

Zeitschrift: Jahrbuch Archäologie Schweiz = Annuaire d'Archéologie Suisse = Annuario d'Archeologia Svizzera = Annual review of Swiss Archaeology

Herausgeber: Archäologie Schweiz

Band: 104 (2021)

Artikel: Prähistorische Hochlagennutzung in den Alpen : geoarchäologische und mikromorphologische Analysen aus der Silvretta und dem Montafon

Autor: Reitmaier, Thomas / Kothieringer, Katja / Krause, Rüdiger / Röpke, Astrid

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1006115>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 16.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

THOMAS REITMAIER, KATJA KOTHIERINGER, RÜDIGER KRAUSE,
ASTRID RÖPKE

PRÄHISTORISCHE HOCHLAGENNUTZUNG IN DEN ALPEN

GEOARCHÄOLOGISCHE UND MIKROMORPHOLOGISCHE ANALYSEN AUS DER SILVRETTA UND DEM MONTAFON

Keywords: Alpen; Graubünden; Montafon; Weidewirtschaft; Böden; Geoarchäologie; Mikroarchäologie. – Alpes ; Grisons ; Montafon ; pastoralisme ; sols ; géoarchéologie ; microarchéologie. – Alpi; Grigioni; Montafon; pastorizia; suoli; geoarcheologia; microarcheologia. – Alps; Grisons; Montafon Valley; pasture economy; geoarchaeology; microarchaeology.

Zusammenfassung

Die frühe Erschliessung und wirtschaftliche Nutzung der alpinen Hochlagen durch den prähistorischen Menschen stehen seit längerem im Interesse der archäologischen Forschung. Zwei von Beginn an stark interdisziplinär ausgerichtete Projekte haben sich diesen Themen in den letzten Jahren in der Silvretta (CH/A) bzw. im Montafon (A) gewidmet. Dabei wurden u.a. mehrere Lagerplätze unter Felsdächern sowie trockengemauerte Baustrukturen untersucht, deren Anlage vom Neolithikum über die Bron-

ze- und Eisenzeit bis in römische Zeit reicht. Der vorliegende Beitrag präsentiert die Ergebnisse der begleitenden geoarchäologischen und mikromorphologischen Analysen zu diesen Befunden sowie einer Off-site-Situation. Auf Basis dieser Untersuchung werden die Nachweisbarkeit und Dynamik prähistorischer Weidewirtschaft in (sub-)alpinen Lagen sowie der Einfluss von Mensch und Tier auf alpine Böden diskutiert.

Résumé

L'aménagement précoce et l'exploitation économique des zones alpines de haute altitude par l'homme préhistorique suscitent depuis longtemps l'intérêt dans la recherche archéologique. Deux projets caractérisés par une forte interdisciplinarité ont été consacrés à ces thèmes au cours des dernières années à la Silvretta (CH/A) et au Montafon (A). Plusieurs sites d'abris sous roche ainsi que des structures de bâtiments en pierres sèches, allant du Néolithique à l'époque romaine, en passant par l'âge du Bronze

et du Fer, ont notamment été étudiés. Cet article présente les résultats des analyses géoarchéologiques et micromorphologiques complémentaires de ces structures, ainsi qu'un contexte off-site. À partir de cette analyse, la détectabilité et la dynamique du pastoralisme préhistorique dans les régions (sub)alpines, de même que l'influence des hommes et des animaux sur les sols alpins, sont abordées.

Riassunto

La prima utilizzazione e lo sfruttamento economico degli altopiani alpini da parte degli uomini preistorici interessano da tempo la ricerca archeologica. Negli ultimi anni due progetti, fortemente interdisciplinari fin dall'inizio, sono stati dedicati a questi temi: nel Silvretta (CH/A) e nella Montafon (A). Sono stati esaminati tra l'altro diversi ripari sotto roccia e strutture edilizie con muri a secco, realizzati dal Neolitico fino all'epoca romana, passando

per l'età del Bronzo e l'età del Ferro. Il presente articolo propone i risultati delle analisi geoarcheologiche e micromorfologiche di questi ritrovamenti e degli aspetti off-site. Sulla base di questo studio sono discussi la verificabilità e la dinamica della gestione dei pascoli preistorici nelle località (sub)alpine, nonché l'impatto di uomini e animali sui suoli alpini.

Summary

The early occupation and exploitation of the Alpine region by prehistoric people has been an area of interest for archaeological researchers for some time now. In recent years, two projects with a special emphasis on interdisciplinary working, one in the Silvretta region (CH/A), the other in the Montafon Valley (A), have dealt with these themes. Various rock shelters and dry stone constructions ranging from the Neolithic period and the Bronze and Iron Ages to the Roman period were examined as part of these

projects. This paper presents the results obtained from geoarchaeological and micromorphological analyses carried out on the features and in one off-site setting. The insight gathered is used as a basis upon which to discuss the traceability and dynamics of the prehistoric pasture economy in (sub-)Alpine areas on one hand and the impact of humans and animals on Alpine soils on the other.

«Woher wohl diese gänzliche Entblößung des Reufsthals an Baumwuchs vom Eingang in die Schöllenen bis auf den Gotthard, vom Krispalt bis auf die Furka röhren mag? Das ist nicht der Fön, der in solchem Maase dem Leben der Bäume verderblich würde; denn in der italienischen Schweiz, wo das Wehen dieses Windes noch fühlbarer ist, steigen auf mehrern Gebirgszügen sichtbar die Bäume noch höher, als im Bernischen Hochgebirg... Wurzeln und Stöcke von Wältern der Vorzeit werden hier und dort im Reufsthale aus dem Boden gegraben, und alte Sagen, die unter den Landleuten fortgeerbt wurden, melden, dass, um die Schlupfwinkel der reißenden Thiere zu zerstören, die Vorältern die Wälder angezündet haben. Noch jetzt zünden in dem nachbarlichen Bünden bisweilen Landleute, nicht etwa aus Muthwillen Einzelner, sondern in Folge von Gemeindsbeschlüssen, ganze Wälder an, nicht aus Furcht vor Bären und Wölfen, sondern um durch die Brandasche den Boden der Berghänge zu düngen, und so den Graswuchs und die Weiden zu vermehren.» Kasthofer 1822, 61f.

Die alpinen Hochweiden und deren sommerliche Nutzung durch Nutztiere sind bis heute ein zentrales Charakteristikum der europäischen Alpen. Diese bis in die Bronzezeit zurückreichende, mancherorts bereits im Neolithikum einsetzende weidewirtschaftliche Erschließung der waldfreien Grasfluren in (sub-)alpinen Lagen ging mit einer erheblichen menschlichen Transformation des Landschaftsraumes, der Vegetation und insbesondere der Böden einher¹. Dementsprechend hinterlassen diese weitreichenden Veränderungen sowie die damit verbundenen menschlichen und tierischen Aktivitäten spezifische Signaturen in den lokalen Sedimenten, weshalb den Hochgebirgsböden eine wichtige Bedeutung als Paläoumweltarchive zufällt². Geoarchäologische sowie mikromorphologische Analysen bieten auf verschiedenen Ebenen (Mikro-, Makro-Ebene) und insbesondere in Verbindung mit anderen Disziplinen daher eine geeignete Möglichkeit,

den menschlichen Einfluss auf die alpine Landschaft sowie spezifische Formen der prähistorischen Hochlagenutzung zu rekonstruieren. Trotz dieser guten Voraussetzungen bilden geoarchäologische Untersuchungen bis heute allerdings keinen festen Bestandteil interdisziplinärer Forschungen zu frühen Mensch-Umwelt-Beziehungen in Gebirgen³.

Die hier präsentierten Untersuchungen stammen aus der Silvretta und dem Montafon, zwei benachbarten Regionen (Abb. 1), in denen seit vielen Jahren und mit verschiedenartigen methodischen Zugängen der prähistorischen Siedlungs-, Wirtschafts- und Umweltgeschichte in den inneren Alpentälern nachgegangen wird⁴. Analysiert wurden verschiedene archäologisch untersuchte Strukturen wie ein Pferch, Abris und eine Wüstung sowie vergleichende Off-site-Standorte im subalpinen/alpinen Grenzbereich. Primäres Anliegen dieser Forschungen ist eine durch die Geoarchäologie erweiterte Beschreibung der archäologischen Befunde. Dies beinhaltet beispielweise differenziertere Aussagen zu Funktion, Phasen und Intensität der Nutzung dieser Strukturen. Die nachfolgenden Ausführungen versuchen daher, exemplarisch die Bedeutung und Notwendigkeit begleitender geoarchäologischer Analysen für die komparative Charakterisierung der Genese und Entwicklung von Hochgebirgsböden (off-site) bzw. für die Interpretation archäologischer Fundstellen (on-site) aufzuzeigen.

1. Prähistorische Weidewirtschaft in der Silvretta

Ein von Beginn an stark interdisziplinär ausgerichtetes Forschungsprojekt untersucht seit 2007 in der Gebirgsgruppe der Silvretta zwischen Graubünden, Tirol und Vorarlberg das Thema prähistorischer Hochweide- bzw. Alpwirtschaft. Ausgehend von einer bronze- und eisenzeitlichen Siedlungslandschaft im Talbereich des Unterengadins wurden in den

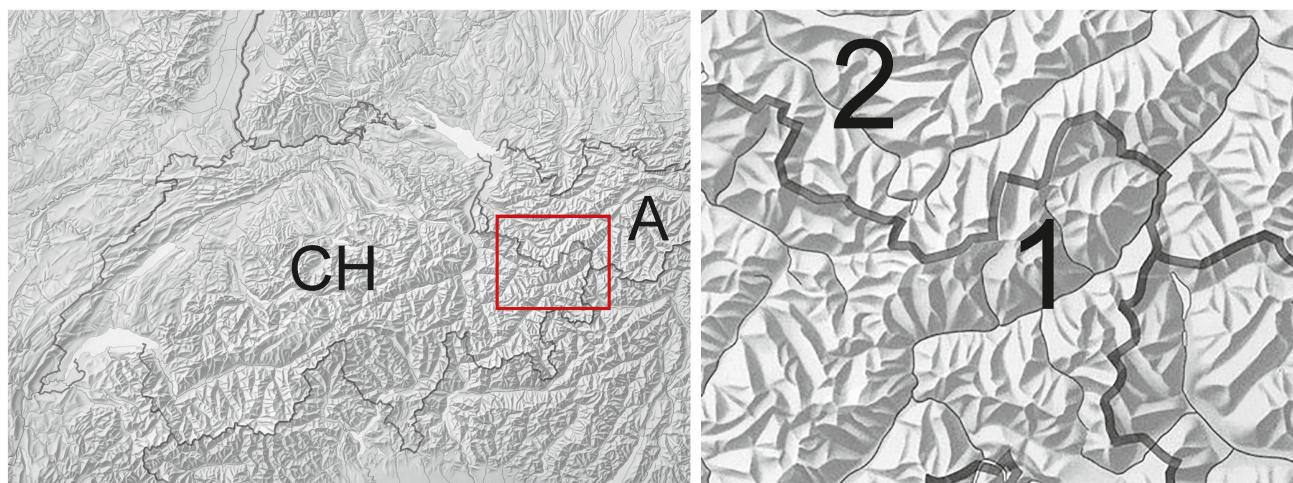


Abb. 1. Übersichtskarte mit Lage der Untersuchungsregionen Silvretta (1) und Montafon (2). Karte ADG bzw. Swisstopo.

vergangenen Jahren mehrere bronze- bzw. eisenzeitliche Baustrukturen (Gebäude, Pferche) untersucht, die als gesicherte archäologische Belege für eine bereits in prähistorischer Zeit existierende alpwirtschaftliche Nutzung der (sub-)alpinen Lagen samt Milchwirtschaft gelten dürfen⁵. Durch die systematische Prospektionstätigkeit wurden im Arbeitsgebiet zudem zahlreiche deutlich ältere Fundstellen meso- bzw. neolithischer Zeitstellung entdeckt, die sich einer klaren funktionalen Interpretation bzw. genaueren Zuweisung zu spezifischen saisonalen Aktivitäten jedoch meist entziehen⁶. Archäologisches Fundmaterial ist hier meist spärlich vorhanden bzw. zu wenig aussagekräftig, sodass – auch in Zusammensetzung mit den paläökologischen Daten – ein meist zwiespältiges Bild insbesondere zur Frage noch weiter zurückreichender Hochweidewirtschaft bleibt. Aus diesem Grund wurden an zwei verschiedenartigen archäologischen Fundstellen in den Jahren 2014 bzw. 2016 mehrere Bodenproben entnommen, deren Analysen im Folgenden vorgestellt werden (Abb. 2).

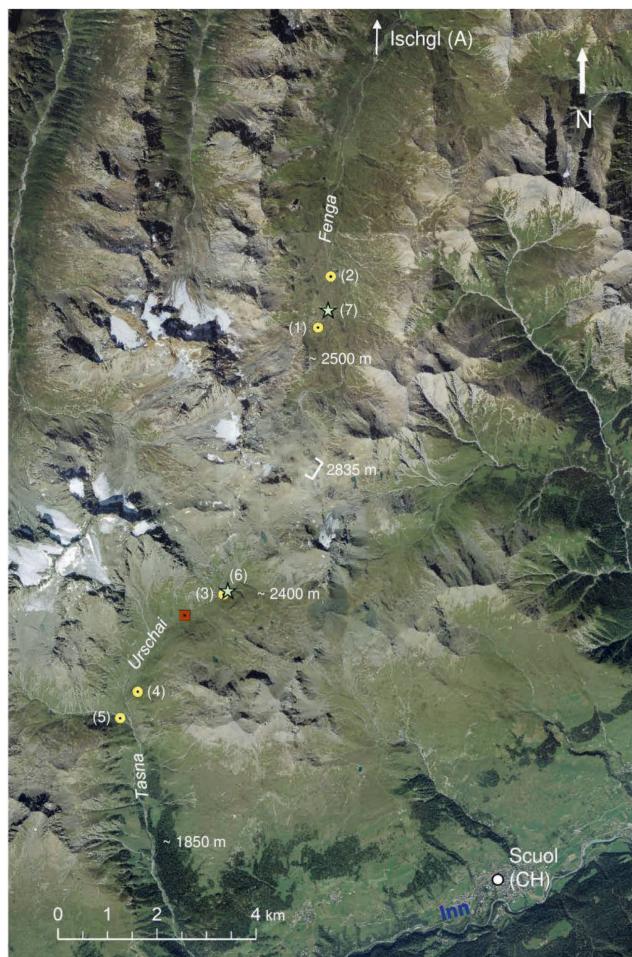


Abb. 2. Übersicht über die untersuchten Täler auf der Silvretta-Nordseite (Fimbertal/Val Fenga) und -Südseite (Val Tasna, Val Urschai). ● Archäologische Fundstellen: (1) Las Gondas Pferch, (2) Prähistorische Gebäudestruktur, (3) Plan da Mattun L1.1, (4) Abri Urschai, (5) Prähistorischer Viehpferch Plan d'Agl, ★ Pollenprofile: (6) Plan da Mattun und (7) Las Gondas, ■ Off-site Bodenprofil. Karte K. Kothieringer, Kartengrundlage: Ortofoto, Bundesamt für Landestopografie swisstopo, 2012.

1.1 Ein prähistorischer Viehpferch im Fimbertal/Val Fenga

Im sowohl vom schweizerischen Unterengadin (Ramosch, Vnà) wie auch vom österreichischen Skort Ischgl aus zugänglichen Fimbertal/Val Fenga konnten in den Jahren 2007 bis 2016 mehrere archäologische Fundstellen untersucht werden⁷. In diesem ausgedehnten, mit einem vorrömischen Toponym (Fimba/Fenga, Id) behafteten und überdies von einer transalpinen Wegroute durchquerten Weidegebiet werden heute mehrere Hundert Stück Galtvieh (d.h. nichtmilchgebende Rinder) aus dem Tiroler Paznaun bzw. dem Bündner Engadin gesömmert; eine Schafalpung wird im Fimbertal nicht mehr durchgeführt. Interessante Auskunft für die mittelalterlichen Verhältnisse bietet der Benediktinermönch und Historiker Goswin aus dem Kloster Marienberg bei Burgeis in Südtirol (I.). Goswin berichtet von einem Überfall auf die im Fimbertal/Val Fenga gelegene Klosteralp im Jahr 1274, der eine reiche Beute von 50 Stück Grossvieh und 200 Schafen lieferte⁸.

