

Standardchronologien in Österreich als Basis für die dendrochronologische Datierung

Rupert Wimmer und Michael Grabner

Seit einigen Jahren sind in Österreich mehrere dendrochronologische Labors mit unterschiedlicher geographischer und inhaltlicher Schwerpunktsetzung tätig¹.

An der Universität für Bodenkultur Wien beschäftigen sich seit dem Jahre 1994 die Mitarbeiter² der Arbeitsgruppe "Holzbiologie und Jahrringforschung" am Institut für Botanik mit der Analyse von Jahresringen, wobei der Aufbau von Dendrochronologien im Vordergrund steht, die unter Berücksichtigung klimatischer und standörtlicher Gegebenheiten für bestimmte Gebiete in Österreich Gültigkeit haben.

Dieser Bericht gibt Rechenschaft über die bisher geleistete Arbeit, wobei auf die derzeit schon bestehenden Möglichkeiten der historischen Datierung hingewiesen werden soll.

Erstellung regionaler Standardchronologien

Die Waldlandschaften Österreichs lassen sich nach geographischen, ökologischen bzw. klimatologischen Kriterien in verschiedene Gebiete gliedern, in denen sich für diese Gebiete typische Waldstandorte und Waldgesellschaften ausgebildet haben³. Die Abgrenzung solcher – meist als Wuchsgebiete bezeichneter – Naturräume ist nicht nur für die forstwirtschaftliche Praxis von Bedeutung, auch bei der Erstellung von regionalen Jahrringchronologien ist eine solche Gliederung wertvoll.

Österreich läßt sich demnach in neun Hauptwuchsgebiete einteilen, wobei

diese Großlandschaften klimatologisch und geomorphologisch einheitlich sind. Die meisten Wuchsgebiete umfassen auch eine vertikale Zonierung in mehrere Höhenstufen – von Tief- über Mittel- zu Hochlagen – und sind durch charakteristische Waldgesellschaften gekennzeichnet. Regionale Jahrringchronologien richten sich bei vergleichbaren Höhenlagen grob nach dieser Wuchsraumgliederung, wobei je nach Klimaempfindlichkeit der Holzart die Reichweite einer Chronologie enger oder weiter gefaßt werden kann.

Regionale Dendrochronologien (bzw. Standardchronologien) werden aus exakt datierten (synchronen) Jahrringreihen vieler Einzelbäume, aus Einzelproben historischer Bauten sowie aus Holzproben von archäologischen Grabungen erstellt (Abb. 1).

Die Synchronisation dieser Einzelkurven geschieht durch Vergleich der Jahrringverläufe, wobei bei ausreichender Anzahl an Proben der Aufbau einer immer weiter zurückliegenden Jahrringreihe möglich ist (sogenanntes "Crossdating").

Die Datierung einer Holzprobe unbekanntes Alters erfolgt durch Vergleich mit der erstellten Standardchronologie (Abb. 2).

Zur Beurteilung einer Datierung gemessener Kurven werden verschiedene statistische Indikatoren herangezogen.

Ein statistisch verteilungsfreier Hilfswert für die Abschätzung von Synchronlagen ist das sog. Gleichläufigkeitsprozent nach B. Huber⁴. Ist die Ringbreite eines Jahres größer als die des Vorjahres, so weist die Jahrringkurve im entsprechenden Kurvenintervall einen positiven Ausschlag auf. In den selteneren Fällen bleibt die Ringbreite in aufeinanderfolgenden Jahren unverändert.

Die Gleichläufigkeiten zweier Kurven werden verglichen und die Übereinstimmungen ausgezählt, wobei bei vollständiger Übereinstimmung ein Gleichläufigkeitsprozent von 100 vorliegt, ein Optimalwert von nur theoretischer Bedeutung. Die Signifikanz des Gleichläufigkeitsprozentes ist abhängig von der Anzahl überlappender Jahres-

