Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss foresty journal = Journal forestier suisse

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 138 (1987)

Heft: 6

Artikel: Nacheiszeitliche Stammfunde aus Grächen im Wallis

Autor: Schär, Ernst / Schweingruber, Fritz H.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-766045

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 08.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Nacheiszeitliche Stammfunde aus Grächen im Wallis

Von *Ernst Schär* und *Fritz H. Schweingruber* Oxf.: 561.24:111.83:182.1
(Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen, CH-8903 Birmensdorf)

1. Einleitung

Im Sommer 1980 wurden aus dem Moränensee Z'Seew anlässlich einer durch Gewässerverschmutzung bedingten Seeufersanierung 47 Lärchen-, 10 Arven- und 4 Fichtenstämme ausgebaggert. Die Fundstelle liegt 500 m östlich von Grächen auf 1715 m ü. M. und etwa 500 m unterhalb der potentiellen Waldgrenze *(Abbildung 1)*. Bezüglich ihrer Lage schliessen sich die Stammfunde an diejenigen von *Bircher* (1982) aus Saas Fee und jene von *Renner* (1982) aus dem Urserental an. In allen drei Fällen handelt es sich um Seeufer- oder Moorfunde in der subalpinen Stufe. Besonders enge Verwandschaft besteht zu den Funden aus Saas Fee. Diese liegen auf 1800 m ü. M. in einem ehemaligen, heute vermoorten See. Die Fundorte Grächen und Saas Fee liegen im Bereich des Lärchen-Arvenwaldes in unmittelbarer Nähe eines Sees. Mit einem Jahresniederschlag von etwa 800 mm und einer durchschnittlichen Sommertemperatur von ungefähr 11 °C befinden sich die beiden Standorte in einem kühlgemässigten Klima. Die Bäume in Grächen standen in unmittelbarer Nähe des

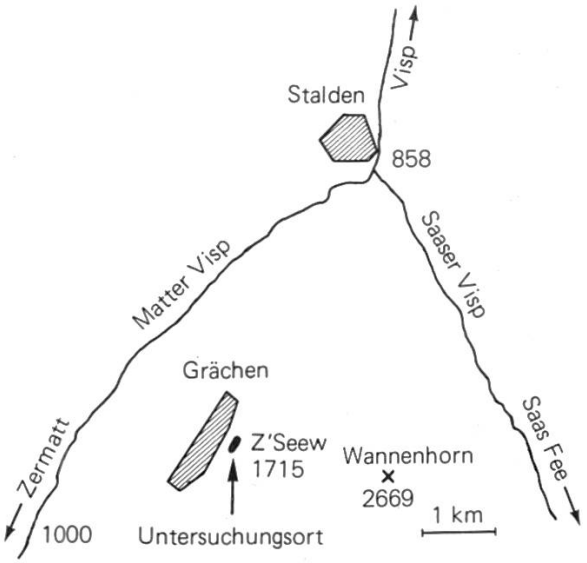


Abbildung 1. Lage des Untersuchungsortes.

leicht geneigten Seeufers, so dass sie beim Stürzen in den See fielen. Seeseitig waren wohl alle Bäume freistehend. Diese spezielle Lage lässt vermuten, dass die Bäume – trotz des relativ trockenen Klimas – aus dem Grundwasserbereich des Sees stets genügend Wasser beziehen konnten.

2. Probenentnahme und dendrochronologische Methodik

Einem glücklichen Zufall ist es zu verdanken, dass die Stämme unmittelbar nach ihrer Entfernung aus dem See gefunden wurden. Von jedem Baume wurde an Ort und Stelle eine Stammscheibe entnommen und ins Labor gebracht. Der gute Erhaltungszustand ermöglichte eine radiodensitometrische Bearbeitung (*Schweingruber,* 1983). Für die Synchronisation wurden von jedem Baum zwei bis drei Radien zu einer Baummittelkurve zusammengefasst. Diese bildeten die Grundlage zur eigentlichen Datierung. Für die statistisch-klimatologischen Studien mussten mittels Ausgleichsfunktionen der Alterstrend und individuelle Störungen aus den Jahrringsequenzen eliminiert werden. Eindeutige Störungen wurden mit dem neuen Verfahren des mehrmaligen Schneidens der Kurven und anschliessender neuer Ausgleichung mit dem Hugershoff-Modell eliminiert (*Bräker,* 1981).

3. Radiokarbondatierung

Die Datierung erfolgte auf physikalischem und dendrochronologischem Wege. Da die von *Röthlisberger* (1976), Bircher (1982) und Renner (1982) erstellten Chronologien noch schlecht belegt waren und es nicht auszuschliessen war, dass Jahrringe fehlten, wurde ein grösserer Teil der Proben mit der Radiokarbonmethode datiert.

Alle physikalisch datierten Proben stammen aus der Nähe des Baummarkes und umfassen nur wenige Jahrringe. Damit ist der biologische Fehler bei der ^{14}C-Datierung auf ein Minimum reduziert.

Fünf Radiokarbonlaboratorien datierten insgesamt 53 Proben.[1]

[1] Allen Mitarbeitern der ^{14}C-Laboratorien danken wir bestens für die Mitarbeit:
Physikalisches Institut der Universität Bern, Prof. H. Oeschger und Frau T. Riesen, 5 Proben.
Geographisches Institut der Universität Zürich, Prof. G. Furrer und Dr. W. Keller, 3 Proben.
Dept. of Geochemistry, University of California, La Jolla, California, Prof. Dr. H. Suess, 13 Proben.
Quarternary Isotope Laboratory, University of Washington, Seattle, Prof. Dr. M. Stuiver, 20 Proben.
Dept. of Physics, University of Arizona, Tucson, Prof. D. J. Donahue, 12 Proben (Beschleunigerdatierung).

Mit der dendrochronologischen Synchronisation konnte folgendes bestätigt werden:

- Im Einzelfall genügt die Präzision von Routinedaten der konventionellen Radiokarbonmethode für dendrochronologische Belange.
- Unterschiedliche Datierungsgenauigkeiten, bedingt durch die zeitliche Stellung der Proben und unterschiedliche Datierungsgenauigkeiten verschiedener Labors, müssen bei der dendrochronologischen Zuordnung berücksichtigt werden.

4. Dendrochronologische Datierung

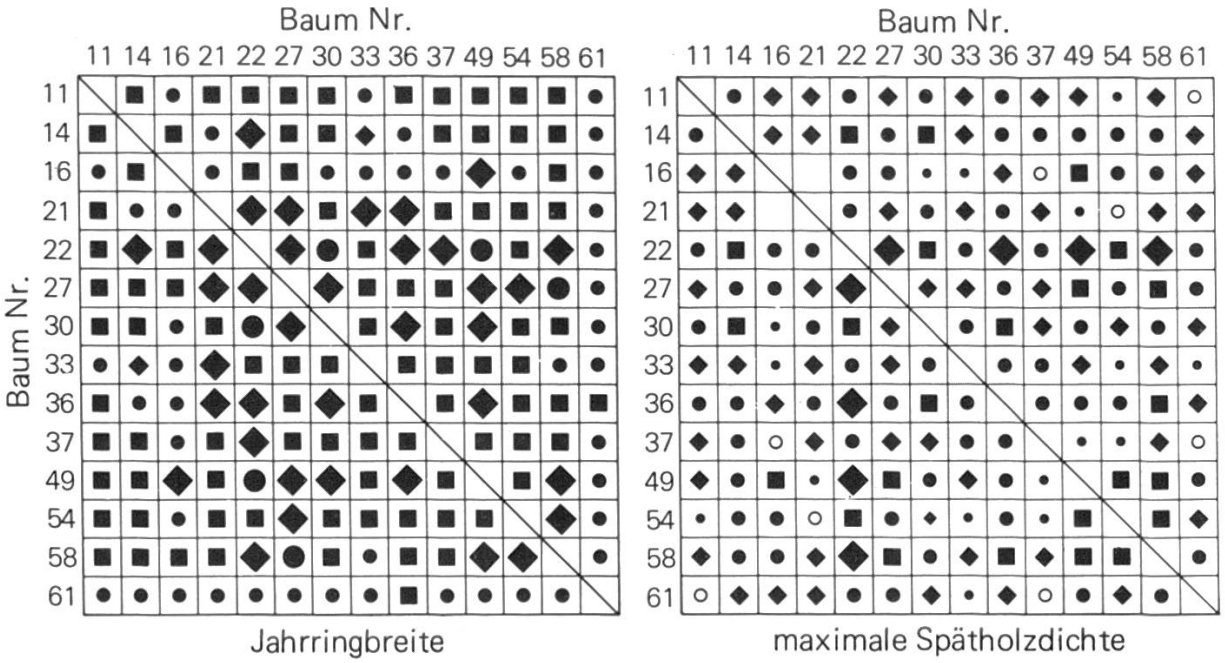
Die dendrochronologische Datierung erfolgte mittels Gleichläufigkeits- und Korrelationsberechnungen und der optischen Erkennung von Weiserjahren. In mehreren Synchronisationsprozessen wurden Teilchronologien erstellt, und schliesslich konnten alle 61 bearbeiteten Proben Jahr für Jahr miteinander verglichen werden. Gleichläufigkeitsberechnungen belegen die Ähnlichkeiten zwischen Kurven der Jahrringbreiten und der maximalen Dichten *(Abbildung 2)*. Daraus lässt sich ableiten, dass ein übergeordneter Faktor das Wachstum beeinflusst hat.