Von besonderer Bedeutung für die Frage der prähistorischen Alpwirtschaft ist die detaillierte Ausgrabung einer spätbronzezeitlichen bzw. früheisenzeitlichen Struktur (ca. 2285 m ü.M.) in unmittelbarer Nähe der heutigen Heidelberger Hütte (Abb. 2, Nr. 2). Lipidanalysen an zugehörigen Keramikfragmenten haben u.a. für diesen alpinen Bau erstmals den direkten Nachweis von Milchnutzung erbracht, weshalb durchaus von einer einfachen bronzezeitlichen ‹Sennhütte› ausgegangen werden darf. Etwa 100 Höhenmeter talaufwärts liegt das Gebiet «Las Gondas» (2385 m ü.M.; Abb. 2, Nr. 1). Der romanische Flurname für «Geröllhalden» nimmt Bezug auf den hier vorhandenen Gehänge- und Moränenschutt, der bereits im 2./1. Jahrtausend v.Chr. als Baumaterial für die Anlage von Pferchmauern sowie möglicherweise auch eines einfachen trockengemauerten Unterstandes verwendet wurde (Abb. 3). Das zeigen jedenfalls die Ergebnisse der archäologischen Untersuchungen sowie die daraus gewonnenen ¹⁴C-Datierungen⁹. Es liegt hier somit die nächsthöhere Weidestufe innerhalb des Fimbertales mit baulich einfacher ausgestatteten Lagerplätzen für Mensch und Vieh vor. Allgemein dienen solche trockengemauerten Viehpferche als ortsfeste, meist mehrfach unterteilte Einfriedungen für eine oder mehrere Viehherden (vorwiegend aus Schafen), die darin bei Nacht, Unwetter, aus Schutz vor Raubwild und vor allem während des Melkens bzw. zum Salzen eingesperrt werden. Solche baulichen Anlagen sind sehr beständig und wurden aufgrund der Nähe des zur Verfügung stehenden Baumaterials sowie topographischer Qualitäten (ebene Fläche, Wassernähe, Weidestufe; Dungnutzung) häufig über sehr lange Zeiträume genutzt bzw. immer wieder erneuert. Zudem stehen solche Pferche, wie im Fall von Las Gondas, in der Nähe eines Kleingebäudes bzw. zumindest in Verbindung mit einem simplen Lagerplatz für Hirten oder sind baulich in einen grösseren Felsblock integriert. Archäologische Untersuchungen von prähistorischen Viehpferchen liegen aus den Alpen, aber auch aus anderen Gebirgen bisher



Abb. 3. Fimbertal/Val Fenga GR, Las Gondas. Übersicht Fundstelle, Befund Sondierschnitt 2 und Profile, ¹⁴C-Datierungen. Fotos ADG.

nur sehr vereinzelt vor, wohl primär aufgrund methodischer Schwierigkeiten. Innerhalb des – aufgrund der heute fehlenden Schaf- bzw. ausschliesslichen Galtviehhaltung wohl seit Jahrzehnten ungenutzten¹⁰ – mehrgliedrigen Pferchsystems von Las Gondas konnte vor einem kleinen Felsblock eine Feuerstelle der Spätbronze- bzw. Hallstattzeit nachgewiesen werden; datierendes Fundmaterial (Keramik, Metallobjekte) fehlte¹¹. Diffiziler gestaltete sich die stratigraphische bzw. zeitliche Einordnung einer älteren Pferchmauer, für deren Errichtung aufgrund des Schichtverlaufes und mehrerer ¹⁴C-Datierungen (hier Pos. 201 bzw. 202; Abb. 3) ein *terminus a quo* in die Früh- und Mittelbronzezeit wahrscheinlich ist¹². Zur genaueren Identifizierung dieser stellenweise nur schwach ausgeprägten und fundleeren Schichten bzw. Paläooberflächen sowie zur Frage einer bereits früh- bis mittelbronzezeitlichen Beweidung wurden in Schnitt 2 im Sommer 2016 zwei Profilsäulen sowie weitere Flächenproben entnommen und in Folge genauer untersucht.

Mikromorphologische und geochemische Untersuchungen, Las Gondas

Mikromorphologische Untersuchungen an archäologischen Pferchbefunden im Hochgebirge sind bisher selten, aus den Alpen liegen bislang keine Arbeiten zu diesem Thema vor. Im Rahmen der archäologischen Ausgrabungen wurden wie erwähnt zwei Sedimentsäulen (LG1 am tiefsten Punkt des Pferches und LG2, FK 37 bzw. 38; zur Lage siehe Abb. 3) in zwei verschiedenen Profilen des Pferches Las Gondas entnommen und in weiterer Folge mikromorphologisch bzw. geoarchäologisch zur Differenzierung und Kennzeichnung einzelner Schichten untersucht.

Die Analysen hatten folgende Zielsetzungen: Lassen sich in den Pferchsedimenten alte Oberflächen belegen, welche auf die regelmässige Begehung durch Weidetiere hinweisen? Können allenfalls unterschiedliche Nutzungsphasen bzw. -intensitäten nachgewiesen werden? Welche konkreten anthropogenen bzw. pedogenen Merkmale lassen sich identifizieren?

Der Viehpferch von Las Gondas enthält stratifizierte Sedimente aus der Früh- bis Mittelbronzezeit (22. bis 15. Jh. v.Chr.), wie die ¹⁴C-Datierungen an Holzkohlefragmenten (ETH-70130 und ETH-70131, Abb. 3; Tab. 8) zusammen mit den mikromorphologischen Untersuchungen belegen. Es lässt sich die im Folgenden näher beschriebene Abfolge vom Oberboden bis zum verwitterten Ausgangsmaterial Cv erkennen, welche anhand von Dünnschliffen aus LG1 und LG2 identifizieren werden konnte. Die Sedimentsäule LG1 (FK 37) stammt aus dem Nordprofil dieses Grabungsschnittes und damit zugleich vom ungefähr tiefsten Punkt

des Pferchs, während LG2 (FK 38) aus dem Westprofil entnommen wurde. Beide Sedimentsäulen decken die (zunächst nur) archäologisch/makroskopisch zugewiesenen und derart beschriebenen Schicht-Positionen 200 bis 203 ab (Abb. 3).

Rezenter Wurzelfilz (Schicht 200)

Die hohen Mengen an Phosphat von über 8000 ppm aus LG1 sind im Dünnschliff sichtbar (Abb. 5a, Tab. 8). Sie sind ein Zeichen dafür, dass die Pferchflächen in den Sommermonaten auch in jüngerer Zeit regelmässig (von Rindern)

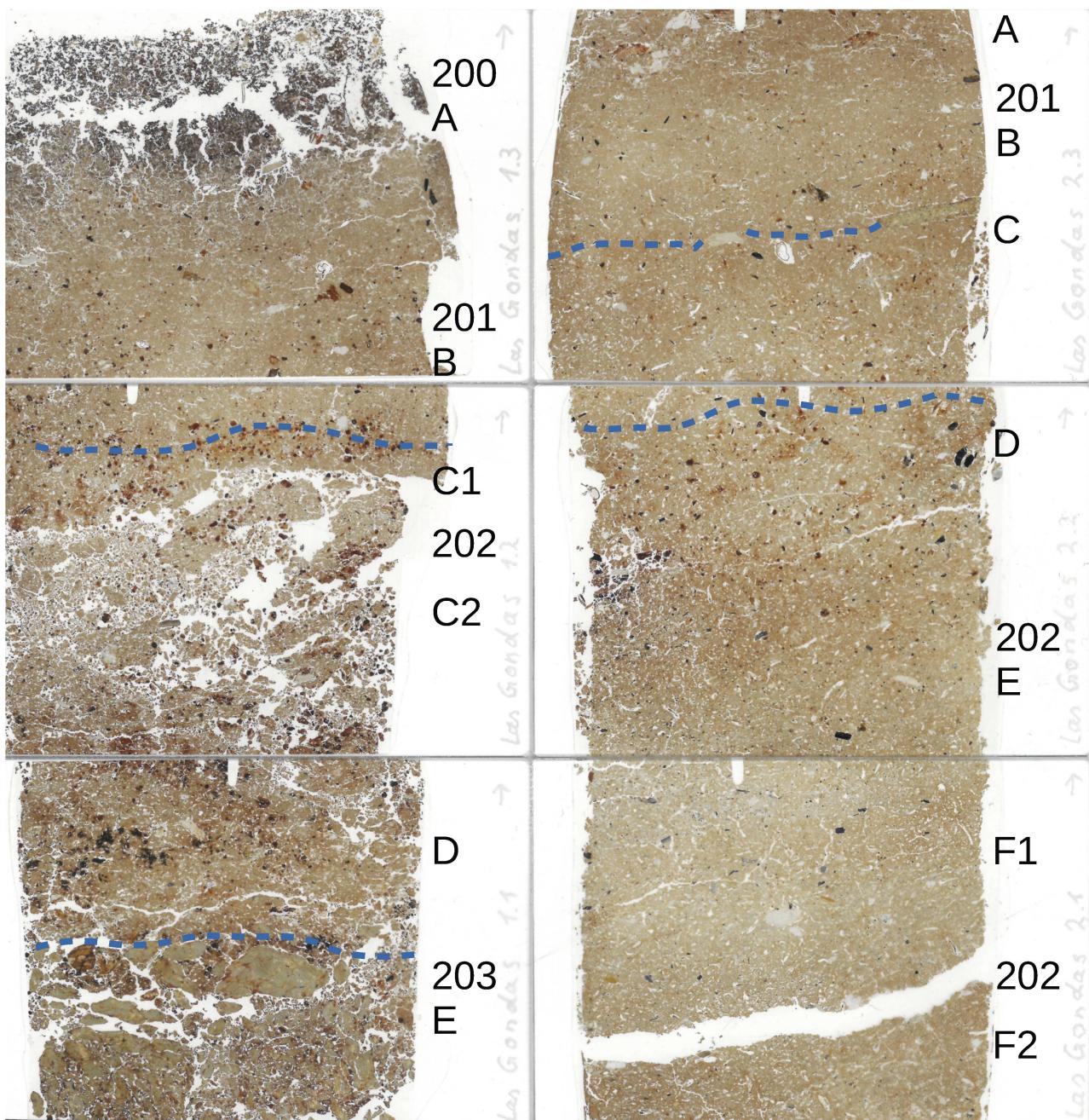


Abb. 4. Scan der Dünnschliffe von Las Gondas (8 x 6 cm). Foto ADG.

Einheit	Mikrostruktur und Porosität	Gefüge c/f	Organisches Material	Anthropogene Bestandteile	Pedogene Merkmale	Bemerkung
LG 1.3. Übergang Wurzelfilz Pferchsedimente						
A (200)	krümelige Aggregate zusammengesetzte Packungshohlräume	enaulisch	viele Wurzeln, organische Gewebereste, organisches Feinmaterial, Phytolithen Ascosporen, Mycel	Holzkohle mit Zellreihen eher fein, z.T. mit Zellen sehen zertreten aus (Phosphat)	viel Phosphat, verrollte Fe-Konkretionen	Rezenter Wurzelfilz C org. 40.26 Gew.- %; P total 8049.04 ppm
B (201) graue verdichtete Schicht	plattig und krümelig, planare Poren und zusammengesetzte Packungshohlräume	porphyrisch/enuatisch; Gesteinsfragmente horizontal eingeregelt	organisches Feinmaterial, viele Phytolithen, auch im Verbund; rezente Wurzeln	Holzkohle mit Zellreihen (horizontal orientiert), Pflanzenkohlefeinmaterial, auch amorph; Wurmlosungen (Phosphat)	Phosphat verrundete Fe-Konkretionen	Oberfläche stark durch Viehtritt verdichtete Schicht aus Bodenmaterial und ehemaligem Dung (nur Phytolithen übrig) C org. 11.91 Gew.- %; P total 5175.37 ppm
LG 1.2. Pferchsedimente mit Wurzelgängen, alte Oberflächen mit Bewuchs						
B (201) Fortsetzung	s. o.	s. o.	s. o.	s. o.	s. o.	s. o.
C1 (202)	nur plattig oder auch krümelig, planare Poren und zusammengesetzte Packungshohlräume	porphyrisch/enuatisch; Gesteinsfragmente z.T. horizontal eingeregelt	viele Phytolithen, Mycel, Ascosporen	Holzkohle eher fein, z.T mit Zellen (Phosphat)	Phosphat, viele <i>in situ</i> Fe-Konkretionen	Grenze zu B Oberfläche, Fe-Konkretionen, Staunässe durch Verdichtung (Begehung)
C2 (nicht parallelisierbar); 202	krümelig, locker	enuatisch	Phytolithen (einzelne, nicht im Verbund), Mycel	Holzkohle mit Zellen, Pflanzenkohlefeinmaterial, amorph; Wurmlohung (Phosphat)	Verrundete Fe- und Mn-Konkretionen viel Phosphat; zertretene Fe-Krusten	lockere Schicht (vielleicht ehemalige Wurzelgänge oder alter Wurzelfilz) und daher kommen die Fe-Ausfällungen; durch Bioturbation sekundär überprägt C org. 9.41 Gew.- %; P total 8584.54 ppm
D 202	planare Poren und zusammengesetzte Packungshohlräume	porphyrisch	Phytolithen, Ascosporen, Mycel	HK mit Zellen Pflanzenkohlefeinmaterial, amorph (Phosphat)	Phosphat zertretenes und verrundetes Fe, Mn; <i>in situ</i> Fe-Konkretionen	Oberfläche abgrenzbar: eingeregelte Bestandteile, zertretene Fe-Konkretionen
LG 1.1. Übergang Cv						
E202/203 Übergang zum Cv	Plattig-massiv, wenige planare und zusammengesetzte Packungshohlräume, Gesteinsfragmente z.T. horizontal orientiert	porphyrisch	Phytolithen, z.T. korrodiert, Ascosporen (Dungsporen) organisches Feinmaterial (<20 µm), Mycel	Holzkohle mit Zellreihen, Pflanzenkohlefeinmaterial, auch amorph (Phosphat)	Fe-Konkretionen, Phosphat Mn Fe-Imprägnierung; fragmentierte Fe-Krusten	Oberfläche direkt oberhalb vom Cv (Kristallin), C org. 7.82 Gew.-%; P total 5080.84 ppm

Tab. 1: Fimbertal/Val Fenga, Las Gondas, Pferch FK 37 Sedimentsäule LG1.

Einheit	Mikrostruktur und Porosität	Gefüge c/f	Organisches Material	Anthropogene Bestandteile	Pedogene Merkmale	Bemerkung
LG 2.3. Pferchesedimente mit oberem Rest Ah						
LG 2.3. A (200)	krümelige-plattige Aggregate; planare Poren und zusammengesetzte Packungshohlräume	enaulisch/porphyrisch; Gesteinsfragmente horizontal orientiert	viele Wurzeln, organische Gewebereste, organisches Feinmaterial, Phytolithen	Holzkohle mit Zellreihen, Pflanzenkohlefeinmaterial, auch amorph (Phosphat)	Phosphat	Oberkante Reste vom Ah-Horizont
B (201); Datierung ETH-70130: 1611– 1460 cal. BC	plattige Aggregate, z.T. massiv Poren: planar und Kammern	porphyrisch größere Gesteinsfragmente (eisenhaltig) horizontal ausgerichtet	organisches Feinmaterial, viele Phytolithen (einzelne) Parasiteneier	Holzkohle mit Zellreihen horizontal orientiert, Pflanzenkohlefeinmaterial, auch amorph (Phosphat)	Phosphat Fe-Konkretionen, auch verrollt	stark durch Viehtritt verdichtete Schicht aus Bodenmaterial und ehemaligem Dung (nur Phytolithen übrig) C org. 10.52 Gew.-%; Ptotal 3560.98 ppm
C (201)	plattige Aggregate planare Poren und Kammern	viele Gesteinsfragmente, horizontal orientiert	viele Phytolithen	Holzkohle mit Zellreihen (Phosphat)	Fe-Konkretionen Phosphat	Oberfläche; Grenze zu B
LG2.2.						
D (202); Datierung ETH 70130: 2139– 1980 cal. BC	krümelige-plattige Aggregate; planare Poren und zusammengesetzte Packungshohlräume	Porphyrisch; Gesteinsfragmente z.T. eingeregelt	viele Phytolithen; organische Fragmente mit Zellstruktur	viele Holzkohlen mit Zellreihen, z.T. eingeregelt Holzkohle > 1000 µm (Phosphat)	Phosphat fragmentierte Fe-Krusten	Oberfläche, Vorbereitung für Pferchnutzung (Schwenden)? C org. 10.17 Gew.-%; P total 3953.09 ppm
E (202) makroskopisch deutliche Trennung zu 201	Unterhalb der HK-Konzentration verdichtet; zusammengesetzte Packungshohlräume, verdichtet	Porphyrisch, z.T. enaulisch	Dungsporen, Phytolithen Rezente Wurzeln Organische Reste mit Zellstruktur	Holzkohle mit Zellreihen z.T. horizontal orientiert (Phosphat)	Phosphat Verrolltes Fe, auch <i>in situ</i>	Stein im Profil Relikt einer ehemaligen Oberfläche.
LG 2.1.						
F1	Poren planar; Krümelgefüge zusammengesetzte Packungshohlräume	porphyrisch; Gesteinsfragmente eingeregelt	Phytolithen und Dungsporen;	HK in Wurmlosung und Wurmgängen; organisches Feinmaterial (Phosphat)	Weniger Phosphat <i>in situ</i> Fe (gestört); Bioturbation	Begrenzter Oberflächenrest knapp oberhalb des Risses (?) C org. 10.71 Gew.-%; P total 3953.09 ppm
F2	Poren planar; Krümelgefüge zusammengesetzte Packungshohlräume	porphyrisch; Gesteinsfragmente eingeregelt	Wenige Phytolithen	Wurzeln, organisches Feinmaterial (Phosphat)	<i>in situ</i> Fe Wurmlosung Phosphat	Oberfläche? C org. 7.82 Gew.-%; P total 5080.84 ppm

Tab. 2: Fimbertal/Val Fenga, Las Gondas, Pferch FK 38 Sedimentsäule LG2.

beweidet wurden. Da der Pferch als solcher allerdings nicht mehr genutzt wird, hat sich eine Grasoberfläche mit Wurzelfilz im Pferch gebildet. Der Corg-Wert von 40% belegt eine immens hohe Humusakkumulation im Oberboden, die in Zusammenhang mit eingetragenem Dung stehen könnte.

