



Der Berg im Eis - Wiederholung der Vegetationserhebung am ehemaligen Nunatak des Kleinen Burgstall 2024

Endbericht

IMPRESSUM

forschungsraum

Der Berg im Eis - Wiederholung der Vegetationserhebung am ehemaligen Nunatak des Kleinen Burgstall 2024

Projektleitung und Koordination:

Vanessa Berger, Fachhochschule Kärnten

Für den Inhalt verantwortlich:

Vanessa Berger, Ilja Svetnik, Klaus Steinbauer, Johanna Schulz, Stefan Ruess, Ulf Scherling, Vid Švara und Michael Jungmeier - Fachhochschule Kärnten

Vegetationskartierung

Hanns Kirchmeir, Tobias Köstl - E.C.O Institut für Ökologie

Auftraggeber:

Kärntner Nationalparkfonds Hohe Tauern, Döllach 14, 9843 Großkirchheim

Titelbild: Vegetationsmonitoring des Transekts C am Kleinen Burgstall, 18.07.2024 (© Vanessa Berger)

Zitiervorschlag:

Berger V., Svetnik I., Steinbauer K., Schulz J., Ruess S., Scherling U., Švara V., Jungmeier M. (2025): Der Berg im Eis- Wiederholung der Vegetationskartierungen am ehemaligen Nunatak des Kleinen Burgstall 2024. Endbericht, 84 Seiten

Weblink: https://www.parcs.at/nphkt/mmd_fullentry.php?docu_id=55567

Das Werk wurde aus Mitteln des ÖAV-Patenschaftsfonds Nationalpark Hohe Tauern gefördert.



Mit Unterstützung der Großglockner Hochalpenstraßen AG

Trotz gebotener Sorgfalt können Satz- und Druckfehler nicht ausgeschlossen werden.

Villach, im Dezember 2025

Inhalt

Zusammenfassung	1
Summary	3
1 Einleitung	4
2 Methoden.....	7
2.1 Das Untersuchungsgebiet.....	7
2.1.1 Gletscherentwicklung.....	8
2.1.2 Erhebung.....	11
2.2 Dokumentation und Auswertung der Vegetation und derer Entwicklung	11
2.2.1 Transekt A.....	14
2.2.2 Transekt B.....	16
2.2.3 Transekt C.....	18
2.2.4 Datenanalyse Vegetation.....	19
2.2.5 Pflanzengesellschaften	20
2.3 Aufnahme hochauflösender Luftbilder mittels Drohnentechnologien	21
2.4 Entnahme und DNA-Analyse von Bodenproben	22
3 Ergebnisse.....	25
3.1 Vegetations-Monitoring.....	25
3.1.1 Strukturserhebung.....	25
3.1.2 Vegetationserhebung.....	27
3.1.3 Detaildarstellung der Vegetationsentwicklung je Aufnahme­fläche	30
3.2 eDNA-Analyse der Bodenproben.....	57
3.3 Fotodokumentation, Handfang und iNaturalist.....	71
4 Diskussion.....	72
4.1 Vegetations-Monitoring.....	72
4.2 eDNA-Analyse der Bodenproben.....	76
5 Fazit.....	78
Anhänge	

Zusammenfassung


Die vorliegende Studie dokumentiert die Wiederholungserhebungen am Kleinen Burgstall, einem hochalpinen Felsgipfel auf 2.709 m im Nationalpark Hohe Tauern, Kärnten (Sonderschutzgebiet Großglockner-Pasterze). Ziel war es, die Vegetations- und Biodiversitätsentwicklung seit der letzten Untersuchung im Jahr 2002 und 2004 zu analysieren. Der Gipfel, der durch den Gletscherrückgang zunehmend eisfrei wird, bietet eine einzigartige Gelegenheit, die Auswirkungen des Klimawandels auf alpine Ökosysteme zu untersuchen. Die Region ist geprägt von extremen klimatischen Bedingungen, die nur von hochspezialisierten Pflanzen und Tieren besiedelt werden können.

Die Erhebungen fanden im Sommer 2024 statt, wobei die Begehung am 17. und 18. Juli durchgeführt wurde. Dabei wurden Vegetationsaufnahmen auf bestehenden und einer neu freigelegten Fläche (B09) vorgenommen. Die Vegetationserhebungen erfolgten entlang von drei Transektlinien, die bereits 2002 eingerichtet worden waren. Im Jahr 2002 wurden 22 Flächen eingemessen und erhoben. Drei Flächen A25, A26 und A31 konnten 2024 nicht wiederaufgenommen werden. A25 und A26 wurden aufgrund eines Felsabbruchs nicht mehr vorgefunden. Die Deckung verschiedener Deckungstypen wie Vegetation, Erde, Fels, Schutt und Kryptogame (vor allem Moose und Flechten) wurde in Prozent erfasst.

Insgesamt wurden 93 Pflanzenarten festgestellt. Die Pflanzengesellschaften zeigten sich in den meisten Aufnahmeflächen weitgehend stabil. Die Zuordnung der Pflanzengesellschaften zu denselben syntaxonomischen Einheiten über die Zeit hinweg zeigt, dass sich die Artenzusammensetzung und die ökologischen Bedingungen in den untersuchten Flächen kaum verändert haben. Dennoch wurden auf einigen Flächen leichte Veränderungen festgestellt.

So zeigt beispielsweise die Fläche A22 einen Übergang von *Saxifragetum rudolphianae* (Pflanzengesellschaft, geprägt durch Rudolphi-Steinbrech (*Saxifraga rudolphiana*)) zu einem *Drabetum hoppeana* (Pflanzengesellschaft, geprägt durch Hoppes Felsenblümchen (*Draba hoppeana*)), während die Fläche A32 eine umgekehrte Entwicklung zeigt. Dies deutet leichte Veränderungen in der Stabilität des Bodengefüges an. Während das *Saxifragetum rudolphianae* eher stabilere, feinerdereiche Bedingungen anzeigt, ist das *Drabetum hoppeana* durch trockenere und instabilere Standortbedingungen gekennzeichnet. Auffällig war außerdem eine starke Zunahme des Stengellosen Leimkraut (*Silene acaulis*), einer alpinen Polsterpflanze, die in vielen Untersuchungsflächen deutlich an Deckung zugenommen hat. Diese Art ist auf stabilere Bodenbedingungen angewiesen und hat auch höhere Temperaturansprüche. Ein vermehrtes Aufkommen könnte bereits eine direkte Folge der Klimaerwärmung sein und künftig zu geschlosseneren alpinen Rasengesellschaften überführen.

Ein zentraler Aspekt der Vegetationserhebung war die Berechnung von Diversitäts-Indizes wie dem Shannon-Index, der Species Richness und dem Thermic Indicator. Während die Species Richness und der Thermic Indicator keine signifikanten Veränderungen zeigten, wies der Shannon-Index eine signifikante Abnahme auf, was auf eine fortschreitende Veränderung der Vegetationszusammensetzung hindeutet. Die Vegetation auf der neu freigelegten Fläche B09 ist mit nur 2 % Deckung erwartungsgemäß spärlich, da sich die Bodenentwicklung stark nach der Dauer der eisfreien Zeit richtet. Auf stabilisierten Schuttflächen, die seit 80 bis 150 Jahren eisfrei sind, dominierten Polsterpflanzen wie *Saxifraga rudolphiana* (Rudolphi-Steinbrech) und *Saxifraga oppositifolia* (Gegenblatt-Steinbrech), ergänzt durch Arten wie die *Salix serpyllifolia* (Quendel-Weide) und *Kobresia myosuroides* (Nacktried). Die Vegetationsentwicklung wurde im Bereich des Transekts C durch Rutschungen des Oberbodens, die erheblich auf die Entwicklung einwirkten, und im Transekt A durch den Flächenabbruch stark beeinträchtigt, was eine Wiederaufnahme von zwei Flächen (A25 und A26) unmöglich machte. Zusätzlich zu den Vegetationsaufnahmen wurden Bodenproben entnommen und mittels Umwelt-DNA (eDNA) analysiert, um die Fauna zu erfassen. Die molekularbiologischen Analysen (COI- und 16S-Analyse) lieferten detaillierte Einblicke in die Artenvielfalt, insbesondere bei Arthropoden (Gliederfüßern), Bakterien und Pilzen. Während die COI-Analyse eine größere Vielfalt auf Ordnungs- und Familienniveau nachweisen konnte, zeigte die 16S-Analyse eine bessere Auflösung bei spezifischen Arten, insbesondere bei Schmetterlingen und Weichtieren. Beim DNA-Barcoding von Tieren untersucht man meist das COI-Gen aus den Mitochondrien; damit lassen sich Tierarten gut unterscheiden. Für Bakterien und Archaeen nutzt man 16S-Analysen, die das 16S-rRNA-Gen betrachten, um viele Mikroorganismen in einer Probe zu erkennen.



Beide Methoden ergänzten sich und verdeutlichten die Relevanz moderner molekularbiologischer Ansätze für die Biodiversitätsforschung. Da sich die Methodik ideal eignet für schnelle, einfache und verlässliche Beprobungen an schwer erreichbaren oder entlegenen Orten, wie in diesem Fall. Die Ergebnisse sind mit denen klassischer, deutlich aufwendigerer Feldbeprobungen vergleichbar.

Die Ergebnisse der Studie verdeutlichen die Dynamik des postglazialen Lebensraums und die Notwendigkeit langfristiger Monitoring-Programme, um die komplexen Wechselwirkungen zwischen Klima, Vegetation und Biodiversität besser zu verstehen. Die Kombination aus klassischen Erhebungsmethoden, moderner Drohnentechnologie und molekularbiologischen Analysen bietet eine umfassende Grundlage für die Dokumentation und somit den Schutz sensibler alpiner Lebensräume.

Summary

This study documents repeat surveys at Kleiner Burgstall, a high-alpine rocky summit at 2,709 m in Hohe Tauern National Park, Carinthia (Special Protection Area Großglockner–Pasterze). The aim was to analyze vegetation and biodiversity dynamics since the last investigations in 2002 and 2004. As the summit becomes increasingly ice-free due to glacier retreat, it offers a unique opportunity to examine the impacts of climate change on alpine ecosystems. The region is characterized by extreme climatic conditions that can be inhabited only by highly specialized plants and animals.

Field surveys were conducted in summer 2024, with site visits on 17 and 18 July. Vegetation relevés were carried out on previously established plots and on one newly exposed area (B09). Vegetation surveys followed three transect lines that had already been set up in 2002. In 2002, 22 plots were mapped and sampled. Three plots—A25, A26, and A31—could not be re-surveyed in 2024. A25 and A26 were no longer present due to rockfall. The cover of different surface types—vegetation, soil, rock, scree, and cryptogams (mainly mosses and lichens)—was recorded as percentages.

In total, 93 plant species were recorded. Plant communities were largely stable in most plots. Assigning the relevés to the same syntaxonomic units over time indicates that species composition and ecological conditions in the surveyed plots have changed little. Nevertheless, slight changes were observed in some areas. For example, plot A22 shows a shift from *Saxifragetum rudolphianae* (a community dominated by Rudolph's saxifrage, *Saxifraga rudolphiana*) to *Drabetum hoppeanae* (a community dominated by Hoppe's draba, *Draba hoppeana*), whereas plot A32 shows the reverse development. This suggests slight changes in substrate stability. While *Saxifragetum rudolphianae* indicates relatively stable, fine-soil-rich conditions, *Drabetum hoppeanae* is characteristic of drier and more unstable site conditions. A striking finding was a marked increase in moss campion (*Silene acaulis*), an alpine cushion plant that showed notable gains in cover in many plots. This species requires more stable soil conditions and has higher temperature demands. Its increased occurrence may already reflect a direct consequence of climate warming and could, in the future, lead to more closed alpine grassland communities.

A central aspect of the vegetation survey was the calculation of diversity indices such as the Shannon index, species richness, and a thermic indicator. While species richness and the thermic indicator showed no significant changes, the Shannon index exhibited a significant decrease, indicating an ongoing shift in vegetation composition. Vegetation on the newly exposed plot B09 is sparse, with only 2% cover, as soil development strongly depends on the duration of ice-free conditions. On stabilized scree that has been ice-free for 80 to 150 years, cushion plants such as *Saxifraga rudolphiana* and *Saxifraga oppositifolia* (purple saxifrage) predominated, complemented by species such as *Salix serpyllifolia* and *Kobresia myosuroides*. Vegetation development was strongly affected along transect C by surface-soil slumps that substantially influenced succession, and along transect A by a cliff collapse that made repeat sampling impossible.

In addition to vegetation surveys, soil samples were collected and analyzed using environmental DNA (eDNA) to assess fauna. Molecular analyses (COI and 16S) provided detailed insights into biodiversity, particularly for arthropods, bacteria, and fungi. While COI analysis detected greater diversity at the order and family levels, 16S analysis offered better resolution for specific taxa, especially butterflies and mollusks. In animal DNA barcoding, the mitochondrial COI gene is commonly used to distinguish animal species. For bacteria and archaea, 16S rRNA gene analyses are employed to detect many microorganisms in a sample. Both methods complemented each other and underscored the relevance of modern molecular approaches for biodiversity research, as they are well-suited for rapid, simple, and reliable sampling in remote or hard-to-access locations, as in this case. The results are comparable to those of classical, but much more labor-intensive, field sampling.

The results of the study highlight the dynamics of postglacial habitats and the need for long-term monitoring programs to better understand the complex interactions among climate, vegetation, and biodiversity. The combination of classical survey methods, modern drone technology, and molecular analyses provides a comprehensive basis for documenting—and thus protecting—sensitive alpine habitats.

1 Einleitung

Der Kleine Burgstall (2.709 m) ist ein Felsgipfel in unmittelbarer Nähe des Großglockners, eingebettet zwischen dem Teufelskamptees im Süden und Westen sowie der Pasterze im Norden (Abbildung 1 und Abbildung 2). Seine besondere geographische Lage und die Vegetationsfragmente, die sich dort finden, machen ihn zu einem einzigartigen Forschungsgebiet. Bereits in den 1930er-Jahren beschrieb Helmut Friedel das Rasenfragment am Ostgrat als „Elynetum-Oase“ und wies damit auf die außergewöhnliche Vegetationszusammensetzung und Bodenentwicklung hin (Friedel 1956). Die Vegetationszusammensetzung und vor allem die beachtliche Bodenentwicklung in diesen Rasenfragmenten lassen den Schluss zu, dass der Kleine Burgstall weder beim Gletschervorstoß 1850 noch bei dem von 1620 vollständig vom Eis überdeckt wurde (Kirchmeir et al. 2003). Hochgebirge waren in den vergangenen Jahrzehnten zunehmend im Fokus der Klimafolgenforschung (vgl. Pauli et al. 2012; Steinbauer et al. 2018). Als kälte dominierte Lebensräume, in denen ein Großteil des Jahres mit Schnee und Temperaturen unterhalb des Gefrierpunktes zu rechnen ist, sind sie von Organismen besiedelt, die sich an diese rauen Bedingungen sehr gut angepasst haben (Körner 2003). Steigende Temperaturen führen daher zwangsläufig zu Veränderungen in der alpinen Lebenswelt. Hochgebirge gelten deshalb als besonders anfällig gegenüber Temperaturveränderungen.



Abbildung 1: Übersicht des Untersuchungsgebietes und der Transekte sowie der Ausdehnung der Gletscher basierend auf dem Geoland Basemap Orthofoto aus dem Jahr 2024 (Karte: Berger).

Im Jahr 2002 wurde die Vegetationsentwicklung am Kleinen Burgstall näher untersucht. Dabei wurden 22 Aufnahme­flächen entlang von drei Transekten auf dem damaligen Nunatak eingemessen und Vegetationserhebungen durchgeführt (Kirchmeir et al. 2003). 2004 wurden die Untersuchungen um Bodenprofile, eine floristische Gesamtartenliste und Schmetterlingserhebungen ergänzt (Kirchmeir und Jungmeier 2004a, 2004b). Die Aufnahme­flächen am Kleinen Burgstall erlauben einzigartige Einblicke in den Verlauf primärer Sukzessionen nach dem Gletscherrückgang. Zum Zeitpunkt dieser Erhebungen war der Kleine Burgstall vom Gletscher umgeben (Teufelskamptees, Glocknerkees und Pasterze). Der Begriff Nunatak ist ein Wort aus der Sprache der Inuit und bedeutet einen allseits von Gletschereis umschlossenen, selbst aber eisfreien Berg. Beim Hochstand von 1852 bis 1856 waren alle drei Burgställe Nunataks, seit 2009 ist auch der Kleine Burgstall keiner mehr (Österreichischer

Alpenverein 2024). Die zusätzlich eisfrei gewordenen Bereiche lassen sich anhand von Luftbildern gut datieren und sind daher wichtige Flächen, um die primären Sukzessionen zu untersuchen und zu verstehen (Abbildung 2).

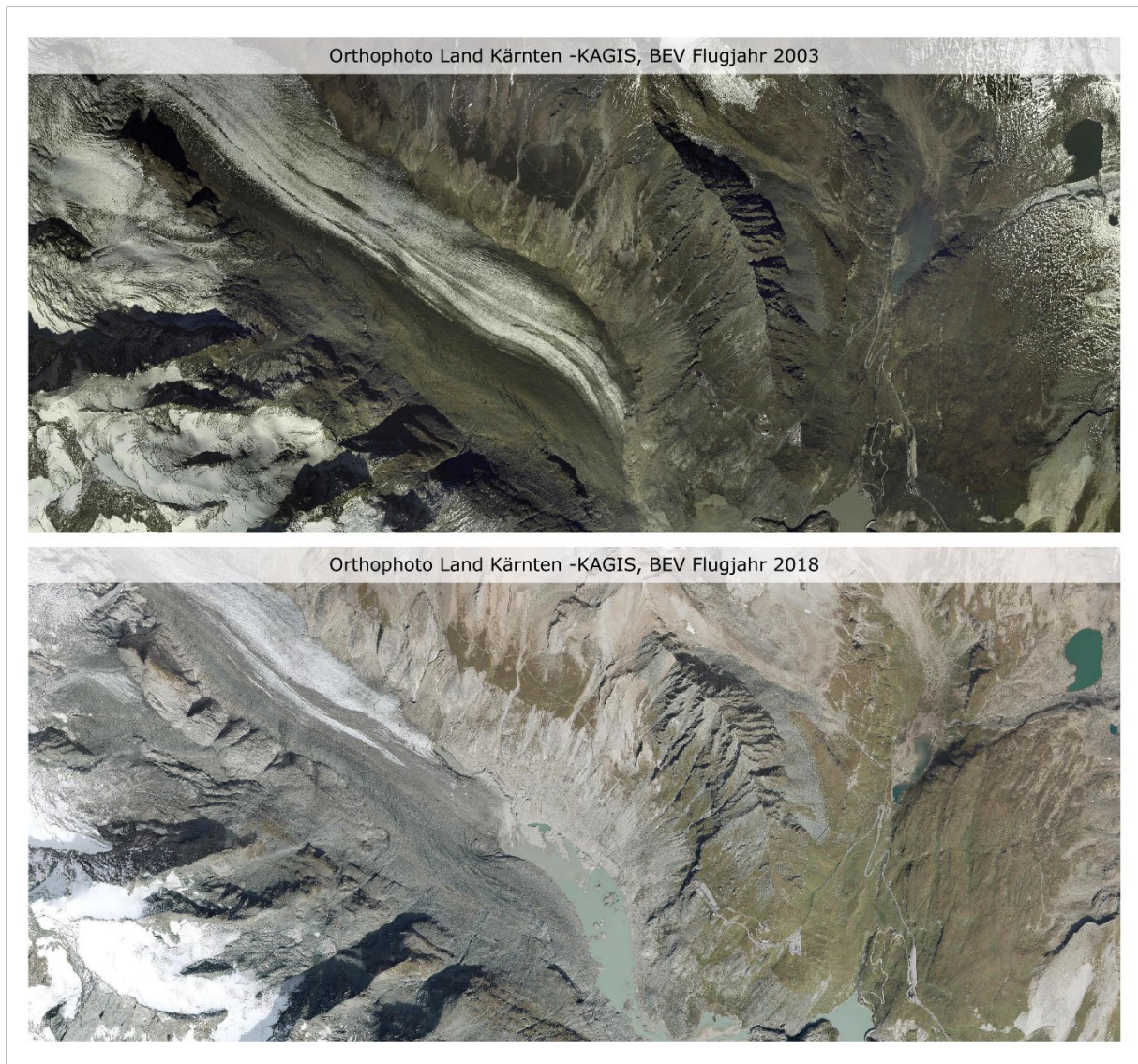


Abbildung 2: Gegenüberstellung des Untersuchungsgebietes basierend auf den KAGIS-Befliegungen der Jahre 2003 und 2018 (Abbildung: Berger).

Im Sommer 2024 wurden die Vegetationserhebungen wiederholt, um so ein Bild der Vegetationsentwicklung in den letzten 20 Jahren zu erfassen. Die neuerlichen wissenschaftlichen Erhebungen des Kleinen Burgstall untersuchten neben den bestehenden Aufnahmeflächen aus dem Jahr 2002 auch eine weitere kürzlich eisfreigewordene Aufnahmefläche. Ergänzt wurde die Wiederholungsaufnahme durch Aufnahmen hochauflösender Luftbilder mittels Drohnentechnologie. Zusätzlich wurde eine Erfassung der Biodiversität im Boden mittels Entnahme von Bodenproben und somit Umwelt-DNA (eDNA) durchgeführt. Größere Insekten (am Boden und aus der Luft) wurden gefangen und morphologisch bestimmt. Potenziell interessante oder im Feld nicht zu bestimmende Arten wurden zur Bestimmung mitgenommen und konnten so ebenfalls mittels Mikroskop und Genetik bestimmt werden. Vom gesamten Gipfel wurde außerdem ein hochauflösendes 3D-Modell inklusive Orthophoto, Geländemodell und Luftbild erstellt, um den Stand der Vegetation und des Geländes bzw. Gletschers zu dokumentieren.



Abbildung 3: Der ehemalige Nunatak Kleiner Burgstall wird inzwischen nur mehr im Süden, Westen und Norden von Gletschern umrahmt (Foto: Berger).

2 Methoden

2.1 Das Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet liegt auf rund 2700 m Seehöhe, westlich des Teufelskampkees bzw. südlich des Pasterzengletschers, im Sonderschutzgebiet „Großglockner-Pasterze“ des Nationalparks Hohe Tauern in Kärnten. Dort erhebt sich der Kleine Burgstall, welcher aus zwei, durch einen 25 m tiefen Einschnitt getrennten, Gipfeln besteht, wobei der größere, östlichere die Namens- und Höhenbezeichnung trägt (Abbildung 4).

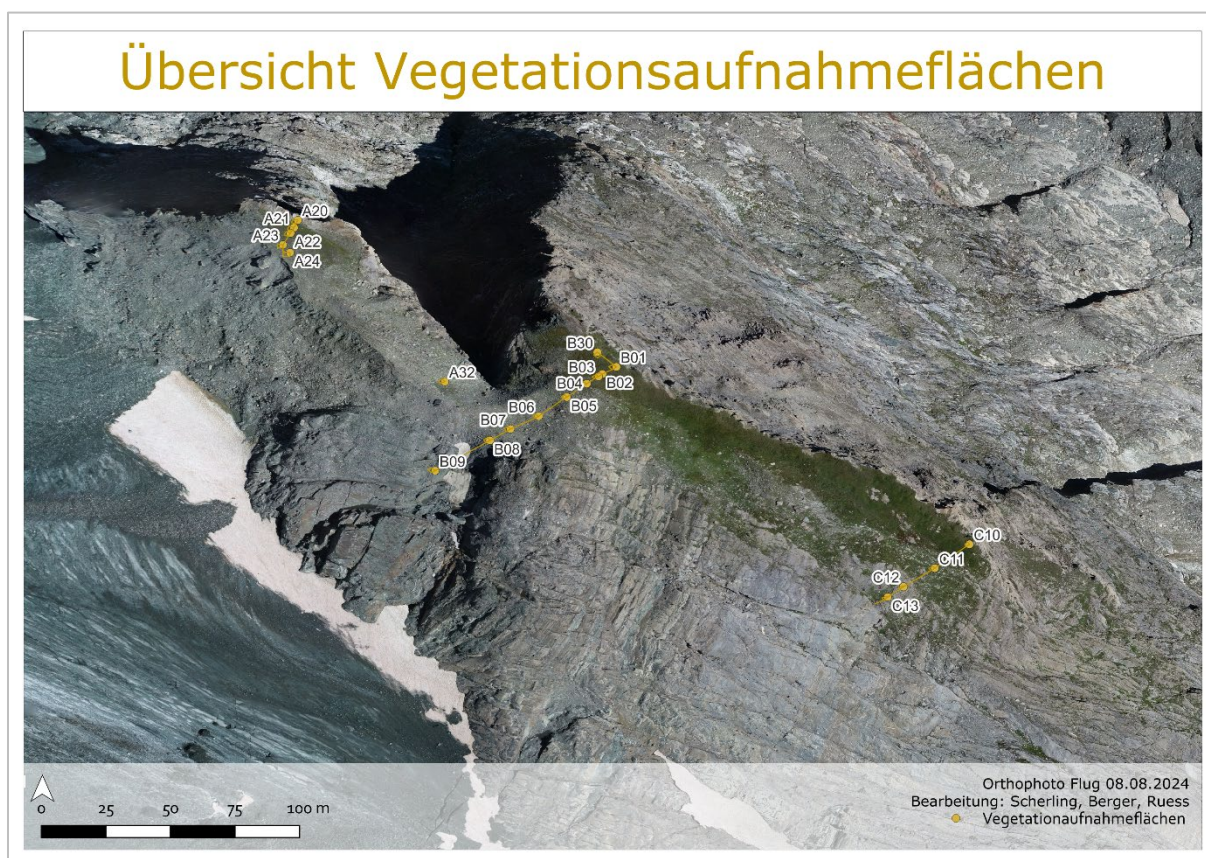



Abbildung 4: Übersicht des Untersuchungsgebiets und der drei Transekte (dargestellt durch die Verbindungslinien zwischen den Vegetationsaufnahmen). Die Punkte stellen die 20 erhobenen Vegetationsaufnahmeflächen am Kleinen Burgstall dar. Das Orthophoto wurde basierend auf der Befliegung erstellt, welche kurz nach der Erhebung am 08.08.2024 stattgefunden hat.

Aus geologischer Sicht gehört der Burgstall zur Oberen Schieferhülle, die aus permomesozoischen Sedimenten besteht, welche durch Metamorphose verändert wurden. Diese Sedimente setzen sich aus klastischen und karbonatischen Gesteinen sowie Vulkaniten zusammen. Der Kleine Burgstall ist dabei der Glocknerfazies zuzuordnen, die vor allem durch eine mächtige Schicht aus Kalkglimmerschiefer mit eingelagerten Vulkaniten charakterisiert wird (Krainer 1994).

Die bodenkundlichen Untersuchungen im Jahr 2004 (Kirchmeir und Jungmeier 2004a) am Kleinen Burgstall entlang vom Transekt B ergaben eine deutliche Differenzierung der Bodenprofile in drei Haupttypen, die durch unterschiedliche Entwicklungsstadien und Einflüsse geprägt waren. Das Bodenprofil im geschlossenen Elynetum-Rasen (BP1 2 m östlich der Vegetationsaufnahmefläche B01) dokumentierte eine ungestörte Bodenentwicklung, die älter als 150 Jahre war. Hier zeigte sich ein mächtiger Humushorizont von bis zu 12 Zentimetern sowie ein deutlich dunkel gefärbter B-Horizont. Diese Merkmale deuten auf eine lange, ungestörte Entwicklung hin, die über die Gletschervorstöße von 1850 und 1620 hinausreichte. Der Bodentyp wurde als alpine Rasenbraunerde klassifiziert, die auf Sand über Glimmerschiefer basierte.



Die beiden weiteren Bodenprofile (BP2 2 m östlich der Vegetationsaufnahme­fläche B02, BP3 2 m westlich von HP0, der sich zwischen den Vegetationsaufnahme­flächen B03 und B04 befindet) befanden sich in einem Bereich, der seit 80 bis 150 Jahren eisfrei war und unter dem Einfluss des Gletschervorstoßes von 1850 stand. Im Vergleich zum geschlossenen Elynetum-Rasen war der Humushorizont hier deutlich weniger mächtig und erreichte nur eine Stärke von 2 bis 4 Zentimetern. Der B-Horizont war nur schwach verbraunt, und in etwa 30 Zentimetern Tiefe fanden sich Reste eines alten A-Horizontes, die auf historische Bodenentwicklungen hinwiesen. Diese Profile wurden ebenfalls als junge alpine Rasenbraunerde auf Moränenmaterial eingestuft.

Das letzte Bodenprofil (BP 4 2 m östlich der Vegetationsaufnahme­fläche B05) stand unter dem Einfluss des Gletschervorstoßes von 1920 und zeigte einen jungen Bodenaufbau, der auf Moränenmaterial basierte und seit 55 bis 80 Jahren eisfrei war. Die Bodenentwicklung war hier gering ausgeprägt, was sowohl auf die kürzere eisfreie Zeit als auch auf die ständige Materialbewegung am steilen Hang zurückzuführen war. Ein dünner Humushorizont hatte sich lediglich unter Polster- und Horstpflanzen gebildet. Der Bodentyp wurde als Ranker (Initialboden) klassifiziert.

Die Ergebnisse verdeutlichten, dass die Bodenentwicklung stark von der Dauer der eisfreien Zeit sowie von den lokalen Bedingungen beeinflusst wurde (Kirchmeir und Jungmeier 2004a).

Die relik­tä­ren Rasen­frag­men­ten im obersten Bereich des östlichen Gipfels wurden schon in den Dreißigerjahren von Friedel als „Elynetum-Oase“ identifiziert (Friedel 1956). Die Vegetation am Kleinen Burgstall wurde im Rahmen der letzten Kartierung 2002 in Entwicklungszonen unterteilt, die durch das Alter der eisfreien Flächen und die Stabilität des Untergrunds charakterisiert wurden. Die jüngsten Flächen, die damals maximal 35 Jahre eisfrei waren, wurden vom bewegten Schutt dominiert und dem Saxifragetum biflorae zugeordnet. Diese Bestände waren sehr artenarm, und die vorherrschende Lebensform waren krautige Chamaephyten, meist Polsterpflanzen, die ihre Überdauerungsorgane knapp über der Bodenoberfläche hatten. Typische Vertreter hierfür waren der Rudolphi-Steinbrech (*Saxifraga rudolphiana*) oder die Zwerg-Miere (*Minuratia sedoides*). Außerdem war in dieser Zone der Anteil an Therophyten (Einjährigen), die es schaffen nur kurzzeitig günstige Wuchsbedingungen in Abwesenheit von Konkurrenz mit anderen Arten auszunutzen, am höchsten. Zu letzteren Wuchsform zählen Zwerg-Enzian (*Comastoma nanum*) und Zwerg-Augentrost (*Euphrasia minima*). Auf den etwas älteren Schuttflächen, die zwischen 35 und 80 Jahren eisfrei waren, wurden typische Ausprägungen des Drabetum hoppeanae festgestellt.

In den stabilisierten Schuttflächen, die zwischen 80 und 150 Jahren eisfrei waren, hatte sich der Untergrund weitgehend gefestigt, und die Flächen waren durch eine lange Schneebedeckung gekennzeichnet. Hier dominierten Polsterpflanzen wie Rudolphi-Steinbrech (*Saxifraga rudolphiana*) und Gegenblatt-Steinbrech (*Saxifraga oppositifolia*), ergänzt durch den Spalierstrauch der Quendel-Weide (*Salix serpyllifolia*) und das horstig wachsende Nacktried (*Kobresia myosuroides*). Diese Vegetationseinheit wurde dem Saxifragetum rudolphianae in der Subassoziation kobrietosum myosuroides zugeordnet. Auf den ältesten Flächen, die bereits 1850 nicht mehr vom Gletscher bedeckt waren, hatten sich dichte Rasen entwickelt, die dem Elynetum myosuroides zugeordnet wurden. Diese Gesellschaft war in Gipfelbereichen und auf exponierten Kanten großflächig und in typischer Form ausgeprägt. In nährstoffreicheren Muldenlagen mit besserem Schnees­chutz im Winter traten höherwüchsige Ausprägungen auf, die einen Übergang zu den Kalkmagerrasen (*Seslerietea albicantis*) darstellten.

Die Entwicklungszonen zeigten einen direkten Zusammenhang zwischen dem Entwicklungsalter und der Artenzahl sowie dem Deckungsanteil der Vegetation. Auch die Verteilung der Lebensformen variierte deutlich zwischen den Zonen. Die Auswertung der ökologischen Zeigerwerte lieferte eine gute Charakterisierung des Standortes am Kleinen Burgstall, erlaubte jedoch keine systematische Differenzierung der Entwicklungsstufen. Insgesamt zeigte sich eine klare Abfolge von Pionierstadien auf bewegtem Schutt hin zu stabilisierten Rasenflächen, die durch zunehmende Artenvielfalt und strukturelle Komplexität geprägt waren (Kirchmeir et al. 2003).

2.1.1 Gletscherentwicklung

Das Postglazial, in dem wir uns heute befinden, begann vor ca. 9500 Jahren, als die Gletscher nach der letzten Eiszeit weitgehend auf die neuzeitliche Ausdehnung zurückgeschmolzen waren. Doch auch in dieser Nacheiszeit gab es mindestens 8 bisher nachgewiesene Perioden mit Gletschervorstößen (Patzelt 1980). In den letzten 2000 Jahren waren es Vorstöße zwischen 450-700 n. Chr., vom 12.-14. Jahrhundert sowie zwischen 1600 und 1850. Bei einigen Gletschern Kärntens gab es auch in jüngerer Zeit kleinere Vorstöße: um 1920 sowie zwischen 1965 und

1980 (Lang und Lieb 1993). Aus der Glocknergruppe liegen ausführliche Forschungsberichte von der Pasterze vor (Paschinger 1948, Paschinger 1969, Patzelt 1969, Heinz Slupetzky und Österreichischer Alpenverein 1986, Wakonigg und Lieb 1996, Wakonigg und Lieb 1996). Zwei Hochstände sind um die Zeit 4200 v. Chr. und 1400 v. Chr. zu datieren. Aus den Bodenfunden in den Bereichen, die 2002 eisfrei geworden sind, lässt sich ableiten, dass im Klimaoptimum des Mittelalters die Pasterze sogar kleiner war als heute. 1620 erreichte die Pasterze dann ihren neuzeitlichen Hochstand (Kirchmeir et al. 2003). Untersuchungen des Gletscherstandes zeigten, dass die Burgställe bereits im Jahr 1852 eisfrei war (Abbildung 6). Zudem verdeutlicht das Längsprofil der Pasterze den Gletscherrückgang seit dem Jahr 1852 (Abbildung 7). Inzwischen trennen den Gipfel des Kleinen Burgstalls über 300 Höhenmeter von der Pasterze (siehe Abbildung 8)

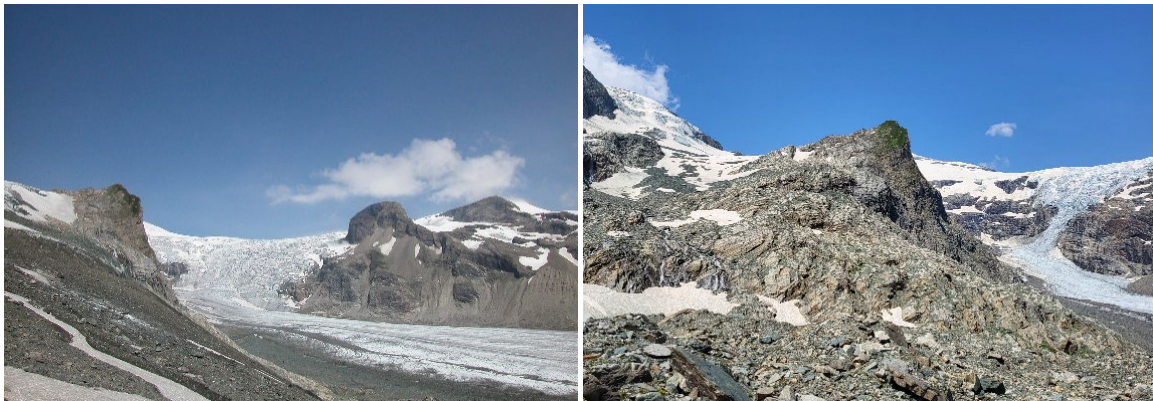


Abbildung 5: Vergleich der Ansicht des Ostgipfels des Kleinen Burgstalls aus Nordosten von der Pasterze aus dem Jahr 2004 (Foto: Katharina Aichhorn) und dem Jahr 2024. Der im ersten Bild ersichtliche Gletscherrand hat sich deutlich zurückgezogen (Foto: Berger).

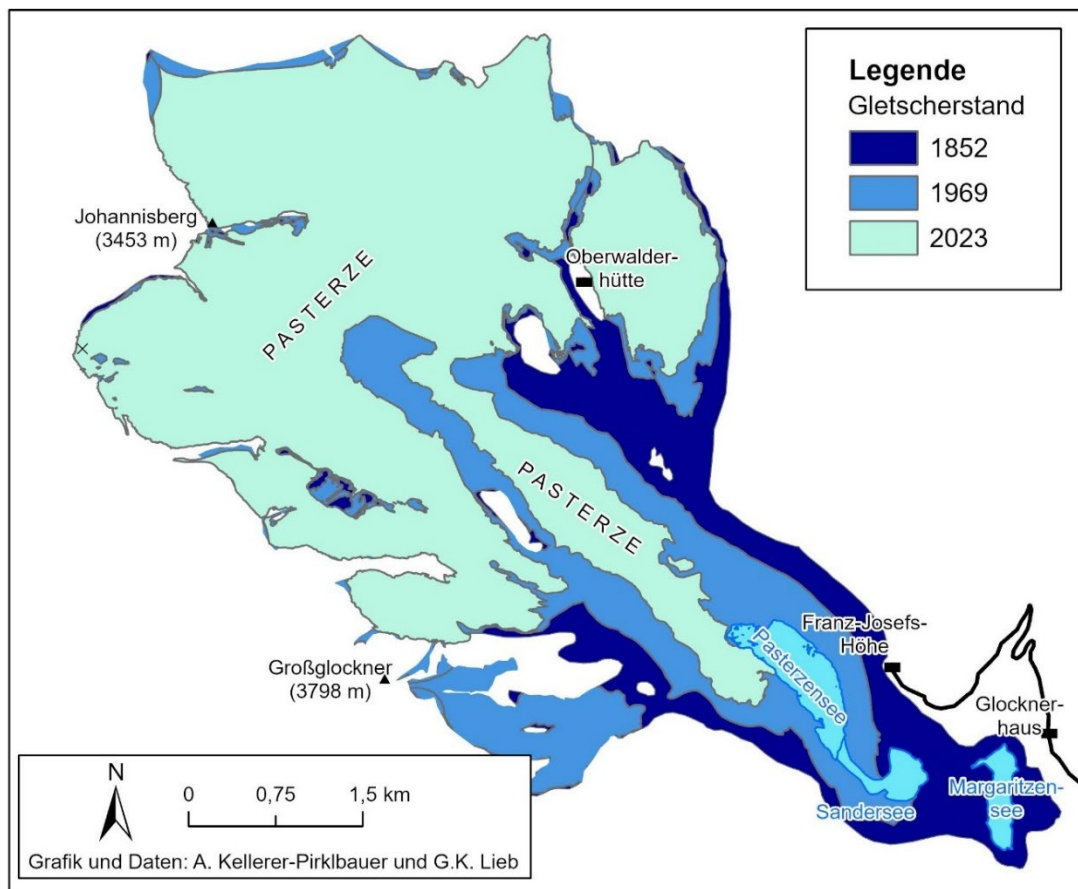


Abbildung 6: Übersichtskarte der Ausdehnung der Pasterze in den Jahren 1852, 1969 und 2019 (Abbildung aus Österreichischer Alpenverein 2024).

