Fritz Hans Schweingruber
Der Jahrring

Fritz Hans Schweingruber

Der Jahrring

Standort, Methodik, Zeit und Klima in der Dendrochronologie

Verlag Kessel
www.forstbuch.de

Adresse des Autors
Prof. Dr. F. H. Schweingruber
Eidgen. Forschungsanstalt WSL
Zuercherstr. 111
CH 8903 Birmensdorf

Reprint der Ausgabe von 1983 (ISBN: 3-258-031120-7)
mit freundlicher Genehmigung des Verlages Paul Haupt Bern und Stuttgart

Alle Rechte vorbehalten
Copyright Oktober 2012
Verlag Kessel
Eifelweg 37
53424 Remagen-Oberwinter
Homepage: www.verlagkessel.de, www.forstbuch.de
Tel.: 02228-493
Fax: 03212-1024877
E-Mail: nkessel@web.de

Druck:
Druckerei Sieber
Rübenacher Str. 52
56220 Kaltenengers
Homepage: www.business-copy.com

ISBN: 978-3-941300-67-5

Inhaltsverzeichnis 6
Zum Geleit 11
Vorwort, Ausblick 12
Einleitung 15

I. Herkunft des Materials 19
II. Analyse des Materials 53
III. Jahrringwachstum und Standort 103
IV. Angewandte Dendrochronologie 147
V. Geschichte der Dendrochronologie 217

Literaturverzeichnis 224
Sachwortverzeichnis 230

Inhaltsverzeichnis

I Herkunft des Materials

Der Standort und der Baum 20
- Der Baum als Integrator
- Die Reaktionszeit des Baumes
- Die Umsetzung in Strukturen

Baumstandorte auf der Erde 22
- Lage auf der Erdkugel
- Lage auf dem Kontinent
- Höhenlage
- Lage bei Meeresströmungen

Die Beeinflussung des Standortes durch Umweltfaktoren 24
- Einfluss der Topographie
- Einfluss der mechanischen Bewegungen
- Einfluss der geologischen Unterlage
- Einfluss des Lichtes

Der Standort in der Geschichte 26
- Wandlung des Standortes in geologischen Zeiträumen
- Wandlung des Standortes in prähistorischen Zeiträumen
- Wandlung des Standortes in historischen Zeiträumen
- Das Produkt der Wandlungen

Die Wahl der Probestandorte 30

Erfassen klimatischer Faktoren am Probenstandort 32
- Erfassen ökologischer Faktoren über Jahrzehnte: Das meteorologische Stationsnetz
  - Netzdichte
  - Unzulänglichkeiten
  - Extrapolation der Daten
- Erfassen ökologischer Faktoren über wenige Jahre: Messungen im Bestand
  - Ökophysiologische Messungen
  - Messungen der kambialen Aktivität

Erfassen des Standortes 34
- Klimatische Integratoren
  - Lage und Topographie / Klima / Boden / Vegetation

Beschreiben des Standortes 36
- Probeort
- Proben
- Klima
- Vegetation
- Probebaum
- Geologische Unterlage
- Boden

Das weltweite Probenetz 38
- Mit lebenden Bäumen
  - Grenzen der Vergleichbarkeit
  - Der Kompromiss
- Mit historischen und prähistorischen Bäumen
- Charakterisierung der wichtigsten Baumarten
- Borstenkiefer / Eichen / Lärchen / Fichten
  - Pinus longaeva D.K. Bailey, Bristlecone pine
  - Borstenkiefer
  - Quercus robur L. / Quercus petraea Willd., Stiel- und Traubeneiche
- Die Herkunft des historischen Holzes
- Die Herkunft des subfossilen Holzes

Erhaltungszustand von historischem und prähistorischem Holz 46
- Die Veränderung des Holzes bei der Lagerung
- Der Abbau unter Luftzutritt (aerober Abbau)
  - In mesophilen Klimagebieten / in ariden Klimagebieten
  - In arktischen Klimagebieten
- Der Abbau unter sauerstoffarmen Verhältnissen (anaerober Abbau)
- Der Abbau durch Feuer
- Veränderung fossiler Hölzer durch Pressung
- Konservierung fossiler Hölzer durch Mineralisierung
- Künstliche Konservierung anaerob abgebauter Hölzer

II Analyse des Materials

Anatomische Technik 54
- Die Präparationsmethode
  - Dünnschnitte
- Der Mikroschnitt
- Schnitt-Technik
- Das Färben der Schnitte
- Die Mikrostruktur in Beziehung zur Holzdichte

Die Technik der Gewebeanalyse 56
- Anwendungsmöglichkeiten
- Methoden zum Erfassen der Strukturen

Photometrische Techniken 58
- Anwendungsbereich der Methode
- Die Eichung

Technik der Jahrringbreitenmessung 60
- Die Probeentnahme
- Vorbereiten des Materials
- Messen der Jahrringbreiten

Technik der Radiodensitometrie 62

Die Probeentnahme 64
- Das Bohren am lebenden Baum
  - Bohrhalterung als Orientierungshilfe
  - Anschrift und Transport der Bohrkerne
- Probeentnahme aus Gebäuden
- Probeentnahme aus fossilem Holz

Die Bohrschäden 66
- Schäden am lebenden Baum
  - Intensität der Schäden
  - Verringerung der Bohrschäden
- Schäden in verbautem Holz
- Landschaftsschäden bei der Bergung fossiler Stämme