Prähistorische Pferchsedimente (Schicht 201 und 202)

Die Pferchsedimente sind stratifiziert, und es lassen sich mehrere alte, begangene Oberflächen nachweisen. Die Begehung (Viehtritt) ist anhand von folgenden Merkmalskombinationen identifizierbar: planare Poren, plattiges Gefüge und Mikrolaminierung, eingeregelte Holzkohlen und Gesteinsbruchstücke sowie fragmentierte Eisenkrusten, die auf Zertreten hinweisen, jedoch auch durch Frostwechsel entstanden sein könnten (Tab. 1 und 2; Abb. 5b und c). Während der Nutzung wurde das Bodenmaterial vermischt und verdichtet. Dies führte zur Pseudovergleyung (Staunässe) und damit zur Reduktion von Eisen (Fe), die für die gräuliche Farbe von Schicht 201 verantwortlich ist (Abb. 3). Auf feuchte Verhältnisse weisen auch die Reste von Characeen (Armleuchteralgen) hin (Abb. 5d). Die Verdichtung zeigt sich ebenfalls anhand der Korngrößenverteilung. Mit einem Anteil von 77%, verteilt auf 29% Ton und 48% Schluff dominieren die beiden Feinbodenarten, die eine typische Korngrössensorientierung durch Verlagerung mit Wasser charakterisieren. Dies zeigt sich gut im Vergleich mit dem sandigeren überprägten, schwach verwitterten Ausgangsgestein (Cv) (203). Schicht 201 dünnnt, bedingt durch das Mikrorelief im Pferch, nach Süden hin etwas aus. Aus dieser Schicht stammt die mittelbronzezeitliche ¹⁴C-Datierung (ETH-70131, Tab. 8). Die Sedimente enthalten extrem hohe Anteile von verwitterungsresistenten Grasphytolithen (biogen eingelagertes amorphes Silizium; Abb. 5d) sowie amorphes Phosphat. Diese Bestandteile stellen die Reste des mineralisierten Dungs dar. Es waren hier zudem Diatomeen nachweisbar. Sie könnten ehemals ebenfalls im Dung enthalten gewesen bzw. über das Trinken der Tiere in den Darmtrakt und die Exkremeanteile gelangt sein (Abb. 5e). Schliesslich wurden Endoparasiten ermittelt¹³ (Abb. 5g), die ebenfalls im Dung zu erwarten sind.

Im mittleren Bereich von Schicht 201 (LG2) wurde eine weitere alte Oberfläche identifiziert (Abb. 4; Abb. 5f). Der Phosphatgehalt ist immer noch sehr hoch mit Werten über 5000 ppm. Die Grenze von 201 zu 202 wird in beiden Profilen auch makroskopisch sichtbar anhand von Eisenkonkretionen markiert, da sich an dieser Oberfläche das Wasser staut.

Die frühbronzezeitliche Oberfläche von Schicht 202 (ETH-70130, Tab. 8) grenzt sich durch ihren höheren Anteil von Holzkohle ab. Sie ist ausserdem reich an weiteren organischen Fragmenten mit gut erhaltenen Zellstruktur und ebenso an Phytolithen. Möglicherweise wurde Vegetation intentionell abgebrannt ('geschwendet'), bevor der Pferch (wieder) genutzt wurde. Im unteren Bereich von Schicht 202 nimmt der Gehalt an Dungsporen, der ohnehin über das gesamte Vertikalprofil sehr hoch ist, noch weiter zu (Abb. 5h). Der Phosphatgehalt steigt auf einen maximalen Wert von 8600 ppm an. (Tab. 1 und 2)¹⁴.

Cv-Horizont (verwittertes kristallines Ausgangsmaterial, Schicht 203)

Der Cv-Horizont (kristallines Ausgangsmaterial) 203 wurde nur in LG1 erreicht. Die mikromorphologischen Untersuchungen zeigen, dass das Pferchsdatum (202) direkt auf dem Cv-Horizont aufliegt. Es ist davon auszugehen, dass sich dort vor der Nutzung ein saurer Rohboden (Ranker) befand, der im Zuge der Viehbegehung mit Dung vermischt wurde. Er enthält hohe Anteile von Dungsporen, Phyto lithen, Holzkohle und Phosphat (Abb. 5h). Der erhöhte Gehalt an Phosphat (ca. 4500 ppm) ist demnach nicht geogenen Ursprungs.

Ein abschliessender Vergleich der beiden Profilsäulen zeigt, dass die Mächtigkeit der Pferchsedimente kleinräumig variiert. Am tiefsten Punkt LG1 ist das Profil geringmächtiger, die Phosphat-Gehalte aber deutlich erhöht als in LG2. Vermutlich hat sich dort mehr Dung angesammelt. Die in den Schichten jeweils unterschiedlichen Gehalte stehen nicht in klarem Zusammenhang mit sekundären Bodenprozessen. Es gibt keine klare Verteilung von hohen Werten, die durch vertikale Verlagerung erklärt werden können. Somit ist davon auszugehen, dass das vom Dung stammende Phosphat grösstenteils *in situ* ist. Mikromorphologisch ist zu sehen, dass es amorph in der Matrix verteilt ist. Weiter ist eine <Schwendphase> in LG2 belegt.

1.2 Eine Off-Site-Situation im Val Urschai als Vergleich

Im Gegensatz zur Sedimentabfolge im bronzezeitlichen Pferch Las Gondas, der on-site den Nachweis einer intensiven prähistorischen und rezenten anthropogenen (bzw. tierischen) Nutzung trägt, weist das nachfolgend erläuterte Bodenprofil typische Merkmale heutiger und wahrscheinlich auch vergangener weidewirtschaftlicher Überprägung auf, die jedoch im Off-site-Kontext zu sehen ist. Das Untersuchungsgebiet liegt auf 2220 m ü.M. im Val Urschai auf der Südseite der Silvretta (Abb. 2, Off-site-Bodenprofil). Diese Region wurde in den vergangenen Jahren ebenfalls an mehreren repräsentativen Standorten in Ergänzung zu den Arbeiten im Fimbental/Val Fenga hinsichtlich Bodenge nese und -nutzung näher untersucht¹⁵. Der hier vorgestellte Standort zeichnet sich durch den Bewuchs mit sog. Läger flora wie Alpenampfer und Blauer Eisenhut (*Aconitum*) aus, die sich dort aufgrund des Eintrags von Viehdung und der damit verbundenen Phosphat- und Stickstoffanreicherung im Boden stark verbreitet hat (Abb. 6). Die Ansprache der einzelnen Horizonte im Gelände erfolgte gemäss bodenkundlicher Standards (Ad-hoc-Arbeitsgruppe Boden 2005; Munsell 2009).

Ein rezent, möglicherweise durch Viehtritt verdichteter Weidehorizont (Ah(e)-M) mit einem Phosphatgehalt von ca. 5200 ppm und einem typischen hohen Corg-Gehalt von 14% liegt über einem kolluvialen, locker-sandigen, von wesentlich weniger Phosphat durchsetztem (ca. 2000 ppm) Horizont (SwM), der als Wasserleiter fungiert (Abb. 6). Im

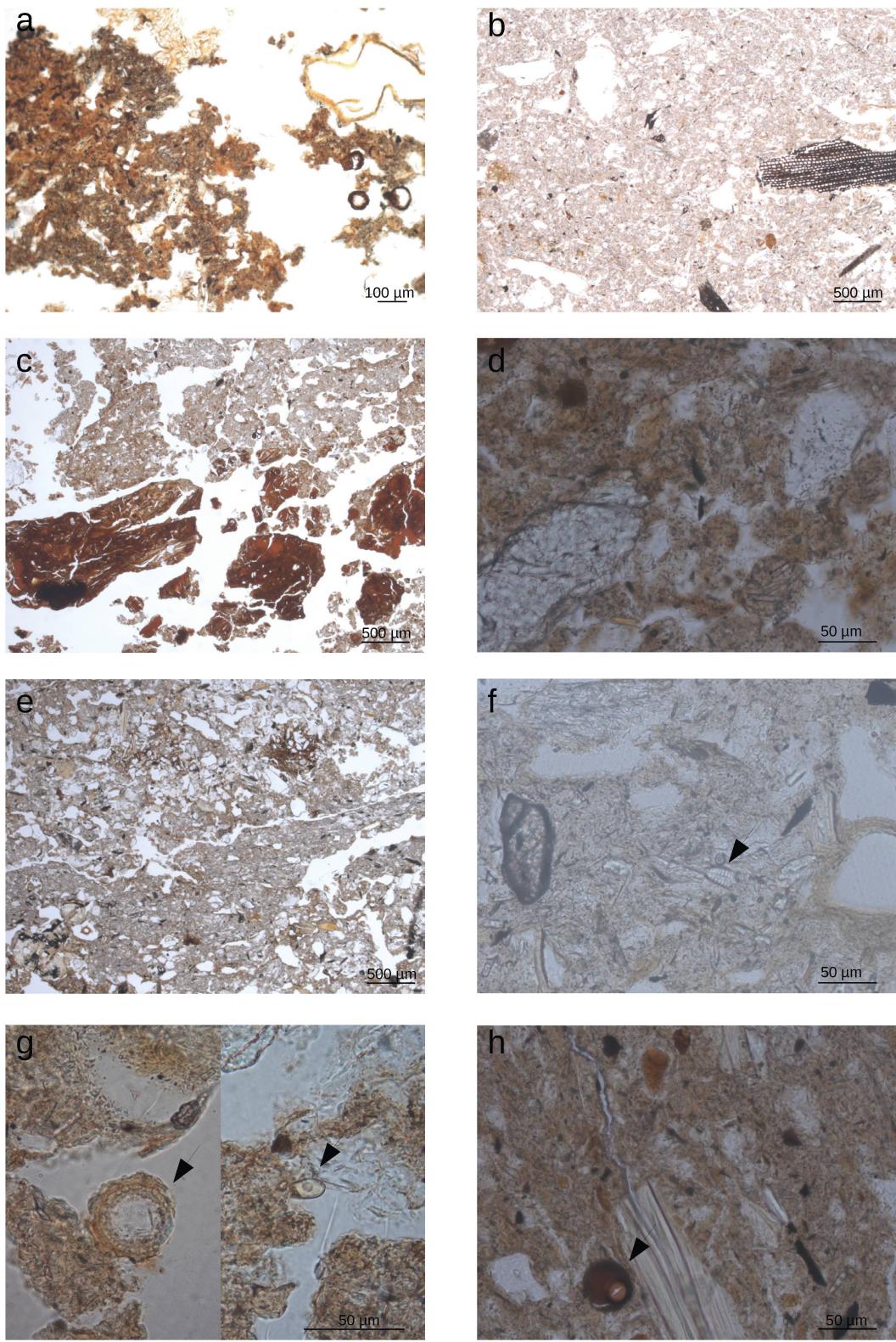


Abb. 5. LG 1, 200, a: rezenter Wurzelfilz unter Beweidung, organische, phosphatreiche Matrix mit Wurzelquerschnitt und Mikroholzkohle (PPL); LG 2 201, b: Überblick, verdichtete mineralogene Matrix durch Begehung und horizontal eingeregelte Holzkohle (PPL); LG 2, 201, c: Eisenkrusten, die möglicherweise nach deren Ausfällung durch Begehung fragmentiert wurden (PPL); LG 2, 201, d: Überreste des Dungs, beispielhafte Aufnahme des extrem hohen Phytolithgehaltes zusammen mit Phosphat in allen Schichten bis auf 203 (verwittertes Anstehendes) (PPL); LG 2, 201, e: Schicht- und Gefüegegrenze durch veränderte Korngrößenzusammensetzung (PPL); LG 2, 202, f: Diatomee in phytolithreicher mineralogener Matrix (Pfeil) (PPL); LG 2, 202, g: zwei Endoparasiten-eier in phytolith- und phosphatreichem Sediment (Identifikation Christine Pümpin) (PPL); LG 1, 202, h: direkt oberhalb von 203 Ascospore in phosphatreicher, mineralogener Matrix. Foto K. Kothieringer, A. Röpke.



Abb. 6. Val Urschai (Silvretta-Südseite) GR. Standort und Stratigraphie eines im Off-site-Kontext untersuchten Bodenprofils. Die gestrichelten Linien markieren die Schicht- bzw. Horizontgrenzen. Am Übergang (Sw)M-(Sd)(f)Bhs wurden Holzkohlefragmente in die mittlere Bronzezeit datiert. Foto K. Kothieringer.



Abb. 7. Val Urschai GR, Plan da Mattun. Übersicht Fundstelle, Befund Abri L 1.1, ^{14}C -Datierungen. Fotos und Zeichnung ADG.

darunterliegenden tonig-schluffigen Horizont wird Bodensickerwasser – ähnlich zu Schicht 201 im Pferch Las Gondas – regelmässig saisonal gestaut, was zur typischen Graufärbung (Pseudovergleyung) des Bodenmaterials führt. Als Ursache für die Verdichtung dieses Horizonts ist vermutlich der anhaltende bzw. verstärkte Viehtritt auf dem Oberboden zu sehen. Dieser Horizont kann als Bhs-Horizont eines ehemaligen Podsolts angesprochen werden, worauf die Werte pedogener Eisenoxide (Tab. 3) und seine an einigen Stellen durchscheinende, kräftige rötliche Färbung hinweisen. Markante anthropogene Spuren am Übergang (Sw)M-(Sd)(f) Bhs sind makroskopische Holzkohlefragmente, welche in die mittlere Bronzezeit (17./16. Jh.v. Chr.) datieren¹⁶. Somit ergibt sich mit dieser zeitlichen Einordnung des Übergangsbereichs (Sw)M-(Sd)(f)Bhs ein Mindestalter für die Genese des darunterliegenden Bhs-Horizonts.