Wie bereits Renner (1982) und *Holzhauser* (1984) feststellten, ist der Verlauf der Kurven von Jahrringbreiten und maximalen Dichten bei Lärchen ähnlich. Darin unterscheidet sich die sommergrüne Lärche von den immergrünen Fichten und Arven, deren Jahrring-Breite- und Maximale-Dichte-Kurven unähnlich sind.

Die Kurven von Grächen unterscheiden sich von denjenigen im Urserental (Renner, 1982). Wie bei rezentem Material variiert die Ähnlichkeit der Einzelkurven von weit auseinanderliegenden Standorten von Nichtdatierbarkeit bis zu nahezu vollständiger Übereinstimmung *(Abbildung 3)*. Die Mittelkurven jedoch sind eindeutig synchronisierbar *(Tabelle 1)*.

Selbst bei gut belegten Mittelkurven ist eine Differenz in der klimatologischen Information zwischen den zwei Lokalitäten zu erwarten. Der Standort Höhenbiel im Urserental liegt an der potentiellen Obergrenze der Bewaldung, wogegen derjenige von Grächen ungefähr 500 m tiefer liegt.

Die Synchronisation der relativ datierten Nadelholzkurven mit den absolut datierten Eichenkurven *(Becker et al.,* 1985) gelingt nicht mit Sicherheit. Im Bereiche unseres Jahrtausends ergeben sich mittels gut belegter Kurven statistische Zusammenhänge, die in gewissen Zeitabschnitten visuell auch verifiziert werden können. Die schwach belegten Nadelholzkurven aus prähistorischer Zeit zeigen statistische Synchronlagen an verschiedenen Positionen, die beim visuellen Vergleich der Kurven zu keiner sicheren Datierung führten. Aus diesem Grunde sind die Teilchronologien immer noch halb absolut datiert, das



Bedeutung der Signaturen:

Gruppen von Gleichläufigkeitswerten	bei einer einseitigen Vertrauensgrenze von	Niedrigster signifikanter Gleichläufigkeitswert
○ 55,2 – 57,3 %	95 %	55,2 %
• 57,4 – 59,5 %	99 %	57,4 %
◆ 59,6 – 64,9 %	99,9 %	59,6 %
● 65 – 69,9 %		
■ 70 – 74,9 %		
◆ 75 – 79,9 %		
● 80 und mehr %	Beobachtungsumfang 250 Jahre	

Abbildung 2. Schematische Darstellung der Gleichläufigkeitswerte von Jahrringbreiten und maximalen Dichten von 14 Lärchen über 250 Jahre aus der Zeit um 800 v. Chr. Bei den Jahrringbreiten liegt der Mittelwert mit 72,3% um 7% höher als bei der maximalen Dichte (65,4%).

Tabelle 1. Vergleich der statistischen Werte zwischen langjährigen Chronologien aus dem Wallis (Grächen) und dem Urserental (Höhenbiel).
** Mittelkurve * Einzelkurven

	Kurvenpaare			
	Grächen/Höhenbiel		*Grächen/Höhenbiel*	
	*619020*** Lärche	*501002*** Lärche	*619530** Arve	*502064** Lärche
Überlappungslänge der Kurven	525 Jahre		268 Jahre	
max. Dichte: – Gleichläufigkeit	65,9%		69,7%	
– t-Wert	14,9%		5,3%	
Jahrringbreite: – Gleichläufigkeit	62,3%		55,6%	
– t-Wert	10,8%		3,8%	
Testgrenzen in % für Gleichläufigkeitswerte: – 95,0%	53,6%		59,0%	
– 99,9%	56,8%		59,5%	

heisst, innerhalb der Chronologie steht jeder Jahrring in zeitlich richtiger Lage, die ganze Chronologie dagegen ist mit Radiokarbondatierungen in eine ungefähre zeitliche Position gebracht worden.

5. Die Waldentwicklung

Die Hölzer stammen aus der Periode von 6500 bis 1000 vor heute. Diese Phase entspricht nach *Markgraf* (1969) der pollenanalytisch definierten «Birken-Lärchenzeit», der «Tannenzeit mit Lärchen» und der «Tannenzeit

