



universität  
wien

# MASTERARBEIT / MASTER'S THESIS

Titel der Masterarbeit / Title of the Master's Thesis

**„Untersuchung der Speikbodenvegetation der Gesäuseberge  
hinsichtlich Veränderung über einen Zeitraum von 32 Jahren“**

verfasst von / submitted by

Matthias Fritz Kaul BSc

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree of

Master of Science (MSc)

Wien, 2022 / Vienna, 2022

Studienkennzahl lt. Studienblatt /  
degree programme code as it appears on  
the student record sheet:

UA 066 879

Studienrichtung lt. Studienblatt /  
degree programme as it appears on  
the student record sheet:

Masterstudium Naturschutz und Biodiversitätsmanagement

Betreut von / Supervisor:

Univ.-Prof. i.R. Dr. Josef Greimler



Diese Arbeit fand im Rahmen des österreichischen Programms für ländliche Entwicklung LE 2014-2020, Projekt: Aktionen für Arten und Prozesse (AfAuP)<sup>6</sup> – Anr.: 761a/2018/43 statt.

Mit Unterstützung von Bund und Europäischer Union

 **Bundesministerium**  
Klimaschutz, Umwelt,  
Energie, Mobilität,  
Innovation und Technologie

  
**LE 14-20**  
Entwicklung für den Ländlichen Raum

Europäische Union  
  
Europäischer Landwirtschaftsfonds für  
die Entwicklung des ländlichen Raums:  
Hier investiert Europa in die ländlichen  
Gebiete.

## Zusammenfassung

Die Speikböden der Gesäuseberge stellen Verebnungen in gipfelnahen Bereichen mit tiefgründigen und versauerten Böden dar, auf welchen sich für das Kalkgebirge untypische Pflanzenarten der Silikatrasen angesiedelt haben. Nachdem diese im Jahr 1988 im Zuge einer Dissertation untersucht und beschrieben wurden und seither der Druck des Klimawandels auf die natürliche Vegetation erheblich gestiegen ist, wurde diese Untersuchung im Jahr 2020 wiederholt. Angesichts dessen, dass Untersuchungen zur alpinen Vegetation meist zwischen kalk- und silikatreichem Untergrund differenzieren, stellen diese sauren Rasen auf Kalkgestein eine Besonderheit dar. Ziel der Untersuchung war es, Änderungen in der Artenzusammensetzung in den 32 Jahren zwischen den Erhebungen zu analysieren und mögliche Trends festzustellen. Die Aufnahmen erfolgten nach Braun-Blanquet, die Daten wurden mittels TWINSpan, PCA und Analyse der Ellenberg-Zeigerwerte auf Unterschiede überprüft. Die Ergebnisse zeigen, dass die Relokalisierung der 1 m<sup>2</sup> Plots ein erhebliches Problem darstellte, die Artenzahl sank geringfügig von 105 auf 102 Arten, die Untersuchung der syntaxonomischen Gruppen weist auf eine Stabilisierung der zwei größten Gruppen des *Seslerio-Semperviretum* und der *Agrostis rupestris*-Gesellschaft hin und die Zeigerwerte zeigen bei Gewichtung durch die Frequenz der Arten erhöhte Temperatur-, Nährstoff- und Kontinentalitätswerte auf. Durch die Konstanz sowohl in Artenzahl als auch in Zusammensetzung der syntaxonomischen Gruppen scheinen die Speikböden aktuell beständig, bezogen auf die Zeigerwerte lassen sich jedoch erste Einflüsse sich ändernder Umweltparameter nachweisen.

## **Abstract**

The Speikböden in the Gesäuse-Mountains are nearly plain areas near summits with deep and low-pH soils which host typical plant species of alpine siliceous grasslands, in contrast to the surrounding calcereous area. As these grasslands were assessed during the work for a dissertation in the year 1988 und climate change has progressed significantly in the meantime, the vegetation survey was repeated in the year 2020. While most studies concerning alpine vegetation focus on either calcereous or siliceous areas, the Speikböden appear to be a specialty, being acidic in a calcereous mountain range. Goal of the study was to analyze changes in species composition during the 32 years between the surveys and look for possible trends. The vegetation survey was carried out using the Braun-Blanquet-Method, data was examined using TWINSpan, PCA and analysis of Ellenberg indicator values. Results showed, that relocation of the 1 m<sup>2</sup> plots appeared to be problematic. The number of taxa declined slightly from 105 to 102 species, syntaxonomic communities showed stability regarding the two main groups of Seslerio-Sempervivum and the Agrostis rupestris-community and indicator values for temperature, humidity and nutrients show a slight increase. As number of taxa and composition of syntaxonomic communities appear rather constant, the Speikböden seem to be stable at the moment but regarding indicator values first impacts of changing environmental factors can be shown.

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	7
1.1	Speikböden – Alpine Rasen mit Silikatcharakter in den Gesäusebergen.....	7
1.2	Ziel der wiederholten Erhebung.....	8
2	Methodik.....	8
2.1	Vegetationsaufnahmen.....	8
2.2	Verortung der Aufnahme­flächen.....	10
2.3	TWINSPAN-Analyse.....	10
2.4	Principle Component Analysis.....	12
2.5	Analyse der Zeigerwerte.....	12
3	Ergebnisse.....	14
3.1	Erfolg des Resamplings.....	14
3.2	Änderungen in der Artenzusammensetzung.....	17
3.3	TWINSPAN und Zuordnung zu syntaxonomischen Einheiten.....	25
3.3.1	TWINSPAN-Ergebnis der rezenten Aufnahmen.....	25
3.3.2	Vergleich mit früheren Ergebnissen.....	27
3.4	Principle Component Analysis.....	34
3.5	Analyse der Zeigerwerte.....	36
3.5.1	Änderung der Zeigerwerte auf den gesamten Speikböden.....	36
3.5.2	Änderung der Zeigerwerte der syntaxonomischen Gruppen und der sauren und basischen Bereiche.....	41
3.5.3	Zeigerwerte der nicht mehr beobachteten und neu beobachteten Arten.....	46
3.6	Auffällige Arten außerhalb des Aufnahme­rasters.....	47
4	Diskussion.....	50
4.1	Einordnung in syntaxonomische Gruppen.....	50
4.2	Änderung der Vegetation über die 32 Jahre.....	51
4.2.1	Stabilität und Wandel.....	51
4.2.2	Gründe für Fehlen früherer und Auftreten neuer Arten.....	56
4.2.3	Änderung der Zeigerwerte und mögliche Ursachen.....	57
4.3	Gefährdung der Speikböden.....	61
5	Literaturverzeichnis.....	62
6	Abbildungsverzeichnis.....	65
7	Tabellenverzeichnis.....	67
8	Anhang.....	68

8.1	TWINSpan-Analyse der rezenten Aufnahmen.....	68
8.2	TWINSpan-Tabelle rezenten und früherer Aufnahmen .....	70
8.3	TWINSpan-Tabelle rezenten und früherer Aufnahmen ohne kleinen Zinödspeikboden ....	73
8.4	TWINSpan-Tabelle aller Aufnahmen des Admonter Kalbling.....	76
8.5	TWINSpan-Tabelle aller Aufnahmen des großen Zinödspeikbodens .....	78
8.6	TWINSpan-Tabelle aller Aufnahmen der kleinen Zinödspeikböden.....	80
8.7	PCA-Plot.....	82
8.8	PCA-Plot ohne Ausreißer .....	83
8.9	PCA-Plot der <i>Agrostis rupestris</i> -Gruppe .....	84
9	Danksagung .....	85

# 1 Einleitung

## 1.1 Speikböden – Alpine Rasen mit Silikatcharakter in den Gesäusebergen

Die Gesäuseberge stellen mit ihrem schroffen Relief, den engen Tälern und etlichen Gipfeln mit über 2000 m. s. m. eines der spektakulärsten Gebirge der nördlichen Kalkalpen dar. Im oberen Bereich sind die Berge aus Dachsteinkalk aufgebaut, darunter liegend findet sich Dolomitgestein (Franz, 1961). Vergleichbar mit Verebnungen des Raxplateaus sind auch hier in den Gipfelbereichen zweier Berge, dem Admonter Kalbling, außerhalb des Nationalparkgebiets und dem Hochzinödl, Teil der Hochtorgruppe innerhalb des Nationalparks abgeflachte bis ebene Flächen zu finden. Diese sind am Zinödl geprägt von tiefgründigen Braunlehm Böden (Greimler, 1997), von denen auszugehen ist, dass sie kolluvialen Ursprungs sind und welche zudem immer wieder einen bestimmten Anteil an Terra fusca aufweisen, die je nach Reinheitsgrad des umgebenden Karbonatgesteins durch dessen Verwitterung entstehen oder äolischen Ursprungs sind (Franz & Solar, 1961). Die oberen Bodenhorizonte dieser tiefgründigen Böden sind auf dem großen Zinödlspeikboden weitgehend karbonatfrei (Greimler, 1997) und besitzen dementsprechend sauren Charakter. Da der Speikboden des Admonter Kalbling vergleichbare Eigenschaften hinsichtlich Geographie aufweist, ist auch dieser durch zum Teil versauerte Bodenverhältnisse geprägt (Greimler, 1997), er weist jedoch im Gegensatz zum Zinödl auch Rendzina-Profile auf und ist durch einen höheren pH-Wert charakterisiert. Entsprechend den versauerten Böden können sich in den Verebnungen Pflanzenarten, die sonst in silikatischen Gebieten vorkommen, ansiedeln, besonders *Valeriana celtica ssp. norica* (der „echte Speik“) und *Agrostis rupestris* sind für die hierbei gebildeten Rasen prägend. Dementsprechend werden diese gipfelnahen Ebenen als „Speikböden“ bezeichnet. Die Rasen sind charakterisiert durch kleinflächig ineinander verzahnte Pflanzengesellschaften, welche sich grob den Klassen der Caricetea curvulae und der Seslerietea albicantis zuordnen lassen. Demnach sind die Speikböden als Lebensraumtyp 6150 (Boreo-Alpines Grasland auf Silikatsubstraten) des Anhangs I der Flora-Fauna-Habitats-Richtlinie der EU einzustufen, welche konträr zur Bezeichnung auch auf Karbonatgesteinen vorkommen können, wenn eine entsprechend saure Humusaufgabe entwickelt ist (Ellmayer, 2005). Dieser ist gemessen an der Fläche der zweithäufigste Lebensraumtyp des Anhangs I in Österreich (Umweltbundesamt, 2020) und ist in den drei bisher erschienenen Artikel-17-Berichten als „favourable“, also günstig und nicht gefährdet, eingestuft worden (Umweltbundesamt, 2020).

## 1.2 Ziel der wiederholten Erhebung

Im Jahr 1988 wurde auf den beiden Bergen des südlichen Gesäuses auch Vegetationsaufnahmen der Speikböden im Zuge einer Dissertation durchgeführt (Greimler, 1997). In Anbetracht dessen, dass im Zuge des Klimawandels Arten alpiner Habitats durch das Einwandern solcher aus niedriger gelegenen Höhenlagen langsam verdrängt werden können (Grabherr et al., 1994), wurden im Rahmen des österreichischen Programms für ländliche Entwicklung LE 2014-2020, Projekt: Aktionen für Arten und Prozesse (AfAuP) (Anr.: 761a/2018/43) die Vegetationsaufnahmen wiederholt, um potenzielle Effekte des Klimawandels auf diese für die Kalkalpen ungewöhnlichen Flächen aufzuzeigen. Weiterhin galt es herauszufinden, ob sich die Vegetation auf den beiden Speikböden unterschiedlich stark verändert, welche Dynamiken hinter diesen Änderungen stecken und ob weitere Störfaktoren, beispielsweise anthropogener Art oder durch Überweidung, welche für den Lebensraumtyp als typische Gefährdungsursachen gelten (Ellmayer, 2005), feststellbar sind.

## 2 Methodik

### 2.1 Vegetationsaufnahmen

Die Datenaufnahme fand sowohl am Zinödl als auch am Admonter Kalbling im August 2020 statt. Der Zeitpunkt wurde so gewählt, dass die beiden auf den Speikböden häufig anzutreffenden *Agrostis*-Arten im blühenden Zustand anzutreffen waren. Vegetativ sind diese schwer zu unterscheiden, betrachtet man jedoch die Infloreszenzen, so weist *Agrostis rupestris* glatte Rispenästchen und Ährchenstiele auf, während *Agrostis alpina* durch feine Borsten im Bereich der Rispen charakterisiert ist (Fischer et al., 2008). Da in der Exkursionsflora für Österreich, Liechtenstein und Südtirol (Fischer et al., 2008) die Blühmonate für *A. rupestris* mit Juli bis August und *A. alpina* mit Juli bis September angegeben waren, wurde der Aufnahmezeitpunkt auf August festgelegt, um eine mögliche Verzögerung der Blütezeit im Juli zu umgehen.

Sowohl die Größe der 1m<sup>2</sup> großen Untersuchungsflächen als auch deren Anordnung in einem Raster mit 10 x 10m Distanz entsprachen den Aufnahmen von Greimler im Jahre 1988 und folgten damit nicht Konventionen zu pflanzensoziologischen Aufnahmen hinsichtlich Minimumareal und Homogenität (Greimler, 1997). Da aus den früheren Vegetationsaufnahmen

weder GPS-Daten zu den Plots noch exakte Orientierungspunkte wie beispielsweise bei Untersuchungen der *Global Observation Research Initiative in Alpine Environments* (GLORIA) (Pauli et al., 2004) verfügbar waren, wurden die Aufnahme­flächen anhand von Skizzierungen (Greimler, 1997) der Transekt-Raster inklusive markanter Geländemerkmale re­lo­ka­li­siert. Be­son­ders auf dem klei­nen, südlichen Speikboden des Zinödls stellte sich dies als problematisch heraus, da diese sich im Vergleich zu den beiden großen Speikböden auf dem Zinödl und dem Admonter Kalbling weniger klar von der umgebenden Vegetation abgrenzen und hier keine auffälligen Gelände­for­ma­tio­nen zur Orientierungshilfe vorhanden waren.

Aufgrund von Schlechtwetterereignissen und den zum Teil daraus folgenden zeitlichen Limitationen wurden nur 71 der 86 Plots aufgenommen. Auf dem Admonter Kalbling erfolgten 36 Wiederholungen von 44 früheren Vegetationsaufnahmen, auf dem großen Speikboden des Zinödls wurden 27 von 32 Aufnahmen und auf dem kleinen Speikboden desselben Berges wurden 8 der 10 Aufnahmen wiederholt. Ausgelassene Plots wurden nach Lokalaugenschein und Position im Transekt so gewählt, dass aus diesen kein weiterer Informationsgewinn über etwaige Änderungen der Vegetation zu erwarten war (siehe Abb. 1 bis Abb. 3). Beim Lokalaugenschein wurde darauf geachtet, ob ausgelassene Plots potenziell seltene Arten oder sonstige Auffälligkeiten aufwiesen. Die Positionen wurden so gewählt, dass die fehlenden Plots zum einen nicht an wichtigen Eckpunkten des Aufnahmerasters lagen, zum anderen so, dass keine großen Bereiche des Rasters unerfasst blieben.

Entsprechend den Aufnahmen aus dem Jahre 1988 erfolgte die Vegetationsaufnahme mittels der Schätzskala von Braun-Blanquet (1964), wobei alle Arten mit einer Deckung von weniger als 1% unter der Kategorie „+“ zusammengeführt wurden. Die Taxonomie entspricht der aktuellen, dritten Ausgabe der „Exkursionsflora für Österreich, Liechtenstein, Südtirol“ (Fischer et al., 2008). Die Nomenklatur der entsprechenden Pflanzenfamilien folgt der „Angiosperm Phylogeny Group IV“ (The Catalogue of Life Partnership, 2017). Neben den vorgefundenen Arten und deren Deckungsgraden wurden die Gesamtdeckungsgrade der gesamten Gefäßpflanzen und der Kryptogamen in den einzelnen Plots notiert und Auffälligkeiten, wie Gamslosung oder Verbiss, festgehalten.

Die aufgrund des objektiven Auswahlverfahrens der Untersuchungsflächen nicht in das Raster fallenden seltenen Arten *Festuca varia* und *Juncus trifidus* wurden im Anschluss an die Vegetationsaufnahmen gezählt und die Durchmesser gemessen. Des Weiteren wurden ihre

Positionen ebenfalls mittels GPS-Gerät verortet und später für die Visualisierung der Untersuchungsflächen im GIS verarbeitet (siehe Abb. 1).

## **2.2 Verortung der Aufnahmeflächen**

Um eine exakte Reproduktion der Aufnahmen zu ermöglichen, wurden die GPS-Daten von einzelnen Plots erfasst. Dabei wurden exakt im Raster gelegene Plots, deren Position aus der Lage der umgebenden Plots rekonstruierbar war, aus Gründen der Zeitersparnis ausgelassen und bei der späteren Bearbeitung und Visualisierung der GPS-Daten im GIS nachgetragen. Bei der Kartengestaltung wurden diese mit einem „a“ nach der Plotnummer markiert (siehe Abb. 1-3). Die Koordinaten einiger Punkte erschienen im Nachhinein unsinnig, möglicherweise aufgrund zu frühen Setzens von Wegpunkten, noch bevor das Gerät richtig kalibriert wurde. Dies betrifft vor allem die Plots des oberen, westlichen, kleinen Speikbodens des Zinödls (Plotnummern 82-86). Da die Koordinaten der kartierten Plots 85 und 86 nicht stimmen konnten wurden sie rot, also als nicht aufgenommen, markiert und die sinnvolle und wahrscheinlichere Lage im Nachhinein rekonstruiert (siehe Plots 85a und 86a). Dasselbe gilt für Plot 64 und 64a des großen Zinödlspeikbodens.

Um den Erfolg des Resamplings zu quantifizieren, wurden die Skizzierungen des früheren Transekt-Rasters in ArcGIS georeferenziert und die einzelnen Plots als Punkt-Shapefile digitalisiert. Um diese wurden dann Puffer von 1m, 2m, 3m, 4m und 5m gelegt, welche dann mit dem Datensatz der neuen Aufnahmeflächen verschnitten wurde, woraus erkennbar wurde, wie viele der Replikat um wie weit von den jeweils zugehörigen ursprünglichen Flächen entfernt waren.

## **2.3 TWINSPAN-Analyse**

Sowohl die selbst erhobenen Daten als auch die Daten aus 1988, welche manuell neu eingegeben werden mussten, wurden mittels des Datenbankprogramms Turboveg (Version 2.149) (Hennekens & Schaminée, 2001) digitalisiert. Anschließend wurden die Daten für die weitere Bearbeitung und Analyse in das Vegetationsklassifikationsprogramm JUICE (Version 7.1) (Tichý, 2002) importiert.

Hier wurden die Daten einer TWINSPAN-Analyse nach Hill (1979), einer divisiven Ordinationsmethode basierend auf dem gleichen Algorithmus einer Correspondence Analysis

(CA) unterzogen, TWINSpan teilt jedoch in bis zu sechs Schritten (resultierend in maximal 64 Clustern) die Aufnahmen unter Miteinberechnung der Treuewerte der Arten pro Teilungsschritt in zwei Gruppen, während die CA die aus den Variablen der Aufnahmen generierten Achsen verteilt, wodurch die Nähe zweier Aufnahmen direkt ihrem Ähnlichkeitsmaß entspricht. TWINSpan verwendet dabei nur *presence-absence* Daten, die Deckungswerte werden dabei zu „Pseudospecies“ transformiert, die dabei geltenden „cutlevels“ wurden bei 0%, 5% und 25% gewählt. Je nach Höhe der Deckungswerte werden pro Art dann ein bis drei „Pseudospecies“ erzeugt. Als „minimum group size“ wurden zwei Aufnahmeflächen, die maximale Teilungszahl auf sechs, festgelegt.

TWINSpan wurde einmal mit dem gesamten Datenset der neuen Aufnahmen durchgeführt. Da es Arten gab, deren Bestimmung nicht ganz eindeutig war, wurden hierfür einige Arten nicht in die Analyse mit aufgenommen. Insbesondere problematisch erwiesen sich bei der Bestimmung die drei *Euphrasia*-Arten (*E. minima*, *E. officinalis* subsp. *picta*, *E. salisburgensis*), woraus sich auch Bedenken über frühere Bestimmungen ergaben. Einzig *Euphrasia salisburgensis* war als solche meist eindeutig zu erkennen, weshalb diese als einzige für die Auswertung beibehalten wurde. Auch die beiden *Soldanella*-Arten (*S. alpina* und *S. pusilla*) waren zum Teil aufgrund ihres vegetativen Zustandes nicht zu unterscheiden, *Soldanella pusilla* kam jedoch nur in früheren Plots vor, bei denen keine wiederholte Vegetationsaufnahme stattfand. Pflanzen, welche nur als *Soldanella* sp. bestimmt wurden, sind ebenfalls von der Analyse ausgenommen. Pflanzenindividuen, welche nur als *Gnaphalium* sp. bestimmt werden konnten, kamen nur in den früheren Aufnahmen vor. Da die auf Artniveau bestimmten Pflanzen der letzten beiden Gattungen eindeutig zu bestimmen waren, wurden hierbei nur solche, die auf Gattungsniveau belassen wurden aus der Analyse herausgenommen. Des Weiteren ist darauf hinzuweisen, dass die gefundenen *Hieracium alpinum* und das nicht näher bestimmbare, jedoch nicht mehrere Arten beinhaltende *Hieracium* sp. eindeutig als unterschiedliche Arten erkennbar waren. *Hieracium* sp. wurde daher für die Auswertung beibehalten.

Für eine konkrete Auswertung dessen, wie sich die einzelnen Plots geändert haben wurde eine weitere TWINSpan-Analyse mit allen neuen und den entsprechenden alten Aufnahmedaten sowohl von allen Speikböden gemeinsam als auch getrennt voneinander berechnet. Daten aus Plots, deren Aufnahme nicht wiederholt wurde, wurden hierbei nicht berücksichtigt.

## 2.4 Principle Component Analysis

Um Unterschiede und generelle Trends zwischen den Aufnahmen zu verdeutlichen und Variabilität zwischen Plots auf ein sichtbares Level zu reduzieren, wurde eine Principle Component Analysis (PCA) durchgeführt. Das wurde mit allen neuen und den entsprechenden alten Aufnahmedaten durchgeführt, nicht wiederholte Plots wurden, der besseren Übersicht wegen, bei der Analyse nicht berücksichtigt. Auch hier wurden die in Punkt 2.3 beschriebenen, kritischen Arten für die Analyse ausgeschlossen.

Die Principle Component Analysis wurde in R (R Core Team, 2020) durchgeführt, das verwendete Package war „factoextra“ (Kassambara & Mundt, 2020). Bei dieser Ordinationsmethode werden die Aufnahmen basierend auf ihrer euklidischen Distanz entlang von  $n$  orthogonal zueinanderstehenden Achsen im multidimensionalen Raum verteilt. Dabei entspricht  $n$  der Anzahl an Variablen, also in diesem Fall den Arten mit ihren Deckungswerten. Die Länge der Achsen ist abhängig vom Anteil der Variabilität, den sie erklären. Demnach ist die erste „principal axis“ die längste und erklärt den Großteil der Unterschiede zwischen den einzelnen Aufnahmen, alle weiteren Achsen nehmen nacheinander an Länge und entsprechendem Erklärungswert ab (Legendre & Legendre, 2012).

Ein Problem der PCA ist, dass aufgrund der der Berechnung zugrunde liegenden euklidischen Distanz die Analysemethode anfällig für „DoppelnulLEN“ ist. Diese treten bei Arten auf, die in zwei oder mehreren Aufnahmen nicht vorkommen und damit in beiden Spalten der Plotmatrix als „0“ gelistet und in der euklidischen Distanz als Ähnlichkeitsmaß für die beiden Aufnahmen gewertet werden. Besonders bei Aufnahmen entlang langer Gradienten wird daher eine Datentransformation vorgeschlagen (Legendre & Legendre, 2012). Da die Aufnahmen auf einer homogenen Fläche lagen, aber trotzdem Arten mit sehr verschiedenen Standortsansprüchen aufwiesen, wurde je einmal eine PCA mit transformierten und einmal mit nicht transformierten Daten gerechnet. Die gewählte Transformationsmethode war eine „Chi-Square-Transformation“, basierend auf den in der entsprechenden Literatur vorgeschlagenen Transformationsmöglichkeiten (Legendre & Gallagher, 2001). Für die Transformation wurde das R-Package „BiodiversityR“ (Kindt & Coe, 2005) verwendet.

## 2.5 Analyse der Zeigerwerte

Als Zeigerwerte wurden die klassischen Ellenberg-Zeigerwerte (Ellenberg, 1992) gewählt. Diese wurden mittels einer für JUICE bereitgestellten, digitalisierten Tabelle in JUICE

importiert. Darin fehlende Arten wurden mit jenen Werten, welche für Österreich aktualisiert und in der Datenbank der Universität für Bodenkultur Wien (Karrer und Kilian, 1990; English et al., 1991; Pichler und Karrer, 1991; Karrer, 1992) gelistet werden, ergänzt. Bei *Gentianella rhaetica* wurden dabei die Zeigerwerte von *Gentianella aspera* verwendet, da es sich bei den im Untersuchungsgebiet vorkommenden Individuen genetisch betrachtet um *G. aspera* mit Introgressionen von *G. rhaetica* und *G. austriaca* handelt, wobei aber das Genom von *G. aspera* dominiert (Greimler & Jang, 2007). Aufgrund ihrer morphologischen Zugehörigkeit zu *G. rhaetica* wird sie als solche angeführt. Für drei Arten konnten keine Werte gefunden werden, alle fünf Zeigerwerte wurden bei diesen als „indifferent“ eingetragen. Zwei davon (*Campanula pulla* und *Dianthus alpinus*) kamen in je nur einem Plot mit einem Deckungswert von < 1% (+) vor. *Festuca picturata* dagegen kam in den rezenten Aufnahmen in 3 Plots, in zwei davon mit Deckungswerten < 1% (+), in einem deckte sie zwischen 5% und 25% (2) ab. In den früheren Aufnahmen erreichte sie in 1 Plot einen Deckungswert von < 1%, in zwei zwischen 1% und 5% und in einem zwischen 5% und 25%.

Die Zeigerwerte wurden dann einmal für alle alten und neuen Aufnahmen und einmal getrennt für die beiden großen Speikböden berechnet. Hierfür wurden zum Vergleich drei verschiedene Methoden der Gewichtung angewandt, die Deckungswerte wurden mit den Präsenz-/Absenzwerten, den aufsummierten Deckungswerten und den Frequenzen der Arten in den Plots multipliziert und aus diesen Werten ein Mittelwert für die jeweils untersuchten Aufnahmegruppen berechnet. Anschließend wurde die prozentuale Änderung der jeweiligen durchschnittlichen Zeigerwerte der Untersuchungsgebiete berechnet. Aufgrund maßgeblicher Probleme bei der Relokalisierung der Plots auf dem kleinen Zinödlspeikboden wurden die Aufnahmen aus diesem nicht in die Analyse miteinbezogen.

Im Zuge der Analyse zeigte sich, dass die Deckungswerte ein eindeutiges Bias aufwiesen, die mittleren Deckungswerte der wiederholten Aufnahmen waren auf dem Zinödl 19,2% und auf dem Kalbling 36% höher als die der früheren Erhebung. Daher wurde die Analyse für die einzelnen syntaxomischen Gruppen und die Aufnahmen aus sauren/basischen Bereichen auf mittlere Zeigerwerte, welche Präsenz-Absenz und Frequenz gewichtet wurden, beschränkt.

Die Zeigerwerte der neuen und nicht mehr gefundenen Arten wurden gewichtet nach ihrer Präsenz-/Absenz und ihrer Frequenz in den früheren und aktuellen Aufnahmen wiederum einmal für die beiden großen Speikböden einzelne und einmal für alle Aufnahmen aus den beiden Speikböden gemeinsam berechnet. Diese mittleren gewichteten Zeigerwerte der neu

gefundenen Arten wurden durch die der nicht mehr gefundenen Arten geteilt, um den prozentualen Unterschied zwischen den beiden Gruppen zu berechnen.

### **3 Ergebnisse**

#### **3.1 Erfolg des Resamplings**

Die Verortung der Plots des großen Zinödlspeikbodens stellte sich zum Teil als problematisch heraus, da die markanten Geländeformationen, die in den Skizzen der früheren Aufnahmen aus dem Jahr 1988 mit eingezeichnet wurden, sich nicht mehr in der damaligen Form befanden, wie beispielsweise die große Latschenfläche im Nordosten des Bodens oder die große Geländehohlform im Nordwesten, welche als solche nicht mehr erkennbar war.

Dies wird deutlich, wenn man die Abstände zwischen früheren und aktuellen Aufnahmen betrachtet. Nur 14 der neuen Aufnahmen lagen innerhalb eines 4-5m Radius der entsprechenden früheren Plots. 10 davon lagen innerhalb 3-4m, 9 innerhalb 2-3m, 6 innerhalb 1-2m und nur 2 innerhalb des 0-1m Radius. 13 der 27 Aufnahmeflächen lagen demnach weiter als 5m von den seinerzeitigen entfernt.

