

**NACHWEIS EINER BRONZEZEITLICHEN FEUERSTELLE
BEI DER SCHWARZENSTEINALM IM OBEREN ZEMMGRUND,
ZILLERTALER ALPEN**

Peter PINDUR*, Wien, Dieter SCHÄFER und Roland LUZIAN**, beide Innsbruck

mit 9 Abb. und 1 Tab. im Text

INHALT

<i>Summary</i>	181
<i>Zusammenfassung</i>	182
1 Einleitung	182
2 Material und Methoden	184
3 Der Fundplatz Schwarzensteinalm 1 (SA1)	184
4 Diskussion	189
5 Schlussfolgerungen	196
6 Literaturverzeichnis	196
Danksagung	198

Summary

Evidence of a Bronze Age Fireplace at the Schwarzensteinalm in the Upper Zemmgrund, Zillertal Alps (Austria)

In the course of the interdisciplinary research projekt 'HOLA – Evidence and Analysis of Holocene Avalanche Events' (Federal Research and Training Centre for Forests, Natural Hazards and Landscape) for the first time a Bronze Age fireplace could be proved for the area of the Zillertal Alps. Due to the findings of contemporaneous fireplace, this result archaeologically confirms the massive human intervention into the sub-alpine forest of the Upper Zemmgrund determined by means of pollen analysis.

* Ing. Mag. Peter PINDUR, Österreichische Akademie der Wissenschaften, A-1010 Wien, Postgasse 7/4/2; e-mail: peter.pindur@gmx.at, <http://www.oeaw.ac.at/isr>

**a.Univ.-Prof. Dr. Dieter SCHÄFER, Universität Innsbruck, A-6020 Innsbruck, Innrain 52; e-mail: dieter.schaefer@uibk.ac.at, <http://www.uibk.ac.at/geologie>;

Mag. Roland LUZIAN, Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft, A-6020 Innsbruck, Rennweg 1; e-mail: roland.luzian@uibk.ac.at, <http://bfw.ac.at/index.htm>

The fireplace which has been found is on an open-country back to the north-east of the stables of the 'Schwarzensteinalm' at 2,185 m above sea level. It lies outside the Little Ice Age morains and within the area of climatically conditioned holocene timberline variations. The place of findings is characterised by an excellent open-country panorama in connection with access to potential water and wood resources. The fireplace is dated by means of the ¹⁴C method in the time frame between 1,740 and 1,520 BC, the transition from the ancient to the middle Bronze Age; therefore it falls into the so-called 'Löbbenschwankung'. This is a distinct climatically depression period marked by multiple great extensions of glaciers, comparable with those of the 'Little Ice Age'. In addition, there could be gathered about 30 mountain-crystal objects – mainly debitage but also unambiguous flakes – in the area of the fireplace examined.

Zusammenfassung

Im Zuge des interdisziplinären Forschungsprojektes „HOLA – Nachweis und Analyse von holozänen Lawinenereignissen“ (Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft) konnte erstmals für das Gebiet der Zillertaler Alpen der Nachweis einer bronzezeitlichen Feuerstelle erbracht werden. Mit diesem Ergebnis findet der pollenanalytisch festgestellte massive Eingriff des Menschen in den subalpinen Wald des Oberen Zemmgrunds durch die zeitgleiche Feuerstelle seine archäologische Bestätigung.

Der Fundplatz liegt auf einem Geländerücken nordöstlich vom Stallgebäude der Schwarzensteinalm auf 2.185 m. Er befindet sich außerhalb der neuzeitlichen Moränenwälle und innerhalb des klimatisch bedingten holozänen Waldgrenzschwankungsbereiches. Der Fundplatz ist charakterisiert durch eine ausgezeichnete Geländeübersicht in Verbindung mit Zugänglichkeit zu potenziellen Wasser- und Holzressourcen. Die Feuerstelle datiert nach der ¹⁴C-Methode in den Zeitraum zwischen 1740 und 1520 v. Chr., dem Übergang von der älteren zur mittleren Bronzezeit, und fällt damit in die so genannte „Löbbenschwankung“. Dabei handelt es sich um eine ausgeprägte Klimaungunstphase die durch mehrfache Gletscherhochstände, vergleichbar mit denen der neuzeitlichen Klimadepression („Little Ice Age“), gekennzeichnet ist. Im Bereich der untersuchten Feuerstelle konnten zudem ca. 30 Bergkristallobjekte – hauptsächlich Trümmerstücke, jedoch auch eindeutige Abschlüge – geborgen werden.

1 Einleitung

Die Entdeckung von Silexartefakten aus dem Mesolithikum (Mittelsteinzeit, 9500 bis 5600 v. Chr.) im Bereich des Tuxer Jochs, 2.338 m (BUNDESDENKMALAMT 1989) sowie weitere Fundplätze nördlich (z.B. Rofan, Loas Sattel, Sidanjoch; KOMPATSCHER & KOMPATSCHER 2005) und südlich (z.B. Jochtal, Gsieser Törl, Staller Sattel; LUNZ

1986) des Alpenhauptkammes lassen vermuten, dass auch das Gebiet der Zillertaler Alpen im frühen Holozän begangen wurde.

Ebenfalls im Bereich des Tuxer Jochs wurde – bereits in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts – ein bronzezeitlicher Gegenstand entdeckt (STOLZ 1941). Dieser Fund gilt bis heute als einziger archäologischer Nachweis der Anwesenheit bronzezeitlicher Menschen im Bereich der Zillertaler Alpen. Urkundlich belegt ist hingegen die Besiedlung des hinteren Zillertals im Zuge der bajuwarischen Landnahme, die im 6. Jh. n.Chr. einsetzte. Orts- und Flurnamen deuten aber bereits auf vorrömische (z.B. Zams, Zemm, Floite) bzw. römische (z.B. Furtschagl, Ingent, Gunggl) Siedlungsspuren hin (FINSTERWALDER 1934 und 1961, STOLZ 1949).

Durch die palynologischen Untersuchungen von WEIRICH & BORTENSCHLAGER (1980) und HÜTTEMANN & BORTENSCHLAGER (1987) im Oberen Zemmgrund konnte erstmalig der pollenanalytische Nachweis der Anwesenheit des Menschen im hintersten Zillertal während der Bronzezeit (2000 bis 800 v.Chr., vgl. URBAN 2000) belegt werden. Weiterführende pollenanalytische Untersuchungen fanden in den Jahren 2002 bis 2004 im Zuge des interdisziplinären Forschungsprojekts „HOLA – Nachweis und Analyse von prähistorischen Lawinenereignissen“ des *Bundesforschungs- und Ausbildungszentrums für Wald, Naturgefahren und Landschaft* ebenfalls im Oberen Zemmgrund statt. Dabei wurden mehrere Sedimentbohrkerne aus dem Waldgrenzbereich entnommen und die drei hoffnungsvollsten von C. WALDE und V. WILD (HAAS et al. 2007) analysiert. Mit den daraus gewonnenen neuen Erkenntnissen zur Nutzungsgeschichte – der Anwesenheit des Menschen mit seinen Nutztieren seit dem Neolithikum (Jungsteinzeit, 5600 bis 2000 v.Chr.) ab ca. 4100 v.Chr. im Waldgrenzbereich der Schwarzensteinalm – und den im Laufe der Jahre gesammelten Gebietskenntnissen konnte im Sommer 2004 von D. SCHÄFER, R. LUZIAN und P. PINDUR gezielt nach prähistorischen Feuerstellen bzw. Lagerplätzen im Bereich der Schwarzensteinalm und des Feldkars gesucht werden. Die Prospektoren wurden auf einer Kuppe im Feldkar, nordöstlich vom Stallgebäude der Schwarzensteinalm, fündig. Die Fundstelle – Schwarzensteinalm 1 (SA1) – wurde unter der Leitung von D. SCHÄFER in den Jahren 2004 und 2005 analysiert. Über das Ergebnis dieser Untersuchung, den Nachweis einer bronzezeitlichen Feuerstelle und somit die archäologische Bestätigung des pollenanalytisch festgestellten menschlichen Eingriffs in den Waldgrenzbereich des Oberen Zemmgrund, wird im Folgenden berichtet (vgl. Abb. 1).



