AUFBEREITUNG	2
OPTISCHE SYNCHRONISATION VON JAHRRINGBREITENKURVEN	2
RECHNERISCHE SYNCHRONISATION VON JAHRRINGBREITENKURVEN	3
QUALITÄT EINER DATIERUNG	4
1.3 VORAUSSETZUNGEN FÜR EINE ERFOLGREICHE DATIERUNG	5
1.4 MÖGLICHKEITEN UND GRENZEN DER DENDROCHRONOLOGIE	6

1.1 DAS PRINZIP

Die Dendrochronologie ermöglicht die jahrgenaue Datierung von Holz. Die Datierungsmethode basiert auf dem Stammzuwachs. In unseren Breitengraden bilden Holzgewächse jedes Jahr einen neuen, klar abgegrenzten Holzmantel unter ihrer Rinde, den **Jahrring**. Die Anzahl der Jahrringe im Stammfuss entspricht dem Alter eines Baumes. Die Breite der einzelnen Jahrringe ist variabel und von vielen Faktoren abhängig. Die aktuelle Jahreswitterung hat starken Einfluss auf den Zuwachs: Artgleiche Bäume einer weiten Region erreichen deshalb ähnliche Zuwachsraten innerhalb eines Jahres. Beispiel: Über 75 Prozent aller Fichten in den höheren Lagen der Alpen bilden im Jahr X einen schmaleren Jahrring aus als im Vorjahr. Ist eine Jahrringsequenz lang genug, enthält sie ein Grundmuster, das nur innerhalb eines ganz bestimmten Raum-Zeit-Gefüges entstanden sein kann. Wenn die durchschnittlichen Zuwachsraten der entsprechenden Baumart aus früherer Zeit bekannt sind (Referenzchronologien, siehe unten), kann anhand dieses Grundmusters datiert werden. Durch das Zusammensetzen von Jahrringkurven aus frisch gefällten (und damit datierten) Bäumen und jenen aus verbautem Holz oder aus Holzfunden ergeben sich ununterbrochene und absolut datierte Jahrringchronologien, die mehrere tausend Jahre zurückreichen können. Sind solche Chronologien mehrfach mit Einzelholzkurven belegt, spricht man von **Referenzchronologien oder Referenzkurven**. Die Belegdichte sollte wenigstens 13 Werte pro Jahr umfassen und die entsprechenden Hölzer sollten von möglichst verschiedenen Objekten stammen. Eine Belegdichte mit über 50 Werten pro Jahr ist optimal. Für alle in der Schweiz gebräuchlichen Bauholzarten (Arve, Eiche, Fichte, Föhre, Lärche, Tanne) bestehen Referenzchronologien, die weit ins Mittelalter reichen. Für die Eiche im mitteleuropäischen Raum bestehen ununterbrochene Chronologien, die über 10'000 Jahre zurückreichen.

Regionale Referenzchronologien bilden die Grundlage für die Datierung von Holz unbekanntes Alters. Deren Jahreswerte verkörpern den durchschnittlichen Zuwachs für eine bestimmte Baumart in Regionen wie etwa dem Schweizer Mittelland, dem Jura oder dem Schwarzwald. Wenn das witterungsbedingte Jahrringbreiten-Grundmuster während einem Baumleben nicht allzu sehr durch andere Faktoren (z. B. Forstwirtschaft, Krankheiten) verzerrt wurde, lässt sich Holz dendrochronologisch datieren, womit für jeden einzelnen Jahrring der fraglichen Sequenz das Entstehungsjahr bekannt wird. Wenn an einer Probe die **Waldkante** erhalten ist (erkennbar u.a. an Rinden- oder Kambiumresten), weist sie den letzten Jahrring, den der Baum gebildet hat, auf, und mit der Datierung steht das Fälldatum bzw. das Todesjahr des Baumes fest. Bei hölzernen Kulturgütern geht man davon aus, dass die Bäume kurz vor ihrer Verwendung absichtlich gefällt wurden. Meist sind bei Bauhölzern das Fälldatum und das Baujahr praktisch identisch. Dies wird durch zahlreiche Vergleiche mit historischen Zeitangaben bestätigt. Bauholz wurde früher in der Regel frisch verarbeitet, weil sich trockenes Holz nur schlecht mit der Axt behauen lässt. Bei Flossholz und fahrbaren Kulturgütern (Möbel, Bildtafeln u.ä.) muss mit einer unbestimmten Transport- bzw. Lagerungszeit vor der Verarbeitung gerechnet werden. Innerhalb eines Jahrrings lassen sich Zonen unterscheiden: Das grossporige **Frühholz** wird zu Beginn der Vegetationsperiode gebildet, das härtere und kleinporige **Spätholz** erst gegen Ende. Der Entwicklungszustand des letzten Jahrrings gibt noch näheren Aufschluss über den Fälzeitpunkt: Ist das Spätholz vollständig entwickelt, so handelt es sich um einen Herbst- oder Winterhieb (nicht unterscheidbar), ansonsten um einen Frühjahr- oder Sommerhieb.

Der optische Vergleich von Kurvenpaaren auf dem **Leuchttisch** lässt vieles erkennen, was mit den unten beschriebenen rechnerischen Methoden nicht erfasst werden kann. Eine detaillierte Darstellung des Vorgehens würde den Rahmen sprengen. Nur einige Beispiele zur Illustration:

- Einzelholzkurven weichen aus diversen Gründen vom Durchschnittszuwachs ab. Durchforstungen können beispielsweise abrupte Zuwachssteigerungen, aber auch Zuwachseinbussen bewirken. Am Leuchttisch werden solche kurzfristige Zuwachsstörungen als Artefakte erkannt, sodass auch problematische Jahrringkurven synchronisiert werden können.

- Bei schlechten Umweltbedingungen (Trockenheit, Frost) oder Krankheiten können einzelne oder mehrere Jahrringe ganz oder partiell ausfallen. Durch den Vergleich von Einzelholzkurven am Leuchttisch werden Jahrringausfälle bestimmbar. Oft gelingt es, eine auf dem Leuchttisch um fehlende Jahrringe ergänzte Sequenz nachträglich zu datieren.

- Extremer Maikäferfrass oder Mastjahre können in regelmässigen Abständen enge Jahrringe bewirken. Nicht synchrone Jahrringsequenzen mit solchen „Sägezahnrythmen“ können Synchronlagen vortäuschen. Auf dem Leuchttisch können vermeintliche Synchronlagen erkannt werden.

Die bei Einzelholzkurven vorkommenden individuellen Abweichungen werden herausgefiltert, indem aus synchronisierten Einzelholzkurven eine (Objekt-) **Mittelkurve** berechnet wird. Bevor man eine Mittelkurve berechnet, müssen die synchronisierten Einzelholzkurven **einzel**n dargestellt **und** als **Kurvenschar** übereinandergezeichnet werden. Dieser Arbeitsgang muss detailliert dokumentiert werden, weil die Qualität der resultierenden Mittelkurve sonst nicht beurteilt werden kann. Anhand der Kurvenschar lässt sich die Homogenität des Probenmaterials erkennen, wodurch ersichtlich wird, in welchem Bereich eine Mittelkurve zuverlässige Werte enthält, die sich für die Datierung eignen.