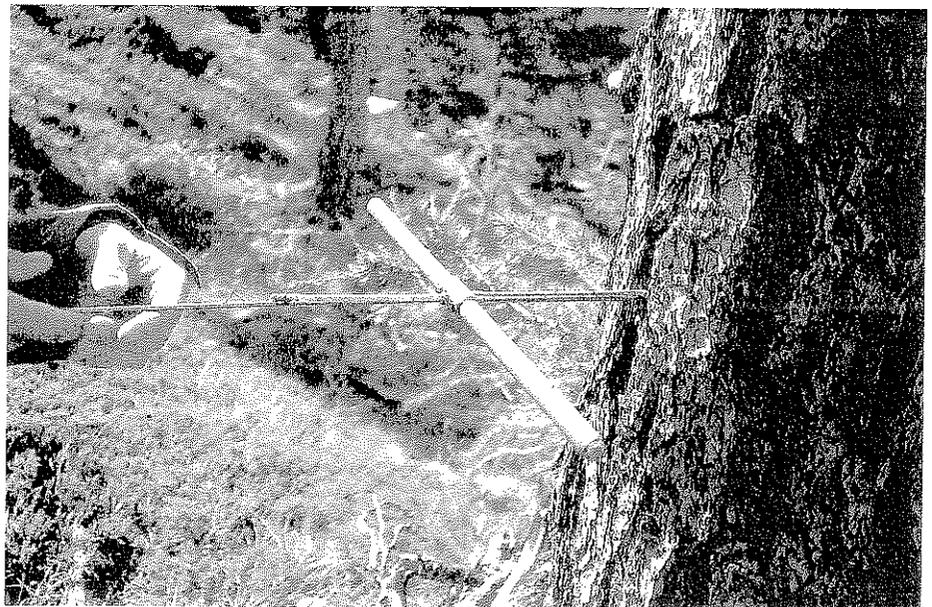
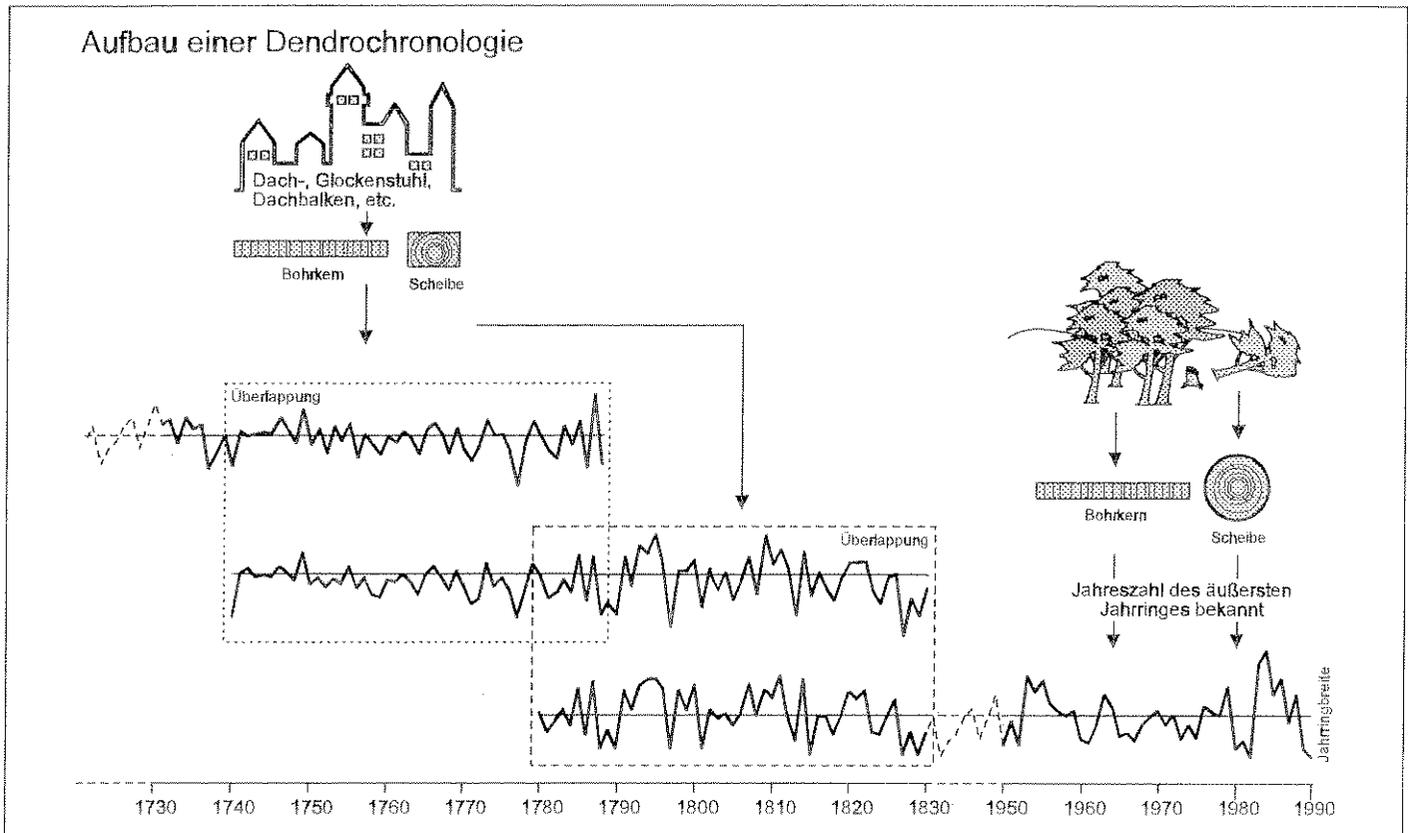


Abb. 1: Entnahme eines Bohrkernes aus einem lebenden Baum (Photo: Inst. f. Botanik, BOKU Wien).

DENDROCHRONOLOGIE - HEUTE



ringe. Weitere statistische Parameter, wie verschiedene modifizierte t-Werte⁵ bzw. Korrelationskoeffizienten, werden zusätzlich zum Gleichläufigkeitsprozent berechnet.

Signifikante statistische Parameter liefern Hinweise auf mögliche Synchronlagen und die Sicherheit einer Datierung wächst mit steigender Anzahl signifikanter Ergebnisse bei gleichzeitiger visueller Überprüfung dieser Ergebnisse am Leuchttisch.

Bei der klimatologischen Auswertung von Jahrringreihen kommt zusätzlich noch eine Reihe von Methoden aus der Zeitreihenstatistik bzw. aus der multivariaten Statistik zur Anwendung, auf die aber hier nicht näher eingegangen wird.

