

Vom Ulmensterben zur Waldverwüstung: anthropogene Vegetationsveränderungen in den Alpen seit dem Neolithikum

– Klaus Oeggl, Innsbruck –

Abstract

This study deals with the impact of man on the vegetation in the Alps since the Neolithic. Neolithic settlement in Europe is often linked to the mid-Holocene elm decline, wherefore a critical contemplation of the causes for this biostratigraphical pattern is put in front. The first Neolithic settlement activities in the Alps are small-scaled, occur in areas with mixed oak forests only and leave no sustainable impact on the vegetation. A first devastation of complete areas by extensive slash-and-burn cultivation is recorded during the Bronze Age, which also leads to sustainable changes in the montane forest vegetation. In consequence, the dawning oak forests spread in the valley bottoms south of the main Alpine ridge; north of the main Alpine ridge a decline of fir (*Abies*) is observable due to human interference since the late Iron Ages. In the high-altitudinal regions an extensive seasonal vertical transhumance is detected since the Bronze Age. This form of pasture farming fosters the timberline depression and conceals possible climatic implications since then. A large-scale reshaping of the vegetation in the valley bottoms begins during the high Middle Ages. A concluding comparison of the pollen richness and the intensity of human interference of two sites reveals a positive correlation until the early Modern Times, then the richness declines again.

1. Einleitung

Die heutige Kulturlandschaft der Alpen ist das Produkt zahlloser menschlicher Eingriffe in den Naturraum seit dem Neolithikum. Die Intensität dieser Siedlungsaktivitäten war keineswegs konstant sondern schwankte von Epoche zu Epoche. Dabei war die Attraktivität des Landes als Siedlungsgebiet weniger im Bereich besonders guter landwirtschaftlicher Flächen zu suchen, sondern lag vielmehr im Reichtum mineralischer Ressourcen, die unterschiedlich genutzt wurden, und der verkehrsgeographischen Bedeutung, denn die Alpen stellten seit jeher ein natürliches Hindernis zwischen dem mediterranen Raum im Süden und den Ländern nördlich der Alpen dar. Die Ausbeutung der mineralischen Ressourcen und der Transitverkehr waren und sind heute noch die treibenden Faktoren für die variable Besiedelung und Nutzung des Alpenraumes. In der folgenden Studie wird anhand von fast fünfzig Pollendiagrammen aus dem mittleren Alpenraum exemplarisch die Vegetationsentwicklung ab dem Subboreal unter besonderer Berücksichtigung des menschlichen Eingriffes und dessen Auswirkungen auf die Biodiversität in den Alpen diskutiert.

2. Methodik

Die debattierten Pollendiagramme stammen alle aus Mooren und Seen der montanen und subalpinen Stufe des mittleren Alpenraums (Abb. 1). Die Lokalitäten verteilen sich von Vorarlberg im Westen bis nach Oberösterreich im Osten. Alle Diagramme reichen wenigstens bis

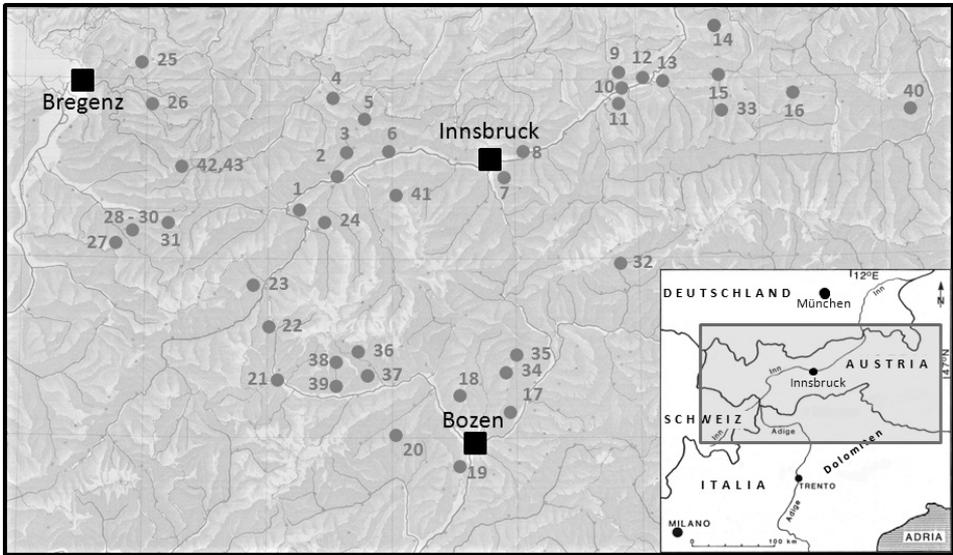


Abb. 1: Das Untersuchungsgebiet mit der Lage der untersuchten Moore. Die Zahlen der Lokalitäten stimmen mit der Tab. 1 überein.

ins Atlantikum (Chronozone sensu MANGERUD et al. 1974) zurück, und weisen mit mindestens fünf Radiokarbondatierungen eine robuste Chronologie auf. Die Artendiversitätsabschätzung in den Pollendiagrammen erfolgte nach einer Rarefaction Analysis for Estimating Palynological Richness (BIRKS & LINE 1992).

3. Der mittelholozäne Ulmenabfall

In Nordwest-Europa ist der mittelholozäne Ulmenabfall eng mit der ersten Landnahme durch den Menschen verknüpft (IVERSEN 1941). Dieser Ulmenabfall ist ein ausgeprägtes „synchron“ verlaufendes Phänomen in West- und Mitteleuropa, das früher vielfach als biostratigraphische Grenze zwischen dem Atlantikum und Subboreal herangezogen wurde. Jüngere Untersuchungen belegen allerdings, dass der Ulmenabfall diachrone Ereignisse widerspiegelt (PARNELL et al. 2008). Dessen ungeachtet werden mehrere Ursachen für diesen Ulmenabfall kontrovers debattiert: i) Klimaänderung (HEIZ-WENIGER 1976), ii) pathogene Epidemien wie z. B. durch den Ascomyceten *Ophiostoma ulmi* (syn. *Ceratocystis ulmi*) verursachte Ulmensterben (BRASIER & GIBBS 1973, RACKHAM 1980), iii) anthropogener Einfluss (IVERSEN 1941, 1973), und iv) kompetitiver Ausschluss durch neu einwandernde Arten (HUNTLEY & BIRKS 1983). Als wahrscheinlichste Ursache wird heute eine Kombination von Klima, pathogenen Epidemien durch *Ophiostoma ulmi* und neolithischer Landnahme (PARKER et al. 2002) angesehen. Hier in den Alpen an der Höhenverbreitungsgrenze der Ulme (*Ulmus*) kann ideal Ursachenforschung betrieben werden, um einzelne Faktoren aus dieser Kombination herauszufiltern.