Abb. 1: Lage des Untersuchungsgebietes; zum Oberen Zemmgrund vgl. auch PINDUR & LUZIAN (2007)

2 Material und Methoden

Die methodische Grundlage für diese Untersuchung bildet die stratigraphische Analyse von Böden. Dabei wurden mit einem Erdbohrstock (Typ „Geolog“, Fa. GRUBER) im Bereich potenzieller Lagerplätze prähistorischer Jäger bzw. Hirten Bodenhorizonte nach dem Gehalt von markanten Holzkohlelagen untersucht. Im Fall eines positiven Befundes wurde die Vegetationsdecke geöffnet, ein Bodenprofil ergraben und die stratigraphischen Verhältnisse aufgenommen. Um die Brandschichten zeitlich einzuordnen, wurden Holzkohlepartikel entnommen und diese an der Universität Utrecht in den Niederlanden mithilfe der Radiokarbonmethode (^{14}C -Methode) datiert.

Die Kalibrierung der ^{14}C -Daten erfolgte mit der Software *OxCal Version 3.10* (2005) unter Verwendung der Kalibrierungskurve *IntCal04* (BRONK RAMSEY 1995, REIMER et al. 2004). In der Tabelle 1 wurde der 1σ -Bereich (68,2%-Wahrscheinlichkeitsbereich) und der 2σ -Bereich (95,4%-Wahrscheinlichkeitsbereich) angegeben.

Die Koordinaten für die Verortung der Fundstelle Schwarzensteinalm 1 (SA 1) wurden dem Projekt GIS entnommen (vgl. Abb. 3). Sie entsprechen dem BMN-M28 und weisen eine Genauigkeit von ± 10 m auf.

3 Der Fundplatz Schwarzensteinalm 1 (SA1)

Lage

Ein Geländerücken nordöstlich vom Stallgebäude der Schwarzensteinalm erwies sich bei der Prospektion als ergiebig. Es konnten mit der Sonde an mehreren Stellen kleinräumig verteilte Holzkohlehorizonte festgestellt werden. Eine der positiv befundeten Bohrpositionen – Schwarzensteinalm 1 (SA1) – wurde aufgegraben und analysiert.

Der untersuchte Fundplatz SA1 liegt auf 2.185 m ü.d.M. (BMN-M28 x: 263505, y: 211417) etwa 380 m nordöstlich vom Stallgebäude der Schwarzensteinalm. Er befindet sich knapp außerhalb der neuzeitlichen Moränenwälle des Schwarzensteinkees und rund 70 m über dem Talboden erhöht auf einer Kuppe. Diese Situation bietet heute einerseits einen perfekten Überblick über das eisfreie Gletschervorfeld des Schwarzensteinkees und andererseits einen (wald-)freien Blick talauswärts in Richtung Kastenklamm/Berliner Hütte bzw. Schwarzensteinmoor. Nördlich und östlich vom Fundplatz tritt Wasser infolge von StauhORIZONTEN an die Oberfläche und es haben sich mehrere kleine vermoorte Bereiche gebildet. Zudem befinden sich einige Wasserläufe in unmittelbarer Umgebung. Heute findet sich kein brennbares Material in der Nähe



Abb. 2: Blick Richtung Westen auf den Geländerrücken mit der bronzezeitlichen Fundstelle SA1 (Foto: W. UNGERANK 2005)

der untersuchten Lokalität. Auf das nächstgelegene Brennmaterial, junge Bäume bzw. Latschen, trifft man gehäuft im Bereich des Schwarzensteinmoors und somit etwa 800 m Luftlinie talauswärts vom Fundplatz SA1 entfernt (vgl. Abb. 2 und 3).

Während ungünstiger Klimaphasen im Holozän (z.B. VEIT 2002) erreichte das Schwarzensteinkees mehrfach Ausdehnungen vergleichbar mit denjenigen der neuzeitlichen Klimadepression (1600–1850 n.Chr.). Die neuzeitliche Maximalausdehnung des Gletschers, der heute in Abbildung 3 nicht mehr sichtbar ist, wird durch die schwarze Liniensignatur gekennzeichnet (HEUBERGER, in Vorbereitung). Weiters zeigt Abbildung 3, dass der untersuchte Fundstellenbereich im natürlichen, d.h. im klimatisch gesteuerten und nicht vom Menschen beeinflussten, Schwankungsbereich der Waldgrenze – und zwar an deren Obergrenze – liegt und dass während Klimagunstphasen im Holozän (z.B. PATZELT 1999) hier mit lichtem Baumbestand und somit lokal vorhandenem Brennmaterial in unmittelbarer Nähe der untersuchten Lokalität gerechnet werden darf (vgl. ZWERTGER & PINDUR 2007).

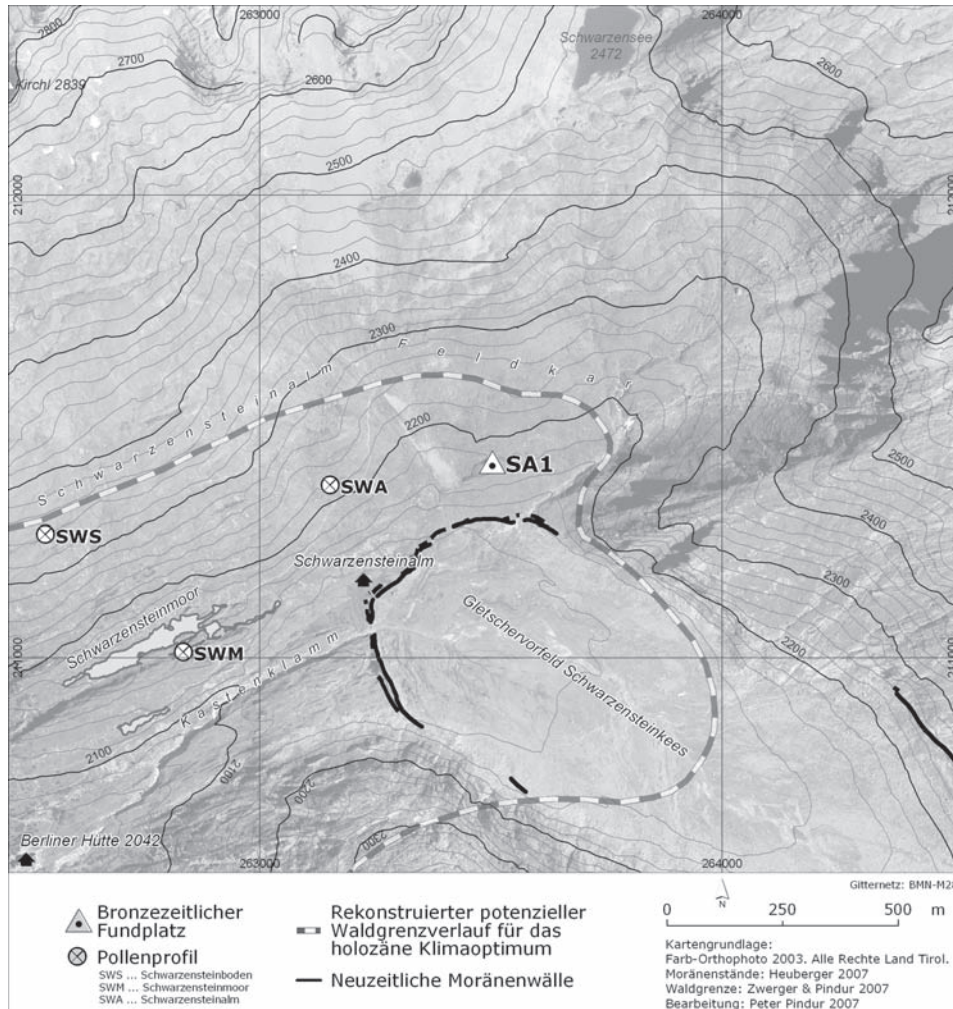


Abb. 3: Die Lage des bronzezeitlichen Fundplatzes SA1 im Bereich des Feldkars und der Schwarzensteinalm

Bodenprofil, ^{14}C -Datierungen und Holzartbestimmung

Das Bodenprofil SA1 wurde im Sommer 2004 von D. SCHÄFER, R. LUZIAN und P. PINDUR aufgenommen. Es zeigt einen sowohl horizontal als auch vertikal deutlich abgrenzbaren Brandhorizont (= intensive Holzkohlelage). Dieser wird von einem dunkelbraunen, leicht feinsandigen, lehmigen Ton über- sowie von braungrauem, feinsandigem Lehm unterlagert. Im Brandhorizont, der zum Teil noch kompakte größere Holzkohlestücke enthält, sind kleine verbrannte Steine eingeschlossen. Dem Horizont wurde an zwei Stellen Holzkohle für die ^{14}C -Datierung entnommen (vgl. Abb. 4, SA1-a und -b). Diese lieferten das in Tabelle 1 dargestellte Ergebnis.

