Zur Vegetationsgeschichte der Silberenalp im Muotatal SZ an Hand der paläoökologischen Untersuchung der Schattgaden-Moorsedimente

Autor(en): **Haas, Jean Nicolas / Wahlmüller, Notburga / Kappelmeyer, Thilo**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Mitteilungen des historischen Vereins des Kantons Schwyz**

Band (Jahr): **105 (2013)**

PDF erstellt am: **28.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-389740

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Zur Vegetationsgeschichte der Silberenalp im Muotatal SZ an Hand der paläoökologischen Untersuchung der Schattgaden-Moorsedimente

Jean Nicolas Haas, Notburga Wahlmüller, Thilo Kappelmeyer, Benjamin Dietre, Irka Hajdas, Urs Leuzinger und Walter Imhof[1]

Einleitung

Der Forschungsrahmen[2]

Paläoökologische Untersuchungen von Moor- und Seesedimenten liefern die Grundlage für die Rekonstruktion der vergangenen Flora und Vegetation eines lokalen Gebietes und können in der Folge auch zur Erhebung der nacheiszeitlichen Klimageschichte dienen. Zudem können solche Untersuchungen in Gebirgsgegenden auch Ergebnisse zu den menschlichen Einflüssen sowie jener der Haustiere (Stichwort: Transhumanz) liefern.

Gängigerweise werden bei paläoökologischen Untersuchungen die in den Moor- und Seesedimenten unter Luftabschluss (und ohne sauerstoffbedingten Abbau) über die Jahrtausende erhalten gebliebenen Pflanzen- und Tierreste mit den Methoden der Palynologie (Pollen-, Sporen- und Extrafossilanalyse) und der Grossrestanalyse aus den Sedimenten extrahiert, bestimmt und quantifiziert. Wichtig sind in diesem Zusammenhang auch die an Pflanzengrossresten gewonnenen Radiokarbondatierungen, die eine absolute Datierung der Sedimente beziehungsweise der Vegetations- und Klimaabfolgen erlauben. Solche interdisziplinäre Arbeiten beruhen auch auf dem Austausch mit zusätzlichen, für die lokale Umweltgeschichte relevanten Grundlagendaten wie zum Beispiel landschaftskundliche, archäologische, dendrochronologische und faunistische Daten einer Region.

Aus dem Kanton Schwyz, speziell aus dem Gebiet des Muotatales, wurden in der Vergangenheit bereits paläoökologische Untersuchungen im Bödmerenwald durchgeführt. Es handelt sich dabei einerseits um eine pollenanalytische Arbeit bei der Alp Tor auf 1680 m ü. M.,[3] andererseits um eine paläoökologische Untersuchung des Bödmerenwaldes von Willem O. van der Knaap und anderen von 2005[4] in 1490 m Höhe, bei der zusätzlich zu den Pollen und Sporen auch Pflanzengrossreste untersucht wurden. Letztere Untersuchung weist allerdings für den Zeitraum von zirka 6500–2500 vor heute eine Sedimentlücke auf, sodass im mittleren Holozän kein direkter Vergleich mit den hier präsentierten Ergebnissen möglich ist. Aus dem Gebiet der Silberenalp, dem Karstgebiet östlich des Bödmerenwaldes, gab es bislang keinerlei vegetationsgeschichtliche Untersuchungen, was wohl mit der sehr wasserdurchlässigen, kalkreichen geologischen Unterlage zu tun hat und in der Schwierigkeit, geeignete Torf- oder Seesedimente zu finden, begründet war. Nur durch die intensive systematische Begehung und Sondierung jeder noch so kleinen Vernässung im engsten Raster konnte im Jahre 2009 das Schattgaden-Moor neben der Alp Hinter Silberen als geeignetes Untersuchungsobjekt entdeckt werden (Abb. 1 und 2). Diese Lokalität erwies sich dabei auch als Glücksfall, da in den letzten Jahren in unmittelbarer Nähe eine ganze Reihe von archäologischen Fundstellen bekannt geworden ist.

[1] Jean Nicolas Haas, Notburga Wahlmüller, Thilo Kappelmeyer, Benjamin Dietre: Universität Innsbruck, Institut für Botanik, Arbeitsbereich Evolution und Diversität der Pflanzen, Forschungsgruppe Palynologie und Archäobotanik (Jean-Nicolas.Haas@uibk.ac.at); Irka Hajdas: Labor für Ionenstrahlphysik, ETH Zürich; Urs Leuzinger: Amt für Archäologie Thurgau, Frauenfeld; Walter Imhof: Muotathal.

[2] Spezieller Dank gilt dem Kanton Schwyz (Amt für Kultur, Staatsarchiv Schwyz) für die Finanzierung des Projektes beziehungsweise der vorliegenden paläoökologischen Arbeiten. Grosser Dank gilt auch der Arbeitsgemeinschaft Höllochforschung AGH für die infrastrukturelle Unterstützung während der Feldarbeiten. Gerne bedanken wir uns ausserdem für die tatkräftige Hilfe beim Erbohren der Schattgaden-Moorsedimente bei Dieter Betschart, Thomas Schilter, Marion Sauter, Damian (Winnetou) Schelbert und Werner Walker. Grosser Dank gehört auch der Älplerin der Hinter Silberen Monika Henggeler für die Gastfreundschaft und Verköstigung während der Feldarbeiten, Marion Sauter und Erika Gobet für die interessanten Diskussionen zur Geschichte der Innerschweizer Alpwirtschaft sowie Esther Schreier für die Durchsicht einer ersten Manuskriptversion.

[3] Vgl. Sidler, Vegetationsgeschichte.

[4] Vgl. Van der Knaap et al., Bödmerenwald.

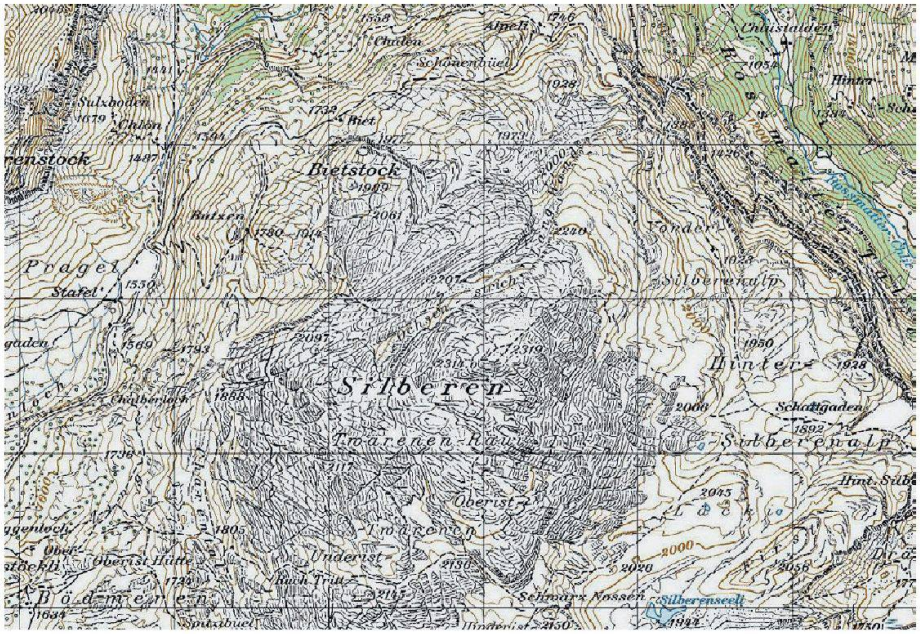


Abb. 1: Untersuchungsgebiet der Silberenalp (Muotathal) mit Schattgaden-Hütte und -Stall auf der Alp Hinter Silberen (ganz rechts). Die Bohrkernentnahme aus dem Schattgaden-Moor erfolgte etwa beim «9» der Höhenangabe «1892» gleich südlich der eingezeichneten Alpgebäude. (Reproduziert mit Bewilligung von swisstopo – BA 13093)

Abb. 2: Lage des Schattgaden-Moores (im Vordergrund) bei der Alp Hinter Silberen (Muotathal) während der Bohrkampagne 2009. Man beachte die ausgedehnte Karstlandschaft im Hintergrund (Blick Richtung Westen).

Abb. 3: Archäologische Sondiergrabung im Eingangsbereich der Silberenbalm-1 im Sommer 2006. Gut erkennbar sind die Holzkohlebänder einer bronzezeitlichen Feuerstelle.

Archäologische Prospektionen im Muotatal

Direkte Beweise für eine sehr frühe Begehung der voralpinen Zonen des Kantons Schwyz stammen bisher lediglich aus den Gemeinden Einsiedeln und Muotathal.[5] In letzterer Gemeinde untersuchen Walter Imhof und Mitglieder der Arbeitsgemeinschaft Hölloch-Forschung (AGH) seit mehreren Jahren Höhlen und Balmen (unter Felsdächern) nicht nur auf speläologische Aspekte, sondern auch auf deren allfällige Nutzung als Unterstände während der Ur- und Frühgeschichte bis in die Neuzeit. Dabei finden vor allem die zahlreichen Knochenfunde aus der Sammlung Walter Imhof Beachtung. Diese in zahlreichen Fundstellen aufgelesenen Faunenreste datieren anhand von Radiokarbon-Messungen teilweise bis in die ausgehende Eiszeit (Tab. 1). Mehrere dieser Knochen tragen eindeutige Schnitt-, Hack- und Brandspuren, welche die Anwesenheit von Menschen seit dem frühen Mesolithikum im Gebiet der Gemeinde Muotathal nahelegen.[6]

Um diese prähistorischen (und historischen) Knochenfunde besser in einen grösseren Kontext einordnen zu können, fanden von 2006 bis 2011 im Auftrag des Staatsarchivs Schwyz archäologische Prospektionen in der Gemeinde Muotathal statt. Der Schwerpunkt lag dabei auf den Regionen der Silberenalp sowie des Hüritals.[7] Eine Gruppe von Archäologen, Palynologen und Speläologen führte mehrere Sondierungen in zuvor sorgfältig ausgesuchten Höhleneingängen und Balmen sowie intensive Oberflächenbegehungen durch (Abb. 3). Ziel der Prospektion war es, neben indirekten Indizien zur Anwesenheit prähistorischer Menschen im Bereich der Silberenalp Befunde und Artefakte aus dieser Zeit zu entdecken.

Alle bisher untersuchten Fundstellen befinden sich zwischen 690 und 2109 m ü. M. in zum Teil unwegsamen Karstfeldern. Insgesamt wurden 24 Fundstellen archäologisch dokumentiert. Diese gliedern sich in sieben Höhleneingänge, 16 Abris und eine Oberflächenfundstelle. Zudem wurden insgesamt 34 Sondierungen durchgeführt. Mit Ausnahme von 17 kleinen Sondierungen lieferten alle übrigen 17 Grabungen Holzkohlereste von Feuerstellen, die auf Grund der ^{14}C-Altersbestimmungen in die Zeit vom Endneolithikum bis in die Neuzeit datieren (Tab. 1).

Neben prähistorischen Feuerstellen kamen unterhalb des Abri Alt Stafel 1 ein kleiner Bohrer sowie ein bearbeiteter Abschlag aus Ölquarzit zum Vorschein, wobei diese

[5] Vgl. Leuzinger-Piccand/Leuzinger-Piccand, Sammlerinnen; Kessler, Steinbeil.

[6] Vgl. Auf der Maur et al., Wüstungsforschung.

[7] Vgl. Leuzinger et al., Flösche; Leuzinger, Muotathal.

Fundstelle	Labor-Nr.	Material	C14 BP	BC/AD cal. (2σ)	Epoche
Muotathal SZ-Milchbalmhöhle	ETH-25109	Knochen STB	9'415 ± 75	9'150–8'450 BC	Frühmesolithikum
Muotathal SZ-Wunderfitz	ETH-27609	Knochen RH, mit SH	8'855 ± 70	8'035–7'694 BC	Frühmesolithikum
Muotathal SZ-Steinbockhöhle	ETH-29331	Knochen STB, mit SH	8'815 ± 70	8'017–7'680 BC	Frühmesolithikum
Muotathal SZ-Milchbalmhöhle	ETH-26807	Knochen RH	7'975 ± 55	7'032–6'649 BC	Spätmesolithikum
Muotathal SZ-Milchbalmhöhle	ETH-23845	Knochen RH	6'960 ± 75	6'000–5'710 BC	Spätmesolithikum
Muotathal SZ-Abri-Stalibalm	ETH-32481	Holzkohle FS?	4'050 ± 55	2'760–2'460 BC	Spätneolithikum
Muotathal SZ-Abri-Stalibalm	ETH-34475	Holzkohle FS?	3'590 ± 55	2'060–1'770 BC	Frühbronzezeit
Muotathal SZ-Gruebibalm	ETH-34465	Holzkohle FS?	3'580 ± 55	2'050–1'750 BC	Frühbronzezeit
Muotathal SZ-Silberenbalm	ETH-31186	Holzkohle FS	3'405 ± 45	1'779–1'601 BC	Frühbronzezeit
Muotathal SZ-Altstafel II	ETH-32473	Holzkohle FS	3'274 ± 50	1'679–1'440 BC	Mittelbronzezeit
Muotathal SZ-Ober Saum	ETH-23848	Knochen STB	3'260 ± 55	1'690–1'410 BC	Mittelbronzezeit
Muotathal SZ-Silberenbalm	ETH-34469	Holzkohle	3'240 ± 55	1'640–1'410 BC	Mittelbronzezeit
Muotathal SZ-Durchgangshöhle	ETH-32476	Holzkohle FS	3'205 ± 55	1'620–1'380 BC	Mittelbronzezeit
Muotathal SZ-Abri Stalibalm	ETH-32480	Holzkohle FS	2'925 ± 80	1'380– 910 BC	Spätbronzezeit
Muotathal SZ-Stalibalm	ETH-35073	Knochen HS	2'550 ± 50	820– 510 BC	Eisenzeit
Muotathal SZ-Abri-Stalibalm	ETH-34472	Holzkohle FS	2'510 ± 55	800– 480 BC	Eisenzeit
Muotathal SZ-Abri-Stalibalm	ETH-34463	Holzkohle FS	2'265 ± 50	410– 200 BC	Eisenzeit
Muotathal SZ-Martinsloch	ETH-28582	Knochen HH, mit SP	2'350 ± 45	542– 356 BC	Eisenzeit
Muotathal SZ-Silberenbalm	ETH-34470	Knochen S	2'070 ± 55	210 BC– 60 AD	Eisenzeit/ Römerzeit
Muotathal SZ-Bärengraben	ETH-32519	Knochen S/Z	1'955 ± 50	60 BC– 180 AD	Römerzeit
Muotathal SZ-Martinsloch	ETH-28063	Zahn	1'975 ± 50	70 BC– 143 AD	Römerzeit
Muotathal SZ-Hufstettlibalm	ETH-34464	Holzkohle	1'535 ± 50	410– 630 AD	Frühmittelalter
Muotathal SZ-Holzerabri	ETH-34471	Holzkohle	1'225 ± 55	660– 900 AD	Frühmittelalter
Muotathal SZ-Höllenschacht	ETH-42675	Knochen S	1'020 ± 35	960–1'050 AD	Mittelalter
Muotathal SZ-Knochenloch	ETH-26772	Knochen Z	960 ± 45	990–1'190 AD	Mittelalter
Muotathal SZ-Gruebibalm	ETH-37874	Knochen R	945 ± 30	1'020–1'160 AD	Mittelalter
Muotathal SZ-Bächlibalm	ETH-32483	Holzkohle	935 ± 50	1'010–1'210 AD	Mittelalter
Muotathal SZ-Höhle AGH 109	ETH-31334	Holzkohle FS	880 ± 40	1'147–1'225 AD	Mittelalter
Muotathal SZ-Bärengraben	ETH-35072	Knochen R	685 ± 90	1'170–1'430 AD	Mittelalter
Muotathal SZ-Durchgangshöhle	ETH-30135	Holzkohle	420 ± 45	1'416–1'524 AD	Mittelalter/ Neuzeit
Muotathal SZ-Hüenderbalm	ETH-30050	Holzkohle	250 ± 50	1'487–1'686 AD	Neuzeit
Muotathal SZ-Guggenhürli	ETH-34467	Holzkohle	165 ± 45	1'650–1'960 AD	Neuzeit