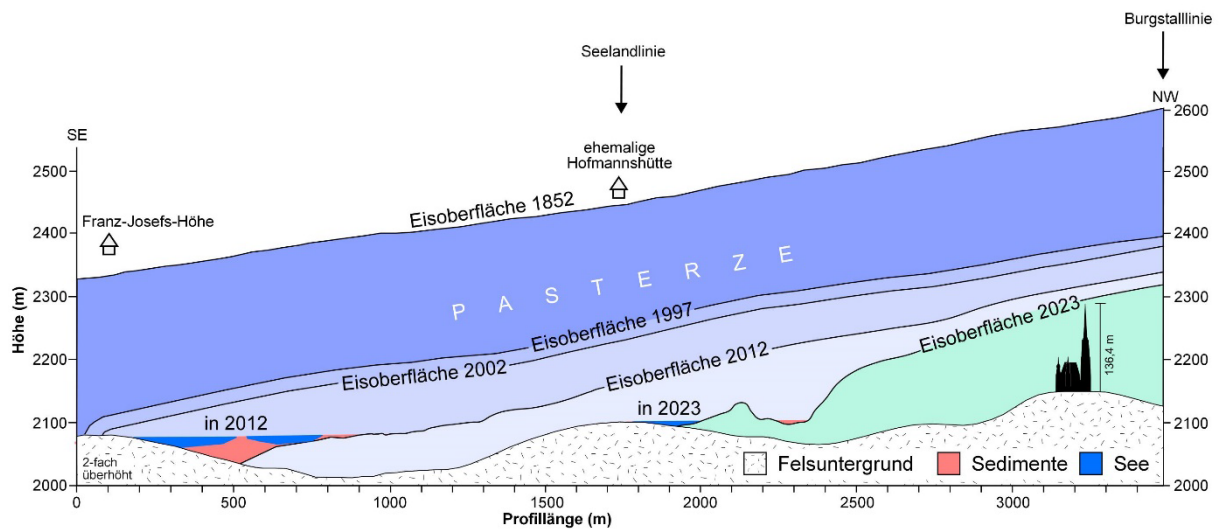


Abbildung 7: Darstellung des Längsprofils der Pasterze (Abbildung aus Österreichischer Alpenverein 2024).

Für die Klimaentwicklung der letzten 100-200 Jahre gibt es für viele Gebiete bereits detaillierte Aufzeichnungen. Trends für die Klimaentwicklung lassen sich daraus zwar ablesen, sind aber oft statistisch (noch) nicht signifikant (Kirchmeir et al. 2003).

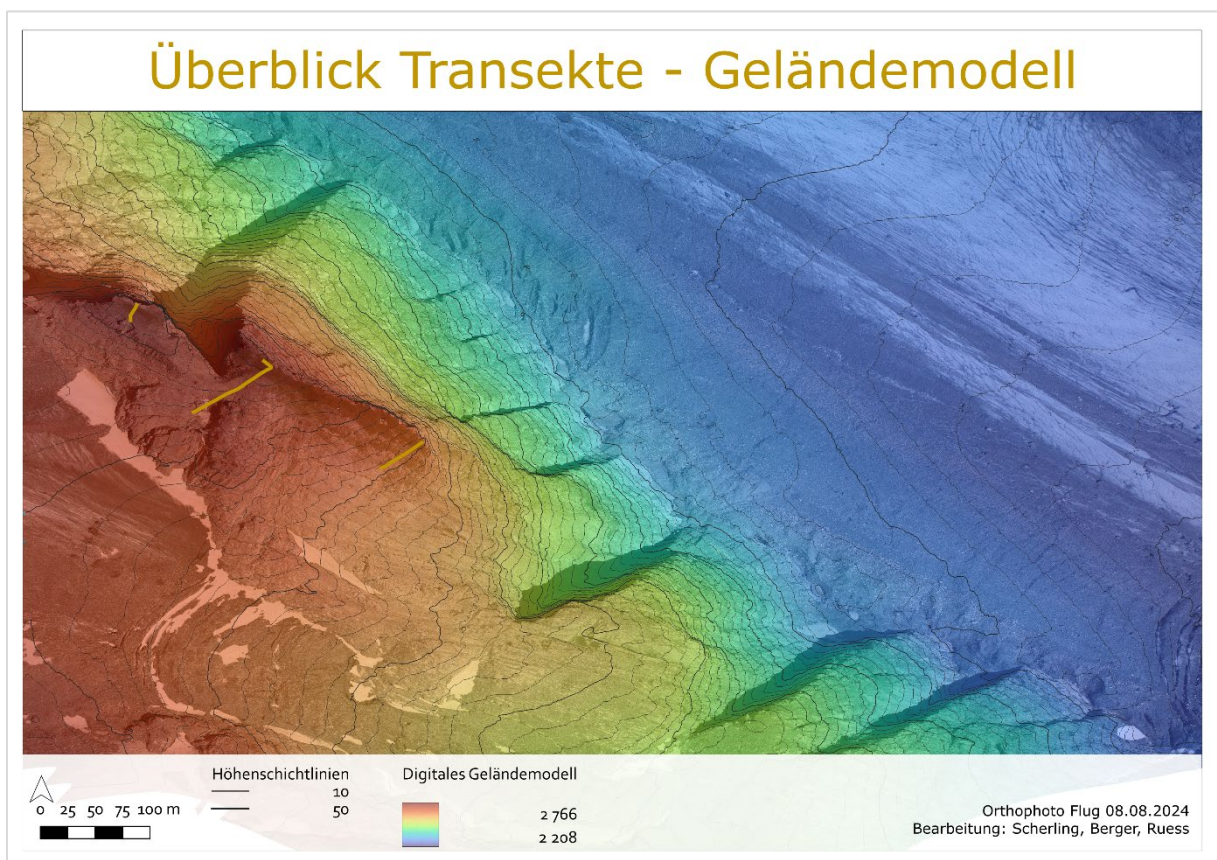


Abbildung 8: Geländemodell des Kleinen Burgstalls basierend auf den UAV-Aufnahmen vom 08.08.2024 inklusive Hörschichtlinien (10 Meter dezente Linie, 50 Meter markante Linie).

2.1.2 Erhebung

Am 19. und 20. August 2002 wurden eingehende Vegetationsuntersuchungen auf insgesamt 22 Flächen vorgenommen, die über die damalige Offenboden- und Schuttgeseilschaftsgrenze hinaus bis an die schnee- und eisbedeckten Flächen reichten (Kirchmeir et al. 2003). Im Jahr 2004 wurden diese Erhebungen im Rahmen einer weiteren Begehung am 5. und 6. August für die Flächen B01 – B06 erneut überarbeitet und aktualisiert (Kirchmeir und Jungmeier 2004a). Diese Flächen bildeten die Grundlage für die Wiederholung der Vegetationsaufnahmen im Jahr 2024. Zusätzlich wurden 2024 auch zoologische und genetische Erhebungen mittels Probennahme und Analyse von eDNA durchgeführt.

Die Begehung des Kleinen Burgstalls fand am 17. und 18.07.2024 statt. Das vierköpfige Team bestand aus Vanessa Berger und Ilja Svetnik (Fachhochschule Kärnten) sowie Hanns Kirchmeir und Tobias Köstl (E.C.O. Institut für Ökologie) und wurde von Bergführer Peter Zirknitzer von der Kaiser-Josef-Höhe bis auf den Gipfel des Kleinen Burgstalls begleitet. Das Ziel des vorliegenden Projekts war es, die Versuchsflächen des Jahres 2002 wieder aufzufinden, neu einzurichten und die Vegetation im selben Schema zu erheben sowie an den Enden der Transekte (durch den Gletscherrückgang freigelegte) Flächen zu kartieren bzw. neu einzurichten.

Die Befliegung zur Erstellung des 3D Modelles und des Luftbildes bzw. Geländemodells wurde am 08.08.2024 von Ulf Scherling durchgeführt.

2.2 Dokumentation und Auswertung der Vegetation und derer Entwicklung

Im Rahmen der Ersterhebung im Jahr 2002 wurden die Anfangs- und Endpunkte der Transekte sowie die Aufnahmeplots mit Vermessungsmarken gekennzeichnet. Eben solche Marken wurden auch innerhalb eines Transekts gesetzt, wenn sich die Richtung des Transekts ändert. Die Marken wurden im Zuge der Wiederholungserhebung ausgehoben und wenn nötig ersetzt sowie neue eingemessen (Abbildung 9). Zusätzlich wurden alle Punkte neu vermessen (Redcatch RTK Handheld Surveyor Kit), da sich die Genauigkeit der GPS-Erhebung seit der letzten Erhebung maßgeblich verbessert hat. Aufgrund eines variierenden Empfangs konnte eine Genauigkeit von 0,57 bis 8 Metern erreicht werden. Trotz teils schlechten Empfangs konnte jedoch die Verortung gegenüber der Ersterhebung erheblich verbessert werden. Mittels der neu vermessenen Punkte und den ursprünglichen Visuren (siehe Kirchmeir et al. 2003) sollte die Wiederauffindung für den nächsten Durchgang kein Problem darstellen.



Abbildung 9: Die weißen Markierungsnägel aus dem linken und mittleren Bild stellen die ursprüngliche Markierung der Fläche dar. Die gelbe Markierung im linken Bild wurde 2024 neu gesetzt (Fotos: Berger).

Im Jahr 2002 erfolgte die Auswahl der Probeflächen nach vegetationsökologischen Auswahlkriterien. Nach einer Vorbegutachtung des Geländes wurden Transekte ausgewählt, die den Gradienten zwischen den älteren Rasenflächen und den jüngeren Schutt- und Felsbereichen gut charakterisieren. Entlang dieser Transekte wurden subjektiv repräsentative Bestände für die vegetationsökologische Beschreibung ausgewählt. Es wurden Flächen festgelegt, die eine homogene Vegetationszusammensetzung zeigen. Für alle Probeflächen am Kleinen Burgstall wurde eine fixe Flächengröße von 4 m² (2 m x 2 m) verwendet. Insgesamt wurden damals 22 Probeflächen ausgewählt und erhoben. 19 Probeflächen liegen auf drei Transektlinien. Drei Flächen (A31, A32 und B30) befinden sich außerhalb der Transekte (Kirchmeir et al. 2003). Im Rahmen der Wiederholungsaufnahmen wurden 20 Flächen untersucht (Tabelle 2). Am Transekt A konnten die Flächen A25 und A26 aufgrund eines Felsabbruchs nicht wiedergefunden werden. Die Fläche A31, die sich außerhalb des Transekts befindet, sollte im Rahmen der nächsten Erhebung lokalisiert werden können. Zusätzlich zu den bestehenden Flächen wurde die Fläche B09 als Verlängerung des Transekts B neu angelegt und aufgenommen.

Die Vegetationserhebungen erfolgten mittels Kunststoffrahmen (Abbildung 10) auf einer Fläche von 2 x 2 m entlang der Transekte. Die vier Quadrate stellen jeweils einen Quadratmeter des Erhebungsplots dar und sind jeweils an der Transektlinie ausgerichtet. Es wurden neben den Farn- und Gefäßpflanzen (Nomenklatur Fischer et al. 2008) auch die auffälligen Moose und Flechten anhand der Prozentskala der Ersterhebung erfasst. Zusätzlich wurde die Deckung der verschiedenen Schichten (Schnee, Erde (unbedeckt), Fels, Kryptogame, Schutt und Vegetation Gesamt) in Prozent erhoben (siehe Tabelle 1). In der Ersterhebung wurde Erde (unbedeckt) in der Kategorie Schutt mit erfasst (Kirchmeir et al., 2003).

Tabelle 1: Beschreibung der herangezogenen Deckungsklassen aus Kirchmeir et al. 2003.

%	B.-B.	Seitenlänge	Fläche	%	B.-B.	Seitenlänge	Fläche
0,01%	r	2x2 cm	4 cm ²	25%	2	100x100	1 m ²
0,02%	r	3x3 cm	8 cm ²	30%	3	110x110	1,2 m ²
0,05%	r	4x4 cm	20 cm ²	35%	3	118x118	1,4 m ²
0,1%	r	6x6 cm	40 cm ²	40%	3	126x126	1,6 m ²
0,2%	r	9x9 cm	80 cm ²	45%	3	134x134	1,8 m ²
0,3%	r	11x11 cm	120 cm ²	50%	3	141x141	2 m ²
0,5%	r	14x14 cm	200 cm ²	55%	4	148x148	2,2 m ²
1,0%	+	20x20 cm	400 cm ²	60%	4	155x155	2,4 m ²
2,0%	1	28x28 cm	800 cm ²	65%	4	161x161	2,6 m ²
3,0%	1	35x35 cm	0,12 m ²	70%	4	167x167	2,8 m ²
4,0%	1	40x40 cm	0,16 m ²	75%	4	173x173	3 m ²
5,0%	1	45x45 cm	0,2 m ²	80%	5	179x179	3,2 m ²
7,0%	2	53x53 cm	0,28 m ²	85%	5	184x184	3,4 m ²
10%	2	63x63 cm	0,4 m ²	90%	5	190x190	3,6 m ²
15%	2	77x77 cm	0,6 m ²	95%	5	195x195	3,8 m ²
20%	2	89x89 cm	0,8 m ²	100%	5	200x200	4 m ²

Um eine optimale Dokumentation der Vegetation zu gewährleisten (Plotdokumentation ohne Verzerrung) wurde neben der klassischen Fotodokumentation mit Kamera zusätzlich eine Drohne eingesetzt (DJI Mavic Air2).



Abbildung 10: Darstellung des Erhebungsrahmens zur Vegetationserhebung des Plots B04.

Tabelle 2: Überblick über die Verortung der Vegetationsaufnahmeflächen (Plots) am Kleinen Burgstall. Die Anfangsbuchstaben der Plots spiegeln die Transekte wider. Die Nummerierung der Aufnahmeflächen wurde mit steigenden Werten hin zum Ende des Transekts (ursprünglicher Gletscherrand 2002) umgesetzt.

Plot	Kartierer	Datum	Seehöhe [m]	Exposition [°]	Neigung [°]	Breitengrad	Längengrad	Horizontale Genauigkeit
A20	Köstl	17.07.2024	2714	200	7	47.08883	12.70439	0.75
A21	Kirchmeir	17.07.2024	2714	20	15	47.08879	12.70437	0.71
A22	Köstl	18.07.2024	2715	20	7	47.08877	12.70435	0.69
A23	Kirchmeir	18.07.2024	2717	0	5	47.08871	12.70431	0.72
A24	Köstl	18.07.2024	2717	80	5	47.08867	12.70435	1.2
A32	Köstl	17.07.2024	2687	65	12	47.08801	12.70514	1
B01	Kirchmeir	17.07.2024	2702	150	13	47.08808	12.70601	0.78
B02	Kirchmeir	17.07.2024	2701	205	15	47.08805	12.70594	1.1
B03	Köstl	17.07.2024	2701	205	15	47.08803	12.70592	1.2
B04	Köstl	17.07.2024	2698	210	38	47.08800	12.70586	1.3
B05	Köstl	17.07.2024	2691	210	28	47.08793	12.70576	1.4
B06	Köstl	17.07.2024	2684	210	26	47.08783	12.70562	1.4
B07	Kirchmeir	17.07.2024	2680	210	2	47.08777	12.70547	1.2
B08	Kirchmeir	17.07.2024	2676	210	21	47.08771	12.70537	10
B09	Köstl	17.07.2024	2666	210	19	47.08755	12.70509	1.1
B30	Kirchmeir	17.07.2024	2704	133	7	47.08816	12.70595	8.4
C10	Köstl	18.07.2024	2606	135	42	47.08718	12.70781	0.61
C11	Kirchmeir	18.07.2024	2608	135	34	47.08706	12.70764	0.84
C12	Köstl	18.07.2024	2609	148	40	47.08696	12.70748	0.86
C13	Kirchmeir	18.07.2024	2609	148	40	47.08691	12.70740	1.3

2.2.1 Transekt A

Das Transekt A (siehe Abbildung 11 und Abbildung 12) wurde leider durch einen Abbruch verkürzt. Hier konnten insgesamt drei Flächen nicht wiederaufgenommen werden (A25, A26 und A31). Die Flächen A25 und A26 lagen am Transekt. Die Fläche A31 liegt nicht am Transekt und könnte bei der nächsten Erhebung wieder aufgefunden werden. Aufgrund des steilen Abbruchs und des instabilen Materials war ein Abstieg nicht möglich. Auch der Zustieg über den Gletscher erschien aufgrund der Randkluft und zusätzlichen Spalten als nicht sinnvoll.



Abbildung 11: Übersicht der Vegetationsaufnahme­flächen des Transekt A.



Abbildung 12: Abbruch im Süden des Transekt A (Foto: Berger).

2.2.2 Transekt B

Aufgrund der instabilen Wetterlage und der kurzen Vegetationsperiode musste die Erhebung im Jahr 2023 bereits verschoben werden. Im Jahr 2024 blieb der Schnee in schattigen Bereichen sehr lange liegen. Dies führte dazu, dass im Bereich des Transekt B (Abbildung 13) noch ein Teil der Fläche B08 mit Schnee bedeckt war. Das Transekt B konnte trotzdem verlängert werden und es konnte eine weitere Fläche eingerichtet werden (B09). Die Verlängerung des Transekts erfolgte in Laufrichtung der Transekte hin zum Gletscherrand.

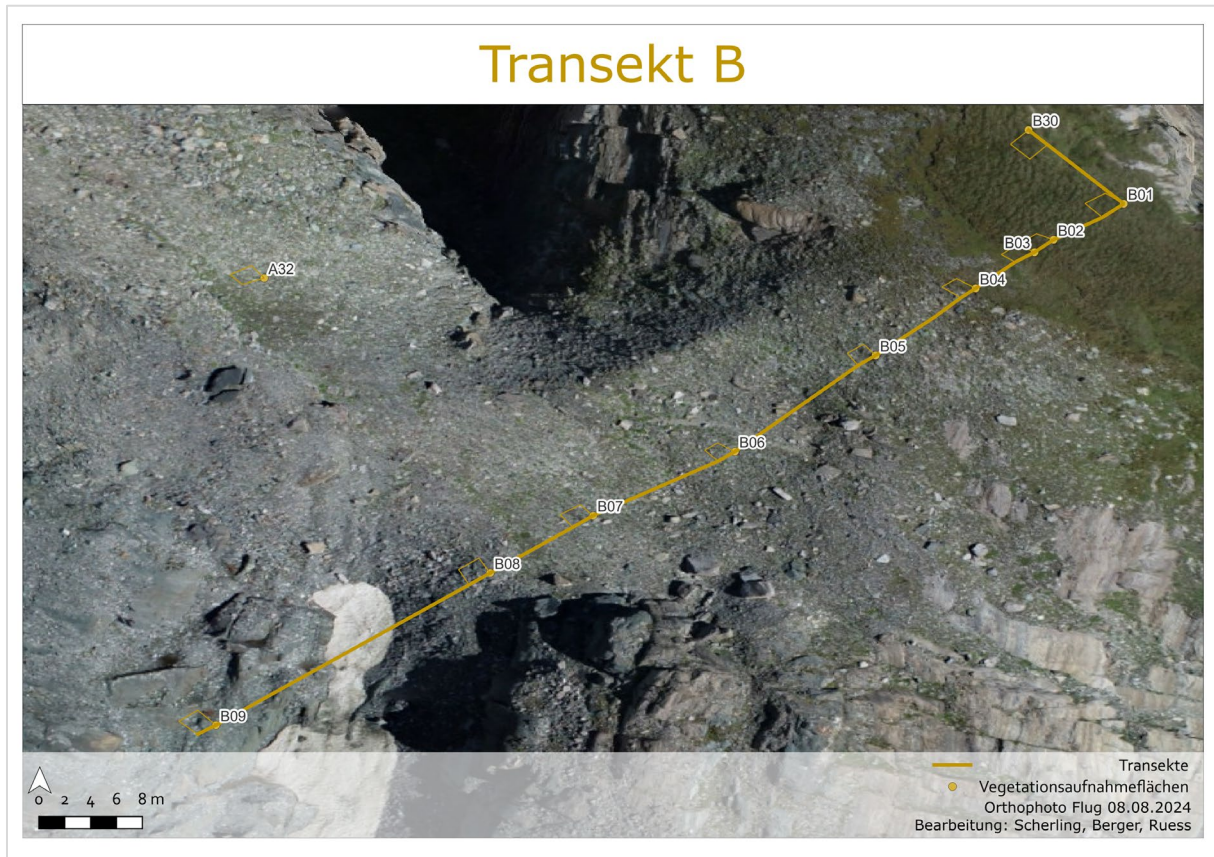


Abbildung 13: Übersicht der Vegetationsaufnahmeflächen des Transekts B.



Abbildung 14: Drohnenaufnahme des Transekts B mit einem Vegetationsrahmen auf der Fläche B05 (oben) und B06 (unten, Foto: Berger)



2.2.3 Transekt C

Eine Verlängerung des Transekts C (Abbildung 15) erschien vor Ort als nicht sinnvoll, da keine Einrichtung eines Messpunkts aufgrund von instabilem Material möglich war. In diesem Bereich war es kaum möglich die existierenden Aufnahmeflächen wiederaufzufinden, da die spärliche Vegetation mitsamt Boden nach unten rutscht.

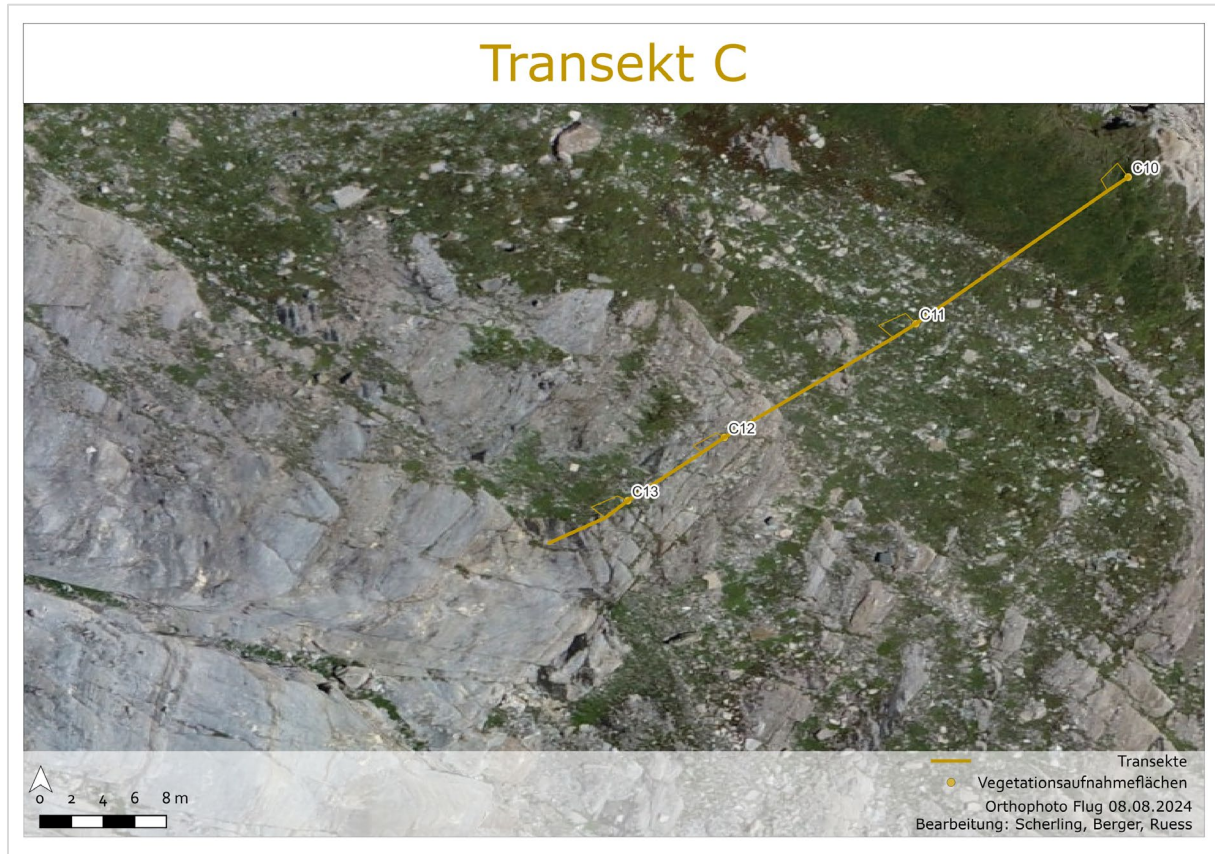


Abbildung 15: Übersicht der Vegetationsaufnahmeflächen des Transekts C.




Abbildung 16: Drohnenaufnahme des Transekts C mit dem Vegetationsrahmen auf der Fläche C12 (Foto: Berger).

2.2.4 Datenanalyse Vegetation

Zur Analyse der Vegetation wurden verschiedene Vegetations-Indizes verwendet, die pro Plot und Jahr berechnet wurden. Da *Arenaria ciliata* und *Minuartia gerardii* zwischen den beiden Erhebungen nicht zweifelsfrei unterschieden werden konnten wurden sie für alle Analysen als eine Art behandelt. Zusätzlich wurde *Oxytropis campestris* var. *Campestris* und *Oxytropis campestris* var. *tirolensis* als eine Art behandelt. Für die Species Richness wurde die Anzahl der Gefäßpflanzen pro Plot und Jahr aggregiert. Der Shannon Index wurde nach der Formel:

$$H' = - \sum p_i * \ln p_i$$

berechnet, wobei p_i die relative Deckung der Art i in Prozent darstellt.



Zur Berechnung des Thermic Indicators pro Plot wurde nach Gottfried et al. 2012 unter Verwendung folgender Formel vorgegangen:

$$\text{Thermic Indicator} = \sum p_i * ar_i$$

p_i ist dabei die relative Deckung der Art i in Prozent und ar der Altitudinal Rank (Höheneinnischung) der Art i . Der Begriff "altitudinal rank" beschreibt die Höhenverteilung von Pflanzenarten basierend auf ihrem Verbreitungszentrum und ihren unteren sowie oberen Verbreitungsgrenzen. Diese Verteilung wurde anhand klassischer mitteleuropäischer Vegetationsstufen (kolline, montane, subalpine oder Baumgrenze, alpine, nivale Zone) definiert und in sechs Höhenränge (altitudinal ranks) unterteilt. Zur Bestimmung von ar wurde auf bestehende Werte aus Gottfried et al. (2012) zurückgegriffen. Für neue Arten wurde entsprechend seiner Methode vorgegangen.

Die statistische Analyse der pro Plot erhobenen Vegetations-Indices verwendete generalized linear mixed-effects models (glmer) für die Species Richness und linear mixed-effects models (lmer) für Shannon Index, Thermic Indicator und Vegetation Cover. Dazu wurde das Package „lme4“ verwendet (Bates et al. 2015). Als post-hoc Test wurde ein Likelihood Ratio-Test innerhalb des Packages „emmeans“ (Lenth 2025) angewendet. Alle statistischen Analysen verwendeten die Statistik-Software R (Version 4.4.1; (R Core Team 2024)).

2.2.5 Pflanzengesellschaften

Bei der Ersterhebung 2002 und der Aktualisierung 2004 wurden vier verschiedene Pflanzengesellschaften in den Untersuchungsflächen nachgewiesen. Diese werden hier der Vollständigkeit halber kurz beschrieben. Die Nomenklatur basiert dabei auf den Pflanzengesellschaften Österreichs (Grabherr & Mucina, 1993), ergänzt durch Arbeiten von Friedel (1956, 1969), Zollitsch (1968, 1969) und Schönswetter et al. (2000). Dabei muss vorausgeschickt werden, dass Transektstudien häufig Probleme bei einer eindeutigen Zuordnung der Pflanzengesellschaften bilden (vgl. Chytrý & Otypková 2003). Einerseits verlaufen die Grenzen eines Transektes oder einer Untersuchungsfläche häufig nicht direkt innerhalb einer Pflanzengesellschaft, sondern es sind mehrere verschiedene Typen innerhalb der Untersuchungsfläche anzutreffen. Und andererseits sind alpine und subnivale Pflanzengesellschaften ohnehin durch Kleinräumigkeit und ein enges Nebeneinander gekennzeichnet. Dennoch wurden anhand von Charakter- und Kennarten folgende Pflanzengesellschaften in den Untersuchungsflächen identifiziert.

Saxifragetum biflorae

Standort: Diese Gesellschaft ist typisch für junge, stark bewegte Schuttflächen auf Kalkglimmerschiefer.

Kennarten: Es werden keine spezifischen Kennarten in diesem Abschnitt erwähnt, aber die Gesellschaft ist durch ihre Anpassung an instabile Schuttflächen charakterisiert.

Charakteristik: Sie repräsentiert die Vegetation der jüngsten eisfreien Flächen und ist artenarm. Krautige Chamaephyten dominieren, insbesondere Polsterpflanzen, die ihre Überdauerungsorgane knapp über der Bodenoberfläche haben.

Drabetum hoppeanae

Standort: Diese Gesellschaft findet sich auf älteren, südexponierten Hangschuttstandorten, die mäßig durchfeuchtet und zeitweise stark bewegt sind.

Kennarten: Ähren-Goldhafer (*Trisetum spicatum*) und Alpen-Breitschötchen (*Braya alpina*) treten häufig auf. Weitere charakteristische Arten sind Einblütiges Hornkraut (*Cerastium uniflorum*), Schwarze Edelraute (*Artemisia genipi*) und Zwerg-Enzian (*Comastoma nanum*).

Charakteristik: Die Vegetation ist durch Pionierarten geprägt, aber es treten auch Arten aus den Nacktriedrasen (*Elynetum myosuroides*) auf. Der Deckungsanteil der höheren Pflanzen variiert zwischen 15 % und 75 %.

Saxifragetum rudolphianae

Standort: Diese Gesellschaft tritt auf stabilisierten Schuttflächen auf, die durch eine lange Schneebedeckung gekennzeichnet sind.

Kennarten: Rudolphi-Steinbrech (*Saxifraga rudolphiana*) und Gegenblatt-Steinbrech (*Saxifraga oppositifolia*) sind typische Arten.

Charakteristik: Sie stellt einen Übergang von Pionierstadien zu den Nacktriedrasen dar. Die Subassoziation kobresietosum myosuroides ist durch das Auftreten von Nacktried (*Kobresia myosuroides*) und Quendel-Weide (*Salix serpyllifolia*) geprägt.

Elynetum myosuroides

Standort: Diese Gesellschaft ist typisch für alte, stabilisierte Schuttflächen und geschlossene Rasenflächen.

Kennarten: Nacktried (*Kobresia myosuroides*) dominiert, begleitet von Polsterpflanzen wie Gegenblatt-Steinbrech (*Saxifraga oppositifolia*).

Charakteristik: Die Vegetation ist durch eine hohe Deckung und Artenvielfalt gekennzeichnet. Sie repräsentiert die Schlussgesellschaft (Klimaxvegetation) in der Sukzession.

2.3 Aufnahme hochauflösender Luftbilder mittels Drohnentechnologien

Zur Erstellung eines hochauflösenden Luftbildes wurde am 08.08.2024 eine Befliegung mittels Drohnentechnologien durchgeführt. Die Abbildung 17 stellt den Flugplan der geplanten Erhebung im Sommer 2023 dar (bei einer Auflösung von 5 cm). Für die Befliegung wurden 8 Starts bzw. Landungen mit einer Flugdauer von jeweils 30 Minuten benötigt. Die Befliegung erwies sich aufgrund wechselhafter Witterung während des optimalen Zeitpunktes als schwierig. Nach mehreren erfolglosen Anläufen musste die Auflösung der Befliegung vor Ort aufgrund hoher Windgeschwindigkeit auf 10 cm reduziert werden. Zur Erfassung der Einzelbilder wurde die DJI P4 RTK verwendet.

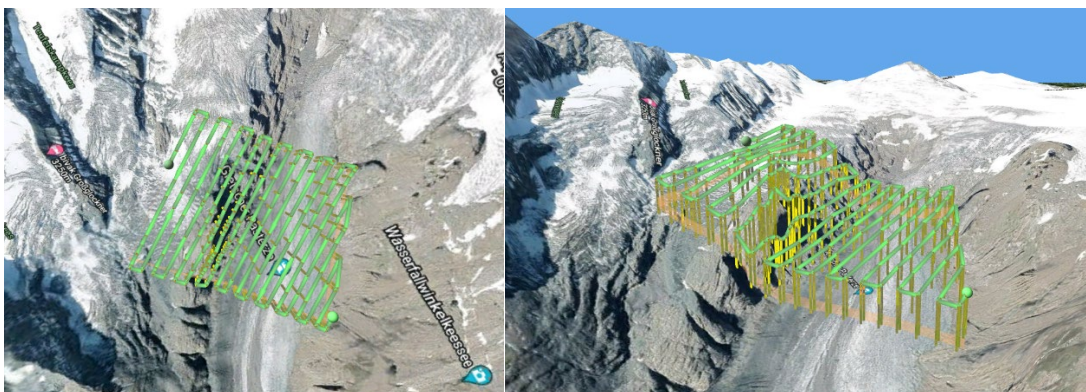


Abbildung 17: Darstellung des Flugplans in 2D und 3D (Abbildung: Scherling).

Für die Plot-Dokumentation der Vegetationsaufnahmen wurde zusätzlich die Drohne Mavic Air 2 verwendet.

Die Drohnenaufnahmen wurden als überlappende Einzelbilder mittels Photogrammetrie zu einer Punktwolke verrechnet. Auf Basis der Punktwolke wurde mittels Vermaschung ein digitales 3D-Modell erstellt (Abbildung 18). Das Resultat ist ein Polygonales Modell basierend auf den Tie-Points der Punktwolke, welches anschließend mit einer Textur versehen wurde (Diffuse Map), die aus den Luftbildern gerechnet wurde. Anschließend wurde das Modell als *.obj exportiert, was als offenes Dateiformat zum Speichern von dreidimensionalen Dateien gilt.

Basierend auf den erhobenen Daten wurde zusätzlich mittels Metashape ein hochauflösendes Gelände- bzw. Vegetationsmodell gerechnet. Aufgrund der geringen Vegetationshöhe am Kleinen Burgstall entspricht das Geländemodell dem Vegetationsmodell (Oberflächenmodell).

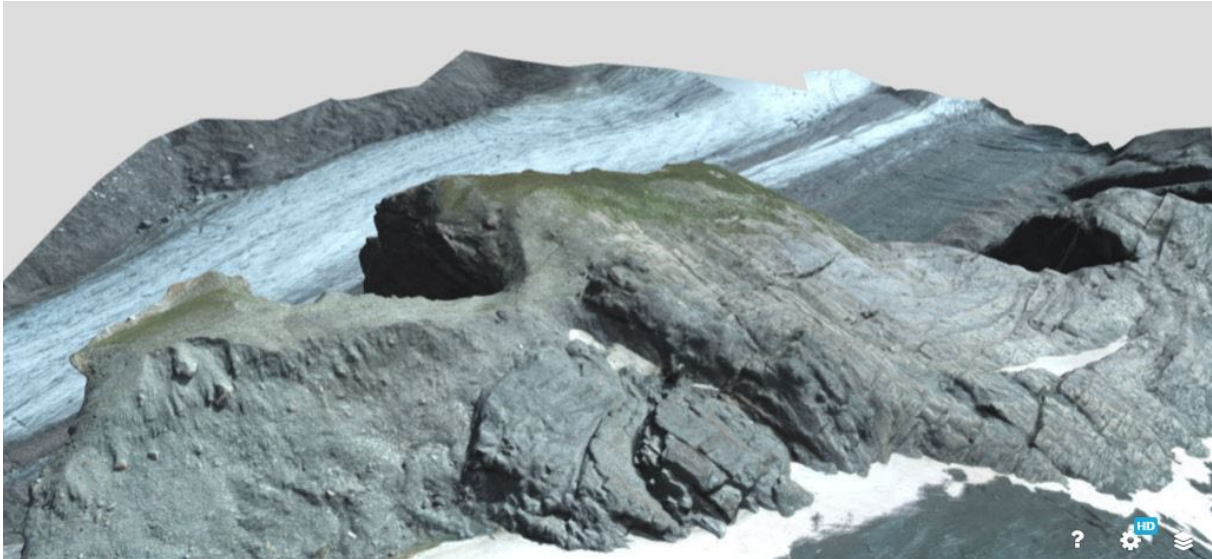


Abbildung 18: 3D Modell des Kleinen Burgstalls (Abbildung: Ruess).

2.4 Entnahme und DNA-Analyse von Bodenproben

Im Zuge der Forschungsaktivitäten am Kleinen Burgstall sollte diesmal auch die Fauna des Gipfels dokumentiert werden und zwar mittels moderner, molekularbiologischer Methoden – einer DNA-Barcoding Analyse des Bodens zur Studie der Fauna des ehemaligen Nunataks. Seit den Untersuchungen am Kleinen Burgstall im Jahr 2002, haben neue Technologien in der Biodiversitätsanalyse große Fortschritte gemacht. Um von diesen Technologien und aktuellen Methoden zu profitieren, sollten während der Wiederaufnahme der Forschungsaktivitäten am Kleinen Burgstall auch Bodenproben entnommen werden, um diese auf genetisches Material von Tieren zu untersuchen. Man bezeichnet dieses genetische Material als Umwelt-DNA (eDNA). eDNA besteht in Umweltmedien in Form von einzelnen Zellen, Ausscheidungen, Überresten oder ganzen Organismen (Pascher et. al, 2022). Für die vorliegende Untersuchung sollten die Proben auf genetisches Material von Wirbellosen untersucht werden, da das Monitoring von Wirbeltieren auch während des Aufenthalts durchgeführt werden konnte und sich die Zahl an bekannten Wirbeltieren um das Untersuchungsgebiet begrenzt und gut untersucht ist.

Die Bodenproben wurden auf den Transekten zwischen den Vegetationsplots genommen. Um Kontamination vorzubeugen, wurde auch im Feld mit im Labor steril vorbereiteten Materialien gearbeitet. Unter Verwendung von Einweghandschuhen wurde mit einem Plastikspaten wenige Zentimeter in den Boden eingedrungen und Boden bzw. Erdreich in Proberöhrchen gegeben (jeweils rund 10 ml Boden). Pro Probepunkt wurden im Umkreis von rund 1 m drei Punkte beprobt und das Probematerial gemeinsam in ein Röhrchen gegeben. Die Proben wurden während der Begehung kühl gehalten und während des Transports in das Labor in einer Kühltruhe aufbewahrt. Auch eine negative Feldkontrollprobe wurde genommen (Tube ohne Boden, die geöffnet und von dem sterilen Spatel berührt wurde). Insgesamt wurden 18 Proben entnommen – vier entlang des Transekts A im Nordwesten, acht am Transekt B und vier am Transekt C, sowie eine Probe am Vegetationsplot A32 zwischen den Transekten A und B (siehe Tabelle 3 und Abbildung 20).



Abbildung 19: Beispielbild einer sterilen Bodenprobenahme (Quelle: Biomonitec)

Tabelle 3: Überblick über die Verortung der eDNA Probeflächen.