Ebenso erkennt man auch auffällige Häufungen von besonders schmalen oder besonders breiten Jahrringen (**Weiserjahre**). Wenn zwischen zwei aufeinanderfolgenden Jahren mehr als 75 Prozent (Konvention) aller Bäume eine Zuwachsreduktion oder eine Zuwachssteigerung aufweisen, spricht man von einem **Weiserintervall**. Die Weiserjahre und Weiserintervalle sind entscheidende Merkmale bei der Datierung von Mittelkurven. Anhand der Mittelkurve allein ist die Qualität einer Datierung nicht ablesbar: Es ist weder erkennbar, ob eine auffällig hohe Ähnlichkeit zufällig entsteht, noch ob alle beteiligten Einzelkurven synchron sind. **Berichte über dendrochronologische Analysen, die auf die Darstellung von Einzelholzkurven verzichten und nur die Kurvenschar und die Mittelkurve zeigen, sind als Dokumente belanglos und sollten abgelehnt werden.**

In manchen Fällen gelingt die sichere Synchronisation von Holzproben (eines Kollektivs) nicht anhand der Jahrringbreitenkurven, sondern erst anhand von anderen, aussergewöhnlichen Jahrringmerkmalen: Der Witterung entsprechend kann der **Früh-** und der **Spätholzanteil** von Jahr zu Jahr auffallend variieren (beispielsweise auffällig geringer Spätholzanteil bei enormer Jahrringbreite) oder ein Kälteeinbruch im Sommer kann zu charakteristischen **Holz dichteschwankungen** innerhalb des Jahrrings führen.

RECHNERISCHE SYNCHRONISATION VON JAHRRINGBREITENKURVEN

Potentielle Synchronlagen können rechnerisch bestimmt werden. Der Computer verschiebt dabei zwei Kurven Jahr für Jahr gegeneinander und berechnet in jeder Position die Übereinstimmung. Die dabei verwendeten Begriffe sind **Gleichläufigkeit** und **t-Wert**, was Ähnlichkeitsmasse für Kurvenpaare sind. Anhand dieser Masse wird vom Computer mit den Mitteln der Wahrscheinlichkeitsrechnung geprüft, in welchen Positionen zwei Kurven synchron sein könnten. Theoretisch wird also die statistische Sicherheit berechnet, mit der es sich bei einer fraglichen Position nicht um eine zufällige Übereinstimmung handelt; weil die Abfolge von Jahrringbreiten aber nicht nur auf Zufälligkeiten beruht, kann die wahre statistische Sicherheit nicht berechnet werden.

Gleichläufigkeit: Ein Intervall zwischen zwei aufeinanderfolgenden Jahren wird danach beurteilt, ob die Jahrringbreite zu- oder abnimmt (oder unverändert bleibt). Das Computerprogramm schiebt zwei Kurven Jahr für Jahr gegeneinander und berechnet die Anzahl gleichsinnig verlaufender Kurvenintervalle: Bei synchronen Kurvenpaaren treten in der Regel Gleichläufigkeiten zwischen 60 und 85 Prozent auf. Bei einer Überlappung von 100 Jahren entsteht eine Gleichläufigkeit von beispielsweise 70 Prozent selten zufällig. Bei einer Überlappung von nur 50 Jahren erreichen jedoch auch unsynchrone Kurven öfters 70 Prozent Gleichläufigkeit. Um die Qualität der Gleichläufigkeit sichtbar zu machen, zeichnet man sie mit ein bis vier Sternen aus (abgeleitet aus den gebräuchlichen statistischen Sicherheiten 95%, 99%, 99.9% und 99.99%).

t-Wert: Weil die Ähnlichkeit von Jahrringbreitenkurven nicht nur auf der Gleichläufigkeit beruht, sondern auch von Details (bspw. Amplituden) und längerfristigen Kurventrends abhängt, berechnet das Computerprogramm den Korrelationskoeffizienten. Der Korrelationskoeffizient ist ein Ähnlichkeitsmass des linearen Zusammenhangs von Wertepaaren in Zeitreihen, wie es Jahrringbreitenkurven sind. Er drückt aus, wie weit die entsprechenden Jahrringwerte auseinanderliegen, und prüft damit auch die Parallelität der längerfristigen Kurventrends. Die statistische Zuverlässigkeit des Korrelationskoeffizienten ist wiederum von der Kurvenlänge abhängig und wird mit

dem student-t-test geprüft. Wo nichts anderes erwähnt ist, beziehe ich mich dabei auf die Verfahren nach HOLLSTEIN (1980) oder BAILLIE UND PILCHER (1973) und wie diese vom erwähnten Computerprogramm PAST umgesetzt werden.

Gemäss der Wahrscheinlichkeitsrechnung gelten t-Werte von über 3.5 zwar als statistisch signifikant, die Praxis zeigt aber, dass Einzelholzkurven und Objekt-Mittelkurven gegenüber den Referenzchronologien oft auch in asynchronen Positionen t-Werte weit über 5 erreichen, denn die Entstehung von Jahrringbreiten gehorcht nicht den Gesetzen der Zufallsverteilung, wie dies für statistische Tests vorausgesetzt sein müsste. Manchmal ist dies offenkundig: Einzelholzkurven mit ausgeprägtem Maikäferfrass-Rhythmus können untereinander in unsynchronen Positionen sogar enorm hohe Gleichläufigkeiten und t-Werte von weit über 8 erreichen. Aber anscheinend können alle Einzelholzkurven und sogar auch Referenzchronologien mehr oder weniger verdeckte Rhythmen oder wiederholt auftretende kleine Muster aufweisen. Weshalb dies so ist, ist noch nicht restlos bekannt. Eine teilweise Erklärung liefert der Umstand, dass die Witterung des Vorjahres auch jene des aktuellen Jahres mitbestimmen kann, denkbar ist auch der Einfluss von Sonnenzyklen, welche die Witterung beeinflussen. Allenfalls muss auch mit endogenen Zuwachsrhythmen von Bäumen gerechnet werden.

Kurzum, die Synchronlage kann niedrigere Testwerte (t-Werte und Gleichläufigkeitsprozente) erreichen als eine falsche Position, weshalb jene Kurvenpositionen, die auf Grund der Statistik Synchronlagen darstellen könnten, stets der optischen Analyse auf dem Leuchttisch oder dem Bildschirm unterzogen werden. Dieser Arbeitsschritt muss für jede Einzelholzkurve auch bildlich dokumentiert werden, denn hier fällt schlussendlich die Entscheidung darüber, in welcher Position sie die wahre Synchronlage zur Referenzchronologie einnimmt.

Die wahre statistische Sicherheit einer Datierung kann aus den genannten Gründen grundsätzlich nicht berechnet werden. Die Qualität einer Datierung muss aufgrund von Erfahrung selbst eingestuft werden, ist also immer subjektiv und bedarf deshalb der ausführlichen Dokumentation in Wort und Bild.