Standardchronologien verschiedener Holzarten

Standardchronologie der Holzart Eiche

Der engere Gültigkeitsbereich dieser Chronologie ist das Gebiet um Wien, vom Horner Becken bis zum Tuliner

Becken im Westen, Marchfeld, Wiener Becken bis zur kleinen ungarischen Tiefebene im Süden. Dieses Gebiet beschreibt das Pannonische Tief- und Hügelland, klimatisch pannonisch-subkontinental, trocken-warm mit mäßig kalten, schneearmen Wintermonaten. Sommerliche Trockenperioden sind häufiger als in den anderen Wuchsgebieten. Aus den wärmeliebenden Eichen-Hainbuchenwäldern wurde hier immer wieder Holz für Dachkonstruktionen geschlägert (vor allem Glockenstühle), allerdings nicht in hohem Ausmaß.

In einer Diplomarbeit⁶ konnte als erster Schritt eine 534-Jahr lange Eichenchronologie aufgebaut werden, wobei neben rezenten Eichen aus dem Wienerwald vor allem die Glockenstühle der Stiftskirche Klosterneuburg, der Wiener Karlskirche sowie der Wehrturm von Perchtoldsdorf Eingang fanden. Die Standardkurve für die Holzart Eiche wurde kontinuierlich verbessert bzw. erweitert und reicht heute bis 1189 zurück (Abb. 3). Im Schnitt ist jedes Jahr mit 30 Meßwerten belegt und die Chronolo-

Abb. 2: Das Datierungsprinzip in der Jahrringforschung.

gie dürfte im gesamten Hauptwuchsbezirk "Sommerwarmer Osten", also bis ins obersteirisch-südburgenländische Hügelland, Gültigkeit haben. Vergleiche mit Eichenstandardkurven aus Süddeutschland sowie aus Südmähren zeigen, daß keine durchgehend gute Übereinstimmung vorliegt⁷. Für die sichere Datierung von Eichenholz in Ostösterreich ist deshalb die Verwendung der lokal erstellten Eichenchronologie eine Voraussetzung.

Standardchronologie der Holzart Schwarzkiefer

Auf den natürlichen Wald-Grenzstandorten des Pannonischen Tief- und Hügellandes bis zu sonnigen Dolomitsteilhängen (bis mittelmontan) im niederösterreichischen Alpenostrand kommt die Schwarzkiefer sowohl natürlich, als auch als Aufforstung vor. Durch den Grenzcharakter dieser

DENDROCHRONOLOGIE - HEUTE

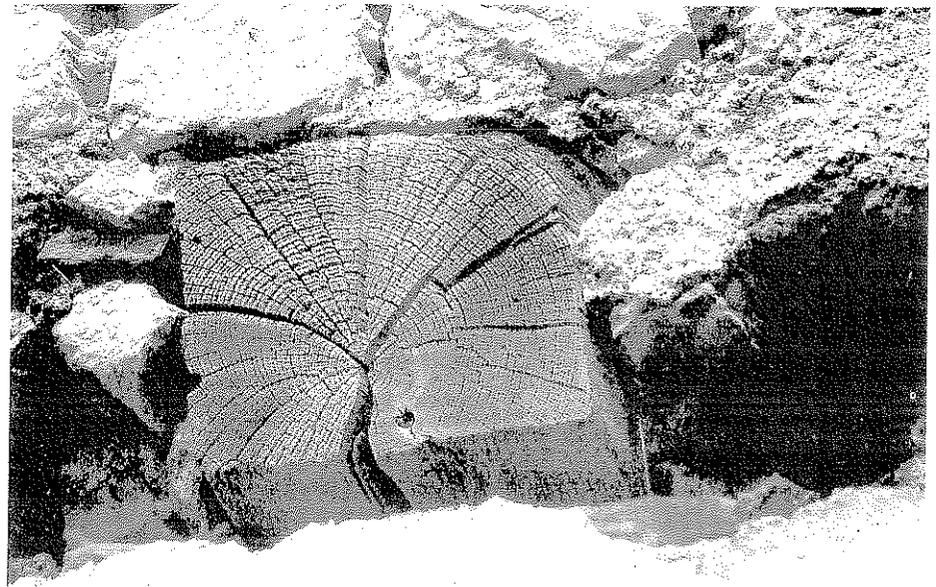
Abb. 3: Eichenprobe im Mauerwerk der Burg Emmerberg bei Winzendorf, NÖ. (Photo: Inst. f. Botanik, BOKU Wien).

Standorte mit großen Trockenphasen im Sommer wird das Wachstum dieser Bäume hauptsächlich vom Sommer-niederschlag bestimmt. Die Schwarzkiefer ist deshalb dendroklimatologisch besonders interessant und wird seit einigen Jahren auch intensiv untersucht⁸. Zusätzlich zur Niederschlagsempfindlichkeit erreicht diese Holzart ein sehr hohes natürliches Alter (maximal 800 Jahre, Abb. 4).

