Zeitschrift: Archäologie Graubünden. Sonderheft

Herausgeber: Archäologischer Dienst Graubünden

Band: 1 (2012)

Artikel: Jahrringdaten zur früh- und mittelholozänen Baumgrenze in der Silvretta

Autor: Nicolussi, Kurt

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-871063

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: 14.12.2025

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

Jahrringdaten zur früh- und mittelholozänen Baumgrenze in der Silvretta

Kurt Nicolussi

Die Alpen sind heute ein stark anthropogen geprägtes Gebirge. Dies gilt sowohl für die Talräume, die heute durch Siedlungen, Verkehrswege sowie landwirtschaftliche und industrielle Nutzung gekennzeichnet sind, als auch für die Hochlagen, die zwar vergleichsweise deutlich geringere Nutzungsintensitäten aufweisen, weithin aber doch durch touristische Belange und vor allem die traditionsreiche Almwirtschaft beeinflusst werden. Deutlich werden die Auswirkungen der Almwirtschaft gerade im Waldgrenzbereich, wo es in der Vergangenheit zu teilweise grossräumigen Waldreduktionen und bereichsweise markanten Absenkungen der Waldgrenze gekommen ist. Diese anthropogene Waldgrenzabsenkung ist jedoch nicht gleichmässig, sondern regional unterschiedlich ausgeprägt, so dass auch heute noch durchaus viele Waldbestände bis zur natürlichen Waldgrenze reichen (vgl. Schiechtl/Stern, 1979). Ohne die anthropogene Waldbeeinflussung wären die Alpen, die heute durch eine Vielfalt von Landschaften gekennzeichnet sind, ein weitaus monotoner wirkender, stark bewaldeter Gebirgsraum.

Die Rekonstruktion der Waldentwicklung während der Nacheiszeit, dem sogenannten Holozän (Beginn vor rund 11 700 Jahren) legt die Basis für zweierlei Erkenntnismöglichkeiten: einerseits ist die Höhenlage der Wald- und Baumgrenze ein Indikator für die sommerlichen Klimaverhältnisse und kann damit als Zeiger für Veränderung dieser Bedingungen genutzt werden, andererseits erlaubt die Erfassung der Waldveränderungen in der Vergangenheit Rückschlüsse auf den Ablauf der Umgestaltung der alpinen Natur- in die heutige Kulturlandschaft. Die vorliegende Zusammenstellung diskutiert die prinzipiellen Möglichkeiten, stellt Ergebnisse zur früheren Waldverbreitung im Bereich der

zentralalpinen Silvrettagruppe vor und ordnet diese Ergebnisse in den aktuellen Wissensstand zur nacheiszeitlichen Umwelt- und Klimaentwicklung im Zentralalpenraum ein.

Waldgrenze als Klimaindikator

Die Höhenposition der alpinen Waldgrenze ist generell abhängig von den Temperaturverhältnissen bezogen auf die Vegetationsperiode (Körner, 2007). Daher sind natürliche Veränderungen der Wald- beziehungsweise Baumgrenzposition als Schwankungen der Länge der Vegetationsdauer beziehungsweise des Sommertemperaturmittels interpretierbar. Höhenschwankungen der Waldgrenze lassen durch die Verwendung von sommerlichen Temperaturhöhengradienten eine Abschätzung der mittel- bis längerfristigen Veränderungen der Sommertemperaturen zu (z. B. Tinner/Ammann, 2001; Tinner/Theurillat, 2003). Methodisch kommt bei der Untersuchung von Waldgrenzschwankungen üblicherweise die Pollenanalyse zur Anwendung. Das Methodenspektrum wird zunehmend durch die Auswertung von Makroresten, z. B. Nadeln, als auch grossen Holz- bzw. Stammresten, sogenannten Megafossilien, erweitert. Erstere beide Ansätze verwenden vornehmlich Radiokarbondaten als Datierungsbasis. Vor allem mit aufgefundenen Hölzern (Megafossilien) kann Baumwuchs an den Untersuchungsstellen direkt belegt, die Andauer des Baumwachstums über die Jahrringe bestimmt und eventuell auch dendrochronologisch, d. h. im Idealfall jahrgenau, datiert werden. Pollen- und Makrorestanalysen liegen für eine Reihe von Lokalitäten im Alpenraum vor, während die Auswertung von Megafossilien erst in den letzten Jahren grösseren Umfang erreichte. Die bisher umfas-

