

Von der Natur- zur Kulturlandschaft : Pollen im Moorprofil Lai da Vons (Hinterrheintal) als Hinweise zur menschlichen Landnahme

Autor(en): **Burga, Conradin A.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Jahresbericht der Naturforschenden Gesellschaft Graubünden**

Band (Jahr): **122 (2022)**

PDF erstellt am: **17.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-981210>

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.

Von der Natur- zur Kulturlandschaft: Pollen im Moorprofil Lai da Vons (Hinterrheintal) als Hinweise zur menschlichen Landnahme

von **Conradin A. Burga**

Viktoriastrasse 50
8050 Zürich
conradin.burga@bluewin.ch
www.alpexpert.ch

Zusammenfassung

Die pollenanalytischen Ergebnisse von 1976 und 1980 zum frühen Auftreten von Kulturpollen im Neolithikum in Moorprofilen vom Lai da Vons (Schams, Hinterrheintal) werden durch neue Analysen der Bohrung von 2005 in noch detaillierterer Weise bestätigt. Pollenkörner von Getreide (*Triticum*-Typ), Spitzwegerich (*Plantago lanceolata*) und Hanf (*Cannabis sativa*) als Acker- und Weidezeiger treten erstmals bereits um 6200 yrs BP (ca. 5000 v. Chr.; yrs BP = years before present = Jahre vor heute) und zunehmend im Spätneolithikum ab 4800 yrs BP (ca. 3600 v. Chr.) zusammen mit Flachs (*Linum usitatissimum*), Gräsern, Kräutern, Farnpflanzen und Ruderalarten als Rodungszeiger auf. Zudem ist ab 4800 yrs BP (ca. 3600 v. Chr.) eine erste Waldgrenzsenkung mit Fichtenrückgang um 20% sowie von Arve und Weisstanne um je 5% nachzuweisen. Noch deutlicher zeichnet sich um 4500 yrs BP (ca. 3000 v. Chr.) eine weitere Waldgrenzsenkung bei starker Zunahme der Kulturpollen ab, und zwar im Zeitbereich des Subboreal mit einer allgemein optimalen Fichtenwald-Entwicklung in den Alpen.

Schlagnworte: Pollenanalyse, Lai da Vons (Schams, Hinterrheintal), Kulturzeiger, Neolithikum, Bronzezeit

1 Pollenanalysen in Graubünden

Zu pollenanalytischen Untersuchungen von Moor- und Seeprofilen in Graubünden liegen folgende Übersichten vor: BURGA 1981b, 1982a, 1982b, 1987a. Von 1929 bis 1982 wurden in Graubünden 110 Moor-, See- und Bodenstandorte pollenanalytisch untersucht. Übersichten zu Teilgebieten Graubündens mit neueren Analysen zur Vegetations- und Klimageschichte seit der Späteiszeit publizierten BURGA (1981a, 1984, 1985, 1987b, 1988, 1991, 1993) und BURGA & PERRET (1998).

2 Bisherige pollenanalytische Untersuchungen

Aus den Gebieten Schams, San Bernardino Pass, Misox, Oberhalbstein sowie Heinzenberg liegen pollenanalytische Untersuchungen vor. Bisher wurden von Conradin A. Burga Bohrprofile folgender Verlandungsmoore aus der Region Hinterrhein/San Bernardino Pass pollenanalytisch untersucht: Crapteig/Viamala 1020 m ü. M. (Koordinaten 753 175/172 175), Lai da Vons 1991 m ü. M. (749 130/161 240), Palé digl Urs 1834 m ü. M. (750 275/161 925), Moräne Alp Marschol 1985 m ü. M. (732 350/152 725), Moor Alp Marschol 2010 m ü. M. (732 350/152 725) und

San Bernardino-Südseite (734 125/149 125) (BURGA 1980). In den benachbarten Gebieten liegen folgende Pollenanalysen vor: Glaspas 1846 m ü.M., Heinzenberg (KISSLING 1979), Suossa-San Bernardino 1700 m ü.M. und Pian di Signano 1540 m ü.M., Missox (ZOLLER 1960, ZOLLER & KLEIBER 1971), Stallerberg 2450 m ü.M., Avers sowie Sur 1780 m ü.M., Bivio 2136 m ü.M. und Julierpass 2100 m ü.M. im Oberhalbstein (HEITZ 1975). 1974 wurden in der westlichen und südlichen Uferzone am Lai da Vons oberhalb Andeer sieben Handbohrungen durchgeführt. Die tiefste Bohrung von 5,45 m (749 130/161 240) wurde für die ersten Pollenanalysen ausgewählt (BURGA 1975). Daraus stammen Ergebnisse zur regionalen spät- und postglazialen Vegetations-, Floren- und Klimageschichte. Bereits im Neolithikum ab 4770 yrs BP traten erste Kulturindikatoren wie Getreidepollen (*Triticum*-Typ) und Spitzwegerich (*Plantago lanceolata*) als Acker- und Weidezeiger auf. Gleichzeitig zeigte sich anhand der Analyse der Bohrkerne eine erste markante Waldgrenzsenkung von Fichte (*Picea abies*) und Arve (*Pinus cembra*) sowie eine starke Ausbreitung von Grün-Erle (*Alnus viridis*). Ebenfalls wurden die ersten Holzkohlepartikel festgestellt (BURGA 1976). Um diese Ergebnisse zur Landschafts- und Kulturgeschichte weiter zu bestätigen, erfolgte 1977 mit besseren Bohrgeräten (Hannoversches Stechrohr, Russischer Torfbohrer) nahe der bisherigen Bohrstelle eine neue tiefere Bohrung (7,40 m), die weiter in die Späteiszeit zurückreichte. Die frühen Kulturpollenfunde (BURGA 1975, 1976) konnten bestätigt und noch genauer ermittelt werden (BURGA 1980). Auch die anderen Moorprofile der oben erwähnten Standorte im Schams und am San Bernardino Pass bestätigten die frühen Kulturpollenfunde und Waldgrenzsenkungen (BURGA 1980).

3 Neue Pollenanalysen am Lai da Vons

Die frühen Kulturpollenfunde wurden als beachtlich gewertet, sodass sich der Autor 2005 zu einer Neubohrung in derselben Verlandungszone am Lai da Vons entschloss (Bohrung vom 18. Juli 2005 mit dem Russischen Torfbohrer, Abb. 1 und Abb. 2). Der Profilabschnitt mit erstem Auftreten von Kulturpollen und der ersten Waldgrenzsenkung wurde nochmals in engen Probeabständen von 2,5 cm mithilfe aktueller Pollenbestimmungsschlüssel (BEUG 2004, MOORE ET AL. 1991) detailliert analysiert. Die neuen Resultate bestätigen die bisherigen Erkenntnisse und liefern neue Details zu Beginn der menschlichen Landnahme im Hinterrheintal. Die Resultate wurden

mit dem Zeichenprogramm «Tilia» (Version 2.0.41, GRIMM 2015) in drei Teildiagrammen gezeichnet. Die Häufigkeit der analysierten Pollentypen sind als Prozentkurven dargestellt, wobei sich der Nullpunkt der Prozentskala jeweils links befindet. Um geringe Pollenprozentage besser kenntlich zu machen, wurden den schwarzen Prozentkurven in zehnfach überhöhtem Massstab eine zweite Kurve als grauer Raster überlagert. Die vertikale Skala der Bohrtiefe (in cm) mit den Moor- und Seeablagerungen (Stratigraphie) sowie deren zeitliche Gliederung (Pollen- und Biozonen, PZ = Pollenzone bzw. LPAZ = Local pollen assemblage biozone) stehen in allen Teildiagrammen jeweils links. Die wissenschaftlichen Pflanzennamen (Arten, Gattungen, Familien) in den Pollendiagrammen 1. bis 3. Teil werden im Text auch mit den deutschen Bezeichnungen aufgeführt (Abb. 7 bis Abb. 9).



Abb. 1: Lai da Vons (1991 m ü. M.), Sommeraspekt. Die Bohrstellen von 1974 bis 2005 befinden sich auf der Landzunge rechts (Foto: C. A. Burga, Juni 1974).



Abb. 2: Das Bohrteam am Lai da Vons, 18. Juli 2005: v. l. n. r. Conradin A. Burga, Ernst Wynistorf, André Stapfer (Foto: A. Stapfer).