In den Jahren 1996 und 1997 wurden über das gesamte Verbreitungsgebiet der Schwarzkiefer 30 Standorte aufgesucht und insgesamt von 350 Bäumen Proben gezogen. Die Mittelkurve dieser Holzart geht bis 1320 zurück, und bis ins Jahr 1600 zurück konnte eine gut abgesicherte Rekonstruktion der Sommerniederschläge ermittelt werden. Somit steht für Ostösterreich erstmals eine jahrgenaue Niederschlagskurve für die letzten 400 Jahre zur Verfügung. Die Gleichläufigkeit der Schwarzkiefer ist hoch und mit der Standardkurve konnte bereits mit Erfolg historisches Kiefernholz (vor allem Rotkiefer) datiert werden.

Standardchronologien der Holzart Tanne

Bei der Suche nach Eichenholz im Raum um Wien stellte sich immer wieder heraus, daß der Großteil der vorgefundenen historischen Konstruktionshölzer aus Tannenholz gefertigt sind. Diese Tatsache wird belegt durch Pollenanalysen aus dem Wienerwald, welche zeigen, daß etwa um das Jahr 1000 ein noch annähernd geschlossener Tannen-Buchen-Wald vorlag. Im Spätmittelalter (bis 1500) ging zwar die Walddichte bereits zurück, die Baumartenmischung im Tannen-Bu-



chen-Wald war aber nur geringfügig verändert. Durch den steigenden Einfluß des Menschen ging der Tannenanteil erst Mitte des 18. Jahrhunderts von 50-60 % auf circa 30 % um 1900 zurück. Heute, hundert Jahre später, ist die Tanne mit nur mehr wenigen Prozentpunkten fast verschwunden⁹. Die Notwendigkeit des Aufbaus einer Tannen-Standardkurve für Ostösterreich drängte sich erstmals bei der Bearbeitung von Fundhölzern aus der Grabung "Kleinmariazell" auf¹⁰. Diese im Februar 1995 begonnene Grabung des Bundesdenkmalamtes, Abteilung für Bodendenkmale, brachte nämlich

in fast allen Grabungsflächen Bestattungen zu Tage, wobei etliche Holzsärge noch Holzteile in annehmbarem Zustand zeigten, 70 % davon aus Tannenholz.

Es wurde deshalb mit dem Aufbau einer Regionalchronologie für Tanne begonnen und eine systematische Beprobung historischer Gebäude in der Region¹¹ erbrachte innerhalb eines Jahres eine Standardkurve, die bis ins 14. Jahrhundert zurückreichte. Erst die Bearbeitung verkohlten Tannenholzes, geborgen aus einer Grabung in der alten Universität Wien, erbrachte ein wichtiges Verbindungsstück zu

Abb. 4: 800-jährige Schwarzkiefer in Waldegg/Piestingtal, NÖ. (Photo: Inst. f. Botanik, BOKU Wien).



DENDROCHRONOLOGIE - HEUTE

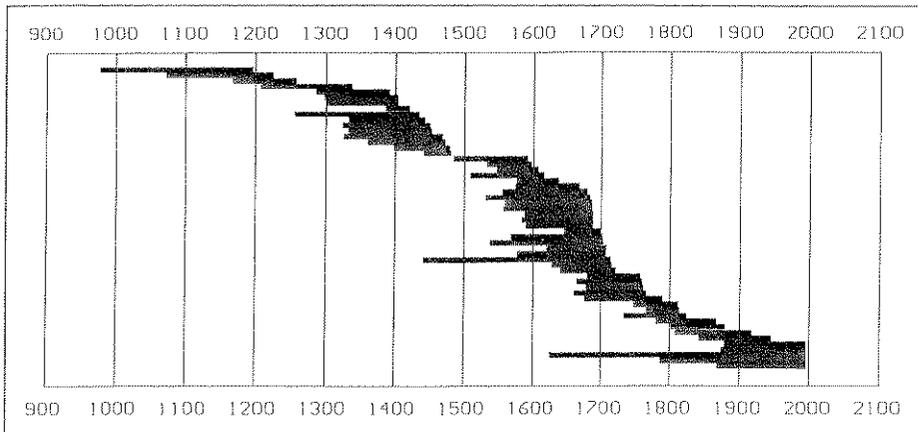


Abb. 5: Ostösterreichische Tannenchronologie 977-1997; insgesamt fanden 58 rezente Tannen und 371 historische Holzproben Eingang in diese Chronologie.

den noch älteren Bestattungshölzern aus Kleinmariazell. Es konnten von den 49 untersuchten Bestattungen insgesamt 40 absolut datiert werden, wobei sich auch zwei Bestattungsphasen herauskristallisierten¹². Derzeit hat die Standardchronologie Tanne für Ostösterreich eine Länge von 1.021 Jahren, von 977 bis 1997, über 400 Einzelobjekte wurden bisher in diese Chronologie aufgenommen (Abb. 5).

Das Tannenholz dieser Chronologie stammt vorwiegend aus Tief- und Mittellagen des randalpinen Fichten-Tannen-(Buchen)-Waldgebietes, woraus sich auch die Reichweite entlang des Alpenhauptkammes bis nach Steyr, Reichraminger Hintergebirge, bis zum nördlichen Alpenvorland erklärt. Gegen Norden ins Mühl- und Weinviertel nimmt die Repräsentanz ab und wird

von der südmährischen Tannenchronologie abgelöst¹³.