Am Speikboden des Admonter Kaibling lagen 25 Plots im 4-5m Radius ihrer zugehörigen früheren Aufnahmeflächen. 21 von diesen lagen innerhalb des 3-4m Radius, 17 davon innerhalb des 2-3m, 12 innerhalb 1-2m und 5 Aufnahmeflächen lagen innerhalb von 0-1m. Elf der neu aufgenommenen Plots befanden sich also mehr als 5m von ihrer zugehörigen früheren Aufnahmefläche entfernt.

Eine entsprechende Auswertung für den kleinen Speikboden des Zinödls war aufgrund der bereits beschriebenen Probleme bei der Aufnahme des GPS-Daten (siehe Punkt 3.2) und der Tatsache, dass es für diese Flächen keine ausreichend verortbaren Skizzen der früheren Aufnahmen gibt, nicht möglich.

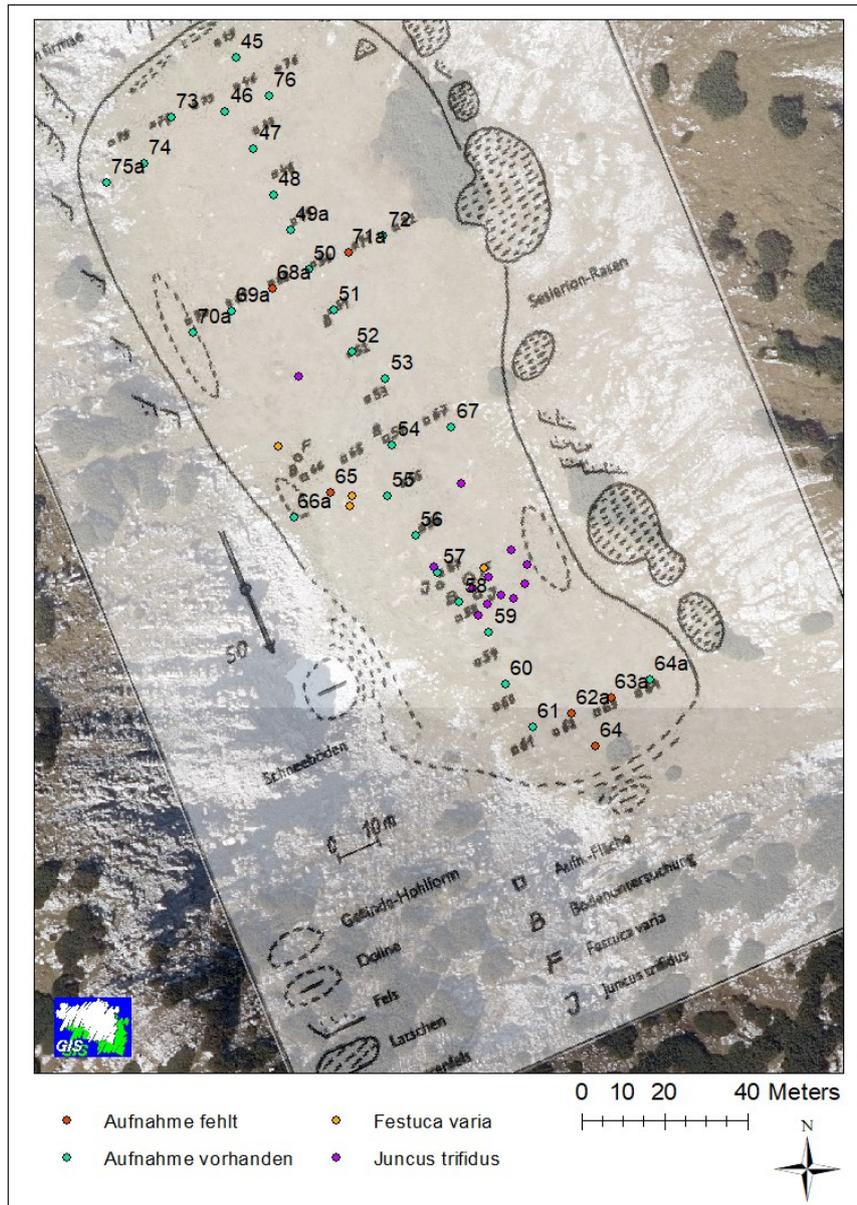


Abbildung 1: Lage der Plots und der Fundorte von *Festuca varia* und *Juncus trifidus* auf dem großen Speikboden des Zinödl. Zum Vergleich die Skizze der Aufnahmen von Greimler (1997) darunterliegend. Als Hintergrund Orthofoto-Bilddaten von ©GIS Steiermark, 2019

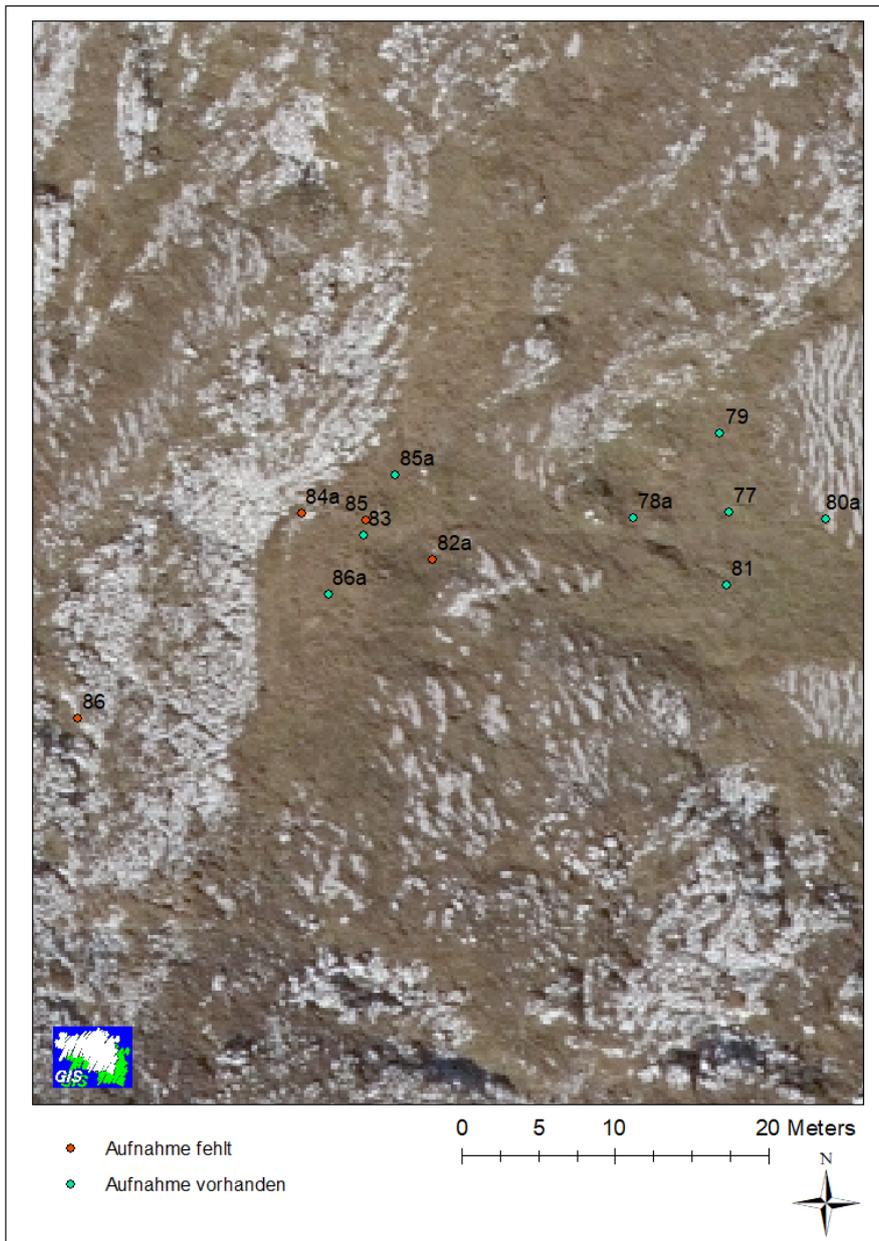


Abbildung 2: Plots des kleinen, südlich gelegenen Speikbodens des Zinödls, Orthofotodaten von ©GIS Steiermark, 2019



Abbildung 3: Lage der Plots auf dem Speikboden des Admonter Kalblings, ebenfalls mit Skizze der ehemaligen Aufnahmen (Greimler, 1997) und Orthofoto (©GIS Steiermark, 2019) im Hintergrund

### 3.2 Änderungen in der Artenzusammensetzung

Bei der Erhebung durch Greimler im Jahr 1988 wurden insgesamt 106 Arten gefunden, davon konnten jedoch 2 nur auf Gattungsniveau bestimmt werden (*Gnaphalium* sp., *Soldanella* sp.). Möglicherweise ist die in den neuen Aufnahmen gefundene Art *Gnaphalium hoppeanum* hier miteingeschlossen. Betrachtet man dabei nur die Plots, welche wiederaufgenommen wurden, so beläuft sich die Gesamtsumme der Arten auf 105, es fehlt dabei nur eine Art, *Soldanella*

*pusilla*, welche in nur einer Fläche (Plot 82) des kleinen Speikbodens des Zinödls vorkam. Ohne die Taxa auf Gattungsniveau liegt die Artenzahl hierbei bei 103. Bei der neuen Kartierung der Speikböden wurden insgesamt 102 Arten gefunden, davon konnten wiederum *Soldanella sp.* (in 4 Flächen), *Euphrasia sp.* (in 25 Flächen) und *Hieracium sp.* (in 3 Flächen) nur auf Gattungsniveau bestimmt werden, die tatsächlich identifizierten Arten belaufen sich daher auf 99. Ob es sich bei einem der *Soldanella*-Funde um die nicht mehr nachgewiesene *Soldanella pusilla* handelt, ist unklar. Unter *Euphrasia sp.* sind die 3 häufig anzutreffenden Arten aufgrund Bestimmungsschwierigkeiten vereint, dass sich in dem Aggregat eine für das Untersuchungsgebiet neue Art befindet, ist nicht anzunehmen. *Hieracium sp.* ist wie bereits beschrieben nur eine Art, welche jedoch im vegetativen Zustand nicht näher bestimmbar war.

#### Nicht mehr nachweisbare Arten

- *Achillea clusiana* (01)
- *Anemonastrum narcissiflorum* (79)
- *Antennaria dioica* (51)
- *Arenaria ciliata* (3, 26, 27, 38)
- *Gentiana orbicularis* (05, 44)
- *Gentiana pumila* (27, 28, 33, 42)
- (*Gnaphalium sp.*) (20, 78, 86)
- *Lotus corniculatus* aggr. (09)
- *Meum athamanticum* (09, 20)
- *Mutellina adonidifolia* (83, 86)
- *Myosotis alpestris* (17, 33, 38)
- *Phleum alpinum* aggr. (75)
  
- *Potentilla clusiana* (05)
- *Rhodiola rosea* (81)
- *Salix reticulata* (42)
- *Saxifraga aizoides* (05)
- *Soldanella pusilla* (84)
- *Veronica aphylla* (59)

#### Neu gefundene Arten

- *Agrostis tenuis* (175)
- *Alchemilla sp.* (160)
- *Anthyllis vulneraria* (181)
- *Campanula pulla* (175)
- *Chamorchis alpina* (143)
- *Chrysosplenium alternifolium* (101)
- *Dianthus alpinus* (181)
- *Epilobium anagallidifolium* (175)
- (*Euphrasia sp.*)
- *Gentiana nivalis* (124, 127, 142)
- *Gnaphalium hoppeanum* (175, 177)
- *Hieracium sp.* (108, 155, 160)
- *Scorzoneroides montana* (105, 107, 136, 140, 141, 125)
- *Primula elatior* (101)

Tabelle 1: Artenumsatz auf allen Speikböden gemein mit den Plotnummern in denen die jeweiligen Arten vorkommen

Im Jahr 1988 wurden insgesamt 30 Pflanzenfamilien nachgewiesen. Im Vergleich dazu wurden im Jahr 2020 29 Familien gefunden, wobei zwei Familien verloren gingen (Boraginaceae und Crassulaceae), welche beide jedoch in den alten Aufnahmen mit je einer Art vertreten waren.

Als neue Familie kamen die Onagraceae mit ebenfalls nur einer Art dazu. Insgesamt verloren fünf Familien je eine der entsprechenden Arten, ausschließlich die Apiaceae verloren zwei Arten. Die Artenzahl von 21 Pflanzenfamilien blieb konstant, darunter die beiden dominierenden Familien Poaceae und Asteraceae. Die Primulaceae verloren mit *Soldanella pusilla* eine Art, gewannen jedoch mit *Primula elatior* eine Art dazu, wodurch die Artenzahl zwar gleichbleibt, jedoch innerhalb der Familie trotzdem Veränderung nachweisbar war. Bei vier Familien konnte je eine neue Art nachgewiesen werden.

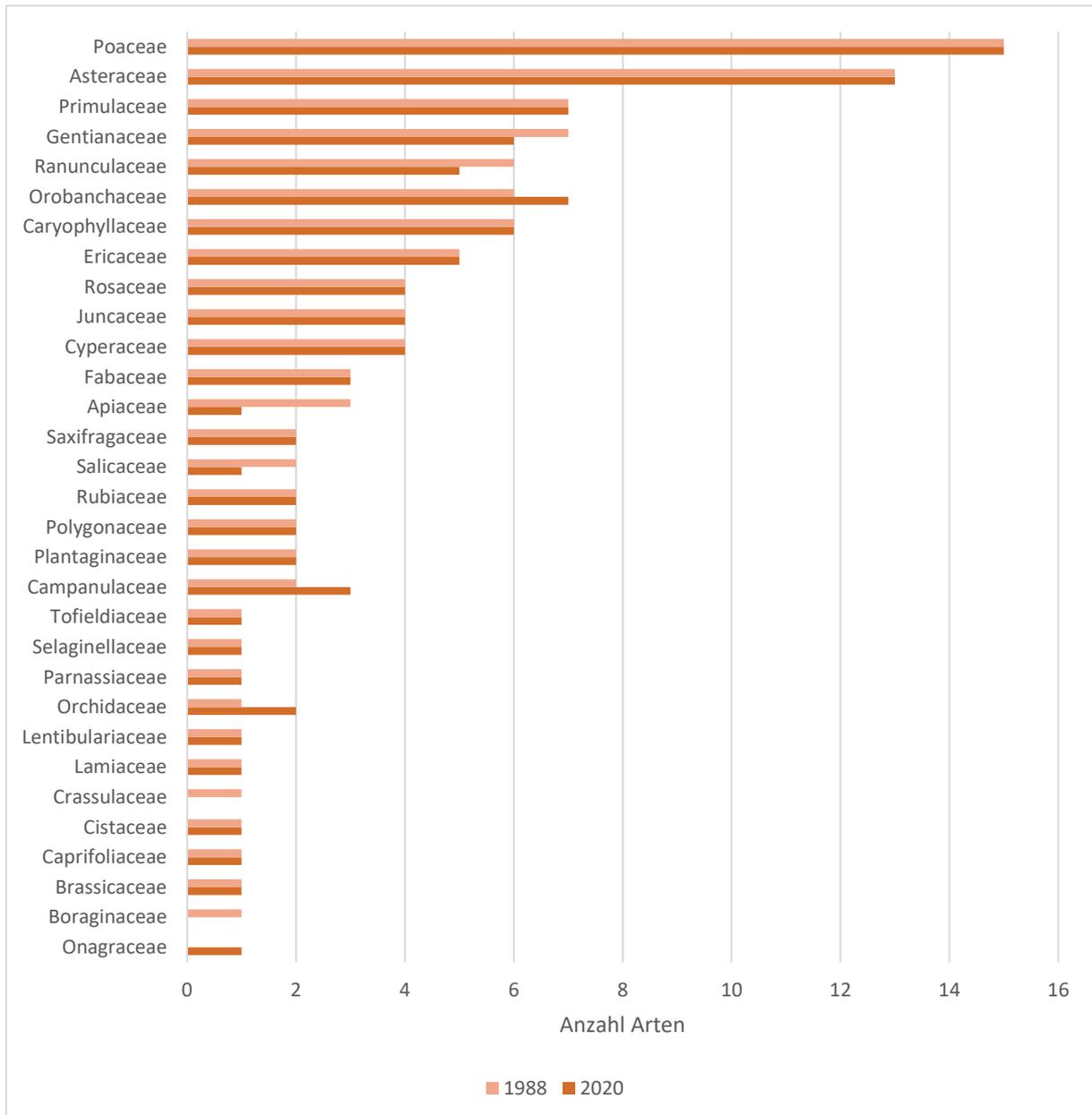


Abbildung 4: Änderung der Artenzahl innerhalb der Pflanzenfamilien

Im Jahr 1988 konnten am Admonter Kalbling 87 Pflanzenarten nachgewiesen werden, inklusive zweier Arten, welche nur auf Gattungsniveau bestimmt werden konnten (*Gnaphalium sp.* und *Soldanella sp.*). Im Jahr 2020 waren es dagegen nur 84, inklusive einer Art auf Gattungsniveau (*Euphrasia sp.*). Dabei konnten 16 Arten nicht mehr nachgewiesen werden, während 13 neue gefunden wurden (siehe Tabelle 2). Alle drei Arten auf Gattungsniveau wurden hierbei mitgezählt.

Im Gegensatz dazu stieg die Anzahl der den vorgefundenen Arten entsprechenden Pflanzenfamilien von 27 auf 28. Die Boraginaceae, vertreten durch *Myosotis alpestris*, sind aktuell nicht mehr vertreten, durch *Parnassia palustris* und *Thymus praecox aggr.* konnten jedoch zwei für die Aufnahmefläche neue Familien, die Parnassiaceae und die Lamiaceae, nachgewiesen werden. Die Gentianaceae verloren mit *Gentiana orbicularis* und *G. pumila* zwei Arten, die Apiaceae, Asteraceae, Boraginaceae, Caryophyllaceae, Poaceae, Orobanchaceae, Rosaceae und Salicaceae verloren jeweils eine Art. Die Lamiaceae, Orchidaceae, Parnassiaceae, Plantaginaceae und Primulaceae gewannen dagegen je eine Art dazu.

#### Nicht mehr nachweisbare Arten

*Achillea clusiana*  
*Arenaria ciliata*  
*Crepis aurea*  
*Euphrasia minima*  
*Gentiana bavarica*  
*Gentiana orbicularis*  
*Gentiana pumila*  
*Gnaphalium sp.*  
*Gnaphalium supinum*  
*Lotus corniculatus aggr.*  
*Meum athamanticum*  
*Myosotis alpestris*  
*Potentilla clusiana*  
*Salix reticulata*  
*Saxifraga aizoides*  
*Soldanella sp.*

#### Neu gefundene Arten

*Androsace obtusifolia*  
*Avenella flexuosa*  
*Chamorchis alpina*  
*Chrysosplenium alternifolium*  
*Deschampsia cespitosa*  
*Euphrasia sp.*  
*Gentiana nivalis*  
*Hieracium sp.*  
*Leontodon montanus*  
*Parnassia palustris*  
*Primula elatior*  
*Thymus praecox aggr.*  
*Veronica fruticans*

Tabelle 2: Artenumsatz auf dem Admonter Kalbling

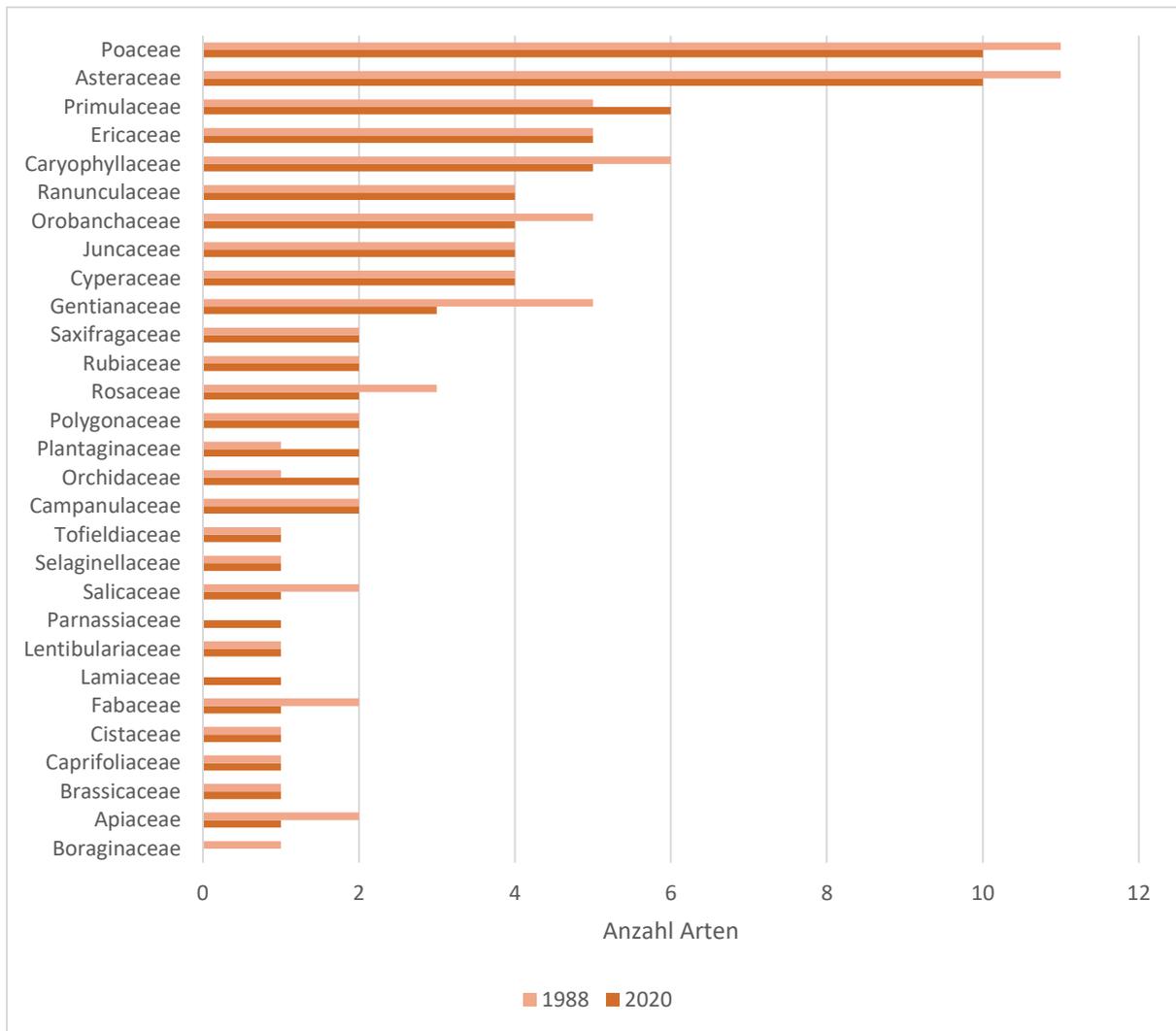


Abbildung 5: Änderung der Artenzahl innerhalb der Pflanzenfamilien am Speikkboden des Admonter Kalbling

**Nicht mehr nachweisbare Arten**

- Antennaria dioica*
- Bartsia alpina*
- Carex firma*
- Gentiana pumila*
- Hedysarum hedysaroides*
- Helianthemum alpestre*
- Phleum alpinum aggr.*
- Primula minima*
- Saussurea pygmaea*
- Sesleria caerulea*
- Silene acaulis subsp. longiscapa*

**Neu gefundene Arten**

- Agrostis tenuis*
- Alchemilla sp.*
- Androsace obtusifolia*
- Campanula pulla*
- Coeloglossum viride*
- Crepis aurea*
- Epilobium anagallidifolium*
- Festuca picturata*
- Galium anisophyllum*
- Gentiana bavarica*
- Gnaphalium hoppeanum*

*Vaccinium vitis-idaea*  
*Veronica aphylla*  
*Minuartia sedoides*  
*Parnassia palustris*

*Leontodon hispidus*  
*Gnaphalium supinum*  
*Hieracium sp.*  
*Soldanella sp.*  
*Veronica alpina*  
*Euphrasia sp.*

Tabelle 3: Artenumsatz auf dem großen Speikboden des Hochzinödls

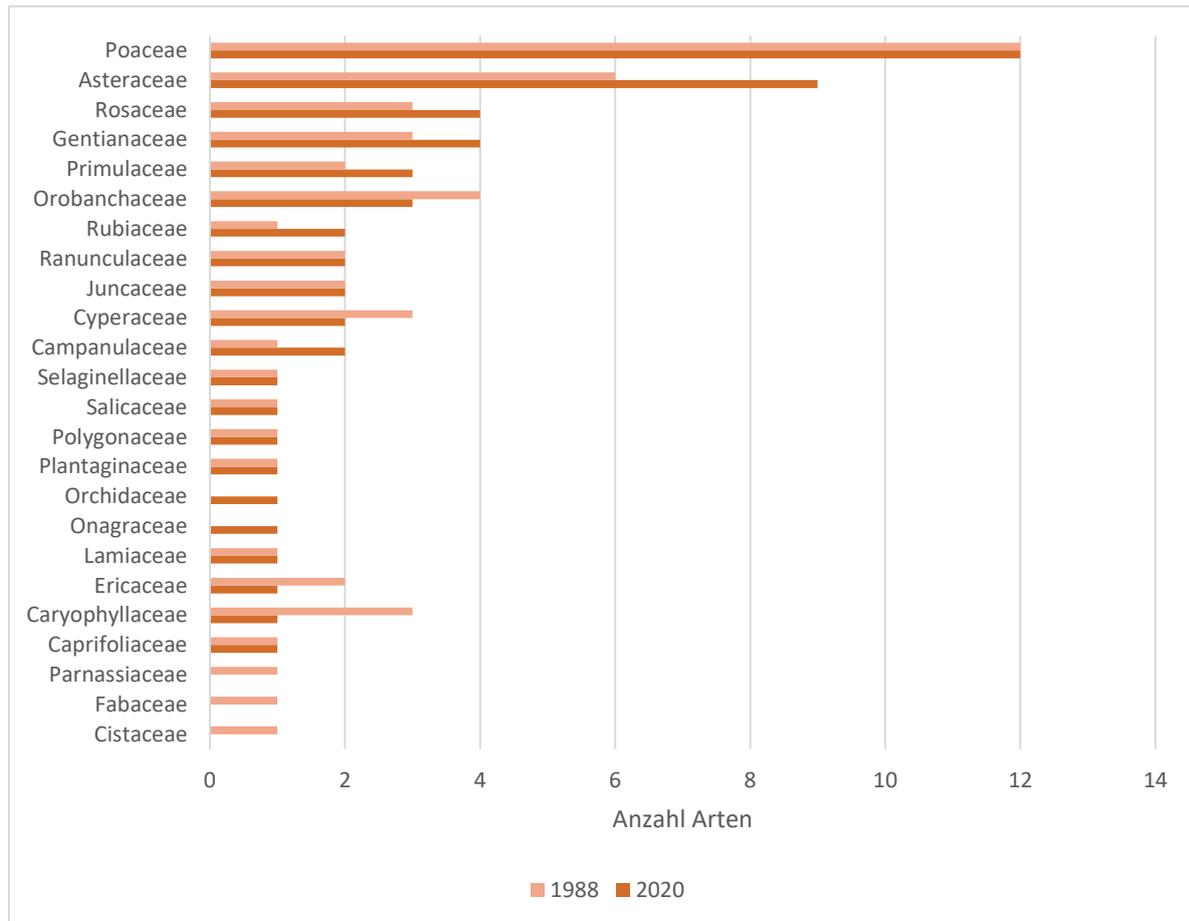


Abbildung 6: Änderung der Artenzahl innerhalb der Pflanzenfamilien am großen Speikboden des Hochzinödls

Auf dem großen Zinödlspeikboden wurde in den früheren Aufnahmen 54 Arten festgestellt, im Jahr 2020 konnten 55 nachgewiesen werden (hierbei wurde aufgrund des Vorkommens aller drei hier zu erwartenden *Euphrasia*-Arten *Euphrasia sp.* nicht als eigene Art gewertet). Dabei wurden 15 Arten nicht mehr gefunden, jedoch 16 neue nachgewiesen (siehe Tab. 3).

Im Jahr 1988 konnten 22 Pflanzenfamilien gefunden werden, aktuell waren nur 21 nachweisbar (vgl. Abb. 6). Dabei konnten die Cistaceae mit *Helianthemum alpestre*, die Fabaceae mit

*Hedysarum hedysaroides* und die Parnassiaceae mit *Parnassia palustris* nicht mehr gefunden werden. Hinzu kamen die Onagraceae mit *Epilobium anagallidifolium* und Orchidaceae mit *Coeloglossum viride*. Allgemein verloren die Caryophyllaceae zwei Arten, die Cistaceae, Cyperaceae, Ericaceae, Fabaceae, Orobanchaceae und Parnassiaceae verloren je eine Art. Am meisten Zugewinn an Arten ist bei den Asteraceae zu verzeichnen, hier kamen *Gnaphalium hoppeanum*, *Gnaphalium supinum*, *Hieracium sp.* und *Leontodon hispidus* hinzu, während *Antennaria dioica* nicht mehr nachgewiesen wurde. Die Campanulaceae, Gentianaceae, Onagraceae, Orchidaceae, Primulaceae, Rosaceae und Rubiaceae gewannen je eine Art dazu.