Das Sägen 68

Extraktion von Inhaltstoffen 70

Die Konditionierung 71
Das Radiographieren 72
Radiographische densitometrische Dichtebestimmung von Holz 74
Die Apparate
Das Prinzip der radiographisch-densitometrischen Holzdichtebestimmung
Messung der Holzdichte innerhalb des Jahrrings
Messung der minimalen und der maximalen Dichte
Messung der Früh- und der Spätholzbreite
Datenprüfung und Datenbereinigung 80
Fehlerquellen
Technische Fehler
Biologische Fehler
Technische Datenbereinigung
Optische Sichtung und Prüfung der Rohdaten 82
Optische Übereinstimmung der Kurven
Folgerungen
Datierung der Jahrringserien 84
Datierung anhand von Weiserjahren
Datierung anhand gemessener Jahrringserien
Datierungspraxis 86
Methode
Probleme
Datierung
Datierungserfolg
Sicherheit der dendrochronologischen Datierung
Statistik und elektronische Datenverarbeitung 88
Voraussetzungen für ihre Anwendungen
Ziele und Wege
Erkennen, Hervorheben und Eliminieren langfristiger Einflüsse
Berechnen von Kennwerten an Datenserien
Vergleiche der Jahrringzeitreihen mit den Witterungszeitreihen zur Bildung von Abhängigkeitsmodellen
Anwendung der Modelle
Überprüfung der Rekonstruktionen
Statistische Methoden 91
Die Bedeutung der Symbole
Arithmetisches Mittel, Streuung, Standardabweichung
Sensitivität
Gleichläufigkeit (Vorzeichentest)
Intervalltrend
Korrelation, Korrelationskoeffizient
Standardisierung und Indexierung
Filter- und Glättungsfunktionen
Gleitende Mittel
Bandpass-Filter
Polynome
Gerade
Negativ-Exponential-Funktion
Hugershoff-Funktion
Modellierung (Response Functions)
Rekonstruktion
An einzelnen Reihen
An mehreren räumlich verteilten Reihen

III Jahrringwachstum und Standort

Zuwachs- und Jahrringe im Baumstamm 104
Zuwachsschwankungen im Holz
Zuwachsschwankungen in der Rinde
Zuwachsschwankungen in der Borke
Die reaktionsfähigen Gewebe und Mechanismen 106
Das Kambium
Das Zellflächenwachstum
Das Zellwandwachstum
Verteilung und Anzahl Zellen
Sekundäre Veränderungen
Thyllenbildung
Farbstoffeinlagerungen
Die genetisch unterschiedlichen Reaktionsweisen 110
Die physiologisch-ökologische Amplitude
Die Formenvariabilität innerhalb einer Pflanze
Die Formenvariabilität innerhalb eines Standortes
Alpine und arktische Zone / Semiaride Zone
Temperate Zone / Tropische Zone
Die Reaktion einer Art auf Klima und Standort 114
Das Klima
Die äusseren Anzeigen
Verbreitungsareal / Standorte / Baumformen
Die inneren Anzeigen
Anatomie des Jahrrings / Densitogramm / Rohwerte
Die standörtlich wichtigen Merkmale im Holz 116
Die Jahrringbreiten und Jahrringgrenzen
Arten aus alpinen und arktischen Zonen
Arten aus temperaten Zonen
Arten aus semiariden Zonen
Früh- und Spätholzbreiten und ihre Abgrenzung
Zellgrössen
Zellwanddicken
Maximale Dichte / Minimale Dichte
Dichtekontrast zwischen minimaler und maximaler Dichte
Intraannuelle Dichteschwankungen
Das Densitogramm
Die Beziehungen der Jahrringmerkmale zueinander 124
Technische Beziehungen zur Anatomie des Jahrrings
Statistische Beziehungen zur Anatomie des Jahrrings
Biologisch-ökologische Abhängigkeiten
Arteigenschaften
Klimatisch-standörtliche Gegebenheiten
Alterungsverhalten

Die Beziehungen zwischen einheitlichen Jahrringmerkmalen von Bäumen an gleichen Standorten.
A. In gleichen Baumarten 128
Der Standort
Die Variabilität des Absolutbetrages
Innerhalb eines Baumes
Von Baum zu Baum
Die optische Übereinstimmung der Breiten- und Dichtekurven
Form und Anzahl intraannueller Dichteschwankungen
B. In verschiedenen Baumarten 131
Unterschiede im Absolutbetrag
Unterschiede im Kurvenverlauf
Anzahl intraannueller Dichteschwankungen
Die Beziehungen zwischen einheitlichen Jahrringmerkmalen von Bäumen ähnlicher und unterschiedlicher Standorte 132
Durchschnittliche Übereinstimmung des Kurvenverlaufs
Gleiche Arten in der subalpinen Stufe
Gleiche Arten in trockenen Zonen
Gleiche Arten in mittleren Lagen
Verschiedene Arten aus verschiedenen Stufen
Kartographische Darstellung der durchschnittlichen Übereinstimmung
Die jährliche Übereinstimmung
Maximale Dichten
Anzahl intraannueller Dichteschwankungen
Die dezenniale Übereinstimmung
Maximale Dichten
Übereinstimmung des Absolutbetrages
Übereinstimmung der Kurven in Beziehung zur Distanz
Die Beziehung des Jahrrings zum Klima 138
Die Merkmale im Jahrring
Die klimatischen Merkmale
Methoden zum Vergleich der Jahrringmerkmale und der meteorologischen Messungen
Ablauf des Dickenwachstums in Beziehung zur Witterung
Jahrringbreiten im Vergleich zum Klima
Verschiedene Jahrringmerkmale im Vergleich zum Klima
Dichte- und Breitenwerte
Intraannuelle Dichteschwankungen
Beobachtungen und Gedanken zur Bildung und Gestalt des Jahrrings 142
Theorie
Praxis
Ein Wachstumsmodell 144
Der Baum registriert kurz- und langfristige Einflüsse
Die Zelloberfläche nimmt eine Schlüsselstelle ein
Der Ausdruck aller Lebensvorgänge ist die Struktur
Der Baum haushaltet und beachtet Grundregeln