Probe	Datum	Transekt	Breitengrad	Längengrad	Vertikale Genauigkeit
AB001	17.07.2024	B	47.08813	12.70596	0.78
AB002	17.07.2024	B	47.08806	12.70597	0.85
AB003	17.07.2024	B	47.08801	12.70589	1
AB004	17.07.2024	B	47.08797	12.70582	2.6
AB005	17.07.2024	B	47.08789	12.70570	1.4
AB006	17.07.2024	B	47.08779	12.70555	1.4
AB007	17.07.2024	B	47.08772	12.70541	1.5
AB008	17.07.2024	B	47.087573	12.70511	N/A
AB009	17.07.2024	-	47.088009	12.70510	N/A
AB010	17.07.2024	A	47.08883	12.70445	2.5
AB011	17.07.2024	A	47.08878	12.70440	2.5
AB012	17.07.2024	A	47.08872	12.70434	2.5
AB013	17.07.2024	A	47.08866	12.70428	2.5
AB014	18.07.2024	C	47.08715	12.70777	0.61
AB015	18.07.2024	C	47.08709	12.70767	0.61
AB016	18.07.2024	C	47.08700	12.70755	0.58
AB017	18.07.2024	C	47.08695	12.70745	0.6
AB018	18.07.2024	C	47.08691	12.70735	0.57

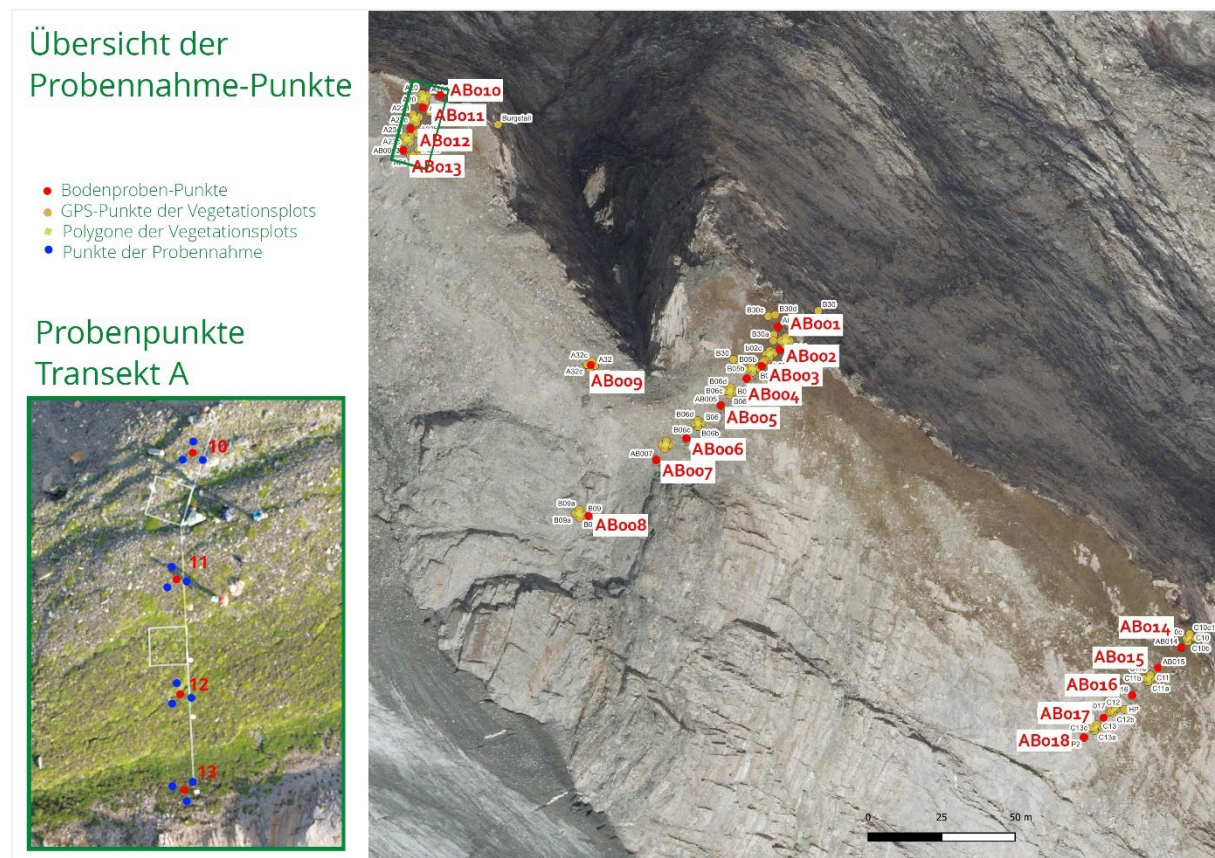


Abbildung 20: Übersicht der Probepunkte zwischen den Vegetationsaufnahmeflächen mit Detailansicht zu den Entnahmepunkten am Beispiel von Transekt A (Karte: Svetnik).

Die Proben lagerten bis zur Extraktion der DNA bei -20°C und wurden an zwei aufeinander folgenden Tagen mit Hilfe des „NucleoSpin Soil, Mini Kit“ (MACHEREY-NAGEL GmbH & Co. KG; Düren, Deutschland) unter sterilen Bedingungen im Labor der Fachhochschule Kärnten extrahiert. Die genaue Menge des eingesetzten Materials ist in der Tabelle 14 im Anhang aufgeführt. Das Herstellerprotokoll wurde mit den folgenden Anpassungen befolgt: Für die Lyse des Materials kam der SL1-Puffer zum Einsatz; in Schritt 4 wurde der empfohlene Zwischenschritt



eingefügt, bei dem der Überstand aus der Bead-Tube in eine neue Tube überführt wurde, um die Fällungsreaktion durchzuführen wurden 50 µl Elution-Buffer verwendet.

Die Proben sowie die Feldkontrollen wurden an drei aufeinanderfolgenden Tagen extrahiert, wobei an jedem Tag eine Extraktionskontrolle durchgeführt wurde. Die Konzentration der Extrakte wurde mit dem QuantiFluor® ONE dsDNA System und dem Quantus™ Fluorometer von Promega Corporation (2800 Woods Hollow Road, Madison, WI 53711-5399 USA) gemessen. Die Ergebnisse sind ebenfalls der Tabelle 14 im Anhang zu entnehmen. Zur weiteren Überprüfung wurden die Proben auf ein 2%-Agarose-Gel aufgetragen und mit einer 100-bp-DNA-Leiter verglichen, um sicher zu gehen, dass genomische DNA in den Proben enthalten ist. Da dies in allen Proben der Fall war wurden die Proben zu Sequenzierung an AIM - Advanced Identification Methods GmbH (Leipzig, Deutschland) gesendet. Zur Verwendung kamen Arthropoden Cytochrome Oxydase Subunit I (COI) und 16s Primer, welche geeignet sind, um die Tierarten von Interesse zu detektieren. Die DNA-Extrakte befinden sich in der Tiefkühl-Sammlung des UNESCO Chairs und können noch einmal in der Zukunft oder noch auf weitere Organismengruppen untersucht werden.

Die Ergebnisse der Sequenzierung wurden uns von AIM zugesandt, wobei die erste Auswertung mit COI-Primern bei den Bodenproben zu wenig zufriedenstellenden Ergebnissen geführt hat. Die Auswertung der 16S-Daten erfolgte über die NCBI (National Center for Biotechnology Information) Datenbank. Die COI-Daten wurden von AIM über einen kombinierten Konsensus aus BOLD (Barcode of Life Data System) und NCBI ausgewertet. All diese Umstände und Möglichkeiten wurden bei der Auswertung der Daten berücksichtigt. Die Datenprozessierung erfolgte mittels „R“-Skript. Die Ergebnistabelle von AIM wurde eingelesen und Probennummern gruppiert. Alle zusammengehörigen Proben wurden in Vektoren sortiert (Bodenprobe, Transekte A, B und C sowie die Kontrollen) und die Spaltennamen angepasst. Die Tabellen wurden für die Weiterverarbeitung mit KRONA (Programm) pro Probengruppe erstellt.

Gefiltert wurde nach folgenden Kriterien: über 97 % _identity; über 10/50 Reads insgesamt über alle Proben in der Gruppe. Die Tabellen wurden im KRONA Format sortiert (1 Spalte = Read Counts, 2-n Spalten = Hierarchie ("Phylum", "Class", "Order", "Family", "Genus", "Species"). Gefiltert wurde aufgrund der Länge der 16S-Sequenz nach „Identity“ und nicht nach „Grade“. Anschließend wurden interaktive Charts mit KRONA (<https://github.com/marbl/-Krona/tree/master/KronaTools> - Bash-Skript vorhanden) erstellt und die Ergebnisse ausgewertet und interpretiert. Für die KRONA Charts wurden alle Reiche von Organismen berücksichtigt, in den Ergebnistabellen wurden die Wirbeltiere sowie die Nesseltiere (bei CO1) und die Pflanzen (bei 16S) gefiltert, für welche sich die Primer nicht eignen.



3 Ergebnisse

Basierend auf der Befliegung kann im Vergleich zur letzten Erhebung ein weiterer maßgeblicher Rückgang des Gletschers dokumentiert werden. Inzwischen ist der Gipfelbereich des Kleinen Burgstall bereits über 300 Höhenmeter von der Pasterze getrennt (Abbildung 21).



Abbildung 21: Übersicht der Flugabdeckung inklusive Konturen des Geländemodells.

3.1 Vegetations-Monitoring

3.1.1 Strukturhebung

Die Tabelle 4 und Abbildung 22 zeigen die prozentuale Deckung verschiedener Schichten (Erde, Fels, Kryptogame, Schutt, Vegetation gesamt, Schnee) für die einzelnen Flächen sowie die Gesamtsumme der Deckung. Die Werte geben Aufschluss über die Zusammensetzung der Flächen und die Verteilung der verschiedenen Schichten, die für die Vegetationsentwicklung und die Standortbedingungen entscheidend sind.

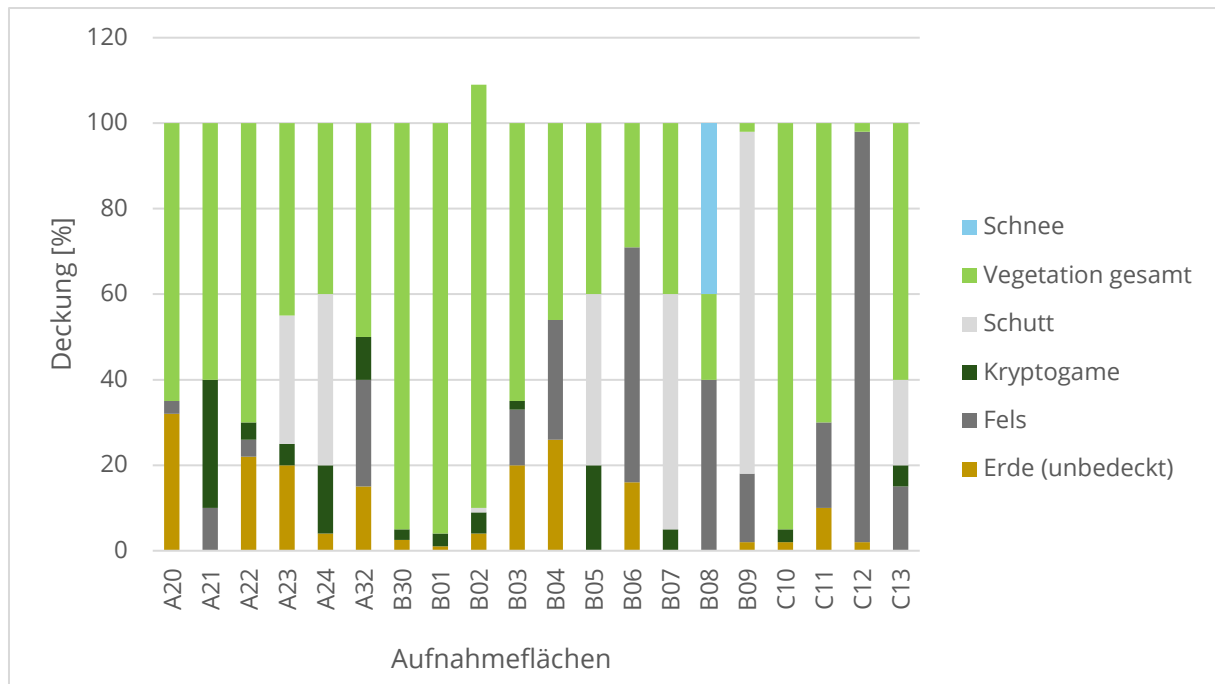



Abbildung 22: Deckung der einzelnen Schichten je Aufnahme­fläche 2024.

Tabelle 4: Ergebnisse der Deckung der einzelnen Schichten je Aufnahme­fläche 2024.

Fläche	Erde (unbedeckt)	Fels	Kryptogame	Schutt	Vegetation gesamt	Schnee	Gesamtergebnis
A20	32	3			65		100
A21		10	30		60		100
A22	22	4	4		70		100
A23	20		5	30	45		100
A24	4		16	40	40		100
A32	15	25	10		50		100
B30	2,5		2,5		95		100
B01	1		3		96		100
B02	4		5	1	99		109
B03	20	13	2		65		100
B04	26	28			46		100
B05			20	40	40		100
B06	16	55			29		100
B07			5	55	40		100
B08		40			20	40	100
B09	2	16		80	2		100
C10	2		3		95		100
C11	10	20			70		100
C12	2	96			2		100
C13		15	5	20	60		100

Die Untersuchungsflächen unterscheiden sich deutlich in der Oberflächenbedeckung. Hohe Erdanteile auf A20 (32 %), A22 (22 %), B04 (26 %) und B03 (20 %) deuten auf geringere Vegetationsdeckung und mögliche Erosion hin. Demgegenüber weisen B01 (1 %), B02 (4 %), B30 (2,5 %) und C10 (2 %) kaum Erde, aber eine nahezu vollständige Vegetationsdecke auf – ein Hinweis auf stabile Bedingungen und fortgeschrittene Sukzession. Der Felsanteil ist besonders hoch auf C12 (96 %), B06 (55 %) und B08 (40 %), was instabile, felsige Standorte signalisiert; geringe Felsanteile auf B30 (0 %) und A20 (3 %) begünstigen geschlossene Vegetationsdecken. Kryptogamen (Moose,



Flechten) tragen vor allem auf instabilen Flächen zur frühen Sukzession bei; die höchsten Werte zeigen A21 (30 %) und B05 (20 %). Ausgeprägte Schuttanteile auf A23 (30 %), A24 (40 %), B05 (40 %), B07 (55 %), B09 (80 %) und C13 (20 %) kennzeichnen Übergangsstadien, in denen Schuttflächen allmählich bewachsen werden. Die Vegetationsdeckung reicht von nahezu geschlossen auf älteren, stabilen Flächen wie B30 (95 %), B01 (96 %), B02 (99 %) und C10 (95 %) bis zu gering auf jüngeren oder instabilen Flächen wie B09 (2 %), B08 (20 %) und A23 (45 %). Schnee wurde nur auf B08 (40 %) dokumentiert, was die Erhebung erschwerte und die geringe Vegetationsdeckung (20 %) plausibel macht. B09 als neu freigelegte Fläche liefert zudem wertvolle Einblicke in frühe Sukzessionsprozesse auf frisch eisfreien Standorten (Schutt 80 %, Vegetation 2 %).

Die Analyse der Schichten zeigt deutliche Unterschiede zwischen stabilen, instabilen, Übergangs- und jungen Flächen. Während stabile Flächen durch eine geschlossene Vegetationsdecke und geringe Anteile an Erde, Fels und Schutt gekennzeichnet sind, weisen instabile und junge Flächen eine geringere Vegetationsbedeckung und höhere Anteile an Fels und Schutt auf. Übergangsflächen zeigen eine sukzessionale Dynamik, bei der sich die Vegetation langsam ausbreitet und Schuttflächen reduziert werden. Die Ergebnisse verdeutlichen die Bedeutung der Schichtenverteilung für die Vegetationsentwicklung und die Anpassung der Pflanzengesellschaften an die spezifischen Standortbedingungen.

3.1.2 Vegetationserhebung

Insgesamt konnte bei der Begehung des Kleinen Burstalls innerhalb der Vegetationsplots 95 Arten festgestellt werden (darunter auch die zwei Flechten *Thamnolia vermicularis* und *Cetraria islandica*). Außerdem wurden fünf Arten mit cf. erhoben (*Campanula cespitosa*, *Carex atrata*, *Festuca alpina*, *Gnaphalium norvegicum*, *Phyteuma orbiculare*).

Die untersuchten Vegetations-Indizes zeigten nur für den Shannon-Index eine signifikante Abnahme in den Plots (siehe Abbildung 23 und Tabelle 5). Für Species Richness, Thermic Indicator und Vegetation Cover zeigten sich keine klaren Trends. Nachdem der Shannon-Index signifikant abnahm, während die Richness keinen Trend zeigt, deutet darauf hin, dass es doch zu Verschiebungen in der Deckung der Arten in den Flächen gekommen ist. Eine Abnahme des Shannon-Index bei gleichzeitigen keinen neuen Trends der Richness und der Vegetations Cover deutet auf Verschiebungen in der Dominanz einzelner Arten an.

Bezüglich der Änderungen der Arten innerhalb der Plots haben sich die Aufnahmeflächen B01 mit mehr als 10 neuen Arten und C13 mit 14 verschwundenen Arten am stärksten geändert (Abbildung 24). Im Durchschnitt war die Anzahl neuer Arten (4,58 neue Arten) etwas über dem verlorengegangenen Arten (-3,74 verlorene Arten) pro Plot. Auf einer Fläche von 4 m² variierte die Gesamtartenzahl zwischen 9 Arten (B08, Achtung Schneebedeckung 2024) bzw. 11 Arten (B09 2024 neu eingerichtet) auf neu eisfrei gewordenen Gebieten und bis zu 39 Arten (C10) auf dicht bewachsenen Bereichen (Tabelle 6).

Hinsichtlich der syntaxonomischen Klassifikation zeigte sich bei einem Großteil der Flächen, dass sie auch 2024 noch der ursprünglichen Pflanzengesellschaft von 2002/2004 entsprechen (Tabelle 6). Insgesamt blieben 12 Flächen unverändert, darunter A20, A23, A24, B01, B04, B05, B06, B07, B30, C10, C11 und C12 die weiterhin ihrer ursprünglichen Pflanzengesellschaft zugeordnet werden können. Im Gegensatz dazu haben sich 7 Flächen deutlich verändert, darunter A21, A22 und B08. Die Aufnahme A21 hat sich beispielsweise von einem Saxifragetum rudolphianae in ein Drabetum hoppeana entwickelt, während sich die Flächen B02 und B03 von einem Saxifragetum rudolphianae in eine Übergangsform zwischen Drabetum hoppeana und Saxifragetum rudolphianae weiterentwickelt haben. Die Fläche B08 zeigt eine Veränderung von einem Saxifragetum biflorae hin zu einem Drabetum hoppeana, wobei dies aufgrund der teils schneebedeckten Fläche als nicht gesichert betrachtet werden muss.

Darüber hinaus stellt die Fläche A22 eine Übergangsform zwischen einem Saxifragetum rudolphianae und einem Drabetum hoppeana dar, was auf eine sukzessionale Dynamik und veränderte Standortbedingungen hinweist. Die Flächen A32 und C13 haben sich von einem Drabetum hoppeana in eine Übergangsform zwischen Drabetum hoppeana und Saxifragetum rudolphianae entwickelt.

Drei Flächen konnten nicht mehr erhoben werden: Die Flächen A25 und A26 sind aufgrund eines Felsabsturzes abgerutscht und nicht mehr auffindbar, während die Fläche A31 ebenfalls nicht lokalisiert werden konnte.

Eine neue Fläche, B09, wurde im Jahr 2024 hinzugefügt, um eine Fläche zu erfassen, die sich am Beginn ihrer Sukzession befindet. Diese Fläche ergänzt die bestehenden Flächen des Transekts B und bietet wertvolle Einblicke in die frühe Vegetationsentwicklung.

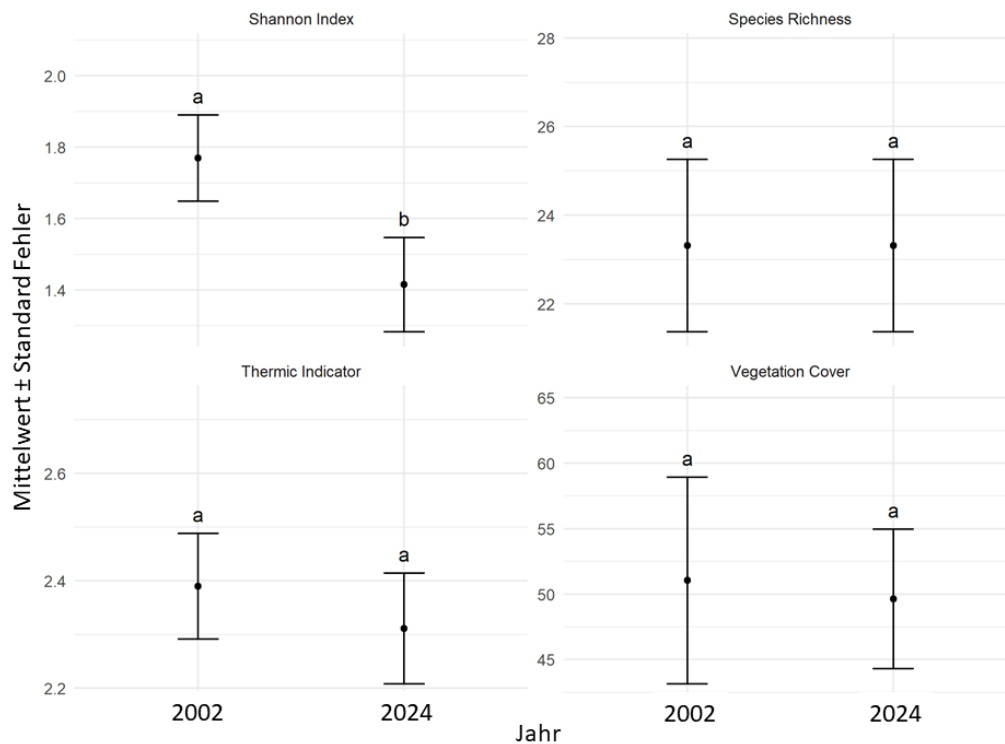


Abbildung 23: Diversitäts-Indizes (Shannon Index, Species Richness) Thermic Indicator nach Gottfried et al. 2012 und Vegetations Deckung (Vegetation Cover) pro Plot in den beiden Erhebungsjahren 2002 und 2024. Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Erhebungsjahren. Für Details dazu siehe Tabelle 3.

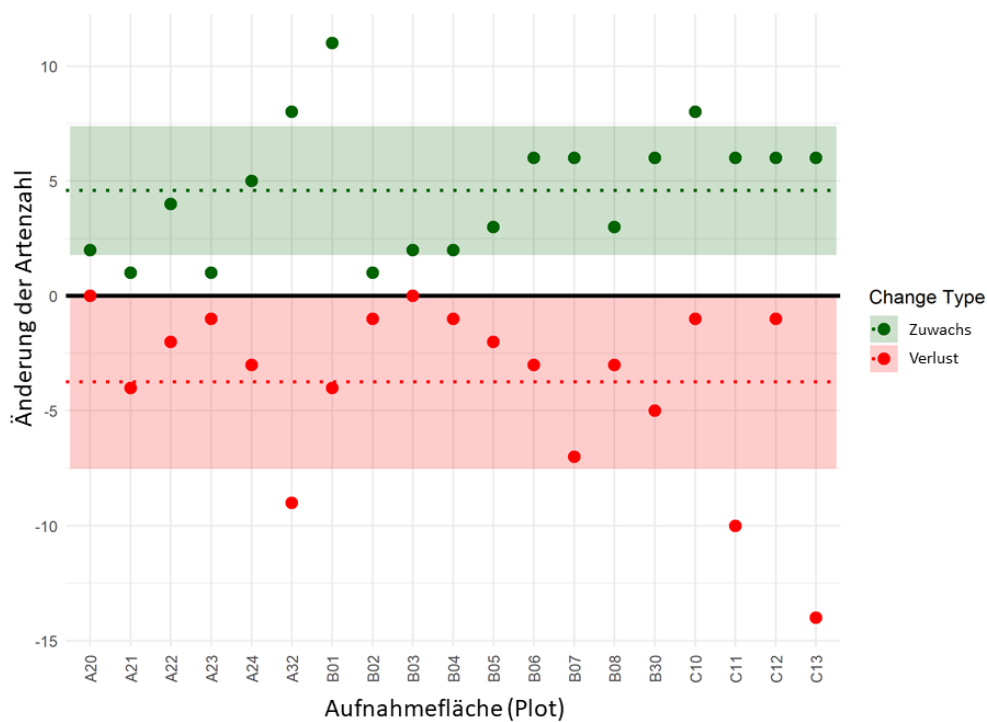


Abbildung 24: Änderung der Artenzahlen pro Aufnahmefläche (Plot). Die gepunktete Linie stellt die mittlere Änderung über alle Aufnahmeflächen mit dem 95%-Konfidenzintervall dar.

Tabelle 5: Ergebnisse der statistischen Analyse der Vegetations-Indizes pro Plot. Zur Auswertung wurde das R-Package „lme4“ verwendet. Für das Post-hoc testing wurde ein likelihood ratio Test mittels des R-Packages „emmeans“ durchgeführt. Signifikante P-Werte sind fett dargestellt. DF steht für Freiheitsgrade;

Contrast	Modell	Index	Estimate	Standard Fehler	DF	t.ratio	P-Wert
2024 - 2002	GLMER	Species Richness	0.00	Inf	0.07	0.00	1.000
2024 - 2002	LMER	Vegetation Cover	0.05	18	0.15	0.34	0.735
2024 - 2002	LMER	Shannon Index	-0.35	18	0.14	-2.47	0.024
2024 - 2002	LMER	Thermic Indicator	-0.21	18	0.26	-0.81	0.428

Tabelle 6: Syntaxonomische Klassifikation der Aufnahmen (Plots) in den Jahren 2002 und 2024. Fehlende Einträge treten auf, wenn bei der Wiederholungsaufnahme im Jahr 2024 keine Vegetationsaufnahme gemacht wurde. Die Fläche B08 war zum Zeitpunkt der Aufnahme teilweise mit Schnee bedeckt und kann daher nicht eindeutig zugeordnet werden.

Aufnahme	Syntaxon - 2002 (Kirchmeir et al. 2003)	Syntaxon - 2024	Schätzung eisfrei seit (Kirchmeir et al. 2003)	Artenanzahl 2024 Gesamt
A20	Saxifragetum rudolphianae	Saxifragetum rudolphianae	100-170	16
A21	Saxifragetum rudolphianae	Drabetum hoppeana	100-170	13
A22	Saxifragetum rudolphianae	Saxifragetum rudolphianae Übergang Drabetum hoppeana	100-170	18
A23	Saxifragetum rudolphianae	Saxifragetum rudolphianae	100-170	16
A24	Drabetum hoppeana	Drabetum hoppeana	75-100	20
A25	Drabetum hoppeana	abgerutscht	50-75	
A26	Drabetum hoppeana	abgerutscht	50-75	
A31	Saxifragetum rudolphianae	nicht aufgefunden	100-170	
A32	Drabetum hoppeana	Drabetum hoppeana Übergang Saxifragetum rudolphianae	75-100	20
B01	Elynetum myosuroides	Elynetum myosuroides	> 170	37
B02	Saxifragetum rudolphianae	Drabetum hoppeana Übergang Saxifragetum rudolphianae	100-170	24
B03	Saxifragetum rudolphianae	Drabetum hoppeana Übergang Saxifragetum rudolphianae	100-170	21
B04	Drabetum hoppeana	Drabetum hoppeana	50-75	15
B05	Drabetum hoppeana	Drabetum hoppeana	50-75	26
B06	Drabetum hoppeana	Drabetum hoppeana	50-75	25
B07	Drabetum hoppeana	Drabetum hoppeana	50-75	18
B08	Saxifragetum biflorae	Drabetum hoppeana	30-55	9
B09		Saxifragetum rudolphianae	10-30	11
B30	Elynetum myosuroides	Elynetum myosuroides	> 170	25
C10	Elynetum myosuroides	Elynetum myosuroides	> 170	39
C11	Drabetum hoppeana	Drabetum hoppeana	100-170	23
C12	Drabetum hoppeana	Drabetum hoppeana	100-170	10
C13	Drabetum hoppeana	Drabetum hoppeana Übergang Saxifragetum rudolphianae	100-170	18

3.1.3 Detaildarstellung der Vegetationsentwicklung je Aufnahmefläche

Markante Veränderungen der Deckungsanteile einzelner Arten wurden in den folgenden Tabelle grau hinterlegt. In der Ersterhebung wurde die Deckung der unbedeckten Erde in der Kategorie Schutt mit erfasst. Dies ist beim Vergleich der Deckungen der einzelnen Schichten zu berücksichtigen.

Transekt A (Fotos: Berger).

Fläche	A20		2002	2024
Aufnahmefläche	2x2m	Deckung der Schichten	[%]	[%]
Kartierer	Köstl	Erde (unbedeckt)		32
Datum	17-Jul-24	Fels	0	3
Seehöhe [m]	2714	Kryptogame	10	
Exposition	200	Schutt	15	
Neigung [°]	7	Vegetation gesamt	75	65



Taxon (ohne Autor)	Taxon Deutsch	2002 Deckung [%]	2024 Deckung [%]
<i>Arenaria biflora</i>	Zweiblüten-Sandkraut	0,10	1,00
<i>Doronicum glaciale</i>	Gletscher-Gamswurz	0,10	0,10
<i>Draba fladnizensis</i>	Flattnitz-Felsenblümchen		0,10
<i>Kobresia myosuroides</i>	Nacktried	10,00	0,10
<i>Minuartia gerardii</i>	Alpen-Frühlings-Miere	0,01	0,10
<i>Minuartia sedoides</i>	Zwerg-Miere	1,00	1,00
<i>Pedicularis asplenifolia</i>	Farnblatt-Läusekraut	0,50	0,10
<i>Persicaria vivipara</i>	Knöllchen-Knöterich	0,10	1,00
<i>Phyteuma globulariifolium</i>	Wenigblüten-Teufelskralle	0,10	0,10
<i>Poa alpina</i>	Alpen-Rispe	0,05	0,10
<i>Primula minima</i>	Zwerg-Primel	1,00	0,50
<i>Salix serpyllifolia</i>	Quendel-Weide	30,00	50,00
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	Gegenblatt-Steinbrech	2,00	1,00
<i>Saxifraga rudolphiana</i>	Rudolphi-Steinbrech	0,10	0,10

<i>Sesleria ovata</i>	Eikopf-Blaugras	0,50	0,10
<i>Silene acaulis</i>	Stängellos-Leimkraut	25,00	10,00

Fläche	A21		2002	2024
Aufnahmefläche	2x2m	Deckung der Schichten	[%]	[%]
Kartierer	Kirchmeir	Erde (unbedeckt)		
Datum	17-Jul-24	Fels	1	10
Seehöhe [m]	2714	Kryptogame	5	30
Exposition	20	Schutt	20	
Neigung [°]	15	Vegetation gesamt	75	60



Taxon (ohne Autor)	Taxon Deutsch	2002 Deckung [%]	2024 Deckung [%]
<i>Arenaria biflora</i>	Zweiblüten-Sandkraut	0,20	
<i>Arenaria ciliata</i>	Eigentliches Wimper-Sandkraut	0,01	
<i>Doronicum glaciale</i>	Gletscher-Gamswurz	0,10	
<i>Draba fladnizensis</i>	Flattnitz-Felsenblümchen		0,10
<i>Kobresia myosuroides</i>	Nacktried	40,00	0,10
<i>Minuartia sedoides</i>	Zwerg-Miere	1,00	2,00
<i>Pedicularis asplenifolia</i>	Farnblatt-Läusekraut	0,50	1,00
<i>Persicaria vivipara</i>	Knöllchen-Knöterich	2,00	10,00
<i>Phyteuma globulariifolium</i>	Wenigblüten-Teufelskralle	0,10	
<i>Primula minima</i>	Zwerg-Primel	1,00	0,10
<i>Salix serpyllifolia</i>	Quendel-Weide	15,00	40,00
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	Gegenblatt-Steinbrech	1,00	1,00
<i>Saxifraga rudolphiana</i>	Rudolphi-Steinbrech	0,10	0,10
<i>Sesleria ovata</i>	Eikopf-Blaugras	0,50	0,10
<i>Silene acaulis</i>	Stängellos-Leimkraut	10,00	20,00
<i>Thamnia vermicularis</i>	Totengebeinsflechte	1,00	0,10
<i>Trisetum spicatum</i> ssp. <i>ovatipaniculatum</i>	Eirispiger Ähren-Goldhafer	0,01	0,10

Fläche	A22	Schicht	2002	2024
Aufnahmefläche	2x2m	Deckung der Schichten	[%]	[%]
Kartierer	Köstl	Erde (unbedeckt)		22
Datum	18-Jul-24	Fels		4
Seehöhe [m]	2715	Kryptogame	5	4
Exposition	20	Schutt	15	
Neigung [°]	7	Vegetation gesamt	80	70



Taxon (ohne Autor)	Taxon Deutsch	2002 Deckung [%]	2024 Deckung [%]
<i>Arenaria biflora</i>	Zweiblüten-Sandkraut	0,20	
<i>Arenaria ciliata</i>	Eigentliches Wimper-Sandkraut	0,01	0,10
<i>Artemisia genipi</i>	Schwarz-Edelraute	0,02	0,10
<i>Draba hoppeana</i>	Hoppe-Felsenblümchen	0,01	0,10
<i>Draba siliquosa</i>	Kärnten-Felsenblümchen		0,10
<i>Erigeron uniflorus</i>	Einkopf-Berufkraut		0,10
<i>Kobresia myosuroides</i>	Nacktried	50,00	0,10
<i>Leontopodium alpinum ssp. alpinum</i>	Eigentliche Alpen-Edelweiß		0,10
<i>Minuartia gerardii</i>	Alpen-Frühlings-Miere		0,10
<i>Minuartia sedoides</i>	Zwerg-Miere	2,00	2,00
<i>Pedicularis aspleniifolia</i>	Farnblatt-Läusekraut	0,10	0,10
<i>Persicaria vivipara</i>	Knöllchen-Knöterich	1,00	2,00
<i>Phyteuma globulariifolium</i>	Wenigblüten-Teufelskralle	0,20	0,10
<i>Primula minima</i>	Zwerg-Primel	0,50	1,00
<i>Salix serpyllifolia</i>	Quendel-Weide	5,00	30,00
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	Gegenblatt-Steinbrech	0,50	1,00
<i>Saxifraga rudolphiana</i>	Rudolphi-Steinbrech	0,10	
<i>Sesleria ovata</i>	Eikopf-Blaugras	0,50	0,10
<i>Silene acaulis</i>	Stängellos-Leimkraut	20,00	30,00
<i>Thamnolia vermicularis</i>	Totengebeinsflechte	1,00	0,10

Fläche	A23	Schicht	2002	2024
Aufnahmefläche	2x2m	Deckung der Schichten	[%]	[%]
Kartierer	Kirchmeir	Erde (unbedeckt)		20
Datum	18-Jul-24	Fels		
Seehöhe [m]	2717	Kryptogame	10	5
Exposition	0	Schutt	65	30
Neigung [°]	5	Vegetation gesamt	25	45



Taxon (ohne Autor)	Taxon Deutsch	2002 Deckung [%]	2024 Deckung [%]
<i>Arenaria biflora</i>	Zweiblüten-Sandkraut	0,50	
<i>Arenaria ciliata</i>	Eigentliches Wimper-Sandkraut	0,20	0,50
<i>Artemisia genipi</i>	Schwarz-Edelraute	0,50	0,10
<i>Comastoma nanum</i>	Zwerg-Haarschlund	0,01	0,10
<i>Erigeron uniflorus</i>	Einkopf-Berufkraut	0,20	0,10
<i>Kobresia myosuroides</i>	Nacktried	0,10	0,50
<i>Leontopodium alpinum ssp. alpinum</i>	Eigentliche Alpen-Edelweiß		0,10
<i>Minuartia sedoides</i>	Zwerg-Miere	3,00	0,50
<i>Pedicularis asplenifolia</i>	Farnblatt-Läusekraut	0,10	0,10
<i>Phyteuma globulariifolium</i>	Wenigblüten-Teufelskrallen	0,10	0,10
<i>Primula minima</i>	Zwerg-Primel	0,10	0,10
<i>Salix serpyllifolia</i>	Quendel-Weide	10,00	30,00
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	Gegenblatt-Steinbrech	5,00	0,50
<i>Saxifraga rudolphiana</i>	Rudolphi-Steinbrech	0,10	0,10
<i>Silene acaulis</i>	Stängellos-Leimkraut	5,00	10,00
<i>Thamnotia vermicularis</i>	Totengebeinsflechte	2,00	2,00
<i>Trisetum spicatum ssp. ovatipaniculatum</i>	Eirispiger Ähren-Goldhafer	0,50	0,10

Fläche	A24	Schicht	2002	2024
Aufnahmefläche	2x2m	Deckung der Schichten	[%]	[%]
Kartierer	Köstl	Erde (unbedeckt)		4
Datum	18-Jul-24	Fels		
Seehöhe [m]	2717	Kryptogame	10	16
Exposition	80	Schutt	65	40
Neigung [°]	5	Vegetation gesamt	25	40



Taxon (ohne Autor)	Taxon Deutsch	2002 Deckung [%]	2024 Deckung [%]
<i>Arenaria biflora</i>	Zweiblüten-Sandkraut	2,00	
<i>Arenaria ciliata</i>	Eigentliches Wimper-Sandkraut	0,10	0,10
<i>Artemisia genipi</i>	Schwarz-Edelraute	0,20	0,10
<i>Botrychium lunaria</i>	Mond-Rautenfarn		0,10
<i>Braya alpina</i>	Alpen-Breitschote	0,01	
<i>Carex parviflora</i>	Kleinblüten-Segge		0,10
<i>Cerastium uniflorum</i>	Silikat-Hornkraut	0,10	0,10
<i>Comastoma nanum</i>	Zwerg-Haarschlund	0,05	0,10
<i>Draba hoppeana</i>	Hoppe-Felsenblümchen	0,01	0,10
<i>Erigeron uniflorus</i>	Einkopf-Berufkraut	0,10	0,10
<i>Euphrasia minima</i>	Zwerg-Augentrost		0,10
<i>Leontopodium alpinum ssp. alpinum</i>	Eigentliche Alpen-Edelweiß		0,10
<i>Minuartia sedoides</i>	Zwerg-Miere	5,00	10,00
<i>Pedicularis aspleniifolia</i>	Farnblatt-Läusekraut	0,10	2,00
<i>Phyteuma globulariifolium</i>	Wenigblüten-Teufelskralle	0,10	1,00
<i>Poa alpina</i>	Alpen-Rispe	0,50	1,00
<i>Primula minima</i>	Zwerg-Primel	0,20	1,00
<i>Salix serpyllifolia</i>	Quendel-Weide		3,00
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	Gegenblatt-Steinbrech	10,00	2,00
<i>Saxifraga rudolphiana</i>	Rudolphi-Steinbrech	0,10	
<i>Silene acaulis</i>	Stängellos-Leimkraut	3,00	10,00
<i>Thamnotia vermicularis</i>	Totengebeinsflechte	1,00	1,00
<i>Trisetum spicatum ssp. ovatipaniculatum</i>	Eirispiger Ähren-Goldhafer	0,20	1,00

Fläche	A25	Schicht	2002
Aufnahmefläche	2x2m	Deckung der Schichten	[%]
Kartierer	Köstl	Erde (unbedeckt)	
Datum	-	Fels	
Seehöhe [m]	2714	Kryptogame	10
Exposition	225	Schutt	75
Neigung [°]	30	Vegetation gesamt	15

Taxon (ohne Autor)	Taxon Deutsch	2002 Deckung [%]
<i>Arenaria ciliata</i>	Eigentliches Wimper-Sandkraut	1,00
<i>Artemisia genipi</i>	Schwarz-Edelraute	0,50
<i>Braya alpina</i>	Alpen-Breitschote	0,01
<i>Cerastium uniflorum</i>	Silikat-Hornkraut	0,50
<i>Comastoma nanum</i>	Zwerg-Haarschlund	0,50
<i>Euphrasia minima</i>	Zwerg-Augentrost	0,01
<i>Minuartia sedoides</i>	Zwerg-Miere	5,00
<i>Pedicularis aspleniifolia</i>	Farnblatt-Läusekraut	1,00
<i>Poa alpina</i>	Alpen-Rispe	0,01
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	Gegenblatt-Steinbrech	5,00
<i>Silene acaulis</i>	Stängellos-Leimkraut	3,00
<i>Thamnolia vermicularis</i>	Totengebeinsflechte	0,05
<i>Trisetum spicatum ssp. ovatipaniculatum</i>	Eirispiger Ähren-Goldhafer	0,50

Fläche	A26	Schicht	2002
Aufnahmefläche	2x2m	Deckung der Schichten	[%]
Kartierer	Köstl	Erde (unbedeckt)	
Datum	-	Fels	
Seehöhe [m]	2705	Kryptogame	5
Exposition	225	Schutt	80
Neigung [°]	30	Vegetation gesamt	15

Taxon (ohne Autor)	Taxon Deutsch	2002 Deckung [%]
<i>Arenaria ciliata</i>	Eigentliches Wimper-Sandkraut	1,00
<i>Artemisia genipi</i>	Schwarz-Edelraute	0,50
<i>Cerastium uniflorum</i>	Silikat-Hornkraut	0,50
<i>Comastoma nanum</i>	Zwerg-Haarschlund	0,50
<i>Euphrasia minima</i>	Zwerg-Augentrost	0,50
<i>Festuca alpina</i>	Alpen-Schwingel	0,01
<i>Leontopodium alpinum ssp. alpinum</i>	Eigentliche Alpen-Edelweiß	1,00
<i>Minuartia sedoides</i>	Zwerg-Miere	3,00
<i>Pedicularis aspleniifolia</i>	Farnblatt-Läusekraut	0,05
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	Gegenblatt-Steinbrech	7,00
<i>Silene acaulis</i>	Stängellos-Leimkraut	2,00
<i>Trisetum spicatum ssp. ovatipaniculatum</i>	Eirispiger Ähren-Goldhafer	0,50