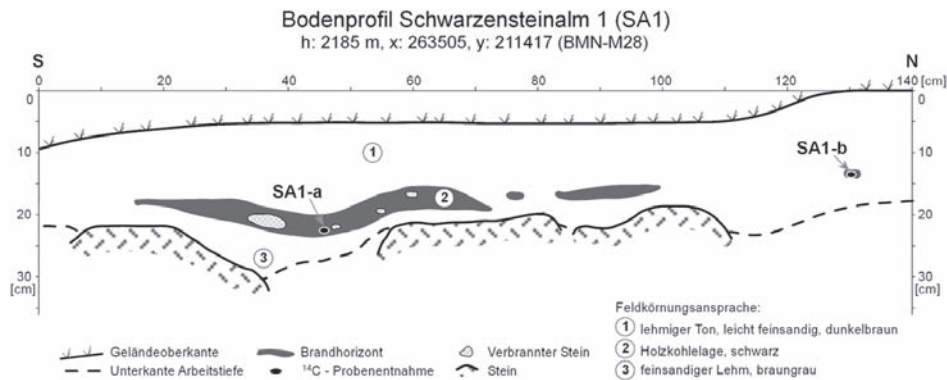


Abb. 4: Bodenprofil SA1

Probe	Probenmaterial	Probenentnahme	Labornummer	¹⁴ C-Alter	kalibriertes Alter	
					1σ-Bereich	2σ-Bereich
SA1-a	Holzkohle	2004	UtC-13887	3340±40 BP	1690–1530 cal BC	1740–1520 cal BC
SA1-b	Holzkohle	2004	UtC-13888	3340±39 BP	1690–1530 cal BC	1740–1520 cal BC

Tab. 1: ¹⁴C-Datierungen aus dem Brandhorizont SA1, Entnahmestelle vgl. Abbildung 4

Beide ¹⁴C-Datierungen aus dem Brandhorizont SA1 ergeben mit den identen kalibrierten Werten von 1740–1520 v.Chr. (2σ-Bereich) Hinweise auf ein Feuer, das hier während des Überganges von der älteren zur mittleren Bronzezeit brannte.

Die entnommenen Holzkohlenstücke wurden von A.G. HEISS und J.N. HAAS am Institut für Botanik der Universität Innsbruck als „*Pinus-non-cembra*“ (Kiefer, jedoch keine Zirbelkiefer bzw. Zirbe) identifiziert, was gleichbedeutend mit *Pinus mugo* (Bergkiefer bzw. Latsche) ist, da alle anderen in Frage kommenden Kieferngewächse in dieser Höhenlage nicht vorkommen (freundl. Mitteilung J.N. HAAS, vgl. ZWERTGER & PINDUR 2007). Dieses Ergebnis lässt den Schluss zu, dass im 17./16. Jh. v.Chr. im Bereich der Feuerstelle – im Gegensatz zu heute – zumindest Latschen gewachsen sind bzw. als Todholz vorhanden waren, da Feuerholz in der Regel nicht von weit her geholt wird.

Die flächige Erweiterung des Profiles um etwa 1,8 m² nach Osten im Sommer 2005 durch D. SCHÄFER (zeitweise unterstützt von R. LUZIAN und W. UNGERANK) erbrachte folgendes Ergebnis: Das Liegende des Fundbereiches wird von Gesteinsblöcken gebildet, zwischen denen sich eine natürliche Senke befindet. Innerhalb dieser Senke wurde ein Feuer angelegt und unterhalten (ca. 90 x 100 cm Durchmesser, vgl. Abb. 5).

Das Feuer muss zeitweise intensiver bzw. länger gebrannt haben, da die unmittelbar im Zentrum der natürlichen Depression befindlichen Gesteinsblöcke durch die Hitze einwirkung zum Teil in eine grusige Substanz zerfallen waren (vgl. Abb. 5, Bildmitte). Sowohl der Durchmesser als auch das im Westen der Brandschicht aufgenommene Profil (vgl. Abb. 4) sprechen für einen anthropogenen Befund in Form



Abb. 5: Sondierung der Feuerstelle SA1 (Foto: D. SCHÄFER 2005)

einer Feuerstelle. An diese Feuerstelle schließen unmittelbar nördlich zwei größere Steinblöcke an (vgl. Abb. 5, links), die ihrerseits wiederum von einer dünnen Holzkohlelage umgeben waren. Auch in der Nordostecke der geöffneten Fläche schließt im Profil eine dünne Holzkohlelage an, die mit dem Bohrstock auch in der näheren Umgebung der Sondierung angetroffen wurde.

Archäologische Befunde

Im Bereich der untersuchten Feuerstelle SA1 wurden im gleichen Tiefenniveau ca. 30 Bergkristallobjekte geborgen. Die meisten von ihnen können nomenklatorisch lediglich als Trümmerstücke angesprochen werden, jedoch sind auch eindeutige Abschläge mit ausgeprägten Ventralflächenmerkmalen sowie dorsalen Negativen (mehrerer Abbaurichtungen) vorhanden¹⁾ (vgl. Abb. 6).

¹⁾ Bei der Herstellung von Silexartefakten – vom Menschen hergestellte Gegenstände aus Gesteinen mit muscheligen Brucheigenschaften (Hornsteine im weiteren Sinne) – werden von einem als Kernstein angesprochenen Gestein Splitter abgetrennt (meist Silexartefakte in Form sog. Abschläge). Diejenige Fläche der Abschläge, welche an dem Kernstein saß, wird als Ventralfläche bezeichnet. Die gegenüberliegende Fläche (Dorsalfläche) an den Abschlägen kann die Negative der zuvor erfolgten Abtrennungen an den Kernsteinen zeigen. Sie werden auch als dorsale Negative bezeichnet und geben Hinweise auf die Systematik bei der Herstellung von Silexartefakten.