Tab. 1: Ausgewählte archäologische Fundstellen mit Radiokarbon-Daten an bearbeiteten Knochen oder Holzkohlen aus der Gemeinde Muotathal. Abkürzungen: FS = Feuerstelle, HH = Haushund, HS = Hausschwein, R = Rind, RH = Rothirsch, S = Schaf, SH = Schnitt- und Hackspuren, SP = Schnittspuren, STB = Steinbock, S/Z = Schaf/Ziege, Z = Ziege.

Abb. 4: Überblick über einen 2011 entnommenen Bohrkern (20 bis 50 cm Tiefe) aus dem Schattgaden-Moor bei der Alp Hinter Silberen (Muotathal). Man beachte den stratigraphischen Wechsel von Torf zu siltig-lehmigen Sedimenten bei 46.5 cm Tiefe.

Steinwerkzeuge ursprünglich aus der unmittelbar darüber liegenden Balm stammen dürften.[8] Der Bohrer datiert typologisch gesehen in die Mittel- oder Jungsteinzeit. Am selben Fundort kamen auch bronzezeitliche Keramikscherben zum Vorschein.[9]

Von Beginn an waren parallel zu den archäologischen Prospektionen auch naturwissenschaftliche Untersuchungen eingeplant. Dabei erhoffte man sich besonders von einem palynologischen Referenzprofil weiterführende Erkenntnisse zur Vegetationsgeschichte und zum anthropogenen Einfluss im Untersuchungsgebiet.[10] Der vorliegende Aufsatz legt nun die wichtigsten Resultate dieser paläoökologischen Untersuchungen vor.

Material und Methoden

Feldmethoden

Im Gebiet der Alp Hinter Silberen liegen zahlreiche unterschiedlich stark verlandete Seen und Tümpel, die als Flösche bezeichnet werden. Die dauerhaft feuchten, torfigen Verlandungssedimente diverser Gewässer beziehungsweise geologischer Vertiefungen sind günstige Fallen für Pollen, Sporen und Grossreste, wo sie unter Luftabschluss erhalten bleiben. In einem ersten Schritt wurde deshalb das Gebiet der Silberenalp im Juli 2009 mit einer Lawinensonde abgegangen, um die mächtigsten und ältesten Torfsedimentablagerungen zu finden. Dabei stellte sich heraus, dass die meisten Flösche maximal 80 cm mächtig waren. Bei einer Höhenlage von 1890 m ü. M. ist jedoch mit einer durchschnittlichen Sedimentationsrate von 30–40 Jahren pro cm Sedimenttiefe zu rechnen, sodass für diese Flösche mit einem Ablagerungsalter von lediglich 2000 bis 2500 Jahren zu rechnen war.

Einzig in der Nähe des Schattgadens bei der Alp Hinter Silberen wurden Sedimente von insgesamt 144 cm Mächtigkeit gefunden.[11] Die Sedimente aus diesem etwa 10 mal 15 m grossen Schattgaden-Moor wurden dann im Juli 2009 und September 2011 während zweier Bohrkampagnen geborgen. Gebohrt wurden im Jahre 2009 die obersten 130 cm (Torf) von Hand mit einem so genannten russischen Kammerbohrer (Firma Eijkelkamp, Niederlande), wobei die einzelnen Bohrkerne 50 cm lang sind und die Grundform eines halben Zylinders mit der Basis eines Halbkreises und eines Radius von 2.5 cm haben (Abb. 4). Die darunterliegenden 14 cm (vor allem tonige, anorganische Sedimente) wurden im Jahre 2011 mit einer abgewandelten Dachnowsky-Sonde erbohrt, wobei bohrtechnisch nur der Bereich von 144–137 cm entnommen werden konnte (siehe unten).

Labormethoden

Insgesamt wurde der mikroskopische Inhalt von 37 Sedimentproben auf Pollen (Blütenstaub) von Bäumen, Sträuchern, Kräutern und Sporen von Farnen sowie Extrafossilien (wie zum Beispiel Pilzsporen, Algenreste, Eier von aquatischen Würmern (Neorhabdocoela), Parasiten-Eier und Holzkohlepartikel) untersucht. Für die Analysen wurde aus den Bohrkernen mit einem Probenstecher jeweils 1 cm^3 Material entnommen. Dabei wurde auch eine Sedimentbestimmung im Labor durchgeführt. Die Probenaufbereitung erfolgte danach gemäss den üblichen Standardmethoden.[12] Es wurde auf eine möglichst schonende chemische Behandlung geachtet, um auch empfindliche Pflanzenteile oder Extrafossilien zu erhalten. Den Proben wurde zudem eine definierte Anzahl von Fremdsporen *(Lycopodium clavatum)* zwecks späterer Konzentrations- und Influxberechnung[13] hinzugefügt. Vor dem chemischen Aufschluss wurden die

[8] Vgl. Haas et al., Silberen; Imhof/Leuzinger, Silberen.

[9] Vgl. Imhof/Leuzinger, Muotathal; Imhof, Muotataler.

[10] Vgl. Leuzinger et al., Flösche.

[11] MSSG-1/2 = Muotatal-Silberen-Schattgaden, Landeskoordinaten 713'123/205'193; 1886 m ü. M.

[12] Vgl. Moore et al., Pollen.

[13] Vgl. Stockmarr, Tablets.

Proben gesiebt. Während einerseits die Fraktion grösser als 250 µm (Mikrometer = 0.001 mm) für die Makrorestanalyse Verwendung fand, wurde andererseits die Fraktion 250–7 µm für die palynologische Präparation weiterbehandelt, das heisst zuerst mit konzentrierter Essigsäure entwässert und dann eine Minute acetolysiert (9 Teile Essigsäureanhydrid und 1 Teil konzentrierte Schwefelsäure). Bei tonhaltigen Sedimenten wurden die Proben zusätzlich mit 20%iger Flusssäure behandelt. Nach mehrfachem Auswaschen des Rückstandes mit destilliertem Wasser ($H_2O_{dest.}$) wurde das Material in Glycerin überführt und 24 Stunden bei 95 Grad Celsius im Wärmeschrank entwässert. Abschliessend wurden mit dem Farbstoff Fuchsin gefärbte Dauerpräparate hergestellt und für die Bestimmung und quantitative Auszählung unter dem Mikroskop verwendet.

Palynologie

Zur Bestimmung schwieriger Pollen und Extrafossilien wurden die umfangreiche Vergleichssammlung des Instituts für Botanik der Universität Innsbruck und Bestimmungsliteratur[14] herangezogen. Zur Charakterisierung und Quantifizierung der ehemaligen Flora und Vegetation wurde nach dem Auszählen für jede ausgezählte Tiefenstufe eine 100%-Pollenberechnungssumme aus sämtlichen gefundenen terrestrischen Baumpollen und Nichtbaumpollen (= Kräuter und Süssgräser) gebildet. Alle weiteren Funde (das heisst lokal auf dem Moor wachsende Arten wie zum Beispiel die Cyperaceae (Sauergräser) sowie Farnsporen, Pollen von Sumpf- und Wasserpflanzen und sämtliche Extrafossilien) wurden zur Berechnung ihrer relativen und absoluten Bedeutung in Bezug zu dieser 100%-Summe gesetzt. Ausgehend von den absoluten Zählwerten folgte daraus die prozentuale Berechnung aller botanischen und zoologischen Funde und die Darstellung der Häufigkeitsverteilungen mit Hilfe der Zeichenprogramme Tilia.[15] Zur besseren Übersicht und Korrelation der Vegetationsentwicklung mit anderen Pollendiagrammen aus dem Gebiet wurde das Relativdiagramm entsprechend dem Pollengehalt in Biozonen – so genannten lokalen Pollenansammlungszonen (LPAZ)[16] – unterteilt. Die statistische Einteilung der kumulierten Ergebnisse des Gesamtprofils wurden mit dem Kluster-analyse-Programm CONISS vorgenommen, um entsprechende Vegetationsphasen objektiv abzugrenzen.[17]

An Hand der ausgezählten Werte der Pollen und den vor der chemischen Aufbereitung künstlich zugefügten Fremdsporen konnte anschliessend für alle organischen Funde eine Influxberechnung durchgeführt werden, um die Anzahl sedimentierte Mikroreste pro cm^2 Moorfläche und Jahr zu quantifizieren.[18]

Grossrestanalyse

Neben der palynologischen Probenentnahmen wurden am Bohrkern des Schattgaden-Moores auch Torfproben aus den obersten 130 cm in 4 cm Abständen zwecks Grossrestanalysen entnommen. Die gewonnenen Sediment-Proben wurden durch Siebe mit verschiedenen Maschenweiten (1000 µm, 500 µm, 250 µm und 125 µm) gesiebt, um entsprechende Pflanzen- und Tierreste entnehmen zu können. Ausgelesen wurden für die hier präsentierte Makrofossilstudie die beiden grössten Fraktionen (1000 µm, 500 µm). Unter Zuhilfenahme einer Stereolupe, entsprechender Standardliteratur und der Referenzsammlung des Instituts für Botanik der Universität Innsbruck wurde die Auslese und Bestimmung des Materials realisiert. Die entsprechenden Funde (Pflanzen- und Tierreste sowie anorganische Partikel) jeder Probentiefe wurden danach jeweils auf ein einheitliches Proben-Frischgewicht von 10 g umgerechnet, um eine bessere Vergleichbarkeit der Resultate zu erlauben. Schliesslich wurden die erhaltenen Resultate mittels des Computerprogramms Tilia[19] graphisch dargestellt. Die Zonierung der entsprechenden Grossrestfunde in lokale Makrorest-Ansammlungs-Zonen (LMAZ)[20] erfolgte hierbei unter zu Hilfenahme des statistischen Programms CONISS.[21]

Radiokarbondatierungen

Zur zeitlichen Einordnung der vegetationsgeschichtlichen Abschnitte wurden am Schattgaden-Profil insgesamt zehn Radiokarbondatierungen an terrestrischen Pflanzenresten vorgenommen (Tab. 2, Abb. 5). Die Proben für die

[14] Vgl. Fægri et al., Pollen; Moore et al., Pollen; Beug, Pollenbestimmung; Van Geel, Holocene.

[15] Vgl. Grimm, Tilia.

[16] LPAZ = Local Pollen Assemblage Zones.

[17] Vgl. Grimm, CONISS.

[18] Vgl. Stockmarr, Tablets.

[19] Vgl. Grimm, Tilia.

[20] LMAZ = Local Macrofossil Assemblage Zones.

[21] Vgl. Grimm, CONISS.

C-14 Labor-No.	Tiefe (cm) (Mittelwert)	C-14 Alter BP	σ13 C	cal. C-14 Alter (2-sigma Mittelwert)	Alter cal. BP (1950)	Datiertes Material
ETH-45011	28	230 ± 30	–15.8	AD 1'795 ± 165	155	BR
ETH-45942	43	250 ± 25	–21.0	AD 1'740 ± 220	210	BR
ETH-45012	47	1'535 ± 60	–22.3	AD 525 ± 115	1'425	SL
ETH-45943	66	2'720 ± 128	–29.7	900 ± 400 BC	2'850	SL
ETH-45944	78	4'450 ± 30	–22.8	3'150 ± 190 BC	5'100	SL
ETH-45014	80.5	4'760 ± 65	–17.4	3'515 ± 145 BC	5'465	SL
ETH-45015	92	5'175 ± 35	–36.6	3'935 ± 115 BC	5'885	BR, SL
ETH-44680	104	6'365 ± 30	–28.6	5'380 ± 90 BC	7'330	SL
ETH-44681	112	8'235 ± 35	–27.7	7'265 ± 185 BC	9'215	BR, PE, SL
ETH-44682	127	9'540 ± 35	–23.4	8'945 ± 195 BC	10'895	BR, CA, EV, KS, PE, SL

Tab. 2: An den Sedimenten des Schattgaden-Moores (Muotathal, Silberenalp) durchgeführte Radiokarbon-Datierungen. Das in kursiv angegebene Datum in 43 cm wurde von der palynostratigraphischen Lage her als zu jung eingestuft und für die Interpolation der Datierungen (siehe Abb. 5) nicht verwendet. Abkürzungen: BR = Bryophyta indet., CA = *Carex* spec. Samen, EV = *Eriophorum vaginatum* Samen, KS = Knospenschuppen indet., PE = *Pinus* spec. Periderm, SL: Substantia lignosa indet.

