

# Dendrochronologie in Hallstatt

Michael Grabner, Hans Reschreiter, Fritz Eckart Barth,  
Andrea Klein, Daniela Geihofer, Rupert Wimmer

Das jahrzehntelange Ringen um eine verlässliche zeitliche Einordnung der Hallstätter Grubenfunde ist zu Ende. Um die Dimension dieses Meilensteines in der Hallstattforschung richtig würdigen zu können, ist es notwendig, kurz Rückschau zu halten.

Da es im Berg fast keine typologisch relevanten Bronze- oder Keramikfunde gibt, die vielen Holzfunde – sowohl Geräte als auch Grubenholz – aus Mangel an eindeutig datierten Vergleichsfunden zeitlich nicht eingeordnet werden können, war es schwierig, eine innere Chronologie der Bergwerksfunde zu erstellen. Ohne stichhaltige Begründung wird der Beginn bereits in der Jungsteinzeit vermutet und eine Fortdauer bis in römische Zeit nicht ausgeschlossen. Reinecke (1934) und Morton (1953) argumentieren für einen Beginn in der Zeit der Urnenfelderkultur. Jüngere Versuche, den zeitlichen Rahmen der bergmännischen Salzgewinnung in Hallstatt zu ermitteln, werden durch die Datierung des Gräberfeldes bestimmt. Glanz und Ruhm dieser sensationellen Funde überstrahlen gleichsam die eher unscheinbaren Grubenfunde. In seiner richtungweisenden Zusammenstellung aller Grubenfunde weist Schaubberger (1960) zwar auf die Wahrscheinlichkeit eines zeitlichen Hintereinanders der einzelnen Reviere Nord-, Ost- und Westgruppe hin, hält aber alle für eisenzeitlich. Dieses vermutete zeitliche Hintereinander konnte durch typologische Untersuchungen untermauert werden. Als erstes waren die Unterschiede des Geleuchtes aufgefallen<sup>1</sup>. Als dann festgestellt wurde, dass sich die verschiedenen Typen der Knieholzschäftungen fundstellenmäßig ausschließen<sup>2</sup>, wurde schließlich versucht, alle wichtigen Fundkategorien typologisch zu gliedern<sup>3</sup>.

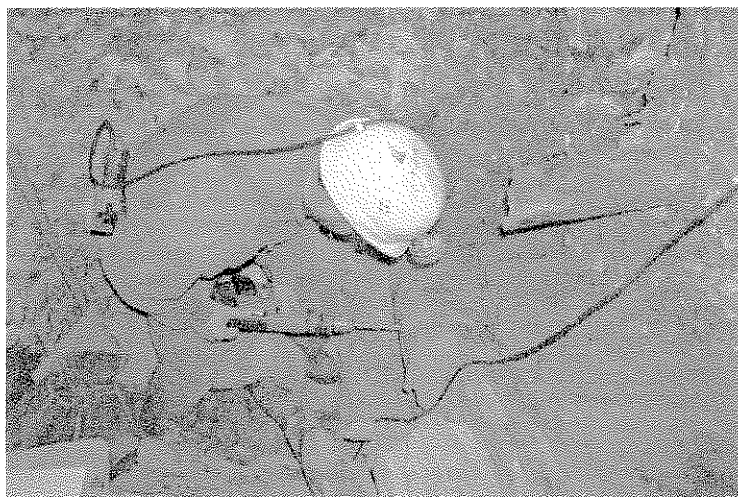
Aus dieser Situation heraus wurden die ersten Möglichkeiten ergriffen, eine naturwissenschaftliche Datierung durchzuführen. Die ersten Radiokarbondatierungen stammen bereits aus den Jahren 1968 und 1971<sup>4</sup>, doch widersprachen die Ergebnisse so sehr der damaligen Lehrmeinung, dass sie nicht Eingang in die prähistorische Literatur fanden. Ein besseres Schicksal hatten die ersten dendrochronologischen Ergebnisse. Schon 1974 gelang es Hollstein mehrere Proben aus dem Kilb-Werk zu datieren<sup>5</sup>. Zwei Tannen konnten mit der Villingen-Tannen-Chronologie<sup>6</sup> auf 682 v. Chr., eine Fichte auf 686 v. Chr. datiert werden.

Im Jahr danach, 1975, wurden auch die ersten <sup>14</sup>C-Datierungen vorgelegt und bestätigten die Datierung der Nordgruppe in die Zeit der Urnenfel-

derkultur<sup>7</sup>. Damit war ein erster, sehr wichtiger Schritt gelungen, die drei „Fundreviere“ im Berg verlässlich zeitlich einzuordnen, die Akzeptanz durch die Fachwelt blieb jedoch aus. Den Ergebnissen dieser neuen Methode wurde damals noch vielfach mit großer Skepsis begegnet<sup>8</sup>.

Dennoch wurde in weiterer Folge versucht, dieses Bild immer detaillierter zu zeichnen. Nachdem Hollstein eines seiner ersten Daten revidieren musste<sup>9</sup> und keine geeignete Standardkurve für die Datierung weiterer Hallstätter Hölzer zur Verfügung stand, wurden die einzelnen Abbaubereiche im Berg durch immer mehr <sup>14</sup>C-Daten zeitlich umschrieben<sup>10</sup>. Bei Fragestellungen, wo es auf Jahrzehnte, nicht auf Jahrhunderte ankommt, sind dieser Methode allerdings natürliche Grenzen gesetzt. Erst 20 Jahre nach den ersten Bemühungen Hollsteins erfuhr die dendrochronologische „Datierung Hallstatts“ entscheidende neue Impulse. Im Jahre 1994 entschloss sich U. Ruoff, einer der Schweizer Pioniere der Dendrochronologie, sich der Hallstätthölzer anzunehmen. Anlässlich eines Vortrages an der Universität Zürich, zu dem Frau Prof. Primas eingeladen hatte, war er auf dieses weite, brachliegende Forschungsfeld aufmerksam geworden. Gemeinsam mit T. Sormaz nahm er zahlreiche Proben aus allen Epochen. Es zeigte sich jedoch bald, dass – wie auch schon bei Hollstein – gültige Referenz-

Abb. 1: Hallstatt: Entnahme von Bohrkernen im Christian von Tusch-Werk, Alter Grubenoffen (Photo: NHM Wien).



