

Jahrringe, Lawinen und eine zerstörte Alphütte

Susanne Dängeli Labor für Dendrogeomorphologie, Universität Freiburg (CH)*
Michelle Bollschweiler Labor für Dendrogeomorphologie, Universität Freiburg (CH)
Markus Stoffel Labor für Dendrogeomorphologie, Universität Freiburg (CH)

Tree rings, avalanches and a destroyed cottage

In winter 1999, several buildings and cottages have been destroyed by a large snow avalanche in and around the village of Evolène (Valais, Switzerland). The age of the cottages destroyed by the event was supposed to be considerable, but the individual buildings were not dated. It was therefore the goal of this study to assess the age of one of the cottages with dendrochronological methods. The investigation was based on a local reference chronology composed of 19 reference larch trees (*Larix decidua* Mill.) from the Evolène region. The reference chronology was built through optical and statistical analyses of the samples as well as crossdating methods. The chronology extends back to 1642, with a minimum sample depth of three trees from 1654 and five trees from 1725. Through the comparison of the reference chronology with a piece of wood from the destroyed cottage, it was possible to date the outermost ring of the construction wood to AD 1693. The age of the dated construction wood suggests that the flow path of the 1999 avalanche was unusual and that it affected a sector that has, most probably, not suffered from similar events since at least 300 years.

Keywords: dendrochronology, age determination, snow avalanche, Evolène, Valais, Switzerland, *Larix decidua* Mill.

doi: 10.3188/szf.2009.0087

* Departement Geowissenschaften, Geografie, Chemin du Musée 4, CH-1700 Freiburg, E-Mail susanne.daengeli@unifr.ch

Der Winter 1999 ist im gesamten Alpenraum als grosser Lawinenwinter in die Geschichtsbücher eingegangen. Auch in der Schweiz waren verschiedene Regionen von den enormen Schneemassen und deren verheerenden Auswirkungen betroffen, unter anderem das Dorf Evolène im Kanton Wallis. Hier forderte am 21. Februar 1999 eine sehr grosse Lawine zwölf Todesopfer und verursachte grossen Sachschaden an Wohnhäusern, Chalets, Alphütten, Strassen und Wäldern (SLF 2000).

Das Ziel dieser Studie ist es, mithilfe einer regionalen Lärchenreferenzkurve das Alter eines Stückes Bauholz einer Alphütte zu ermitteln, die 1999 beim Lawinenniedergang von Evolène zerstört worden ist. Zudem wird diskutiert, was das Alter des Bauholzes zum Alter der Hütte beziehungsweise zum Ausbleiben von Lawinen am betroffenen Standort aussagen kann.

Untersuchungsgebiet

Die Gemeinde Evolène liegt im Val d'Hérens (Wallis), setzt sich aus mehreren Weilern zusammen und reicht von 1200 bis 4375 m ü. M. Das Dorf Evolène befindet sich im Talgrund und wird durch Wald und einen grossen Felsvorsprung vor Lawinen geschützt. Die Weiler La Sage und Villa liegen dagegen auf den südwestexponierten Hängen oberhalb Evolène, beidseits der Weiler verlaufen Lawinencouloirs. Die Auslösung von Lawinen wird durch die grosse Hangneigung und die beträchtliche Sonneneinstrahlung begünstigt, Lawinenniedergänge sind keine Seltenheit. Insbesondere die Couloirs der Torrents de Martémo, des Maures, du Pétérey, du Bréquet und de la Sage (Herold-Revaz et al 1998) sind regelmässig von Ereignissen betroffen, wie Abbildung 1 zeigt.

Das Anrissgebiet der grossen Lawine von 1999 erstreckte sich über vier Kilometer entlang des Kamms zwischen dem Sasseneire und der Pointe du Tsaté (Abbildungen 1 und 2). Die verschiedenen Lawinenzüge kanalisiert sich in den als Lawinen-