Fläche	A31	Schicht	2002
Aufnahmefläche	2x2m	Deckung der Schichten	[%]
Kartierer	Köstl	Erde (unbedeckt)	
Datum	-	Fels	
Seehöhe [m]	2715	Kryptogame	5
Exposition	70	Schutt	20
Neigung [°]	6	Vegetation gesamt	75

Taxon (ohne Autor)	Taxon Deutsch	2002 Deckung [%]
<i>Arenaria biflora</i>	Zweiblüten-Sandkraut	0,10
<i>Arenaria ciliata</i>	Eigentliches Wimper-Sandkraut	0,10
<i>Artemisia genipi</i>	Schwarz-Edelraute	0,05
<i>Draba hoppeana</i>	Hoppe-Felsenblümchen	0,01
<i>Euphrasia minima</i>	Zwerg-Augentrost	0,01
<i>Kobresia myosuroides</i>	Nacktried	55,00
<i>Minuartia sedoides</i>	Zwerg-Miere	0,50
<i>Pedicularis aspleniifolia</i>	Farnblatt-Läusekraut	0,10
<i>Persicaria vivipara</i>	Knöllchen-Knöterich	0,20
<i>Phyteuma globulariifolium</i>	Wenigblüten-Teufelskralle	0,02
<i>Primula minima</i>	Zwerg-Primel	0,50
<i>Salix serpyllifolia</i>	Quendel-Weide	10,00
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	Gegenblatt-Steinbrech	1,00
<i>Saxifraga rudolphiana</i>	Rudolphi-Steinbrech	0,10
<i>Silene acaulis</i>	Stängellos-Leimkraut	5,00

Fläche	A32	Schicht	2002	2024
Aufnahmefläche	2x2m	Deckung der Schichten	[%]	[%]
Kartierer	Köstl	Erde (unbedeckt)		15
Datum	17-Jul-24	Fels		25
Seehöhe [m]	2687	Kryptogame	10	10
Exposition	65	Schutt	40	
Neigung [°]	12	Vegetation gesamt	50	50



Taxon (ohne Autor)	Taxon Deutsch	2002 Deckung [%]	2024 Deckung [%]
<i>Arenaria biflora</i>	Zweiblüten-Sandkraut	1,00	
<i>Arenaria ciliata</i>	Eigentliches Wimper-Sandkraut	0,10	
<i>Artemisia genipi</i>	Schwarz-Edelraute	0,50	0,10
<i>Botrychium lunaria</i>	Mond-Rautenfarn		0,10
<i>Carex bicolor</i>	Zweifارben-Segge	0,10	
<i>Cerastium uniflorum</i>	Silikat-Hornkraut	0,50	
<i>Comastoma nanum</i>	Zwerg-Haarschlund	0,20	
<i>Draba hoppeana</i>	Hoppe-Felsenblümchen	0,01	
<i>Erigeron uniflorus</i>	Einkopf-Berufkraut	0,20	1,00
<i>Euphrasia minima</i>	Zwerg-Augentrost	0,10	
<i>Festuca pumila</i>	Zwerg-Schwingel		0,10
<i>Gentiana bavarica</i>	Bayern-Enzian	0,01	
<i>Leontopodium alpinum ssp. alpinum</i>	Eigentliche Alpen-Edelweiß		1,00
<i>Minuartia gerardii</i>	Alpen-Frühlings-Miere		0,10
<i>Minuartia sedoides</i>	Zwerg-Miere	20,00	2,00
<i>Parnassia palustris</i>	Herzblatt		0,10
<i>Pedicularis asplenifolia</i>	Farnblatt-Läusekraut	0,20	1,00
<i>Pedicularis rostratocapitata ssp. rostratocapitata</i>	Eigentliches Kopf-Läusekraut	0,20	
<i>Phyteuma globulariifolium</i>	Wenigblüten-Teufelskralle	0,05	0,10
<i>Poa alpina</i>	Alpen-Rispe		0,10
<i>Potentilla crantzii</i>	Crantz-Fingerkraut		0,10

Taxon (ohne Autor)	Taxon Deutsch	2002 Deckung [%]	2024 Deckung [%]
<i>Primula minima</i>	Zwerg-Primel	1,00	0,10
<i>Salix serpyllifolia</i>	Quendel-Weide		0,10
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	Gegenblatt-Steinbrech	3,00	10,00
<i>Saxifraga rudolphiana</i>	Rudolphi-Steinbrech	0,20	0,10
<i>Sesleria ovata</i>	Eikopf-Blaugras	0,30	0,10
<i>Silene acaulis</i>	Stängellos-Leimkraut	15,00	30,00
<i>Trifolium pallescens</i>	Moränen-Klee	3,00	3,00
<i>Trisetum spicatum</i> ssp. <i>ovatipaniculatum</i>	Eirispiger Ähren-Goldhafer	1,00	0,10

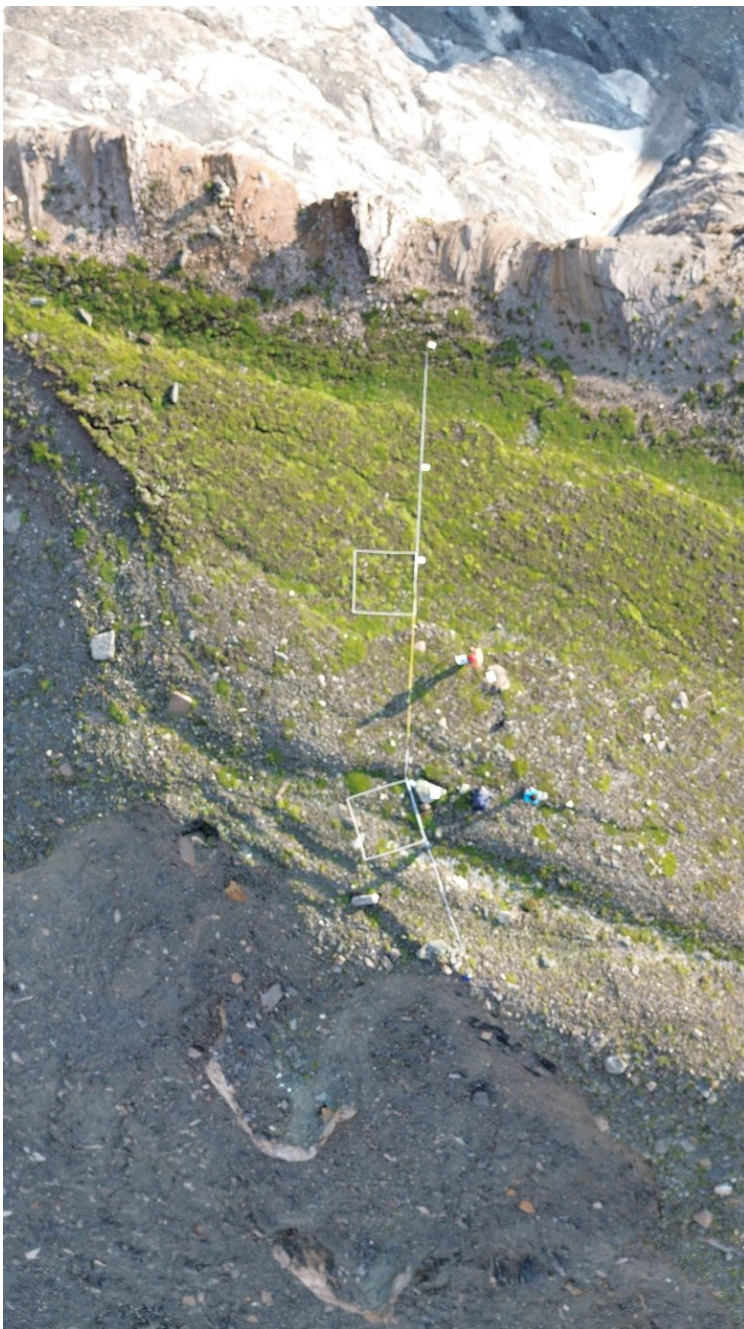


Abbildung 25: Drohnenaufnahme des Transekts A mit einem Vegetationsrahmen auf der Fläche A22 und A23 (Foto: Berger).

Transekt B

Fläche	B01	Schicht	2004	2024
Aufnahmefläche	2x2m	Deckung der Schichten	[%]	[%]
Kartierer	Kirchmeir	Erde (unbedeckt)		1
Datum	17-Jul-24	Fels		
Seehöhe [m]	2702	Kryptogame	0,1	3
Exposition	150	Schutt		
Neigung [°]	13	Vegetation gesamt	99	96



Taxon (ohne Autor)	Taxon Deutsch	2004 Deckung [%]	2024 Deckung [%]
<i>Aster alpinus</i>	Alpen-Aster	1,00	3,00
<i>Astragalus alpinus ssp. alpinus</i>	Eigentlicher Alpen-Tragant	0,01	
<i>Botrychium lunaria</i>	Mond-Rautenfarn	0,10	0,10
<i>Campanula scheuchzeri</i>	Scheuchzer-Glockenblume	1,00	0,10
<i>Carex curvula</i>	Krumm-Segge	1,00	
<i>Carex rupestris</i>	Felsen-Segge	1,00	5,00
<i>Cetraria islandica</i>	Isländisches Moos		0,10
<i>Doronicum glaciale</i>	Gletscher-Gamswurz	0,01	0,10
<i>Draba aizoides</i>	Immergrün-Felsenblümchen	0,10	0,10
<i>Draba fladnizensis</i>	Flattnitz-Felsenblümchen	0,10	0,10
<i>Erigeron uniflorus</i>	Einkopf-Berufkraut	0,05	
<i>Erysimum sylvestre</i> agg.	Sammelart Felsen-Goldlack	0,50	0,10
<i>Euphrasia minima</i>	Zwerg-Augentrost	5,00	0,10
<i>Festuca pumila</i>	Zwerg-Schwingel	0,10	0,10
<i>Galium anisophyllum</i>	Alpen-Labkraut	1,00	0,10
<i>Gnaphalium norvegicum</i>	Norwegen-Ruhrkraut		0,10
<i>Juncus jacquinii</i>	Jacquin-Simse	7,00	0,10
<i>Kobresia myosuroides</i>	Nacktried	20,00	5,00
<i>Leontopodium alpinum ssp. alpinum</i>	Eigentliche Alpen-Edelweiß	15,00	5,00
<i>Lloydia serotina</i>	Spät-Faltenlilie	0,01	0,10

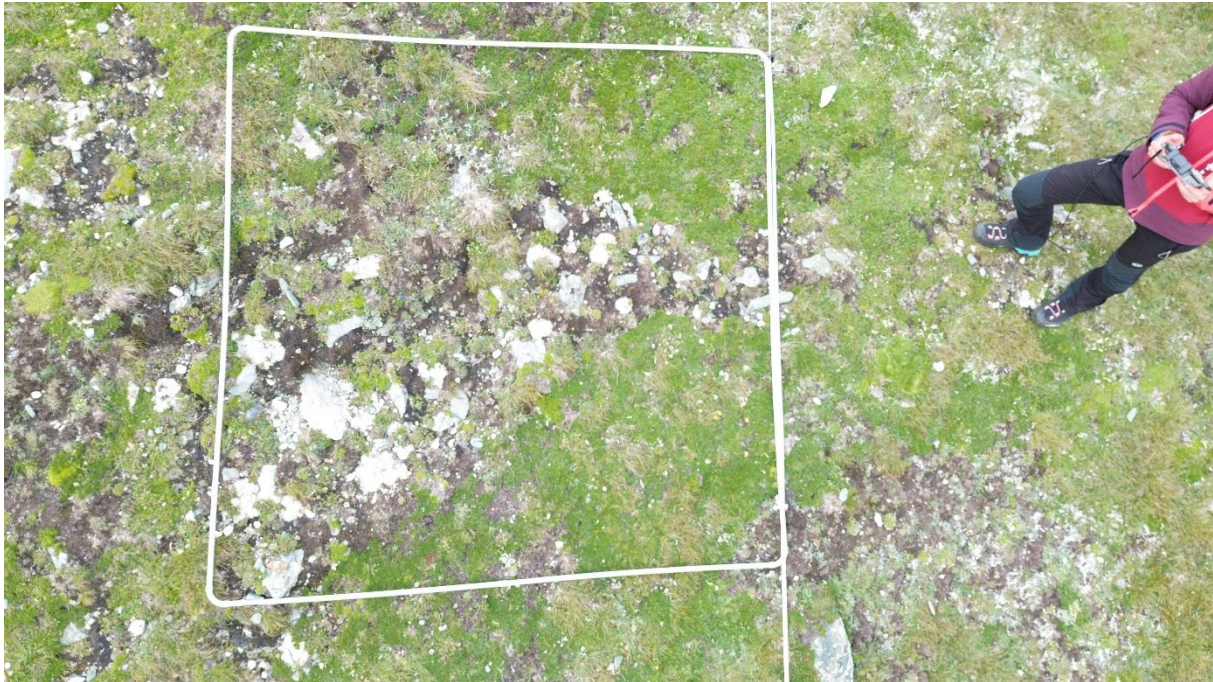
Taxon (ohne Autor)	Taxon Deutsch	2004 Deckung [%]	2024 Deckung [%]
<i>Lomatogonium carinthiacum</i>	Kärnten-Tauernblümchen	0,01	0,10
<i>Minuartia biflora</i>	Zweiblüten-Miere		0,10
<i>Minuartia gerardii</i>	Alpen-Frühlings-Miere		0,10
<i>Minuartia sedoides</i>	Zwerg-Miere	1,00	2,00
<i>Myosotis alpestris</i>	Alpen-Vergissmeinnicht	0,20	0,10
<i>Oxytropis campestris</i> var. <i>campestris</i>	Gewöhnlicher Feld-Spitzkiel	20,00	
<i>Oxytropis campestris</i> var. <i>tirolensis</i>	Tiroler Feld-Spitzkiel		5,00
<i>Pachypleurum mutellinoides</i>	Einfach-Zwergmutterwurz		0,10
<i>Persicaria vivipara</i>	Knöllchen-Knöterich	10,00	10,00
<i>Phyteuma globulariifolium</i>	Wenigblüten-Teufelskralle		0,10
<i>Poa alpina</i>	Alpen-Rispe		2,00
<i>Poa molinerii</i>	Innenalpen-Rispe	5,00	2,00
<i>Potentilla aurea</i>	Gold-Fingerkraut		0,10
<i>Saussurea alpina</i> ssp. <i>alpina</i>	Eigentliche Gewöhnlich-Alpen-scharte		0,10
<i>Saxifraga moschata</i>	Moschus-Steinbrech	0,20	0,10
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	Gegenblatt-Steinbrech		0,10
<i>Sesleria caerulea</i>	Kalk-Blaugras	1,00	1,00
<i>Silene acaulis</i>	Stängellos-Leimkraut	0,50	1,00
<i>Silene acaulis</i> ssp. <i>longiscapa</i>	Kalk-Stängellos-Leimkraut		0,10
<i>Soldanella spec.</i>			2,00
<i>Thamnolia vermicularis</i>	Totengebeinsflechte	0,10	

Fläche	B02	Schicht	2004	2024
Aufnahmefläche	2x2m	Deckung der Schichten	[%]	[%]
Kartierer	Kirchmeir	Erde (unbedeckt)		4
Datum	17-Jul-24	Fels	1	
Seehöhe [m]	2701	Kryptogame	5	5
Exposition	205	Schutt	4	1
Neigung [°]	15	Vegetation gesamt	90	99



Taxon (ohne Autor)	Taxon Deutsch	2004 Deckung [%]	2024 Deckung [%]
<i>Astragalus alpinus</i> ssp. <i>alpinus</i>	Eigentlicher Alpen-Tragant	0,10	0,10
<i>Botrychium lunaria</i>	Mond-Rautenfarn	0,01	0,10
<i>Carex rupestris</i>	Felsen-Segge	2,00	0,10
<i>Cetraria islandica</i>	Isländisches Moos	0,50	0,10
<i>Draba aizoides</i>	Immergrün-Felsenblümchen		0,10
<i>Draba fladnizensis</i>	Flattnitz-Felsenblümchen	0,20	0,10
<i>Erigeron uniflorus</i>	Einkopf-Berufkraut	0,10	0,10
<i>Euphrasia minima</i>	Zwerg-Augentrost	0,10	0,10
<i>Festuca pumila</i>	Zwerg-Schwingel	0,10	
<i>Kobresia myosuroides</i>	Nacktried	35,00	40,00
<i>Leontopodium alpinum</i> ssp. <i>alpinum</i>	Eigentliche Alpen-Edelweiß	1,00	0,10
<i>Minuartia gerardii</i>	Alpen-Frühlings-Miere	0,10	0,10
<i>Minuartia sedoides</i>	Zwerg-Miere	0,20	1,00
<i>Oxytropis campestris</i> var. <i>campestris</i>	Gewöhnlicher Feld-Spitzkiel	2,00	0,50
<i>Pedicularis aspleniifolia</i>	Farnblatt-Läusekraut	2,00	0,10
<i>Persicaria vivipara</i>	Knöllchen-Knöterich	1,00	0,50
<i>Phyteuma globulariifolium</i>	Wenigblüten-Teufelskrallen	0,10	0,10
<i>Poa alpina</i>	Alpen-Rispe	0,10	0,10
<i>Poa molinerii</i>	Innenalpen-Rispe	5,00	0,10
<i>Primula minima</i>	Zwerg-Primel	1,00	0,10
<i>Salix serpyllifolia</i>	Quendel-Weide	20,00	15,00
<i>Silene acaulis</i>	Stängellos-Leimkraut	10,00	2,50
<i>Thamnobryum vermicularis</i>	Totengebeinsflechte	1,00	1,00
<i>Trifolium pallescens</i>	Moränen-Klee	5,00	5,00

Fläche	B03	Schicht	2004	2024
Aufnahmefläche	2x2m	Deckung der Schichten	[%]	[%]
Kartierer	Köstl	Erde (unbedeckt)		20
Datum	17-Jul-24	Fels	1	13
Seehöhe [m]	2701	Kryptogame	5	2
Exposition	205	Schutt	25	
Neigung [°]	15	Vegetation gesamt	70	65



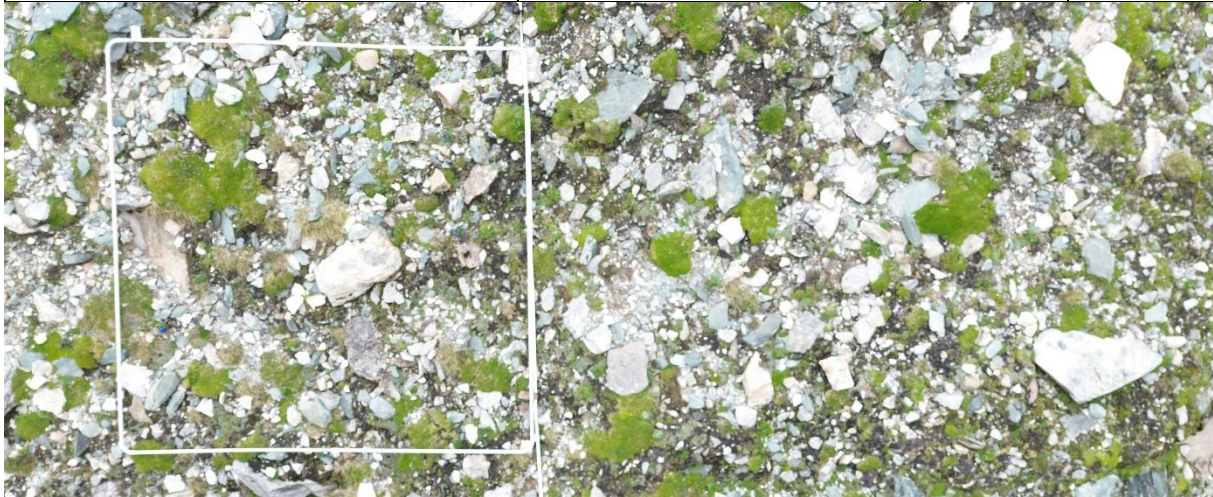
Taxon (ohne Autor)	Taxon Deutsch	2004 Deckung [%]	2024 Deckung [%]
<i>Carex rupestris</i>	Felsen-Segge	2,00	0,10
<i>Cetraria islandica</i>	Isländisches Moos		0,10
<i>Draba aizoides</i>	Immergrün-Felsenblümchen	0,01	0,10
<i>Draba fladnizensis</i>	Flattnitz-Felsenblümchen	0,20	0,10
<i>Draba hoppeana</i>	Hoppe-Felsenblümchen	0,20	0,10
<i>Euphrasia minima</i>	Zwerg-Augentrost	0,01	0,10
<i>Kobresia myosuroides</i>	Nacktried	15,00	10,00
<i>Leontopodium alpinum</i> ssp. <i>alpinum</i>	Eigentliche Alpen-Edelweiß	2,00	1,00
<i>Minuartia gerardii</i>	Alpen-Frühlings-Miere	0,50	2,00
<i>Minuartia sedoides</i>	Zwerg-Miere	1,00	1,00
<i>Oxytropis campestris</i> var. <i>campestris</i>	Gewöhnlicher Feld-Spitzkiel	1,00	2,00
<i>Pedicularis aspleniifolia</i>	Farnblatt-Läusekraut	2,00	0,10
<i>Persicaria vivipara</i>	Knöllchen-Knöterich		0,10
<i>Phyteuma globulariifolium</i>	Wenigblüten-Teufelskralle	0,02	0,10
<i>Poa molinerii</i>	Innenalpen-Rispe	0,50	1,00
<i>Primula minima</i>	Zwerg-Primel	2,00	0,10
<i>Salix serpyllifolia</i>	Quendel-Weide	35,00	40,00
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	Gegenblatt-Steinbrech	0,50	0,10
<i>Silene acaulis</i>	Stängellos-Leimkraut	3,00	0,10
<i>Thamnolia vermicularis</i>	Totengebeinsflechte	1,00	0,10
<i>Trifolium pallescens</i>	Moränen-Klee	15,00	3,00

Fläche	B04	Schicht	2004	2024
Aufnahmefläche	2x2m	Deckung der Schichten	[%]	[%]
Kartierer	Köstl	Erde (unbedeckt)		26
Datum	17-Jul-24	Fels	10	28
Seehöhe [m]	2698	Kryptogame		
Exposition	210	Schutt	70	
Neigung [°]	38	Vegetation gesamt	20	46



Taxon (ohne Autor)	Taxon Deutsch	2004 Deckung [%]	2024 Deckung [%]
<i>Artemisia genipi</i>	Schwarz-Edelraute	2,00	0,10
<i>Comastoma nanum</i>	Zwerg-Haarschlund	0,10	
<i>Draba fladnizensis</i>	Flattnitz-Felsenblümchen	0,01	0,10
<i>Kobresia myosuroides</i>	Nacktried		1,00
<i>Leontopodium alpinum ssp. alpinum</i>	Eigentliche Alpen-Edelweiß	2,00	1,00
<i>Minuartia gerardii</i>	Alpen-Frühlings-Miere	2,00	0,10
<i>Minuartia sedoides</i>	Zwerg-Miere	1,00	1,00
<i>Oxytropis campestris var. campestris</i>	Gewöhnlicher Feld-Spitzkiel	0,10	0,10
<i>Pedicularis asplenifolia</i>	Farnblatt-Läusekraut	2,00	0,10
<i>Poa molinerii</i>	Innenalpen-Rispe	2,00	0,10
<i>Salix serpyllifolia</i>	Quendel-Weide		0,50
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	Gegenblatt-Steinbrech	4,00	0,10
<i>Saxifraga rudolphiana</i>	Rudolphi-Steinbrech	0,10	0,10
<i>Silene acaulis</i>	Stängellos-Leimkraut	2,00	10,00
<i>Trifolium pallescens</i>	Moränen-Klee	0,50	10,00
<i>Trisetum spicatum ssp. ovatipaniculatum</i>	Eirispiger Ähren-Goldhafer	0,01	0,10

Fläche	B05	Schicht	2004	2024
Aufnahmefläche	2x2m	Deckung der Schichten	[%]	[%]
Kartierer	Köstl	Erde (unbedeckt)		
Datum	17-Jul-24	Fels		
Seehöhe [m]	2691	Kryptogame		20
Exposition	210	Schutt	75	40
Neigung [°]	28	Vegetation gesamt	25	40



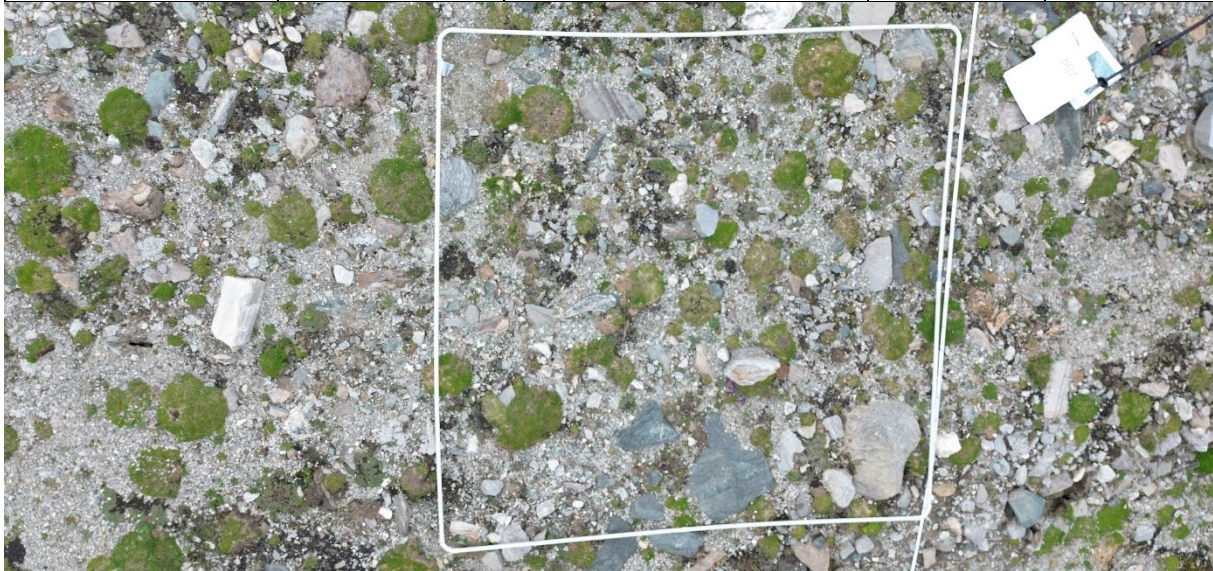
Taxon (ohne Autor)	Taxon Deutsch	2004 Deckung [%]	2024 Deckung [%]
<i>Androsace obtusifolia</i>	Stumpfblatt-Mannsschild		0,10
<i>Artemisia genipi</i>	Schwarz-Edelraute	1,00	0,10
<i>Botrychium lunaria</i>	Mond-Rautenfarn		0,10
<i>Carex atrata</i>	Trauer-Segge		0,10
<i>Cerastium uniflorum</i>	Silikat-Hornkraut	1,00	0,10
<i>Comastoma nanum</i>	Zwerg-Haarschlund	0,01	
<i>Draba hoppeana</i>	Hoppe-Felsenblümchen	0,01	0,10
<i>Erigeron uniflorus</i>	Einkopf-Berufkraut	0,50	1,00
<i>Euphrasia minima</i>	Zwerg-Augentrost	0,01	0,10
<i>Festuca pumila</i>	Zwerg-Schwingel	2,00	2,00
<i>Gentiana orbicularis</i>	Rundblatt-Enzian	0,01	0,50
<i>Leontopodium alpinum ssp. alpinum</i>	Eigentliche Alpen-Edelweiß	0,50	1,00
<i>Linaria alpina</i>	Alpen-Leinkraut	0,01	0,10
<i>Minuartia gerardii</i>	Alpen-Frühlings-Miere	1,00	0,10
<i>Minuartia sedoides</i>	Zwerg-Miere	2,00	0,10
<i>Pachypleurum mutellinoides</i>	Einfach-Zwergmutterwurz	0,01	0,10
<i>Pedicularis aspleniifolia</i>	Farnblatt-Läusekraut	1,00	0,10
<i>Phyteuma globulariifolium</i>	Wenigblüten-Teufelskralle	0,01	0,10
<i>Poa alpina</i>	Alpen-Rispe	1,00	0,10
<i>Poa molinerii</i>	Innenalpen-Rispe	0,10	0,10
<i>Primula minima</i>	Zwerg-Primel	0,10	0,10
<i>Saxifraga androsacea</i>	Mannsschild-Steinbrech	0,01	0,50
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	Gegenblatt-Steinbrech	0,50	1,00
<i>Saxifraga rudolphiana</i>	Rudolphi-Steinbrech	5,00	2,50
<i>Sedum atratum ssp. atratum</i>	Eigentlicher Dunkel-Mauerpfeffer	2,00	0,10
<i>Silene acaulis</i>	Stängellos-Leimkraut	5,00	20,00
<i>Trifolium pallescens</i>	Moränen-Klee	3,00	1,00
<i>Trisetum spicatum ssp. ovatipaniculatum</i>	Eirispiger Ähren-Goldhafer	0,01	

Fläche	B06	Schicht	2002	2024
Aufnahmefläche	2x2m	Deckung der Schichten	[%]	[%]
Kartierer	Köstl	Erde (unbedeckt)		16
Datum	17-Jul-24	Fels		55
Seehöhe [m]	2684	Kryptogame		
Exposition	210	Schutt	85	
Neigung [°]	26	Vegetation gesamt	15	29



Taxon (ohne Autor)	Taxon Deutsch	2002 Deckung [%]	2024 Deckung [%]
<i>Achillea atrata</i>	Schwarzrand-Schafgarbe		0,10
<i>Achillea clavennae</i>	Steinraute		0,10
<i>Arabis caerulea</i>	Blau-Gänsekresse	0,01	0,10
<i>Artemisia genipi</i>	Schwarz-Edelraute	0,01	0,10
<i>Campanula scheuchzeri</i>	Scheuchzer-Glockenblume	0,01	0,10
<i>Cerastium uniflorum</i>	Silikat-Hornkraut	0,50	0,10
<i>Draba hoppeana</i>	Hoppe-Felsenblümchen	0,01	0,10
<i>Erigeron uniflorus</i>	Einkopf-Berufkraut	0,50	0,10
<i>Festuca pumila</i>	Zwerg-Schwingel	0,50	1,00
<i>Gentiana orbicularis</i>	Rundblatt-Enzian		0,10
<i>Hornungia alpina</i>	Alpen-Gamskresse	0,01	0,10
<i>Linaria alpina</i>	Alpen-Leinkraut	0,50	
<i>Minuartia gerardii</i>	Alpen-Frühlings-Miere	0,50	0,10
<i>Minuartia sedoides</i>	Zwerg-Miere	0,50	3,00
<i>Myosotis alpestris</i>	Alpen-Vergissmeinnicht		0,10
<i>Pedicularis asplenifolia</i>	Farnblatt-Läusekraut	0,50	0,10
<i>Poa alpina</i>	Alpen-Rispe	0,01	0,10
<i>Poa molinerii</i>	Innenalpen-Rispe	2,00	0,10
<i>Saxifraga aizoides</i>	Bach-Steinbrech	0,01	0,10
<i>Saxifraga androsacea</i>	Mannsschild-Steinbrech		0,10
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	Gegenblatt-Steinbrech	1,00	0,10
<i>Saxifraga rudolphiana</i>	Rudolphi-Steinbrech	2,00	10,00
<i>Sedum atratum</i> ssp. <i>atratum</i>	Eigentlicher Dunkel-Mauerpfeffer	0,01	0,10
<i>Senecio carniolicus</i>	Krainer Greiskraut	0,01	
<i>Silene acaulis</i>	Stängellos-Leimkraut	1,00	10,00
<i>Trifolium pallescens</i>	Moränen-Klee	0,10	1,00
<i>Veronica alpina</i>	Alpen-Ehrenpreis		0,10

Fläche	B07	Schicht	2002	2024
Aufnahmefläche	2x2m	Deckung der Schichten	[%]	[%]
Kartierer	Kirchmeir	Erde (unbedeckt)		
Datum	17-Jul-24	Fels		
Seehöhe [m]	2680	Kryptogame	1	5
Exposition	210	Schutt	90	55
Neigung [°]	2	Vegetation gesamt	10	40



Taxon (ohne Autor)	Taxon Deutsch	2002 Deckung [%]	2024 Deckung [%]
<i>Arenaria ciliata</i>	Eigentliches Wimper-Sandkraut	0,50	
<i>Artemisia genipi</i>	Schwarz-Edelraute	0,01	0,10
<i>Bartsia alpina</i>	Alpenhelm	0,10	
<i>Cerastium uniflorum</i>	Silikat-Hornkraut	0,50	
<i>Draba hoppeana</i>	Hoppe-Felsenblümchen	0,10	0,10
<i>Draba siliquosa</i>	Kärnten-Felsenblümchen	0,01	
<i>Erigeron uniflorus</i>	Einkopf-Berufkraut		0,10
<i>Festuca alpina</i>	Alpen-Schwingel	0,50	0,10
<i>Hornungia alpina</i>	Alpen-Gamskresse	0,01	
<i>Leontopodium alpinum ssp. alpinum</i>	Eigentliche Alpen-Edelweiß	0,01	0,10
<i>Linaria alpina</i>	Alpen-Leinkraut	0,10	
<i>Minuartia gerardii</i>	Alpen-Frühlings-Miere		0,10
<i>Minuartia sedoides</i>	Zwerg-Miere	0,50	5,00
<i>Pedicularis aspleniifolia</i>	Farnblatt-Läusekraut		0,10
<i>Poa alpina</i>	Alpen-Rispe	0,01	0,10
<i>Poa molinerii</i>	Innenalpen-Rispe	2,00	0,10
<i>Salix reticulata</i>	Netz-Weide		0,20
<i>Saxifraga aizoides</i>	Bach-Steinbrech	0,01	
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	Gegenblatt-Steinbrech	0,50	0,20
<i>Saxifraga rudolphiana</i>	Rudolphi-Steinbrech	2,00	0,20
<i>Sedum atratum ssp. atratum</i>	Eigentlicher Dunkel-Mauerpfeffer		0,10
<i>Silene acaulis</i>	Stängellos-Leimkraut	2,00	30,00
<i>Trifolium pallescens</i>	Moränen-Klee	0,50	0,10
<i>Trisetum spicatum ssp. ovatipaniculatum</i>	Eirispiger Ähren-Goldhafer	0,01	0,10
<i>Veronica bellidioides ssp. bellidioides</i>	Eigentlicher Gänseblümchen-Ehrenpreis		0,10

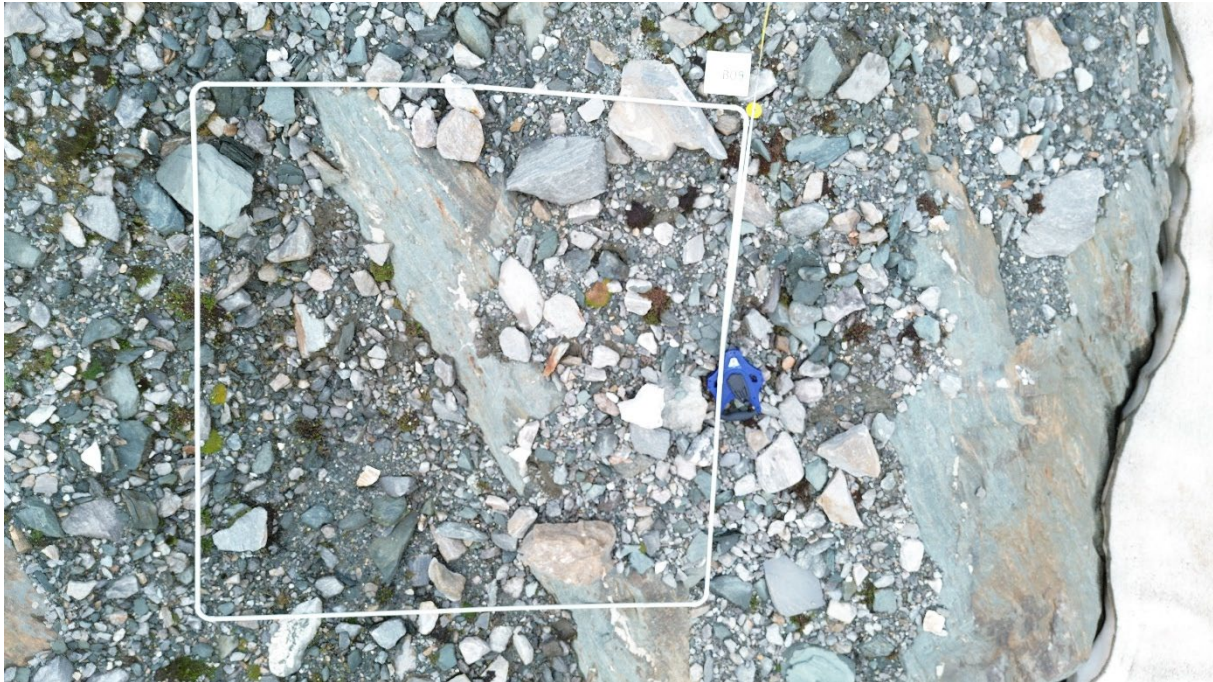
Fläche	B08	Schicht	2002	2024
Aufnahmefläche	2x2m	Deckung der Schichten	[%]	[%]
Kartierer	Kirchmeir	Schnee		40
Datum	17-Jul-24	Fels		40
Seehöhe [m]	2676	Kryptogame	1	
Exposition	210	Schutt	90	
Neigung [°]	21	Vegetation gesamt	10	20



Die Fläche befindet sich am Schneerand auf der linken Seite des Transektes (gelbes Maßband) und ist im unteren Bereich von 40 % Schnee bedeckt.