Üblicherweise wird der mittelholozäne Ulmenabfall mit einem drastischen Rückgang der Pollen von Ulme definiert (FIRBAS 1949). Als quantitatives Maß wird gelegentlich das Unterschreiten der 10% bzw. 5% der Ulmenkurve genannt. Da die Relativwerte von intrinsischen Faktoren beeinflusst werden können, werden in der folgenden Betrachtung zusätzlich die Pollenakkumulationsraten PAR (Pollen/cm².yr) der Ulme miteinbezogen (Abb. 2). Es werden die Ulmenwerte ausschließlich von drei Lokalitäten nördlich des Alpenhauptkammes betrachtet, da südlich des Alpenhauptkammes die Ulme nur eine untergeordnete Rolle spielt. Verglichen

Tab. 1: Liste der untersuchten Lokalitäten

Nr.	Lokalität	Seehöhe	Koordinaten		Gemeinde	Land	Autor
1	Plemun Weiher	1355	47°08'06.45"N	10°35'43.57"E	Fließ	Tirol	Walde, 2006
2	Tollinger Moor	791	47°16'22.11"N	10°47'21.69"E	Tarrenz	Tirol	Oegg, unpubl.
3	See-Eck	796	47°16'49.41"N	10°48'25.35"E	Nassereith	Tirol	Walde, 2010
4	Heiterwanger Moor	981	47°27'12.01"N	10°44'54.90"E	Heiterwang	Tirol	Walde, 2010
5	Lermoos	971	47°23'39.99"N	10°53'30.55"E	Lermoos	Tirol	Oegg, 1998
6	Mieminger See	798	47°17'29.67"N	10°58'31.69"E	Mieming	Tirol	Wahlmüller, 1985
7	Tantegert	729	47°15'1.54"N	11°25'24.78"E	Innsbruck	Tirol	Oegg, unpubl.
8	Luchner Moor	841	47°18'59.35"N	11°35'48.89"E	Gnadenwald	Tirol	Oegg, 1999
9	Brandenberger Moor	912	47°29'18.95"N	11°53'39.89"E	Brandenberg	Tirol	Eidenhammer, unpubl.
10	Frauensee	557	47°27'16.11"N	11°52'37.82"E	Kramsach	Tirol	Walde, 1999
11	Oberkienberg	795	47°25'54.71"N	11°53'53.06"E	Brixlegg	Tirol	Walde, 1999
12	Lindenmoos	641	47°30'32.14"N	12° 2'32.45"E	Angerberg	Tirol	Oegg, unpubl.
13	Kirchbichl	527	47°30'31.58"N	12° 5'19.70"E	Kirchbichl	Tirol	Wahlmüller, 1985
14	Schwemm	684	47°39'28.65"N	12°17'50.82"E	Walchsee	Tirol	Oegg, 1988
15	Giering	793	47°28'10.23"N	12°21'46.03"E	Kitzbühel	Tirol	Bortenschlager, 1984
16	Fieberbrunn	832	47°28'4.43"N	12°33'12.85"E	Fieberbrunn	Tirol	Eidenhammer, unpubl.
17	Wallerneck	1247	46°31'44.59"N	11°26'16.58"E	Oberbozen	Südtirol	Putzer et al. 2013
18	Tammerle Moos	1393	46°34'29.99"N	11°16'47.74"E	Verschneid	Südtirol	Wahlmüller, 1990
19	Montigler See	504	46°25'27.49"N	11°17'23.32"E	Montiggl	Südtirol	Kompatscher & Oegg 2005
20	Totes Moos	1733	46°32'8.10"N	11° 1'36.94"E	St. Wallburg i. U.	Südtirol	Kofler & Oegg 2010
21	Flora Moos	919	46°40'16.79"N	10°34'11.13"E	Glums	Südtirol	Walde, 2010
22	Fuhrmannsloch	1417	46°51'50.92"N	10°30'35.42"E	Nauders	Tirol	Walde, 20??
23	Komperdell	1945	47° 2'14.96"N	10°33'38.97"E	Serfaus	Tirol	Wahlmüller, 2002
24	Piller Sattel	1543	47° 7'26.95"N	10°39'51.49"E	Fließ	Tirol	Oegg, unpubl.
25	Salgenreute	703	47°29'16.97"N	9°54'59.90"E	Krumbach	Vorarlberg	Wahlmüller, unpubl.
26	Unteres Moos	659	47°22'5.94"N	9°54'25.07"E	Bizau	Vorarlberg	Oegg, unpubl.
27	Matschwitz	1502	47° 4'17.32"N	9°51'22.00"E	Tschagguns	Vorarlberg	Kostenzer, 1996
28	Brannertsried	1028	47° 5'36.89"N	9°54'0.89"E	Bartholomäberg	Vorarlberg	Oegg et al., 2005
29	Tschuga	1245	47° 5'44.05"N	9°54'43.35"E	Bartholomäberg	Vorarlberg	Wahlmüller & Oegg 2009
30	Garsella	1435	47° 6'1.40"N	9°55'20.18"E	Bartholomäberg	Vorarlberg	Oegg et al., 2005
31	Wildes Ried	1541	47° 5'11.33"N	10° 1'40.81"E	Kristberg	Vorarlberg	Kostenzer, 1996
32	Schöllberg-Göge	2197	46°58'6.03"N	11°49'49.63"E	Ahrmtal	Südtirol	Wahlmüller, unpubl.
33	Rauber	1763	47°23'5.88"N	12°28'33.48"E	Jochberg	Tirol	Viehweider, unpubl.
34	Schwarzer See	2038	46°40'0.85"N	11°25'52.17"E	Villanders	Südtirol	Seiwald, 1980
35	Rinderplatz	1782	46°38'43.47"N	11°29'26.64"E	Villanders	Südtirol	Seiwald, 1980
36	Vernagt See	1702	46°44'1.54"N	10°50'10.14"E	Schnals	Südtirol	Festi, 2012
37	Penaud	2305	46°40'39.71"N	10°51'45.25"E	Schnals	Südtirol	Festi, 2012
38	Lagaun Moor	2185	46°43'58.79"N	10°47'1.42"E	Schnals	Südtirol	Festi, 2012
39	Schwarzbodenmoor	2155	46°40'30.29"N	10°45'11.12"E	Schlanders	Südtirol	Festi, 2012
40	Kreuzbergmoos	1416	47°24'38.21"N	13° 7'57.64"E	Mühlbach a.H.	Salzburg	Breitenlechner, 2011
41	Längental	2040	47°11'51.49"N	10°59'59.19"E	Kühtai	Tirol	Wahlmüller, unpubl.
42	Kalbelesee	1660	47°15'58.10"N	10° 7'33.21"E	Schröcken	Vorarlberg	Walde & Oegg, 2003
43	Körpersee	1660	47°15'9.53"N	10° 6'33.06"E	Schröcken	Vorarlberg	Walde & Oegg, 2003

werden die Ulmenwerte mit unterschiedlichen Klimaproxies. Als regionaler Klimazeiger dient die Summenkurve aller dendrochronologisch datierten subfossilen Baumstämme, die im mittleren Alpenraum im Bereich zwischen 2000 und 2500 m N.N. außerhalb von Gletscher- vorfeldern gefunden wurden. Der klimatische Zusammenhang besteht darin, dass es unter

günstigen Klimabedingungen zu einer Verschiebung der alpinen Baumgrenze nach oben und gleichzeitig zu einer Verdichtung der Baumbestände im Waldgrenzökoton kommt (NICOLUSSI et al. 2005). Umgekehrt sterben bei einer Klimaverschlechterung mehr Bäume ab, und synchron dazu erfolgt eine Auflichtung der Bestände mit einem Absinken der Wald- und Baumgrenze. Dadurch werden während und am Ende ungünstiger Klimaphasen potenziell mehr Baumleichen abgelagert als in Perioden mit günstigen klimatischen Bedingungen. Zur überregionalen Kontrolle werden noch die Treibeis- und Eisberg-Sedimente (BOND et al. 2001) als auch die Sauerstoffisotopen (^{18}O GRIP) vom Grönland Eiskern Projekt (JOHNSEN et al. 1997) einbezogen. Nach den Relativwerten erstreckt sich der Ulmenabfall in den drei Lokalitäten von 5100 bis 3000 v. Chr. Unter Berücksichtigung der Pollenakkumulationsraten wird der Zeitraum auf 4500 – 3500 v. Chr., also 1000 Jahre eingengt. In den Pollenakkumulationsraten ist auch eine Zweiphasigkeit des Ulmenabfalls zu erkennen. Der erste markante Abfall erfolgt um 4500 v. Chr., dem ein zweiter um 3900 v. Chr. folgt. Synchron zur Abnahme der Ulmenwerte weisen die Klimaproxies Phasen mit ungünstigem Klima aus. Das Faktum, dass die ersten Kulturzeiger (Cerealia) erst ein paar hundert Jahre nach dem ersten Rückgang der Ulme auftreten, lässt daher primär klimatische Ursachen für den Rückgang der Ulme (*Ulmus glabra*) in den Alpen erwarten.