Methoden

Damit eine gehaltvolle regionale Referenzchronologie angefertigt werden konnte, mussten zunächst geeignete Standorte für die Baumbeprobung bestimmt werden. Insgesamt wurden drei Standorte ausgewählt, auf welchen einerseits genügend alte Lärchen (*Larix decidua* Mill.) wuchsen und die andererseits möglichst nahe beim ehemaligen Standort des Hauses lagen und dadurch ähnliche Wachstumsbedingungen aufwiesen (Schweingruber et al 1990b). Für die Untersuchung kamen nur Lärchen in Frage, weil die zerstörte Hütte aus Lärchenholz gebaut war. Den ausgewählten Bäumen wurden in Brusthöhe mit einem Zuwachsbohrer jeweils zwei Bohrkern von je fünf Millimetern Durchmesser entnommen, wobei darauf geachtet wurde, störende Einflüsse wie Verletzungen oder Reaktionsholz zu vermeiden (Schweingruber 1996, Stoffel & Bollschweiler 2008). Ebenfalls bestand die Möglichkeit, bei bereits gefällten Bäumen ganze Stammscheiben zur Untersuchung zu gewinnen. Im Rahmen der vorliegenden Studie wurden in der Umgebung von Evolène insgesamt 26 Lärchen beprobt: vier im Forêt du Prêlet (1980 m ü. M.; Standort 1), neun im Forêt du Dévin (1780 bis 1800 m ü. M.; Standort 2, Abbildung 2) und 13 im Forêt des Planches (1540 bis 1700 m ü. M.; Standort 3). Zwölf der 13 Proben aus dem Forêt des Planches stammen von gefällten Bäumen und wurden als Stammscheiben entnommen.

Im Labor wurden die Bohrkern aufgelegt und geschliffen, um die einzelnen Zellreihen für die Untersuchungen sichtbar zu machen. Mithilfe eines Messtisches und des Datenverarbeitungsprogramms TSAP wurden die Jahrringe eingemessen (Genauigkeit: $\frac{1}{100}$ mm) und eine digitale Wachstumskurve erstellt, welche die jährliche Jahrring-

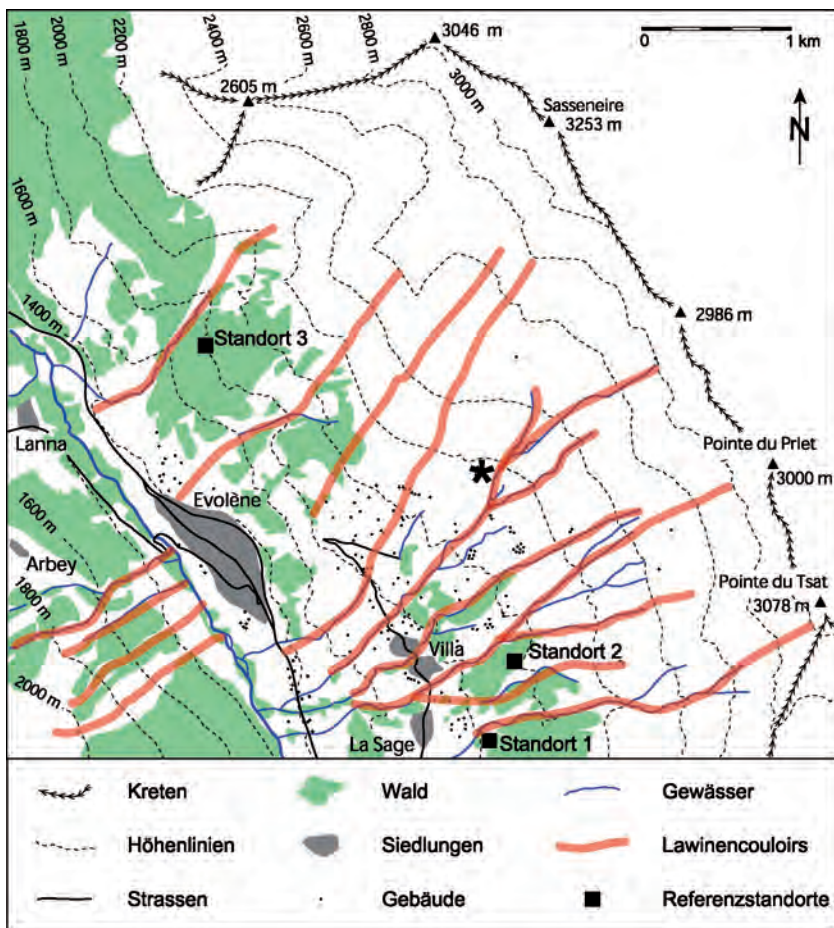


Abb 1 Karte der bekannten Lawinencouloirs auf dem Gebiet der Gemeinde Evolène und der drei ausgewählten Standorte für die Beprobung der Referenzlärchen (*Larix decidua* Mill.). Der Standort der durch die Lawine 1999 mitgerissenen und hier untersuchten Alphütte ist mit einem Stern gekennzeichnet.

couloirs bekannten Bachläufen und flossen teilweise bis in den Talgrund bei Evolène (SLF 2000). Die durch die Lawine mitgerissene und hier untersuchte Alphütte ist in Abbildung 1 vermerkt.