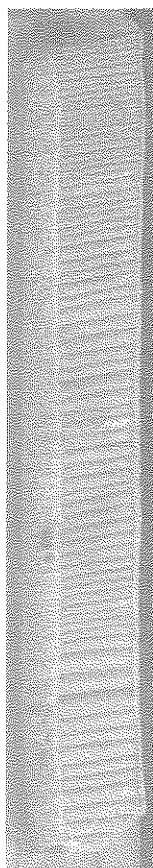


Abb. 2: Hallstatt: Bohrkern aus der Stiege (Photo: NHM Wien).

kurven fehlten. So war es trotz umfangreicher Beprobungen (189 Proben) und unter Einbeziehung der rund 70 Hölzer von Hollstein nur möglich, einige wenige Proben zu datieren. Es konnten jedoch 14 schwimmende Chronologien – das sind synchronisierte Einzelkurven, die nicht gegen eine Referenzchronologie absolut datiert werden können – aufgebaut werden<sup>11</sup>. Auf Grund von <sup>14</sup>C Datierungen konnte der Zeitraum dieser schwimmenden Chronologien aber eingengt werden. Ruoff und Sormaz versuchten vor allem, durch das Verknüpfen von Holzfinden aus Hallein und Hallstatt zu Datierungserfolgen zu kommen<sup>12</sup>. Doch wieder zeichnete sich das Fehlen einer passenden Referenzchronologie ab. In jüngster Zeit ist es allerdings gelungen, durch die Datierung zweier Grabkammern aus Hallein die Chronologien der Hallstätter Ostgruppe und von Hallein zu verknüpfen<sup>13</sup>.

## Die Dendrochronologie

Mit der Dendrochronologie ist uns ein Instrument in die Hand gegeben, prähistorische Funde jahrgenau zu datieren. So einfach das Prinzip zu verstehen ist, so schwierig ist die praktische Umsetzung. Ein lebender Baum bildet in unseren Breiten jährlich eine Zelhülle aus, die sich bildlich gesprochen jeweils aufs Neue über den gesamten Holzkörper des Baumes stülpt. Ein kalter Winter, ein regenreicher Sommer, beide beeinflussen in verschiedenster Weise das Leben eines Baumes und damit auch sein Wachstum. So wächst eine Tanne in einem warmen und regenreichen Sommer besser als in einem heißen und trockenen. Die Unterschiede lassen sich durch die Messung der Breiten der Baumringe feststellen (Abb. 2). Aus den Breiten der Jahrringe werden schließlich Reihen erstellt, so genannte Chronologien, mit denen dann die Baumringe der Fundstücke synchronisiert werden<sup>14</sup>.

Regionale Chronologien aus Jahrringbreiten (Standardchronologien) werden aus exakt datierten (synchronen) Jahrringreihen vieler Einzelbäume, aus Einzelproben historischer Bauten sowie aus Holzproben von archäologischen Grabungen erstellt. Die Synchronisation dieser Einzelkurven geschieht durch Vergleich der Jahrringverläufe, wobei bei ausreichender Anzahl an Proben der Aufbau immer weiter zurückreichender Jahrringreihen möglich ist. Die Datierung einer Holzprobe unbekanntes Alters erfolgt durch einen Vergleich mit der erstellten Standardchronologie, wobei zur Beurteilung der Datierung verschiedene statistische

Hilfswerkzeuge herangezogen werden. Statistische Parameter liefern Hinweise auf mögliche Synchronlagen und die Sicherheit einer Datierung wächst mit der zunehmenden Anzahl signifikanter Ergebnisse, bei gleichzeitiger visueller Überprüfung dieser Synchronlagen (siehe Abb. 3). Ist an den zu datierenden Holzproben noch Rinde („Waldkante“) zu sehen, kann auf das Jahr genau das Fällungsdatum des Baumes ermittelt werden.

### Referenzchronologien für den Fundort Hallstatt

Sowohl Hollstein als auch Ruoff und Sormaz<sup>15</sup> konnten wenige Hölzer aus Hallstatt mit der Tannenchronologie aus Villingen-Magdalenenberg<sup>16</sup> datieren. In der Version von 1999 reicht die Chronologie von 811 v. Chr. bis 593 v. Chr.<sup>17</sup> Das heißt, mit Hilfe der Tannenchronologie können keine bronzezeitlichen Hölzer datiert werden. Ruoff und Sormaz setzten vor allem Hoffnung in die Datierung von Mittelkurven durch die mitteleuropäische Eichenchronologie, mit Absicherung über wiggle-matching <sup>14</sup>C Daten. Leider waren diese Bemühungen nicht von Erfolg gekrönt.

Die zurzeit bestehenden Chronologien anderer Labors, die in die Bronzezeit zurückreichen, wurden entweder in geringerer Seehöhe z.B. mit Hölzern aus Seeufersiedlungen<sup>18</sup>, oder in sehr großer Seehöhe, an der Baumgrenze<sup>19</sup> erstellt. Deshalb musste für die Datierungen von Hölzern aus Hallstatt eine neue Chronologie erarbeitet werden. Das potentielle Einzugsgebiet für Rundholz im Salzbergtal in Hallstatt erstreckt sich von rund 900 m bis auf rund 1600 m Seehöhe. Dieser Höhengradient der forstlichen Wuchsgebiete stellt eines der größten Probleme der Datierungen in Hallstatt dar. Das Einzugsgebiet beginnt in der montanen Stufe mit Fichten-Tannen-Buchenwäldern und endet in der subalpinen Stufe mit Fichtenwäldern und geringen Anteilen von Lärche<sup>20</sup>.

Für den Aufbau durchgehender, bis in die Bronzezeit zurückreichender Chronologien ist es notwendig, auch subfossile Baumstämme zu beproben – historische und prähistorische Jahrringserien lassen sich nicht lückenlos aneinanderhängen. Der erste Schritt zum Aufbau einer Referenzchronologie war die Beprobung von im Wasser des Schwarzen Sees am Dachsteinplateau konservierter Baumstämme im Jahr 1999. Mit Unterstützung des österreichischen Bundesheeres war es möglich, 211 Bäume zu bergen (Abb. 4). 66 % der Bäume waren Fich-

## Aufbau einer Dendrochronologie



Abb. 3: Das Datierungsprinzip in der Jahrringforschung (nach...).

ten, 21 % waren Lärchen und 13 % Zirben. Da es nicht gelungen ist, die Zirben zu synchronisieren, wurden sie nicht weiter bearbeitet. Mit Hilfe der Lärchen und Fichtenproben konnte eine gemischte Chronologie durchgehend bis 1474 v. Chr. aufgebaut werden<sup>21</sup>. Diese Chronologie weist nach 70 AD eine recht gute Belegung mit Fichten und Lärchen auf. Vor 70 AD ist sie jedoch schwach und in erster Linie mit Lärchen belegt.