4. Die neolithische Landnahme

Die ältesten anthropogenen Eingriffe im inneralpinen Raum erfolgen im Bereich der Laubmischwälder nördlich und südlich des Alpenhauptkammes im 5. Jahrtausend v. Chr. (BORTENSCHLAGER & BORTENSCHLAGER 1984, WAHLMÜLLER 1985, 1990; WALDE 1999, KOMPATSCHER & OEGGL 2000). Im Pollendiagramm wird diese Siedlungstätigkeit in einem Rückgang der Klimaxbaumarten und einem gleichzeitigen Auftreten von Siedlungs- und Kulturzeigern sensu BEHRE (1981) reflektiert. In den vorliegenden Fällen aus dem Tiroler Unterinntal und dem Überetsch erfolgten die Rodungen bevorzugt im Eichenmischwald, wobei sich die Siedlungstätigkeit in einem Rückgang der Eichenmischwaldarten bei gleichzeitigem Vorkommen von Getreide- (*Cerealia*-Typ) und Spitzwegerich-Pollen (*Plantago lanceolata*-Typ) abzeichnet. Diese ersten Eingriffe des Menschen sind noch kleinräumig, punktuell und offensichtlich an ähnliche Vegetationstypen gebunden, die zuvor im nördlichen und südlichen Alpenvorland kolonisiert wurden (BIAGI & NISBETH 1987, SHENNAN & EDINBOROUGH 2007). An Feldfrüchten wurden Gerste (*Hordeum vulgare*), Emmer (*Triticum dicoccum*), Einkorn (*Triticum monococcum*), Erbse (*Pisum sativum*), Lein (*Linum usitatissimum*) und Schlafmohn (*Papaver somniferum*) angebaut (ROTTOLI & CASTIGLIONI 2009). Neben Ackerbau spielte Sammelwirtschaft für die Nahrungsbeschaffung noch eine bedeutende Rolle, was sich in den stetigen Funden von Wildobst und Nüssen in den Kulturschichten äußert (GATTRINGER & OEGGL 2005).

Im Spätneolithikum wurden auch die kontinentaleren Bereiche der Inneralpen wie der Vinschgau, das Engadin und das obere Inntal besiedelt (WAHLMÜLLER 2002, WALDE 2006). Dort herrschen Nadelwälder vor, die für Viehzucht ungünstigere Bedingungen als der Laubmischwald bieten. Der dominante Waldbaum in diesem Raum ist die Fichte (*Picea abies*), die mit der Kiefer (*Pinus sylvestris*), der Lärche (*Larix decidua*) und vereinzelt auch mit der Tanne (*Abies alba*) Mischbestände bildet. Diese Fichtenwälder sind lichtarm und liefern eine saure Nadelstreu, die Graswuchs unterbindet. Durch selektiven Aushieb der Fichte (*Picea abies*) und Freistellung der Lärche (*Larix decidua*) entstanden an der Wende des Neolithikums zur Bronzezeit lichte Lärchenhaine mit Grasunterwuchs, die als Weide genutzt wurden (GOBET et al., 2003, ZOLLER et al. 1996). Aus diesen beweideten Lärchenhainen entstehen dann im Mittelalter die heutigen Lärchenwiesen.

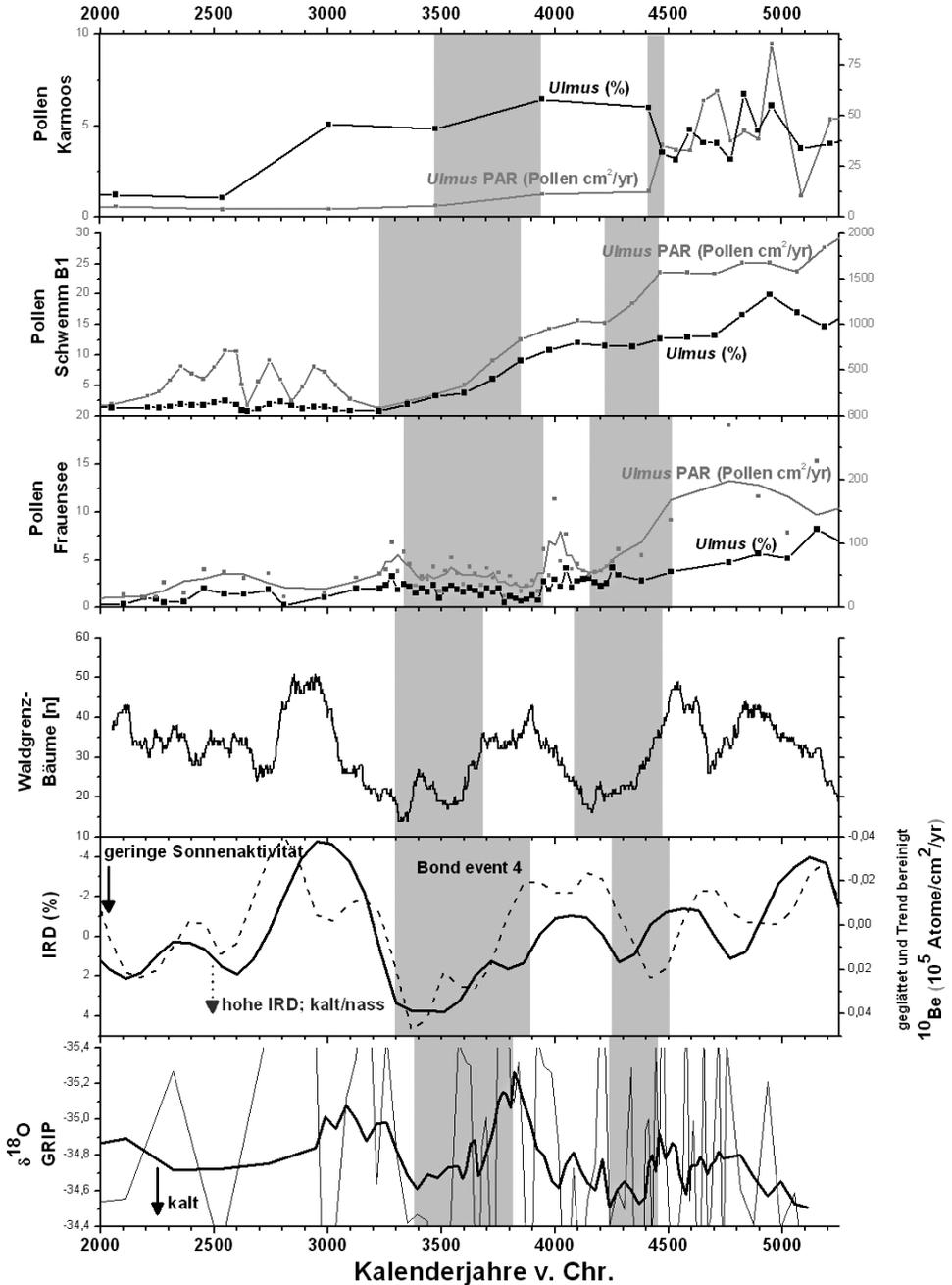


Abb. 2: Der Ulmenabfall beobachtet im Karmos bei Hallstatt, in der Schwemm und im Frauensee verglichen mit Klimadaten: Bäume (n) = Belegzahlen subfossiler Baumstämme aus See- und Moorablagerungen an der Waldgrenze (NICOLUSSI et al. 2005); IRD = Treibeis- und Eisberg-Sedimente (BOND et al. 2001), ¹⁸O GRIP = Sauerstoffisotopen vom Grönland Eiskern Projekt (JOHNSEN et al. 1997). Grau unterlegt Phasen mit ungünstigem Klima.