QUALITÄT EINER DATIERUNG

Optisch zweifelsfreie Synchronlagen sind in der Regel mit t-Werten über 6.0 und Dreistern-Gleichläufigkeit rechnerisch belegbar; optimal sind t-Werte über 8 und Vierstern-Gleichläufigkeit. Eine Datierung wird oft erst über weitere Indizien gesichert, beispielsweise durch eine vagere, aber einheitliche Übereinstimmung einer Mittelkurve mit den meisten Referenzchronologien, oder wenn die Analysen mehrerer Einzelhölzer oder gar verschiedener Baumarten (unabhängig voneinander) zum gleichen Resultat führen (Übereinstimmung des Fälldatums mit den übrigen Proben des Kollektivs). Auch zusätzliche Informationen aus anderen Fachbereichen können die Sicherheit einer Datierung stützen, indem sie den fraglichen Datierungszeitraum stark einschränken (historische Quellen, typologische Befunde, bauliche Kontexte, C¹⁴-Analysen etc.). Manchmal gelingt die sichere Datierung erst aufgrund einer längeren, zu dokumentierenden Indizienkette. In einer Übersichtstabelle ordne ich die Qualität der Datierung jeder Probe drei Kategorien zu:

- **Kategorie A:** In einem Datierungsspielraum von rund 10'000 Jahren **sicher** datierte Einzelholzkurve (unabhängige dendrochronologische Datierung). Anforderung: Die optische Übereinstimmung einer Einzelholzkurve mit wenigstens einer gut belegten Referenzchronologie ist evident, der t-Wert grösser als 6.0, die Sequenz beträgt mindestens 40 Jahre und ist praktisch frei von Rhythmen. Bei Mittelkurven: Der Kategorie A zugeordnet werden auch alle Einzelholzkurven des Kollektivs, die gegenüber den Referenzchronologien zwar die Anforderungen der Kategorie A verpassen, sie aber untereinander erfüllen und deren Mittelkurve sie schliesslich gegenüber einer Referenzchronologie erfüllt. Oder auch alle Einzelholzkurven, die gegenüber einer anderen Einzelholzkurve, welche die Anforderungen der Kategorie A gegenüber einer Referenzchronologie erfüllt, die Anforderungen der Kategorie A erfüllen (die Indizienkette muss bezüglich den Anforderungen der Kategorie A innerhalb eines Kollektivs geschlossen sein). Die übrigen Einzelholzkurven des Kollektivs ordne ich der Kategorie B zu (siehe unten).

- **Kategorie B:** Aufgrund von Zusatzinformationen **sicher** datierte Einzelholzkurve. Die hohen Anforderungen der Kategorie A werden mehr oder weniger knapp verfehlt, aber durch weitere, in der Dokumentation erwähnte Indizien werden allfällige Bedenken ausgeräumt. Meist handelt es sich hierbei um Einzelholzkurven, die gegenüber den übrigen eines Kollektivs in der Position, die auf ein (praktisch) identisches Fälldatum schliessen lässt, die mit Abstand beste Übereinstimmung erreichen, was wiederum kein Zufall sein kann, da dies aufgrund der baugeschichtlichen Untersuchung erwartet wird. Weitere Beispiele sind oben erwähnt.

- **Kategorie C:** Die Datierung ist **fraglich**, aber erwähnenswert. Die Anforderungen der Kategorien A und B werden verfehlt. Eine Bestätigung durch weitere Untersuchungen ist erforderlich.

Datierungen der Kategorie B sind nicht weniger sicher als die der Kategorie A, aber die Argumentation ist komplexer. Die Klassierung dient unter anderem dazu, die Interpretation der Holzaltersbestimmungen bei unklaren baugeschichtlichen Befunden zu erleichtern. **Man muss sich bewusst sein, dass beispielsweise durch neue baugeschichtliche Befunde eine B-Datierung abgewertet und in Frage gestellt werden kann.**

1.3 VORAUSSETZUNGEN FÜR EINE ERFOLGREICHE DATIERUNG

Vor einer dendrochronologischen Datierung benötigt es Vorabklärungen über die Authentizität des zu datierenden Objekts. Typologische Aspekte geben Hinweise über die kulturelle oder geographische Herkunft eines Objektes bzw. dessen hölzernen Teilen. Bei Gebäuden sollte der Datierung eine baugeschichtliche Untersuchung vorausgehen. Zumindest eine Abklärung über die mutmassliche Ausdehnung und die Homogenität der zu datierenden Bauphasen muss erfolgen (Bauabklärung). Nur dann können die dendrochronologischen Datierungen interpretiert werden. Die Dendrochronologie kann baugeschichtliche und typologische Untersuchungen grundsätzlich nicht ersetzen.

Pro Bauphase oder Objekt sollte man nach Möglichkeit mehrere Proben analysieren, weil sich Einzelproben selten zweifelsfrei datieren lassen. Bei Bauholz muss zudem immer mit (äusserlich nicht erkennbaren) Spolien und Sanierungen gerechnet werden, die sich in homogen eingestufte Probenkollektive schleichen. Wird für die Datierung einer Bauphase oder eines Objektes ein Probenkollektiv analysiert, kann aus zweifelsfrei synchronen Einzelholzkurven eine leichter datierbare Mittelkurve berechnet werden. Je weniger Proben zur Verfügung stehen, desto vager, schwieriger und aufwendiger ist eine Datierung bzw. die adäquate Dokumentation. Die Datierung von nur drei Proben einer Bauphase ist oft aufwändiger als die Datierung von zehn Proben.

Nicht alle Baumarten lassen sich gleich gut datieren. In unseren Breitengraden gelingt es mit Weisstanne am einfachsten. Grundsätzlich geeignet sind aber alle gebräuchlichen Bauholzarten wie Arve, Eiche, Fichte, Föhre, Lärche, Kastanie und andere Holzarten. Um eine sichere Datierung zu gewährleisten, müssen vier bis acht, bei kurzen Sequenzen auch mehr Proben aus einer baulichen Einheit entnommen werden. Die Anzahl der notwendigen Proben hängt wesentlich von der Holzart, der Länge der Jahrringsequenzen, der Probenqualität und der Klarheit des Befundes der Bauanalyse ab.

Aus den oben genannten Gründen ist es nicht sinnvoll, Preise pro Probe zu vereinbaren. Verlässliche Kostenvoranschläge erhält man am besten, wenn man sich an der Anzahl der zu datierenden Bauphasen orientiert. Probenpreise sind allenfalls dann sinnvoll, wenn grosse Serien an gelieferten Proben datiert werden müssen.

Um geeignete Holzproben zu erhalten, benötigt man viel Erfahrung, weshalb ich die Proben vorzugsweise selbst entnehme.

Nach Möglichkeit sollten Holzproben folgende Bedingungen erfüllen:

- Es muss sichergestellt sein, dass das Holzalter das gefragte Objekt datiert und nicht etwa einen „ungefragten“ Vorgänger oder eine Sanierung. Das Holz und dessen Umfeld (Mörtel oder Holzverbindungen) dürfen also keine Anzeichen einer Zweitverwendung oder Spuren von Veränderungen zeigen, die auf eine Renovation hinweisen (ausser die Datierung dieser Fälle ist gefragt). Bei Gebäuden eignen sich tragende Bauhölzer am besten zur Analyse. Datierungen anhand von leicht ersetzbaren Bauhölzern, wie Sparren und Rafen, oder von kleinen, nahezu spurlos wiederverwendbaren Teilen, wie zum Beispiel Fensterstürzen, sollten möglichst vermieden werden.