IV Angewandte Dendrochronologie

Jahrringforschung in den historischen Wissenschaften 148
Wichtige Voraussetzungen für die Datierung 149
Waldkante
Kern-Splint-Grenze
Beziehung zwischen Fällungsdatum und Verwendungszeit
Wiederverwendung alter Hölzer
Hausbaugeschichte in der Neusteinzeit der Schweiz 153
Siedlungsgeschichte in der Neusteinzeit und der Bronzezeit der Schweiz 154
Relativchronologien
Absolute Chronologien
Das Klima in Beziehung zu den absoluten Chronologien
Siedlungsgeschichte in der Frühgeschichte des Südwestens Nordamerikas 156
Hausbaugeschichte in historischer Zeit 158
Der Dom zu Trier (Deutschland)
Das Wolf-House in Arkansas (USA)
Siedlungsgeschichte in historischer Zeit 160
Material und Datierung
Standardkurven
Kunstgeschichte alter Meister 162
Kunsthistorische Ziele
Dendrochronologische Ziele
Dendrochronologische Methode
Das Material
Grenzen der Methode
Datierung von einzelnen Werken
P. P. Rubens, das Kind mit dem Vogel
Bohlenmalerei in Gais, Appenzell, Schweiz
Kriminalistik und Kunsthandel 166
Bestimmen der Holzart
Bestimmen der Anzahl Jahre
Dendrochronologie
Beispiele
Datierung von Geigen
Möbeldatierungen
Bilddatierungen
Datierung von gefreveltem Holz
Jahrringforschung in der Klimatologie 168
Fragen
Lösungsmöglichkeiten
1. Stufe: Erstellen von Wuchskarten
2. Stufe: Ermitteln des klimatologischen Informationsgehaltes, sogenannte Kalibrierung
3. Stufe: Erkennen früherer klimatischer Zustände, sogenannte Rekonstruktion
Jahrringforschung in der Geomorphologie 174
Reaktionsmechanismen des Baumes

Schädigende Einwirkungen
Fundlage des Holzes
Nachzuweisende geomorphologische Prozesse

Flussgeschichte 178

Vegetation in den Flussniederungen
Aktivität der Flüsse
Ursachen der Überflutungen
Die Herkunft der Stämme
Die Beziehung der Auwaldeichen zur Vorgeschichte Mitteleuropas

Geschichte von Meeresüberflutungen 182

Die Lage und das Alter der Bäume
Das Wachstum der Bäume

Gletschergeschichte 184

Datierung von Hölzern anhand der Jahrringe und der Radiokarbonmethode
Die Lage der Baumstämme
Dendroklimatologische Ergebnisse
Langphasige Dichteschwankungen
Jährliche Dichteschwankungen

Waldbrandgeschichte 188

Häufigkeit von Waldbränden
Potentielle Gefährdung eines Gebietes
Flächenhafte Ausdehnung von Waldbränden

Jahrringforschung und Vulkanismus 190

Heisse Aschenregen und ihre Wirkung auf Bäume
Hitzewiderstandsfähigkeit der Bäume
Die Wirkung abgekühlter Aschenregen
Die Wirkung von Lavaflüssen
Die Wirkung von Druckwellen
Die Wirkung von Überschwemmungen

Jahrringforschung in der Insektenkunde 194

Nachweis des Insektenbefalls im Jahrringbild
Die Zyklen
Intensität des Befalls durch Lärchenwickler
Beziehung zu Standort und Klima

Jahrringforschung in der Forstwirtschaft 198

Durchforstung
Aufastung
Düngung und Bodenmelioration

Jahrringforschung in den Umweltwissenschaften
A. Gas- und Rauchschäden im Kronenbereich 202

Nachweis und Datierung von Schadenereignissen
Kiefernsterben im inneralpinen Trockental Wallis
Tannensterben in Mitteleuropa
Veränderung der Jahrringstruktur durch Schwefeldioxid
Methode und Material
Ergebnisse
Ermitteln des Wertverlustes infolge Rauchschäden

B. Schadfaktoren im Wurzelbereich 209

Jahrringforschung in der Isotopenphysik
Radiokarbonmethode 210

Eichung der Methode
Ergebnisse
Ursachen der Abweichungen
Geomagnetismus und Sonnenaktivität
Wasserstoffbombenexplosion
Verbrennung fossiler organischer Stoffe
Konsequenzen für die Geschichtsforschung

B. Stabile Isotope 214

V Geschichte der Dendrochronologie

Erste tastende Versuche 218

Die Jahrringforschung entwickelt sich 219

Andrew Ellicott Douglass (1867–1962)
Dendrochronologie in Europa
Bruno Huber (1899–1969)

Die Jahrringforschung ist eine anerkannte Wissenschaft 222

«Man leidet unter den Schranken,
die zwischen den Fächern aufgerichtet sind.
Eine spezialisierte Wissenschaft ist nicht imstande,
uns ein Weltbild zu geben, das uns in der Verworrenheit
unseres Daseins einen Halt böte.
Daher sucht man nach Synthese,
man wünscht den grossen Überblick.»

C. F. von Weizsäcker

Zum Geleit

Der steinzeitliche Mensch unserer Breitengrade hat bei der Wahl der Werkstücke zur Herstellung seiner Holzwerkzeuge den Verlauf der Jahrringe sorgfältig berücksichtigt. Dem Holzhandwerker aller Zeiten ist der Jahrring das wichtigste Beurteilungsmerkmal seines Materials, daran haben auch die modernen Holzbearbeitungsmaschinen nichts geändert. Dem Forstmann dienen die Jahrringe als sicheres Mittel der Altersbestimmung von Bäumen sowie als wichtiges Qualitätsmerkmal; Unregelmässigkeiten im Jahrringverlauf betrachtet er als Holzfehler, weil sie den Marktwert des Rohholzes vermindern.