In der Frühbronzezeit (2200 – 1800 v. Chr.) intensiviert sich die Siedlungsaktivität im mittleren Alpenraum und erreicht in der Mittelbronzezeit ein Maximum (OEGGL & NICOLUSSI 2009). Bevorzugt werden mittlere Höhenlagen bis 1000 m in den Haupttälern urbar gemacht, aber auch die Seitentäler und deren höhere Lagen bis 1500 m werden nun durch den Menschen landwirtschaftlich genutzt. Eine Präferenz für Laubmischwaldgebiete ist nicht mehr gegeben, die Eingriffe erfolgen nun auch in Nadelwald dominierten Gebieten der Haupt- und Seitentäler. Die Kahlschläge sind extensiv und mit einer großflächigen Zerstörung des Waldes verbunden. Extensive Brandrodung führt zu einer Dezimierung der Klimaxbaumarten. Die Lichtungen werden kurzzeitig als Äcker genutzt, brachliegende Kulturflächen und der aufgelichtete Wald werden beweidet und verbuschen anschließend sukzessive mit Lichtliebenden Pioniergehölzen wie Birke (*Betula*), Hasel (*Corylus avellana*) und Wacholder (*Juniperus communis*). Häufiger treten nun im Pollenbild insektenblütige Kräuter – Flockenblumen (*Centaurea nigra*-Typ), Glockenblumen (Campanulaceae) und Schafgarben (*Achillea*-Typ) – der anthropo-zoogenen Rasen auf, die auf eine Ausdehnung des Grünlandes schließen lassen. Häufig folgt in der Mittelbronzezeit eine extensive Ausweitung der Siedlungsflächen, die vom Ausmaß her der neuzeitlichen Freistellung gleichkommt (WALDE 1999, OEGGL et al. 2005, SCHMIDL et al. 2005). Auffällig bei diesen ausgedehnten Rodungen ist deren Nähe zu Erzlagerstätten, die eine Nutzung dieser Rohstoffe nahe legen.

Spelzgerste (*Hordeum vulgare*), Emmer (*Triticum dicocum*) und Rispenhirse (*Panicum miliaceum*) waren die Hauptgetreide im mittleren Alpenraum während der Bronzezeit. Saubohnen (*Vicia faba*), Linsen (*Lens culinaris*) und Erbsen (*Pisum sativum*) dienten als Proteinlieferanten. Über Ölsaaten liegen bedauerlicherweise wegen der schlechten Erhaltungsmöglichkeiten nur Einzelfunde vor (HEISS 2008). Es ist aber davon auszugehen, dass Lein (*Linum usitatissimum*) und Schlafmohn (*Papaver somniferum*) im gesamten Gebiet angebaut wurden. Neben Ackerbau spielte nach wie vor die Sammeltätigkeit zur Deckung des Nahrungsangebotes noch eine große Rolle. Davon zeugen zahlreiche Funde von Wildobst und Nüssen, die überwiegend in Waldsäumen und Hecken verbreitet sind (SCHMIDL et al. 2005, SCHMIDL & OEGGL 2007).

Allgemein betrachtet lassen die Boden- und Klimaverhältnisse in den inneren Alpen eine Bevorzugung von Kulturpflanzen in einzelnen Regionen entsprechend ihrer ökologischen Ansprüche erwarten. Jedoch zeichnet sich eine solche Präferenz mit den vorliegenden Funden noch unzureichend ab. Unter den Getreiden scheinen Emmer (*Triticum dicocum*) und Rispenhirse (*Panicum miliaceum*) in Südtirol bevorzugt angebaut worden zu sein, während nördlich des Alpenhauptkammes die Saubohne (*Vicia faba*) eine Vorrangstellung unter den Leguminosen einnimmt (SCHMIDL et al. 2005).

Bemerkenswert an dieser bronzezeitlichen Kolonisierung ist, dass sie mit einer ungünstigen Klimaphase (OEGGL & NICOLUSSI 2009) zusammenfällt. Zusammen mit der Ausweitung der Siedeltätigkeit auch auf Gebiete oberhalb der Waldgrenze lässt dies auf robuste agro-pastorale Landwirtschaftssysteme in dieser Zeit schließen. Es zeichnet sich damit ein zweckgerichtetes Subsistenzsystem für die Alpentäler ab (MEYER 2003, MARZATICO 2009). In den Tälern befanden sich feste Siedlungen mit Ackerbau und Viehhaltung, während die Hochlagen zur Almwirtschaft und zur Ausbeutung mineralischer Rohstoffe aufgesucht wurden. Oberhalb und an der Waldgrenze reflektiert die Ausbreitung von Weide- und Siedlungszeigern gemeinsam mit einer Absenkung der Waldgrenze die Weidenutzung der alpinen Grasmatten im Rahmen einer Almwirtschaft. Pollenanalytische Untersuchungen im Zusammenhang mit der neolithischen Gletscherleiche „Ötzi“ haben sogar vermuten lassen, dass eine Weidenutzung der Hochflächen in Form einer saisonalen Transhumanz schon im Neolithikum tausend Jahre vor dem Eismann eingesetzt hatte (BORTENSCHLAGER 2000). Eine Bestätigung von archäologischer Seite für einen derartig frühen Beginn einer Hochweide-

nutzung steht noch aus. Auch die Analysen der zahlreichen Dungfunde von Ziegenartigen an der Fundstelle des Eismannes können diese Annahme nicht validieren. Vielmehr deutet die Rekonstruktion der Äsung darauf hin, dass der Dung von Steinwild und nicht von Schaf oder Ziege stammt (OEGGL et al. 2009). Diese Ergebnisse lassen starke Zweifel an der frühen Ausübung einer Weidewirtschaft im inneralpinen Raum aufkommen. Wohl aber verdichten sich die archäologischen und pollenanalytischen Hinweise auf Almwirtschaft in der mittleren Bronzezeit. Jüngste Pollenanalysen in Kombination mit ausgedehnten archäologischen Surveys an der Südabdachung der Ötztaler Alpen belegen den Beginn einer Transhumanz ab der frühen Bronzezeit (FESTI et al. 2013, TSCHISNER 1998). Untermauert werden diese Ergebnisse durch die Entdeckung von mehreren hochgelegenen Brandopferplätzen in der alpinen Stufe, die mit prähistorischer Weidewirtschaft in Verbindung gebracht werden (MAHLKNECHT 2007, PUTZER 2009, 2012). Auch die bisherigen Pollenanalysen nahe der Rofenhöfe im Ötztal (TSCHISNER 1998), auf der Komperdellalm oberhalb Serfaus (WAHLMÜLLER 2002) und aus dem Ultental (KOFLER & OEGGL 2010) spiegeln diese Hochlagennutzung erst ab der mittleren Bronzezeit wider. Weiter östlich, auf dem Dachsteinplateau setzt die Hochweidenutzung ebenfalls um 1700 v. Chr. ein, kulminiert zwischen 1400 und 1200 v. Chr., und kommt um 1100 v. Chr. zum Erliegen (MANDL 2009).