sendste Abschätzung der nacheiszeitlichen Waldgrenzentwicklung, die auf dendrochronologisch analysierten Megafossilien (subfossilen Hölzern) beruht, wurde für den Alpenraum im zentralalpinen Kaunertal, Österreich, erarbeitet (Nicolussi et al., 2005). Die ausgewerteten Holzproben wurden an unterschiedlichen Lokalitäten in Höhen zwischen rund 2150 und 2400 m geborgen. Die an diesen Megafossilien erarbeiteten Jahrringserien decken den Zeitraum zwischen etwa 7000 v. Chr. und 1500 v. Chr. durchgehend ab (Abb. 3).

Anthropogener Einfluss auf den Waldgrenzbereich

Die anthropogene Beeinflussung des Waldes im Gebirgsraum wird vor allem durch Brandrodungsdatierungen als auch durch pollenanalytische Belege zu Vegetationsveränderungen und Landschaftsnutzung dokumentiert (z. B. Wick & Tinner, 1997; Patzelt, 1997; Bortenschlager, 2000). Die menschlichen Aktivitäten dürften bereits in der mittleren Bronzezeit intensiv gewesen sein und führten zu einer Störung der natürlichen Waldgesellschaften im Hochlagenbereich in verschiedenen Gebieten des Alpenraumes beziehungsweise zu einer Absenkung der Wald- und Baumgrenzen. Dieser frühen Hochlagennutzung dürften auch die Belegungslücken der Megafossilien im Kaunertal im Zeitraum ab etwa 1500 v. Chr. zuzuschreiben sein (Nicolussi et al., 2005; Nicolussi, 2009a).

Ostalpine Hochlagen-Jahrring-Chronologie

Für eine ausschöpfende Auswertung und vor allem präzise Datierung von holozänen Megafossilien ist das Vorhandensein

einer Datierungsgrundlage, einer sogenannten Jahrringchronologie nötig. Obwohl im Alpenraum bereits kurz nach der Einführung der Dendrochronologie in Europa durch Huber (1941) erste Arbeiten an den Nadelholzbaumarten Zirbe und Lärche *(Pinus cembra* bzw. *Larix decidua)* aus den Alpen durchgeführt wurden (Artmann, 1949; Brehme, 1951), fehlten bis zum Ende des 20. Jh. alpine Jahrringkurven beziehungsweise Chronologien, die kalenderdatiert über die letzten rund 1000 Jahre hinausgingen. Zwar gab es bereits in den 1970er und 1980er Jahren vor allem in der Schweiz Bemühungen um den Aufbau einer holozänen Jahrringchronologie, wobei auch eine Reihe von so genannten «schwimmenden», d.h. 14C-datierten Chronologien für die letzten knapp 8000 Jahre erarbeitet werden konnten, eine Erstellung der angestrebten Holozän-Chronologie gelang jedoch bis zum Ende des 20. Jahrhunderts nicht (Giertz-Siebenlist, 1977; Röthlisberger et al., 1980; Bircher, 1982; Renner, 1982; Schär/Schweingruber, 1987, 1988). Erst in den letzten etwa 15 Jahren war es möglich, eine solche Chronologie für die letzten rund 9100 Jahre, basierend vor allem auf Hölzern des mittleren Ostalpenraumes, zu erstellen (Nicolussi et al., 2004; Nicolussi et al., 2009). Darüber hinaus wurden auch für das 10. und 11. Jahrtausend vor heute jeweils über 600 Jahre lange, derzeit allerdings noch «schwimmende» Jahrringchronologien erarbeitet. An der rund 9100 Jahre langen ostalpinen Hochlagen-Jahrring-Chronologie, die auf 1506 subfossilen und subrezenten Holzproben vor allem der Baumarten Zirbe und Lärche beruht (Stand: 2010), ergänzt im rezenten Bereich um Bohrkernproben von rund 400 lebenden Bäumen, waren auch mehrere «schwimmende» Jahrringreihen und Chronologien aus dem ganzen Alpenraum synchronisierbar und damit kalender-datierbar. Damit

konnte sich ein alpenweites Netzwerk von holozänen Nadelholzchronologien etablieren, in dem durchwegs Jahrringserien aus dem Hoch- und Waldgrenzbereich der Alpen korreliert werden konnten, was auf eine übereinstimmende beziehungsweise ähnliche Steuerung der Jahrringvariabilität in diesem Bereich zurückzuführen ist.