Die mögliche Entstehung und Entwicklung des Bodenkomplexes kann anhand des Verlaufs einiger aussagekräftiger bodenchemischer Parameter wie Corg, Feo/Fed, Fed und Phosphat nachgezeichnet werden. Das Verhältnis von amorphem (Feo) zu kristallinem Eisen (Fed) bezeugt den Aktivitätsgrad der Eisenoxidmobilisierung im Boden. Das Verhältnis ist im rezenten Ah-M-Horizont am höchsten (ca. 0.7), was auf aktuelle Mobilisierung der Eisenoxide und recht starke Podsolierung hinweist. In den darunterliegenden Horizonten ist das Verhältnis annähernd gleich gering (ca. 0.3), sodass hier von nur schwacher rezenter Podsolierung auszugehen ist. Auffällig ist der starke Anstieg von Fed auf knapp 3% im (f)Bhs-Horizont: ein Hinweis, dass dieser Horizont vermutlich der Überrest eines fossilen Podsolts ist, der unter vor- oder frühbronzezeitlichem Klima und Vegetationsbewuchs (Nadelgehölz) entstanden ist. Paläökologische und dendrochronologische Untersuchungen¹⁷ im sog. Las Gondas-Moor in unmittelbarer Nähe des bereits vorgestellten Pferchsystems im benachbarten Fimbertal/Val Fenga sowie in mehreren Mooren auf der Silvretta-Südseite (eines davon in der Nähe zum untersuchten Off-site-Bodenprofil) zeigen eine Bedeckung der Hochtäler mit Nadelgehölzen wie *Pinus cembra* bis in das ausgehende Neolithikum, mit einem bis zu 300 Meter höheren Stand der Waldgrenze als heute (d.h. in Höhen bis 2400 m ü.M.). Paläökologische Untersuchungen in den Hochtälern der Silvretta belegen zudem verstärkte Brand(rodungs-)aktivitäten in Form hoher Mengen an Mikroholzkohle (micro-charcoal) und einen deutlichen Anstieg von typischen Weidezeigern am Übergang vom Endneolithikum zur Frühbronzezeit (Abb. 2, Pollenprofile Nr. 6 und 7). In der mittleren Bronzezeit lässt sich der human impact weiterhin, wenn auch schwächer als zuvor, anhand des Eintrags an micro-charcoal und Weidezeigern sowie über die Präsenz der Grünerle fassen¹⁸. Dieses Gebüsch wächst typischerweise nach, wenn Brandrodung eingesetzt wurde, um Weideflächen zu schaffen¹⁹. Im benachbarten Montafon ist diese Vegetationsveränderung für die Bronzezeit ebenfalls nachgewiesen (siehe Abschnitt 3, unten)²⁰. Die markanten und nachweislich mit einer intensiven Hochweidenutzung zusammenhängenden Veränderungen der alpinen Landschaft stimmen also exakt mit jener Phase überein, in die auch der anthropogene Eingriff in die Genese des untersuchten Bodenprofils fällt.

Der zugehörige Bleichhorizont (Ae), den man im Bodenprofil noch über dem (f)Bhs-Horizont erwarten würde, ist vermutlich im Zuge der mittelbronzezeitlichen Rodungs- bzw. Feueraktivitäten erodiert worden. Der Corg-Wert im (f)Bhs-Horizont ist mit 8% als immer noch sehr hoch einzustufen. Der Phosphatwert liegt bei ca. 1700 ppm und ist damit viel zu hoch, als dass er geogenen Ursprungs wäre; der gemessene Phosphatgehalt in Cv-Horizonten an umliegenden Standorten beträgt ca. 400 ppm. Mögliche Erklärungen für den vergleichsweise hohen Phosphatgehalt im (f)Bhs-Horizont könnten sein: a. die (rezente) Mobilisierung von Phosphat aus den oberen Horizonten, die mit der Mobilisierung von Eisenoxiden einhergeht; b. Relikte einer prähistorischen weidewirtschaftlich bedingten Nutzung des Bodens. Bodendünnenschliffe, die zur weiteren Erklärung der Genese beitragen und die Präsenz von prähistorischen Nutzungsschichten mikromorphologisch nachweisen könnten, liegen von diesem Standort indes leider nicht vor. In Zusammenschau mit den paläökologischen Daten²¹ sowie den zahlreichen bronzezeitlichen Fundstellen²² im Val Urschai scheint Erklärung b allerdings durchaus plausibel. Im Vergleich zu den Phosphatwerten im Pferch Las Gondas fallen die Werte an diesem Standort um ein Vielfaches geringer aus, sind jedoch immer noch hoch im Vergleich zu den Gehalten des verwitterten Ausgangsgesteins und für eine Off-site-Nutzung, die auch an weiteren Standorten im Val Urschai untersucht wurde²³.

1.3 Val Urschai, Plan da Mattun

Im «Plan da Mattun» (2280 m ü.M.) genannten Talschluss des oberen Val Urschai finden sich die bislang ältesten, bis ins 9. Jahrtausend v. Chr. reichenden Spuren menschlicher Präsenz in der Silvretta²⁴. Auf diesem strategisch gut gelegenen Weidegebiet unterhalb des ins Jamtal führenden Futschölpasses (2767 m ü.M.) bzw. eines etwas ausgesetzteren Überganges (Fuorcla da Tasna, 2807 m ü.M.) ins Fimbertal/Val Fenga liegt eine grössere Zahl von teilweise hausgrossen Felsblöcken (Abb. 2, Nr. 3; Abb. 7). Diese erlauben mit ihren überhängenden Felsdächern einen sicheren Schutz bei Schlechtwetter sowie die Einrichtung simpler Lagerplätze für eine längere stationäre Präsenz. Heute werden auf dem Plan da Mattun mehrere Hundert Schafe, Rinder und Pferde gesömmert; im Herbst ist das Tal überdies ein beliebtes Hochjagdgebiet. Geomorphologische Untersuchungen haben gezeigt, dass es sich beim markanten L-förmigen, grobblockigen kristallinen Schuttmaterial des Plan da Mattun um einen auf einer spätglazialen, dem späten Egesenstadial (11./10. Jt.v. Chr.) zugehörigen Gletscheroberfläche abgelagerten Felssturz handelt²⁵. Kleinflächige Ausgrabungen unter mehreren Felsblöcken haben den Nachweis wiederholter meso- bzw. neolithischer Nutzungsphasen vom 9. bis ins späte 3. Jahrtausend v. Chr. erbracht. Insbesondere unter dem grössten, L1 genannten Abri hat sich bergseitig in einem Sondageschnitt ein (etwa 1 m) mächtiges, makroskopisch nur schwer differenzierbares Schichtpaket aus übereinander liegenden Feuerstel-

	Schicht/ Horizont	C _{org} [Gew.-%]	Phosphat [ppm]	pH	Fe _d	Fe _o /Fe _d	Korngrösse (Gew.-%) T, U, S und Bodenart
Las Gondas Pferch (LG1)	200	40.3	8049.04	4.35/4.3			19, 50, 31 Lu
	201	11.9	5175.37	3.70/3.7			29, 48, 23 1t2
	202	9.4	8584.54	3.89/3.7			26, 55, 19 Lu
	203	7.8	4534.51	3.52/ 4.0			17, 35, 48 Ls3
Las Gondas Pferch (LG2)	201	10.52	3560.98	3.8			
	202 oben	10.17	3953.09	3.9			
	202 unten	7.82	5080.84	3.9			
Schafberg, Wüs- tung GAR 09	AhM (A)	16.95	4335.35	3.6			
	M (B)	11.1	4138.08	3.8			
	fAh (C)	14.67	4317.14	3.62			
	M (D)	10.24	3905.56	3.75			
Begrabener Pseudogley-Pod- sol	Ah(e)-M	14.1	5236	4.76	1.35	0.71	
	(Sw)M	10.5	1963	5.24	1.52	0.31	9, 30, 61 S13
	(Sd)(f)Bs	8.0	1748	5.74	2.84	0.41	21, 52, 27 Lu
	(f)BsCv	6.1	1648	5.87	1.91	0.29	19, 55, 26 Lu

Tab. 3: Gegenüberstellung von geochemischen und bodenphysikalischen Parametern on-site aus dem Pferch Las Gondas (LG1 und LG2), der Wüstung am Schafberg und einer Off-site-Situation (Bodenprofil) im Val Urschai.

len bzw. Gruben mit hitzeversehrten Steinen nachweisen lassen (Abb. 7). Große Mengen an kalzinierten Tierknochen, Holzkohle- und Ascheschichten sowie Fragmente zerscherbter Laugen-Melaun-Keramik sind als Nachweis für einen spätbronzezeitlichen alpinen Brandopferplatz zu werten (13. bis 11. Jh.v. Chr.), möglicherweise im engen Zusammenhang mit zeitgleicher Weide- bzw. Alpwirtschaft²⁶. Darunter konnte ein grubenartiges, etwa 20 bis 25 cm mächtiges Schichtpaket aus Feuerstellen angeschnitten werden, das in der Fläche von mehreren, teilweise stark hitzeversehrten Steinen begrenzt war. Sehr viel Holzkohle bzw. zahlreiche kalzinierte Tierknochen, Silex-, Radiolarit- bzw. Ölquarzitmaterial und daraus gefertigte Waffen (Pfeilspitzen) und Werkzeuge sowie zwei ¹⁴C-Datierungen charakterisieren diesen Befund als wiederholt genutzten Lagerplatz wohl spätneolithischer Jagdgruppen. Die bisherigen Daten weisen in einen Zeitraum zwischen ca. 3000 und 2500 v. Chr. (Pos. 2014.1, BETA-531298 und BETA-531299, Tab. 8). Ungefähr in der Mitte dieser makroskopisch ebenfalls nur schwer trennbaren Abfolge von Feuerstellen wurde eine Probe (SS1) für mikromorphologische Untersuchungen entnommen.

Geoarchäologisch-mikromorphologische Untersuchungen, Plan da Mattun

Die über den Verlauf von mehreren Jahrtausenden entstandene Schichtabfolge von Plan da Mattun L1.1 ist insgesamt ca. 1m mächtig und besteht vor allem aus extrem holzkohle-reichen Ablagerungen, die mehrheitlich als Reste von Feuerstellen bzw. -gruben anzusprechen sind. Das gesamte Profil erscheint dadurch weitgehend schwärzlich-dunkel, lediglich im unteren Drittel wird dieses von einem schmalen rötlich-beigen Band – ein stark hitzeversehrter Sandstein – getrennt. Aus diesem Abschnitt war es trotz erheblicher technischer Schwierigkeiten aufgrund der vielen Steine möglich, eine Sedimentsäule zu entnehmen und zu drei Dünnenschliffen (6×4 cm) zu verarbeiten. Die Abfolge enthält insgesamt drei Holzkohle-Ereignisse (Brandschichten), zwei Oberflächen und eine Steinlage (Tab. 4 und 5; Abb. 8).

Der unterste Dünnenschliff PdM1.3. zeigt an der Basis eine Schicht mit gut erhaltenen Holzkohlen, erhitzten Steinen und Knochen (Abb. 9a). Darüber befindet sich ein durch Feuer erhitzter Sandstein, die Basis einer Feuerstelle (Abb. 9b). Ge-steinsfragmente sind eingeregelt, was auf mutmassliche Be-

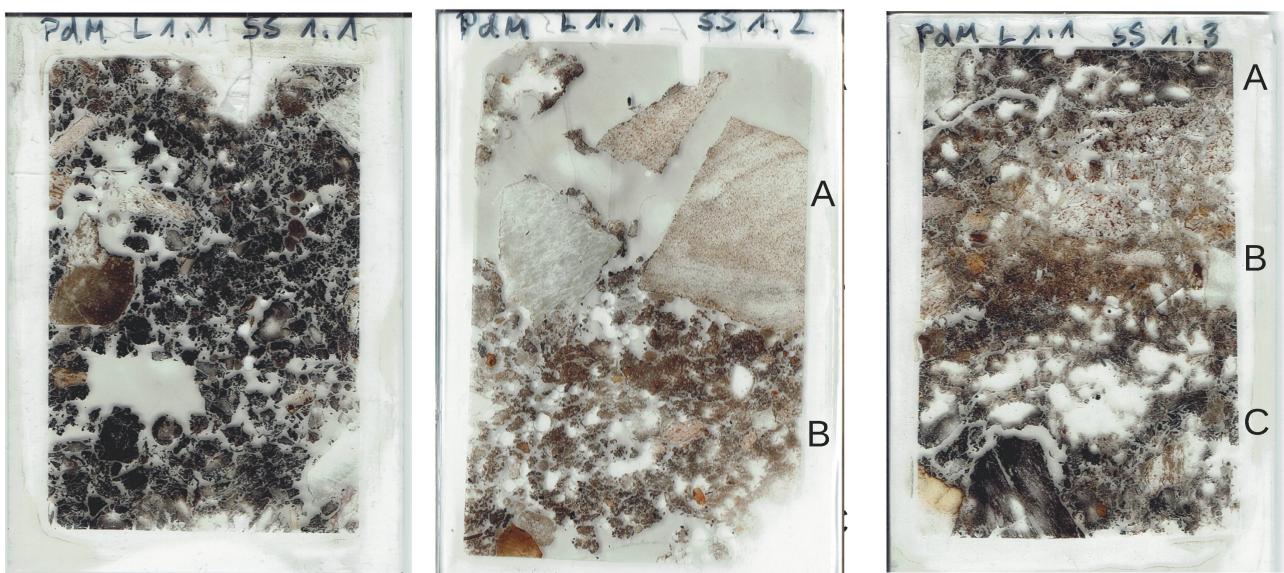


Abb. 8. Scans der Dünnschliffe von Plan da Mattun (8 x 6 cm). Foto ADG.

gehung vor dem Errichten der Feuerstelle hinweist (Abb. 9c). Darüber befinden sich zahlreiche verbrannte und unverbrannte Knochenfragmente vermischt mit Holzkohle (Abb. 9d). Der Anteil der Knochenfragmente nimmt nach oben hin ab. Diese Lage wird von einer verdichteten mineralogenen Schicht abgedeckt. Sie enthält Holzkohle, aber keine Knochen und weist keine spezifischen Erhitzungsmerkmale auf (PdM1.2, Abb. 9e). Diese wiederum ist mit einer Steinlage abgedeckt, auf der ebenfalls eine holzkohlereiche Schicht mit Knochen liegt (PdM1.1, Abb. 9f). Im Vergleich zu Ablagerungen unter anderen Abris fallen hier vor allem die extrem hohen bzw. mächtigen Holzkohlelagen auf. Sie unterscheiden sich deutlich von denen einer periodischen Frequenz und Installation eines Lagerplatzes etwa durch Schutzsuchende oder Jäger. Typischerweise würde sich bei wiederkehrendem Aufsuchen eine Nutzungsschicht mit Verschmutzung des Sediments durch unterschiedliche Quellen menschlicher Anwesenheit bilden wie in Abri 10 im Montafon (s. unten). Dass derartige Nutzungsschichten fehlen, könnte darauf zurückzuführen sein, dass bei einer regelmässigen Nutzung eines Platzes, ähnlich wie von Höhlen bekannt, meist die Holzkohle und andere Reste entfernt werden²⁷. Somit könnte dieser obere Bereich wohl bereits dem spätbronzezeitlichen Brandopferplatz zugerechnet werden.

2. Das Montafon – eine prähistorische alpine Siedlungs- und Wirtschaftsregion

Das Montafon, eine westlich der Silvretta im westösterreichischen Vorarlberg liegende inneralpine Tallandschaft, hat sich in den vergangenen beiden Jahrzehnten zu einer wichtigen und vielbeachteten Modellregion zu Fragen

der prähistorischen Besiedlungs- und Wirtschaftsgeschichte entwickelt. Vor dem Hintergrund eines bedeutenden mittelalterlich-neuzeitlichen Montanreviers mit ergiebigen Kupfer- und Eisenerzlagerstätten am Bartholomäberg sowie im Silbertal stehen hier die prähistorische Besiedlungs-, Bergbau- und Umweltgeschichte im Zentrum der von der Universität Frankfurt geleiteten, ebenfalls stark interdisziplinär ausgerichteten Forschungen. Die langjährigen Arbeiten haben oberhalb des Schrunser Beckens u.a. zur Entdeckung und Ausgrabung mehrerer wichtiger Siedlungsstellen geführt, die – mit Unterbrüchen – ab der Frühbronzezeit bis in die jüngere Eisenzeit bewohnt waren. Weiterhin naheliegend ist darüber hinaus ein unmittelbarer Zusammenhang dieser prähistorischen Siedlungskammer im Montafon mit einem bereits prähistorischen, spätestens latènezeitlichen Abbau von lokalen Erzen²⁸. Begleitende archäobotanische, vegetations- und bodenkundliche Analysen auf unterschiedlichen Höhenstufen haben zudem wichtige Informationen zur prähistorischen Vegetations- und Umweltgeschichte sowie zu den wirtschaftlichen Grundlagen (Ackerbau, Sammelwirtschaft; Viehzucht) dieser frühen inneralpinen Gesellschaften geliefert²⁹. Damit verbunden waren auch systematische Surveys und Grabungen unter Abris bzw. in Alpwüstungen auf dem Schafberg oberhalb von Gargellen, um die mögliche weidewirtschaftliche Nutzung dieses (sub-)alpinen Gebietes bereits ab der Bronzezeit genauer zu untersuchen.