Brandrodung spielt bei der Urbarmachung der Hochlagen eine wichtige Rolle. Das zeigt sich in den vegetationsgeschichtlichen Analysen an der Waldgrenze aus dem Ultental (KOFLER & OEGGL 2010) und auf der Komperdellalm oberhalb von Serfaus im Tiroler Oberinntal (WAHLMÜLLER 2002), wo sich die Feueraktivität selektiv auf die Artenzusammensetzung des Waldes auswirken. Die Lärche (*Larix decidua*), die mit ihrer dickeren Borke offenbar weniger vom Feuer als die Fichte (*Picea abies*) und die Tanne (*Abies alba*) angegriffen wird, kann sich nach einem Brand behaupten, ebenso wie die Weidezeiger Wacholder (*Juniperus communis*), Spitzwegerich (*Plantago lanceolata*), Gräser (Gramineae) und Adlerfarn (*Pteridium aquilinum*). Es entstehen auch in der subalpinen und der hochmontanten Stufe anthropogene gelichtete Lärchenwälder, die als Weideflächen dienten (KOFLER & OEGGL 2010).

Für die Spätbronzezeit lassen die pollenanalytischen Befunde im mittleren Alpenraum einen Rückgang der Siedlungsaktivität vermuten (OEGGL & NICOLUSSI 2009), was in einem gewissen Widerspruch zu der ungebrochenen Nutzung der Hochlagen steht. Da sowohl tiefere Lagen zwischen 600 und 900 m als auch mittlere Lagen zwischen 1200 und 1500 m im Nordtiroler Inntal vom Siedlungsrückgang betroffen sind, ist dabei auch an eine mögliche Verlagerung bzw. Konzentration der Hauptsiedlungen auf dem Talboden zu denken. Südlich des Alpenhauptkammes hingegen lässt sich eine Zunahme der Besiedelung in dieser Epoche feststellen.

5. Die Eisenzeit

In der ersten Hälfte der Eisenzeit ist aufgrund der rückläufigen Siedlungsentwicklung nördlich des Alpenhauptkammes im Vegetationsbild eine Regeneration der Wälder in den Talagen nachgewiesen. Am Beginn der Latènezeit erfolgt aber eine neuerliche Intensivierung der Siedlungsaktivitäten (WALDE 1999). Teile des Waldes und der seit der Spätbronzezeit brach liegenden Flächen werden gerodet und in Kulturland umgewandelt, wobei nun eine deutliche Ausbreitung des Grünlandes erfolgt. Regelmäßige Pollenfunde von Gräsern (Gramineae), Flockenblumen (*Centaurea nigra*-Typ), Storchenschnabel (*Geranium*), Schafgarben (*Achillea*-Typ), Spitzwegerich (*Plantago lanceolata*-Typ), Breitwegerich (*Plantago major*-Typ), Sauerampfer (*Rumex*) und Wiesenknopf (*Sanguisorba*) spiegeln die Ausdehnung des Grünlandes wider.

Mit Beginn der Latènezeit (480 – 15 v. Chr.) schlagen auch Innovationen in der Landwirt-

schaft zu Buche. Der Einsatz des Wendepfluges ermöglichte eine Breitsaat, was mit einem dichteren Pflanzenbestand auf den Feldern und wahrscheinlich auch höheren Erträgen verbunden war. Durch die Einführung der Sense setzte sich auch eine bodennahe Ernteweise, die einen erhöhten Biomasseentzug vom Acker nach sich zog, durch. Offenbar erfolgte nun eine effizientere Nutzung der landwirtschaftlichen Flächen.

Das Kulturpflanzeninventar besteht nun schon aus elf verschiedenen Getreidesorten. Roggen (*Secale cereale*) tritt als neue Kulturpflanze auf. Weiters wurden Gerste (*Hordeum vulgare*), Emmer (*Triticum dicoccum*), Dinkel (*Triticum spelta*), ein Nacktweizen (*Triticum aestivum/durum/turgidum*) und die Rispenhirse (*Panicum miliaceum*) angebaut. Unter den Leguminosen dominiert die Saubohne (*Vicia faba*) neben Linse (*Lens culinaris*) und Erbse (*Pisum sativum*). An Ölsaaten kommt der Leindotter (*Camelina sativa*) neu hinzu (SCHMIDL et al. 2007).

Die Almwirtschaft in den Hochlagen bleibt aufrecht. Zum momentanen Forschungsstand zeichnet sich diesbezüglich aber ein heterogenes Bild in den Pollenanalysen ab. In einzelnen Gebieten wie im Salzkammergut und am Dachstein (MANDL 2003, 2009) ist diese Wirtschaftsweise rückläufig, während sie in anderen Gebieten – so in Nord- und Südtirol – intensiviert wird (WALDE & OEGGL 2003, KOFLER & OEGGL 2010).

6. Die Römerzeit

Am Beginn der Römerzeit zeichnet sich wiederum eine Vegetationsveränderung ab. Anfänglich sind neuerliche Rodungen in den Haupttälern festzustellen, im Zuge derer die Klimaxbaumarten und Sträucher abnehmen (OEGGL 1998, WALDE 1999, 2006). Ab 200 n. Chr. breiten sich je nach Region die Buche (*Fagus*), die Fichte (*Picea*) und – wenn auch weniger stark – die Tanne (*Abies*) aus, was auf eine Abnahme der Siedlungstätigkeiten schließen lässt. Die Vegetationsabfolge entspricht einer Sukzession von einem Nieder- bzw. Mittelwald zu einem Hochwald. Trotzdem bezeugen die stetigen Funde von Siedlungs- und Kulturzeigern eine landwirtschaftliche Aktivität auf den Mittelgebirgsterrassen entlang des Inntales, die sich auch in der leicht ansteigenden Diversität bemerkbar macht. Die Werte der Gräser (Gramineae) und der Getreide (*Cerealia*-Typ, *Secale*) sind aber gering, sodass ein erheblicher Teil der Siedlungsflächen aufgelassen bzw. auf den Talboden verlagert worden ist (BORTENSCHLAGER 1986). Auch während der Völkerwanderungszeit bleibt der menschliche Einfluss moderat.

7. Das Mittelalter und die Neuzeit

Eine neuerliche Intensivierung der Landwirtschaft erfolgt am Beginn des Mittelalters. Die Eingriffe in den Wald sind drastisch. Im randalpinen Buchenmischwaldgebiet werden in den tiefen Lagen die Buche (*Fagus*) und Tanne (*Abies*) selektiv geschlägert, wovon die Fichte (*Picea*) profitiert und zur dominanten Baumart in den Restbeständen des Bergmischwaldes wird. Große Flächen der Talböden und Mittelgebirgsterrassen werden in Wiesen und Ackerland umgestaltet. Dementsprechend bilden sich Wiesenpflanzen (Gramineae, Campanulaceae, *Centaurea nigra*-Typ) und Kulturpflanzen (*Cerealia*-Typ, *Secale*, *Humulus/Cannabis*) im Pollendiagramm gut ab. Der Roggen (*Secale*) hat nun einen maßgeblichen Anteil am Getreidebau und wird zum Hauptgetreide. Roggen (*Secale*) ist überwiegend als Wintergetreide angebaut worden, was Pollenfunde der Kornblume (*Centaurea cyanus*) belegen (BEHRE 1991). Die Kornblume (*Centaurea cyanus*) ist insektenblütig, und ihr Pollen wird nicht weit weg von ihrem Standort transportiert (BEHRE & KUCAN 1986). Umso erstaunlicher die Funde beider Pollentypen auch in Mooren an der Waldgrenze, was die frühneuzeitliche Urbarmachung der Waldgrenzlagen für die Almwirtschaft belegt (KOFLER & OEGGL 2010).