Subfossile Hölzer aus dem Fimber- und Klostertal, Silvrettagruppe

Im Rahmen des Silvretta-Projektes (Reitmaier, 2010) wurden auch mehrere Funde subfossiler Stammreste im südlich von Ischgl gelegenen Fimbertal sowie im Klostertal, das wiederum südlich des Silvretta-Stausees auf der Bieler Höhe beginnt, gemacht (Abb. 1). Bemerkenswert ist, dass diese Hölzer in Bereichen fernab heutiger Bewaldung im hinteren Fimbertal in Höhen bis 2360 m sowie im Klostertal zwischen 2100 und 2200 m Seehöhe auffindbar waren. Die Neufunde im Rahmen des Silvretta-Projektes ergänzen frühere Erwähnungen, die Holzreste im hintersten Fimbertal (Las Gondas) nennen (Pott et al., 1995). Teilweise konnte für diese ersten Funde – meist kleine Holzteile – mittels Radiokarbondatierung ein mittelholozänes Alter bestimmt werden. Im Klostertal wurden ebenfalls bereits vereinzelt subfossile Hölzer entdeckt (G. Gross und G. Patzelt) und in weiterer Folge analysiert (Nicolussi et al., 2009). Die Neufunde aus dem Fimbertal als auch jene aus dem Klostertal zeichnen sich einerseits durch die Dimension der Stammreste als auch durch die Länge der erarbeiteten Jahrringserien aus: Stammdurchmesser bis 45 cm und individuelle Baumlebensdauern bis zu 373 Jahre können belegt werden.

Abb. 1: Entnahme einer Stammscheibe an einem in Torfmaterial eingebetteten, mehrere Jahrtausende alten subfossilen Baumstamm (Foto T. Reitmaier).

Darüber hinaus gelang für den Grossteil der Proben des Silvretta-Projektes die dendrochronologische, d. h. Kalenderdatierung auf Basis der ostalpinen Hochlagen-Jahrring-Chronologie. Die zeitliche Einordnung der Hölzer streut über rund 5000 Jahre und reicht von etwa 7500 bis fast 2500 v. Chr. Abbildung 2 zeigt die Datierungspositionen der Hölzer beziehungsweise Jahrringserien im Verhältnis zur jeweiligen Fundhöhe im Fimber- sowie Klostertal. Mit einer Ausnahme liegen jahrgenaue Daten vor: für die älteste erfasste Probe – *sikl-05* (Abb. 2) – kann noch kein Kalenderdatum vorgestellt werden, diese ist mit der