4 Naturlandschaftsentwicklung von der letzten Eiszeit bis zur Nacheiszeit

Während der letzteiszeitlichen Maximal-Vergletscherung (LGM) vor rund 24 000 Jahren bedeckte der Hinterrheingletscher das Tal mit einer ca. 1300 m dicken Eisschicht (EIS UND GLETSCHER 2013). Die vereinigten Hinterrhein- und Vorderrheingletscher bildeten den Alpenrheingletscher, der nach Norden den ganzen Bodenseeraum bis nach Schaffhausen bedeckte. In der Späteiszeit (ca. 20 000–11 500 yrs BP) schmolzen infolge der globalen Erwärmung die Gletscher etappenweise in die Alpentäler zurück und schwankten während der Nacheiszeit (Holozän) nur noch in der Grössenordnung des Hochstandes von 1850 (EIS UND GLETSCHER 2013, BURGA 2020). Wichtige Rückzugsetappen des Bodenseerheingletschers sind die Stadien von Stein am Rhein, Konstanz, Koblach-Feldkirch und Sargans (HANTKE 1980, JORDI 1986, KELLER & KRAYSS 1980, KELLER 1987). In der Späteiszeit schmolz der Hinterrheingletscher um 17 000 yrs BP bis hinter die Via Mala zurück. Die von Moränenmaterial verstopfte Viamala-Schlucht führte im Schams zu einer Seebildung mit drei Seespiegelhöhen, wie dies Deltaablagerungen der Seitenbäche und Seeufersedimente bei Andeer, Donat und Zillis zeigen (BURGA 1983). Danach stiess der Gletscher erneut bis Andeer und später im Rheinwald bis Nufenen und Hinterrhein vor. Gleichzeitig erreichten die Seitengletscher (Beverin-, Fundogn- und Steilergletscher) erneut das Haupttal (JÄCKLI 1980, BURGA 1981c, 1987a). Die eisfrei gewordenen Areale wurden in der Ältesten Dryaszeit (ca. 16 000–13 000 yrs BP) rasch durch Pionier- und Steppenvegetation besiedelt wie Gräser, Wermut (*Artemisia* sp.), Meerträubel (*Ephedra* sp.), Gänsefussgewächse (Chenopodiaceae) und andere Kräuter sowie Wacholder (*Juniperus* sp.), Sanddorn (*Hippophae* sp.) und Weiden (*Salix* sp.). Die erste spätglaziale Wiederbewaldung setzte mit Birke (*Betula* sp.) und Wald-/Berg-Föhre (*Pinus sylvestris/P. mugo*) um 13 000 yrs BP ein (Bölling-Interstadial). Um 12 000 yrs BP (Alleröd-Interstadial) kehrte in Mittelbünden der Wald aus Wald-/Berg-Föhre (*Pinus sylvestris/P. mugo*), Arve (*Pinus cembra*) und Lärche (*Larix decidua*) mit einer Waldgrenze auf ca. 1700 m ü.M. definitiv zurück. Der nachfolgende ca. 1000 Jahre dauernde Kälterückschlag der Jüngeren Dryas mit erneuten Gletschervorstössen verursachte eine Waldgrenzensenkung von 200 bis 400 Höhenmeter. Dank dem markanten Temperaturanstieg zu Beginn der Nacheiszeit ab 11 000 yrs BP (Präboreal) breitete sich der subalpine Nadelwald verstärkt bis

gegen 2200 m ü.M. aus, insbesondere nachdem um 8000 yrs BP (Boreal-Älteres Atlantikum) die Fichte (*Picea abies*) und die Weisstanne (*Abies alba*) und im Talbodenbereich die wärmeliebenden Laubbölder Berg-Ulme (*Ulmus glabra*), Linde (*Tilia* sp.), später Eiche (*Quercus* sp.) eingewandert waren. Der lokale Landschafts- und Vegetationswandel am Lai da Vons von der Späteiszeit bis zum Älteren Atlantikum (ca. 18 000–7500 yrs BP) wird durch Abb. 3 bis Abb. 6 illustriert.

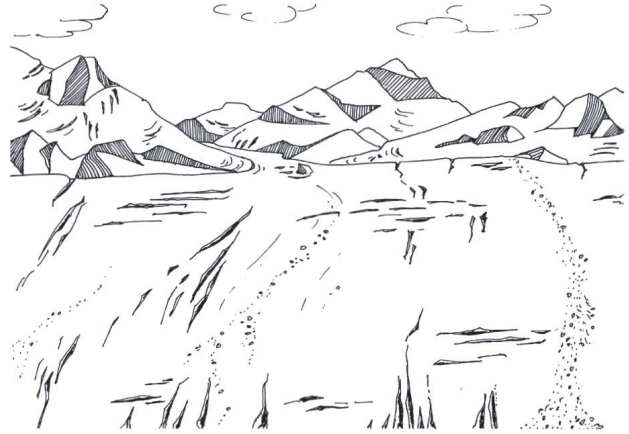


Abb. 3: Der Hinterrheingletscher um 18 000 yrs BP, kurz nach der letzten Maximalvereisung (LGM): v. l. n. r. Bergflanke der Schwarzhörner (2766 m ü.M.), Splügenpass-Furche, Bildmitte: Pizzo Tambo (3279 m ü.M.); vgl. Abb. 1 (Zeichnung: R. Pulfer, alle Zeichnungen aus BURGA & PERRET 1998).



Abb. 4: Die Seitenzunge des Hinterrheingletschers im Spätglazial (ca. 15 000 yrs BP, Churer-Stadium des Rheingletschers), am Rand des Seebeckens zwei Moränenwälle. Im Vordergrund Pionier-, Rasen- und Steppenvegetation auf dem eisfreien Gelände (Zeichnung: R. Pulfer).



Abb. 5: Lai da Vons, umgeben von Lärchen-Arven-Wald mit Alpenrosen-Zwergstrauch-Heide, Wacholder, Weiden, Gräser und Kräuter zu Beginn der Nacheiszeit im Präboreal (ca. 9500 yrs BP; Zeichnung: R. Pulfer).



Abb. 6: Dichter Fichtenwald im Hinterrheintal und am Lai da Vons im Älteren Atlantikum (ca. 7500 yrs BP). Die See-Verlandung hat eingesetzt, vgl. Landzunge rechts (Bohrstellen; Zeichnung: R. Pulfer).

5 Waldentwicklung und Pollenindikatoren zu Beginn menschlicher Einflüsse im Moorprofil vom Lai da Vons (1991 m ü. M.)

Das dreiteilige Pollendiagramm Lai da Vons N.B. 2005 (Abb. 7 bis Abb. 9) lässt sich nach den lokalen Pollenzusammensetzungen (LPAZ = local pollen assemblage zones, lokale Biozonen) im Profil und der sich daraus ergebenden Vegetationsentwicklung in fünf Diagrammabschnitte (LPAZ) gliedern, die den lokalen und regionalen Floren- und Vegetationswandel während ca. 7000 bis 4500 yrs BP aufzeigen.

5.1 Diagrammabschnitt (LPAZ) 1 (200–197 cm)

Pinus sylvestris/*P. mugo-Larix-Pinus cembra-Larix-Picea-Abies*-Biozone: Bergwälder aus Wald-/Berg-

Föhre, Lärche/Arve, Fichte, Weisstanne. An der Profilbasis Dominanzwechsel zwischen Wald-/Berg-Föhre (Rückgang) und Zunahme von Fichte und Weisstanne (Abb. 7). Vegetation im Älteren Atlantikum ab ca. 7000 yrs BP: Im Umkreis vom Lai da Vons (subalpine Stufe) wuchsen vor allem Lärchen-Arven-Wälder, auf flachgründigen und nassen Böden Legföhrenbestände, und die im Hinterrheintal eingewanderten Fichte und Weisstanne begannen sich auszubreiten. Im Talbodenbereich (untere montane Stufe) waren Laubhölzer wie Birke (*Betula pendula*), Berg-Ulme (*Ulmus glabra*), Linde (*Tilia* sp.), Eiche (*Quercus* sp.) mit wenig Haselsträuchern (*Corylus avellana*) und Grau-Erle (*Alnus incana*) sowie Wald-Föhre (*Pinus sylvestris*), ferner auf den Bergflanken Fichte (*Picea abies*) und Weisstanne (*Abies alba*) verbreitet.