Taxon (ohne Autor)	Taxon Deutsch	2002 Deckung [%]	2024 Deckung [%]
<i>Arenaria ciliata</i>	Eigentliches Wimper-Sandkraut	0,50	
<i>Artemisia genipi</i>	Schwarz-Edelraute	2,00	0,10
<i>Cerastium uniflorum</i>	Silikat-Hornkraut	0,50	0,10
<i>Erysimum sylvestre</i> agg.	Sammelart Felsen-Goldlack	0,50	
<i>Festuca pumila</i>	Zwerg-Schwingel		0,50
<i>Linaria alpina</i>	Alpen-Leinkraut	1,00	
<i>Minuartia sedoides</i>	Zwerg-Miere	0,50	2,00
<i>Poa molinerii</i>	Innenalpen-Rispe	0,50	0,10
<i>Saxifraga aizoides</i>	Bach-Steinbrech		2,00
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	Gegenblatt-Steinbrech	2,00	10,00
<i>Sedum atratum</i> ssp. <i>atratum</i>	Eigentlicher Dunkel-Mauerpfeffer		1,00
<i>Silene acaulis</i>	Stängellos-Leimkraut	1,00	5,00

Fläche	B09	Schicht	2002	2024
Aufnahmefläche	2x2m	Deckung der Schichten	[%]	[%]
Kartierer	Köstl	Erde (unbedeckt)		2
Datum	17-Jul-24	Fels		16
Seehöhe [m]	2666	Kryptogame		1
Exposition	210	Schutt		80
Neigung [°]	19	Vegetation gesamt		2



Taxon (ohne Autor)	Taxon Deutsch	2002 Deckung [%]	2024 Deckung [%]
<i>Arabis caerulea</i>	Blau-Gänsekresse		0,10
<i>Artemisia genipi</i>	Schwarz-Edelraute		0,10
<i>Cerastium uniflorum</i>	Silikat-Hornkraut		0,10
<i>Hornungia alpina</i>	Alpen-Gamskresse		0,10
<i>Minuartia gerardii</i>	Alpen-Frühlings-Miere		0,10
<i>Minuartia sedoides</i>	Zwerg-Miere		0,10
<i>Poa molinerii</i>	Innenalpen-Rispe		0,10
<i>Saxifraga aizoides</i>	Bach-Steinbrech		1,00
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	Gegenblatt-Steinbrech		0,10
<i>Saxifraga rudolphiana</i>	Rudolphi-Steinbrech		0,10
<i>Silene acaulis</i>	Stängellos-Leimkraut		0,10

Fläche	B30	Schicht	2002	2024
Aufnahmefläche	2x2m	Deckung der Schichten	[%]	[%]
Kartierer	Kirchmeir	Erde (unbedeckt)		2
Datum	17-Jul-24	Fels		
Seehöhe [m]	2704	Kryptogame	1	2
Exposition	133	Schutt		
Neigung [°]	7	Vegetation gesamt	99	95



Taxon (ohne Autor)	Taxon Deutsch	2002 Deckung [%]	2024 Deckung [%]
<i>Botrychium lunaria</i>	Mond-Rautenfarn	1,00	0,20
<i>Campanula scheuchzeri</i>	Scheuchzer-Glockenblume	2,00	0,10
<i>Carex rupestris</i>	Felsen-Segge		1,00
<i>Cetraria islandica</i>	Isländisches Moos		1,00
<i>Comastoma nanum</i>	Zwerg-Haarschlund	0,01	
<i>Draba aizoides</i>	Immergrün-Felsenblümchen	1,00	0,10
<i>Draba fladnizensis</i>	Flattnitz-Felsenblümchen	0,01	
<i>Erigeron uniflorus</i>	Einkopf-Berufkraut	2,00	0,10
<i>Erysimum sylvestre agg.</i>	Sammelart Felsen-Goldlack	1,00	
<i>Euphrasia minima</i>	Zwerg-Augentrost	0,10	0,10
<i>Festuca pumila</i>	Zwerg-Schwingel	15,00	15,00
<i>Galium anisophyllum</i>	Alpen-Labkraut	5,00	0,20
<i>Gentiana orbicularis</i>	Rundblatt-Enzian		2,00
<i>Juncus jacquinii</i>	Jacquin-Simse	7,00	5,00
<i>Juncus trifidus</i>	Dreiblatt-Simse	1,00	
<i>Kobresia myosuroides</i>	Nacktried	25,00	50,00
<i>Leontopodium alpinum ssp. alpinum</i>	Eigentliche Alpen-Edelweiß	15,00	5,00
<i>Minuartia gerardii</i>	Alpen-Frühlings-Miere		0,10
<i>Minuartia sedoides</i>	Zwerg-Miere	0,01	1,00
<i>Myosotis alpestris</i>	Alpen-Vergissmeinnicht	0,10	0,50
<i>Oxytropis campestris var. campestris</i>	Gewöhnlicher Feld-Spitzkiel	10,00	2,50



Taxon (ohne Autor)	Taxon Deutsch	2002 Deckung [%]	2024 Deckung [%]
<i>Persicaria vivipara</i>	Knöllchen-Knöterich	15,00	2,50
<i>Poa alpina</i>	Alpen-Rispe	10,00	1,00
<i>Potentilla aurea</i>	Gold-Fingerkraut	0,10	0,10
<i>Saxifraga moschata</i>	Moschus-Steinbrech		0,10
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	Gegenblatt-Steinbrech	0,01	
<i>Sesleria caerulea</i>	Kalk-Blaugras	5,00	0,50
<i>Silene acaulis</i>	Stängellos-Leimkraut	2,00	0,20
<i>Soldanella spec.</i>			0,50
<i>Thamnolia vermicularis</i>	Totengebeinsflechte	1,00	0,10

Transekt C

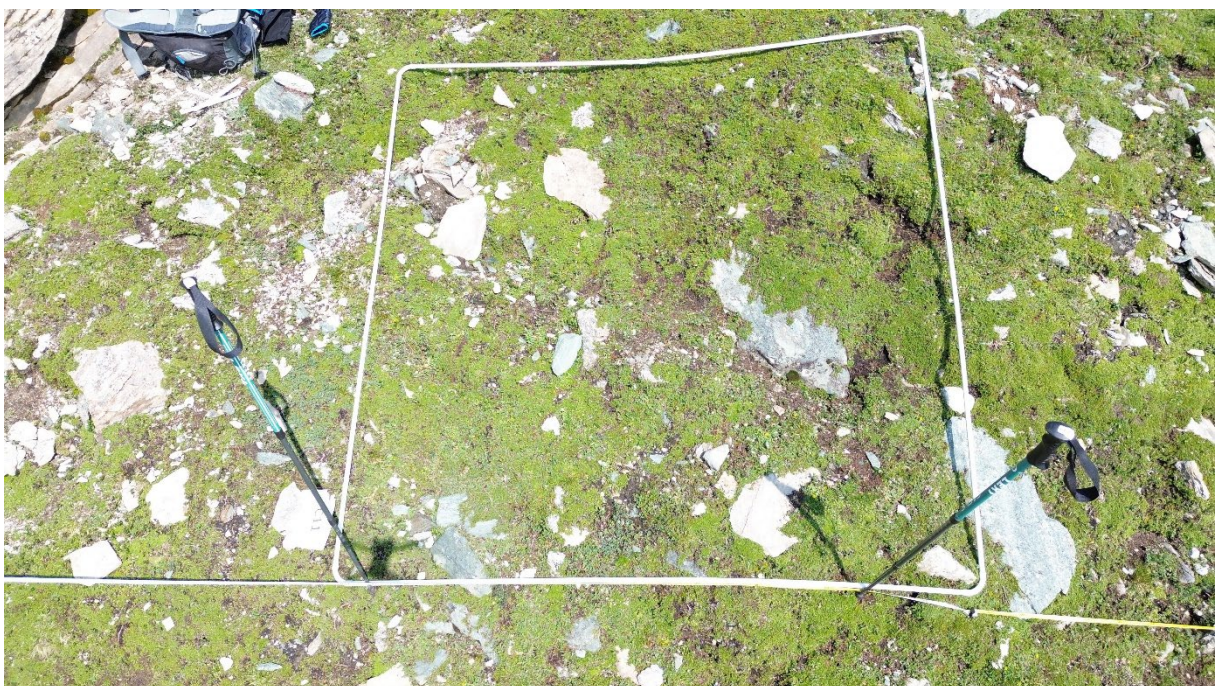
Fläche	C10	Schicht	2002	2024
Aufnahmefläche	2x2m	Deckung der Schichten	[%]	[%]
Kartierer	Köstl	Erde (unbedeckt)		2
Datum	18-Jul-24	Fels		
Seehöhe [m]	2606	Kryptogame	10	3
Exposition	135	Schutt		
Neigung [°]	42	Vegetation gesamt	90	95



Taxon (ohne Autor)	Taxon Deutsch	2002 Deckung [%]	2024 Deckung [%]
<i>Achillea atrata</i>	Schwarzrand-Schafgarbe	0,20	0,10
<i>Agrostis alpina</i>	Alpen-Straußgras	0,10	0,10
<i>Anthoxanthum alpinum</i>	Alpen-Ruchgras	0,10	4,00
<i>Arenaria ciliata</i>	Eigentliches Wimper-Sandkraut	0,10	0,10
<i>Avenula versicolor ssp. versicolor</i>	Eigentlich-Bunthafer	2,00	1,00
<i>Bartsia alpina</i>	Alpenhelm	0,10	0,10
<i>Bellidiastrum michelii</i>	Sternlieb	1,00	10,00
<i>Campanula scheuchzeri</i>	Scheuchzer-Glockenblume	0,10	4,00
<i>Carex ferruginea</i>	Rost-Segge	5,00	3,00
<i>Carex parviflora</i>	Kleinblüten-Segge	0,01	
<i>Carex sempervirens ssp. sempervirens</i>	Eigentliche Horst-Segge	0,50	10,00
<i>Erigeron uniflorus</i>	Einkopf-Berufkraut		0,10
<i>Euphrasia minima</i>	Zwerg-Augentrost	0,10	0,10
<i>Festuca pulchella</i>	Zier-Schön-Schwingel	0,01	3,00
<i>Festuca pumila</i>	Zwerg-Schwingel	3,00	2,00
<i>Galium anisophyllum</i>	Alpen-Labkraut	0,01	0,10
<i>Gentiana spec.</i>		0,01	0,10
<i>Geum reptans</i>	Kriech-Nelkenwurz	0,10	0,10
<i>Hedysarum hedysaroides</i>	Alpen-Süßklee	1,00	3,00
<i>Homogyne alpina</i>	Alpen-Brandlattich	1,00	3,00
<i>Juncus jacquinii</i>	Jacquin-Simse	35,00	1,00
<i>Juncus trifidus</i>	Dreiblatt-Simse		0,10

Taxon (ohne Autor)	Taxon Deutsch	2002 Deckung [%]	2024 Deckung [%]
<i>Kobresia myosuroides</i>	Nacktried	15,00	10,00
<i>Pericaria vivipara</i>	Knöllchen-Knöterich	5,00	3,00
<i>Phyteuma orbiculare</i>	Rundkopf-Teufelskralle		0,10
<i>Poa alpina</i>	Alpen-Rispe	1,00	2,00
<i>Potentilla crantzii</i>	Crantz-Fingerkraut		0,10
<i>Pulsatilla alpina</i>	Alpen-Küchenschelle		2,00
<i>Ranunculus montanus</i>	Berg-Hahnenfuß	1,00	2,00
<i>Salix serpyllifolia</i>	Quendel-Weide	7,00	10,00
<i>Saussurea alpina</i> ssp. <i>alpina</i>	Eigentliche Gewöhnlich-Alpen-scharte	3,00	2,00
<i>Selaginella selaginoides</i>	Alpen-Moosfarn	0,01	0,10
<i>Sesleria caerulea</i>	Kalk-Blaugras	3,00	4,00
<i>Silene acaulis</i>	Stängellos-Leimkraut	2,00	0,10
<i>Soldanella spec.</i>		0,10	0,10
<i>Thymus praecox</i>	Kriech-Quendel	0,50	2,00
<i>Trifolium pallescens</i>	Moränen-Klee		1,00
<i>Trifolium pratense</i> ssp. <i>nivale</i>	Schneeweißer Wiesen-Klee	0,10	2,00
<i>Veronica aphylla</i>	Nackstiel-Ehrenpreis		0,10
<i>Veronica bellidioides</i> ssp. <i>bellidioides</i>	Eigentlicher Gänseblümchen-Ehrenpreis		0,10

Fläche	C11	Schicht	2002	2024
Aufnahmefläche	2x2m	Deckung der Schichten	[%]	[%]
Kartierer	Kirchmeir	Erde (unbedeckt)		10
Datum	18-Jul-24	Fels	15	20
Seehöhe [m]	2608	Kryptogame		
Exposition	135	Schutt	10	
Neigung [°]	34	Vegetation gesamt	75	70



Taxon (ohne Autor)	Taxon Deutsch	2002 Deckung [%]	2024 Deckung [%]
<i>Arabis caerulea</i>	Blau-Gänsekresse	0,01	
<i>Arenaria ciliata</i>	Eigentliches Wimper-Sandkraut	0,02	
<i>Astragalus alpinus ssp. alpinus</i>	Eigentlicher Alpen-Tragant	0,10	1,00
<i>Bartsia alpina</i>	Alpenhelm	5,00	2,00
<i>Campanula cochleariifolia</i>	Zwerg-Glockenblume	0,01	
<i>Carex capillaris</i>	Haarstiel-Segge	0,20	
<i>Carex ornithopodioides</i>	Alpen-Vogelfuß-Segge		0,10
<i>Carex parviflora</i>	Kleinblüten-Segge	0,10	
<i>Carex rupestris</i>	Felsen-Segge		0,10
<i>Draba aizoides</i>	Immergrün-Felsenblümchen	0,01	
<i>Draba hoppeana</i>	Hoppe-Felsenblümchen		0,10
<i>Erigeron uniflorus</i>	Einkopf-Berufkraut	0,01	0,10
<i>Euphrasia minima</i>	Zwerg-Augentrost	0,05	0,10
<i>Festuca pumila</i>	Zwerg-Schwingel	0,05	
<i>Galium anisophyllum</i>	Alpen-Labkraut	0,01	0,10
<i>Homogyne alpina</i>	Alpen-Brandlattich		0,10
<i>Juncus trifidus</i>	Dreiblatt-Simse		0,10
<i>Kobresia myosuroides</i>	Nacktried	0,05	1,00
<i>Leontopodium alpinum ssp. alpinum</i>	Eigentliche Alpen-Edelweiß	0,01	
<i>Linaria alpina</i>	Alpen-Leinkraut	0,01	0,10
<i>Minuartia gerardii</i>	Alpen-Frühlings-Miere		0,10
<i>Pedicularis asplenifolia</i>	Farnblatt-Läusekraut	0,05	0,10
<i>Persicaria vivipara</i>	Knöllchen-Knöterich	0,10	0,10
<i>Poa alpina</i>	Alpen-Rispe	0,05	0,10
<i>Salix serpyllifolia</i>	Quendel-Weide	60,00	60,00
<i>Saxifraga aizoides</i>	Bach-Steinbrech	1,00	
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	Gegenblatt-Steinbrech	0,05	0,10
<i>Sedum atratum ssp. atratum</i>	Eigentlicher Dunkel-Mauerpfeffer	0,02	0,10
<i>Silene acaulis</i>	Stängellos-Leimkraut	2,00	0,10
<i>Trifolium badium</i>	Braun-Klee	2,00	
<i>Trifolium pallescens</i>	Moränen-Klee	0,05	1,00
<i>Trifolium pratense ssp. nivale</i>	Schneeweißer Wiesen-Klee	0,02	0,10
<i>Veronica alpina</i>	Alpen-Ehrenpreis	0,01	0,10

Fläche	C12	Schicht	2002	2024
Aufnahmefläche	2x2m	Deckung der Schichten	[%]	[%]
Kartierer	Köstl	Erde (unbedeckt)		2
Datum	18-Jul-24	Fels	70	96
Seehöhe [m]	2609	Kryptogame	1	
Exposition	148	Schutt	15	
Neigung [°]	40	Vegetation gesamt	15	2




Taxon (ohne Autor)	Taxon Deutsch	2002 Deckung [%]	2024 Deckung [%]
<i>Arenaria ciliata</i>	Eigentliches Wimper-Sandkraut	0,02	
<i>Artemisia genipi</i>	Schwarz-Edelraute	10,00	0,10
<i>Astragalus alpinus ssp. alpinus</i>	Eigentlicher Alpen-Tragant		0,10
<i>Campanula cochleariifolia</i>	Zwerg-Glockenblume		0,10
<i>Festuca alpina</i>	Alpen-Schwingel	1,00	1,00
<i>Gentiana spec.</i>			0,10
<i>Leontopodium alpinum ssp. alpinum</i>	Eigentliche Alpen-Edelweiß		0,10
<i>Poa alpina</i>	Alpen-Rispe	0,10	0,10
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	Gegenblatt-Steinbrech	3,00	1,00
<i>Sedum atratum ssp. atratum</i>	Eigentlicher Dunkel-Mauerpfeffer		0,10
<i>Thymus praecox</i>	Kriech-Quendel		0,10

Fläche	C13	Schicht	2002	2024
Aufnahmefläche	2x2m	Deckung der Schichten	[%]	[%]
Kartierer	Kirchmeir	Erde (unbedeckt)		
Datum	18-Jul-24	Fels	10	15
Seehöhe [m]	2609	Kryptogame	10	5
Exposition	148	Schutt	45	20
Neigung [°]	40	Vegetation gesamt	35	60



Taxon (ohne Autor)	Taxon Deutsch	2002 Deckung [%]	2024 Deckung [%]
<i>Androsace spec.</i>		0,01	
<i>Arenaria ciliata</i>	Eigentliches Wimper-Sandkraut	0,10	
<i>Artemisia genipi</i>	Schwarz-Edelraute	0,01	
<i>Astragalus alpinus ssp. alpinus</i>	Eigentlicher Alpen-Tragant		1,00
<i>Bartsia alpina</i>	Alpenhelm		0,10
<i>Botrychium lunaria</i>	Mond-Rautenfarn		0,10
<i>Campanula cochleariifolia</i>	Zwerg-Glockenblume	0,50	
<i>Campanula scheuchzeri</i>	Scheuchzer-Glockenblume	0,20	
<i>Carex capillaris</i>	Haarstiel-Segge	0,10	1,00
<i>Comastoma nanum</i>	Zwerg-Haarschlund	0,10	
<i>Erigeron uniflorus</i>	Einkopf-Berufkraut	0,10	
<i>Euphrasia minima</i>	Zwerg-Augentrost		0,10
<i>Festuca alpina</i>	Alpen-Schwingel	3,00	0,10
<i>Festuca pumila</i>	Zwerg-Schwingel	15,00	
<i>Gentiana bavarica</i>	Bayern-Enzian	1,00	0,10
<i>Kobresia myosuroides</i>	Nacktried		2,00
<i>Leontopodium alpinum ssp. alpinum</i>	Eigentliche Alpen-Edelweiß	3,00	0,10
<i>Linaria alpina</i>	Alpen-Leinkraut	0,01	
<i>Minuartia sedoides</i>	Zwerg-Miere	0,50	
<i>Oxytropis campestris var. campestris</i>	Gewöhnlicher Feld-Spitzkiel	1,00	0,10
<i>Pedicularis aspleniifolia</i>	Farnblatt-Läusekraut	2,00	0,50



<i>Pedicularis rostratocapitata</i> ssp. <i>rostratocapitata</i>	Eigentliches Kopf-Läusekraut	0,50	
<i>Persicaria vivipara</i>	Knöllchen-Knöterich		2,00
<i>Poa alpina</i>	Alpen-Rispe	0,50	0,10
<i>Salix serpyllifolia</i>	Quendel-Weide	3,00	45,00
<i>Saxifraga aizoides</i>	Bach-Steinbrech	1,00	0,10
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	Gegenblatt-Steinbrech	2,00	1,00
<i>Sedum atratum</i> ssp. <i>atratum</i>	Eigentlicher Dunkel-Mauerpfeffer	0,01	
<i>Silene acaulis</i>	Stängellos-Leimkraut	2,00	2,00
<i>Thymus praecox</i>	Kriech-Quendel	0,50	
<i>Trifolium pallescens</i>	Moränen-Klee	0,50	1,00
<i>Trisetum spicatum</i> ssp. <i>ovatipaniculatum</i>	Eirispiger Ähren-Goldhafer	0,50	

3.2 eDNA-Analyse der Bodenproben

Ergebnisse der Cytochrome Oxidase Subunit I (COI) - Analyse

Die folgenden Tabellen zeigen die Nachweise der COI-Analyse nach Transekten (ohne die Stämme Nessel- und Wirbeltiere) mit mehr als 10 Reads. Alle Reads, die der gleichen Taxonomie und dem gleichen Level zugeordnet wurden, wurden addiert, um Duplikate in den Nachweisen zu entfernen. Nachweise für die Reiche Animalia, Fungi und Protista sind hier zu finden. Hier wurden die Ergebnisse der NCBI (National Center for Biotechnology Information) - und BOLD-Datenbanken (Barcode of Life Data System) von AIM selbst zusammengeführt und gefiltert. Die Nachweise der beiden Datenbanken gehen dabei weit auseinander, was die vielen Nachweise, aber die geringe Auflösung der Taxa (viele NA-Nachweise und Bestimmungen auf höchstens Klassen- oder Ordnungsniveau) erklärt. Art- und Gattungsbestimmungen in Ocker zeigen Fehlbestimmungen – dies sind Taxa, die nur in Nordamerika oder Asien zu finden sind. Deren Nachweise gehen auf Fehler in der Datenbank oder das Vorhandensein nahe verwandter Taxa zurück.

Tabelle 7: Artenliste der COI-Analyse im Transekt A (Schriftfarbe ocker = Fehlbestimmung; NA = unbekanntes Taxon).

Reich	Stamm	Klasse	Ordnung	Familie	Gattung & Art	Reads
Animalia	Annelida	Clitellata	Crassiclitellata	Lumbricidae	<i>Lumbricus terrestris</i>	45
Animalia	Arthropoda	Arachnida	Araneae	Dictynidae	<i>Embylina phylax</i>	118
Animalia	Arthropoda	Arachnida	Araneae	Linyphiidae	<i>Pityohyphantes sp.</i>	54
Animalia	Arthropoda	Arachnida	Araneae	Linyphiidae	NA	1784
Animalia	Arthropoda	Arachnida	Araneae	Salticidae	<i>Pelegrina flavipes</i>	11
Animalia	Arthropoda	Arachnida	Araneae	Salticidae	NA	33
Animalia	Arthropoda	Arachnida	Araneae	Tetragnathidae	<i>Tetragnatha yesoensis</i>	25
Animalia	Arthropoda	Arachnida	Araneae	NA	NA	244
Animalia	Arthropoda	Arachnida	Opiliones	Phalangiidae	<i>Platybunus pinetorum</i>	13
Animalia	Arthropoda	Arachnida	Sarcoptiformes	NA	NA	13
Animalia	Arthropoda	Arachnida	Trombidiformes	NA	NA	343
Animalia	Arthropoda	Arachnida	Opiliones	Phalangiidae	<i>Mitopus sp.</i>	30
Animalia	Arthropoda	Arachnida	NA	NA	NA	332
Animalia	Arthropoda	Collembola	Entomobryomorpha	NA	NA	24
Animalia	Arthropoda	Collembola	Neelipleona	NA	NA	415
Animalia	Arthropoda	Collembola	Poduromorpha	NA	NA	10571
Animalia	Arthropoda	Collembola	NA	NA	NA	6765
Animalia	Arthropoda	Insecta	Blattodea	Ectobiidae	NA	18
Animalia	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Curculionidae	<i>Linnaea aenea</i>	12
Animalia	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Curculionidae	<i>Polydrusus sp.</i>	49
Animalia	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Curculionidae	<i>Scolytus platypus tycon</i>	23
Animalia	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elateridae	<i>Athous subfuscus</i>	221
Animalia	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elateridae	<i>Dalopius sp.</i>	92
Animalia	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Latridiidae	<i>Corticaria serrata</i>	12
Animalia	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Staphylinidae	NA	98
Animalia	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	NA	NA	93
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Anthomyiidae	<i>Delia sp.</i>	46
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Anthomyiidae	<i>Pegomya sp.</i>	20
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Anthomyiidae	NA	65
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Asilidae	NA	44
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Cecidomyiidae	NA	38
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Bryophanocladus nigrus</i>	15
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Chironomus sp.</i>	26
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Smittia edwardsi</i>	40
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	NA	128
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Dolichopodidae	<i>Gymnopternus sp.</i>	25
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Dolichopodidae	<i>Medetera sp.</i>	67
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Empididae	<i>Empis livida</i>	86
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Fanniidae	<i>Fannia ringdahlana</i>	56
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Hybotidae	<i>Tachypeza nubila</i>	85
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Limoniidae	NA	28
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Muscidae	<i>Spilogona sp.</i>	15
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Mycetophilidae	<i>Mycetophila sp.</i>	88
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Phoridae	NA	63
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Polleniidae	<i>Pollenia sp.</i>	22
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Sarcophagidae	<i>Sarcophaga variegata</i>	19
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Sepsidae	<i>Sepsis sp.</i>	38
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Simuliidae	<i>Prosimulium kiotoense</i>	44
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Sphaeroceridae	<i>Spelobia semiculata</i>	16
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Syrphidae	<i>Episyrphus sp.</i>	14
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Tabanidae	<i>Tabanus chrysurus</i>	40

Reich	Stamm	Klasse	Ordnung	Familie	Gattung & Art	Reads
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Tachinidae	<i>Tachina sp.</i>	13
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	NA	NA	3220
Animalia	Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Cicadellidae	NA	59
Animalia	Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Cicadidae	<i>Auritibicen bihamatus</i>	79
Animalia	Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Miridae	<i>Lygocoris pabulinus</i>	75
Animalia	Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Nabidae	NA	43
Animalia	Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Pentatomidae	<i>Palomena sp.</i>	29
Animalia	Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Rhopalidae	<i>Stictopleurus punctiventris</i>	14
Animalia	Arthropoda	Insecta	Hemiptera	NA	NA	57
Animalia	Arthropoda	Insecta	Hymenoptera	Formicidae	<i>Formica sp.</i>	15
Animalia	Arthropoda	Insecta	Hymenoptera	Formicidae	<i>Myrmica kotokui</i>	88
Animalia	Arthropoda	Insecta	Hymenoptera	Formicidae	<i>Lasius platythorax</i>	19
Animalia	Arthropoda	Insecta	Hymenoptera	Ichneumonidae	<i>Exochus flavomarginatus</i>	15
Animalia	Arthropoda	Insecta	Hymenoptera	Vespidae	<i>Dolichovespula sp.</i>	14
Animalia	Arthropoda	Insecta	Hymenoptera	Xyelidae	<i>Xyela sp.</i>	33
Animalia	Arthropoda	Insecta	Hymenoptera	NA	NA	141
Animalia	Arthropoda	Insecta	Lepidoptera	Gelechiidae	<i>Athrips rancidella</i>	44
Animalia	Arthropoda	Insecta	Lepidoptera	Geometridae	<i>Ectropis crepuscularia</i>	32
Animalia	Arthropoda	Insecta	Lepidoptera	Noctuidae	<i>Noctua sp.</i>	84
Animalia	Arthropoda	Insecta	Lepidoptera	Noctuidae	NA	27
Animalia	Arthropoda	Insecta	Lepidoptera	Tortricidae	<i>Acleris maccana</i>	25
Animalia	Arthropoda	Insecta	Lepidoptera	Lepidoptera	NA	100
Animalia	Arthropoda	Insecta	Orthoptera	Acrididae	<i>Chorthippus sp.</i>	14
Animalia	Arthropoda	Insecta	Orthoptera	Acrididae	<i>Gomphocerippus rufus</i>	36
Animalia	Arthropoda	Insecta	Orthoptera	Acrididae	<i>Stenobothrus sp.</i>	17
Animalia	Arthropoda	Insecta	Psocoptera	Psocidae	<i>Longivalvus sp.</i>	11
Animalia	Arthropoda	Insecta	Thysanoptera	Thripidae	NA	14
Animalia	Arthropoda	Insecta	NA	NA	NA	5170
Animalia	Arthropoda	NA	NA	NA	NA	2025
Animalia	Mollusca	Gastropoda	Stylommatophora	Hygromiidae	<i>Petasia sp.</i>	27
Animalia	Mollusca	Gastropoda	Stylommatophora	Succineidae	<i>Succinea sp.</i>	11
Animalia	Mollusca	Gastropoda	NA	NA	NA	177
Animalia	Mollusca	NA	NA	NA	NA	11
Animalia	Nematoda	Chromadorea	Rhabditida	Rhabdiasidae	NA	111
Animalia	Nematoda	Chromadorea	Rhabditida	NA	NA	236
Animalia	Nematoda	Chromadorea	NA	Aphelenchoididae	NA	135
Animalia	Nematoda	Chromadorea	NA	NA	NA	257
Animalia	Porifera	Demospongiae	NA	NA	NA	41
Animalia	Rotifera	Eurotatoria	NA	NA	NA	122
Fungi	Ascomycota	Eurotiomycetes	Eurotiales	Aspergillaceae	<i>Penicillium sp.</i>	287
Fungi	Ascomycota	Eurotiomycetes	Eurotiales	NA	NA	92
Fungi	Ascomycota	Leotiomycetes	Helotiales	NA	<i>Tetracladium sp.</i>	1058
Fungi	Ascomycota	Leotiomycetes	Helotiales	NA	NA	475
Fungi	Ascomycota	Leotiomycetes	NA	Pseudeurotiaceae	NA	17
Fungi	Ascomycota	Leotiomycetes	NA	NA	NA	158
Fungi	Ascomycota	Sordariomycetes	Hypocreales	Bionectriaceae	<i>Gliomastix sp.</i>	215
Fungi	Ascomycota	Sordariomycetes	Hypocreales	Cordycipitaceae	NA	14
Fungi	Ascomycota	Sordariomycetes	Hypocreales	Nectriaceae	NA	63
Fungi	Ascomycota	Sordariomycetes	Hypocreales	NA	NA	111
Fungi	Ascomycota	Sordariomycetes	NA	NA	NA	344
Fungi	Ascomycota	NA	NA	NA	NA	1195
Fungi	Basidiomycota	Agaricomycetes	Agaricales	Amanitaceae	NA	1108
Fungi	Basidiomycota	Agaricomycetes	Agaricales	Entolomataceae	NA	132
Fungi	Basidiomycota	Agaricomycetes	Agaricales	Hymenogastreae	NA	1119
Fungi	Basidiomycota	Agaricomycetes	Agaricales	NA	NA	149
Fungi	Basidiomycota	Agaricomycetes	NA	NA	NA	1143
Fungi	Oomycota	NA	Peronosporales	Peronosporaceae	NA	70
Fungi	Oomycota	NA	Peronosporales	NA	NA	54
Fungi	Oomycota	NA	Pythiales	Pythiaceae	NA	84
Fungi	Oomycota	NA	Pythiales	NA	NA	116
Fungi	Oomycota	NA	Saprolegniales	Saprolegniaceae	NA	32
Fungi	Oomycota	NA	Saprolegniales	NA	NA	52
Fungi	Oomycota	NA	NA	NA	NA	742
NA	Chlorophyta	Pyramimonadophyceae	Pyramimonadales	Pyramimonadaceae	NA	21
NA	Discosea	Flabellinia	NA	NA	NA	226
NA	Discosea	NA	Himatismenida	Cochliopodiidae	<i>Cochliopodium sp.</i>	123
NA	Discosea	NA	Himatismenida	Cochliopodiidae	NA	254
NA	Discosea	NA	Himatismenida	NA	NA	26
NA	Discosea	NA	Longamoebia	NA	NA	27
NA	Discosea	NA	NA	NA	NA	413
NA	Rhodophyta	Florideophyceae	Ceramiales	NA	NA	71
NA	Rhodophyta	Florideophyceae	NA	NA	NA	435
NA	Rhodophyta	NA	NA	NA	NA	162

Tabelle 8: Artenliste der COI-Analyse im Transekt B (graue Schrift = Fehlbestimmung; NA = unbekanntes Taxon).

Reich	Stamm	Klasse	Ordnung	Familie	Gattung & Art	Reads
Animalia	Annelida	Clitellata	Enchytraeida	Enchytraeidae	<i>Henlea glandulifera</i>	71
Animalia	Annelida	Clitellata	Enchytraeida	Enchytraeidae	<i>Henlea montana</i>	25
Animalia	Annelida	Clitellata	Enchytraeida	Enchytraeidae	NA	27
Animalia	Annelida	Clitellata	Tubificida	Naididae	<i>Tubifex tubifex</i>	18
Animalia	Annelida	Clitellata	NA	NA	NA	850
Animalia	Arthropoda	Arachnida	Araneae	Araneidae	<i>Araneus trifolium</i>	50
Animalia	Arthropoda	Arachnida	Araneae	Araneidae	<i>Cyclosa conica</i>	15
Animalia	Arthropoda	Arachnida	Araneae	Cheiracanthiidae	<i>Cheiracanthium sp.</i>	11
Animalia	Arthropoda	Arachnida	Araneae	Clubionidae	<i>Clubiona kulczynskii</i>	19
Animalia	Arthropoda	Arachnida	Araneae	Dictynidae	<i>Emblyna phylax</i>	18
Animalia	Arthropoda	Arachnida	Araneae	Linyphiidae	<i>Pityohyphantes sp.</i>	64
Animalia	Arthropoda	Arachnida	Araneae	Linyphiidae	NA	1306
Animalia	Arthropoda	Arachnida	Araneae	Philodromidae	<i>Philodromus sp.</i>	16
Animalia	Arthropoda	Arachnida	Araneae	NA	NA	1409
Animalia	Arthropoda	Arachnida	Opiliones	Phalangiidae	NA	52
Animalia	Arthropoda	Arachnida	Pseudoscorpiones	NA	NA	30
Animalia	Arthropoda	Arachnida	Sarcoptiformes	Nanorchestidae	<i>Speleorchestes sp.</i>	313
Animalia	Arthropoda	Arachnida	Sarcoptiformes	NA	NA	99
Animalia	Arthropoda	Arachnida	Trombidiformes	NA	NA	50
Animalia	Arthropoda	Arachnida	NA	NA	NA	2725
Animalia	Arthropoda	Collembola	Entomobryomorpha	Entomobryidae	NA	115
Animalia	Arthropoda	Collembola	Entomobryomorpha	Isotomidae	NA	306
Animalia	Arthropoda	Collembola	Entomobryomorpha	NA	NA	55
Animalia	Arthropoda	Collembola	Poduromorpha	Tullbergiidae	NA	360
Animalia	Arthropoda	Collembola	Poduromorpha	NA	NA	59
Animalia	Arthropoda	Collembola	NA	NA	NA	42
Animalia	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Chrysomelidae	<i>Agelastica coerulea</i>	18
Animalia	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Chrysomelidae	NA	23
Animalia	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Curculionidae	<i>Otiorhynchus lepidopterus</i>	18
Animalia	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Curculionidae	<i>Otiorhynchus</i>	28
Animalia	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Curculionidae	<i>Polydrusus</i>	26
Animalia	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Curculionidae	NA	27
Animalia	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elateridae	<i>Athous zebei</i>	20
Animalia	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elateridae	<i>Dalopius</i>	51
Animalia	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elateridae	<i>Yukara inornata</i>	87
Animalia	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Nitidulidae	<i>Epuraea sp.</i>	37
Animalia	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Scirtidae	<i>Contacyphon sp.</i>	17
Animalia	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Staphylinidae	NA	45
Animalia	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Tenebrionidae	NA	33
Animalia	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	NA	NA	290
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Anthomyiidae	<i>Alliopsis silvestris</i>	20
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Anthomyiidae	<i>Egle sp.</i>	59
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Asilidae	NA	21
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Calliphoridae	<i>Lucilia sp.</i>	13
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Cecidomyiidae	NA	47
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Paratendipes sp.</i>	23
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	NA	29
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chloropidae	NA	23
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Dolichopodidae	<i>Dolichopus sp.</i>	17
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Dolichopodidae	<i>Gymnopternus sp.</i>	17
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Dolichopodidae	<i>Neurigona quadrifasciata</i>	21
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Empididae	<i>Hilara sp.</i>	33
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Fanniidae	<i>Fannia ringdahlana</i>	46
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Fanniidae	<i>Fannia rondanii</i>	21
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Fanniidae	<i>Fannia sp.</i>	139
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Hybotidae	<i>Drapetis parilis</i>	70
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Muscidae	<i>Coenosia sp.</i>	22
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Muscidae	<i>Hydrotaea sp.</i>	22
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Muscidae	<i>Mesembrina resplendens</i>	30
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Muscidae	<i>Phaonia pallida</i>	12
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Muscidae	<i>Phaonia tuguriorum</i>	13
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Muscidae	NA	21
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Mycetophilidae	<i>Boletina trivittata</i>	15
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Mycetophilidae	<i>Mycetophila ichneumonea</i>	24
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Phoridae	NA	19
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Sarcophagidae	<i>Sarcophaga sp.</i>	11
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Scathophagidae	NA	46
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Sciaridae	NA	24
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Syrphidae	<i>Episyrphus sp.</i>	11
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Syrphidae	<i>Melanostoma sp.</i>	23
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Tachinidae	NA	11

Reich	Stamm	Klasse	Ordnung	Familie	Gattung & Art	Reads
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Tephritidae	NA	12
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	NA	NA	1802
Animalia	Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Acanthosomatidae	<i>Elasmotherus sp.</i>	13
Animalia	Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Cicadellidae	<i>Evacanthus interruptus</i>	15
Animalia	Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Cicadellidae	NA	27
Animalia	Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Cixiidae	<i>Reptalus quinquecostatus</i>	27
Animalia	Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Membracidae	<i>Tortistilus wickhami</i>	13
Animalia	Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Miridae	<i>Lygus sp.</i>	11
Animalia	Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Nabidae	NA	12
Animalia	Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Pentatomidae	<i>Graphosoma sp.</i>	67
Animalia	Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Pentatomidae	<i>Podisus sp.</i>	22
Animalia	Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Pemphigidae	<i>Pemphigus sp.</i>	568
Animalia	Arthropoda	Insecta	Hemiptera	NA	NA	217
Animalia	Arthropoda	Insecta	Hymenoptera	Formicidae	<i>Camponotus sp.</i>	19
Animalia	Arthropoda	Insecta	Hymenoptera	Formicidae	<i>Formica sp.</i>	11
Animalia	Arthropoda	Insecta	Hymenoptera	Formicidae	<i>Myrmica kotokui</i>	26
Animalia	Arthropoda	Insecta	Hymenoptera	Formicidae	<i>Lasius platythorax</i>	26
Animalia	Arthropoda	Insecta	Hymenoptera	NA	NA	305
Animalia	Arthropoda	Insecta	Lepidoptera	Adelidae	<i>Nematopogon schwarziellus</i>	13
Animalia	Arthropoda	Insecta	Lepidoptera	Depressariidae	<i>Carcina quercana</i>	86
Animalia	Arthropoda	Insecta	Lepidoptera	Erebidae	<i>Hypena proboscidalis</i>	71
Animalia	Arthropoda	Insecta	Lepidoptera	Geometridae	<i>Thera britannica</i>	43
Animalia	Arthropoda	Insecta	Lepidoptera	Noctuidae	<i>Melanchra adjuncta</i>	11
Animalia	Arthropoda	Insecta	Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Maniola sp.</i>	13
Animalia	Arthropoda	Insecta	Lepidoptera	Pylidae	NA	12
Animalia	Arthropoda	Insecta	Lepidoptera	Tortricidae	<i>Notocelia sp.</i>	17
Animalia	Arthropoda	Insecta	Lepidoptera	Tortricidae	NA	19
Animalia	Arthropoda	Insecta	Lepidoptera	NA	NA	761
Animalia	Arthropoda	Insecta	Orthoptera	Acrididae	<i>Gomphocerippus rufus</i>	32
Animalia	Arthropoda	Insecta	Orthoptera	Acrididae	<i>Melanoplus oregonensis</i>	32
Animalia	Arthropoda	Insecta	Psocoptera	Caeciliusidae	<i>Valenzuela flavidus</i>	13
Animalia	Arthropoda	Insecta	Psocoptera	Caeciliusidae	<i>Valenzuela sp.</i>	13
Animalia	Arthropoda	Insecta	Plecoptera	Nemouridae	<i>Amphinemura sp.</i>	38
Animalia	Arthropoda	Insecta	NA	NA	NA	28576
Animalia	Arthropoda	NA	NA	NA	NA	9185
Animalia	Mollusca	Gastropoda	Stylommatophora	Camaenidae	NA	36
Animalia	Mollusca	Gastropoda	Stylommatophora	Hygromiidae	<i>Monacha cartusiana</i>	29
Animalia	Mollusca	Gastropoda	Stylommatophora	Succineidae	<i>Succinea sp.</i>	14
Animalia	Mollusca	Gastropoda	Stylommatophora	NA	NA	45
Animalia	Mollusca	Gastropoda	NA	NA	NA	1789
Animalia	Mollusca	NA	NA	NA	NA	100
Animalia	Nematoda	Chromadorea	Plectida	Plectidae	NA	164
Animalia	Nematoda	Chromadorea	Rhabditida	Aphelenchoididae	NA	211
Animalia	Nematoda	Chromadorea	Rhabditida	Rhabdiasidae	NA	254
Animalia	Nematoda	Chromadorea	Rhabditida	NA	NA	1226
Animalia	Nematoda	Chromadorea	NA	NA	NA	158
Animalia	Nematoda	Enoplea	NA	NA	NA	504
Animalia	Porifera	Demospongiae	Axinellida	NA	NA	36
Animalia	Porifera	Demospongiae	Haplosclerida	NA	NA	13
Animalia	Porifera	Demospongiae	NA	NA	NA	329
Animalia	Porifera	NA	NA	NA	NA	17
Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Philodinida	NA	NA	42
Animalia	Rotifera	Eurotatoria	NA	NA	NA	78
Animalia	Rotifera	NA	NA	Philodinidae	NA	46
Fungi	Ascomycota	Dothideomycetes	Cladosporiales	Cladosporiaceae	<i>Cladosporium sp.</i>	16
Fungi	Ascomycota	Dothideomycetes	Cladosporiales	Cladosporiaceae	NA	50
Fungi	Ascomycota	Dothideomycetes	Cladosporiales	NA	NA	11
Fungi	Ascomycota	Eurotiomycetes	Eurotiales	Aspergillaceae	<i>Penicillium sp.</i>	109
Fungi	Ascomycota	Eurotiomycetes	Eurotiales	Aspergillaceae	NA	39
Fungi	Ascomycota	Eurotiomycetes	Eurotiales	NA	NA	57
Fungi	Ascomycota	Eurotiomycetes	NA	NA	NA	882
Fungi	Ascomycota	Leotiomycetes	Chaetomellales	Chaetomellaceae	NA	215
Fungi	Ascomycota	Leotiomycetes	Chaetomellales	NA	NA	19
Fungi	Ascomycota	Leotiomycetes	Helotiales	NA	<i>Tetracladium sp.</i>	9350
Fungi	Ascomycota	Leotiomycetes	Helotiales	NA	NA	1135
Fungi	Ascomycota	Leotiomycetes	NA	Pseudeurotiaceae	NA	664
Fungi	Ascomycota	Leotiomycetes	NA	NA	<i>Leohumicola sp.</i>	13
Fungi	Ascomycota	Leotiomycetes	NA	NA	NA	1279
Fungi	Ascomycota	Sordariomycetes	Hypocreales	Bionectriaceae	NA	45
Fungi	Ascomycota	Sordariomycetes	Hypocreales	Nectriaceae	<i>Macroconia sp.</i>	16
Fungi	Ascomycota	Sordariomycetes	Hypocreales	Nectriaceae	NA	3891
Fungi	Ascomycota	Sordariomycetes	Hypocreales	Ophiocordycipitaceae	<i>Purpureocillium sp.</i>	52
Fungi	Ascomycota	Sordariomycetes	Hypocreales	NA	NA	790

Reich	Stamm	Klasse	Ordnung	Familie	Gattung & Art	Reads
Fungi	Ascomycota	Sordariomycetes	NA	NA	NA	1716
Fungi	Ascomycota	NA	NA	NA	NA	6511
Fungi	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Pinnulariaceae	<i>Pinnularia sp.</i>	77
Fungi	Bacillariophyta	Coscinodiscophyceae	NA	NA	NA	12
Fungi	Bacillariophyta	NA	NA	NA	NA	11
Fungi	Basidiomycota	Agaricomycetes	Agaricales	Clitocybaceae	<i>Clitocybe robusta</i>	24
Fungi	Basidiomycota	Agaricomycetes	Agaricales	Clitocybaceae	NA	147
Fungi	Basidiomycota	Agaricomycetes	Agaricales	Entolomataceae	NA	38
Fungi	Basidiomycota	Agaricomycetes	Agaricales	Hygrophoraceae	NA	67
Fungi	Basidiomycota	Agaricomycetes	Agaricales	Hymenogastraceae	NA	16
Fungi	Basidiomycota	Agaricomycetes	Agaricales	Pluteaceae	<i>Pluteus cervinus sp.</i>	31
Fungi	Basidiomycota	Agaricomycetes	Agaricales	Psathyrellaceae	NA	70
Fungi	Basidiomycota	Agaricomycetes	Agaricales	NA	NA	766
Fungi	Basidiomycota	Agaricomycetes	Boletales	NA	NA	174
Fungi	Basidiomycota	Agaricomycetes	NA	NA	NA	1664
Fungi	Mucoromycota	Mucoromycetes	Mucorales	Mucoraceae	<i>Mucor sp.</i>	58
Fungi	Mucoromycota	Mucoromycetes	NA	NA	NA	32
Fungi	Oomycota	NA	Peronosporales	Peronosporaceae	NA	105
Fungi	Oomycota	NA	Peronosporales	NA	NA	918
Fungi	Oomycota	NA	Pythiales	Pythiaceae	<i>Globisporangium sp.</i>	278
Fungi	Oomycota	NA	Pythiales	Pythiaceae	<i>Pythium sp.</i>	44
Fungi	Oomycota	NA	Pythiales	Pythiaceae	NA	728
Fungi	Oomycota	NA	Pythiales	NA	NA	699
Fungi	Oomycota	NA	Saprolegniales	Saprolegniaceae	<i>Aphanomyces sp.</i>	75
Fungi	Oomycota	NA	Saprolegniales	Saprolegniaceae	NA	85
Fungi	Oomycota	NA	Saprolegniales	NA	NA	260
Fungi	Oomycota	NA	NA	NA	NA	3143
NA	Chlorophyta	Pyramimonadophyceae	NA	NA	NA	55
NA	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	NA	NA	<i>Elliptochloris subsphaerica</i>	69
NA	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	NA	NA	NA	23
NA	Discosea	Flabellinia	Dactylopodida	NA	NA	247
NA	Discosea	Flabellinia	NA	Vannellidae	<i>Paravannella sp.</i>	23
NA	Discosea	Flabellinia	NA	Vannellidae	NA	333
NA	Discosea	Flabellinia	NA	NA	NA	458
NA	Discosea	NA	Himatismenida	Cochliopodiidae	<i>Cochliopodium sp.</i>	1554
NA	Discosea	NA	Himatismenida	Cochliopodiidae	NA	4510
NA	Discosea	NA	Himatismenida	NA	NA	27
NA	Discosea	NA	Longamoebia	NA	NA	624
NA	Discosea	NA	NA	NA	NA	318
NA	Rhodophyta	Florideophyceae	Ceramiales	NA	NA	5570
NA	Rhodophyta	Florideophyceae	NA	NA	NA	975
NA	Rhodophyta	NA	NA	NA	NA	436
Protista	Evosea	Eumycetozoa	NA	NA	NA	11

Tabelle 9: Artenliste der COI-Analyse im Transekt C (Schriftfarbe ocker = Fehlbestimmung; NA = unbekanntes Taxon).