Hölzer der latenzeitlichen Siedlung auf der Dammwiese bei Hallstatt konnten bereits von Sormaz datiert werden (unveröffentlichte Ergebnisse). Da die Dammwiese, und somit auch die Herkunft der Hölzer auf größerer Seehöhe liegen, konnte sie auch auf der Schwarzer-See Chronologie eindeutig datiert werden. Erste einzelne Holzproben aus dem bronzezeitlichen Christian von Tusch-Werk, Alter Grubenoffen konnten jedoch nicht mit Sicherheit

eingesortiert werden. Um das Problem der schwachen Belegung in den frühen Bereichen der Schwarzer See Chronologie, und dies vor allem mit Lärche, zu beheben und somit die Datierungsmöglichkeiten für Hallstätter Hölzer zu erhöhen, wurden im Jahr 2004 Proben aus dem Karmooos geborgen. Das Karmooos ist ein oberhalb des Salzbbergtales in 1390 m Seehöhe gelegenes Hochmoor. Durch Sondierungen für Pollenprofile<sup>22</sup> war bekannt, dass hier mit vielen Holzfinden zu rechnen ist. Auf Grund der aktuellen Waldzusammensetzung ließ sich auf hohe Anteile von Fichtenholz schließen. Nach naturschutzrechtlicher Genehmigung<sup>23</sup> konnten acht Suchschnitte von 1 x 2 m Breite bis zur Lehmschicht hinab angelegt werden. Abb. 5 zeigt Beispiele der 313 Holzfragmente die geborgen werden konnten. Die Durchmesser der Holzstücke reichten von 5 cm bis 50 cm. Auf

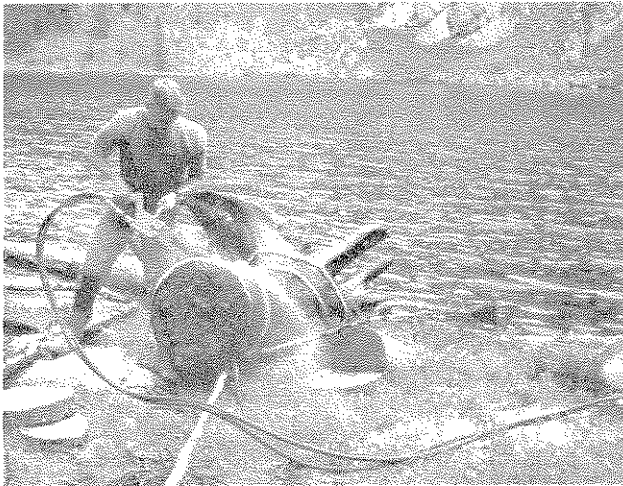


Abb. 4 (links): Probenahme am Schwarzen See (Photo: BOKU Wien).  
Abb. 5 (rechts): Subfossile Hölzer im Karmoos (Photo: BOKU Wien).



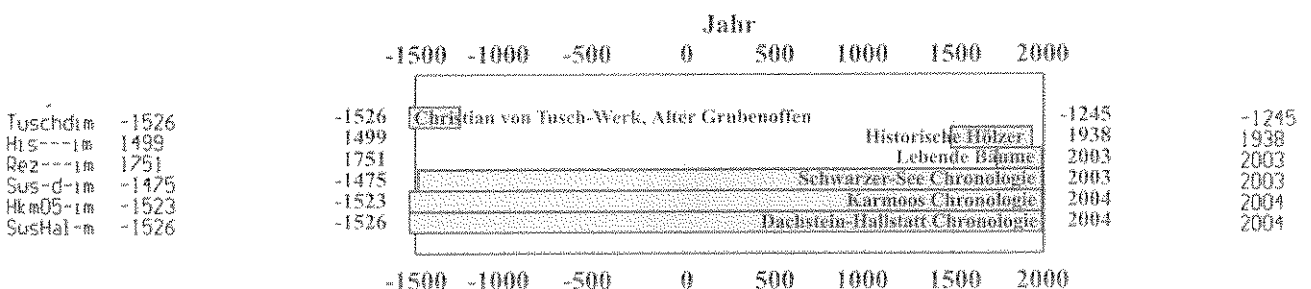
Grund des zum Teil hohen Abbaugrades der Hölzer, wurden diese in konzentrierter Steinsalzlösung für fünf Wochen eingelegt und erst anschließend vorsichtig getrocknet. Erste Konservierungsversuche von Nassholz in Sole wurden bereits 2001 durchgeführt. Es konnten mit dieser Methode der Konservierung sehr gute Ergebnisse erzielt werden. Keine einzige der Proben wurde durch den Trocknungsprozess zerstört. Es kam auch kaum zu Schwinderscheinungen bzw. Rissen. Danach wurden die Proben fein geschliffen und dendrochronologisch bearbeitet. Die Holzartenzusammensetzung wurde wie erwartet, von Fichte dominiert: 94 % Fichte, 3 % Tanne und 3 % Lärche. Die Zuwächse der Bäume im Großraum des Karmooses waren durch starke Zuwachsänderungen, wie sie zum Beispiel durch starke vorhandene Bestandsdynamik ausgelöst werden kann, gekennzeichnet. Diese für den Aufbau von Chronologien störenden Einflüsse mussten statistisch ausgeglichen werden, d.h. die Kurven wurden indiziert. Danach war es möglich, 302 Jahrringserien intern zu synchronisie-

ren und das Datum gegen die Schwarzer-See Chronologie abzusichern. Es konnte somit eine durchgehende Karmoos Chronologie aus Fichtenholz bis 1523 v. Chr. aufgebaut werden. Die zwei Chronologien sind weitestgehend synchronisierbar. Jedoch zeigte sich auf Grund der oben beschriebenen Störeinflüsse, dass die Karmoos Chronologie keine sehr gute Datierungsbasis für die prähistorischen und historischen Hölzer darstellt. Es wurden daher die Daten vom Schwarzer-See und Karmoos zusammengespielt und eine gemeinsame Chronologie errechnet – die Dachstein-Hallstatt Chronologie (Abb. 6).

#### Datierung historischer Objekte

Um die Anbindung der neuen Dachstein-Hallstatt Chronologie an die Gegenwart möglichst abzusichern, wurden auch zahlreiche historische Proben untersucht<sup>24</sup>. Dafür standen die noch vorhandenen Gebäude des Bergbaues und das Zimmerungsholz des Bergwerkes zur Verfügung. Letztere konnten großteils noch in situ beprobt werden, einige waren jedoch im Zuge von Instandhaltungsarbeiten ausgebaut worden. Insgesamt konnten 195 Proben aus dem Salzbergtal, und somit aus der unmittelbaren Umgebung der historischen und sicher auch der prähistorischen Mundlöcher untersucht werden. Sie sind mit Sicherheit auch hier gewachsen und

Abb. 6: Balkengrafik aller in Hallstatt und am Dachstein erstellter Chronologien. Das rechte Ende des Balkens zeigt den zuletzt zugewachsenen Jahrring (bzw. wenn vorhanden, die Waldkante). Die Länge des Balkens zeigt die Anzahl an Jahrringen.



geben Einblick in die historischen Wuchsbedingungen.

Der älteste historische Bauteil ist ein Einzelfund eines Soleleitungsrohres im Bereich der Solebecken beim Maria Theresia Stollen. Die Wand dieses Rohres wies 99 Jahrringe auf, der letzte vorhandene Jahrring ist 1604 AD gewachsen. Da keine Waldkante vorhanden ist, kann der genaue Zeitpunkt der Fällung nicht angegeben werden. Abb. 7 zeigt eine Balkengrafik mit allen beprobten historischen Objekten.