- Für präzise Datierungen müssen möglichst alle Proben die Waldkante enthalten. Werden Proben ohne Waldkante für eine Datierung verwendet, so muss dies begründet werden, weil selten mit Sicherheit abgeschätzt werden kann, wie viele Jahrringe bis zur Waldkante fehlen.

- Wenn Splintholz vorhanden ist, kann bei Eichenproben ohne Waldkante das Fälldatum abgeschätzt werden. Als Splintholz bezeichnet man die äusserste helle Zone des Holzes. Da diese bei Eichen, abhängig vom Alter und vom Zuwachs, stets rund 10 bis 40 Jahre bzw. 1 bis 3 Zentimeter umfasst, lässt sich anhand des vorhandenen Splintholzes die Lage des letzten Jahrringes zuverlässig eingrenzen. Der Splintholzanteil bei Kastanien ist ebenfalls gut eingrenzbar (2 bis 15 Splintringe). Der Splintholzanteil bei anderen Baumarten ist variabler und deshalb für die Eingrenzung des Fälldatums unzuverlässig.

- Proben sollten je nach Baumart mindestens 30 bis 60 zusammenhängende Jahrringe aufweisen. Während bei Fichten oder Eichen manchmal sogar längere Sequenzen nicht ausreichen, genügen bei Weisstannen hin und wieder kürzere.

- Auch stark zersetztes oder zerfressenes Holz eignet sich teilweise: Es muss sorgfältig gebohrt und aufbereitet oder allenfalls vor der Analyse konserviert werden.

- Ungeeignet ist Holz, dessen Jahrringbreiten nicht vorwiegend von der Jahreswitterung beeinflusst wurden, wie beispielsweise Zug- oder Druckholzzonen und andere Zuwachsschwankungen.

Wo nichts anderes erwähnt ist, liegen die Proben in Form von Bohrkernen vor und werden von mir archiviert.

1.4 MÖGLICHKEITEN UND GRENZEN DER DENDROCHRONOLOGIE

Die Dendrochronologie soll Datierungen liefern, welche die Annahmen einer typologischen Untersuchung oder die Angaben einer historischen Quelle ergänzen, bestätigen, anzweifeln oder widerlegen. Umgekehrt dienen zweifelsfreie typologische Befunde oder Quellen zur Überprüfung einer dendrochronologischen Datierung.

Befunde aus der Bauforschung sollten grundsätzlich nicht als Entscheidungshilfe bei mehreren potentiellen Synchronlagen herangezogen werden. Um jede Voreingenommenheit zu vermeiden, sollten Datierungen ohne Kenntnisse der Typologie vorgenommen werden. In der Praxis ist dies selten möglich, da Dendrochronolog(inn)en die Probenentnahmen mit Vorteil selbst vornehmen.

Aus diesen Gründen ist es nötig, dass Dendrochronolog(inn)en und Auftraggeber(innen) eng und offen zusammenarbeiten und sich dabei der Grenzen der jeweiligen Methode bewusst sind: Sowohl dendrochronologische wie typologische Befunde beruhen auf empirischer Basis, und Fehler sind nie auszuschliessen. Eine dendrochronologische Untersuchung muss für die Nachwelt – wenigstens für Fachleute – möglichst nachvollziehbar und überprüfbar sein.

Ausführlicheres zu den Möglichkeiten und Schwierigkeiten dendrochronologischer Untersuchungen findet sich in BOSCHETTI-MARADI und KONTIC (2012).

Eine Dokumentation von hoher Qualität enthält zumindest folgende Angaben:

- Zielsetzung der Datierung: z. B. Begründung der Probenauswahl aufgrund der Bauanalyse. Die Resultate, insbesondere unerwartete oder widersprüchliche, werden entsprechend diskutiert.
- Dokumentation aller untersuchten Proben: Genauer Fundort (Position), Baumart, Bauholztyp, Länge der Jahrringsequenz, gegebenenfalls Splintholzanteil, Endjahr (mit oder ohne Fälldatum), Messwerte der Jahrringbreiten als Zahlentabelle. (Die Jahrringbreiten einer Einzelholzkurve sind oft Mittelwerte aus zwei oder mehr Radien. Die Dokumentation dieser Einzelradien ist allenfalls notwendig, wenn sie die Sicherheit einer Datierung erhöht.)
- Dokumentation von datierten Einzelproben: Abbildung der Jahrringbreitenkurve mit den wichtigsten zwei Referenzchronologien (mit Angabe der Autoren) und Synchronisationswerte gegenüber diesen Referenzchronologien: Gleichläufigkeitsprozente, t-Werte und Länge der berechneten Sequenz.
- Dokumentation für Mittelkurven: Jahreswerte als Zahlentabellen und Angaben über die Belegdichte, Abbildung der beteiligten Einzelholzkurven (einzeln und als Kurvenschar), Abbildung der Mittelkurve mit den wichtigsten zwei Referenzchronologien (mit Angabe der Autoren) und Synchronisationswerte gegenüber diesen Referenzchronologien: Gleichläufigkeitsprozente, t-Werte und Länge der berechneten Sequenz.
- Jede Baumart und in der Regel auch jede potentielle Bauphase wird separat datiert und dokumentiert. Dadurch wird die Transparenz der Dokumentation und damit die Qualität und die Sicherheit der Datierung erhöht. Das weit verbreitete Zusammenfassen von Jahrringsequenzen aus Proben unterschiedlicher Baumarten oder unterschiedlicher Bauphasen zu Mittelkurven ist unzulässig und für die Dokumentation wertlos. Man erspart sich zwar viel Arbeit, aber es ist eine Fehlerquelle.
- Erläuterung von weiteren Indizien, welche die Datierung stützen oder beweisen.

Meine Kund(inn)en haben das Recht auf Veröffentlichung bzw. auf Geheimhaltung aller Daten. Die Veröffentlichung erfolgt nach Rücksprache mit mir und unter Angabe der Autorschaft.

Basel, März 1996, Januar 1998, Januar 2003 und Oktober 2012

Raymond Kontic

LITERATUR

- HOLLSTEIN, E. (1980): Mitteleuropäische Eichenchronologie. Trierer Grabungen und Forschungen, Band XI. Verlag Philipp von Zabern, Mainz.
- BAILLIE, MIKE G.L.; PILCHER, JON R. (1973): A simple cross-dating program for tree-ring research. Tree-Ring Bull., 33, S. 7-14.
- ADRIANO BOSCHETTI-MARADI; RAYMOND KONTIC (2012): Möglichkeiten und Schwierigkeiten dendrochronologischer Untersuchungen in Mittelalterarchäologie und Bauforschung. Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Archäologie des Mittelalters und der Neuzeit, 24, Paderborn, S. 49–59.

2. ZIEL UND MATERIAL

Mit der Datierung ausgewählter Bauhölzer soll die Kernkonstruktion der Deckenbalkenlage im Erdgeschoss datiert werden (Proben 1 bis 6). Mit der Datierung von Stichproben aus darüber lagernden Bodenbrettern und Fachwerkwand-Schwellen des ersten Obergeschosses soll belegt werden, dass diese, wie angenommen, zur selben Bauphase gehören (Proben 7 bis 10).

