Zeitschrift: Archäologie Graubünden
Herausgeber: Archäologischer Dienst Graubünden
Band: 2 (2015)

Artikel: Alpines Eis : bedrohtes Kulturarchiv
Autor: Naef, Leandra
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-869737

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: 12.07.2025

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

Alpines Eis – bedrohtes Kulturarchiv

Leandra Naef

Einleitung

Die Auswirkungen der globalen Erwärmung werden in klimasensiblen Naturräumen wie dem Hochgebirge besonders schnell und deutlich sichtbar. Die anhaltende Ablation (Abschmelzung) der Gletscher sowie das Auftauen von Permafrostböden bedrohen das ökologische Gleichgewicht und führen zu einer rasanten und markanten Umgestaltung der alpinen Natur- und Kulturlandschaft. Diese Entwicklung birgt aber auch positive Nebeneffekte oder besser Chancen – etwa für die Archäologie: Das Abschmelzen des nur scheinbar *ewigen Eises* gleicht einer zeitlich eng begrenzten Öffnung eines bisher unzugänglichen kulturgeschichtlichen Archives. Das Eis bietet – neben Seen und Mooren – im hochalpinen Raum optimale Bedingungen für eine langfristige Konservierung organischer Materialien wie Leder, Wolle, Textilien und Holz. Da (hoch-)alpine Fundstellen in der Regel nur wenige Funde bereithalten und sich in den *sauren* alpinen Böden abgesehen von verkohltem Brennmaterial und Bauelementen oder Speiseabfällen nur selten organische Überreste erhalten, bergen Funde aus dem Eis für die archäologische Forschung einzigartige Möglichkeiten.

Durch den Sensationsfund «Ötzi» im Jahre 1991 wurde die Weltöffentlichkeit zum ersten Mal auf dieses Phänomen aufmerksam. Die enorme Publizität rund um diesen archäologischen Kriminalfall führte zu Neuentdeckungen und Neubewertungen weiterer Gletscherfunde im gesamten Alpenraum. So wurden gewiss nicht zufällig 1992 die bereits einige Jahre zuvor ausgeschmolzenen sterblichen Überreste der «Porchabella» im Kesch-Gebiet (Gemeinde Bergün/Bravuogn)[1] von der Fachwelt als archäologisch relevant registriert.

Dass dieser wissenschaftliche Impuls bereits erste Gedanken in die richtige Richtung bewirkte, macht ein Zitat von Werner Meyer aus dem Jahre 1992 deutlich:
«... dass die Funde vom Lötschenpass und vom Theodulgletscher kaum als einzigartige Ausnahmen zu deuten sind, sondern als Vorboten von weiteren Fundkomplexen, deren Entdeckung einem Wissenschaftszweig der Zukunft vorbehalten bleibt, der kommenden ‹Gletscherarchäologie›. Diese muss ihre Methoden und Fragestellungen erst noch entwickeln. Interdisziplinär und grenzüberschreitend – das werden ihre wesentlichen Eigenschaften sein.»[2]

Umso erstaunlicher ist, dass für die Folgejahre eher die Konstituierung einer allgemeinen *Alpinen Archäologie* als eine gezielte Erforschung des Phänomens *Eisfunde* konstatiert werden kann.[3] Aus diesem Grund sind wir heute zwar besser über die (prä-)historische Begehung und Nutzung des alpinen Raums im Allgemeinen unterrichtet als noch vor 20 Jahren. Die Gletscherarchäologie harrt aber weiterhin einer systematischen, theoretischen Auseinandersetzung, so dass die Entdeckung und fachgerechte Bergung fortlaufend ausapernder Funde noch immer weitgehend dem seltenen Zufall und damit häufig dem Zerfall überlassen wird.

Im Gegensatz dazu ist eine systematische Suche nach Eisfunden mit Hilfe so genannter *predictive models* (Vorhersagemodelle) in Skandinavien und Nordamerika bereits seit den frühen 2000er Jahren zu einem festen Bestandteil der archäologischen Methodik geworden. Der Einsatz fernerkundlicher Prospektionsmethoden zur Detektion und Eingrenzung von Funderwartungsgebieten stellt in weitläufigen Eis- und Permafrost-Gebieten, die nur während eines sehr kurzen Zeitfensters im Hochsommer zugänglich sind, das einzig adäquate Hilfsmittel dar.

Die im vorliegenden Beitrag zusammengefasste Masterarbeit[4] hat sich dem oben skizzierten Forschungsdesiderat angenommen. Auf Basis internationaler Vergleichsstudien wurde eine an die Gegebenheiten des zentralalpinen Raums adaptierte Methodik zur Erstellung eines priorisierenden Vorhersagemodelles potentieller Eisfundstellen exemplarisch für den Kanton Graubünden entwickelt und umgesetzt. Durch stichprobenartige Geländebegehungen wurden die Ergebnisse der Modellierung und somit die Tauglichkeit der vorgeschlagenen Herangehensweise überprüft. Die abschliessend resultierte Verdachtsflächenkartierung diente in der Folge als Ausgangslage für ein weiterführendes Monitoring-Projekt zur gezielten Überwachung der detektierten Funderwartungsgebiete. In Kombination mit einem Awareness-Programm zur Sensibilisierung der Öffentlichkeit für die Eisfundthematik konnte so ein verantwortungsbewusster Umgang mit dem akut bedrohten Kulturarchiv gewährleistet werden.

Gletscherarchäologie – Begriff und Definition

Früh hat sich in der englisch- wie auch deutschsprachigen Literatur der Begriff *glacial archaeology* resp. *Gletscherarchäologie* für die wissenschaftliche Auseinandersetzung mit Funden aus gefrorenem Milieu etabliert. Eine solche Verwendung ist zwar naheliegend, aus wissenschaftlicher Perspektive jedoch unzureichend. Der glaziologische Begriff *Gletscher* bezeichnet einen Eiskörper, der eine Fliessbewegung aufweist. Diesem definitorischen Kriterium liegt ein für Gletscher kennzeichnender Ablations- und Akkumulationszyklus zugrunde: Im Nährgebiet wird laufend neues Eis gebildet, während altes Eis im Zehrgebiet abschmilzt. Dieser Mechanismus führt dazu, dass Objekte in der Regel nur wenige Jahrzehnte, maximal wenige Jahrhunderte im Gletschereis konserviert werden, bevor sie durch den Eisfluss wieder an die Oberfläche transportiert werden. Mit dieser Fliessbewegung einhergehender Druck im Innern eines Gletschers führt zudem meist zu einer starken Verformung oder Fragmentierung potentieller Fundobjekte.

Die Mehrheit insbesondere der prähistorischen Eisfunde wurde also nicht in eigentlichen Gletschern, sondern in kleineren, statischen Eiskörpern ohne oder mit sehr geringer Fliessdynamik konserviert. Diese Eisflächen werden – in Anlehnung an die in Nordamerika und Skandinavien gebräuchlichen Termini *ice* resp. *snow patch* – im Folgenden Eisflecken genannt.

Auch wenn demnach Bezeichnungen wie *Archäologie des Eises* oder *Frozen Archaeology* inhaltlich dem Begriff *Gletscherarchäologie* als Überbegriff vorzuziehen wäre, wird auch weiterhin auf den sowohl im deutschen wie auch englischen Sprachgebrauch etablierten Begriff zurückgegriffen. Sinnvoll scheint aus methodischer Perspektive allerdings eine präzisere, situative terminologische Differenzierung zwischen *Eis-, Gletscher- und Permafrostfunden* resp. *-fundstellen*.

Methodik

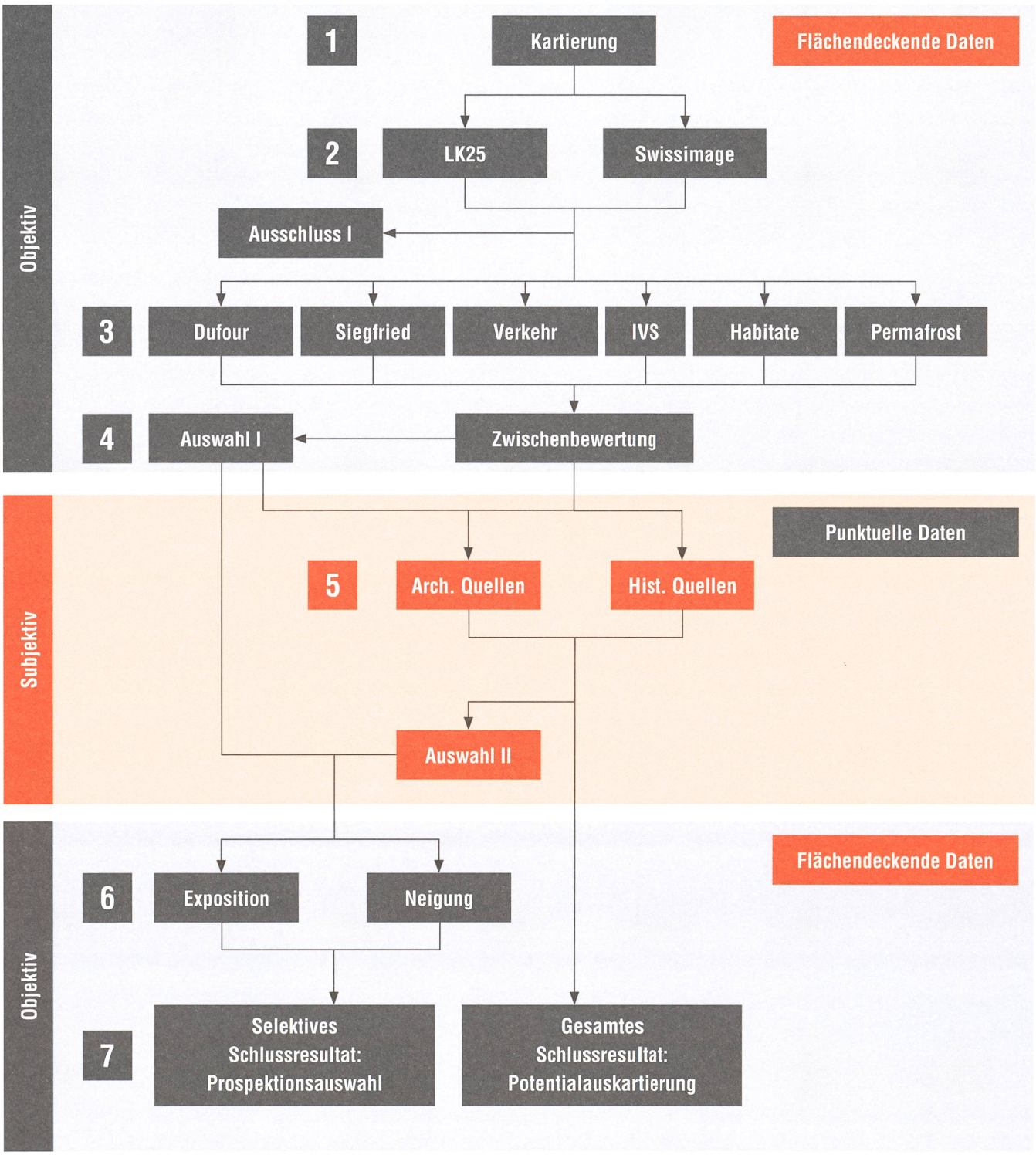
Der Einsatz von *predictive modelling* zur systematischen Detektion potentieller Eisfundstellen nimmt seinen Anfang um die Jahrtausendwende in Nordamerika. Ausgangspunkt für die Anwendung dieser Strategie war nicht ein spektakulärer Einzelfund wie «Ötzi», sondern ein flächig fassbares Phänomen, dass sich sowohl in Nordamerika wie auch in Skandinavien bis heute beobachten lässt und zu einer charakteristischen Fundstellendistribution mit spezifischem