Aus dem Ablasskasten des Kälb-Werkes, wo 1734 der Mann im Salz entdeckt wurde, wurden drei Proben gebohrt. Die Fichtenhölzer wiesen keine Waldkante auf. Das Jahr des letzten vorhandenen Jahrringes ist 1686 AD.

Bei den archäologischen Arbeiten im Christian von Tusch-Werk, Alter Grubenoffen wurden auch Hölzer der Zimmerung des historischen Grubenoffens gefunden. Vier Hölzer (Fichte und Tanne) konnten datiert werden, wobei der letzte Jahrring auf 1738 fällt (ohne Waldkante).

Ein einzelnes Grubenholz – eine Fichte mit 98 Jahrringen – aus dem Hillibrandwerk konnte auf 1739 AD datiert werden. Drei Hölzer der Spurnagelbahn aus dem Edlersberg-Werk (Fichte und Tanne) wurden 1740 AD (mit Waldkante) gefällt. Im Mundlochgebäude des Hohen Wasserstollens wurden vier Bauhölzer aus Fichte beprobt, die 1742 AD als letzten Jahrring aufweisen. Viele Proben konnten vor der Abtragung der vier Solebecken vor dem Maria Theresia Stollen (Abb. 8) gewonnen werden, aber nur ein Holz des südlichsten Beckens wies eine Waldkante auf. Es wurde auf 1789 AD datiert. Von den sechs Proben aus dem Sinkwerk des Edlersberg-Werkes konnten drei auf 1782, 1788 und 1802 (mit Waldkante) datiert werden.

Von der verfallenen Dammstube (Dammwiese) konnten drei Fichten und Lärchen auf 1832 mit Waldkante datiert werden. Drei Soleleitungsrohre aus Fichtenholz – in der Nähe des Grüner-Werks (Kübeck Aufdeckungsschlag) gefunden – konnten auf 1847 datiert werden. Die Fichten und Tannen zur Herstellung der Bauhölzer für das Mundlochgebäude des Kaiser Maximilian Stollens wurden 1844 gefällt; wobei ein Bauteil 1867 ausgewechselt wurde. Verschiedene, aus dem Kaiserin Christina Stollen ausgebaute Grubenhölzer konnten datiert werden. Der letzte vorhandene Jahrring dieser Proben ist 1886.

Die Zimmerungen des Karaffa-Schurfes und die

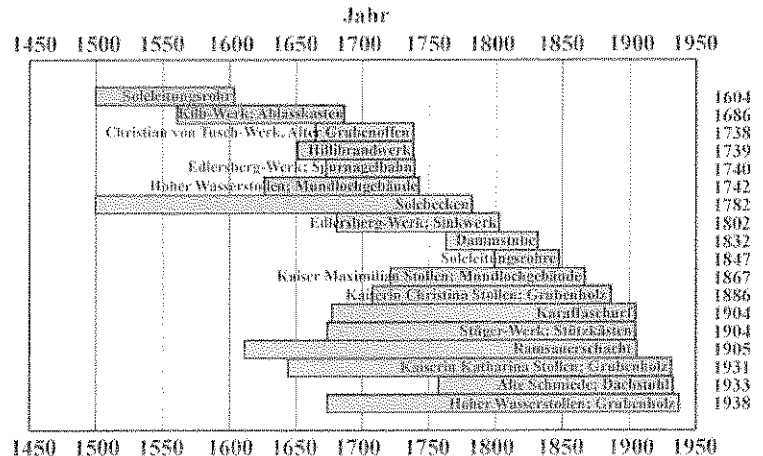


Abb. 7: Balkengrafik mit allen beprobten historischen Objekten

Stützkästen im Stüger-Werk wiesen 1904 als letzten Jahrring (Waldkante) auf. Die 29 beprobten Hölzer waren aus Fichten- und Tannenholz. Nur ein Jahr später, nämlich 1905, wurden die Bäume für die Zimmerungen im Zubau zum Ramsauer-Schacht im Josef Horizont gefällt. Auch hier zeigten die 32 Proben, dass Fichten- und Tannenholz verwendet wurde.

Grubenholz aus dem Kaiserin Katharina Stollen – weitestgehend Fichte – konnte datiert werden, wobei die Ergebnisse zwischen 1759 und 1931 variierten. Diese Hölzer wurden im bereits ausgebauten Zustand beprobt. Ähnliches gilt für Holz aus dem Hohen Wasserstollen. Hier wiesen vor allem Lärchen Enddaten zwischen 1802 und 1938 auf.

Die Beprobung des Dachstuhles der Alten Schmiede zeigte einerseits, dass Bauholz von älteren Gebäuden wieder verwendet wurde (letzter Jahrring 1883), und dass es Umbauten bzw. Erweiterungen 1920 und 1933 gab. Für die Errichtung des Dachstuhles wurde Fichten- und Tannenholz verwendet.

Abb. 8: Hallstatt: Historische Solebecken vor dem Maria Theresia Stollen (Photo: NHM Wien).



Abb. 9: Hallstatt: Christian Tusch-Werk: Ausschnitt der Firste der Grabungsstollen mit prähistorischen Grubenhölzern (Photo: NHM Wien).

#### Die Beprobung lebender Bäume

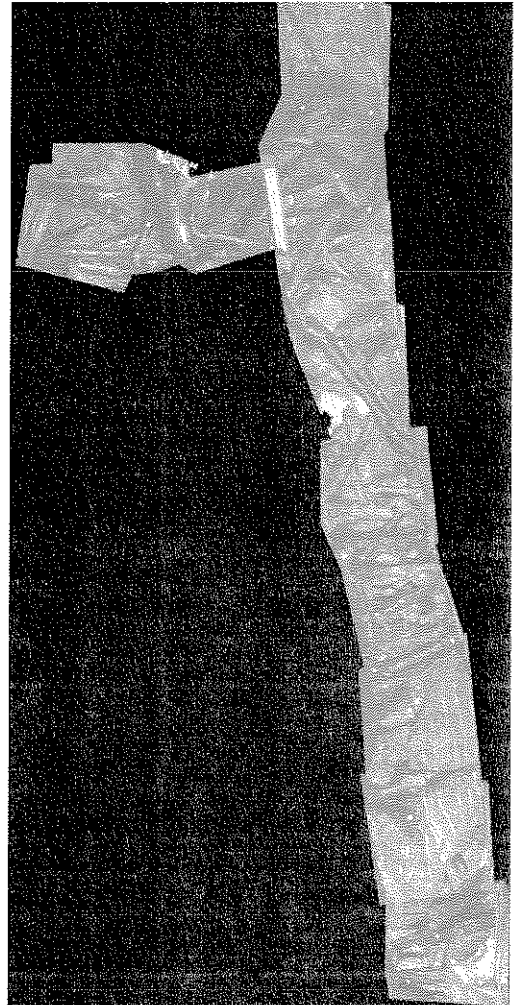
Wie die Wuchsbedingungen der Bäume – und damit ihrer Jahrringbreiten – auf verschiedenen Standorten variieren, wurde durch die Beprobung lebender Bäume überprüft. Um die Synchronität entlang des maximal möglichen Höhengradientens zu überprüfen, wurden Proben in verschiedenen Seehöhen genommen<sup>25</sup>. Am tiefsten Standort – nahe der Alten Schmiede auf rund 900 m Seehöhe – wurden Fichten und Tannen ausgewählt. Das maximale Alter der Tannen war 154 Jahre, das der Fichten 161. Unterhalb der Dammwiese wurden Fichten mit einem maximalen Alter von 140 Jahren beprobt. Am höchstgelegenen Standort (rund 1.450 m Seehöhe), nahe der Sattelalm wurden Proben von Fichten und Rotbuchen entnommen. Die Fichten wiesen ein maximales Alter von 251 Jahren, die Rotbuchen von 252 Jahren auf.