<b>Nicht mehr nachweisbare Arten</b>	<b>Neu gefundene Arten</b>
<i>Anemonastrum narcissiflorum</i>	<i>Anthyllis vulneraria</i>
<i>Cerastium arvense</i>	<i>Dianthus alpinus</i>
<i>Galium anisophyllum</i>	<i>Gentiana punctata</i>
<i>Gentiana verna</i>	<i>Gnaphalium hoppeanum</i>
<i>Geum montanum</i>	<i>Helianthemum alpestre</i>
<i>Nardus stricta</i>	<i>Heracleum austriacum</i>
<i>Rhodiola rosea</i>	<i>Luzula alpina</i>
<i>Gnaphalium sp.</i>	<i>Oxytropis jacquinii</i>
<i>Hieracium alpinum</i>	<i>Ranunculus montanus aggr.</i>
<i>Mutellina adonidifolia</i>	<i>Festuca rupicaprina</i>
<i>Juncus jacquinii</i>	<i>Minuartia sedoides</i>
	<i>Phyteuma orbiculare</i>
	<i>Crepis aurea</i>
	<i>Carex firma</i>
	<i>Vaccinium myrtillus</i>
	<i>Carex capillaris</i>
	<i>Euphrasia sp.</i>

Tabelle 4: Artenumsatz des kleinen Speikbodens des Zinödls

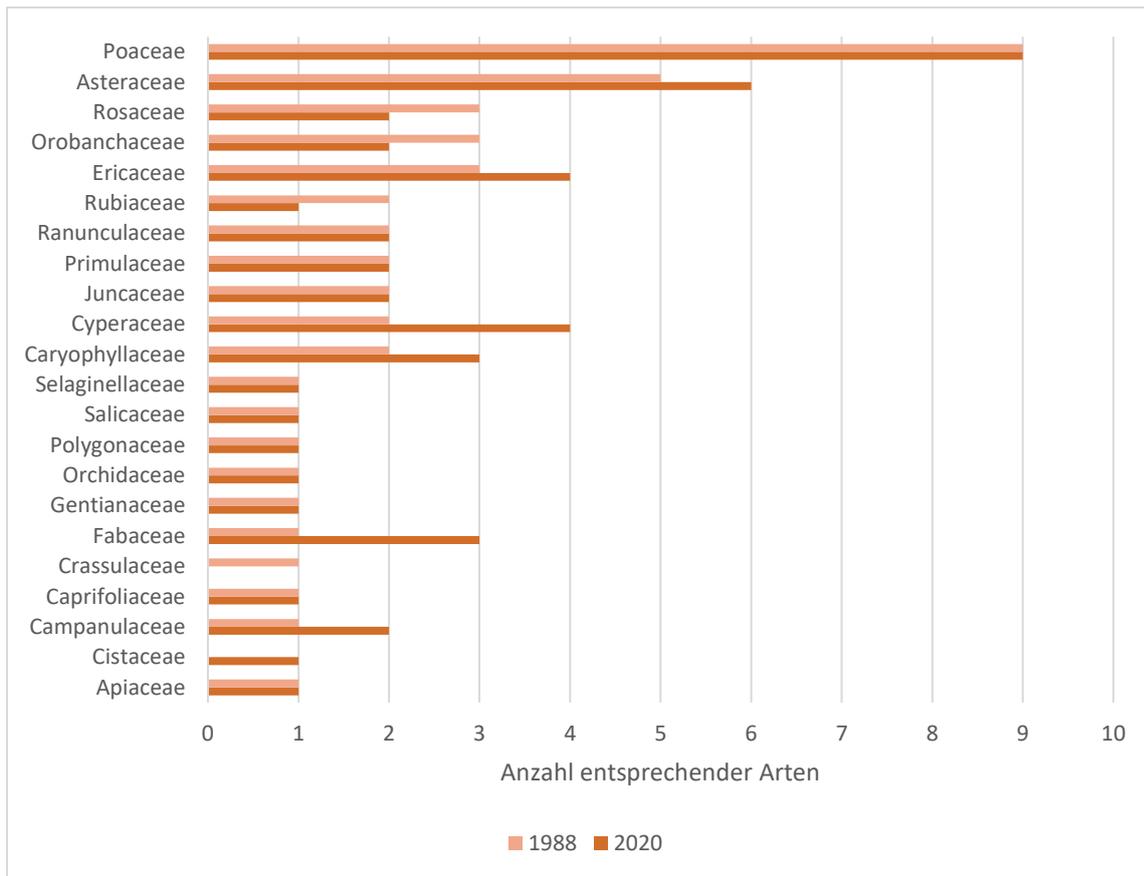


Abbildung 7: Änderung der Artenzahl innerhalb der Pflanzenfamilien des kleinen Speikbodens des Hochzinödls

Der kleine Zinödlspeikboden wies im Jahr 1988 46 Arten auf, inklusive *Euphrasia sp.* und *Soldanella sp.* Da in der Gattung *Euphrasia* neben dieser nur eine Art vorgefunden wurde, wurden die Funde der Individuen, welche nur auf Gattungsniveau bestimmt werden konnten, mitgezählt, da auch hier das Vorkommen anderer Arten nicht ausgeschlossen werden kann. Da keine *Soldanella*-Individuen auf Artniveau bestimmt werden konnten, wurde hier *Soldanella sp.* mitgezählt. In den aktuellen Aufnahmen dagegen konnten 52 Arten nachgewiesen werden. Elf Arten konnten dabei nicht mehr gefunden werden, 17 neue wurden nachgewiesen (siehe Tabelle 4).

In beiden Erhebungen wurden jeweils 21 Pflanzenfamilien nachgewiesen (siehe Abb. 7), wobei die Crassulaceae mit *Rhodiola rosea* nicht mehr gefunden wurden, die Cistaceae mit *Helianthemum alpestre* dagegen neu hinzukamen. Allgemein verloren die Crassulaceae, Orobanchaceae, Rosaceae und Rubiaceae je eine Art, die Asteraceae, Campanulaceae, Caryophyllaceae, Cistaceae und Ericaceae gewannen je eine Art und die Cyperaceae und Fabaceae gewannen an je zwei Arten.

### 3.3 TWINSPAN und Zuordnung zu syntaxonomischen Einheiten

#### 3.3.1 TWINSPAN-Ergebnis der rezenten Aufnahmen

Im ersten Durchlauf trennt TWINSPAN Aufnahmen, die in groben Zügen der Klasse der Seslerietea albicantis zuzuordnen waren von Aufnahmen anderer Klassen (siehe Anhang 8.1). Von den Aufnahmen der Seslerietea albicantis konnten 40 dem Seslerio-Caricetum sempervirentis und vier dem Caricion firmae zugeordnet werden. Hierbei ist jedoch anzumerken, dass im Seslerio-Caricetum sempervirentis etliche Arten aus der Klasse Loiseleurio-Vaccinietea und hierbei speziell aus der Ordnung der Rhododendro-Vaccinietalia und dem Verband des Loiseleurio-Vaccinion vorhanden sind. Durch die sehr kleinräumige, mosaikartige Verteilung der Pflanzengesellschaften auf den Speikböden konnte keiner der 1m<sup>2</sup>-Plots ausschließlich dieser syntaxonomischen Einheit zugeordnet werden. Die beiden weiteren vorgefundenen Klassen waren die Mulgedio-Aconitetea mit nur einer Aufnahme und die Caricetea curvulae mit 27 Aufnahmen.

Wie bereits in den damaligen Aufnahmen der Plot Nummer 1 (Greimler, 1997) sticht der entsprechende aktuelle Plot mit der Nummer 101, welcher in einer kleinen Vertiefung im Gelände lag und als Startpunkt des Aufnahmerasters diente, stark heraus. Hier dominierte vor allem *Cirsium spinosissimum*, begleitet von *Poa supina*, *Rumex alpestris* und *Heracleum austriacum* und ist dem Rumicion alpini zuzuordnen. Es ist damit die einzige Aufnahme aus der Klasse der Mulgedio-Aconitetea und wird von TWINSPAN in der Teilungsebene zwei von den anderen Plots getrennt.

Aufnahmen 175 bis 166 aus Anhang 8.1 entsprechen der Agrostis rupestris-Gesellschaft von Greimler (1997). Innerhalb dieser Gruppe sind die Plots mit den Nummern 175 bis 173 den Festucetalia spadiceae zuzuordnen und sind innerhalb dieser wiederum durch das verstärkte Auftreten von *Nardus stricta* Teil des Verbandes des Nardion strictae. Diese Aufnahmegruppe entspricht der Ausbildung (c) der Agrostis rupestris-Gesellschaft von Greimler.

Die Aufnahmen 150 bis 166 dagegen können den Caricetalia curvulae zugeordnet werden. Eine weitere Eingliederung in untergeordnete syntaxonomische Einheiten ist hier mangels entsprechender diagnostischer Arten nicht möglich. Unabhängig davon lassen sich innerhalb dieser Aufnahmen Untergruppen erkennen. So werden die Aufnahmen 160 bis 166 auf der vierten Teilungsebene von TWINSPAN von den anderen getrennt. Betrachtet man diese genauer, so sind sie charakterisiert durch häufiges Auftreten von unter anderem *Thymus*

*praecox*, *Selaginella selaginoides*, *Pulsatilla alpina* s. lat. und *Galium noricum*. Letzter drei Arten traten auch in den von Greimler (1997) als Gruppe 5(a) klassifizierten Aufnahmen häufiger auf, wobei davon auszugehen ist, dass die in der Wiederholung als Gruppe 3(b) betitelten Aufnahmen das Äquivalent zur damaligen Gruppe 5(a) darstellen. Auffällig ist hier weiterhin das intensive Vorkommen des nicht näher bestimmbar, seit den früheren Aufnahmen neu eingewanderten *Hieracium* sp. in zwei Plots mit Deckungswerten von „1“ und „3“. Nur in einer weiteren Aufnahme, dem Plot 108 aus dem zwergstrauchdurchwachsenen Bereich (b) des Seslerio-Caricetum sempervirentis kommt diese Art noch vor, jedoch nur mit einem Deckungswert von „+“. Analog zur früheren Gruppe 5(b) ist in den rezenten Aufnahmen die Gruppe 3(a) vor allem durch ein verstärktes Auftreten von *Potentilla aurea* gekennzeichnet.

Die Gruppe des Seslerio-Caricetum sempervirentis ist sehr inhomogen. Es ergeben sich vier Untereinheiten, in Anhang 8.1 mit (a), (b), (c) und (d) gekennzeichnet. Gruppe (d) wird im zweiten TWINSPAN-Durchlauf durch die für das Syntaxon sehr untypische Präsenz von *Geum montanum* in zwei Gruppen geteilt, bei näherer Betrachtung unterscheiden sich diese in der Zusammensetzung der sonstigen Arten dadurch, dass in der zweiten Hälfte, in der *Geum montanum* nicht vorkommt, *Agrostis alpina* verstärkt vorkommt. Um die ohnehin sehr komplexe und syntaxonomisch schwer zuordenbare Gruppe des Seslerio-Caricetum sempervirentis nicht unnötig weiter aufzuteilen, wurden diese beiden Untereinheiten zusammengefügt. Gruppe (a) wird im dritten TWINSPAN-Durchgang abgetrennt, die einander sehr ähnlichen Gruppen (b) und (c) werden gemeinsam im vierten Durchlauf abgetrennt und im darauffolgenden Teilungsschritt aufgeteilt. Auch Gruppe (d) wird im vierten Teilungsschritt von den übrigen Gruppen getrennt.

Alle vier Untergruppen sind mosaikartig mit Arten anderer syntaxonomischer Gruppen ineinander verzahnt. Gruppe (a) weist die im gesamten Untersuchungsgebiet stetig vorkommenden Säurezeiger wie *Avenula versicolor* und *Scorzoneroides helvetica* auf, welche jedoch gleichzeitig von einigen basiphilen, zum Teil für das Caricetum firmae typischen Arten wie *Androsace chamaejasme*, *Helianthemum alpestre*, *Carex capillaris* und *Carex firma* durchzogen sind. In den Gruppen b und c nimmt die Dominanz von *Carex sempervirens* ab, hier treten dagegen stark die Zwergsträucher des *Loiseleurio-Vaccinion* auf, speziell *Loiseleuria procumbens* und *Vaccinium gaultherioides*, zudem ist *Vaccinium vitis-idaea* in dieser Gruppe am stärksten vertreten. Gruppe (c) entspricht in Anbetracht der Artengarnitur der *Salix retusa-Oreochloa disticha*-Gruppe der früheren Aufnahmen (Greimler, 1997). Die Gruppe unterscheidet sich von den Aufnahmen der Gruppe 4(b) durch wesentlich höhere

Deckungswerte von *Oreochloa disticha* und dem Auftreten von *Agrostis rupestris*, *Homogyne alpina* und *Luzula alpina*. Bemerkenswert ist hierbei, dass im Vergleich zur *Salix retusa*-*Oreochloa disticha*-Gruppe von Greimler (1997) mit *Homogyne alpina* anstelle von *Homogyne discolor* und *Luzula alpina* statt *Luzula glabrata* die jeweils acidophileren Vertreter der beiden Gattungen vorkommen. In der TWINSPAN-Tabelle von Greimler (1997) wurden zwölf Aufnahmen in diese Gruppe gestellt, dagegen sind es bei den heutigen Aufnahmen nur neun. In Untergruppe (d) tritt *Carex sempervirens* wieder mit sehr hohen Deckungswerten bis zu 4 (>50%) auf und enthält ähnlich zu Gruppe (a) Einflüsse der *Caricetum firmae*, hier jedoch vor allem mit *Silene acaulis* und *Helianthemum alpestre*. Im Gegensatz zur Untergruppe (c) findet sich hier wieder die basiphile *Luzula multiflora*. Gleichzeitig sind hier für beide Rasengesellschaften untypische Arten wie *Geum montanum*, *Trollius europaeus* und *Cerastium arvense* zu finden. Über die gesamte Gruppe 4 hinweg sind Elemente der *Festuca*-*Agrostis*-Matten und *Stumpfblattweiden* zu finden, welche typischerweise mit dem *Seslerio-Semperviretum* ein Mosaik bilden.

Aufnahmen 144 bis 105 enthalten für das *Caricion firmae* typische Arten wie die namensgebende *Carex firma*, *Silene acaulis*, *Helianthemum alpestre* und *Ranunculus alpestris*. Aufnahmen 144 bis 142 weisen neben diesen Arten einige Versauerungszeiger wie *Avenula versicolor*, *Loiseleuria procumbens* und *Vaccinium gaultherioides* auf, durch das konstante Auftreten von *Carex sempervirens* können sie als Übergangsbereich zum *Seslerio-Semperviretum* betrachtet werden. Obwohl auch Aufnahme 101 einige dieser Säurezeiger aufweist, ist sie eindeutig dem *Caricetum firmae* zuzuordnen. *Carex firma* und *Dryas octopetala* weisen in dieser Fläche beide einen Deckungswert von „4“ auf, begleitet werden sie von für das Syntaxon typischen Arten wie *Saussurea pygmaea* und *Ranunculus alpestris*.

### **3.3.2 Vergleich mit früheren Ergebnissen**

#### **3.3.2.1 Auswertung aller Aufnahmen**

Bei der Auswertung der TWINSPAN-Ergebnisse der kombinierten Daten von alten und neuen Aufnahmen (siehe Anhang 8.2) zeigen sich einige Auffälligkeiten, wenn man diese mit den TWINSPAN-Tabellen aus dem vorhergehenden Kapitel und jener der alten Aufnahmen (Greimler, 1997) vergleicht.

Während in der TWINSPAN-Tabelle der neuen Aufnahmen keine syntaxonomisch nicht näher definierbare Gruppe, wie die vier Plots in Greimlers (1997) Tabelle, welche als „nicht

zuordenbar“ kategorisiert wurden, zu finden waren, werden genau diese vier Plots in der zusammengefassten Tabelle der neuen und alten Plots ab der fünften Teilungsebene wieder in eine eigene Gruppe abgetrennt. Plot 8 und 23, die in Greimlers Tabelle noch innerhalb der *Salix retusa*-*Oreochloa disticha*-Gruppe zu finden sind, sind hier ebenfalls der nicht zuordenbaren Einheit zugeteilt. Hinzu kommen weiterhin die neuen Plots mit den Nummern 107, 109 und 183.

Die Plotpaare 01/101 und 05/105 blieben in ihrer Position innerhalb der Tabelle konstant.

Im Bereich des *Nardion strictae* wird neben den entsprechenden Plots der damaligen Gruppe 5(c) auch der Plot 69 aus der Gruppe 5(b) der früheren Untersuchungen (Greimler, 1997), welche durch das Vorkommen von *Potentilla aurea* als Übergangsbereich zum *Nardion* betrachtet werden kann, gestellt. Von den zwölf früheren Plots können sieben der entsprechenden heutigen Flächen ebenfalls in diese Gruppe gestellt werden. Von den anderen fünf befinden sich zwei (147 und 148) in dem bereits erwähnten Übergangsbereich der Gruppe (a) der *Agrostis rupestris*-Gesellschaft, einer (166) liegt im Bereich (c) eben dieser Gesellschaft und zwei Aufnahmen (178 und 186), beide den kleinen Speikböden des Zinödls zugehörig, weisen drastische Änderungen auf und stehen nun in der Gruppe (a) des *Seslerio-Caricetum sempervirentis*.

In der *Agrostis rupestris*-Gruppe fehlen zwei der 20 früheren Plots, die in der TWINSPAN-Tabelle von Greimler (1997) in eben diese Gruppe gestellt werden. Einer ist der bereits beschriebene Plot 69, der aktuell in der nun explizit als *Nardion strictae* abgegrenzten Gruppierung steht, welche jedoch in der früheren Tabelle von Greimler Teil der *Agrostis rupestris*-Gruppe war. Der zweite ist Plot 67, der nun in die Gruppe (a) des *Seslerio-Caricetum sempervirentis* eingegliedert ist. Der hohe Deckungswert von *Agrostis alpina* scheint im TWINSPAN-Durchlauf von Greimler stärker gewichtet worden zu sein als heute, während in diesem Durchgang die Artenkombination von *Carex sempervirens*, *Festuca pumila* und *Selaginella selaginoides* ausschlaggebend gewesen zu sein scheint. Von den 18 früheren Plots dieser Gruppe sind 14 der heutigen Pendanten auch hier zu verorten. Drei sind aktuell dem *Seslerio-Caricetum sempervirentis* zuzuordnen, zwei davon (177 und 183) in Untergruppe (a), eine (Plot 180) in Untergruppe (c). Eine weitere (176) ist nun dem *Nardion strictae* mit einer starken Dominanz von *Nardus stricta* zuzuordnen.

In der TWINSPAN-Tabelle Greimlers (1997) wurden zwölf Aufnahmen der *Salix retusa*-*Oreochloa disticha*-Gruppe zugeordnet. Acht davon befinden sich nun auch wieder in dieser

Gruppe. Zwei (Plots 8 und 23) sind, wohl aufgrund der geringen Deckungswerte von *Oreochloa disticha* mit jeweils nur einem „+“ in die nicht zuordenbare Gruppe eingefügt. Weitere zwei (Plots 40 und 22) finden sich in den Untereinheiten (a) und (b) des Seslerio-Semperviretum wieder. Letztere zwei weisen wieder Merkmale sowohl der *Salix retusa*-*Oreochloa disticha*-Gruppe als auch des Seslerio-*Caricetum sempervirentis* auf. Durch den Abgleich mit mehr Aufnahmen als nur den früheren weisen diese beiden Plots offensichtlich mit jenen des Seslerio-Semperviretum eine höhere Ähnlichkeit auf. Neben den acht alten Aufnahmen befinden sich nur drei der entsprechenden Folgeaufnahmen in der *Salix retusa*-*Oreochloa disticha*-Gruppe. Alle anderen finden sich nun im Seslerio-Semperviretum, Plots 115, 124 und 125 in der Untergruppe (a), 141 und 121 in der Untergruppe (b).

Von den sechs alten Aufnahmen der nicht zuordenbaren Gruppe wurde nur einer der äquivalenten neuen Plots (107) auch dieser Gruppe zugeordnet. Zwei wurden in die benachbarte Kategorie der *Salix retusa*-*Oreochloa disticha*-Gruppe eingegliedert, die restlichen drei befinden sich nun im Seslerio-Semperviretum, Plot 108 in der Untereinheit (a), Plots 181 und 185 direkt aneinander in Kategorie (b).

Die Kategorie des Seslerio-*Caricetum sempervirentis* beinhaltet 25 der früheren Vegetationsaufnahmen, in der Tabelle Greimlers (1997) wurden dagegen 22 Aufnahmen dieser Gruppe zugeordnet. Aufnahmen 22 und 40 standen früher, wie bereits beschrieben von der *Salix retusa*-*Oreochloa disticha*-Gruppe, Plot 67 wurde früher der *Agrostis rupestris*-Gruppe zugeteilt. 21 der entsprechenden neuen Aufnahmen werden ebenfalls in diese Gruppe des Seslerio-Semperviretum gestellt. Eine Aufnahme (Plot 142) kann aktuell dem *Caricion firmae* zugeordnet werden, das alte Pendant dazu, Plot 42 befindet sich entsprechend dazu im Bereich (c) des Seslerio-Semperviretum, welches durch Einflüsse von Arten des *Caricion firmae* gekennzeichnet ist. Ein Plot (109) steht nun in der nicht zuordenbaren Gruppe, der dazugehörige frühere Plot 9 befindet sich im Bereich (b) des Seslerio-Semperviretum und weist Arten aus allen hier beschriebenen Kategorien auf. Zwei weitere Aufnahmen (161 und 167) werden nun dem mittleren Bereich der Untergruppe (b) der *Agrostis rupestris*-Gruppe zugeteilt. Betrachtet man innerhalb des Seslerio-Semperviretums die Aufnahmen, welche sowohl *Festuca pumila* als auch *Agrostis alpina* aufweisen und somit Elemente der *Festuca*-*Agrostis*-Matten beinhalten, lässt sich auch ein Trend beobachten. Nur neun der alten Aufnahmen innerhalb dieser Gruppe weisen die beiden Arten auf, die Anzahl dementsprechender neuer Aufnahmen beläuft sich dagegen auf 23. In den anderen Gruppen weisen fünf der alten Aufnahmen ebenfalls diese Artenkombination auf, eine davon aus der nicht zuordenbaren Gruppe und vier

aus der *Agrostis rupestris*-Gruppe, in welcher auch in einer neuen Aufnahme dieses Merkmal zu finden ist.

Über alle Speikböden gemeinsam betrachtet nahmen die Aufnahmen, welche dem *Seslerio-Caricetum sempervirentis*, der *Agrostis rupestris*-Gruppe und dem *Caricion firmae* zugeordnet werden können, zu (siehe Abb. 8), während solche aus der *Salix retusa-Oreochloa disticha*-Gruppe, des *Nardion strictae* und der nicht zuordenbaren Gruppe abnahmen. Das *Rumicion alpini* ist die einzige Gruppe mit gleichbleibender zugehöriger Anzahl an Aufnahmen.

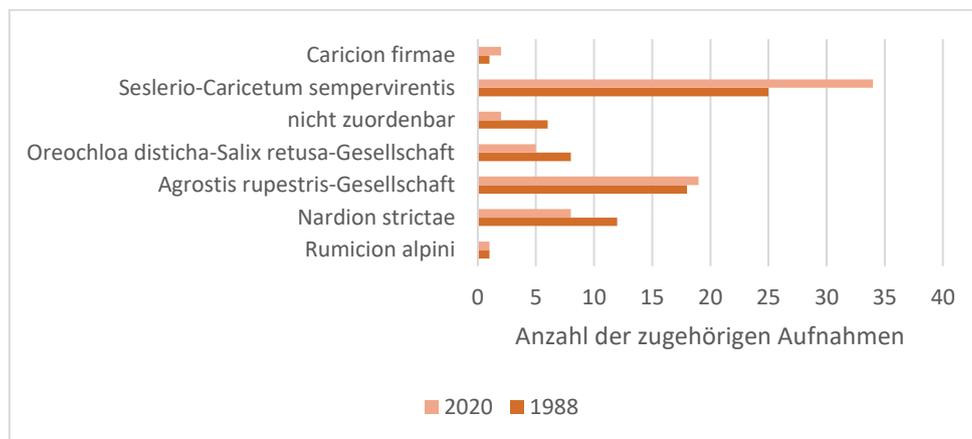


Abbildung 8: Änderung der Verteilung der syntaxonomischen Gruppen über alle Speikböden

Aufgrund der Probleme beim Relokalisieren der Aufnahmeflächen am kleinen Zinödlspeikboden und um daraus mögliche Effekte auszuschließen, wurde eine weitere TWINSPAN-Analyse ohne diese Plots durchgeführt. Hierbei wurde keine nicht zuordenbare Gruppe mehr identifiziert (vgl. Anhang 8.3). Die Plots 08, 10, 23 und 109, welche in der Gesamttabelle noch eben dieser Gruppe zugeordnet wurden, stehen nun inmitten der *Salix retusa-Oreochloa disticha*-Gruppe, Plotpaar 07/107 dagegen im *Seslerio-Caricetum sempervirentis*.

Betrachtet man hierbei die Änderung der Zugehörigkeit zu synaxonomischen Gruppen, zeigt sich der Effekt des Rückgangs der Aufnahmen, welcher der *Salix retusa-Oreochloa disticha*-Gruppe beizuzuordnen sind, noch in verstärkter Form (siehe Abb. 9). Auch die Zunahme der Aufnahmen innerhalb des *Seslerio-Semperviretums* wird deutlich. Dagegen bleibt hier die *Agrostis rupestris*-Gesellschaft konstant, das *Nardion strictae* weist nun sogar einen umgekehrten, jedoch leichten Trend zum Rückgang auf.

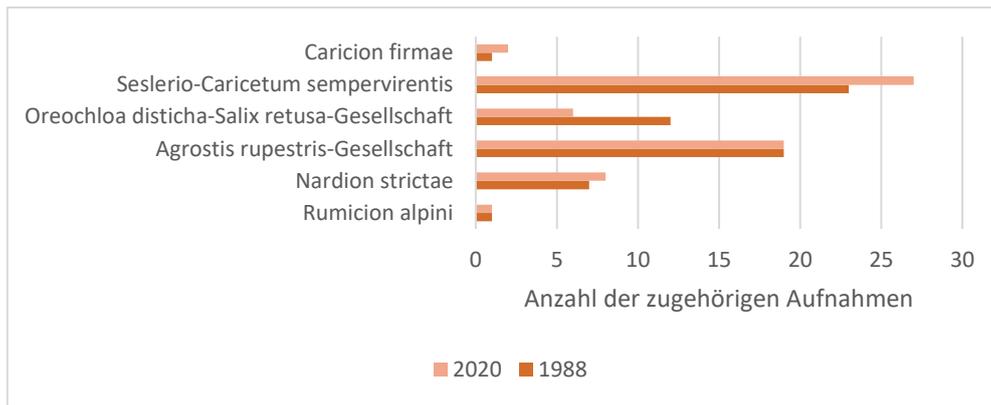


Abbildung 9: Änderung der Verteilung der syntaxonomischen Gruppen über die beiden großen Speikböden des Zinödls und des Kalblings

Um möglicherweise abweichende Effekte für die einzelnen Speikböden zu eruieren, wurden deren separate Aufnahmetabellen ebenfalls einer TWINSPAN unterzogen.

### 3.3.2.2 Admonter Kalbling

Die Tabelle der Aufnahmen vom Admonter Kalbling weist einige Besonderheiten auf (siehe Anhang 8.4). Das Seslerio-Caricetum sempervirentis wird hier in zwei voneinander getrennte Gruppen geteilt. Neben dem Rumicion alpini wird ein etwas versauerter Bereich des Seslerio-Semperviretum gestellt, charakterisiert von einem verstärkten Auftreten von *Geum montanum*. Der zweite, weniger saure Bereich findet sich am anderen Ende der Tabelle, neben dem Caricion firmae und scheint durch Arten, die für diese benachbarte Gruppe typisch sind, auch einen Übergang zu eben diesem Verband darzustellen. Dazwischen findet sich die Salix retusa-Oreochloa disticha-Gruppe. Die Agrostis rupestris-Gruppe wird hier nicht eindeutig vom Seslerio-Semperviretum abgetrennt. Untergruppe (a) stellt das Äquivalent zum Teil (a) des Seslerio-Semperviretums der Gesamttabelle dar und enthält neben Aufnahmen aus dieser Gruppe auch solche, die in der Gesamttabelle in die Kategorie der Agrostis rupestris-Gruppe gestellt werden. Zudem finden sich hier mit Aufnahmen 123 und 113 solche, die in der Gesamttabelle als Teil der Salix retusa-Oreochloa disticha-Gruppe abgetrennt werden. Alle Aufnahmen des Nardion strictae in der Gesamttabelle sind solche aus den Speikböden des Zinödls und somit hier nicht zu finden. Sieben der alten Aufnahmen und 18 der neuen weisen hier die charakteristische Artenkombination der Festuca-Agrostis-Matten auf. Alle dieser Aufnahmen befinden sich in der Gruppe des Seslerio-Semperviretums.