Eine zweite regionale Chronologie der Holzart Tanne wurde in Oberösterreich im Gebiet des Nationalparks Kalkalpen (Reichraminger Hintergebirge, Sengsengebirge) erstellt. Proben von rezenten Tannen in Waldstandorten sowie historischen Objekten (Almhütten, Holztriftbauten, Klausen, Abb. 6 und 7) erbrachten eine gut abgesicherte 569-Jahr lange Dendrochronologie (1429-1997)¹⁴.

Somit stehen für dendrochronologische Datierungen von Tannenholz für die Gebiete der nördlichen Randalpen und dem Alpenvorland bis zum pannonischen Tief- und Hügelland sowie weiter südlich auch für das subillyrische Hügel- und Terrassenland repräsentative Regionalchronologien bis mindestens ins das 14. Jahrhundert

zur Verfügung. Für den Osten Österreichs ist durch die Funde aus Kleinmariazell die Chronologie bis in das 10. Jahrhundert zurück sehr gut belegt. Durch die hohe Fernkorrelation der Tanne, auf die schon H. Müller-Stoll¹⁵ hingewiesen hat, geht die Anwendbarkeit der erstellten Tannenstandardkurven über die engeren Wuchsbezirke hinaus¹⁶.

Standardchronologie für die Holzarten Lärche und Zirbe

Der hochalpine Lärchen-Zirbenwald ist eine charakteristische Waldgesellschaft des subalpinen Nadelwaldes im Innen- und Zwischenalpin, mit Schwerpunkt vom Engadin, Hohe bis Niedere Tauern. Mitarbeiter der Arbeitsgruppe "Holzbiologie und Jahrringforschung" haben 1998 im Dachsteingebiet mehrere Standorte auf etwa 1.600 m Seehöhe beprobt und für Lärche eine durchgehende Chronologie bis 963 erstellt.

Durch die gute Belegung dieser Kurve und ihrer festgestellten Temperaturempfindlichkeit konnte eine Rekonstruktion der Sommertemperatur für 800 Jahre erstellt werden (Abb. 8). Diese Abbildung zeigt deutlich die Hauptperiode der "Kleinen Eiszeit" (1550-1830) sowie um 1820 herum eine extrem kalte Periode mit großen alpinen Gletscherschüben. Das berühmte "Jahr ohne Sommer", 1815, fällt ebenfalls in diese Kälteperiode¹⁷. Die Standardkurve Lärche vom Dachstein zeigt gute Übereinstimmung mit benachbarten Standardkurven aus Norditalien sowie aus dem Reichra-



Abb. 6: Probennahme mit Motorsäge bei der Haselbachklause im Nationalpark Kalkalpen, OÖ. (Photo: Inst. f. Botanik, BOKU Wien).

DENDROCHRONOLOGIE - HEUTE

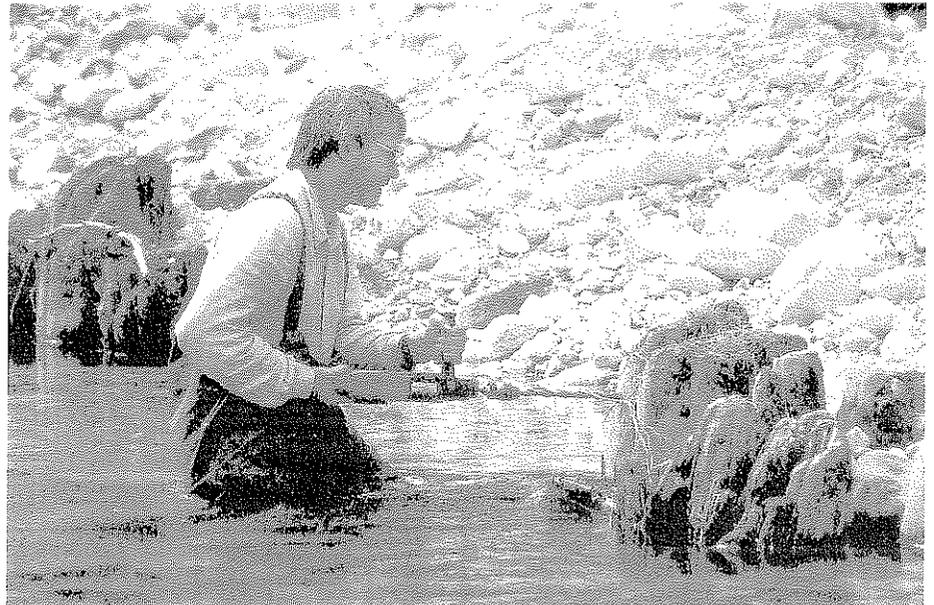
Abb. 7: Bohrprobennahme beim Dirnbacher-Rechen im Reichramingbach, Nationalpark Kalkalpen, OÖ. (Photo: Inst. f. Botanik, BOKU Wien).

minger Hintergebirge. Auch für die Holzart Zirbe konnten am Dachsteinplateau bis 1265 zurück und im Gesäuse bis in das Jahr 1700 zurück je eine durchgehende Chronologie erstellt werden. Die Klimasensitivität dieser Chronologien wird derzeit untersucht, scheint aber geringer zu sein als jene der Lärche.