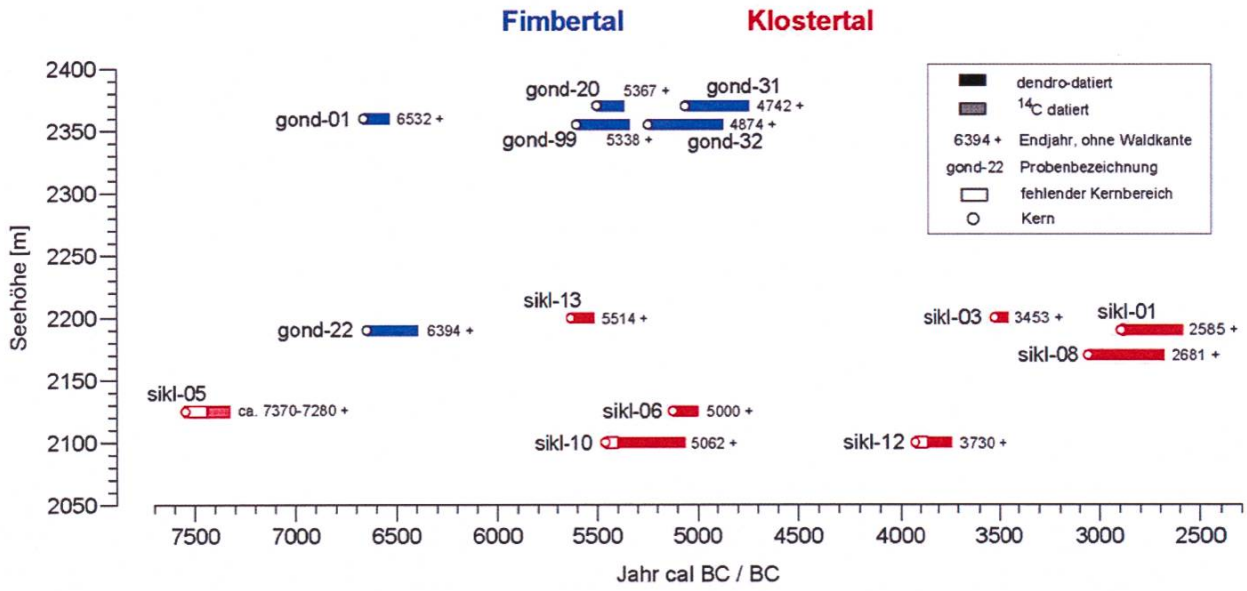

Abb. 2: Die zeitliche Verteilung der kalender- beziehungsweise 14C-datierten Holzproben aus dem Fimbertal (blau, Probenbezeichnung: *gond*) sowie Klostertal (rot, Probenbezeichnung: *sikl*) im Verhältnis zu ihren Fundhöhen. Genannt werden die Probenbezeichnungen und die jeweiligen Endjahre der Jahrringreihen. Für die Probe *sikl-05* wurde der Datierungsbereich der «schwimmenden» Vergleichschronologie übernommen. Die Länge der Probenbalken verweist jeweils auf die Länge der erarbeiteten Jahrringserien.

«schwimmenden» Chronologie des 10. Jt. vor heute (Nicolussi et al., 2004) synchronisiert. Die Ergebnisse der Jahrringanalysen wurden teilweise ergänzt und abgesichert mit Radiokarbondatierungen.[1]

Bei den untersuchten subfossilen Hölzern handelt es sich mit einer Ausnahme (Probe *sikl-05*, Lärche) um Zirbenstämme. Diese Baumart bildet in den Zentralalpen unter ungestörten Verhältnissen üblicherweise die Waldgrenze. Zu betonen ist, dass die subfossilen Silvretta-Hölzer ausserhalb des aktuellen Waldverbreitungsgebietes und auch ausserhalb jenes Areals aufgefunden wurden, das entsprechend den klimatischen Verhältnissen des 20. Jh. als potentielles Verbreitungsgebiet abgrenzbar ist. Die Fundorte dieser Hölzer liegen deutlich höher als die potentiellen Baumgrenzpositionen um 1980. Für das Fimbertal sind hier maximale Verbreitungshöhen von 2240 m, für das nahe der Bieler Höhe gelegene Klostertal rund 2000 m zu nennen (Schiechtl/Stern, 1979). Damit liegen die Fundorte der subfossilen Hölzer bis zu 120 m (Fimbertal) beziehungsweise 100 bis 200 m über den maximalen potentiellen Verbreitungshöhen des mittleren 20. Jh. Die Holzfunde belegen für das Aufkommen von Bäumen günstige Umwelt- und Klimaverhältnisse für die jeweils erfassten Zeiträume. Die in der Silvretta bestimmten Perioden mit hoher Baum- beziehungsweise Waldgrenze stimmen auch gut mit den Ergebnissen aus dem Kaunertal (Abb. 3) überein und belegen damit die allgemeine Gültigkeit der regional erfassten früh- und mittelholozänen Klimagunstphasen.

Die grossen Lücken in der zeitlichen Belegung (Abb. 2) sind wohl auf die punktuellen Geländearbeiten und vor allem auf die be-

1 Radiokarbondatierungen wurden für drei Silvretta-Proben veranlasst: Fimbertal: Probe *gond-20*: 6325±40 BP, 5470-5210 cal BC (2 σ); Klostertal: Probe *sikl-10*: 6455±35 BP, 5490-5340 cal BC (2 σ); Probe *sikl-13*: 6750±45 BP, 5730-5560 cal BC (2 σ).