Fundspektrum geführt hat: Rentiere und Karibus ziehen sich im Hochsommer zum Schutz vor Hitze und Insekten regelhaft auf *ice* resp. *snow patches* zurück. Die Tiere werden so zu einem exponierten Jagdziel, was sich der Mensch wiederum seit Jahrtausenden mit entsprechend angepassten Jagdstrategien zunutze machte.[5] Dies ist auch der Hauptgrund, weshalb aus solchen *patches* neben grossen Mengen an Wildtierdung und anderen biologischen Überresten auch immer wieder archäologische Artefakte ausapern. Die Eisfunde datieren vom 8. Jahrtausend v. Chr. bis in die Gegenwart und stehen – dem Deponierungskontext entsprechend – fast ausschliesslich in direktem Zusammenhang mit Jagdaktivitäten. Diese spezifische Situation bildet eine optimale Ausgangslage für die Erstellung eines Vorhersagemodells, wie es von Dixon, Manley und Lee 2005 unter dem Titel *MAPIS* für den Wrangell-St. Elias National Park (USA) erstmals vorgelegt wurde.[6] Das GIS-gestützte Modell basiert auf der Grundannahme, dass grosse, sich vergleichsweise schnell bewegende Gletscher als Konservierungsmilieu für alte Fundobjekte weniger geeignet sind als permanente Eisflecken und langsam fliessende Gletscher. Da jedoch nicht alle *ice patches* archäologische Funde enthalten, gilt es herzauszufinden, weshalb Menschen in der Vergangenheit einzelne Eisflächen häufiger frequentiert haben als andere. Daraus lässt sich die zweite Prämisse von *MAPIS* ableiten – basierend auf dem Grundprinzip des *predictive modellings*: *«By identifying the reasons people have been attracted to regions with ice, areas conducive of these activities can be identified based on their location and physical characteristics.»*[7]

Das gletscherarchäologische Vorhersagemodell für den Kanton Graubünden wurde auf einer leicht abgewandelten konzeptionellen Grundlage erarbeitet, die den spezifischen Rahmenbedingungen der Alpen Rechnung trägt. Zwischen den Natur- resp. Kulturräumen Nordamerikas und der Alpen bestehen grundlegende Unterschiede, die es auch in der methodologischen Konzeption des Modells zu berücksichtigen gilt. Anhand der oben aufgeführten Prämissen können die Gemeinsamkeiten und Unterschiede beider Räume verdeutlicht werden. Die erste Annahme, welche gänzlich auf naturwissenschaftlichen Erkenntnissen und empirisch ermittelten Gesetzmässigkeiten aufbaut, kann ohne Bedenken auf den Alpenraum übertragen werden.

Die zweite Prämisse hingegen lässt sich in den Alpen nur mit einigen Präzisierungen anwenden. Zwar können teilweise auch für die bereits bekannten zentraleuropäischen Eisfundstellen *«reasons people have been attracted to regions with ice»* ausgemacht werden, diese müssen sich jedoch nicht zwingend auf das Eis selbst bzw. dessen Lage im Sinne eines wiederkehrenden topographischen Merkmalensembles beziehen. Im Gegenteil: Die eigentlichen Aktivitäten, im Zuge derer Objekte versehentlich und somit zufällig ins Eis gelangten, scheinen nicht in einem direkten Zusammenhang zum Eis gestanden zu haben, wie dies in Nordamerika der Fall ist. Vielmehr zeichnen sich unterschiedliche Aktivitätsszenarien ab, die allesamt über den Aspekt der Mobilität miteinander verknüpft werden können. Die fast schon regelhafte Lage der Eisfundstellen an alpinen Übergangssituationen ist hierfür ein klares Indiz. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass einige der Funde analog zu Nordamerika und Skandinavien im Kontext spätsommerlicher Hochwildjagden ins Eis gelangten. Da jedoch auch diese als Ausprägung menschlicher Mobilität im Allgemeinen beschrieben werden können, schliesst diese Betrachtungsweise ein ent-

Abb. 1: Schematische Darstellung des angewandten Vorhersagemodells.



sprechendes Szenario nicht aus. Dieser Perspektivenwechsel ist für die Erarbeitung des Vorhersagemodells von zentraler Bedeutung. Es sollen demnach nicht, wie in *MAPIS*, einzelne Eisflächen nach ihrem archäologischen Potential beurteilt werden, sondern umgekehrt – einzelne Mobilitätszonen nach ihrem glaziologischen Potential, basierend auf folgendem Axiom:

Hochalpine Mobilitätskorridore, wie sie Pässe und Übergänge darstellen, sind durch ihre natürliche Topographie einer erhöhten Begehungskontinuität und -intensität ausgesetzt. Durch die natürliche Kanalisierung unterschiedlicher menschlicher Aktivitäten im hochalpinen Gebiet ist ihr archäologisches Fundpotential ungleich grösser als in den übrigen Zonen gleicher Höhe.

Im Vergleich zu einem traditionellen *predictive model*, welches üblicherweise flächendeckende Daten-Layer unterschiedlicher Einflussfaktoren auswertet, sollen im vorliegenden Modell also nur für systematisch vorselektionierte Funderwartungsgebiete Daten erhoben werden.

Ein weiterer Unterschied besteht im Verhältnis zwischen der Grösse des Untersuchungsgebietes und der verfügbaren Geodaten-Auflösung. Da für das vergleichsweise kleine Gebiet Graubünden lediglich eine Datenauflösung von 25 m verfügbar war, und gleichzeitig die Grösse der zu detektierenden Eiskörper wiederum kleiner zu erwarten ist, wird schnell klar, dass die Erarbeitung eines automatisierten Vorhersagemodells wenig erfolgsversprechend ist. Die kleinräumige und diversifizierte Topographie des zentralalpinen Raums stellt dabei eine nicht unwesentliche zusätzliche Fehlerquelle dar. Ein beträchtlicher Teil der Auswertungsarbeiten musste daher manuell vorgenommen werden.

Die gesamte Untersuchung ist von explizit diachronem Charakter, was einerseits den Miteinbezug historischer und rezenter Quellen in die Potentialanalyse erlaubt, andererseits aber auch eine Berücksichtigung mittelfristiger Eisarchive, sprich Gletscher, erfordert **Abb. 1**.

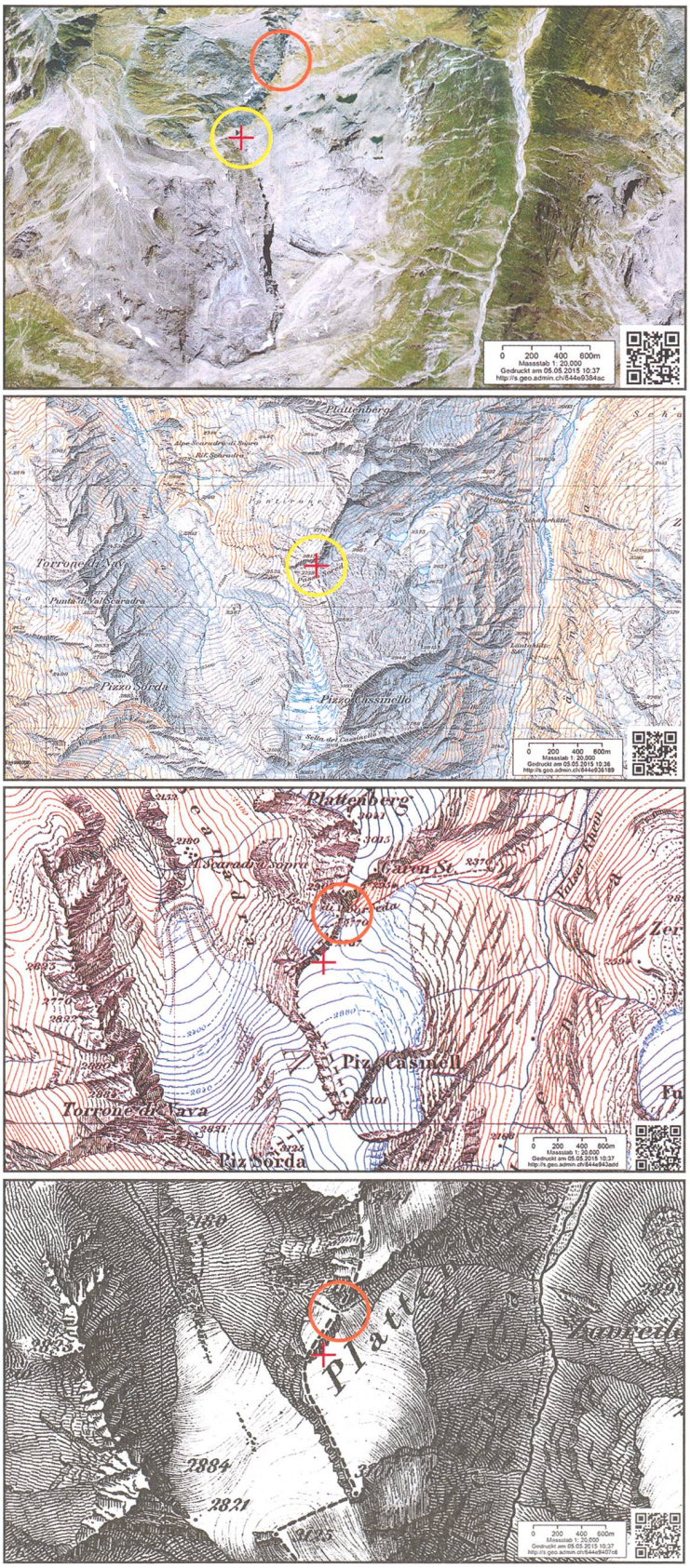
Das auf diesen Überlegungen aufbauende Modell kann grob in sechs Analyseschritte unterteilt werden, die allesamt in einem GIS durchgeführt wurden. Zu Beginn wurden sämtliche Passsituationen im Untersuchungsgebiet kartiert **Abb. 1,1** und anschliessend einer ersten Beurteilung anhand aktueller Karten und Luftbilder unterzogen **Abb. 1,2**. Gänzlich ungeeignete, eisfreie Mobilitätspunkte wurden bereits in diesem Arbeitsschritt von einer weiteren Untersuchung ausgeschlossen. Alle übrigen Übergänge wurden dann anhand naturräumlicher und kultureller Kriterien ihrem spezifischen Potential entsprechend bewertet **Abb. 1,3**. Eine Zusammenfassung der Einzelwerte **Abb. 1,4** ermöglicht eine erste Selektion besonders vielversprechender Übergänge. Bis zu diesem Arbeitsschritt kann von einem objektiven Modell gesprochen werden, da jede Passsituation auf derselben Datengrundlage und anhand derselben Werteskala beurteilt wurde. Eine anschliessende Anreicherung der Datenreihen durch archäologische und historische Informationen **Abb. 1,5** bewirkt nun aber explizit die Transformation hin zu einem manuell selektierenden Modell. Dieser Schritt schafft die Möglichkeit, nur punktuell verfügbare Informationen in das Modell miteinzubeziehen und einzelne Mobilitätspunkte so nachträglich aufzuwerten. Die aus diesem letzten Arbeitsschritt resultierende zweite Selektion besonders vielversprechender Pässe **Abb. 1,6** stellt das Abschlussprodukt der Modellierung dar, welches zwingend durch Geländesurveys veri- resp. falsifiziert werden muss.