Da raschwüchsigerer Tieflagenlärchen nur geringe Klimasensitivität aufweisen, sind historische Holzfunde aus Lärche am Alpenostrand (Wiener Becken) oft nur schwer bis kaum datierbar. Bei den vielen historischen Probennahmen konnte zwar in diesem Gebiet immer wieder Lärchenholz gefunden und datiert werden, die derzeit bestehende Chronologie deckt aber lediglich den Zeitraum zwischen 1508 bis 1720 ab.

Standardchronologien für die Holzart Fichte

Es ist bekannt, daß bei der Fichte vom 14. bis 17. Jahrhundert eine Arealausweitung in tiefere Alpenrandlagen stattfand¹⁸. Im Osten Österreichs, speziell im Wienerwald, wurden lediglich sporadische Vorkommen der Fichte als autochthone Baumart angenommen, die spätere Zunahme dieser Holzart ist anthropogen bedingt¹⁹. Für Ostösterreich konnte sozusagen als Nebenprodukt beim Aufbau der Tannenkurve eine lokale Fichtenchronologie erstellt werden, die derzeit den Zeitraum zwischen 1320 bis 1886 überspannt. Chronologien für klimatologische Auswertungen wurden von unserer Arbeitsgruppe in verschiedenen Gebieten Österreichs erstellt. Im Gebiet des Reichraminger Hintergebirges entstanden mehrere Lokalchronologien, die bei guter Belegung bis 1421 zurückreichen. Im Gesäuse konnten 1998 mehreren Standorte aufgesucht und beprobt werden und die derzeit vorhandene Mittelkurve



reicht bis 1580 zurück. Vom Dachsteingebiet steht inzwischen ebenfalls eine 418-Jahr lange Chronologie zur Verfügung.

Das Datieren mit regionalen Fichtenchronologien hängt neben der Qualität des Kurvenverlaufes stark vom Klima bzw. von den lokalen Standortverhältnissen ab. Ein Vergleich zwischen Tanne und Fichte zeigt rasch die Über-

legenheit der Tannenserien hinsichtlich der überregional ausgeprägten Gleichläufigkeit.

Allgemein kann aber festgehalten werden, daß in der kollinen und submontanen Stufe bis maximal 700 m die Fichten gut mit den Tannen korrelieren, da hier vielfach meist die Sommertrockenheit zum begrenzenden Wachstumsfaktor für beide Holzarten

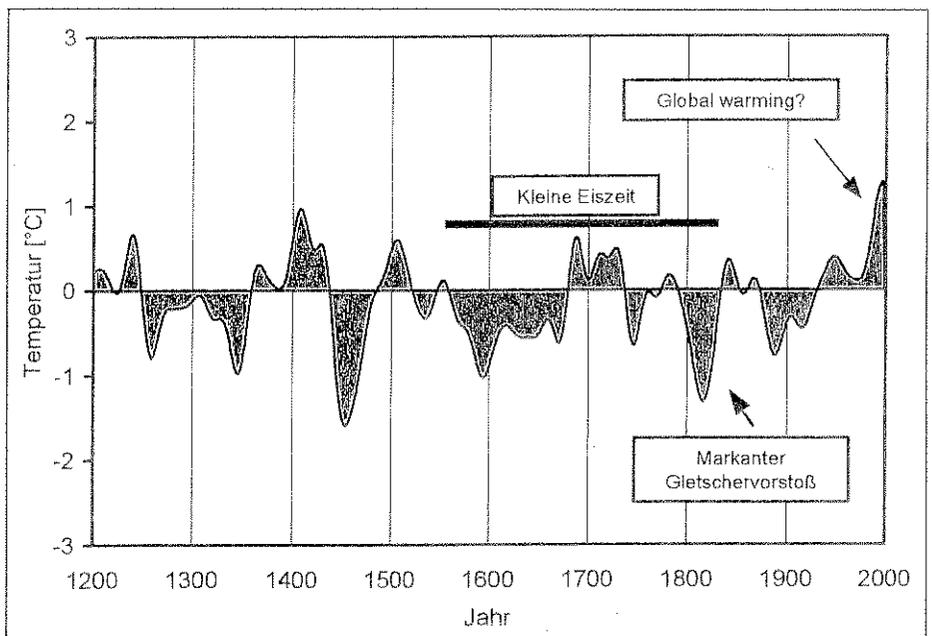


Abb. 8: 800-jährige Temperaturerekonstruktion mit Lärche am Dachsteinplateau. Ereignisse wie die "Kleine Eiszeit", durch Kälteperioden ausgelöste Gletschervorstöße sowie Hinweise auf eine allgemeine Erwärmung in den letzten Jahrzehnten lassen sich ablesen.

DENDROCHRONOLOGIE - HEUTE

wird. In höheren Lagen bis hin zur subalpinen Waldgrenze hingegen wird das Wärmeangebot für Nadelbaumarten, vor allem für die Fichte, zum Minimumfaktor und es zeigen sich ebenfalls überregional gut übereinstimmende Jahrringkurven²⁰.

Allerdings stammen Bauhölzer häufig nicht von derartigen Hochlagen bzw. trockenen Tieflagen, sondern von den Mittellagen (tief- bis hochmontan) mit meist optimalen Bedingungen für das Baumwachstum. Hier bildet vor allem die Fichte sehr ausgeglichene Jahrringbreiten aus, ohne auffallende Signaturen, was die Datierbarkeit sowie die Reichweite deutlich herabsetzt.