grenzte Verbreitung von günstigen Geländesituationen wie Mooren und Seen, die essentiell für die Erhaltung alter Holzreste sind, zurückzuführen. Allerdings gehen die Lücken auch synchron mit klimatisch ungünstigeren Phasen während der mit Silvretta-Proben abgedeckten rund 5000 Jahre: um etwa 7200, 6200 und 4300 Jahre v. C hr. sind jeweils Vorstösse der Alpengletscher belegbar (Abb. 4). Die dieses Gletschervorrücken ver-

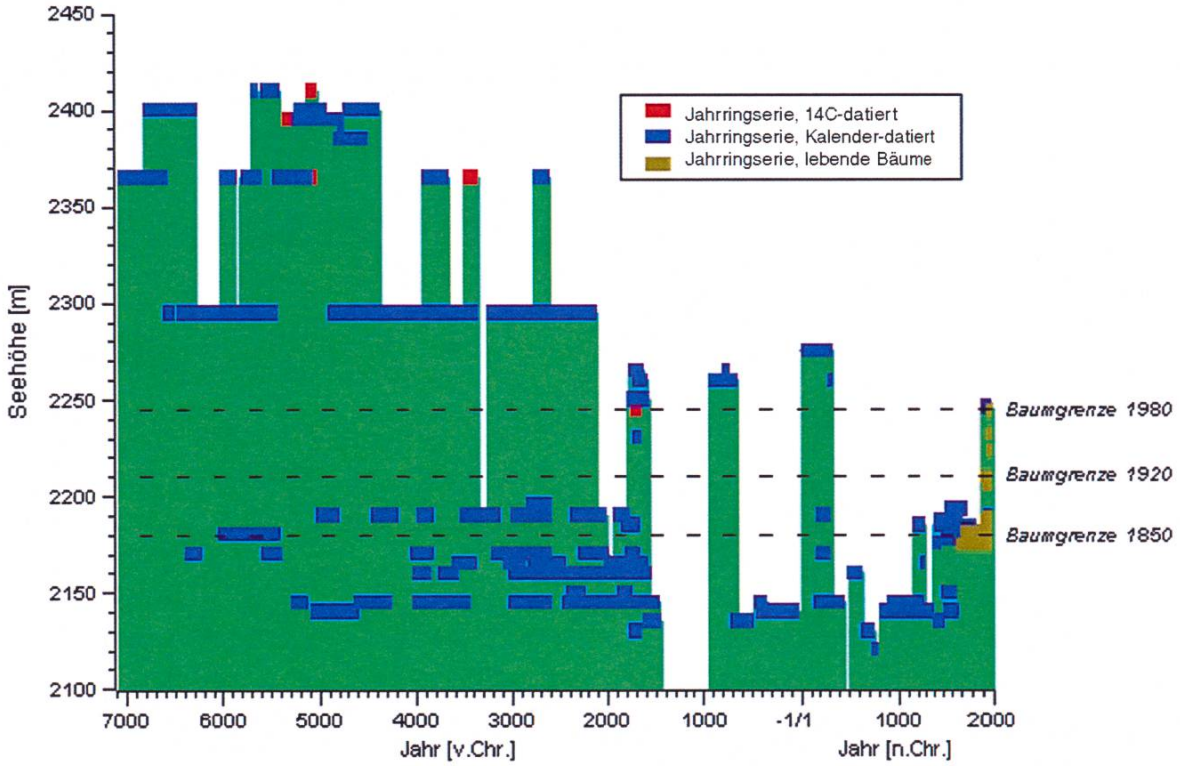

Abb. 3: Die zeitliche Verteilung von Jahrringserien von dendrochronologisch und radiokarbondatierten subfossilen Hölzern (Megafossilien) aus dem Zeitraum der letzten 9000 Jahre, aufgetragen nach den Fundorthöhen im inneren Kaunertal, Österreich. Die Balken belegen jeweils die zeitliche Erstreckung der Jahrringserien einzelner Proben bzw. von Probengruppen mit gleicher Standorthöhe. Die Darstellung der jüngsten Vergangenheit beruht auf der dendrochronologischen Analyse von lebenden Bäumen (aus: Nicolussi, 2009a).

ursachenden Klimastörungen könnten durchaus für das Fehlen von Baumbelegen aus der Silvretta verantwortlich zeichnen.