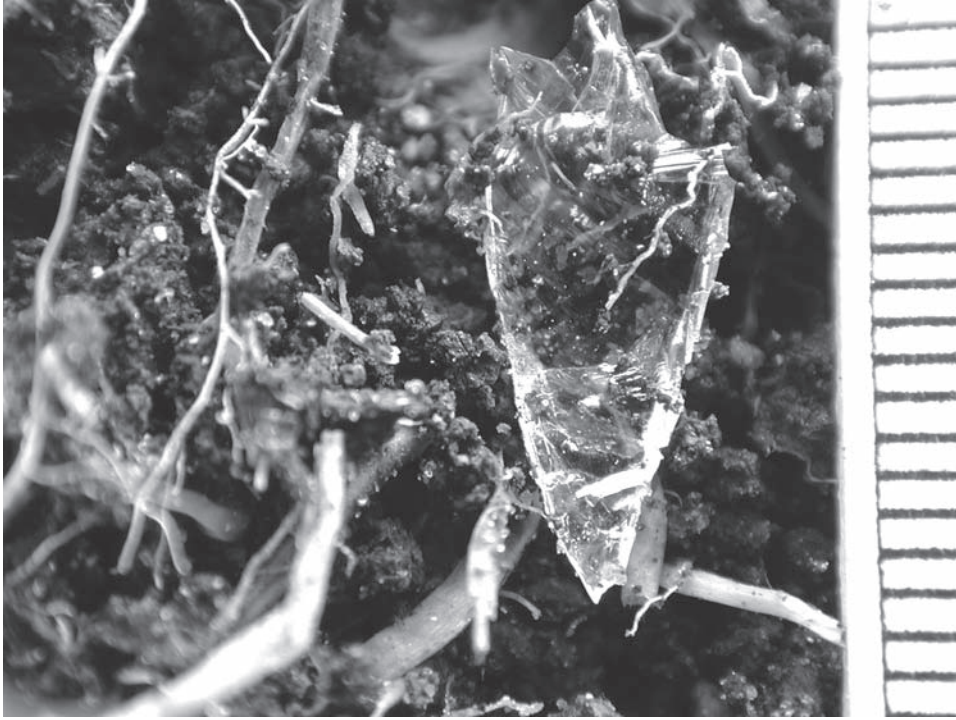


Abb. 6: Bergkristallabschlag während der Auffindung in der Feuerstelle SA1; Maßstabsleiste in mm (Foto: D. SCHÄFER 2005)

Die Bergkristallobjekte befanden sich im Holzkohle-Erde-Gemenge, eindeutig jedoch nicht im Liegenden der Brandschichtbefunde. Berücksichtigt man die durchschnittlich sehr geringen Humusakkumulationsraten im alpinen Höhenbereich des Fundstellengebietes, so könnten die (formenkundlich unspezifischen) Stücke durchaus auch älter als bronzezeitlich sein. Allerdings lässt die Begrenztheit der Aufschlussverhältnisse hierzu keine wirklich weiterführenden Aussagen zu.

4 Diskussion

Für die ostalpinen Hochlagen konnte bereits an mehreren Stellen (z.B. Hohe Tauern, Ötztaler Alpen) mithilfe von Boden- und Moorprofilen nachgewiesen werden, dass die Nutzung auf den natürlich waldfreien Weideflächen oberhalb der Waldgrenze bereits im Neolithikum, ab dem 5. Jahrtausend vor Christus, begonnen hatte und von oben her in den Waldgürtel eingedrungen ist (z.B. PATZELT 1996).

Während der Bronzezeit wurde durch Brandrodung in den Zentralalpen zusätzliches Weideland gewonnen. Auf diese Weise drang der Mensch mit seinen Nutztieren immer

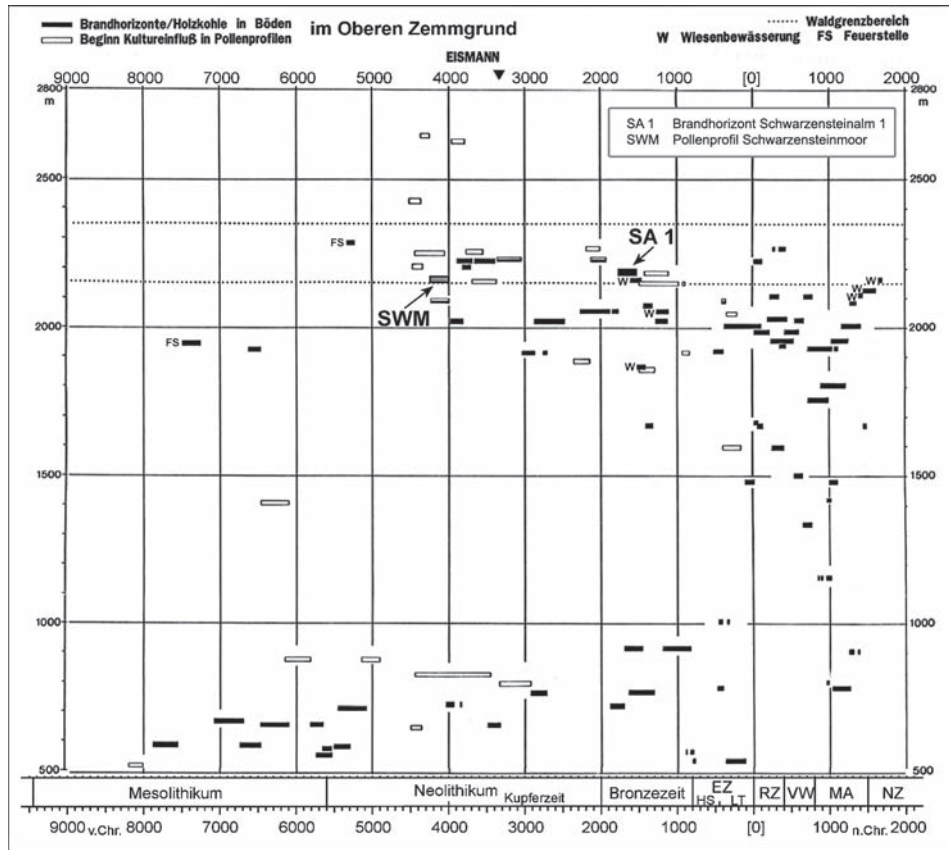


Abb. 7: Beginn und Verlauf anthropogener Naturraumnutzung im tirolerisch-salzburgischen Gebirgsraum im Vergleich mit den Ergebnissen aus den Zillertaler Alpen (nach PATZELT 2000, modifiziert und ergänzt)

tiefer in die subalpine Waldstufe ein. In den Öztaler Alpen konnte PATZELT (2000) an mehreren Stellen bronzezeitliche Landnutzungsmaßnahmen feststellen. Diese fanden gehäuft in der mittleren Bronzezeit statt. Interessanterweise tauchen bei diesen Untersuchungen, denen 20 Pollenanalysen und 32 stratigraphisch untersuchte Bodenprofile zu Grunde liegen, erste Hinweise auf künstliche Wiesenbewässerung, als Maßnahme zur Ertragssteigerung, auf. Abbildung 7 zeigt die ersten anthropogenen Spuren in verschiedenen Höhenlagen im Oberen Zemmgrund im Vergleich mit den Befunden aus dem benachbarten tirolerisch-salzburgischen Gebirgsraum.

Vergleichende Ergebnisse aus den pollenanalytischen und dendrochronologischen Untersuchungen im Oberen Zemmgrund

Mit ihrer Hilfe konnte im Oberen Zemmgrund ein bronzezeitlicher anthropogener Eingriff in den subalpinen Waldbestand an zwei unterschiedlichen Lokalitäten festgestellt werden:

- Im Pollenprofil „Schwarzensteinboden (SWS)“ (vgl. Abb. 3) – ca. 1.000 m westlich von SA1 im obersten Bereich des Waldgrenzökotons auf 2.340 m gelegen – stellt WILD (2005, S. 73) am Beginn der Spätbronzezeit (ab 1300 v.Chr.) einen signifikanten Anstieg von Weidezeigern und Holzkohlepartikeln fest und schließt auf Einsatz von „(...) *Feuer zum Offenhalten der Weiden für das Vieh*“.
- Diese signifikante Zunahme von Weidezeigern und Holzkohlepartikeln wurde auch von WALDE & HAAS (2004) im Pollenprofil „Schwarzensteinmoor (SWM)“ (vgl. Abb. 3) – ca. 800 m südwestlich von unserem Fundplatz SA1 auf 2.155 m gelegen – festgestellt. Sie folgern, dass während der Bronze- und Eisenzeit eine „(...) *Beweidung der Wiesen um das Schwarzensteinmoor*“ erfolgte und die lokalen Gehölze vom Menschen zurückgedrängt wurden „(...) *um Platz für Weideflächen zu schaffen*“ (WALDE & HAAS 2004, S. 22 f.).
Weiters zeigen die von PINDUR (2001) dendrochronologisch analysierten Zirbenstämme aus dem Schwarzensteinmoor (vgl. Abb. 3) für den Zeitraum von 5000 bis 1750 v.Chr. und von 650 v.Chr. bis 800 n.Chr. eine fast durchgehend hoch gelegene Waldgrenze an. Für den dazwischen liegenden Zeitraum von 1750 bis 650 v.Chr. konnte jedoch kein einziger datierbarer Baumstamm im Moor gefunden werden. Da dieser Zeitraum nicht nur durch ungünstige Klimaverhältnisse (u.a. Löbenschwankung, siehe unten) gekennzeichnet ist – man demnach zumindest zeitweise Waldbestand in Moornähe erwarten muss –, darf für diese Zeit mit massiven anthropogenen Eingriffen in den Waldgrenzbereich der Schwarzensteinalm gerechnet werden.