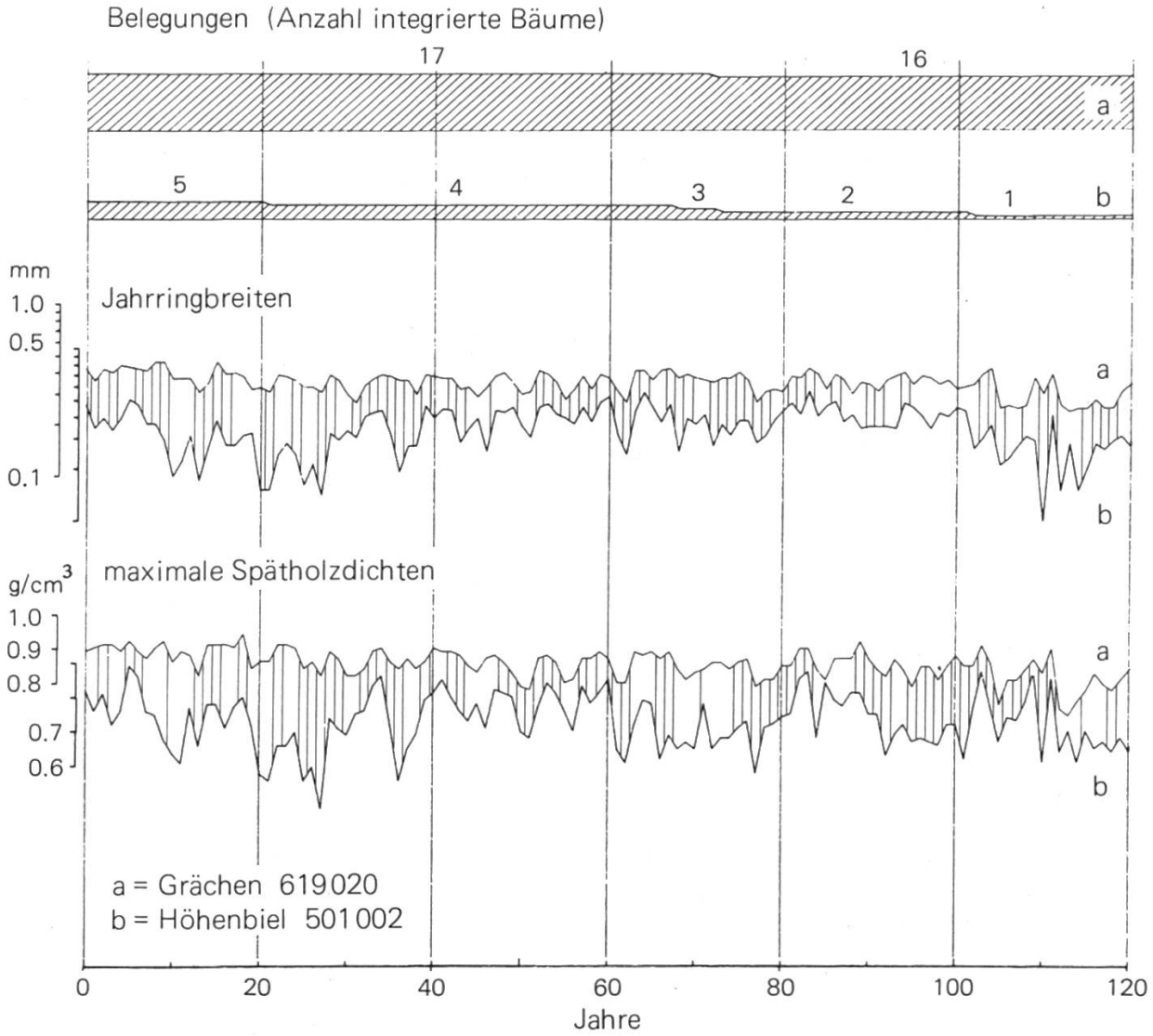


Abbildung 3. Beziehungen zwischen zwei gut übereinstimmenden Lärchen-Mittelkurven von Grächen im Wallis und von Höhenbiel im Urserental. Die Ähnlichkeit kommt zum Ausdruck durch hohe Gleichläufigkeiten (vertikale Verbindungslinien zwischen den Kurven) und einzelne Weiserjahre. In vielen Jahren dürften klimatische Faktoren das Wachstum der Bäume in gleicher Weise beeinflusst haben.

mit Fichten». Im Vergleich mit den pollenanalytischen Daten ist erkennbar, dass die Holzfunde nur einen Ausschnitt aus der gesamten zeitlichen Waldentwicklung darstellen, denn die ganze «Arvenzeit» und die Einwanderungszeit der Lärche fehlen (ungefähr 9500 bis 6040 vor heute nach unkorrigierten Radiokarbondaten). Es ist nicht auszuschliessen, dass Stämme aus dieser Zeit in tieferen, nicht ausgebaggerten Schichten des Sees liegen.

Im Artenspektrum von Grächen dominieren während der ganzen Periode bis heute die Lärchen. In geringer Menge vertreten sind die Arven und ab 3000 vor heute auch einige Fichten. Auffallend ist die praktisch unveränderte Baumartenzusammensetzung während 6000 Jahren. Da sich auch in der Zeit vor der menschlichen Beeinflussung – ungefähr 6000 bis 2500 vor heute – kein Artenwechsel abzeichnet, ist anzunehmen, dass die heutige Vegetation und Waldzusammensetzung einer stabilen Endphase entspricht.

Aus der Altersverteilung bei den einzelnen Baumarten *(Abbildung 4)* geht die besondere Stellung der Lärche hervor. Genetisch zu erklären ist das geringe Durchschnittsalter der Fichte von weniger als 200 Jahren. Die in der oberen subalpinen Stufe bis 1000 Jahre erreichenden Arven wurden in Grächen kaum älter als 300jährig (Maximalalter 316 Jahre). Die Lärchen dagegen wiesen ein Durchschnittsalter von 430 Jahren auf; das älteste gefundene Exemplar zählte 625 Jahrringe. Daraus lässt sich wohl die bessere Anpassung der Lärchen an den Standort erklären. Die Vitalität drückte sich hier durch die Langlebigkeit und weniger durch den Zuwachs aus.

Innerhalb der untersuchten Zeitspanne kommt die Dynamik der Waldentwicklung insbesondere mit der Darstellung der Verjüngungs- und der Absterbe-

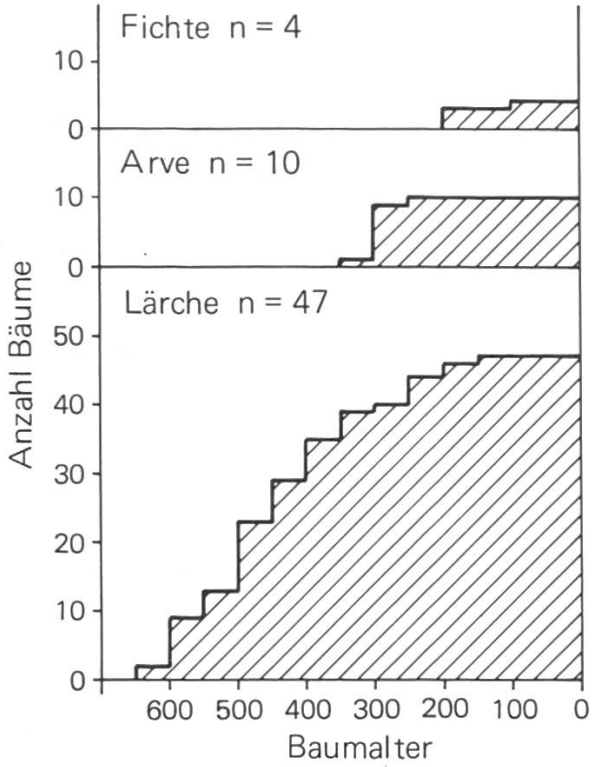


Abbildung 4. Altersverteilung bei Fichten, Arven und Lärchen im Stammfund von Grächen. Fichten und Arven erreichten Alter von 100 bis 300 Jahren. Lärchen waren durchschnittlich über 400 Jahre alt.

phasen zum Ausdruck *(Abbildung 5)*. Im Laufe der erfassten 5000 Jahre wechseln in der Regel Verjüngungs- und Absterbephasen im Rhythmus von Jahrhunderten einander ab. Einzig in der Zeit um 3300 vor heute keimten recht viele Bäume, wogegen andere abstarben. Die Verjüngungsrate war aber selbst in den Verjüngungsperioden recht gering. Alle 15 bis etwa 50 Jahre kam in diesen Phasen ein Baum hoch *(Tabelle 2)*. Auf die gesamte Zeitspanne berechnet, war die Rate der in den Bestand hineinwachsenden Bäume viel geringer; etwa alle 100 Jahre kam durchschnittlich ein neuer Baum hoch. Die Verjüngungsperioden verteilten sich in den vorchristlichen 4 Jahrtausenden auf ungefähr 1300 Jahre. Etwa 300 Jahre kürzer waren die Absterbephasen. Wie *Tabelle 2* zeigt, variieren die Werte im Einzelfall stark. Die Daten sind insofern nur als Richtwerte zu verstehen, als bei vielen Bäumen die Waldkante fehlt, das wirkliche Baumalter nur geschätzt werden konnte, die Teilchronologien auf einer ^{14}C-kalibrierten zeitlichen Einordnung beruhen und möglicherweise nicht alle gefallenen Bäume erhalten sind.

Die Walddichte und die Waldstruktur schwankten beträchtlich. Das geht beispielsweise aus der gut belegten Chronologie um 3000 vor heute hervor *(Abbildung 5)*. Während etwa 800 Jahren hielt sich ein ungleichaltriger Bestand; ältere, bis 500jährige Lärchen standen neben jüngeren Bäumen. Danach setzte eine Entwicklung zu einem gleichförmigen Altbestand ein. So standen um 3000 Jahre vor heute am Seeufer nur alte, 300- bis 600jährige Lärchen nebeneinander. In diesem Altbestand kam Jungwuchs nicht hoch. Der Bestand lockerte sich dann vor allem in seinen 200 letzten Lebensjahren durch ein kontinuierliches Absterben der Altbäume. Diese Phase kann als eigentliche Zerfallsphase ohne Mitwirken extremer Umweltbedingungen aufgefasst werden.

Tabelle 2. Verjüngungs- und Absterbephasen in 4 Jahrtausenden.