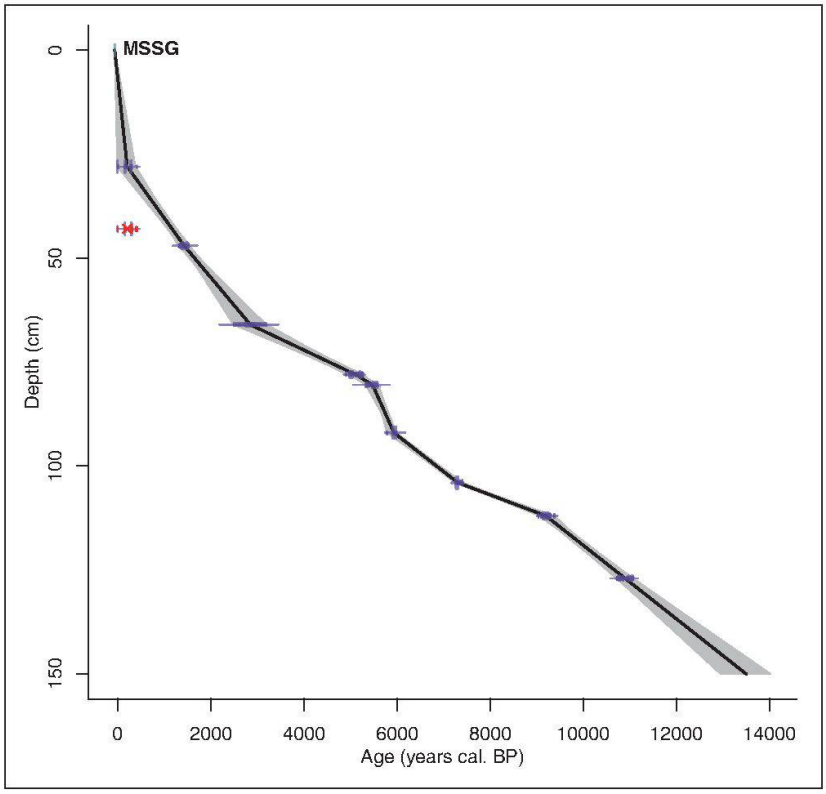


Abb. 5: Zeit-Tiefen-Diagramm für die an den Sedimenten des Schattgaden-Moores (Muotathal, Alp Hinter Silberen) durchgeführten Radiokarbondatierungen (siehe auch Tab. 2).

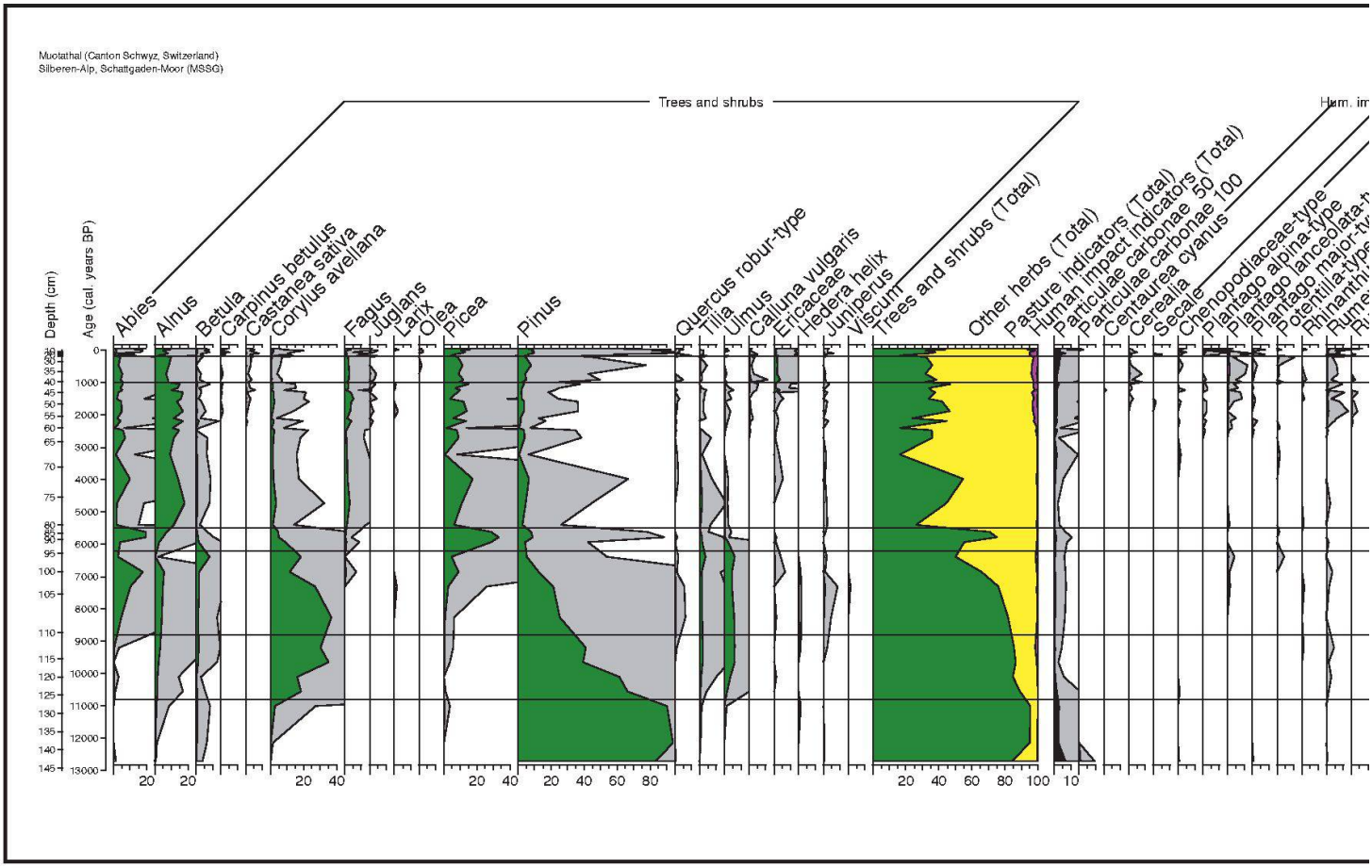


Abb. 6: Palynologisches Übersichtsdiagramm (zeitlinear) zu den botanischen und zoologischen Taxa aus dem Schattgaden-Moor bei der Alp Hinter Silberen (Muotathal). Von links nach rechts: Bäume und Sträucher, mikroskopische Holzkohlepartikel, anthropogene Zeigertaxa, Kräuter, Wasser- und Moorpflanzen, Kryptogamen, koprophile Pilze, Extrafossilien, lokale Pollenzoneneinteilung (LPAZ) und CONISS-Kluster-Analyse. Die graue Schattierung über den Einzelkurven zeigt die jeweils zehnfach überhöhten Prozentwerte an.

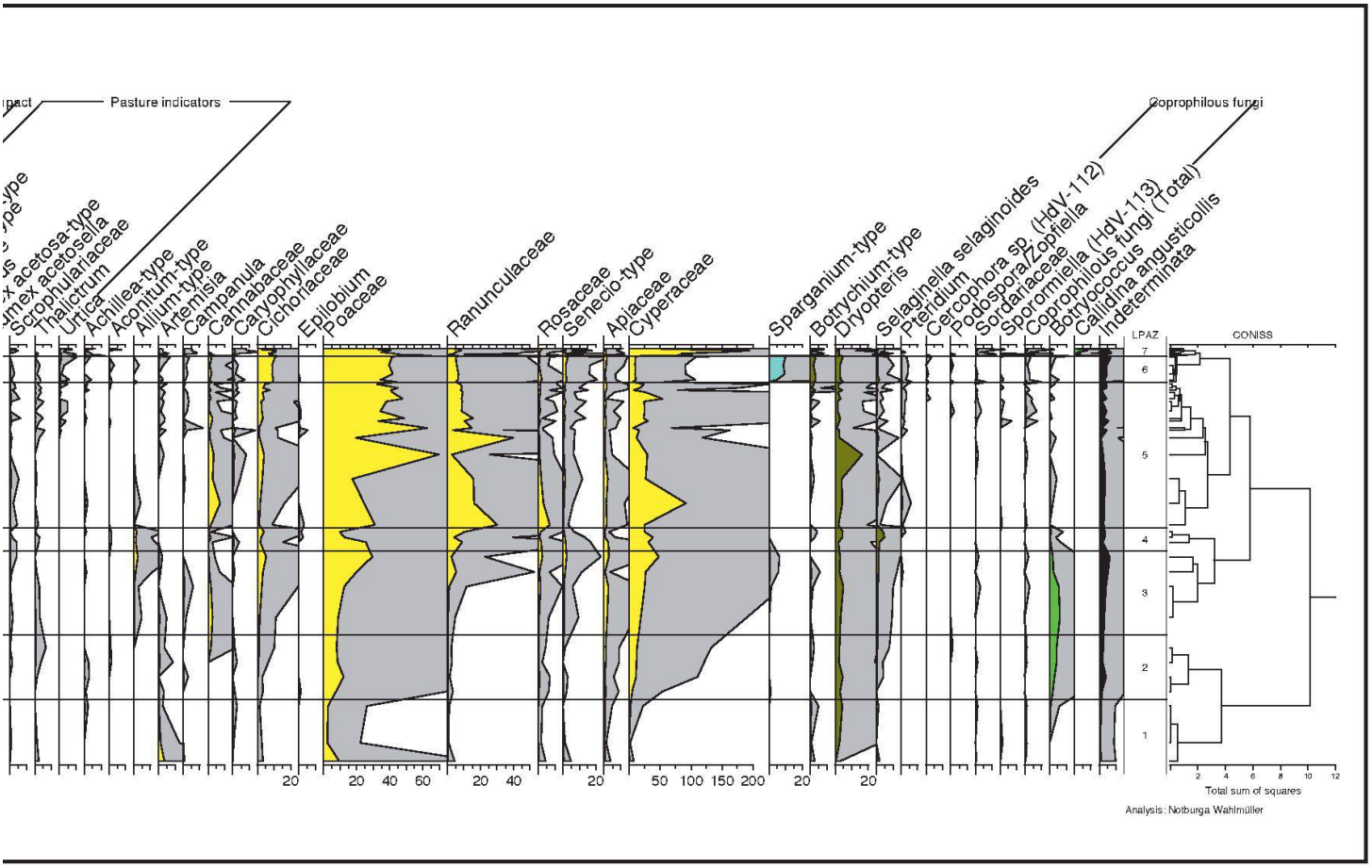
Radiokarbondatierungen wurden nach palynostratigraphischen Gesichtspunkten und nach dem Vorliegen erster Orientierungsanalysen zielgerichtet entnommen. Zur Datierung wurden ausschliesslich Samen oder Teile von Landpflanzen verwendet (entnommen im Zuge der durch Thilo Kappelmeyer durchgeführten Makrofossilanalysen). Sämtliche ^{14}C-Proben wurden danach an der Eidgenössischen Technischen Hochschule (ETH) Zürich gereinigt, um junge und alte Kontaminationen mit Karbonaten oder Huminsäuren zu entfernen.[22] Die Datierungs-Messungen erfolgten mittels der AMS-Methode (Accelerator-Mass-Spectrometry) und dem MICADAS-System[23] an der ETH Zürich. Auch eine sehr kleine Pflanzengrossrestprobe wurde dank einer Neuentwicklung einer Gas-Ionenquelle datiert (66 cm Tiefe).[24] Diese erlaubt zehn Mikrogramm Kohlenstoff mit AMS zu datieren. Die Umsetzung der konventionellen Radiokarbondaten in ein kalibriertes Alter (cal. BP 1950 = vor heute, respektive vor 1950)[25] erfolgte mit der

[22] Vgl. Hajdas, Radiocarbon.

[23] Vgl. Synal et al., MICADAS.

[24] Vgl. Ruff et al., Radiocarbon; Wacker et al., Gas.

[25] Vgl. Stuiver/Polach, Discussion.



INTCAL09-Kalibrierungskurve[26] und der Software CLAM[27] unter Nutzung der Statistik-Software R.[28] Somit wurde für jedes Radiokarbondatum das kalibrierte Kalenderalter und der 2σ-Vertrauensbereich um deren Mittelwerte ermittelt, die dann in Kalenderjahren (BC/AD = v. Chr./Anno Domini) angegeben werden (Tab. 2). Anschliessend wurden in der vorliegenden Arbeit alle Daten zwecks Berechnung der interpolierten Diagramm-Zeitskalen und zur besseren Vergleichbarkeit in das international gebräuchliche kalibrierte Alter vor 1950 umgewandelt (Abb. 5; in der Folge als cal. BP bezeichnet).

[26] Vgl. Reimer et al., Radiocarbon.

[27] Vgl. Blaauw, Age-modelling.

[28] Vgl. R Development Core Team, Computing.

Ergebnisse

Palynologie

Auf Grund der Pollen-, Sporen- und Extrafossilienfunde und durch die mit der CONISS-Zonierung definierten lokalen Pollenzonen (LPAZ) lässt sich das palynologische Diagramm in sieben Zonen einteilen. Die einzelnen lokalen Pollenzonen lassen sich wie folgt beschreiben (Abb. 6 ; siehe auch Abb. 7 für Beispiele von Pollen und Extrafossilien).

LPAZ Silberen-Schattgaden 1

Tiefe: 143–126 cm; Sediment: Ton mit organischem Anteil von 144 bis 137 cm, und von 130 bis 126 cm stark zersetzter Torf, dunkel-schwarz/braun; Alter: 12'800–10'800 cal. BP (10'850–8850 v. Chr.), Spät-Paläolithikum/Mesolithikum; *Pinus-Artemisia*-Zone mit viel Holzkohle.