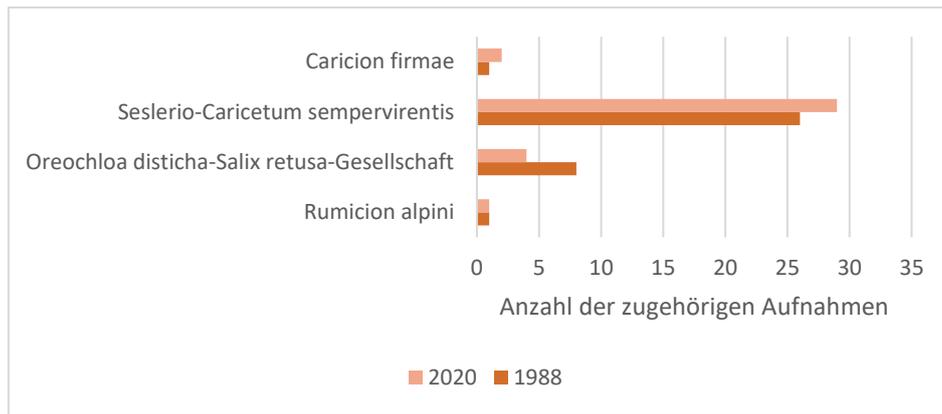


Abbildung 10: Änderung der Verteilung der syntaxonomischen Gruppen des Admonter Kalbling

### 3.3.2.3 Großer Zinödlspeikboden

Die Aufnahmen in der Kategorie des Nardion strictae entsprechen jenen der Gesamttabelle abzüglich jener des kleinen Speikbodens des Zinödls (siehe Anhang 8.5). Auch die Aufnahmen in der Kategorie der Agrostis rupestris-Gruppe stimmen mit jenen der Gesamttabelle überein. Die Plots des Seslerio-Caricetum sempervirentis waren aufgrund der hohen Überschneidungen zwischen dieser Assoziation und der Agrostis rupestris-Gruppe nicht mit jenen der Gesamttabelle kongruent. Plots 60, 154 und 166 wurden von TWINSPAN im Abgleich mit allen Aufnahmen in die Agrostis rupestris-Gruppe gestellt, hier jedoch werden sie bereits im zweiten Teilungsschritt von Aufnahmen dieser Gruppe getrennt und durch das gleichzeitige Aufweisen von Arten des Seslerio-Semperviretums mit anderen Aufnahmen eben dieser Gruppe vereint. Des Weiteren gibt es eine syntaxonomisch nicht zuordenbare Aufnahme, welche zwar in der Haupttabelle unter die Kategorie der Agrostis rupestris-Gruppe fällt, hier jedoch im zweiten Teilungsschritt von den Aufnahmen eben dieser Gesellschaft und im dritten von jenen des Seslerio-Semperviretums getrennt wird und keine eindeutige Artenkombination aufweist. Der große Zinödlspeikboden weist fünf Aufnahmen mit *Agrostis alpina* und *Festuca pumila* auf, davon eine aus dem Seslerio-Semperviretum, drei aus der Agrostis rupestris-Gesellschaft und eine aus der nicht zuordenbaren Gruppe. Diese wäre damit der Gesellschaft der Festuca-Agrostis-Matten zuzuordnen, aufgrund des starken Auftretens von *Salix retusa* in einer zwergstrauchreichen Form. Vier dieser fünf Plots sind frühere Aufnahmen, nur eine stammt aus der Wiederholung der Untersuchung.

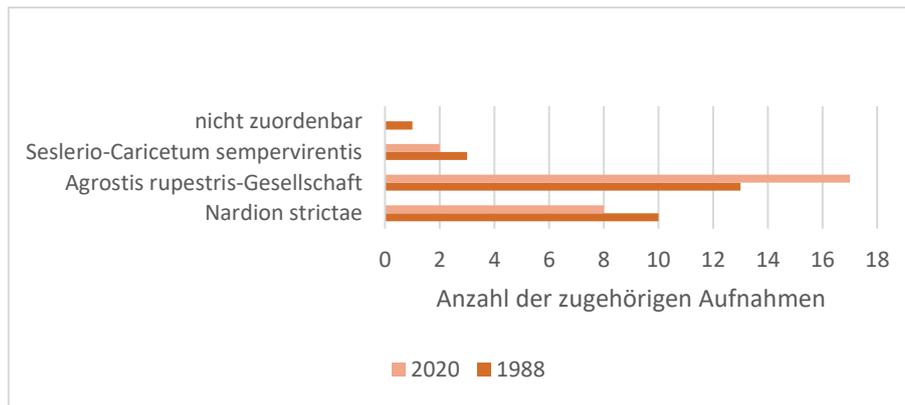


Abbildung 11: Änderung der Verteilung der syntaxonomischen Gruppen des großen Zinödlspeikbodens

### 3.3.2.4 Kleiner Zinödlspeikboden

Die TWINSPAN-Tabelle der Aufnahmen der kleinen Speikböden des Zinödls zeigt eine eindeutige Änderung der Vegetation auf. TWINSPAN trennt alte von neuen Aufnahmen bereits im ersten Trennungsschritt, wobei die alten Aufnahmen der *Agrostis rupestris*-Gesellschaft zuzuordnen sind, die neuen dagegen dem *Seslerio-Caricetum sempervirentis* (siehe Anhang 8.6). Eine Ausnahme bildet hierbei das Aufnahmenpaar 79/179, bei dem beide dem *Seslerio-Semperviretum* zuzuordnen sind. Dieser Plot scheint sich so wenig geändert zu haben, dass das Plotpaar auch in der TWINSPAN-Gesamttabelle direkt nebeneinandergestellt werden. Die Plots 81 und 85 werden hier, analog zur TWINSPAN-Tabelle Greimlers (1997), in der sie der nicht zuordenbaren Gruppe zugeordnet sind an den Rand der *Agrostis rupestris*-Gruppe gestellt und erst im dritten Teilungsschritt von dieser abgetrennt. Auf den kleinen Speikböden weisen zwei der alten Aufnahmen, eine aus dem *Seslerio-Semperviretum* und eine aus der *Agrostis rupestris*-Gesellschaft, sowohl *Festuca pumila* als auch *Agrostis alpina* auf, dagegen sind es fünf der neuen Aufnahmen, die diese Merkmale der *Festuca-Agrostis*-Matten beinhalten.

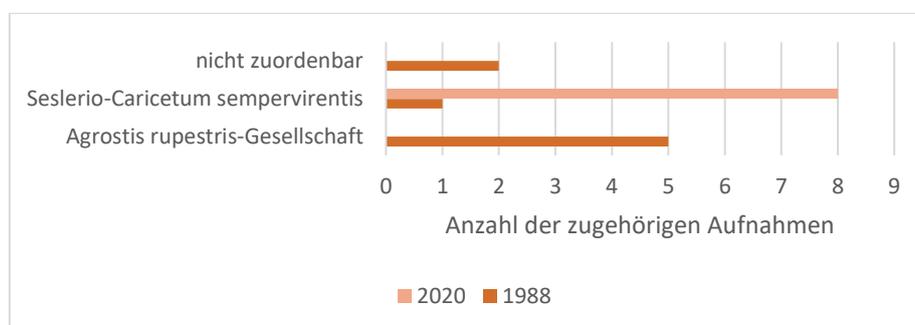


Abbildung 12: Änderung der Verteilung der syntaxonomischen Gruppen des kleinen Zinödlspeikbodens

### 3.4 Principle Component Analysis

Die Ergebnisse der PCA decken sich mit den Erkenntnissen der TWINSPAN-Analyse. Die erste Hauptkomponente (siehe Abb. 13) weist vor allem die Unterschiede zwischen den beiden Aufnahmen des Rumicion alpini und den restlichen Plots auf. Auch die Aufnahme 175, die in der TWINSPAN-Tabelle gleich anschließend an die Plots 1/101 gestellt wird, findet sich in der PCA in Nähe eben dieser wieder, während das frühere Pendant, Plot 75, klar im Bereich der *Agrostis rupestris*-Gruppe steht. Diese befindet sich im Plot am rechten Ende der zweiten Hauptkomponentenachse, entlang welcher sich die Aufnahmen aller weiteren syntaxonomischen Gruppen auftrennen. Die zwei gegensätzlichen Gruppen bilden hier die Aufnahmen zum Seslerio-Semperviretums und zur *Agrostis rupestris*-Gesellschaft, Aufnahmen der *Salix retusa*-*Oreochloa disticha*-Gesellschaft befinden sich im Zwischenbereich, stark verzahnt mit den Aufnahmen des Seslerio-Semperviretums. *Cos2* gibt dabei an, wie stark die Hauptkomponenten die jeweiligen Plots beschreiben (Abdi & Williams, 2010). Diese Aufteilung innerhalb des PCA-Plots ist kongruent mit den Ergebnissen der TWINSPAN, bei der diese beiden Gruppen nebeneinander platziert werden und viele Gemeinsamkeiten bei den Artenkombinationen aufweisen. Auffällig ist weiterhin, dass die Aufnahmen des Caricion firmae, welche von TWINSPAN klar abgetrennt werden, sich hier innerhalb der Gruppe des Seslerio-Caricetum sempervirentis befinden.

Neue Aufnahmen scheinen sich besonders an Randbereichen zu finden, insbesondere im linken Bereich der zweiten Hauptkomponentenachse (entsprechend dem Seslerio-Caricetum sempervirentis), während der intermediäre Bereich vermehrt Plots der früheren Aufnahmen aufweist. Extrahiert man nur die Aufnahmen rechts der zweiten Hauptkomponentenachse wird erkenntlich, dass diese Effekte hier weniger deutlich sind als im linken Bereich (siehe Abb. 14). Dies deckt sich mit den Ergebnissen der Änderung der syntaxonomischen Gruppen (siehe Abb. 8), bei denen besonders die dem Seslerio-Caricetum sempervirentis zugehörigen Aufnahmen anteilmäßig wachsen, die der *Agrostis rupestris*-Gesellschaft und des Caricion firmae ebenfalls, jedoch weniger prägnant, während die Anzahl der Aufnahmen weniger klar definierter Gruppen wie die *Salix retusa*-*Oreochloa disticha*-Gesellschaft rückläufig sind.

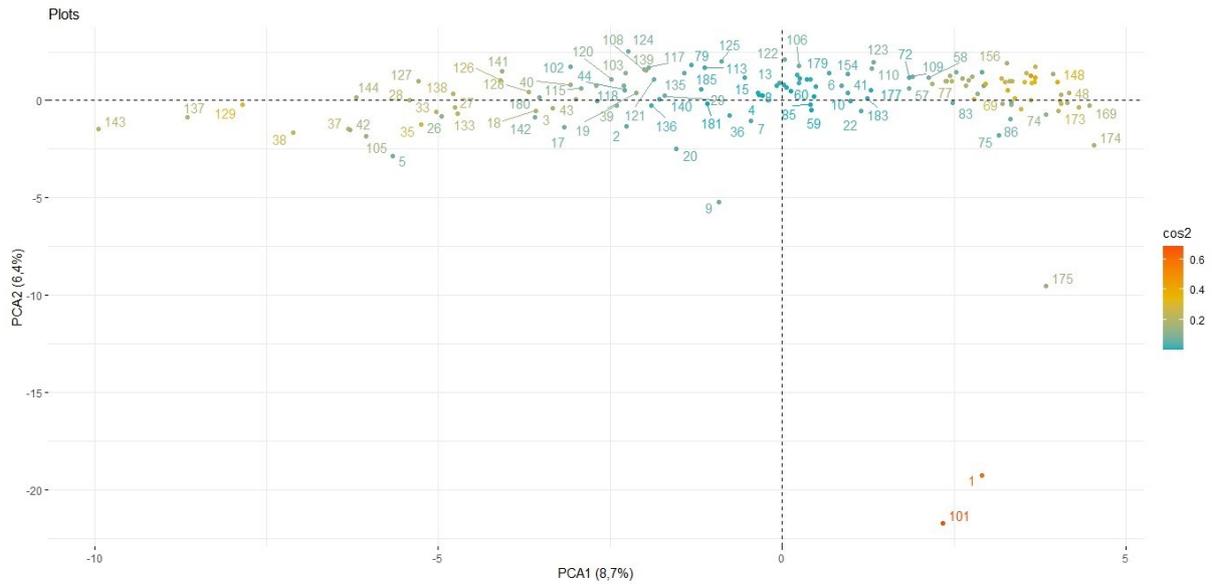


Abbildung 13: PCA Ergebnis für alle Aufnahmen

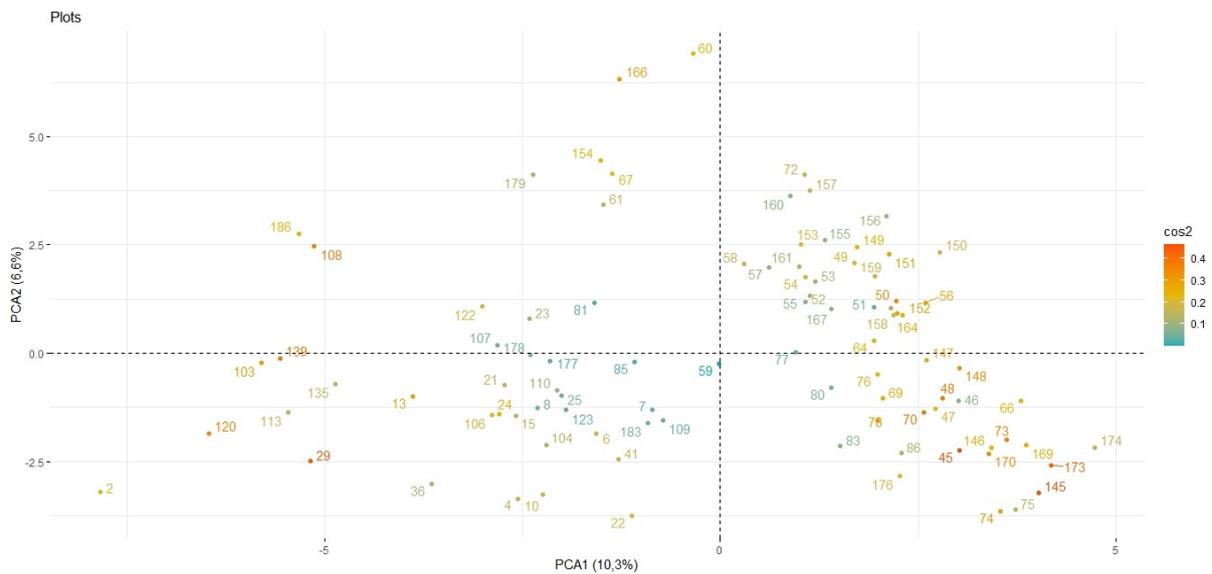


Abbildung 14: PCA-Ergebnis der Aufnahmen aus dem Bereich der *Agrostis rupestris*-Gesellschaft

Nachfolgend wurden alle Variablen der PCA, in diesem Fall also die Arten, mit einem *cos2*-Wert von über 0,3 extrahiert (siehe Abb. 15). Auch hier werden die drei Hauptgruppen inklusive ihrer charakteristischen Arten der Aufnahmen erkenntlich, wiederum die stark abweichende, nährstoffreiche Aufnahmen 1/101, die *Seslerio-Sempervirentis*-Gruppe und die *Agrostis rupestris*-Gesellschaft.

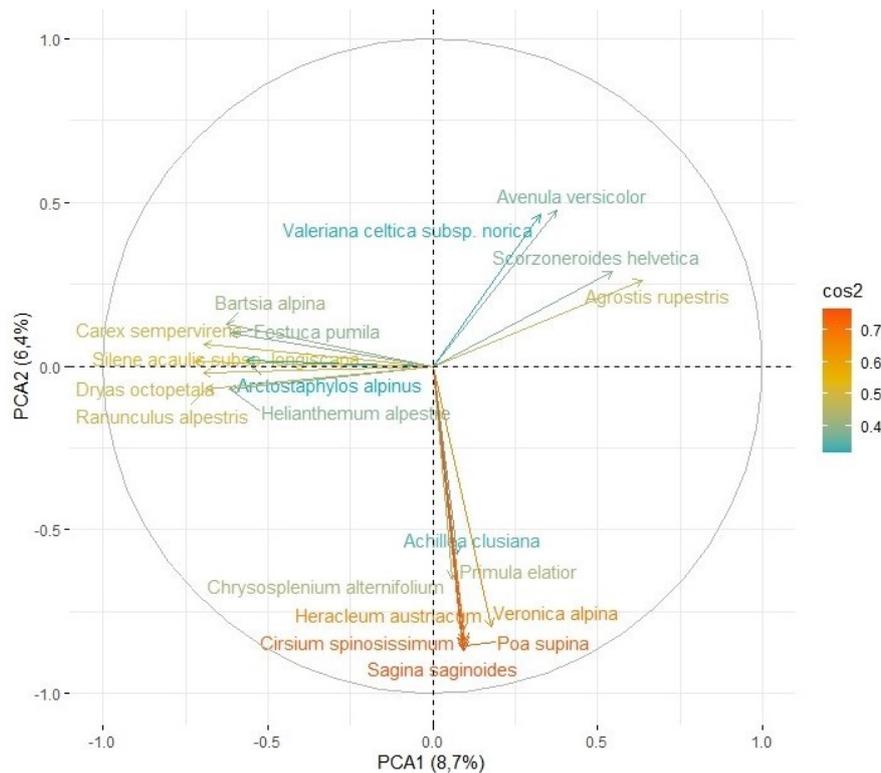


Abbildung 15: PCA Ergebnis für alle Aufnahmen, Plot der wichtigsten Arten als Variablen

### 3.5 Analyse der Zeigerwerte

#### 3.5.1 Änderung der Zeigerwerte auf den gesamten Speikböden

Der Vergleich der mittleren Zeigerwerte zeigt klare Unterschiede zwischen den einzelnen Methoden der Gewichtung. Betrachtet man den Vergleich der mittleren Präsenz-/Absenz, Frequenz- und Deckungswerte wird klar, dass diese aus den Werten, nach welchen gewichtet wurde (siehe Abb. 22), stammen. Die Präsenz-/Absenzwerte verhalten sich tendenziell rückläufig, die Frequenzwerte variieren zwischen den Aufnahmegruppen und die Deckungswerte weisen einen starken Trend zur Zunahme auf. Zumindest bei letzterem Wert ist von einem Bias in der Aufnahmemethodik auszugehen. Das Verhalten dieser Werte spiegelt sich entsprechend in den gewichteten Zeigerwerten wider.

Die nach Präsenz/Absenz gewichteten Werte weisen auf dem Zinödl, abgesehen von den Nährstoffwerten, durchgehend einen Rückgang auf. Der stärkste Rückgang tritt bei den Reaktionszahlen auf, welche um 17% im Vergleich zu zur früheren Erhebung sanken. Die sonstigen Werte sanken 6-7%, die Temperaturwerte um 8%. Der Anstieg der Nährstoffwerte beläuft sich auf 7%. Die Werte des Kalblings änderten sich kaum zwischen den Aufnahmejahren Kontinentalitäts-, Licht-, Feuchtigkeits- und Nährstoffwerte sanken um 1%,

Temperaturwerte um 4% und die Reaktionszahl um 3%. Betrachtet man die Präsenz-/Absenzwerte, anhand deren die Zeigerwerte berechnet wurden, so blieben diese auf beiden Bergen etwa konstant. Der Wert des Zinödls lag in beiden Aufnahmejahren bei 52, der des Kalblings sank leicht von 84 auf 83. Durch das nicht miteinbeziehen von kritischen Arten in die Analyse unterscheiden sich diese Werte von jenen Artenzahlen aus Kapitel 3.2.

Die nach Frequenz gewichteten Zeigerwerte für Temperatur, Kontinentalität und Licht steigen auf beiden Bergen. Die Temperaturwerte steigen auf dem Zinödl um 4%, auf dem Kalbling um 13%, die Kontinentalität erhöht sich um 6% und 11% und die Lichtwerte um 3% und 11% für je Zinödl Kalbling. Auch die Werte für Feuchtigkeit (10%), Reaktionszahl (9%) und Nährstoff (6%) steigen für den Kalbling, während sie auf dem Zinödl mit Werten zwischen 0,99 und 1,01, also einer Schwankung von 1% ins positive und negative, in etwa konstant bleiben. Die Anstiege der Werte des Kalblings sind durchgehend höher als die des Zinödls. Betrachtet man die reinen Frequenzwerte, nach welchen gewichtet wurde, beträgt der Anstieg beim Zinödl 3%, auf dem Kalbling 10%.

Entsprechend der stark gestiegenen Deckungswerte (19% am Zinödl, 36% am Kalbling) ist auch bei allen nach Deckungswerten gewichteten Zeigerwerten ein starker Anstieg erkennbar. Das anzunehmende Bias in der Aufnahmemethodik wird damit auch in den gewichteten Werten deutlich. Analog zu den Frequenzwerten ist auf dem Kalbling ein weitaus höherer Anstieg zu verzeichnen als auf dem Zinödl. Besonders auffällig ist der Anstieg der Temperaturwerte des Kalblings mit 46%, Kontinentalität-, Licht- und Feuchtigkeitswerte liegen 36-37% erhöht im Vergleich zur früheren Erhebung und Reaktions- und Nährstoffzahl liegen auf einem 30% höherem Niveau. Beim Zinödl weist die Kontinentalität den höchsten Anstieg mit 26% auf, Licht- und Temperaturwerte liegen 20-21% über dem früheren Wert und auch bei Reaktions- (16%), Nährstoff- (17%) und Feuchtigkeitswerten (12%) ist ein Anstieg zu verzeichnen.

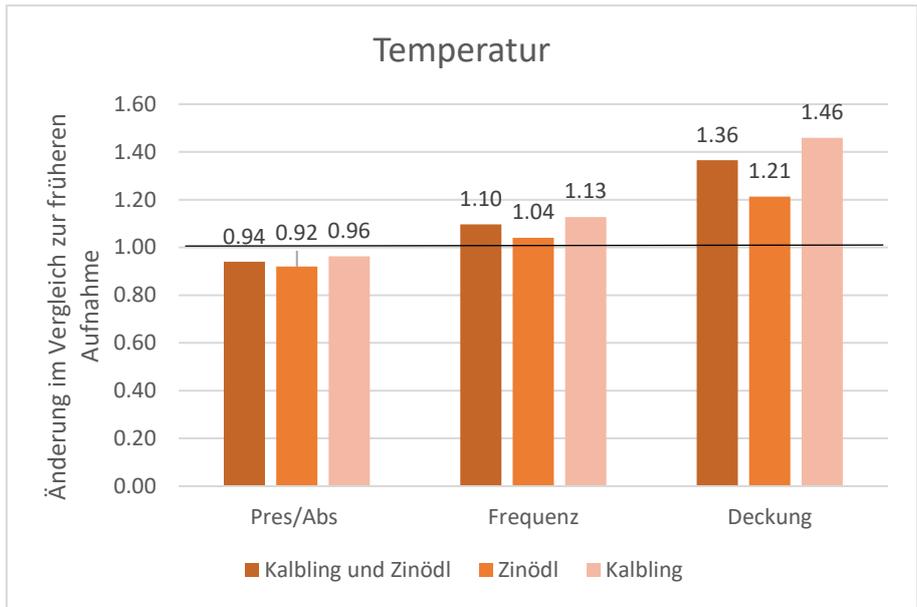


Abbildung 16: Änderung der mittleren Temperaturwerte gewichtet nach Präsenz/Absenz, Frequenz und Deckung der Arten

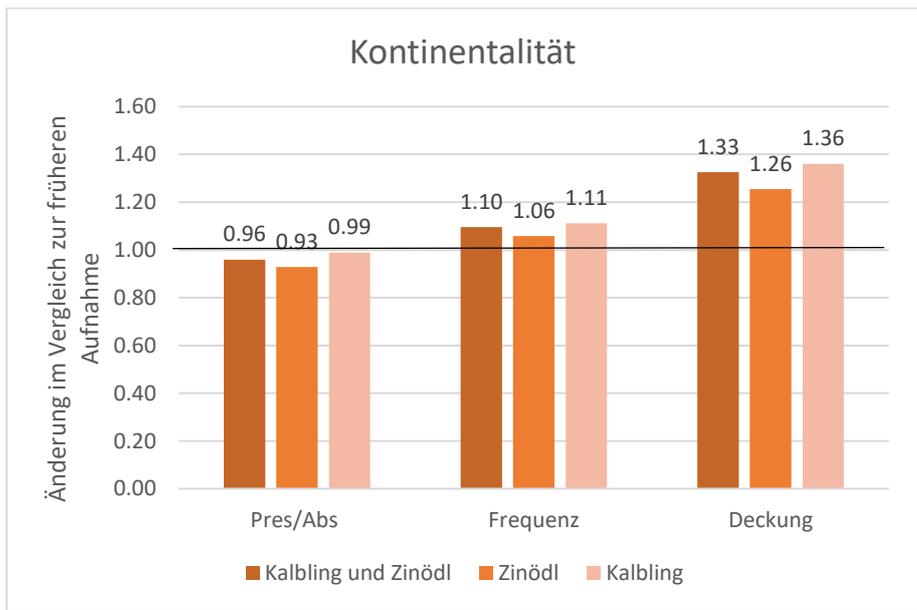


Abbildung 17: Änderung der mittleren Kontinentalitätswerte gewichtet nach Präsenz/Absenz, Frequenz und Deckung der Arten

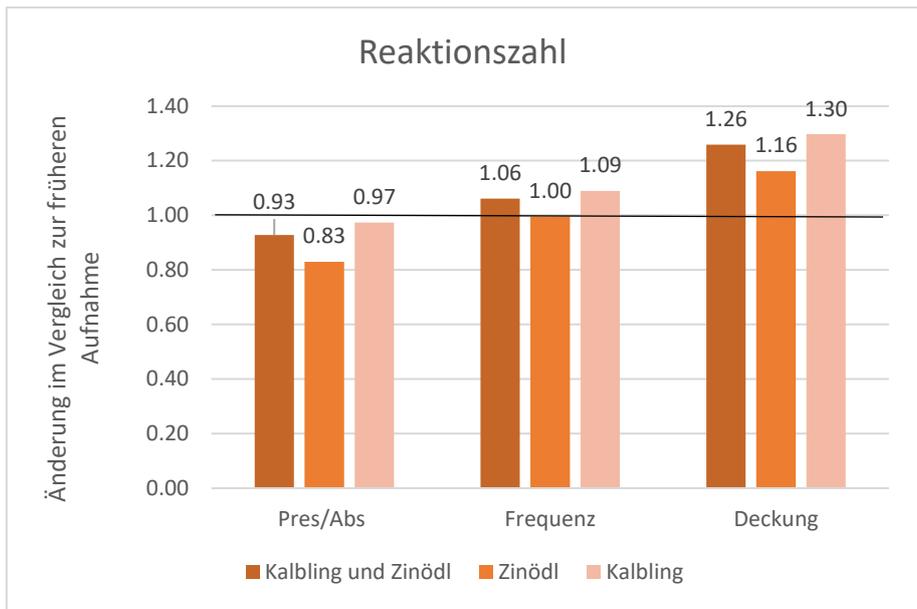


Abbildung 18: Änderung der mittleren Reaktionszahlen gewichtet nach Präsenz/Absenz, Frequenz und Deckung der Arten

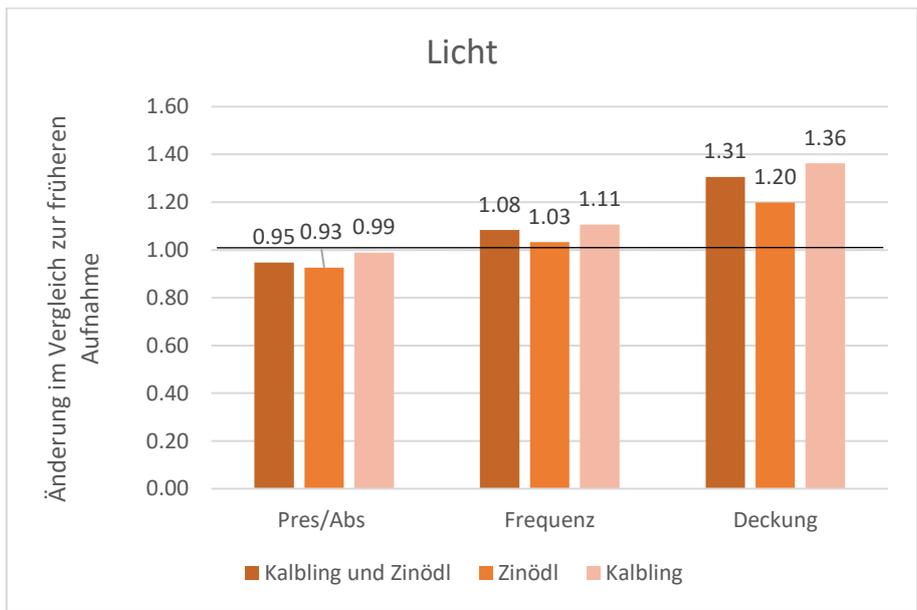


Abbildung 19: Änderung der mittleren Lichtwerte gewichtet nach Präsenz/Absenz, Frequenz und Deckung der Arten