1

2

3

4



Reproduziert mit Bewilligung von swisstopo (BA15068)

Der Weg zum Vorhersagemodell

Als Arbeitsgrundlage wurde zunächst eine Datenbank erstellt, in der sämtliche Pässe und Übergänge Graubündens verzeichnet sind. Die Kartierung basiert auf der Schweizerischen Landeskarte im Massstab 1:25 000 (LK25) sowie weiteren Kartenwerken aus dem 19. und 20. Jahrhundert. In der Datenbank verzeichnet wurden all jene Stellen, welche durch eine entsprechende Benennung[8] und/oder Wegmarkierung klar als Passsituation ausgewiesen sind und auf einer Höhe von mind. 2500 m[9] liegen. Das Verzeichnis umfasst insgesamt knapp 500 dieser im Folgenden *Mobilitätspunkte* genannten Lokalitäten.

Da bei der Kartierung lediglich die Meereshöhe als selektives Kriterium berücksichtigt wurde, sind in der Gesamtmenge auch zahlreiche Mobilitätspunkte enthalten, die für gletscherarchäologische Fragestellungen nicht von Interesse sind, da in ihrem direkten Umfeld kein Eis vorhanden ist. Um diese erste Auswahl weiter einzugrenzen, wurde jeder Mobilitätspunkt in die LK25 und in Orthofotos von Swisstopo[10] projeziert, wobei jeweils nicht nur die eigentliche Passsituation, sondern auch die Zustiege evaluiert wurden. Die Kombination dieser beiden Datensätze hat sich als wertvoll erwiesen, da einerseits Eis- oder Schneeflecken auf der LK25 teilweise nicht kartiert und andererseits bereits abgeschmolzene Eisflecken auf swissimage nicht mehr sichtbar waren. Mobilitätspunkte, die sich in beiden Projektionen als eisfrei präsentierten, finden in der

Abb. 2: Unterschiedliche Routenführung über den Soreda-/Sorredapass. **1** Orthofoto; **2** aktuelle Landeskarte; **3** Siegfriedkarte; **4** Dufourkarte.

weiteren Modellierung keine Berücksichtigung mehr. Der Ausgangsdatensatz konnte so um fast die Hälfte von 494 auf 264 reduziert werden. Die ausgeschiedenen Mobilitätspunkte lagen zu über 80% auf einer Höhe von weniger als 2700 m, was einerseits die Kartierungsuntergrenze von 2500 m indirekt bestätigt, gleichzeitig aber auch die Gefährdung der 26 verbleibenden Verdachtsflächen unter 2700 m verdeutlicht.

Faktorenanalyse

Dufour- und Siegfriedkarte

Analog zur Erstbeurteilung der Pässe wurde auch auf Basis der Dufour-[11] (1845–1865) und Siegfriedkarte[12] (1870–1926) eine Bewertung für spezifische historische Zeitpunkte vorgenommen. Durch die beiden Kartenwerke wurde eine Projektion der einzelnen Mobilitätspunkte in Relation zum LIA-Maximum[13] resp. der Zeit kurz danach simuliert und auf diese Weise ein Näherungswert für die jeweilige LIA-Überprägung ermittelt. Neben der glaziologischen Bewertung wurde in diesem Arbeitsschritt auch die Kartierung der Pässe berücksichtigt. Der überwiegende Teil der hochalpinen Übergänge ist auf Grund der kleinen Auflösung der Karten nicht explizit als Passsituation gekennzeichnet. Eine Beschriftung (Name) und/oder Markierung (Weg) einzelner Übergänge wurde daher zusätzlich in die Bewertung einbezogen. Sie stellt einen indirekten Nachweis für eine Frequentierung des betreffenden Übergangs im 19. Jahrhundert dar – und somit während einer Klima-Ungunstphase deutlich vor der Etablierung des alpinen Tourismus. Die detaillierte Analyse der beiden Kartenwerke lieferte zudem vereinzelt Hinweise auf alternative historische Wegführungen, wie etwa am *Passo Soreda* (Gemeinde Vals) oder am *Passo Vecchio* (Gemeinde Tujetsch) **Abb. 2**.

Verkehrsgeographische Lage

Unabhängig von der Darstellung eines Mobilitätspunktes in unterschiedlichen Landeskarten wurde zusätzlich ein Wert für die verkehrsstrategische Lage eines jeden Passes erfasst. Das Verkehrspotential resp. die Begehungsfrequenz eines Passes steht, beispielsweise auf Grund der Geländebeschaffenheit oder der Höhendifferenz, nicht immer in einem proportionalen Verhältnis zu dessen verkehrsgeographischer Lage. Durch diesen Faktor sollen im Gegensatz zu den vorangegangenen Bewertungsschritten auch kleinere, verkehrsstrategisch günstig gelegene Joche und Lücken hervorgehoben werden, die zuvor tendenziell unterbewertet wurden. Es kann davon ausgegangen werden, dass ebensolche kleinen, regionalen Pässe in einer Zeit vor dem Ausbau des Talstrassennetzes einen höheren Stellenwert einnahmen als heute resp. vor 150 Jahren.[14]

Wildtierhabitate

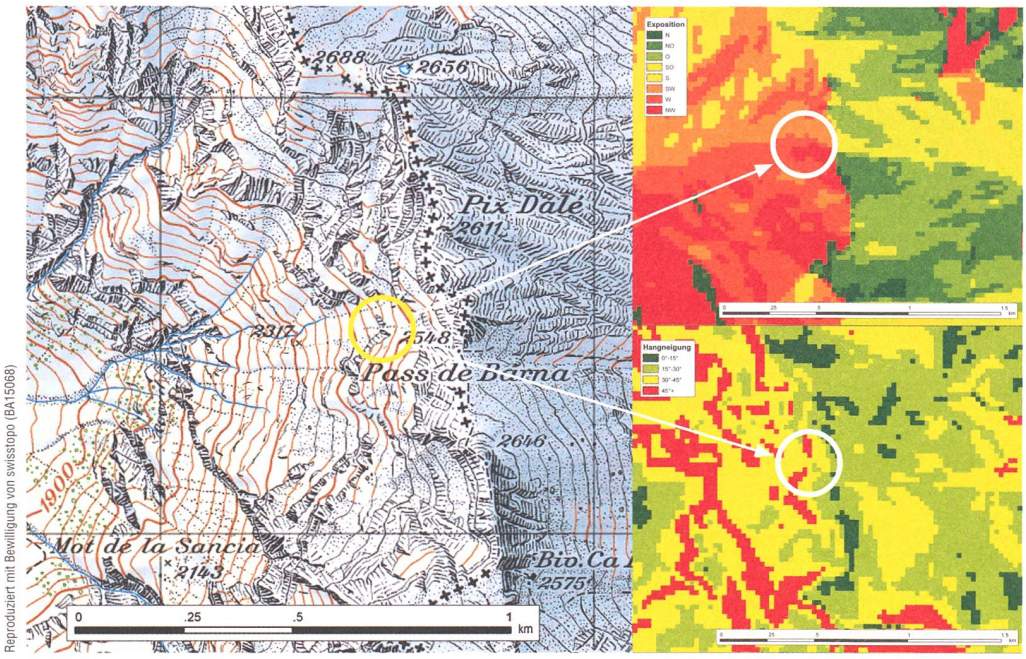
Eine detaillierte Modellierung von Wildtierhabitaten als Einflussfaktor ist für den Alpenraum im Gegensatz zu den weiter nördlich gelegenen, borealen Zonen nicht geeignet, wie Pilotversuche in der *Silvretta* gezeigt haben.[15] Für das alpine Hochwild Steinbock und Gämse lässt sich zwar eine saisonale Priorisierung bestimmter Geländeformen ermitteln und modellieren, was aber nicht bedeutet, dass Flächen ausserhalb dieser Habitate gemieden werden. Zusätzlich gilt es zu berücksichtigen, dass auch Gämsen und Steinböcke im Sommer auf Schnee und Eis Schutz vor Hitze und Insekten suchen. Eisflecken aber auch Gletscher dürften somit generell als Bestandteil des Sommerhabitats bezeichnet werden. Eine sinnvolle Modellierung der Hochwildhabitate scheint daher am ehesten durch die

Definition einer Unter- und Obergrenze zu erreichen sein. Da entsprechende Informationen aber nicht für das gesamte Holozän verfügbar sind und eine Abbildung heutiger Verhältnisse dem explizit diachronen Ansatz des Modells nicht gerecht würde, könnten lediglich Näherungswerte angewendet werden – etwa in Relation zur Waldgrenze. Dass sich das Verhalten der Wildtiere jedoch nicht ohne weiteres in ein lineares Verhältnis zur klimatischen Entwicklung setzen lässt, zeigt das Beispiel eines mumifizierten Gämse-Kitzes vom Plattagletscher[16]. Die Modellierung gesamtholozäner Wildhabitate für den alpinen Raum ist also mit zahlreichen Unsicherheiten behaftet. In Anlehnung an die oben genannte Annahme, dass Eisflächen ohnehin bereits Teil dieser Habitate sind, wird folglich auf eine Modellierung dieses Einflussfaktors verzichtet.

