

## 5-21 Kalifornische Borstenkiefernchronologie (bristlecone pine chronology)

### Die Gültigkeit des langen Teils der Borstenkiefernchronologie ist nicht bekannt – eine unabhängige Validierung ist bislang nicht erfolgt

#### Erste (ultra-) lange Baumjarringchronologie<sup>1</sup>

Die kalifornische Borstenkiefernchronologie (bristlecone pine chronology) wurde hauptsächlich in den 1960er-Jahren am Laboratory of Tree-Ring Research (LTRR) der Universität Arizona konstruiert (FERGUSON 1969)<sup>2</sup>; mit den Erweiterungen bis 1983 soll sie – FERGUSON & GRAYBILL (1983) zufolge – 8681 [Dendro-] Jahre umfassen (Tab. 1). Darüber hinaus ist keine Erweiterung mitgeteilt worden, obgleich nach FERGUSON & GRAYBILL (1985) noch „ältere“ Bäume (<sup>14</sup>C-datiert) gefunden wurden. Die aktuelle Länge soll 8836 [Dendro-] Jahre betragen (LEAVITT & BANISTER 2009, 375).<sup>3</sup> Grundlegend allerdings sind die Publikationen zur 7104 [Dendro-] Jahre umfassenden Chronologie (FERGUSON 1969, 1970).



**Abb. 1** Borstenkiefer (bristlecone pine) im „Ancient Bristlecone Pine Forest“ der White Mountains, Kalifornien. Foto: Rick GOLDWASER, 2008 (Wikimedia Commons, CC-BY-2.0).

Die Chronologie ist für Borstenkiefern<sup>4</sup> der kalifornischen White Mountains entwickelt worden; das Material stammt aus etwa 3000 m Höhe von lebenden und toten, noch stehenden Bäumen oder Resten bzw. Fragmenten umgefallener und erodierter Stämme. FERGUSON (1969) hat die Standardchronologie aus den zuvor existierenden Teilchronologien Methusaleh Walk (Skalenabschnitt AD 1600-1962, 9 Bäume) und Schulman-Standard (Skalenabschnitt AD 800-1954, 14 Bäume; Tab. 1) sowie 17 einzelnen Individuen (Skalenabschnitt 5142 BC bis AD 1285) zusammengesetzt.

Die lange Chronologie ist hauptsächlich mit dem Ziel erstellt worden, dendrochronologisch datierte Jahrringproben für die Kalibration der Radiokarbon-Zeitskala (→ 6-01) zur Verfügung zu stellen.<sup>5</sup> Eine diesbezügliche Kooperation mit dem Radiokarbon-Laboratorium der Universität von Arizona war aber zweiseitig angelegt; denn für Proben unbekanntes Alters (nicht-lebender Bäume) lieferte das Radiokarbon-Laboratorium (die notwendigen) <sup>14</sup>C-Alter.

Die Datensätze der kalifornischen Borstenkiefernchronologie bildeten über viele Jahre das Rückgrat der Dendrokalibration der Radiokarbon-Zeitskala, sind aber seit Mitte der 1990er-Jahre nicht mehr in der Kalibrationskurve inkludiert (REIMER et al. 2009, 2013).

Die komplette Standardchronologie mit 7104 gefilterten Werten ist in tabellarischer Form publiziert (FERGUSON 1969, Appendix A; FERGUSON 1970, Table 3) und liegt auch als normalisierte Zeitreihe vor (Datei ca506.crn).<sup>6</sup> Die dendrochronologischen Rohdaten und Konstruktionsdaten

<sup>1</sup> Dieser Beitrag ist im Wesentlichen ein Auszug aus KOTULLA (2019).

<sup>2</sup> Das sog. *Bristlecone Pine Project* begann 1956 (FERGUSON & GRAYBILL 1983, 288).

<sup>3</sup> Mit Verweis auf eine pers. Mittlg. von T. HARLAN.

<sup>4</sup> Einige lebende Exemplare sollen sehr hohe individuelle Alter aufweisen. Siehe z. B. SCHULMAN (1956), SCHULMAN & FERGUSON (1956) und SCHULMAN (1958).

<sup>5</sup> „The primary focus of the project – to provide dendrochronologically-dated decade samples for an interlaboratory calibration of the <sup>14</sup>C time scale (Klein et al, 1982) – continues as bulk material for selected time periods becomes available“ (FERGUSON & GRAYBILL 1983, 287).