Die Proben entnahm ich am 17. Mai 2018 nach Absprache mit Hans-Christian Steiner. Die Proben 1 bis 6 und 10 liegen als Bohrkerne vor und die Proben 7 bis 9 in Form von Brett- bzw. Balkenabschnitten. In Tabelle 1 sind die Positionen der untersuchten Bauhölzer beschrieben. Die Tabelle enthält auch Angaben zur Baumart, zur Datierung der Jahrringsequenzen und zu den Probenenden. Die Positionen der untersuchten Bauhölzer sind im Anhang auch zeichnerisch festgehalten.

Das laborinterne Projektkürzel, mit dem alle Proben gekennzeichnet sind, lautet im vorliegenden Bericht **BER24**. Die vollständigen Probenbezeichnungen bestehen aus Projektkürzel, Baumartkürzel (meist EI, FO, FI oder TA) und Probennummer (bspw. BER24EI11). Im Text wird aber aus Gründen der Lesbarkeit meist nur die Probennummer (11) genannt.

3. SYNCHRONISATION DER JAHRINGBREITENKURVEN

Jahrringbreitenkurven von Proben, die sich mit Sicherheit untereinander synchronisieren lassen, werden zu Mittelkurven (**MK**) vereint. Die Mittelkurven - gegebenenfalls auch Einzelholzkurven (**EK**) - werden schliesslich mit den geeignetsten Referenzchronologien datiert. Die Erklärung der statistischen Angaben (t-Werte und Gleichläufigkeit) und übriger Fachbegriffe erfolgt in Abschnitt 1.

MK BER24-TANNE-1: Tannen-Proben 3 und 5 (Deckenbalken des Erdgeschosses)

Abbildung 1: Die Mittelkurve ist 48 Jahre lang und kann anhand der Tannen-Referenzchronologien zweifelsfrei aufs Endjahr 1615 datiert werden (Datierung der Kategorie A). Die Einzelholzkurve der Probe 5 erreicht gegenüber den Tannen-Referenzchronologien die Anforderungen der Kategorie A. Am Synchronismus der Einzelholzkurve der Probe 3 besteht ebenfalls kein Zweifel, da sie in der Position mit (praktisch) identischem Endjahr (entspricht jeweils dem Fälldatum) die beste Übereinstimmung mit der Einzelholzkurve der Probe 5 erreicht und sich die gezeigte Position auch gegenüber den Tannen-Referenzchronologien als die mit Abstand plausibelste erweist (Datierungen der Kategorie B: Eine rein zufällige Übereinstimmung erscheint äusserst unwahrscheinlich, weil ein identisches oder ähnliches Fälldatum erwartet werden darf, da die untersuchten Bauhölzer aufgrund der Bauanalyse von der selben Bauphase stammen.).

Synchronisations-Tabelle mit den wichtigsten Referenzchronologien:

Länge / Datierung:	48 Jahre / 1568 - 1615		
Fälldaten:	Herbst/Winter 1615/16 und Frühjahr 1616		
Belegung der Kurve:	2 Proben, 4 Radian		
Wichtigste Referenzchronologien:		Referenz 1	Referenz 2
Zeitliche Überlappung:		48 Jahre	48 Jahre
Gleichläufigkeit in Prozent und „statistische Sicherheit“:		81.3****	78.1***
t-Wert nach Hollstein:		7.03	7.51
t-Wert nach Baillie und Pilcher:		4.72	4.62

Referenz 1: Tannenchronologie BL-161, dendron, Basel

Referenz 2: Tannenchronologie AG-SO-161, dendron, Basel

MK **BER24-FICHTE-1**: Fichten-Proben 1, 2, 4, 6 (Deckenbalken des Erdgeschosses), 7, 8 (Bodenbretter des ersten Obergeschosses), 9 und 10 (Schwellen des ersten Obergeschosses)

Abbildung 1: Die Mittelkurve ist 60 Jahre lang und kann anhand der Fichten-Referenzchronologien zweifelsfrei aufs Endjahr 1615 datiert werden (Datierung der Kategorie A). Die Einzelholzkurven der Proben 4 und 6 erreichen gegenüber den Fichten-Referenzchronologien die Anforderungen der Kategorie A. Am Synchronismus der Einzelholzkurven der Proben 1, 2, 7, 8, 9 und 10 besteht ebenfalls kein Zweifel, da sie untereinander und gegenüber den Einzelholzkurven der Proben 4 und 6 in der Position mit (praktisch) identischem Endjahr (entspricht jeweils dem Fälldatum) die beste Übereinstimmung 5 erreichen und sich die gezeigten Positionen auch gegenüber den Fichten-Referenzchronologien als die mit Abstand plausibelsten erweisen (Datierungen der Kategorie B: Eine rein zufällige Übereinstimmung erscheint äusserst unwahrscheinlich, weil ein identisches oder ähnliches Fälldatum erwartet werden darf, da die untersuchten Bauhölzer aufgrund der Bauanalyse von der selben Bauphase stammen.).

Synchronisations-Tabelle mit den wichtigsten Referenzchronologien:

Länge / Datierung:	60 Jahre / 1556 - 1615		
Fälldaten:	Herbst/Winter 1614/15 und Herbst/Winter 1615/16		
Belegung der Kurve:	8 Proben, 10 Radian		
Wichtigste Referenzchronologien:		Referenz 3	Referenz 4
Zeitliche Überlappung:		60 Jahre	60 Jahre
Gleichläufigkeit in Prozent und „statistische Sicherheit“:		78.3****	79.2****
t-Wert nach Hollstein:		6.36	7.03
t-Wert nach Baillie und Pilcher:		4.97	5.01

Referenz 3: Fichtenchronologie BL-161, dendron, Basel

Referenz 4: Fichtenchronologie AG-SO-161, dendron, Basel

4. DATIERUNG DER BAUPHASEN UND FOLGERUNGEN

Die folgenden Ausführungen verschaffen nur einen ersten Überblick. Eine abschliessende Interpretation der Resultate kann gegebenenfalls nach Abschluss der baugeschichtlichen Untersuchungen vorgenommen werden.

Gemäss Abschnitt 3 und Tabelle 1 lassen sich an den untersuchten Bauhölzern die Fälldaten Herbst/Winter 1614/15 (Proben 8 und 9), Herbst/Winter 1615/16 (Proben 1, 2, 4, 5, 6, 7 und 10) und Frühjahr 1616 nachweisen (Probe 3).

Damit wird klar, dass die untersuchten Deckenbalken des Erdgeschosses und die untersuchten Bodenbretter und Schwellen des Obergeschosses (wie angenommen) von der selben Bauphase stammen. Frühest mögliches Baudatum: Frühjahr 1616.

Tabelle 1: Aufstellung der Proben, Haus zur Löffelburg, Ryn 24, Beromünster, LU. Die Positionen der untersuchten Bauhölzer sind zusätzlich im Anhang zeichnerisch festgehalten.