Geofaktoren: Neigung, Exposition, Permafrost

Die evaluierten geographischen Parameter dienen nicht der Fundpotentialkartierung, sondern der Bestimmung des potentiellen Alters einzelner Eiskörper. Der glaziologischen Fachliteratur zufolge wirken sich neben der Höhenlage insbesondere die Neigung und Exposition des Geländes auf die Erhaltung von Eis und somit auf dessen potentielles Alter aus.[17]

Die *Hangneigung* ist neben dem Volumen wesentlich dafür verantwortlich, ob und wie schnell sich ein Eiskörper fortbewegt. Während steiles Gelände den Eisfluss begünstigt, wird derselbe im flachen Gelände oder in Mulden gehemmt. Gletscher befinden sich durch den eigenen Massendruck und die damit einhergehende Nähr-/Zehrgebiet-Dynamik stets in – sehr unterschiedlich schneller – Bewegung. Eisflecken hingegen können sich über lange Zeiträume statisch verhalten.[18] Sie sind ausserdem an das Vorkommen von Permafrost gebunden, da sie nur dort perennieren können, wo ganzjährig Grundtemperaturen von max. 0°C herrschen. Das Vorkommen von Permafrost wiederum ist weniger von der Geländeform als vielmehr von der *Sonnen-*



Reproduziert mit Bewilligung von swisstopo (BA15068)

Abb. 3: Darstellung der Geofaktoren Hangneigung und Exposition am Beispiel des *Passo di Barna* (Gemeinde Mesocco).

exposition abhängig. Während in Schattenbereichen bereits ab 2500 m flächig Permafrost auftritt, liegt diese Grenze in südexponierten Lagen um bis zu 500 m höher.[19] Die Erhaltungschancen für Schnee und Eis während des Sommers sind ausserdem wesentlich von der Strahlungsintensität und Sommertemperatur abhängig. Eine Leeseitige, nordexponierte Lage lässt sich für den Bündner Alpenraum auf der Grundlage von Gletscher-Massenbilanzberechnungen als erhaltungsbegünstigende Lage hervorheben.[20]

Die Beurteilung dieser beiden topographischen Parameter war jedoch mit einigen Schwierigkeiten behaftet. Die in GIS auf der Grundlage natürlicher Unstetigkeiten[21] (Hangneigung) resp. der Werte von Maisch et al.[22] (Exposition) berechneten Datenlayer konnten nicht wie bis anhin in eine Werteskala transferiert werden, da nicht die topographische Lage eines Passübergangs beurteilt werden sollte, sondern diejenige der umgebenden Eisfläche(n). Bereits für einen einzelnen Eisfleck ist die Evaluation eines repräsentativen Mittelwertes kaum möglich, wie das Beispiel vom Pass de Barna (Gemeinde Mesocco) verdeutlicht **Abb. 3**. Im Falle mehrerer Eisflächen in einem Passgebiet – z. B. auf der Nord- und Südseite eines Übergangs – ist eine systematische Bezifferung des Potentials erst recht nicht möglich. Es stehen drei mögliche Problemlösungen zur Auswahl: Ausschluss der topographischen Parameter aus der Modellierung **1**, Einschränkung der topographischen Beurteilung **2** oder Kartierung sämtlicher Eisflächen je Mobilitätspunkt und individuelle Klassifizierung derselben **3**. Die Topographie hat aber unzweifelhaft einen zu grossen Einfluss auf die Erhaltungschancen von Eis, als dass sie ganz vernachlässigt werden könnte. Da eine individuelle Kartierung und Bewertung sämtlicher Eisflächen wiederum mit enormem Aufwand verbunden und zudem mit absehbaren Schwierigkeiten behaftet wäre,[23] wurde stattdessen eine gezielte Vereinfachung der Faktorenanalyse gewählt: Eine detaillierte Beurteilung der Topographie wird erst am Ende der Modellierung an einer Auswahl vielversprechender Passübergänge nachgeholt.

Als Datensatz wurde in diesem Arbeitsschritt vorerst lediglich die flächig in einheitlicher Qualität verfügbare *Hinweiskarte zur potentiellen Permafrostverbreitung in der Schweiz* berücksichtigt, bei der es sich ebenfalls um eine Modellierung und nicht um die Abbildung der tatsächlichen Permafrostzonen handelt.[24] Die Überlappung einzelner, auf Luftbildern sichtbaren Eisflecken mit der Permafrostzone ist stellenweise überraschend genau, was für die Qualität des Modells spricht.

Zwischenevaluation

Nach Abschluss der Faktorenanalysen wurde eine Überprüfung der objektiven, flächigen Bewertungsschritte am Beispiel der beiden prähistorischen Eisfundstellen am Schnidejoch (Gemeinde Lenk BE) und Lötschenpass (Gemeinde Kandersteg BE) vorgenommen. Um eine vergleichbare Ausgangssituation zu simulieren, wurden nicht die spezifischen, bereits bekannten Fundstellen, sondern analog zu den Mobilitätspunkten die Übergänge als Ganzes bewertet. Die resultierenden Bewertungen lassen sich im vordersten Viertel der Bündner Mobilitätspunkte einordnen, wobei der Übergang am Lötschenpass auf Grund seiner deutlichen Kennzeichnung in alten Kartenwerken eine etwas höhere Gesamtbewertung erzielte als das Schnidejoch und auch in Relation zu den Bündner Pässen eine Spitzenposition einnahm. Dieses Zwischenresultat kann weitgehend als Bestäti-

gung des Modells interpretiert werden. Auf eine weitere Anpassung der Gewichtung einzelner Faktoren wurde nach verschiedenen Testreihen verzichtet, um der Gefahr einer zu starken Adaption des Modelles an die beiden trotz allem singulären Berner Fundstellen auszuweichen.

Quellenanalyse

Als Ergänzung zu den bisher flächig und objektiv ausgewerteten Daten werden nun zusätzlich punktuell verfügbare, kulturhistorische Informationen in die Modellierung mit einbezogen. Hierfür wurden sowohl archäologische als auch historische Quellen analysiert und in Bewertungspunkte umgewandelt, um einen Näherungswert für das archäologische resp. historische Bedeutungspotential einzelner Pässe zu ermitteln.

Während sich der transalpine Verkehr und Gütertransport bereits früh entlang der noch heute frequentierten grossen Alpenpässe[25] kanalisiert haben dürften, sind die in der vorliegenden Untersuchung berücksichtigten Übergänge oberhalb von 2500 m ü. M. wohl vorwiegend in regionalem resp. lokalem Zusammenhang zu verstehen. Nutzungsformen der hier behandelten Übergänge dürften insbesondere mit Aktivitäten wie Land- und Viehwirtschaft, Hochwildjagd und kleinräumigem Handel resp. Warentausch und Saisonarbeit in Verbindung zu bringen sein. Zahlreiche neuzeitliche Schriftzeugnisse berichten etwa von alljährlichen Alpladungen über gefährliche Gletscherpässe.[26] Auch die Gewinnung resp. der Transport von Rohstoffen wie Erzen oder Holz dürfte je nach Lage und Zugänglichkeit der Ressourcen stellenweise über kleinere Jöcher und Lücken erfolgt sein. Ebenso denkbar sind sporadische Begehungen entlegener resp. zweitrangiger Übergänge aus strategischen Gründen, etwa im Zuge kriegerischer Auseinandersetzungen oder illegaler Handlungen wie Schmuggel. Seit dem 18./19. Jahrhundert ist zudem eine intensive Wiederbelebung und Neuentdeckung zahlreicher hochalpiner Zonen durch die Wissenschaft und den Alpinismus zu verzeichnen.

Archäologische Quellen

Eine Beurteilung des spezifischen archäologischen Potentials einzelner Mobilitätspunkte wurde anhand ausgedehnter Literaturrecherchen und der Verteilung bekannter Fundstellen[27] erarbeitet. Der archäologische Nachweis urgeschichtlichen Passverkehrs ist generell nur indirekt zu erbringen, da eigentliche Wegtrassen oder einfache Pfade aus (vor)römischer Zeit im Hochgebirge durch natürliche Formationsprozesse, wiederholte Begehungen und Überprägung nicht erhalten resp. nur sehr schwer auffind- und datierbar sind.[28] Diesem Umstand durch die Bewertung der Mobilitätspunkte nach ihrer topographischen Nähe zu – möglichst zahlreichen und unterschiedlich datierenden – archäologischen Fundstellen Rechnung zu tragen, erwies sich als nicht praktikabel. Der Grund liegt vor allem darin, dass die überwiegende Mehrheit der archäologischen Fundstellen im Talbereich resp. unterhalb der Waldgrenze liegt und nur in seltenen Ausnahmefällen eine eindeutige Relation zwischen (Be)Funden und einzelnen Übergängen postuliert werden kann.[29]

Bei den wenigen aus Passgebieten und allgemeinen Höhenlagen bekannten Funden[30] handelt es sich praktisch ausschliesslich um nicht stratifizierte Altfunde, die unter der 2500-m-Marke geborgen wurden. Diese *Höhenfunde*[31] sind für eine quellenkritische Beurteilung angrenzender hochalpiner Übergänge folglich nur mit Vorbehalt beizuziehen.