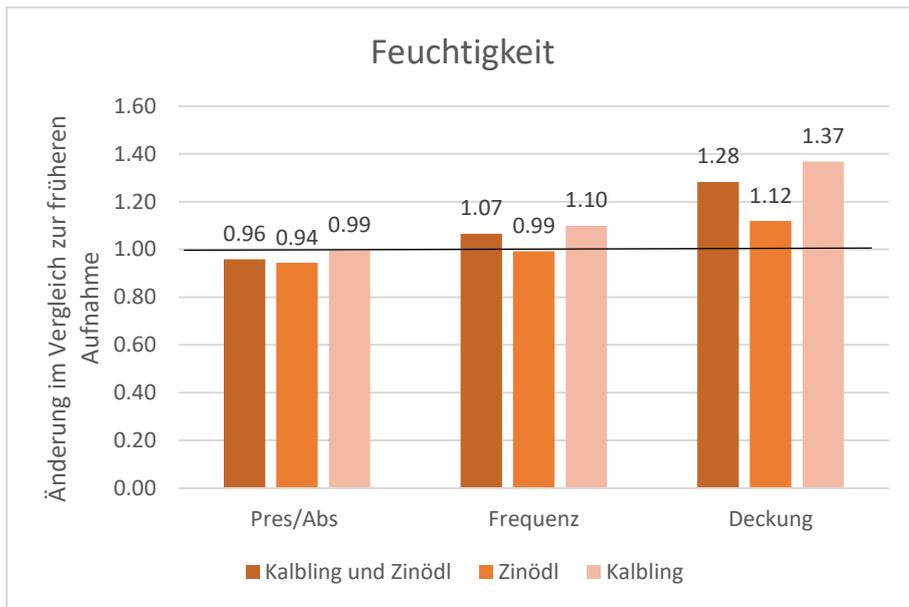


Abbildung 20: Änderung der mittleren Feuchtigkeitswerte gewichtet nach Präsenz/Absenz, Frequenz und Deckung der Arten

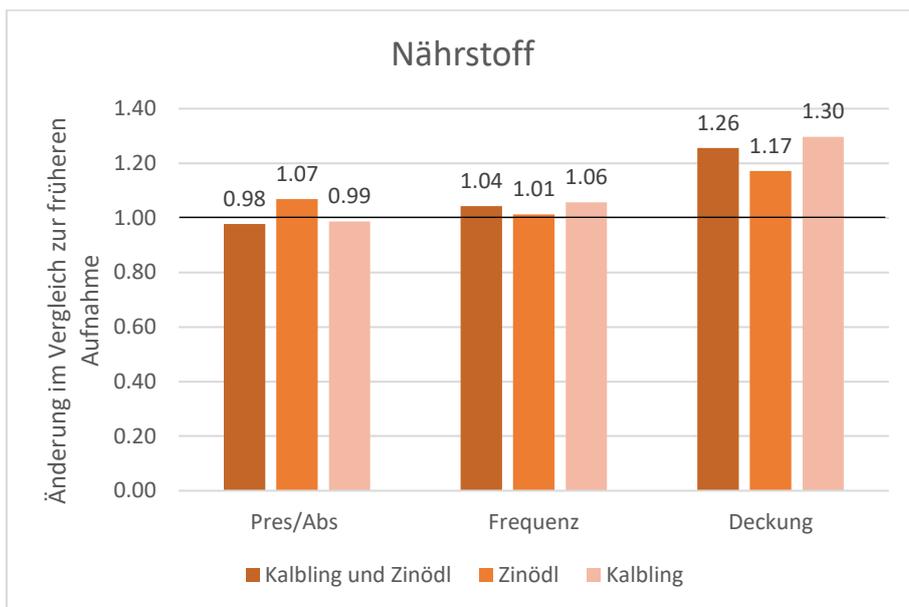


Abbildung 21: Änderung der mittleren Nährstoffwerte gewichtet nach Präsenz/Absenz, Frequenz und Deckung der Arten

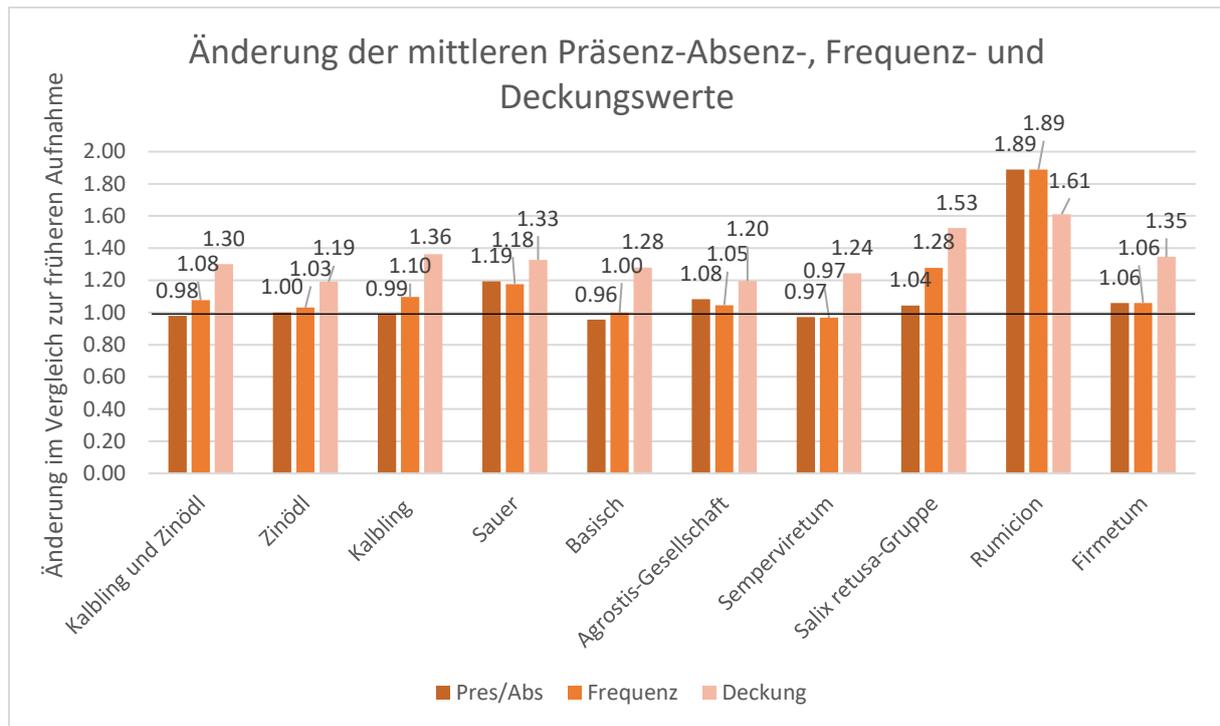


Abbildung 22: Änderung der mittleren Präsenz-/Absenz-, Frequenz- und Deckungswerte der Arten über alle Vergleichsgruppen

### 3.5.2 Änderung der Zeigerwerte der syntaxonomischen Gruppen und der sauren und basischen Bereiche

Analog zum Vergleich der Zeigerwerte für die beiden großen Speikböden als gesamtes wurden auch die Änderungen innerhalb der syntaxonomischen Gruppen und der sauren/basischen Bereiche untersucht. Der Vollständigkeit halber wurden auch das Rumicion und das Firmetum mit einbezogen, da beide jedoch in einem Plot vertreten sind, spiegeln sich kleinste Änderungen in der Artenzusammensetzung und ungenaue Relokalisierung stark wider. Bereits bei der Betrachtung der Präsenz-/Absenz- und Frequenzwerte (siehe Abb. 22) stechen die beiden Gruppen heraus, besonders das Rumicion mit einem enormen Anstieg von Präsenz-/Absenzwerten und Frequenzwerten von je 89%. Dadurch, dass beide Gruppen nur mit einer Aufnahme vertreten sind, sind Präsenz-/Absenzwerte und Frequenzwerte ident.

Die Temperaturwerte steigen nach Präsenz/Absenz gewichtet für die sauren Bereiche (17%), die Salix retusa-Gruppe (8%), das Rumicion (73%) und das Firmetum (28%). Die Agrostis rupestris-Gesellschaft bleibt in etwa konstant (-1%) und die Werte der basischen Bereiche (-

9%) und des Semperviretums (-3%) sinken. Nach Frequenz gewichtet steigen für alle Bereiche die Temperaturwerte, mit Ausnahme des Semperviretums (-1%). Besonders stark steigen hier die Salix retusa-Gruppe (37%) und das Rumicion (73%), auch das Firmetum und die sauren Bereiche steigen auffällig stark. Der starke Unterschied zwischen den beiden Arten der Gewichtung bei der Salix retusa-Gruppe entstammt den sehr unterschiedlichen Anstiegen von Präsenz-/ Absenzzwert und Frequenzwerten (siehe Abb. 22), während diese Unterschiede bei anderen untersuchten nicht derart auffällig sind. Der Unterschied beträgt hier bei der Salix retusa-Gruppe 24%, bei allen anderen Gruppen betragen die höchsten Differenzen 11% beim Admonter Kalbling als gesamtes und 4% bei den basischen Bereichen.

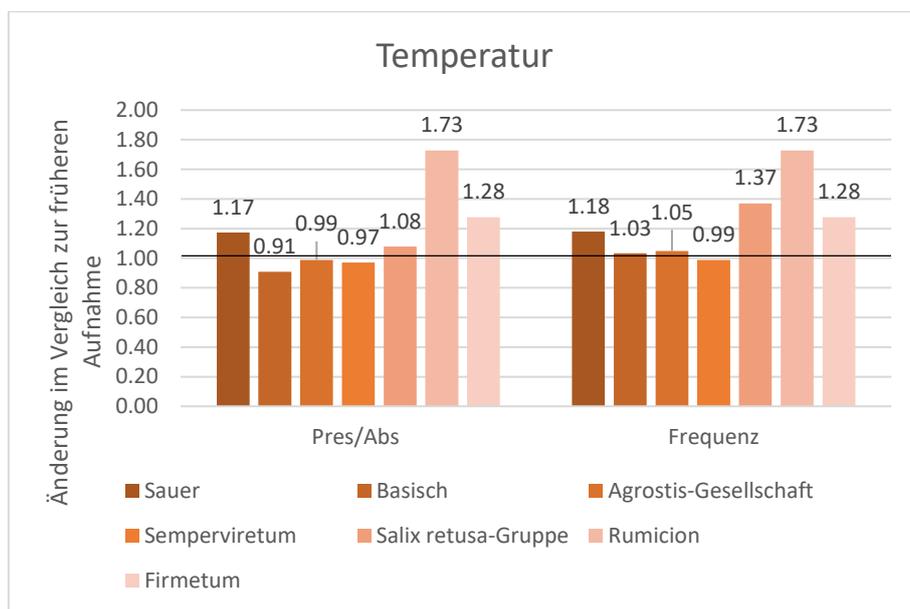


Abbildung 23: Änderung der mittleren Temperaturwerte gewichtet nach Präsenz/Absenz und Frequenz der Arten

Die Kontinentalitätswerte (Präs. /Abs.) steigen für die sauren Bereiche (17%), die Agrostis rupestris Gesellschaft (4%), die Salix retusa-Gruppe (3%) und wiederum das Rumicion (71%). Dagegen sinken die Werte für basischen Bereiche (-8%), das Semperviretum (-3%) und das Firmetum (-8%). Im Gegensatz dazu steigen beinahe alle Werte, wenn diese nach Frequenz gewichtet werden bis auf das Firmetum (-8%) und das Semperviretum, in dem die Werte sich nicht ändern.

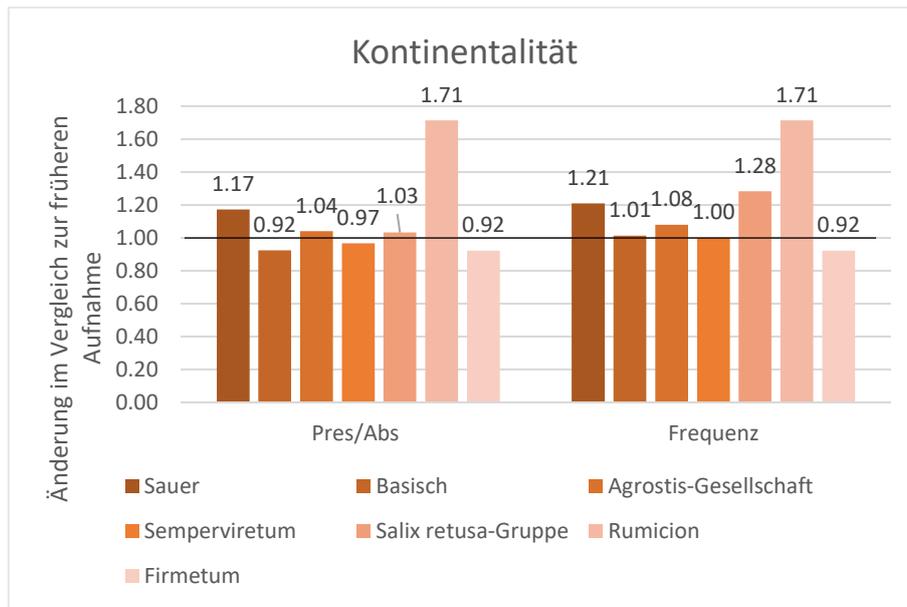


Abbildung 24: Änderung der mittleren Kontinentalitätswerte gewichtet nach Präsenz/Absenz und Frequenz der Arten

Die Reaktionszahlen nach Präsenz/Absenz gewichtet steigen für die sauren Bereiche, die Salix retusa-Gruppe und das Rumicion, während sie für die Agrostis rupestris-Gesellschaft, das Semperviretum und besonders das Firmetum sinken. Im Gegensatz dazu steigen die Werte für die Agrostis rupestris-Gesellschaft, wenn die Werte nach Frequenz gewichtet werden.

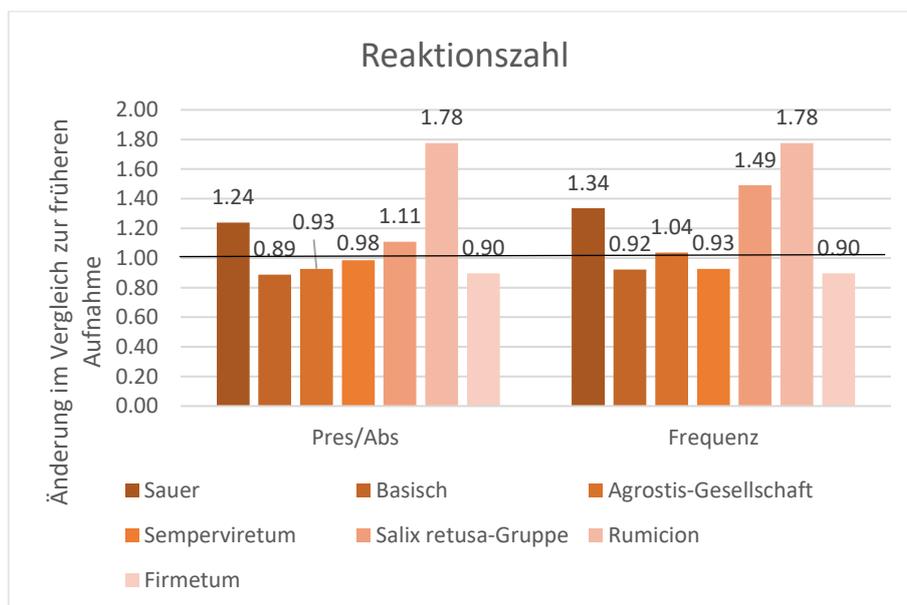


Abbildung 25: Änderung der mittleren Kontinentalitätswerte gewichtet nach Präsenz/Absenz und Frequenz der Arten

Die Lichtzahlen, gewichtet nach Präsenz/Absenz bleiben in etwa gleich, bis auf die bereits in den vorherigen Diagrammen herausstechenden Gruppen der sauren Bereiche und des Rumicions. Nur die basischen Bereiche weisen einen Rückgang von 6% auf. Gewichtet nach Frequenz zeigen die basischen Bereiche diesen Rückgang nicht mehr. Die Salix retusa-Gruppe dagegen steigt hierbei um 29%.

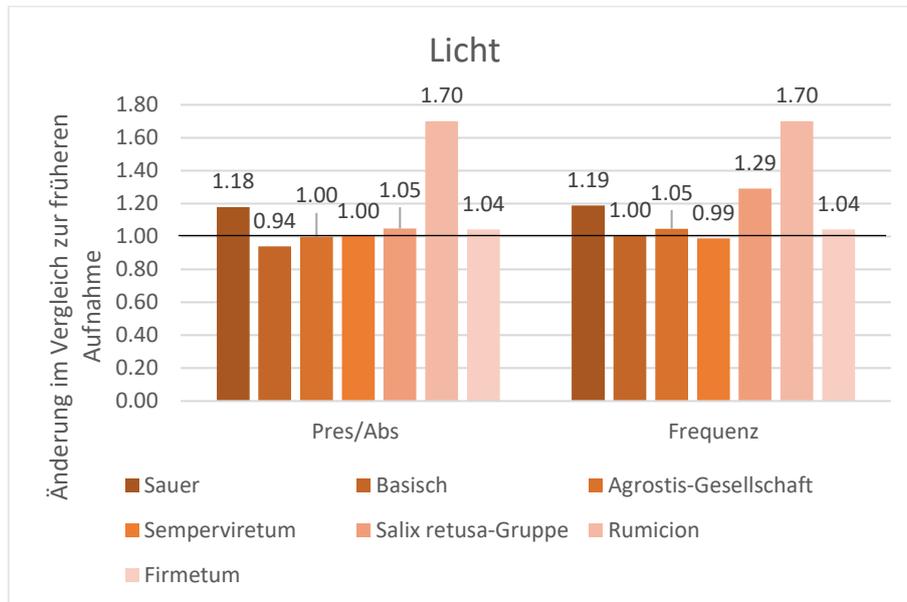


Abbildung 26: Änderung der mittleren Kontinentalitätswerte gewichtet nach Präsenz/Absenz und Frequenz der Arten

Dasselbe Muster wie das der Lichtzeigerwerte weisen die Feuchtigkeitswerte auf. Nach Präsenz/Absenz gewichtet gibt es einen Rückgang von 6% der basischen Bereiche, nach Frequenz gewichtet wird dieser Rückgang ausgeglichen und die früheren und aktuellen Werte sind gleich. Auch hier weist die Salix retusa-Gruppe einen starken Anstieg im Vergleich zur ersten Art der Gewichtung auf.

Nach Präsenz/Absenz berechnet steigen die Nährstoffwerte, abgesehen von den sauren Bereichen und dem Rumicion besonders bei der Agrostis rupestris-Gesellschaft (17%). Ein geringer Rückgang ist bei den basischen Bereichen und beim Semperviretum mit jeweils 3% zu verzeichnen. Nach Frequenz berechnet sinken diese beiden Werte auf 6% für die basischen Bereiche und 9% für das Semperviretum. Sonstige Werte bleiben im Vergleich zwischen den Gewichtungsmethoden in etwa konstant, wiederum mit Ausnahme der Salix retusa-Gruppe, deren Wert bei zweiterer Methode um 33% steigt.

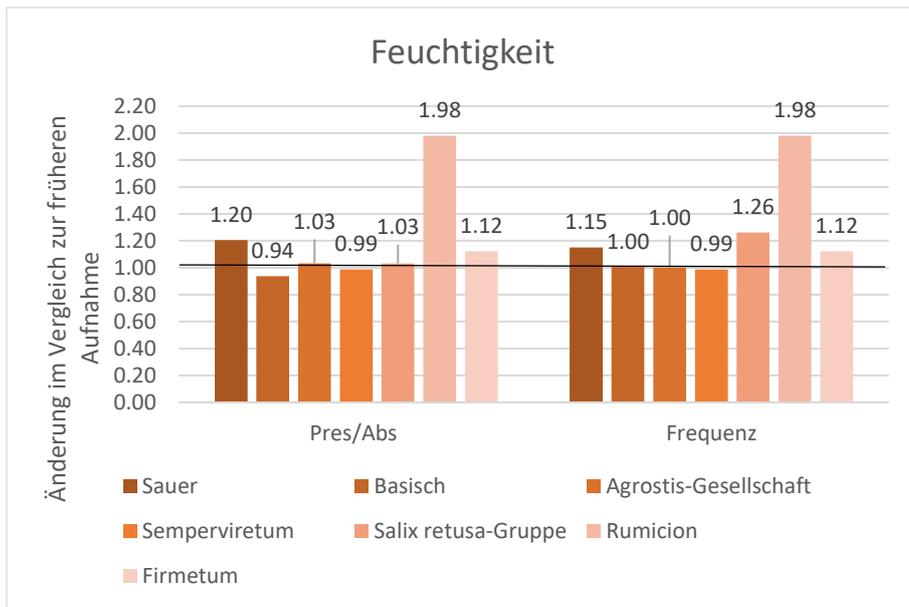


Abbildung 27: Änderung der mittleren Kontinentalitätswerte gewichtet nach Präsenz/Absenz und Frequenz der Arten

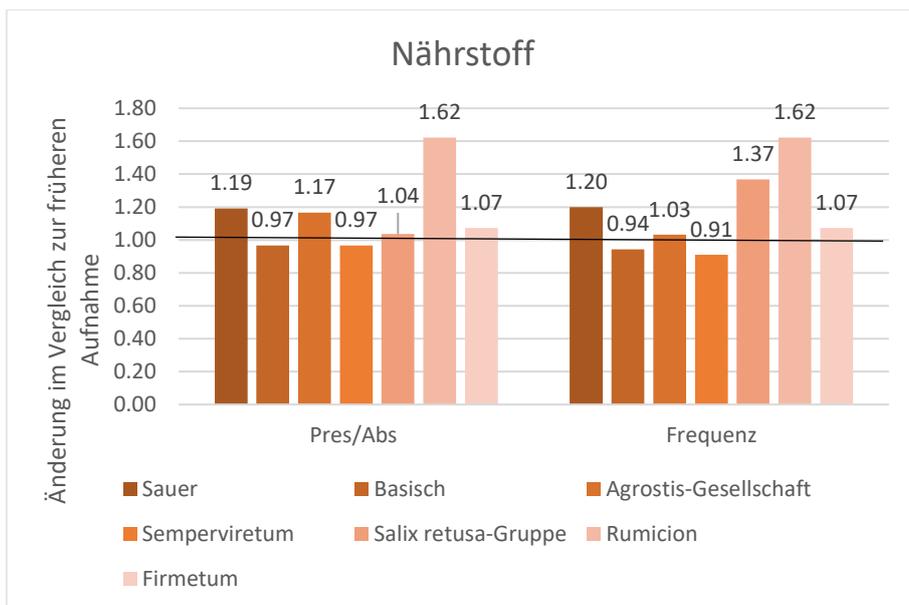


Abbildung 28: Änderung der mittleren Kontinentalitätswerte gewichtet nach Präsenz/Absenz und Frequenz der Arten

### 3.5.3 Zeigerwerte der nicht mehr beobachteten und neu beobachteten Arten

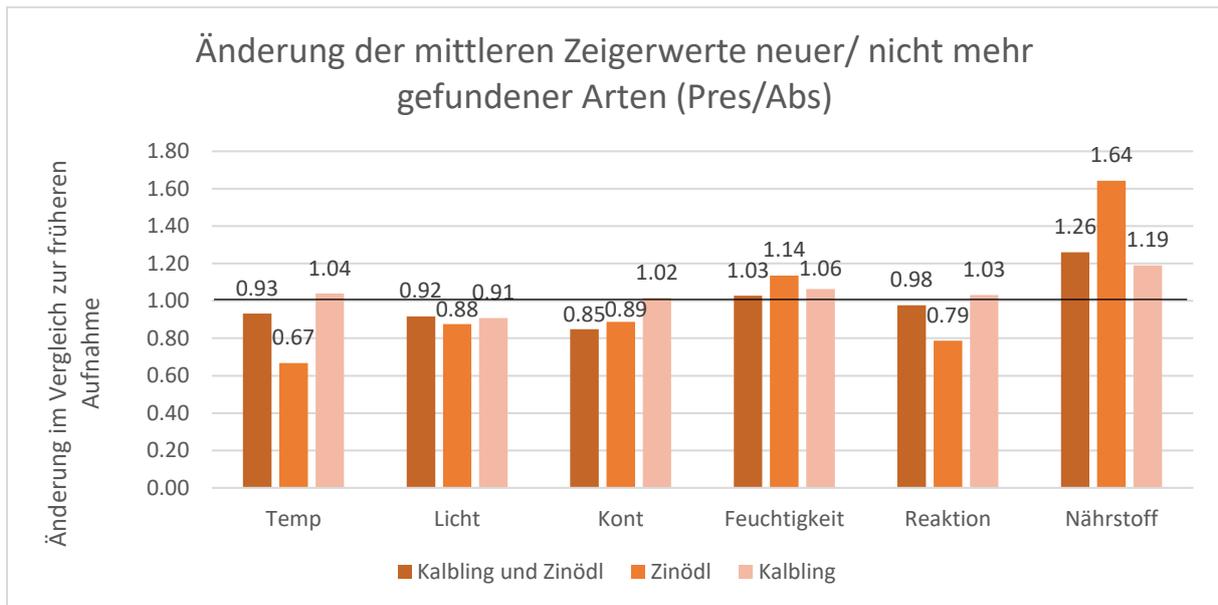


Abbildung 29: Änderung der mittleren Zeigerwerte gewichtet nach Präsenz/Absenz der neuen und nicht mehr gefundenen Arten

Vergleicht man die mittleren Temperaturzeigerwerte gewichtet nach Präsenz/ Absenz der neu gefundenen Arten mit jenen der nicht mehr auffindbaren Arten, ergibt sich ein Anstieg von 4% für den Kalbling, dagegen ein starker Rückgang von 33% auf dem Zinödl. Von allen Zeigerwerten zeigt sich hier die stärkste Differenz zwischen beiden Speikböden. Die Lichtwerte gehen auf beiden Speikböden um 8-12% zurück, die Kontinentalität steigt bei den Arten des Kalblings um 2%, sinkt aber beim Zinödl um 12%. Die Feuchtigkeitszahlen sind bei den neuen Arten auf beiden Speikböden im Vergleich gestiegen. Die Reaktionszahl der neuen Arten liegt auf dem Kalbling 3% höher als bei den nicht mehr gefundenen, auf dem Zinödl liegen sie dagegen um 21% niedriger. Die Nährstoffzahlen sind bei den neuen Arten beider Speikböden wesentlich höher, die Werte der Arten des Kalblings liegen 19% höher als die nicht mehr gefundenen Arten, auf dem Zinödl sind es sogar 64%.

Gewichtet man die Zeigerwerte dieser Arten nach ihrer Frequenz, ergeben sich deutlich unterschiedliche Ergebnisse im Vergleich zur ersten Gewichtungsmethode (siehe Abb. 30). Die Temperaturwerte steigen auf beiden Speikböden, auf dem Kalbling sogar um 51%. Die Lichtwerte des Zinödls sind ähnlich gesunken wie bei der Gewichtung nach Präsenz/ Absenz, die des Kalblings sind jedoch stark gestiegen. Selbes Muster der stark gestiegenen Werte für den Kalbling lässt sich auch bei Kontinentalitäts- und Reaktionswerten erkennen. Auffällig ist hier auch, dass die Werte für Kontinentalität des Zinödls sich ähnlich ändern wie bei der Gewichtung nach Präsenz/Absenz, bei der Reaktionszahl sinkt dieser Wert jedoch nochmals deutlich um 12%. Die Feuchtigkeits- und Nährstoffwerte steigen auf beiden Bergen an, auch hier ist der ungewöhnlich hohe Anstieg auf dem Kalbling zu vermerken.