5.2 Diagrammabschnitt (LPAZ) 2 (196–174 cm)

Picea-Pinus sylvestris/*P. mugo-Larix-Pinus cembra-Larix-Abies*-Biozone: Bergwälder aus Fichte, Lärche/Arve, Wald-/Berg-Föhre, Weisstanne. In der subalpinen Stufe dominant 40% Fichte mit Spaltöffnung-Funden (Stomata), ferner in der Montanstufe die etwa gleichzeitig um 8000 yrs BP eingewanderte Weisstanne (Pollenanteil 10%). Daneben bestanden ausgedehnte Lärchen-Arven-Wälder und wohl auch Legföhrenbestände (Pollenanteil ca. 20%). Die Wälder sind noch geschlossen, worauf die tiefen Krautpollen-Anteile (Nichtbaumpollen) hinweisen (Abb. 8). In diesen Diagrammabschnitt des Älteren Atlantikums fällt die Hauptverbreitungszeit von Arve (ca. 12%) und Lärche (ca. 0,5%). Zudem breitete sich schon um 8000 yrs BP die gleichzeitig mit der Fichte eingewanderte Grün-Erle (*Alnus viridis*) mit 0,5 bis 10% aus (BURGA 1980). In der Hinterrhein-Aue des Schamser Talbodens begannen sich Grau-Erle (*Alnus incana*) und Hopfen (*Humulus lupulus*) auszubreiten. Laubwälder aus Eiche, Ulme, Linde und neu Ahorn (*Acer* sp.) und Gemeine Esche (*Fraxinus excelsior*) sind nur mit tiefen Pollenwerten vertreten (Einzelfunde, Abb. 9). Die Wälder waren vom Menschen noch unbeeinflusst, worauf die geringen Werte von meist unter 5% der Süßgräser (Poaceae), Wiesen- und Weidekräuter hinweisen: Körbchenblütler (Asteraceae, Cichorioideae), Wermut (*Artemisia* sp.), Hahnenfussgewächse (Ranunculaceae), Wiesenraute (*Thalictrum* sp.), Rosengewächse (Rosaceae), Doldengewächse (Apiaceae), Gänsefußgewächse (Chenopodiaceae), Schmetterlingsblütler (Fabaceae), Baldrian (*Valeriana* sp.), Kardengewächse (Dipsacaceae) u. a. (Abb. 7 und Abb. 8). Im 2. Teil des Pollendiagramms sind Moor- und Wasserpflanzen, Farne und übrige Kräuterpollen (Nicht-

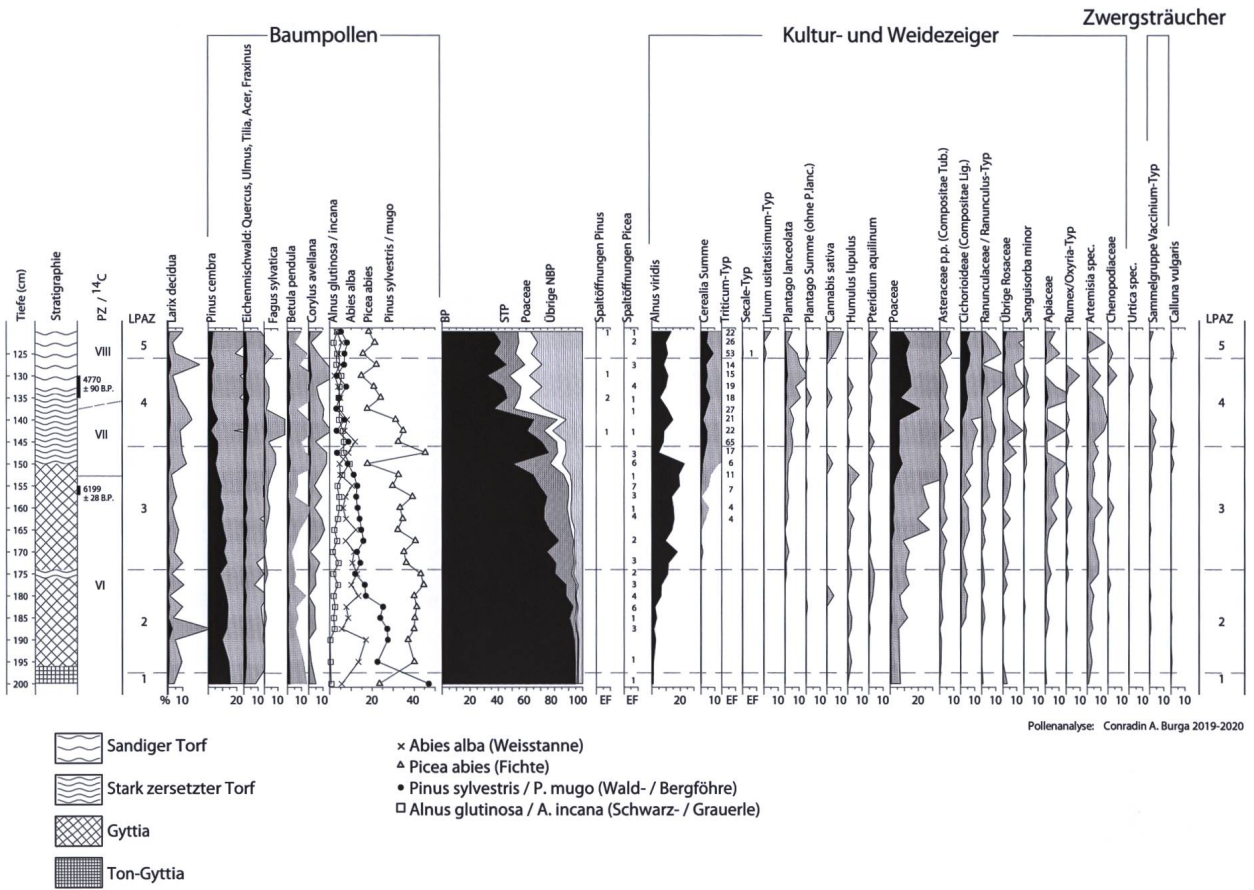


Abb. 7: Pollendiagramm Lai da Vons (1991 m ü. M.), N.B. 2005, 1. Teil.

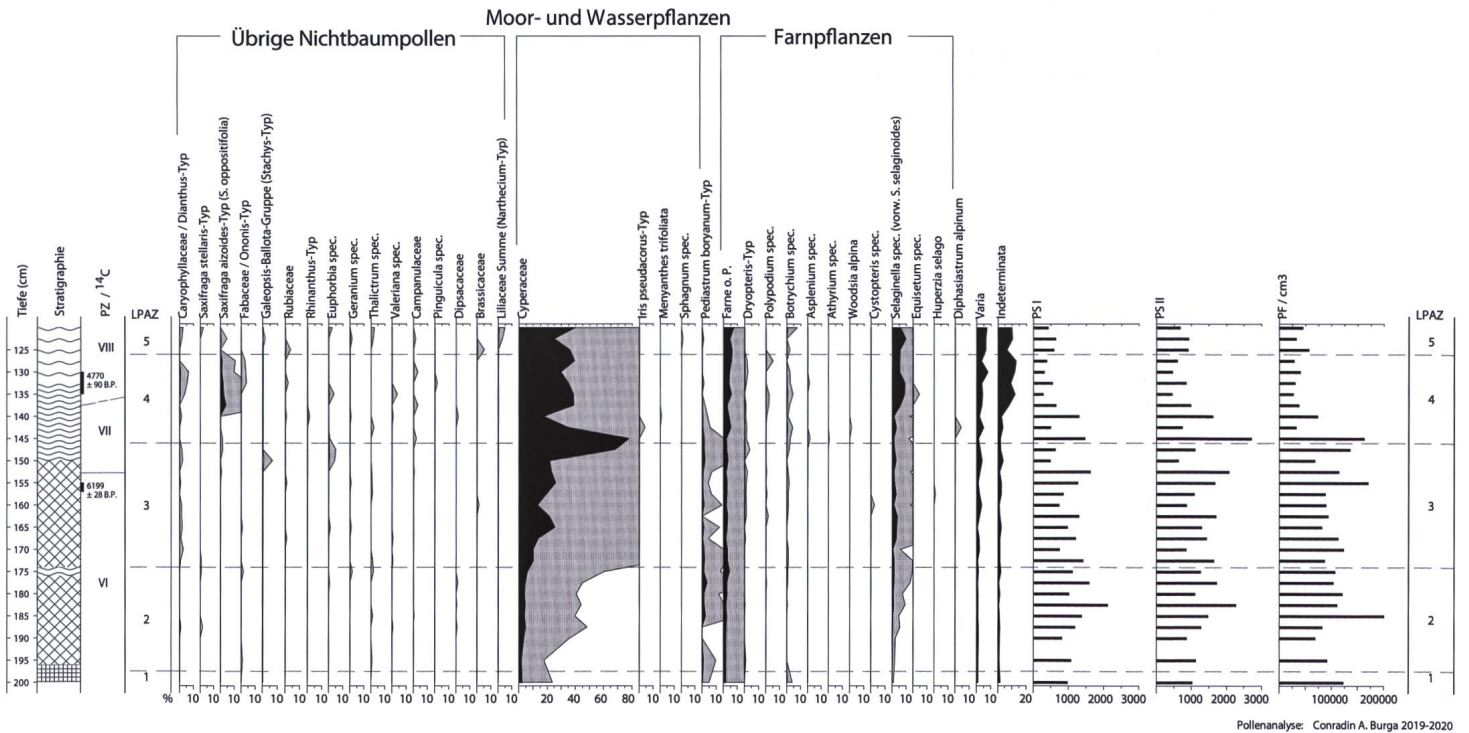


Abb. 8: Pollendiagramm Lai da Vons (1991 m ü. M.), N.B. 2005, 2. Teil.