Verjüngungsphasen				*ungefähre Verjüngungsrate 1 Baum/x Jahre*
7. Jahrtausend v. heute	1 Lärche			
6. Jahrtausend v. heute	6 Lärchen,	2 Arven	in 450 Jahren	55 Jahre
	2 Lärchen,	1 Arve	in 50 Jahren	17 Jahre
5. Jahrtausend v. heute	5 Lärchen,	3 Arven	in 250 Jahren	40 Jahre
	2 Lärchen		in 31 Jahren	15 Jahre
4. Jahrtausend v. heute	5 Lärchen		in 100 Jahren	20 Jahre
	15 Lärchen,	2 Arven	in 300 Jahren	15 Jahre
Absterbephasen				*ungefähre Absterberate 1 Baum/x Jahre*
6. Jahrtausend v. heute	2 Lärchen,	2 Arven	in 120 Jahren	30 Jahre
	4 Lärchen		in 130 Jahren	30 Jahre
5. Jahrtausend v. heute	5 Lärchen,	3 Arven	in 220 Jahren	30 Jahre
4. Jahrtausend v. heute	7 Lärchen		in 300 Jahren	40 Jahre
	2 Lärchen		in 10 Jahren	5 Jahre
3. Jahrtausend v. heute	15 Lärchen		in 200 Jahren	13 Jahre

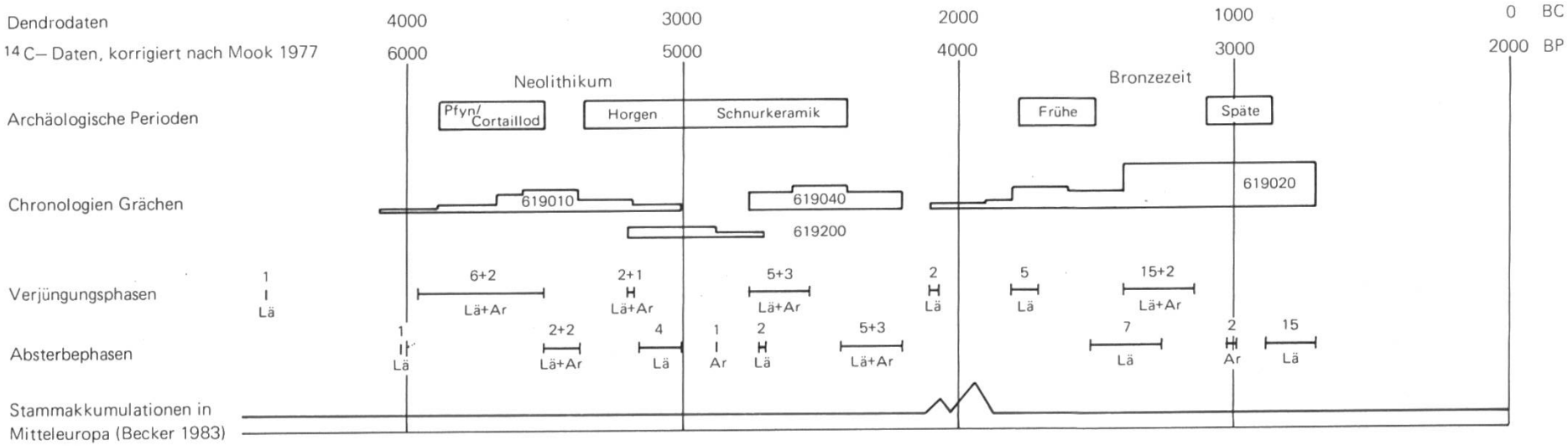


Abbildung 5. Vergleich der archäologischen Perioden mit den subalpinen Nadelholzchronologien von Grächen und den Eichenstammakkumulationen in den mitteleuropäischen Flüssen in vorchristlicher, vom Menschen unbeeinflusster Zeit. Absolut datiert sind die archäologischen Perioden und die Stammablagerungen (Dendrodaten). Die Einzelkurven innerhalb der Teilchronologien Grächen sind auf das Jahr genau eingeordnet. Die zeitliche Lage der Teilchronologien ist aufgrund von ^{14}C-Daten bestimmt und anhand der Bristlecone-Eichskala korrigiert (*Mook,* 1977). Bei der zukünftigen Absolutdatierung werden sich vor allem bei den älteren Teilchonologien noch Verschiebungen ergeben.

– Absolute, jahrgenaue Daten: B. C. = before christ = vor Christus — Absolute Daten liefert nur die Dendrochronologie.

– Halbabsolute Daten: B. P. = before present = vor heute (1950 A. D.) — Radiokarbondaten und dendrochronologisch nicht mit der Gegenwart verknüpfte Reihen fallen in diese Kategorie.

Die Bestandesstabilität kommt insbesondere in der gut belegten Chronologie von 4100 bis 2700 Jahre vor heute in den Jahrringbreiten zum Ausdruck. In den meisten Einzelkurven ist zumindest *ein* markantes Ereignis festzustellen: eine abrupte Jahrringbreitenreduktion oder eine mehr oder weniger kurzfristige Verbreiterung, oft verbunden mit Druckholzbildung. Im Vergleich mit Jahrringserien aus Bäumen des heutigen Wirtschaftswaldes muss der Wachstumsverlauf als äusserst ruhig und regelmässig bezeichnet werden. Weder Stürme, noch Schneedruck, noch Erosion am Seeufer hatten den Bestand namhaft beeinflusst. Selbst Schäden durch den Grauen Lärchenwickler blieben bis um ungefähr 800 n. Chr. aus. (Heute ist der Lärchenwickler in diesen Beständen ein ernsthafter Schädling.) Das Absterben erfolgte kontinuierlich. Dafür sprechen die zeitlich nie gehäuften Absterbedaten und die – wenn auch spärlich auftretenden – Frassspuren des Scheibenbocks in Lärchen und Fichten. Es ist anzunehmen, dass die Bäume abstarben, einige Zeit stehen blieben und nach dem Verrotten des Wurzelwerkes in den See fielen. Katastrophale Ereignisse waren nicht für das Absterben verantwortlich, denn in keinem Falle treten auf ein Jahr gehäufte Absterbedaten auf. Die Stabilität zeigt sich ebenfalls im praktisch ungestörten Verlauf der altersbedingten Jahrringbreiten- und Dichteabnahme in sehr alten Lärchen. Um den *normalen* Alterungsprozess zu studieren, wurden von 17 alten Lärchen, deren Keimung sich über eine Zeitspanne von 3000 Jahren erstreckt (2980 bis 5850 vor heute), eine Mittelkurve erstellt. Alle ersten Jahrringe auf den Einzelkurven bildeten das Ausgangsjahr der Mittelkurve *(Abbildung 6)*. Diese zeigt, dass nach einer relativ bewegten Anfangsphase Frühholz-, Spätholz- und Jahrringbreiten und die maximalen Dichtewerte bis ins hohe Alter kontinuierlich abnehmen. Die Spätholzanteile bleiben stets gleich, und die Werte der minimalen Dichte bleiben nach einer ungefähr 30jährigen Anfangsphase konstant. Eine Indexierung ist folglich auch bei sehr hohem Baumalter nötig. Im vorliegenden Material ergeben sich folgende Werte:

	in den ersten 50 Jahren	*in der ganzen Zeitperiode*
Spätholzanteil	24,7%	23,2%
Jahrringbreite	1,09 mm	0,48 mm
Frühholzbreite	0,83 mm	0,38 mm
Spätholzbreite	0,26 mm	0,10 mm
maximale Dichte	1,02 g/cm³	0,89 g/cm³
minimale Dichte	0,30 g/cm³	0,28 g/cm³