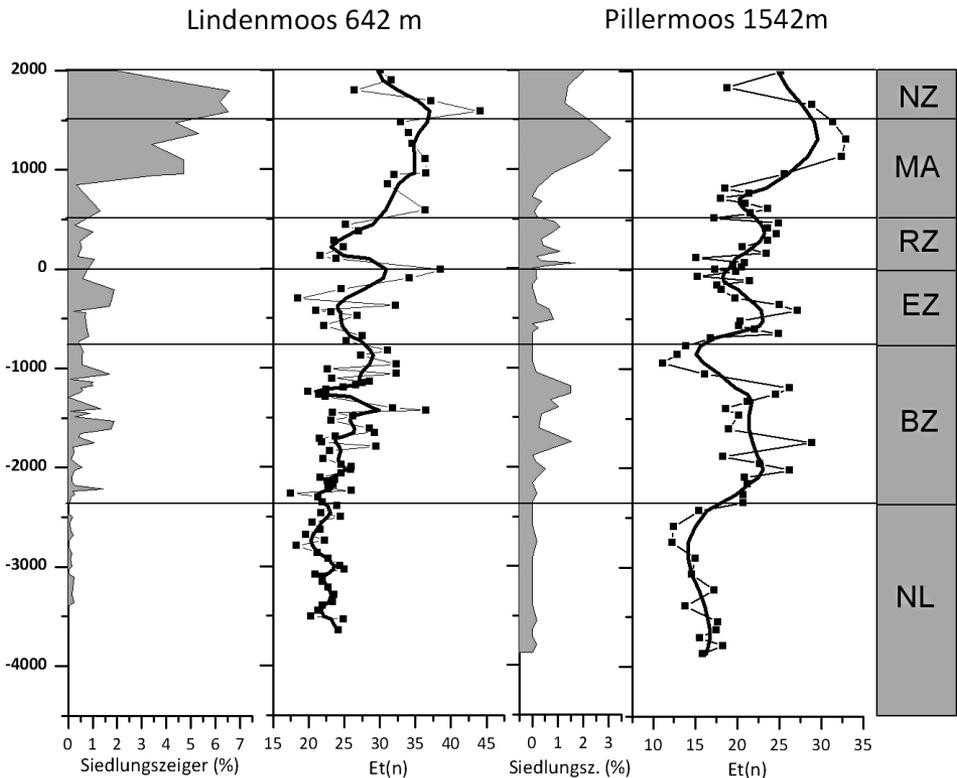


Abb. 3: Änderungen der Artendiversität im Alpenraum seit dem Neolithikum am Beispiel zweier Pollendiagramme aus den Rand- und inneralpiner Lagen unterschiedlicher Seehöhe. $E(t_n)$ = Pollenvielfalt (estimated number of pollen taxa) als Maß für die Biodiversität errechnet nach BIRKS & LINE (1992). Die durchgehende Linie ist eine Glättung der Werte mittels einer Fourier-Analyse. NL = Neolithikum, BZ = Bronzezeit, EZ = Eisenzeit, RZ = Römerzeit, MA = Mittelalter, NZ = Neuzeit.

Die endgültige Umgestaltung der Landschaft, die bereits heutige Ausmaße erreichte, erfolgte am Beginn der Neuzeit. Die Wiesen- und Weidezeiger besitzen den größten Anteil am gesamten Pollenniederschlag. Die Kulturzeiger insbesondere der Pollen vom Getreide-Typ (*Cerealia*-Typ) sind in weiten Bereichen des Alpenraumes rückläufig. Demnach stellt sich die Landwirtschaft in der Neuzeit schwerpunktmäßig mehr auf Grünlandwirtschaft bzw. Viehzucht um. Der Getreideanbau spielt im inneralpiner Raum nur in Gunstlagen eine größere Rolle.

8. Der Einfluss des Menschen auf die Biodiversität im Laufe der Zeit

Die Pollenvielfalt von Oberflächenproben aus Moospolstern zeigt eine hohe positive Korrelation mit der floristischen Diversität der umgebenden Vegetation (BIRKS 1973). Daher ist eine Abschätzung der Biodiversitätsänderungen eines Gebietes anhand der Pollenvielfalt in sequentiellen Pollenproben aus Torf und Seeablagerungen möglich. Eine Abschätzung der Diversitätsänderungen im Alpenraum seit dem Neolithikum liefert Abb. 3. In diesen Diagrammen ist die Pollenvielfalt $E(t_n)$ den Siedlungszeigern als Maß für den anthropogenen Einfluss gegenübergestellt. Erwartungsgemäß liegt die Diversität im Neolithikum bei geringer anthropogener Beeinflussung auf einem niedrigen Wert. Mit zunehmendem menschlichen

Einfluss nimmt die Diversität zu, und verringert sich, wenn die Siedlungsaktivität abnimmt. Nachdem heute die Artenvielfalt an Vegetationsgrenzen oftmals am größten ist (VAN DER MAAREL 1976), reflektiert eine hohe Pollendiversität eine Vegetation mit einer großen Zahl an verschiedenen Vegetationstypen und umgekehrt. Die ersten Spitzenwerte werden mit der extensiven Landnutzung in der Bronzezeit erreicht. Schwankungen zwischen dem randalpinen und inneralpinen Bereich resultieren aus der unterschiedlichen Siedlungsintensität in den jeweiligen Gebieten. Die maximalen Werte werden im Spätmittelalter erzielt, als die Landnutzung kleinräumig strukturiert war. Im Laufe der Neuzeit (ab dem 18. Jh.) nimmt die Diversität stetig ab, was mit einer Modernisierung und Flurbereinigung in der Landwirtschaft in Zusammenhang gebracht werden kann.

Zusammenfassung

Diese Studie befasst sich mit dem Einfluss den Menschen auf die Vegetation der Alpen seit dem Neolithikum. Die neolithische Landnahme wird häufig mit dem mittelholozänen Ulmenabfall in Zusammenhang gebracht, weshalb eine kritische Betrachtung der Ursachen dieses biostratigraphischen Phänomens vorangestellt wird. Die ersten neolithischen Siedlungsaktivitäten sind kleinräumig und an Gebiete mit Eichenmischwald gebunden. Sie hinterlassen keine nachhaltigen Spuren. Eine erste Devastierung von ganzen Landstrichen durch extensiven Wanderfeldbau erfolgt während der Bronzezeit, was mit nachhaltigen Auswirkungen auf die Vegetation in den montanen Mischwäldern verbunden ist. In den Tälern südlich des Alpenhauptkammes breitet sich der Flaumeichenwald aus. Nördlich des Alpenhauptkammes ist langfristig trotz einer kurzfristigen Zunahme in der frühen Eisenzeit ein Rückgang der Tanne (*Abies*) festzustellen. In den Hochlagen setzt eine extensive Weidenutzung in der Bronzezeit ein, was in der Folge zu einer weiteren Absenkung der Waldgrenze führt. Im Zuge dieser Weidenutzung entstehen an der Waldgrenze Lärchenwiesen im inner-alpinen Fichtenwaldgebiet. Die großflächige Umgestaltung der Vegetation in den Tallagen erfolgt dann ab dem Hochmittelalter. Eine Gegenüberstellung der Pollenvielfalt mit der Intensität des menschlichen Eingriffs zeigt eine positive Korrelation bis in die frühe Neuzeit, dann nimmt die Diversität wieder ab.