In der Nähe der Waxeggalm und der Alpenrose Hütte, auf ca. 1.880 m inmitten der subalpinen Stufe gelegen, wurden ebenfalls zwei Sedimentbohrkerne analysiert. HÜTTEMANN & BORTENSCHLAGER (1987, S. 100) vermerkten für das Profil „Waxeckalm (WEA)“: „(...) *gegen Ende des Subboreals [ca. 3750 bis 650 v.Chr.] treten wie im Profil Alpenrose [APR] (WEIRICH & Bortenschlager 1980) zum ersten Mal die Kulturzeiger einschließlich der Cerealia [GETREIDE] und Secale [Roggen] auf.*“ Die Getreidepollen entstammen mit großer Wahrscheinlichkeit Siedlungen aus den nahen Tallagen und wurden durch Fernflug in die analysierten Pollenprofile eingeblasen.

Klimageschichtliche Aspekte

Über die klimatischen Verhältnisse zum Zeitpunkt der Datierung der Feuerstelle am Fundplatz SA1 geben die gletschergeschichtlichen Untersuchungen im Oberen Zemmgrund von HEUBERGER (in Vorbereitung) klare Auskunft. HEUBERGER konnte am Hornkees – indirekt somit auch für das Schwarzensteinkees – einen Gletscherhochstand mit neuzeitlicher Dimension mittels ¹⁴C-Datierungen um 1500 v.Chr. belegen. Dieser Gletscherhochstand fällt in den Zeitraum der nach PATZELT & BORTENSCHLAGER (1973) bezeichneten Löbenschwankung, die zwischen 1800 und 1300 v.Chr. (3500–3100 BP) datiert. Dieser Gletscherhochstand am Hornkees wird durch ein ausgeprägtes NBP-Maximum (Nichtbaumpollen-Maximum) im Pollenprofil „Waxeckalm (WEA)“, das knapp außerhalb der neuzeitlichen Endmoränenwälle des benachbarten Waxeggkees liegt, bestätigt. HÜTTEMANN & BORTENSCHLAGER (1987, S. 100) datieren diese Klimadepression auf 1980–1520 v.Chr. (2 σ -Bereich) und vermerken, dass „(...) *im Zuge dieses Gletscherhochstandes die Waldgrenze abgesenkt wurde*“.

Unsere Feuerstelle am Fundplatz SA1 fällt mit ihrem kalibrierten Alter von 1740–1520 v.Chr. (2σ -Bereich) in den mittleren Abschnitt der Löbenschwankung. Die Gletscher im Oberen Zemmgrund bedeckten in diesem Zeitraum weite Teile potenzieller Weideflächen und zwangen den Menschen zur Neuerschließung anderweitig verfügbarer Wirtschaftsflächen (vgl. Abb. 3).

Auch in den Schweizer Zentralalpen finden sich während dieser Zeit Entsprechungen in Form von Waldgrenzabsenkungen, Seespiegel-Hochständen, Gletschervorstößen sowie Dichtezunahmen im Baumringwachstum (BURGA & PERRET 1998). Ergänzend gelang NICOLUSSI & PATZELT (2001) am Gepatschferner in den Ötztaler Alpen der Nachweis von zwei dendrochronologisch datierten Gletscherhochständen um 1626 und um 1500 v.Chr. Demzufolge muss es sich beim Zeitraum zwischen 1800 und 1300 v.Chr. um eine länger andauernde Klimaungunstphase mit mehrfachen Gletscherhochständen – vergleichbar mit denen der neuzeitlichen Klimadepression („Little Ice Age“) – gehandelt haben.

Parallelen zur Intensivierung des Siedlungsausbaus gerade in Gletscherhochstandszeiten lassen sich in jüngerer Vergangenheit ebenfalls im Tiroler Gebirgsraum erschließen. Da wäre zum Beispiel die mittelalterliche Höhenkolonisation während der Klimadepression des 13. und 14. Jhs. oder die Intensivierung der Bergmahndnutzung in den Ötztaler Alpen im 17. Jh. n.Chr. Diese „fällt ebenso in eine Klimaungunstphase. Es hat den Anschein, als ob hier jeweils Klimaverschlechterungen zur Ausweitung der Kulturflächen zwangen, um noch die letzten Ressourcen zu nutzen (...) diese Sicht entspricht nicht den gängigen Vorstellungen“ (PATZELT 1996, S. 68). Auch in der Forschung über alpine mittelalterliche Wüstungen in der Schweiz wird diese Möglichkeit gesehen (z.B. BELLWALD et al. 1998). NICOLUSSI et al. (2007) zeigten zudem durch dendrochronologische Untersuchungen an den alten Gebäuden der Waxeggalm, die kontinuierliche Reparaturarbeiten an den Gebäuden seit der Mitte des 15. Jhs. bis ins frühe 20. Jh. zutage brachten, ebenfalls eine eindeutige Nutzungskontinuität im Oberen Zemmgrund während der neuzeitlichen Klimadepression mit ihren Gletscherhochständen auf.

Vergleichende Feuerstellenbefunde aus dem Tiroler und Schweizerischen Zentralalpenraum

Sieht man einmal von der Untersuchung bronzzeitlicher Hüttenstrukturen im Dachsteingebirge (siehe unten) sowie einzelnen montanarchäologischen Projekten (z.B. GOLDENBERG & RIESER 2004) ab, so fehlt bislang eine systematische Erforschung zur bronzzeitlichen Bewirtschaftung alpiner Höhenbereiche in Österreich. Dennoch gibt es mittlerweile einige Angaben aus dem Zentralalpenbereich, welche die Befunde auf der Schwarzensteinalm (SA1) ergänzen können. Hierzu gehören zunächst allgemeine Hinweise von PATZELT et al. (1997, S. 52), die Ötztaler Alpen betreffend, auf neun Lokalitäten mit bronzzeitlicher Landnutzung bei „*einer Häufung in der Hochbronzezeit*“, von denen drei Orte mit „*Hinweise[n] auf künstliche Wiesenbewässerung*“ kurz angesprochen werden. Eine chronologische Entsprechung zu unserem Fundplatz SA1 bietet hierbei das Bergmahd „Löble“ (2.150 m) am Beilstein bei Obergurgl. Hier sieht PATZELT im kalibrierten Zeitraum 1600–1450 v.Chr. (1σ -Bereich) Anzeichen einer beginnenden Wiesenbewässerung. Allerdings ist quellenkritisch anzumerken, dass

die Absicherung der im Gelände als Wiesenbewässerung angesehenen Befunde durch bodenkundlich-laboranalytische Untersuchungen bislang fehlt.

Weitere, bislang unveröffentlichte Ergebnisse von D. SCHÄFER, die von Begehungen und Sondierungen im inneren Ötztal sowie begleitenden Untersuchungen zum Mittelsteinzeit-Projekt „Ullafelsen“ in den nördlichen Stubaier Alpen stammen, können angefügt werden: Die Abbildung 8 zeigt hier zunächst die Wahrscheinlichkeitsverteilungen der hinzugezogenen kalibrierten ¹⁴C-Daten.