baumpollen) dargestellt. Hier zeichnet sich in LPAZ 2 eine Zunahme der Sauergräserpollen (Cyperaceae) von 3% auf 10% ab, was auf den Beginn der Seeuferverlandung an der Bohrstelle hinweist. Zudem tritt der in Quellfluren und Magerwiesen verbreitete Dornige Moosfarn (*Selaginella selaginoides*) mit 1 bis 2% auf. Die Grünalge *Pediastrum boryanum*-Typ des Seeplanktons ist vermehrt vertreten (schwache Seeuferverlandung).

5.3 Diagrammabschnitt (LPAZ) 3 (173–146 cm)

Picea-Pinus sylvestris/P. mugo-Pinus cembra-Larix-Abies-Alnus viridis-Alnus glutinosa/A. incana-Biozone mit ersten Kulturpollen: Bergwälder aus Fichte, Wald-/Berg-Föhre, Arve/Lärche, subalpine Zwergstrauch-Heide mit Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus*) und Besenheide (*Calluna vulgaris*); zudem Weisstanne, vermehrt Grün-Erle, im Talbereich Grau-Erle und mehr Hasel. Die weiter dominierende Fichte (Mittelwert 35%, Stomata) weist eine rückläufige Tendenz auf; subdominant Föhre (12%) und Weisstanne (8%); Arve und Lärche ebenfalls abnehmend; Laubwald-Werte nach wie vor gering. Die um

6000 yrs BP vom Bodenseeraum in die Ostschweiz und in Richtung Innerschweiz eingewanderte Buche (*Fagus sylvatica*) macht sich im Schams durch erste Pollenfunde bemerkbar (BURGA & PERRET 1998). Mit dem Fichtenrückgang nehmen die Grün-Erlen-Werte als Rodungsindikator von 10% auf 20% stark zu. Die Rheinaue wird durch Grau-Erlen- und Hopfen-Werte abgebildet. Hier treten nun erstmals Getreidepollen (Cerealia) des Weizentyps (*Triticum* sp.) mit 4 bis 17 Pollenkörnern und Spitzwegerich (*Plantago lanceolata*) mit 1 bis 8 Pollenkörnern als Weidezeiger auf (zur Domestikation von Getreide vgl. JACOMET & KREUZ 1999) (Abb. 7). Dazu kommen neu Hanfpollen (*Cannabis sativa*) als weitere Kulturindikatoren (Abb. 10, Abb. 11). Zudem wurden mehr Offenland- und Rodungszeiger bestimmt: Grün-Erle, Adlerfarn (*Pteridium aquilinum*), v. a. Wiesen- und Weideindikatoren wie Süßgräser, Körbchenblütler, Wermut, Hahnenfussgewächse, Wiesenraute, Rosengewächse, Doldengewächse, Gänsefußgewächse, Schmetterlingsblütler sowie neu Ampfer-Arten (*Rumex/Oxyria*-Typ) und Nelkengewächse (Caryophyllaceae/*Dianthus*-Typ). Dazu kommen Einzel-

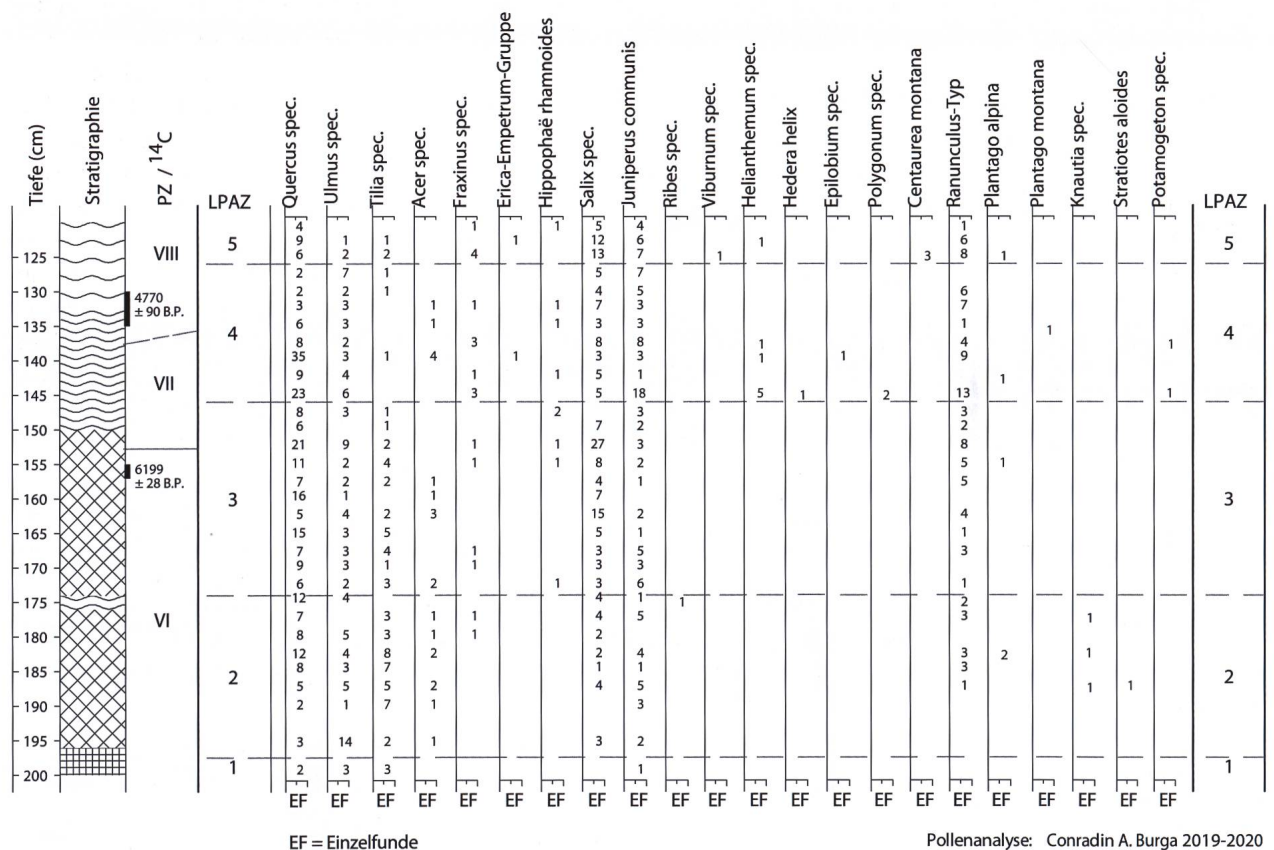


Abb. 9: Pollendiagramm Lai da Vons (1991 m ü. M.), N. B. 2005, 3. Teil.

funde von Lippenblütlern (Lamiaceae), Wolfsmilch (*Euphorbia* sp.), Storchschnabel (*Geranium* sp.) und Kreuzblütler (Brassicaceae). Der bereits in LPAZ 2 aufgetretene Echter Wacholder (*Juniperus communis*) wird nun häufiger (zur früheren Entwicklung von Ruderal- und Grünland-Gesellschaften vgl. WILLERDING 1979 (Abb. 8, Abb. 9). Dies weist auf die höhere Biodiversität der Wiesen und Weiden hin. Im oberen Teil des Diagrammabschnitts 3 findet ein Sedimentwechsel von Gytija (Halbfaulschlamm) zu stark zersetztem Torf statt. Die stärkere Moorverlandung wird durch den steilen Anstieg der Riedgräser (*Cyperaceae*) von 10% auf 75% angezeigt. Zudem ist die Plankton-Grünalge (*Pediastrum boryanum*-Typ) mit 1 bis 2% weiter vorhanden, ebenso Farnpflanzen (ca. 5%), insbesondere Moosfarn (*Selaginella* sp.) (Abb. 8).