Die forstliche Forschung hat sich seit Anbeginn mit dem Jahrring auseinandergesetzt, allerdings während einem Jahrhundert nur für eigene Zwecke. An der Eidgenössischen Anstalt für das forstliche Versuchswesen haben sich u.a. Flury, Burger und Nägeli mit Jahrringen befasst, vor allem um Wachstumsgesetze und physikalische Holzeigenschaften zu erklären. Oscar Lenz hat 1957 gezeigt, dass der Gebrauch der Radiographie die Jahrringforschung weiterbringen kann, eine Anregung, die Polge in Nancy dann dazu führte, den Verlauf der Holzdichte im Jahrring zu studieren.

Die Forschungsgruppe um Fritz Hans Schweingruber mit Otto Ulrich Bräker und Ernst Schär als ständige Mitarbeiter hat die Jahrringforschung in mehreren Hinsichten entscheidend verbessert und erweitert: die Densitometrie wurde messtechnisch perfektioniert, es wurden lange und zeitlich weit zurück reichende Beobachtungsreihen hergestellt, der Beobachtungsraum wurde zunehmend weiter gefasst und es wurden Auswertemethoden geschaffen, die den historischen Wissenschaften neue Erkenntnisse bringen können. Damit ist eine neue Herausforderung an die Geschichtswissenschaften herangetragen.

In den letzten Jahren hat die Entwicklung der Jahrringforschung nun mehr und mehr deutlich werden lassen, dass die korrekte Auswertung und Interpretation densitometrischer Reihen wissenschaftlich sehr anspruchsvoll ist. Wer richtig interpretieren will, muss vertiefte Kenntnisse vom forstlichen Standort und vom Waldwachstum haben. Wer rationell interpretieren will, muss zudem die Instrumente der Mathematik und der Datenverarbeitung einsetzen können. Erweiterte Interpretationen erlauben andererseits den Einsatz der Jahrringforschung in Wissensgebieten, die dieses Hilfsmittel bisher nicht benutzt haben. Auch die praxisgerichteten Forstwissenschaften, so zum Beispiel die Immissionsforschung, haben mit der modernen Jahrringanalyse ein neues Arbeitsmittel erhalten. In der Rückschau wie in der Vorausschau scheint es richtig, die Jahrringforschung im Schosse der Forstwissenschaften zu pflegen, hier sind die breiten Kenntnisse versammelt, die es erlauben, dieser jungen Wissenschaft den reichen Nährboden zu geben.

Der Schweizerische Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung hat die Jahrringforschung an unserer Anstalt über Jahre erheblich unterstützt und er scheint willens, die bisherigen Erfolge der intensiven Arbeit durch weitere Unterstützung anzuerkennen, dafür sei seinen Vertretern der aufrichtige Dank ausgesprochen.

Walter Bosshard
Direktor der Eidgenössischen Anstalt
für das forstliche Versuchswesen

Birmensdorf, im Frühjahr 1982

Vorwort

Anlässlich eines Treffens der Dendrochronologen erzählte ein amerikanischer Kollege über die Wirkung vulkanischer Aschen auf die Jahrringbildung eines baumförmigen Wacholders. – Weder von Vulkanismus noch von amerikanischen Wacholdern hatte ich eine grosse Ahnung. Am gleichen Anlass berichteten europäische Wissenschaftler über dendrochronologische Datierungen von Pfahlbausiedlungen und von Wirkungen der Lärchenwicklerattacken auf Bäume in den Alpen. – Nur Mitteleuropäer dürften eine Beziehung zu diesen Ausführungen gehabt haben. Mit anderen Worten: Die Dendrochronologie ist eine extrem interdisziplinäre Wissenschaft; Probleme der modernen Statistik stehen neben denjenigen der Holzanatomie und der Kunstgeschichte. Es ist deshalb schon heute für Dendrochronologen schwierig, das ganze Spektrum der Dendrochronologie zu überblicken. Umsomehr fällt es Nichtfachleuten schwer, sich über die Methoden und den Anwendungsbereich zu orientieren.

In jüngster Zeit findet in der Dendrochronologie eine Spezialisierung statt, die die Verständigung zwischen Wissenschaftern erschwert. Z.B. gliedern Archäologen ihren Fachgebieten dendrochronologische Laboratorien an und bauen eigenständige, nur ihrer Wissenschaft dienliche Chronologien auf. Die naturwissenschaftlichen Institutionen dagegen, die vorher diese Aufgaben betreuten, wenden sich nun stark biologisch oder statistisch orientierten Problemen zu. Der Jahrring wird aber seinen vollen Informationsgehalt nur dann preisgeben, wenn wir Dendrochronologen die Erkenntnisse mehrerer Fachgebiete miteinander in Beziehung setzen. Trotz der gewünschten Spezialisierung muss sich der Fachwissenschafter heute folglich um die Arbeit seines Nachbarn kümmern.

Eine banale Tatsache sei in Erinnerung gerufen: Der Jahrring ist ein in der Natur entstandenes Gebilde. Technische und mathematische Verfahren können die naturkundliche Beobachtung verdeutlichen, quantifizieren oder zusammenfassen. Diese Verfahren sind aber nicht Selbstzweck und können nicht unabhängig von der Beobachtung der Natur stehen.