2.1 Der Schafberg, Gargellen (A)

Der Schafberg (1800 bis 2400 m ü.M.) befindet sich oberhalb von Gargellen und gilt mit seinem vergleichsweise flachen südost-exponierten Hang als gutes Weidege-

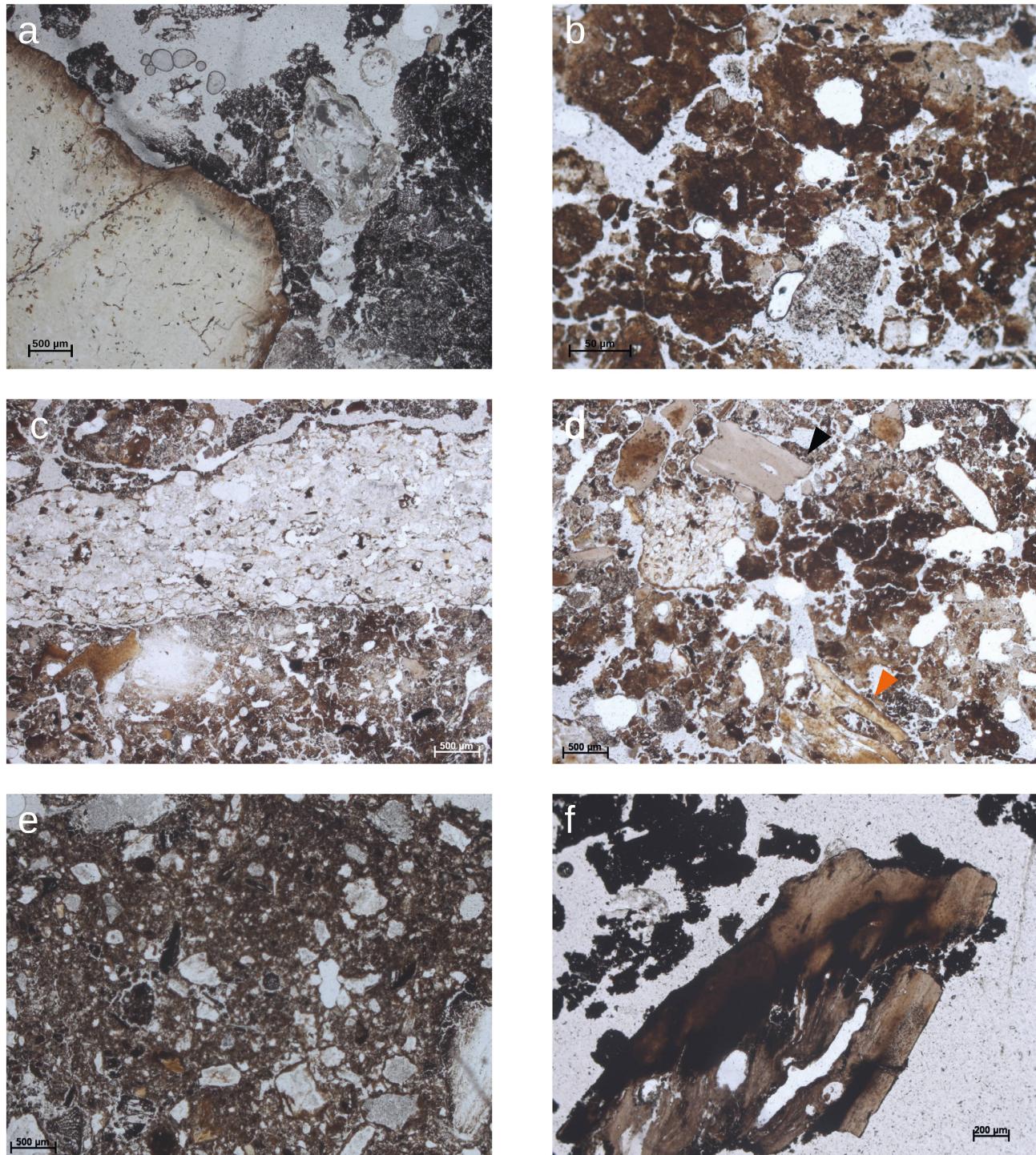


Abb. 9. PdM3, a: erhitzte Steinfragmente in holzkohlereicher Matrix, eventuell bioturbat überprägt (PPL); PdM3, b: stark beanspruchter geröteter und verwitterter Sandstein unter der Feuerstelle (PPL); PdM3, c: durch Begehung horizontal orientierte Gesteinsfragmente (PPL); PdM3, d: verbrannte (oranger Pfeil) und unverbrannte (schwarzer Pfeil) Knochenfragmente (PPL); PdM2, e: porphyrische, verdichtete Matrix mit Mikroholzkohle (PPL); PdM1, f: erhitztes Knochenfragment (PPL). Foto K. Kothieringer, A. Röpke.

Einheit	Mikrostruktur und Porosität	Gefüge c/f	Organisches Material	Anthropogene Bestandteile	Pedogene Merkmale	Interpretation
PdM1.3.						
A	krümelige Aggregate, zusammengesetzte Packungshohlräume z. T. dichtgelagerte Holzkohle	enaulisch kantige Steine (Kalk)	teilverkohltes Material mit und ohne Zellstruktur keine Phytolithen	Mikroholzkohle mit Zellreihen, Pflanzenkohlefeinmaterial, auch amorph, Knochen (Phosphat)	Phosphat	Feuerstelle: Holzkohle und Knochen
B	plattig/krümelig zusammengesetzte Packungshohlräume, planare Poren	porphyrisch/enuatisch wenige eingeregelte Gesteinsfragmente (Kristallines; Brekzie)	teilverkohltes Material mit und ohne Zellstruktur	verbrannte und unverbrannte Knochen; Verziegeltes; gerötes Bodenmaterial Mikroholzkohle mit Zellreihen, Pflanzenkohlefeinmaterial, auch amorph (Phosphat)	Phosphat	Aufbau einer Feuerstelle mit hitzebedingt gerötem Bodenmaterial, viele verbrannte Knochen
C	krümelige Aggregate, zusammengesetzte Packungshohlräume z. T. dichtgelagerte Holzkohle	enaulisch kantige Steine (Kristallines)	teilverkohltes Material mit und ohne Zellstruktur	Mikroholzkohle mit Zellreihen, Pflanzenkohlefeinmaterial, auch amorph, Knochen, erhitzte Steine (Phosphat)	Phosphat	Feuerstelle: Holzkohle, Knochen und erhitzte Steine

Tab. 4: Val Urschai, Plan da Mattun, Abri L 1.

Einheit	Mikrostruktur und Porosität	Gefüge c/f	Organisches Material	Anthropogene Bestandteile	Pedogene Merkmale	Interpretation
PdM 1.2						
A	Steinlage, kaum Feinmaterial liegt horizontal auf ehemaliger Oberfläche	porphyrisch kantige große Steine > 3cm (Sandstein, Gneis)		Pflanzenkohlefeinmaterial, auch amorph keine erhitzten Steine		Steinlage auf Oberfläche
B	Massiv gelagert, kaum Hohlräume	Porphyrisch Grobfraktion Grus 500 µm - 2 mm	amorphe organische Substanz	Mikroholzkohle mit Zellreihen, Pflanzenkohlefeinmaterial, auch amorph, erhitzter Grus; keine Knochen		Verdichtete Oberfläche mit Holzkohle
PdM 1.1.						
	krümelige Aggregate, zusammengesetzte Packungshohlräume z. T. dichtgelagerte Holzkohle	enaulisch kantige Steine (Gneis)	teilverkohltes Material mit und ohne Zellstruktur; keine Phytolithen	Mikroholzkohle mit Zellreihen, Pflanzenkohlefeinmaterial, auch amorph, verbrannte und unverbrannte Knochen (Phosphat)	Phosphat	Feuerstelle: Holzkohle und Knochen

Tab. 5: Val Urschai, Plan da Mattun, Abri L 1.

biet. Er liegt im Grenzbereich zwischen dem Montafon/Rätikon und der östlich anschliessenden Silvretta und gehört klimatisch gerade noch zu den humid geprägten Nördlichen Randalpen (Jahresmittel etwa 2.3° C; etwa 1600 mm Jahresniederschlag). Zwischen 2007 und 2012 fanden in diesem Gebiet archäologische Untersuchungen an insgesamt zehn verschiedenen Fundstellen statt, um zusammen mit palynologischen Daten Hinweise auf die prähistorische (weidewirtschaftliche?) Nutzung dieser Hochlagen zu erhalten³⁰. An mehreren Fundstellen wurden Proben für mikromorphologische Untersuchungen entnommen, wobei in diesem Beitrag zwei verschiedene archäologische Strukturen vergleichend analysiert und präsentiert werden: eine Wüstung (Fundstelle 1) und ein Abri (Fundstelle 10).

Fundstelle 1, Wüstung (2150 m ü.M.)

Fundstelle 1 befindet sich auf einem abgeflachten Bereich unweit des Wanderweges. Ein 4 m langer quaderförmiger Felsblock aus Silvrettakristallin (Gneiss) schirmt diese Situation nach Westen hin ab (Abb. 10)³¹. Im Jahr 2009 wurde der etwa 3.6×2.6 m große Steinversturz freigelegt, und es wurden zwei Schnitte angelegt, in denen zwei deutlich begrenzte Feuerstellen unter den Steinen identifiziert wurden. Mehrere Radiokarbondatierungen ergaben eine zeitliche Einordnung dieser Feuerstellen bzw. der Kulturschicht in einen Zeitraum vom 2. Jahrhundert v.Chr. bis ins 1./2. Jahrhundert n.Chr. (Tab. 8). Kleinfunde konnten nicht gemacht werden, es handelt sich nach Ausweis der radiometrischen Datierungen somit um eine mehrphasige, späteisenzeitliche bis römerzeitliche Baustuktur. Der hier vorgestellte Dünnschliff GAR09 wurde direkt im Außenbereich der Alpwüstung entnommen.

Geoarchäologisch-mikromorphologische Untersuchungen der Wüstung, Fundstelle 1

Der Dünnschliff GAR09 lässt sich in vier Abschnitte gliedern, die zwei Belegungsphasen und zwei Aufgabephasen zeigen (Tab. 6; Abb. 11). Der aktuelle Graswurzelfilz unterscheidet sich vom fossilen anhand der vielen rezenten Wurzeln und entspricht heute einem Off-site-Profil (Abb. 12a). Er wird weiterhin beweidet. Dies ist sichtbar an der Verdichtung mit den höchsten Phosphat-Gehalten im Profil (etwas über 4300 ppm). Während der Nutzungsphasen stellte dieser Standort den Außenbereich der Hütte dar. Durch die häufige Begehung sind diese gräulich erscheinenden Sedimente vegetationslos und verdichtet. Die Farbe ist vermutlich auf Pseudovergleyung zurückzuführen, die typisch ist bei Staunässe. Anthropogene Bestandteile wie Holzkohle wurden in die Oberfläche eingetreten und durch das Begehen horizontal ausgerichtet (Abb. 12d). Im Gegensatz zu den Wurzelfilzen enthalten die Belegungsphasen B und D viel Holzkohle (Abb. 11). Außerdem enthält der obere Begehungshorizont in Phosphat eingeschlossene Phytolithen und Diatomeen (Abb. 12b). Diese sind als Überreste von ehemaligem Dung zu interpretieren, was auf die Anwesenheit von Weidetieren in unmittelbarer Nähe des Baus deutet. Insgesamt weisen alle Schichten die für Weidewirtschaft stark erhöhten Phosphat-Gehalte auf (um 4000 ppm). Zwischen den zwei Belegungsphasen wurde die Hütte nicht genutzt, die Oberfläche wuchs wieder zu und bildete einen Wurzelfilz (Abb. 12c). Die Fläche wurde allerdings weiterhin beweidet, wie der hohe phosphatische Eintrag geochemisch (circa 2000 ppm) als auch mikromorphologisch in der Grundmasse zeigt. Die zweite Nutzungsphase führte nicht zu einer kompletten Zerstörung des Wurzelfilzes, sondern dieser wurde von mineralogenem Material abgedeckt. Die

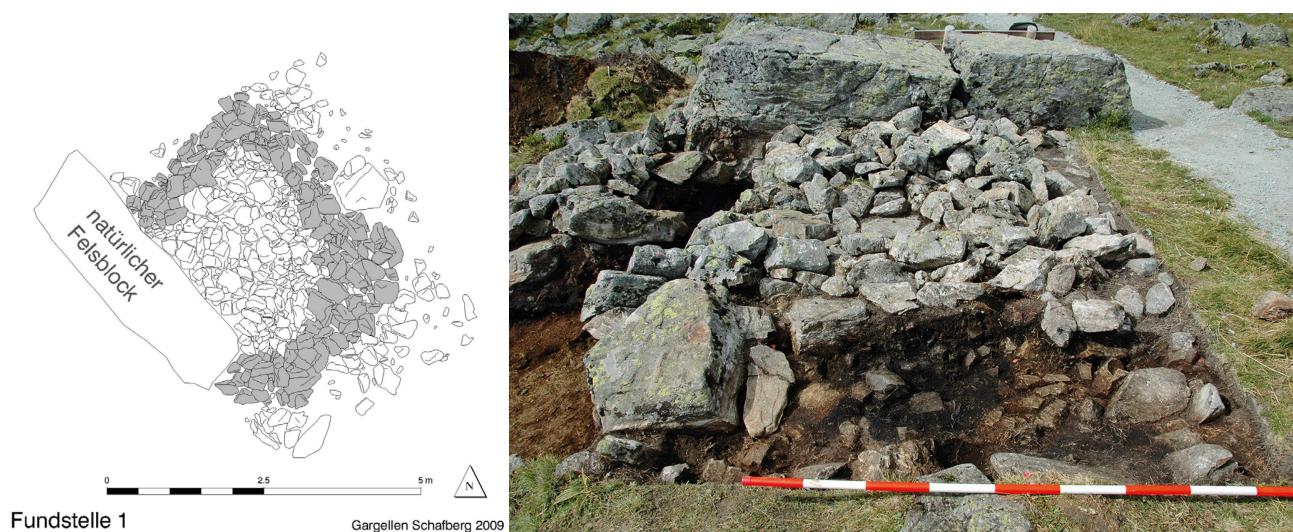


Abb. 10. Schafberg-Gargellen, Montafon (A). Fundstelle 1 (Wüstung). Links: steingerechte Aufnahme der kleinen quadratischen verfallenen Steinstruktur. Rechts: eine der beiden Feuerstellen unter der Steinabdeckung. Ausgrabung 2009. Foto und Plan Montafon-Projekt Goethe-Universität Frankfurt a.M.

Einheit	Mikrostruktur und Porosität	Gefüge c/f	Organisches Material	Anthropogene Bestandteile	Pedogene Merkmale	Bemerkung
A	krümelige Aggregate Poren – planare und zusammengesetzte Packungshohlräume, verdichtete organische Substanz	enaulisch mineralogischer Anteil (U und S)	Wurzeln verschiedener Größe, organisches Feinmaterial, Ascosporen, Phytolithen	Mikroholzkohle mit Zellreihen, Pflanzenkohlefeinmaterial, auch amorph (Phosphat)	Phosphat	Rezenter Wurzelfilz, Beweidung pH: 3.6 C org.: 16.95 Gew.-% P total: 4335.35 ppm
B	plattig/krümelig zusammengesetzte Packungshohlräume, planare Poren	porphyrisch/enualisch	organisches Feinmaterial, Phytolithen, häufig im Phosphat, Diatomeen	Mikroholzkohle mit Zellreihen bis zu 1000 µm, meist horizontal orientiert, Pflanzenkohlefeinmaterial, auch amorph (Phosphat)	Phosphat, Fe-Konkretionen	Nutzungsphase vegetationslos, Begehung, mineralisierter Dung pH: 3.8 C org.: 11.1 Gew.-% P total: 4138.08 ppm
C	krümelige Aggregate Poren – planare und zusammengesetzte Packungshohlräume, verdichtet organische Substanz	enualisch	Wurzeln verschiedener Größe, organisches Feinmaterial, Ascosporen, Phytolithen	Pflanzenkohlefeinmaterial, meist amorph (Phosphat)	Phosphat	fossiler Wurzelfilz, Aufgabe der Hütte, Beweidung pH: 3.62 C org.: 14.67 Gew.-% P total: 4317.14 ppm
D	plattig/krümelig zusammengesetzte Packungshohlräume, planare Poren	porphyrisch/enualisch Grobfraktion Sand	vereinzelt Wurzeln, org. Pellets, Phytolithen	reich an Holzkohle >1000 µm, horizontal ausgerichtete Picea/Larix-Fragmente (Phosphat)	Phosphat, Bioturbation	Nutzungsphase, vegetationslos, Begehung pH: 3.75 C org. 10.24 Gew.-% P total: 3905.56 ppm

Tab. 6: Schafberg (Gargellen) Fundstelle 1, Dünnschliff GAR 09 außerhalb, direkt neben der Steinsetzung.

beiden nachgewiesenen Nutzungsphasen wurden allerdings nicht absolut datiert (¹⁴C) und können daher mit den erwähnten Feuerstellen zeitlich nicht direkt korreliert werden.

Fundstelle 10, Abri (2036 m ü. M.)