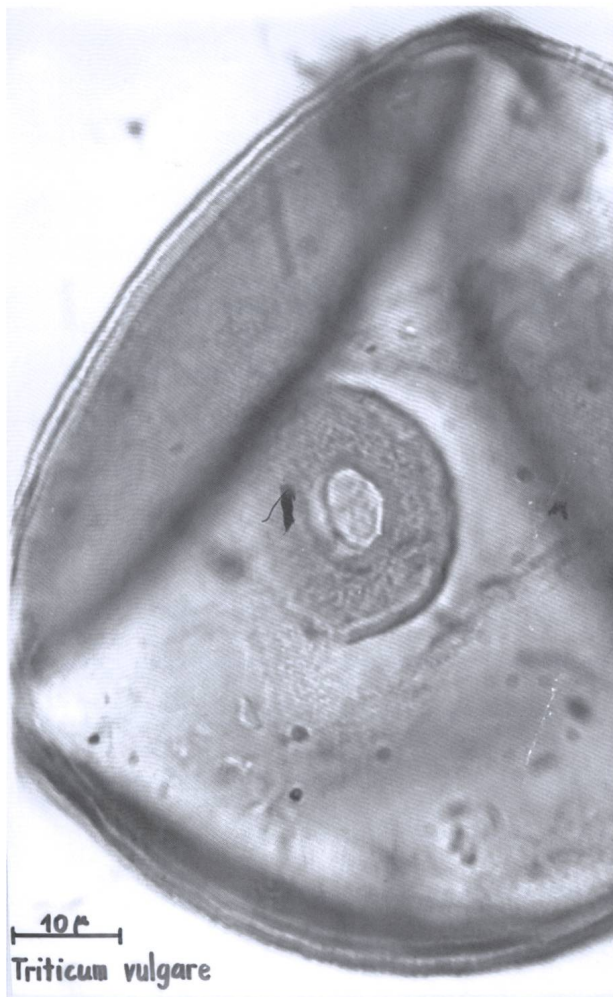


Abb. 10: Weizenpollen (*Triticum vulgare*). Im Unterschied zu Wildgräsern ist der Getreidepollen wesentlich grösser. Dessen Keimöffnung (Porus) weist einen breiteren und dickeren Ringwulst auf. Pollendurchmesser 38/1000 mm, Vergrößerung ca. 3150x (mikroskopische Aufnahme: C. A. Burga 1978).

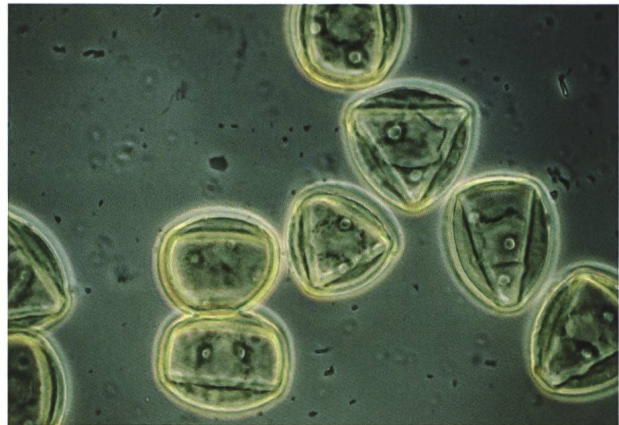


Abb. 11: Spitzwegerichpollen (*Plantago lanceolata*). Die Keimöffnungen (Poren) des Pollens haben einen kleinen «Deckel» (Operculum) und einen Ringwulst, im Gegensatz zu den anderen alpinen Wegerich-Arten. Pollendurchmesser 26/1000 mm, Vergrößerung ca. 575x (mikroskopische Aufnahme: C. A. Burga mit Phasenkontrast nach Nomarski zur Verdeutlichung obiger Merkmale).

5.4 Diagrammabschnitt (LPAZ) 4 (145–126 cm)

Picea-Pinus sylvestris/*P. mugo-Pinus cembra-Larix-Abies-Alnus viridis*-NBP (Nichtbaumpollen)-Biozone mit mehr Kulturzeiger und Waldgrenzsenkung: Bergwälder aus Fichte, Wald-/Berg-Föhre, Arve/Lärche, Weisstanne mit Grün-Erle, Weiden-Arten, Wacholder und Zwergstrauch-Heide (Heidelbeere, Heidekraut, Erika/Krähenbeere, *Erica-Empetrum*). Im Talbereich Grau-Erle (ca. 5%), Hasel, Sanddorn (*Hippophae rhamnoides*), wenig Eichenmischwald (Abb. 7, Abb. 9). Die bereits um 6000 yrs BP nachweisbare Buche nimmt etwas zu (< 5%). Wie die jüngere Vegetationsentwicklung zeigt, war die Buche im Schams aus klimatischen Gründen stets wenig verbreitet (BURGA 1980). Die Fichte weist erstmals einen markanten Rückgang von 40% auf 20% auf. Ebenfalls gehen Arve und Weisstanne (je ca. 5%) zurück, jedoch nicht die Lärche. Um 4800 yrs BP erreichen die Baumpollen (BP) ihre tiefsten Werte: Fichte ca. 15%, Föhren und Weisstanne je ca. 5%. Dieser BP-Rückgang könnte ein Hinweis auf erste Waldrodungen geben, da bei einer Grabung ab 140 cm Tiefe (ca. 4800 yrs BP) erste Holzkohlepartikel auftraten. Für diesen Zeitbereich ist aber mit einer klimatisch bedingten Waldgrenzsenkung um ca. 80 Höhenmeter zu rechnen (Piora-II/Rotmoos-II-Schwankung, BURGA 2020). Im Gegenzug verzeichnen die Kulturpollen eine deutliche Zunahme: Cerealia bzw. Weizen (*Triticum* sp.) ca. 5%, Spitzwegerich ca. 0,5 bis 1%. Zudem treten die Ruderalpflanzen Wermut und erstmals Brennnessel (*Urtica* sp.), ferner mehr Adlerfarn als Rodungszeiger auf (Abb. 7). Unter den

Weide- und Wiesenkräutern sind stärker vertreten: Gräser (Zunahme von 5 auf 15%), Körbchenblütler (Zunahme von 5 auf 10%). Zudem weisen höhere Werte auf: Hahnenfussgewächse (*Ranunculus*-Typ) und Rosengewächse (u. a. Kleiner Wiesenknopf *Sanguisorba minor*), Doldenblütler, Ampfer-Arten, Nelkengewächse (*Dianthus*-Typ), Schmetterlingsblütler (*Ononis*-Typ), Steinbrech (*Saxifraga aizoides*-Typ, ca. 5%), Glockenblumengewächse (Campanulaceae), Krappgewächse (Rubiaceae) und Baldrian (*Valeriana* sp.) (Abb. 7, Abb. 8). Dieses grössere Spektrum an Wiesenpflanzen wird durch Einzelfunde ergänzt: Sonnenröschen (*Helianthemum* sp.), Weidenröschen (*Epilobium* sp.), Wiesenraute (*Thalictrum* sp.), Knöterich (*Polygonum* sp.), Klappertopf (*Rhinanthus*-Typ), Wolfsmilch (*Euphorbia* sp.), Alpen-Wegerich (*Plantago alpina*), Berg-Wegerich (*Plantago montana*), Kardengewächse (Dipsacaceae) und Fettkraut (*Pinguicula* sp.) (Abb. 8, Abb. 9). Unter den Farnpflanzensporen (ca. 5%) treten neu oder vermehrt auf: Moosfarn (Zunahme von 1 auf 9%), Mondraute (*Botrychium* sp.), heute typisch in Borstgrasrasen, der Rodungszeiger Adlerfarn, Wurmfarn (*Dryopteris*-Typ), Tüpfelfarn (*Polypodium* sp.), Rippenfarn (*Asplenium* sp.), Alpen-Bärlapp (*Diphasiastrum alpinum*) als Indikatoren von Wald und z.T. Offenland (Abb. 7, Abb. 8). Die zunehmende Seeverlandung zeigt sich an hohem Riedgräserwert (Cyperaceae 35%), ein starker Rückgang der Plankton-Grünalgen von 1 auf 0,1% und neuen Moorpflanzen-Einzelfunden von Bach-Steinbrech (*Saxifraga aizoides*-Typ), Schwertlilie (*Iris pseudacorus*-Typ), Fieberklee (*Menyanthes trifoliata*), Schachtelhalm (*Equisetum* sp.) und Laichkraut (*Potamogeton* sp.).