<sup>6</sup> <ftp://ftp.ncdc.noaa.gov/pub/data/paleo/treering/chronologies/northamerica/usa/ca506.crn>

sind allerdings nicht veröffentlicht; auch ist eine hochauflösende Bild-Dokumentation der Proben nicht publiziert bzw. zugänglich hinterlegt (u. a.

wegen der z. T. komplexen Wuchsformen und dem Problem vermeintlich fehlender Jahrringe).

Chronologie/ Referenz	Dendro-Zeitskala		Länge [Dendrojahre]	Anmerkung
	Start	Ende		
<u>Schulman Master</u>				
Schulman (1956)	AD 800	AD 1954	1155	
<u>White Mountains Master</u>				
Ferguson & Wright (1963)	ca. 1900 BC	AD 1954 ?	3850	A
Ferguson et al. (1966)	ca. 4638 BC ?	AD 1962 ?	>6600	B
Ferguson (1968)	5150 BC		7117	
Ferguson (1969)	5142 BC	AD 1962	7104	
Ferguson (1970)	5522 BC	AD 1962	7484	
Ferguson (1972)			nahezu 8000	
Ferguson (1979)	6275 BC	AD 1978	8253	
Ferguson & Graybill (1981)	6700 BC			
Ferguson, Graybill & Burns			8681	C
Ferguson & Graybill (1983)	6700 BC	AD 1981	8681	
Ferguson et al. (1985)	6700 BC			
Linick et al. (1986)	6554 BC			D

**Tab. 1** Kalifornische Borstenkiefernchronologie. Ausgewählte Marksteine der Konstruktion. Anmerkungen: A: Zwischenmitteilung zum Konstruktionsfortschritt: „nutzbare“ Standardchronologie; B: Zwischenmitteilung zum Konstruktionsfortschritt; C: angekündigt in FERGUSON & GRAYBILL (1981), aber nicht publiziert; D: die Verlängerung bezieht sich nach LINICK et al. (1986, 944) auf eine Borstenkiefer-Probe (Dendrojahre 6554-5820 BC), die mit der existierenden Chronologie kreuzdatiert werden konnte.

## Material und Alter

Die Baumstämme bzw. Baumstammreste am jeweiligen Fundpunkt geben keinen Hinweis auf ihr Alter oder – bei mehreren Individuen – ihr relatives Alter zueinander. Das gilt für alle Fundsituationen. Eine Feststellung von LIBBY (in FERGUSON 1970) zu dem Borstenkiefern-Material der White Mountains dokumentiert dies: „Es ist ein schwieriges Problem, weil wir, wenn wir ein Stück Holz bloß betrachten, nicht fähig sind zu sagen, ob es sehr alt ist oder nicht.“<sup>7</sup>

## Elemente der Chronologie-Konstruktion: <sup>14</sup>C-Vordatierung

FERGUSON (1970, 244) berichtet für die 7484 [Dendro-] Jahre umfassende Borstenkiefernchronologie – Stand 15. Mai 1969 – von insgesamt 471 <sup>14</sup>C-datierten Proben, hauptsächlich in Form von 10-Jahrringeinheiten. Grundlage der Radiokarbon-Bestimmungen war eine Kooperation mit dem Radiokarbon-Laboratorium der Universität von Arizona; demnach sollte das Laboratorium <sup>14</sup>C-Alter für Überreste von Bäumen liefern, die in keiner Beziehung zu lebenden Bäumen standen, also von Holz unbekanntes Alters.<sup>8</sup>

<sup>7</sup> LIBBY in einer Diskussion im Anschluss an FERGUSONS Vortrag über die Etablierung seiner 7484 [Dendro-] Jahre umfassenden Borstenkiefernchronologie in den kalifornischen White Mountains (FERGUSON 1970, 245): „We are making a concerted effort, working with the U. S. Forest Service, the Park Service and the Bureau of Land Management, to protect these ancient forests and particularly the pieces of ancient wood lying on the ground, which, as Professor Ferguson has indicated, are in many respects more valuable than the living trees. It is a difficult problem, because we are unable to tell by just looking at a piece of wood whether it is very ancient or not. Our first thought and

plan were to pick up all of this dead wood and put it in a warehouse. (...) Professor Ferguson tells a story about finding the oldest piece ever found right the trail. I guess that that is about the state of the art at the moment – largely a matter of luck – but thousands of tons of ancient wood are lying there and we badly need to go through these areas and somehow segregate and protect them. Such a program may be fairly practical. We are thinking about taking samples from these ancient pieces of dead wood and determining radiocarbon dates for all of them. (...)“