Das Zuwachsniveau der Bäume war auf den tieferen Standorten mit einer durchschnittlichen Jahrringbreite von 2,2 wesentlich höher als auf den höher gelegenen Standorten, wo sie im Mittel um 0,9 zugewachsen sind. Jedoch zeigte sich eine recht gute Synchronität über alle Standorte hinweg. Dies ist natürlich eine wichtige Grundlage zur Datierung der prähistorischen und historischen Hölzer, deren exakte Herkunft nicht bekannt ist.

#### Das Christian von Tusch-Werk, Alter Grubenoffen

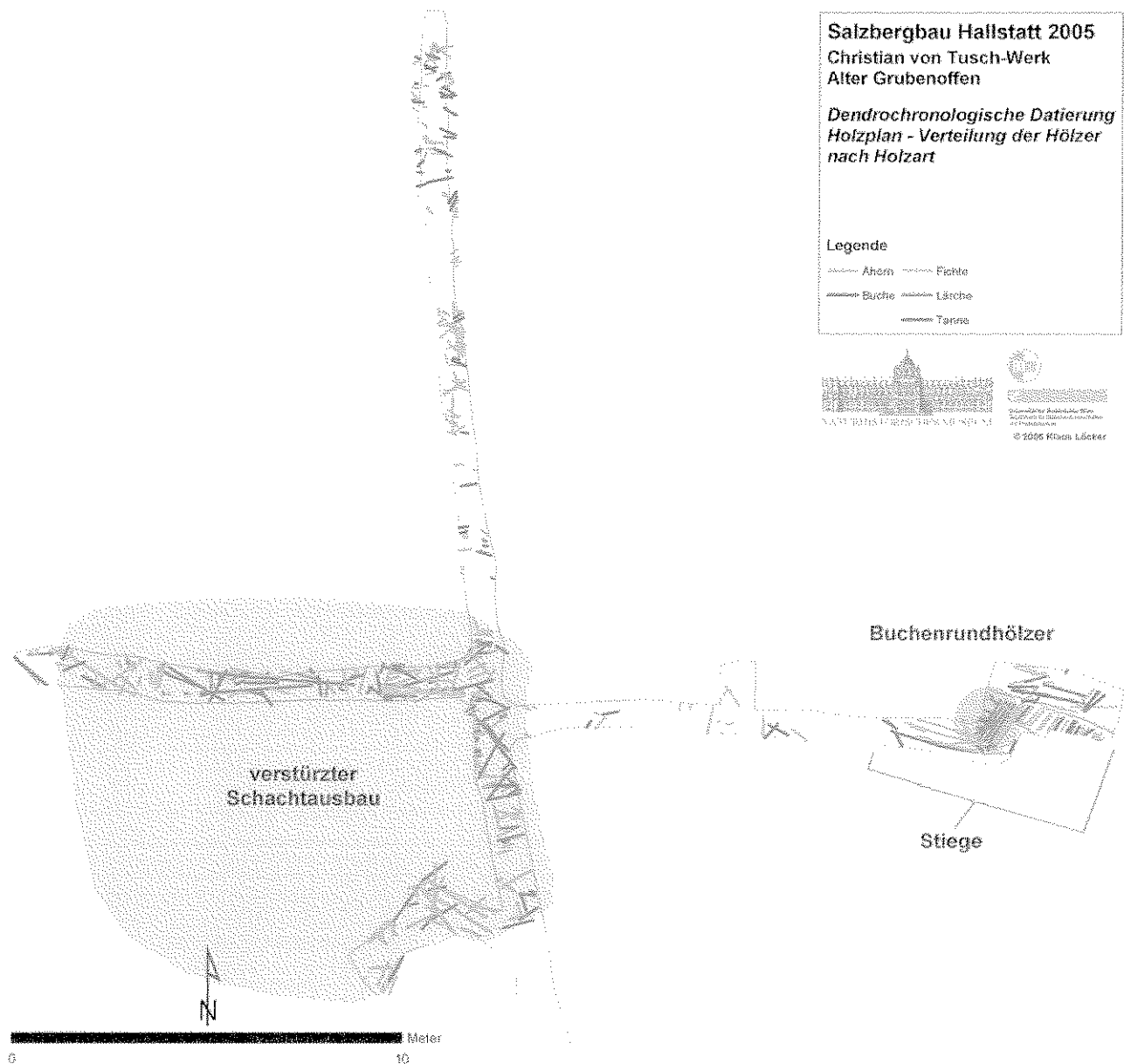
Da der archäologische Schwerpunkt seit mehreren Jahren in diesem Abbaubereich liegt und sehr viele Holzfundstücke vorhanden sind, wurde im Christian von Tusch-Werk, Alter Grubenoffen durch das Jahrringlabor der Universität für Bodenkultur Wien mit dendrochronologischen Beprobungen begonnen. Da es auch möglich war, Bohrkerne mit einem Trockenholzbohrer zu entnehmen, stand einer Beprobung aller vorhandenen Grubenhölzer nichts im Wege. (Abb. 9) Die Beprobung aller zugänglichen Hölzer dauerte bis ins Jahr 2005. 560 Proben wurden aus dem Christian von Tusch-Werk, Alter Grubenoffen entnommen. Von allen Hölzern wurde die Holzart, Anzahl an Jahrringen, Durchmesser und wenn möglich das Datum des zuletzt zugewachsenen Jahrringes bestimmt.

Die Holzartenverteilung der prähistorischen Grubenhölzer stellt sich wie folgt dar: 47 % Fichte, 43 % Tanne, 8 % Buche und jeweils 1 % Lärche und Ahorn (Abb. 10). Es konnten 128 Proben zu einer



282 Jahre langen, schwimmenden Chronologie synchronisiert werden (Abb. 11). Die absolute Datierung war auf Grund der hohen Funddichte im Christian von Tusch-Werk, Alter Grubenoffen an Hand der Schwarzer-See Chronologie und der Dachstein-Hallstatt Chronologie möglich.