5.5 Diagrammabschnitt (LPAZ) 5 (125–120 cm)

Picea-Pinus sylvestris/*P. mugo*-*Pinus cembra-Larix-Abies-Alnus viridis*-NBP-Biozone mit mehr Kulturzeiger: Bergwälder aus Fichte, Wald-/Berg-Föhre, Arve/Lärche mit Zwergstrauch-Heide, Weisstanne mit Grün-Erle. Im Talbereich Laubwälder mit lokal Buche, Grau-Erle (ca. 5%), Hasel, Sanddorn. Die tiefen Werte von Fichte (20%), Wald-/Berg-Föhre und Arve (< 10% bzw. 5%), Weisstanne (5%) und Grün-Erle (10%) weisen auf lokale bis regionale Waldrodungen um 4500 yrs BP hin. Eine klimabedingte Waldgrenzenkung ist nicht anzunehmen, denn für diesen Zeitbereich weisen die Waldgrenzen nach der Kaltphase um 4800 yrs BP einen markanten Anstieg um ca. 100 m über der potenziell-natürlichen Waldgrenze auf (BURGA 2020). Die Getreidepollen (*Triticum*-Typ) erreichen mit > 5% Maximalwerte. Dazu kommen erstmals Flachs (*Linum usitatissimum*) und mehr Hanf

(*Cannabis sativa*) sowie Wiesen- und Weidezeiger. Die Nutzung von Flachs als Faser- und Ölpflanze ist in Europa seit dem Neolithikum bekannt (BEHRE 1998, JACOMET & KREUZ 1999). Neu treten auf: Liliengewächse (Liliaceae) und Flockenblume (*Centaurea montana*) (Abb. 7, Abb. 8). 30% Riedgräser (Cyperaceae), der völlige Rückgang der Plankton-Grünalgen und ca. 5% Moosfarnsporen sowie erste Funde von Torfmoossporen (*Sphagnum* sp.) zeigen nun die vollständige Verlandung der Bohrstelle an (Bohrkern aus sandigem Torf). Im Anschluss an die vorliegenden Pollendiagramme zeigen die früheren Pollendiagramme zum Lai da Vons (BURGA 1976, 1980) ab 4500 yrs BP im Subboreal eine erneute Zunahme von Fichte, Lärche und Weisstanne und damit eine Erholung der Nadelwälder. Diese rund 1400 Jahre dauernde Optimalphase der Fichte ging um 3100 yrs BP im Subatlantikum durch die einsetzende mittelalterliche Rodungsphase der Wälder und mit dem Höhepunkt der Kulturzeiger zu Ende.

6 Noch Jäger oder erste Bauern im Spätneolithikum?

Zu archäologischen Fundstellen Graubündens gibt die Übersicht mit Verbreitungskarten von ZÜRCHER (1982) Auskunft. Für das Schams und Rheinwald sind im Neolithikum noch keine Funde verzeichnet. Nahegelegene entsprechende Funde wurden oberhalb Sils i. D. (Crap Carschenna) und im Misox (Sta. Maria del Castello, Tec nev) getätigt. Aus der Bronzezeit gibt es aber mehrere Einzelfunde (Pignia, Sufers, Splügen, Hinterrhein) und eine Grabkammer in Donat. Besonders zu erwähnen ist die südwestlich vom Lai da Vons gefundene bronzezeitliche Rollennadel (Abb. 12). Aufgrund der von BURGA (1976, 1980) festgestellten frühen Kulturzeiger am Lai da Vons begann Francesco Fedele 1989 südlich des Splügenpasses auf Pian dei Cavalli (2000–2300 m ü. M.) oberhalb Isola nach Artefakten zu suchen und wurde mit Steinwerkzeugen und Pfeilspitzen von z. T. mesolithischen Jäger-Standplätzen fündig (FEDELE 2020). In Mesocco wurde aus dem Spätmesolithikum-Frühneolithikum eine Talsiedlung entdeckt (RAGETH 1992, 1993). Das Hinterrheintal soll an der Wende vom 4. zum 3. Jahrtausend v. Chr. stellenweise begangen und besiedelt gewesen sein (Carschenna, Cazis-Petrushügel, PRIMAS 1985). Im 3. und 2. Jahrtausend v. Chr. erfolgten in der Bronze- und Eisenzeit vermehrt Rodungen zur Gewinnung von Acker- und Weideflächen (PRIMAS 1998). Im Unterengadin setzten um 4400 v. Chr. gemäss Pollen-



Abb. 12: Rollennadel aus der frühen Bronzezeit. Fundort: Foppa oberhalb Sufers, ca. 800 m von der Bohrstelle am Lai da Vons entfernt. Finder: Albert Reinhart 1929 (Foto: Rätisches Museum, Chur).

Besiedlung der Schweiz im Jüngerem Atlantikum

- ▲ Siedlungen
- † Grab/Gräber

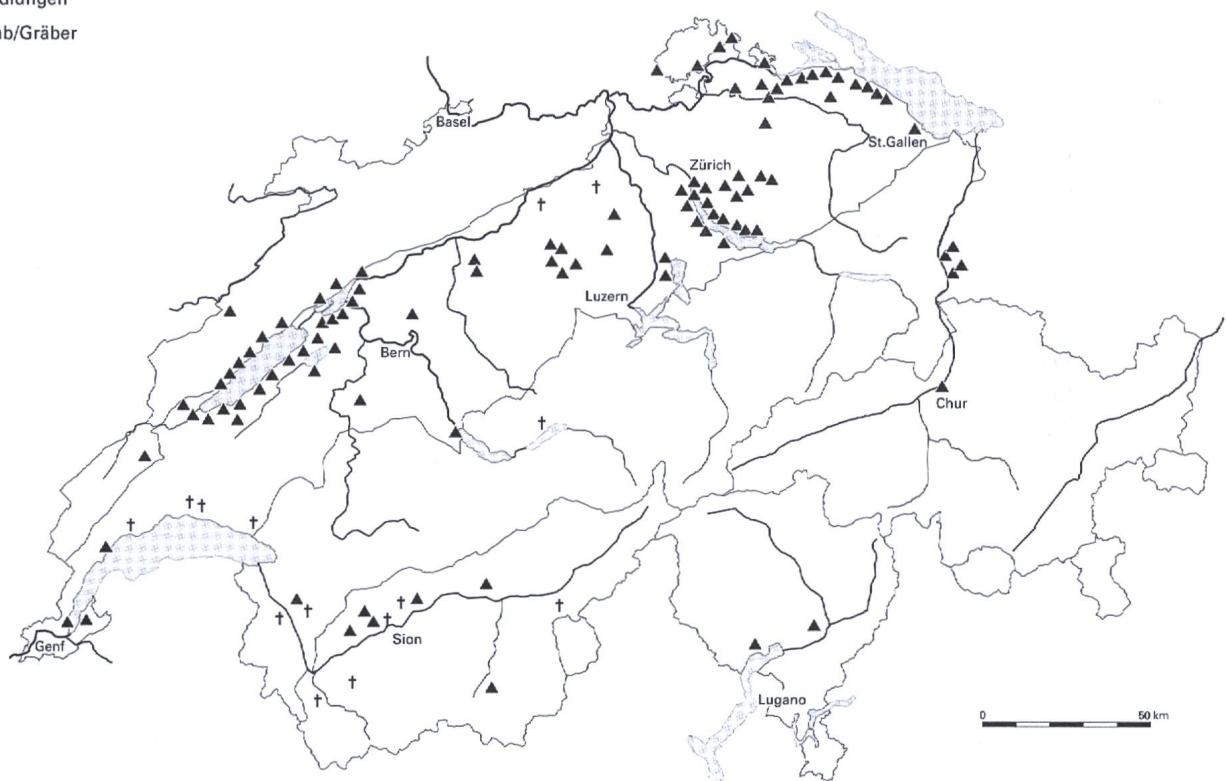


Abb. 13: Die Besiedlung der Schweiz im Jüngerem Atlantikum (ca. 4200 v. Chr.) nach PRIMAS (1998).

