

Fritz Hans Schweingruber
Der Jahrring

Fritz Hans Schweingruber

Der Jahrring

Standort, Methodik, Zeit und Klima in der Dendrochronologie

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. Jahringwachstum und Standort	103
IV. Angewandte Dendrochronologie	147
V. Geschichte der Dendrochronologie	217
Literaturverzeichnis	224
Sachwortverzeichnis	230

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	Rekonstruktion	
Das Radiographieren	72	An einzelnen Reihen	
		An mehreren räumlich verteilten Reihen	
Radiographische densitometrische Dichtebestimmung von Holz	74		
Die Apparate			
Das Prinzip der radiographisch-densitometrischen Holzlichtbestimmung			
Messung der Holzdicke 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)			
		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

- 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

- Unterschiede im Absolutbetrag
- Unterschiede im Kurvenverlauf
- Anzahl intraannueller Dichteschwankungen

Die Beziehungen zwischen einheitlichen Jahrringmerkmalen von Bäumen ähnlicher und unterschiedlicher Standorte

- 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

- 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

- Theorie
- Praxis

Ein Wachstumsmodell

- 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

128 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 Lavafüssen			
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

«**M**an 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 Holzdicke 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

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 Wachholdern 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 Wissenschaftlern 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 Fachwissenschaftler 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 welchem 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 Wissenschaftler 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. Röhliberger.

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.

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 standortkundlichen 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 liess 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.

Lovellius 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

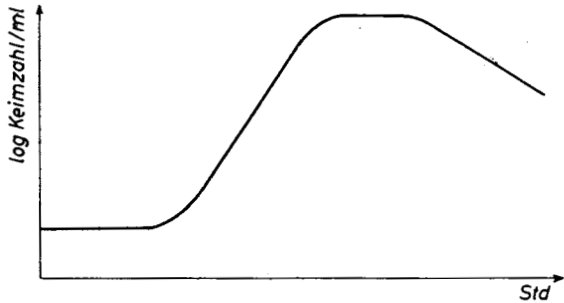
Mit diesen zwei Seiten will ich den Jahring in den weiten Rahmen der in der Natur vorkommenden Rhythmen stellen. Kein Entwicklungsvorgang ist kontinuierlich. Kein Organismus wächst ununterbrochen. Früher oder später – es mögen Sekunden oder Jahre sein – begrenzen innere und äussere Faktoren das Wachstum. 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.

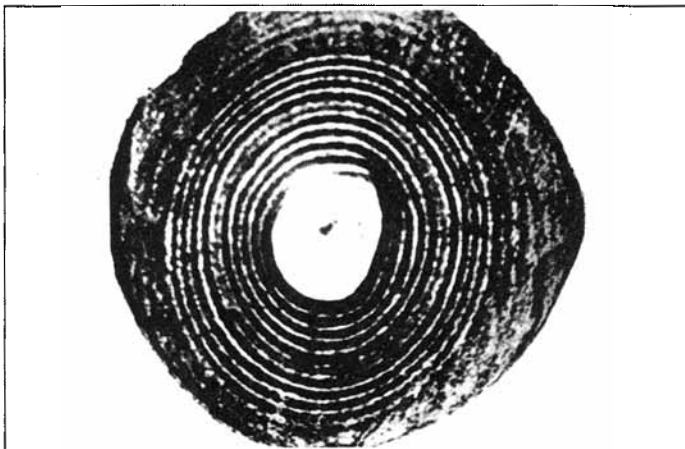
Häufig sind diese Wachstumsvorgänge nur durch Messung des Geschehens feststellbar und relativ selten spiegeln sie sich in Strukturen wider. In der Regel sind diese Organismen mit Wachstumsstrukturen kurzlebig und nur ganz selten werden sie älter als einige wenige Jahre. Bäume mit Jahreszuwachsen sind 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 Jahring 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.