Reich	Stamm	Klasse	Ordnung	Familie	Gattung & Art	Reads
Animalia	Annelida	Clitellata	Enchytraeida	Enchytraeidae	<i>Bryodrilus sp.</i>	16926
Animalia	Annelida	Clitellata	Enchytraeida	Enchytraeidae	<i>Hemifridericia parva</i>	8100
Animalia	Annelida	Clitellata	Enchytraeida	Enchytraeidae	<i>Henlea glandulifera</i>	13
Animalia	Annelida	Clitellata	Enchytraeida	Enchytraeidae	<i>Henlea heletrophia</i>	14
Animalia	Annelida	Clitellata	Enchytraeida	Enchytraeidae	<i>Henlea montana</i>	391
Animalia	Annelida	Clitellata	Enchytraeida	Enchytraeidae	NA	721
Animalia	Annelida	Clitellata	Enchytraeida	NA	NA	336
Animalia	Annelida	Clitellata	Tubificida	Naididae	<i>Tubifex tubifex</i>	37
Animalia	Annelida	Clitellata	NA	NA	NA	402
Animalia	Annelida	Sipuncula	NA	NA	NA	27
Animalia	Arthropoda	Arachnida	Araneae	Agelenidae	<i>Allagelena gracilens</i>	15
Animalia	Arthropoda	Arachnida	Araneae	Dictynidae	<i>Emblyna phylax</i>	17
Animalia	Arthropoda	Arachnida	Araneae	Linyphiidae	<i>Pityohyphantes sp.</i>	22
Animalia	Arthropoda	Arachnida	Araneae	Linyphiidae	NA	49
Animalia	Arthropoda	Arachnida	Araneae	Philodromidae	<i>Philodromus peninsulanus</i>	21
Animalia	Arthropoda	Arachnida	Araneae	Tetragnathidae	<i>Tetragnatha yesoensis</i>	13
Animalia	Arthropoda	Arachnida	Araneae	NA	NA	718
Animalia	Arthropoda	Arachnida	Pseudoscorpiones	NA	NA	11
Animalia	Arthropoda	Arachnida	Opiliones	Phalangidae	NA	16
Animalia	Arthropoda	Arachnida	Sarcoptiformes	Nanorchestidae	<i>Speleorchestes sp.</i>	41
Animalia	Arthropoda	Arachnida	Sarcoptiformes	Nanorchestidae	NA	352
Animalia	Arthropoda	Arachnida	Sarcoptiformes	Opipiidae	<i>Oppiella sp.</i>	35
Animalia	Arthropoda	Arachnida	Sarcoptiformes	Quadropiidae	<i>Quadroppia sp.</i>	23
Animalia	Arthropoda	Arachnida	Sarcoptiformes	NA	NA	630
Animalia	Arthropoda	Arachnida	Solifugae	NA	NA	366
Animalia	Arthropoda	Arachnida	Trombidiformes	Pionidae	NA	11

Reich	Stamm	Klasse	Ordnung	Familie	Gattung & Art	Reads
Animalia	Arthropoda	Arachnida	Trombidiformes	NA	NA	216
Animalia	Arthropoda	Arachnida	NA	NA	NA	1358
Animalia	Arthropoda	Collembola	Entomobryomorpha	Isotomidae	NA	81
Animalia	Arthropoda	Collembola	Entomobryomorpha	NA	NA	1102
Animalia	Arthropoda	Collembola	Neelipleona	NA	NA	853
Animalia	Arthropoda	Collembola	Poduromorpha	Neanuridae	NA	25
Animalia	Arthropoda	Collembola	Poduromorpha	NA	NA	3539
Animalia	Arthropoda	Collembola	NA	NA	NA	1172
Animalia	Arthropoda	Diplopoda	Chordeumatida	NA	NA	22
Animalia	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Carabidae	<i>Dromius sp.</i>	11
Animalia	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elaterridae	<i>Dalopius sp.</i>	24
Animalia	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Lampyridae	<i>Lucidina sp.</i>	30
Animalia	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Peltidae	<i>Peltis sp.</i>	16
Animalia	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Scarabaeidae	NA	11
Animalia	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	NA	NA	1172
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Calliphoridae	<i>Lucilia sp.</i>	18
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Cecidomyiidae	NA	13
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Smittia sp.</i>	15
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	NA	16
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Dolichopodidae	<i>Gymnopternus sp.</i>	35
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Dolichopodidae	<i>Medetera sp.</i>	12
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Dolichopodidae	<i>Neurigona quadrifasciata</i>	12
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Fanniidae	<i>Fannia rondanii</i>	15
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Muscidae	<i>Mesembrina resplendens</i>	33
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Muscidae	<i>Phaonia tuguriorum</i>	23
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Mycetophilidae	<i>Mycetophila sp.</i>	13
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Sciaridae	NA	19
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Syrphidae	<i>Melanostoma sp.</i>	12
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Tipulidae	NA	40
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	NA	NA	1347
Animalia	Arthropoda	Ephemeroptera	Baetidae	Baetidae	<i>Cloeon dipterum</i>	15
Animalia	Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Aphrophoridae	<i>Aphrophora sp.</i>	13
Animalia	Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Aphrophoridae	NA	26
Animalia	Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Cicadellidae	<i>Scaphytopius sp.</i>	13
Animalia	Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Cixiidae	NA	19
Animalia	Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Miridae	<i>Plagiognathus sp.</i>	26
Animalia	Arthropoda	Insecta	Hemiptera	NA	NA	446
Animalia	Arthropoda	Insecta	Hymenoptera	Formicidae	<i>Camponotus sp.</i>	19
Animalia	Arthropoda	Insecta	Hymenoptera	Formicidae	<i>Formica sp.</i>	15
Animalia	Arthropoda	Insecta	Hymenoptera	Ichneumonidae	NA	26
Animalia	Arthropoda	Insecta	Hymenoptera	NA	NA	343
Animalia	Arthropoda	Insecta	Lepidoptera	Erebidae	<i>Amata fortunei</i>	43
Animalia	Arthropoda	Insecta	Lepidoptera	NA	NA	650
Animalia	Arthropoda	Insecta	Neuroptera	Osmylidae	<i>Osmylus sp.</i>	19
Animalia	Arthropoda	Insecta	Orthoptera	Acrididae	<i>Melanoplus oregonensis</i>	11
Animalia	Arthropoda	Insecta	Orthoptera	Acrididae	<i>Melanoplus sp.</i>	21
Animalia	Arthropoda	Insecta	NA	NA	NA	27558
Animalia	Arthropoda	NA	NA	NA	NA	4993
Animalia	Mollusca	Gastropoda	NA	NA	NA	578
Animalia	Mollusca	NA	NA	NA	NA	28
Animalia	Nematoda	Chromadorea	Plectida	NA	NA	12
Animalia	Nematoda	Chromadorea	Rhabditida	Aphelenchoididae	NA	209
Animalia	Nematoda	Chromadorea	Rhabditida	NA	NA	1330
Animalia	Nematoda	Chromadorea	NA	NA	NA	156
Animalia	Nematoda	NA	NA	NA	NA	319
Animalia	Porifera	Demospongiae	Axinellida	NA	NA	24
Animalia	Porifera	Demospongiae	NA	NA	NA	302
Animalia	Rotifera	Eurotatoria	Adinetida	Adinetidae	NA	87
Animalia	Rotifera	Eurotatoria	NA	NA	NA	79
Animalia	Rotifera	NA	Philodinida	NA	NA	12
Animalia	Rotifera	NA	Ploima	NA	NA	11
Animalia	Rotifera	NA	NA	Philodinidae	NA	393
Fungi	Ascomycota	Dothideomycetes	Cladosporiales	NA	NA	526
Fungi	Ascomycota	Eurotiomycetes	Eurotiales	Aspergillaceae	NA	14
Fungi	Ascomycota	Eurotiomycetes	NA	NA	NA	2151
Fungi	Ascomycota	Leotiomycetes	Chaetomellales	Chaetomellaceae	NA	157
Fungi	Ascomycota	Leotiomycetes	Chaetomellales	NA	NA	24
Fungi	Ascomycota	Leotiomycetes	Helotiales	Discinellaceae	NA	25
Fungi	Ascomycota	Leotiomycetes	Helotiales	NA	<i>Tetracladium sp.</i>	4610
Fungi	Ascomycota	Leotiomycetes	Helotiales	NA	NA	984
Fungi	Ascomycota	Leotiomycetes	NA	Pseudeurotiaceae	NA	475
Fungi	Ascomycota	Leotiomycetes	NA	NA	NA	1605
Fungi	Ascomycota	Sordariomycetes	Hypocreales	Cordycipitaceae	NA	30

Reich	Stamm	Klasse	Ordnung	Familie	Gattung & Art	Reads
Fungi	Ascomycota	Sordariomycetes	Hypocreales	Nectriaceae	<i>Macroconia sp.</i>	62
Fungi	Ascomycota	Sordariomycetes	Hypocreales	Nectriaceae	NA	4432
Fungi	Ascomycota	Sordariomycetes	Hypocreales	Ophiocordycipitaceae	NA	41
Fungi	Ascomycota	Sordariomycetes	Hypocreales	NA	NA	8999
Fungi	Ascomycota	Sordariomycetes	NA	NA	NA	2358
Fungi	Ascomycota	NA	NA	NA	NA	9968
Fungi	Basidiomycota	Agaricomycetes	Agaricales	Entolomataceae	<i>Entoloma sp.</i>	33
Fungi	Basidiomycota	Agaricomycetes	Agaricales	Hygrophoraceae	NA	1474
Fungi	Basidiomycota	Agaricomycetes	Agaricales	Hymenogastraceae	NA	37
Fungi	Basidiomycota	Agaricomycetes	Agaricales	NA	NA	3438
Fungi	Basidiomycota	Agaricomycetes	Boletales	NA	NA	79
Fungi	Basidiomycota	Agaricomycetes	NA	NA	NA	5806
Fungi	Basidiomycota	NA	NA	NA	NA	28
Fungi	Mucoromycota	Mucoromycetes	Mucorales	Mucoraceae	<i>Mucor sp.</i>	76
Fungi	Oomycota	NA	Peronosporales	Peronosporaceae	NA	76
Fungi	Oomycota	NA	Peronosporales	NA	NA	1199
Fungi	Oomycota	NA	Pythiales	Pythiaceae	<i>Globisporangium sp.</i>	197
Fungi	Oomycota	NA	Pythiales	Pythiaceae	<i>Pythium sp.</i>	18
Fungi	Oomycota	NA	Pythiales	Pythiaceae	NA	85
Fungi	Oomycota	NA	Pythiales	NA	NA	350
Fungi	Oomycota	NA	Saprolegniales	Saprolegniaceae	NA	138
Fungi	Oomycota	NA	Saprolegniales	NA	NA	67
Fungi	Oomycota	NA	NA	NA	NA	2633
NA	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	NA	NA	<i>Elliptochloris subsphaerica</i>	13
NA	Chlorophyta	Trebouxiophyceae	NA	NA	NA	23
NA	Discosea	Flabellinia	Dactylopodida	Paramoebidae	NA	79
NA	Discosea	Flabellinia	Dactylopodida	NA	NA	149
NA	Discosea	Flabellinia	NA	Vannelliidae	<i>Paravannella sp.</i>	42
NA	Discosea	Flabellinia	NA	Vannelliidae	NA	1887
NA	Discosea	Flabellinia	NA	NA	NA	51
NA	Discosea	NA	Himatismenida	Cochliopodiidae	<i>Cochliopodium sp.</i>	842
NA	Discosea	NA	Himatismenida	Cochliopodiidae	NA	538
NA	Discosea	NA	Himatismenida	NA	NA	15
NA	Discosea	NA	Longamoebia	Acanthamoebidae	<i>Acanthamoeba castellanii</i>	42
NA	Discosea	NA	Longamoebia	NA	NA	54
NA	Discosea	NA	NA	NA	NA	681
NA	Rhodophyta	Floriideophyceae	Ceramiales	NA	NA	627
NA	Rhodophyta	Floriideophyceae	Gigartinales	NA	NA	55
NA	Rhodophyta	Floriideophyceae	NA	NA	NA	1275
NA	Rhodophyta	NA	NA	NA	NA	456
Protista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Pinnulariaceae	<i>Pinnularia sp.</i>	77
Protista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	NA	NA	18
Protista	Bacillariophyta	Coscinodiscophyceae	NA	NA	NA	11
Protista	Bacillariophyta	NA	NA	NA	NA	15
Protista	Eveosa	Eumycetozoa	Physariida	Didymiaceae	<i>Didymium sp.</i>	53
Protista	Eveosa	Eumycetozoa	NA	NA	NA	33

Die Analyse mit COI-Primern führte zu einer langen Liste an Nachweisen – nicht zuletzt, weil hier auf die BOLD- und NCBI-Datenbanken zurückgegriffen wurde. Die Unterschiede zwischen diesen beiden Datenbanken und die Tatsache, dass die Ergebnisse kombiniert wurden, führten aber auch zu vielen „leeren“ oder ungenauen Nachweisen. So sehen wir eine Großzahl an Reads für unbekannte Taxa der Ränge Stamm und Klasse, ohne Auflösung oder Informationen zu Ordnungen, Familien oder gar Gattungen. Zusätzlich ist die taxonomische Stellung vieler nachgewiesener Pilze und Einzeller unklar und wird somit lückenhaft dargestellt. Trotzdem finden sich unter den Arthropoden einige interessante Funde, wie z. B. die Konusspinne (*Cyclosa conica*) und die Labyrinthspinne (*Allagelena gracilens*), sowie die Spinnen-Gattung *Philodromus* und die Weberknecht-Gattung *Mitopus*, zu welcher der Gemeine Gebirgsweberknecht (*M. morio*) gehört. Unter den Heuschrecken sticht die Rote Keulenschrecke (*Gomphocerippus rufus*) hervor, während auch typische Fliegen-Gattungen wie *Neurigona*, *Fannia*, *Melanostoma* und *Diamesia* zu finden sind – zu letzterer gehört die Gletscherbachzuckmücke (*D. steinboeckii*). Auch Eintagsfliegen wie *Cloeon dipterum* konnten nachgewiesen werden, genauso wie die Steinfliegen-Gattung *Amphinemura* und Käfer-Gattungen wie *Dalopius* und *Goniocetena*, zu welcher der Korbweiden-Blattkäfer (*G. nivalis*) gehört. Aus der Ordnung der Schmetterlinge sind Artnachweise für *Nematopogon schwarziellus* und *Ectropis crepuscularia*, den Zackenbindigen Rindenspanner zu nennen, sowie die Gattung *Maniola*. Unweigerlich sind auch Belege für nicht-heimische Arten in der Liste zu finden, z. B. die Heuschrecke *Melanoplus oregonensis* aus Nordamerika oder die Ameise *Myrmica kotokui* aus Südostasien. Der Grund ist, dass die in den Datenbanken vorhandenen Genome nicht heimischer

Arten oft eine höhere Übereinstimmung aufweisen als jene nahe verwandter heimischer Arten – insbesondere, wenn Letztere weniger gut erforscht sind und daher weniger Datensätze vorliegen.

Schlussendlich konnten der Liste rund 150 Art- und Gattungsnachweise für Arthropoden entnommen werden, wodurch AIM eine weitere Analyse derselben Proben mittels 16S-Primer durchführen wollte. Die Ergebnisse dieser zweiten Analyse werden im nächsten Abschnitt aufgelistet.



Abbildung 26: Fotos von einigen der mittels eDNA-Analyse festgestellten Arten:

Oben rechts: *Cloeon dipterum* (Baetidae, weiblicher Imago, Foto: BartBotje, Arnhem, [CC BY 3.0, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cloeon_dipterum_\(Baetidae\)_-\(female_imago\),_Arnhem,_the_Netherlands.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cloeon_dipterum_(Baetidae)_-(female_imago),_Arnhem,_the_Netherlands.jpg)) **Oben links:** Kleine Labyrinthspinne (*Allagelena gracilens*, Agelenidae, Foto: Bianca, Deutschland, [CC BY 4.0, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Allagelena_gracilens_427912157.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Allagelena_gracilens_427912157.jpg)) **Mitte rechts:** Gletscherweberknecht (*Mitopus morio*, Phalangidae, Foto: Ilja Svetnik) **Unten rechts:** Zackenbindiger Rindenspanner (*Ectropis crepuscularia*, Foto: Andy Reago & Chrissy McClarren, [CC BY 2.0, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:-_6597_%E2%80%93_Ectropis_crepuscularia_%E2%80%93_Small_Engrailed_Moth_\(19705449019\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:-_6597_%E2%80%93_Ectropis_crepuscularia_%E2%80%93_Small_Engrailed_Moth_(19705449019).jpg)) **Unten links:** Rote Keulenschrecke (*Gomphocerippus rufus*, Acrididae, weiblich, Foto: Holger Krisp, [CC BY 4.0, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Rote_Keulenschrecke_Gomphocerippus_rufus_weiblich.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Rote_Keulenschrecke_Gomphocerippus_rufus_weiblich.jpg), adaptiert)

Ergebnisse der 16S-Analyse

Die folgenden Tabellen zeigen die Nachweise der 16S-Analyse nach Transekten (ohne die Stämme der Wirbeltiere und Pflanzen) mit mehr als 10 Reads und einer Übereinstimmung mit mind. 97%_identity. Alle Reads, die der gleichen Taxonomie und dem gleichen Level zugeordnet wurden, wurden addiert um Duplikate in den Nachweisen zu entfernen. Es sind somit Nachweise für die Reiche Animalia, Bacteria, Amoebea und Fungi vorhanden. Auch hier werden Fehlebestimmungen auf Art- oder Gattungsniveau in grauer Schriftfarbe dargestellt.

Tabelle 10: Artenliste der 16S-Analyse im Transekt A (Schriftfarbe Ocker = Fehlbestimmung; NA = unbekanntes Taxon).

Reich	Stamm	Klasse	Ordnung	Familie	Gattung und Art	Reads
Animalia	Arthropoda	Insecta	Lepidoptera	Noctuidae	<i>Apamea epomidion</i>	280
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Culicidae	<i>Anopheles bellator</i>	14
Animalia	Arthropoda	Collembola	Poduromorpha	Onychiuridae	<i>Protaphorura armata</i>	16
Animalia	Mollusca	Gastropoda	Stylommatophora	Streptaxidae	<i>Edentulina obesa</i>	38
Animalia	Mollusca	Gastropoda	Stylommatophora	Polygyridae	<i>Triodopsis tridentata</i>	1366
Bacteria	Acidobacteriota	Terriglobia	Terriglobales	Acidobacteriaceae	<i>Koribacter versatilis</i>	15
Bacteria	Actinomycetota	Actinomycetes	Kitasatosporales	Streptomycetaceae	<i>Streptomyces lydicus</i>	157
Bacteria	Actinomycetota	Actinomycetes	Kitasatosporales	Streptomycetaceae	<i>Streptomyces aureoverticillatus</i>	11
Bacteria	Actinomycetota	Actinomycetes	Mycobacteriales	Corynebacteriaceae	<i>Corynebacterium testudinis</i>	166
Bacteria	Bacillota	Bacilli	Bacillales	Paenibacillaceae	<i>Paenibacillus elgii</i>	13
Bacteria	Bacteroidota	Cytophagia	Cytophagales	Hymenobacteraceae	<i>Pontibacter russatus</i>	48
Bacteria	Myxococcota	Myxococcia	Myxococcales	Anaeromyxobacteraceae	<i>Anaeromyxobacter paludicola</i>	14
Bacteria	Pseudomonadota	Alphaproteobacteria	Hyphomicrobiales	Xanthobacteraceae	<i>Labrys sp.</i>	61
Bacteria	Pseudomonadota	Betaproteobacteria	Burkholderiales	Comamonadaceae	<i>Variovorax paradoxus</i>	41
Bacteria	Pseudomonadota	Betaproteobacteria	Burkholderiales	Comamonadaceae	<i>Hydrogenophaga sp.</i>	12
Bacteria	Pseudomonadota	Betaproteobacteria	Burkholderiales	Burkholderiaceae	<i>Paraburkholderia sp.</i>	11
Bacteria	Pseudomonadota	Betaproteobacteria	Burkholderiales	Comamonadaceae	<i>Hydrogenophaga crocea</i>	17
Bacteria	Pseudomonadota	Gammaproteobacteria	Chromatiales	Chromatiaceae	NA	48
Fungi	Ascomycota	Saccharomycetes	Saccharomycetales	Phaffomycetaceae	<i>Komagataella phaffii</i>	44

Tabelle 11: Artenliste der 16S-Analyse im Transekt B (Schriftfarbe ocker = Fehlbestimmung; NA = unbekanntes Taxon).

Reich	Stamm	Klasse	Ordnung	Familie	Gattung & Art	Reads
Animalia	Annelida	Polychaeta	Phyllodocida	Polynoidae	<i>Lepidonotus clava</i>	906
Animalia	Annelida	Polychaeta	Phyllodocida	Syllidae	<i>Syllides sp.</i>	192
Animalia	Arthropoda	Insecta	Hymenoptera	Crabronidae	<i>Cerceris rhybyensis</i>	76
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Heleomyzidae	<i>Suillia variegata</i>	11
Animalia	Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Pemphigidae	<i>Pemphigus obesinymphae</i>	137
Animalia	Mollusca	Gastropoda	NA	Ringiculidae	<i>Ringicula pilula</i>	268
Animalia	Mollusca	Gastropoda	NA	Planorbidae	<i>Biomphalaria glabrata</i>	179
Animalia	Mollusca	Gastropoda	Stylommatophora	Streptaxidae	<i>Edentulina obesa</i>	48
Animalia	Mollusca	Gastropoda	Stylommatophora	Streptaxidae	<i>Gulella bicolor</i>	681
Animalia	Mollusca	Gastropoda	Stylommatophora	Polygyridae	<i>Triodopsis tridentata</i>	20383
Animalia	Mollusca	Gastropoda	Stylommatophora	Charopidae	<i>Sinployea atiensis</i>	74
Animalia	Nematoda	Chromadorea	Rhabditida	Heteroderidae	<i>Heterodera glycines</i>	661
Bacteria	Bacillota	Bacilli	Bacillales	Paenibacillaceae	<i>Paenibacillus sp.</i>	12
Bacteria	Bacteroidota	Sphingobacteriia	Sphingobacteriales	Sphingobacteriaceae	<i>Anseongella ginsenosidimutans</i>	66
Bacteria	Latescibacteria	NA	NA	NA	NA	41
Bacteria	Mycoplasmata	Mollicutes	Entomoplasmatales	Spiroplasmataceae	<i>Spiroplasma melliferum</i>	14
Bacteria	Pseudomonadota	Alphaproteobacteria	NA	NA	NA	25
Bacteria	Pseudomonadota	Gammaproteobacteria	Pseudomonadales	Pseudomonadaceae	<i>Pseudomonas otitidis</i>	18
Bacteria	Pseudomonadota	Betaproteobacteria	Burkholderiales	Burkholderiaceae	<i>Paraburkholderia graminis</i>	11
Bacteria	Pseudomonadota	Alphaproteobacteria	Sphingomonadales	Sphingomonadaceae	<i>Sphingopyxis sp.</i>	154
Bacteria	Pseudomonadota	Alphaproteobacteria	Sphingomonadales	Erythrobacteraceae	<i>Altererythrobacter sp.</i>	101
Bacteria	Pseudomonadota	Betaproteobacteria	Burkholderiales	Comamonadaceae	<i>Hydrogenophaga crocea</i>	14
Bacteria	Pseudomonadota	Alphaproteobacteria	Hyphomicrobiales	Nitrobacteraceae	<i>Bradyrhizobium lablabi</i>	15
Bacteria	Verrucomicrobiota	Opitutae	Puniceococcales	Coralimargaritaceae	<i>Coralimargarita akajimensis</i>	11
Bacteria	Verrucomicrobiota	Methylacidiphilae	Methylacidiphilales	Methylacidiphilaceae	<i>Methylacidiphilum kamchatkense</i>	90
Fungi	Actinomycetota	Actinomycetes	Micromonosporales	Micromonosporaceae	<i>Phytohabitans suffusus</i>	65
Fungi	Actinomycetota	Actinomycetes	Micromonosporales	Micromonosporaceae	<i>Micromonospora auratinigra</i>	59
Fungi	Actinomycetota	Actinomycetes	Pseudonocardiales	Pseudonocardaceae	<i>Amycolatopsis sp.</i>	39
Fungi	Actinomycetota	Actinomycetes	Mycobacteriales	Mycobacteriaceae	<i>Mycobacterium sp.</i>	39
Fungi	Ascomycota	Saccharomycetes	Saccharomycetales	Phaffomycetaceae	<i>Komagataella phaffii</i>	81

Tabelle 12: Artenliste der 16S-Analyse im Transekt C (Schriftfarbe ocker = Fehlbestimmung; NA = unbekanntes Taxon).

Reich	Stamm	Klasse	Ordnung	Familie	Gattung & Art	Reads
Animalia	Annelida	Polychaeta	Phyllodocida	Syllidae	<i>Syllides sp.</i>	416
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Dolichopodidae	<i>Dolichopus nigricornis</i>	11
Animalia	Arthropoda	Insecta	Lepidoptera	Noctuidae	<i>Apamea epomidion</i>	27
Animalia	Arthropoda	Insecta	Lepidoptera	Crambidae	<i>Udea olivalis</i>	165
Animalia	Arthropoda	Insecta	Hymenoptera	Crabronidae	<i>Cerceris rybyensis</i>	11
Animalia	Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Cimicidae	<i>Synxenoderus comosus</i>	12
Animalia	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Chrysomelidae	<i>Crepidodera aurea</i>	82
Animalia	Arthropoda	Insecta	Diptera	Stratiomyidae	<i>Microchrysa polita</i>	26
Animalia	Mollusca	Gastropoda	NA	Amphibolidae	<i>Salinator fragilis</i>	2210
Animalia	Mollusca	Gastropoda	NA	Planorbidae	<i>Biomphalaria glabrata</i>	25
Animalia	Mollusca	Gastropoda	Stylommatophora	Polygyridae	<i>Triodopsis tridentata</i>	5645
Animalia	Mollusca	Gastropoda	Stylommatophora	Charopidae	<i>Sinployea atiensis</i>	14
Animalia	Nematoda	Chromadorea	Rhabditida	Heteroderidae	<i>Heterodera glycines</i>	41
Archaea	Euryarchaeota	Methanomicrobia	Methanosarcinales	Methanosarcinaceae	<i>Methanolobus psychrophilus</i>	11
Bacteria	Bacteroidota	Flavobacteriia	Flavobacteriales	Weeksellaceae	<i>Elizabethkingia meningoseptica</i>	20
Bacteria	Bacteroidota	Sphingobacteriia	Sphingobacteriales	Sphingobacteriaceae	<i>Anseongella ginsenosidimutans</i>	27
Bacteria	Planctomycetota	Planctomycetia	Pirellulales	Pirellulaceae	<i>Roseimaritima ulvae</i>	16
Bacteria	Pseudomonadota	Alphaproteobacteria	Hyphomicrobiales	Phyllobacteriaceae	<i>Mesorhizobium sp.</i>	11
Bacteria	Pseudomonadota	Alphaproteobacteria	Sphingomonadales	Sphingomonadaceae	<i>Sphingopyxis sp.</i>	35
Bacteria	Pseudomonadota	Alphaproteobacteria	Hyphomicrobiales	Nitrobacteraceae	<i>Bradyrhizobium sp.</i>	15
Bacteria	Pseudomonadota	Betaproteobacteria	Burkholderiales	Comamonadaceae	<i>Acidovorax sp.</i>	216
Bacteria	Pseudomonadota	Gammaproteobacteria	Cellvibrionales	Microbulbiferaceae	<i>Microbulbifer sp.</i>	17
Bacteria	Pseudomonadota	Alphaproteobacteria	Hyphomicrobiales	Rhizobiaceae	<i>Sinorhizobium meliloti</i>	26
Fungi	Actinomycetota	Actinomycetes	Kitasatosporales	Streptomycetaceae	<i>Streptomyces marincola</i>	25
Fungi	Ascomycota	Dothideomycetes	Pleosporales	Lindgomycetaceae	<i>Lindgomyces ingoldianus</i>	19

Die 16S-Analyse führte zu weitaus weniger Ergebnissen (74 über alle Reiche hinweg, 13 für Arthropoden), vor allem führte sie zu Ergebnissen mit weniger Reads – so fielen einige Arthropoden-Nachweise aufgrund der geringen Read-Zahl völlig aus dem Datensatz. Allerdings waren die Nachweise sehr gut aufgelöst, und für 96 % aller hier gelisteten Nachweise erfolgte eine Bestimmung bis auf Artniveau.

Unter den nachgewiesenen Arthropoden finden wir bei der 16S-Analyse Hautflügler (Hymenoptera) wie die Bienenjagende Knotenwespe (*Cerceris rybyensis*), die in zwei Transekten gut nachgewiesen wurde. Unter den Schmetterlingen (Lepidoptera) konnten der Buschwald Fettzünsler (*Udea olivalis*) und die Makelrand-Grasbüscheleule (*Apamea epomidion*) nachgewiesen werden, letztere stellt im Transekt A 90 % aller DNA-Nachweise für Arthropoden dar und weist mehrere Belege aus den Alpen aus über 2000 m Seehöhe auf (Quelle: GBIF). Auch typisch für vergleichbare Habitate ist der Goldene Erdfloh (*Crepidodera aurea*) aus der Familie der Blatthornkäfer (Chrysomelidae). Abgesehen von den Arthropoden finden sich in den 16S Ergebnissen viele Bakterien und Pilze – darunter vor allem Hefepilze. Die gute Auflösung von Bakterien war bei der Verwendung des 16S-Primers zu erwarten.

Grafische Darstellung der Ergebnisse

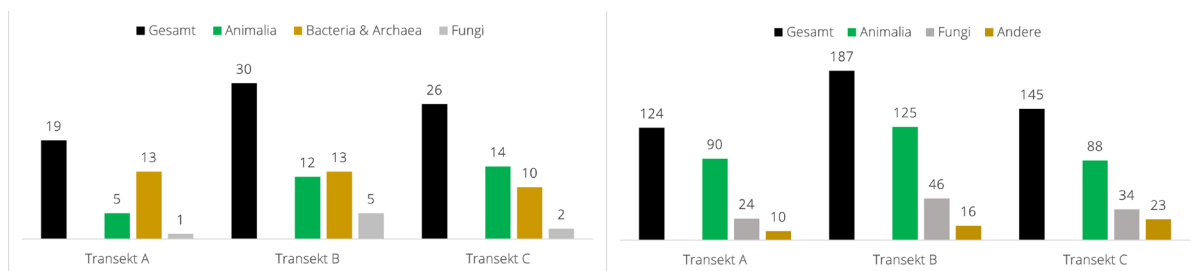


Abbildung 27: Artenzahlen innerhalb ausgewählter Reiche nach Transekten (links: 16S-Analyse, rechts: COI-Analyse).

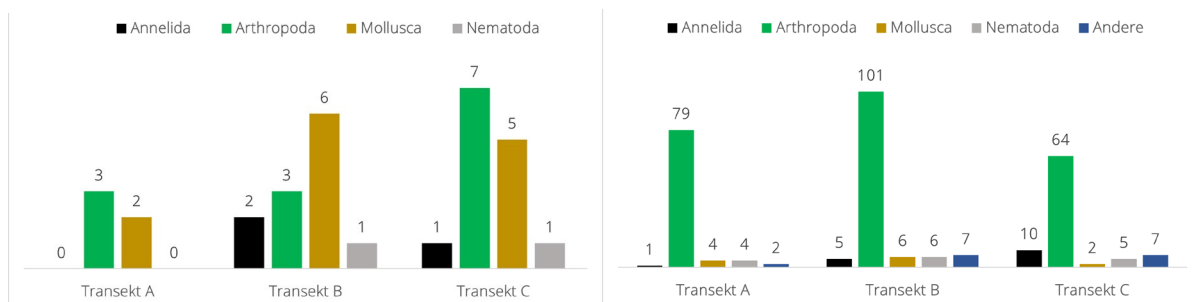


Abbildung 28: Anzahl der Tier Klassen nach Transekten (links: 16S-Analyse, rechts: COI-Analyse).

In den Abbildungen 27 und 28 spiegelt sich der Umfang der Ergebnisse der beiden Analysen wider – man sieht, dass die COI-Analyse mehr Daten produziert hat (bei den Arthropoden: COI: 144, 16S: 13), unabhängig davon, wie zuverlässig und gut aufgelöst diese waren. Außerdem zeigt sich, dass die COI-Analyse bei den Arthropoden (wie erwartet) grundsätzlich zu einer besseren Auflösung führt, wenn auch (in unserem Fall) eher auf der Ebene der Ordnungen und Familien – dies werden die folgenden Diagramme ebenfalls zeigen. Die 16S-Analyse löste Gruppen wie die Weichtiere (Mollusca) besser auf – nicht unbedingt in Artenzahlen, aber in Reads, was sich in den kommenden Diagrammen zeigen wird. Dies führte jedoch auch zu einem höheren Maß an Fehlbestimmungen, vor allem bei gewissen Arten von Schnecken. Die Arthropoden wurden bei der 16S-Analyse (wie erwartet) weniger gut aufgelöst.

Die folgenden Diagramme sind Read-basiert und spiegeln nicht die Vielfalt innerhalb der Taxa wider. Es handelt sich um technische Darstellungen, die Aufschluss über die Verhältnisse der Masse an genetischem Material in den Proben geben können.

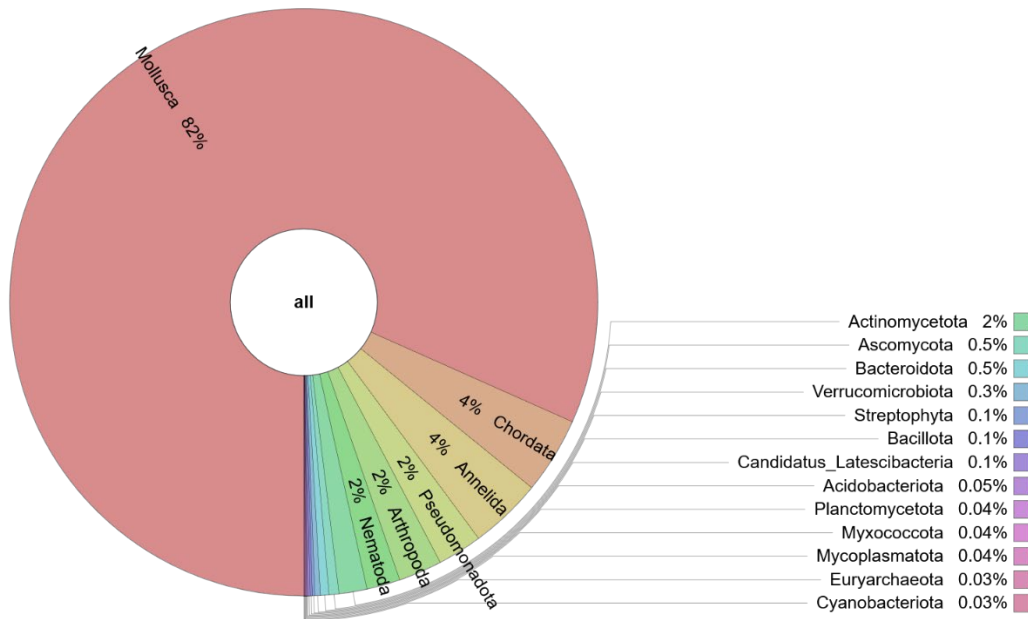


Abbildung 29: Krona-Chart aus der 16S-Analyse zur Darstellung der Verteilung der Organismen-Klassen über alle Bodenproben hinweg.