Auch das 4. Jt. v. Chr. war durch wiederholte Klimastörungen gekennzeichnet (Jörin et al. 2008; Nicolussi 2009b), die nach einer Erholungsphase in der ersten Hälfte des 3. Jahrtausends in die insgesamt klimatisch ungünstigeren spätholozänen Verhält-

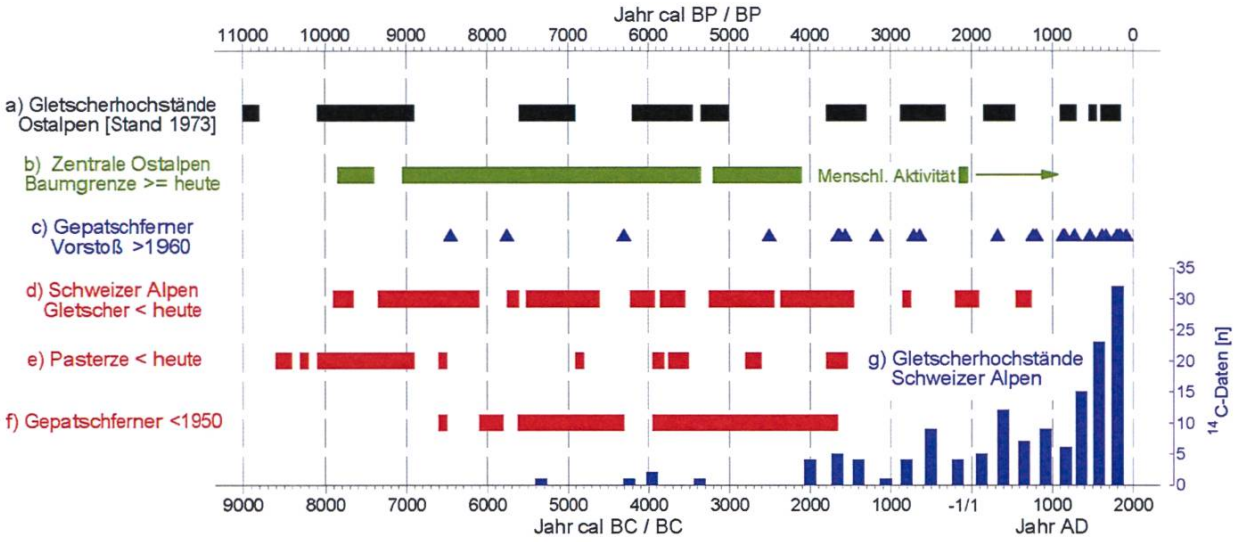

Abb. 4: Übersicht über die Gletscher- und Baumgrenzentwicklung in der Nacheiszeit. a) Vorstellung der Gletscherentwicklung in den Ostalpen, Stand 1973 (Patzelt und Bortenschlager 1973), b) dendrochronologische Belege für eine Baumgrenze in den Ostalpen höher als die heutige (Nicolussi et al. 2005, ergänzt), c) Vorstösse des Gepatschferner über eine Ausdehnung wie um 1960 AD hinaus (Nicolussi und Patzelt 2001), d) Gletscherausdehnung in den Schweizer Alpen kleiner als heute (Jörin et al. 2006; ergänzt mit neuen dendrochronologischen Belegen), e) und f) Ausdehnung der Pasterze kleiner als heute bzw. des Gepatschferners kleiner als 1950 AD (Nicolussi und Patzelt 2001) sowie g) Gletscherhochstände in den Schweizer Alpen nach 14C-Daten (Furrer et al. 1987) (aus: Nicolussi, 2009a).

nisse überleiteten. Die jüngsten mittelholozänen Hölzer aus der Silvretta datieren gerade in den ersten Abschnitt des 3. Jahrtausends v. Chr. Das in den Kaunertaler Daten (Abb. 3) erkennbar langfristige Absinken der Baumgrenze in der zweiten Hälfte des Holozäns aufgrund abnehmender Sommertemperaturen dürfte auch die generelle Ursache für das Ausbleiben von Holzfunden, die in die letzten etwa 4 Jahrtausende datieren (Abb. 2), an Standorten über der aktuellen Baumgrenze in der Silvretta sein.