Den wenigen materiellen Quellen zufolge ist auch die Publikationsgrundlage insbesondere zur prähistorischen Präsenz im hochalpinen Bereich sehr dünn bis inexistent und daher für eine fundierte Potentialbeurteilung einzelner Mobilitätspunkte ebenfalls nur bedingt geeignet.[32]

Generell muss jedoch bereits ab dem Mesolithikum (10 000–6000 v. Chr.) mit einer intensiven trans- und somit auch inneralpinen Mobilität gerechnet werden, wie etwa die Verwendung lithischer Rohstoffe aus dem norditalienischen Raum[33] sowie vereinzelte mesolithische Fundstellen[34] nahelegen. Für die Zeit vor der Besiedlung der inneralpinen Täler in der Frühbronzezeit und vermutlich auch weit darüber hinaus ist aus verkehrsstrategischer Sicht auf Grund der dichten Vegetation und fehlenden Infrastruktur[35] allgemein eine starke Frequentierung der Flächen und damit auch der Pässe um resp. über der Waldgrenze anzunehmen.[36]

Die wenigen im vorliegenden Zusammenhang verwendbaren archäologischen Anhaltspunkte[37] wurden im Folgenden auf Grund ihrer geringen Zahl nicht einzeln bearbeitet, sondern gemeinsam mit den ebenfalls nur punktuell verfügbaren historischen Informationen zu einer abschliessenden selektiven Bewertung der Mobilitätspunkte zusammengefasst.

Historische Quellen

Das durch die Konsultation historischer Quellen gewonnene Bild der inneralpinen Mobilität dürfte in vielerlei Hinsicht auch für die prähistorischen Epochen Gültigkeit haben. Generell wurde im späten Mittelalter und in der frühen Neuzeit eine grössere Anzahl unterschiedlicher Pässe frequentiert als dies heute der Fall ist,[38] was möglicherweise mit der späteren bzw. heutigen Verlagerung des Verkehrs auf befahrbare Chausseen im Bereich der Talsohle in Verbindung zu bringen ist.[39]

Informationen zu einzelnen Pässen und Übergängen können insbesondere aus historischen Reiseberichten sowie aus Kartenmaterial entnommen werden. Daneben enthalten aber beispielsweise auch Rechtsquellen und amtliche Urkunden Angaben zu kleinräumigen Gütertransporten oder Alp- und Wegrechten[40]. Sowohl aus thematischen wie auch zeitlichen Gründen wurde keine Analyse an primären Archivquellen durchgeführt. Die Bewertung der Mobilitätspunkte basiert stattdessen auf einzelnen, punktuellen Quellen aus einer breit abgestützten Literatur- und Kartenrecherche.

Obwohl sich die historische Passforschung im Allgemeinen besser aufgearbeitet präsentiert als die archäologische, sind auch hier nur spärlich Informationen zu sekundären oder tertiären Übergängen fassbar. Neben den grossen Alpenpässen[41] findet sporadisch eine Gruppe von Pässen zweiter Ordnung Erwähnung, die im regionalen, beispielsweise interkantonalen Kontext eine gewisse Rolle gespielt haben.[42] Die Mehrheit dieser Übergänge liegt jedoch unter 2500 m oder ist (heute) eisfrei.

Einige der kleineren, peripheren Übergänge wiederum können fast ausschliesslich über historisches Kartenmaterial gefasst werden und finden in den schriftlichen Quellen keine Erwähnung. Ausserdem wird eine zweifelsfreie Identifikation der Pässe sowohl auf schriftlicher als auch kartographischer Grundlage proportional zur Bedeutungsabnahme und zum Alter der Quelle erschwert. Zahlreiche Übergänge sind unter mehreren Namen resp. Sprachen bekannt (gewesen), oder teilweise nur ihrem Wegverlauf entsprechend ohne Namen beschrieben resp.

Abb. 4: Ausschnitt aus der Karte *Li GRISONI gia detti RHETI, e Sudditi* von Pater Vincenzo Maria Coronelli, um 1690: Im Umfeld des Berninapasses sind vier weitere *Passo* eingezeichnet, die heute nicht mehr zweifelsfrei identifiziert werden können.

verzeichnet **Abb. 4**. Trotz der dünnen und heterogenen Quellenlage wurde immerhin für 64 Mobilitätspunkte ein möglicher bis sicherer archäologischer oder historischer Nachweis erbracht und entsprechend quantifiziert.

Auswahl I und II: Topographische Bewertung

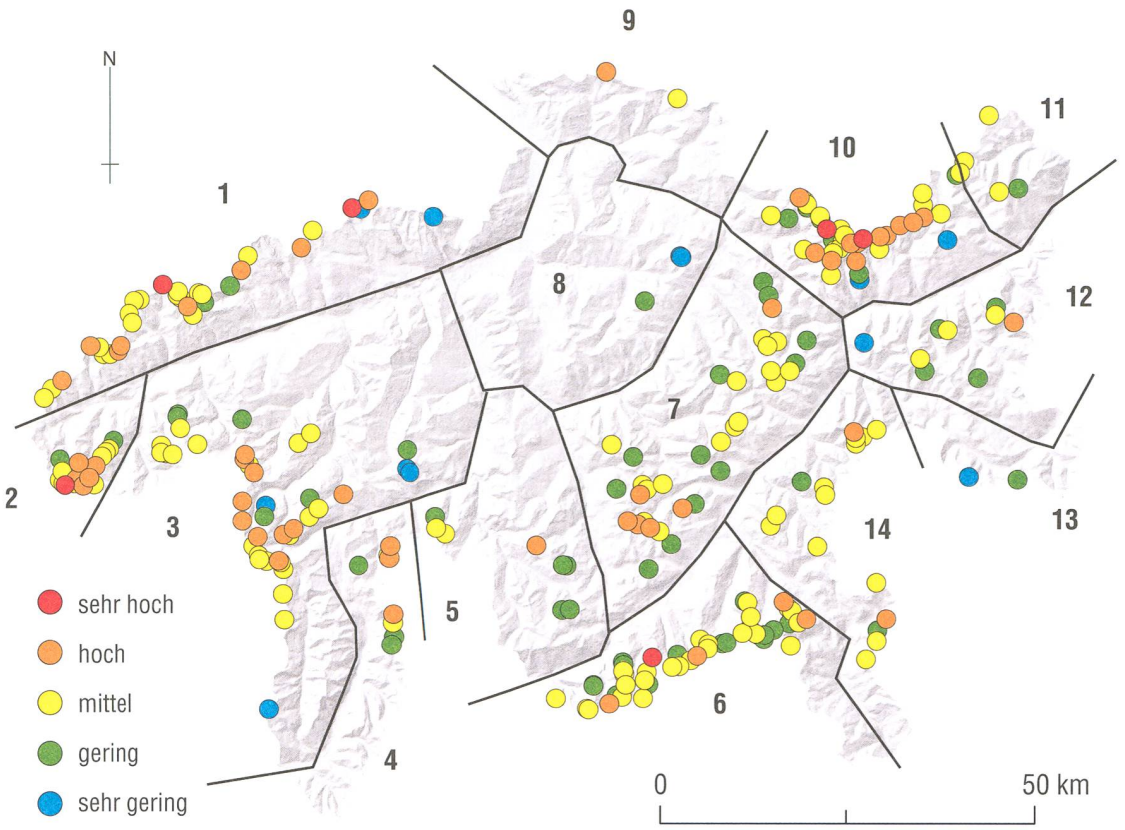
Anhand der bereits oben diskutierten Faktoren Hangneigung und Sonneneinfallswinkel wurden im letzten Schritt der Modellierung eine Auswahl[43] an Moblitätspunkten resp. in deren Umfeld liegender Eiskörper nach ihrer topographischen Lage und somit nach ihrem potentiellen Alter beurteilt. Die resultierende Kartierung soll als Ausgangslage für die Geländearbeiten dienen und daher nicht nur Mobilitätspunkte mit überdurchschnittlicher Funderwartung und potentiell hohem Alter beinhalten, sondern gleichzeitig auch all diejenigen Pässe und Übergänge ausschliessen, in deren Umfeld keine gezielte Prospektion möglich resp. sinnvoll scheint. Aus diesem Grund werden von der knapp 100 Punkte umfassenden Auswahlmenge I und II die heutigen resp. ehemaligen Gletscherpässe subtrahiert. Die Evaluierung der verbleibenden 41 Mobilitätspunkte zeigte ein relativ einheitliches Bild: gut 75% der Übergänge sind demnach auch aus topographischer Sicht vielversprechend. Optisch lässt sich deutlich eine Korrelation zwischen der Kartierung günstiger Topographie-Werte und dem Vorkommen von Eisflecken (Orthofoto) feststellen, was die Relevanz der gewählten Modellierungsfaktoren bestätigt.

Zusammenfassung der Resultate

Die Gesamtbewertung der zur Prospektion selektierten 41 Pässe und Übergänge streut zwischen acht und 25 Punkten, wobei lediglich drei Übergänge, die durch die Quellenanalyse in die engere Auswahl gelangt waren, weniger als zehn Punkte verzeichnen. Eine weitere Differenzierung der Resultate oder die Erstellung einer eigentlichen Prospektionsanleitung in Form einer Rang- oder Reihenfolge scheint nach den in der vorliegenden Untersuchung gesammelten Erfahrungen und Hintergrundinformationen wenig sinnvoll. Die Auswahl resp. Abfolge der tatsächlich zu begehenden Mobilitätspunkte soll zum gegebenen Zeitpunkt den jeweiligen Rahmenbedingungen angepasst werden können. Über die Höhenangaben und die zur topographischen Lage erhobenen Daten können jedoch diejenigen Pässe und Übergänge herausgefiltert werden, welche am akutesten vom Abschmelzen bedroht und somit für baldige Geländearbeiten zu priorisieren sind:

Neben der gezielten Begehung einzelner Mobilitätspunkte anhand dieser Prospektionskartierungen gilt es auch die räumliche Verteilung sämtlicher modellierten Verdachtsflächen genauer zu betrachten. Zur Strukturierung des Gesamtresultates werden die Ergebnisse nach Gebirgsgruppen gegliedert betrachtet **Abb. 5**.