Literatur

- BEHRE, K.-E. & D. KUCAN (1986): Die Reflektion archäologisch bekannter Siedlungen in Pollendiagrammen verschiedener Entfernung - Beispiele aus der Siedlungskammer Flögel. – in: BEHRE, K.-E. & D. KUCAN (eds.): Anthropogenic indicators in pollen diagrams. Rotterdam: 95-114.
- BEHRE, K.-E. (1981): The interpretation of anthropogenic indicators in pollen diagrams. – *Pollen et Spores* **23**: 225-245.
- BEHRE, K.-E. (1991): The history of rye cultivation in Europe. – *Vegetation History & Archaeobotany* **1**: 141-156.
- BIAGI, R. & R. NISBEHT (1987): Ursprung der Landwirtschaft in Norditalien. – *Zeitschrift für Archäologie* **21**: 11-24.
- BIRKS, H.J.B. & J.M. LINE (1992): The use of RarefractionAnalysis for Estimating Palynological Richness from Quaternary Pollen-Analytical Data. – *The Holocene* **2**: 1-10.
- BOND, G., KROMER, B., BEER, J., MUSCHELER, R., EVANS, M.N., SHOWERS, W., HOFFMANN, S., LOTTI-BOND, R., HAJDAS, I., BONANI, G. (2002): Persistent Solar Influence on North Atlantic Climate During the Holocene. – *Science* **294**: 2130-2136.
- BORTENSCHLAGER, S. (1984): Beiträge zur Vegetationsgeschichte Tirols I: Inneres Ötztal und unteres Inntal. – *Berichte des naturwissenschaftlich-medizinischen Vereins Innsbruck* **71**: 19-56.
- BORTENSCHLAGER, I. & S. BORTENSCHLAGER (1984): Pollenanalytischer Nachweis früher menschlicher Tätigkeit in Tirol. – *Veröffentlichungen des Museum Ferdinandeum* **61**: 5-12.
- BORTENSCHLAGER, S. (1986): Pollenanalytische Untersuchung zur menschlichen Tätigkeit in den

- letzten 3000 Jahren im Gebiet des Lindenmooses. – In: BACHMANN, H. (Hrsg): Kundl. Innsbruck: 32-34.
- BORTENSCHLAGER, S. (2000): The Iceman's environment. – In: BORTENSCHLAGER, S. & K. OEGGL (eds.): The Iceman and his natural environment. – The Man in the Ice, Vol. 4: 11-24.
- BRASIER, C. M. & J.N. GIBBS (1973): Origin of the Dutch Elm Disease Epidemic in Britain. – *Nature* **242**: 607-609.
- BREITENLECHNER, E., LUTZ, J. & K. OEGGL (2011): Der paläoökologische Nachweis von prähistorischen Bergbauaktivitäten in Tirol und Salzburg. – In: OEGGL, K., GOLDENBERG, G., STÖLLNER, T. & M. PRAST (eds): Die Geschichte des Bergbaus in Tirol und seinen angrenzenden Gebieten. – Proceedings zum 5. Milestone Meeting des SFB HiMAT vom 7.-10.10. 2010 in Mühlbach. iup Conference Series: 33 – 40.
- EIDENHAMMER, S. (1999): Palynologische Untersuchungen zur holozänen Vegetationsentwicklung im Raum Fieberbrunn und Brandenburg unter besonderer Berücksichtigung des anthropogenen Einflusses. – Diplomarbeit Universität Innsbruck.
- FESTI, A., PUTZER, A. & K. OEGGL (2013): Mid and late Holocene land-use changes in the Ötztal Alps, territory of the Neolithic Iceman "Ötzi". – *Quaternary International* (in press).
- FESTI, D. (2012): Palynological reconstruction of the onset and development of alpine pasture in the Eastern Alps since the Neolithic. – Dissertation Universität Innsbruck.
- FIRBAS, F. (1949): Die spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen. 1. Band: allgemeine Waldgeschichte. – Fischer Verlag Jena
- GATTRINGER, A. & K. OEGGL (2005): Die verkohlten Pflanzenreste des Brandopferplatzes auf dem Pigloner Kopf. – *Paylno-Bulletin* **1**(3-4): 47-51.
- GOBET, E., TINNER, W., HOCHULL, P.A., VON LEEUWEN, J.F.NH. & B. AMMANN (2003): Middle to Late Holocene vegetation History of the Upper Engadin (Swiss Alps): the role of man and fire. – *Vegetation History & Archaeobotany* **12**: 143-163.
- HEISS, A. (2008): Weizen, Linsen, Opferbrote – Archäobotanische Analysen bronze- und eisenzeitlicher Brandopferplätze im mittleren Alpenraum. – Dissertation Universität Innsbruck.
- HEITZ-WENIGER, A. (1978): Zum Problem des mittelholozänen Ulmenabfalls im Gebiet des Zürichsees (Schweiz). – *Bauhinia* **5/4**: 215-229.
- IVERSEN (1941): Landnam i Danmarks Stenalder. En pollenanalytisk Undersøgelse over det første Landbrugs Indvirkning paa Vegetationsundviklingen. – *Danm. Geol. Unders.* København, **II/66**: 7-68.
- IVERSEN, J. (1973): The development of Denmark's Nature since the Last Glacial. *Geology of Denmark III*. – Geological Survey of Denmark V. Series, 7-C: 126pp.
- HUNTLEY, B. & H.J.B. BIRKS (1983): An atlas of past and present pollen maps for Europe: 0-13000 years ago. – Cambridge University Press.
- JOHNSEN, S.J., CLAUSEN, H.B., DANSGAARD, W., GUNDESTRUP, N.S., HAMMER, C.U., ANDERSEN, U., ANDERSEN, K.K., HVIDBERG, C.S., DAHL-JENSEN, D., STEFFENSEN, J.P., SHOJI, H., SVEINBJÖRNSDÓTTIR, A.E., WHITE, J.W.C., JOUZEL, J. & D. FISHER (1997): The $\delta 18\text{O}$ record along the Greenland Ice Core Project deep ice core and the problem of possible Eemian climatic instability. – *Journal of Geophysical Research* **102**:26397-26410.
- KOFLER, W. & K. OEGGL (2010): Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetations-, Klima- und Siedlungsgeschichte des Ultentales. – In: STEINER, H. (ed): Alpine Brandopferplätze. – Forschungen zur Denkmalpflege in Südtirol, Band IV: 735-783.
- KOMPATSCHER, K. & K. OEGGL (2005): Die spätglaziale und holozäne Vegetationsgeschichte des Überetsch. – *Paylno-Bulletin* **1**(3-4): 31-38.
- KOSTENZER, J. (1996): Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetationsgeschichte des Montafons. – *Ber. nat.-med. Verein Innsbruck* **8**: 9-110.
- MAHLKNECHT, M. (2007): Strukturen im Hochgebirge. Beispiel Schlandraun im Vinschgau. – *Der Schlern* **81**: 48-61.
- MANDL, F. (2003): Almen im Herzen Österreichs: Dachsteingebirge – Niedere Tauern – Salzkammergut – Totes Gebirge. Anisa, Gröbming.
- MANDL, F. (2009): Hallstatts bronzezeitliche Almen. – In: SCHMIDT, R. MATULLA, CH. & R. PSENER (eds): Klimawandel in Österreich. Die letzten 20.000 Jahre.....und ein Blick voraus. – Innsbruck University Press: 97-104.
- MANGERUD, J. ANDERSEN, S.T., BERGLUND, B. E. & J.J. DONNER (1974): Quaternary Stratigraphy of Norder. A proposal for terminology and classification. – *Boreas* **3** : 110-127.