<sup>8</sup> Bereits der Folgeantrag zur Forschungsbewilligung NSF-G 19949 vom 10. Mai 1963 (MCGINNIES &

Zu diesem Zeitpunkt bildeten – über die Reichweite der Sequoia und ägyptischen Materials hinaus – nur Proben der Borstenkiefer die einzige Quelle für die Kalibration der Radiokarbon-Zeitskala.<sup>9</sup> FERGUSON erwähnt in seinen Arbeiten nicht ausdrücklich, dass er die <sup>14</sup>C-Datierungen zur Konstruktion der Chronologie verwendet hat; dies ergibt sich aber aus dem Gesamtzusammenhang.<sup>10</sup>

### Validierung durch zweite Borstenkiefernchronologie?

LAMARCHE & HARLAN (1973) vergleichen ihre nach eigenen Angaben „unabhängig entwickelte“ Campito-Chronologie mit der Methuselah-Chronologie von FERGUSON (1969) (kalifornische Borstenkiefernchronologie). Beide Borstenkiefern-Probenlokalitäten, Campito Mountain und Methuselah Walk, befinden sich in den White Mountains (Kalifornien) und sind nur etwa 16 km voneinander entfernt. Die konstruierte, zusammengesetzte Campito-Chronologie ist 5403 Dendrojahre lang und umfasst den Skalenbereich 3433 BC bis AD 1970 (Tab. 2).

LAMARCHE & HARLAN (1973) beurteilen die Übereinstimmung der Chronologien als „nahezu perfekt“ und schließen, dass die Anwendung „dendrochronologischer Techniken auf die Borstenkiefer hoch-reproduzierbare Ergebnisse

liefert“.<sup>11</sup> Die Werte der 53 ermittelten Korrelationskoeffizienten (100-Jahringintervalle) lagen in einem Korridor zwischen 0,4 und 0,8 (LAMARCHE & HARLAN 1973, ihre Fig. 7).

Allerdings belegen LAMARCHE & HARLAN (1973) eine unabhängige Konstruktion der Campito-Chronologie nicht (zu einer Analyse siehe KOTULLA 2019). Folglich ist eine Reproduzierbarkeit der Methuselah- bzw. kalifornischen Borstenkiefernchronologie (FERGUSON 1969) durch die Campito-Chronologie im Sinne einer unabhängigen Verifikation nicht gegeben (Skalenbereich 3433 BC bis < AD 600). Demnach liegt auch keine externe (tertiäre) Replikation vor (→ 5-13).

### Publikation der dendrochronologischen Rohdaten und Konstruktionsdaten

Die für die Kalibrierung der Radiokarbon-Zeitskala sowie der Konstruktion der Belfast-Chronologie (→ 5-22) und des Hohenheimer Jahringkalenders (→ 5-23) einstmals relevante kalifornische Borstenkiefernchronologie muss praktisch überprüfbar, also duplizier- und reproduzierbar sein. Hierzu bedarf es einer (freiwilligen) Veröffentlichung nicht nur der dendrochronologischen Rohdaten, sondern auch der Konstruktionsdaten. Dies ist bis heute nicht geschehen.

PATRICK 1963, 13) enthielt eine weitreichende Passage zur Kooperation mit dem Radiokarbon-Laboratorium der Universität von Arizona: „Our part of the cooperative studies with the University of Arizona Radiocarbon Laboratory is to furnish exactly dated tree-ring material that can be used to check radiocarbon determinations over a span of 4500 years. In return, the radiocarbon laboratory will provide dates on ‘floaters’, pieces of wood that are remnants of former trees and have no provenience in relation to any living tree. These pieces were chosen from sites having a sensitive chronology and producing trees in the 4000-year range. The floaters could be the inner portions of trees of the maximum age class that have been dead for a thousand years or more. Three specimens dated so far, at 2692 ± 36, 3000 ± 300, and 3334 ± 58 B.P. (5730 half life), are within the range of the present tree-ring chronology, but time has not yet permitted their study. Carbon-14 dating of wood of unknown age may be useful in either of two ways: (1) if the Carbon-14 date falls within the range of the existing tree-ring chronology it would simplify the process of correctly identifying the exact time span in which the floater falls, or (2) should the date be prior to the existing tree-ring chronology, this material would provide a basis for ultimately extending the tree-ring chronology back in time by cross-dating individual