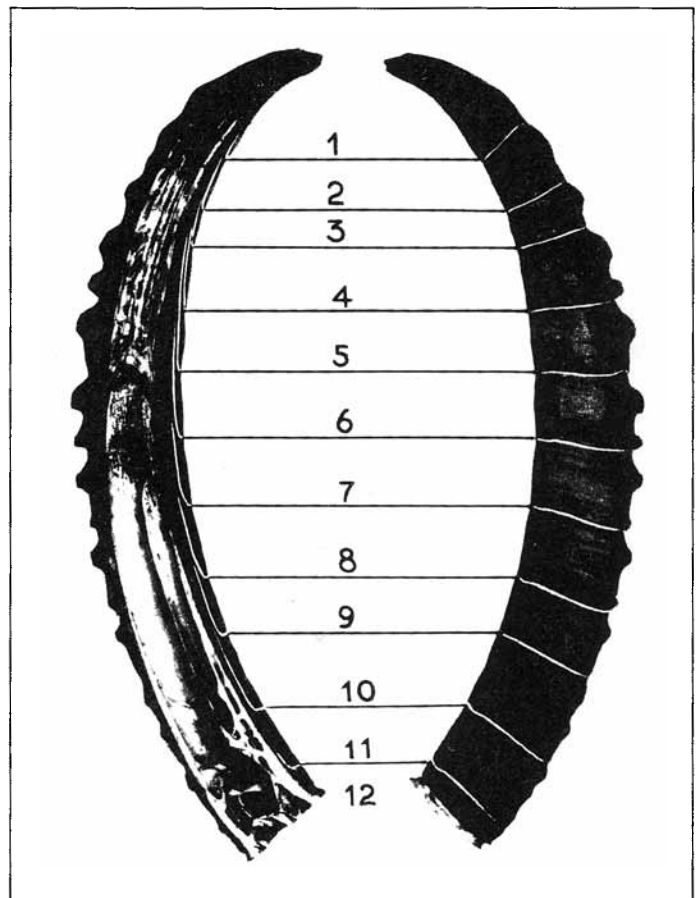
Gehirnaktivität einer schlafenden Katze. Aktivitäts- und Ruhepausen wechseln in unregelmässiger Folge.



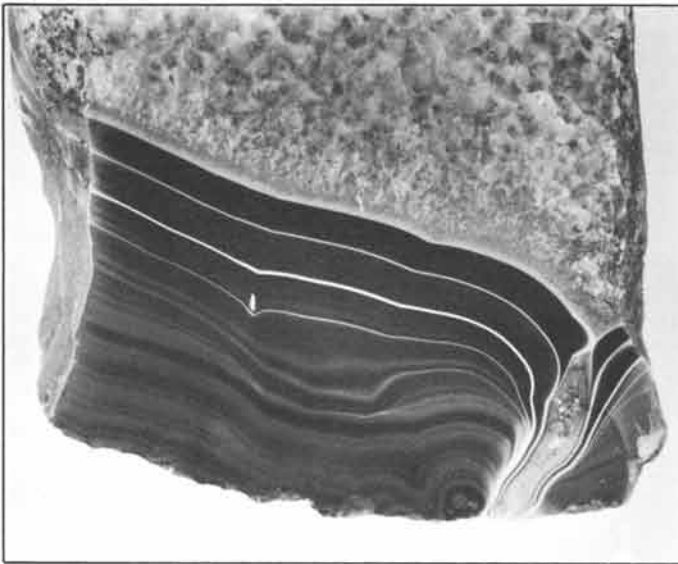
Wachstumskurve einer Bakterienkultur. Nach Nultsch 1977. Selbst in einem optimalen Substrat erfolgt das Wachstum nicht kontinuierlich. Es klingt ab nach Erschöpfung der Nährstoffe und der Anreicherung von Stoffwechselprodukten.



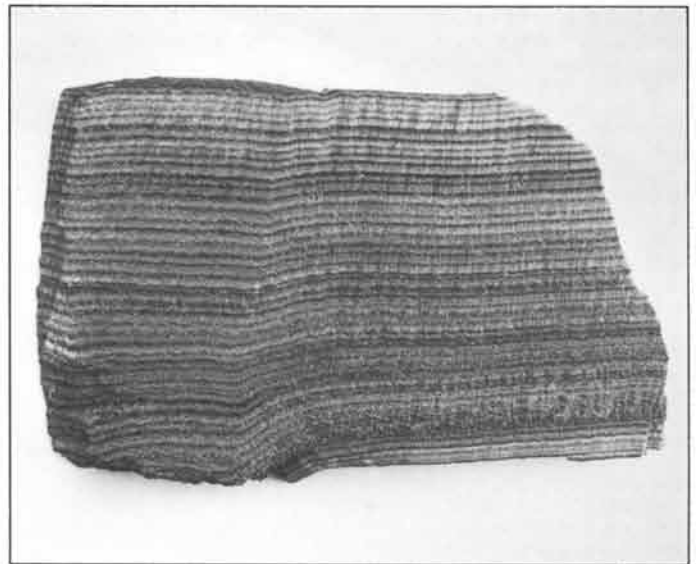
Tagesringe im Baumwollhaar. Nach Frey-Wyssling 1959.