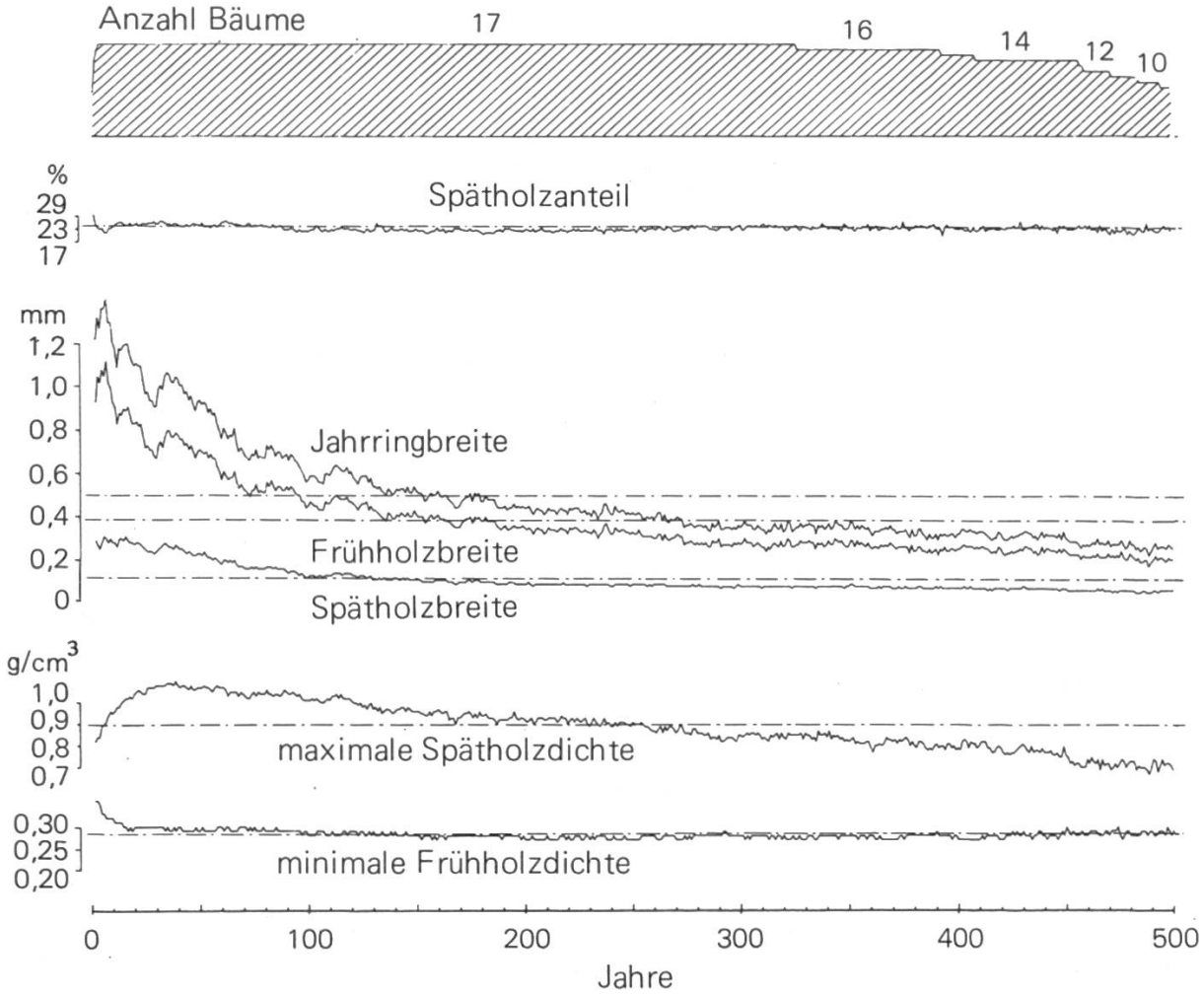


Abbildung 6. Altersbedingte Dichte- und Breitenveränderungen in alten Lärchen eines nicht vom Menschen beeinflussten Bestandes in der unteren subalpinen Stufe (Grächen, Wallis). Die Mittelkurven entstanden aus 17 Einzelkurven, indem der dem Mark am nächsten liegende Jahrring einer jeden Einzelkurve die Ausgangsbasis bildete (sogenannte Markaltersdatierung). Dadurch verschwinden die klimatisch bedingten Einflüsse und zum Ausdruck kommt das Alterungsverhalten. Die Werte der Breiten und der maximalen Dichte verändern sich bis ins hohe Baumalter.

Um spätestens 2350 vor heute begann der Mensch den Wald zu nutzen. Davon zeugen eindeutige Beilspuren an einer Fichte von 2350 vor heute und einer Lärche um 1000 vor heute *(Abbildung 7)*. Die menschliche Aktivität wird zusätzlich ersichtlich durch die jüngeren Bäume und die selteneren Keimungs- und Absterbeereignisse. Der intensiveren Nutzung fielen insbesondere die älteren Stämme zum Opfer. Die spärlichere Verjüngung ab 500 v. Chr. – alle etwa 160 Jahre ein Baum – ist vielleicht durch die aufkommende Beweidung erklärbar. Nur selten entging vermutlich ein Keimling oder ein junger Baum dem Verbiss. Die selteneren Absterbedaten sind vielleicht dadurch bedingt, dass der Baumbestand lockerer war. Andererseits ist es wahrscheinlicher, dass Bäume vom Menschen genutzt wurden und folglich nicht im See konserviert sind.

Abbildung 7. Lärchenstamm mit Beilspuren aus dem See «Z'Seew» bei Grächen im Wallis. Laut Radiokarbondatierung ist der Stamm um 950 n. Chr. gefällt worden.

6. Klimatische Entwicklung

Indizien über die klimatische Entwicklung finden sich in den walddynamischen Erscheinungen wie Keimungs- und Absterbephasen *(Abbildung 5)* sowie im Verlauf der Jahrringbreiten- und der Dichtekurven *(Abbildung 8)*. Die Kurvenverläufe der maximalen Dichten entsprechen weitgehend der Sommertemperatur (Schweingruber *et al.*, 1978; *Hughes et al.*, 1983, *Kienast*, 1985). Mit der Interpretation wird jedoch noch zugewartet, da die Kurven meistens relativ schwach belegt sind und sich ernsthafte Diskrepanzen zwischen den Chronologien aus dem Urserental und denjenigen von Grächen zeigen *(Abbildung 9)*. Mit einer längerfristigen Klimadepression ist im Bereich um 2000 v. Chr. zu rechnen. Um 2200 v. Chr. waren wohl alle Bäume abgestorben, denn während der folgenden 700 Jahre fielen keine Bäume mehr in den See. Nach der Absterbe-

phase um 2200 v. Chr. keimten in den folgenden 800 Jahren nur gerade 7 Lärchen. Die langjährige durchschnittliche Keimungsrate mit etwa alle 100 Jahre ein Baum wird in dieser Zeitspanne nicht ganz erreicht. Weitgehende Waldzerstörung durch Rodung ist kaum in Betracht zu ziehen, da für diese Zeit in Hochlagen des Wallis keine entsprechenden archäologischen Befunde vorliegen.

Kurzfristige Schwankungen im zeitlichen Bereiche von 30 bis 100 Jahren sind aus den gut belegten Chronologien ersichtlich *(Abbildung 8,* Chronologie 619020). Wie bereits Renner (1982) feststellte, ändern die Klimaphasen oft abrupt. Innerhalb weniger Jahre wechseln Warmphasen zu Kaltphasen und umgekehrt. Diese Erscheinungen dürften mit globalen Luftzirkulationsänderungen in Zusammenhang stehen.