Das gletscherarchäologische Potential der *Glarner Alpen* und der *Gotthard Gruppe* ist der Vorhersagemodellierung zufolge hoch. Die Konzentration von Mobilitätspunkten entlang des Vorderrheintals erfordert neben einer gezielten Prospektion von sieben ausgewählten Übergängen auch verstärkte Aufmerksamkeit hinsichtlich Sensibilisierung und Öffentlichkeitsarbeit. Im Vergleich dazu weist die weitläufige *Adula Gruppe* zwar eine deutlich geringere Punktedichte auf, scheint aber dennoch überdurchschnittlich vielversprechend. Auch für dieses Gebiet dürfte eine Kombination aus Geländebegehung und Öffentlichkeitsarbeit zielführend sein, wobei analog zur



Reproduziert mit Bewilligung von swisstopo (BA15068)

räumlichen Verteilung der Mobilitätspunkte eine Fokussierung auf die Region rund ums Rheinwaldhorn nahe liegt. Die beiden in der *Ceneri Gruppe* verzeichneten Konzentrationen von zwei resp. vier potentialreichen Mobilitätspunkten sollten auf jeden Fall im Gelände begutachtet werden. Eine spezielle Berücksichtigung der Region im Zuge der *Awareness*-Kampagne scheint jedoch nicht zwingend erforderlich. Die *Platta Gruppe* ist den modellierten Resultaten zufolge generell nur von geringem gletscherarchäologischem Potential und kann – mit Ausnahme der zu prospektierenden Tällifurgga – vernachlässigt werden. In der südlich daran angrenzenden *Bernina Gruppe* sind auf kleinem Raum sehr zahlreiche Mobilitätspunkte mit durchschnittlichem oder tiefem Potential verzeichnet. In diesem Fall wäre, neben der Begehung der drei zur Prospektion empfohlenen Pässe und Übergänge, eine breit angelegte Aufklärungskampagne anzustreben, da in diesem stark vergletscherten Grenzgebiet trotzdem mit zahlreichen Gletscherfunden zu rechnen ist. Etwas weniger eindeutig präsentiert sich die Situation in den *Albula Alpen*: Die lockere Streuung zahlreicher vielversprechender Mobilitätspunkte erfordert einerseits ausgedehnte Geländebegehungen, scheint sich andererseits aber auf Grund der räumlichen Gliederung der Gruppe in drei Zonen für den Einsatz didaktischer Mittel nur begrenzt zu eignen. Denkbar wäre beispielsweise eine Fokussierung der Arbeiten auf die drei Kernzonen Val Bever, Piz Kesch und Grialetsch. Wenig überraschend hingegen ist die marginale Bedeutung des Raums *Plessur* für die vorliegende Untersuchung, was in erster Linie mit der geringen Höhe der betreffenden Gebirgsgruppe in Zusammenhang steht. Ebenfalls klar zeichnen sich die Verhältnisse im *Rätikon* ab. Die beiden potentiellen Eisfundstellen Eisjöchl und Schafloch sind mit Gesamtbewertungen zwar von einigem Interesse, dürften aber in Anbetracht der hohen Anzahl gleichwertiger Pässe bei den Prospek-

Abb. 5: Kartierung der Ergebnisse aus der Vorhersagemodellierung sämtlicher 264 Mobilitätspunkte in den einzelnen Gebirgsgruppen.
1 *Glarner Alpen;* **2** *Gotthard Gruppe;* **3** *Adula Gruppe;* **4** *Ceneri Gruppe;* **5** *Platta Gruppe;* **6** *Bernina Gruppe;* **7** *Albula Alpen;* **8** *Plessur;* **9** *Rätikon;* **10** *Silvretta;* **11** *Samnaun;* **12** *Sesvenna;* **13** *Ortler Alpen;* **14** *Livigno Alpen.*
Mst. 1:1 000 000.

tionsarbeiten nicht berücksichtigt werden. Der *Silvretta* sollte den Modellierungen zufolge höchste Aufmerksamkeit gewidmet werden – sowohl was die eigentlichen Geländearbeiten als auch die Aufklärung des alpinen Publikums betrifft. Zusätzlich zu den sehr zahlreichen Mobilitätspunkten auf Bündner Boden ist auch auf der nördlich angrenzenden österreichischen Seite dieses Gebirges mit weiteren Verdachtsflächen zu rechnen. Aus geographischen Gründen in die entsprechenden Monitoring- und Awareness-Arbeiten zu integrieren wäre das östlich an die *Silvretta* anschliessende *Samnaun*. Im Vergleich dazu muss die nach Italien orientierte *Sesvenna* in Zukunft nur in begrenztem Rahmen berücksichtigt werden. Auch der kleine Ausschnitt des *Ortler Gebirges* auf schweizerischem Boden kann im Rahmen gletscherarchäologischer Fragestellungen vernachlässigt werden. Durchaus Berücksichtigung sollten jedoch die *Livigno Alpen* finden, insbesondere im Umfeld der höchstbewerteten Fuorcla Val Sassa.

Reflexion der Methodik

Die im Rahmen der gesamten Modellierung grösste Schwierigkeit bestand darin, die einzelnen Einflussfaktoren in eine einheitliche, berechenbare Form zu bringen. Insbesondere bei nicht mathematischen Werten ist eine standardisierte Kategorisierung resp. Skalierung von Informationen immer mit Schwierigkeiten behaftet. Mit Hilfe klar definierter Beurteilungskriterien sollte dieser Problematik entgegengewirkt werden, auch wenn eine manuelle Bewertung einzelner Pässe und Übergänge per se niemals vollständig objektiv erfolgen kann.

Die Ergebnisse müssten daher vielmehr als eine *auf höchstmöglicher Vergleichbarkeit basierende subjektive Selektion bzw. Beurteilung* bezeichnet werden. Die einzelnen Modellierungen dienten demzufolge in erster Linie als strukturierendes Hilfsmittel zur Informationsverwaltung und Gewährleistung der Vergleichbarkeit. Dies ist nicht als grundsätzlicher Qualitätsverlust der Vorhersagemodellierung zu werten, da eine streng automatisierte Modellierung im vorliegenden Fall auf Grund der wenig einheitlichen und nicht ausreichend hoch auflösenden Datengrundlage wohl nur wenig brauchbare Resultate geliefert hätte. Vielmehr scheint dieser Mittelweg zwischen einer zufällig selektiven und einer mathematischen Vorgehensweise dem naturräumlichen Kontext und der zugrunde liegenden Fragestellung Rechnung zu tragen. Eine abschliessende Beurteilung der vorgeschlagenen Modellstruktur sowie Hinweise für deren Optimierung kann ohnehin nur durch die Praxis – sprich hochalpine Geländesurveys – erbracht werden.

Geländesurveys

Seit 2011 wurden wiederholt Begehungen durchgeführt, um die theoretisch modellierten Resultate im Gelände zu überprüfen.

Der überwiegende Teil der Verdachtsflächen ist nur über längere Wanderungen erreichbar. Zudem steht für Begehungen lediglich ein eng bemessenes Zeitfenster im Spätsommer (Schneeschmelze) zur Verfügung. Eine präzise Selektion und umfassende Dokumentation des Surveygebietes sind demnach Voraussetzung für eine erfolgreiche Geländearbeit.

In mehreren Fällen war vor Ort bereits die Lokalisierung der kartierten Verdachtsfläche mit Schwierigkeiten verbunden, da einzelne Eisflecken in der Zeit zwischen der Aufnahme der Orthofotos und der Begehung bereits vollständig abgeschmolzen waren. In anderen Fällen handelte es sich bei den kartierten Eisflächen nur um

Schneefelder, die sich auf Luftaufnahmen, jedoch nicht von Eisflecken unterscheiden lassen. Ein deutlicher Nachweis für das rasante Abschmelzen eines Eisflecks konnte in der *Silvretta* zwischen dem Futschölpass und dem Grenzeckkopf (Gemeinde Scuol) beobachtet werden. Die bewuchsfreie Zone im Vorfeld des minimal erhaltenen Eisflecks bezeichnet diejenige Fläche, die bis vor wenigen Jahren noch mit Eis bedeckt gewesen sein muss. Aktuellen Luftaufnahmen zufolge ist der entsprechende Eisrest heute bereits vollständig verschwunden. Entsprechende Gebiete sollten als mögliche Fundorte keineswegs ausgeschlossen, sondern auf Grund der akuten Gefährdung allfälliger Funde priorisiert begangen werden **Abb. 6**.

Wie wichtig eine Überprüfung des Modells im Gelände ist, wird durch zahlreiche weitere Beispiele deutlich, die insbesondere die lokale Topographie betreffen. Faktoren wie Zugänglichkeit oder Bodenbeschaffenheit können fernerkundlich nur unzureichend charakterisiert werden, was dazu führt, dass sich eingangs als vielversprechend eingestufte Übergänge im Gelände als gänzlich ungeeignet erweisen, da z. B. starker Steinschlag die Erhaltungs- und Fundwahrscheinlichkeit von archäologischen Objekten stark reduziert.

Auch die eigentliche Suche nach Funden ist nicht immer unproblematisch. Erfahrungsgemäss sind die meisten Funde im Bereich des Schmelzwasserabflusses oder in den bewuchsfreien Abschmelzzonen resp. Randbereichen des Eises zu erwarten.[44] Diese Zonen lassen sich aber nicht immer lokalisieren oder sind stellenweise nicht zugäng-

Abb. 6: Weitgehend abgeschmolzener Eisfleck zwischen dem Futschölpass (Gemeinde Scuol) und dem Grenzeckkopf mit bewuchsfreiem Abschmelzbereich. September 2011. Blick gegen Westen.

lich, wie das Beispiel an der Fuorcla davo Dieu (Gemeinde Scuol) veranschaulicht. Der unmittelbar unterhalb des Passübergangs in einer schützenden Senke gelegene Eisfleck weist eine Vielzahl begünstigender Faktoren auf. Leider fliesst – durch die Muldenlage bedingt – das Schmelzwasser unterirdisch ab, während fast die gesamte Oberfläche und Randbereiche des Eisflecks noch weitgehend mit Restschnee bedeckt sind.

Trotz dieser Schwierigkeiten liessen sich im Rahmen bisheriger Surveys zahlreiche Annahmen und Resultate der Vorhersagemodellierung bestätigen. Südexponierte, in steilem Gelände liegende Eisflecken etwa, die in der Modellierung als uninteressant klassifiziert wurden, weisen tatsächlich eine vergleichsweise hohe Schmelzwasserproduktion auf, was als zusätzliche Bestätigung der gewählten Geofaktoren gewertet werden kann.

Zudem konnten auf den im Hochsommer noch vorhandenen Schnee- und Eisflächen regelhaft Dungreste einheimischer Wildtiere wie auch Verlustgegenstände alpiner Touristen dokumentiert worden, womit sowohl der Rückzugsmechanismus der Wildtiere wie auch der Kreislauf Mobilität-Verlust-Konservierung menschlicher Gegenstände im alpinen Eis nachgewiesen werden konnte **Abb. 7**.