Damit stehen die Ergebnisse der dendrochronologischen Analysen an den Holzproben aus dem Fimber- und Klostertal in grundlegender Übereinstimmung mit dem bisherigen Kenntnisstand zur Umwelt- und Klimaentwicklung in den Ostalpen, stellen aber insgesamt eine wichtige Bestätigung dar.

Literatur

- Artmann, A., 1949. Jahrringchronologische und -klimatologische Untersuchungen an der Zirbe und anderen Bäumen des Hochgebirges. Diss. Univ. München, 87 S.
- Bircher, W., 1982. Zur Gletscher- und Klimageschichte des Saastales. Unpubl. Diss. Univ. Zürich, 233 S.
- Bortenschlager, S., 2000. The Iceman´s environment. In: Bortenschlager, S., Oeggl, K. (Hrsg.), The iceman and his natural environment: Palaeobotanical results. The man in the ice, Volume 4, Wien, Springer, 11–24.
- Brehme, K., 1951. Jahrringchronologische und -klimatologische Untersuchungen an Hochgebirgslärchen des Berchtesgadener Landes. Zeitschrift für Weltwirtschaft 14(2/3), 65–80.
- Furrer, G., Burga, C., Gamper, M., Holzhauser, H., Maisch M., 1987. Zur Gletscher-, Vegetations- und Klimageschichte der Schweiz seit der Späteiszeit. Geographica Helvetica 42/2, 61–91.
- Giertz-Siebenlist, V., 1977. Der gegenwärtige Stand einer Jahrringchronologie aus dem obersten Ötztal. In: Frenzel B. (Hrsg.), Dendrochronologie und Postglaziale Klimaschwankungen in Europa. Erdwissenschaftliche Forschung 13, 25–27.
- Huber, B., 1941. Aufbau einer mitteleuropäischen Jahrring-Chronologie. Mitteilungen Hermann Göring Akademie d. deutschen Forstwissenschaft 3, 137–142.
- Jörin, U. E., Stocker, T. F., Schlüchter, C., 2006. Multicentury glacier fluctuations in the Swiss Alps during the Holocene. The Holocene 16, 697–704.
- Jörin, U. E., Nicolussi, K., Fischer, A., Stocker, T. F., Schlüchter, C., 2008. Holocene optimum events inferred from subglacial sediments at Tschierva Glacier, Eastern Swiss Alps. Quaternary Science Reviews 27/3–4, 337–350.
- Körner, Ch., 2007. Climatic treelines: conventions, global patterns, causes. Erdkunde 61, 316–324.
- Nicolussi, K., Patzelt, G., 2001. Untersuchungen zur holozänen Gletscherentwicklung von Pasterze und Gepatschferner (Ostalpen). Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie 36 (2000), 1–87.
- Nicolussi, K., Lumassegger, G., Patzelt, G., Pindur, P., Schiessling, P., 2004. Aufbau einer holozänen Hochlagen-Jahrring-Chronologie für die zentralen Ostalpen: Möglichkeiten und erste Ergebnisse. In: Innsbrucker Geographische Gesellschaft (Hrsg.), Innsbrucker Jahresbericht 2001/2002, 16, 114–136.
- Nicolussi, K., Kaufmann, M., Patzelt, G., van der Plicht, J., Thurner, A., 2005. Holocene tree-line variability in the Kauner Valley, Central Eastern Alps, indicated by dendrochronological analysis of living trees and subfossil logs. Vegetation History and Archaeobotany 14, 221–234.
- Nicolussi, K., Kaufmann, M., Melvin, T. M., van der Plicht, J., Schiessling, P., Thurner, A., 2009. A 9111 year long conifer tree-ring chronology for the European Alps – a base for environmental and climatic investigations. The Holocene 19, 909–920.
- Nicolussi K., 2009a. Alpine Dendrochronologie – Untersuchungen zur Kenntnis der holozänen Umwelt- und Klimaentwicklung. In: Schmidt, R., Matulla, C., Psenner, R. (Hrsg.), Klimawandel in Österreich. (Innsbruck University Press) Alpine Space – man & environment 6, 41–54.