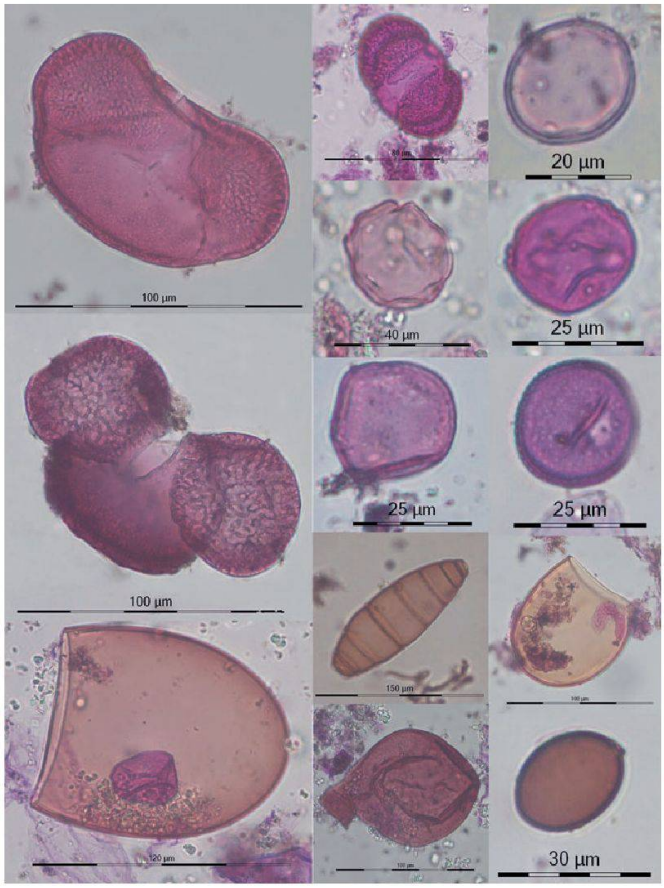


Abb. 7: Fotos von Pollentypen und Extrafossilien aus den Schattgaden-Moorproben (Muotathal). Jeweils von oben nach unten: *Picea abies* (Fichte), *Abies alba* (Weisstanne), *Microdalyellia armigera* (Neorhabdocoela-Wurmei), *Pinus cembra* (Zirbe/Arve), *Juglans regia* (Walnuss), *Rynchospora alba* (Weiss-Schnabelried), Pilzspore indet., *Callidinia* (Rotifera – Rädertierchen), *Urtica dioica* (Brennnessel), Cannabaceae (Hanfgewächse), *Sparganium* (Igelkolben), *Microdalyellia armigera* (Neorhabdocoela-Wurmei), *Sordaria* (Sordariaceae-Spore; koprophiler Pilz).

Diese basale Pollenzone umfasst die tiefsten Sedimente aus dem Schattgaden-Moor und weist teilweise eine recht hohe Pollenkonzentration von über 900'000 Pollenkörner pro cm^3 Sediment auf. Die Föhre (*Pinus,* auch Kiefer genannt) dominiert mit bis zu 93% der Pollensumme (Abb. 6), und das Baumpollentotal erreicht sogar 94%. Der Beifuss *(Artemisia)* verzeichnet mit 3% in diesem Diagrammabschnitt die höchsten Werte. Mit nur geringen Werten sind die Birke *(Betula),* die Hasel *(Corylus avellana),* der Wacholder *(Juniperus)* und das Sonnenröschen *(Helianthemum numularium)* vertreten.

LPAZ Silberen-Schattgaden 2

Tiefe: 126–110 cm; Sediment: Stark zersetzter Torf, dunkel-schwarz/braun; Alter: 10'800–8800 cal. BP (8850–6850 v. Chr.), Mesolithikum; *Pinus-Corylus*-Eichenmischwald-*Botryococcus*-Zone.

In dieser Zone bewegt sich die Pollenkonzentration mit Werten zwischen zirka 500'000 und 900'000 Pollenkörnern pro cm^3 Sediment. Die Föhrenpollenwerte *(Pinus)* fallen von 93 auf 35% zurück, die Föhre bleibt aber vorerst die dominierende Baumart (Fig. 6). Die Hasel *(Corylus avellana)* steigt im Gegenzug von 2 auf über 30%. Von den Laubbäumen des Eichenmischwaldes sind Ulme (*Ulmus,* 6%) und Linde (*Tilia,* 2%) vertreten. Erste Pollenkörner der Weisstanne *(Abies alba)* und der Fichte *(Picea abies)* treten auf. Süssgräser (Poaceae, bis 11%) sowie auch Sauergräser (Cyperaceae) zeigen eine leichte Zunahme. Die Kräuter sind in dieser Zone jedoch insgesamt nur mit geringen Werten vertreten. Die Traubengrünalge *(Botryococcus)* hingegen ist durchgehend mit bis zu 4% vorhanden, den höchsten Werten im gesamten Schattgaden-Moorprofil. Mikroskopische Holzkohlepartikel finden sich kaum, die Werte bewegen sich unter 1% im Vergleich zur Bezugs-Pollensumme.

LPAZ Silberen-Schattgaden 3

Tiefe: 110–94 cm; Sediment: Stark zersetzter kompakter Torf, dunkel-schwarz/braun, mit siltiger Einschwemmung von 102 bis 101 cm; Alter: 8800–6200 cal. BP (6850–4250 v. Chr.), Mesolithikum–Neolithikum; *Corylus-Pinus-Abies-Picea*-Eichenmischwald-*Botryococcus*-Zone.

In dieser Zone ist eine starke Abnahme der Pollenkonzentration zu verzeichnen, mit Werten, die von zirka 380'000 auf 75'000 Pollenkörnern pro cm^3 Sediment fallen. Die Hasel *(Corylus avellana)* hat zuerst noch relativ hohe Werte (35–26%), sie zeigt jedoch gegen Ende dieser Zone einen ersten deutlichen Einbruch auf unter 20% (Abb. 6). Die Föhre *(Pinus)* setzt ihren Rückgang von 35 auf 4% fort. Von den Laubbäumen kommt zusätzlich zur Ulme *(Ulmus)* und zur Linde *(Tilia)* in Spuren auch die Eiche *(Quercus)* vor. In 96 cm Tiefe (zirka 6400 cal. BP) erreichen alle Eichenmischwaldarten zusammen *(Ulmus, Tilia, Quercus robur*-Typ und *Acer)* ein letztes Maximum (9%) und fallen dann in weiterer Folge auf sehr geringe Prozentwerte (1%) zurück. Die Weisstanne *(Abies alba)* steigt in einer ersten Phase auf fast 17%, nach 6800 cal. BP bricht sie jedoch auf Werte um 5% zurück, während die Fichte *(Picea abies)* gleichzeitig auf zirka 8% ansteigt. Praktisch durchgehend ist nun auch Efeu *(Hedera helix)* und vereinzelt Mistel *(Viscum)* vertreten. Erste

Pollenkörner der Buche *(Fagus sylvatica)* scheinen zum Zonenende auf. In diesem Abschnitt finden sich durchgehend auch Pollenkörner von Weide *(Salix)*, Heidekrautgewächsen (Ericaceae) und Wacholder *(Juniperus)*. Das Baumpollen-Total fällt jedoch zum Ende dieser Zone auf nur noch 56% zurück, wobei die Eichenmischwaldarten daran keinen Beitrag leisten und nicht oder kaum zurückgehen. Die Werte an mikroskopischen Holzkohlepartikeln bleiben gering und bewegen sich weiterhin um 1% im Vergleich zur Bezugs-Pollensumme. Unter den leicht ansteigenden Werten der Kräuter verzeichnen Korbblütler (Cichoriaceae und *Senecio*-Typ), Doldenblütler (Apiaceae), Hanfgewächse (Cannabaceae, bei denen es sich gattungsmässig um den Hopfen – *Humulus* – handelt), Rosengewächse (Rosaceae) und Hahnenfussgewächse (Ranunculaceae) erste geringe Prozentwerte. Ab zirka 7000 cal. BP treten auch Trittrasenzeiger wie der Spitzwegerich *(Plantago lanceolata)* auf, zusammen mit steigenden Hahnenfussgewächsen (Ranunculaceae) und einigen wenigen Sporen von koprophilen Pilzen (das heisst von Pilzen, die mit Vorliebe auf Exkrementen von Pflanzenfressern wachsen). Bemerkenswert ist auch das regelmässige Vorkommen von Lauchgewächsen *(Allium)* in dieser Zone genauso wie die regelmässige Zunahme der Süss- und Sauergräserpollenwerte. Recht hohe Werte an Feuchtezeigern wie *Sparganium* (Igelkolben) und der Traubengrünalge *(Botryococcus)* prägen zudem diese Zone 3.

LPAZ Silberen-Schattgaden 4

Tiefe: 94–81 cm; Sediment: Stark zersetzter kompakter Torf, dunkel-schwarz/braun; Alter: 6200–5500 cal. BP (4250–3550 v. Chr.), Neolithikum; *Picea-Abies-Alnus-Selaginella*-Zone.

In dieser Zone steigt die Pollenkonzentration wiederum leicht an auf Werte zwischen zirka 225'000 und 100'000 Pollenkörnern pro cm^3 Sediment. Die Fichte *(Picea abies)* steigt rasch auf ihr Maximum von 32% hoch (Abb. 6), etwas verzögert folgt die Weisstanne *(Abies alba)*, die auf 18% ansteigt, an der oberen Grenze dieser Pollenzone. In diesen Tiefenstufen gehen die Kräuter generell und vor allem auch die Gräser (Poaceae und Cyperaceae) stark zurück. Erhöhte Werte weisen hingegen nun die Farne *(Dryopteris, Pteridium, Polypodium)* und der Moosfarn *(Selaginella selaginoides)* auf.

LPAZ Silberen-Schattgaden 5

Tiefe: 81–40 cm; Sediment: Stark zersetzter kompakter Torf, dunkel-schwarz/braun, mit Siltband von 46.5 bis 44.5 cm; Alter: 5500–1000 cal. BP (3550 v. Chr–950 n. Chr.), Neolithikum–Hochmittelalter; *Picea-Alnus*-Kräuter-Zone, mit *Castanea* und *Juglans* im obersten Zonendrittel.

In dieser Zone bewegt sich die Pollenkonzentration zwischen zirka 500'000 und 100'000 Pollenkörnern pro cm^3 Sediment. Nach einem steilen Abfall von Tanne *(Abies alba)* und Fichte *(Picea abies)* zu Zonenbeginn steigen die Werte der Erle *(Alnus)* auf einen Maximalwert von 18%, im Anschluss nehmen Fichte und Tanne noch einmal zu (Abb. 6). Nur in der Tiefenstufe von 68 cm zeichnet sich ein Einbruch in den Baumpollen ab, das Baumpollentotal fällt kurzfristig auf den kleinsten Wert (16%) der gesamten Stratigraphie, während die Gräser (Poaceae) und die Farne *(Dryopteris)* Maxima aufweisen. Ab dem Beginn dieser Pollenzone spielen Eichenmischwaldarten, Hasel *(Corylus avellana)* und Birke *(Betula)* keine Rolle mehr. Hingegen zeigt nun die Buche *(Fagus sylvatica)* während der ganzen Zone eine gewisse Präsenz (um 4%). Neu treten von den Bäumen ab zirka 2000 cal. BP die Edelkastanie *(Castanea sativa)*, die Walnuss *(Juglans regia)* und die Hainbuche *(Carpinus betulus)* auf. Von den Kräutern zeigen die Hahnenfussgewächse (Ranunculaceae) hohe Werte auf (bis 40%). Das Verhältnis von Baumpollen zu Nicht-Baumpollen beträgt nun durchschnittlich zirka 40% zu 60%. Die Artenanzahl der Kräuter ist deutlich erhöht und darunter finden sich nun ab etwa 2500 cal. BP vermehrt und in hohen Werten Zeigerpflanzen für menschliche Aktivitäten beziehungsweise Alp- und Weidenutzung wie Wegericharten *(Plantago)*, Gänsefussgewächse (Chenopodiaceae), Ampferarten *(Rumex)* und Brennnessel *(Urtica)*. Parallel dazu steigen die Werte der mikroskopischen Holzkohlepartikel relativ stark an. Pollen von Getreide (Cerealia) und speziell auch von Roggen *(Secale cereale)* treten nun zudem ab zirka 2000 cal. BP erstmals auf. Sporen von koprophilen Pilzen (die Gattung *Sporormiella* und Sporen der Sordariaceae-Familie) sind nun ebenfalls durchgehend vertreten.

LPAZ Silberen-Schattgaden 6

Tiefe: 40–24 cm; Sediment: Cyperaceae-Moostorf, etwas zersetzt, etwas tonig-lehmig-siltig (vor allem 41–38 cm, 35.5–32.5 cm und 28–26 cm); Alter: 1000–170 cal. BP (950–1780 n. Chr.), Hochmittelalter–Neuzeit; *Picea-Pinus-Ericaceae*-Kräuter-*Botrychium-Sparganium*-Holzkohle-Zone.

In dieser Zone bewegt sich die Pollenkonzentration zwischen zirka 300'000 und 100'000 Pollenkörnern pro cm^3 Sediment. Diese Zone wird durch den hohen Kräuteranteil (schwankend um 70%) geprägt (Abb. 6), was auf eine

komplett offene Landschaft schliessen lässt. Die Summe der Baumpollen (25–40%) schwankt um die 30% Marke, wobei innerhalb der Bäume weiterhin die Fichte *(Picea abies)* mit 6–15% die relativ höchsten Werte hat. Die Föhre *(Pinus)* und die Erle *(Alnus)* haben Werte zwischen 4 und 9%. Die Tanne (*Abies alba,* 1–4%) und die Buche (*Fagus sylvatica,* 1–3%) sind nur noch gering vertreten. Von den Holzpflanzen seien zudem die Heidekrautgewächse (Ericaceae) erwähnt, welche durchgehend höhere Prozentwerte aufweisen. Die Werte der Süss- und Riedgräser sowie die Summe der Kräuter ist durchgehend hoch, letzteres auch wegen durchgehend hohen Werten an Human-Impact-Zeigern *(Plantago, Rumex).* Diese Zone wird zudem durch Feuchtezeiger charakterisiert. So weist der Igelkolben *(Sparganium)* erstaunlich hohe Werte auf (9%), wohingegen die Sauergräser (Cyperaceae) relativ niedrige Werte verzeichnen. Die Mondraute *Botrychium* ist ebenfalls reichlich und in namhaften Prozentwerten vorhanden, genauso wie der Adlerfarn *(Pteridium aquilinum).* Die mikroskopischen Holzkohlepartikel sind wiederum reichlich vorhanden (bis zu fast 10%). Sporen des koprophilen Pilzes *Cercophora* sind in dieser Zone regelmässig vertreten, wenn auch nur mit geringen Werten.