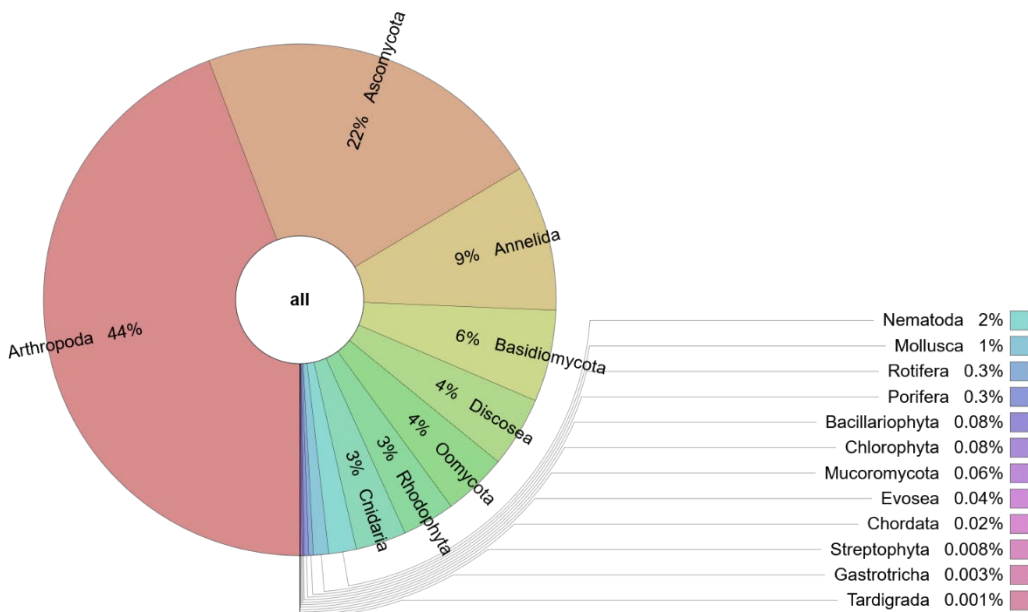


Abbildung 30: Krona-Chart aus der COI-Analyse zur Darstellung der Verteilung der Organismen-Klassen über alle Bodenproben hinweg.

Die Fähigkeit der beiden Primer (COI, 16S), bestimmte Taxa unterschiedlich gut auflösen zu können, zeigt sich in den Abbildungen 29 und 30 besonders gut. In den 16S-Ergebnissen war die nicht-heimische Schneckenart *Tridopsis tridentata* mit überdurchschnittlich vielen Reads vertreten, was den hohen Anteil an Weichtieren (Mollusken) in Abbildung 29 erklärt. Die Arthropoden sind bei der 16S-Analyse dementsprechend unterrepräsentiert, vor allem, wenn man die Ergebnisse der COI-Analyse zum Vergleich heranzieht. Hier stellen die Arthropoden den höchsten Anteil, gefolgt von Schlauchpilzen (Ascomycota) und Ringelwürmern (Annelida) – die Weichtiere sind nur mit 1 % Read-Anteil vertreten. Auch gut zu erkennen ist, dass der 16S-Primer eine größere Diversität Bakterien nachgewiesen hat, wofür er auch meistens verwendet wird. Bei der COI-Analyse fehlen Bakterien völlig.

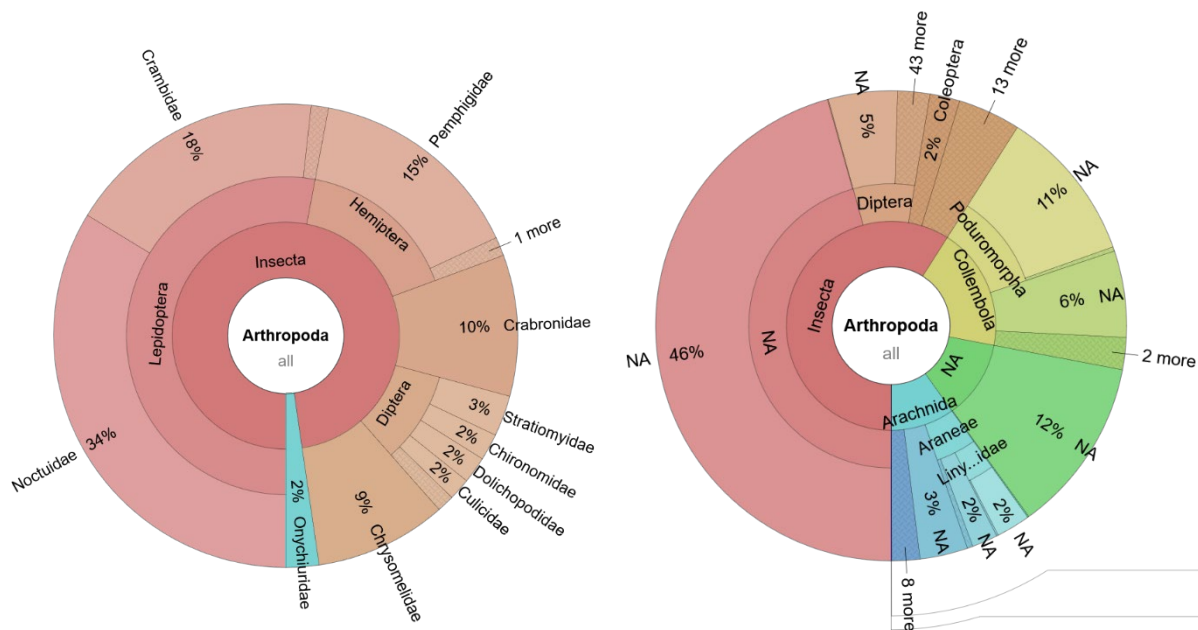


Abbildung 31: Krona-Charts zur Darstellung der Anteile der Taxa innerhalb der Arthropoden bis auf Familien-Ebene (alle Bodenproben - links: 16S-Analyse, rechts: COI-Analyse).

Bei einem Blick auf die Nachweise und Read-Verhältnisse innerhalb der Arthropoden werden zwei Dinge klar. Erstens ist zu erkennen, dass die COI-Analyse bei vielen Nachweisen keine taxonomische Ebene zuweisen konnte. So fällt ein Großteil der Nachweise unter „unbekannte Gliederfüßer“ oder „unbekannte Insekten“. Auch viele Familien und Gattungen konnten den Nachweisen den jeweiligen Ordnungen nicht zugewiesen werden, womit viele taxonomische Ebenen nur als „NA“ dargestellt werden. Zweitens kann man erkennen, dass die COI-Analyse ein breiteres Spektrum an Arthropoden nachweisen konnte – so finden sich in Abbildung 31 auch Spinnentiere (Arachnida) und Springschwänze (Collembola). Die 16S-Analyse weist viele Reads für Schmetterlinge (Lepidoptera) auf, die besonders auf eine Art, *Apamea epomidion*, zurückgehen, die in den COI-Ergebnissen gar nicht zu finden war.

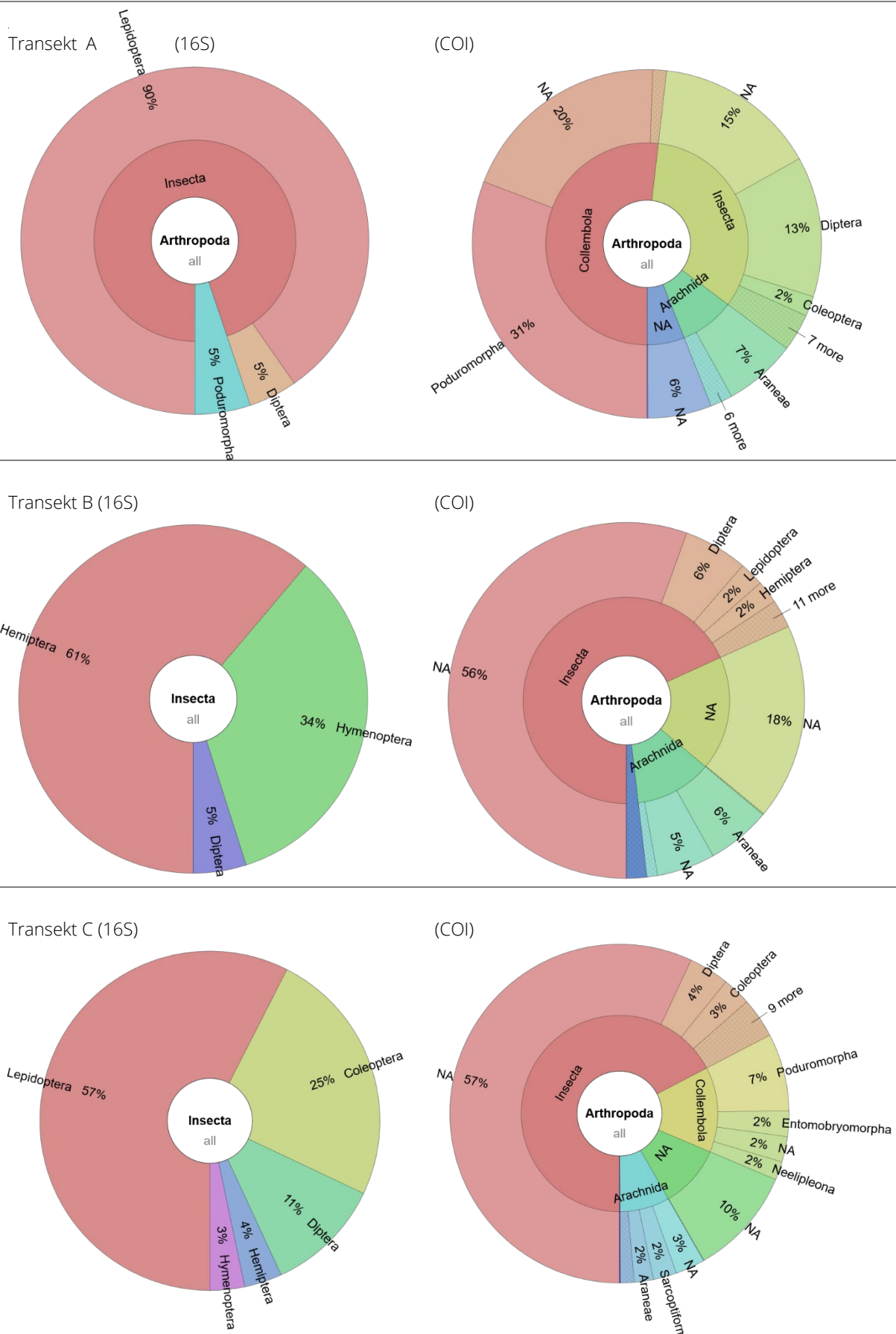


Abbildung 32: Krona-Charts zur Darstellung der Anteile der Taxa innerhalb der Arthropoden (nach Transekten - links: 16S-Analyse, rechts: COI-Analyse).

Der Blick auf die einzelnen Transekte in Abbildung 32 schlüsselt die bereits in den Abbildungen 30 und 31 erkennbaren Ergebnisse weiter auf. Bei den COI-Ergebnissen sind im Transekt A die Springschwänze (Collembola) besonders dominant, während bei der 16S-Analyse die Schmetterlinge besonders stark vertreten sind, die in der COI-Analyse einen Anteil von unter 1 % ausmachen. Im Transekt B tauchen bei der COI-Analyse die Spinnentiere (Arachnida) auf, was sich mit den vor Ort gemachten Fotos von Kleintieren untermauern lässt. Außerdem ist der Anteil an unbekannten Insekten (NA 56 %) hier besonders groß, während bei der 16S-Analyse die meisten Reads auf Vertreter der Ordnung Hemiptera (u. a. Wanzen und Zikaden) zurückzuführen sind. Der Transekt C unterscheidet sich nur geringfügig vom Transekt B. Wobei bei der 16S-Analyse im Transekt C wieder die Schmetterlinge dominieren.

3.3 Fotodokumentation, Handfang und iNaturalist

Während der Beprobungen am Kleinen Burgstall wurden auch Foto- und Audioaufnahmen von Tieren am Gipfel gemacht, sowie einige wenige (potenziell interessante) Organismen entnommen und im Labor weiter bestimmt. Alle Fotos vom Burgstall (und aus dem Labor) wurden in weiterer Folge auf die Citizen-Science-Plattform iNaturalist[©] hochgeladen und von Expert:innen weiter bestimmt. Die mittels Handfang entnommenen Organismen befinden sich in Ethanol und werden in den Räumlichkeiten der FH Kärnten unter Tiefkühlung für weitere Bestimmungen und Nachweise aufbewahrt.

Tabelle 13: Tabelle der auf iNaturalist geteilten Tier- und Pflanzenbelege (Stand: Mai 2025). Die Nachweise können auf der Plattform eingesehen werden: [Eine Community für Naturfreunde iNaturalist](#)

Reich	Klasse	Ordnung	Familie	Gattung & Art	Deutscher Name	Kommentar
Animalia	Mammalia	Rodentia	Sciuridae	<i>Marmota marmota</i>	Alpenmurmeltier	Foto (Spuren)
Animalia	Aves	Passeriformes	Corvidae	<i>Pyrrhocorax graculus</i>	Alpendohle	Audio-Aufnahme
Animalia	Aves	Passeriformes	Passeridae	<i>Montifringilla nivalis</i>	Schneefink	Audio-Aufnahme
Animalia	Aves	Passeriformes	Muscicapidae	<i>Oenanthe oenanthe</i>	Steinschmätzer	Audio-Aufnahme
Animalia	Aves	Passeriformes	Fringillidae	<i>Fringilla montifringilla</i>	Bergfink	Audio-Aufnahme
Animalia	Arachnida	Trombidiformes	Caeculiidae			Entnommen
Animalia	Arachnida	Araneae	Theridiidae			Entnommen
Animalia	Arachnida	Trombidiformes	Eythraeidae			Entnommen
Animalia	Arachnida	Araneae				Entnommen
Animalia	Arachnida	Opiliones	Phalangidae	<i>Mitopus glacialis</i>	Gletscherweberknecht	Foto
Animalia	Arachnida	Opiliones	Phalangidae	<i>Mitopus morio</i>	Gemeiner Gebirgsweberknecht	Foto
Animalia	Arachnida	Araneae	Lycosidae			Foto
Animalia	Arachnida	Araneae	Gnaphosidae			Foto
Animalia	Insecta	Lepidoptera	Lycaenidae	<i>Agriades orbitulus</i>	Heller Alpenbläuling	Foto
Animalia	Insecta	Hymenoptera	Proctotrupidae			Entnommen
Animalia	Insecta	Coleoptera	Cantharidae			Entnommen
Animalia	Insecta	Aphidoidea	Lachninae			Entnommen
Animalia	Insecta	Coleoptera	Carabidae			Entnommen
Animalia	Insecta	Hemiptera	Rhyparochromidae	<i>Gastrodes abietum</i>	Fichten-Zapfenwanze	Entnommen
Animalia	Insecta	Trichoptera	Rhyacophilidae	<i>Rhyacophila</i>		Entnommen
Animalia	Insecta	Diptera	Athericidae		Ibisfliege	Entnommen
Animalia	Insecta	Coleoptera				Entnommen
Animalia	Insecta	Diptera				Entnommen
Animalia	Insecta	Coleoptera	Melyridae		Wollhaarkäfer (Familie)	Entnommen
Animalia	Insecta	Diptera	Sciaridae		Trauermücken	Entnommen
Animalia	Insecta	Diptera	Empididae		Tanzfliegen (Familie)	Entnommen
Animalia	Insecta	Lepidoptera	Pyraloidea			Entnommen
Animalia	Insecta	Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Aglais urticae</i>	Kleiner Fuchs	Foto
Animalia	Insecta	Diptera	Syrphidae	<i>Scaeva selenitica</i>	Frühe Großstrinschwebfliege	Foto
Animalia	Insecta	Lepidoptera	Erebidae	<i>Setina irrorella</i>	Trockenrasen-Flechtenbärchen	Foto
Plantae	Liliopsida	Poales	Juncaceae	<i>Juncus jacquinii</i>	Jacquin-Simse	Foto
Plantae	Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	<i>Leontopodium nivale ssp. alpinum</i>	Gewöhnliches Alpen-Edelweiß	Foto


4 Diskussion

4.1 Vegetations-Monitoring

Aufgrund der unterschiedlichen Aufnahmezeitpunkte der Erhebungsjahre (19.–20.08.2002, 5.–6.08.2004 sowie 17.–18.07.2024) kann ein geringer Einfluss auf die Deckung der einzelnen Arten durch verschiedene Entwicklungsstadien nicht ausgeschlossen werden. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass die Vegetationsperiode im Hochgebirge sehr kurz ist und Arten mit spezifischen Frühjahrs- oder Herbstaspekten, die im Hochsommer nicht sichtbar wären, in der Regel fehlen. Es kann jedoch geringfügige Schwankungen in der Vegetationszusammensetzung geben. Da es sich fast ausschließlich um mehrjährige Arten handelt, sollte der vegetative Aspekt bei allen Arten gut ansprechbar gewesen sein. Die Annuelle *Comostoma nanum* wurde aus diesem Grund bei den Analysen nicht berücksichtigt. Die hochalpinen Witterungsbedingungen erschweren es zudem erheblich, Wiederholungsaufnahmen stets zum optimalen Zeitpunkt durchzuführen. Bereits im Vorjahr musste die Erhebung wetterbedingt abgesagt werden.

Das Vegetationsmonitoring entlang der Transekte A, B und C zeigt eine Vielzahl von Veränderungen in der Vegetationsbedeckung und Artenzusammensetzung, die durch unterschiedliche Faktoren wie die Dauer der Eisfreiheit, klimatische Bedingungen, geomorphologische Prozesse und sukzessionale Dynamiken beeinflusst werden. Die Ergebnisse verdeutlichen sowohl stabile als auch dynamische Entwicklungen, die je nach Standort und Umweltbedingungen variieren.


Entlang des Transektes A konnten die Flächen A25 und A26 aufgrund eines Felsabbruchs nicht mehr lokalisiert werden. Die Fläche A31, die außerhalb des Transekts liegt, sollte im Zuge der nächsten Erhebung identifiziert werden können. Auf der Fläche A20 ist die Vegetationsdeckung um 10 % zurückgegangen, wodurch sich die Deckung unbedeckter Erde auf insgesamt 32 % erhöht hat. Besonders auffällig ist der starke Rückgang des Nacktriebs (*Kobresia myosuroides*) von 10 % auf 0,1 % sowie des Stängellos-Leimkrauts (*Silene acaulis*) von 25 % auf 10 %. Im Gegensatz dazu hat die Quendel-Weide (*Salix serpyllifolia*) von 30 % auf 50 % zugenommen. Auch auf der Fläche A21 zeigt sich ein Rückgang der Vegetationsdeckung, die um 15 % auf 60 % gesunken ist. Besonders hervorzuheben ist hier die starke Zunahme von Kryptogamen, deren Deckung von 5 % auf 30 % gestiegen ist. Gleichzeitig ist ein markanter Rückgang des Nacktriebs (*Kobresia myosuroides*) von 40 % auf 0,1 % zu beobachten. Im Gegensatz dazu haben die Quendel-Weide (*Salix serpyllifolia*) von 15 % auf 40 %, das Stängellos-Leimkraut (*Silene acaulis*) von 10 % auf 20 % und der Knöllchen-Knöterich (*Persicaria vivipara*) von 2 % auf 10 % deutlich zugenommen. Die Verschiebung der Deckungsanteile hat dazu geführt, dass sich die Pflanzengesellschaft auf der Fläche A21 von einem Saxifragetum rudolphianae hin zu einem Drabetum hoppeana entwickelt hat. Diese Veränderung deutet auf eine sukzessionale Dynamik hin, bei der sich die Zusammensetzung der Vegetation an die neuen Umweltbedingungen anpasst. Das Drabetum hoppeana ist typischerweise durch Arten gekennzeichnet, die sich auf Schuttflächen und in hochalpinen Lebensräumen etablieren können. Auf der Fläche A22 setzt sich der Trend der abnehmenden Vegetationsdeckung fort, die von 80 % auf 70 % zurückgegangen ist. Auch hier zeigt sich ein starker Rückgang des Nacktriebs (*Kobresia myosuroides*) von 50 % auf 0,1 %. Im Gegensatz dazu konnten die Quendel-Weide (*Salix serpyllifolia*) von 5 % auf 30 % und das Stängellos-Leimkraut (*Silene acaulis*) von 20 % auf 30 % ihre Deckung weiter ausbauen. Die Fläche A22 befindet sich gerade erst im Übergang von einem Saxifragetum rudolphianae in ein Drabetum hoppeana. Im Vergleich zu den zuvor genannten Flächen zeigen die Flächen A23 und A24 eine gegensätzliche Entwicklung: Hier hat sich die Vegetationsdeckung nahezu verdoppelt. Auf der Fläche A23 ist eine deutliche Ausbreitung der Quendel-Weide (*Salix serpyllifolia*) von 10 % auf 30 % sowie des Stängellos-Leimkrauts (*Silene acaulis*) von 5 % auf 10 % zu beobachten. Die Zwerg-Miere (*Minuartia sedoides*) hingegen ist von 3 % auf 0,5 % zurückgegangen. Ein positiver Trend setzt sich auch auf der Fläche A24 fort, wo die Vegetationsdeckung der Zwerg-Miere (*Minuartia sedoides*) von 5 % auf 10 % gestiegen ist. Zusätzlich konnte hier das Farnblatt-Läusekraut (*Pedicularis asplenifolia*) von 0,1 % auf 2 % und das Stängellos-Leimkraut (*Silene acaulis*) von 3 % auf 10 % zulegen. Erstmals wurde auf dieser Fläche auch die Quendel-Weide (*Salix serpyllifolia*) mit einer Deckung von 3 % nachgewiesen. Die Fläche A32, die nicht direkt am Transekt A liegt, wurde diesem Transekt zugeordnet. Interessanterweise hat sich die Vegetationsdeckung auf dieser Fläche in den letzten 20 Jahren nicht verändert. Dennoch sind hier deutliche Verschiebungen in der Artenzusammensetzung zu erkennen. Während die Zwerg-Miere



(*Minuartia sedoides*) von 20 % auf 2 % zurückgegangen ist, haben der Gegenblatt-Steinbrech (*Saxifraga oppositifolia*) von 3 % auf 10 % und das Stängellos-Leimkraut (*Silene acaulis*) von 15 % auf 30 % deutlich zugenommen. Auch die Fläche A32 befindet sich gerade in einer Übergangsform von einem Drabetum hoppeana in ein Saxifragetum rudolphianae.

Zusammenfassend zeigen die Ergebnisse des Vegetationsmonitorings entlang des Transektes A eine Vielzahl von Veränderungen in der Artenzusammensetzung und Vegetationsdeckung. Während einige Arten, wie das Nacktried (*Kobresia myosuroides*) und die Zwerg-Miere (*Minuartia sedoides*), starke Rückgänge verzeichnen, konnten andere, wie die Quendel-Weide (*Salix serpyllifolia*) und das Stängellos-Leimkraut (*Silene acaulis*), ihre Deckung deutlich ausweiten.

Die Flächen B30 und B01 befinden sich am Anfang des Transektes B und sind bereits seit über 170 Jahren eisfrei. Beide zeichnen sich durch eine nahezu geschlossene Vegetationsdecke aus, wobei die Fläche B30 eine Deckung von 95 % und die Fläche B01 eine Deckung von 96 % aufweist. Im Vergleich zur Ersterhebung zeigen sich deutliche Veränderungen in der Artenzusammensetzung. So hat das Nacktried (*Kobresia myosuroides*) seine Deckung auf der Fläche B30 von 25 % auf 50 % verdoppelt, während das Eigentliche Alpen-Edelweiß (*Leontopodium alpinum* ssp. *alpinum*) von 15 % auf 5 % zurückgegangen ist. Ähnliche Rückgänge sind beim Gewöhnlichen Feld-Spitzkiel (*Oxytropis campestris* var. *campestris*, 10 % auf 2,5 %), Knöllchen-Knöterich (*Persicaria vivipara*, 15 % auf 2,5 %) und der Alpen-Rispe (*Poa alpina*, 10 % auf 1 %) zu beobachten. Auf der Fläche B01 konnten jedoch auch Zunahmen festgestellt werden, wie bei der Felsen-Segge (*Carex rupestris*, 1 % auf 5 %) und der Alpen-Aster (*Aster alpinus*, 1 % auf 3 %). Der Rückgang der Vegetationsdeckung um insgesamt 4 % ist vor allem auf die Abnahme des Zwerg-Augentrostes (*Euphrasia minima*, 5 % auf 0,1 %), der Jacquin-Simse (*Juncus jacquinii*, 7 % auf 0,1 %), des Nacktrieds (*Kobresia myosuroides*, 20 % auf 5 %) und des Eigentlichen Alpen-Edelweißes (*Leontopodium alpinum* ssp. *alpinum*, 15 % auf 5 %) zurückzuführen. Insgesamt konnten auf dieser Fläche 37 Arten auf den 4 m² nachgewiesen werden, wobei 13 Arten mit meist geringer Deckung neu hinzugekommen sind. Beide Flächen wurden dem Elynetum myosuroides zugeordnet, welches für stabilere, ältere Schuttflächen charakteristisch ist und durch eine hohe Deckung des Nacktrieds sowie eine dichte Vegetationsstruktur geprägt ist. Die Flächen B02 und B03 sind schätzungsweise seit 100 bis 170 Jahren eisfrei. Die Fläche B02 weist mit 99 % eine nahezu geschlossene Vegetationsdecke auf. Hier überlagern die Gefäßpflanzen teilweise den offenen Oberboden, wodurch es zu einer Gesamtdeckung von über 100 % kommt. Das Nacktried (*Kobresia myosuroides*) hat auf dieser Fläche um 5 % auf 40 % zugenommen, während die Quendel-Weide (*Salix serpyllifolia*, 20 % auf 15 %) und das Stängellos-Leimkraut (*Silene acaulis*, 10 % auf 2,5 %) Rückgänge verzeichnen. Im Gegensatz dazu ist die Vegetationsdeckung auf der Fläche B03 um 5 % auf insgesamt 65 % zurückgegangen. Dieser Rückgang ist einerseits auf die Zunahme vom Fels (1 % auf 13 %) und auch auf die Abnahme des Nacktrieds (*Kobresia myosuroides*, 15 % auf 10 %) und des Moränen-Klees (*Trifolium pallescens*, 15 % auf 3 %) zurückzuführen. Gleichzeitig haben sich die Quendel-Weide (*Salix serpyllifolia*) und die Alpen-Frühlings-Miere (*Minuartia gerardii*) leicht ausgebreitet. Während die Fläche B02 eine Zunahme der Vegetationsdeckung und des Nacktrieds verzeichnet, ist auf der Fläche B03 ein Rückgang der Vegetationsbedeckung und bestimmter Arten zu beobachten. Diese Entwicklungen deuten darauf hin, dass sich beide Flächen hin zu einer Übergangsform zwischen Drabetum hoppeana hin zu Saxifragetum rudolphianae weiterentwickelt haben. Die Flächen B04 bis B07 sind erst seit etwa 50 bis 75 Jahren eisfrei. Dennoch zeigt sich eine deutliche Vegetationssukzession, insbesondere auf den Flächen B05 und B06, die mit 26 bzw. 25 Arten eine merklich höhere Artenvielfalt aufweisen als die Flächen B04 und B07 mit 15 bzw. 18 Arten. Die Vegetationsdeckung hat sich auf B04 von 20 % auf 46 % deutlich erhöht. Diese Ausbreitung ist vor allem auf die Zunahme des Stängellos-Leimkrauts (*Silene acaulis*, 2 % auf 10 %) und des Moränen-Klees (*Trifolium pallescens*, 0,5 % auf 10 %) zurückzuführen. Zudem konnten erstmals das Nacktried (*Kobresia myosuroides*, 1 %) und die Quendel-Weide (*Salix serpyllifolia*, 0,5 %) nachgewiesen werden. Auch auf der Fläche B05 hat sich die Vegetationsdeckung von 25 % auf 40 % ausgedehnt. Besonders auffällig ist die starke Ausbreitung der Kryptogamen, die nun 20 % der Fläche bedecken. Zudem hat das Stängellos-Leimkraut (*Silene acaulis*) seine Deckung von 5 % auf 20 % vervierfacht. Auf der Fläche B06 ist die Sukzession ebenfalls vorangeschritten und die Vegetationsdeckung hat sich von 15 % auf 29 % erhöht. Bei der Wiederholungserhebung wurde die Deckung des Schutts (85 %) nun in unbedeckte Erde (16 %) und Fels (55 %) unterteilt. Besonders die Polsterpflanzen wie der Rudolphi-Steinbrech (*Saxifraga rudolphiana*, 2 % auf 10 %) und das Stängellos-Leimkraut (*Silene acaulis*, 1 % auf 10 %) haben sich hier deutlich ausgebreitet. Die Fläche B07 zeigt eine besonders starke Zunahme der Vegetationsdeckung, die sich von 10 % auf 40 % mehr als verdoppelt hat.



Auch hier ist die Zunahme des Stängellos-Leimkrauts (*Silene acaulis*, 2 % auf 30 %) besonders auffällig, ebenso wie die Ausbreitung der Zwerg-Miere (*Minuartia sedoides*, 0,5 % auf 5 %). Aufgrund der instabilen Wetterlage und der kurzen Vegetationsperiode musste die Erhebung im Jahr 2023 verschoben werden. Im Jahr 2024 blieb der Schnee in schattigen Bereichen sehr lange liegen, was dazu führte, dass ein Teil der Fläche B08 noch mit Schnee bedeckt war. Trotz der Schneebedeckung von 40 % konnte das Transekt B verlängert und eine neue Fläche (B09) eingerichtet werden. Die Vegetationsdeckung auf der Fläche B08 war mit 20 % zwar erkennbar, jedoch nicht repräsentativ im Vergleich zu den anderen Flächen des Transekts. Dennoch konnten Zunahmen bei den Arten Gegenblatt-Steinbrech (*Saxifraga oppositifolia*, 2 % auf 10 %) und Stängellos-Leimkraut (*Silene acaulis*, 1 % auf 5 %) festgestellt werden. Die Fläche dürfte sich anhand dieser Veränderungen von einem Saxifragetum biflorae in ein Drabetum hoppeana weiterentwickelt haben. Die Fläche B09 wurde im Jahr 2024 neu eingerichtet und erstmals erhoben, um gezielt eine Fläche zu erfassen, die sich am Beginn ihrer Sukzession befindet. Mit einer Vegetationsdeckung von nur 2 % steht die Fläche noch am Anfang ihrer Entwicklung. Dennoch konnten bereits 11 Arten mit jeweils geringer Deckung nachgewiesen werden. Die Verlängerung des Transekts erfolgte in Laufrichtung hin zum Gletscherrand und ergänzt die bestehenden Flächen des Transekts B. Zusammenfassend zeigt das Vegetationsmonitoring entlang des Transekts B eine Vielzahl von Veränderungen, die sowohl auf die Dauer der Eisfreiheit als auch auf klimatische und geomorphologische Einflüsse zurückzuführen sind. Während ältere Flächen wie B30 und B01 eine nahezu geschlossene Vegetationsdecke aufweisen, sind jüngere Flächen wie B09 noch am Anfang ihrer Sukzession.

Die Fläche C10 gehört zur Pflanzengesellschaft Elynetum myosuroides, die sich vermutlich bereits seit über 170 Jahren in einem eisfreien Zustand entwickeln konnte. Die Vegetationsbedeckung hat sich von 90 % auf 95 % erhöht, was vor allem durch einen Rückgang der Kryptogamen bedingt ist. Besonders hervorzuheben ist die außergewöhnlich hohe Gesamtartenzahl von 39 Arten auf einer Fläche von nur 4 m², was die floristische Vielfalt dieser Fläche unterstreicht. Die Flächen C11, C12 und C13 sind seit etwa 100 bis 170 Jahren eisfrei. Ein Vergleich mit den Erhebungsfotos aus dem Jahr 2002 zeigt jedoch, dass die Vegetation auf der Fläche C12 mitsamt dem Boden nach unten rutscht, was die Wiederauffindbarkeit der Fläche erheblich erschwert. Auf der Fläche C11 kam es zu einem leichten Rückgang der Vegetationsbedeckung um 5 %, wodurch die Kategorien Fels um 5 % erhöht wurde. Insgesamt weist die Fläche nur geringe Veränderungen auf. Besonders auffällig ist die konstante Deckung der dominanten Quendel-Weide (*Salix serpillifolia*), die über die letzten 20 Jahre unverändert bei 60 % geblieben ist. Die Fläche C12 zeigt hingegen deutliche Veränderungen. Das Abrutschen der Vegetation führte zu einer erheblichen Zunahme des Felsanteils, der von 70 % auf 96 % angestiegen ist. Diese geomorphologische Veränderung hatte gravierende Auswirkungen auf die Vegetation. So ging die Deckung der Schwarz-Edelraute (*Artemisia genipi*) drastisch von 10 % auf 0,1 % zurück. Auch der Gegenblatt-Steinbrech (*Saxifraga oppositifolia*) verzeichnete eine leichte Abnahme. Trotz dieser Rückgänge konnten auf der Fläche insgesamt sechs neue Arten dokumentiert werden, was die dynamische Anpassung der Vegetation an die veränderten Bedingungen verdeutlicht. Die Gesamtartenzahl der Fläche liegt bei 10 Arten. Auf der Fläche C13 (siehe Abbildung 33) wurde ein Rückgang der Schuttfläche beobachtet, der eine deutliche Zunahme der Vegetationsbedeckung von 35 % auf 60 % zur Folge hatte. Diese Entwicklung ist vor allem auf die Ausbreitung der Quendel-Weide (*Salix serpillifolia*) zurückzuführen, die sich auf dieser Fläche zunehmend etabliert. Darüber hinaus zeigt sich eine Übergangsform der Pflanzengesellschaft von Drabetum hoppeana hin zu Saxifragetum rudolphianae, was auf eine Veränderung der Standortbedingungen und eine sukzessionale Entwicklung hinweist. Zusammenfassend zeigt das Vegetationsmonitoring entlang des Transektes C sowohl stabile als auch dynamische Entwicklungen. Während die Fläche C10 durch ihre floristische Vielfalt und eine konstante Vegetationsbedeckung beeindruckt, verdeutlichen die Flächen C12 und C13 die Auswirkungen geomorphologischer Prozesse und sukzessionaler Veränderungen. Besonders die Verschiebung der Pflanzengesellschaften und die Anpassung der Vegetation an veränderte Umweltbedingungen unterstreichen die Komplexität der ökologischen Prozesse in diesem Bereich.

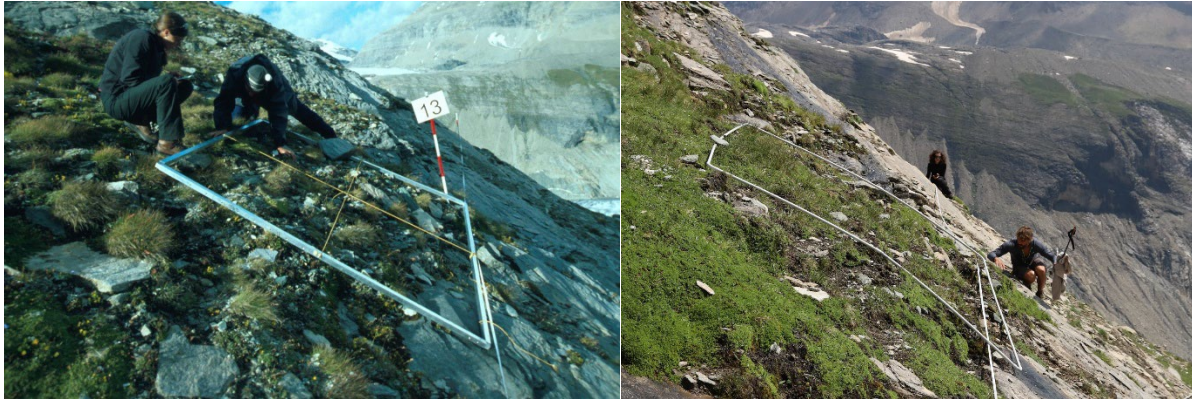



Abbildung 33: Vergleich des Aufnahmefotos der Fläche C13 aus dem Jahr 2002 und 2024 (Bilder: Kirchmeir).

Die Ergebnisse des Vegetationsmonitorings zeigen, dass die Vegetationsentwicklung stark von der Dauer der Eisfreiheit, den Standortbedingungen und den geomorphologischen Prozessen abhängt. Während ältere, stabilere Flächen eine höhere Vegetationsbedeckung und Artenvielfalt aufweisen, stehen jüngere Flächen noch am Anfang ihrer Sukzession. Rückgänge bestimmter Arten, wie des Nacktrieds (*Kobresia myosuroides*), und die Zunahme anderer, wie der Quendel-Weide (*Salix serpyllifolia*), verdeutlichen die dynamischen Anpassungen der Vegetation an veränderte Umweltbedingungen. Die sukzessionalen Übergänge zwischen Pflanzengesellschaften, wie vom Saxifragetum rudolphianae zum Drabetum hoppeana, spiegeln die ökologische Komplexität und die Anpassungsfähigkeit der hochalpinen Vegetation wider.

Zusammenfassend liefern die Ergebnisse wertvolle Einblicke in die langfristigen Veränderungen der Vegetation in hochalpinen Lebensräumen. Sie unterstreichen die Bedeutung von Vegetationsmonitoring, um die Auswirkungen von Klimawandel, geomorphologischen Prozessen und anderen Umweltfaktoren auf die alpine Flora besser zu verstehen.

Im Rahmen der Erhebung konnten mehrere Arten (14) vereinzelt neu dokumentiert werden, die sowohl mit ihren deutschen als auch lateinischen Namen aufgeführt werden. Zu den neu hinzugekommenen Arten zählen die Steinraute (*Achillea clavennae*), die Trauer-Segge (*Carex atrata*) und die Alpen-Vogelfuß-Segge (*Carex ornithopodioides*). Ebenfalls neu erfasst wurden das Norwegen-Ruhrkraut (*Gnaphalium norvegicum*), die Zweiblüten-Miere (*Minnertia biflora*) sowie der Tiroler Feld-Spitzkiel (*Oxytropis campestris* var. *tirolensis*).

Darüber hinaus konnten das Herzblatt (*Parnassia palustris*), die Rundkopf-Teufelskralle (*Phyteuma orbiculare*), das Crantz-Fingerkraut (*Potentilla crantzii*) und die Alpen-Küchenschelle (*Pulsatilla alpina*) erstmals nachgewiesen werden. Ergänzt wird die Liste durch die Netz-Weide (*Salix reticulata*), das Kalk-Stängellos-Leimkraut (*Silene acaulis* ssp. *longiscapa*), den Nacktstiel-Ehrenpreis (*Veronica aphylla*) sowie den Eigentlichen Gänseblümchen-Ehrenpreis (*Veronica bellidioides* ssp. *bellidioides*). Diese neu dokumentierten Arten erweitern die floristische Vielfalt der untersuchten Flächen und liefern wertvolle Einblicke in die Vegetationszusammensetzung und die sukzessionalen Prozesse in hochalpinen Lebensräumen. Im Zuge der Erhebung wurde jedoch auch festgestellt, dass einige Arten nicht mehr nachgewiesen werden konnten und somit aus der Vegetationszusammensetzung der untersuchten Flächen weggefallen sind. Zu den nicht mehr dokumentierten Arten zählen die Alpen-Breitschote (*Braya alpina*), die Krumm-Segge (*Carex curvula*) sowie das Eigentliche Kopf-Läusekraut (*Pedicularis rostratocapitata* ssp. *rostratocapitata*). Darüber hinaus konnten der Krainer Greiskraut (*Senecio carniolicus*) und der Braun-Klee (*Trifolium badium*) ebenfalls nicht mehr nachgewiesen werden. Wobei auch diese Arten in der Ersterhebung nur vereinzelt vorkamen. Die Vegetation am Kleinen Burgstall im Zeitraum 2002/2004 – 2024 zeigt im Grunde nur leichte Veränderungen. Insbesondere der gesunkene Shannon-Index (Abbildung 23, Tabelle 5) deutet jedoch auf voranschreitende Veränderungen hin. Eine Zunahme von Arten tieferer Lagen wie sie in anderen Teilen Europas und der Alpen nachgewiesen wurde ist momentan jedoch nicht feststellbar (Lamprecht et al. 2018; Steinbauer et al. 2018; Steinbauer et al. 2020). Die globale Klimaerwärmung ist dabei treibende Kraft für Veränderungen im Hochgebirge. Alpine Pflanzenarten sind Kältespezialisten (Körner 2003), die mit den extremen Bedingungen im Hochgebirge gut umgehen können. Bei höheren Temperaturen setzen sich aber konkurrenzstärkere Arten tieferer Lagen durch (Pauli et al. 2012). Dementsprechend zeigte sich bei Studien im Alpenraum stets eine Verschiebung in Richtung wärmeliebender Vegetation, was sich in einem höheren Thermic Indicator widerspiegeln würde. Dies konnte in der




vorliegenden Studie jedoch nicht bestätigt werden. Dies mag einerseits an der generellen langsamen und verzögerten Reaktion der Alpenpflanzen liegen (Dullinger et al. 2012). Aber auch eine hohe Diversität an Mikrohabitaten in der alpinen Zone kann temperaturbedingte Vegetationsveränderungen verlangsamen (Scherrer und Körner 2011). Vergleichbare Studien in einer ähnlichen Höhenlage von knapp unter 3000 m deckten zudem meist längere Zeiträume ab (vgl. Lamprecht et al. 2018; Steinbauer et al. 2020) und die Anzahl der untersuchten Plots lag bei diesen Studien um den Faktor 30 höher. Eine kleine Plot-Anzahl macht die Ergebnisse anfälliger gegenüber natürlich vorkommenden stochastischen Prozessen, welche somit ein gerichtetes Klimasignal überlagern können. Auch bei den syntaxonomischen Zuordnungen (Tabelle 6) und den Artänderungen (Abbildung 24) zeigen zwar manche Flächen eine Veränderung, es ergeben sich daraus jedoch noch keine tiefergreifenden Vegetationsveränderungen am Kleinen Burgstall.