Ich will dem Leser mit einfach gehaltenen Texten und vielen erläuternden, leicht verständlichen Abbildungen einen Überblick über das Fachgebiet Dendrochronologie vermitteln. Dem Dendrochronologen möchte ich zeigen oder in Erinnerung rufen, auf welch breitem Weg wir uns befinden. Die einfachen Ausführungen sollen zur Verständigung innerhalb des Fachgebietes führen und zugleich der extremen Spezialisierung entgegenwirken. Aus meiner Praxis darf ich sagen, dass einfach verständliche dendrochronologische Ergebnisse an Hochschulen oft die Schranken zwischen den geistes- und naturwissenschaftlichen Fakultäten überbrückt haben. Der Fachspezialist mag Nachsicht üben, weil kaum in einem Kapitel die letzten Tiefen des Problems ausgeleuchtet sind. Es ist mir heute – nach Abschluss des Buches – klar, dass es sich bei dem vorliegenden Werk um einen subjektiven Versuch handelt, ein so grosses Fachgebiet im Alleingang darzustellen. So bezieht sich beispielsweise die technische Beschreibung der Radiodensitometrie vorwiegend auf die Ausrüstung an meinem Arbeitsplatz.

Die Studie von Evertsen, 1982 lässt erahnen, dass zwischen den verschiedenen Laboratorien grosse technische, die Qualität beeinflussende Unterschiede bestehen.

Das Buch richtet sich an Lehrer und Schüler mittlerer und höherer Stufen und an Wissenschafter aus den Fachgebieten der Geschichte, Archäologie, Geologie, Geographie, Glaziologie, Klimatologie, Biologie, Ökologie, Forstwissenschaft und Physik.

Aus technischen Gründen konnten Erkenntnisse aus Publikationen des Jahres 1982 praktisch nicht mehr berücksichtigt werden.

Viele Kollegen und Freunde haben mich bei der Arbeit unterstützt. Ihnen danke ich allen herzlich.

Wissenschaftliche Durchsicht einzelner Kapitel:

M. Aellen, W. Haeberli, Zürich. Glaziologie
B. Bannister, Tucson. Geschichte der Dendrochronologie
B. Becker, Stuttgart. Flussgeschichte
P. Blaser, Birmensdorf. Bodenkunde
D. Eckstein, P. Klein, J. Bauch, Hamburg. Kunstgeschichte
U. Ruoff, Zürich. Archäologie
H. Oeschger, U. Siegenthaler, Bern. Isotopenphysik
E. Schär, Birmensdorf. Technik der Radiodensitometrie
E. M. Schweingruber, Bern. Wachstumsmodell

Bei der Beschaffung von Material und der Fertigstellung des Manuskripts halfen mir vor allem Kolleginnen und Kollegen meines Arbeitsplatzes:

M. Novotna, W. Schoch, M. Sebek: Zeichnungen
P. Scherrer und Mitarbeiter: Fotos
R. Schenker und Mitarbeiter: Literatur
M. Leisinger, Oberwil AG, M. Sieber: Sprachliche Korrektur
W. Aldigheri, Dielsdorf: Gestaltung

Mitarbeiter unseres Instituts stellten wissenschaftliche Grundlagen zur Verfügung: W. Bircher, K. F. Kaiser, F. Kienast, A. Lamprecht, O. Lenz, F. Renner, F. Röthlisberger.
O. U. Bräker danke ich besonders, denn er lieferte mir praktisch alle Unterlagen für die statistischen Kapitel. Bei der Erstellung des Buches wurde manch schwierige Klippe durch die freundschaftliche Zusammenarbeit zwischen dem Graphiker W. Aldigheri, dem Verleger M. Haupt und dem Autor übersprungen.

Namhafte finanzielle Mittel stellten zur Verfügung:

Eidgenössische Anstalt für das forstliche Versuchswesen, Birmensdorf.
Schweizerischer Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung.
Fonds zur Förderung der Wald- und Holzforschung.

Praktisch alle mikroskopischen Aufnahmen wurden mit Geräten der Firma Wild-Leitz hergestellt.

Ausblick

Beim Studium der Literatur und dem Schreiben des Textes kristallisierten sich einige zentrale Fragen heraus, die in Zukunft in der dendrochronologischen Forschung, insbesondere in der biologisch-klimatologischen Richtung in Angriff genommen werden sollten:

- Die Probenentnahme sollte nach streng standortskundlichen Gesichtspunkten erfolgen, damit die Beziehungen zwischen Jahrring, Klima und Standort klarer werden. In ökophysiologischen Forschungsprogrammen sollte die Jahrringforschung ihren festen Platz haben.
- Die zwei in den Vereinigten Staaten und Europa bestehenden Netzwerke von Jahrringserien sollten erdumspannend erweitert werden, so dass schliesslich genügend Proben zur Analyse des Klimas in den letzten drei Jahrhunderten auf dem ganzen Globus zur Verfügung stehen.
- Es zeichnet sich ab, dass in Zukunft jahrringanalytische Forschungen in der Immissionsforschung unentbehrlich sind.
- Mit dem Aufbau und der Kombination von langen Jahrringreihen mit historischen, hydrologischen oder klimatologischen Informationen wird es möglich sein, das heutige Geschichtsbild in den Rahmen der Umwelt zu setzen.