LPAZ Silberen-Schattgaden 7

Tiefe: 24–1 cm; Sediment: Cyperaceae-Radizellen-Moostorf, wenig zersetzt; Alter: 170 cal. BP–heute (1780–2009 n. Chr. = Bohrkernentnahme), Neuzeit; *Pinus*-Cyperaceae-*Callidina angusticollis*-Zone.

In dieser Zone ist die Pollenkonzentration relativ gering, weil der Torf sehr jung und wenig kompakt ist. Die Konzentration bewegt sich zwischen zirka 60'000 und 23'000 Pollenkörnern pro cm^3 Sediment. Von Baumpollenseite her zeigt praktisch nur die Föhre *(Pinus)* leicht ansteigende Werte, wohingegen die Weisstanne *(Abies alba)* fast vollständig verschwindet (Abb. 6). Ansonsten dominieren die Kräuter, allen voran wiederum die Human-Impact-Zeigerpflanzen beziehungsweise die Weide- und Trittrasenzeiger. Die Sauergräser (Cyperaceae) steigen auf die höchsten Werte, nämlich bis auf über 184% (bezogen auf die als Ausgangsvergleichssumme definierte 100%-Summe aus Pollen der Bäume, Kräuter und Süssgräser; siehe oben). Unter den koprophilen Pilzen haben die Sordariaceae durchgehend erhöhte Prozentwerte. Zahlreiche Reste des Rädertierchens *Callidina angusticollis* (auch *Habrotrocha angusticollis* genannt) kommen einzig in dieser Zone mit relativ hohen Prozentwerten vor.

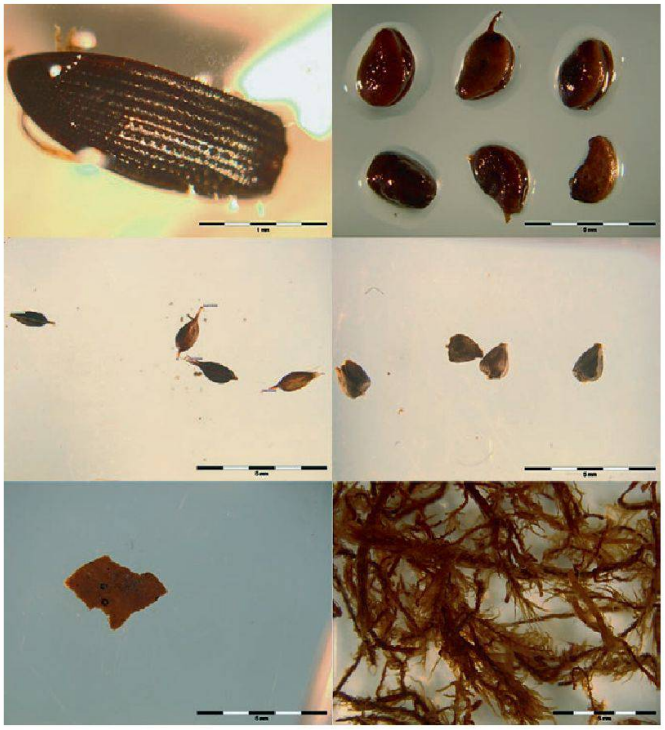


Abb. 8: Fotos von Grossresten aus den Schattgaden-Moorproben (Muotathal). Jeweils von oben nach unten: Coleopteren-Chitin *(Nerbria cf. brevicollis), Eriophorum vaginatum* Samen (Wollgras), *Pinus* spec. Peridermstück (Föhre), Ranunculaceae Samen (Hahnenfussgewächse), *Polygonum* spec. Samen (Vogelknöterich), Moosstengel (Bryophta).

Grossrestanalysen

Zur besseren Übersicht und Beschreibung der Grossrestfunde und -ergebnisse (Abb. 8) wurde das grossrestanalytische Diagramm auf Grund der erhaltenen CONISS-Zonierung in fünf so genannte lokale Makrofossilzonen (LMAZ) eingeteilt (Abb. 9). Die einzelnen Zonen lassen sich wie folgt beschreiben.

LMAZ Silberen-Schattgaden 1

Tiefe: 127–112 cm; Sediment: Stark zersetzter Torf, dunkel-schwarz/braun; Alter: 10'900–9100 cal. BP (8950–7150 v. Chr.), Mesolithikum; *Carex*-Ranunculaceae-*Coenococcum*-Minerogene Partikel-Zone.

Diese unterste Makrofossilzone wird durch hohe *Carex*-Präsenz (Seggen) gekennzeichnet (Abb. 9), die darauf hinweist, dass Cyperaceen (Sauergräser oder Seggen) die ersten Torfsedimente des Schattgaden-Moores charakterisierten

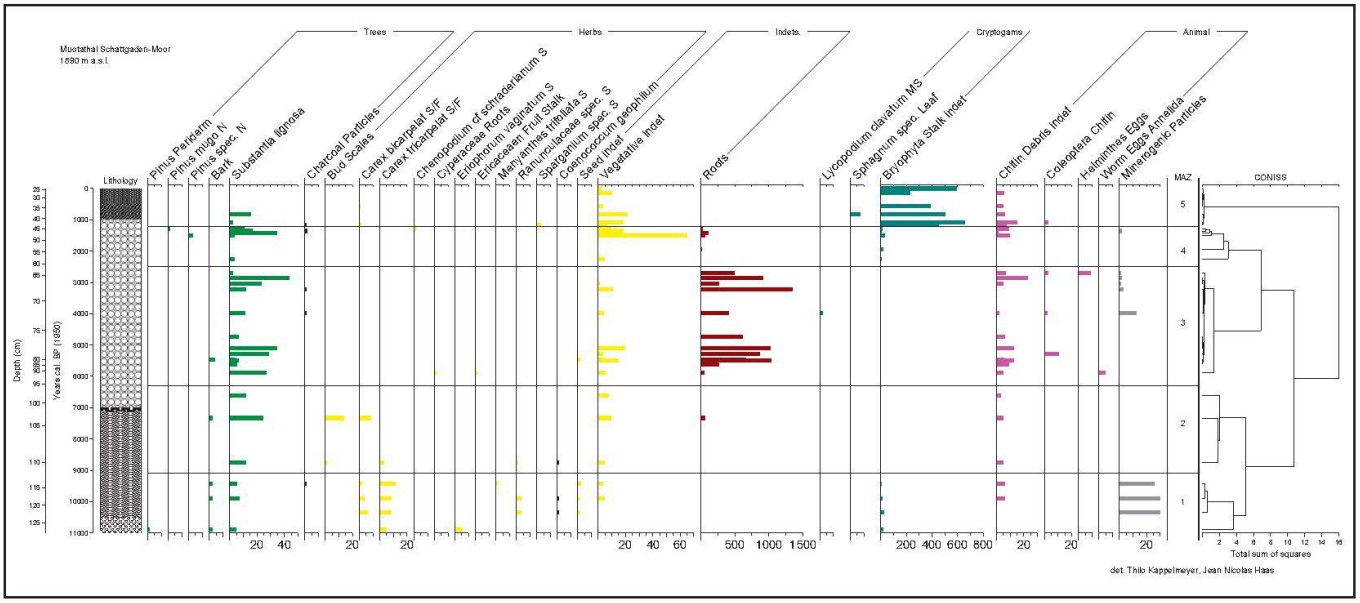


Abb. 9: Makrofossilien-Übersichtsdiagramm zu den botanischen und zoologischen Grossresttaxa aus dem Schattgaden-Moor bei der Alp Hinter Silberen (Muotathal). Von links nach rechts: Bäume und Sträucher, Holzkohle, Kräuter, Wurzeln, Kryptogamen, zoologische Reste, minerogene Partikel, lokale Makrofossilzoneneinteilung (LMAZ) und CONISS-Kluster-Analyse. Abkürzungen: MS = Makrosporen, N = Nadeln, S = Samen, S/F = Samen/Früchte.

beziehungsweise für den Mooraufbau verantwortlich zeichneten. Hierzu passt auch gut der Fund von *Eriophorum vaginatum*-Samen (Wollgras) und von Ranunculaceae-Samen, die von Pflanzen stammen dürften, die auf dem Moor gewachsen sind. Bemerkenswert sind in dieser Zone auch ein auf zirka 10'900 cal. BP (8950 v. Chr.) datierter Fund von *Pinus*-Periderm (innerste Rindenschicht), die das lokale Vorkommen der Föhre nachweist sowie ein auf zirka 9300 cal. BP (7350 v. Chr.) datiertes Holzkohlestückchen. Hohe Anteile an minerogenen Partikeln im Torf sowie die Präsenz von *Coenococcum geophilum*-Pilzfruchtkörpern (Abb. 9) weisen beide auf erosive Prozesse im Umfeld des Schattgaden-Moores hin.

LMAZ Silberen-Schattgaden 2

Tiefe: 112–95 cm; Sediment: Stark zersetzter kompakter Torf, dunkel-schwarz/braun, mit siltiger Einschwemmung von 102 bis 101 cm; Alter: 9100–6300 cal. BP (7150–4350 v. Chr.), Mesolithikum–Neolithikum; Substantia lignosa-*Carex*-Zone.

Diese zweite Makrofossilzone ist sehr fundarm und wird vor allem durch steigende Anteile an Substantia lignosa (verholzte Teilchen) geprägt (Abb. 9). Die wenigen weiteren Grossrestfunde beziehen sich auf *Carex*-Samen und die regelmässige Präsenz von Chitinteilen.

LMAZ Silberen-Schattgaden 3

Tiefe: 95–62 cm; Sediment: Stark zersetzter kompakter Torf, dunkel-schwarz/braun; Alter: 6300–2500 cal. BP (4350–550 v. Chr.), Neolithikum–Eisenzeit; Substantia lignosa-Wurzel-Chitin-Zone.

Diese nächste Makrofossilzone wird durch das regelmässige Vorhandensein von Substantia lignosa charakterisiert (Abb. 9), mit speziell hohen Werten zwischen zirka 5800 und 5200 cal. BP (3850–3250 v. Chr.) und um 2800 cal. BP (850 v. Chr.). Des Weiteren fällt in dieser Zone das durchgehende und reichliche Vorhandensein von Wurzeln im Torf des Schattgaden-Moores auf, sodass wir von einem eigentlichen Radizellentorf ausgehen können. Interessante Einzelfunde sind *Lycopodium clavatum* (Bärlapp) sowie einige Holzkohlestücke um 3800 und 3200 cal. BP (1850 und 1250 v. Chr.). Hohe Werte an Chitinteilen (darunter einige Käferteile – Coleoptera) vervollständigen das Bild der abgelagerten Grossresteinschlüsse im Torfkörper.

LMAZ Silberen-Schattgaden 4

Tiefe: 62–42 cm; Sediment: Stark zersetzter kompakter Torf, dunkel-schwarz/braun, mit Siltband von 46.5 bis 44.5 cm; Alter: 2500–1100 cal. BP (550 v. Chr.–850 n. Chr.),

Eisenzeit–Hochmittelalter; *Substantia lignosa-Pinus-Bryophyta*-Vegetativ indet.-Zone.

Diese vierte Makrofossilzone zeigt für das Mittelalter (1500–1200 cal. BP, 450–750 n. Chr.) einzelne Nadelfunde von *Pinus mugo* (Latsche) und von *Pinus* spec. (nicht weiter bestimmbar), zusammen mit relativ hohen Substantia lignosa-Funden. Interessant ist für diesen Zeitraum auch, dass regelmässig Moosfunde (Bryophyta) im Torf zu machen sind.

LMAZ Silberen-Schattgaden 5

Tiefe: 42–1 cm; Sediment: Stark zersetzter kompakter Torf, dunkel-schwarz/braun und ab 40 cm aufwärts Cyperaceae-Moostorf, etwas zersetzt, etwas tonig-lehmig-siltig (vor allem 41–38 cm, 35.5–32.5 cm und 28–26 cm), beziehungsweise ab 24 cm aufwärts Cyperaceae-Radizellen-Moostorf, wenig zersetzt; Alter: 1100 cal. BP–heute (850 n. Chr.–2009 n. Chr. = Bohrkernentnahme), Hochmittelalter–Neuzeit; *Sparganium-Sphagnum-Bryophyta*-Vegetativ indet.-Zone.

Die oberste Makrofossilzone des Schattgaden-Moores wird durch einen *Sparganium*-Samen (Igelkolben) und durch Holzkohlefunde (beide um zirka 1000 cal. BP, 950 n. Chr.) sowie durch einen extrem hohen Moosanteil (inklusive Torfmoos – *Sphagnum)* charakterisiert, andere Grossreste sind selten (Abb. 9).

Diskussion

Vegetationsgeschichte

Die Sedimentation im Becken des Schattgaden-Moores setzt im letzten Abschnitt des Spätglazials um zirka 12'800 cal. BP (10'850 v. Chr.) ein, und der Pollengehalt zeigt, dass in zirka 1900 m Höhe auf dem Silberengebiet somit erst relativ kurz vor dem Holozän-Beginn vor zirka 11'600 Jahren (9650 v. Chr., Präboreal) eine erste Vegetationsdecke entstanden ist. Föhren *(Pinus)* besiedelten das Gebiet des Muotatales, jedoch erreichte die Föhre erst mit dem frühholozänen Temperaturanstieg das Gebiet des Schattgadens in 1890 m ü. M. und zwar wohl nur mit Einzelbäumen. Die hohe Konzentration von Föhrenpollen im noch tonigen Sediment des ausgehenden Spätglazials (12'800 bis 11'550 cal. BP, das heisst zirka 10'850 bis 9600 v. Chr.) zeigt jedoch, dass der Föhrenwald nicht allzu weit vom Schattgaden-Moor entfernt war. Auffallend ist die höchste Pollenkonzentration in den Sedimenten des Präboreals, welche Catherine Sidler 2001[29] auf der nicht allzu weit entfernten Alp Tor (Bödmerenwald) ebenfalls feststellen konnte. Dort wird diese hohe Föhrenpollenkonzentration mit dem hohen Eintrag von Föhrenpollen aus tieferen Lagen erklärt. Zudem war damals die lokale Pioniervegetation noch sehr schlecht ausgebildet, was im Gehalt von minerogenen Teilchen im Sediment bestätigt wird. Die Waldgrenze dürfte damals also wesentlich tiefer verlaufen sein, was wohl mit einer sehr stark verzögerten Bodenbildung auf dem Karstgestein zu erklären sein dürfte.