Das Enddatum der Mittelkurve von 1245 v. Chr. war mit einer Gleichläufigkeit von 63 % und t-Werten nach Hollstein bzw. Bailie-Pilcher von 4,8 und 4,7 statistisch abgesichert. Vor allem durch den großen Überlappungsbereich von 232 Jahren ist die Gleichläufigkeit von 63 % als statistisch hochsignifikant (p,001) anzusehen<sup>26</sup>. Billamboz<sup>27</sup> führte drei Qualitätsklassen von Datierungen ein. In diesem Schema würde diese Datierung in der höchsten Klasse A angesiedelt werden. Das Schlagdatum des ältesten Holzes ist 1458 v. Chr.; das des jüngsten Holzes 1245 v. Chr. Obwohl wir gerade im Salzbergwerk, wo verbautes Holz so gut wie keinem Alterungsprozess unterworfen ist, natürlich mit der Weiterverwendung von Altholz rechnen müssen, ist damit eine Nutzungsdauer von 214 Jahren mehr als wahrscheinlich. An Hand der



Gruppierung von Enddaten desselben Jahres, lassen sich Phasen erhöhter bergmännischer Aktivitäten ablesen; so z.B. 1382, 1366, 1344 und 1343, 1277 und 1245 v. Chr.

Den „Holzhaufen“ im Westen des Grabungsareals sprechen wir ähnlich dem Befund aus dem Apoldwerk<sup>28</sup> als zusammengestürzten Schachtausbau an<sup>29</sup>.

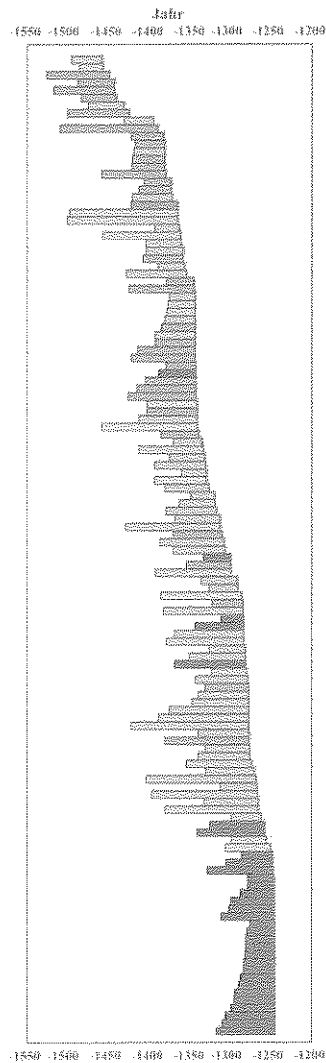
#### Die älteste Holzstiege der Welt

Seit kurzem hat auch die älteste Holzstiege der Welt ein exaktes Baudatum (Abb. 12). Die Fahrt<sup>30</sup> wurde 1344 und 1343 vor Christus erbaut. Neben der Stiege konnten über hundert weitere Grubenhölzer dendrochronologisch datiert werden. Damit

haben wir das erste Mal gesicherte Daten zu den Bau- und Ausbesserungsphasen im bronzezeitlichen Bergbau und auch zu dessen Nutzungsdauer. Eine der erwähnten Phasen mit einer höheren Anzahl von Proben, die gleich datiert werden konnten, nämlich 1344 und 1343 v. Chr., ist durch die Hölzer der ältesten Holzstiege der Welt gegeben. Die Stiege weist in der derzeit freigelegten Länge eine Schäftung auf. Die Hölzer der oberen Bauphase wurden 1344 v. Chr. gefällt, die der unteren 1343 v. Chr. Alle beprobten Hölzer der Stiege weisen eine Waldkante auf; d.h. die Jahreszahl des letzten Jahres gibt das Jahr der Fällung an. Die vielen im Heidengebirge gefundenen Hackscharten belegen, dass die Bauteile erst vor Ort endgültig angepasst wurden. Da mit Bronzebeilen aber nur

*Abb. 10: Hallstatt: Lage der beprobten Grubenhölzer im Christian von Tusch-Werk (Grafik: NHM Wien).*

Abb. 11: Hallstatt: Holzartenverteilung der datierten Hölzer aus dem Tusch-Werk (Farbcodes wie in Abb. 10) (Grafik: NHM Wien).



frisches, grünes Holz sinnvoll bearbeitet werden kann, gibt das Fälldatum auch das Baudatum an. Da alle beprobten und datierten Hölzer der einzelnen Bauphasen dasselbe Datum aufweisen, kann man davon ausgehen, dass die notwendigen Teile gleichzeitig angefertigt und verbaut wurden. Zur Herstellung der Wangen, Auftritte und Distanzbretter wurde Fichten- und Tannenholz verwendet. Eine seitliche Abspreizung ist aus Ahorn.

Direkt über der Stiege liegt Tagmaterial (Lehm, Humus, Kalksteine), das von der Oberfläche in den Berg eingedrungen ist und die Stiege und wahrscheinlich den Abbau an dieser Stelle verschüttet hat. Bei diesem Ereignis wurde auch ein „Haufen“ von armdicken Buchenrundhölzern, die in der Nähe der Stiege gelagert waren, verschoben und einige Meter transportiert. Die für grünes Holz charakteristischen Bruchbilder der Buchenstämme belegen, dass sie in frischem Zustand verschüttet wurden und die Brüche wahrscheinlich erst durch die-

Abb. 12: Hallstatt: Stiege aus dem Tusch-Werk mit darüber im Tagmaterial eingebetteten Buchenrundhölzern (rezent abgesägt) (Photo: NHM Wien).

ses Ereignis entstanden sind. Da es möglich war, auch diese Stämme zu datieren, nämlich (fast) alle auf 1245 v. Chr., glauben wir, dass die Nutzungszeit der Stiege genau festgestellt werden kann: von 1344 bis 1245.<sup>31</sup>

## Schlussfolgerungen und Ausblick

Durch den Aufbau der Dachstein-Hallstatt-Chronologie steht erstmalig eine durchgehende Nadelholzchronologie zurück bis in die Bronzezeit für den Mittelgebirgs- und Gebirgsraum der Ostalpen zur Verfügung. Die bronzezeitlichen Hölzer des Christian von Tusch-Werkes, Alter Grubenoffen konnten mit statistischer Sicherheit datiert werden – somit auch die älteste Holzstiege der Welt. Diese ersten sensationellen Erfolge in der Datierung haben aber leider noch lange nicht alle Fragen lösen können, die die Grabungen im Tusch-Werk bisher aufgeworfen haben. Der archäologische Befund spricht gegenwärtig dafür, dass sich im freigelegten Teil mindestens drei unterschiedliche Abbaubereiche oder Phasen schneiden. Die Hoffnung, dass durch die Dendrochronologie diese Bereiche zeitlich fixiert und unterschieden werden können, hat sich bisher nicht erfüllt. In allen Grabungsstollen streuen die Hölzer von 1460 v. Chr. bis 1245 v. Chr. und widersprechen damit eigentlich unserem Befund. Als Erklärung schlagen wir die Verwendung von Altholz vor.