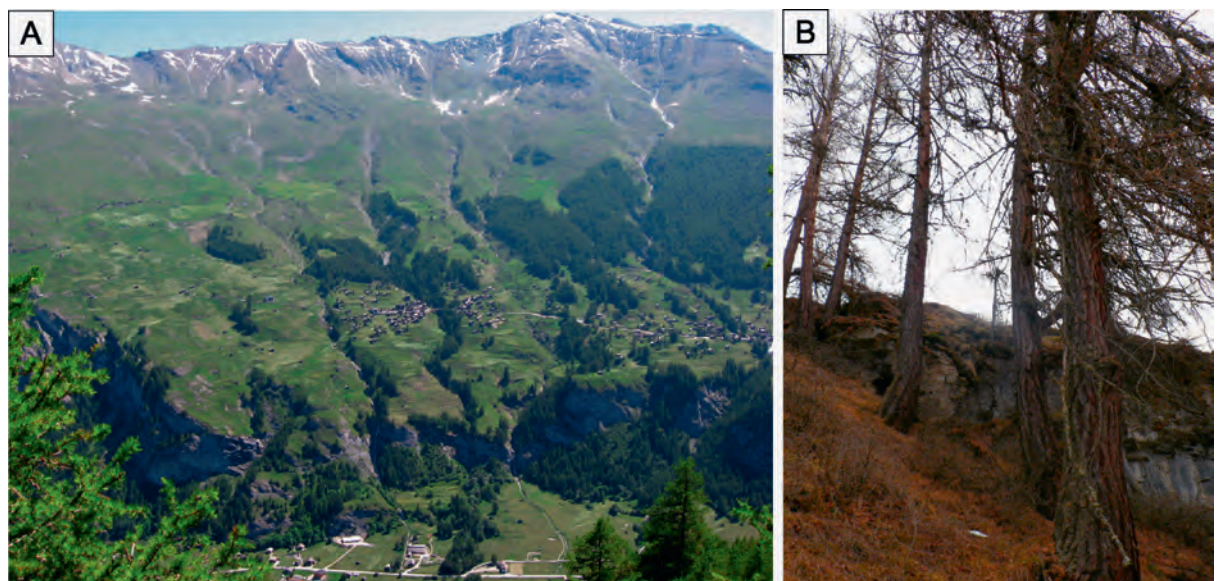


Abb 2 Sicht auf den Hang, an dem sich der Lawinnenebergang 1999 ereignete (A; Foto: Gratien Anzévu), und Untersuchungsstandort 2 im Forêt du Dévin, in welchem die ältesten Lärchen gefunden wurden (B).

Kennziffern der Referenzkurve	
Anzahl beprobte Bäume	26
Anzahl für Referenz verwendete Bäume	19
Älteste Probe (Jahr)	1642
Jüngste Probe (Jahr)	1871
Belegung mit mind. 3 Bäumen ab (Jahr)	1654
Belegung mit mind. 5 Bäumen ab (Jahr)	1725
Korrelation mit Master	0.566
Mittlere Sensitivität	0.306
Standardabweichung	0.361
Gleichläufigkeit (%)	62.34
Mittlerer t-Wert	5.71

Tab 1 Die wichtigsten statistischen Werte der Referenzkurve.

Äusserster Jahring	Vergleich mit Referenz		
	Gleichläufigkeit	t-Wert	Überlappung
1693	81%	4.5	51

Tab 2 Statistischer Vergleich des Bauholzes mit der lokalen Referenzkurve.

breite grafisch darstellt. Um allenfalls fehlende Jahrringe erkennen zu können und den Vergleich der verschiedenen Proben zu vereinfachen, folgte die Erstellung von Skeleton Plots zu jeder Probe (Stokes & Smiley 1968). Weiserjahre (Schweingruber et al 1990a), wie etwa Lärchenwicklerjahre (*Zeiraphera diniana* Gn.; Weber 1997, Baltensweiler et al 2008), erleichterten dabei die Korrektur der Wachstumskurven.