Der Charakter dieser frühholozänen, zur Hauptsache wohl tiefergelegenen Föhrenwälder, kann als offener, sehr lockerer Föhrenbestand beschrieben werden. Dass die Föhre um das Schattgaden-Moor lokal vorhanden gewesen sein muss, zeigt ein auf 10'900 cal. BP (8950 v. Chr.) datiertes *Pinus*-Periderm aus den Grossrestanalysen (Abb. 9). Diese lichten Föhrenwälder bedingen zum einen eine erhöhte Blühfähigkeit und damit eine erhöhte Pollenproduktion, zum anderen kann die Hasel *(Corylus avellana)* ab zirka 11'000 cal. BP (9050 v. Chr.) sehr rasch in diese Waldgesellschaft einwandern. Zusätzlich begünstigten auch die klimatischen Bedingungen die rasche Ausbreitung der Hasel.[30] In den Tallagen wachsen ab etwa 10'000 cal. BP (8050 v. Chr.) zudem die Ulme *(Ulmus)* und die Linde *(Tilia),* was auch durch die auf der weiter unten liegenden Alp Tor (1680 m ü. M., Bödmerenwald) für diesen Zeitraum quantifizierten, etwas höheren Pollenwerte der Ulme und Linde bestätigt wird.[31] Über Fernflug werden auch schon erste Pollenkörner der Tanne *(Abies alba)* und der Fichte *(Picea abies)* angeweht.

Interessant ist auch die makroskopische Holzkohle aus den Schattgaden-Moorsedimenten, die auf 9300 cal. BP (7350 v. Chr.) zu datieren ist (Abb. 9) und möglicherweise mit Feuerereignissen oder Feuerstellen im Zusammenhang mit mittelsteinzeitlichen Jäger- und Sammleraktivitäten stehen könnte. Da im Gebiet auch eine Reihe mesolithischer, mit Schnitt- und Hackspuren versehenen Wildtierknochenfunde aus Höhlen gemacht werden konnten (Tab. 1), ist ein Zusammenhang mit solchen mittelsteinzeitlichen Jägergruppen nicht auszuschliessen.[32]

[29] Vgl. Sidler, Vegetationsgeschichte.

[30] Vgl. Haas et al., Holocene.

[31] Vgl. Sidler, Vegetationsgeschichte.

[32] Vgl. Imhof, Bär; Imhof, Muotataler.

Um 8200 cal. BP (um 6250 v. Chr.) hat die Hasel ihr Maximum erreicht und nimmt in der Folge wieder ab. Dieser Rückgang der Hasel steht mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit im Zusammenhang mit einer kurzzeitigen abrupten und weltweit nachgewiesenen Klimaverschlechterung mit etwa 200 Jahre andauernden kalt-feuchten Klimawerten.[33] Während dieser Zeit ab zirka 8200 cal. BP (6250 v. Chr.) sind zudem wiederholt Gletschervorstösse bekannt, welche unter der Klimaschwankung «Misox»[34] zusammengefasst werden. Diese Klimaverschlechterung begünstigte letztendlich die Einwanderung der Tanne *(Abies alba)* ins Silberen- beziehungsweise Muotatalgebiet, wie dies auch im nicht allzu weit entfernten Moor Andermatt/Hospental-Moos (1480 m ü. M.) nachgewiesen werden konnte.[35] Etwa 1000 Jahre nach dieser klimatisch ungünstigen Phase dringt dann auch die Fichte *(Picea abies)* in die Schattgadener und Muotataler Wälder (um 7000 cal. BP) ein, also mindestens 1000 Jahre später als die Tanne, wie das auch von anderen Innerschweizer Untersuchungen her bekannt geworden ist.[36] Tanne und Fichte bildeten danach einen Mischwald und verdrängten die Hasel wohl fast vollständig. In den palynologischen Befunden aus dem Schattgaden-Moor fehlen Hinweise auf grössere anthropogene Aktivitäten fast völlig, sodass die Einwanderung der Tanne wie auch jene der Fichte ausschliesslich auf klimatische Faktoren zurückgeführt werden kann.

Harsche Klimabedingungen während dem mittleren Holozän

Nach der Einwanderung der Fichte zeichnet sich ab 6300 cal. BP (4350 v. Chr.) wieder ein mehrere Jahrhunderte andauernder klimatischer Rückschlag ab, der als Rotmoos-I-Phase bezeichnet wird.[37] Dieser Rückschlag senkt die Waldgrenze deutlich unter die Höhenlage der Silberenalp (1890 m ü. M.) ab. Diese Klimaverschlechterung trifft in erster Linie die Fichte, welche vorher vermutlich in ersten Vorposten bis an die Waldgrenze in der Nähe des Schattgaden-Moores vorgedrungen war. Die Tanne wird durch die Rotmoos-I-Klimaverschlechterung ebenfalls stark reduziert (Abb. 6). Zudem ist die Tanne ein relativ schwacher Pollenproduzent und daher im Pollenspektrum eher unterrepräsentiert, was bedeutet, dass die Tanne damals dem Wald viel stärker beigemischt war, als in ihren Prozentwerten zum Ausdruck kommt. Durch die Absenkung der Waldgrenze kommt ausserdem der Fernflug von Hasel und der Eichenmischwaldarten (vor allem Ulme und Linde) aus tieferen Lagen stärker zum Ausdruck. Die Birke *(Betula)* kann nun kurzfristig Standorte an der Waldgrenze besiedeln, wobei hier nicht ganz klar wird, ob dies neben den oben beschriebenen klimatischen Gründen nicht auch anthropogene Gründe haben könnte. Es tauchen nämlich zu dieser Zeit (um 4350 v. Chr.) in Spuren auch eine Reihe von Zeigerpflanzen für eine – wenn auch nur sehr kleinflächige Alpnutzung – mit höheren Werten auf *(Plantago lanceolata,* Poaceae, diverse Asteraceae/Cichoriaceae). Diese ersten Funde einer möglichen Alpnutzung im kleinen Umfang könnten somit auch im Zusammenhang mit dem unterhalb des Abri Alt Stafel-1 gefundenen kleinen Bohrer sowie dem bearbeiteten Abschlag aus Ölquarzit stehen, die typologisch durchaus in die Jungsteinzeit passen würden.

Auf dem Schattgaden-Moor selbst wuchsen zu dieser Zeit vermehrt auch Sauergräser, was – zusammen mit einigen Pollenfunden von Igelkolben *(Sparganium)* – auf ein wässrig-feuchtes Biotop hinweist.

Nach dieser oben beschriebenen etwa 300 Jahre dauernden Klimaverschlechterung kann ab zirka 5900 cal. BP (3950 v. Chr.) die Fichte am schnellsten auf die besseren wärmeren Wachstumsbedingungen reagieren, die damals bezüglich des Jahresmittels sicherlich noch etwa 1–1.5 Grad Celsius höher lagen als die heutigen Temperaturen.[38] Der durch die Radiokarbondaten gut abgegrenzte Abschnitt zwischen 5900 und 5450 cal. BP (3950–3500 v. Chr.) lässt sich als eine optimale Phase für die Fichte definieren, so gut vertreten ist sie weder vorher noch nachher. Sie besiedelt nun massiv Standorte im Muotataler Wald und bildet an der Waldgrenze auch im Bereich der Alp Hinter Silberen wohl relativ dichte Bestände. Dies wird auch durch die hohen Werte an makroskopischen Substantia lignosa-Teilen gestützt, die zwischen 5800 und 5200 cal. BP (3850–3250 v. Chr.) ein absolutes Maximum zeigen (Abb. 9).

Um etwa 100 bis 150 Jahre verzögert folgt danach auch die Tanne, die nun ebenfalls im direkten Umfeld des Schattgaden-Moores in schönen Beständen im Waldgrenzbereich

[33] Vgl. Haas et al., Holocene; Tinner/Lotter, Response; Kofler et al., 8200.

[34] Vgl. Zoller, Klimaschwankungen.

[35] Vgl. Haas et al., Urserental.

[36] Vgl. Burga, Abies alba; Van der Knaap et al., Abies.

[37] Vgl. Bortenschlager, Klimaschwankungen; Haas et al., Holocene; Magny, Lake.

[38] Vgl. Haas et al., Holocene.

wuchs. Ab dieser Zeit, ab zirka 5800 cal. BP (3850 v. Chr.), waren die Hasel und die Eichenmischwaldarten wohl nur noch auf kleine Areale in den Muotataler Tieflagen beschränkt. Ihr geringer Nachweis im Pollenniederschlag des Schattgaden-Moores in unmittelbarer Nähe der damaligen Waldgrenze ist demnach auch bedingt durch die dichten Nadelwälder, die damals für etwa 300 Jahre (und somit bis zirka 5450 cal. BP = 3500 v. Chr.) an der Waldgrenze wuchsen.

Ab 5450/5400 cal. BP (zirka 3400 v. Chr.) kommt es zu einem völligen Bruch in den Pollenkurven der wichtigsten Bäume, die nun durch ein Minimum gehen und ein deutliches Absenken der Waldgrenze anzeigen. Die Fichten-Tannen-Föhrenbestände dürften auf der Alp Hinteren Silberen nun nur noch – wenn überhaupt – in Einzelbäumen gestanden sein. Im Talbereich werden zudem die Laubmischwaldarten Ulme, Linde und Eiche sowie auch Hasel und Birke von da an völlig bedeutungslos. Efeu *(Hedera helix)* und Mistel *(Viscum)* kommen regional ebenfalls nicht mehr vor. Die Erle *(Alnus)* hingegen breitet sich aus und wird zur wichtigsten Baum-/Strauchart im Muotatal und in der Schattgaden-Umgebung. Dies widerspiegelt wohl vor allem das Vorhandensein und die Verbreitung der Grünerle *(Alnus viridis)*. Auf der Silberenalp kommen nun vermehrt Gräser und eine höhere Diversität von Kräutern auf. All diese grossen Floren- und Vegetationsveränderungen im Muotatal beziehungsweise auf der Alp Hinter Silberen dürften auf Grund der weltweit nachgewiesenen, etwa 300 Jahre andauernden und als Rotmoos-II bezeichneten Klimaverschlechterung bedingt gewesen sein.[39] In diese Zeitspanne der Rotmoos-II-Klimaverschlechterung fällt auch der Fund des Eismannes «Ötzi» aus den Ostalpen, der jedoch auch darauf hinweist, dass subalpine und alpine Gebiete durchaus begangen worden sind in dieser klimatisch ungünstigen Zeit, zumindest im Sommerhalbjahr.[40] Diese Rotmoos-II-Klimaverschlechterung prägt auch den Beginn und den Begriff der «Neoglaciation» für den zweiten Teil des Holozäns, in dem es nun tendenziell konstant leicht kälter wird bezogen auf die sich um 1 bis 1.5 Grad Celsius nach unten verschiebenden Jahrestemperaturen.[41]

In den nach oben folgenden Sedimenten des Schattgaden-Moores aus stark zersetztem sehr kompaktem Torf ist die Pollenerhaltung sehr schlecht. Trotzdem lässt sich mit Sicherheit sagen, dass die Waldgrenze die Höhe des Schattgaden-Moores beziehungsweise der Alp Hinter Silberen nicht mehr erreicht hat, auch wenn heute einzelne relativ kleine Fichten am Steilhang der Silberenalp gleich unterhalb des Moores wachsen. Auf dem Schattgaden-Moor selbst breiten sich nun ab etwa 5000 cal. BP (zirka 3000 v. Chr.) die Sauergräser und Hahnenfussgewächse (Ranunculaceae) stark aus.

Spätneolithische und bronzezeitliche Nutzung der Silberenalp für die Jagd und für die Sammeltätigkeit?

Für das Spätneolithikum findet sich in den paläoökologischen Analysen keine Hinweise auf die Alpnutzung der Silberen, auch wenn Holzkohlefunde aus einer Balm die menschliche Nutzung des Gebietes im Zeitraum um 2600 v. Chr. nahelegen (Tab. 1).

Interessant sind jedoch die in den Grossrestanalysen des Schattgaden-Moores gemachten Holzkohlefunde (grösser als 0.5 mm; Abb. 9) für die Zeiten um 3800 und 3200 cal. BP (1850 und 1250 v. Chr.), die somit in die Bronzezeit fallen. Es könnte sich hier durchaus um Zeugen von Feuerereignissen im Zusammenhang mit der Begehung und Nutzung der Hinter Silberen durch den bronzezeitlichen Menschen handeln. Eine ganze Reihe von archäologischen Fundstellen mit Feuerstellen und Knochen (Tab. 1) sowie die gefundene bronzezeitliche Keramik (relativ zu datieren auf zirka 1500 v. Chr.) von unterhalb des Abri Alt Stafel 1 gleich unterhalb des Schattgaden-Moores passen gut zu diesem Bild. Allerdings zeigen die paläoökologischen Analysen (Abb. 6 und 9) wiederum keine nennenswerten Zeigerpflanzenfunde, weshalb wir nicht davon ausgehen können, dass während der Bronzezeit auf der Hinter Silberen Alpnutzung betrieben worden ist, wie wir das aus vielen anderen Teilen der Schweiz kennen,[42] sondern die Jagd und Sammeltätigkeit wohl immer noch eine wichtige Grösse im Alltagsleben der Menschen eingenommen haben dürfte. Dies dürfte auch mit der sehr abgeschiedenen Lage des Silberengebietes, der schwierigen Zugänglichkeit mit Haustieren (steil abfallende Ränder des Silberengebietes, Abb. 10) sowie der kargen Vegetation auf den Karstfeldern des Gebietes zusammenhängen.[43]

[39] Vgl. Bortenschlager, Klimaschwankungen; Haas et al., Holocene; Magny, Lake.

[40] Vgl. Dickson et al., Iceman; Festi, Ötztal.

[41] Vgl. Haas et al., Holocene.

[42] Vgl. zum Beispiel Della Casa, Society; Leuzinger/Curdy, Gebirge; Reitmaier, Hirten; Reitmaier et al., Silvretta.

[43] Vgl. Sutter/Bettschart, Karstlandschaft.