Nr.	Position/Bauholztyp	J.	Datierung	Q	WK
01 FI	EG, 2. Deckenbalken von W	35	1581-1615	B	WS
02 FI	EG, 3. Deckenbalken von W	48	1568-1615	B	WS
03 TA	EG, 7. Deckenbalken von W	39	1577-1616	B	WF
04 FI	EG, 8. Deckenbalken von W	43	1573-1615	A	WS
05 TA	EG, 9. Deckenbalken von W	48	1568-1615	A	WS
06 FI	EG, 10. Deckenbalken von W	56	1560-1615	A	WS
07 FI	1. OG, 2. Bodenbrett von N (zw. 6.-10. Deckenbalken von W des EGs beprobt)	52	1564-1615	B	WS
08 FI	1. OG, 3. Bodenbrett von N (zw. 6.-10. Deckenbalken von W des EGs beprobt)	59	1556-1614	B	WS
09 FI	1. OG, Schwelle der N-Fassade (zw. 6.-10. Deckenbalken von W des EGs beprobt)	41	1574-1614	B	WS
10 FI	1. OG, Schwelle der Wand zwischen 6. / 7. Deckenbalken von W des EGs	38	1578-1615	B	WS

Erläuterungen zur Tabelle 1:

Nr. = Probenummer und Baumart (EI = Eiche, FO = Föhre)

Position/Bauholztyp = Lage und Bezeichnung der untersuchten Bauhölzer

(N, W, S, O = Himmelsrichtungen)

(EG, OG, DG = Geschossbezeichnungen)

J = Anzahl messbarer Jahrringe (Probelänge)

Datierung = Erster (gemessener) Jahrring – letzter (nachweisbarer) Jahrring

Anmerkungen mit hochgestellten Zahlen bei Proben ohne Waldkante:

⁰ = Probe endet mit dem vollständigen, gemessenen Jahrring (Waldkante nicht nachweisbar)

¹ = Probe endet mit einem nicht gemessenen Jahrringfragment

^{2, 3, 4 etc.} = Probe endet mit 2, 3, 4 etc. nicht gemessenen Jahrringen bzw. Jahrringfragmenten

Q = Qualität der Datierung nach Kategorien (Erläuterungen in Abschnitt 1)

A = Datierung sicher, unabhängige dendrochronologische Datierung

B = Datierung sicher durch Zusatzinformationen gemäss Dokumentation in Abschnitt 3

C = Datierung fraglich, gemäss Dokumentation in Abschnitt 3

WK = Angaben zur Waldkante (Rinde)

- = Keine Waldkante (Rinde) vorhanden

WS = Waldkante (Rinde) vorhanden, Spätholz ausgebildet (Winterhieb)

WF = Waldkante (Rinde) vorhanden, Spätholz fehlt (Frühjahrhieb)

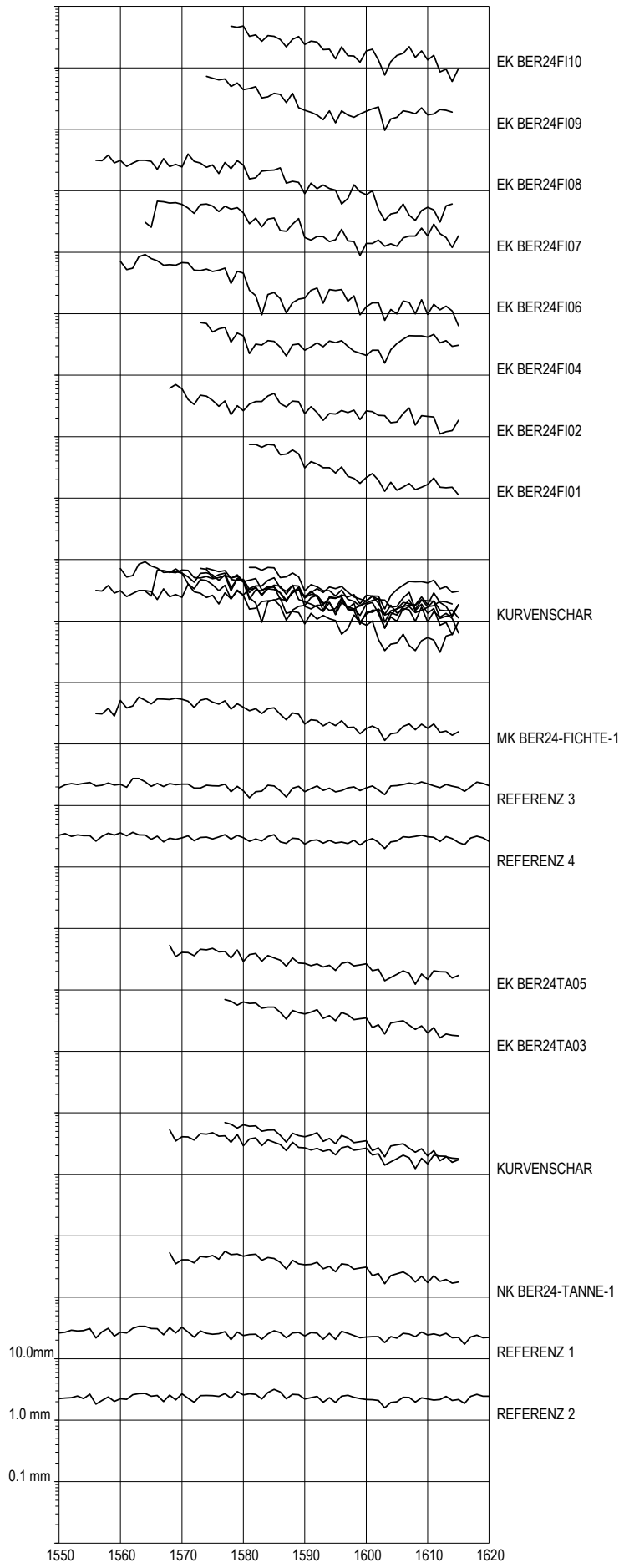
Abbildung 1 auf Seite 10: Mittelkurven (MK) BER24-TANNE-1 und BER24-FICHTE-1 jeweils mit den Jahrringbreitenkurven der zugehörigen Einzelholzproben (EK) einzeln und als Kurvenschar dargestellt. Eine Kopie auf Transparent-Folie erleichtert den optischen Vergleich der Kurven.

Referenz 1: Tannenchronologie BL-161, dendron, Basel

Referenz 2: Tannenchronologie AG-SO-161, dendron, Basel

Referenz 3: Fichtenchronologie BL-161, dendron, Basel

Referenz 4: Fichtenchronologie AG-SO-161, dendron, Basel



ANHANG 1: DATENTABELLEN

Messwerte der **Einzelproben** in numerischer Reihenfolge im sogenannten Heidelberg-Format das international gebräuchlich ist und von den meisten Labors leicht eingelesen werden kann. Unten sind gegebenenfalls die Werte der **Mittelkurven** (arithmetisches Mittel der Jahrringbreiten der beteiligten Einzelproben) aufgeführt.