30 Jahre danach; September 2012

Schon alleine mit der Anzahl jährlich neu erscheinender Publikationen liesse sich die fast explosionsartige Entwicklung des Fachgebietes Dendrochronologie ermessen. Trafen sich 1982 zwei Duzend Fachkollegen und Kolleginnen zu einer dendrochronologischen Konferenz so waren es 2011 über 600. War die Dendrochronologie 1982 noch eine „Orchideenwissenschaft", so ist sie heute fester Bestandteil der historischen Wissenschaft und der Klima- und Umweltforschung. DER JAHRRING stand am Beginn der Entwicklung und vermittelte wohl manchem Studenten und mancher Studentin Anregungen. Im Kontext mit dendroökologischen und dendroanatomischen Studienwochen in Europa, Asien und Nord-und Südamerika bildete DER JAHRRING und wenig später TREE RINGS die „base line" dendroökologischer Forschung. Viele der 1982 vage angedeuteten Perspektiven wurden zur Realität und etliche damals kaum bekannte Forschungszweige erlangten Bedeutung. Die dendrochronologische Gemeinschaft ist mit der Bedrohung der Klimaerwärmung weltweit zum globalen Dorfe geworden. Sie publiziert viel beachtete Artikel in anerkannten fachspezifischen Zeitschriften. Jahrringanalytische Netzwerke sind hemisphärisch ausgelegt und klimatologisch, ökologisch und humanhistorisch interpretiert. Chronologien reichen in Eurasien und Nordamerika lückenlos bis in spätglaziale Zeit zurück. Einige im JAHRRING erwähnten statistische Verfahren wurden weiter entwickelt und stossen jedoch heute an ihre Grenzen.

Erste anatomisch-dendroökologische Untersuchungen legten die Spur zu einem neuen Forschungszweig. Auch isotopenanalytische Studien gehören heute zum Grundstock der jahrringanalytischen Forschung. Eher still geworden ist es mit Jahrringanalysen im Bereiche der Immissionsforschung.

Trotz des Unbehagens ein 1982 geschriebenes Buch unverändert neu aufzulegen, kann doch festgestellt werden, dass die damals aufgezeigten Grundsätze bis heute ihre Gültigkeit behalten haben. Unverkennbar jedoch ist, dass die dendrochronologische Forschung seit damals grosse Fortschritte gemacht hat. Die sei mit wenigen zusammenfassenden Werken dargestellt:

Kaennel, M., Schweingruber F. H. 1995: Multilingual Glossary of Dendrochronology. Terms and definitions in English, German, French, Spanish, Italian, Portuguese and Russian. Paul Haupt Publishers Berne, Stuttgart, Vienna. 467 pp.

Lovelius N. V. 1997: Dendroidication of natural processes. „World and Family" 96, St. Petersburg. 319 pp.

Payette, S, Filion L. 2010: La Dendrochronologie. Principles, méthodes et applications. Presses de l'Université Laval. Québec, Québec. 758 pp.

Schweingruber, F. H. 1996 Tree rings and environment. Dendroecology. Paul Haupt Publishers Berne, Stuttgart, Vienna. 609 pp.

Schweingruber, F. H., Poschlod P. 2005: Growth rings in herbs and shrubs: life span, age determination and stem anatomy. Forest Snow and Landscape Res. 79, 195-415.

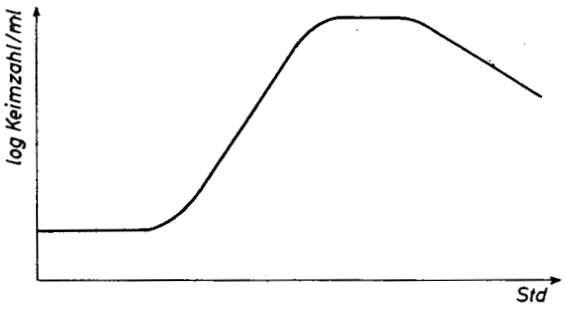
Speer, J. H 2010: Fundamentals of tree-ring research.The University of Arizona Press. Tucson 333 pp.

Einleitung

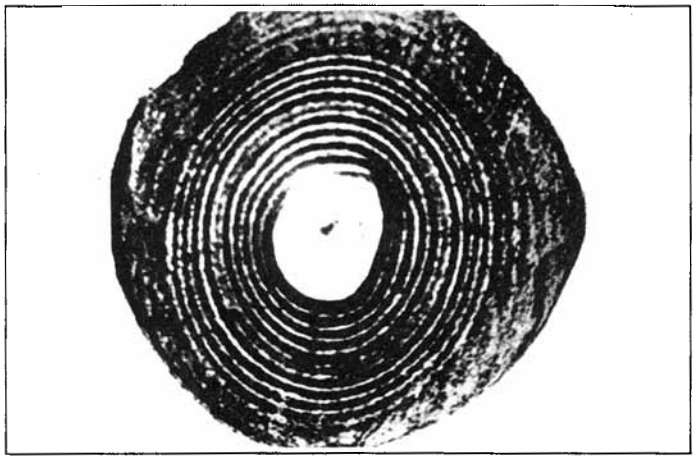
Mit diesen zwei Seiten will ich den Jahrring in den weiten Rahmen der in der Natur vorkommenden Rhythmen stellen. Kein Entwicklungsvorgang ist kontinuierlich. Kein Organismus wächst ununterbrochen. Früher oder später – es mögen Sekunden oder Jahre sein – begrenzen innere und äussere Faktoren das Wachstum. Meistens sind diese Wachstumsschwankungen unregelmässig. Nur selten korrespondieren sie mit den astronomisch festgelegten Zyklen wie Tages- oder Jahreswechsel.
Die auf diesen zwei Seiten abgebildeten Organismen und Strukturen mögen aufzeigen wie die Natur das periodische und aperiodische Wachstum zum Ausdruck bringt. Über den periodischen Zuwachs in Bäumen berichtet das ganze Buch.

Häufig sind diese Wachstumsvorgänge nur durch Messung des Geschehens feststellbar und relativ selten spiegeln sie sich in Strukturen wider. In der Regel sind diese Organismen mit Wachstumsstrukturen kurzlebig und nur ganz selten werden sie älter als einige wenige Jahre. Bäume mit Jahreszuwachsen sind eine grosse Ausnahme. Glücklicherweise – sonst gäbe es unsere Wissenschaft nicht – sind sie auf der Erde weit verbreitet. Seien wir uns aber bewusst, dass der Begriff Jahrring nicht ganz zutreffend ist. Wohl bildet sich in der Regel pro Jahr nur ein Zuwachsring, dieser entsteht jedoch nur während der Vegetationsperiode und diese dauert in vielen Gebieten kaum mehr als vier Monate.