In einem weiteren Schritt folgte der Vergleich der Wachstumskurven der einzelnen Bohrkerne und Stammscheiben, um allenfalls fehlende oder auskeilende Jahrringe ergänzen zu können. Dies geschah durch visuelles Gegenüberstellen der digitalen Wachstumskurven, aber auch durch die Kontrolle auf dem Holz selber. Danach wurde aus den jeweils zwei Proben pro Baum eine Mittelkurve erstellt und eine Standardisierung der einzelnen Baummittelkurven vorgenommen (Division der einzelnen Werte durch eine Glättungskurve; Fritts 1976, Cook & Kairiukstis 1990). Zusätzlich fand ein statistischer Vergleich der einzelnen Baummittelkurven statt. Durch Berechnung des Mittels aller gültigen Wachstumskurven konnte nun die Referenzkurve erstellt und statistisch ausgewertet werden.

In einem abschliessenden Schritt erfolgte der Vergleich der Referenzkurve mit jener der Bauholzscheibe. Als Kriterien wurden nebst dem visuellen Abgleich und den Lärchenwicklerjahren vor allem die Gleichläufigkeit zwischen den Serien und der t-Wert (Eckstein & Bauch 1969, Baillie & Pilcher 1973) herangezogen. Bei der Gleichläufigkeit handelt es sich um ein Vergleichsmass zweier Zeitreihen, bei welchem der Anteil der gleichgerichteten jährlichen Variationen berechnet wird. Je höher der Wert der Gleichläufigkeit ist, desto besser ist die Übereinstimmung der Kurven. Der t-Wert hilft zu beurteilen, ob zwei Kurven synchron liegen (Schweingruber 1983). Für die Dendrochronologie wurden spezielle t-Wert-Berechnungen entwickelt (Fritts 1976, Cook & Kairiukstis 1990), wobei ein t-Wert von