AUFBAU DER DATENTABELLEN

HEADER:	Signalisiert neue Datenreihe mit folgendem Datenkopf:
Keycode	Bezeichnung von Einzelholzkurven: ProjektkürzelBaumartkürzelProbennummer Bezeichnung der Mittelkurven: Projektkürzel-Baumart-Mittelkurvennummer
Length	Länge der Sequenz in Jahren
DateEnd	Jahreszahl des letzten gemessenen Jahresrings (0 bei undatierten Proben)
Species	Internationales Kürzel der Baumart (Abkürzungen sind unten erklärt)
Location	Fundort (z. B. Land, Kanton, Gemeinde, Adresse, Gebäude, Geschoss, Bauholztyp)
WaldKante	Angaben zum Probenende (Abkürzungen sind unten erklärt)
Sapwood	Anzahl Splintjahre (nur bei Eichen erfasst)
DAQ	Qualität der Datierung (Abkürzungen sind unten erklärt)
Comment	Bei Mittelkurven: Beteiligte Einzelholzkurven Bei Einzelholzkurven: Beteiligte Radien (Buchstaben hinter Probennummer)
Data:Tree:	Signalisiert den Beginn der Messreihe mit Jahrringbreiten in 1/100 mm (unvollständige Zeilen am Ende einer Messreihe sind mit Nullen gefüllt)

ABKÜRZUNGEN IN DEN DATENTABELLEN

WaldKante:

WS	Probe endet mit Waldkante und ausgebildetem Spätholz (Herbst- oder Winterhieb).
WF	Probe endet mit Waldkante ohne Spätholz (Frühjahrshieb).
WF+	Probe endet mit Waldkante und unvollständig ausgebildetem Spätholz (Sommerhieb).
ZahlWS	Anzahl ausgezählter, nicht messbarer Jahrringe, die bis zur Waldkante zu addieren sind
ZahlWF	Anzahl ausgezählter, nicht messbarer Jahrringe, die bis zur Waldkante zu addieren sind
ZahlWF+	Anzahl ausgezählter, nicht messbarer Jahrringe, die bis zur Waldkante zu addieren sind
Zahl	Die Waldkante fehlt. Bezeichnet wird die ausgezählte Anzahl Jahrringe, die bis zum Probenende zu addieren sind (inkl. jüngstem Jahrringfragment)

DAQ:

A	Datierung sicher, unabhängige dendrochronologische Datierung
B	Datierung sicher, durch Zusatzinformationen gemäss Dokumentation
C	Datierung fraglich, gemäss Dokumentation
U	Undatiert

Species:

ABAL	Tanne bzw. Weisstanne (<i>Abies alba</i> Mill.)
PCAB	Fichte bzw. Rottanne (<i>Picea abies</i> (L.) Karst.)
PISP	Föhre, unbestimmt (<i>Pinus spec.</i>), praktisch immer Waldföhre, selten Berg- oder Schwarzföhre
QUSP	Eiche, unbestimmt (<i>Quercus spec.</i>), meist Stiel- oder Traubeneiche, manchmal Flaumeiche

Folgende Abkürzungen direkt hinter dem Messwert umschreiben den entsprechenden Jahrring genauer:

RK	Wahre Jahrringbreite nicht messbar und durch künstlichen Wert ersetzt
AK	Auskeilender Jahrring, nicht auf der gesamten Probenbreite ausgebildet

HEADER:

Keycode=BER24FI01
Length=35
DateEnd=1615
Species=PCAB
Location=CH, LU, BEROMÜNSTER, RYN 24, EG, DECKENBALKEN
WaldKante=WS
Comment=BER24FI01A
DAQ=B

DATA:Tree

746	747	672	747	732	508	522	605	525	310
392	360	312	312	256	321	226	209	174	217
251	195	129	181	135	151	172	137	150	167
213	150	147	150	113	0	0	0	0	0

HEADER:

Keycode=BER24FI02
Length=48
DateEnd=1615
Species=PCAB
Location=CH, LU, BEROMÜNSTER, RYN 24, EG, DECKENBALKEN
WaldKante=WS
Comment=BER24FI02A
DAQ=B

DATA:Tree

613	705	603	404	335	473	457	389	312	380
228	319	265	338	373	373	459	507	346	305
379	370	237	308	247	184	239	233	266	247
269	190	262	255	222	220	169	173	239	294
154	219	213	209	111	120	125	184	0	0

HEADER:

Keycode=BER24TA03
Length=39
DateEnd=1615
Species=ABAL
Location=CH, LU, BEROMÜNSTER, RYN 24, EG, DECKENBALKEN
WaldKante=WF
Comment=BER24TA03A, BER24TA03B
DAQ=B

DATA:Tree

696	654	566	638	604	612	502	524	526	432
334	464	426	407	435	476	344	383	314	430
392	327	340	350	244	270	192	290	302	315
266	228	260	199	244	166	192	183	179	0

HEADER:

Keycode=BER24FI04
Length=43
DateEnd=1615
Species=PCAB
Location=CH, LU, BEROMÜNSTER, RYN 24, EG, DECKENBALKEN
WaldKante=WS
Comment=BER24FI04A
DAQ=A

DATA:Tree

718	694	506	568	600	345	483	436	225	320
309	365	355	286	206	312	322	254	291	336
291	359	337	366	295	246	228	210	255	254
157	260	326	385	441	436	438	416	461	335
364	294	306	0	0	0	0	0	0	0

HEADER:

Keycode=BER24TA05
Length=48
DateEnd=1615

Species=ABAL
 Location=CH, LU, BEROMÜNSTER, RYN 24, EG, DECKENBALKEN
 WaldKante=WS
 Comment=BER24TA05A, BER24TA05B
 DAQ=A

DATA:Tree

530	349	407	406	361	460	450	476	417	424
332	446	291	377	391	293	362	331	306	244
332	274	270	248	265	236	252	207	270	286
246	256	266	206	216	141	160	180	204	186
124	182	148	204	198	197	156	172	0	0

HEADER:
 Keycode=BER24FI06
 Length=56
 DateEnd=1615
 Species=PCAB
 Location=CH, LU, BEROMÜNSTER, RYN 24, EG, DECKENBALKEN
 WaldKante=WS
 Comment=BER24FI06A
 DAQ=A

DATA:Tree

713	521	550	843	920	787	725	616	627	614
678	667	509	503	531	488	510	549	311	491
458	240	197	96	205	222	176	103	151	173
180	240	262	148	248	238	248	160	195	96
130	150	150	78	117	99	161	152	99	169
97	142	116	133	111	64	0	0	0	0

HEADER:
 Keycode=BER24FI07
 Length=52
 DateEnd=1615
 Species=PCAB
 Location=CH, LU, BEROMÜNSTER, RYN 24, OG, BODENBRETT
 WaldKante=WS
 Comment=BER24FI07A
 DAQ=B

DATA:Tree

308	256	677	664	629	639	603	523	430	597
610	564	459	561	502	530	437	291	357	259
345	360	226	219	288	354	173	157	181	179
149	160	236	153	149	89	139	139	157	125
137	125	171	183	183	246	184	288	201	173
119	184	0	0	0	0	0	0	0	0

HEADER:
 Keycode=BER24FI08
 Length=59
 DateEnd=1614
 Species=PCAB
 Location=CH, LU, BEROMÜNSTER, RYN 24, OG, BODENBRETT
 WaldKante=WS
 Comment=BER24FI08A, BER24FI08B
 DAQ=B

DATA:Tree

314	308	379	285	312	250	282	314	314	301
224	334	248	269	244	397	300	283	241	263
190	288	230	310	261	156	162	208	214	218
236	133	143	137	90	133	108	124	109	102
61	75	125	96	86	100	50	33	42	44
61	40	33	48	54	49	31	57	61	0

HEADER:
 Keycode=BER24FI09
 Length=41

DateEnd=1614
 Species=PCAB
 Location=CH, LU, BEROMÜNSTER, RYN 24, OG, SCHWELLE
 WaldKante=WS
 Comment=BER24FI09A
 DAQ=B