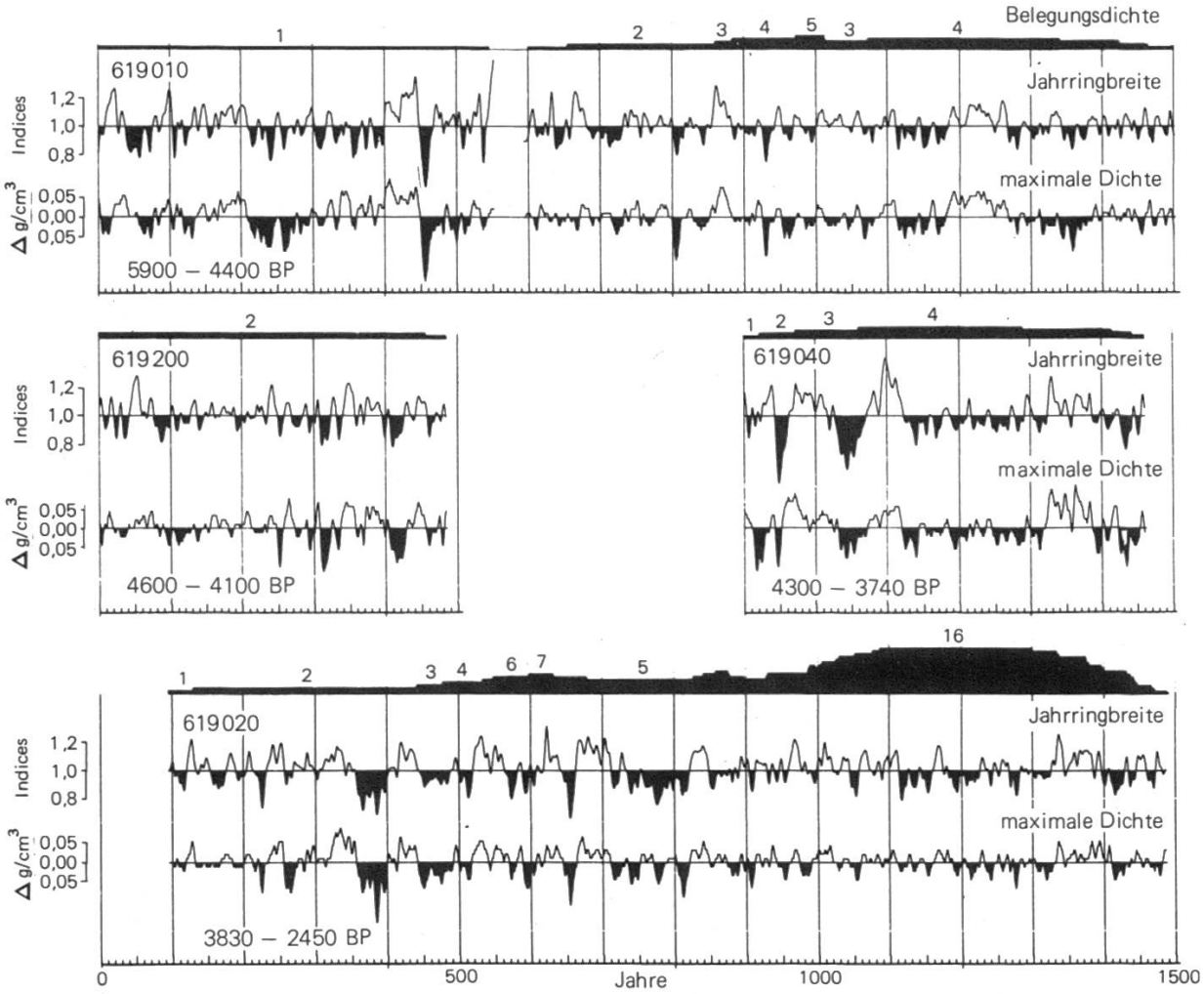


Abbildung 8. Vier längere Lärchenchronologien aus Grächen im zeitlichen Bereich von 5900 bis 2450 BP. Die Chronologien sind mit unkorrigierten Radiokarbondaten mit einer Genauigkeit von etwa 200 Jahren eingeordnet. Dargestellt sind die vom Alterstrend befreiten Mittelkurven der Jahrringbreiten und der maximalen Dichten mit den entsprechenden Belegungsdichten (oberste Balken). Die Kurven sind mit einem übergreifenden, gewichteten 13jährigen Filter (Low Julian) geglättet. Auffallend sind die grossen Variationen im kurz- und im mittelfristigen Bereich.

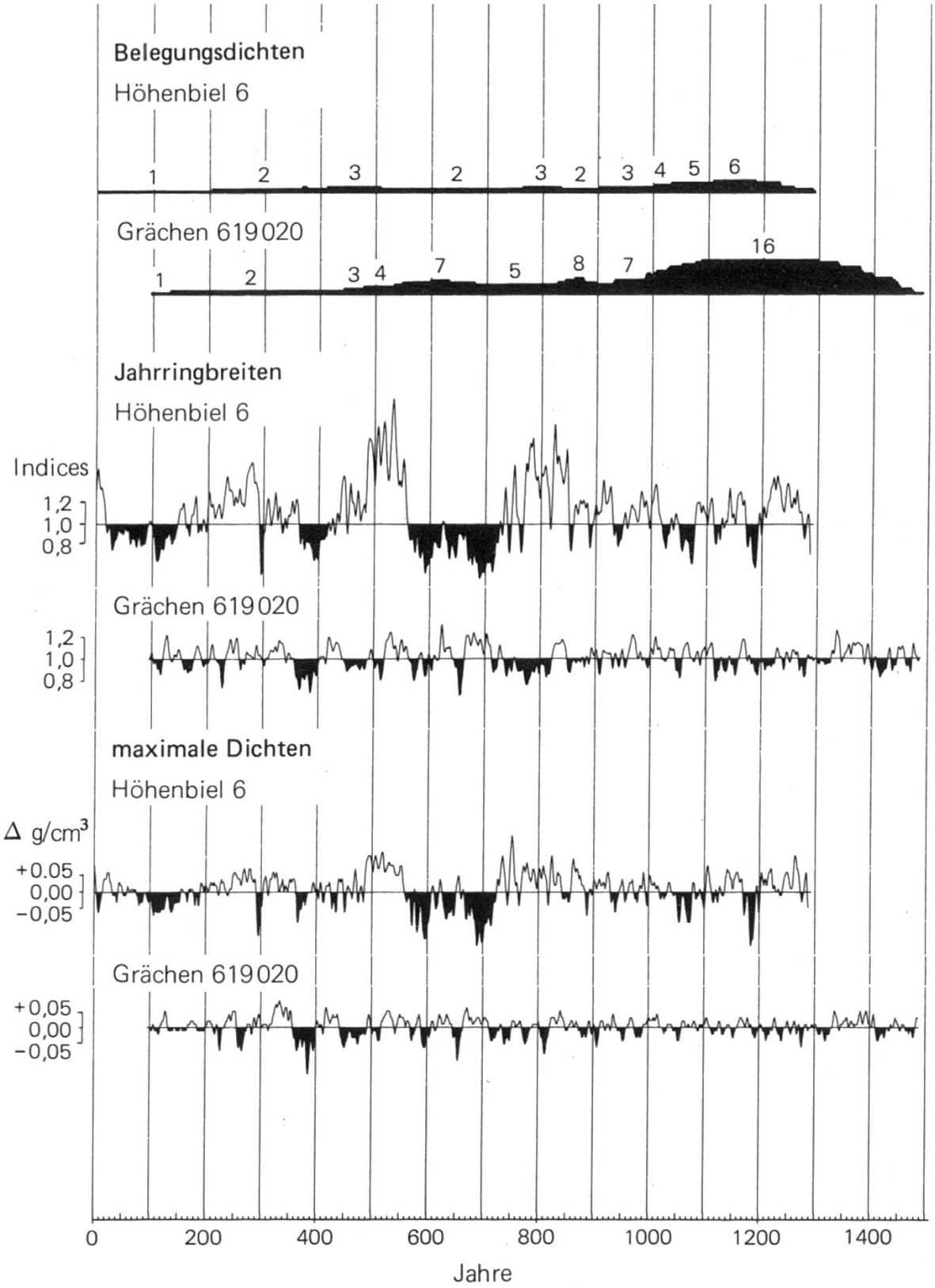


Abbildung 9. Vergleich der Jahrringkurven aus dem Urserental (Höhenbiel) *(Renner,* 1982) mit denjenigen von Grächen aus der Zeit von 3900 bis 2400 vor heute (unkorrigierte ^{14}C-Daten 3830–2450 BP; korrigierte ^{14}C-Daten ~ 4100–2700 BP). In den Kurven zeigen sich die noch bestehenden Diskrepanzen zwischen den beiden Fundorten. Kurven der Jahrringbreiten und der maximalen Dichten innerhalb eines Standortes sind sich ähnlich.

7. Die Beziehungen von Wald- und Baumentwicklung zur menschlichen Besiedlung der Seeufer im Schweizer Mittelland

Mit der absoluten Datierung der Seeufersiedlungen zeigten sich offensichtliche zeitliche «Siedlungslücken», die archäologisch schwer zu erklären sind (Becker *et al.*, 1985). Es liegt nun nahe, diese mit walddynamischen Prozessen und dendroklimatologischen Ergebnissen in Beziehung zu bringen. Obwohl Seeufersiedlungen absolut, die Nadelholzchronologien von Grächen nur mit ^{14}C-Daten eingeordnet sind, also nicht mit der gleichen Präzision datiert sind, lässt sich folgendes erkennen *(Abbildung 5)*:

- Absterbephasen fallen oft in Siedlungslücken. Dies betrifft insbesondere die grossen Perioden in den Siedlungslücken zwischen Neolithikum und Bronzezeit und die frühe Eisenzeit (900 bis 700 v. Chr.). Die mittelbronzezeitliche Siedlungslücke ist gekennzeichnet durch eine walddynamisch aktive Phase; nach vielen Keimungen starben auch viele alte Bäume ab.
- Die schwimmenden Chronologien umfassen das Neolithikum und die ganze Bronzezeit. In die 600jährige Siedlungslücke zwischen Neolithikum und Bronzezeit fällt eine nahezu baumlose Periode in Grächen. Sie korrespondiert mit den grossen Stammakkumulationen der mitteleuropäischen Flüsse (Becker, 1983).
- Keimungen erfolgten auch während der Siedlungslücken.