specimens and, by filling in the gaps, tying it into the chronology based on living trees.“ – MCGINNIES & PATRICK (1963, 13) beziehen sich auch auf die Publikation von LIBBY (1963, 279), der mitteilte, dass keine Jahringdaten von früher als 3600 Jahre vor heute vorlägen.

<sup>9</sup> „Beyond the range of the sequoia and Egyptian material, samples of bristlecone pine constitute the sole source of dated wood for the calibration of the radiocarbon timescale“ FERGUSON (1970, 244).

<sup>10</sup> Z. B.: „(...) we are cautiously optimistic that the chronology may eventually reach back at least 10,000 years. This thought is buttressed by the presence of a 500-year ‘floating’ sequence in the range of 9000 years BP (Ferguson, 1968). Current <sup>14</sup>C analysis seems to indicate that another remnant, collected in 1981, again with ca 500 rings, may be over 10,000 years old (H N Michael, pers commun, 1982). Continuing tree-ring and <sup>14</sup>C studies will further define the temporal relationship of these two specimens“ (FERGUSON & GRAYBILL 1983, 287).

<sup>11</sup> „The nearly perfect agreement between the independently developed chronologies shows that dendrochronological techniques give highly reproducible results upon their application to bristlecone pine“ (LAMARCHE & HARLAN 1973, 8856).

Baumring- chronologie	Lokalität (White Mountains, Kalifornien)	Länge [Dendrojahre]	Dendro-Zeitskala	
			Start	Ende
Methuselah	Methuselah Walk	7104	5141 BC	AD 1962
Campito	Campito-Mountain, 16 km N Methuselah Walk	5403	3433 BC	AD 1970

**Tab. 2** Lange Baumringchronologien der White Mountains, Kalifornien. Zusammengestellt nach LAMARCHE & HARLAN (1973).

## Fazit und Handlungsbedarf

Die Konstruktion der kalifornischen Borstenkiefernchronologie erfolgte nicht ausschließlich – unabhängig – mit der dendrochronologischen Methode („Prinzip der Kreuzdatierung“; → 5-13). Die Konstruktion des langen Abschnitts der Chronologie erfolgte ausnahmslos direkt mit <sup>14</sup>C-Vordatierungen von Baumringproben.

Die Konstrukteure der kalifornischen Borstenkiefernchronologie haben die Gültigkeit und Unabhängigkeit ihrer Chronologie weder aufgezeigt noch belegt; die Beweislast aber liegt auf ihrer Seite.

Bei dem langen Teil der kalifornischen Borstenkiefernchronologie handelt es sich um einen nicht verifizierten Jahrringkalender. Eine Gleichsetzung von Dendrojahr (Jahrringkalenderjahr) und Realjahr ist nicht zulässig.

## Literatur

- FERGUSON CW (1968) Bristlecone Pine: Science and Aesthetics. *Science* 159, 839-846.
- FERGUSON CW (1969) A 7104-year annual tree-ring chronology for bristlecone pine, *Pinus aristata*, from the White Mountains, California. *Tree-Ring Bulletin* 29, 3-29.
- FERGUSON CW (1970) Dendrochronology of bristlecone pine, *Pinus aristata*: establishment of a 7484-year chronology in the White Mountains of eastern-central California, U. S. A. In: OLSSON IU (ed.) *Radiocarbon Variations and Absolute Chronology*. Stockholm, 237-259.
- FERGUSON CW (1972) Dendrochronology of bristlecone pine prior to 4000 B.C. *Proceedings of the 8th International Conference on Radiocarbon Dating*, Lower Hutt, New Zealand. *Bulletin Royal Society of New Zealand* 14, A2-A10.
- FERGUSON CW (1979) Dendrochronology of bristlecone pine, *Pinus longaeva*. *Environment International* 2, 209-214.
- FERGUSON CW & GRAYBILL DA (1981) Dendrochronology of bristlecone pine. A terminal report submitted 31 October, 1981 on the National Science Foundation grant EAR-78-04436 with the

assistance of the Department of Energy contract no. EE-78-A-28-3274.