In den nächsten Monaten sollen die durch Hollstein (1974) und Ruoff und Sormaz (1998 und





2000) bereits genommenen Proben aus allen Epochen in die Chronologie integriert und somit datiert werden. Ebenso sollen alle weiteren bereits geborgenen Hölzer des prähistorischen Salzbergbaus in Hallstatt – wenn sie ausreichend Jahrringe aufweisen – beprobt und dendrochronologisch datiert werden.

Es soll auch damit begonnen werden, Leuchtspäne zu datieren, wie es am Dürrnberg in Hallein schon gelungen ist. Da bei dieser Materialgruppe eine sekundäre Verwendung auszuschließen ist, zeigen diese Daten mit großer Wahrscheinlichkeit die Benutzungszeit an.

Durch die erfolgreiche Datierung in Hallstatt besteht nun endlich auch die Möglichkeit der dendrochronologischen Datierung anderer Mittelgebirgs- und Gebirgsfundstellen in den Ostalpen – zurück bis in die Bronzezeit.

#### Danksagung

Die dendrochronologischen Arbeiten waren möglich durch die finanzielle Unterstützung aus den Projekten FWF 9200-Geo, EU-Projekt "ALP-IMP" (EVK2-CT-2002-00148) bzw. durch die Hochschuljubiläumstiftung der Stadt Wien und der Kulturabteilung des Landes Oberösterreich. Unser Dank gilt auch der Österreichischen Bundesforste AG (Herr Förster Meier) und der Bezirkshauptmannschaft Gmunden (Herr Dipl. Ing. Pramberger) für die Genehmigungen der Beprobungen. Herzlichen Dank für die langjährige Unterstützung der Grabungstätigkeiten (sowohl in finanzieller als auch organisatorischer Hinsicht) wollen wir der Salinen Austria AG aussprechen. Die hier vorgestellten Ergebnisse wären nicht ohne den engagierten Einsatz aller Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen möglich gewesen.

#### Literatur

- F. E. **Barth** 1967: Prähistorische Knieholzschäftungen aus dem Salzberg zu Hallstatt, OÖ. Mitt. Anthropol. Ges. Wien 96/97, 1967, 254–272.
- F. E. **Barth** 1973: Versuch einer typologischen Gliederung der prähistorischen Funde aus dem Hallstätter Salzberg. Mitt. Anthropol. Ges. Wien 102, 1973, 26–30.
- F. E. **Barth** 1994: Ein Füllort des 12. Jahrhunderts v. Chr. im Hallstätter Salzberg. Mitt. Anthropol. Ges. Wien 123/124, Festschrift Kromer, 1994, 27–38.
- F. E. **Barth**, H. Felber und O. Schaubberger 1975: Radiokohlenstoffdatierung der prähistorischen Baue in den Salzbergwerken Hallstatt und Dürrnberg/Hallein. Mitt. Anthropol. Ges. Wien 105, 1975, 45–52.
- F. E. **Barth** und W. **Neubauer** 1991: Salzbergwerk Hallstatt. Appoldwerk, Grabung 1879/80. Hallstatt 1991.
- B. **Becker**, A. **Billamboz**, H. **Egger**, P. **Gassmann**, A. **Orcei**, C. **Orcei** und U. **Ruoff** 1985: Dendrochronologie in der Ur- und Frühgeschichte. Die absolute Datierung von Pfahlbausiedlungen nördlich der Alpen im Jahrringkalender Mitteleuropas. *Antiqua* 11, 1985, 1–68.
- A. **Billamboz** und M. **Neyses** 1999: Das Fürstengrab von Villingen-Magdalenenberg im Jahrringkalender der Hallstattzeit. Führer zu archäologischen Denkmälern in Baden-Württemberg 5. Der Magdalenenberg bei Villingen. Ein Fürstengrabhügel des 7. vorchristlichen Jahrhunderts. Stuttgart 1999, 91–109.
- A. **Billamboz** 2003: Dendroarchaeology from a palaeoecological perspective: The case of Bronze and Iron Age pile dwellings in Southwest Germany. In: G. **Schleser**, M. **Wimiger**, A. **Bräuning**, H. **Gärtner**, G. **Helle**, E. **Jansma**, B. **Neuwirth**, and K. **Treydte** (Hrsg.), *Tree Rings in Archaeology, Climatology and Ecology, Volume 1. Proceedings of the Dendrosymposium 2002*. Schriften des Forschungszentrum Jülich, Reihe Umwelt 33, 2003, 10–12.
- A. **Billamboz** 2005: Classes of dating. *Proceedings of the EuroDendro 2005*, September 29th – October 1st 2005. Viterbo, Italy, 2005, 12.
- U. **Büntgen**, J. **Esper**, M. **Schmidhalter**, D. **Frank**, K. **Treydte**, B. **Neuwirth** und M. **Wimiger** 2004: Using recent and historical larch wood to build a 1300-year Valais-chronology. In: E. **Jansma**, A. **Bräuning**, H. **Gärtner**, and G. **Schleser** (Hrsg.), *Tree Rings in Archaeology, Climatology and Ecology, Volume 2. Proceedings of the Dendrosymposium 2003*. Schriften des Forschungszentrum Jülich, Reihe Umwelt 44, 2004, 85–92.
- F. **Dellinger**, W. **Kutschera**, K. **Nicolussi**, P. **Schiessling**, P. **Steier** und E. M. **Wild** 2004: A C14 calibration with AMS from 3500 to 3000 BC, derived from a new high-elevation stone-pine tree-ring chronology. *Radiocarbon* 46/2, 2004, 969–978.
- D. **Eckstein** und J. **Bauch** 1969: Beitrag zu Rationalisierung eines dendrochronologischen Verfahrens und zu Analyse seiner Aussagesicherheit. *Forstwissenschaftliches Centralblatt* 88, 1969, 230–250.
- M. **Grabner** und W. **Gindl** 2000: Neue Jahrringchronologien vom Dachstein. Eine 1250-jährige Rekonstruktion der Sommertemperatur. *Mitteilungen der ANISA* 21, 2000, 20–30.
- M. **Grabner** und W. **Gindl** 2001: Reste behauener Hölzer in einem entlegenen See. Triton newslines 2. Österreichische Gesellschaft für Feuchtboden- und Unterwasserarchäologie 2001, 16–17.
- M. **Grabner**, R. **Wimmer**, W. **Gindl** und K. **Nicolussi** 2001: A 3474-year alpine tree-ring record from the Dachstein, Austria. In: *Proceedings of "Tree Rings and people"*, 22–26. September 2001, Davos, Switzerland, 2001, 252–253.
- E. **Hollstein** 1973: Jahrringkurven der Hallstattzeit. *Trierer Zeitschrift* 36, 1973, 37–55.
- E. **Hollstein** 1974: Jahrringkurven aus dem Prähistorischen Salzbergwerk in Hallstatt. *Arch. Korbl.* 4, 1974, 49–51.
- E. **Hollstein** 1980: Mitteleuropäische Eichenchronologie. *Trierer Grabungen und Forschungen* 11, 1980, S. ####.
- W. **Kilian**, F. **Müller** und F. **Starlinger** 1994: Die forstlichen Wuchsgebiete Österreichs. Eine Naturraumgliederung nach walddökologischen Gesichtspunkten. *Forstliche Bundesversuchsanstalt Wien, FBVA Berichte* 82, 1994, 79 ff.
- A. **Mäder** und T. **Sormaz** 2000: Die Dendrodaten der beginnenden Spätbronzezeit (Bz D) von Elgg ZH-Breitli. *Jahrbuch der Schweizerischen Gesellschaft für Ur- und Frühgeschichte* 83, 2000, 65–78.
- V. **Milojevic** 1978: Besprechung von M. **Gimbutas** (Hrsg.), *Neolithic Macedonia. Monumenta Archaeologica* 1. *Germania* 56/2, 1978, 548–559.
- F. **Morton** 1953: Hallstatt und die Hallstattzeit. *Viertausend Jahre Salzkultur*. Hallstatt 1953.
- K. **Nicolussi** und G. **Lumassegger** 1998: Tree-ring growth of *Pinus cembra* at the timberline in the central Eastern Alps: preliminary results. *Institut für Hochgebirgsforschung, Jahresbericht* 1997, 1998, 48–53.
- P. **Reinecke** 1934: Der Bronzedepotfund von Hallstatt in Oberösterreich. *Wiener Prähist. Zeitschr.* 21, 1934, 1–11.
- J. **Reschreiter** und F. E. **Barth** 2005: Neufund einer bronzezeitlichen Holzstiege im Salzbergwerk Hallstatt. *Arch. Österreichs* 16/1, 2005, 27–32.