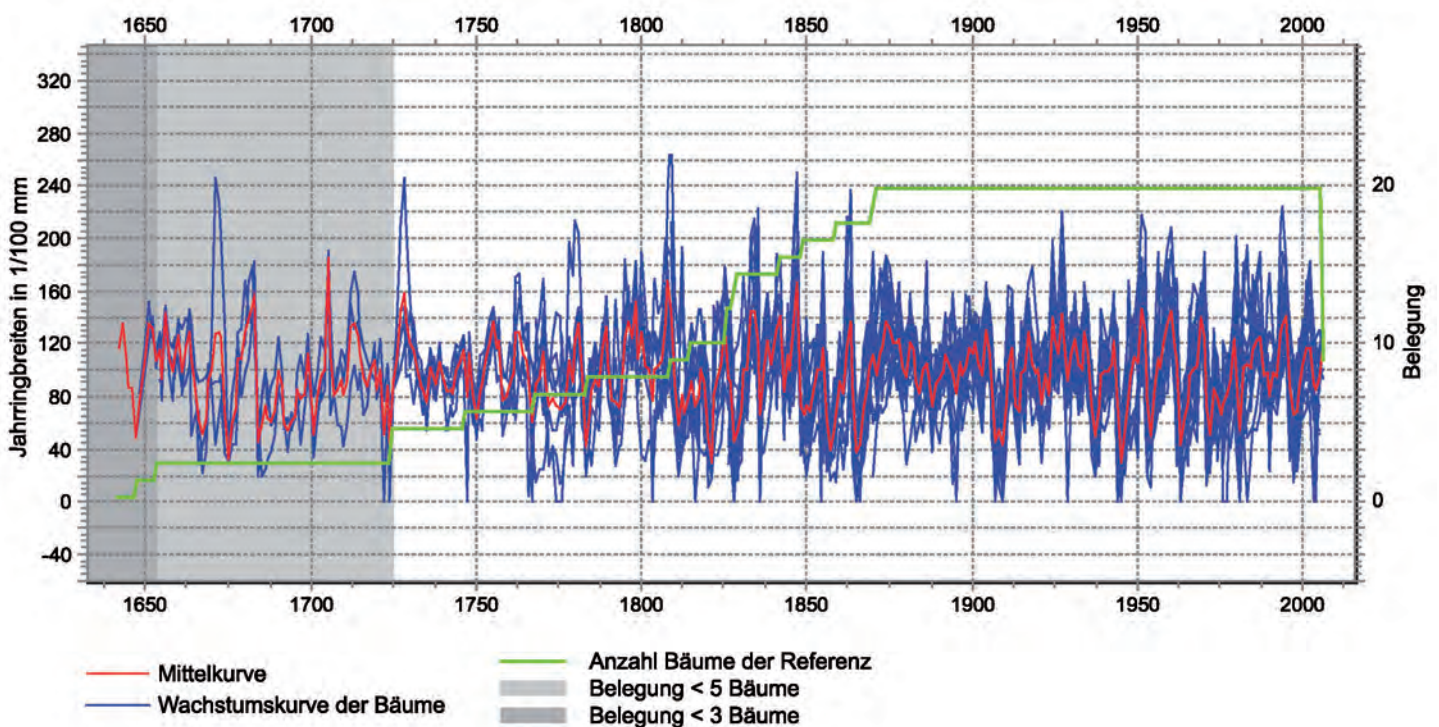


Abb 3 Die Lärchenreferenzkurve von Evolène (rot), entstanden aus dem Mittelwert der Wachstumskurven der einzelnen Bäume (blau).



Abb 4 Die Bauholzscheibe der Alphütte.

3.5 und mehr als Indikator für eine gute Übereinstimmung der untersuchten Kurven oder aber als Mindestwert für eine mögliche Datierung gilt (Eckstein & Bauch 1969, Baillie & Pilcher 1973).

Resultate

Die Referenzkurve

Die Referenzkurve umfasst 19 Baummittelkurven, sieben Proben konnten aufgrund ihrer Qualität nicht verwendet werden. Damit wurden insgesamt 4049 Jahrringe in der Referenzkurve berücksichtigt, wobei ein Durchschnittsalter von 225 Jahren pro Baum ermittelt wurde. Der Bohrkern mit den meis-

ten Jahrringen reicht bis ins Jahr 1642 zurück, während die kürzeste Jahrringserie darauf schliessen liess, dass der betreffende Baum den ersten Jahrring in Brusthöhe 1871 ausbildete (Tabelle 1).

Die für die Referenzkurve verwendeten Bäume erreichten alle eine mittlere Gleichläufigkeit von mindestens 58 sowie im Minimum einen mittleren t-Wert von 4. Die Referenzkurve reicht mit einer Belegung von fünf Bäumen bis ins Jahr 1725 zurück, bis 1654 sind drei Bäume vorhanden.

Die Verifikation der Referenzkurve ergab folgende Werte (Tabelle 1): Die Korrelation mit der Masterkurve, die durch Weglassen der jeweils zu testenden Serie berechnet wird, wies einen durchschnittlichen Wert von 0.566 auf. Des Weiteren wurden eine mittlere Sensitivität von 0.306 und eine Standardabweichung von 0.361 ermittelt. Die Gleichläufigkeit beträgt im Durchschnitt 62.34%, der mittlere t-Wert 5.71. Die Referenzkurve ist in Abbildung 3 dargestellt.

Die Wachstumskurve des Bauholzes und der Vergleich von Bauholz und Referenz

Die Jahrringabfolge des Bauholzes (Abbildung 4) wurde eingemessen und als Wachstumskurve dargestellt. Die Bauholzscheibe enthält 83 Jahrringe. Diese Kurve wurde der Referenzkurve gegenübergestellt (Abbildung 5). Mit einer Gleichläufigkeit von 81% und einem durchschnittlichen t-Wert von 4.5 konnte der äusserste Jahrring des Holzstückes der Alphütte auf 1693 datiert werden (Tabelle 2). Das optische Übereinanderlegen der bei-