FERGUSON CW & GRAYBILL DA (1983) Dendrochronology of bristlecone pine: a progress report. *Radiocarbon* 25, 287-288.

FERGUSON CW, LAWN B & MICHAEL HN (1985) Prospects for the extension of the bristlecone pine chronology: Radiocarbon analysis of H-84-1. *Meteoritics* 20, 415-421.

FERGUSON CW & WRIGHT RA (1963) Tree rings in the western Great Basin. *Anthropological Paper Number 9*, Nevada State Museum. Carson City, Nevada.

KOTULLA M (2019) Verkohlte Baumstämme in Tephra-Ablagerungen des Laacher-See-Vulkans: neue Radiokarbon-Bestimmungen und ihre Altersinterpretation. *W+W Special Paper G-19-1*, Baiersbrunn.

[https://www.wort-und-wissen.org/wp-content/uploads/g-19-1\\_radiokarbon.pdf](https://www.wort-und-wissen.org/wp-content/uploads/g-19-1_radiokarbon.pdf)

LAMARCHE JR VC & HARLAN TP (1973) Accuracy of tree ring dating of bristlecone pine for calibration of the radiocarbon time scale. *Journal of Geophysical Research* 78, 8849-8858.

LEAVITT SW & BANNISTER B (2009) Dendrochronology and Radiocarbon dating: The Laboratory of tree-ring research connection. *Radiocarbon* 51, 373-384.

LINICK TW, LONG A, DAMON PE & FERGUSON CW (1986) High-precision radiocarbon dating of bristlecone pine from 6554 to 5350 BC. *Radiocarbon* 28, 943-953.

MCGINNIES WG & PATRICK DL (1963) Continuation of Studies on the Dendrochronology of Bristlecone Pine (*Pinus aristata* Engelm.) (Continuation of Research Grant NSF-G 19949). A Research Proposal Submitted to the National Science Foundation.

REIMER PJ, BARD E, BAYLISS A, BECK JW, BLACKWELL PG, BRONK RAMSEY C, BUCK CE, EDWARDS RL, FRIEDRICH M, GROOTES PM, GUILDERSON TP, HAFLIDASON H, HAJDAS I, HATTÉ C, HEATON TJ, HOGG AG, HUGHEN KA, KAISER KF, KROMER B, MANNING SW, REIMER RW, RICHARDS DA, SCOTT EM, SOUTHON JR, TURNER CSM & VAN DER PLICHT J (2013) Selection and treatment of data for radiocarbon calibration: an update to the

International Calibration (IntCal) criteria. Radiocarbon 55, 1923-1945.

REIMER PR, BAILLIE MGL, BARD E, BAYLISS A, BECK JW, BLACKWELL PG, BRONK RAMSEY C, BUCK CE, BURR GS, EDWARDS RL, FRIEDRICH M, GROOTES PM, GUILDERSON TP, HAYDAS I, HEATON TJ, HOGG AG, HUGHEN KA, KAISER KF, KROMER B, MCCORMAC FG, MANNING SW, REIMER RW, RICHARDS DA, SOUTHON JR, TALAMO S, TURNEY CSM, VAN DER PLICHT J & WEYHENMEYER CE (2009) INTCAL09 and MARINE09 Radiocarbon Age Calibration Curves, 0–50,000 years cal BP. Radiocarbon 51, 1111-1150.

SCHULMAN E (1956) Dendroclimatic Changes in Semiarid America. Tucson, Arizona, USA. University of Arizona.

SCHULMAN E (1958) Bristlecone pine, oldest known living thing. National Geographic Magazine 113, 354-372.

SCHULMAN E & FERGUSON CW (1956) Millenia-old pine trees sampled in 1954 and 1955. In: SCHULMAN (ed.) Dendroclimatic Changes in Semiarid America. Appendix C, 136-138.

→ und Blattnummer: Verweis auf andere Beiträge der Online-Loseblattsammlung.

Zur Ergänzung → 5-01, 5-14, 6-01.