Entlang des Madrisatälis reihen sich an seiner östlichen Flanke zahlreiche Felsblöcke, die zum Teil als natürlicher Unterstand genutzt wurden³². Das Abri ist ein derartiger, mehrere Meter grosser Felsblock mit einer nutzbaren Fläche von 15 m². Er bietet einen guten Blick über das Tal und auf den Gandasee (Abb. 13). Die im Rahmen der archäologischen Untersuchungen angelegten Profile von etwa 50 cm Tiefe enthalten verschiedene anthropogene Niveaus und insgesamt Reste von vier datierten Feuerstellen: eine mesolithische aus der zweiten Hälfte des 8. Jahrtausend v. Chr., darüber zwei früh- bis mittelbronzezeitliche aus dem Zeitraum 18. bis 16. Jahrhundert v. Chr. sowie eine weitere Feuerstelle aus dem Hochmittelalter (Tab. 8). Der Nachweis von Feuerstellen aus verschiedenen Zeiträumen lässt auf ein wiederholtes Aufsuchen des Felsblockes bereits durch den prähistorischen Menschen im Rahmen wirtschaftlicher Aktivitäten in den Hochlagen schliessen. Das archäologische Fundinventar beste-

hend aus Silexabschlägen und Holzkohlen vom Schneeball (*Viburnum lantana*) als typisches Ausgangsmaterial für Pfeile legen die Nutzung des Abris primär durch Jagdgruppen nahe³³.

Geoarchäologisch-mikromorphologische Untersuchungen, Abri Fundstelle 10

Die Sedimentsequenz des Dünnschliffes erfasst die Feuerstellen aus dem Mesolithikum und der Frühbronzezeit (Tab. 7; Abb. 12e-h). Mit der mesolithischen Feuerstelle wurde der Beginn der menschlichen Anwesenheit unter dem Felsblock nachgewiesen (Abb. 11, Abschnitt C). Der rötliche Boden ist als Überrest einer ehemaligen Bodenbildung (Podsolierung) zu deuten und nicht auf Hitzeeinwirkung zurückzuführen. Die Holzkohlen verschiedener Nadel- und Laubhölzer sind gut erhalten, sie sind durch Begehung nicht zertreten worden (Abb. 12f). Ebenso ist das Bodenmaterial vergleichsweise locker, und rezente Wurzeln haben sich hier ausgebreitet (Abb. 12e). Anthrakologische Untersuchungen belegen Zirbelkiefer (*Pinus cembra*) und Weide (*Salix spec*)³⁴. Darüber liegt ein Sediment aus Grobgrus bis blockigen Steinen (> 63 mm), die vermutlich verwittertes Felswandmaterial darstellen (Abb. 11,

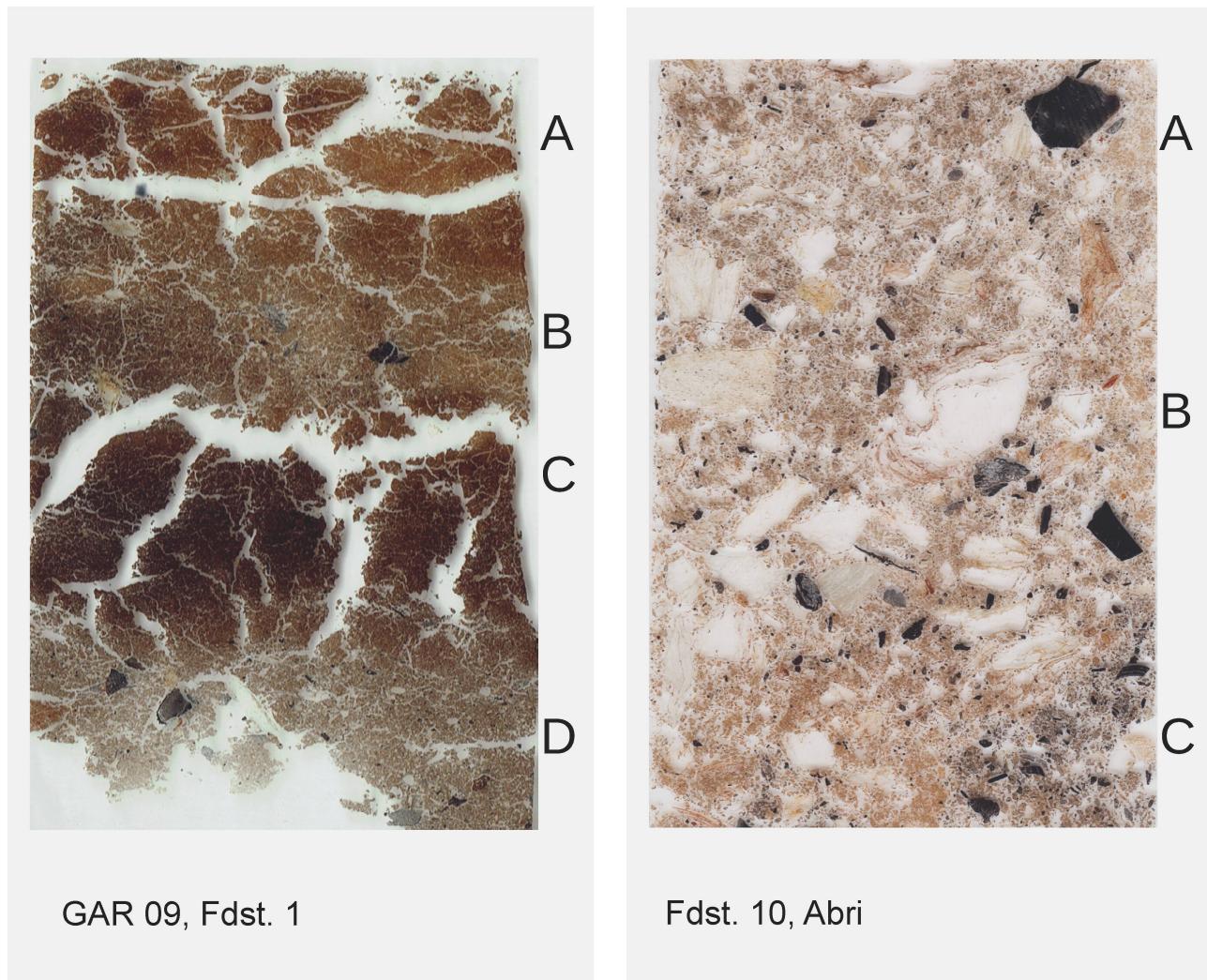


Abb. 11. Scans der Dünnenschliffe GAR 09 (Wüstung, Fundstelle 1) und des Abri 10 (Fundstelle 10) (8 x 6 cm). Foto Montafon-Projekt Goethe-Universität Frankfurt a. M.

Abschnitt B). Ebenfalls ist weiterhin Mikroholzkohle enthalten, was auf eine jüngere, aber nicht datierte Nutzungsschicht weist. Die darüber liegende Schicht mit der frühbronzezeitlichen Feuerstelle grenzt sich deutlich ab (Abb. 11, Abschnitt A). Die Oberfläche ist verdichtet und die Grundmasse stark mit Holzkohlefeinmaterial, opakem Feinkohlematerial und isolierten Phytolithen angereichert (Abb. 12g). Dies deutet auf eine stärkere Begehung und eine damit einhergehende Zerkleinerung der Holzkohlen hin. Ebenso steigt der Gehalt von Phosphat und Corg im Vergleich zu C an (Tab. 6). Anhand der anthrakologischen Untersuchungen lassen sich zudem typische paläoökologische Unterschiede zur mesolithischen Schicht erkennen. So ist für die mesolithische Schicht die Fichte nicht belegt, was in guter Übereinstimmung mit den Pollenanalysen aus dem Nachbartal St. Antönien steht, wo diese Baumart gegen 5000 v. Chr. einwandert³⁵. Für die Bronzezeit ist ebenso Holzkohle der Grünerle enthalten, eine Baumart, die wie

bereits oben erwähnt als typischer Brandrodungsfolger gilt. Die Ausbreitung dieses Pioniergebüschs steht in unmittelbarem Zusammenhang mit der Schaffung von Weideland in der subalpinen Zone³⁶. Auch die lediglich in dieser Schicht nachgewiesenen Gras-Phytolithe spiegeln vermutlich die sich verändernde Landschaft wider, von einem Zirbelkiefer- und Fichtenwaldbestand zu subalpinen Weiden. Die mikromorphologischen Untersuchungen bestätigen somit, wie bereits von Lisa Bringemeier vorgebracht, dass der Felsblock mit Blick auf die Schuttfluren des Madrisatalis nicht primär ein Lagerplatz prähistorischer Hirten war, sondern eher ein von Jagdgruppen aufgesuchter Unterstand. Die topographische Lage, das archäologische Fundmaterial mit Silexabschlägen und möglicherweise Pfeilresten sowie fehlende Verschmutzungen (z. B. eingeschleppte Dungfragmente) in der bronzezeitlichen Nutzungsschicht, die in Zusammenhang mit der Viehwirtschaft gesehen werden könnten, stützen Bringemeiers archäologische Interpretation³⁷.

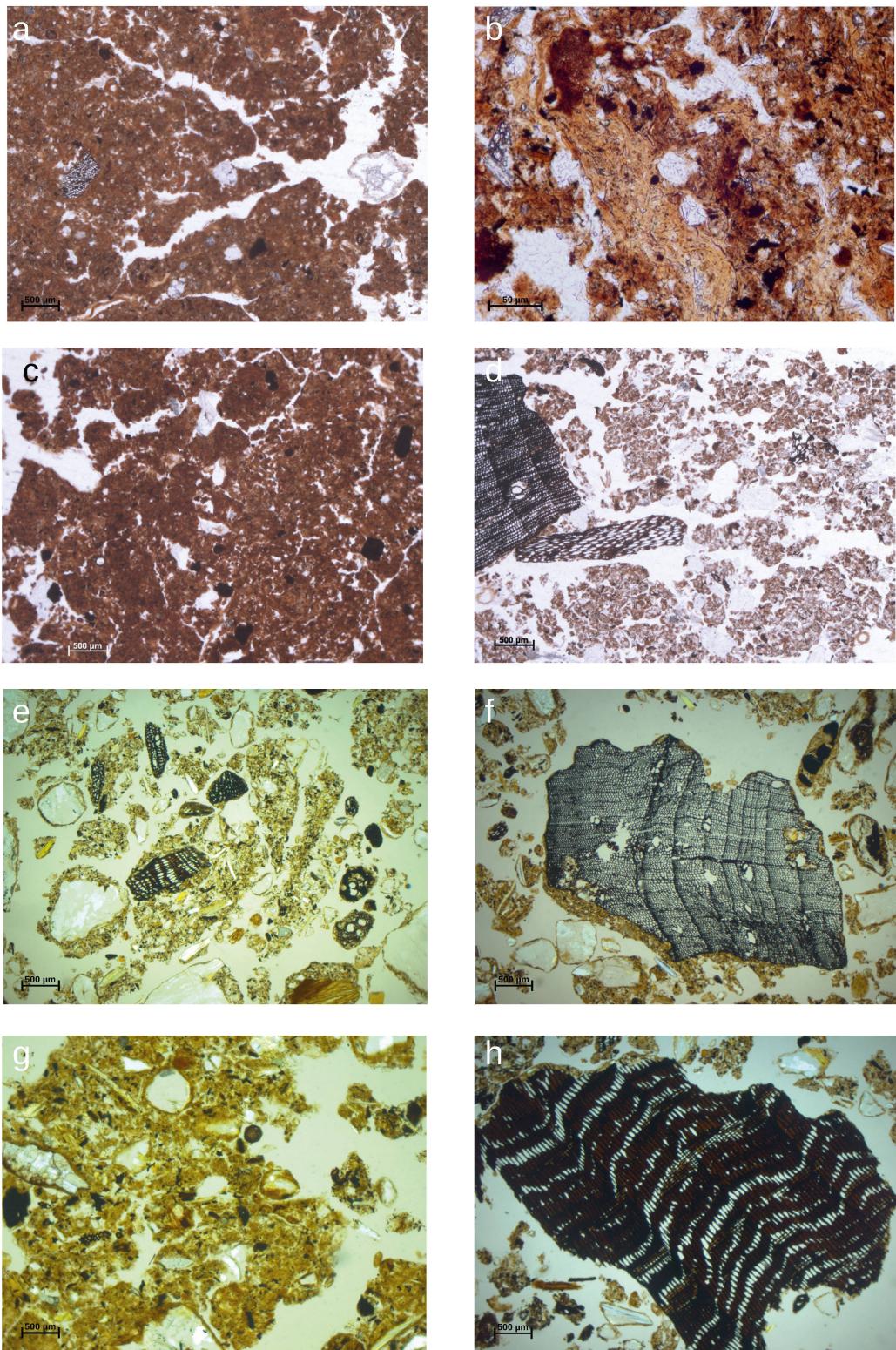


Abb. 12. Fundstelle 1 (Dünnschliff GAR 09): Abschnitt A, a: rezenter Wurzelfilz unter Beweidung, organische, phosphatreiche Matrix mit Wurzelquerschnitten und Mikroholzkohle (PPL); Abschnitt B, b: vegetationsloser Laufhorizont mit ehemaligem Dungrest (in Phosphat eingeschlossene Phytolithen und Diatomee) (PPL); Abschnitt C, c: begrabener Wurzelfilz, organische, phosphatreiche Matrix mit Mikropflanzenkohle ohne Zellstruktur (PPL); Abschnitt D, d: älterer Laufhorizont mit durch Begehung horizontal eingeregelter Mikroholzkohle in phosphatreicher, größtenteils verdichteter, mineralogener Matrix (PPL). Fundstelle 10 (Dünnschliff Abri 47): Abschnitt A, e: Bronzezeitliche Feuerstelle mit durch Begehung deutlich zerkleinerter Mikroholzkohle in verstaubter (mit organischem Pigment angereichert) mineralogener Matrix (PPL); Abschnitt B, f: unterhalb Steinlage gut erhaltenes Holzkohlefragment Picea/Larix-Typ in mineralogener Matrix (PPL); Abschnitt B, g: pedogen überprägtes mineralogenes Material im Bereich der mesolithischen Feuerstelle (PPL); Abschnitt B, h: gut erhaltenes Holzkohlefragment aus dem Bereich der mesolithischen Fundstelle (PPL). Foto Montafon-Projekt Goethe-Universität Frankfurt a. M.

Einheit	Mikrostruktur und Porosität	Gefüge c/f	Organisches Material	Anthropogene Bestandteile	Pedogene Merkmale	Beschreibung
A	an der Oberkante humosere Oberfläche abgrenzbar z. T. verdichtetes mineralogenes Material auch lockere Bereiche, zusammengesetzte Packungshohlräume	porphyrisch/enualisch S und U dominieren die Feinmatrix, Gesteinsfragmente, z. T. eingeregelt	an der Oberkante viel organisches Feinmaterial, isolierte Phytolithen	Mikroholzkohle mit Zellreihen, Pflanzenkohlefeinmaterial, auch amorph	Fe-Konkretionen	bronzezeitliche Feuerstelle, Oberfläche identifizierbar, C org. 5.16 Gew-%; P total 1374.78 ppm
B	steinreiche Lage, mineralogenes Feinmaterial zusammengesetzte Packungshohlräume,	porphyrisch Grobgrus-kantige Steine (> 63 mm) (Kristallin S und U dominieren die Feinmatrix		Mikroholzkohle mit Zellreihen bis zu 1000 µm, Pflanzenkohlefeinmaterial, auch amorph		Schicht trennt A und C Sediment mit höheren Grusanteilen (Kristallin) der verwitterten Wand, weiterhin Holzkohlen aber keine Oberflächen, Schichtung oder Feuerstellen erkennbar
C	ungeschichtet, z. T. verdichtetes Material und auch locker gelagert Bereiche, dann zusammengesetzte Packungshohlräume	porphyrisch S und U dominieren die Feinmatrix S: 61.75 U: 34.05 T: 4.2	Wurzeln	Mikroholzkohle mit Zellreihen, Pflanzenkohlefeinmaterial, Mikroabschläge?	Fe-Akkumulation	Feuerstelle mit gut erhaltenen Holzkohlen C org. 3.46 Gew-%; P total 1011.53 ppm

Tab. 7: Schafberg (Gargellen) Fundstelle 10 Abri, Dünnenschliff Fundstelle 10 Abri.