- MARZATICO, F. (2009): Le basi economiche dell' età del Bronzo in Italia settentrionale /The economic bases of the Bronze Age in northern Italy. - In: BARTHELHEIM, M., STÄUBLE, H (Hrsg.): die wirtschaftlichen Grundlagen der Bronzezeit Europas. – Forschungen zur Archäometrie und Altertumswissenschaft **4**: 213-252.
- MEYER, D. (2003): Siedeln und Leben am Rande der Welt zwischen Steinzeit und Mittelalter. Schnee und Berge. – Archäologie in Deutschland Sonderheft 2003: 14-34.
- NICOLUSSI, K., KAUFMANN, M., PATZELT, G., PFLICHT, J. & A. VAN DER THURNER (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.
- OEGGL, K. (1998): Palynologische Untersuchungen aus dem Bereich des römischen Bohlenweges bei Lermoos, Tirol. – In: WALDE, E. (Hrsg.): Via Claudia. Neue Forschungen. Institut für Klassische Archäologie der Leopold-Franzens-Universität Innsbruck: 147-171.
- OEGGL, K. (1999): Das Luchner Moor - Pollenanalytische Untersuchungen zur Siedlungsgeschichte auf der Gnadenwaldterrasse im Raum Fritzens. - In: Gedenkschrift für Aufschnaiter. Heimatkundliche Blätter 8/99: 55- 64.
- OEGGL, K., KOFLER, W. & N. WAHLMÜLLER (2005): Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetations- und Siedlungsgeschichte im Montafon. – In: ROLLINGER, R. & RUDIGIER, A. (Eds.): Montafon. Geschichte, Kultur und Naturlandschaft. Band 1: Die naturräumlichen Grundlagen: 183 – 207.
- OEGGL, K., SCHMIDL, A. & W. KOFLER (2009): Origin and seasonality of subfossil dung from the Ice-man s discovery site (Eastern Alps). – *Vegetation History & Archaeobotany* **18**: 37-46.
- OEGGL, K. & K. NICOLUSSI (2009): Prähistorische Besiedlung von zentralen Alpentälern in Bezug zur Klimaentwicklung. in: SCHMID, R., MATULLA, C. & R. PSENNER (eds.): Klimawandel in Österreich. Die letzten 20 000 Jahre ...und ein Blick voraus. – Innsbruck university press. alpine space – man and environment: vol. 6: 77 – 86.
- PARKER, A.G., GOUDIE, A.S., ANDERSON, D.E., ROBINSON, M.A. & C. BONSALL (2002): A review of the mid-Holocene elm decline in the British Isles. – *Progress in Physical Geography* **26**(1): 1-45.
- PARNELL, A.C., HASLETT, J., ALLEN, J.R.M., BUCH, E.M. & B. HUNTLEY (2008): A flexible approach to assessing synchronicity of past events using Bayesian reconstructions of sedimentation history. – *Quaternary Science Reviews* **27**: 1872-1882.
- PUTZER, A. (2009): Eine prähistorische Almhütte am Schwarzboden im Maneidtal (Südtirol). – *Arch. Austriaca* **93**: 33-43.
- PUTZER, A. (2012): Von Hirtinnen und Bernstein – Prähistorische Weidewirtschaft im Schnalstal. – *Arch. Korrespondenzblatt* **2**: 153-170.
- RACKHAM, O. (1980): Ancient Woodland: Its History, Vegetation and Uses in England. Edward Arnold London.
- ROTTOLI M. & E. CASTIGLIONI (2009): Prehistory of plant growing and collecting in northern Italy, based on seed remains from the early Neolithic to the Chalcolithic (c. 5600 – 2100 BC). – *Vegetation History & Archaeobotany* **18**: 91-103.
- SCHMIDL, A., JACOMET, S. & K. OEGGL (2007): Distribution patterns of cultivated plants in the Eastern Alps (Central Europe) during Iron Age. – *Journal of Archaeological Science* **34**: 243-254.
- SCHMIDL, A., KOFLER, W., OEGGL-WAHLMÜLLER, N. & K. OEGGL (2005): Land use in the Eastern Alps during the Bronze Age – An archaeobotanical case study of a hill-top settlement in the Montafon (Western Austria). – *Archaeometry* **47**: 455-470.
- SCHMIDL, A. & K. OEGGL (2007): Ernährung und Wirtschaftsweise der Siedler am Ganglegg bei Schluderns während der Bronze- und Eisenzeit - paläoethnobotanische Untersuchungen. – In: STEINER, H. (ed): Die befestigte Höhensiedlung am Ganglegg im Vinschgau – Südtirol. Ergebnisse der Ausgrabungen 1997–2001 (Bronze/Urnenfelderzeit) und naturwissenschaftliche Beiträge. – *Forschungen zur Denkmalpflege in Südtirol* **3**: 511-589.
- SEIWALD, A. (1980): Beiträge zur Vegetationsgeschichte Tirols IV: Natzer Plateau – Villanderer Alm. – *Ber. nat.-med. Verein Innsbruck* **67**: 31-72.
- SHENNAN, S. & K. EDINBOROUGH (2007): Prehistoric population history: from the Late Glacial to the Late Neolithic in Central and Northern Europe. – *Journal of Archaeological Science* **34**: 1339-1345.
- TSCHISNER, C. (1998): Palynologische Untersuchungen zur holozänen Waldgrenz- und Klimaentwicklung im Ötztal anhand der Profile „Rofenmoos“ und „Moor am Rofenberg“. – Diplomarbeit Universität Innsbruck.

- WAHLMÜLLER, N. (1985): Beiträge zur Vegetationsgeschichte Tirols V: Nordtiroler Kalkalpen. – Berichte des naturwissenschaftlich-medizinischen Vereins in Innsbruck **72**: 101-144.
- WAHLMÜLLER, N. (1990): Spät- und postglaziale Vegetationsgeschichte des Tschöggelberges (Südtirol). – Berichte des naturwissenschaftlich-medizinischen Vereins Innsbruck **77**: 7-16.
- WAHLMÜLLER, N. (2002): Die Komperdellalm im Wandel der Jahrtausende. Ein Beitrag zur Vegetations- und Besiedlungsgeschichte des Oberen Gerichts. – In: KLIEN, R. (ed): Serfaus. Athesia-Tyrolia, Innsbruck: 71-83.
- WAHLMÜLLER, N. & K. OEGGL (2009): Der Mensch und die Umwelt vom Neolithikum bis heute. Ein Beitrag der Pollenanalyse zur Siedlungsgeschichte des Montafon. – In: ROLLINGER, R. & A. RUDIGIER (Eds.): Montafon. Geschichte, Kultur und Naturlandschaft. Band **2**: 50-65.
- WALDE, C. (1999): Palynologische Untersuchungen zur Vegetations- und Siedlungsentwicklung im Raum Kramsach – Brixlegg. – Berichte des naturwissenschaftlich-medizinischen Vereins in Innsbruck **86**: 61-79.
- WALDE, C. (2006): Die Vegetationsgeschichte des Oberen Gerichts – Pollenanalytische Untersuchungen des Plemun Weiher (Fließ, Tirol). – In: WALDE, E. (ed.): Via claudia augusta und Römerstrassenforschung im östlichen Alpenraum. Ikarus, Band **1**: 393-408.
- WALDE, C. (2010): Palynologische Untersuchungen zur Kulturlandschaftsgeschichte in Westtirol. – Dissertation Universität Innsbruck.
- WALDE, C. & K. OEGGL (2003): Blütenstaub enthüllt dreitausendjährige Siedlungsgeschichte im Tannberggebiet. – Walsert Heimat **73**: 162-175.
- ZOLLER, H., ERNY-RODMANN, CH. & P. PUNCHAKUNNEL (1996): The history of vegetation and land use in the Lower Engadine (Switzerland). Pollen record of the last 13000 years. – Nationalparkforschung in der Schweiz **86**: 61pp.

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. Klaus Oeggl, Institut für Botanik, Sternwartestraße 15, A-6020 Innsbruck, Österreich

e-Mail: klaus.oeggl@uibk.ac.at

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Reinhold-Tüxen-Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 2013

Band/Volume: [25](#)

Autor(en)/Author(s): Oeggl Klaus

Artikel/Article: [Vom Ulmensterben zur Waldverwüstung: anthropogene Vegetationsveränderungen in den Alpen seit dem Neolithikum 95-107](#)