analysen erste Waldrodungen für Weideland ein. Ab 2700 v. Chr. wurde erster Ackerbau nachgewiesen (ZOLLER & ERNY-RODMANN 1994). Zur Siedlungsgeschichte der Schweiz vgl. Abb. 13 (PRIMAS 1998). Einen interdisziplinären Forschungsansatz verfolgten Studien zur alpinen Archäologie in der Silvretta-Gruppe (Tirol, Unterengadin, REITMAIER 2012). Darin

weist die pollenanalytisch-ethnobotanische Studie zu ersten Hirten und Bauern im Fimbertal und Paznaun in dieselbe Richtung wie die vorliegende Arbeit (DIETRE ET AL. 2012). Die ersten Kulturpollenfunde am Lai da Vons von ca. 3600 v. Chr. (Spätneolithikum) legen den Beginn der menschlichen Landnahme im weiteren Umkreis des Hinterrheintals

nahe. Wahrscheinlich handelte es sich zunächst um erste sporadische oder saisonale Aufenthalte, bevor der Mensch während der Bronzezeit dort sesshaft zu werden begann, wie dies archäologische Funde bekunden (ZÜRCHER 1982, RAGETH 1986). Gemäss einem Überblick zum Beginn der Alpwirtschaft Mitteleuropas (GILCK & POSCHLOD 2019) liegen für das Neolithikum v. a. pollenanalytische und wenige archäologische Daten vor. Ab 4500 v. Chr. nehmen die Pollendaten zur Alpweidewirtschaft zu, indem saisonale Bauten und Viehgehege vermutet werden. Hinweise auf alpine Viehzucht während der Bronzezeit geben MtDNA D-loop-Analysen von Fossilfunden von *Bos taurus* aus Graubünden (Savognin Padnal) und Südtirol (Eisacktal; GRANADO ET AL. 2021). Als sicher wird ab der Bronzezeit die Alpwirtschaft bis in die subalpine Stufe angenommen, worauf zahlreiche archäologische und pollenanalytische Daten hinweisen. Der Bergsee Lai da Vons birgt somit ein einzigartiges Sedimentarchiv mit Pollendaten zum Beginn der Alpwirtschaft am Übergang von der Natur- zur Kulturlandschaft der Region Hinterrhein.

7 Bemerkungen zu den Radiokarbon-Altern des Moorprofils Lai da Vons

Nachfolgende Angaben zu den beiden konventionellen Radiokarbon-Altern des Pollendiagramms als kalibrierte Alter cal BP (vor heute) und cal BC (vor Christus) sind für die Geochronologie und Archäologie wichtig. Bei den Altern werden die beiden Wahrscheinlichkeitsbereiche 1-sigma und 2-sigma angegeben. Die Berechnungen führte Prof. Dr. Markus Egli, Geographisches Institut der Universität Zürich durch, wofür ich bestens danke.

6199 +/- 28 Jahre BP: Datiertes Material: Ton-Gyttja in 155 cm Tiefe. Radiokarbon-Labor Geographisches Institut der Universität Zürich und LIP der ETH-Hönggerberg, Labor-Nr. UZ – 6863/ETH – 112407. Angaben als kalibrierte Alter: Alter in cal BP (vor heute): 1-sigma-Bereich (Wahrscheinlichkeit 68,3%): 7161–7022 cal yrs BP, 2-sigma-Bereich (Wahrscheinlichkeit 95,4%): 7240–6995 cal yrs BP. Alter in cal BC (vor Christus): 1-sigma-Bereich (Wahrscheinlichkeit 68,3%): 5212–5073 cal yrs BC, 2-sigma-Bereich (Wahrscheinlichkeit 95,4%): 5291–5046 cal yrs BC.

4770 +/- 90 Jahre BP: Datiertes Material: stark zersetzter Seggen-Torf in 135 cm Tiefe. Radiokarbon-Labor Physikalisches Institut der Universität Bern, Labor-Nr. B-2641. Angaben als kalibrierte Alter: Alter in cal BP (vor heute): 1-sigma-Bereich (Wahrscheinlichkeit 68,3%): 5594–5330 cal yrs BP, 2-sig-

ma-Bereich (Wahrscheinlichkeit 95,4%): 5709–5314 cal yrs BP. Alter in cal BC (vor Christus): 1-sigma-Bereich (Wahrscheinlichkeit 68,3%): 3645–3381 cal yrs BC, 2-sigma-Bereich (Wahrscheinlichkeit 95,4%): 3760–3365 cal yrs BC.

8 Dank

Ernst Wynistorf und André Stapfer danke ich für ihre Hilfe bei der neuen Moorbohrung am Lai da Vons von 2005. Die für die ¹⁴C-Altersbestimmung erforderliche Aufbereitung des Probenmaterials erfolgte durch Thomas Keller im Radiokarbonlabor (Leitung Prof. Dr. Markus Egli) des Geographischen Instituts der Universität Zürich (GIUZ), wofür bestens gedankt sei. Die Datierung wurde mittels der AMS-Technik (accelerator mass spectrometry) auf dem Beschleuniger des LIP (Laboratorium für Ionenstrahl-Physik) der ETH Hönggerberg durchgeführt. Die Pollenproben wurden von Gabriele Eisele am Institut für Botanik der Universität Stuttgart-Hohenheim aufbereitet, wofür ich bestens danke. Die Erstellung der Pollendiagramme aufgrund meiner Analysendaten erfolgte mit dem Programm «Tilia» (Version 2.0.41) in verdankenswerter Weise durch Frau Dr. Sonja Adamczyk, Kirchheim unter Teck, Deutschland.

9 Literatur

- BEHRE, K.-E., 1998. Landwirtschaftliche Entwicklungslinien und die Veränderung der Kulturlandschaft in der Bronzezeit Europas, 91–109. In: HÄNSEL, B. (Hrsg.) 1998. Mensch und Umwelt in der Bronzezeit Europas. 110 S. Oetker-Voges, Kiel.
- BEUG, H.-J., 2004. Leitfaden der Pollenbestimmung für Mitteleuropa und angrenzende Gebiete. 542 S. Verlag Dr. Friedrich Pfeil, München.
- BURGA, C. A., 1975. Spätglaziale Gletscherstände im Schams. Eine glazialmorphologisch-pollenanalytische Untersuchung am Lai da Vons (GR). Diplomarbeit Geographisches Institut der Universität Zürich. Manuskript, 72 S., mit Anhang.
- BURGA, C. A., 1976. Frühe menschliche Spuren in der subalpinen Stufe des Hinterrheins. *Geographica Helvetica* 2 (31), 93–96.
- BURGA, C. A., 1980. Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetationsgeschichte des Schams und des San Bernardino Passgebietes (Graubünden, Schweiz). *Dissertationes Botanicae* 56, 165 S., mit Anhang. Cramer, Vaduz.