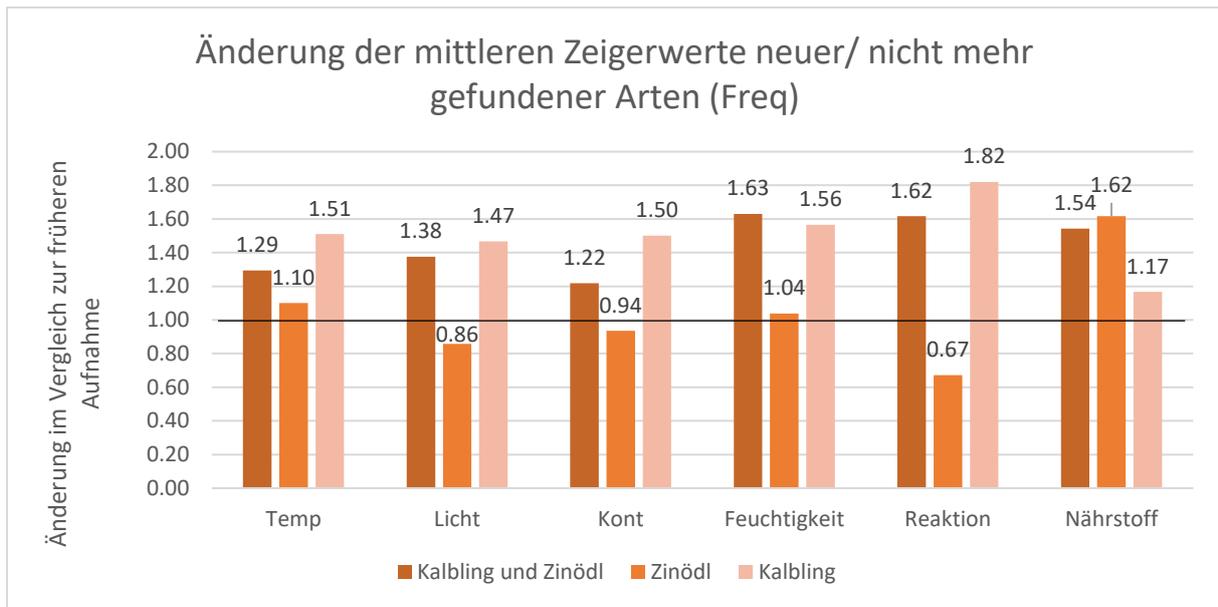


Abbildung 30: Änderung der mittleren Zeigerwerte gewichtet nach Frequenz der neuen und nicht mehr gefundenen Arten

### 3.6 Auffällige Arten außerhalb des Aufnahmerasters

Im Jahr 1988 wurden auf dem großen Speikboden des Zinödls zwei *Festuca varia*-Klone gefunden, von denen der größere einen Durchmesser von 1,6m aufwies. Der kleinere wurde damals nicht vermessen. Bei der neuen Kartierung des Gebiets wurden insgesamt vier Klone dieser Art gefunden. Der große, damals vermessene konnte wieder gefunden werden und wuchs über die 32 Jahre auf einen Durchmesser von 206cm an der breitesten und 180cm an der engsten Stelle heran. In der Karte ist dieser als *FALTI* markiert. Das zweite Exemplar (*FALT2*), damals etwa 5m nördlich des Plots 66 gelegen, konnte in dieser Anordnung nicht relokalisiert werden, ein anderes dagegen lag knapp 10m nordwestlich dieses Plots. In Anbetracht der Größe des Klons ist davon auszugehen, dass es sich hierbei um dasselbe Exemplar dieser Art handelt, da es mit einer Größe von 90x80cm auch vor 32 Jahren bereits vorhanden gewesen sein muss. Zwei weitere, neue Klone (*FNEU1* und *FNEU2*) von *Festuca varia* konnten gleich in der Nähe, in etwa 12m südöstlich des Plots 66 und 4m südöstlich vom neu aufgenommenen Plot 165, gefunden werden. Beide wiesen einen Durchmesser von 40cm auf.

Die Anzahl der *Juncus trifidus*-Klone scheint über die Jahre zugenommen zu haben. Im Jahr 1988 wurden zwei Exemplare gefunden, deren Durchmesser damals vermutlich einige Dezimeter betrug (Greimler, 1997, Abb. 9). Insgesamt wurden bei der neuen Kartierung neun dieser Klone gefunden. Das eine bereits damals beschriebene Exemplar östlich von Plot 58/158 (*JALTI*) wuchs auf eine Größe von 100cm im Durchmesser heran, der zweite (*JALT2*),

zwischen den Plots 57/157 und 58/158 gelegene wies Maße von 87x100cm auf. Zudem konnten sieben weitere, neue *Juncus trifidus*-Klone gefunden werden. Sie variierten stark in ihren Maßen. In der Karte sind sie als *JNEU1-JNEU7* eingezeichnet (siehe Abb. 16). Ihre Ausmaße betragen:

- *JNEU1*: 60cm Durchmesser
- *JNEU2*: 40cm Durchmesser
- *JNEU3* (bestehend aus zwei direkt nebeneinander liegenden Klonen): 25cm und 36cm Durchmesser
- *JNEU4*: 45x60cm
- *JNEU5*: 20cm Durchmesser
- *JNEU6*: 24cm Durchmesser
- *JNEU7*: 75x50cm

Des Weiteren wurden 4 junge Individuen von <10cm Durchmesser gefunden, welche nur mit *J* in der Karte vermerkt wurden.

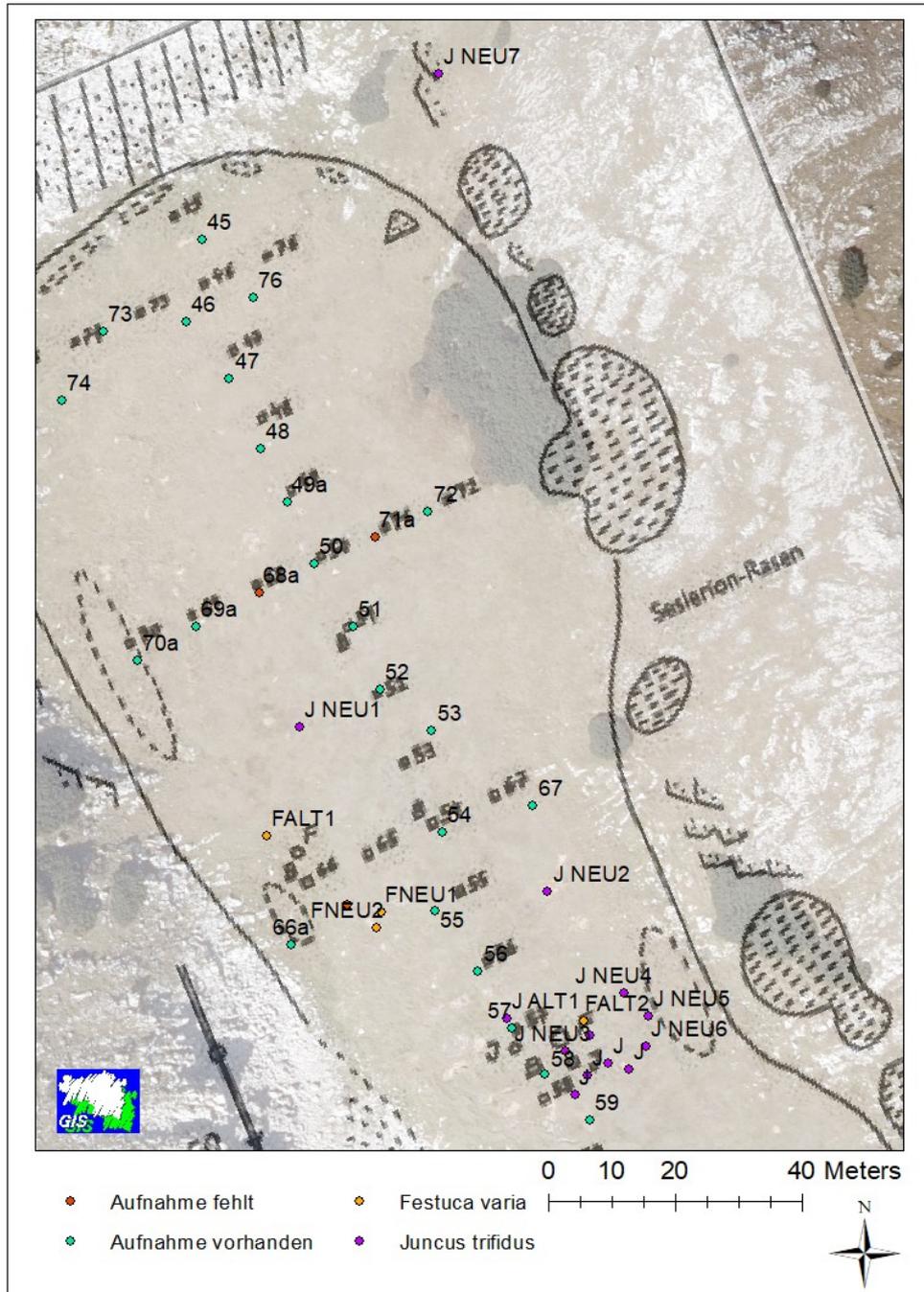


Abbildung 31: Lage der Funde von *Festuca varia* und *Juncus trifidus* auf dem großen Zinödlspeikboden mit Skizzierung der ehemaligen Aufnahmen (Greimler, 1997) und Orthofoto (©GIS Steiermark, 2019) im Hintergrund

## 4 Diskussion

### 4.1 Einordnung in syntaxonomische Gruppen

Das Aufnahmenpaar 01/101, von dem die frühere Aufnahme von Greimler als Hochstaudenmulde bezeichnet wurde, konnte bei näherer Betrachtung anhand Grabherr & Mucina (1993) durch die Dominanz von *Cirsium spinosissimum* der Assoziation des Peucedanetum ostruthii aus dem Verband des Rumicion alpini zugeordnet werden, welche dieselben diagnostischen Arten wie die entsprechende Ordnung der Rumicetalia alpini besitzt.

Aufnahmen 175 bis 166 aus Anhang 8.1 konnten den Caricetea curvulae zugeordnet werden. Hierfür sprechen das Auftreten der entsprechenden diagnostischen Artenkombination von *Agrostis rupestris*, *Avenula versicolor*, *Gentiana punctata* (diese vor allem in der Gruppe des Nardion strictae), *Scorzoneroides helvetica* und *Potentilla aurea*. Innerhalb dieser Gruppe konnten zwei Untergruppen festgestellt werden. Aufnahmen 175 bis 173 aus Anhang 8.1 reihen sich durch das häufige Auftreten von *Geum montanum* in die Ordnung der *Festucetalia spadiceae* und gleichzeitig, in Kombination mit dem in fast allen Aufnahmen vorkommenden *Nardus stricta* in den Verband des *Nardion strictae* und die Assoziation des *Geo-Nardetum strictae* ein. Hierfür sprechen zudem die Vorkommen von *Anthoxanthum alpinum*, *Avenula versicolor*, *Homogyne alpina*, *Scorzoneroides helvetica* und *Potentilla aurea*. Die zweite Gruppe mit den Aufnahmeummern 150 bis 166 kann dagegen durch die konstanten Vorkommen von *Valeriana celtica ssp. norica* und *Hieracium alpinum* den Caricetalia curvulae zugeordnet werden. Durch das Fehlen weiterer diagnostischer Arten ist eine weitere Einteilung in Verband und Assoziation nicht möglich.

Aufnahmen 180 bis 105 des Anhang 8.1 können grob in die Klasse der Seslerietea albicantis und die Ordnung der Seslerietalia coeruleae eingeordnet werden, weisen jedoch aufgrund der kleinräumigen Verzahnung der Pflanzengesellschaften auch viele Arten der Caricetea curvulae und der wohl nur sehr kleinflächig verteilten Loiseleurio-Vaccinietea auf. Auf letztere Klasse weisen die mehr oder minder konstanten Vorkommen von *Arctostaphylos alpina*, *Loiseleria procumbens* und *Vaccinium gaultherioides* hin. Innerhalb dieser Gruppe weisen die Aufnahmen 180 bis 127 vor allem Charakteristika des Seslerio-Caricetum sempervirentis auf, insbesondere durch die stark vertretenen *Carex sempervirens*, *Sesleria caerulea*, *Dryas octopetala*, *Selaginella selaginoides* und *Festuca pumila*. Hier ist eine weitere, nur sehr kleinflächig vorkommende Pflanzengesellschaft festzustellen. Von den 39 Plots in dieser Aufnahmengruppe weisen 22 *Festuca pumila* und *Agrostis alpina* auf, welche am Schneeberg in Niederösterreich

dazu neigen, eine eigene Gesellschaft, die Festuca-Agrostis-Matten, zu bilden, welche häufig in enger Verzahnung mit Flächen des Seslerio-Caricetum sempervirentis zu finden sind (Greimler & Dirnböck, 1996). Untermuert wird dies zudem durch das konstante Vorkommen von *Salix retusa*, welche in 18 dieser 22 Flächen zu finden ist und sowohl eigene Gesellschaften bilden kann oder in Komplexen mit den Festuca-Agrostis-Matten vorzufinden ist (Greimler & Dirnböck, 1996). Im Gegensatz zum Seslerio-Semperviretum reihen sich die Aufnahmen 144 bis 105 in die Assoziation des Caricetum firmae ein mit einer Dominanz der namensgebenden Seggenart. Auch hier sind Elemente kleinflächiger und nicht dominanter Pflanzengesellschaften, vor allem solche des Seslerio-Semperviretums mit Vorkommen von *Carex sempervirens*, *Dryas octopetala* und *Festuca pumila*, zu finden, das gleichzeitige Auftreten von *Agrostis alpina* in Plots 142, 143 und 144 zeigt auch hier Hinweise auf Festuca-Agrostis-Matten auf. Ob die in diese Gruppe gestellten Plots 143 und 144 nicht doch dem Seslerio-Semperviretum zuzuordnen sind, wie beispielsweise in den TWINSPAN-Tabellen, die sowohl alte als auch neue Aufnahmen enthalten der Fall ist, ist nicht eindeutig zu klären, hier führt die Verzahnung der beiden Pflanzengesellschaften ineinander dazu, dass Charakterarten für beide Gesellschaften in gleicher Weise vorkommen.

## **4.2 Änderung der Vegetation über die 32 Jahre**

### **4.2.1 Stabilität und Wandel**

Obwohl alle in den früheren Aufnahmen festgestellten Gesellschaften auch in den neuerlichen Aufnahmen wiedergefunden werden konnten, zeigen sich doch eindeutige Änderungen in der Verteilung dieser. Dabei ist zu vermerken, dass die drastischen Änderungen in der Zusammensetzung der Arten auf dem kleinen Speikboden des Zinödls der fehlerhaften Relokalisierung der Aufnahmeflächen zuzuordnen ist. Eine Interpretation in Bezug auf möglichen Wandel in den 32 Jahren ist infolgedessen nicht zulässig.

Mit Plot 142 ist eine neue Aufnahme aus dem Caricetum firmae hinzugekommen. Betrachtet man dessen Lage in Abb. 3, so zeigt sich zum einen, dass dieser aufgrund eines Fehlers in der Verortung im Gelände in etwa lagegleich mit dem früheren Plot 43 liegt, zum anderen befindet sich hier nun ein neuer Touristensteig, welcher in der Skizzierung der früheren Erhebung nicht vorkam. In der neuerlichen Aufnahme ist *Carex sempervirens* nicht mehr zu finden, *Carex firma* dagegen weist einen Deckungswert von „3“ auf. Der Gesamtdeckungswert der Krautschicht in diesem Plot beträgt nur 50%, was auf den Betritt zurückzuführen ist. Da

während der Erhebung auf diesem Weg hohe touristische Aktivität zu beobachten war, ist davon auszugehen, dass der Betritt in diesem Bereich fortbestehen wird und daraus resultierende Effekte zu weiteren Änderungen der Vegetation in direkter Umgebung des Weges führen werden. Auf dem großen Zinödlspeikboden konnten keine direkten anthropogenen Störungen beobachtet werden, jedoch wurden hier etliche Murmeltierbauten gesehen, um deren Höhlen herum größere Offenbodenstellen zu verzeichnen waren.

Das *Seslerio-Caricetum sempervirentis* scheint sich auf dem Speikboden des Kalblings auszubreiten. Im Gegenteil dazu weist der Zinödlspeikboden einen Rückgang dieser Gesellschaft einhergehend mit einer Ausbreitung der *Agrostis rupestris*-Gesellschaft auf (siehe Abb. 11).

In Anbetracht dessen, dass die *Salix retusa-Oreochloa disticha*-Gruppe als solche nur am Kalbling festzustellen war, ist der Rückgang dieser Gruppe sowohl am Kalbling (vgl. Abb. 10) als auch über alle Speikböden hinweg (Abb. 8/Abb. 9) vergleichbar. Kleine Unterschiede in der Anzahl der zu dieser Gruppe zugehörigen Aufnahmen (vgl. Abb. 8 und Abb. 9) basieren auf geringen Ordinationsunterschieden aus TWINSPAN, die sich durch An- bzw. Abwesenheit von Plots anderer Gesellschaften ergeben.

Diese Unterschiede in den TWINSPAN-Ergebnissen zeigen sich auch in den Änderungen der *Agrostis rupestris*-Gesellschaft und des *Nardion strictae*, welche fließend ineinander übergehen. So weist in Anwesenheit der Aufnahmen des kleinen Zinödlspeikbodens in TWINSPAN das *Nardion strictae* einen Rückgang auf, die *Agrostis rupestris*-Gesellschaft wächst dagegen leicht. Konträr dazu ist in Abwesenheit dieser Aufnahmen der Bürstlingsrasen im Begriff der Abnahme, die *Agrostis*-Gruppe dagegen bleibt gleich. In Anbetracht dessen wurde ein weiterer Vergleich zwischen den Aufnahmejahren durchgeführt, bei dem die beiden Gesellschaften als eine gemeinsame Gruppe aufgeführt werden. Dies wurde wiederum sowohl auf Basis der TWINSPAN-Tabelle aller Aufnahmen (siehe Abb. 32) als auch basierend auf der Tabelle aus Anhang 8.3, also ohne die Daten des kleinen Zinödlspeikbodens (siehe Abb. 33).

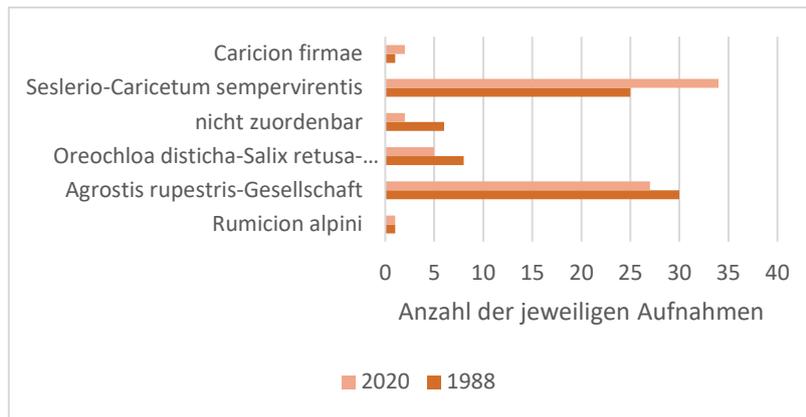


Abbildung 32: Änderung der Verteilung der syntaxonomischen Gruppen über alle Speikböden ohne Abgrenzung des Nardion strictae

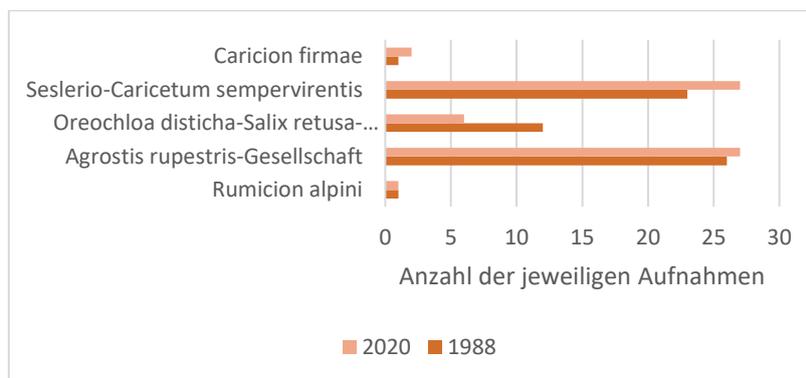


Abbildung 33: Änderung der Verteilung der syntaxonomischen Gruppen über den großen Speikböden des Zinödls und den des Kalblings ohne Abgrenzung des Nardion strictae

Das führt zu dem Ergebnis, dass die *Agrostis rupestris*-Gesellschaft, über alle Aufnahme­flächen hinweg betrachtet, stabil ist und sogar leicht zunimmt. Das Miteinbeziehen der Aufnahmen des kleinen Zinödlspeikbodens führt zu einer Verfälschung der Ergebnisse, die *Agrostis rupestris*-Gesellschaft schein hierbei im Begriff des Rückgangs (siehe Abb. 33). Am großen Zinödlspeikboden, wo die *Agrostis rupestris*-Gesellschaft und das *Nardion strictae* die Hauptvorkommen aufweisen, ist erstere Gesellschaft leicht zunehmend, das *Nardion strictae* dagegen nimmt ab (siehe Abb. 11). Die Hochstaudenmulde des Admonter Kalbling mit der Gesellschaft des *Rumicion alpini* bleibt mit je einer Aufnahme in der früheren und der rezenten Erhebung konstant.

Dementsprechend scheinen die Hauptgruppen der jeweiligen Berge, also die *Agrostis rupestris*-Gesellschaft am großen Zinödlspeikboden und das *Seslerio-Caricetum sempervirentis* auf dem Admonter Kalbling hinsichtlich ihrer Verbreitung innerhalb der Flächen konstant zu sein. Kleine Fluktuationen sind dabei zum einen auf Dynamiken der Rasenvegetation als auch auf

die ungenaue Verortung der ursprünglichen Aufnahme­flächen zurückzuführen. Die größte Änderung ist am kleinen Zinö­dlspeikboden zu verzeichnen, auf dem sich die Vegetation, gemessen an den vorzufindenden Gesellschaften fast gänzlich änderte. Dies gründet, jedoch primär aus der fehlerhaften Relokalisierung der Plots. Während die Anzahl der Arten auf dem Kalbling etwas zurückging und auf dem großen Zinö­dlspeikboden nur um eine Art zunahm, konnten am kleinen Zinö­dlspeikboden 52 Arten nachgewiesen werden, dem gegenüber stehen 46 im Jahre 1988. Dies lässt sich als möglicher Hinweis auf Einfluss durch Klimawandel zu deuten, im Zuge dessen die pflanzliche Diversität in alpinen Habitaten generell durch Einwandern von Arten aus tiefer gelegenen Höhenzonen steigt (Gottfried et al., 1994). Wie bereits beschrieben sind hier allerdings keine definitiven Rückschlüsse aus der wiederholten Aufnahme des kleinen Speikbodens zu ziehen. Die in etwa konstante Artenzahl der beiden großen Speikböden ist allerdings bemerkenswert. Während sich Arten alpiner Habitate im alpinen/nivalen Ökoton auszubreiten schein, sind solche nivaler Lebensräume im Begriff des Rückzugs (Pauli et al., 2007). Die Speikböden liegen mit knapp über 2000 m Seehöhe im Bereich dieses Ökotons und damit im Hauptbereich dieses Wandels der Verbreitungsgebiete, Verluste nivaler Arten werden hier vor allem von alpinen ersetzt, typischerweise solche der alpinen Rasen (Steinbauer et al., 2019). Die geringen Änderungen in der Artenzusammensetzung haben die Speikböden damit vermutlich dem Fakt zu verdanken, dass sie vor allem von Arten alpiner Habitate besiedelt sind.

Des Weiteren scheinen auch die Vorkommen von *Festuca varia* und *Juncus trifidus* auf dem großen Zinö­dlspeikboden nicht nur konstant, sondern sind im Begriff der Ausbreitung. Die Anzahl der *Festuca varia*-Klone hat sich zum einen verdoppelt, zum anderen weisen die Exemplare beträchtliche Wachstumsraten auf. Der mittlere Durchmesser liegt aktuell bei 1,93 m, mit einem Maximum von 2,06 m an der breitesten und einem Minimum von 1,80 m an der schmalsten Stelle des Klons. Die Wachstumsrate liegt demnach bei 1,03 cm/y. Für *FALT2* gibt es keine Maße aus der früheren Erhebung. Da die beiden kleinen Klone in den früheren Aufnahmen nicht vermerkt waren, kann davon ausgegangen werden, dass diese neu aufgetreten sind. Daraus ergibt sich bei je 40cm Durchmesser pro jüngeren Klon auf maximal 32 Jahre eine Wachstumsrate von 1,25 cm/y. Eine Berechnung der Wachstumsraten für die bereits in der früheren Erhebung vermerkten *Juncus trifidus*-Exemplare ist mangels Daten zu deren damaligen Ausmaß nicht möglich. Betrachtet man den Durchmesser der beiden größten Exemplare von 60cm für *JNEU1* und im Mittel 62,5cm für *JNEU7* ergeben sich Mindestwachstumsraten von 1,88 cm/y für *JNEU1* und 1,95 cm/y für *JNEU7*. Angesichts der

Wachstumsraten und der Zunahmen der einzelnen Exemplare ist eine weitere Ausbreitung der beiden Arten auf der Fläche des Hochzinödls zu erwarten.

Betrachtet man die Ergebnisse der PCA (siehe Abb. 13), fällt jedoch auf, dass an den Randbereichen vor allem Aufnahmen der neuerlichen Erhebung zu finden sind. Vergleicht man hierbei besonders auffällige Aufnahmen wie Plots 143, 137, 129, 144, 9, 175, 174 (Anordnung entlang der ersten Hauptkomponentenachse) mit deren Lage in der Fläche wird erkennbar, dass diese vor allem am Rand gelegene Flächen sind. Dies deutet auf eine mögliche Intensivierung der Einflüsse von außen auf die Speiböden. Dieser Eindruck verstärkt sich in Anbetracht der betroffenen Aufnahmeflächen von nicht mehr beobachteten und neu beobachteten Arten. 14 der 20 betroffenen Flächen nicht mehr auffindbarer Arten liegen in Randbereichen (vgl. Abb. 1), wobei vier davon auf dem kleinen Zinödlspeikboden liegen, wo Änderungen in der Artenzusammensetzung primär auf Resamplingeffekte zurückzuführen sind. Elf von 17 Plots in denen neue Arten beobachtbar waren sind ebenfalls in Randlagen, einer davon wiederum am kleinen Zinödlspeikboden. Ein weiterer betroffener Plot (177) weist auch eine neue Art auf, liegt jedoch in der Mitte der Aufnahmeflächen des kleinen Speikbodens. Eine mögliche Erklärung hierfür wäre die ansteigende Neigung zum Rand der großen Speikböden hin und der Übergang zu mit gestuften Firmetum-Polstern überwachsenen Felsen, da offene Flächen neuen Arten bessere Etablierungsmöglichkeiten bieten als die dicht bewachsenen Rasen (Gottfried et al., 1994). Der durchschnittliche Gesamtdeckungswert der Plots mit neuen Arten ist mit 93% sogar höher als der Durchschnitt der restlichen Plots mit knapp über 90% und weist daher nicht auf eine bessere Besiedlungsfähigkeit hin. Gleichzeitig kann an dieser Stelle erwähnt werden, dass der neue Touristensteig am Kalbling, durch welchen neue Offenbodenbereiche entstehen, die Ansiedlung neuer Arten begünstigt und somit für die zukünftige Entwicklung des Gebiets als besonderer Einflussfaktor zu beobachten bleibt. Analog dazu bietet auch der Aushub der Murmeltierbauten am Zinödl Flächen, die von neuen Arten besiedelt werden können. Im Jahr 2013 konnte für das Gebiet ein Rückgang der Murmeltiere um 54% beobachtet werden (Hochreiter, 2013). Ein weiteres Monitoring der Tiere wäre hierbei nicht nur der Überwachung der Entwicklung der Population dienlich, sondern auch, um deren zukünftige Auswirkungen auf die Vegetationsentwicklung einschätzen zu können.

#### 4.2.2 Gründe für Fehlen früherer und Auftreten neuer Arten

Dass Arten nicht mehr zu beobachten sind oder „neue“ gefunden werden, kann zum einen auf natürliche Prozesse in der Dynamik der Vegetation aber auch auf externe Einflussfaktoren, wie sich ändernde Klimaeinflüsse zurückzuführen sein, wodurch einige Arten tatsächlich neu einwandern, andere dagegen lokal aussterben können. Andererseits können hierfür auch Fehler in oder Effekte der Methodik zugrunde liegen. In Anbetracht der Vorkommen von *Festuca varia*, von der kein einziges Exemplar in eine Aufnahme­fläche fällt, lässt sich schließen, dass dies auch für andere, möglicherweise weniger auffällige Arten der Fall sein kann, was ein Nebeneffekt der objektiven Versuchsanordnung ist. Andererseits besteht angesichts einiger auffällender Ergebnisse die Möglichkeit, dass Arten sehr wohl noch vorhanden sind, aber durch eine Verschiebung der Lage der Plots nun nicht mehr aufgefunden wurden, dass also das Resampling nicht exakt funktioniert hat. Gleiches kann folglich auch als Grund für das Auffinden neuer Arten gelten.