Aus den walddynamischen Daten der Chronologien von Grächen lassen sich Beziehungen zu den grossen menschlichen Siedlungsphasen an den Mittellandseen erkennen. Absterbephasen und waldarme Phasen decken sich zeitlich mit siedlungsfreien Perioden. Es ist zu vermuten, dass prekäre Witterungsbedingungen in der subalpinen Stufe die Umwelt des Menschen in tieferen Lagen ebenfalls massgebend beeinflusst haben. Kalte Sommer mit viel Niederschlägen und kurzen Vegetationsperioden an der Waldgrenze gingen einher mit hohen

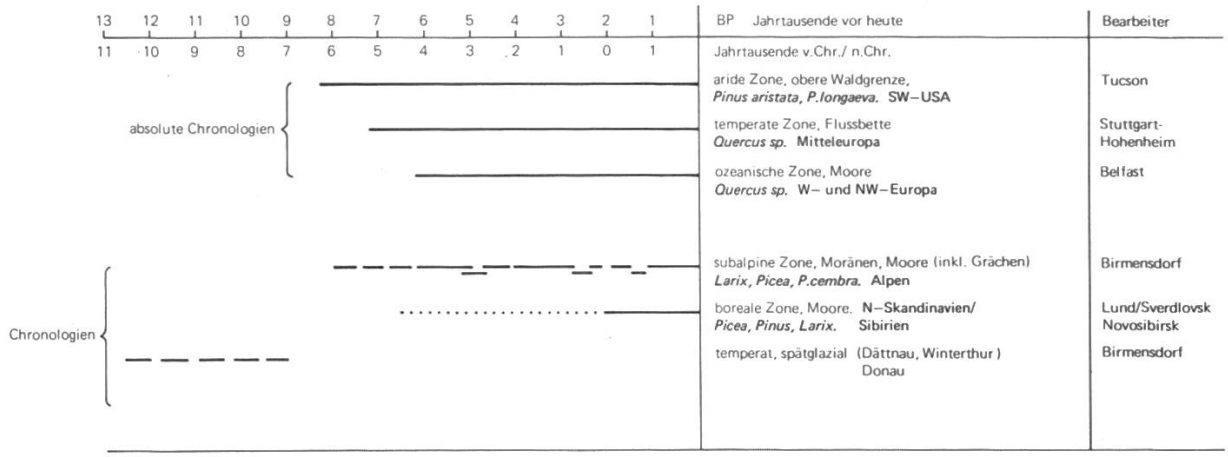


Abbildung 10. Schematische Darstellung des zeitlichen Umfangs der wichtigsten Jahrringchronologien auf der Erde, in Beziehung zu der Lärchenchronologie aus Grächen.

Niederschlägen und vermutlich häufigen Seespiegelanstiegen im Mittelland. Dies dürfte den Menschen zum Verlassen der Siedlung gezwungen haben. Zumindest die Siedlungslücke zwischen Neolithikum und früher Bronzezeit ist mit grösster Wahrscheinlichkeit klimatisch zu erklären.

8. Zeitlicher, ökologischer und klimatologischer Kontext zu den Holzfunden von Grächen

Ein Schwergewicht der dendrochronologischen Forschung liegt auf der Bearbeitung holozäner und seltener spätglazialer Baumfunde. Der wissenschaftliche Informationsgehalt der Materialien ist unterschiedlich. Die schweizerischen Funde enthalten grundsätzlich folgende Informationen:

– Eichen, Schweizer Mittellandseen:	Datierung archäologischer Siedlungen
– Nadelhölzer, subalpine Stufe inklusive Grächen:	Rekonstruktion der Sommertemperaturen
– Grächen im speziellen:	Erfassung der Waldgeschichte

Der Fund Grächen steht, weltweit gesehen, zeitlich in folgendem Rahmen: Er lässt sich synchronisieren mit den weiteren Funden aus den Alpen und ist in Zukunft Bestandteil der sogenannten Alpen-Nadelholzchronologie.

Ökologisch nimmt der Fund Grächen eine Sonderstellung ein:

Chronologien	*Standort*	*Informationen über*
Grächen, Wallis, Alpen	Seeufer in der subalpinen Stufe	ungestörte Waldentwicklung während 3 Jahrtausenden. Einflussnahme des Menschen auf den Wald
Eiche, Mitteleuropa	Flussauen der grossen Flüsse	Flussdynamik, Standortsveränderung, menschliche Siedlungsaktivität. ^{14}C-Eichung
Eiche, Nordwesteuropa	Moore	Moorwachstum, ungestörte Standortsentwicklung. ^{14}C-Eichung
Borstenkiefer, Kalifornien	aride Waldgrenze	Standortsveränderungen durch Erosion. ^{14}C-Eichung

Klimatisch steht der Holzfund Grächen in folgendem Kontext:

Chronologien	*Standort*	*Informationsgehalt*
Grächen	subalpine Stufe	Für Alpenverhältnisse relativ trocken. Bäume haben aber Kontakt mit dem Grundwasser, daher Temperaturinformationen.
Alpen	subalpine Stufe	Begrenzung des optimalen Wachstums durch tiefe Sommertemperaturen, daher Temperaturinformationen.
Mitteleuropa, Nordwesteuropa	kolline und planare Stufe	Geringe klimatische Begrenzung, teils durch Niederschlag, teils durch Temperatur geringe klimatische Informationen.
USA	aride obere Waldgrenze	Unterschiedliche Begrenzung, teils durch Niederschlag, teils durch Temperatur diffuse, nicht entschlüsselbare Niederschlags- und Temperaturinformationen.

9. Die Bedeutung des Holzfundes von Grächen

Die ursprüngliche Hoffnung, eine lückenlose 6000jährige Jahrringreihe zu konstruieren, hat sich nicht erfüllt. Und trotzdem ist die wissenschaftliche Ausbeute reich. Die Stämme von Grächen ermöglichen uns einen Blick in die über Jahrtausende dauernde Entwicklung des Waldes, 3½ Jahrtausende ohne und 2½ Jahrtausende unter dem Einfluss des Menschen. Während 6000 Jahren dominierten die Lärchen am Ufer des Moränensees Z'Seew. Bis um etwa 1000 v. Chr. waren einige Arven, später auch einige Fichten dem Bestande beigemischt. Die Waldzusammensetzung hat sich auch unter dem Einfluss des Menschen nicht geändert, obwohl er zuweilen Stämme herausgeschlagen hat – dafür sprechen Funde mit schönen Werkzeugspuren – und wohl auch das Vieh im lichten Wald hat weiden lassen. Die dem Standort am besten angepasste Art, die Lärche, erreichte durchschnittlich ein Alter von 400 bis 600 Jahren, die weniger geeigneten Arten Fichten und Arven dagegen nur 100 bis 300 Jahre. Bei derartig langen «Umtriebszeiten» genügte es, wenn durchschnittlich alle 100 Jahre ein Baum in den Bestand hineinwuchs. In klimatisch günstigen Perioden kam alle 20 bis 30 Jahre, in ungünstigen Perioden alle 40 bis 50 Jahre ein Baum hoch. Es gab jedoch Zeiten, zum Beispiel in der Bronzezeit um 1500 v. Chr. oder in der Eisenzeit um etwa 800 v. Chr., in denen während 300 bis 500 Jahren kein Baum aufwuchs. In diesen für die Waldentwicklung schlechten Phasen ging auch die menschliche Siedlungstätigkeit an den Mittellandseen zurück. So korrespondieren beispielsweise die Perioden ohne Pfahlbauten zwischen dem Neolithikum und der frühen Bronzezeit (etwa 2400 bis 1800 v. Chr.) mit einer Zeit,

als nur äusserst wenige Lärchen aufwuchsen. Das Ende des Neolithikums steht zudem zeitgleich mit dem Absterben vieler alter Bäume.