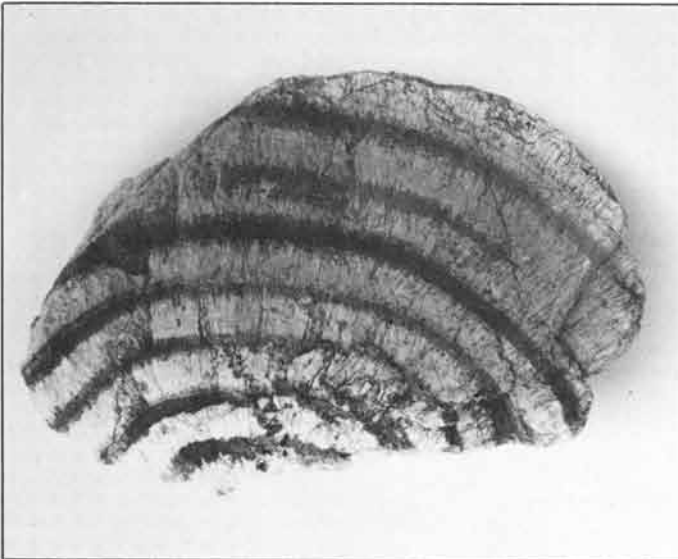
Jahreszuwächse in Hörnern des Steinbocks. Nach Baumann 1949.



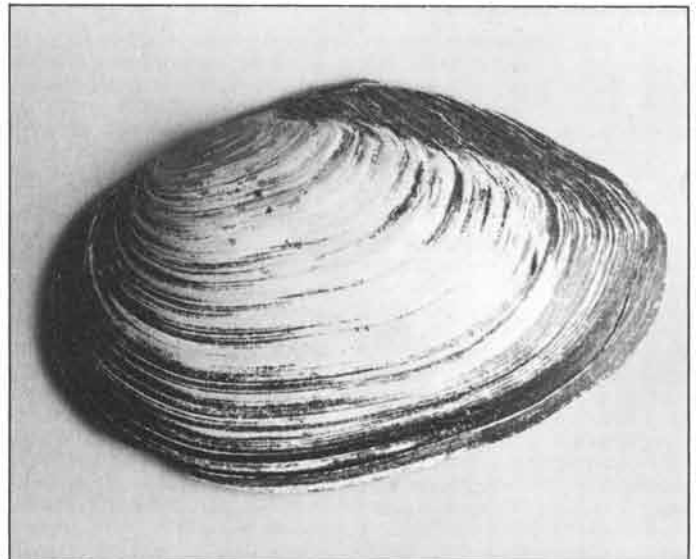
Aperiodische Zuwachse in einem Achat.



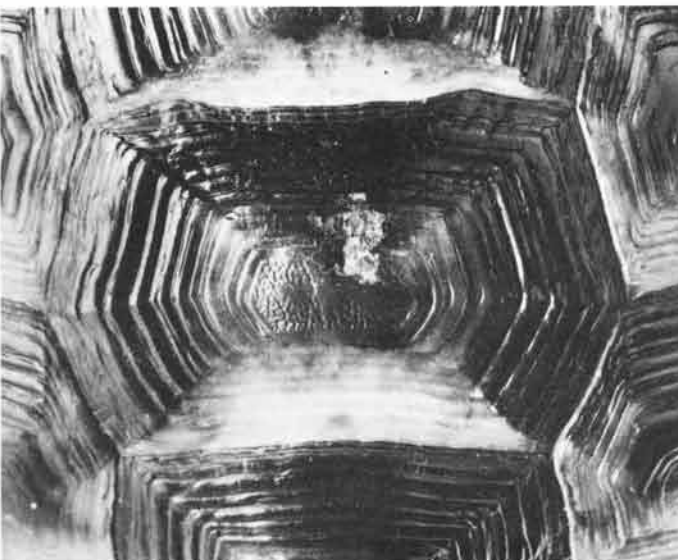
Warven. Mehr oder weniger jährlich abgegrenzte Sedimentzuwachs in einem See.



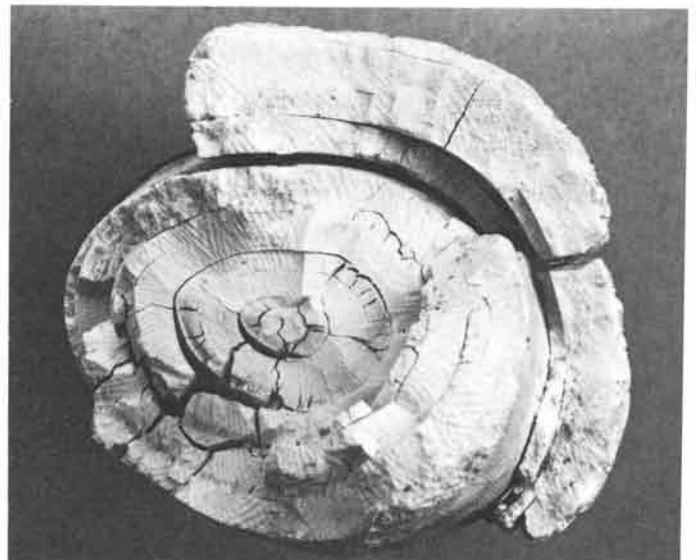
Vermutlich jährliche Zuwachsschichten in einer tertiären Koralle.



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.