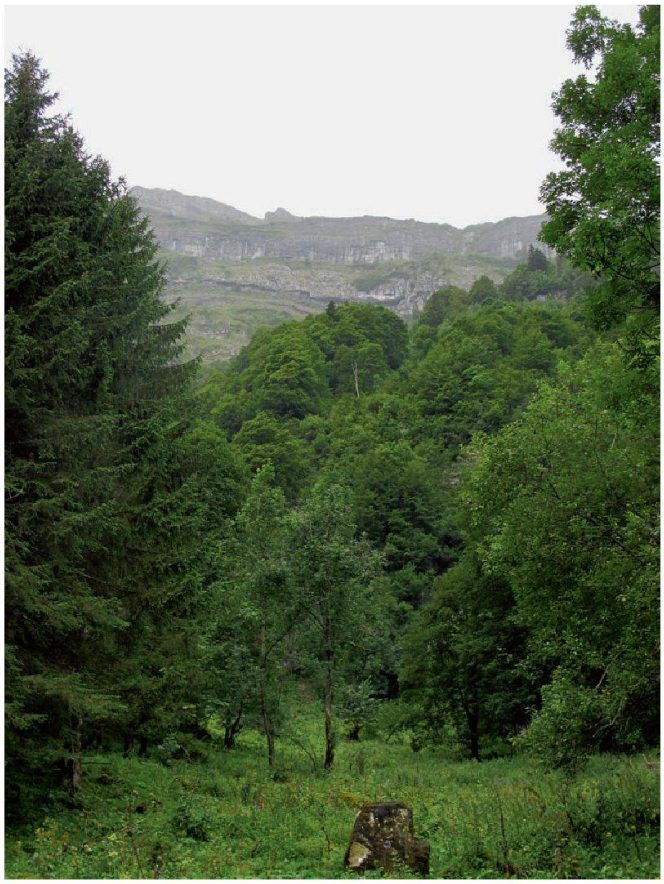


Abb. 10: Blick aus dem Rossmatter Tal (Kanton Glarus) hinauf Richtung Schattgaden und dem Silberenplateau (August 2013). Man beachte den Laubmischwald mit Fichten (1200 m ü. M.) und die unzugänglichen steilen Felsklippen.

Grossflächige Alpnutzung ab der Eisenzeit

Ab zirka 2500 cal. BP (500 v. Chr.), das heisst ab der mittleren Eisenzeit, wandelt sich das Vegetationsbild wiederum grundlegend. Eine Vielzahl von Weide- und Alpnutzungszeigerpflanzen treten nun in hohen Pollenprozentwerten auf, was klar auf eine grossflächige massive Nutzung des Schattgadengebietes beziehungsweise der Alp Hinter Silberen als Weidegebiet hinweist. Prominent vertreten sind hierbei *Plantago alpina* (Alpenwegerich), *Plantago lanceolata* (Spitzwegerich), *Rumex acetosa* (Sauerampfer), *Rumex acetosella* (Klein-Ampfer), Chenopodiaceae (Gänsefussgewächse), *Urtica* (Brennnessel), *Artemisia* (Beifuss), *Campanula* (Glockenblume), *Pteridium* (Adlerfarn) sowie die Sporen von koprophilen Pilzen (Abb. 6). Dies passt alles sehr gut zu den zahlreichen archäologischen Funden aus dem Muotatalgebiet (eisenzeitliche Holzkohle und auf 800–510 v. Chr. datierte Hausschweinknochen beziehungsweise auf zirka 550–350 v. Chr. datierte Schaf-/Ziegenknochen; Tab. 1) und bedeutet wohl im grösseren regionalen Kontext, dass das Gebiet der Silberenalp – möglicherweise aus demografischen oder gesellschaftsorganisatorischen Gründen – eben erst ab der späten Hallstattzeit genutzt wurde.

Ab der Römerzeit, um 2000 Jahre vor heute, zeichnet sich der Einfluss des Menschen zum einen durch den Pollenfernflug aus tieferen Lagen ab, der zeigt, dass die Edelkastanie *(Castanea sativa)* und die Walnuss *(Juglans regia)* in der erweiterten Region angepflanzt und auch Getreide grossflächig angebaut wurden (Beginn der Cerealia-Kurve sowie Vorhandensein von erstem Roggenpollen – *Secale cereale;* Abb. 6) wie dies auch aus den Untersuchungen auf der Alp Tor nachgewiesen werden konnte.[44] Des Weiteren dokumentieren auch die oben bereits für die Eisenzeit aufgeführten Zeigerpflanzen die Aktivitäten des Menschen und seiner Haustiere in der subalpinen Stufe der Silberenalp. Die Menschen dürften somit ab der Römerzeit an und über der Waldgrenze grossflächig Alpweide betrieben haben. In subalpinen Matten breiten sich dementsprechend Wiesen- und Weidepflanzen wie *Artemisia* (Beifuss), Caryophyllaceae (Nelkengewächse), Fabaceae (Schmetterlingsgewächse), *Juniperus* (Wacholder), *Calluna* (Besenheide), Ericaceae (Heidekrautgewächse) und *Helianthemum numularium* (Sonnenröschen) aus. Ihre Förderung steht klar im Zusammenhang mit dieser Ausdehnung der Alpweideflächen, was ausserdem gut zu zwei gefundenen Schaf-/Ziegenknochen aus dieser Zeit passt (einerseits auf 210 v. Chr.–60 n. Chr., andererseits auf 70 v. Chr.–143 n. Chr. datiert; Tab. 1).[45] Die nachgewiesene Präsenz eines Haushundes auf der Silberenalp (^{14}C-datiert auf 60 v. Chr.–180 n. Chr.; Tab. 1)[46] passt ebenfalls gut in diese römerzeitliche Nutzung der Silberenalp.

Eine weitere Alpnutzung und Jagdbegehung der Region während des Frühmittelalters im Zuge der Landnahme durch die Alamannen muss auf Grund einiger Holzkohlefunde in Abris angenommen werden (Holzkohle datiert auf 410–630 und 660–900 n. Chr., Tab. 1), auch wenn hierfür

[44] Vgl. Sidler, Vegetationsgeschichte.

[45] Vgl. auch Imhof, Schafrasse.

[46] Vgl. auch Imhof, Haushund.

bisher keine direkten Nachweise für das eigentliche Silberengebiet getätigt werden konnten.

Im Hochmittelalter, nach zirka 1000 cal. BP (das heisst um etwa 1000 n. Chr.), wandelt sich das Schattgaden-Moor in ein stehendes Gewässer, wo zumindest der im Zentrum des Moores gewählte Bohrpunkt geflutet war. Dies wird auch durch die sedimentologische Zusammensetzung sichtbar, da für diesen Zeitraum mehrere siltige Einschwemmungen im Torf des Schattgaden-Moores erkennbar sind. Als Ursache ist möglicherweise eine eventuell durch den Menschen verursachte Änderung des Wasserabfluss-Systems anzunehmen. Es breiten sich nun der Igelkolben (vermutlich *Sparganium angustifolium*) aus (Abb. 6), der gleichzeitig auch durch Samen nachgewiesen werden konnte (Abb. 9). Der Igelkolben kommt in Teichen bis zu einer Wassertiefe von 2 Metern subalpin/alpin durchaus verbreitet vor. *Sparganium* zeigt aber wegen seiner ökologischen Ansprüche ein erhöhtes Nährstoffangebot in der Zeit zwischen 1000 und 1780 n. Chr. an, wohl durch einen erhöhten mineralischen Eintrag auf Grund von Erosion und der Ablagerung von Exkrementen (hohe Werte an koprophilen Pilzen). Ein weiterer Störungszeiger ist in dieser Zeit ab 1000 n. Chr. die Mondraute *(Botrychium),* welche nun in der Umgebung des Schattgaden-Moores sehr häufig vorgekommen sein muss. Die Mondraute bevorzugt lückige niedrigwüchsige Trocken- und Magerrasen, kommt in den Alpen aber auch auf quelligen anmoorigen oder moorigen Standorten vor[47] und wird durch starke Beweidung erfahrungsgemäss gefördert. Ausserdem kommt *Cercophora,* ein koprophiler Pilz, nur in diesen mittelalterlichen Schichten vor, was möglicherweise auf die grössere Präsenz von Rindern hinweist, wie sie auch durch die auf 1000–1160 n. Chr. datierten, ältesten Rinderknochen des Muotatales belegt sind (Tab. 1).

Die hochmittelalterlichen Aktivitäten des Menschen vor Ort spiegeln sich auch in den Holzkohlefunden im Schattgaden-Moor wider (datiert auf zirka 1000 cal. BP), die wohl auf eine wesentliche Öffnung der Hinter Silberen schliessen lassen, wo zuvor auch Latschen *(Pinus mugo*-Grossrestfunde, Abb. 9) wohl grössere, aber undurchdringbare und damit weidetechnisch schwierige Bestände gebildet haben müssen. Die Nutzung des Gebietes ab etwa 1000 n. Chr. passt somit gut zu den ältesten, ins 10. und 11. Jahrhundert datierten Gebäuderesten sowie zu der ersten schriftlichen Urkunde von 1295 n. Chr. über die Nutzungsrechte der Silberen.[48] Auf zirka 1000–1200 n. Chr. datierte Holzkohlefunde aus verschiedenen Höhlen des Silberengebietes sowie Schaf- und Ziegenknochenfunde aus drei verschiedenen Fundstellen ganz aus der Nähe (datiert auf 960–1050, 990–1170 und 990–1190 n. Chr., Tab. 1)[49] sowie zahlreiche alpine Wüstungen von abgegangenen Alpsiedlungen, wie sie im Silberengebiet zahlreich und ab der Zeit um 1000 n. Chr. vorliegen,[50] runden den direkten Nachweis dieser Phase intensiver Alpnutzung ab.

Zu guter Letzt spiegeln die obersten 24 cm des Schattgaden-Moor-Profils die historischen beziehungsweise heutigen Verhältnisse wider. Ab zirka 1780 n. Chr. verschwindet *Sparganium* abrupt und der wachsende Torf ist kaum zersetzt, dementsprechend niedrig ist auch die Pollenkonzentration. Fichte und Föhre breiten sich seit rund 100 Jahren wieder etwas mehr aus, was möglicherweise mit der jüngsten Erwärmung der Erde zusammenhängt oder auf eine in den letzten Jahrzehnten nicht mehr ganz so starke und grossflächige Alpwirtschaft zurückzuführen ist. Für Letzteres spricht, dass vor zirka 100 Jahren 180 Rinder auf der Silberenalp gesömmert wurden, wohingegen heute nur noch etwa 80 Rinder auf der Alp weiden.

Kommen wir zurück zur Vegetationsentwicklung, so verschwindet die Tanne seit 100 Jahren fast vollständig aus dem Pollenbild, was darauf hinweisen dürfte, dass die Tanne im Muotatal viel seltener geworden ist als noch vor ein paar Jahrhunderten. Auch die Erle ist wohl generell seit etwa 200 Jahren nicht mehr so häufig wie zuvor. Interessant ist zudem auch das einzigartige Aufkommen des Rädertierchens *Callidina angusticollis* im Torf der letzten rund 150 bis 100 Jahre, was auf die hydrologischen und ökologischen Umwälzungen im Moor hinweist (eventuell bedingt durch eine Moor-Drainage) und mit dem Bau des Schattgaden-Alpgebäudes im Jahre 1910 gleich 20 Meter neben dem Schattgaden-Moor zusammenhängen könnte.

Zusammenfassung

Die im recht abgelegenen Gebiet der Silberenalp (Gemeinde Muotathal, 1890 m ü. M.) an den radiokarbondatierten Schattgaden-Moorsedimenten durchgeführten

[47] Vgl. Bennert et al., Botrychium.

[48] QW I/1, Nr. 93, S. 42 (1295); QW I/2, Nr. 1109, S. 562 (1322), Nr. 1212, S. 611 (1324), Nr. 1580, S. 768 (1331); vgl. Imhof, Jäger.

[49] Vgl. auch Imhof, Schafrasse.

[50] Vgl. Auf der Maur, Muotatal.

paläoökologischen Analysen (Pollen, Sporen, Extrafossilien, Grossreste) lassen neue Erkenntnisse zur prähistorischen und historischen Alpnutzung zu. Angesichts der Karstlandschaft der weitläufigen Silberenalp und der Lage oberhalb des Höllochs und weiterer grosser Höhlensysteme war das Auffinden einer bis ins Spätglazial (zirka 10'850 v. Chr.) zurückreichenden, 144 cm langen subalpinen Torf-Stratigraphie aussergewöhnlich. Nach einer frühholozänen Wiederbewaldung des Muotatales nach der letzten Eiszeit dürfte das Silberengebiet nur während des Klimaoptimums und bis gegen 3500 v. Chr. bewaldet gewesen sein (Fichten, Tannen, Föhren). Lokale archäologische Funde (Knochen mit Schnitt- und Hackspuren, Holzkohle, Feuerstellen aus Abris und saisonalen Balmsiedlungen) zeigen, dass das Silberengebiet und seine Umgebung von Menschen während der Mittelsteinzeit (im Zeitraum 9100–5700 v. Chr.), während der späten Jungsteinzeit (im Zeitraum um 2600 v. Chr.) sowie während der Bronzezeit (im Zeitraum 2000–900 v. Chr.) vielfach begangen und genutzt worden sein muss. Das Silberengebiet dürfte dabei vor allem als Jagd- und Sammelgebiet genutzt worden sein, da für diese Zeitepochen paläoökologisch keine Alpnutzung mit Haustieren nachgewiesen werden kann beziehungsweise entsprechende Zeigerpflanzen vorhanden gewesen wären. Dies steht stark im Gegensatz zur prähistorischen Nutzung von anderen inneralpinen Gebieten der Schweiz und dürfte auf die Abgeschiedenheit des Silberengebietes, auf den beschwerlichen steilen Zugang beziehungsweise auf die auf diesem 10 mal 20 km grossen Karstgebiet nur spärlich wachsende Vegetation zurückzuführen sein. Erst mit Ende der Hallstattzeit (zirka 600 v. Chr.) – möglicherweise wegen demografischer Veränderungen – setzt dann eine ganz massive Alpnutzung der Silberenalp ein, wie es die vielen Pollenfunde entsprechender Zeigerpflanzen belegen (zum Beispiel Alpenwegerich, Spitzwegerich, Sauerampfer, Klein-Ampfer, Gänsefussgewächse, Brennnessel, Beifuss, Glockenblume, Adlerfarn). Dieser anthropogene Druck auf das Silberengebiet hielt danach auch während der Römerzeit und dem Mittelalter an und führte zu den heutigen Alpmatten. Interessanterweise erfuhr das lokale Schattgaden-Moorbiotop dann vor zirka 1000 Jahren einen kompletten Umbruch, sodass ein stehendes Gewässer mit Igelkolben entstand. Erst mit dem Bau der Schattgaden-Alpgebäude im Jahre 1910 (gleich 20 m entfernt vom Schattgaden-Moor) und einer vermutlichen Drainage des zuvor entstanden Kleingewässers entstand dann wieder das heutige Kleinseggenmoor.