U. Ruoff und T. Sormaz 1998: Dendrochronologische Untersuchungen von Proben aus den keltischen Salzbergwerken vom Dürrnberg bei Hallein und von Hallstatt. Arch. Korbl. 28, 1998, 75–76.

U. Ruoff und T. Sormaz 2000: Eisenzeitliche Dendrodaten aus dem Salzbergwerk Hallstatt (Ostgruppe). Arch. Korbl. 30, 2000, 403–408.

O. Schaubberger 1960: Ein Rekonstruktionsversuch der prähistorischen Grubenbaue im Hallstätter Salzberg. Prähistorische Forschungen 5, 1960.

M. Seifert und M. Schmidhalter 2005: Dendrochronologie in Gletschern, Mooren und Moränen. Ein alpiner Jahringkalender für Archäologie und Klimaforschung. Archäologie der Schweiz 28, 2005, 24–31.

T. Sormaz und T. Stöllner 2005: Zwei hallstattzeitliche Grabkammern vom Dürrnberg bei Hallein – Neue dendrochronologische Ergebnisse zum Übergang von der Hallstatt- zur Frühlatènezeit. Arch. Korbl. 35, 2005, 361–376.

P. Stadler 1999: Aktueller Stand der verschiedenen Gruppen des urgeschichtlichen Bergbaus und eines Blockbaus in Hallstatt aufgrund von <sup>14</sup>C-Daten. Ann. Naturhist. Mus. Wien 101 A, 1999, 69–80.

R. Wimmer und M. Grabner 1998: Standardchronologien in Österreich für die dendrochronologische Datierung. Arch. Österreichs 9/2, 1998, #####.

### Anmerkungen

- 1) Schaubberger 1960.
- 2) Barth 1967.
- 3) Barth 1973.
- 4) Barth, Felber und Schaubberger 1975, Fußnote 1.
- 5) Hollstein 1974.
- 6) Hollstein 1973.
- 7) Barth, Felber und Schaubberger 1975.
- 8) Vgl. z. B. Milejčić 1978.
- 9) Hollstein 1980.
- 10) Stadler 1999.
- 11) Ruoff und Sormaz 1998.

- 12) Ruoff und Sormaz 1998. – Eine gemeinsame Publikation aller verfügbaren Daten aus Hallstatt, Hallein und Mitterberg durch das Dendrolabor Zürich und die Universität für Bodenkultur Wien ist in Vorbereitung.
- 13) Sormaz und Stöllner 2005.
- 14) Wimmer und Grabner 1998.
- 15) Hollstein 1974 und 1980. – Ruoff und Sormaz 1998 und 2000.
- 16) Hollstein 1973. – Billamboz und Neyses 1999.
- 17) Billamboz und Neyses 1999.
- 18) Z.B. Becker et al. 1985. – Mäder und Sormaz 2000. – Billamboz 2003.
- 19) Z.B. Nicolussi und Lumssegger 1998. – Büntgen et al. 2004. – Dellinger et al. 2004. – Seifert und Schmidhalter 2005.
- 20) Killian et al. 1994.
- 21) Grabner und Gindl 2000. – Grabner et al. 2001. – Grabner und Gindl 2001.
- 22) Die Pollenprofile werden gegenwärtig von Prof. Oeggi (Universität Innsbruck) im Rahmen eines FWF Projektes ausgewertet.
- 23) An dieser Stelle sei Herrn Dipl.Ing. Pramberger von der BH Gmunden für die Naturschutzrechtliche Genehmigung gedankt.
- 24) Herzlichen Dank an den Bergbau der Salinen Austria AG, im Besonderen Herrn Johann Unterberger, der die Beprobung ermöglicht und großzügig unterstützt hat.
- 25) Herzlichen Dank an Förster Meier (ÖBF) aus Hallstatt für Fahrgenehmigungen, Unterstützung bei Probenahmen und seine ständige Diskussionsbereitschaft.
- 26) Eckstein und Bauch 1969.
- 27) Billamboz 2005.
- 28) Barth und Neubauer 1991 mit älterer Literatur.
- 29) Barth 1994.
- 30) Reschreiter und Barth 2005.
- 31) Da zwischen der Benutzungsschicht auf der Stiege und dem eingedrungenen Tagmaterial kein Verbrauchsmaterial erkennbar ist, muss die Stiege bis, oder bis wenige Jahre vor dem Tagmaterialeinbruch in Benutzung gewesen und gesäubert worden sein. Bereits die ersten <sup>14</sup>C Datierungen legten die Vermutung nahe, dass mit sehr langen Nutzungszeiten der Baue zu rechnen ist. – Barth, Felber und Schaubberger 1975, 47.