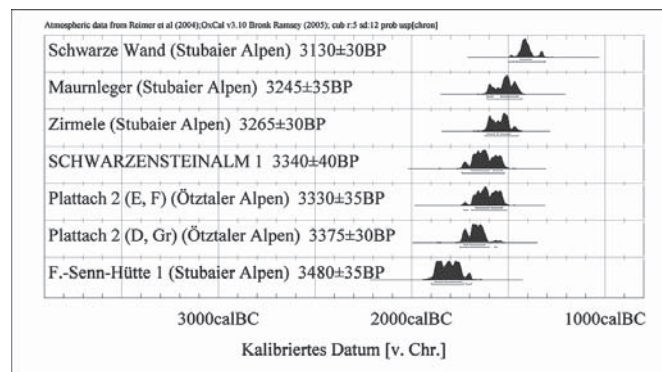


Abb. 8: ¹⁴C-Daten (links) und Wahrscheinlichkeitsverteilungen von Feuerstellen-Befunden der Stubaier und Ötztaler Alpen im Vergleich zur Datierung der Fundstelle Schwarzensteinalm 1 (SA1) [OxCal 3.10], Fundstellenabkürzungen siehe Text

So gibt es vom Fundplatz „Franz-Senn-Hütte 1“ (FSH1) im Oberbergstal (Stubaier Alpen) ein frühes Datum zur Anlage einer Feuerstelle im 19./18. Jh. v.Chr. (3480±35 BP). Unmittelbar chronologisch benachbart zu unserem SA1-Befund ist ein aus dem hinteren Gurgler Tal (inneres Ötztal) von der Fundstelle „Plattach 2“ (PL2) zusammengehöriger Feuerstellen-Gruben-Befund (PL2, D und E) aus dem 17. Jh. v. Chr. Zeitlich anschließende Feuerstellen-Befunde stammen im Bereich der nördlichen Stubaier Alpen von den Fundstellen „Zirmele“ (Fotschertal), „Maurnleger“ (Oberbergstal) sowie „Schwarze Wand“ (Senderstal) – Letzterer als jüngster Befund aus dem 14. Jh. v.Chr. (MANNER 2005). Sicher stehen diese Befunde in einem generellen Zusammenhang mit der bronzezeitlichen Nutzungsintensivierung alpiner Bereiche. Mangels weitergehender Flächenuntersuchungen können jedoch über den jeweils einzelnen Befund derzeit meist keine Angaben zum funktionalen Hintergrund gemacht werden. Einzige Ausnahme bildet unter den erwähnten Sondierungen der lehmversiegelte Feuerstellen-Gruben-Befund von der Fundstelle „Plattach 2“ bei Obergurgl mit einem vermutlich kultischen Hintergrund (vgl. GAMPER & STEINER 2002, MAHLKNECHT 2006). Bemerkenswert ist die chronologische Position der meisten dieser Befunde im Bereich der Löbbenschwankung. Damit erhalten die oben erwähnten Aussagen von PATZELT über die Hintergründe einer alpinen Nutzungsintensivierung des inneren Ötztals in Phasen klimatischer Ungunst zusätzliche Argumente.

Ähnliche Abläufe im vergleichbaren Zeitraum deuten sich nunmehr auch aus dem ostschweizerischen Oberengadin (Graubünden) in vegetationsgeschichtlicher Hinsicht an: „*Im Bereich zwischen 2000 und 1500 v. Chr. zeichnet sich eine tiefgreifende Veränderung der Vegetation ab (...) gehen alle Vertreter der Waldvegetation zurück (...) Kurve der Baumpollen fällt auf Werte von 50% (...). Weidezeiger [erreichen] Werte von ca. 20% (...). [höhere] Prozentwerte der Grünerle (...) höhere Konzentration der mikroskopischen Holzkohlepartikel (...)*“ (GOBET et al. 2004, S. 264). Die botanischen Bearbeiter sehen als Ursache Brandrodungen der frühbronzezeitlichen Bevölkerung, die nach RAGETH (2000) möglicherweise mit der Nutzungsintensivierung der Kupferabbau betreibenden Bevölkerung der Region in Verbindung zu bringen sind. Argumente hierfür könnten in der benachbarten Talschaft des Oberhalbsteins, ebenfalls in Graubünden, gesehen werden, wo ackerbauliche Siedlungen in Verbindung mit Kupferbearbeitung zumindest seit der älteren Bronzezeit nachweisbar sind (RAGETH 2001). Diese anthropogenen Eingriffe in die Waldvegetation des Oberengadins „*fällt aber zur Grenze der Spätbronzezeit markant ab*“ (GOBET et al. 2004, S. 264). Sichere Schlussfolgerungen aus diesem vegetationsgeschichtlichen Befund auf mögliche veränderte Wirtschafts- bzw. Siedlungsmuster sind in Anbetracht der unbefriedigenden archäologischen Quellsituation des Schweizer Gebietes derzeit freilich kaum zu treffen.

Auch im Tiroler Gebirgsraum wird während der Bronzezeit intensiver Bergbau betrieben. Im Bereich der Mündung des Zillertals in das Unterinntal befindet sich, im so genannten Schwazer Dolomit, eine der bedeutendsten Fahlerzlagerstätten des gesamten Alpenraums. Der „Schwazer Silberbergbau“ bildete zu Beginn der Neuzeit eines der wichtigsten Bergbauzentren Europas. Diese Lagerstätte war bereits der prähistorischen Bevölkerung bekannt, wie umfangreiche bronzezeitliche Bergbauspuren belegen. Nach GOLDENBERG & RIESER (2004, S. 49) handelt es sich beim prähistorischen Bergbauggebiet von Schwaz-Brixlegg um ein „(...) *weiteres bedeutendes Zentrum der urgeschichtlichen Kupfergewinnung in Alpenraum*“. Übrigens konnte der Beginn der Verhüttung von Fahlerzen in Brixlegg von HUIJSMANS (2001) anhand von Holzkohlenproben aus Kupferschlacke um 3960–3650 v. Chr. (2 σ -Bereich), somit einige Jahrhunderte vor der Lebenszeit des Eismannes vom Tisenjoch („Ötzi“, um 3300 v. Chr.), nachgewiesen werden (vgl. Abb. 7).

Die ausgeprägte bronzezeitliche Bergbautätigkeit im Alpenraum hatte eine nachhaltige Nutzungsintensivierung zur Folge, die durch Siedlungsverdichtung und teils massive Eingriffe in den Waldbestand gekennzeichnet war (z.B. BURGA & PERRET 1998).

Vergleichende Ergebnisse aus dem Dachsteingebirge

Im Dachsteingebirge (Nördliche Kalkalpen) konnten in der Almstufe – zwischen 1.500 und 2.100 m – vom Verein ANISA unter der Leitung von F. MANDL zwischenzeitlich 24 prähistorische Almhütten bzw. deren Reste erforscht werden. Mit diesen umfangreichen Untersuchungen gelang MANDL der Nachweis einer intensiven menschlichen Nutzung in der subalpinen und alpinen Stufe des östlichen Dachsteinplateaus während der Bronzezeit (siehe hierzu zusammenfassend die Grafik bei MANDL 1996, S. 29, Nachtrag MANDL 1998, S. 236).