Synthese und Ausblick

Alpine Weidenutzung und ihre Merkmale auf der Mikroebene

Die geoarchäologische Auswertung von Proben aus verschiedenen, vor allem mit früher Hochweide- bzw. Alpwirtschaft in Verbindung stehenden Baubefunden sowie die seit der Bronzezeit vermutlich durch Beweidung veränderten Off-site-Standorte machen die vergangene anthropogene Hochlagennutzung auf der Mikroebene sichtbar. Exemplarisch wurden verschiedene archäologische Strukturen ausgewählt. Dabei zeigt sich, dass der kombinierte Einsatz geochemischer, bodenphysikalischer und mikromorphologischer Analysen im Hinblick auf die eingangs formulierten Fragen und Ziele methodisch sinnvoll und wichtig ist. Auf diese Weise können nicht nur bereits bekannte archäologische und paläoökologische Multi-proxy-Ergebnisse untermauert bzw. präzisiert werden, sondern es sind auch neue, differenzierte Interpretationen zur weidewirtschaftlichen Nutzung von subalpinen On- und Off-site-Standorten möglich. Künftig sollten

(sub-)alpine Fundstellen systematisch geoarchäologisch gepräbt werden, damit hinsichtlich der Taphonomie (geringe Sedimentationsraten, post-sedimentäre Verwitterungsphänomene, Erosion während und nach der Aufgabe der Fundstelle oder Bodendurchmischung) gesicherte Aussagen möglich sind. Nur aufgrund der detaillierten archäologischen Ausgrabungen des Pferches liessen sich die verschiedenen geringmächtigen Schichten im Profil gut nachvollziehen. Makroskopisch vermutete Oberflächen konnten mikromorphologisch verifiziert werden.

Das Vorhandensein von Dung im Pferch lässt sich durch eine typische mikromorphologische Merkmalskombination von amorphem Phosphat, einer hohen Anzahl von Grasphytolithen, Vorkommen von Non-Palynomorphen (Dungsporen, Endoparasiteneiern) sowie Nachweisen von Diatomeen fassen. Sie sind sowohl in Las Gondas innerhalb der verschiedenen Nutzungsphasen als bis auf die Endoparasiteneier auch vor der abgegangenen Hütte auf dem Schafberg belegt. Ein Vergleich mit geoarchäologisch untersuchten Pferchen in ariden Gebieten (z. B. Naher Osten, Kenia)³⁸ zeigt Gemeinsamkeiten wie den auffallend hohen Anteil von Phytolithen und die durch Viehtritt plat-

Fundstelle	Labornummer	Alter BP	2-Sigma-Bereich (95.4%)
Fimbertal/Val Fenga, Las Gondas, Pos. 202	ETH-70130	3681 +- 22	2139–1980 v. Chr.
Fimbertal/Val Fenga, Las Gondas, Pos. 201	ETH-70131	3256 +- 21	1611–1460 v. Chr.
Val Urschai, Plan da Mattun, L1.1 (Verfüllung Brandgrube, Pos. 2014.1 – Probe 1)	BETA-531298	4320 +- 30	3014–2891 v. Chr.
Val Urschai, Plan da Mattun, L1.1 (Verfüllung Brandgrube, Pos. 2014.1 – Probe 2)	BETA-531299	4050 +- 30	2835–2476 v. Chr.
Schafberg, Fundstelle 1, Wüstung, Feuerstelle	Hd-29335	2065 ± 20	166–3 v. Chr.
Schafberg, Fundstelle 1, Wüstung, Feuerstelle	MAMS-10819	2049 ± 25	162 v. Chr. – 16 n. Chr.
Schafberg, Fundstelle 1, Wüstung, Feuerstelle	Hd-29348	1962 ± 21	22 v. Chr. – 82 n. Chr.
Schafberg, Fundstelle 1, Wüstung, Feuerstelle	MAMS-10818	1976 ± 25	41 v. Chr. – 73 n. Chr.
Schafberg, Fundstelle 1, Wüstung, Kulturschicht	Hd-29336	1953 ± 20	1–120 n. Chr.
Schafberg, Fundstelle 1, Wüstung, Grube	MAMS-10821	389 ± 24	1442–1624 n. Chr.
Schafberg, Fundstelle 10, Abri, Feuerstelle	MAMS-16253	8362 ± 26	7517–7356 v. Chr.
Schafberg, Fundstelle 10, Abri, Feuerstelle	MAMS-16254	8153 ± 26	7292–7062 v. Chr.
Schafberg, Fundstelle 10, Abri, Kulturschicht	MAMS-16251	3527 ± 25	1932–1769 v. Chr.
Schafberg, Fundstelle 10, Abri, Feuerstelle	COL1275.1.1.	3394 ± 25	1746–1629 v. Chr.
Schafberg, Fundstelle 10, Abri, Feuerstelle	COL1276.1.1.	3355 ± 24	1737–1562 v. Chr.
Schafberg, Fundstelle 10, Abri, Kulturschicht	MAMS-16252	3291 ± 27	1626–1505 v. Chr.
Schafberg, Fundstelle 10, Abri, Feuerstelle	COL1277.1.1.	950 ± 21	1025–1154 v. Chr.

Tab. 8: ^{14}C -Datiierungen, nach Reitmaier 2017 bzw. Bringemeier et al. 2015 (Tab. 2).

tig ausgebildeten planaren Hohlräume. Die Ausprägung des Plattengefüges könnte durch die Einwirkung von Frost noch verstärkt worden sein.

Zwischen dem subalpinen und dem ariden Raum offenbaren sich allerdings auch deutliche Unterschiede, die hauptsächlich klimatisch bzw. taphonomisch begründet sind. So bezeugen die vorliegenden Dünnschliffanalysen keine eigentlichen Dunglagen mehr, da im feuchtkühlen subalpinen Klima das Bodenmaterial stetig feucht ist und bei Viehbegehung mit Dung vermischt und homogenisiert wird. Gleichzeitig sind in diesem sauren Milieu keine fäkalen Sphärolite mehr vorhanden³⁹. Ausgehend davon, dass solche Pferche hauptsächlich für Schafe angelegt wurden, ist bemerkenswert, dass überhaupt keine sicher zu identifizierenden, kleinsten Koproolithenfragmente (Mikrokoproolithen) mehr erhalten sind.

Die Mikrostratigraphie erlaubt es zudem, alte Oberflächen zu postulieren sowie Schwend-, Nutzungs- und Aufgabephähen zu identifizieren. Letztere zeigen sich bei der Wüstung am Schafberg mit der erneuten Ausbildung eines Wurzelfilzes, der hingegen beim – bis in jüngere Zeit begangenen – Pferch fehlt. Nur in einem Fall gibt es an einer (alten)

Oberfläche des Pferches erhöhte Holzkohlekonzentrationen, die vermutlich von Strauchbränden stammen, was wiederum auf Schwenden dieser Fläche in der Bronzezeit hindeuten könnte. Einzelne Oberflächen lassen sich durch eine hohe Konzentration von Phytolithen und fragmentierte Eisenkrusten, Schicht- und Gefügegrenzen durch eine veränderte Korngrößenzusammensetzung, verstärkte Verdichtungsscheinungen und horizontale Einregelung von unverwitterten Gesteinsfragmenten abgrenzen.

Phosphat als Tracer für prähistorische Weidenutzung (Dungeintrag)

Neben dem mikromorphologischen Nachweis lassen sich die phosphatreichen Schichten im Pferch von Las Gondas auch bodenchemisch mit auffallend hohen Werten belegen. Mit Gehalten zwischen 5000 und 8500 ppm liegen die untersuchten Pferchsedimente dabei deutlich über jenen aus der Wüstung am Schafberg (4000 ppm) bzw. vom Off-site-Weideboden (2000 ppm), den aktuellen Oberboden hier ausgenommen.

Aufgrund dieser Untersuchungen ist nicht davon auszugehen, dass sekundäre Bodenprozesse in grossem Ausmass zu einer Mobilisierung und vertikalen Verlagerung des Phosphats führten. Die Phosphatgehalte sind vielmehr an bestimmte Schichten gebunden, und es lässt sich durch die variierenden Werte im Vertikalprofil kein Muster erkennen. Mikromorphologisch zeigt sich, dass das Phosphat amorph in der tonig-schluffigen Bodenmatrix verteilt und in die Grundmasse immer zusammen mit hohen Phyto-lithgehalten eingebunden ist. Daher ist davon auszugehen, dass das vom Dung stammende Phosphat grösstenteils *in situ* ist. Phosphat kann – in Abhängigkeit von Umwelt-parametern wie Ausgangsgestein, pH-Wert des Bodens u. a. – äusserst langlebige Verbindungen mit Bodenpartikeln eingehen; einmal fixiert, kann es im archäologischen Kontext tausende von Jahren stabil im Boden verbleiben⁴⁰. Die tonig-schluffige Matrix in den Pferchsedimenten mag dabei die langanhaltende Stabilität begünstigen, obwohl die Sedimentationsrate (Überdeckung) gering ist. Was die flächenhafte Verteilung des Phosphats im Pferch betrifft, so war bzw. ist das Mikrorelief sicherlich dafür verantwortlich, dass sich hier am tiefsten Punkt (LG1) mehr Dung angesammelt hat und die gemessenen Phosphatwerte deswegen wesentlich höher ausfallen als an der Position LG2.

Weitere Bodenmerkmale menschlichen oder tierischen Einflusses

Ein weiteres Merkmal, das eindeutig unter menschlichem oder tierischem Einfluss in Böden entsteht, ist die (hell-)graue Färbung von bestimmten Horizonten oder Schichten. Am markantesten ist die Färbung oft im als Weidehorizont (Ah-M) bezeichneten Oberboden ausgeprägt, dessen Entstehung eng mit der Weidewirtschaft verbunden ist⁴¹. Die dabei entstehende Staunässe führt zur Reduktion von Eisen, was für die Graufärbung verantwortlich ist (Pseudovergleyung). Die gebleichten Zonen sind auch aus anderem anthropogenen Kontext in (sub-)alpiner Lage bekannt. Im Fall des Pferches Las Gondas lässt sich die Graufärbung als (Ab-)Folge von verschiedenen wasserstauenden Ablagerungsprozessen erklären: Sediment wird verspült, dabei findet eine Korngrössentrennung statt, und anschliessend wird die Oberfläche durch Viehtritt (Pferch) verdichtet. Das Beispiel der Wüstung zeigt, dass schon die Verdichtung durch die Begehung für diese Merkmalsausbildung reicht. Pseudovergleyung ist off-site am Standort im Val Urschai sowie in weidewirtschaftlich genutzten Böden in der Region sowohl im Oberboden (Ah-M) als auch in tieferen Schichten nachweisbar⁴². Überprägungen durch Mensch oder Tier äussern sich häufig in ‹Störungen› ganzer Bodenkomplexe bzw. auch einzelner



Abb. 13. Schafberg-Gargellen, Montafon (A). Fundstelle 10 (Abri) mit Blick auf das Madrisatäli und den Gandasee. Ausgrabung 2012. Foto Montafon-Projekt Goethe-Universität Frankfurt a.M.

Bodenhorizonte, wie dies beispielsweise im begrabenen Pseudogley-Podsol am Off-site Standort im Val Urschait ersichtlich ist. Das zumindest auf makroskopischer Ebene ausgemachte Fehlen eines zum fossilen Podsol zugehörigen Bleichhorizonts kann vermutlich auf bodenerosive Prozesse zurückgeführt werden, die im Zuge der mittelbronzezeitlichen weidewirtschaftlichen Nutzung dieses Standorts aufgetreten sind. Der hohe Gehalt von Corg im fossilen Podsol könnte indes durch die Verlagerung organischer Stoffe zusammen mit Eisen entstanden sein (Podsolierung). Denkbar wäre auch, dass im Zuge der späteren kluvialen Überdeckung Corg in den Podsol verlagert wurde, oder dass der Podsol selbst umgelagert und dadurch Humus eingearbeitet wurde. «Störungen» zeigen sich auch im recht hohen Phosphatgehalt am Übergang zum Cv-Horizont, der nicht geogenen Ursprungs sein kann. Vermutlich hat hier eine Mobilisierung stattgefunden und Phosphat wurde vertikal verlagert. Daher sollten mikromorphologische Analysen auch off-site immer in das Analysespektrum mit eingebunden werden, um – wie beim Pferch Las Gondas – differenzierte Aussagen zu ermöglichen.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die genannten Merkmale bzw. die angewandten geoarchäologischen Analysen in (sub-)alpinen Böden gut geeignet sind, komplementär oder unabhängig von archäologischen Befunden bzw. Datierungen als klare Nachweise für prähistorische Beweidung

interpretiert zu werden. Für die trockengemauerten Bauten wie Pferche und Hütten wurde bereits mehrfach eine unmittelbare Verbindung mit der Viehsömmerung postuliert, fallweise auch bereits in Kombination mit einer (geochemisch) nachgewiesenen Verarbeitung von Milch. Die hier präsentierten Analysen untermauern jedenfalls zusätzlich die intensive Beweidung und die regelmässige Präsenz von Weidevieh in (sub-)alpinen Lagen ab der Früh- bis Mittelbronzezeit. Als diffiziler hingegen erweist sich weiterhin die funktionale Interpretation von Lagerplätzen unter Felsdächern, da hier kein unmittelbarer Nachweis von Nutztieren bzw. Dungeintrag gelungen ist. Für die neolithischen bzw. bronzezeitlich frequentierten Lagerplätze unter den Abris ist daher, auch mit Blick auf die geborgenen archäologischen Fundkomplexe, eher von Jagdaktivitäten bzw. für das Ende des 2. Jahrtausends v. Chr. von einer Nutzung als alpiner Brandopferplatz auszugehen (Befund Val Urschait, Plan da Mattun). Insgesamt sind mikromorphologische und geoarchäologische Analysen auch in den alpinen Hochlagen als wichtiger, ja essentieller Bestandteil zeitgemässer archäologischer Forschungen anzusehen und wenn immer möglich anzuwenden.

Thomas Reitmaier
Archäologischer Dienst Graubünden
Loëstrasse 26
7001 Chur

Mikromorphologie

Die Proben wurden von Thomas Beckmann (Schwülper-Lagesbüttel [D]) zu Dünnenschliffen verarbeitet. Sie wurden dazu vorher luftgetrocknet und anschliessend in Polyesterharz getränkt und ausgehärtet. Die Dünnenschliffe wurden unter einem Zeiss-Polarisationsmikroskop analysiert. Die mikromorphologische Beschreibung erfolgte hauptsächlich nach den Richtlinien von Stoops (2003). Weiter kamen bodenphysikalische Untersuchungen zum Einsatz wie das

Pipettverfahren nach Köhn (DIN ISO 11277; Deutsches Institut für Normung 2005) zur Bestimmung der Korngrösseverteilung. Geochemisch wurden Parameter wie pH-Wert (in CaCl₂, nach DIN ISO 10390) und organischer Kohlenstoff (Corg) nach Riehm und Ulrich (1954) gemessen. Die Bestimmung pedogener Oxide (Fe, Mn) erfolgte gemäß Mehra und Jackson (1960), die Bestimmung des Gehalts an Gesamtphosphat nach Bleck (1965).

Anmerkungen

- 1 Hubatschek 1950.
- 2 Röpke et al. 2011; Kothieringer et al. 2015; Migliavacca et al. 2015.
- 3 Beispiele für erfolgreiche Anwendung: Angelucci/Bassetti 2009; Mazier et al. 2009; Miras et al. 2010; Röpke/Krause 2013; Walsh et al. 2014; Leuzinger et al. 2014; Migliavacca et al. 2015; Leuzinger et al. 2016; Pümpin 2016; Nicolis et al. 2016; Angelucci et al. 2016.
- 4 Silvretta: Reitmaier 2012; Ders. 2017; Reitmaier/Kruse 2019. Montafon: Krause 2009; Oegg/Wahlmüller 2009; Würfel et al. 2010; Krause et al. 2012; Krause 2015; Klopfer et al. 2019.
- 5 Carrer et al. 2016; Reitmaier 2017.
- 6 Cornelissen/Reitmaier 2016; Reitmaier 2017, 14–17 sowie 21–24.
- 7 Reitmaier 2017, 30–42.
- 8 Deplazes-Haefliger 2012, 51.
- 9 Für eine detaillierte Übersicht zu den Befunden und den Datierungen siehe Reitmaier 2017, 39–42.
- 10 Eine ausgeprägte alpine Lagerflora ist nicht vorhanden, was grundsätzlich auf ein höheres Alter bzw. auf eine bereits weiter zurückliegende Aufgabe der Struktur deutet.
- 11 Die ¹⁴C-Datierungen bei Reitmaier 2017, 40.
- 12 Zum Befund und den ¹⁴C-Datierungen Reitmaier 2017, 39–42.
- 13 Von Christine Pümpin, IPNA /Universität Basel.
- 14 Amelung et al. 2018.
- 15 Kothieringer et al. 2015; Kothieringer et al. 2018.
- 16 ¹⁴C: Labornr. DeA-12792, 3296±22 BP, 1615–1510 BC, cal. 2 sigma. Kalibrierung mit OxCal 4.4, basierend auf IntCal20 (Reimer et al. 2020).
- 17 Nicolussi 2012; Dietre et al. 2014; Ders. 2017; Ders. 2020.
- 18 Dietre et al. 2014.
- 19 Tinner et al. 1996; Rey et al. 2013.
- 20 Röpke et al. 2011; Bringemeier 2015; Bringemeier et al. 2015.
- 21 Dietre et al. 2014; Ders. 2017; Ders. 2020.
- 22 Reitmaier 2017.
- 23 Röpke et al. im Druck.
- 24 Cornelissen/Reitmaier 2016; Reitmaier 2017, 14–20.
- 25 Felber 2011.
- 26 Reitmaier 2017, 19f. Zu alpinen Brandopferplätzen etwa Steiner 2007; Gleirscher 2010. Eine abschliessende Auswertung sowie archäozoologische Bestimmung des kalzinierten und entsprechend kleinteiligen Tierknochenmaterials ist noch nicht erfolgt.
- 27 Miller et al. 2010.