Eine weitere Irrtums-Möglichkeit ist die Phänologie, also der von der Jahreszeit abhängige Entwicklungszustand der Pflanzen. Problematisch war hier beispielsweise die Abgrenzung von *Scorzoneroides helveticus* und *Crepis aurea*. Die vegetativen Merkmale, in dem Fall die Morphologie der Blätter sind hierbei kaum als Differentialmerkmal zu gebrauchen. Zur Unterscheidung der beiden Arten diente hier neben der Blattform auch der Blütezeitpunkt. Etwas abseits der Untersuchungsfläche wurden etliche Exemplare von *Crepis aurea* in Vollblüte gefunden, *Scorzoneroides helveticus* schien dagegen vor allem direkt in der Fläche der Speikböden vorzukommen und wies noch keine Blüten auf. Als weiteres Beispiel ist auch die nicht mehr gefundene *Soldanella pusilla* zu nennen; diese kam in den früheren Erhebungen nur am kleinen Zinödlspeikboden vor und konnte diesmal nicht beobachtet werden, jedoch wurden auf dieser Fläche mehrere *Soldanella*-Pflanzen im vegetativen Zustand gefunden. Mangels der Blüte war daher eine nähere Bestimmung nicht möglich, ob sich unter diesen Exemplaren *Soldanella pusilla* befindet, lässt sich also nicht sagen.

Dies führt auch zum nächsten Grund, warum neue Arten beobachtet oder andere nicht mehr gefunden werden konnten. Die Alternative im Fall der *Soldanella pusilla* wäre eine Fehlbestimmung in der früheren Erhebung. Gleiches ist entsprechend auch in der rezenten Erhebung ein potenzieller Grund, warum eine Art als neue Art für das Gebiet beobachtet wird. Problematisch bei der Bestimmung waren, wie bereits in der Methodik erwähnt, die *Euphrasia*-Arten. Bei der Differenzierung zwischen *Euphrasia minima* und *Euphrasia officinalis* subsp. *picta* wäre die Position des Griffels relativ zur Krone zu betrachten, dieser war jedoch häufig

kaum noch zu erkennen oder die Unterscheidung zwischen „...aus der Kro herausragend...“ (*E. officinalis ssp. picta*) und „...kaum herausragend...“ (*E. minima*) (Fischer et al., 2008) war nicht eindeutig genug festzustellen.

### 4.2.3 Änderung der Zeigerwerte und mögliche Ursachen

Beim Vergleich der Zeigerwerte zwischen den früheren und den aktuellen Aufnahmen zeigen sich klare Unterschiede zwischen den Berechnungsmethoden. Da die Berechnung nach Präsenz/Absenz das allgemeine Vorkommen oder Fehlen der Arten innerhalb der betrachteten Aufnahmengruppe und die Berechnung nach Frequenz die Häufigkeit des Vorkommens der Arten in diesen Gruppen berücksichtigen, sind beide Berechnungsmethoden abhängig davon, ob das Vorkommen von Arten innerhalb von Plots bei der Feldarbeit erkannt wird oder nicht. Die Berechnung der Werte abhängig von den Deckungswerten der Arten unterliegt der subjektiven Einschätzung der Deckungswerte durch den/die Kartierer\*in und ist damit anfälliger für systematische Fehler (Futschik et al., 2019). Betrachtet man den Vergleich der Präsenz-/Absenz-, Frequenz- und Deckungswerte (Abb. 22) wird dieser subjektive Effekt bei den Deckungswerten in allen betrachteten Gruppen deutlich. Für die Interpretation der Werte wurden daher die nach Deckungswerten gewichteten mittleren Zeigerwerte aufgrund der hohen Fehleranfälligkeit nicht miteinbezogen.

In Anbetracht der deutlich steigenden Jahrestemperaturen gemessen bei der nächstgelegenen Messstation in Admont auf 648m Seehöhe (Auer et al., 2007) (Abb. 34) ist analog dazu ein Anstieg der Temperatur auf höherer Seehöhe und eine Reaktion der dortigen Vegetation anzunehmen. Diese ist speziell durch die kurze Vegetationsperiode limitiert und reagiert besonders stark auf Temperaturänderungen (Grabherr, 1994). Die nach Präsenz/Absenz berechneten mittleren Temperaturzeigerwerte zeigen entgegen dieser Annahme nur in vier von zehn untersuchten Gruppen und bei keiner der Berechnungen für zwei großen Speikböden in ihrer Gesamtheit, einen Anstieg auf (siehe Tab. 5). Die Rückgänge bewegen sich dabei zwischen 1-9%, die Zunahmen sind allerdings teils beträchtlich und liegen zwischen 8% und 73%. Da in dieser Berechnung jedoch selten vorkommende Arten in gleicher Weise wie häufige miteinberechnet werden haben diese einen unverhältnismäßig großen Einfluss. Zieht man die Gewichtung nach Frequenz in Betrachtung, so ist nur noch für das *Semperviretum* ein geringer (-1%) Rückgang festzustellen (siehe Tab. 6). Beide Speikböden zeigen also entsprechend den steigenden Temperaturmesswerten Änderungen in der Vegetation in Hinsicht auf deren

Temperaturzeigerwerte auf. Im Hinblick auf den Sixth Assessment Report der IPCC, wonach sich der Trend der global steigenden Temperaturen zumindest bis Mitte des 21. Jahrhunderts fortsetzen wird (IPCC, 2021), womit auch die Region der Alpen betroffen ist, ist davon auszugehen, dass sich dieser Trend fortsetzen wird und entsprechende Einflüsse auf die Artenzusammensetzung damit einhergehend steigen.

Auffallend sind weiterhin Feuchtigkeits- und Nährstoffzeigerwerte, die, berechnet nach Frequenz und bei zweiterem Wert auch bei der Berechnung nach Präsenz/Absenz, in den meisten Gruppen einen Anstieg aufweisen. Ersteres entspricht den seit 1988 leicht gestiegenen Jahresniederschlagsmengen bei der Messstation Admont (siehe Abb. 35). Notizen bezüglich Gamslosung während der neuerlichen Erhebung zeigten, dass in 7% der Plots des Zinödlspeikbodens Gamslosung gefunden wurde, am Kalbling dagegen waren es 47% der Plots. Der Grund der erhöhten Nährstoffwerte liegt daher nicht an aktuellem Eintrag von Losung, sondern hat historischen Ursprung. Vor Etablierung des Nationalparks Gesäuse war auf dem Zinödlspeikboden eine Wildtierfütterung von Jägern errichtet worden, wodurch davon auszugehen ist, dass im Zeitraum deren Bestehens vermehrt Nährstoffe durch Wild und deren Losung eingebracht wurden. Bemerkenswert sind die nach Frequenz berechneten, mit Ausnahme des Firmetums durchgehend gestiegenen Kontinentalitätswerte. Dies widerspricht den leicht gestiegenen Niederschlägen. Ähnliches Muster lassen die Lichtwerte erkennen, hier bildet allerdings das Semperviretum die Ausnahme. Gründe hierzu lassen sich nur mutmaßen, allerdings ist an dieser Stelle darauf hinzuweisen, dass für einige, teils hochfrequente Arten keine Zeigerwerte verfügbar waren, wodurch die Analyse der Zeigerwert mit einem entsprechenden Bias behaftet ist. Hier wäre eine mögliche Lösung, für diese Arten die Zeigerwerte mit solchen anderer Arten mit ähnlichen ökologischen Ansprüchen zu ergänzen.

Entsprechend dem Rückgang der Präsenzwerte für die basischen Bereiche (Abb. 22) sinken auch die danach berechneten Zeigerwerte durchgängig. Im Vergleich dazu sind die Frequenzwerte der basischen Bereiche selbst konstant geblieben (Abb. 22), die danach berechneten Änderungen der Zeigerwerte weisen dagegen Zunahmen auf, woraus sich schließen lässt, dass diese Zunahme ein tatsächliches Phänomen ist. Im Gegensatz dazu weist das Semperviretum bei Präsenz/Absenz und Frequenzwerten einen Rückgang von je 3% auf (Abb. 22), was sich in beiden Zeigerwertsänderungen widerspiegelt. Auch dass allgemein die Frequenzwerte gestiegen sind, lässt sich an Tabelle 5 und Tabelle 6 wiedererkennen. Während bei der Berechnung nach Präsenz/Absenz 34 von 60 berechneten Änderungen einen Zuwachs der Werte aufweisen, sind es bei der Berechnung nach Frequenz 45. Ob nun tatsächliche

Änderungen der Zeigerwerte oder Änderungen der Werte, nach welchen gewichtet wurde mehr Einfluss haben, ist dieser Methodik nicht zu entnehmen und bedarf einer genaueren statistischen Auswertung.

	Temperatur	Licht	Kontinentalität	Feuchte	Reaktion	Nährstoff
<b>Kalbling und Zinödl</b>	0.94	0.95	0.96	0.96	0.93	0.98
<b>Zinödl</b>	0.92	0.93	0.93	0.94	0.83	1.07
<b>Kalbling</b>	0.96	0.99	0.99	0.99	0.97	0.99
<b>Sauer</b>	1.17	1.18	1.17	1.20	1.24	1.19
<b>Basisch</b>	0.91	0.94	0.92	0.94	0.89	0.97
<b>Agrostis-Gesellschaft</b>	0.99	1.00	1.04	1.03	0.93	1.17
<b>Semperviretum</b>	0.97	1.00	0.97	0.99	0.98	0.97
<b>Salix retusa-Gruppe</b>	1.08	1.05	1.03	1.03	1.11	1.04
<b>Rumicion</b>	1.73	1.70	1.71	1.98	1.78	1.62
<b>Firmetum</b>	1.28	1.04	0.92	1.12	0.90	1.07

Tabelle 5: Änderung der Zeigerwerte gewichtet nach Präsenz/ Absenz

	Temperatur	Licht	Kontinentalität	Feuchte	Reaktion	Nährstoff
<b>Kalbling und Zinödl</b>	1.10	1.08	1.10	1.07	1.26	1.04
<b>Zinödl</b>	1.04	1.03	1.04	0.99	1.00	1.01
<b>Kalbling</b>	1.13	1.11	1.11	1.10	1.09	1.06
<b>Sauer</b>	1.18	1.19	1.21	1.15	1.34	1.20
<b>Basisch</b>	1.03	1.00	1.01	1.00	0.92	0.94
<b>Agrostis-Gesellschaft</b>	1.05	1.05	1.08	1.00	1.04	1.03
<b>Semperviretum</b>	0.99	0.99	1.00	0.99	0.93	0.91
<b>Salix retusa-Gruppe</b>	1.37	1.29	1.28	1.26	1.49	1.37
<b>Rumicion</b>	1.73	1.70	1.71	1.98	1.78	1.62
<b>Firmetum</b>	1.28	1.04	0.92	1.12	0.90	1.07

Tabelle 6: Änderung der Zeigerwerte gewichtet nach Frequenz

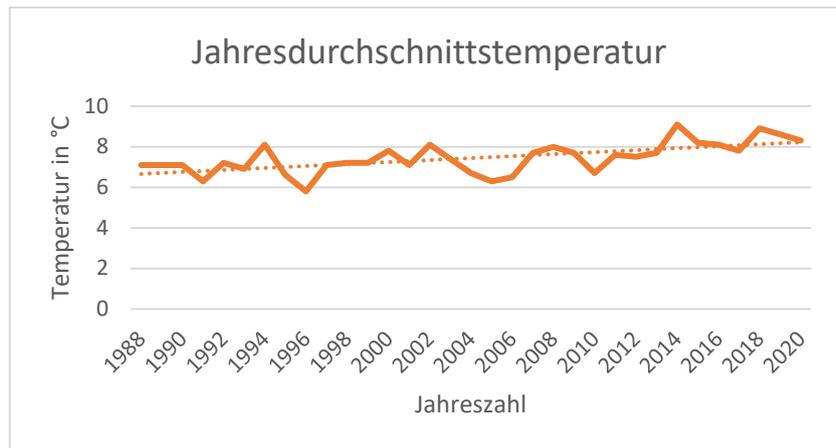


Abbildung 34: Entwicklung der Jahresmittelwerte der Temperatur in °C bei der Messstation Admont seit 1988, Datendownload vom 26.05.2022 17:30 Uhr (<https://www.zamg.ac.at/histalp/dataset/station/csv.php>) (Auer et al., 2007)

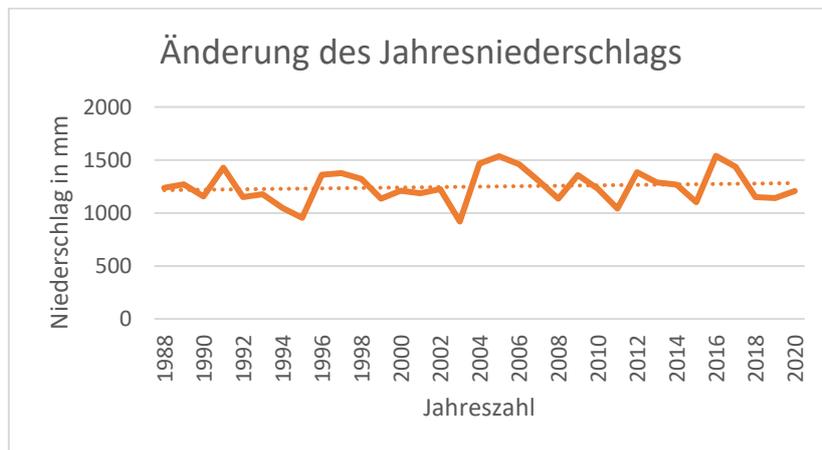


Abbildung 35: Entwicklung des durchschnittlichen Jahresniederschlags in mm bei der Messstation Admont seit 1988, Datendownload vom 26.05.2022 17:30 Uhr (<https://www.zamg.ac.at/histalp/dataset/station/csv.php>) (Auer et al., 2007)

Während die Unterschiede der Zeigerwerte bei der Gewichtung nach Präsenz/Absenz für die neu gefundenen und verlorenen Arten vor allem bei den Nährstoff- und Feuchtigkeitswerten auffällig sind (siehe Abb. 29), bei denen auf beiden Speikböden ein Trend zum Anstieg zu verzeichnen ist, sind bei der Gewichtung nach Frequenz der Arten auch die Temperaturwerte mit einem Anstieg auf beiden Bergen zu vermerken (siehe Abb. 30). Die bei zweiterer Gewichtungsmethode durchgehend stark gestiegenen Werte für den Kalbling lassen sich auf mehrere Faktoren zurückführen. Zum einen zeigen die neu gefundenen Arten auf dem Zinödl eine weit geringere Frequenz auf als auf dem Kalbling, was wohl der Hauptgrund für dieses Ergebnis ist. Zudem wird für die Berechnung nur ein Teil der Plots, also jene, die neue Arten

aufweisen oder jene, in denen Arten, die nicht mehr nachweisbar sind, früher vorkamen, verwendet. Der Stichprobenumfang ist dementsprechend kleiner als bei der Betrachtung der gesamten Speikböden und einzelne Arten haben bedeutend höheren Einfluss. Für manche, teils hochfrequente Arten liegen weiterhin keine Zeigerwerte vor, so zum Beispiel *Arenaria ciliata* und *Gentiana pumila*, welche in der früheren Erhebung in vier bzw. fünf Plots vorkam und in neueren Aufnahmen nicht mehr nachweisbar war. Auch Fehlbestimmungen können hier großen Einfluss haben. Auffällig ist hierbei *Scorzoneroides montana*, welcher in früheren Aufnahmen nicht vorkam. Dieser ist, vor allem in vegetativem Zustand, leicht mit *Crepis aurea*, möglicherweise auch mit *Leontodon hispidus* verwechselt werden kann, welche beide in der neuerlichen Erhebung eine deutlich niedrigere Frequenz aufweisen.

### **4.3 Gefährdung der Speikböden**

Schlussendlich scheinen die Speikböden in ihrer Zusammensetzung in etwa stabil zu sein. Betrachtet man die Ergebnisse anderer Untersuchungen, so zeigt sich weithin der Trend der steigenden Abundanz der Arten in alpinen Habitaten (Rumpf et al., 2018). Dieser Effekt konnte in der Untersuchung der Speikböden nicht nachgewiesen werden. Auch die Gesellschaften scheinen sich nur geringfügig zu ändern. Auffällig bleiben allenfalls die bei der Berechnung nach Frequenzen größtenteils steigenden Temperaturzeiger-, Feuchtigkeits- und Nährstoffzeigerwerte als mögliche Indikatoren für die Einwirkung sich ändernder Umweltfaktoren. Basierend darauf sind weitere, zukünftige Beobachtungen des Untersuchungsgebiets sinnvoll, insbesondere angesichts der Prognosen des *Intergovernmental Panel on Climate Change*, wonach bisherige Trends in der Entwicklung des Klimas auch in den kommenden Jahrzehnten anhalten sollen (IPCC, 2021).

## 5 Literaturverzeichnis

- Abdi, H. and L. J. Williams (2010). "Principal component analysis." WIREs Comp Stat 2
- Alboukadel Kassambara and Fabian Mundt (2020). factoextra: Extract and Visualize the Results of Multivariate Data Analyses. R package version 1.0.7
- Auer I, Böhm R, Jurkovic A, Lipa W, Orlik A, Potzmann R, Schöner W, Ungersböck M, Matulla C, Briffa K, Jones PD, Efthymiadis D, Brunetti M, Nanni T, Maugeri M, Mercalli L, Mestre O, Moisselin J-M, Begert M, Müller-Westermeier G, Kveton V, Bochnicek O, Stastny P, Lapin M, Szalai S, Szentimrey T, Cegnar T, Dolinar M, Gajic-Capka M, Zaninovic K, Majstorovic Z, Nieplova E, 2007. HISTALP – Historical instrumental climatological surface time series of the greater Alpine region 1760-2003. International Journal of Climatology 27: 17-46, Monthly data homogenised series CSV Export accessed via <http://www.zamg.ac.at/histalp/dataset/station/csv.php> on 2021-09-30
- Braun-Blanquet, J. (1964). Pflanzensoziologie: Grundzüge der Vegetationskunde. Wien [u.a.], Springer
- Ellenberg, H., Weber, H. E., Düll, R., Wirth, V., Werner, W., Paulißen, D (1992). Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa, Scripta Geobotanica 18 (2.Auflage)
- Ellmauer, T. (Hrsg.) (2005). Entwicklung von Kriterien, Indikatoren und Schwellenwerten zur Beurteilung des Erhaltungszustandes der Natura 2000-Schutzgüter. Band 3: Lebensraumtypen des Anhangs I der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie. Im Auftrag der neun österreichischen Bundesländer, des Bundesministerium f. Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft und der Umweltbundesamt GmbH
- ENGLISCH, M., KARRER, G. & WAGNER, H. (1991). Bericht über den Zustand des Waldbodens in Niederösterreich. - Forstliche Bundesversuchsanstalt/Amt der Niederöstr. Landesregierung, Wien, 110 Seiten.
- Franz, H. (1961). Raxalpe – Gesäuse – Zell am See. In: Fink, J. & Franz, H. (1961). Exkursionen durch Österreich anlässlich der Tagung der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft in Wien, August 1961
- Franz, H & Solar, F (1961). Das Raxplateau und seine Böden. In: Fink, J. & Franz, H. (1961). Exkursionen durch Österreich anlässlich der Tagung der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft in Wien, August 1961

- Fischer, M. A. (2008). Exkursionsflora für Österreich, Liechtenstein und Südtirol, Linz, Land Oberösterreich, OÖ Landesmuseen
- Gottfried, M., Pauli, H., Grabherr, G., (1994). Die Alpen im "Treibhaus": Nachweise für das erwärmungsbedingte Höhersteigen der alpinen und nivalen Vegetation – Jahrbuch des Vereins zum Schutz der Bergwelt – 59\_1994
- Greimler, J. (1997). Pflanzengesellschaften und Vegetationsstruktur in den südlichen Gesäusebergen (nordöstliche Kalkalpen, Steiermark). Graz, Abt. für Botanik am Landesmuseum Joanneum
- Greimler, J. and C.-G. Jang (2007). "Gentianella stiriaca, a case of reticulate evolution in the northeastern and eastern Central Alps." *Taxon* 56
- Grabherr, G., et al. (1994). "Climate effects on mountain plants." *Nature* 369
- Grabherr, G. and L. Mucina (1993). Die Pflanzengesellschaften Österreichs: Teil 2: Natürliche waldfreie Vegetation / hrsg. von Georg Grabherr. Jena [u.a.], G. Fischer
- Hennekens, S. M., Schaminée, Joop H.J. (2001). "TURBOVEG, a comprehensive data base management system for vegetation data." *Journal of vegetation science* 12
- Hill, M. (1979). TWINSPAN—A Fortran Program for Arranging Multivariate Data in an Ordered Two-way Table by Classification of The Individuals and Attributes.
- Hochreiter, J. (2013). The Marmot Population in the Nationalpark Gesäuse. Investigation on the population structure. Praktikumsbericht. Universität für Bodenkultur, Wien
- IPCC, 2021: Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M. I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T. K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press. In Press.
- Hochreiter, J. (2013). The Marmot Population in the Nationalpark Gesäuse, [http://www.parks.at/npg/mmd\\_fullentry.php?docu\\_id=30157](http://www.parks.at/npg/mmd_fullentry.php?docu_id=30157) accessed on 2021-09-30
- KARRER, G. & KILIAN, W. (1990). Standorte und Waldgesellschaften im Leithagebirge Revier Sommerein. – *Mitteilungen der forstlichen Bundesversuchsanstalt Wien*, 165

- KARRER, G. (1992). Österreichische Waldboden-Zustandsinventur. Teil VII: Vegetationsökologische Analysen - Mitt.Forstl. Bundesversuchsanst. Wien 168
- Karolis Konecivicius (2020). matrixTests: Fast Statistical Hypothesis Tests on Rows and Columns of Matrices. R package version 0.1.9
- Kindt, R. & Coe, R. (2005). Tree diversity analysis. A manual and software for common statistical methods for ecological and biodiversity studies. World Agroforestry Centre (ICRAF), Nairobi
- Legendre, P. and E. D. Gallagher (2001). "Ecologically Meaningful Transformations for Ordination of Species Data." *Oecologia* 129
- Legendre, P. and L. Legendre (2012). Numerical ecology. Amsterdam, Elsevier, Third English Edition
- Pauli, H., et al. (2007). "Signals of range expansions and contractions of vascular plants in the high Alps: Observations (1994-2004) at the GLORIA \*master site Schrankogel, Tyrol, Austria." *Global Change Biology* 13
- Pauli, H., Gottfried, M., Hohenwallner, D., Reiter, K., Casale, R., & Grabherr, G. (2004). The GLORIA field manual - Multi-Summit approach. 4th version. European Commission DG Research, EUR 21213. Office for Official Publications of the European Communities.
- PICHLER, F. & KARRER, G. (1991). Comparison of different ecological indicator value systems. - In: HORVATH, F.(ed.): Poster Abstracts 34 th IAVS Symposium, Eger, Hungary, 1991
- R Core Team (2020). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria
- Rumpf, S. B., et al. (2018). "Range dynamics of mountain plants decrease with elevation." *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115
- Steinbauer, K., et al. (2019). "Dieback and expansions: species-specific responses during 20 years of amplified warming in the high Alps." *Alpine Botany* 130.
- The Catalogue of Life Partnership (2017). APG IV: Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. Checklist dataset <https://doi.org/10.15468/fzuaam> accessed via GBIF.org on 2021-06-23

Tichý, L. (2002). "JUICE, software for vegetation classification." *Journal of vegetation science* 13(3)

Tremp, H. (2005). *Aufnahme und Analyse vegetationsökologischer Daten*. Stuttgart, Verlag Eugen UlmerUTB

Umweltbundesamt (2020). Ellmauer, T.; Igel, V.; Kudrnovsky, H.; Moser, D. & Paternoster, D.: *Monitoring von Lebensraumtypen und Arten von gemeinschaftlicher Bedeutung in Österreich 2016–2018 und Grundlagenerstellung für den Bericht gemäß Art.17 der FFH-Richtlinie im Jahr 2019: Teil 2: Artikel 17-Bericht*. Im Auftrag der österreichischen Bundesländer. Umweltbundesamt, Reports Bd. REP-0734. Wien.

## 6 **Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1: Lage der Plots und der Fundorte von <i>Festuca varia</i> und <i>Juncus trifidus</i> auf dem großen Speikboden des Zinödls. Zum Vergleich die Skizze der Aufnahmen von Greimler (1997) darunterliegend. Als Hintergrund Orthofoto-Bilddaten von ©GIS Steiermark, 2019 .	15
Abbildung 2: Plots des kleinen, südlich gelegenen Speikbodens des Zinödls, Orthofotodaten von ©GIS Steiermark, 2019 .....	16
Abbildung 3: Lage der Plots auf dem Speikboden des Admonter Kalblings, ebenfalls mit Skizze der ehemaligen Aufnahmen (Greimler, 1997) und Orthofoto (©GIS Steiermark, 2019) im Hintergrund .....	17
Abbildung 4: Änderung der Artenzahl innerhalb der Pflanzenfamilien .....	19
Abbildung 5: Änderung der Artenzahl innerhalb der Pflanzenfamilien am Speikboden des Admonter Kalbling.....	21
Abbildung 6: Änderung der Artenzahl innerhalb der Pflanzenfamilien am großen Speikboden des Hochzinödls .....	22
Abbildung 7: Änderung der Artenzahl innerhalb der Pflanzenfamilien des kleinen Speikbodens des Hochzinödls .....	24
Abbildung 8: Änderung der Verteilung der syntaxonomischen Gruppen über alle Speikböden .....	30
Abbildung 9: Änderung der Verteilung der syntaxonomischen Gruppen über die beiden großen Speikböden des Zinödls und des Kalblings .....	31
Abbildung 10: Änderung der Verteilung der syntaxonomischen Gruppen des Admonter Kalbling.....	32

Abbildung 11: Änderung der Verteilung der syntaxonomischen Gruppen des großen Zinödlspeikbodens .....	33
Abbildung 12: Änderung der Verteilung der syntaxonomischen Gruppen des kleinen Zinödlspeikbodens .....	33
Abbildung 13: PCA Ergebnis für alle Aufnahmen .....	35
Abbildung 14: PCA-Ergebnis der Aufnahmen aus dem Bereich der <i>Agrostis rupestris</i> -Gesellschaft .....	35
Abbildung 15: PCA Ergebnis für alle Aufnahmen, Plot der wichtigsten Arten als Variablen	36
Abbildung 16: Änderung der mittleren Temperaturwerte gewichtet nach Präsenz/Absenz, Frequenz und Deckung der Arten .....	38
Abbildung 17: Änderung der mittleren Kontinentalitätswerte gewichtet nach Präsenz/Absenz, Frequenz und Deckung der Arten .....	38
Abbildung 18: Änderung der mittleren Reaktionszahlen gewichtet nach Präsenz/Absenz, Frequenz und Deckung der Arten .....	39
Abbildung 19: Änderung der mittleren Lichtwerte gewichtet nach Präsenz/Absenz, Frequenz und Deckung der Arten .....	39
Abbildung 20: Änderung der mittleren Feuchtigkeitswerte gewichtet nach Präsenz/Absenz, Frequenz und Deckung der Arten .....	40
Abbildung 21: Änderung der mittleren Nährstoffwerte gewichtet nach Präsenz/Absenz, Frequenz und Deckung der Arten .....	40
Abbildung 22: Änderung der mittleren Präsenz-/Absenz-, Frequenz- und Deckungswerte der Arten über alle Vergleichsgruppen .....	41
Abbildung 23: Änderung der mittleren Temperaturwerte gewichtet nach Präsenz/Absenz und Frequenz der Arten.....	42
Abbildung 24: Änderung der mittleren Kontinentalitätswerte gewichtet nach Präsenz/Absenz und Frequenz der Arten.....	43
Abbildung 25: Änderung der mittleren Kontinentalitätswerte gewichtet nach Präsenz/Absenz und Frequenz der Arten.....	43
Abbildung 26: Änderung der mittleren Kontinentalitätswerte gewichtet nach Präsenz/Absenz und Frequenz der Arten.....	44
Abbildung 27: Änderung der mittleren Kontinentalitätswerte gewichtet nach Präsenz/Absenz und Frequenz der Arten.....	45

Abbildung 28: Änderung der mittleren Kontinentalitätswerte gewichtet nach Präsenz/Absenz und Frequenz der Arten.....	45
Abbildung 29: Änderung der mittleren Zeigerwerte gewichtet nach Präsenz/Absenz der neuen und nicht mehr gefundenen Arten.....	46
Abbildung 30: Änderung der mittleren Zeigerwerte gewichtet nach Frequenz der neuen und nicht mehr gefundenen Arten.....	47
Abbildung 31: Lage der Funde von <i>Festuca varia</i> und <i>Juncus trifidus</i> auf dem großen Zinödlspeikboden mit Skizzierung der ehemaligen Aufnahmen (Greimler, 1997) und Orthofoto (©GIS Steiermark, 2019) im Hintergrund.....	49
Abbildung 32: Änderung der Verteilung der syntaxonomischen Gruppen über alle Speikböden ohne Abgrenzung des <i>Nardion strictae</i> .....	53
Abbildung 33: Änderung der Verteilung der syntaxonomischen Gruppen über den großen Speikböden des Zinödls und den des Kalblings ohne Abgrenzung des <i>Nardion strictae</i> .....	53
Abbildung 34: Entwicklung der Jahresmittelwerte der Temperatur in °C bei der Messstation Admont seit 1988, Datendownload vom 26.05.2022 17:30 Uhr ( <a href="https://www.zamg.ac.at/histalp/dataset/station/csv.php">https://www.zamg.ac.at/histalp/dataset/station/csv.php</a> ) (Auer et al., 2007).....	60
Abbildung 35: Entwicklung des durchschnittlichen Jahresniederschlags in mm bei der Messtation Admont seit 1988, Datendownload vom 26.05.2022 17:30 Uhr ( <a href="https://www.zamg.ac.at/histalp/dataset/station/csv.php">https://www.zamg.ac.at/histalp/dataset/station/csv.php</a> ) (Auer et al., 2007).....	60

## 7 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Artenumsatz auf allen Speikböden gemein mit den Plotnummern in denen die jeweiligen Arten vorkommen.....	18
Tabelle 2: Artenumsatz auf dem Admonter Kalbling .....	20
Tabelle 3: Artenumsatz auf dem großen Speikboden des Hochzinödls.....	22
Tabelle 4: Artenumsatz des kleinen Speikbodens des Zinödls .....	23
Tabelle 5: Änderung der Zeigerwerte gewichtet nach Präsenz/ Absenz.....	59
Tabelle 6: Änderung der Zeigerwerte gewichtet nach Frequenz .....	59















Tofieldia pusilla	.....+.....1.+.+. . . . .
Gentiana clusii	.....+. . . . .+.....+. . . . .+.....+. . . . .1. . . . .
Saussurea pygmaea	.....+. . . . .+.....+. . . . .1. . . . .+.....+. . . . .+ . . . . .
Chamorchis alpina	.....+. . . . .+.....+. . . . .+.....+. . . . .+.....+. . . . .
Potentilla clusiana	.....+. . . . .+.....+. . . . .+.....+. . . . .+.....+. . . . .
Gentiana orbicularis	.....+. . . . .+.....+. . . . .+.....+. . . . .+.....+. . . . .
Carex firma	.....+. . . . .+.....+. . . . .+.....+. . . . .+.....+. . . . .+ 343
Salix reticulata	.....+. . . . .+.....+. . . . .+.....+. . . . .+.....+. . . . .
Veronica fruticans	.....+. . . . .+.....+. . . . .+.....+. . . . .+.....+. . . . .
Arenaria ciliata	.....+. . . . .+.....+. . . . .+.....+. . . . .+.....+. . . . .+ . . . . .
Gentiana nivalis	.....+. . . . .+.....+. . . . .+.....+. . . . .+.....+. . . . .+ . . . . .
Galium anisophyllum	.....+. . . . .+.....+. . . . .+.....+. . . . .+.....+. . . . .+ . . . . .
Androsace obtusifolia	.....+. . . . .+.....+. . . . .+.....+. . . . .+.....+. . . . .+ . . . . .
Leontodon montanus	.....+. . . . .+.....+. . . . .+.....+. . . . .+.....+. . . . .+ . . . . .
Meum athamanticum	.....+. . . . .+.....+. . . . .+.....+. . . . .+.....+. . . . .+ . . . . .
Lotus corniculatus aggr.	.....+. . . . .+.....+. . . . .+.....+. . . . .+.....+. . . . .+ . . . . .
Gnaphalium sp.	.....+. . . . .+.....+. . . . .+.....+. . . . .+.....+. . . . .+ . . . . .
Hedysarum hedysaroides	.....+. . . . .+.....+. . . . .+.....+. . . . .+.....+. . . . .+ . . . . .
Ranunculus montanus aggr.	.....+. . . . .+.....+. . . . .+.....+. . . . .+.....+. . . . .+ . . . . .
Leontodon hispidus	.....+. . . . .+.....+. . . . .+.....+. . . . .+.....+. . . . .+ . . . . .
Festuca picturata	.....+. . . . .+.....+. . . . .+.....+. . . . .+.....+. . . . .+ . . . . .
Solidanella alpina	.....+. . . . .+.....+. . . . .+.....+. . . . .+.....+. . . . .+ . . . . .
Anthoxanthum odoratum	.....+. . . . .+.....+. . . . .+.....+. . . . .+.....+. . . . .+ . . . . .
Juncus trifidus	.....+. . . . .+.....+. . . . .+.....+. . . . .+.....+. . . . .+ . . . . .
Juncus jacquinii	.....+. . . . .+.....+. . . . .+.....+. . . . .+.....+. . . . .+ . . . . .