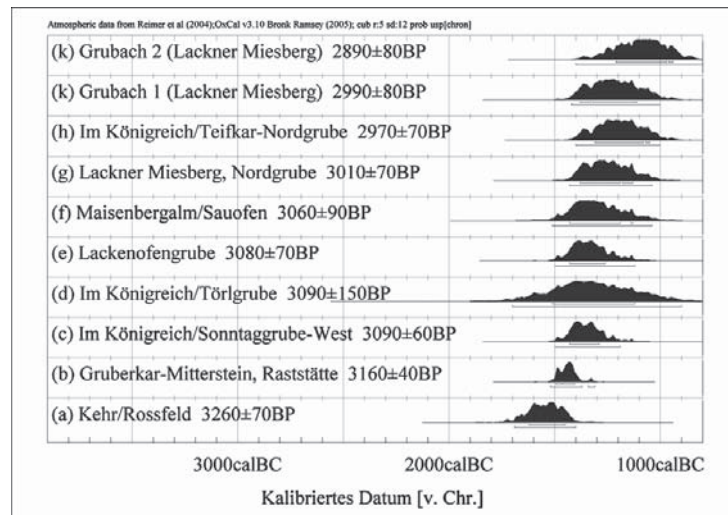


Abb. 9: ^{14}C -Daten (links) und Wahrscheinlichkeitsverteilungen von Feuerstellen-Befunden des Dachsteingebirges, Daten aus MANDL 1996 [OxCal 3.10]

Im östlichen Dachsteinplateau setzt mit dem 16. Jh. v.Chr. – bei einer Häufung im 15./14. Jh. v.Chr. – der Nachweis von Hüttenfundamenten ein, die von MANDL (1996) primär in einen Zusammenhang mit der Weidewirtschaft gestellt werden. Die Nutzung dieser Almhütten scheint jedoch einigermaßen kontinuierlich in die späte Bronzezeit überzugehen. Dies verdeutlichen die in der Abbildung 9 dargestellten Wahrscheinlichkeitsverteilungen kalibrierter ^{14}C -Daten von insgesamt zehn Feuerstellenbefunden (acht davon stammen aus Hüttenstrukturen, eine Feuerstelle ohne Struktur, ein Befund unter Abri²⁾). Ein wichtiger Aspekt der bronzezeitlichen Almnutzung des Dachsteinplateaus wird von F. MANDL in den dort besonders fettreichen und würzigen Kräutern und Gräsern gesehen – im Unterschied zu den benachbarten Niederen Tauern (Zentralalpen) mit ihren sauren Gräsern, denen entsprechende urgeschichtliche Streufunde in alpinen Höhenlagen fehlen (MANDL 1998, S. 234). Im tatsächlich multivariaten Zusammenspiel urgeschichtlicher Nutzungsmuster mit naturräumlichen Rahmenbedingungen kommen in diesem Gebiet inzwischen weitere Erkenntnisse hinzu. Hierzu gehören z.B.:

- ein besonderes Kleinklima in den größeren nutzbaren Almflächen über 1.600 m (den sog. „Gruben“) sowie
- die Hypothese, dass zumindest im nördlichen Dachsteingebirge eine höhere Fundichte an mittel- bis spätbronzezeitlichen Baustrukturen der Hochweidenutzung mit dem Beginn des benachbarten Hallstätter Bergbaubetriebes in einen Zusammenhang zu stellen sein dürfte.

²⁾ Halbhöhle.

5 Schlussfolgerungen

Das hervorstechendste Merkmal des Fundplatzes SA1 ist seine ausgezeichnete Geländeübersicht über die weitere Umgebung in Verbindung mit der Zugänglichkeit potenzieller Wasser- und Holzressourcen.

Der pollenanalytisch festgestellte massive Eingriff bronzezeitlicher Menschen in die subalpine Waldstufe des Oberen Zemmgrunds findet durch den Nachweis einer zeitgleichen Feuerstelle (17./16. Jh. v.Chr.) seine archäologische Bestätigung.

Zugleich kann damit für einen Teilabschnitt des Zeitraumes zwischen 1750 und 650 v.Chr. (keine Lawinhölzer im „Schwarzensteinmoor“) der Mensch mit seinen Eingriffen in den umgebenden Waldbestand verantwortlich gemacht werden.

Da in der näheren Umgebung des bronzezeitlichen Feuerstellen-Befundes SA1 weitere Brandhorizonte bei den Prospektionen im Jahr 2004 vorgefunden wurden, wären weitere archäologische Untersuchungen – kombiniert mit pollenanalytischen Begleituntersuchungen – sinnvoll.

Schließlich lassen sich aus den pollenanalytisch begründeten Angaben zur Nutzungsgeschichte des hinteren Zillertals Hinweise auf weitere, unter anderem neolithische, Aktivitäten ableiten, die bislang nicht durch archäologische Forschungsergebnisse abgesichert werden konnten.

6 Literaturverzeichnis

- BELLWALD I., KALBERMATTEN H., BELLWALD W. (1998), Archivalien, Feldzeugen und mündliche Traditionen. Präliminarien zur Siedlungsgeschichte eines Alpentales. Das Beispiel Löttschen VS. In: MEYER W., AUF DER MAUR F., BELLWALD W., BITTERLI-WALDVOGEL T., MOREL P., OBRECHT J. (Hrsg.), „Heidenhüttli“. 25 Jahre archäologische Wüstungsforschung im schweizerischen Alpenraum (= Schweizer Beiträge z. Kulturgeschichte u. Archäologie d. Mittelalters, 23/24), S. 328–363. Basel.
- BRONK RAMSEY C. (1995), Radiocarbon Calibration and Analysis of Stratigraphy: The OxCal Program. In: Radiocarbon, 37, 2, S. 425–430.
- BUNDESDENKMALAMT (Hrsg.) (1989), Fundberichte aus Österreich, 17 (1988). Wien.
- BURGA C.A., PERRET R. (1998), Vegetation und Klima der Schweiz seit dem jüngeren Eiszeitalter. Thun.
- FINSTERWALDER K. (1934), Zillertaler Berge und „Gründe“. Einblicke in die älteste Gebirgsanschauung und -besiedelung von den Namen der Karte aus. In: ÖLBERGER H.M., GRASS N. (Hrsg.) (1990), Tiroler Ortsnamenkunde. Gesammelte Aufsätze und Arbeiten, 2. Einzelne Landesteile betreffende Arbeiten: Inntal und Zillertal (= Forschung z. Rechts- u. Kulturgeschichte, 16; Schlern-Schriften, 286), S. 585–601. Innsbruck.
- FINSTERWALDER K. (1961), Zur Namenskunde und Geschichte des Ober-Zillertales. In: ÖLBERGER H.M., GRASS N. (Hrsg.) (1990), Tiroler Ortsnamenkunde. Gesammelte Aufsätze und Arbeiten, 2. Einzelne Landesteile betreffende Arbeiten: Inntal und Zillertal (= Forschung z. Rechts- u. Kulturgeschichte, 16; Schlern-Schriften, 286), S. 581–584. Innsbruck.
- GAMPER P., STEINER H. (2002), Archäologische Untersuchungen am Ganglegg bei Schluderns. In: Der Schlern, 76, 4, S. 4–38.