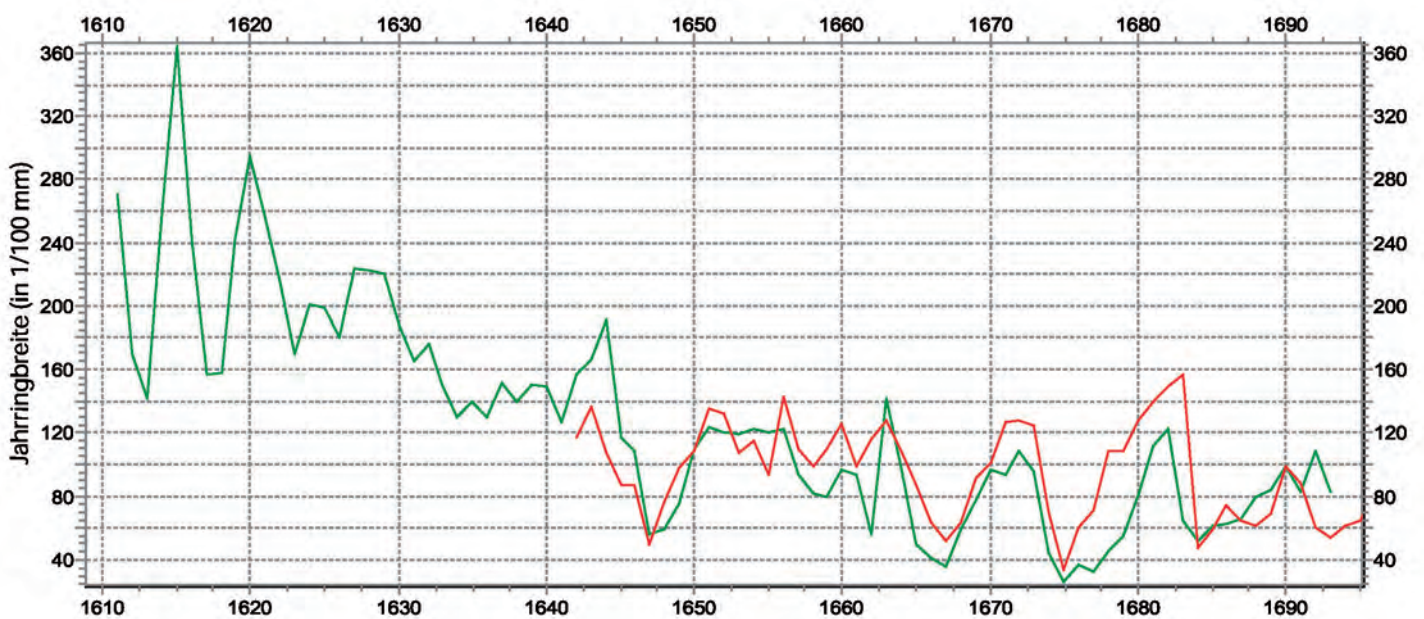


Abb 5 Die Wachstumskurve der Bauholzscheibe (grün) und die Referenzkurve (rot). Durch Einmessen mithilfe eines Messtisches und des Datenverarbeitungsprogramms TSAP entsteht die Wachstumskurve für die Bauholzscheibe. Der optische Vergleich der Wachstumskurve der Bauholzscheibe mit der Referenzkurve zeigt, dass bei einer Datierung auf 1693 sowohl die extrem breiten wie auch die extrem schmalen Jahrringe gut miteinander korrelieren. Dies ist auch in den statistischen Werten erkennbar: Der Vergleich weist eine Gleichläufigkeit von 81% und einen durchschnittlichen t-Wert von 4.5 auf.

den Kurven ergab ebenfalls ein gutes Resultat (Abbildung 5). Die Lärche, die zum Bauen der Alphütte verwendet worden war, lebte damit mindestens von 1611 bis 1693.

Diskussion und Schlussfolgerungen

Referenzkurve

Damit eine verlässliche Datierung vorgenommen werden kann, ist eine Referenzkurve von guter Qualität unabdingbar. Die für die erstellte Referenzchronologie errechneten statistischen Werte sprechen dafür, dass diese im vorliegenden Fall erreicht werden konnte. So liegt die Korrelation mit der Masterkurve mit einem Wert von 0.566 über dem allgemein als wünschenswert bezeichneten Schwellenwert von 0.5. Auch die Sensitivität liegt mit 0.306 im gewünscht hohen Bereich, was zeigt, dass die ausgewählten Bäume sehr sensitiv auf äussere Einflüsse reagieren. Die Gleichläufigkeit (62.34%) und der t-Wert (5.71) sprechen ebenfalls für eine akkurate Referenzkurve. Auch optisch erscheint die erstellte Referenz bis zur Grenze der Belegung mit fünf Bäumen (1725) als passend, ist es doch möglich, klare Weiserjahre für die meisten der untersuchten Bäume festzustellen. Die Weiserjahre, die sich bei allen Standorten zeigen, sind auf klimatische Bedingungen sowie den Einfluss des grauen Lärchenwicklers zurückzuführen.