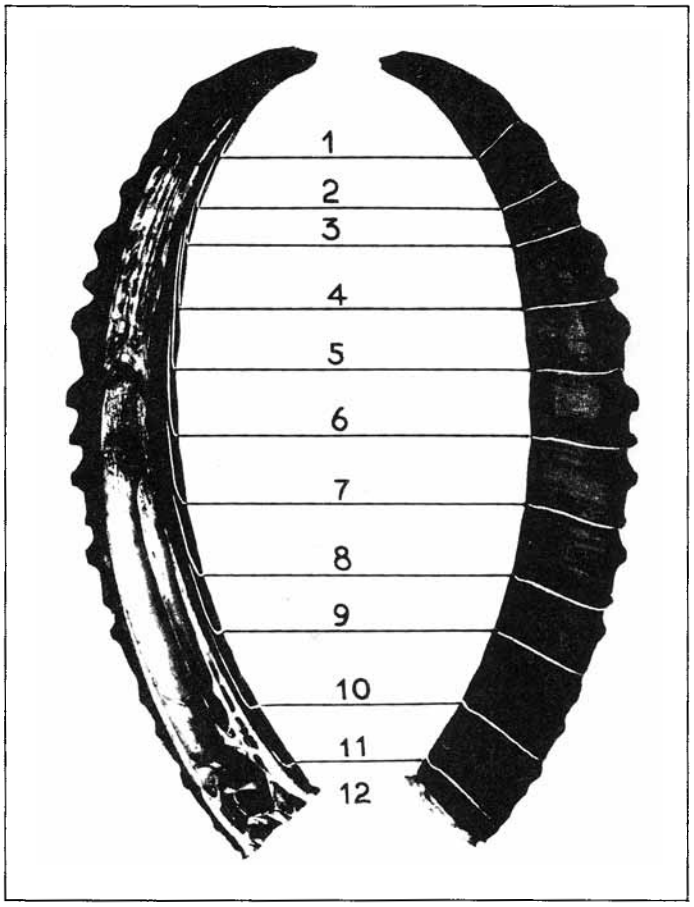
Gehirnaktivität einer schlafenden Katze. Aktivitäts- und Ruhepausen wechseln in unregelmässiger Folge.



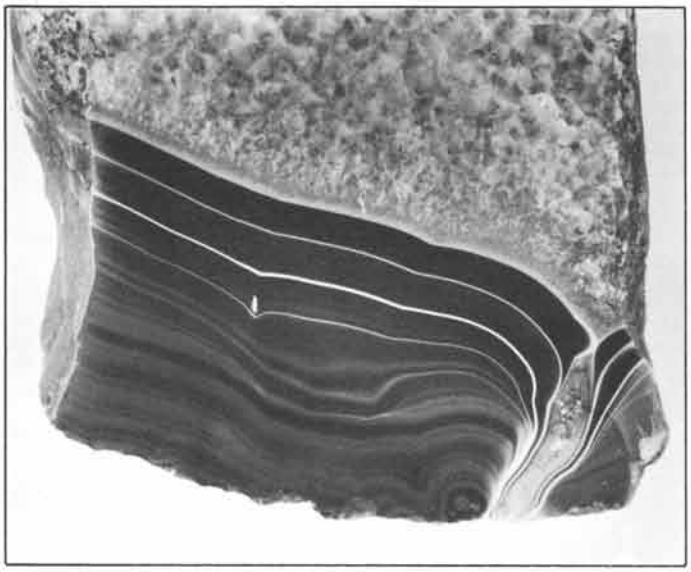
Wachstumskurve einer Bakterienkultur. Nach *Nultsch 1977.*
Selbst in einem optimalen Substrat erfolgt das Wachstum nicht kontinuierlich. Es klingt ab nach Erschöpfung der Nährstoffe und der Anreicherung von Stoffwechselprodukten.



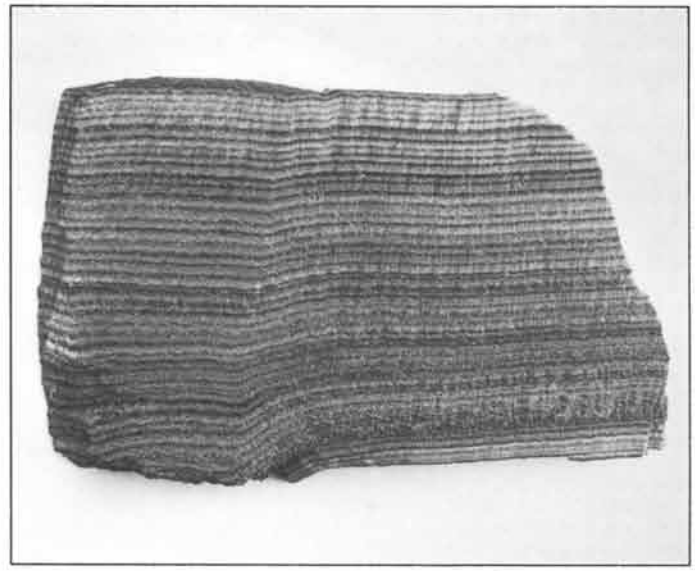
Tagesringe im Baumwollhaar. Nach *Frey-Wyssling 1959.*