Schlußfolgerungen

Es gibt keinen anderen Organismus als den Baum, der in Form von Jahresringen die Vergangenheit jahrgenau aufzuzeichnen vermag. Für Archäologen sind Jahresringe eine zuverlässige und deshalb wichtige Informationsquelle zur Datierung archäologischer Objekte. Jedoch sind mit der Bereitstellung eines jahrgenauen Datums die Möglichkeiten der Jahrringanalyse noch nicht ausgeschöpft.

Hinweise auf Klimaverlauf vergangener Zeiten eröffnen neue Erkenntnisse in der Geschichtsforschung (z. B. Siedlungsgeschichte). Die Wirkungen von Schnee, Pilzen und Insekten so-

wie Feuer und Wind bzw. auch menschliche Eingriffe (z. B. Forstwirtschaft) lassen sich ebenfalls von Stammscheiben der Bäume herauslesen. Die Bestimmung von Isotopengehalten in der Zellulose erlaubt mitunter die Rekonstruktion der Intensitätsänderungen des Erdmagnetfeldes.

Mit der Analyse der Jahresringe auf anorganische Elemente kann auf die chemische Umwelt früherer Zeiten geschlossen werden. Mit diesen wenigen Beispielen soll auf die Vielfalt an wertvollen Informationen hingewiesen werden, die möglicherweise auch in historischen Holzfunden gespeichert sind. Aus dendrochronologischer Sicht soll deshalb besonders auf fachgerechte Bergung, auf richtige Konservierung sowie auf Sicherung aller Holzfunde und Daten hingewiesen werden.

Zusammenfassung

Die Arbeitsgruppe "Holzbiologie und Jahrringforschung" an der BOKU Wien konnte in Österreich eine Reihe regionaler Dendrochronologien erstellen, die auch für Datierung historischer

Funde geeignet sind (Abb. 9). Basis für eine wissenschaftlich fundierte Datierung ist neben einwandfreier Methodik die regionale Abgrenzung der Chronologien nach geographischen, ökologischen bzw. klimatischen Kriterien. Zusammen mit den Ergebnissen der dendrochronologischen Labors in Innsbruck (K. Nicolussi) und Wien (O. Cichocki) stehen nun für weite Gebiete Österreichs abgesicherte Dendrochronologien zur Verfügung.

Verbesserung bzw. Verlängerung dieser Chronologien sind Aufgaben der nahen Zukunft, wobei der Kontakt bzw. die Zusammenarbeit mit Archäologinnen und Archäologen sowie allgemein historisch und archäologisch interessierten Personen eine wichtige Voraussetzung für den Erfolg darstellt.

Anmerkungen

1) O. Cichocki 1991: Dendrochronologie in Österreich. - In: Keim, H. (Hrsg.), Dendrochronologische Datierung von Nadelhölzern in der Hausforschung - Süddeutschland und angrenzende Gebiete. Int. Symposium Glentleiten, 18. 05. 1990. Freundeskreis Freilichtmuseum, Südbayern, Schriftenreihe 10, 108-109, Großweil. - O. Cichocki 1998: Holzartenbestimmung und Dendrochronologie in Oberstockstall, NÖ. - In:

Abb. 9: Regionalchronologien erstellt von der Arbeitsgruppe "Holzbiologie und Jahrringforschung", Stand Herbst 1998, mit Angabe der Anzahl aufgenommener Proben (lebende Bäume und historische Holzproben), gesamte Zeitspanne sowie Länge der Chronologie.

Regionale Dendrochronologie	Anzahl der Proben		Zeitspanne	Länge in Jahren
	Bäume	Historische Proben		
<i>Eiche Ost-Österreich</i>	18	140	1189-1997	809
<i>Schwarzkiefer Ost-Österreich</i>	378	0	1320-1996	677
<i>Tanne Ost-Österreich</i>	58	371	977-1997	1021
<i>Tanne Kalkalpen</i>	106	58	1429-1997	569
<i>Lärche Ost-Österreich</i>	9	43	1508-1720	213
<i>Lärche Kalkalpen</i>	37	71	1265-1996	732
<i>Lärche Dachsteinplateau</i>	27	21	963-1998	1036
<i>Zirbe Dachsteinplateau</i>	38	42	1162-1998	837
<i>Zirbe Gesäuse</i>	15	0	1700-1998	299
<i>Fichte Ost-Österreich</i>	0	225	1320-1789	470
<i>Fichte Kalkalpen</i>	35	174	1421-1997	577
<i>Fichte Gesäuse</i>	92	0	1580-1998	418
<i>Fichte Dachsteinplateau</i>	11	5	1596-1998	402