Für die Jahre vor 1725 konnten zwar nur wenige genügend alte Bäume gefunden werden. Dennoch sprechen sowohl Statistik wie der optische Vergleich der Baummittelkurven auch für das späte 17. Jahrhundert für die Richtigkeit der erstellten Referenz.

Datierung

Mithilfe der Referenzkurve war es möglich, für die Lärche, die in der Alphütte verbaut worden war, eine Lebenszeit zwischen 1611 und 1693 zu ermitteln. Diese Datierung erscheint als sehr wahrscheinlich, da beim Vergleich der Referenzkurve mit dem Bauholz die Gleichläufigkeit mit 81% in einem sehr hohen Bereich liegt. Auch der t-Wert liegt mit 4.5 über dem Wert von 3.5, der allgemein als minimaler Wert für eine sichere Datierung angenommen wird (Wenk 1997). Zudem sind im optischen Vergleich eindeutige Übereinstimmungen sichtbar: Sowohl extrem positive (breiter Jahrring) wie auch extrem negative Jahre (schmaler Jahrring) stimmen gut überein (Abbildung 5).

Da das Bauholz bearbeitet wurde, ist die Waldkante nicht vorhanden. Es kann aber aufgrund des Erscheinungsbildes und der Form des Bauholzes davon ausgegangen werden, dass die Anzahl fehlender Jahrringe eher gering ist und wenige Jahre umfassen dürfte. Damit dürfte das datierte Stück Holz

in etwa um das Jahr 1700 als Bauholz verwendet worden sein, vermutlich für die Konstruktion der im Lawinenwinter 1999 zerstörten Alphütte.

Einschränkend muss an dieser Stelle auf die Möglichkeit hingewiesen werden, dass das auf das späte 17. Jahrhundert datierte Stück Holz wiederholt als Konstruktionsholz verwendet wurde. Damit wäre das zerstörte Gebäude jünger als das datierte Bauholz und der Zeitraum, in welchem Lawinen am Standort der Hütte ausblieben, könnte durch die vorliegende Analyse nicht einwandfrei bestimmt werden. Dies erscheint aber wenig plausibel, da in der Nähe der zerstörten Alphütte mindestens ein weiteres Gebäude stand, das ebenfalls im 17. Jahrhundert erbaut wurde, nämlich im Jahre 1678 (SLF 2000).

Daher kann mit grosser Wahrscheinlichkeit davon ausgegangen werden, dass die Alphütte während knapp 300 Jahren an ihrem Erbauungsort gestanden ist, ohne von einer Lawine zerstört worden zu sein. Es ist aber gut möglich, dass in der unmittelbaren Umgebung Lawinen niedergingen oder dass die Alphütte selber von kleineren Lawinenniedergängen betroffen war, welche die Hütte jedoch nicht zerstörten. Dagegen kann angenommen werden, dass das Ereignis von 1999 mit seiner Zerstörungskraft für die letzten dreihundert Jahre am Standort der Alphütte ein ausserordentliches war. ■

Eingereicht: 14. April 2008, akzeptiert (mit Review): 20. September 2008

Dank

Die Autoren danken Charly Wuilloud (Dienststelle für Wald und Landschaft, Sektion Naturgefahren, Kanton Wallis) für die Unterstützung der Arbeit, Gratien Anzévui für seine Mithilfe und Förster Frédéric Pralong für die Beprobungserlaubnis.

Literatur

- BAILLIE MGL, PILCHER JR (1973) A simple crossdating program for tree-ring research. *Tree-ring Bull* 33: 7–14.
- BALTENSWEILER W, WEBER UM, CHERUBINI P (2008) Tracing the influence of larch-bud-moth insect outbreaks and weather conditions on larch tree-ring growth in Engadine (Switzerland). *Oikos* 117: 161–172.
- COOK ER, KAIRIUKSTIS LA (1990) *Methods of dendrochronology – applications in the environmental sciences*. Dordrecht: Kluwer Academic. 394 p.
- ECKSTEIN D, BAUCH J (1969) Beitrag zur Rationalisierung eines dendrochronologischen Verfahrens und zur Analyse seiner Aussagesicherheit. *Forstwiss Cent.bl* 88: 230–250.
- FRITTS HC (1976) *Tree rings and climate*. London: Academic Press. 567 p.
- HEROLD-REVAZ A, DULEX PUTALAZ S, BRIDEL L (1998) Représentations du risque d'avalanches et comportements sociaux dans deux communes valaisannes. *Salvan et Evolène*. Zürich: VDF Hochschulverlag. 165 p.