Darüber hinaus sind im Umfeld kleiner Gletscher, Eisflecken und Schneefelder zahlreiche Rundhölzer und Bretter dokumentiert worden, die in den meisten Fällen keine Bearbeitungsspuren aufwiesen. Eine ungefähre Schätzung des Holzalters ist nicht möglich, da sich Jahrtausende alte Stücke von rezenten Hölzern durch ihre hervorragende Erhaltung im Eis nicht zwingend optisch unterscheiden lassen. Für genauere Angaben müsste also jedes einzelne Stück

Abb. 7: Durch die Vorhersagemodellierung evaluierte, vielversprechende Übergangssituation mit Eisfleck an der Fallerfurgga (Gemeinde Avers). August 2012. Blick gegen Nordosten.

naturwissenschaftlich datiert werden. Eine Stichprobe ergab denn auch prompt ein rezentes Datum für ein Holzstück von der Fuorcla davo Dieu (Gemeinde Scuol).[45]

Auf der Roten Furka (2688 m ü. M.) zwischen Klosters im Prättigau und Galtür im Paznaun (A) wurde das bisher einzige bearbeitete Holzobjekt geborgen. Die Funktion des zirka 36 cm langen und 1,5 cm breiten Hölzchens mit einer Einkerbung an jedem Ende konnte noch nicht geklärt werden. Eine C14-Datierung ist ausstehend.

Neben den spärlichen Funden haben die Geländebegehungen bisher aber vor allem eine ganze Reihe vielversprechender Verdachtsflächen bestätigt, die in Zukunft weiterhin begangen und überwacht werden müssen. Die Erfahrungen von anderen Fundstellen zeigen klar, dass nur wiederholte Geländebegehungen zum gewünschten Erfolg führen. Neben den bereits erwähnten Übergängen wird dies etwa für den Kessel Muletg da Sterls am Fusse des Segnespasses (2627 m ü. M.) von Flims nach Elm GL sowie für die Tälifurgga (2817 m ü. M.) und die Fuorcla da Faller (2838 m ü. M.) zwischen dem Avers und dem Oberhalbstein erforderlich sein.

Abschliessend bliebt festzustellen, dass die Geländebegehungen die gewählte Vorgehensweise weitgehend bestätigen. Gleichzeitig verdeutlichen sie, dass eine abschliessende Beurteilung der modellierten Verdachtsflächen und eine daraus resultierende Optimierung des Modells nur auf der Grundlage ausgedehnter Surveys erfolgen können. Die gezielte wissenschaftliche Prospektion stellt demnach die unverzichtbare Umsetzung der theoretisch erarbeiteten Methode dar.

Dank der Unterstützung zahlreicher Partner wurde es möglich, die oben vorgestellten, theoretisch erarbeiteten Grundlagen unter dem Projekttitel «[k]Altes Eis – Gletscherarchäologie in Graubünden» am Institut für Kulturforschung Graubünden zwischen Herbst 2013 und Sommer 2016 in die Praxis umzusetzen. Dafür sei an dieser Stelle allen beteiligten Personen und Institutionen bestens gedankt.

Literatur

- Andrews Thomas D./Mackay Glen/Andrew Leon: Archaeological Investigation of Alpine Ice Patches in the Selwyn Mountains, Northwest Territories, Canada. Arctic Supplement 65/1, 2012, 1–21.
- Bendel Sylvia: Handel und Wandel über die Bündner Pässe in der frühneuzeitlichen Literatur. Bündner Monatsblatt 1992, 207–241.
- Bucher Julia/Gut Urs/Hubmann Patricia/Naef Leandra: Ice Patches im Silvrettagebirge (CH/A). Bedrohte Archive zu Kommunikationswegen und hochalpiner Landschaftsnutzung. http://www.prehist.uzh.ch/static/onlineart/SilvrettaIcePatches1.htm (18.3.2015).
- Catani Johann B.: Bemerkungen bei einer in Gesellschaft Herrn Pfarrer Pol durch die Montafunerberge in die Gebirge Fermunt, im Julius 1780 angestellten Bergreise. Der Sammler 3, 1781/5, 33–63.
- Cornelissen Marcel/Reitmaier Thomas/Gubler Regula/Andres Brigitte/Hess Thomas: Bregaglia GR, Val Forno, Plan Canin. Eine neue alpine Fundstelle im Oberengadin. Jahrbuch der Schweizerischen Gesellschaft für Ur- und Frühgeschichte 95, 2012, 133–140.
- Della Casa Philippe: Mesolcina praehistorica. Mensch und Naturraum in einem Bündner Südalpental vom Mesolithikum bis in römische Zeit. Universitätsforschungen zur prähistorischen Archäologie 76. Bonn 2000.
- Deplazes Lothar: Zum regionalen Handel und Verkehr an der Lukmanier- und Oberalproute im Spätmittelalter. In: Brunold Ursus/Deplazes Lothar: Geschichte und Kultur Churrätiens. Festschrift für Pater Iso Müller OSB zu seinem 85. Geburtstag. Disentis 1986, 409–439.
- Dixon E. James/Manley William F./Lee Craig M.: The Emerging Archaeology of Glaciers and Ice Patches. Examples from Alaska's Wrangell-St. Elias National Park and Preserve. American Antiquity, 70/1, 2005, 129–143.
- Gredig Hansjürg/Hegland Arne: Es muss nicht immer römisch sein. Historische Verkehrswege in Graubünden. Chur 1999.
- Haeberli Wilfried/Frauenfelder Regula/Kääb Andreas/Wagner Stephan: Characteristics and potential climatic significance of «miniature ice caps» (crest- and cornice-type low-altitude ice archives). Journal of Glaciology 50, 168, 2004, 129–136.
- Hafner Albert: Schnidejoch et Lötschenpass. Trouvailles romaines sur deux cols des Alpes bernoises occidentales. Alpis Poenina. Grand Saint-Bernhard.

Une voie à travers l'Europe. Séminaire de clôture, 11/12 avril 2008. Aosta 2008, 477–485.
- HAFNER ALBERT: Archaeological Discoveries on Schnidejoch and at Other Ice Sites in the European Alps. Arctic Supplement 65/1, 2012, 189–202.
- MAISCH MAX/WIPF ANDREAS/DENNELER BERNHARD/BATTAGLIA JULIUS/BENZ CLAUDE: Die Gletscher der Schweizer Alpen. Gletscherhochstand 1850, Aktuelle Vergletscherung, Gletscherschwund-Szenarien. Schlussbericht NFP 31. Zürich 2000.
- MEYER WERNER: Der Söldner vom Theodulpass und andere Gletscherfunde aus der Schweiz. In: Frank Höpfel/Werner Platzer/Konrad Spindler: Der Mann im Eis. Band 1. Bericht über das Internationale Symposium 1992 in Innsbruck. Innsbruck 1992, 321–333.
- NEUBAUER WOLFGANG/STÖLLNER THOMAS: Überlegungen zu bronzezeitlichen Höhenfunden anhand eines kürzlich in der Ostschweiz gefundenen Vollgriffmessers. Jahrbuch des Römisch-Germanischen Zentralmuseums Mainz, 41/1, 1999, 95–144.
- NISSLMÜLLER DOROTHEE: Die Bündner Alpenpässe und ihre Bedeutung für den mittelalterlichen Menschen. Unpublizierte Magisterarbeit, Universität Konstanz 1988, 21.
- ÖCHSLIN MAX: Der Krüzli-Lukmanierweg. Ein Weg über die Alpen. Innerschweizerisches Jahrbuch für Heimatkunde XV/XVI, 1951/52, 173–178.
- PLANTA ARMON: Die Erforschung alter Wege und Strassen. Die Albularoute vom Domleschg im Engadin – Alte Wege an der Südseite des Berninapasses. Verkehrswege im alten Rätien 1. Chur 1990.
- RAGETH JÜRG: Bergbau und Handel in Graubünden in urgeschichtlicher Zeit. Bündner Kalender 2004, 101–111.
- RAGETH JÜRG: Müstair GR. Lai da Rims. Jahrbuch der Schweizerischen Gesellschaft für Ur- und Frühgeschichte 90, 2007, 138.
- REITMAIER THOMAS: Letzte Jäger, erste Hirten. Alpine Archäologie in der Silvretta 2007–2012. Archäologie in Graubünden, Sonderheft 1. Chur 2012, 28.
- STEINER HUBERT/PUTZER ANDREAS/OBERRAUCH HANS/THURNER ANDREA/NICOLUSSI KURT: Vorgeschichtliche Moorfunde auf der Schöllberg-Göge in Weissenbach (Gde. Ahrntal/Südtirol). Archäologisches Korrespondenzblatt 39, 2009, 489–508.
- SUTER PETER J./HAFNER ALBERT/GLAUSER KATHRIN: Lenk – Schnidejoch. Funde aus dem Eis – ein vor- und frühgeschichtlicher Passübergang. Archäologie im Kanton Bern 6B, 2006, 499–522.
- Z'GRAGGEN URS J.: Ein Verkehrsweg durch die Zentralalpen in der Hallstattzeit? Helvetia Archaeologica 17. 1986. 68, 112–119.
- ZÜRCHER ANDREAS C.: Urgeschichtliche Fundstellen Graubündens. Schriftenreihe des Rätischen Museums Chur 27. Chur 1982.

Anmerkungen

1 Beitrag Thomas Reitmaier et al. (Seiten 13–21).

2 MEYER WERNER: Der Söldner vom Theodulpass und andere Gletscherfunde aus der Schweiz. In: FRANK HÖPFEL/WERNER PLATZER/KONRAD SPINDLER (HRSG.): Der Mann im Eis. Band 1. Bericht über das Internationale Symposium 1992 in Innsbruck. Innsbruck 1992, 331.

3 HAFNER ALBERT: Archaeological Discoveries on Schnidejoch and at Other Ice Sites in the European Alps. Arctic Supplement 65/1, 2012, 190.

4 NAEF LEANDRA: Alpines Eis – bedrohtes Kulturarchiv. Methodische Überlegungen zur alpinen Gletscherarchäologie am Beispiel des Kantons Graubünden, Schweiz. Unpublizierte Magisterarbeit, Universität Zürich 2013.

5 ANDREWS THOMAS D./MACKAY GLEN/ANDREW LEON: Archaeological Investigation of Alpine Ice Patches in the Selwyn Mountains, Northwest Territories, Canada. Arctic Supplement 65/1, 2012, 2.

6 DIXON E. JAMES/MANLEY WILLIAM F./LEE CRAIG M.: The Emerging Archaeology of Glaciers and Ice Patches. Examples from Alaska's Wrangell-St. Elias National Park and Preserve. American Antiquity, 70/1, 2005, 129–143.

7 *«Ausgehend von den Beweggründen, die Menschen dazu veranlassten, vergletschertes Gebiet aufzusuchen, können mit Hilfe von Lagemerkmalen und physischen Faktoren für die entsprechenden Aktivitäten geeignete Areale ermittelt werden.»* Dixon/Manley/Lee 2005, wie Anm. **6**, 133.