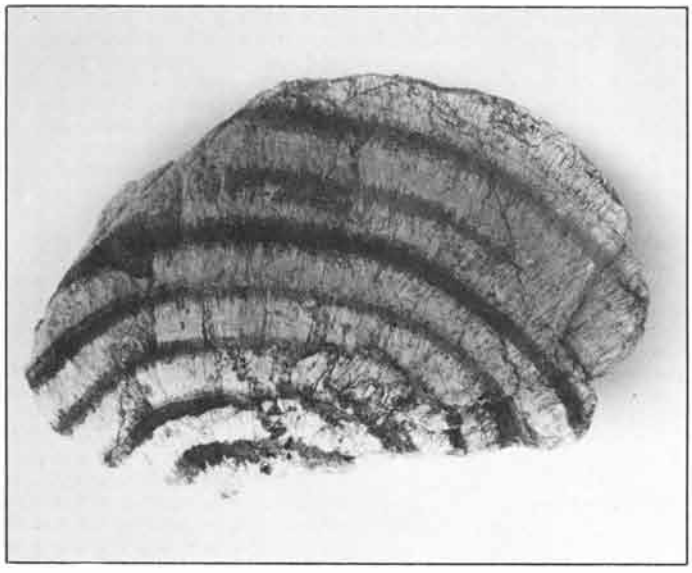
Jahreszuwachse in Hörnern des Steinbocks. Nach *Baumann 1949.*



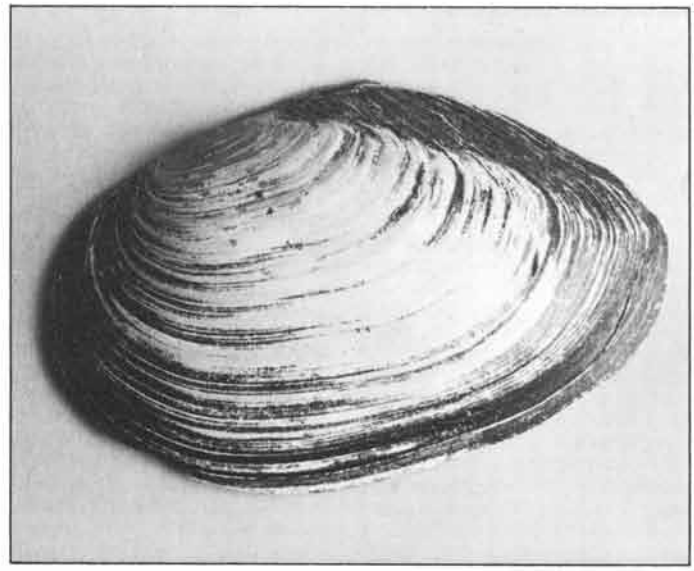
Aperiodische Zuwachse in einem Achat.



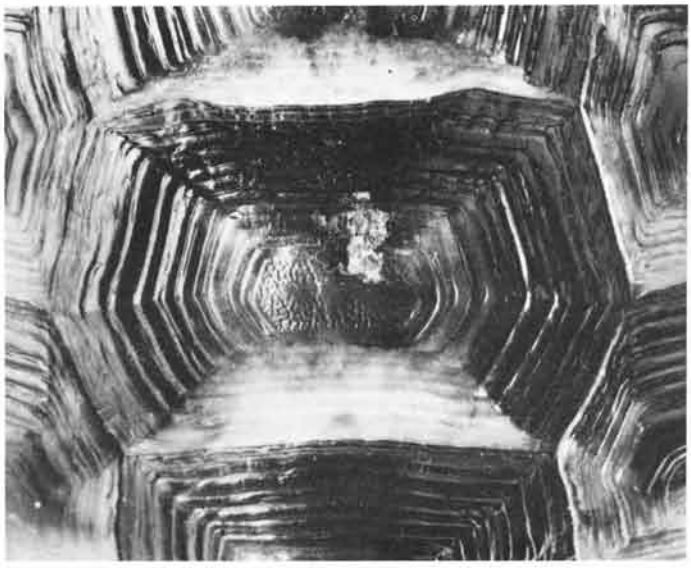
Warven. Mehr oder weniger jährlich abgegrenzte Sedimentzuwachse in einem See.



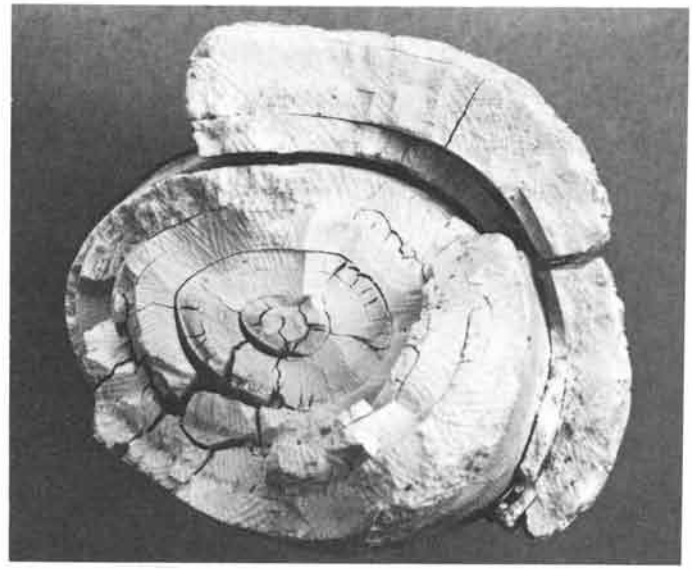
Vermutlich jährliche Zuwachsschichten in einer tertiären Koralle.



Zuwachsschichten in der Schale einer Flussmuschel. Im Laufe eines Jahres entstehen infolge ändernder Umweltbedingungen mehrere Zuwachsschichten.



Zuwachsschichten auf einem Schildkrötenpanzer.



Zuwachsschichten in einem quartären Mammutzahn.