- SCHWEINGRUBER FH, ECKSTEIN D, SERRE-BACHET F, BRÄKER OU (1990A) Identification, presentation and interpretation of event years and pointer years in dendrochronology. *Dendrochronologia* 8: 9–38.
- SCHWEINGRUBER FH, KAIRIUKSTIS L, SHIYATOV S (1990B) Sample selection. In: Cook ER, Kairiukstis L, editors. *Methods of dendrochronology. Applications in the environmental sciences*. Dordrecht: Kluwer Academic. pp 23–35.
- SCHWEINGRUBER FH (1996) Tree rings and environment dendroecology. Bern: Haupt. 609 p.
- SCHWEINGRUBER FH (1983) *Der Jahrring. Standort, Methodik, Zeit und Klima in der Dendrochronologie*. Bern: Haupt. 234 p.
- SLF (2000) *Der Lawinenwinter 1999. Ereignisanalyse*. Davos: Eidgenöss. Inst. Schnee Lawinenforsch. 588 p.
- STOFFEL M, BOLLSCHWEILER M (2008) Tree-ring analysis in natural hazards research – an overview. *Nat Hazards Earth Syst Sci* 8: 187–202.
- STOKES MA, SMILEY TL (1968) *An introduction to tree-ring dating*. Tucson: Univ. Arizona Press. 73 p.
- WEBER UM (1997) Dendroecological reconstruction and interpretation of larch budmoth (*Ziraphera diniana*) outbreaks in two central alpine valleys of Switzerland from 1470 to 1990. *Trees* 11: 277–290.
- WENK C (1997) *Algorithmen für das Crossdating in der Dendrochronologie*. Berlin: Freie Universität, Diplomarbeiten. 115 p.

Jahrringe, Lawinen und eine zerstörte Alphütte

In Evolène im Kanton Wallis (CH) wurden 1999 durch eine grosse Lawine verschiedene Gebäude zerstört, darunter auch Alphütten, deren Alter beträchtlich, aber unbekannt war. Mithilfe dendrochronologischer Methoden sollte dieses anhand eines Holzstückes einer der zerstörten Alphütten ermittelt werden.

Dazu wurden die Jahrringbreiten von 19 Lärchen (*Larix decidua* Mill.) aus dem Gebiet um Evolène sowohl optisch wie auch statistisch analysiert und mithilfe des Crossdating-Verfahrens eine regionale Lärchenreferenzkurve erstellt. Diese konnte bis 1725 mit fünf Bäumen belegt werden, insgesamt reicht sie bis 1642 zurück. Schliesslich wurde die Referenzkurve mit der Jahrringabfolge eines Stücks Holz der zerstörten Alphütte verglichen; dabei konnte der äusserste Jahrring des Bauholzes auf 1693 datiert werden. Das Alter des Bauholzes deutet darauf hin, dass die grosse Lawine von 1999 in ihrer Zerstörungskraft und ihrem Fliessweg ein ausserordentliches Ereignis war und ein Gebiet tangierte, das während rund 300 Jahren von zerstörerischen Lawinen verschont geblieben war.

Des cernes, des avalanches et un chalet d'alpage détruit

En hiver 1999, une grosse avalanche a détruit plusieurs bâtiments sur le territoire de la commune d'Evolène en Valais (CH), dont quelques vieux chalets d'alpage. À l'aide d'une approche dendrochronologique, cette étude a cherché à dater l'âge d'une poutre utilisée pour la construction d'un de ces chalets.

Pour ce faire, les largeurs des cernes de 19 mélèzes (*Larix decidua* Mill.) provenant de la région d'Evolène ont été analysées de manière optique et statistique ainsi que par une datation croisée afin de créer une courbe de référence locale des mélèzes. Cette courbe remonte jusqu'en 1725 avec cinq arbres au minimum. Le plus vieux spécimen montre une série de croissance jusqu'en 1642. En comparant le bois de construction du chalet d'alpage détruit avec la courbe de référence, il a été possible de déterminer le dernier cerne du bois utilisé pour la construction du chalet d'alpage en l'année 1693. Sur la base de cette datation, nous considérons que la grande avalanche de 1999 représente un événement exceptionnel tant pour sa destruction que pour son chemin d'écoulement, et qu'elle a touché un secteur qui est apparemment resté à l'abri des avalanches pendant près de 300 ans.