Die hohen Baumalter von Gebirgslärchen aus ungestörten Standorten geben uns einen Einblick in das langzeitige Alterungsverhalten des Jahrringwachstums *(Abbildung 2)*. Über 100 Jahre dauert eine erste Wachstumsphase mit erhöhter kambialer Aktivität. Die durchschnittliche Jahrringbreite von 0,5 mm wird im Alter von 120 Jahren unterschritten. Danach nimmt der Zuwachs nur noch langsam, aber stetig ab. Bei den maximalen und minimalen Dichten endet die Jugendphase nach 30 Jahren. Danach bleibt die minimale Dichte über das ganze Lebensalter auf gleichem Niveau, die maximalen Dichten nehmen kontinuierlich bis ans Lebensende ab.

Die Jahrringbreiten und die Dichteschwankungen sind Ausdruck der Umweltverhältnisse. Nur selten auftretende extreme Jahrringbreitenwechsel deuten auf die Ungestörtheit des Waldbestandes; weder Lawinen noch Steinschlag oder Erosion durch das Seeufer haben die Bäume wesentlich aus dem Gleichgewicht gebracht. Selbst der Lärchenwickler, der heute ein ernsthafter Schädling ist, verschonte die Bäume bis um etwa 1000 nach Christus. Klimatische Änderungen zeichnen sich vor allem in den Kurven der maximalen Dichten ab. Klimawechsel erfolgten teilweise rasch. Innerhalb eines Jahrzehnts konnte eine Warmphase in eine Kaltphase wechseln. Anderseits zogen sich Veränderungen über Jahrhunderte kontinuierlich hin. Die Bäume von Grächen und diejenigen aus den Moränen der Walliser Gletscher und der Moore in der Innerschweiz sind die Schlüssel zum Verstehen des Klimas seit der letzten Eiszeit. Sie besagen uns, dass es nicht genügt, die meteorologische Messperiode der letzten 100 Jahre als absolute Basis zu werten. Innerhalb der letzten 6000 Jahre sind weit mehr Variationsmöglichkeiten vorhanden als nur innerhalb unserer industrialisierten Zeit.

Die Studie wurde weitgehend finanziert vom Schweizerischen Nationalfonds, Nationales Programm 16, Erhaltung von Konsumgütern.

Literatur

Becker, B., k1983: Dendrochronologie und Paläoökologie subfossiler Eichenstämme aus Flussablagerungen. Ein Beitrag zur nacheiszeitlichen Auenentwicklung im südlichen Mitteleuropa. Mitt. Komm. Quartärforschung der österr. Akad. Wiss. Band *5*, 120 Seiten.

Becker, B., Billamboz, A., Egger, H., Gassmann, P., Orcel, A., Orcel, Chr., Ruoff, U., 1985: Dendrochronologie in der Ur- und Frühgeschichte. Die absolute Datierung von Pfahlbausiedlungen nördlich der Alpen im Jahrringkalender Mitteleuropas. Antiqua *11.*, Veröff. der schweiz. Ges. Ur- und Frühgeschichte. 68 Seiten.

Bircher, W., 1982: Zur Gletscher- und Klimageschichte des Saastales. Glazialmorphologische und klimatologische Untersuchung. Physische Geographie, Universität Zürich, Vol. *9*, 233 Seiten.

Bräker, O. U., 1981: Der Alterstrend bei Jahrringdichten und Jahrringbreiten von Nadelhölzern und sein Ausgleich. Mitt. Bundesversuchsanstalt Wien, *142*, 75–102.

Holzhauser, H. P., 1984: Zur Geschichte der Aletschgletscher und des Findelengletschers. Physische Geographie, Universität Zürich, *13*, 1–488.

Hughes, M. K., Schweingruber, F. H., Cartwright, D., Kelly, O. M., 1983: July—August temperature at Edinburg between 1721 und 1975 from tree-ring density and width data. Nature, *308*, 341—344.
Kienast, F., 1985: Dendroökologische Untersuchungen an Höhenprofilen aus verschiedenen Klimabereichen. Diss. Univ. Zürich, 129 Seiten.
Markgraf, V., 1969: Moorkundliche und vegetationsgeschichtliche Untersuchungen an einem Moorsee an der Waldgrenze im Wallis. Bot. Jb. *89*, 1—63.
Mook, W. G., 1977: Dendrochronological calibration of the radiocarbon timescale: the present situation and the perspectives in Europe. 68—79. In: B. Frenzel: Dendrochronologie und postglaziale Klimaschwankungen in Europa. Steiner, Wiesbaden.
Renner, F., 1982: Beiträge zur Gletschergeschichte des Gotthardgebietes und dendroklimatologische Analysen an fossilen Hölzern. Physische Geographie. Universität Zürich, Vol. *8*, 182 Seiten.
Röthlisberger, F., 1976: 8000 Jahre Walliser Gletschergeschichte: Ein Beitrag zur Erforschung des Klimaverlaufes in der Nacheiszeit. 2. Teil. Die Alpen *52*, 59—152.
Schweingruber, F. H., 1983: Der Jahrring. Standort, Methodik, Zeit und Klima in der Dendrochronologie. Paul Haupt, Bern, 234 Seiten.
Schweingruber, F. H., Fritts, H. C., Bräker, O. U., Drew, L. G., Schär, E., 1978: The X-ray technique as applied to dendroclimatology. Tree-Ring Bull. *38*, 61—91.

Résumé

Découvertes sur l'époque postglaciaire, à Grächen, en Valais

Des troncs de mélèzes, d'arolles et d'épicéas, encore bien conservés, ont été découverts dans le lac morainique de Z'Seew, près de Grächen, en Valais. Selon les données de la datation au carbone 14, leur origine date de 1000 à 6000 ans. Tous les arbres ne sont pas du même âge. Les mélèzes ont en moyenne 300 à 600 ans, les arolles, 200 à 300 ans et les épicéas, 100 à 200 ans. A l'aide de méthodes dendrochronologiques, de longues chronologies ont pu être reconstituées, comme par exemple celle âgée de 1400 ans, provenant d'une époque située entre 700 et 2100 ans av. J.-C. ou une autre qui remonte vers 3000 à 4100 ans av. J.-C. Les indications apportées sur la germination et la mort de ces essences nous permettent de déterminer la dynamique de la forêt. Il est étonnant de constater que la forêt de mélèzes de Grächen a conservé pratiquement la même composition pendant 6000 ans. Ni le traitement forestier ni le pacage n'y ont apporté quelque modification. Au cours des premières phases, l'habitat était principalement constitué de mélèzes, puis quelques arolles et épicéas vinrent plus tard se mêler au peuplement. Les périodes de germination sont rares; elles ne se manifestent qu'une fois tous les 100 ans en moyenne. Cette fréquence peut être de 20 à 30 ans lorsque les conditions climatiques sont favorables, ou de 40 à 50 lorsqu'elles le sont moins. A l'âge du bronze, la phase la plus néfaste, seuls 7 arbres ont grandi au cours d'une période de 800 ans.

D'après la chronologie 619020 *(figure 8)*, de nombreuses valeurs indiquées par la largeur des cernes et la densité maximale sont inférieures à la moyenne. Des pointes particulièrement marquantes sont à noter vers les années 1850 à 1800 av. J.-C. ainsi que pendant une période de plus de 100 ans, de 1500 à 1400 av. J.-C. Une plus longue dépression peut être constatée plus tard, à la fin de l'âge du bronze, de 1020 à 870 av. J.-C. Pendant cette ère néfaste au développement des forêts, les lacustres se sont aussi retirés vers les lacs du

Plateau. Si les rives de nos lacs suisses furent définitivement abandonnées vers 847 av. J.-C., il est possible que les conditions climatiques défavorables en soient la cause.

La plupart des arbres ont disparu pour cause de vieillesse. C'est vers l'an 700 av. J.-C. que l'homme s'est mis a exploiter la forêt. Des traces de hache sur les troncs en sont la preuve. Quant à la pyrale grise du mélèze, qui se rencontre aujourd'hui couramment dans cette région, elle ne serait apparue que vers les années 100 après J.-C.

Ces découvertes nous ouvrent un nouvel horizon vers le développement des forêts de la préhistoire; elles créent un lien vers le domaine de l'archéologie et permettent aussi de capter l'évolution du climat depuis la dernière époque glaciaire. La relation entre le bois et l'environnement nous est donnée par le passé qui est incrusté dans les cernes annuels.

Traduction: *M. Dousse*