- GOBET E., HOCHULI P.A., AMMANN B., TINNER W. (2004), Vom Urwald zur Kulturlandschaft des Oberengadins. Vegetationsgeschichte der letzten 6200 Jahre. In: *Jahrbuch d. Schweizer. Ges. f. Ur- u. Frühgeschichte*, 87, S. 255–270.
- GOLDENBERG G., RIESER B. (2004), Die Fahlerzlagerstätten von Schwaz/Brixlegg (Nordtirol). Ein weiteres Zentrum urgeschichtlicher Kupferproduktion in den österreichischen Alpen. In: WEISGERBER G., GOLDENBERG G. (Hrsg.), *Alpenkupfer – Rame delle Alpi (= Der Anschnitt, Beiheft, 17)*, S. 37–52. Bochum.
- HAAS J.N., WALDE C., WILD V. (2007), Prähistorische Lawinen und ihr Einfluss auf die subalpine Vegetation der Schwarzensteinalm im Zemmgrund (Zillertal, Tirol, Österreich). In: LUZIAN R., PINDUR P. (Hrsg.) (2007), S. 185–220.
- HEUBERGER H. (in Vorber.), Zur holozänen Gletschergeschichte des Oberen Zemmgrundes.
- HÜTTEMANN H., BORTENSCHLAGER S. (1987), Beiträge zur Vegetationsgeschichte Tirols VI: Riesengebirge, Hohe Tatra – Zillertal, Kühltai. Ein Vergleich der postglazialen Vegetationsentwicklung und Waldgrenzschwankungen. In: *Berichte d. Naturwiss.-Medizin. Vereins in Innsbruck*, 74, S. 81–112.
- HUIJSMANS M. (2001), *Mariahilfbergl. Ein Beitrag zum Neolithikum in Tirol. Univ. Innsbruck, Archäolog. Diss.*
- KOMPATSCHER K., KOMPATSCHER N. (2005), Steinzeitliche Feuersteingewinnung. Prähistorische Nutzung der Radiolarit- und Hornsteinvorkommen des Rofengebirges. In: *Der Schlern*, 79, 2, S. 24–35.
- LUNZ R. (1986), *Vor- und Frühgeschichte Tirols, 1. Steinzeit. Bruneck.*
- LUZIAN R., PINDUR P. (Hrsg.) (2007), Prähistorische Lawinen. Nachweis und Analyse holozäner Lawinenereignisse in den Zillertaler Alpen, Österreich. Der Blick zurück als Schlüssel für die Zukunft (= BFW-Ber., 144; Mitt. d. Komm. f. Quartärforsch. d. ÖAdW, 16). Wien.
- MAHLKNECHT M. (2006), Der Brandopferplatz am Grubensee (Vinschgau-Südtirol). Prähistorische Weidewirtschaft in einem Hochtal. In: MANDL F. (Hrsg.), *Alpen. Festschrift 25 Jahre ANISA Verein für alpine Forschung (= Mitt. d. ANISA, 25/26)*, S. 92–121. Haus i. Ennstal.
- MANDL F. (1996), Das östliche Dachsteinplateau. 4000 Jahre Geschichte der hochalpinen Weide- und Almwirtschaft. In: CERWINKA G., MANDL F. (Hrsg.), *Dachstein. Vier Jahrtausende Almen im Hochgebirge. Das östliche Dachsteinplateau. 4000 Jahre Geschichte der hochalpinen Weide- und Almwirtschaft, 1 (= Mitt. d. ANISA 17, 2/3)*, S. 7–165. Gröbming.
- MANDL F. (1998), Nachträge zur Geschichte der Weidewirtschaft auf dem östlichen Dachsteinplateau. In: CERWINKA G., MANDL F. (Hrsg.), *Dachstein. Vier Jahrtausende Almen im Hochgebirge. Das östliche Dachsteinplateau. 4000 Jahre Geschichte der hochalpinen Weide- und Almwirtschaft, 2 (= Mitt. d. ANISA 18, 1/2)*, S. 232–251. Haus i. Ennstal.
- MANNER H. (2005), Ein Konzept zur Erfassung siedlungsarchäologischer Befunde im Hochgebirge und ihrer räumlichen Beziehungen – Darstellung an einem Fallbeispiel in den Stubaier Alpen. Univ. Kiel, Archäolog. Dipl.arb.
- NICOLUSSI K., KAUFMANN M., PINDUR P. (2007), Dendrochronologische Analyse der Bauentwicklung von Gebäuden der Waxeggalm im Zemmgrund, Zillertaler Alpen. In: LUZIAN R., PINDUR P. (Hrsg.) (2007), S. 127–136.
- NICOLUSSI K., PATZELT G. (2001), Untersuchungen zur holozänen Gletscherentwicklung von Pasterze und Gepatschferner (Ostalpen). In: *Zeitschrift f. Gletscherkunde u. Glazialgeologie*, 36 (2000), S. 1–87.
- PATZELT G. (1996), Modellstudie Ötztal – Landschaftsgeschichte im Hochgebirgsraum. In: *Mitt. d. Österr. Geogr. Ges.*, 138, S. 53–70.
- PATZELT G. (1999), „Global warming“ – im Lichte der Klimageschichte. In: LÖFFLER H., STREISSLER W. (Hrsg.), *Sozialpolitik und Ökologieprobleme der Zukunft (= Festsymp. d. ÖAdW anläßl. ihres 150jährigen Jubiläums 14. bis 16. Mai 1997)*, S. 395–406. Wien.

- PATZELT G. (2000), Natürliche und anthropogene Umweltveränderungen im Holozän der Alpen. In: KOMMISSION FÜR ÖKOLOGIE DER BAYERISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN (Hrsg.), *Entwicklung der Umwelt seit der letzten Eiszeit* (= Rundgespräche d. Komm. f. Ökologie, 18), S. 119–125. München.
- PATZELT G., BORTENSCHLAGER S. (1973), Die postglazialen Gletscher- und Klimaschwankungen in der Venediger Gruppe (Hohe Tauern, Ostalpen). In: *Zeitschrift f. Geomorphologie N.F.*, Suppl.-Bd. 16, S. 25–72.
- PATZELT G., KOFLER W., WAHLMÜLLER B. (1997), Die Ötztalstudie – Entwicklung der Landnutzung. In: UNIVERSITÄT INNSBRUCK (Hrsg.), *Alpine Vorzeit in Tirol* (= Begleitheft z. Ausstellung. Arbeiten u. erste Ergebnisse, vorgestellt v. Forschungsinst. f. Alpine Vorzeit, v. Inst. f. Botanik u. v. Forschungsinst. f. Hochgebirgsforschung), S. 29–44. Innsbruck.
- PINDUR P. (2001), Der Nachweis von prähistorischen Lawineneignissen im Oberen Zemmgrund, Zillertaler Alpen. In: *Mitt. d. Österr. Geogr. Ges.*, 143, S. 193–214.
- PINDUR P., LUZIAN R. (2007), Der „Obere Zemmgrund“ – Ein geographischer Einblick. In: LUZIAN R., PINDUR P. (Hrsg.) (2007), S. 17–30.
- RAGETH J. (2000), Kleine Urgeschichte Graubündens. In: *Archäologie d. Schweiz*, 23, 2, S. 32–46.
- RAGETH J. (2001), Zur Ur- und Frühgeschichte des Oberhalbsteins. In: *Minaria Helvetica*, 21b, S. 9–33.
- REIMER P.J. et al. (2004), IntCal04 Terrestrial radiocarbon age calibration, 26-0 ka BP. In: *Radiocarbon*, 46, S. 1029–1058.
- STOLZ O. (1941), Die Zillertaler Gründe, geschichtlich betrachtet. In: *Zeitschrift d. DAV*, 72, S. 106–115.
- STOLZ O. (1949), *Geschichtskunde des Zillertals* (= Schlernschriften, 63). Innsbruck.
- URBAN O.H. (2000), *Der lange Weg zur Geschichte. Die Urgeschichte Österreichs* (= Österr. Geschichte, Erg.-Bd. 1, bis 15. v.Chr.). Wien.
- VEIT H. (2002), *Die Alpen – Geoökologie und Landschaftsentwicklung* (= UTB, 2327). Stuttgart.
- WALDE C., HAAS J.N. (2004), *Pollenanalytische Untersuchungen im Schwarzensteinmoor, Zillertal, Tirol (Österreich). Bericht zum HOLA Teil-Projekt Palynologie*. Innsbruck, unveröff.
- WILD V. (2005), *Anthropogener und klimatischer Einfluss auf das spätholozäne Waldgrenzökoton im Oberen Zemmgrund (Zillertaler Alpen, Österreich)*. Univ. Innsbruck, Botan. Dipl.arb.
- WEIRICH J., BORTENSCHLAGER S. (1980), Beiträge zur Vegetationsgeschichte Tirols III: Stubaier Alpen – Zillertaler Alpen. In: *Berichte d. Naturwiss.-Medizin. Vereins in Innsbruck*, 67, S. 7–30.
- ZWERGER P., PINDUR P. (2007), Waldverbreitung und Waldentwicklung im Oberen Zemmgrund. Aktueller Bestand, Strukturanalysen und Entwicklungsdynamik. In: LUZIAN R., PINDUR P. (Hrsg.) (2007), S. 92–93.

Danksagung

Ein herzliches Dankeschön gebührt Herrn Jean Nicolas HAAS für die Abwicklung der ¹⁴C-Datierungen in Utrecht und das zur Verfügung gestellte Grabungszelt sowie Herrn Walter UNGERANK für das Einbringen seiner hervorragenden regional-mineralogischen Kenntnisse und die Mithilfe bei der Geländearbeit.