- BURGA, C. A., 1981a. Zur Vegetationsgeschichte des Misox und des San Bernardino Passgebietes. Bündnerwald 4 (34), 228–258.
- BURGA, C. A., 1981b. Überblick zur pollenanalytischen Forschung in Graubünden 1929–1980. Bündnerwald 6 (34), 458–466.
- BURGA, C. A., 1981c. Glazialmorphologische Untersuchungen im Hinterrhein-Tal und am Bernhardin-Pass. Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. in Zürich 126 (4), 237–267.
- BURGA, C. A., 1982a. Überblick zur palynologischen Erforschung Graubündens 1929–1982. Physische Geographie 1, 147–156.
- BURGA, C. A., 1982b. Pollen analytical research in the Grisons (Switzerland). An overview from 1929 to 1981 and some results concerning the history of vegetation since the Late Glacial. Vegetatio 49, 173–186.
- BURGA, C. A., 1983. Sedimentologisch-chronologische Untersuchungen zum ehemaligen Schamser-See. Jahresbericht der Naturforschenden Gesellschaft Graubünden 100, 135–149.
- BURGA, C. A., 1984. Aktuelle Vegetation und Pollengehalt von Oberflächenproben der submontanen bis subalpinen Stufe am Bernhardin-Pass (Graubünden/Schweiz). Jahresbericht der Naturforschenden Gesellschaft Graubünden 101, 53–99.
- BURGA, C. A., 1985. Lai da Vons – Spät- und postglaziale Umweltveränderungen eines Sees an der Baumgrenze in den östlichen Schweizer Alpen. Dissertationes Botanicae 87, 381–428. Cramer, Vaduz.
- BURGA, C. A., 1987a. Das alpine Spät- und Postglazial in Graubünden aufgrund geomorphologischer und pollenanalytischer Untersuchungen. Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. in Zürich 132 (1), 26–44.
- BURGA, C. A., 1987b. Gletscher- und Vegetationsgeschichte der Südrätischen Alpen seit der Späteiszeit (Puschlav, Livigno, Bormiese). Denkschr. Schweiz. Natf. Ges. 101, 162 S. Birkhäuser, Basel.
- BURGA, C. A., 1988. Swiss vegetation history during the last 18 000 years. New Phytologist 110 (4), 581–602.
- BURGA, C. A., 1991. Palynologische Hinweise zu nacheiszeitlichen Klimaschwankungen in den Zentralalpen: Das mittelholozäne Wärmeoptimum. Geographica Helvetica 4, 178–182.
- BURGA, C. A., 1993. Pollen analytical evidence of Holocene climatic fluctuations in the European Central Alps, 163–174. In: FRENZEL, B. (Ed.) 1993. Oscillations of the Alpine and Polar Tree Limits in the Holocene. Paläoklimaforschung 9, 234 S. Fischer, Stuttgart, Jena, New York.
- BURGA, C. A., 2020. Holozäne Klimaänderungen und Waldgrenzschwankungen in den Alpen, 103–108. In: LOZAN, J. L., BRECKLE, S.-W., ESCHER-VETTER, H., GRASSL, H., KASANG, D., PAUL, F., SCHICKHOFF, U. 2020. Warnsignal Klima: Hochgebirge im Wandel. 384 S. Wissenschaftliche Auswertungen, GEO, Hamburg.
- BURGA, C. A., PERRET, R., 1998. Vegetation und Klima der Schweiz seit dem jüngeren Eiszeitalter. 805 S. Ott, Thun.
- DIETRE, B., ANICH, I., REIDL, D., KAPPELMEYER, T., HAAS, J. N., 2012. Erste Hirten und Bauern der Silvretta. Palynologie und Ethnobotanik im Fimbertal und Paznaun, 237–256. In: REITMAIER, T. (Hrsg.), 2012. Letzte Jäger, erste Hirten. Hochalpine Archäologie in der Silvretta. Amt f. Kultur, Archäolog. Dienst Graubünden (ADG). 295 S. Südostschweiz Buchverlag, Glarus, Chur.
- EIS UND GLETSCHER, 2013. Karte «Die Schweiz während des letzteiszeitlichen Maximums». Bundesamt für Landestopografie. Bern.
- FEDELE, F. G., 2020. Pian dei Cavalli, Borghetto, alta Val San Giacomo: popolamento preistorico e storia ambientale. Quaderni grigionitaliani 89 (4), 67–130.
- GILCK, F., POSCHLOD, P., 2019. The origin of alpine farming: A review of archaeological, linguistic and archaeobotanical studies in the Alps. The Holocene, 1–9.
- GRANADO, J., HARTMATH, M., TECCHIATI, U., OEGGI, K., SCHIBLER, J., SCHLUMBAU, A., 2021: MtDNA D-loop Diversity in Alpine Cattle during the Bronze Age. Diversity 13, 449–463.
- GRIMM, E. C., 2015. Tilia. Version 2.0.41. Update nach GRIMM E. C., 1992: Tilia and Tilia-graph: Pollen spreadsheet and graphics programs. Programs and abstracts, 8th International Palynological Congress, Aix-en-Provence, September 6–12, 1992, S. 56.
- HANTKE, R., 1980. Eiszeitalter, Bd. 2. 703 S. Ott, Thun.
- HEITZ, C., 1975. Vegetationsentwicklung und Waldgrenzschwankungen des Spät- und Postglazials im Oberhalbstein (Graubünden/Schweiz) mit besonderer Berücksichtigung der Fichteneinwanderung. Beiträge zur geobotanischen Landesaufnahme der Schweiz 55, 1–63.
- JACOMET, S., KREUZ, A., 1999. Archäobotanik. 368 S. Ulmer, Stuttgart.
- JÄCKLI, H., 1980. Das Tal des Hinterrheins. Geologische Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft. 160 S. Orell Füssli, Zürich.
- JORDI, U., 1986. Glazialmorphologische und gletschergeschichtliche Untersuchungen im Taminaltal und im Rheintalabschnitt zwischen Flims und

- Feldkirch (Ostschweiz/Vorarlberg). Diss. Univ. Bern. Geographica Bernensia G 27.
- KELLER, O., KRAYSS, E., 1980. Letzte Vorlandvereisung (Stadial Würm-Stein am Rhein). *Eclogae geologicae Helvetiae* 73 (3), 823–838.
- KELLER, O., 1987. Die Vergletscherung der Alpenrandzone zwischen Arlberg- und Rickenpass im älteren Spätwürm. Eisrand-Komplex des Weissbad-Stadiums (W/W). Karte 1:100 000.
- KISSLING, H. R., 1979. Pollenanalytische Untersuchungen am Glaspas, 1846 m. Diplomarbeit Botanisches Institut der Universität Basel. Manuskript, 40 S., mit Anhang.
- MOORE, P. D., WEBB, J. A., COLLINSON, M. E., 1991. *Pollen Analysis*. Second Edition. 216 S. Blackwell Scientific Publications, Oxford, London.
- PRIMAS, M., 1985. Cazis-Petrushügel in Graubünden: Neolithikum, Bronzezeit, Spätmittelalter. Zürcher Studien zur Archäologie. 143 S. Juris Druck, Zürich.
- PRIMAS, M., 1998. Der menschliche Lebensraum im Postglazial, 767–774. In: BURGA, C. A., PERRET, R., 1998. *Vegetation und Klima der Schweiz seit dem jüngeren Eiszeitalter*. 805 S. Ott, Thun.
- RAGETH, J., 1986. Die Bronzezeit in Graubünden, 80–90. In: SGUF/SSPA (Hrsg.) 1986. *Chronologie. Archäologische Daten der Schweiz*. Antiqua 15. Basel.
- RAGETH, J., 1992. Mittel- und Jungsteinzeit, 22–42. In: ARCHÄOLOGISCHER DIENST GRAUBÜNDEN: *Archäologie in Graubünden. Funde und Befunde*. Festschr. zum 25-jährigen Bestehen des Archäolog. Dienstes Graubünden. Chur.
- RAGETH, J., 1993. Jungsteinzeit, 28–59. In: JECKLIN, U. (Red.) 1993. *Churer Stadtgeschichte*, Bd. I von den Anfängen bis zur Mitte des 17. Jh. Chur.
- REITMAIER, T. (Hrsg.), 2012. *Letzte Jäger, erste Hirten. Hochalpine Archäologie in der Silvretta*. Amt f. Kultur, Archäolog. Dienst Graubünden (ADG). 295 S. Südostschweiz Buchverlag, Glarus, Chur.
- WILLERDING, U., 1979. Paläo-ethnobotanische Untersuchungen über die Entwicklung von Pflanzengesellschaften, 61–104. In: TÜXEN, R. (Hrsg.) 1979. *Werden und Vergehen von Pflanzengesellschaften*. Ber. 1. Internat. Vereinigung f. Veget.kde. 635 S. Cramer, Vaduz.
- ZOLLER, H., 1960. Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetationsgeschichte der insubrischen Schweiz. *Denkschr. Schweiz. Natf. Ges.* 83 (2), 112 S.
- ZOLLER, H., KLEIBER, H., 1971. Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen in der montanen und subalpinen Stufe der Tessintäler. *Verh. Natf. Ges. Basel* 81 (1), 90–154.
- ZOLLER, H., ERNY-RODMANN, C., 1994. Epochen der Landschaftsentwicklung im Unterengadin, 565–581. In: LOTTER, A. F., AMMANN, B. (Hrsg.) 1994. *Festschrift G. Lang. Dissertationes Botanicae* 234. 587 S. J. Cramer, Borntreger, Berlin, Stuttgart.
- ZÜRCHER, A. C., 1982. *Urgeschichtliche Fundstellen Graubündens*. Schriftenreihe des Rätischen Museums Chur Nr. 27. 68 S. Chur.