- 28 Krause 2015; Klopfer et al. 2019.
 29 Oegg et al. 2005; Schmidl/Oegg 2005; Bringemeier 2015; Bringemeier et al. 2015; Röpke/Krause 2013.
 30 Bringemeier et al. 2015; Krause 2015; Würfel et al. 2010.
 31 Bringemeier 2015; Bringemeier et al. 2015.
 32 Bringemeier 2015; Bringemeier et al. 2015.
 33 Bringemeier 2015.
 34 Ebd.
- 35 Röpke et al. 2011.
 36 Röpke et al. 2011; Bringemeier 2015; Bringemeier et al. 2015.
 37 Bringemeier 2015.
 38 Shahack-Gross et al. 2003; Dies. 2011; Dies. 2017.
 39 Canti 1998; Shahack-Gross 2017.
 40 Holliday/Gartner 2007.
 41 Röpke 2011.
 42 Röpke 2011; Kothieringer et al. 2015.

Bibliographie

- Ad-hoc-Arbeitsgruppe Boden* (2005) Bodenkundliche Kartieranleitung. Hannover.
- Ameling, W./Blume, H.-P./Fleige, H. et al. (Hrsg., 2018)* Lehrbuch der Bodenkunde. Heidelberg.
- Angelucci, D./Bassetti, M. (2009)* Humans and their landscape from the Alpine Last Glacial Maximum to the Middle Holocene in Trentino: geoarchaeological considerations. *Preistoria Alpina* 44, 59–78.
- Angelucci, D./Carrer, F./Pedrotti, A. (2016)* Due nuove datazioni dell'età del Bronzo da un sito d'alta quota in Val Poré (Val di Sole). In: Provincia autonoma di Trento/Soprintendenza per i beni culturali (Hrsg.), Archeologia delle Alpi, 154–156. Trento.
- Bleck, R.-D. (1965)* Zur Durchführung der Phosphatmethode. Ausgrabungen und Funde 10, 213–218.
- Bringemeier, L. (2015)* 4000 Jahre Weidewirtschaft auf dem Schafberg. Zur Wirtschaftsgeschichte einer alpinen Hochlage. In: R. Krause (Hrsg.), Archäologie im Gebirge. Montafoner Zeitmaschine. Älteste Besiedlung und Bergbau im Montafon, Vorarlberg (Österreich), 32–41. Bonn.
- Bringemeier, L./Krause, R./Stobbe, A. et al. (2015)* Expansions of Bronze Age Pasture farming and Environmental Changes in the Northern Alps (Montafon, Austria and Prättigau, Switzerland) – An Integrated Palaeoenvironmental and Archaeological Approach. In: J. Kneisel/M. Dal Corso/W. Kirleis et al. (Hrsg.) The third food revolution? Setting the Bronze Age Table. Common trends in economic and subsistence strategies in Bronze Age Europe, 181–201. Bonn.
- Canti, M. G. (1998)* The micromorphological identification of faecal spherulites from archaeological and modern materials. *J. Archaeol. Sci.* 25, 435–444.
- Carrer, F./Colonese, A. C./Lucquin, A. et al. (2016)* Chemical Analysis of Pottery Demonstrates Prehistoric Origin for High-Altitude Alpine Dairying. *PLoS ONE* 11, 4, 2016: e0151442. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0151442>
- Cornelissen, M./Reitmaier, Th. (2016)* Filling the gap: Recent Mesolithic discoveries in the central and south-eastern Swiss Alps. *Quaternary International* 423, 9–23. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.10.121>
- Deplazes-Haefliger, A.-M. (2012)* Geschichte der Herren von Ramosch und Ramosch-Wiesberg (12. bis 14. Jahrhundert). Quellen und Forschungen zur Bündner Geschichte 27. Chur.
- Dietre, B./Walser, Ch./Lambers, K. et al. (2014)* Palaeoecological evidence for Mesolithic to Medieval climatic change and anthropogenic impact on the Alpine flora and vegetation of the Silvretta Massif (Switzerland/Austria). *Quaternary International* 353, 3–16. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2014.05.001>
- Dietre, B./Walser, Ch./Kofler, W. et al. (2017)* Neolithic to Bronze Age (4850–3450 cal. BP) fire management of the Alpine Lower Engadine landscape (Switzerland) to establish pastures and cereal fields. *The Holocene* 27, 2, 181–196. <https://doi.org/10.1177/0959683616658523>
- Dietre, B./Reitmaier, T./Walser, Ch. et al. (2020)* Steady transformation of primeval forest into subalpine pasture during the Late Neolithic to Early Bronze Age (2300–1700 BC) in the Silvretta Alps, Switzerland. *The Holocene* 30, 3, 355–368. <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0959683619887419>
- Felber, L. (2011)* Geomorphologie und Paläoglaziologie im Gebiet Val Tasna/Val Urschai (GR) und aktuelle archäologische Funde. Unpublizierte Masterarbeit Universität Zürich.
- Gleirscher, P. (2010)* Hochweidenutzung oder Almwirtschaft? Alte und neue Überlegungen zur Interpretation urgeschichtlicher und römerzeitlicher Fundstellen in den Ostalpen. In: F. Mandl/H. Stadler (Hrsg.) Archäologie in den Alpen. Alltag und Kult, 43–62. Haus i. E./Innsbruck.
- Holliday, V. T./Gartner, W. G. (2007)* Methods of soil P analysis in archaeology. *J. Archaeol. Sci.* 34, 2, 301–333.
- Hubatschek, E. (1950)* Zur Umgestaltung der Landschaft durch Almwirtschaft und Bergmahl. In: Alpengeographische Studien. Aus dem Geographischen Institut der Universität Innsbruck: zum 50. Geburtstag Prof. Dr. Hans Kinzl's. Schlern-Schriften 65, 141–154. Innsbruck.
- Kasthofer, K. (1822)* Bemerkungen auf einer Alpen-Reise über den Susten, Gotthard, Bernardino, und über die Oberalp, Furka und Grimsel. Aarau.
- Klopfer, R./Stobbe, A./Krause, R. (2019)* Prehistoric mining in a small medieval mining district in Montafon, Vorarlberg (Austria). Der Anschnitt, Beih. 43, 87–102.
- Kothieringer, K./Walser, Ch./Dietre, B. et al. (2015)* High impact: early pastoralism and environmental change during the Neolithic and Bronze Age in the Silvretta Alps (Switzerland/Austria) as evidenced by archaeological, palaeoecological and pedological proxies. *Zeitschrift für Geomorphologie* 59, Suppl. 2, 177–198. Stuttgart.
- Kothieringer, K./Röpke, A./Reitmaier, T. et al. (2018)* Auf den Spuren prähistorischer Weidewirtschaft in (sub-)alpinen Böden: Erste Ergebnisse aus dem Montafon und der Silvretta (A/CH). Poster für die Jahrestagung des AK Geoarchäologie. München.
- Krause, R. (2009)* Die urgeschichtliche Besiedlung des Montafons. Zur Archäologie einer inneralpinen Siedlungskammer. In: R. Rollinger/A. Rudigier (Hrsg.), Montafon 2. Besiedlung – Bergbau – Relikte. Von der Steinzeit bis zum Ende des Mittelalters, 10–49. Schruns.
- Krause, R. (2015)* Archäologie im Gebirge. Montafoner Zeitmaschine. Frühe Besiedlungsgeschichte und Bergbau im Montafon, Vorarlberg (Österreich). Bonn 2015.
- Krause, R./Bechter, D./Lutz, J. et al. (2012)* Prähistorische Siedlungen und mittelalterlicher Bergbau im Montafon, Vorarlberg. In: G. Goldenberg/U. Töchterle/K. Oegg et al. (Hrsg.), Forschungsprogramm HiMAT – Neues zur Bergbaugeschichte der Ostalpen. AÖ Spezial, 147–166.
- Leuzinger, U./Affolter, J./Beck, C. et al. (2016)* Der frühmesolithische Abri Berglalm im Bisistal, Gemeinde Muotathal (SZ). *JbAS* 99, 7–26.
- Leuzinger, U./Sauter, M./Haas, J. N. et al. (2014)* Eine hallstattzeitliche Gebäudestruktur auf 1911 m. ü. M. am Weg zum Surenenpass, Attinghausen, UR, Siedlungsplatz Geissrüggen. *JbAS* 97, 153–168.
- Mazier, F./Galop, D./Gaillard, M. J. et al. (2009)* Multidisciplinary approach to reconstructing local pastoral activities: an example from the Pyrenean Mountains (Pays Basque). *The Holocene* 19, 2, 171–188.
- Mehra, O. P./Jackson, M. L. (1960)* Fe-oxide removal from soils and clays by a dithionite-citrate buffered with sodium bicarbonate. *Clays and Clay Minerals* 7, 317–327.
- Migliavacca, M./Boscarol, C./Montagnari Kokelj, M. (2015)* How to identify pastoralism in Prehistory? Some hints from recent studies in Veneto and Friuli Venezia Giulia. In: U. Moscatelli/A. M. Stagno (Hrsg.) Archeologia delle aree montane europee: metodi, problemi e casi di studio. Il capitale culturale, Studies on the Value of Cultural Heritage XII, 597–620. Macerata.
- Miller, C. E./Conard, N. J./Goldberg, P. et al. (2010)* Dumping, sweeping and trampling: experimental micromorphological analysis of anthropogenically modified combustion features. *Palethnologie* 2, 25–37.
- Miras, Y./Ejarque, A./Orengo, H. et al. (2010)* Prehistoric impact on landscape and vegetation at high altitudes: An integrated palaeoecological and archaeological approach in the eastern Pyrenees (Perafita valley, Andorra). *Plant Biosystems* 144, 4, 924–939.
- Munsell* (2009) Munsell soil color charts. Baltimore.
- Nicolis, F./Mottes, E./Bassetti M. et al. (2016)* Going up the mountain! Exploitation of the Trentino highlands as summer farms during the Bronze Age: the Dosso Rotondo site at Storo (northern Italy). In: J. R. Collins/F. Nicolis/M. Pearce (Hrsg.) Summer Farms. Seasonal

- Exploitation of the Uplands from Prehistory to the Present, 109–138. Sheffield.
- Nicolussi, K. (2012) Jahrringdaten zur früh- und mittelholozänen Baumgrenze in der Silvretta. In: Reitmaier 2012, 87–100.
- Oegg, K./Kofler, W./Wahlmüller, N. (2005) Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetations- und Siedlungsgeschichte im Montafon. In: J. Rollinger/R. Rollinger (Hrsg.), Montafon I: Mensch – Geschichte – Naturraum. Die lebensweltlichen Grundlagen. Das Montafon in Geschichte und Gegenwart 1, 183–207. Schruns.
- Oegg, K./Wahlmüller, N. (2009) Der Mensch und die Umwelt bis heute. Ein pollenanalytischer Beitrag zur Siedlungsgeschichte des Montafon. In: R. Rollinger/A. Rudigier (Hrsg.), Montafon 2. Besiedlung – Bergbau – Relikte. Von der Steinzeit bis zum Ende des Mittelalters, 50–65. Schruns.
- Pümpin, C. (2016) Mikromorphologische Untersuchung an einem hallstattzeitlichen Siedlungsplatz. In: M. Sauter (Hrsg.), Surenenpass. Archäologie und Geschichten in Attinghausen, 157–171. Hochwald.
- Reimer, P./Austin, W./Bard, E. et al. (2020) The IntCal20 Northern Hemisphere radiocarbon age calibration curve (0–55 cal kBP). Radiocarbon 62, 4, 725–757.
- Reitmaier, Th. (Hrsg., 2012) Letzte Jäger, erste Hirten. Hochalpine Archäologie in der Silvretta. Chur.
- Reitmaier, Th. (2017) Prähistorische Alpwirtschaft. Eine archäologische Spurensuche in der Silvretta (CH/A), 2007–2016. JbAS 100, 7–53.
- Reitmaier, Th./Kruse, K. (2019) Vieh-Weide-Wirtschaft. Ein Modell zur Tragfähigkeit bronzezeitlicher Siedlungen im Alpenraum. Praehist. Zeitschr. 93, 2, 265–306.
- Rey, F./Schwörer, C./Gobet, E. et al. (2013) Climatic and human impacts on mountain vegetation at Lauenensee (Bernese Alps, Switzerland) during the last 14,000 years. The Holocene 23, 10, 1415–1427. <https://doi.org/10.1177%2F0959683613489585>
- Riebm, V./Ulrich, B. (1954) Quantitative kolorimetrische Bestimmung der organischen Substanz im Boden. Landwirtschaftliche Forschung 6, 1954, 173–176.
- Röpke, A. (2011) Der Wandel von der Natur- zur Kulturlandschaft im Hochtal von St. Antönien (Schweiz): ein Methodenverbund aus Palynologie, Bodenkunde und Dendroökologie. Bonn.
- Röpke, A./Stobbe, A./Oegg, K. et al. (2011) Late-Holocene land-use history and environmental changes at the high altitudes of St. Antönien (Switzerland, Northern Alps): Combined evidence from pollen, soil and tree-ring analyses. Holocene 21, 485–498.
- Röpke, A./Reitmaier, Th./Kothbieringer, K. (im Druck) Geoarchäologie in unterschiedlichen Landschaftsräumen – Hochgebirge. In: Ch. Stolz/Ch. E. Müller (Hrsg.), Geoarchäologie. Berlin.
- Röpke, A./Krause, R. (2013) High-montane-subalpine soils in the Montafon Valley (Austria, northern Alps) and their link to land-use, fire and settlement history. Quaternary International 308/309, 178–189. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2013.01.022>
- Schmidl, A./Oegg, K. (2005) Subsistence strategies of two Bronze Age hill-top settlements in the eastern Alps - Friaga/Bartholomäberg (Vorarlberg, Austria) and Ganglegg/Schluderns (South Tyrol, Italy). Vegetation History and Archaeobotany 14, 4, 303–312.
- Shahack-Gross, R. (2011) Herbivorous livestock dung: formation, taphonomy, methods for identification, and archaeological significance. J. Archaeol. Sci. 38, 205–218.
- Shahack-Gross, R. (2017) Animal Gathering Enclosures. In: C. Nicosia/G. Stoops (Hrsg.), Archaeological Soil and Sediment Micromorphology. Hoboken, 165–180.
- Shahack-Gross, R./Marshall, F./Weiner, St. (2003) Geo-Ethnoarchaeology of Pastoral Sites: The Identification of Livestock Enclosures in Abandoned Maasai Settlements. J. Archaeol. Sci. 30, 2003, 439–459.
- Steiner, H. (2010) Alpine Brandopferplätze. Archäologische und naturwissenschaftliche Untersuchungen/Roghi Votivi Alpini. Forsch. Denkmalpf. Südtirol 5. Trento.
- Stoops, G. (2003) Guidelines for Analysis and Description of Soil and Regolith Thin Sections. Madison.
- Tinner W./Ammann, B./Germann, P. (1996) Treeline fluctuations recorded for 12,500 years by soil profiles, pollen, and plant macrofossils in the Central Swiss Alps. Arctic and Alpine Research 28, 2, 131–147.
- Walsh, K./Court-Picon, M./de Beaulieu, J.-L. et al. (2014) A historical ecology of the Ecrins (Southern French Alps): Archaeology and palaeoecology of the Mesolithic to the Medieval period. Quaternary International 353, 52–73.
- Würfel, F./Zerl, T./Krause, R. (2010) Neue Ergebnisse der archäologischen Forschungen im Montafon (Vorarlberg). Prähistorische Siedlungsarchäologie und römische Alpwirtschaft. JbVorarlLM 2010, 114–143.