- Nicolussi, K., 2009b. Klimaentwicklung in den Alpen während der letzten 7000 Jahre. In: Oeggl, K., Prast, M., (Hrsg.), Die Geschichte des Bergbaus in Tirol und seinen angrenzenden Gebieten. Proceedings zum 3. Milestone-Meeting des SFB HiMAT vom 23.–26.10.1008 in Silbertal. (Innsbruck University Press), 109– 124.
- Patzelt, G., 1997. Arbeiten aus dem Forschungsinstitut für Hochgebirgsforschung. Die Ötztalstudie – Entwicklung der Landnutzung. In: Oeggl, K., Patzelt, G., Schäfer, D. (Hrsg), Begleitheft zur Ausstellung «Alpine Vorzeit in Tirol». Universität Innsbruck, 45–62.
- Patzelt, G., Bortenschlager, S., 1973. Die postglazialen Gletscher- und Klimaschwankungen in der Venedigergruppe (Hohe Tauern, Ostalpen). Zeitschrift für Geomorphologie N.F., Suppl. Bd. 16, 25–72.
- Pott, R., Hüppe, J., Remy, D., Bauerochse, A., Katenhusen, O., 1995. Paläoökologische Untersuchungen zu holozänen Waldgrenzschwankungen im oberen Fimbertal (Val Fenga, Silvretta, Ostschweiz). Phytocoenologia 25/3, 363–398.
- Reitmaier, T., 2010. Auf der Hut – Methodische Überlegungen zur prähistorischen Alpwirtschaft in der Schweiz. In: Mandl, F., Stadler, H. (Hrsg.), Archäologie in den Alpen – Alltag und Kult. Forschungsberichte der ANISA 3/Nearchos 19, 219–238.
- Renner, F., 1982. Beiträge zur Gletschergeschichte des Gotthardgebietes und dendroklimatologische Analysen an fossilen Hölzern. Diss. Univ. Zürich, 180 S.
- Röthlisberger, F., Haas, P., Holzhauser, H., Keller, W., Bircher, W., Renner, F., 1980. Holocene Climatic Fluctuations – Radiocarbon Dating of Fossil Soils (fAh) and Woods from Moraines and Glaciers in the Alps. In: Geography in Switzerland, Geographica Helvetica, 35/5, 21–52.
- Schär, E., Schweingruber, F. H., 1987. Nacheiszeitliche Stammfunde aus Grächen im Wallis. Schweizerische Zeitschrift für das Forstwesen 138/6, 497–515.
- Schär, E., Schweingruber, F.H., 1988. 4000 Years' forest development in prechristian times near a mountain lake in the Alps. Dendrochronologia 6, 131–140.
- Schiechtl, M., Stern, R., 1979. Die Zirbe (Pinus cembra L.) in den Ostalpen – II. Teil. Angewandte Pflanzensoziologie 24.
- Tinner, W., Ammann, B., 2001. Timberline paleoecology in the Alps. PAGES News 9/3, 9–11.
- Tinner, W., Theurillat, J.-P., 2003. Uppermost limit, extent, and fluctuations of the timberline and treeline ecocline in the Swiss Central Alps during the past 11,500 years. Arctic, Antarctic and Alpine Research 35, 158–169.
- Wick, L., Tinner, W., 1997. Vegetation changes and timberline fluctuations in the Central Alps as indicators of Holocene climatic oscillations. Arctic and Alpine Research 29, 445–458.

Dank

Günther Gross, Gernot Patzelt und dem Silvretta-Projekt-Team ist für mehrere Probenbergungen, Andrea Thurner für die Ausmessungen der Hölzer zu danken. Die Untersuchungen wurden vom Silvretta-Projekt sowie dem Österreichischen Wissenschaftsfonds FWF (Projekte P15828-N06, F3113-G02) unterstützt.

«An der Nordseite vom ganzen gross Fermunt streckt sich in die Höhe, weit über alle dortigen Berge aus, ein starker, bis zu oberst grasreicher, schöner, weidgängiger Berg, der auch zum Besitz der gross Fermunter Alp gehört; was sich von Felsen daran zeiget ist Eisenmässig an Farbe und Härte, und scheint wirklich an vielen Stellen auch Eisenhaltig zu seyn; es sind an demselben nicht leicht Felsenbrüche auch keine Rüfenen (Rovine) zu bemerken. Vermuthlich ist von diesem Eisenberg der Namen aller dazu gehörigen oder mit diesem Berge verknüpften Alpungen, nemlich Fermont oder Fermunt (Mons ferreus oder Mons firmus) entstanden.»