DATA:Tree

724	679	636	660	497	566	442	461	492	323
337	384	368	273	385	224	204	189	170	143
200	127	199	170	157	178	197	216	231	96
147	157	200	192	179	223	171	178	210	204
190	0	0	0	0	0	0	0	0	0

HEADER:
 Keycode=BER24FI10
 Length=38
 DateEnd=1615
 Species=PCAB
 Location=CH, LU, BEROMÜNSTER, RYN 24, OG, SCHWELLE
 WaldKante=WS
 Comment=BER24FI10A, BER24FI10B
 DAQ=B

DATA:Tree

476	456	480	325	344	270	334	324	290	219
292	323	240	272	262	198	200	140	219	157
155	124	189	200	133	76	126	158	172	221
148	188	134	160	86	95	60	97	0	0

HEADER:
 Keycode=BER24-FICHTE-1
 Length=60
 DateEnd=1615
 Species=PCAB
 Location=CH, LU, BEROMÜNSTER, RYN 24
 Comment=BER24FI01, BER24FI02, BER24FI04, BER24FI06, BER24FI07, BER24FI08,
 BER24FI09, BER24FI10
 DAQ=A

DATA:Tree

314	308	379	285	512	386	416	578	514	448
542	538	529	557	532	498	394	515	543	482
446	506	370	451	397	348	374	314	376	388
305	248	319	304	211	248	241	197	227	199
240	185	188	147	179	196	174	114	147	152
193	212	171	210	180	212	155	162	139	158

HEADER:
 Keycode=BER24-TANNE-1
 Length=48
 DateEnd=1615
 Species=ABAL
 Location=CH, LU, BEROMÜNSTER, RYN 24
 Comment=BER24TA03, BER24TA05
 DAQ=A

DATA:Tree

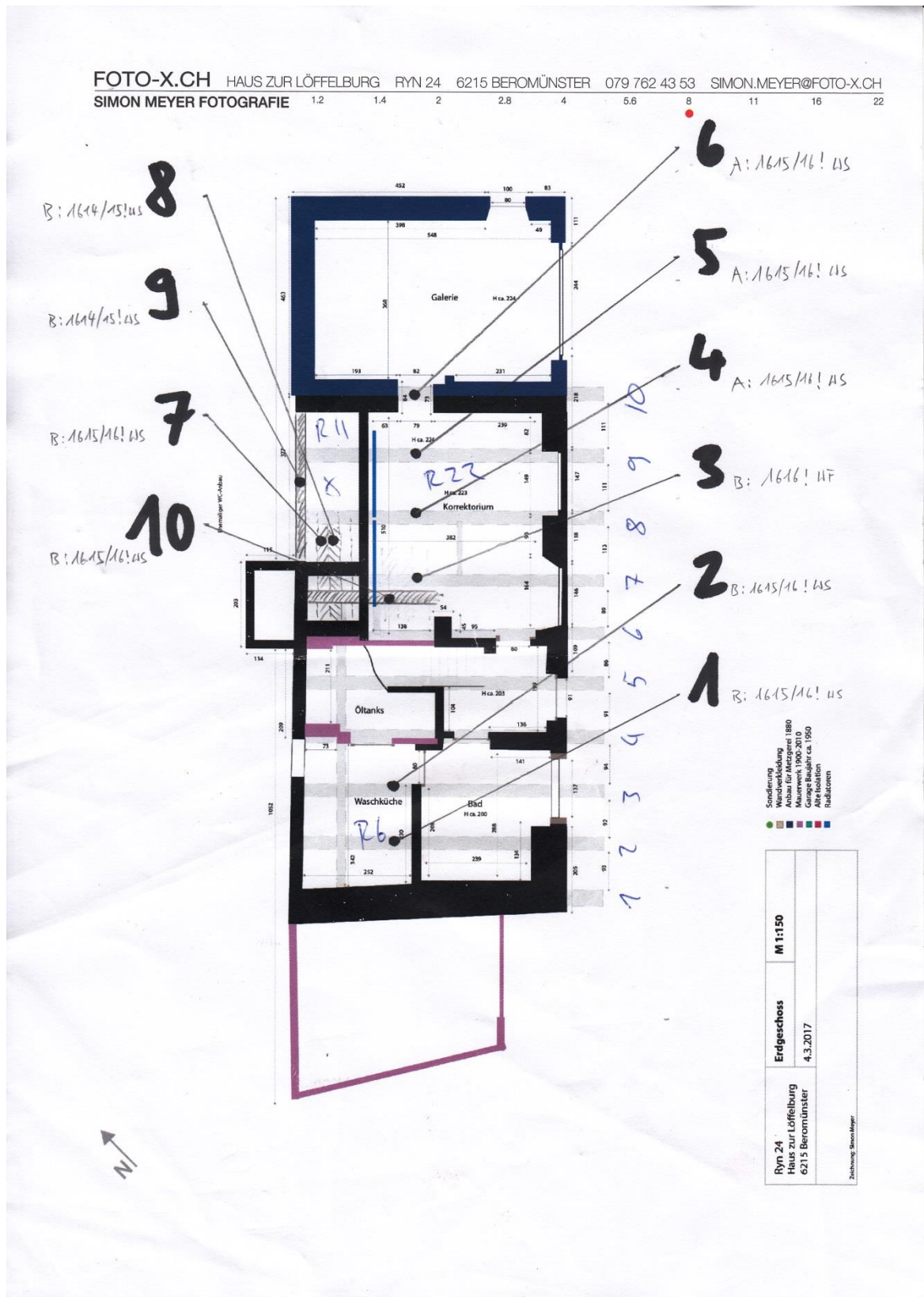
530	349	407	406	361	460	450	476	417	560
493	506	465	490	501	398	443	428	369	289
398	350	339	342	370	290	317	260	350	339
286	298	308	225	243	166	225	241	259	226
176	221	173	224	182	194	170	176	0	0

ANHANG 2: PLÄNE UND SKIZZEN ZUR POSITION DER UNTERSUCHTEN BAUHÖLZER

Von Simon Meyer (Beromünster) zur Verfügung gestellte Pläne, von R. Kontic mit Skizzen ergänzt.

Bei jeder Probenummer ist das Fälldatum oder das Endjahr angegeben

A: Jahreszahl	Datierung sicher, unabhängige dendrochronologische Datierung
B: Jahreszahl	Datierung sicher, durch Zusatzinformationen gemäss Dokumentation
C: Jahreszahl	Datierung fraglich, gemäss Dokumentation
Jahreszahl ! WS	Probe endet mit Waldkante und ausgebildetem Spätholz (Herbst- oder Winterhieb).
Jahreszahl ! WF	Probe endet mit Waldkante ohne Spätholz (Frühjahrs- oder Sommerhieb).
Jahreszahl...	Probe endet ohne Waldkante
?	nicht datierbar



Haus zur Löffelburg, Ryn 24, Beromünster. Grundriss Erdgeschoss mit eingezeichneten Positionen der untersuchten Bauhölzer (Deckenbalken des Erdgeschosses (Proben 1 bis 6) und Bodenbretter und Schwellen des ersten Obergeschosses (Proben 7 bis 10)). Erläuterungen auf Seite 15