4.2 eDNA-Analyse der Bodenproben

Die von AIM bereitgestellten Tabellen mit den Nachweisen aller Organismen waren (vor allem bei der COI-Analyse) besonders umfangreich. Die Tatsache, dass nach den COI-Ergebnissen auch die 16S-Ergebnisse separat zu analysieren und zu interpretieren waren, gab uns eine Fülle an Daten und Informationen, die es zu interpretieren galt. Eine bessere Auflösung der viel umfangreicheren COI-Ergebnisse wäre wünschenswert gewesen und hätte den Prozess vereinfacht und beschleunigt. Aus Gründen, über die an dieser Stelle nur gemutmaßt werden kann, fielen die ersten Ergebnisse aber weniger zufriedenstellend aus. Trotzdem weisen die Tabellen eine Fülle an interessanten Nachweisen auf, sei es für ausgewählte Arten oder höhere Taxa wie Familien oder Ordnungen. Die Anzahl an „Fehlbestimmungen“, wie wir die Nachweise für Arten bezeichnet haben, die (bisher) nur in Amerika oder Asien gefunden wurden, ist nicht überdurchschnittlich hoch und beschränkt sich auf einzelne Arten und wenige Gattungen. Die jeweiligen Familien und Ordnungen sind auch durch heimische oder typische Arten vertreten. Zum Beispiel wurde die Heuschrecke *Melanoplus oregonensis* nachgewiesen, die jedoch nur aus Nordamerika bekannt ist. Die Rote Keulenschrecke (*Gomphocerippus rufus*) hingegen wurde ebenfalls nachgewiesen und ist aus alpinen Rasen bis 2.500 m Seehöhe bekannt (Hilpold et al. 2017). Beide Arten stammen aus der Familie Acrididae. Dasselbe gilt vermutlich auch für die Schnecke *Triodopsis tridentata*, eine Lungenschnecke aus der Familie Polygyridae, die ausschließlich im östlichen Nordamerika zu finden ist und in den 16S-Ergebnissen aller Transekte stark vertreten war. Die Tatsache, dass viel Gastropoden-DNA in den Proben zu finden war, lässt vermuten, dass gewisse Schneckenarten am Burgstall zu finden sind. Auch wenn die Anwesenheit von *Triodopsis* ausgeschlossen ist, so ist es durchaus möglich, dass eine verwandte, heimische Schneckenart (oder ein verwandtes Taxon) zu finden ist bzw. gerade an wenigen beprobten Stellen große Mengen genetischen Materials hinterlassen hat.

Ein klarer Unterschied in der Organismenzusammensetzung zwischen den Transekten ist nicht erkennbar – auch dies liegt in der Natur und Qualität der Daten. Betrachtet man rein die Anzahl der Reads, so lässt sich erkennen, dass bei der 16S-Analyse Transekt A die wenigsten Weichtiere aufweist und sich generell von den Transekten B und C etwas mehr unterscheidet – so sind in den COI-Daten hier die Springschwänze besonders dominant. Ein Blick auf die Transekte B und C zeigt auch, dass in Transekt C die Vielfalt an Arthropoden am höchsten war, während auf den (zu diesem Zeitpunkt) besonders feuchten Böden von Transekt B die Mollusken die meisten Nachweise aufweisen.

Nun sollen noch einige potenziell interessante Arten hervorgehoben werden, die bisher keine Erwähnung fanden bzw. eine Diskussion erfordern. In den COI-Daten finden sich unter den Arten mit mehr als 50 Reads unter anderem die Gattung *Gonioctena*, aus welcher z. B. der Korbweiden Blattkäfer (*G. viinalis*) aus alpinen Rasen bekannt ist. Außerdem nachgewiesen ist die Nessel-Schnabeleule (*Hypena proboscidalis*), die aus den Alpen zumindest bis 1600 m Seehöhe bekannt ist. Auch Blumenfliegen (*Anthomyiidae*) wurden nachgewiesen, darunter die Gattung *Pegomya* und die Art *Hylemya nigrimana*, die für Österreich belegt sind, für die sich aber keine Nachweise aus alpinen Räumen finden ließen. Neben der Gattung *Lygus* aus der Ordnung der Hemiptera fand sich auch die Kornschneppe (*Cyclosa conica*). Unter den Organismen, die zwar nachgewiesen wurden, aber nur wenige Reads aufwiesen sind unter anderem die Graugrün-gescheckte Fichtenrindenlaus (*Cinara pruinosa*), die Ragwurz-Zikadenwespe (*Argogorytes mystaceus*), der Kiefernadelwickler (*Archips oporana*) und der schwarze Fichtenbastkäfer (*Hylastes cunicularius*) zu erwähnen. Potenziell interessante Arten sind auch die Schlupfwespen-Art *Tromatobia*



ovivora, die als Bewohner kalter und hoher Lagen bekannt ist, die Hornfliegen-Art *Euthycera fumigata*, die aus Kärnten und Tirol bis über 2000 m Seehöhe bekannt ist (Merz et al. 2006), sowie ein Nachweis für einen Heiden-grashüpfer aus der Gattung *Stenobothrus*. Letztlich sind auch der Erzfarbener Erlenblattkäfer (*Linnaeidea aenea*) und der Dickmaulrüssler (Curculionidae) *Otiorhynchus lepidopterus* zu erwähnen.

Das feuchte Wetter der Tage vor und während der Begehung spiegelt sich vermutlich in den Bodenproben wider, vor allem bei den Pilzen, wo Hefepilze neben diversen Schlauchpilzen (Ascomycota) dominieren – auf trockeneren Flächen wären auch in diesen Höhenlagen mehr Ständerpilze (Basidiomycota) zu erwarten gewesen. Die starke Dominanz der Hefepilze kann auch darauf zurückzuführen sein, dass manche Proben vom ersten auf den zweiten Probenstag am Burgstall aufbewahrt und nicht sofort tiefgekühlt wurden, was den Hefepilzen eine schnelle Vermehrung ermöglicht hat. Die Vielzahl an Nachweisen für Pilze zeigt, dass (zumindest) die Menge an genetischem Material von Pilzen in den Böden des Kleinen Burgstall verhältnismäßig groß sein muss. Die 16S-Primer eignen sich eigentlich nicht für die Detektion von Pilzen, konnten diese hier jedoch dennoch nachweisen, was auf große Mengen an genetischem Material hindeutet.

5 Fazit

Die Forschungsarbeiten am Kleinen Burgstall haben wertvolle Einblicke in die Vegetations- und Biodiversitätsentwicklung eines hochalpinen Lebensraums geliefert. Die Wiederholungserhebungen aus dem Jahr 2024, ergänzt durch moderne Technologien wie Drohneneinsätze und molekularbiologische Analysen, ermöglichen eine präzise Dokumentation der Veränderungen seit der ersten Untersuchung im Jahr 2002.

Die Drohnentechnologie erwies sich als äußerst nützlich für die Erstellung hochauflösender Luftbilder und 3D-Modelle, die eine präzise Dokumentation der Gelände- und Vegetationsveränderungen ermöglichen. Die Befliegung im August 2024 dokumentierte einen weiteren Rückgang des Gletschers, wodurch neue Flächen für die Vegetationsentwicklung freigelegt wurden. Diese Veränderungen verdeutlichen die Dynamik des postglazialen Lebensraums und unterstreichen die Bedeutung langfristiger Monitoring-Programme.

Die Vegetationserhebungen zeigen, dass sich die Pflanzengesellschaften in den meisten Aufnahmeflächen weitgehend stabil gehalten haben. Dennoch weist der signifikant gesunkene Shannon-Index auf eine fortschreitende Veränderung hin, die möglicherweise durch klimatische Einflüsse begünstigt wird. Eine Verschiebung hin zu wärmeliebender Vegetation, wie sie in anderen alpinen Regionen beobachtet wurde, konnte jedoch nicht bestätigt werden. Dies könnte auf die langsame Reaktion alpiner Pflanzen und die hohe Diversität an Mikrohabitaten zurückzuführen sein, die temperaturbedingte Veränderungen abmildern. Gleichzeitig wurden auf einigen Flächen deutliche Veränderungen durch dynamische Untergrundbewegungen festgestellt (Abbruch Transekt A und Rutschung des Oberbodens am Transekt C). Um den Einfluss des Klimawandels gesichert nachweisen zu können, sollte die Anzahl der Untersuchungsflächen erhöht und das Aufnahmeintervall auf 5 bis 7 Jahre verkürzt werden. Eine weitere Reduzierung des Intervalls ist aufgrund der Gefahr von Trittschäden nicht empfehlenswert.

Die eDNA-Analysen der Bodenproben lieferten detaillierte Informationen zur Fauna des Gebiets. Während die COI-Analyse eine größere Vielfalt an Arthropoden auf Ordnungs- und Familienniveau nachweisen konnte, zeigte die 16S-Analyse eine bessere Auflösung bei spezifischen Arten, insbesondere bei Schmetterlingen und Weichtieren, allerdings waren die Nachweise auf Artniveau weniger verlässlich. Beide Methoden ergänzen sich und verdeutlichen die Relevanz moderner molekularbiologischer Ansätze für die Biodiversitätsforschung. Das Nehmen von Bodenproben im Feld, deren Bearbeitung und Analyse im Labor sowie die Auswertung und Sequenzierung (in diesem Falle durch Dritte) sind heute gängige und gut etablierte Analyseprozesse. Die Ergebnisse einer derartigen Analyse sind jedoch stark von der Qualität der Datenbanken und Referenzen sowie der letztendlichen Interpretation abhängig, was die Aussagekraft der Ergebnisse beeinflussen kann. Für die Zukunft arbeitet man vermehrt an standardisierten Sammelmethoden und -protokollen. Vermutlich liegt der Erfolg einer verlässlichen Art-detektion vor allem an der Beprobung, die in Zukunft optimiert werden kann und muss.

Zusammenfassend betonen die Ergebnisse die Notwendigkeit weiterer Langzeitstudien, um die komplexen Wechselwirkungen zwischen Klima, Vegetation und Biodiversität besser zu verstehen. Sie liefern zudem eine wichtige Grundlage für die Entwicklung effektiver Schutzmaßnahmen, um diese sensiblen Lebensräume langfristig zu bewahren.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Übersicht des Untersuchungsgebietes und der Transekte sowie der Ausdehnung der Gletscher basierend auf dem Geoland Basemap Orthofoto aus dem Jahr 2024 (Karte: Berger).....	4
Abbildung 2: Gegenüberstellung des Untersuchungsgebietes basierend auf den KAGIS-Befliegungen der Jahre 2003 und 2018 (Abbildung: Berger).....	5
Abbildung 3: Der ehemalige Nunatak Kleiner Burgstall wird inzwischen nur mehr im Süden, Westen und Norden von Gletschern umrahmt (Foto: Berger).....	6
Abbildung 4: Übersicht des Untersuchungsgebiets und der drei Transekte (dargestellt durch die Verbindungslinien zwischen den Vegetationsaufnahmen). Die Punkte stellen die 20 erhobenen Vegetationsaufnahme­flächen am Kleinen Burgstall dar. Das Orthophoto wurde basierend auf der Befliegung erstellt, welche kurz nach der Erhebung am 08.08.2024 stattgefunden hat.....	7
Abbildung 5: Vergleich der Ansicht des Ostgipfels des Kleinen Burgstalls aus Nordosten von der Pasterze aus dem Jahr 2004 (Foto: Katharina Aichhorn) und dem Jahr 2024. Der im ersten Bild ersichtliche Gletscherrand hat sich deutlich zurückgezogen (Foto: Berger).....	9
Abbildung 6: Übersichtskarte der Ausdehnung der Pasterze in den Jahren 1852, 1969 und 2019 (Abbildung aus Österreichischer Alpenverein 2024).....	9
Abbildung 7: Darstellung des Längsprofils der Pasterze (Abbildung aus Österreichischer Alpenverein 2024).....	10
Abbildung 8: Geländemodell des Kleinen Burgstalls basierend auf den UAV-Aufnahmen vom 08.08.2024 inklusive Höhenschichtlinien (10 Meter dezente Linie, 50 Meter markante Linie).....	10
Abbildung 9: Die weißen Markierungsnägel aus dem linken und mittleren Bild stellen die ursprüngliche Markierung der Fläche dar. Die gelbe Markierung im linken Bild wurde 2024 neu gesetzt (Fotos: Berger).....	11
Abbildung 10: Darstellung des Erhebungsrahmens zur Vegetationserhebung des Plots B04.....	13
Abbildung 11: Übersicht der Vegetationsaufnahme­flächen des Transekt A.....	14
Abbildung 12: Abbruch im Süden des Transekt A (Foto: Berger).....	15
Abbildung 13: Übersicht der Vegetationsaufnahme­flächen des Transekts B.....	16
Abbildung 14: Drohnenaufnahme des Transekts B mit einem Vegetationsrahmen auf der Fläche B05 (oben) und B06 (unten, Foto: Berger).....	17
Abbildung 15: Übersicht der Vegetationsaufnahme­flächen des Transekts C.....	18
Abbildung 16: Drohnenaufnahme des Transekts C mit dem Vegetationsrahmen auf der Fläche C12 (Foto: Berger).....	19
Abbildung 17: Darstellung des Flugplans in 2D und 3D (Abbildung: Scherling).....	21
Abbildung 18: 3D Modell des Kleinen Burgstalls (Abbildung: Ruess).....	22
Abbildung 19: Beispielbild einer sterilen Bodenprobenahme (Quelle: Biomonitec).....	22

Abbildung 20: Übersicht der Probepunkte zwischen den Vegetationsaufnahmeflächen mit Detailansicht zu den Entnahmepunkten am Beispiel von Transekt A (Karte: Svetnik).....	23
Abbildung 21: Übersicht der Flugabdeckung inklusive Konturen des Geländemodells.....	25
Abbildung 22: Deckung der einzelnen Schichten je Aufnahme­fläche 2024.....	26
Abbildung 23: Diversitäts-Indizes (Shannon Index, Species Richness) Thermic Indicator nach Gottfried et al. 2012 und Vegetations Deckung (Vegetation Cover) pro Plot in den beiden Erhebungsjahren 2002 und 2024. Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Erhebungsjahren. Für Details dazu siehe Tabelle 3.	28
Abbildung 24: Änderung der Artenzahlen pro Aufnahme­fläche (Plot). Die gepunktete Linie stellt die mittlere Änderung über alle Aufnahme­flächen mit dem 95%-Konfidenzintervall dar.	28
Abbildung 25: Drohnenaufnahme des Transekts A mit einem Vegetationsrahmen auf der Fläche A22 und A23 (Foto: Berger).	38
Abbildung 26: Fotos von einigen der mittels eDNA-Analyse festgestellten Arten: Oben rechts: <i>Cloeon dipterum</i> (Baetidae, weiblicher Imago, Foto: BartBotje, Arnhem, CC BY 3.0, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cloeon_dipterum_(Baetidae)_-(female_imago),_Arnhem,_the_Netherlands.jpg) Oben links: Kleine Labyrinthspinne (<i>Allagelena gracilens</i> , Agelenidae, Foto: Bianca, Deutschland, CC BY 4.0, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Allagelena_gracilens_427912157.jpg) Mitte rechts: Gletscherweberknecht (<i>Mitopus morio</i> , Phalangiidae, Foto: Ilja Svetnik) Unten rechts: Zackenbindiger Rindenspanner (<i>Ectropis crepuscularia</i> , Foto: Andy Reago & Chrissy McClarren, CC BY 2.0, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:-_6597_%E2%80%93_Ectropis_crepuscularia_%E2%80%93_Small_Engrailed_Moth_(19705449019).jpg) Unten links: Rote Keulenschrecke (<i>Gomphocerippus rufus</i> , Acrididae, weiblich, Foto: Holger Krisp, CC BY 4.0, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Rote_Keulenschrecke_Gomphocerippus_rufus_weiblich.jpg , adaptiert).....	64
Abbildung 27: Artenzahlen innerhalb ausgewählter Reiche nach Transekten (links: 16S-Analyse, rechts: COI-Analyse).	67
Abbildung 28: Anzahl der Tier Kassen nach Transekten (links: 16S-Analyse, rechts: COI-Analyse).....	67
Abbildung 29: Krona-Chart aus der 16S-Analyse zur Darstellung der Verteilung der Organismen-Klassen über alle Bodenproben hinweg.	68
Abbildung 30: Krona-Chart aus der COI-Analyse zur Darstellung der Verteilung der Organismen-Klassen über alle Bodenproben hinweg.	68
Abbildung 31: Krona-Charts zur Darstellung der Anteile der Taxa innerhalb der Arthropoden bis auf Familien-Ebene (alle Bodenproben - links: 16S-Analyse, rechts: COI-Analyse).....	69
Abbildung 32: Krona-Charts zur Darstellung der Anteile der Taxa innerhalb der Arthropoden (nach Transekten - links: 16S-Analyse, rechts: COI-Analyse).	70
Abbildung 33: Vergleich des Aufnahmefotos der Fläche C13 aus dem Jahr 2002 und 2024 (Bilder: Kirchmeir).....	75

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Beschreibung der herangezogenen Deckungsklassen aus Kirchmeir et al. 2003.	12
Tabelle 2: Überblick über die Verortung der Vegetationsaufnahme­flächen (Plots) am Kleinen Burgstall. Die Anfangsbuchstaben der Plots spiegeln die Transekte wider. Die Nummerierung der Aufnahme­flächen wurde mit steigenden Werten hin zum Ende des Transekts (ursprünglicher Gletscherrand 2002) umgesetzt.	13
Tabelle 3: Überblick über die Verortung der eDNA Probeflächen.	23
Tabelle 4: Ergebnisse der Deckung der einzelnen Schichten je Aufnahme­fläche 2024.	26
Tabelle 5: Ergebnisse der statistischen Analyse der Vegetations-Indizes pro Plot. Zur Auswertung wurde das R-Package „lme4“ verwendet. Für das Post-hoc testing wurde ein likelihood ratio Test mittels des R-Packages „emmeans“ durchgeführt. Signifikante P-Werte sind fett dargestellt. DF steht für Freiheitsgrade;	29
Tabelle 6: Syntaxonomische Klassifikation der Aufnahmen (Plots) in den Jahren 2002 und 2024. Fehlende Einträge treten auf, wenn bei der Wiederholungsaufnahme im Jahr 2024 keine Vegetationsaufnahme gemacht wurde. Die Fläche B08 war zum Zeitpunkt der Aufnahme teilweise mit Schnee bedeckt und kann daher nicht eindeutig zugeordnet werden.	29
Tabelle 7: Artenliste der COI-Analyse im Transekt A (Schriftfarbe ocker = Fehlbestimmung; NA = unbekanntes Taxon).	57
Tabelle 8: Artenliste der COI-Analyse im Transekt B (graue Schrift = Fehlbestimmung; NA = unbekanntes Taxon).	59
Tabelle 9: Artenliste der COI-Analyse im Transekt C (Schriftfarbe ocker = Fehlbestimmung; NA = unbekanntes Taxon).	61
Tabelle 10: Artenliste der 16S-Analyse im Transekt A (Schriftfarbe Ocker = Fehlbestimmung; NA = unbekanntes Taxon).	65
Tabelle 11: Artenliste der 16S-Analyse im Transekt B (Schriftfarbe ocker = Fehlbestimmung; NA = unbekanntes Taxon).	65
Tabelle 12: Artenliste der 16S-Analyse im Transekt C (Schriftfarbe ocker = Fehlbestimmung; NA = unbekanntes Taxon).	66
Tabelle 13: Tabelle der auf iNaturalist geteilten Tier- und Pflanzenbelege (Stand: Mai 2025). Die Nachweise können auf der Plattform eingesehen werden: Eine Community für Naturfreunde iNaturalist	71
Tabelle 14: Laborprotokoll zur Analyse der eDNA-Proben.	1
Tabelle 15: Gesamtartenliste der Vegetationserhebungen 2024.	1


Literaturverzeichnis

- Bates, D.; Mächler, M.; Bolker, B.; Walker, S. (2015): Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. In: J. Stat. Soft. 67 (1). DOI: 10.18637/jss.v067.i01.
- Chytrý, M. & Otýpková, Z. (2003): Plot sizes used for phytosociological sampling of European vegetation. *Journal of Vegetation Science*, 14: 563-570. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2003.tb02183.x>
- Dullinger, S.; Gatttringer, A.; Thuiller, W.; Moser, D.; Zimmermann, N.; Guisan, A. et al. (2012): Extinction debt of high-mountain plants under twenty-first-century climate change. In: *Nature Climate Change* 2, S. 619–622. DOI: 10.1038/nclimate1514.
- Fischer, M.; Oswald, K.; Adler, W. (2008): Exkursionsflora für Österreich, Liechtenstein und Südtirol. 3. Auflage.
- Friedel, H. (1956): Die alpine Vegetation des obersten Mölltales (Hohe Tauern). In: *Wissenschaftliche Alpenvereinshefte* (16), S. 153.
- Friedl, H. (1969): Die Pflanzenwelt im Banne des Grossglockners und des Pasterzengletschers. In: *Deutscher Alpenverein* (Hrsg.): *Neue Forschungen im Umkreis der Glocknergruppe*. *Wissenschaftliche Alpenvereinshefte* Heft 21, 233-252.
- Grabherr, G. & Mucina, L. (Hrsg.), (1993): *Die Pflanzengesellschaften Österreichs. Teil II. Natürlich waldfreie Vegetation*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 523 S.
- Gottfried, M.; Pauli, H.; Futschik, A.; Akhalkatsi, M.; Barančok, P.; Benito A., José L. et al. (2012): Continent-wide response of mountain vegetation to climate change. In: *Nature Clim Change* 2 (2), S. 111–115. DOI: 10.1038/NCLIMATE1329.
- Heinz Slupetzky; Österreichischer Alpenverein (1986): *Gletscherweg Obersulzbachtal*.
- Hilpold, A., Wilhalm, T., Kranebitter, P. (2017): Rote Liste der gefährdeten Fang- und Heuschrecken Südtirols (Insecta: Orthoptera, Mantodea). *Gredleriana*. Hg. v. Naturmuseum Südtirol. Bozen.
- Kirchmeir, H.; Jungmeier, M. (2004a): Bodenkundliche Untersuchungen am Kleinen Burgstall 2004 Studie im Auftrag von: Nationalparkverwaltung Hohe Tauern Kärnten, S. 20.
- Kirchmeir, H.; Jungmeier, M. (2004b): Die Vegetationsentwicklung am Nunatak des „Kleinen Burgstall“ (Nationalpark Hohe Tauern Kärnten). In: *Carinthia II* 194./114. Jahrgang, Teil 2, S. 473–494.
- Kirchmeir, H.; Jungmeier, M.; Hasslacher, C. (2003): *Der Berg im Eis. Die Vegetationsentwicklung am Nunatak des „Kleinen Burgstall“ (Nationalpark Hohe Tauern Kärnten) - Aktionsforschung zum internationalen Jahr der Berge*: Bearbeitung: E.C.O. Institut für Ökologie. https://www.parcs.at/npht/mmd_fullentry.php?docu_id=16756
- Körner, Christian (2003): *Alpine Plant Life: Functional Plant Ecology Of High Mountain Ecosystems*.
- Krainer, K. (1994): Nationalpark Hohe Tauern - Die Geologie der Hohen Tauern. In: *Nationalpark Hohe Tauern*, S. 159.
- Lamprecht, A.; Semenchuk, P. R.; Steinbauer, K.; Winkler, M.; Pauli, H. (2018): Climate change leads to accelerated transformation of high-elevation vegetation in the central Alps. In: *New Phytologist* 220 (2), S. 447–459. DOI: 10.1111/nph.15290.



- Lang, H.; Lieb, K. L. (1993): Die Gletscher Kärntens: Verlag des Naturwissenschaftlichen Vereins für Kärnten.
- Lenth, R. (2025): emmeans: Estimated Marginal Means, aka Least-Squares Means_. R. Version package version 1.10.7. <https://CRAN.R-project.org/package=emmeans>.
- Merz, A., & Kofler, A. (2006): Zum Vorkommen von Hornfliegen in Osttirol und Kärnten (Österreich) (Diptera: Phaeomyiidae & Sciomyzidae). Innsbruck (Berichte des naturwissenschaftlichen-medizinischen Verein Innsbruck, Folge 93: 107 - 119).
- Österreichischer Alpenverein (Hg.) (2024): Gletscherweg Pasterze. Glocknergruppe. Kellerer-Pirklbauer, A., & Lieb, G. K. Österreichischer Alpenverein. Band 2: Naturkundliche Führer des Alpenvereins.
- Pascher, K.; Svara, V.; Jungmeier, M. (2022): Environmental DNA-Based Methods in Biodiversity Monitoring of Protected Areas: Application Range, Limitations, and Needs. *Diversity*. 14(6):1-15. doi:<https://doi.org/10.3390/d14060463>
- Paschinger, V. (1948): Pasterzenstudien. In: Carinthia II 11. Sonderheft, S. 119.
- Paschinger, V. (1969): Die Pasterze in den Jahren 1924 bis 1968. In: Neue Forschungen im Umkreis der Glocknergruppe. In: Wissenschaftliche Alpenvereinshefte, 1969 (Heft 21), S. 201–207.
- Patzelt, G. (1969): Zur Geschichte der Pasterzenschwankungen. In: Neue Forschungen im Umkreis der Glocknergruppe. In: Wissenschaftliche Alpenvereinshefte, 1969 (Heft 21), S. 171–179.
- Patzelt, G. (1980): Neue Ergebnisse der Spät- und Postglazialforschung in Tirol. Jahresbericht 76/77: 11-18: Österreichische Geographische Gesellschaft, Zweigverein Innsbruck.
- Pauli, H.; Gottfried, M.; Dullinger, S.; Abdaladze, O.; Akhalkatsi, M.; Benito A., José L. et al. (2012): Recent plant diversity changes on Europe's mountain summits. In: *Science* 336 (6079), S. 353–355. DOI: 10.1126/science.1219033.
- R Core Team (2024): R: A language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. Online verfügbar unter <https://www.R-project.org/>.
- Scherrer, D.; Körner, C. (2011): Topographically controlled thermal-habitat differentiation buffers alpine plant diversity against climate warming. In: *Journal of Biogeography* 38 (2), S. 406–416. DOI: 10.1111/j.1365-2699.2010.02407.x.
- Schönswetter, R., Schneeweiß, G.M. & English, T. (2000): Das Saxifragetum blepharophyllae, eine neue endemische Gesellschaft der östlichen Zentralalpen. – Ein Bindeglied zwischen Drabion hoppeanae und Androsacion alpinae? *Tüxenia* 20, Göttingen, 231- 258.
- Steinbauer, K.; Lamprecht, A.; Semenchuk, P. Winkler, M.; Pauli, H. (2020): Dieback and expansions: species-specific responses during 20 years of amplified warming in the high Alps. In: *Alpine Botany* 130 (1), S. 1–11. DOI: 10.1007/s00035-019-00230-6.
- Steinbauer, M. J.; Grytnes, J.-A.; Jurasinski, G.; Kulonen, A.; Lenoir, J.; Pauli, H. et al. (2018): Accelerated increase in plant species richness on mountain summits is linked to warming. In: *Nature* 556 (7700), S. 231–234. DOI: 10.1038/s41586-018-0005-6.
- Wakonigg, H.; Lieb, K. (1996): Die Pasterze und ihre Erforschung im Rahmen der Gletschermessungen. In: Kärntner Nationalparkschriften Band 8, S. 99–115.





Zollitsch, B. (1968): Soziologische u. ökologische Untersuchungen auf Kalkschiefer in hochalpinen Gebieten. Teil 1. Berichte der Bayerischen Botanischen Gesellschaft Nr. 40, München, 67-100.

Zollitsch, B. (1969): Die Vegetationsentwicklung im Pasterzenvorfeld. In: DEUTSCHER ALPENVEREIN (HRSG.): Neue Forschungen im Umkreis der Glocknergruppe. Wissenschaftliche Alpenvereinshefte Heft 21, 267-283.

Anhänge

Tabelle 14: Laborprotokoll zur Analyse der eDNA-Proben.

original_code	collection_date	extraction_date	location	type	starting_volume (µL or µg)	eluted_volume (µL or µg)	concentration (ng/µL)	storage (°C)
AB001	16-17.07.2024	26.08.2024	Kleiner_Burgstall	soil	410	50	43	-20
AB002	16-17.07.2024	26.08.2024	Kleiner_Burgstall	soil	430	50	45	-20
AB003	16-17.07.2024	26.08.2024	Kleiner_Burgstall	soil	480	50	35	-20
AB004	16-17.07.2024	26.08.2024	Kleiner_Burgstall	soil	440	50	38	-20
AB005	16-17.07.2024	26.08.2024	Kleiner_Burgstall	soil	480	50	11	-20
AB006	16-17.07.2024	27.08.2024	Kleiner_Burgstall	soil	480	50	42	-20
AB007	16-17.07.2024	27.08.2024	Kleiner_Burgstall	soil	500	50	1,79	-20
AB008	16-17.07.2024	27.08.2024	Kleiner_Burgstall	soil	500	50	2,27	-20
AB009	16-17.07.2024	27.08.2024	Kleiner_Burgstall	soil	490	50	43	-20
AB010	16-17.07.2024	27.08.2024	Kleiner_Burgstall	soil	470	50	2,13	-20
AB011	16-17.07.2024	27.08.2024	Kleiner_Burgstall	soil	470	50	30	-20
AB012	16-17.07.2024	27.08.2024	Kleiner_Burgstall	soil	500	50	14	-20
AB013	16-17.07.2024	27.08.2024	Kleiner_Burgstall	soil	450	50	0,962	-20
AB014	16-17.07.2024	27.08.2024	Kleiner_Burgstall	soil	460	50	40	-20
AB015	16-17.07.2024	27.08.2024	Kleiner_Burgstall	soil	500	50	40	-20
AB016	16-17.07.2024	27.08.2024	Kleiner_Burgstall	soil	500	50	33	-20
AB017	16-17.07.2024	27.08.2024	Kleiner_Burgstall	soil	490	50	30	-20
AB018	16-17.07.2024	27.08.2024	Kleiner_Burgstall	soil	480	50	41	-20
EK_240826	16-17.07.2024	26.08.2024	Kleiner_Burgstall	control	0	50	0	-20
EK_240827	16-17.07.2024	27.08.2024	Kleiner_Burgstall	control	0	50	0	-20
AB028fc	16-17.07.2024	29.08.2024	Kleiner_Burgstall	control	0	50	0,0184	-20
AB029fc	16-17.07.2024	29.08.2024	Kleiner_Burgstall	control	0	50	0,0024	-20
AB030lc	16-17.07.2024	29.08.2024	Kleiner_Burgstall	control	0	50	0	-20

Tabelle 15: Gesamtartenliste der Vegetationserhebungen 2024.

Taxon (ohne Autor)	A20	A21	A22	A23	A24	A32	B01	B02	B03	B04	B05	B06	B07	B08	B09	B30	C10	C11	C12	C13
<i>Achillea atrata</i>												0,1					0,1			
<i>Achillea clavennae</i>												0,1								
<i>Agrostis alpina</i>																	0,1			
<i>Androsace obtusifolia</i>											0,1									
<i>Androsace spec.</i>																				
<i>Anthoxanthum alpinum</i>																	4,0			
<i>Arabis caerulea</i>												0,1			0,1					
<i>Arenaria biflora</i>	1,0																			
<i>Arenaria ciliata</i>			0,1	0,5	0,1												0,1			
<i>Artemisia genipi</i>			0,1	0,1	0,1	0,1				0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1				0,1	
<i>Aster alpinus</i>							3,0													
<i>Astragalus alpinus ssp. alpinus</i>								0,1										1,0	0,1	1,0
<i>Avenula versicolor ssp. versicolor</i>																	1,0			
<i>Bartsia alpina</i>																	0,1	2,0		0,1
<i>Bellidiastrum michelii</i>																	10,0			
<i>Botrychium lunaria</i>					0,1	0,1	0,1	0,1			0,1					0,2				0,1
<i>Campanula cochleariifolia</i>																			0,1	
<i>Campanula scheuchzeri</i>							0,1					0,1				0,1	4,0			
<i>Carex atrata</i>											0,1									
<i>Carex capillaris</i>																				1,0
<i>Carex ferruginea</i>																	3,0			
<i>Carex ornithopodioides</i>																		0,1		
<i>Carex parviflora</i>					0,1															
<i>Carex rupestris</i>							5,0	0,1	0,1							1,0		0,1		
<i>Carex sempervirens ssp. sempervirens</i>																	10,0			
<i>Cerastium uniflorum</i>					0,1						0,1	0,1		0,1	0,1					
<i>Cetraria islandica</i>							0,1	0,1	0,1							1,0				
<i>Comastoma nanum</i>				0,1	0,1															
<i>Doronicum glaciale</i>	0,1						0,1													
<i>Draba aizoides</i>							0,1	0,1	0,1							0,1				
<i>Draba fladnizensis</i>	0,1	0,1					0,1	0,1	0,1	0,1										
<i>Draba hoppeana</i>			0,1		0,1				0,1		0,1	0,1	0,1					0,1		
<i>Draba siliquosa</i>			0,1																	
<i>Erigeron uniflorus</i>			0,1	0,1	0,1	1,0		0,1			1,0	0,1	0,1			0,1	0,1	0,1		
<i>Erysimum sylvestre agg.</i>							0,1													
<i>Euphrasia minima</i>					0,1		0,1	0,1	0,1		0,1					0,1	0,1	0,1		0,1

Taxon (ohne Autor)	A20	A21	A22	A23	A24	A32	B01	B02	B03	B04	B05	B06	B07	B08	B09	B30	C10	C11	C12	C13
<i>Festuca alpina</i>													0,1						1,0	0,1
<i>Festuca pulchella</i>																	3,0			
<i>Festuca pumila</i>						0,1	0,1				2,0	1,0		0,5		15,0	2,0			
<i>Galium anisophyllum</i>							0,1									0,2	0,1	0,1		
<i>Gentiana bavarica</i>																				0,1
<i>Gentiana orbicularis</i>											0,5	0,1				2,0				
<i>Gentiana spec.</i>																	0,1		0,1	
<i>Geum reptans</i>																	0,1			
<i>Gnaphalium norvegicum</i>							0,1													
<i>Hedysarum hedysaroides</i>																	3,0			
<i>Homogyne alpina</i>																	3,0	0,1		
<i>Hornungia alpina</i>												0,1			0,1					
<i>Juncus jacquinii</i>							0,1									5,0	1,0			
<i>Juncus trifidus</i>																	0,1	0,1		
<i>Kobresia myosuroides</i>	0,1	0,1	0,1	0,5			5,0	40,0	10,0	1,0						50,0	10,0	1,0		2,0
<i>Leontopodium alpinum ssp. alpinum</i>			0,1	0,1	0,1	1,0	5,0	0,1	1,0	1,0	1,0		0,1			5,0			0,1	0,1
<i>Linaria alpina</i>											0,1							0,1		
<i>Lloydia serotina</i>							0,1													
<i>Lomatogonium carinthiacum</i>							0,1													
<i>Minuartia biflora</i>							0,1													
<i>Minuartia gerardii</i>	0,1		0,1			0,1	0,1	0,1	2,0	0,1	0,1	0,1	0,1		0,1	0,1		0,1		
<i>Minuartia sedoides</i>	1,0	2,0	2,0	0,5	10,0	2,0	2,0	1,0	1,0	1,0	0,1	3,0	5,0	2,0	0,1	1,0				
<i>Myosotis alpestris</i>							0,1					0,1				0,5				
<i>Oxytropis campestris var. campestris</i>								0,5	2,0	0,1						2,5				0,1
<i>Oxytropis campestris var. tirolensis</i>							5,0													
<i>Pachypleurum mutellinoides</i>							0,1				0,1									
<i>Parnassia palustris</i>						0,1														
<i>Pedicularis asplenifolia</i>	0,1	1,0	0,1	0,1	2,0	1,0		0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1					0,1		0,5
<i>Persicaria vivipara</i>	1,0	10,0	2,0				10,0	0,5	0,1							2,5	3,0	0,1		2,0
<i>Phyteuma globulariifolium</i>	0,1		0,1	0,1	1,0	0,1	0,1	0,1	0,1		0,1									
<i>Phyteuma orbiculare</i>																	0,1			
<i>Poa alpina</i>	0,1				1,0	0,1	2,0	0,1			0,1	0,1	0,1			1,0	2,0	0,1	0,1	0,1
<i>Poa molinerii</i>							2,0	0,1	1,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1					
<i>Potentilla aurea</i>							0,1									0,1				
<i>Potentilla crantzii</i>						0,1											0,1			
<i>Primula minima</i>	0,5	0,1	1,0	0,1	1,0	0,1		0,1	0,1		0,1									
<i>Pulsatilla alpina</i>																	2,0			
<i>Ranunculus montanus</i>																	2,0			

Taxon (ohne Autor)	A20	A21	A22	A23	A24	A32	B01	B02	B03	B04	B05	B06	B07	B08	B09	B30	C10	C11	C12	C13
<i>Salix reticulata</i>													0,2							
<i>Salix serpyllifolia</i>	50,0	40,0	30,0	30,0	3,0	0,1		15,0	40,0	0,5							10,0	60,0		45,0
<i>Saussurea alpina ssp. alpina</i>							0,1										2,0			
<i>Saxifraga aizoides</i>												0,1		2,0	1,0					0,1
<i>Saxifraga androsacea</i>											0,5	0,1								
<i>Saxifraga moschata</i>							0,1									0,1				
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	1,0	1,0	1,0	0,5	2,0	10,0	0,1		0,1	0,1	1,0	0,1	0,2	10,0	0,1			0,1	1,0	1,0
<i>Saxifraga rudolphiana</i>	0,1	0,1		0,1		0,1				0,1	2,5	10,0	0,2		0,1					
<i>Sedum atratum ssp. atratum</i>											0,1	0,1	0,1	1,0				0,1	0,1	
<i>Selaginella selaginoides</i>																	0,1			
<i>Sesleria caerulea</i>							1,0									0,5	4,0			
<i>Sesleria ovata</i>	0,1	0,1	0,1			0,1														
<i>Silene acaulis</i>	10,0	20,0	30,0	10,0	10,0	30,0	1,0	2,5	0,1	10,0	20,0	10,0	30,0	5,0	0,1	0,2	0,1	0,1		2,0
<i>Silene acaulis ssp. longiscapa</i>							0,1													
<i>Soldanella spec.</i>							2,0									0,5	0,1			
<i>Thamnolia vermicularis</i>		0,1	0,1	2,0	1,0			1,0	0,1							0,1				
<i>Thymus praecox</i>																	2,0		0,1	
<i>Trifolium pallescens</i>						3,0		5,0	3,0	10,0	1,0	1,0	0,1				1,0	1,0		1,0
<i>Trifolium pratense ssp. nivale</i>																	2,0	0,1		
<i>Trisetum spicatum ssp. ovatipaniculatum</i>		0,1		0,1	1,0	0,1				0,1			0,1							
<i>Veronica alpina</i>												0,1						0,1		
<i>Veronica aphylla</i>																	0,1			
<i>Veronica bellidioides ssp. bellidioides</i>													0,1				0,1			



ANREISE PER BAHN



Medieninhaber und Verleger, Verleger:

Kärntner Nationalparkfonds Hohe Tauern

Döllach 14 | 9843 Großkirchheim | Austria

Tel.: +43 (0) 4825 / 6161, E-Mail: nationalpark@ktn.gv.at

www.hohetauern.at