8 Pass, Passo, Joch, Loch, Lücke, Lückli, Fuorcla, Furka, Furgga, Farcletta, Tor, Porta, Pforte, Sattel, Scharte etc.

9 Laut Hafner beträgt die Mindesthöhe für Eisfundstellen im Alpenraum 2500 m ü. M.: HAFNER ALBERT: Geschichte aus dem Eis. Archäologische Funde aus alpinen Gletschern und Eismulden. Mitteilungen Naturforschende Gesellschaft Bern, Band 66, 2009, 168.

10 Im Folgenden *swissimage*.

11 Dufourkarte 1:100 000, 1859.

12 Siegfriedkarte 1:50 000, 1870–1926.

13 Maximale Gletscherausdehnung während der Kleinen Eiszeit (LIA: *Little Ice Age*), zirka Mitte 19. Jahrhundert.

14 Das lässt sich z. B. für das Avers besonders deutlich fassen: GREDIG HANSJÜRG/HEGLAND ARNE: Es muss nicht immer römisch sein. Historische Verkehrswege in Graubünden. Chur 1999, 12.

15 BUCHER JULIA/GUT URS/HUBMANN PATRICIA/NAEF LEANDRA: Ice Patches im Silvrettagebirge (CH/A). Bedrohte Archive zu Kommunikationswegen und hochalpiner Landschaftsnutzung. http://www.prehist.uzh.ch/static/onlineart/SilvrettaIcePatches1.htm (18.3.2015).

16 Im Herbst 2004 wurde auf dem Plattagletscher die Gletschermumie eines Gamskitz geborgen, das im Zeitraum zwischen 1750 und 1830 verendet ist (unpubliziert). Dieser Fund ist ein Indiz dafür, dass das alpine Wild in einer Hochphase der Kleinen Eiszeit durch die starke Bejagung bis in die nivale Stufe abgedrängt wurde.

17 MAISCH MAX/WIPF ANDREAS/DENNELER BERNHARD/BATTAGLIA JULIUS/BENZ CLAUDE: Die Gletscher der Schweizer Alpen. Gletscherhochstand 1850, Aktuelle Vergletscherung, Gletscherschwund-Szenarien. Schlussbericht NFP 31. Zürich 2000, 75.

18 Zur Relation zwischen Topographie und Eisalter am Beispiel sogenannter *miniature ice caps*: HAEBERLI WILFRIED/FRAUENFELDER REGULA/KÄÄB ANDREAS/WAGNER STEPHAN: Characteristics and potential climatic si-

gnificance of «miniature ice caps» (crest- and cornice-type low-altitude ice archives). Journal of Glaciology 50, 168, 2004, 129–136.

19 Mündliche Mitteilung von Max Maisch (Geographisches Institut, Universität Zürich), im Januar 2012.

20 MAISCH/WIPF/DENNELER/BATAGLIA/BENZ 2000, wie Anm. **17**, 136.

21 So genannte *natural breaks*, nach Jenks-Caspall-Algorithmus berechnet.

22 MAISCH/WIPF/DENNELER/BATAGLIA/BENZ 2000, wie Anm. **17**, 139.

23 Heterogenität der Topographie und sehr geringe Datenauflösung von nur 25 m.

24 http://www.bafu.admin.ch/naturgefahren (18.3.2015).

25 Im Wesentlichen: Albulapass, Splügenpass, San Bernardinopass, Oberalppass, Lukmanierpass, Berninapass, Umbrailpass, Ofenpass, Julierpass, Septimerpass, Malojapass, Furkapass.

26 CATANI JOHANN B.: Bemerkungen bei einer in Gesellschaft Herrn Pfarrer Pol durch die Montafunerberge in die Gebirge Fermunt, im Julius 1780 angestellten Bergreise. Der Sammler 3, 1781/5, 33–63.

27 Verzeichnis der Fundstellen bis 1982 aus: ZÜRCHER ANDREAS C.: Urgeschichtliche Fundstellen Graubündens. Schriftenreihe des Rätischen Museums Chur 27. Chur 1982. Danach Ergänzungen durch Veröffentlichungen in den Jahresberichten des Archäologischen Dienstes Graubünden und der Denkmalpflege Graubünden.

28 Z. B. zu den «Römerwegen»: GREDIG/HEGLAND 1999, wie Anm. **14**, 4. – PLANTA ARMON: Die Erforschung alter Wege und Strassen. Die Albularoute vom Domleschg im Engadin – Alte Wege an der Südseite des Berninapasses. Verkehrswege im alten Rätien 1. Chur 1990, 9.

29 Wie dies beispielsweise mit der römischen mansio am Iffigsee für das Schnidejoch der Fall ist: HAFNER 2012, wie Anm. **3**, 199. – HAFNER ALBERT: Schnidejoch et Lötschenpass. Trouvailles romaines sur deux cols des Alpes bernoises occidentales. Alpis Poenina. Grand Saint-Bernhard. Une voie à travers l'Europe. Séminaire de clôture, 11/12 avril 2008. Aosta 2008, 480. – SUTER PETER J./HAFNER ALBERT/GLAUSER KATHRIN: Lenk – Schnidejoch. Funde aus dem Eis – ein vor- und frühgeschichtlicher Passübergang. Archäologie im Kanton Bern 6B, 502.

30 NEUBAUER WOLFGANG/STÖLLNER THOMAS: Überlegungen zu bronzezeitlichen Höhenfunden anhand eines kürzlich in der Ostschweiz gefundenen Vollgriffmessers. Jahrbuch des Römisch-Germanischen Zentralmuseums Mainz, 41/1, 1999, 95–144. – ZÜRCHER 1982, wie Anm. **27**.: z. B. Tomülpass, 2412 m ü. M.: Griffplattendolch, Vollgriffdolch (Bronzezeit); Schlappinerjoch, 2202 m ü. M.: Lanzenspitze (Bronzezeit); Flüelapass, 2283 m ü. M.: Lanzenspitze (Bronzezeit); Berninapass/Alp Grüm, 2000 m ü. M.: Lappenbeil (Bronzezeit).

31 Einzelfunde im alpinen Gelände, nach NEUBAUER/STÖLLNER 1999, wie Anm. **30**, 96. Zu nicht-metallischen Höhenfunden: STEINER HUBERT/PUTZER ANDREAS/OBERRAUCH HANS/THURNER ANDREA/NICOLUSSI KURT: Vorgeschichtliche Moorfunde auf der Schöllberg-Göge in Weissenbach (Gde. Ahrntal/Südtirol). Archäologisches Korrespondenzblatt 39, 2009, 489–508.

32 Die wenigen verfügbaren Informationen beziehen sich weitgehend auf Pässe und Übergänge, die unter 2500 m ü. M. liegen oder komplett eisfrei sind: Z'GRAGGEN URS J.: Ein Verkehrsweg durch die Zentralalpen in der Hallstattzeit? Helvetia Archaeologica 17. 1986. 68, 112–119. – ÖCHSLIN MAX: Der Krüzli-Lukmanierweg. Ein Weg über die Alpen. Innerschweizerisches Jahrbuch für Heimatkunde XV/XVI, 1951/52, 173–178.

33 RAGETH JÜRG: Bergbau und Handel in Graubünden in urgeschichtlicher Zeit. Bündner Kalender 2004, 102.

34 Bregaglia, Plan Canin: CORNELISSEN MARCEL/REITMAIER THOMAS/GUBLER REGULA/ANDRES BRIGITTE/HESS THOMAS: Bregaglia GR, Val Forno, Plan Canin. Eine neue alpine Fundstelle im Oberengadin. Jahrbuch der Schweizerischen Gesellschaft für Ur- und Frühgeschichte 95, 2012, 135. – Mesocco, Tec Nev: DELLA CASA PHILIPPE: Mesolcina praehistorica. Mensch und Naturraum in einem Bündner Südalpental vom Mesolithikum bis in römische Zeit. Universitätsforschungen zur prähistorischen Archäologie 76. Bonn 2000. – Müstair, Lai da Rims: RAGETH JÜRG: Müstair GR. Lai da Rims. Jahrbuch der Schweizerischen Gesellschaft für Ur- und Frühgeschichte 90, 2007, 138. – Ftan, Plan Da Mattun: REITMAIER THOMAS: Letzte Jäger, erste Hirten. Alpine Archäologie in der Silvretta 2007–2012. Archäologie in Graubünden, Sonderheft 1. Chur 2012, 28.

35 Wege, Brücken über Gewässer und Schluchten etc.

36 NISSMÜLLER DOROTHEE: Die Bündner Alpenpässe und ihre Bedeutung für den mittelalterlichen Menschen. Unpublizierte Magisterarbeit, Universität Konstanz 1988, 21.

37 Z. B. die eisenzeitliche Lanzenspitze aus Eisen am Valserberg: ZÜRCHER 1982, wie Anm. **27**, 47.

38 BENDEL SYLVIA: Handel und Wandel über die Bündner Pässe in der frühneuzeitlichen Literatur. Bündner Monatsblatt 1992, 211.

39 GREDIG/HEGLAND 1999, wie Anm. **28**.

40 DEPLAZES LOTHAR: Zum regionalen Handel und Verkehr an der Lukmanier- und Oberalproute im Spätmittelalter. In: BRUNOLD URSUS/DEPLAZES LOTHAR: Geschichte und Kultur Churrätiens. Festschrift für Pater Iso Müller OSB zu seinem 85. Geburtstag. Disentis 1986, 409–439.

41 Vgl. Anm. **25**.

42 Safierberg, Scalettapass, Pass de la Duana, Pass de la Prasgnola, Sertigpass, Madirspass = Bochetta da Lägh = Passo di Lago, Schlappinerjoch, Panixerpass etc.

43 Auswahlmenge I: höchstbewertete 21.6% aller Mobilitätspunkte; Auswahlmenge II: 64 Mobilitätspunkte mit archäologischem oder historischem Nachweis.

44 BUCHER/GUT/HUBMANN/NAEF 2015, wie Anm. **15**.

45 ETH-46514: 205 ±25 BP, 1640 AD-1960 AD (95,4%).

Abbildungsnachweis

Abb. 1, 7: Leandra Naef, Chur
Abb. 2, 3, 5: Grundlage: swisstopo. Bearbeitung: Leandra Naef, Chur
Abb. 4: Rätisches Museum Chur, Inventar Nr. H 1964, 174
Abb. 6: Christoph Walser, Feldkirch (A)

Adresse

Leandra Naef
Institut für Kulturforschung Graubünden
Reichsgasse 10
CH-7000 Chur
leandra.naef@gmx.ch