DENDROCHRONOLOGIE - HEUTE

- S. von Osten, Das Alchemistenlaboratorium Oberstockstall - Ein Fundkomplex des 16. Jahrhunderts aus Niederösterreich. Monogr. zur Frühgeschichte und Mittelalterarchäologie 6 (Hrsg. F. Daim), 303-324, Innsbruck. - K. Nicolussi 1994: Dendrochronologie - ein kurzer Überblick mit Anmerkungen zur Holzartenverwendung in Mittelalter. Arunda 38, 51-57.
- 2) Die Mitarbeiter sind: Wolfgang Gindl, Michael Grabner, Stefan Liebert (bis Oktober 1998), Ulrich Müller, Hermine Saurwein, Giorgio Strumia und Rupert Wimmer.
- 3) W. Kilian, F. Müller und F. Starlinger 1994: Die forstlichen Wuchsgebiete Österreichs. Eine Naturraumgliederung nach walddökologischen Gesichtspunkten. Schriftenr. d. Forstl. Bundesversuchsanstalt Wien 82 (FBVA-Berichte).
- 4) B. Huber 1971: Dendrochronologie. In: H. Freund (Hrsg.), Handbuch der Mikroskopie in der Technik. Umschau Vlg., Frankfurt a. M., 171-211.
- 5) M. G. L. Bailey und J. R. Pilcher 1973: A simple cross-dating program for tree-ring research. Tree-Ring Bull. 33, 7-14. - E. Hollstein 1980: Mitteleuropäische Eichenchronologie. Trierer dendrochronologische Forschungen zur Archäologie und Kunstgeschichte. Trier Grabungen und Forschungen 11.
- 6) St. Liebert 1996: Eichenchronologie im Raum Wien. Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur Wien.
- 7) Für Vergleiche mit der tschechischen Eichenstandardkurve danken wir Frau Mag. Jitka Dvorska, Dendrochronologisches Labor in Mikulčice, Tschechische Akademie der Wissenschaften. Ebenso hat Dr. Andras Grynæus von der Eötvös-Lorand-Universität in Budapest Vergleiche mit ungarischen Eichenstandardkurven durchgeführt und ist dabei zu ähnlichen Ergebnissen gelangt. Eine genaue wissenschaftliche Auswertung dieser Vergleiche ist in Arbeit.
- 8) G. Strumia, R. Wimmer und M. Grabner 1997: Dendroclimatic sensitivity of *Pinus nigra* Arnold in Austria. Dendrochronologia (im Druck). - R. Wimmer und G. Strumia 1998: Spring drought indicated by intra-annual density fluctuations in *Pinus nigra*. Proceedings of the European Dendrochronological Workshop, Kaunas, Lithuania (im Druck).
- 9) F. Kral 1991: Erste Pollenanalysen zur Waldgeschichte des Wienerwaldes. Österr. Forstzeitung 1, 10-11.
- 10) R. Wimmer, M. Grabner und St. Liebert 1997: Dendrochronologische Altersbestimmung von Holzfunden aus der Grabung Kleinmariazell. Fundber. Österreich 36, 55-57.
- 11) Wir danken besonders Frau Dr. Hiltigund Schreiber, Diözesankonservatorin der Erzdiözese Wien, für Beratung und Unterstützung bei den Probenahmen.
- 12) St. Liebert, M. Grabner und R. Wimmer 1998: Die Särge von Kleinmariazell. Eine dendrochronologisch-holzkundliche Untersuchung. Endbericht zum Projekt im Auftrag des Bundesdenkmalamtes Wien.
- 13) Herrn Ing. Josef Kyncl sei gedankt für die Zusammenarbeit bei Vergleichen mit den mährischen Tannenchronologien. - J. Kyncl 1998: Standardchronologien der Nadelgehölze. Zeitgemäßer Zustand in Böhmen und Mähren. Tagungsband des Internationalen Kolloquiums "Probleme der mitteleuropäischen Dendrochronologie" in Mikulčice, 22. - 24. 9. 1998 (im Druck).
- 14) M. Grabner 1997: Der Baumkalender. Faszinierende Jahrringe. Der Aufwind, 10-11.
- 15) H. Müller-Stoll 1951: Vergleichende Untersuchungen über die Abhängigkeit der Jahrringfolge von Holzart, Standort und Klima. Bibl. Bot. 122, 1-93.
- 16) R. Wimmer 1998: Vergleich regionaler Tannenchronologien in Mitteleuropa. Tagungsband des Internationalen Kolloquiums "Probleme der mitteleuropäischen Dendrochronologie" in Mikulčice, 22. - 24. 9. 1998 (im Druck).
- 17) W. Gindl, G. Strumia, M. Grabner und R. Wimmer 1998: Dendroklimatologische Rekonstruktion der Sommertemperatur am östlichen Dachsteinplateau während der letzten 800 Jahre. Mitt. d. ANISA 19 (im Druck).
- 18) H. Mayer 1969: Zur waldbaulichen Beurteilung der Fichte in den Ostalpen. Allg. Forst- und Jagdzeitung 140, 204-209.
- 19) L. Tschermak 1931: Die natürlich vorkommenden Holzarten am Ostrande der Alpen in Niederösterreich. Österr. Viertelj. Schr. f. Forstwesen 81, 57-81.
- 20) B. Becker 1990: Dendrochronologische Datierung von Nadelhölzern (Tanne, Fichte, Kiefer) in Süddeutschland. In: H. Keim (Hrsg.), Dendrochronologische Datierung von Nadelhölzern in der Hausforschung - Süddeutschland und angrenzende Gebiete. Int. Symposium Glentleiten, 18. 05. 1990, Freundeskreis Freilichtmuseum Südbayern, Schriftenreihe 10, 7-22.