Quellen und Literatur

Quellen

QW I/1
Quellenwerk zur Entstehung der Schweizerischen Eidgenossenschaft, Abteilung I, Urkunden, Bd. 1: Von den Anfängen bis Ende 1291, bearb. von Schiess Traugott, Aarau 1933.

QW I/2
Quellenwerk zur Entstehung der Schweizerischen Eidgenossenschaft, Abteilung I, Urkunden, Bd. 2: Von Anfang 1292 bis Ende 1332, bearb. von Schiess Traugott, Aarau 1937.

Literatur

Auf der Maur et al., Wüstungsforschung
Auf der Maur Franz/Imhof Walter/Obrecht Jakob, Alpine Wüstungsforschung, Archäozoologie und Speläologie auf den Alpen Saum bis Silberen, Muotatal SZ. Neue alpwirtschaftliche Erkenntnisse und Spuren menschlicher Tätigkeiten bis in die Steinzeit, in: MHVS, 97/2005, S. 11–74.

Auf der Maur, Muotatal
Auf der Maur Franz, Alpine Wüstungen im Muotatal – von den Anfängen der Alpwirtschaft im Tal, in: Muotatal – Ein Stück Heimatkunde, hg. von Imhof Walter, Schwyz 2011, S. 8–9.

Bennert et al., Botrychium
Bennert H. Wilfried/Sonneborn Irmgard/Sonneborn Willi/Horn Karsten, Bestandsdynamik, Ökologie und Soziologie von Botrychium simplex in der Senne (Nordrhein-Westfalen), in: Abhandlungen aus dem Westfälischen Museum für Naturkunde, 65/2003, S. 31–42.

Beug, Pollenbestimmung
Beug Hans-Jürgen, Leitfaden der Pollenbestimmung für Mitteleuropa und angrenzende Gebiete, München 2004 (Pfeil).

Blaauw, Age-modelling
Blaauw Maarten, Methods and code for «classical» age-modelling of radiocarbon sequences, in: Quaternary Geochronology, 5/2010, Nr. 5, S. 512–518.

Bortenschlager, Klimaschwankungen
Bortenschlager Sigmar, Waldgrenz- und Klimaschwankungen im pollenanalytischen Bild des Gurgler Rotmooses, in: Mitteilungen der Ostalpin-Dinarischen Gesellschaft für Vegetationskunde, 11/1970, S. 19–26.

Burga, Abies alba
Burga Conradin Adolf/Hussendörfer Erwin, Vegetation history of Abies alba Mill. (silver fir) in Switzerland – pollen analytical and genetic surveys related to aspects of vegetation history of Picea abies (L.) H. Karsten (Norway spruce), in: Vegetation History and Archaeobotany, 10/2001, Nr. 3, S. 151–159.

Della Casa, Society
Della Casa Philippe, Prehistoric alpine environment, society, and economy. Papers of the international colloquium PAESE'97 in Zürich, Bonn 1999 (Universitätsforschungen zur prähistorischen Archäologie, Bd. 55).

Dickson et al., Iceman
Dickson James H./Oeggl Klaus/Handley Linda L., The Iceman reconsidered, in: Scientific American, 5/2003, S. 70–79.

Fægri et al., Pollen
Fægri Knut/Kaland Peter Emil/Krzywinski Knut, Textbook of pollen analysis, Chichester 1989 (John Wiley).

Festi, Ötztal
Festi Daniela/Putzer Andreas/Oeggl Klaus, Mid and late Holocene land-use changes in the Ötztal Alps, territory of the Neolithic Iceman «Ötzi», in: Quaternary International, Version: 20.8.2013, http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2013.07.052 [Status: 14.9.2013].

Grimm, CONISS
Grimm Eric Christopher, CONISS: a FORTRAN 77 program for stratigraphically constrained cluster analysis by the method of incremental sum of squares, in: Computers & Geosciences, 13/1987, Nr. 1, S. 13–35.

Grimm, Tilia
Grimm Eric Christopher, Tilia, Illinois State Museum, Springfield, USA, Version 1.7.16, 2011.

Haas et al., Holocene
Haas Jean Nicolas/Richoz Isabelle/Tinner Willy/Wick Lucia, Synchronous Holocene climatic oscillations recorded on the Swiss Plateau and at timberline in the Alps, in: The Holocene, 8/1998, Nr. 3, S. 301–309.

Haas et al., Silberen
Haas Jean Nicolas/Imhof Walter/Leuzinger Urs, Muotathal SZ, Silberen. Fundbericht 2009, in: Jahrbuch der Archäologie Schweiz, 93/2010, S. 212.

Haas et al., Urserental
Haas Jean Nicolas/Wahlmüller Notburga/Vaccaro Christina/Dietre Benjamin /Hajdas Irka, 7000 Jahre Vegetationsgeschichte des Urserentals anhand palynologischer und grossrestanalytischer Untersuchungen an den Torfsedimenten aus der Flur (Moos) zwischen Andermatt und Hospental (Kanton Uri, Schweiz), in: Historisches Neujahrsblatt des Kantons Uri (im Druck).

Hajdas, Radiocarbon
Hajdas Irka, Radiocarbon dating and its applications in Quaternary studies, in: Quaternary Science Journal – Eiszeitalter und Gegenwart, 57/2008, S. 2–24.

Imhof, Bär
Imhof Walter, Bär, Wolf und Luchs im Muotatal – Knochenfunde aus Höhlen, Schwyz 2012.

Imhof, Haushund
Imhof Walter, Haushund auf der Silberenalp bereits zur Zeit der Römer, in: Muotatal – Ein Stück Heimatkunde, hg. von Imhof Walter, Schwyz 2011, S. 146–147.

Imhof, Jäger
Imhof Walter, Urzeitliche Jäger und Weltraumschrott, in: Muotatal – Ein Stück Heimatkunde, hg. von Imhof Walter, Schwyz 2011, S. 24–27.
Imhof, Muotataler
Imhof Walter, Die ersten Muotataler – Spuren ur- und frühgeschichtlicher Jäger und Hirten aus Höhlen und Balmen, Schwyz 2013.
Imhof, Schafrasse
Imhof Walter, Uralte Schafrasse aus dem Muotatal – Hilträternschaf, in: Muotatal – Ein Stück Heimatkunde, hg. von Imhof Walter, Schwyz 2011, S. 115–117.
Imhof/Leuzinger, Muotathal
Imhof Walter/Leuzinger Urs, Muotathal SZ, Silberen. Fundbericht 2010, in: Jahrbuch der Archäologie Schweiz, 94/2011, S. 237.
Imhof/Leuzinger, Silberen
Imhof Walter/Leuzinger Urs, Muotathal SZ, Silberen. Fundbericht 2011, in: Jahrbuch der Archäologie Schweiz, 95/2012, S. 158–159.
Kessler, Steinbeil
Kessler Valentin, Vom Steinbeil zur Zimmermannskunst – archäologische Streiflichter im Kanton Schwyz, in: Archäologie Schweiz, 35/2012, S. 24–43.
Kofler et al., 8200
Kofler Werner/Krapf Veronika/Oberhuber Walter/Bortenschlager Sigmar, Vegetation responses to the 8200 cal. BP cold event and to long-term climatic changes in the Eastern Alps: possible influence of solar activity and North Atlantic freshwater pulses, in: The Holocene, 15/2005, Nr. 6, S. 779–788.
Leuzinger, Muotathal
Leuzinger Urs, Muotathal SZ Hürital. Fundbericht 2007, in: Jahrbuch Archäologie Schweiz, 91/2008, S. 178.
Leuzinger et al., Flösche
Leuzinger Urs/Auf der Maur Franz/Cornelissen Marcel/Heitz Caroline/Huber Renata/Imhof Walter/Jagher Reto/Kissling Jonas/Moser Patrick/Pümpin Christine/Schlumbaum Angela/Spichtig Norbert/Warburton Margareth, Höhlen, Balmen, Flösche – archäologische Prospektion im Muotatal, Kanton Schwyz, in: Jahrbuch der Archäologie Schweiz, 90/2007, S. 117–126.
Leuzinger/Curdy, Gebirge
Leuzinger Urs/Curdy Philippe, Archäologie im Gebirge: eine lange Geschichte, in: Archäologie Schweiz, 33/2010, Nr. 2, S. 4–9.
Leuzinger-Piccand/Leuzinger-Piccand, Sammlerinnen
Leuzinger-Piccand Catherine/Leuzinger-Piccand Urs, Alt- und mittelsteinzeitliche Jäger und Sammlerinnen, in: Geschichte des Kantons Schwyz, Bd. 1, Zürich 2012, S. 52–65.
Magny, Lake
Magny Michel, Holocene fluctuations of lake levels in west-central Europe: methods of reconstruction, regional pattern, palaeoclimatic significance and forcing factors, in: Encyclopedia of Quaternary Science, hg. von Elias Scott, Amsterdam 2006, S. 1389–1399.
Moore et al., Pollen
Moore Peter D./Webb Judith A./Collinson Margaret E., Pollen Analysis, London 1991 (Blackwell Scientific Publications).
R Development Core Team, Computing
R Development Core Team, R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, Version 2.15, http://www.R-project.org/, 2012.
Reimer et al., Radiocarbon
Reimer Paula J./Baillie Mike G. L./Bard Edouard/Bayliss Alex/Beck J. Warren/Blackwell Paul G./Ramsey C. Bronk/Buck Caitlin E./Burr George S./Edwards R. Lawrence, IntCal09 and Marine09 radiocarbon age calibration curves, 0–50,000 years cal BP, in: Radiocarbon, 51/2009, Nr. 4, S. 1111–1150.
Reitmaier, Hirten
Reitmaier Thomas, Letzte Jäger, erste Hirten. Hochalpine Archäologie in der Silvretta 2007–2012, in: Letzte Jäger, erste Hirten. Hochalpine Archäologie in der Silvretta, hg. von Reitmaier Thomas, Chur 2012, S. 9–66.
Reitmaier et al., Silvretta
Reitmaier Thomas/Lambers Karsten/Walser Christoph/Zingman Igor/Haas Jean Nicolas/Dietre Benjamin/Reidl Daniel/Hajdas Irka/Nicolussi Kurt/Kathrein Yvonne/Naef Leandra/Kaiser Thomas, Alpine Archäologie in der Silvretta, in: Archäologie Schweiz, 36/2013, Nr. 1, S. 4–15.
Ruff et al., Radiocarbon
Ruff Matthias/Fahrni Simon/Gäggeler Heinz W./Hajdas Irka/Suter Martin/Synal Hans-Arno/Szidat Sönke/Wacker Lukas, On-Line Radiocarbon Measurements of Small Samples Using Elemental Analyzer and Micadas Gas Ion Source, in: Radiocarbon, 52/2010, Nr. 4, S. 1645–1656.
Sidler, Vegetationsgeschichte
Sidler Catherine, Spätglaziale und holozäne Vegetationsgeschichte des Bödmerenwaldes, Gemeinde Muotathal/SZ (Pollenanalyse), in: Berichte der Schwyzerischen Naturforschenden Gesellschaft, 13/2001, S. 51–64.
Stockmarr, Tablets
Stockmarr Jens, Tablets with spores used in absolute pollen analysis, in: Pollen et Spores, 13/1971, Nr. 1, S. 615–621.
Stuiver/Polach, Discussion
Stuiver Minze/Polach Henry A., Discussion – Reporting of ^{14}C data, in: Radiocarbon, 19/1977, Nr. 3, S. 355–363.
Sutter/Bettschart, Karstlandschaft
Sutter Ruben/Bettschart Alois, Zur Flora und Vegetation der Karstlandschaft des Muotathales, in: Berichte der Schwyzerischen Naturforschenden Gesellschaft, 9/1982, S. 95–100.

Synal et al., MICADAS
Synal Hans-Arno/Stocker Martin/Suter Martin, MICADAS: a new compact radiocarbon AMS system, in: Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms, 259/2007, Nr. 1, S. 7–13.
Tinner/Lotter, Response
Tinner Willy/Lotter André F., Central European vegetation response to abrupt climate change at 8.2 ka, in: Geology, 29/2001, Nr. 6, S. 551–554.
Van der Knaap et al., Abies
Van der Knaap Willem O./Van Leeuwen Jacqueline F. N./Finsinger Walter/Gobet Erika/Pini Roberta/Schweizer Astrid/Valsecchi Verushka /Ammann Brigitta, Migration and population expansion of Abies, Fagus, Picea, and Quercus since 15000 years in and across the Alps, based on pollen percentage threshold values, in: Quaternary Science Reviews, 24/2005, S. 645–680.
Van der Knaap et al., Bödmerenwald
Van der Knaap Willem O./Van Leeuwen Jacqueline F. N./Sperisen Christoph, Vegetationsgeschichte des Bödmerenwaldes, in: Liechti Tobias et al., Urwaldcharakteristiken des Bödmerenwaldes, hg. von Stiftung Urwald-Reservat Bödmeren, Lenzburg 2005, S. 69–93.
Van Geel, Holocene
Van Geel Bas, A palaeoecological study of Holocene peat bog sections in Germany and The Netherlands, based on the analysis of pollen, spores and macro- and microscopic remains of fungi, algae, cormophytes and animals, in: Review of Palaeobotany and Palynology, 25/1978, Nr. 1, S. 1–120.
Wacker et al., Gas
Wacker Lukas/Fahrni Simon/Hajdas Irka/Molnar Mihaly/Synal Hans-Arno/Szidat Sönke/Zhang Yanlin, A versatile gas interface for routine radiocarbon analysis with a gas ion source, in: Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions With Materials and Atoms, 294/2013, S. 315–319.
Zoller, Klimaschwankungen
Zoller Heinrich, Alter und Ausmass postglazialer Klimaschwankungen in den Schweizer Alpen, in: Dendrochronologie und postglaziale Klimaschwankungen in Europa, hg. von Frenzel Burghard, Wiesbaden 1977, S. 271–281 (Erdwissenschaftliche Forschung, Bd. 13).