## 8.4 TWINSPAN-Tabelle aller Aufnahmen des Admonter Kalbling

	1	2	3	4	5
1 Rumicion alpini					
2 Seslerio-Caricetum				a	b
semperviretis	01	0000011111	00100000011100000	111111111011001111	1000111101001110000000 110
3 Salix retusa-Oreochloa	00	0213013442	10001222201004210	221302212310240031	3441222414303323233242 400
disticha-Gruppe	11	9076286101	57440523190681436	343975270958903259	3438768493537897838726 255
4 Seslerio-Caricetum					
semperviretis					
5 Caricetum firmae					
Achillea clusiana	1.	.....	.....	.....	.....
Sagina saginoides	++	.....	.....	.....	.....
Rumex alpestris	21	.....	.....	.....	.....
Cirsium spinosissimum	24	.....	.....	.....	.....
Heracleum austriacum	1+	.....	.....	.....	.....
Veronica alpina	++	.....	.....	.....	.....
Poa supina	32	.....	.....	.....	.....
Primula elatior	+	.....	.....	.....	.....
Chrysosplenium alternifolium	.1	.....	.....	.....	.....
Deschampsia cespitosa	+	.....	.....	.....	.....
Leontodon montanus	+	.....+11.	.....	.....11.....	.....1.
Crepis aurea	+. 1+	.....	.....	.....	.....
Soldanella alpina	+	++.....	.....	.....+	.....
Geum montanum	+	+.1++13.22	.....+1.....	.....	.....+.....
Ranunculus montanus aggr.	+	+.1+.....1.	.....+.....	.....+.....	.....+.....
Carex sempervirens	..	+121+212+1	.....++1.....+1.	++.11+++1213+121.+	3.231431321+1222322333 +..
Dryas octopetala	..	.21.2+.1.	.....	...1.1.+.12+132.1	+11111.13.323123+212+3 243
Minuartia sedoides	..	....2..2.2	...+.....1.1.....+	2.22.3+2233112+..1	11+11.1.1.1+.11113321. ...
Sesleria caerulea	..	2+1.11.....+	...1.....+.....	...+.....1.2.+...1.	...1.2.1.++2.1++++.1. ...
Silene acaulis subsp. longiscapa	..	2232.+2212	21.....+2..+12....	...+2.22122332.211	21232221.311132+222312 .12
Festuca pumila	..	....11222	+1.....+.....+	1.++..21.+1+.111.2	2+++21+11+11111.1++1.1 11+
Bartsia alpina	..	..+.1.1.	.....+.....++..	1.12.1+1++1.++1111	...+1.++1++111++++1++ ...
Selaginella selaginoides	..	+++..+11111	.....+.....+	1.++11+11+11..111+	...+1111+.++1+++++...+ +.
Campanula scheuchzeri	+1	+++++.11+	.....++++.+++++	+.1++1++++.1+.+.+	.....+++..++..+.....
Juncus jacquinii	..	..+.+.+.+.+	..+12.....	.....	.....+.....1.....
Leontodon hispidus	..	.2++1+.....	.....+.....	.....	.....+.....
Salix retusa	..	2.1+21122+	22+332.+12+22+224	21211211+1+1++1.	.1.+111..+.++1111+1222 ...
Valeriana celtica subsp. norica	..	+++2+11111	1+1+23233442+3+21	121222221212+22121	.32+2111+1.+1..11.+ +..
Persicaria vivipara	+	+++++1+111	+11++++1+111+++1+	1111+111.+1+11+..	+++111+11++111+1++++ 1++
Avenula versicolor	..	+.1.+21111	1.1+.1+1+112++111	221112212111+11111	1+1+2112.+..+1+.++.....
Agrostis rupestris	..	..+.+.+.+.+	...1..+.2111.+.+	11++11+.+.1.+.+.+	.....
Leontodon helveticus	..	....+11111	..+.++1+111+1+.1	11.111111.++++1+21	....11.....
Homogyne discolor	..	2222212222	...221121211+111	1.+121111112321111	1..1111++..++111.111.+ ...
Anthoxanthum alpinum	..	+++++11+.1	.....+.....+.....++	+11.++++.1+...+.+	.....11.+..+.1+.+.+.+
Homogyne alpina	..	11.+1.1+.+	...2+1.+111.+++	11+.2121.....1+	.....
Oreochloa disticha	..	.....	2.23+12+.121+2221	132..1.+.+.11+1+.	+......+.....
Pulsatilla alpina s.l.	..	....+.+.+.1	1.....+++++1++..++1	1++..+++..+.+++..+.+	.....
Loiseleuria procumbens	..	.1.+1..21+	2.22+2.+31+2+3322	332313133121112222	.11112+2+121+31+2++1.1 ++.
Vaccinium vitis-idaea	..	..+.1+11221	..21.+++..12.11++	222211211.1.1+11+.	.....+......11.++.+. ... 1+
Primula minima	..	.....+.+	+.2.2..111112..31	..222.23.++2++11+1	.1+.1++1+1.....+.+.+. 2..
Vaccinium gaultherioides	..	....+1.1.1	2.22+1+...2.+11+	.1+1.2.12+11+22122	.11+2.+1+1++11..+1.+... ..
Agrostis alpina	..	.....+.1	.....1.1.+...+	2+.2+1111111+.+.121	223..1.2+1+.212.....+++ 1..
Hieracium alpinum	..	.....	..++.....++.....	..++.....	.....
Thlaspi alpinum	..	+++11.....	.....	1.....1.....1.1.	.....+......+......1.
Cerastium arvense	..	+.+.++11++	.....++..+.....	.....++1+.....+	.....1+++.+.++.. ...
Galium noricum	..	+.+.++11111	1+.+++1.....	1.1++1++11++1111	1+.111+.+.+++.++..++ ...
Euphrasia salisburgensis	..	++++..111	.....++1.....	11..+1+.+.11+++.+	..+.1.....1+.++++ ...
Arctostaphylos alpinus	..	.....	.....1.....	.....1...+.234	21+.3+42.2+2222+11.1.1.1.
Helianthemum alpestre	..	+++..+++.	.....	..1.....+.....	+.+++..1+.+.1+11+++ 1.+
Ranunculus alpestris	..	+.+.11+.1	.....	.....	1.++1+11.11.++++1+++1+ +++
Myosotis alpestris	..	..+.+	.....	.....	.....++.....
Carex capillaris	..	.....	1.....+.1.....+..+	.....	+++..1++++..+.+++..+.
Carex atrata aggr.	..	.....+.+	..+.+.+.+.+++.+	.....+.+.+.+	+++.....+++++1+.1+1++++ +..
Androsace chamaejasme	..	.....+.+	.....	.....	.....+......
Trollius europaeus	..	..+1++..111.	.....+......	1+.....++..+.+	+.++++.....+++ ...
Gentiana verna	..	..+.+.+	.....	.....	+.++++.....+++..+..++
Galium anisophyllum	..	.....+.+.+	.....	.....	.....+......+.....
Thymus praecox aggr.	..	.....	.....	.....	.....1.....
Androsace obtusifolia	..	.....	.....+......	.....	.....+.+.+
Parnassia palustris	..	.....+.+	.....	.....	.....+......+..



## 8.5 TWINSPAN-Tabelle aller Aufnahmen des großen Zinödlspeikbodens

	1	2	3	4
1 Nardion strictae	110110101100000010	0110111111111110000100100010110	10100 0	
2 Agrostis rupestris-Ges.	777747747446476467	644757655666557554455555555555	56666 5	
3 Seslerio-Caricetum sempervirentis	543354856666709895	487692721410672409958812337506	41607 9	
4 Nicht zuordenbar				
Aconitum napellus	.....+. ....+	.....+. ....+	.....	.....
Geum montanum	1.+11+.+.1++1.+.1+	.....	.....	.....
Gentiana pumila	.....2. ....	.....	.....	.....
Deschampsia cespitosa	241...21..2212..45	.....++.....+1	.....	.....
Nardus stricta	1+23324252.1.....	.1....1.....	.....	.....
Potentilla aurea	.1+21+1++++1+.+.1+	.21+1111+. ...+. ...++1.....	.1. ....	.....
Anthoxanthum alpinum	11.21++11112+.+.+	+1...21111.121+2+++. ....	11111 1+1+. +	.....
Luzula alpina	+1.11+2...++++.1.	.....+1++11+++.....	1..1+ ++... +	.....
Avenella flexuosa	...+.2.....1.	.....	.....	.....
Vaccinium myrtillus	...+...++.....	.....	.....	.....
Homogyne alpina	+12122112+21211111.	+2111... 111++1.11+.....	+...1 ++.++ .	.....
Gentiana punctata	.3212112+2.++11111	+1+.....+. .2+.11+. .1. ....	11111 .....	.....
Leontodon helveticus	+111111+112121+21+	22221222222222. .+1111.212...+21	1.....	.....
Valeriana celtica subsp. norica	...+...+22++12221.	22222222222212112222222221122	1+121 .	.....
Avenula versicolor	.1111+11121121112.	122122.12221222122222222222221	.21++ +	.....
Persicaria vivipara	1.....++1++++++.	+++1.1+1.+++11+++13++.....	1+1+1 +	.....
Agrostis rupestris	..21.1++1212223+.	21211211111+11112+121222212111	+1+. .	.....
Hieracium alpinum	...+.....++.....+	++++11++11+++1.+++++1++++.+. +	+...++ .	.....
Agrostis alpina	.....	111.2222222323222212123221223	22223 1	.....
Euphrasia salisburgensis	..1.....	+...+.+.++.....++++.....	1+++. .	.....
Salix retusa	.....+21...1+.+.+	2112211+1122223333132..1.....	2+1.. 2	.....
Campanula scheuchzeri	+...+...++...+.+.1.	...++1+++.1+++...+1.....	1+... .	.....
Selaginella selaginoides	.....+...++.....	.....1..+111.+++. ....	1+1++ .	.....
Euphrasia minima	.....+.+. .++++...	.....+...+.+.++++.+.+.++++.+	+...++ .	.....
Galium noricum	2.....+. .1++.....	.....1.1.1.11+++11+. .+.1+111	2+1++ .	.....
Cerastium arvense	+1.....+.1+...1.	.....+1..+11+++++. .+++++1	+...++ .	.....
Pulsatilla alpina s.l.	.....+.....	.....1..+. .+. .+. .+21+.+.+	1...+ .	.....
Androsace chamaejasme	.....	.....1.....+. .+. .11+. .+. .+. .	..1++ .	.....
Carex capillaris	.....	.....+.....+. .+. .+. .+. .+	+...+. .	.....
Thymus praecox aggr.	.....	.....11.2.....	+1+. .	1+11. +
Phleum alpinum aggr.	.....+.....	.....	.....	.....
Silene acaulis subsp. longiscapa	.....+.....	.....	.....	.....
Leontodon hispidus	.....+.....	.....	.....	.....
Primula minima	..+.....	.....	.....	.....
Gnaphalium hoppeanum	+.....	.....	.....	.....
Epilobium anagallidifolium	+.....	.....	.....	.....
Crepis aurea	1.....	.....	.....	.....
Agrostis tenuis	1.....	.....	.....	.....
Campanula pulla	+.....	.....	.....	.....
Gentiana bavarica	+.....	.....	.....	.....
Veronica alpina	++.....	.....	.....	.....
Soldanella sp.	2.....	.....+.....	.....	.....
Luzula glabrata	...+++.21+.....	.....1...1..+. ....	.....	.....
Poa alpina	1.....+.1.+. .	.....+.....+.....	.....	.....
Gnaphalium supinum	.....1.....	..+.....	.....	.....
Euphrasia sp.	...+1..+.11.....	.....1.+1+1.....	.....+	.....
Euphrasia picta	......1+.	.....++.....	.....1.....+	.....
Minuartia sedoides	.....	.....1.....2.....	.....1 .	.....
Antennaria dioica	.....	.....1.....	.....	.....
Festuca picturata	.....	.....1.....	.....	.....
Androsace obtusifolia	.....	.....+.....	.....	.....
Galium anisophyllum	.....	.....+.....	.....	.....
Alchemilla sp.	.....	.....+.....	.....	.....
Hieracium sp.	.....	.....1.....3.....	.....	.....
Festuca rupicaprina	+.....	.....	.....+.....	1+... .
Gentianella rhaetica	..+.....	.....1.....	.....+... .	.....
Homogyne discolor	+.....	.....+.....	.....2+... .	.....
Festuca pumila	.....	.....1.....+.....	.....++.....	.....1 1
Carex firma	.....	.....	.....+.....	.....

Saussurea pygmaea	.....	.....	...+.	.
Helianthemum alpestre	.....	.....	....	+
Parnassia palustris	.....	.....	.....+	..++
Bartsia alpina	.....	.....	.....	..+
Veronica aphylla	.....	.....	.....	..+
Vaccinium vitis-idaea	.....	.....	.....	..+
Gentiana verna	.....	.....	.....	..+++
Carex sempervirens	.....	..+.....	..11.....	14211
Hedysarum hedysaroides	.....	.....	.....	..1..
Coeloglossum viride	.....	.....	.....	..1..
Sesleria caerulea	.....	.....	.....	..+...
Dryas octopetala	.....	.....	.....	..2..+

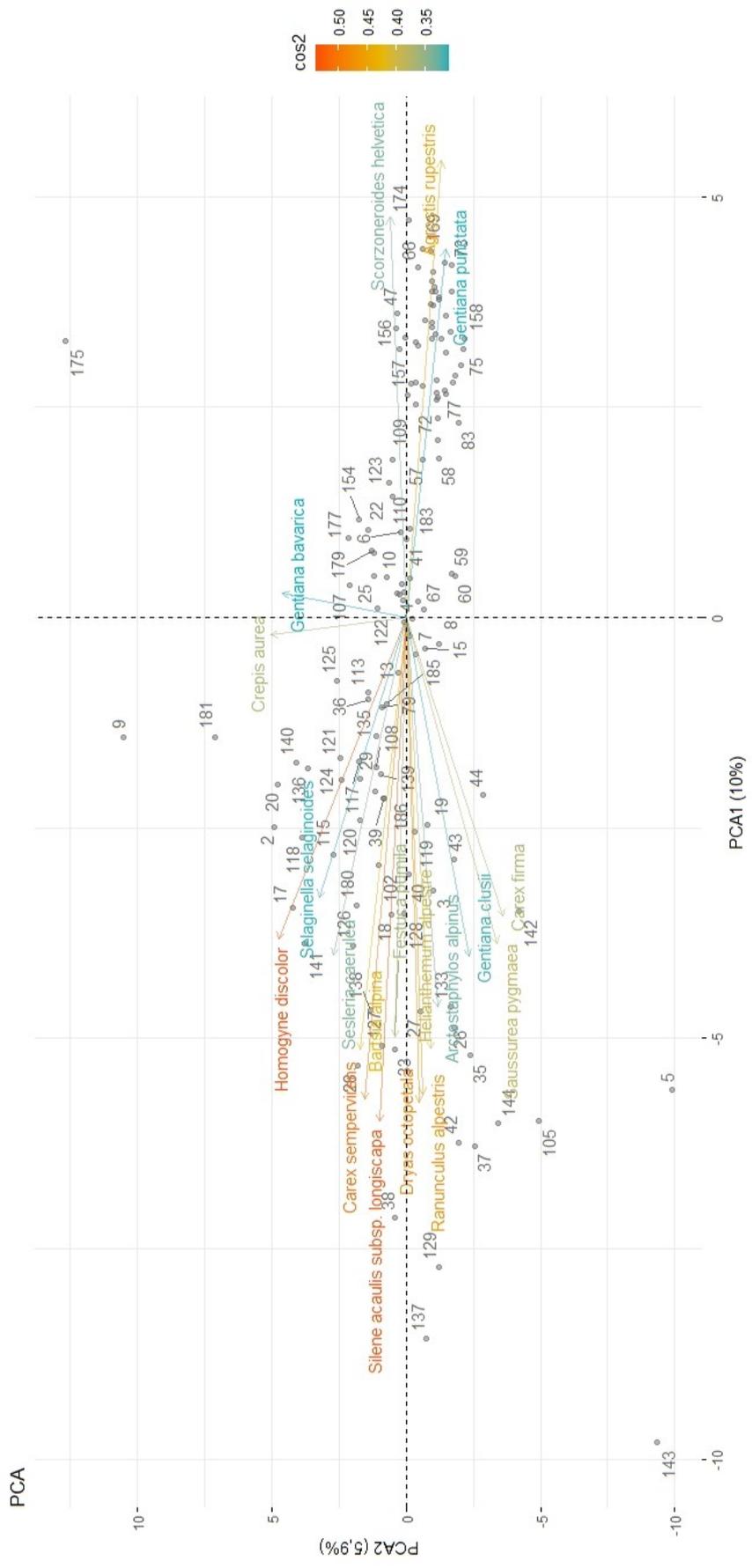
## 8.6 TWINSPAN-Tabelle aller Aufnahmen der kleinen Zinödlspeikböden

	1	2	3
1 Agrostis rupestris-Gesellschaft	00000	00	111110111
2 Nicht zuordenbar	88778	88	877787888
3 Seslerio-Caricetum	63870	51	378919560
Geum montanum	..+..	..	.....
Gnaphalium sp.	1.+..	..	.....
Nardus stricta	2....	..	.....
Mutellina adonidifolia	++...	..	.....
Euphrasia minima	++1.+	..+	.....
Deschampsia cespitosa	2.1..	..	+.....1..
Luzula glabrata	+++..	..	+....+....
Carex atrata aggr.	.1..+	++	+.....
Cerastium arvense	.....	..+	.....
Rhodiola rosea	.....	..+	.....
Leontodon helveticus	..+++	..+	11211+...
Potentilla aurea	..+++	..+	.2111+...
Homogyne alpina	+11++	+1	1112111+.
Persicaria vivipara	+++1+	1+	.11.+111
Anthoxanthum alpinum	+.+. .	..+	....1.+..
Valeriana celtica subsp. norica	32332	11	212112111
Juncus jacquinii	...+1	..	.....1...
Soldanella sp.	+++1	++	1...+....
Agrostis rupestris	23223	22	11+++11..
Salix retusa	+2123	33	+2.11121.
Hieracium alpinum	...++	..	...+.....
Silene acaulis subsp. longiscapa	.....	12	..11.111.
Coeloglossum viride	.....	..+	...++....
Avenula versicolor	..+11	11	111112.21
Loiseleuria procumbens	...++	..+	111++1...
Homogyne discolor	.....	12	+2111111.
Poa alpina	.....	1.	.1..+...1
Galium noricum	.....	++	...11.111
Hedysarum hedysaroides	.....	..+	11.1.+11
Agrostis alpina	..+. .	.1	..+1212111
Festuca pumila	.....	1+	111..+212
Pulsatilla alpina s.l.	.....	..	...+.+.1
Bartsia alpina	.....	..	...+111.+1
Dryas octopetala	.....	..	.1+1+3.22
Carex sempervirens	.....	.1	1..121323
Phyteuma orbiculare	.....	.....	1.1..
Festuca rupicaprina	.....	..	....1.1..
Minuartia sedoides	.....	..	....1.+. .
Euphrasia salisburgensis	...+. .	..	..+11+1+1
Androsace chamaejasme	.....	..	...1.+1.1
Sesleria caerulea	.....	..	....1+.1+
Anemonastrum narcissiflorum	.....	..	.....+...
Gentiana verna	.....	..	.....+...
Vaccinium vitis-idaea	.....	..	.....1..2
Galium anisophyllum	.....	..	.....+...
Oxytropis montana	.....	..	.....1
Carex firma	.....	..	...+...111
Helianthemum alpestre	.....	..	.....+

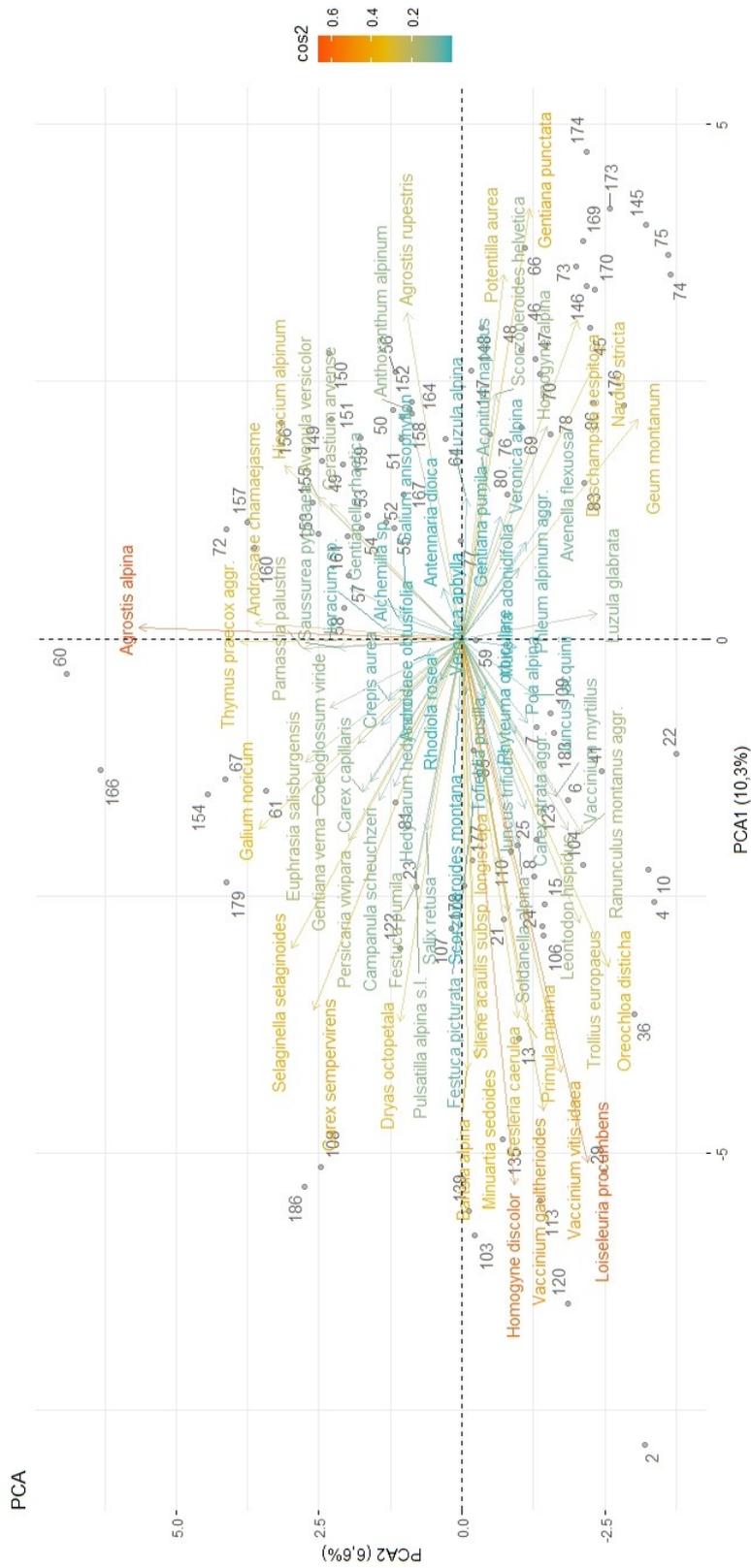
Selaginella selaginoides	...+. +1 .1111+111
Campanula scheuchzeri	.....+ +. ++.+++++
Crepis aurea	..... .. ...+1...+
Dianthus alpinus	..... .. ....+....
Anthyllis vulneraria	..... .. ....+....
Gentiana punctata	..... .. ...1.....
Ranunculus montanus aggr.	..... .. ....+....
Gnaphalium hoppeanum	..... .. .+.....
Euphrasia sp.	..... .. +21+1....
Luzula alpina	..... .. +.....
Carex capillaris	..... .. .+1++...+
Vaccinium myrtillus	..... .. +.1.1...+
Vaccinium gaultherioides	..... .1 22211+.11
Gnaphalium supinum	.+... .. +11.1....



## 8.8 PCA-Plot ohne Ausreißer



## 8.9 PCA-Plot der *Agrostis rupestris*-Gruppe



## **9 Danksagung**

Zum Schluss möchte ich mich herzlich bei allen bedanken, die mich auf meinem Studienweg und letztendlich auch der Erstellung der Masterarbeit begleitet haben, allen voran meinem Betreuer, Univ.-Prof. Dr. Josef Greimler, der mich bereits im Bachelor-Studium für die Botanik begeistern konnte und mich sowohl bei der Datenerhebung in den Gesäusebergen als auch bei der Auswertung dieser stets tatkräftig unterstützte.

Weiters gilt besonderer Dank den Mitarbeitern des Nationalparks Gesäuse, besonders Barbara Bock, MSc und Mag. Alexander Maringer, die mich mit den wichtigsten Informationen und Daten, die den Nationalpark betrafen, versorgten.

Zu guter Letzt gilt ein besonders herzlicher Dank meiner ganzen Familie und allen Freund\*innen, die mir jederzeit meinen Weg erleichterten und mich auch in schwierigen Zeiten zum Weiterarbeiten motivierten.